

قررت وزارة التعليم تدريس  
هذا الكتاب وطبعه على نفقتها



المملكة العربية السعودية

# رياضيات ٢

التعليم الثانوي  
(نظام المقررات)

(البرنامج المشترك)

قام بالتأليف والمراجعة

فريق من المتخصصين

ح) وزارة التعليم ، ١٤٣٨ هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر  
وزارة التعليم  
الرياضيات ٢ - البرنامج المشترك - نظام المقررات - كتاب الطالب.  
وزارة التعليم. - الرياض ، ١٤٣٧ هـ  
٢٤٨ ص ، ٥ ، ٢٧ x ٢١ سم  
ردمك : ٥ - ٣٤٨ - ٥٠٨ - ٦٠٣ - ٩٧٨

١- الرياضيات - كتب دراسية  
السعودية - كتب دراسية أ. العنوان  
٢- التعليم الثانوي -  
ديوي ٥١٠,٧١٢  
١٤٣٧/١٠٣٥٧

رقم الإيداع : ١٤٣٧/١٠٣٥٧  
ردمك : ٥ - ٣٤٨ - ٥٠٨ - ٦٠٣ - ٩٧٨

#### حول الغلاف

تسقط أشعة الشمس المتوازية على الطبق الشمسي فترتد  
مكوّنة زوايا متناظرة وأخرى متحالفة.  
تدرس هذه الزوايا في هذا الصف.



مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين"



IEN.EDU.SA

تواصل بمقترحاتك لتطوير الكتاب المدرسي



FB.T4EDU.COM



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



# المقدمة

الحمد لله والصلاة والسلام على نبينا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد:

تعد مادة الرياضيات من المواد الدراسية الأساسية التي تهيئ للطلاب فرص اكتساب مستويات عليا من الكفايات التعليمية، مما يتيح له تنمية قدرته على التفكير وحل المشكلات، ويساعده على التعامل مع مواقف الحياة وتلبية متطلباتها.

ومن منطلق الاهتمام الذي توليه حكومة خادم الحرمين الشريفين بتنمية الموارد البشرية، وعياً بأهمية دورها في تحقيق التنمية الشاملة، كان توجه وزارة التعليم نحو تطوير المناهج الدراسية وفي مقدمتها مناهج الرياضيات، بدءاً من المرحلة الابتدائية، سعياً للارتقاء بمخرجات التعليم لدى الطلاب، والوصول بهم إلى مصاف أقرانهم في الدول المتقدمة.

وتتميز هذه الكتب بأنها تتناول المادة بأساليب حديثة، تتوافر فيها عناصر الجذب والتشويق، التي تجعل الطالب يقبل على تعلمها ويتفاعل معها، من خلال ما تقدمه من تدريبات وأنشطة متنوعة، كما تؤكد هذه الكتب على جوانب مهمة في تعليم الرياضيات وتعلمها، تتمثل فيما يأتي:

- الترابط الوثيق بين محتوى الرياضيات وبين المواقف والمشكلات الحياتية.
- تنوع طرائق عرض المحتوى بصورة جذابة مشوقة.
- إبراز دور المتعلم في عمليات التعليم والتعلم.
- الاهتمام بالمهارات الرياضية، والتي تعمل على ترابط المحتوى الرياضي وتجعل منه كلاً متكاملًا، ومن بينها: مهارات التواصل الرياضي، ومهارات الحس الرياضي، وحل المشكلات، ومهارات التفكير العليا.
- الاهتمام بتوظيف التقنية في المواقف الرياضية المختلفة.
- الاهتمام بتوظيف أساليب متنوعة في تقويم الطلاب بما يتناسب مع الفروق الفردية بينهم.

ولواكبة التطورات العالمية في هذا المجال، فإن المناهج المطورة والكتب الجديدة سوف توفر للمعلم مجموعة متكاملة من المواد التعليمية المتنوعة التي تراعي الفروق الفردية بين الطلاب، بالإضافة إلى البرمجيات والمواقع التعليمية، التي توفر للطلاب فرصة توظيف التقنيات الحديثة والتواصل المبني على الممارسة، مما يؤكد دوره في عملية التعليم والتعلم.

ونحن إذ نقدّم هذه الكتب لأعزائنا الطلاب، لنأمل أن تستحوذ على اهتمامهم، وتلبي متطلباتهم وتجعل تعلمهم لهذه المادة أكثر متعة وفائدة.

والله ولي التوفيق

## الأشكال الرباعية



11	التهيئة للفصل 1
12	1-1 زوايا المضلع
20	توسع 1-1 معمل الجداول الإلكترونية: زوايا المضلع
21	1-2 متوازي الأضلاع
29	1-3 تمييز متوازي الأضلاع
37	اختبار منتصف الفصل
38	1-4 المستطيل
44	1-5 المعين والمربع
52	1-6 شبه المنحرف وشكل الطائرة الورقية
61	دليل الدراسة والمراجعة
65	اختبار الفصل
66	الإعداد للاختبارات
68	اختبار تراكمي

## الفهرس

## التشابه



71	التهيئة للفصل 2
72	2-1 المضلعات المتشابهة
80	2-2 المثلثات المتشابهة
89	اختبار منتصف الفصل
90	2-3 المستقيمات المتوازية والأجزاء المتناسبة
99	2-4 عناصر المثلثات المتشابهة
106	توسع 2-4 معمل الهندسة: الكسريات
108	دليل الدراسة والمراجعة
111	اختبار الفصل
112	الإعداد للاختبارات
114	اختبار تراكمي

## التحويلات الهندسية و التماثل



117	التهيئة للفصل 3
118	3-1 الانعكاس
126	3-2 الازاحة (الانسحاب)
132	3-3 استكشاف  معمل الهندسة : الدوران
133	3-3 الدوران
139	اختبار منتصف الفصل
140	3-4 استكشاف  معمل الحاسبة البيانية : تركيب التحويلات الهندسية
141	3-4 تركيب التحويلات الهندسية
149	3-4 توسع  معمل الهندسة : التبليط
154	3-5 التماثل
160	3-6 التمدد
167	دليل الدراسة والمراجعة
171	اختبار الفصل
172	الإعداد للاختبارات
174	اختبار تراكمي

## الدائرة



177	التهيئة للفصل 4
178	4-1 الدائرة ومحيطها
186	4-2 قياس الزوايا والأقواس
194	4-3 الأقواس والأوتار
201	4-4 الزوايا المحيطية
208	اختبار منتصف الفصل
209	4-5 المماسات
216	4-6 القاطع والمماس وقياسات الزوايا
224	4-7 قطع مستقيمة خاصة في الدائرة
230	4-8 استكشاف  معمل الحاسبة البيانية : معادلة الدائرة
231	4-8 معادلة الدائرة
236	دليل الدراسة والمراجعة
241	اختبار الفصل
242	الإعداد للاختبارات
244	اختبار تراكمي
246	الصيغ والرموز

ستركز في دراستك هذا العام على عدة موضوعات هندسية، تشمل ما يأتي:

• **المنطق الرياضي** واستعماله في البراهين الهندسية والجبرية.

• **العلاقات بين الزوايا والمستقيمات.**

• **العلاقات في المثلث،** وتطابق المثلثات، وتشابهها.

• **التحويلات الهندسية** والتمائل في الأشكال الثنائية والثلاثية الأبعاد.

• **خواص الأشكال الرباعية** ونظريات **الدائرة.**

وفي أثناء دراستك، ستتعلم طرائق لحل المسائل الهندسية وتمثيلها بصور متعددة وسوف تفهم لغة الرياضيات وتستعمل أدواتها، وتنمي قدراتك الذهنية وتفكيرك الرياضي.





# كيف تستعمل كتاب الرياضيات؟

- **اقرأ** فقرة **فيما سبق** لتعرف ارتباط هذا الدرس بما درسته من قبل، ولتعرف أفكار الدرس الجديد اقرأ فقرة **والآن**.
- **ابحث** عن **المفردات** المظللة **باللون الأصفر** باللغتين العربية والإنجليزية، واقرأ تعريف كل منها.
- **راجع** المسائل الواردة في **مثان** والمحلولة بخطوات تفصيلية؛ لتوضيح أفكار الدرس الرئيسة.
- **ارجع** إلى **ارشادات للدراسة** حيث تجد معلومات وتوجيهات تساعدك في متابعة الأمثلة المحلولة.
- **ارجع** إلى فقرة **قراءة الرياضيات**؛ لتتذكر نطق بعض الرموز والمصطلحات الرياضية.
- **اربط** بين المعنى اللغوي والمعنى الرياضي للمفردة، من خلال فقرة **ربط المفردات**.
- **تذكر** بعض المفردات التي تعلمتها من قبل، بالرجوع إلى فقرة **مراجعة المفردات**.
- **ارجع** إلى فقرة **تنبيه!** دائماً لتعرف الأخطاء الشائعة التي يقع فيها كثير من الطلاب حول بعض المفاهيم الرياضية فتجنبها.
- **ارجع** إلى **الصيغ والرموز** في آخر الكتاب لتعرف الرموز التي تعلمتها في المرحلة المتوسطة وما يقابلها في المرحلة الثانوية، ولتعرف أيضاً أهم الصيغ والرموز التي وردت في هذا الكتاب.
- **ارجع** إلى المثال المشار إليه مقابل بعض التمارين في فقرتي **تأكد** و **تدرب وحل المسائل** ليساعدك على حل هذه التمارين وما شابهها.
- **نقذاً** **اختبار الفصل** في نهاية كل فصل، بعد أن تُراجع أفكار الدرس الرئيسة في **دليل الدراسة والمراجعة**. أو بعد مراجعة ما دونته من أفكار في **المطويات**.
- **استعن** بصفحتي **الإعداد للاختبارات**؛ لتتعرف أنواع أسئلة الاختبارات وبعض طرق حلها.
- **نقذاً** **الاختبار التراكمي** في نهاية كل فصل لمراجعة الأفكار الرئيسة للفصل وما قبله من فصول.

# الأشكال الرباعية Quadrilaterals



## فيما سبق:

درست تصنيف المضلعات وميزت خصائصها وطبقتها.

## والآن:

- أجد مجموع قياسات كل من الزوايا الداخلية والخارجية لمضلع، وأستعملها.
- أتعرف خصائص الأشكال الرباعية، وأطبقها.
- أقارن بين الأشكال الرباعية.

## لماذا؟

### أدوات رياضية:

تُستعمل خصائص الأشكال الرباعية لإيجاد قياسات زوايا أو أطوال أضلاع، كقياس زوايا الملاعب وتخطيطها.

## منظم أفكار

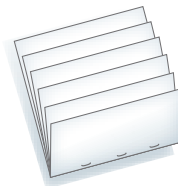
## المطويات

الأشكال الرباعية: اعمل هذه المطوية لتساعدك على تنظيم معلوماتك حول الفصل 1. ابدأ بثلاث أوراق A4.

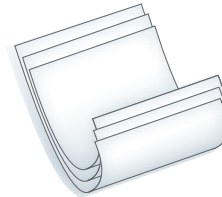
4 أكتب عنوان الفصل وأرقام الدروس، وسجل ملاحظاتك.



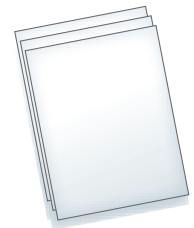
3 ثبت الأوراق على طول خط الطي.



2 اطو الأوراق بحيث تكون لحواها الظاهرة العرض نفسه.



1 ضع 3 أوراق بعضها فوق بعض بحيث تبعد كل ورقة عن الأخرى 2 cm







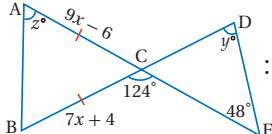
# التهيئة للفصل 1

تشخيص الاستعداد:

أجب عن الاختبار الآتي. انظر المراجعة السريعة قبل الإجابة عن الاختبار.

## مراجعة سريعة

### مثال 1



أوجد قيم  $(x, y, z)$  في الشكل الآتي:

معطى

$$AC = BC$$

بالتعويض

$$9x - 6 = 7x + 4$$

بالطرح

$$2x = 10$$

بالتبسيط

$$x = 5$$

نظرية الزاوية الخارجية للمثلث

$$124^\circ = y^\circ + 48^\circ$$

بالتبسيط

$$(y) = 76^\circ$$

نظرية الزاوية الخارجية للمثلث

$$124^\circ = z^\circ + z^\circ$$

بالجمع

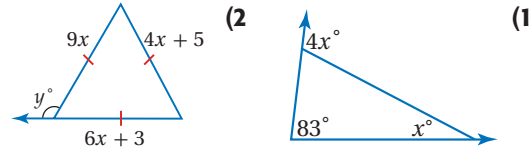
$$124^\circ = 2z^\circ$$

بالتبسيط

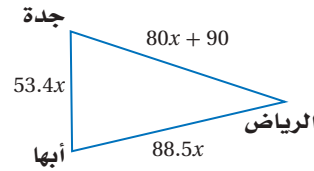
$$z^\circ = 62^\circ$$

## اختبار سريع

أوجد قيم  $x, y$  في كل مما يأتي مقربًا إلى أقرب عُشر:



(3) مدن: تمثل مواقع كل من الرياض وجدة وأبها رؤوس مثلث كما في الشكل أدناه. إذا كان محيط هذا المثلث 2198 km، فأوجد المسافة الجوية بين كل من المدن الثلاث.



حدّد ما إذا كان  $\vec{AB}, \vec{CD}$  متوازيين أو متعامدين أو غير ذلك في كل مما يأتي:

$$A(3, 3), B(8, 2), C(6, -1), D(1, 0) \quad (4)$$

$$A(4, 2), B(1, -3), C(-3, 5), D(2, 2) \quad (5)$$

$$A(-8, -7), B(4, -4), C(-2, -5), D(1, 7) \quad (6)$$

(7) حدائق: صمّم مهندس رسمًا لحديقة رباعية الشكل،

إحداثيات رؤوسها:  $A(-2, 1), B(3, -3), C(5, 7), D(-3, 4)$

فهل الممران متعامدان؟ فسّر إجابتك.

أوجد المسافة بين كل نقطتين، ثم أوجد إحداثيات نقطة منتصف القطعة الواصلة بينهما في كل مما يأتي:

$$R(2, 5), S(8, 4) \quad (9) \quad J(-6, 2), K(-1, 3) \quad (8)$$

(10) مسافات: وقف شخص على النقطة  $T(80, 20)$  من

مستوى إحداثي، ورغب في الانتقال إلى كل من

$U(20, 60)$  و  $V(110, 85)$ ، فما أقصر مسافة يمكن أن

يقطعها الشخص؟ فسّر إجابتك.

### مثال 2

إذا كان  $A(-2, 5), B(4, 17), C(0, 1), D(8, -3)$ ،

فحدّد ما إذا كان  $\vec{AB}, \vec{CD}$  متوازيين أو متعامدين أو غير ذلك.

صيغة الميل

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$\text{ميل } \vec{AB} = \frac{17 - 5}{4 - (-2)} = \frac{12}{6} = 2$$

$$\text{ميل } \vec{CD} = \frac{-3 - 1}{8 - 0} = \frac{-4}{8} = -\frac{1}{2}$$

بما أن ميلي المستقيمين غير متساويين، فهما غير متوازيين.

$$\text{حاصل ضرب ميلي } \vec{AB}, \vec{CD} = 2 \left(-\frac{1}{2}\right) = -1$$

وبما أن حاصل ضرب ميليها يساوي  $-1$ ، فهما متعامدان.

### مثال 3

أوجد المسافة بين النقطتين  $J(2, -1), K(7, 1)$ ، ثم أوجد

إحداثيات نقطة منتصف القطعة المستقيمة الواصلة بينهما.

صيغة المسافة بين نقطتين

$$JK = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

بالتعويض

$$= \sqrt{(7 - 2)^2 + (1 - (-1))^2}$$

بالتبسيط

$$= \sqrt{29}$$

صيغة نقطة المنتصف

$$\left(\frac{x_1 + x_2}{2}, \frac{y_1 + y_2}{2}\right) = \left(\frac{2 + 7}{2}, \frac{-1 + 1}{2}\right)$$

$$= (4.5, 0)$$



# زوايا المضلع

## Angles of Polygon

### لماذا؟

### فيما سبق:

درست أسماء المضلعات وتصنيفها. (مهارة سابقة)

### والآن:

- أجد مجموع قياسات الزوايا الداخلية لمضلع، وأستعمله.
- أجد مجموع قياسات الزوايا الخارجية لمضلع، وأستعمله.

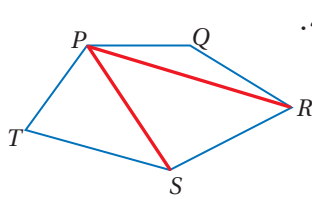
### المضردات:

القطر  
diagonal



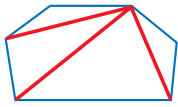
تنتج عاملات النحل اليافعة شمعاً تشكّله بعناية نحلات أخريات على صورة خلايا سداسية. ومع أنّ سُمك جدران الخلايا 0.1 mm، إلاّ أنّها تتحمّل ثقلاً يعادل 25 مثل وزنها. وتشكّل جدران الخلايا الزاوية نفسها عند كل التقاء. وقياس هذه الزاوية يساوي قياس الزاوية الداخلية للسداسي المنتظم.

### مجموع قياسات الزوايا الداخلية لمضلع:



قطر المضلع هو قطعة مستقيمة تصل بين أي رأسين غير متتاليين فيه. رأسا المضلع  $PQRST$  غير التالين للرأس  $P$ : هما  $R, S$ ؛ لذا فالمضلع  $PQRST$  له قطران من الرأس  $P$ : هما  $\overline{PR}, \overline{PS}$ . لاحظ أن هذين القطرين يقسمان الشكل الخماسي إلى ثلاثة مثلثات.

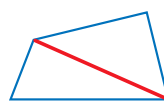
مجموع قياسات زوايا المضلع يساوي مجموع قياسات زوايا المثلثات التي تشكّل عند رسم جميع الأقطار الممكنة من أحد الرؤوس.



سداسي



خماسي



رباعي



مثلث

بما أن مجموع قياسات زوايا المثلث  $180^\circ$ ، فإنّه يمكننا إنشاء جدول والبحث عن نمط لإيجاد مجموع قياسات زوايا أي مضلع محدّب.

المضلع	عدد الأضلاع	عدد المثلثات	مجموع قياسات الزوايا الداخلية
مثلث	3	1	$180^\circ (1) = 180^\circ$
رباعي	4	2	$180^\circ (2) = 360^\circ$
خماسي	5	3	$180^\circ (3) = 540^\circ$
سداسي	6	4	$180^\circ (4) = 720^\circ$
ذو $n$ من الأضلاع	$n$	$n - 2$	$180^\circ (n - 2)$

وهذا يقودنا إلى النظرية الآتية:

أضف إلى

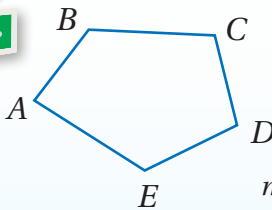
### مجموع قياسات الزوايا الداخلية للمضلع

### نظرية 1.1

مجموع قياسات الزوايا الداخلية لمضلع محدّب عدد أضلاعه  $n$  يساوي  $S = (n - 2) \cdot 180^\circ$ .

مثال:

$$m\angle A + m\angle B + m\angle C + m\angle D + m\angle E = (5 - 2) \cdot 180^\circ = 540^\circ$$



مطوّبتك

### مراجعة المفردات

#### الزاوية الداخلية:

هي الزاوية المحصورة بين ضلعين متجاورين في مضلع وتقع داخله.

يمكنك استعمال النظرية 1.1 لإيجاد مجموع قياسات الزوايا الداخلية للمضلع والقياسات المجهولة لزواياه.

## مثال 1 إيجاد مجموع قياسات الزوايا الداخلية لمضلع

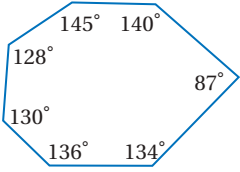
(a) أوجد مجموع قياسات الزوايا الداخلية للسباعي المحدب.

السباعي المحدب له سبعة أضلاع. استعمال النظرية 1.1؛ لإيجاد مجموع قياسات زواياه الداخلية.

$$n = 7 \quad (n - 2) \cdot 180^\circ = (7 - 2) \cdot 180^\circ$$

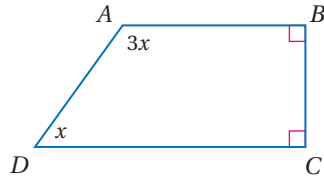
$$\text{بالتبسيط} \quad = 5 \cdot 180^\circ = 900^\circ$$

إذن مجموع قياسات الزوايا الداخلية للسباعي المحدب يساوي  $900^\circ$ .



ارسم سباعياً محدباً، واستعمل المنقلة لقياس كل زاوية داخلية مقرباً إلى أقرب درجة، ثم أوجد مجموع هذه القياسات.

$$128^\circ + 145^\circ + 140^\circ + 87^\circ + 134^\circ + 136^\circ + 130^\circ = 900^\circ \quad \checkmark$$



(b) **جبر:** أوجد قياسات جميع الزوايا الداخلية للرباعي المجاور.

**الخطوة 1:** أوجد قيمة  $x$ .

بما أن للشكل الرباعي 4 زوايا، فإن مجموع قياسات زواياه الداخلية يساوي  $(4 - 2) \cdot 180^\circ = 360^\circ$ .

$$\text{مجموع قياسات الزوايا الداخلية} \quad 360^\circ = m\angle A + m\angle B + m\angle C + m\angle D$$

$$\text{بالتعويض} \quad 360^\circ = 3x + 90^\circ + 90^\circ + x$$

$$\text{بتجميع الحدود المتشابهة} \quad 360^\circ = 4x + 180^\circ$$

$$\text{بطرح } 180^\circ \text{ من كلا الطرفين} \quad 180^\circ = 4x$$

$$\text{بقسمة كلا الطرفين على 4} \quad 45^\circ = x$$

**الخطوة 2:** استعمال قيمة  $x$  لإيجاد قياس كل زاوية.

$$m\angle A = 3x \quad m\angle B = 90^\circ \quad m\angle D = x$$

$$= 3(45^\circ) \quad m\angle C = 90^\circ \quad = 45^\circ$$

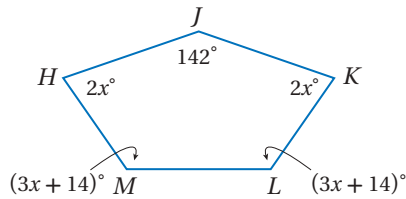
$$= 135^\circ$$

اكتب قياسات الزوايا الداخلية للرباعي، ثم أوجد مجموع هذه القياسات.

$$90^\circ, 90^\circ, 45^\circ, 135^\circ$$

$$90^\circ + 90^\circ + 45^\circ + 135^\circ = 360^\circ \quad \checkmark$$

**تحقق من فهمك** ✓



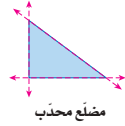
(1A) أوجد مجموع قياسات الزوايا الداخلية للثمانى المحدب.

(1B) أوجد قياسات جميع الزوايا الداخلية للخماسى المجاور.

## مراجعة المفردات

### المضلع المحدب:

مضلع يكون قياس أي من زواياه الداخلية أقل من  $180^\circ$ ، ولا يقطع امتداد أي ضلع فيه أي ضلع آخر من أضلاع المضلع.



مضلع محدب



مضلع مقعر

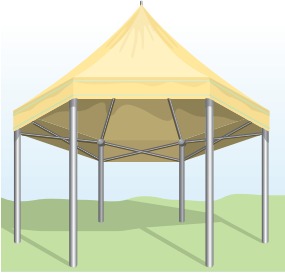
## إرشادات للدراسة

### المضلع:

عند ذكر كلمة مضلع في هذا الفصل فإننا نعني المضلع المحدب.

تذكر أن جميع الزوايا الداخلية للمضلع المنتظم متطابقة. ويمكنك استعمال هذه الحقيقة ونظرية مجموع قياسات الزوايا الداخلية للمضلع لإيجاد قياس الزاوية الداخلية لأي مضلع منتظم.

### مثال 2 من واقع الحياة قياس الزاوية الداخلية لمضلع منتظم

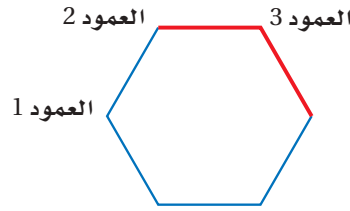


**ملاحظة:** في المنظر العلوي للمظلة المجاورة، تشكّل الأعمدة رؤوس مضلع سداسي منتظم. أوجد قياس الزاوية التي تتشكل عند أي من أركان المظلة.

**افهم:** المعطيات: منظر علوي لمظلة سداسية منتظمة الشكل.

**المطلوب:** إيجاد قياس الزاوية التي تتشكل عند أي ركن من أركان المظلة.

ارسم شكلاً يمثل المنظر العلوي للمظلة.



الزاوية التي تتشكل عند أي من أركان المظلة هي زاوية داخلية لسداسي منتظم.

**خطط:** استعمل نظرية مجموع قياسات الزوايا الداخلية للمضلع لإيجاد مجموع قياسات الزوايا الداخلية للسداسي. وبما أن الزوايا الداخلية للسداسي المنتظم متطابقة، فإن قياس كل زاوية داخلية يساوي ناتج قسمة المجموع على عدد الزوايا.

**حل:** أولاً: أوجد مجموع قياسات الزوايا الداخلية.

صيغة مجموع قياسات الزوايا الداخلية

$$S = (n - 2) \cdot 180^\circ$$

$$n = 6$$

$$= (6 - 2) \cdot 180^\circ$$

بالتبسيط

$$= 4 \cdot 180^\circ = 720^\circ$$

ثانياً: أوجد قياس كل زاوية داخلية.

$$\text{بالتعويض} \quad \frac{\text{مجموع قياسات الزوايا الداخلية}}{\text{عدد الزوايا الداخلية}} = \frac{720^\circ}{6}$$

بالقسمة

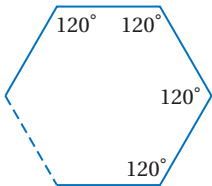
$$= 120^\circ$$

إذن قياس الزاوية المتكوّنة عند كل ركن يساوي  $120^\circ$ .

**تحقق:** للتحقق من أن هذا القياس صحيح، استعمل المسطرة والمنقلة

لرسم سداسي منتظم قياس زواياه الداخلية  $120^\circ$ .

سير تبط الضلع الأخير بنقطة البداية لأول قطعة مستقيمة رُسمت. ✓



**تحقق من فهمك**



**(2A) سجاد:** أوجد قياس الزاوية الداخلية لسجادة على شكل ثماني منتظم.

**(2B) نوافير:** تزيّن النوافير الأماكن العامة، ويقام بعضها على شكل مضلعات منتظمة. أوجد قياس الزاوية الداخلية لنافورة على شكل تساعي منتظم.

يمكنك أيضًا استعمال نظرية مجموع قياسات الزوايا الداخلية لمضلع لإيجاد عدد أضلاع مضلع منتظم إذا علم قياس زاوية داخلية له.

### مثال 3

#### إيجاد عدد الأضلاع إذا علم قياس زاوية داخلية

إذا كان قياس الزاوية الداخلية لمضلع منتظم يساوي  $135^\circ$ ، فأوجد عدد أضلاعه .

افتراض أن عدد أضلاع المضلع يساوي  $n$ . وبذلك يكون مجموع قياسات زواياه الداخلية  $135n$ ؛ لأن جميع الزوايا الداخلية للمضلع المنتظم متطابقة. وبناءً على نظرية مجموع قياسات الزوايا الداخلية يمكن التعبير أيضًا عن مجموع قياسات الزوايا الداخلية بالعلاقة  $S = (n - 2) \cdot 180$ .

كتابة معادلة

$$135^\circ n = (n - 2) \cdot 180^\circ$$

خاصية التوزيع

$$135^\circ n = 180^\circ n - 360^\circ$$

ب طرح  $180n$  من كلا الطرفين

$$-45^\circ n = -360^\circ$$

بقسمة كلا الطرفين على  $-45$

$$n = 8$$

إذن للمضلع 8 أضلاع.

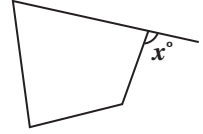
تحقق من فهمك

(3) إذا كان قياس الزاوية الداخلية لمضلع منتظم يساوي  $144^\circ$ ، فأوجد عدد أضلاعه.

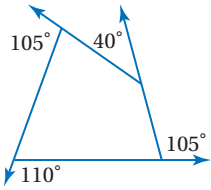
### مراجعة المصردات

#### الزاوية الخارجية:

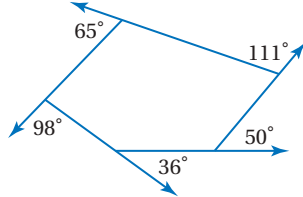
الزاوية الخارجية لمضلع محدب هي زاوية محصورة بين أحد أضلاعه وامتداد ضلع آخر.



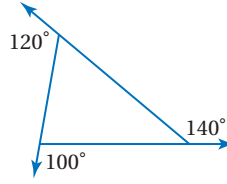
**مجموع قياسات الزوايا الخارجية للمضلع:** هل توجد علاقة بين عدد أضلاع مضلع محدب ومجموع قياسات زواياه الخارجية؟ انظر المضلعات أدناه التي أعطي في كل منها قياس زاوية خارجية عند كل رأس.



$$105^\circ + 110^\circ + 105^\circ + 40^\circ = 360^\circ$$



$$65^\circ + 98^\circ + 36^\circ + 50^\circ + 111^\circ = 360^\circ$$



$$120^\circ + 100^\circ + 140^\circ = 360^\circ$$

### إرشادات للدراسة

#### قياس الزاوية

#### الخارجية:

قياس الزاوية الخارجية لمضلع منتظم عدد أضلاعه  $n$  يساوي

$$\frac{360^\circ}{n}$$

أضف إلى

مطويتك

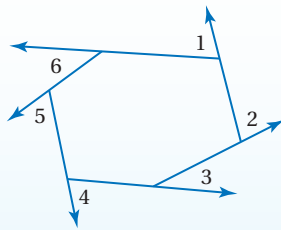
### نظرية 1.2

#### مجموع قياسات الزوايا الخارجية للمضلع

مجموع قياسات الزوايا الخارجية للمضلع المحدب بأخذ زاوية واحدة عند كل رأس يساوي  $360^\circ$ .

مثال:

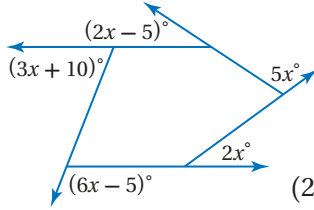
$$m\angle 1 + m\angle 2 + m\angle 3 + m\angle 4 + m\angle 5 + m\angle 6 = 360^\circ$$



ستبرهن نظرية 1.2 في السؤال 39

## مثال 4

### إيجاد قياسات الزوايا الخارجية للمضلع



(a) **جبر:** أوجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور.

استعمل نظرية مجموع قياسات الزوايا الخارجية للمضلع لكتابة معادلة، ثم حلّها لإيجاد قيمة  $x$ .

$$(2x - 5)^\circ + 5x^\circ + 2x^\circ + (6x - 5)^\circ + (3x + 10)^\circ = 360^\circ$$

$$(2x + 5x + 2x + 6x + 3x)^\circ + [-5 + (-5) + 10]^\circ = 360^\circ$$

$$18x^\circ = 360^\circ$$

$$x^\circ = \frac{360^\circ}{18} = 20$$

(b) أوجد قياس الزاوية الخارجية للتساعي المنتظم.

تتطابق الأضلاع والزوايا الداخلية في التساعي المنتظم وتكون الزوايا الخارجية متطابقة لأن المكملات للزوايا المتطابقة تكون متطابقة أيضًا.

افتراض أن قياس كل زاوية خارجية يساوي  $x$ ، ثم اكتب معادلة وحلّها.

**نظرية مجموع قياسات الزوايا الخارجية للمضلع**

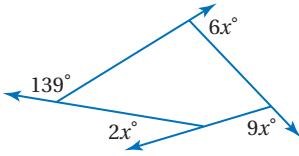
$$9x = 360^\circ$$

**بقسمة كلا الطرفين على 9**

$$x = 40^\circ$$

إذن قياس كل زاوية خارجية للمضلع التساعي المنتظم يساوي  $40^\circ$ .

**تحقق من فهمك**



(4A) أوجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور.

(4B) أوجد قياس الزاوية الخارجية لمضلع منتظم ذي 12 ضلعًا.

### إرشادات للدراسة

#### طريقة بديلة:

لإيجاد قياس زاوية خارجية لمضلع منتظم يمكنك إيجاد قياس زاوية داخلية وطرح هذا القياس من  $180^\circ$ ؛ لأنّ الزاوية الخارجية والزاوية الداخلية المرتبطة بها متكاملتان.

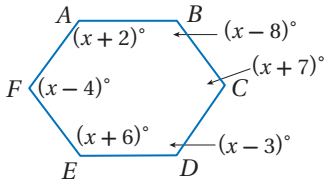
### تأكد

أوجد مجموع قياسات الزوايا الداخلية لكل من المضلعين المحيدين الآتيين:

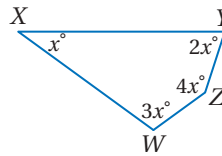
(1) العشاري

(2) الخماسي

أوجد قياسات جميع الزوايا الداخلية لكل من المضلعين الآتيين:



(3)



(4)

### المثال 1

### المثال 2

### المثال 3

(5) **عجلة دوارة:** العجلة الدوّارة في الصورة المجاورة على شكل مضلع منتظم عدد أضلاعه 15 ضلعًا.

أوجد قياس الزاوية الداخلية له.

إذا كان قياس إحدى الزوايا الداخلية لمضلع منتظم معطى، فأوجد عدد الأضلاع في كل مما يأتي:

(6)  $150^\circ$

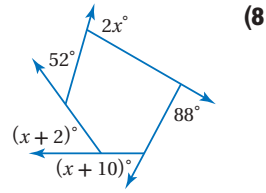
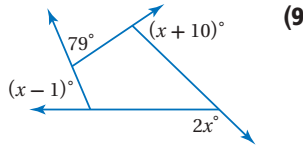
(7)  $170^\circ$





#### المثال 4

أوجد قيمة  $x$  في كل من الشكلين الآتيين :



أوجد قياس الزاوية الخارجيّة لكل من المضلعين المنتظمين الآتيين:  
 (10) رباعي (11) ثُماني

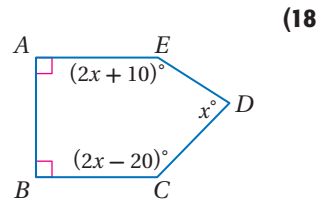
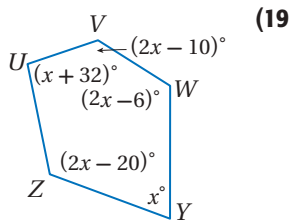
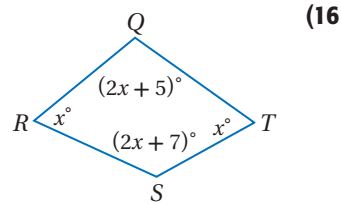
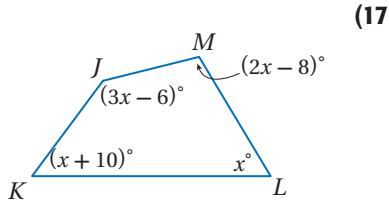
### تدرب وحل المسائل

#### المثال 1

أوجد مجموع قياسات الزوايا الداخليّة لكل من المضلعات المحدبة الآتية:

(12) ذو 12 ضلعًا (13) ذو 20 ضلعًا (14) ذو 29 ضلعًا (15) ذو 32 ضلعًا

أوجد قياسات جميع الزوايا الداخليّة لكل من المضلعات الآتية:



(20) ما مجموع قياسات الزوايا الداخليّة للمضلع في الشكل المجاور؟



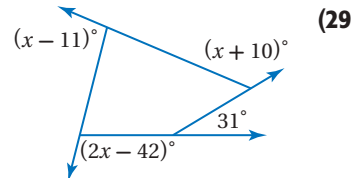
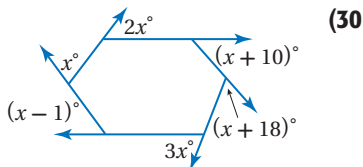
أوجد قياس زاوية داخليّة لكل من المضلعات المنتظمة الآتية:

(21) ذو 12 ضلعًا (22) الخماسي (23) العشاري (24) التساعي

المثال 3 إذا كان قياس إحدى الزوايا الداخليّة لمضلع منتظم معطى، فأوجد عدد الأضلاع في كل مما يأتي:

(25) 60° (26) 90° (27) 120° (28) 156°

المثال 4 أوجد قيمة  $x$  في كل من الشكلين الآتيين:



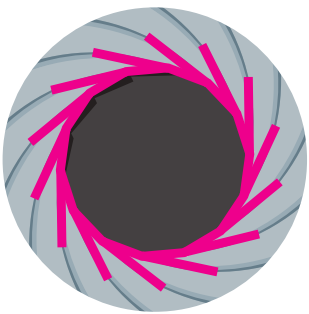


تاريخ الرياضيات

أبو كامل شجاع بن أسلم بن محمد بن شجاع 236 - 318 هـ. مهندس وعالم بالحساب، عرف باسم «أبي كامل الحاسب»، وعاش في القرن الثالث الهجري، له رسالة في «المضلع ذي الزوايا الخمس وذي الزوايا العشر».

أوجد قياس زاوية خارجية لكل من المضلعات المنتظمة الآتية:

- العشاري (31)      الخماسي (32)      السداسي (33)      ذو 15 ضلعًا (34)



- (35) **تصوير:** تشكل الفتحة التي ينفذ منها الضوء إلى عدسة آلة التصوير في الشكل المجاور مضلعًا منتظمًا ذا 14 ضلعًا.  
 (a) أوجد قياس الزاوية الداخلية مقربة إلى أقرب عُشر.  
 (b) أوجد قياس الزاوية الخارجية مقربة إلى أقرب عُشر.

أوجد قياس زاوية خارجية وزاوية داخلية للمضلع المنتظم المعطى عدد أضلاعه في كل مما يأتي، وقرب إجابتك إلى أقرب عُشر:

- (36) 7      (37) 13

(38) أثبت أن مجموع قياسات الزوايا الداخلية للمضلع الثماني يساوي  $1080^\circ$ ، دون استعمال صيغة مجموع الزوايا الداخلية للمضلع.

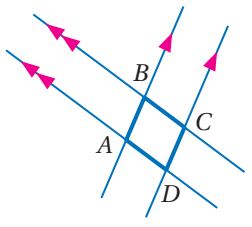
(39) **برهان:** استعمل الجبر لإثبات نظرية مجموع قياسات الزوايا الخارجية للمضلع.

**جبر:** أوجد قياسات جميع الزوايا الداخلية لكل من المضلعين الآتيين:

(40) عشاري قياسات زواياه الداخلية:

$(x + 5)^\circ, (x + 10)^\circ, (x + 20)^\circ, (x + 30)^\circ, (x + 35)^\circ, (x + 40)^\circ, (x + 60)^\circ, (x + 70)^\circ, (x + 80)^\circ, (x + 90)^\circ$

(41) الخماسي  $ABCDE$  الذي قياسات زواياه الداخلية:  $(4x - 1)^\circ, (2x - 8)^\circ, (x + 9)^\circ, (4x + 13)^\circ, 6x^\circ$



(42) **تمثيلات متعددة:** سوف تستقصي في هذه المسألة العلاقات بين الزوايا والأضلاع في متوازي أضلاع.

(a) **هندسيًا:** ارسم زوجين من المستقيمتين المتوازيتين تتقاطع كما في الشكل المجاور، وسمّ الشكل الرباعي الناتج  $ABCD$ . ثم كرّر هذه الخطوات لتكوين شكلين آخرين:  $FGHJ, QRST$ .

(b) **جدوليًا:** أكمل الجدول الآتي:

أطوال الأضلاع وقياسات الزوايا						الشكل الرباعي
$m\angle D$		$m\angle C$		$m\angle B$	$m\angle A$	ABCD
DA		CD		BC	AB	
$m\angle J$		$m\angle H$		$m\angle G$	$m\angle F$	FGHJ
JF		HJ		GH	FG	
$m\angle T$		$m\angle S$		$m\angle R$	$m\angle Q$	QRST
TQ		ST		RS	QR	

(c) **لفظيًا:** خمن العلاقة بين كل زاويتين متقابلتين في الشكل الرباعي الناتج عن زوجين من المستقيمتين المتوازيتين.

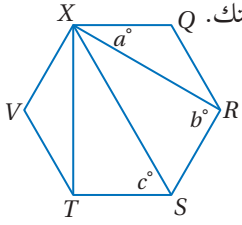
(d) **لفظيًا:** خمن العلاقة بين كل زاويتين متحالفتين في الشكل الرباعي الناتج عن زوجين من المستقيمتين المتوازيتين.

(e) **لفظيًا:** خمن العلاقة بين كل ضلعين متقابلين في الشكل الرباعي الناتج عن زوجين من المستقيمتين المتوازيتين.



## مسائل مهارات التفكير العليا

(43) **اكتشف الخطأ:** قالت مريم: إن مجموع قياسات الزوايا الخارجية للعشاري أكبر منه للسباعي؛ لأن عدد أضلاع العشاري أكثر من أضلاع السباعي. وقالت لبنى: إن مجموع قياسات الزوايا الخارجية لكلا المضلعين متساوٍ. "فهل أيُّ منهما ادعاؤها صحيح؟" وضح تبريرك.



(44) **تحذّر:** أوجد قيم  $a, b, c$  في الشكل السداسي المنتظم  $QRSTVX$  المجاور. برّر إجابتك.

(45) **تبرير:** إذا مُدَّ ضلعان لسداسي منتظم بحيث يلتقيان في نقطة خارجه، فهل يكون المثلث الناتج متطابق الأضلاع دائماً، أو أحياناً، أو لا يمكن أن يكون متطابق الأضلاع أبداً؟ برّر إجابتك.

(46) **مسألة مفتوحة:** ارسم مضلعاً، وأوجد مجموع قياسات زواياه الداخلية. ما عدد أضلاع المضلع الذي مجموع قياسات زواياه الداخلية مثلاً المجموع الذي أوجدته؟ برّر إجابتك.

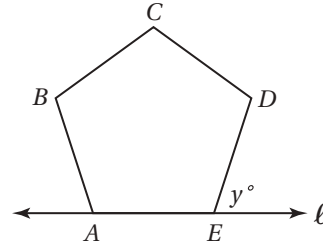
(47) **اكتب:** وضح العلاقة بين المثلثات ونظرية مجموع قياسات الزوايا الداخلية للمضلع.

## تدريب على اختبار

(49) إذا كان مجموع قياسات الزوايا الداخلية لمضلع مثلي مجموع قياسات زواياه الخارجية، فما نوع هذا المضلع؟

- |   |        |
|---|--------|
| A | مربع   |
| B | خماسي  |
| C | سداسي  |
| D | ثمانبي |

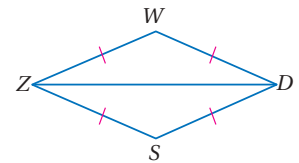
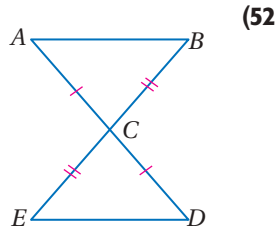
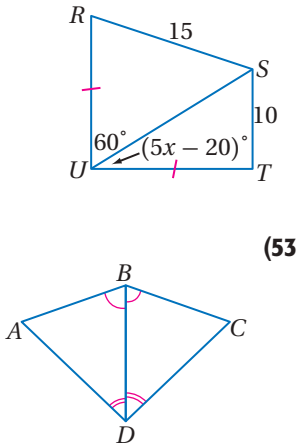
(48) **إجابة قصيرة:** الشكل  $ABCDE$  خماسي منتظم، والمستقيم  $l$  يحوي  $\overline{AE}$ . ما قياس  $(\angle y)$ ؟



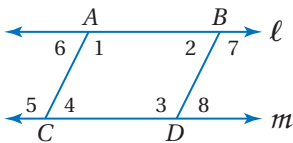
## مراجعة تراكمية

(50) **جبر:** اكتب متباينة تمثل مدى القيم الممكنة لـ  $x$ . (مهارة سابقة)

بين في كل مما يأتي أن المثلثين متطابقان، وحدد حالة التطابق، ثم اكتب عبارة تطابق: (مهارة سابقة)



## استعد للدرس اللاحق



في الشكل المجاور  $\overline{AC} \parallel \overline{BD}$ ,  $l \parallel m$ , حدّد جميع أزواج الزوايا التي تصنف وفقاً لما يلي:

(54) زاويتان متبادلتان داخلياً.

(55) زاويتان متحالفتان.

# زوايا المضلع

## Angles of Polygon



من الممكن إيجاد قياسات الزوايا الداخلية والزوايا الخارجية بالإضافة إلى مجموع قياسات الزوايا الداخلية لأي مضلع منتظم عدد أضلاعه  $n$ ، وذلك باستعمال برنامج الجداول الإلكترونية.

### نشاط

- صمّم جدولاً إلكترونياً باتباع الخطوات الآتية:
- اكتب عناوين للأعمدة كما في الجدول أدناه.
  - أدخل الأرقام 3-10 في العمود الأول بدءاً من الخلية A2.
  - عدد المثلثات في كل مضلع أقل من عدد أضلاعه بـ 2. اكتب صيغة في الخلية B2 لترح 2 من كل عدد في الخلية A2 وذلك بوضع المؤشر في الخلية B2 وكتابة  $=A2 - 2$  ثم ضغط  $\text{Enter}$ .
  - اكتب صيغة في الخلية C2 لحساب مجموع قياسات الزوايا الداخليّة. تدكّر أن صيغة مجموع قياسات زوايا مضلع هي  $S = (n - 2) \cdot 180^\circ$ ، وذلك بوضع المؤشر في الخلية C2 وكتابة  $= B2 * 180$  ثم ضغط  $\text{Enter}$ .
  - استمر في كتابة صيغ لحساب القيم المشار إليها في الجدول، ثم اسحب هذه الصيغ على القيم حتى الصف 9. سيظهر الجدول في النهاية على النحو الآتي:

	A	B	C	D	E	F
1			مجموع قياسات الزوايا الداخلية	قياس كل زاوية داخلية	قياس كل زاوية خارجية	مجموع قياسات الزوايا الخارجية
2	3	1	180	60	120	360
3	4	2	360	90	90	360
4	5	3	540	108	72	360
5	6	4	720	120	60	360
6	7	5	900	128.57	51.43	360
7	8	6	1080	135	45	360
8	9	7	1260	140	40	360
9	10	8	1440	144	36	360

### تمارين ومسائل:

- 1) اكتب الصيغة التي استعملتها لإيجاد قياس زاوية داخلية للمضلع المنتظم.
  - 2) اكتب الصيغة التي استعملتها لإيجاد مجموع قياسات الزوايا الخارجيّة للمضلع المنتظم.
  - 3) ما قياس كل زاوية داخلية إذا كان عدد الأضلاع 1 أو 2؟
  - 4) هل من الممكن أن يكون عدد الأضلاع 1 أو 2؟ وضح إجابتك.
- استعمل جدولاً إلكترونياً لحل الأسئلة الآتية:
- 5) ما عدد المثلثات في مضلع عدد أضلاعه 17 ضلعاً؟
  - 6) أوجد قياس الزاوية الخارجية لمضلع منتظم عدد أضلاعه 16 ضلعاً.
  - 7) أوجد قياس زاوية داخلية لمضلع منتظم عدد أضلاعه 115 ضلعاً مقرباً لإجابتك إلى أقرب عُشر.
  - 8) إذا كان قياس كل من الزوايا الخارجيّة  $0^\circ$ ، فأوجد قياس الزاوية الداخليّة. وهل هذا ممكن؟ وضح إجابتك.

# متوازي الأضلاع

## Parallelogram

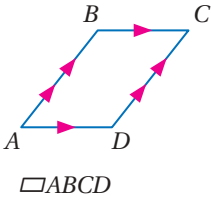
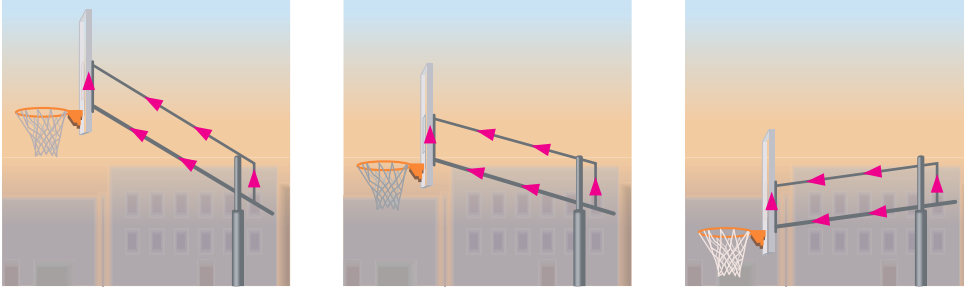
رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa

### لماذا؟

يمكن التحكم في ارتفاع مرمى كرة السلة من خلال أذرع خلفية كما في الشكل أدناه. لاحظ أنه كلما تم تعديل الارتفاع، يبقى كل ضلعين متقابلين في الشكل الرباعي الذي تشكّله الأذرع متوازيين.



**أضلاع متوازي الأضلاع وزواياه:** متوازي الأضلاع هو شكل رباعي فيه كل ضلعين متقابلين متوازيان. ويُرمز لمتوازي الأضلاع بالرمز  $\square$ .  
ففي  $\square ABCD$  المبين جانبًا  $\overline{AB} \parallel \overline{DC}$ ,  $\overline{BC} \parallel \overline{AD}$  بحسب التعريف.  
تقدم النظريات الآتية خصائص أخرى لمتوازي الأضلاع.

### فيما سبق:

درستُ تصنيف المضلعات الرباعية .

(مهارة سابقة)

### والآن:

- أتعرف خصائص أضلاع وزوايا متوازي الأضلاع وأطبّقها.
- أتعرف خصائص أقطار متوازي الأضلاع وأطبّقها.

### المفردات:

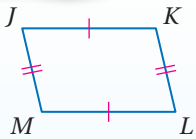
متوازي الأضلاع  
parallelogram

أضف إلى

مطويتك

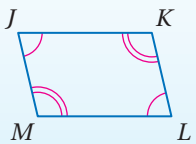
### نظريات

#### خصائص متوازي الأضلاع



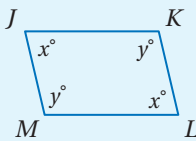
**1.3** كل ضلعين متقابلين في متوازي الأضلاع متطابقان.

$$\text{مثال: } \overline{JK} \cong \overline{ML}, \overline{JM} \cong \overline{KL}$$



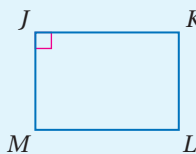
**1.4** كل زاويتين متقابلتين في متوازي الأضلاع متطابقتان.

$$\text{مثال: } \angle J \cong \angle L, \angle K \cong \angle M$$



**1.5** كل زاويتين متحالفتين في متوازي الأضلاع متكاملتان.

$$\text{مثال: } x^\circ + y^\circ = 180^\circ$$



**1.6** إذا كانت إحدى زوايا متوازي الأضلاع قائمة،

فإن زواياه الأربعة قوائم.

مثال: في  $\square JKLM$ ، إذا كانت  $\angle J$  قائمة، فإن:  $\angle K, \angle L, \angle M$  قوائم أيضًا.

سوف تبرهن النظريات 1.3, 1.5, 1.6 في الأسئلة 5, 25, 27 على الترتيب

## إرشادات للدراسة

### رسم الأشكال:

تكتب النظريات بمصطلحات عامة، أما في البرهان فيجب رسم شكل بحيث يمكن من خلاله الإشارة إلى القطع المستقيمة والزوايا بصورة دقيقة.

## برهان

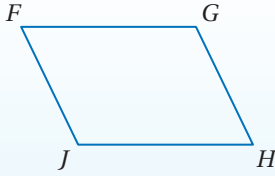
### نظرية 1.4

اكتب برهاناً ذا عمودين للنظرية 1.4.

المعطيات:  $\square FGHI$

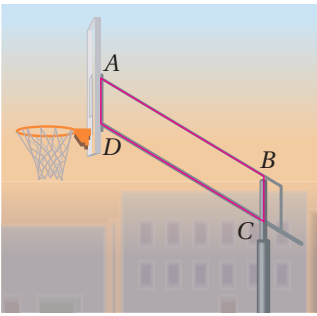
المطلوب:  $\angle F \cong \angle H, \angle J \cong \angle G$

البرهان:



المبررات	العبارات
(1) معطى.	(1) $\square FGHI$
(2) تعريف متوازي الأضلاع.	(2) $\overline{FG} \parallel \overline{IH}, \overline{FI} \parallel \overline{GH}$
(3) إذا قطع مستقيم مستقيمين متوازيين، فإن كل زاويتين متحالفتين متكاملتان.	(3) $\angle F, \angle I$ متكاملتان. $\angle I, \angle H$ متكاملتان. $\angle H, \angle G$ متكاملتان.
(4) الزاويتان المكملتان للزاوية نفسها تكونان متطابقتين.	(4) $\angle F \cong \angle H, \angle J \cong \angle G$

## مثال 1 من واقع الحياة استعمال خصائص متوازي الأضلاع



كرة سلة: في  $\square ABCD$ ، إذا كان  $AB = 2.5 \text{ ft}, m\angle A = 55^\circ$ ،  $BC = 1 \text{ ft}$ ، فأوجد كلاً مما يأتي، وبرّر إجابتك.

DC (a)

$$\overline{DC} \cong \overline{AB}$$

كل ضلعين متقابلين في متوازي الأضلاع متطابقان

$$DC = AB$$

تعريف تطابق القطع المستقيمة

$$= 2.5 \text{ ft}$$

بالتعويض

$m\angle B$  (b)

$$m\angle B + m\angle A = 180^\circ$$

كل زاويتين متحالفتين في متوازي الأضلاع متكاملتان

بالتعويض

$$m\angle B + 55^\circ = 180^\circ$$

بطرح  $55^\circ$  من كلا الطرفين

$$m\angle B = 125^\circ$$

$m\angle C$  (c)

$$m\angle C = m\angle A$$

كل زاويتين متقابلتين في متوازي الأضلاع متطابقتان

بالتعويض

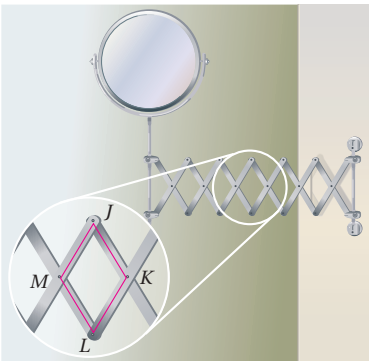
$$= 55^\circ$$

## تحقق من فهمك

(1) مرايا: تُستعمل في مرآة الحائط المبينة جانباً متوازيات أضلاع يتغير شكلها كلما مُدّ الذراع. في  $\square JKLM$ ، إذا كان  $m\angle J = 47^\circ, MJ = 8 \text{ cm}$ ، فأوجد كلاً مما يأتي:

$$m\angle L \quad (B) \quad LK \quad (A)$$

(C) إذا مُدّ الذراع حتى أصبح  $m\angle J = 90^\circ$ ، فكم يصبح قياس كلٍّ من  $\angle K, \angle L, \angle M$ ؟ برّر إجابتك.



## الربط مع الحياة

الأبعاد القياسية لملاعب كرة السلة هي  $94 \text{ ft} \times 50 \text{ ft}$ ، والارتفاع القياسي للهدف عن الأرض  $10 \text{ ft}$ .

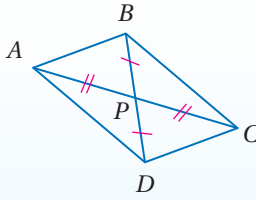
قطرا متوازي الأضلاع: قطرا متوازي الأضلاع يُحَقِّقان الخاصيتين الآتيتين:

## نظريات

### قطرا متوازي الأضلاع

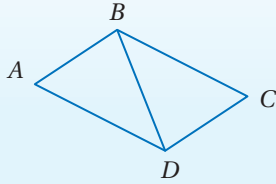
1.7 قطرا متوازي الأضلاع ينصّف كل منهما الآخر.

مثال:  $\overline{AP} \cong \overline{PC}$ ,  $\overline{DP} \cong \overline{PB}$ .



1.8 قطر متوازي الأضلاع يقسمه إلى مثلثين متطابقين.

مثال:  $\triangle ABD \cong \triangle CDB$ .

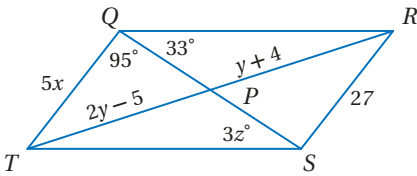


سوف تبرهن النظريتين 1.7, 1.8 في السؤالين 26, 28 على الترتيب

### خصائص متوازي الأضلاع والجبر

#### مثال 2

جبر: إذا كان  $QRST$  متوازي أضلاع، فأوجد قيمة كل من المتغيرات الآتية:



x (a)

كل ضلعين متقابلين في متوازي الأضلاع متطابقان  
تعريف تطابق القطع المستقيمة  
بالتعويض  
بقسمة كلا الطرفين على 5

$$\overline{QT} \cong \overline{RS}$$

$$QT = RS$$

$$5x = 27$$

$$x = 5.4$$

y (b)

قطرا متوازي الأضلاع ينصّف كل منهما الآخر  
تعريف تطابق القطع المستقيمة  
بالتعويض  
ب طرح  $y$  وإضافة 5 لكلا الطرفين

$$\overline{TP} \cong \overline{PR}$$

$$TP = PR$$

$$2y - 5 = y + 4$$

$$y = 9$$

z (c)

قطر متوازي الأضلاع يقسمه إلى مثلثين متطابقين  
العناصر المتناظرة في المثلثات المتطابقة تكون متطابقة  
تعريف تطابق الزوايا  
بالتعويض  
بقسمة كلا الطرفين على 3

$$\triangle TQS \cong \triangle RSQ$$

$$\angle QST \cong \angle SQR$$

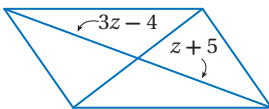
$$m\angle QST = m\angle SQR$$

$$3z = 33^\circ$$

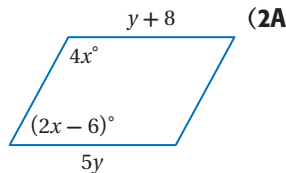
$$z = 11$$

تحقق من فهمك

أوجد قيمة المتغير في كل من متوازي الأضلاع الآتيين:



(2B)



(2A)

يمكنك استعمال النظرية 1.7 لتحديد إحداثيات نقطة تقاطع قطري متوازي أضلاع في المستوى الإحداثي إذا علمت إحداثيات رؤوسه.

### مثال 3 متوازي الأضلاع والهندسة الإحداثية

**هندسة إحداثية:** أوجد إحداثيي نقطة تقاطع قطري  $\square FGHI$  الذي إحداثيات رؤوسه  $F(-2, 4), G(3, 5), H(2, -3), I(-3, -4)$

بما أن قطري متوازي الأضلاع ينصف كل منهما الآخر، فإن نقطة تقاطعهما هي نقطة منتصف كل من  $\overline{FH}$ ،  $\overline{GI}$ . أوجد نقطة منتصف  $\overline{FH}$  التي طرفاها  $(-2, 4)$ ،  $(2, -3)$ .

$$\text{صيغة نقطة المنتصف} \quad \left( \frac{x_1 + x_2}{2}, \frac{y_1 + y_2}{2} \right) = \left( \frac{-2 + 2}{2}, \frac{4 + (-3)}{2} \right)$$

$$\text{بالتبسيط} \quad = (0, 0.5)$$

إذن إحداثيا نقطة تقاطع قطري  $\square FGHI$  هما  $(0, 0.5)$ .

**تحقق:** أوجد نقطة منتصف  $\overline{GI}$  التي طرفاها  $(-3, -4)$ ،  $(3, 5)$ .

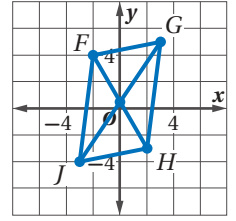
$$\left( \frac{3 + (-3)}{2}, \frac{5 + (-4)}{2} \right) = (0, 0.5) \quad \checkmark$$

### تحقق من فهمك

**3 هندسة إحداثية:** أوجد إحداثيي نقطة تقاطع قطري  $\square RSTU$  الذي رؤوسه  $R(-8, -2), S(-6, 7), T(6, 7), U(4, -2)$

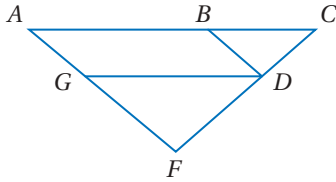
### إرشادات للدراسة

**التحقق من الإجابة:**  
في المثال 3، مثل متوازي الأضلاع على المستوى الإحداثي وعين نقطة تقاطع القطرين التي أوجدتها. ارسم القطرين لتجد أن نقطة تقاطعهما هي  $(0, 0.5)$ .



يمكنك استعمال خصائص متوازي الأضلاع وأقطاره لكتابة براهين.

### مثال 4 استعمال خصائص متوازي الأضلاع لكتابة براهين



اكتب برهاناً حرّاً.

**المعطيات:**  $\square ABDG, \overline{AF} \cong \overline{CF}$

**المطلوب:**  $\angle BDG \cong \angle C$

**البرهان:**

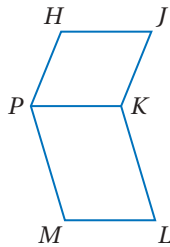
من المعطيات  $ABDG$  متوازي أضلاع. وبما أن الزوايا المتقابلة في متوازي الأضلاع متطابقة، فإن  $\angle BDG \cong \angle C$ . ومعطى أيضاً أن  $\overline{AF} \cong \overline{CF}$ . ومن نظرية المثلث المتطابق الضلعين تكون  $\angle A \cong \angle C$ . ومن خاصية التعدي للتطابق تكون  $\angle BDG \cong \angle C$ .

### تحقق من فهمك

4 اكتب برهاناً ذا عمودين.

**المعطيات:**  $\square HJKP, \square PKLM$

**المطلوب:**  $\overline{HJ} \cong \overline{ML}$



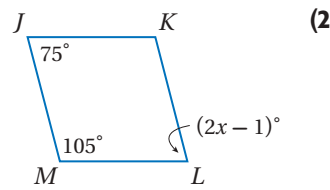
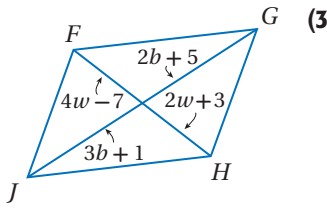


- (1) **ملاحظة:** يستعمل البحارة مسطرتين متوازيين، يصل بينهما ذراعان متساويا الطول لتحديد اتجاه إبحارهم، فيضعون حافة إحدى المسطرتين بمحاذاة مسار الإبحار، ثم يحركون المسطرة الأخرى حتى تصل إلى قرص بوصلة مرسوم على الخريطة. تُشكّل المسطرتان والذراعان الواصلتان بينهما  $\square MNPQ$ .
- (a) إذا كان  $MQ = 2 \text{ in}$ ، فأوجد  $NP$ .
- (b) إذا كان  $m\angle NMQ = 38^\circ$ ، فأوجد  $m\angle MNP$ .
- (c) إذا كان  $m\angle MQP = 128^\circ$ ، فأوجد  $m\angle MNP$ .

المثال 1

**جبر:** أوجد قيمة المتغير في كل من متوازي الأضلاع الآتين:

المثال 2



- (4) **هندسة إحداثية:** أوجد إحداثي نقطة تقاطع قطري  $\square ABCD$  الذي رؤوسه  $A(-4, 6), B(5, 6), C(4, -2), D(-5, -2)$ .

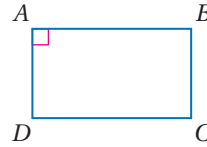
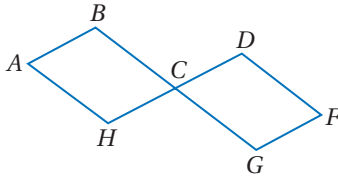
المثال 3

**برهان:** اكتب برهاناً من النوع المحدد في كل من السؤالين الآتين:

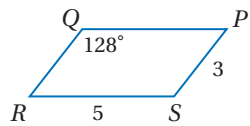
المثال 4

- (5) برهاناً حرّاً.
- (6) برهاناً ذا عمودين.

المعطيات:  $ABCD$  متوازي أضلاع،  $\angle A$  قائمة. المعطيات:  $ABCH, DCGF$  متوازي أضلاع. المطلوب:  $\angle A \cong \angle F$ . (النظرية 1.6)



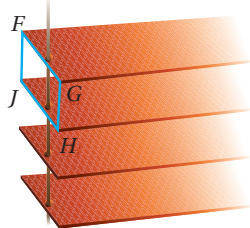
تدرب وحل المسائل



استعمل  $\square PQRS$  المبيّن جانباً لإيجاد كل مما يأتي:

المثال 1

- (7)  $m\angle R$
- (8)  $QR$
- (9)  $QP$
- (10)  $m\angle S$



(11) **ستائر:** في الشكل المقابل صورة لشرائح ستائر لشفرة شمس. في  $\square FGHJ$ ، إذا كان

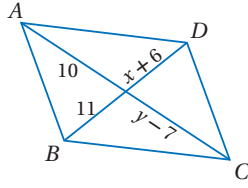
لتسمح بدخول أشعة الشمس. في  $\square FGHJ$ ، إذا كان  $FJ = \frac{3}{4} \text{ in}$ ,  $FG = 1 \text{ in}$ ,  $m\angle JHG = 62^\circ$  فأوجد كلاً مما يأتي:

- (a)  $JH$
- (b)  $GH$
- (c)  $m\angle JFG$
- (d)  $m\angle FJH$

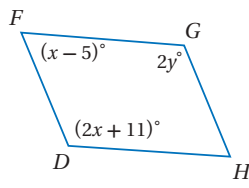


## المثال 2

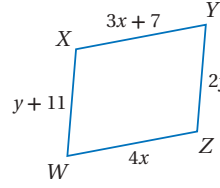
جبر: أوجد قيمتي  $x, y$  في كل من متوازيات الأضلاع الآتية:



(14)



(13)



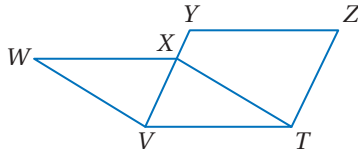
(12)

المثال 3 هندسة إحدائية: أوجد إحداثي نقطة تقاطع قطري  $\square WXYZ$  المعطاة رؤوسه في كل من السؤالين الآتيين:

(16)  $W(-4, 5), X(5, 7), Y(4, -2), Z(-5, -4)$  (15)  $W(-1, 7), X(8, 7), Y(6, -2), Z(-3, -2)$

## المثال 4

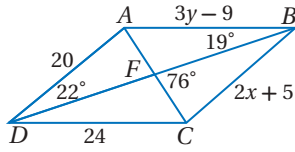
برهان: اكتب برهاناً ذا عمودين فيما يأتي:



(17) المعطيات:  $\square WXTV, \square ZYVT$

المطلوب:  $\overline{WX} \cong \overline{ZY}$

جبر: استعمل  $\square ABCD$  المبيّن جانباً لإيجاد كل مما يأتي:



(19)  $y$

(18)  $x$

(21)  $m\angle DAC$

(20)  $m\angle AFB$

(23)  $m\angle DAB$

(22)  $m\angle ACD$

(24) هندسة إحدائية: إذا كانت رؤوساً في  $\square ABCD$ ،  $A(-2, 5), B(2, 2), C(4, -4)$

فأوجد إحداثيات الرأس  $D$ . وبرّر إجابتك.

برهان: اكتب برهاناً من النوع المحدد في كل مما يأتي:

(26) برهاناً ذا عمودين.

(25) برهاناً ذا عمودين.

المعطيات:  $WXYZ$  متوازي أضلاع،

المعطيات:  $GKLM$  متوازي أضلاع،

المطلوب:  $\triangle WXZ \cong \triangle YZX$

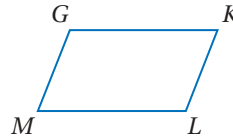
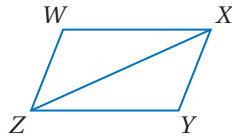
المطلوب: اثبات أن كل زاويتين في الأزواج

(النظرية 1.8)

التالية متكاملتان  $\angle G$  و  $\angle K$ ،  $\angle K$  و  $\angle L$ ،

$\angle L$  و  $\angle M$ ،  $\angle M$  و  $\angle G$ .

(النظرية 1.5)



(28) برهاناً حرّاً.

(27) برهاناً ذا عمودين.

المعطيات:  $ACDE$  متوازي أضلاع.

المعطيات:  $PQRS$  متوازي أضلاع.

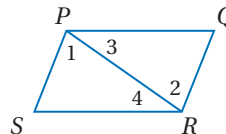
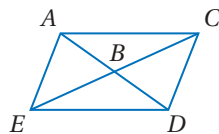
المطلوب: القطران  $\overline{AD}$  و  $\overline{EC}$

المطلوب:  $\overline{PQ} \cong \overline{RS}, \overline{QR} \cong \overline{SP}$

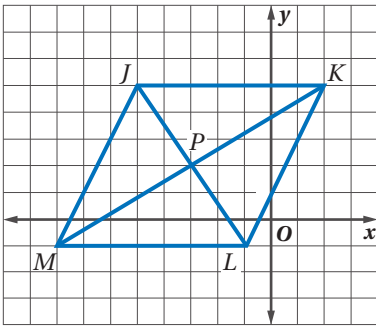
ينصف كل منهما الآخر.

(النظرية 1.3)

(النظرية 1.7)



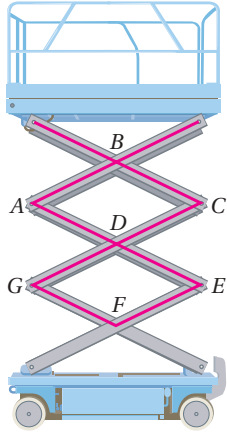




(29) هندسة إحداثية: استعن بالشكل المجاور

في كل مما يأتي:

- (a) استعمل صيغة المسافة بين نقطتين لتحديد ما إذا كان قطراً  $JKLM$  ينصف كل منهما الآخر. وضح إجابتك.
- (b) حدّد ما إذا كان قطراً  $JKLM$  متطابقين. وضح إجابتك.
- (c) استعمل صيغة الميل لتحديد ما إذا كان كل ضلعين متتاليين متعامدين أم لا. وضح إجابتك.



(30) رافعات: في الشكل المجاور:  $ABCD, GDEF$

متوازي أضلاع متطابقان.

- (a) حدّد الزوايا التي تطابق  $\angle A$ . وضح تبريرك.
- (b) حدّد القطع المستقيمة التي تطابق  $\overline{BC}$ . وضح تبريرك.
- (c) حدّد الزوايا المكملة للزاوية  $C$ . وضح تبريرك.



الربط مع الحياة

توفر الرافعات المقصية مساحات عمل على ارتفاعات مختلفة تصل إلى 100m.

(31) تمثيلات متعددة: سوف تستقصي في هذه المسألة اختبارات لتمييز متوازي الأضلاع.

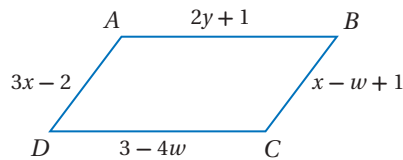
- (a) هندسياً: ارسم ثلاثة أزواج من القطع المستقيمة المتطابقة والمتوازية. صل الأطراف لتكون أشكالاً رباعية، وسمّها  $ABCD, MNOP, WXYZ$ . ثم قس أطوال الأضلاع وقياسات الزوايا لكل منها.
- (b) جدولياً: أكمل الجدول الآتي:

هل الشكل متوازي أضلاع؟	هل الزوايا المتقابلة متطابقة؟	هل الأضلاع المتقابلة متطابقة؟	الشكل الرباعي
			$ABCD$
			$MNOP$
			$WXYZ$

(c) لفظياً: ضع تخميناً حول الأشكال الرباعية التي لها ضلعان متطابقان ومتوازيان.

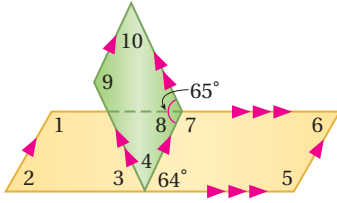
### مسائل مهارات التفكير العليا

(32) تحدّد: إذا كان محيط  $\square ABCD$  في الشكل أدناه يساوي 22 in، فأوجد  $AB$ .



(33) اكتب: هل توجد نظرية SSSS في تطابق متوازيات الأضلاع. برّر إجابتك.

**(34) إجابة مفتوحة:** أعطِ مثالاً مضاداً يبيّن أن متوازيات الأضلاع ذات الأضلاع المتناظرة المتطابقة ليست متطابقة دائماً.

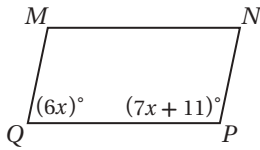


**(35) تبرير:** أوجد  $m\angle 1$ ,  $m\angle 10$  في الشكل المجاور. وبرّر إجابتك.

**(36) اكتب:** لخص خصائص أضلاع متوازي الأضلاع وزواياه وأقطاره.

### تدريب على اختبار

**(38)** إذا كان  $QPNM$  متوازي أضلاع، فما قيمة  $x$ ؟



**(37)** قياسا زاويتين متحالفتين في متوازي أضلاع هما:

$3x + 42$ ,  $9x - 18$  ما قياس الزاويتين؟

**A** 13, 167      **B** 58.5, 31.5

**C** 39, 141      **D** 81, 99

### مراجعة تراكمية

أوجد عدد أضلاع المضلع المنتظم المعطى قياس إحدى زواياه الداخلية في كل مما يأتي: (الدرس 1-1)

**(41)**  $147.3^\circ$

**(40)**  $140^\circ$

**(39)**  $108^\circ$

**(44)**  $176.4^\circ$

**(43)**  $135^\circ$

**(42)**  $160^\circ$

حدد ما إذا كان المستقيمان متوازيين أو متعامدين، أو غير ذلك في كل مما يأتي: (مهارة سابقة)

**(46)**  $y - 7x = 6$

**(45)**  $y = -x + 6$

$7y + x = 8$

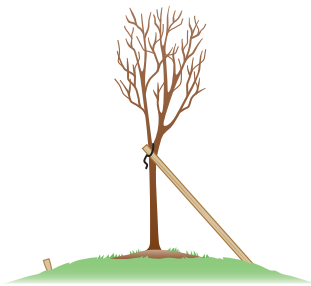
$x + y = 20$

**(48)**  $2x + 5y = -1$

**(47)**  $3x + 4y = 12$

$10y = -4x - 20$

$6x + 2y = 6$



**(49) زراعة:** عند زراعة الأشجار، تسند الشجرة بدعامة (على شكل عصا) تركز على الأرض وترتبط في جذع الشجرة لتثبيتها. استعمل متباينة SAS لتفسير سبب فعالية هذه الطريقة في تثبيت الأشجار المزروعة رأسياً. (مهارة سابقة)

### استعد للدرس اللاحق

رؤوس شكل رباعي هي  $W(3, -1)$ ,  $X(4, 2)$ ,  $Y(-2, 3)$ ,  $Z(-3, 0)$ . حدّد ما إذا كانت كل قطعة مستقيمة مما يأتي تمثل ضلعاً أو قطرًا في الشكل الرباعي، وأوجد ميل كل منها.

**(52)**  $\overline{ZW}$

**(51)**  $\overline{YW}$

**(50)**  $\overline{YZ}$

# تمييز متوازي الأضلاع

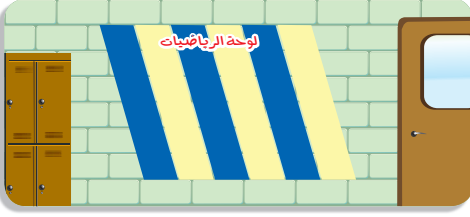
## Distinguishing Parallelogram

رابط الدرس الرقمي

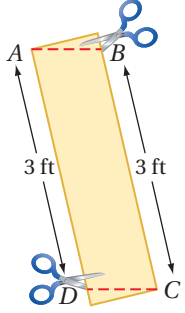


www.ien.edu.sa

### لماذا؟



قصّت فاطمة شرائح ورقية ملونة لتكون خلفية للوحة الرياضيات عند مدخل المدرسة. فسألتها صديقتها: كيف قصصت الشرائح دون استعمال المنقلة بحيث كان الضلعان العلوي والسفلي في كل منها متوازيين؟



أجابت فاطمة: بما أن الضلعين الأيمن والأيسر للشريحة متوازيان، فإننا نحتاج فقط التأكد من أن لهما الطول نفسه عند قص الضلعين العلوي والسفلي للشريحة حتى نضمن أن الشرائح سوف تشكل متوازيات أضلاع.

**شروط متوازي الأضلاع:** في الشكل الرباعي، إذا كان كل ضلعين متقابلين متوازيين، فإنّه متوازي أضلاع بحسب التعريف. ولكن ليس هذا هو الشرط الوحيد الذي يمكن استعماله لتحديد ما إذا كان الشكل الرباعي متوازي أضلاع.

### فيما سبق:

درست خصائص متوازي الأضلاع وطبقتها.

(الدرس 1-2)

### والآن:

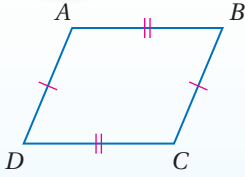
- أتعرّف الشروط التي تؤكد أنّ شكلاً رباعياً متوازي أضلاع وأطبّقها.
- أبرهن على أنّ أربع نقاط في المستوى الإحداثي تشكل رؤوس متوازي أضلاع.

أضف إلى

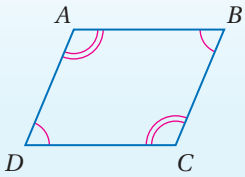
مطوّبتك

### نظريات

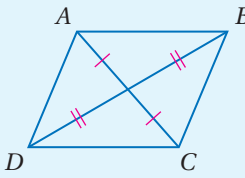
#### شروط متوازي الأضلاع



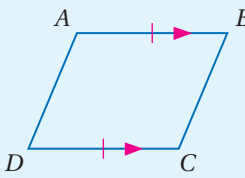
**1.9** في الشكل الرباعي، إذا كان كل ضلعين متقابلين متطابقين، فإن الشكل الرباعي متوازي أضلاع.  
مثال: إذا كان  $\overline{AB} \cong \overline{DC}$ ,  $\overline{AD} \cong \overline{BC}$ ، فإن  $ABCD$  متوازي أضلاع.



**1.10** في الشكل الرباعي، إذا كانت كل زاويتين متقابلتين متطابقتين، فإن الشكل الرباعي متوازي أضلاع.  
مثال: إذا كانت  $\angle A \cong \angle C$ ,  $\angle B \cong \angle D$ ، فإن  $ABCD$  متوازي أضلاع.



**1.11** إذا كان قطراً شكل رباعي ينصف كل منهما الآخر، فإن الشكل الرباعي متوازي أضلاع.  
مثال: إذا كان  $\overline{AC}$ ,  $\overline{DB}$  ينصف كل منهما الآخر، فإن  $ABCD$  متوازي أضلاع.

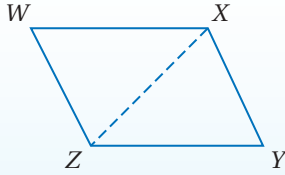


**1.12** في الشكل الرباعي، إذا كان فيه ضلعان متقابلان متوازيين ومتطابقين، فإن الشكل الرباعي متوازي أضلاع.  
مثال: إذا كان  $\overline{AB} \parallel \overline{DC}$ ,  $\overline{AB} \cong \overline{DC}$ ، فإن  $ABCD$  متوازي أضلاع.

سوف تبرهن النظريتين 1.10, 1.11 في السؤالين 29, 31 على الترتيب، وتبرهن النظرية 1.12 في مثال 5

## برهان

### نظرية 1.9



اكتب برهاناً حرّاً للنظرية 1.9

المعطيات:  $\overline{WX} \cong \overline{ZY}$ ,  $\overline{WZ} \cong \overline{XY}$

المطلوب:  $WXYZ$  متوازي أضلاع.

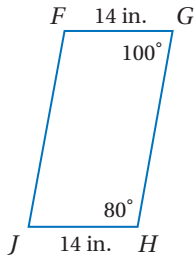
البرهان:

ارسم قطعة مستقيمة مساعدة  $\overline{ZX}$  (قطر  $WXYZ$ ) لتشكيل  $\triangle ZWX$ ,  $\triangle XYZ$ . ومن المعطيات  $\triangle ZWX \cong \triangle XYZ$  بحسب خاصية الانعكاس للتطابق؛ إذن  $\overline{WX} \cong \overline{ZY}$ ,  $\overline{WZ} \cong \overline{XY}$  وكذلك  $\overline{ZX} \cong \overline{XZ}$  بحسب خاصية الانعكاس للتطابق؛ إذن  $\triangle ZWX \cong \triangle XYZ$  بحسب SSS. وبما أن العناصر المتناظرة في المثلثين المتطابقين تكون متطابقة، فإن  $\angle WXZ \cong \angle YZX$ ,  $\angle WZX \cong \angle YXZ$ . وهذا يعني أن  $\overline{WX} \parallel \overline{ZY}$ ,  $\overline{WZ} \parallel \overline{XY}$  بحسب عكس نظرية الزاويتين المتبادلتين داخلياً. وبما أن الأضلاع المتقابلة في  $WXYZ$  متوازية، فإنه متوازي أضلاع بحسب التعريف.

## مثال 1

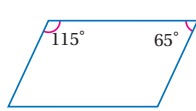
### تحديد متوازي الأضلاع

حدد ما إذا كانت المعطيات على الشكل الرباعي المجاور كافية ليكون متوازي أضلاع أم لا. برّر إجابتك.

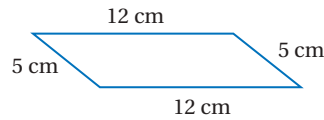


الضلعان المتقابلان  $\overline{FG}$ ,  $\overline{JH}$  متطابقان؛ لأنهما متساويان في الطول. وبما أن  $\angle FGH$ ,  $\angle GHJ$  متحالفتان ومتكاملتان، فإن  $\overline{FG} \parallel \overline{JH}$ . إذن فمن النظرية 1.12، يكون  $FGHJ$  متوازي أضلاع.

## تحقق من فهمك



(1B)

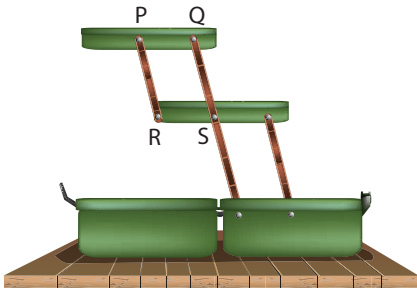


(1A)

يمكنك استعمال شروط متوازي الأضلاع لإثبات علاقات من واقع الحياة.

## استعمال متوازي الأضلاع لإثبات علاقات

### مثال 2 من واقع الحياة



صندوق الأدوات: في الشكل المجاور،

إذا كان  $PQ = RS$ ,  $PR = QS$ ، فبيّن لماذا تبقى الطبقتان العلوية والوسطى متوازيتين عند أي ارتفاع.

بما أن كلّ ضلعين متقابلين في الشكل الرباعي  $PQSR$  متطابقان، فإن  $PQSR$  متوازي أضلاع بحسب النظرية 1.9. إذن  $\overline{PQ} \parallel \overline{RS}$ ؛ لذا وبغض النظر عن ارتفاع الطبقتين، فسيتبقيان متوازيين.



## الربط مع الحياة

يضع الفنيون أدواتهم في صناديق ذات طبقات متداخلة تسهل تنظيم الأدوات وتبقيها في متناول أيديهم.

## تحقق من فهمك

(2) لوحات: عدّ إلى فقرة "لماذا؟" بداية الدرس، وضح لماذا يكون خطي القص أعلى وأسفل كل شريحة متوازيين.

يمكنك استعمال الجبر مع شروط متوازي الأضلاع لإيجاد القيم المجهولة التي تجعل شكلاً رباعياً متوازي أضلاع.

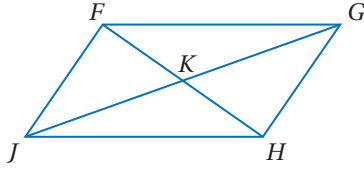
### تنبيه

#### متوازي الأضلاع:

في المثال 3، إذا كانت  $x$  تساوي 4، فإن  $y$  يجب أن تساوي 2.5 حتى يكون الشكل الرباعي  $FGHJ$  متوازي أضلاع. وهذا يعني أنه إذا كانت  $x$  تساوي 4 و  $y$  تساوي 1 مثلاً، فلن يكون  $FGHJ$  متوازي أضلاع.

### مثال 3

#### استعمال متوازي الأضلاع لإيجاد القيم المجهولة



في الشكل المجاور:  $FK = 3x - 1$ ,  $KG = 4y + 3$ ,  $JK = 6y - 2$ ,  $KH = 2x + 3$ . أوجد قيمتي  $x$ ,  $y$  بحيث يكون الشكل الرباعي  $FGHJ$  متوازي أضلاع.

بناءً على النظرية 1.11، إذا كان قطراً شكل رباعي ينصف كل منهما الآخر، فإن الشكل الرباعي متوازي أضلاع؛ لذا أوجد قيمة  $x$  التي تجعل  $\overline{FK} \cong \overline{KH}$ ؛ وقيمة  $y$  التي تجعل  $\overline{JK} \cong \overline{KG}$ .

تعريف تطابق القطع المستقيمة

$$FK = KH$$

بالتعويض

$$3x - 1 = 2x + 3$$

بطرح  $2x$  من كلا الطرفين

$$x - 1 = 3$$

بإضافة 1 إلى كلا الطرفين

$$x = 4$$

تعريف تطابق القطع المستقيمة

$$JK = KG$$

بالتعويض

$$6y - 2 = 4y + 3$$

بطرح  $4y$  من كلا الطرفين

$$2y - 2 = 3$$

بإضافة 2 إلى كلا الطرفين

$$2y = 5$$

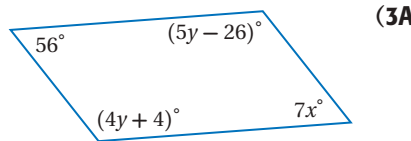
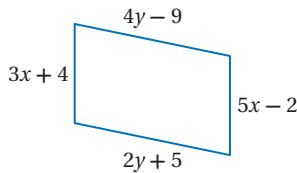
بقسمة كلا الطرفين على 2

$$y = 2.5$$

إذن عندما تكون  $x = 4$ ,  $y = 2.5$ ، يكون الشكل الرباعي  $FGHJ$  متوازي أضلاع.

### تحقق من فهمك

أوجد قيمتي  $x$ ,  $y$  في كل مما يأتي بحيث يكون الشكل الرباعي متوازي أضلاع.



تعرفت شروط متوازي الأضلاع، وفيما يأتي ملخص يوضح كيفية استعمال هذه الشروط لإثبات أن شكلاً رباعياً يمثل متوازي أضلاع.

أضف إلى

مطوبتك

### ملخص المفهوم

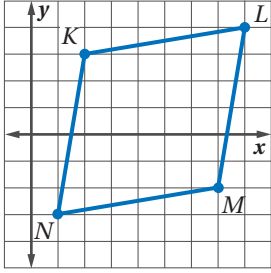
#### إثبات أن شكلاً رباعياً يمثل متوازي أضلاع

يكون الشكل الرباعي متوازي أضلاع إذا حَقَّق أيّاً من الشروط الآتية:

- (1) إذا كان كل ضلعين متقابلين فيه متوازيين. (التعريف)
- (2) إذا كان كل ضلعين متقابلين فيه متطابقين. (النظرية 1.9)
- (3) إذا كانت كل زاويتين متقابلتين فيه متطابقتين. (النظرية 1.10)
- (4) إذا كان قطراه ينصف كل منهما الآخر. (النظرية 1.11)
- (5) إذا كان فيه ضلعان متقابلان متوازيين ومتطابقين. (النظرية 1.12)

**متوازي الأضلاع في المستوى الإحداثي:** يمكننا استعمال صيغ المسافة بين نقطتين والميل ونقطة المنتصف لتحديد ما إذا كان الشكل الرباعي في المستوى الإحداثي متوازي أضلاع أم لا.

#### مثال 4 متوازي الأضلاع والهندسة الإحداثية



**هندسة إحداثية:** مثل في المستوى الإحداثي الشكل الرباعي  $KLMN$  الذي رؤوسه  $K(2, 3)$ ,  $L(8, 4)$ ,  $M(7, -2)$ ,  $N(1, -3)$ . وحدد ما إذا كان متوازي أضلاع أم لا. برّر إجابتك باستعمال صيغة الميل. إذا كانت الأضلاع المتقابلة في الشكل الرباعي متوازية فإنه متوازي أضلاع.

$$\text{ميل } \overline{KL} : \frac{4-3}{8-2} = \frac{1}{6}$$

$$\text{ميل } \overline{NM} : \frac{-2-(-3)}{7-1} = \frac{1}{6}$$

$$\text{ميل } \overline{KN} : \frac{-3-3}{1-2} = \frac{-6}{-1} = 6$$

$$\text{ميل } \overline{LM} : \frac{-2-4}{7-8} = \frac{-6}{-1} = 6$$

بما أن الأضلاع المتقابلة لها الميل نفسه، فإن  $\overline{KL} \parallel \overline{NM}$ ,  $\overline{LM} \parallel \overline{KN}$  لذا فالشكل الرباعي  $KLMN$  متوازي أضلاع بحسب التعريف.

#### تحقق من فهمك

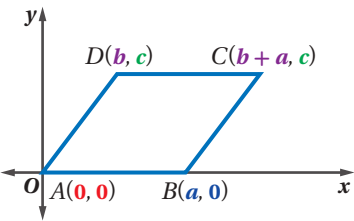
مثل في المستوى الإحداثي الشكل الرباعي الذي أعطيت إحداثيات رؤوسه فيما يأتي. وحدد ما إذا كان متوازي أضلاع أم لا. برّر إجابتك باستعمال الطريقة المحددة في السؤال:

**4A**  $D(1, 0)$ ,  $C(6, -1)$ ,  $B(8, 2)$ ,  $A(3, 3)$ ، صيغة المسافة.

**4B**  $J(-2, -1)$ ,  $H(4, -2)$ ,  $G(4, 2)$ ,  $F(-2, 4)$ ، صيغة نقطة المنتصف.

درست سابقاً، أنه يمكن التعبير عن إحداثيات رؤوس المثلثات بمتغيرات. ثم استعمال صيغ المسافة بين نقطتين والميل ونقطة المنتصف لكتابة براهين إحداثية للنظريات. ويمكن عمل الشيء نفسه مع الأشكال الرباعية.

#### مثال 5 متوازي الأضلاع والبرهان الإحداثي



اكتب برهاناً إحداثياً للعبارة الآتية:

في الشكل الرباعي، إذا كان فيه ضلعان متقابلان متوازيين ومتطابقين، فإن الشكل الرباعي متوازي أضلاع.

**الخطوة 1:** ارسم الشكل الرباعي  $ABCD$  في المستوى الإحداثي على أن يكون  $\overline{AB} \parallel \overline{DC}$ ,  $\overline{AB} \cong \overline{DC}$ .

- عيّن الرأس  $A$  عند النقطة  $(0, 0)$ .
- افترض أن طول  $\overline{AB}$  يساوي  $a$  وحدة. فيكون إحداثيا  $B$  هما  $(a, 0)$ .
- بما أن القطع المستقيمة الأفقية متوازية دائماً، فعين نقطتي طرفي  $\overline{DC}$  على أن يكون لهما الإحداثي  $y$  نفسه وليكن  $c$ .
- بما أن المسافة من  $D$  إلى  $C$  تساوي أيضاً  $a$  وحدة، وبفرض أن الإحداثي  $x$  للنقطة  $D$  يساوي  $b$ ، يكون الإحداثي  $x$  للنقطة  $C$  يساوي  $b + a$ .

#### إرشادات للدراسة

##### صيغة نقطة المنتصف:

لبيان أن شكلاً رباعياً يمثل متوازي أضلاع، يمكنك استعمال صيغة نقطة المنتصف، فإذا كانت نقطتا المنتصف للقطرين متساويتين، فإن القطرين ينصف كل منهما الآخر.

#### مراجعة المفردات

##### البرهان الإحداثي:

هو برهان تُستعمل فيه أشكال في المستوى الإحداثي والجبر لإثبات مفاهيم هندسية.



### تاريخ الرياضيات

#### رينيه ديكارت

(1650م - 1596م)

عالم رياضيات فرنسي، وهو أول من استعمل المستوى الإحداثي. وقبل إنه فكّر أولاً بربط كل موقع في مستوى مع زوج من الأعداد.

**الخطوة 2:** استعمل الشكل الذي رسمته لكتابة برهان.

**المعطيات:**  $ABCD$  شكل رباعي فيه  $\overline{AB} \parallel \overline{DC}$ ,  $\overline{AB} \cong \overline{DC}$   
**المطلوب:**  $ABCD$  متوازي أضلاع.

برهان إحدائي:

من التعريف يكون الشكل الرباعي متوازي أضلاع إذا كانت أضلاعه المتقابلة متوازية.

ومن المعطيات  $\overline{AB} \parallel \overline{DC}$ . يبقى أن نثبت أن  $\overline{AD} \parallel \overline{BC}$ .

استعمل صيغة الميل.

$$\text{ميل } \overline{AD} : \frac{c-0}{b-0} = \frac{c}{b} \quad \text{ميل } \overline{BC} : \frac{c-0}{b+a-a} = \frac{c}{b}$$

وبما أن  $\overline{AD}$ ,  $\overline{BC}$  لهما الميل نفسه، فإن  $\overline{AD} \parallel \overline{BC}$ ؛ لذا فالشكل الرباعي  $ABCD$  متوازي أضلاع؛ لأن كل ضلعين متقابلين فيه متوازيان.

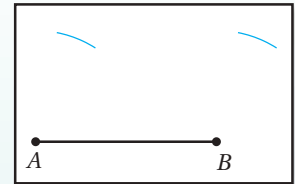
### تحقق من فهمك

(5) اكتب برهاناً إحدائياً للعبارة الآتية: إذا كان الشكل الرباعي متوازي أضلاع فإن أضلاعه المتقابلة متطابقة.

### إنشاءات هندسية

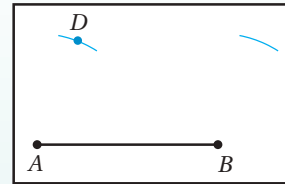
رسم متوازي أضلاع علم طولاً ضلعين متتاليين فيه.

#### الخطوة 1:



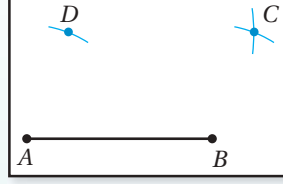
استعمل المسطرة لرسم  $\overline{AB}$ . ثم افتح الفرجار، وثبته عند النقطة  $A$ ، وارسم قوساً فوقها. ثبّت الفرجار عند النقطة  $B$ ، وافتحه الفرجار نفسها ارسم قوساً فوق  $B$ .

#### الخطوة 2:



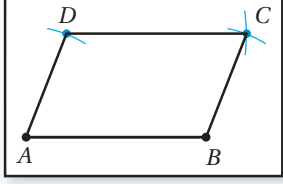
اختر نقطة على القوس الذي فوق  $A$  وسمّها  $D$ .

#### الخطوة 3:



افتح الفرجار فتحة مساوية لـ  $\overline{AB}$ ، وثبته عند النقطة  $D$  وارسم قوساً يقطع القوس المرسوم من النقطة  $B$ ، سمّ نقطة التقاطع  $C$ .

#### الخطوة 4:

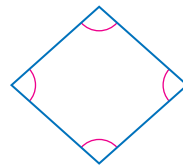


استعمل حافة المسطرة لرسم  $\overline{AD}$ ,  $\overline{BC}$ ,  $\overline{CD}$ .

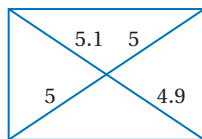
### تأكد

حدّد ما إذا كان كل شكل رباعي فيما يأتي متوازي أضلاع أم لا. برّر إجابتك.

#### المثال 1



(1)

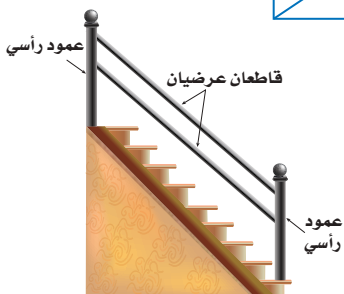


(2)

#### المثال 2

(3) **نجارة:** صنع نجار درابزيناً لدرج يتكوّن من عمودين رأسيين؛

الأول مثبت فوق الدرجة الأولى، والثاني مثبت فوق الدرجة الأخيرة، ويصل بينهما قاطعان خشبيين كما في الشكل المجاور. كيف يمكن للنجار التحقق من أن القاطعين الخشبيين العرضيين متوازيان، وذلك بأقل عدد من مرات القياس، إذا علمت بأن الدرجتين الأولى والأخيرة مستويتان مع الأرض.





### المثال 3

**جبر:** أوجد قيمتي  $x, y$  في كل مما يأتي بحيث يكون الشكل الرباعي متوازي أضلاع.



### المثال 4

**هندسة إحدائية:** مثل في المستوى الإحداثي الشكل الرباعي المعطاة إحداثيات رؤوسه فيما يأتي. وحدد ما إذا كان متوازي أضلاع أم لا، برّر إجابتك باستعمال الطريقة المحددة في السؤال.

(6)  $A(-2, 4), B(5, 4), C(8, -1), D(-1, -1)$  ، صيغة الميل.

(7)  $W(-5, 4), X(3, 4), Y(1, -3), Z(-7, -3)$  ، صيغة نقطة المنتصف.

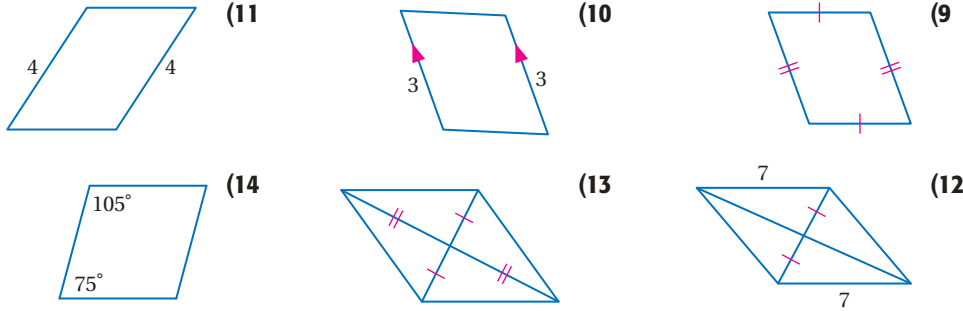
### المثال 5

(8) اكتب برهاناً إحدائياً للعبارة الآتية: إذا كان الشكل الرباعي متوازي أضلاع، فإن قطريه ينصف كل منهما الآخر.

## تدرب وحل المسائل

### المثال 1

حدّد ما إذا كانت المعطيات في كل مما يأتي كافية ليكون الشكل الرباعي متوازي أضلاع أم لا. برّر إجابتك.

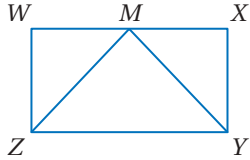


### المثال 2

(15) **برهان:** إذا كان  $WXYZ$  متوازي أضلاع،

حيث  $M$  نقطة منتصف  $\overline{WX}$ ،  $\angle W \cong \angle X$ ،

فاكتب برهاناً حرّاً لإثبات أن  $\triangle ZMY$  متطابق الضلعين.



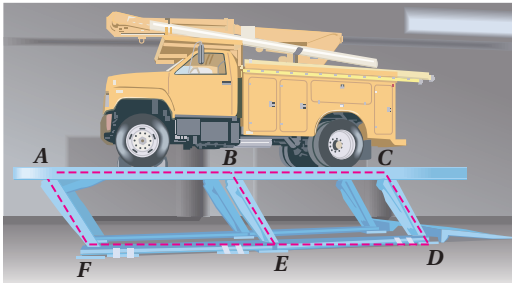
(16) **رافعات:** تستعمل رافعات متوازيات الأضلاع

لرفع المركبات الثقيلة عند صيانتها. ففي الشكل

أدناه:  $ABEF, BCDE$  متوازي أضلاع. اكتب

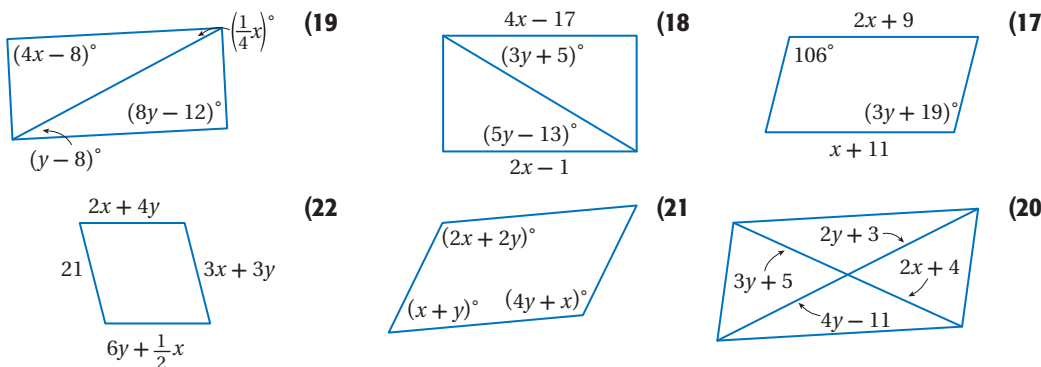
برهاناً ذا عمودين لإثبات أن  $ACDF$  متوازي

أضلاع أيضاً.



### المثال 3

**جبر:** أوجد قيمتي  $x, y$  في كل مما يأتي بحيث يكون الشكل الرباعي متوازي أضلاع.





#### المثال 4

**هندسة إحدائية:** مثل في المستوى الإحداثي الشكل الرباعي المعطاة إحداثيات رؤوسه فيما يأتي. وحدد ما إذا كان متوازي أضلاع أم لا، برر إجابتك باستعمال الطريقة المحددة في السؤال.

(23)  $A(-3, 4), B(4, 5), C(5, -1), D(-2, -2)$ ، صيغة الميل.

(24)  $J(-4, -4), K(-3, 1), L(4, 3), M(3, -3)$ ، صيغة المسافة بين نقطتين.

(25)  $V(3, 5), W(1, -2), X(-6, 2), Y(-4, 7)$ ، صيغة الميل.

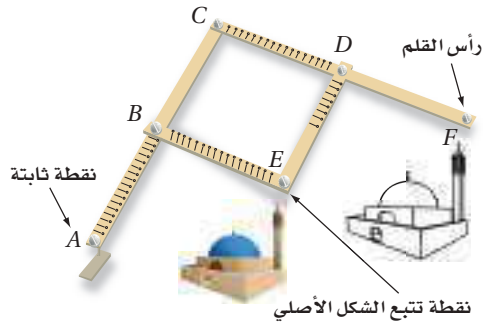
(26)  $Q(2, -4), R(4, 3), S(-3, 6), T(-5, -1)$ ، صيغتا الميل والمسافة بين نقطتين.

(27) اكتب برهاناً إحدائياً للعبارة: إذا كان كل ضلعين متقابلين في الشكل الرباعي متطابقين، فإنه متوازي أضلاع.

(28) اكتب برهاناً إحدائياً للعبارة: إذا كانت إحدى زوايا متوازي الأضلاع قائمة، فإن جميع زواياه قوائم.

(29) **برهان:** اكتب برهاناً حرّاً للنظرية 1.10.

(30) **المنسّاخ:** استعن بمعلومات الربط مع الحياة إلى اليمين والشكل أدناه.



#### الربط مع الحياة

المنسّاخ هو أداة هندسية تستعمل لنسخ صورة أو مخطط وفق مقياس رسم معين.

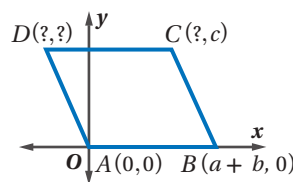
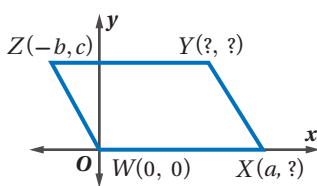
(a) إذا كان  $\overline{AC} \cong \overline{CF}, \overline{AB} \cong \overline{CD} \cong \overline{BE}, \overline{DF} \cong \overline{DE}$ ، فاكتب برهاناً حرّاً لإثبات أن  $\overline{BE} \parallel \overline{CD}$ .

(b) مقياس الرسم للشكل المنسوخ بالنسبة للشكل الأصلي هو نسبة  $CF$  إلى  $BE$ ،

فإذا كان  $AB = 12 \text{ in}, DF = 8 \text{ in}$ ، وطول الشكل الأصلي  $1.5 \text{ in}$ ، فما طول صورة الشكل المنسوخ؟

(31) **برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين للنظرية 1.11.

أوجد الإحداثيات المجهولة لرؤوس كل من متوازي الأضلاع الآتين:



(34) **برهان:** اكتب برهاناً إحدائياً لإثبات أن القطع المستقيمة الواصلة بين منتصفات أضلاع أي شكل رباعي تشكّل متوازي أضلاع.



(35) **تمثيلات متعددة:** في هذه المسألة سوف تستقصي إحدى خصائص المستطيل.

المستطيل	القطر	الطول
ABCD	$\overline{AC}$	
	$\overline{BD}$	
MNOP	$\overline{MO}$	
	$\overline{NP}$	
WXYZ	$\overline{WY}$	
	$\overline{XZ}$	

(a) **هندسياً:** ارسم ثلاثة مستطيلات بأبعاد مختلفة وسمّها  $ABCD, MNOP, WXYZ$ ، ثم ارسم قطري كل منها.

(b) قس طولي قطري كل مستطيل، ثم أكمل الجدول المجاور.

(c) **لفظياً:** اكتب تخميناً حول حول قطري المستطيل.

#### مراجعة المفردات

##### مقياس الرسم:

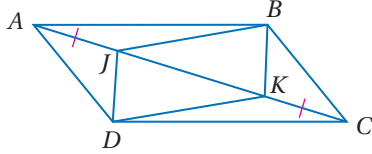
هو نسبة تستعمل لتمثيل الأشياء التي تكون كبيرة جداً أو صغيرة جداً عندما ترسم بحجمها الحقيقي. ويعطي المقياس نسبة تقارن بين قياسات الرسم أو النموذج وقياسات الأشياء الحقيقية.

## مسائل مهارات التفكير العليا

**36 تحدّ:** يتقاطع قطرا متوازي أضلاع عند النقطة  $(0, 1)$ . ويقع أحد رؤوسه عند النقطة  $(2, 4)$ ، بينما يقع رأس آخر عند النقطة  $(3, 1)$ . أوجد موقعي الرأسين الآخرين.

**37 اكتب:** بين أوجه الشبه والاختلاف بين النظريتين 1.9 و 1.3.

**38 تبرير:** إذا كانت الزوايا المتناظرة في متوازي أضلاع متطابقة، فهل يكون متوازي الأضلاع متطابقين أحياناً، أم دائماً، أم لا يكونان متطابقين أبداً؟



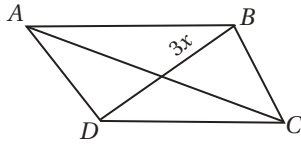
**39 تحدّ:** في الشكل المجاور، متوازي أضلاع  $ABCD$ ،  $\overline{AJ} \cong \overline{KC}$ ، بين أن الشكل الرباعي  $JBKD$  متوازي أضلاع.

**40 اكتب:** استعمل العبارات الشرطية الثنائية "إذا فقط إذا" في دمج كل من النظريات: 1.9 و 1.10 و 1.11 و 1.12 وعكسها.

## تدريب على اختبار

**42 إجابة قصيرة:** في الشكل الرباعي  $ABCD$  أدناه، إذا كان

$\overline{AC}$  تنصّف  $\overline{BD}$ ،  $AC = 40$ ،  $BD = \frac{3}{5} AC$   
فما قيمة  $x$  التي تجعل  $ABCD$  متوازي أضلاع؟



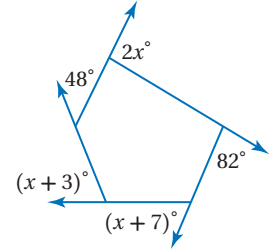
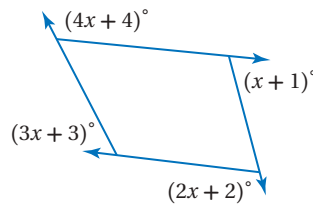
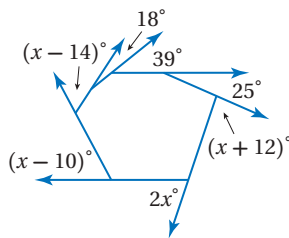
**41** إذا كان الضلعان  $\overline{AB}$ ،  $\overline{DC}$  في الشكل الرباعي  $ABCD$  متوازيين، فأَيّ المعطيات الآتية كافية لإثبات أن  $ABCD$  متوازي أضلاع؟

- A**  $\overline{AB} \cong \overline{AC}$   
**B**  $\overline{AB} \cong \overline{DC}$   
**C**  $\overline{AC} \cong \overline{BD}$   
**D**  $\overline{AD} \cong \overline{BC}$

## مراجعة تراكمية

**هندسة إحدائية:** أوجد إحداثيي نقطة تقاطع قطري متوازي الأضلاع  $ABCD$  في كل من السؤالين الآتيين (الدرس 1-2)  
**44**  $A(2, 5)$ ,  $B(10, 7)$ ,  $C(7, -2)$ ,  $D(-1, -4)$       **43**  $A(-3, 5)$ ,  $B(6, 5)$ ,  $C(5, -4)$ ,  $D(-4, -4)$

أوجد قيمة  $x$  في كل من الأسئلة الآتية: (الدرس 1-1)



أوجد عدد أضلاع المضلع المنتظم المعطى قياس إحدى زواياه الداخلية في كل مما يأتي: (الدرس 1-1)

**51**  $162^\circ$

**50**  $168^\circ$

**49**  $160^\circ$

**48**  $140^\circ$

## استعد للدرس اللاحق

استعمل الميل لتحديد ما إذا كان  $\overline{XY}$ ،  $\overline{YZ}$  متعامدين أم لا في كل مما يأتي:

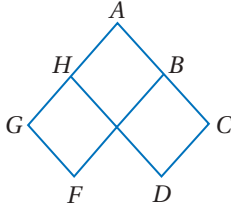
**53**  $X(4, 1)$ ,  $Y(5, 3)$ ,  $Z(6, 2)$

**52**  $X(-2, 2)$ ,  $Y(0, 1)$ ,  $Z(4, 1)$

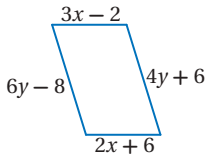
**19) برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين. (الدرس 1-2)

المعطيات:  $\square GFBA$ ,  $\square HACD$

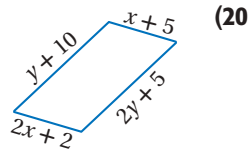
المطلوب:  $\angle F \cong \angle D$



أوجد قيمتي  $x, y$  في كل مما يأتي بحيث يكون الشكل الرباعي متوازي أضلاع: (الدرس 1-3)



(21)

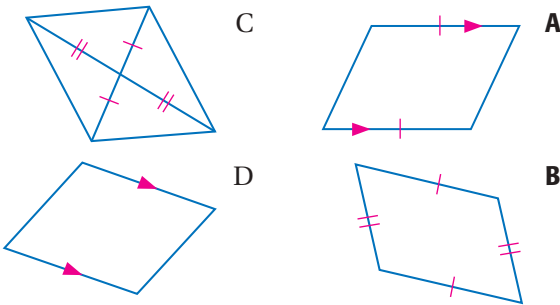


(20)

**22) طاولات:** لماذا يبقى سطح طاولة كي الثياب في الصورة أدناه موازياً لأرضية الغرفة دائماً؟ (الدرس 1-3)



**23) اختيار من متعدد:** أي الأشكال الرباعية الآتية ليس متوازي أضلاع؟ (الدرس 1-3)



**هندسة إحداثية:** حدّد ما إذا كان الشكل الرباعي المعطاة إحداثيات رؤوسه في كل مما يأتي متوازي أضلاع. برّر إجابتك باستعمال الطريقة المحددة في السؤال. (الدرس 1-3)

(24)  $A(-6, -5), B(-1, -4), C(0, -1), D(-5, -2)$

صيغة المسافة بين نقطتين.

(25)  $Q(-5, 2), R(-3, -6), S(2, 2), T(-1, 6)$

صيغة الميل.

أوجد مجموع قياسات الزوايا الداخلية في كل من المضلعات المحددة الآتية: (الدرس 1-1)

(1) الخماسي

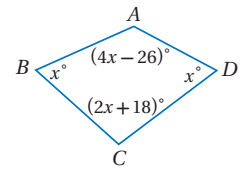
(2) السباعي

(4) ذو 23 ضلعاً

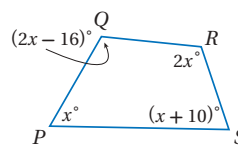
(3) ذو 18 ضلعاً

أوجد قياسات جميع الزوايا الداخلية في كل من المضلعين الآتيين: (الدرس 1-1)

(5)



(6)



أوجد عدد أضلاع المضلع المنتظم المعطى مجموع قياسات زواياه الداخلية في كل مما يأتي: (الدرس 1-1)

(7)  $720^\circ$

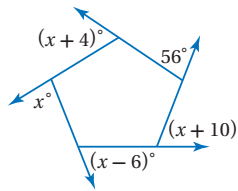
(8)  $1260^\circ$

(10)  $4500^\circ$

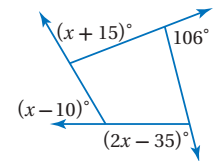
(9)  $1800^\circ$

أوجد قيمة  $x$  في كل من الشكلين الآتيين: (الدرس 1-1)

(12)



(11)

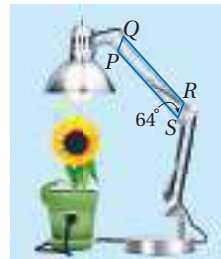
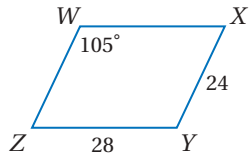


استعمل  $\square WXYZ$  لإيجاد كل مما يأتي: (الدرس 1-2)

(13)  $m\angle WZY$

(14)  $WZ$

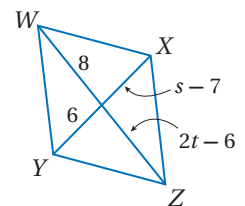
(15)  $m\angle XYZ$



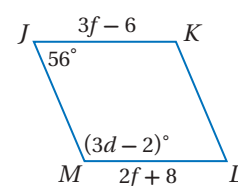
**16) إنارة:** استعمل مقبض الإنارة العلوي الذي يشكل متوازي أضلاع في إيجاد  $m\angle p$  في  $\square PQRS$ . (الدرس 1-2)

**جبر:** أوجد قيم المتغيرات في كل من متوازي الأضلاع الآتيين: (الدرس 1-2)

(17)



(18)



# المستطيل

## Rectangle

رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa

### لماذا؟

أحمد هو الطالب المسؤول عن عرض لوحات الرياضيات في يوم النشاط المدرسي. ولعمل خلفية مميزة يعرض عليها لوحات الرياضيات، قام بطلاء جزء من جدار على شكل مستطيل يبدأ طوله من أسفل الجدار ويمتد للأعلى، وكان طوله 80 in، وعرضه 36 in. كيف يمكنه أن يتحقق من أن الجزء الذي قام بطلائه مستطيل؟

### فيما سبق:

درست استعمال خصائص متوازي الأضلاع وتحديد ما إذا كان الشكل الرباعي متوازي أضلاع.

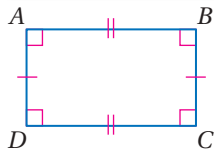
(الدرس 1-2)

### والآن:

- أتعرّف خصائص المستطيل وأطبّقها.
- أحدّد ما إذا كان متوازي الأضلاع مستطيلاً.

### المفردات:

المستطيل  
rectangle



المستطيل ABCD

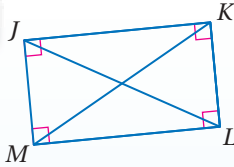
**خصائص المستطيل:** المستطيل هو متوازي أضلاع زواياه الأربعة قائمة. ونجد من ذلك أن للمستطيل الخصائص الآتية:

- الزوايا الأربعة قائمة.
- كل ضلعين متقابلين متوازيان ومتطابقان.
- كل زاويتين متقابلتين متطابقتان.
- القطران ينصف كل منهما الآخر.

وبالإضافة إلى ذلك، قطرا المستطيل متطابقان، كما توضح النظرية الآتية:

أضف إلى

مطويتك



### قطرا المستطيل

### نظرية 1.13

إذا كان متوازي الأضلاع مستطيلاً، فإن قطريه متطابقان.

مثال: إذا كان  $\square JKLM$  مستطيلاً، فإن  $\overline{JL} \cong \overline{MK}$ .

سوف تبرهن النظرية 1.13 في السؤال 33.

### استعمال خصائص المستطيل

### مثال 1 من واقع الحياة



**حدايق:** حديقة مستطيلة الشكل تحتوي على ممرين كما في الشكل المجاور. إذا كان  $PR = 200$  m، فأوجد  $QT$ .

$$\overline{QS} \cong \overline{PR} \quad \text{قطرا المستطيل متطابقان}$$

$$QS = PR \quad \text{تعريف تطابق القطع المستقيمة}$$

$$QS = 200 \quad \text{بالتعويض}$$

وبما أن  $PQRS$  مستطيل، لذا فإن قطريه ينصف كل منهما الآخر؛ لذا

$$QT = \frac{1}{2} QS$$

$$QT = \frac{1}{2} (200) = 100$$

بالتعويض

### تحقق من فهمك



استعن بالشكل في المثال 1.

(1B) إذا كان  $m\angle PRS = 64^\circ$ ، فأوجد  $m\angle SQR$ .

(1A) إذا كان  $TS = 120$ ، فأوجد  $PR$ .

يمكنك استعمال خصائص المستطيل والجبر لإيجاد قيم مجهولة.

### إرشادات للدراسة

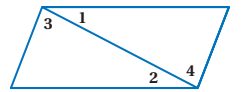
#### الزوايا القوائم:

تذكر من النظرية 1.6 أنه إذا كانت إحدى زوايا متوازي الأضلاع قائمة، فإن زواياه الأربعة قوائم.

### إرشادات للدراسة

#### الزاويتان المتبادلتان

داخلياً بالنسبة لقطر: درست سابقاً في نظرية الزاويتان المتبادلتان داخلياً أنه إذا قطع قاطع مستقيمين متوازيين، فإن كل زاويتين متبادلتين داخلياً متطابقتان، وينطبق هذا على الزاويتين المتبادلتين بالنسبة لقطر متوازي الأضلاع.

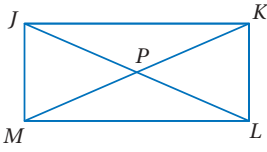


مثال:

$$\angle 1 \cong \angle 2, \angle 3 \cong \angle 4$$

### مثال 2

#### استعمال خصائص المستطيل والجبر



**جبر:** الشكل الرباعي  $JKLM$  مستطيل. إذا كان  $m\angle KJL = (2x + 4)^\circ$  و  $m\angle JLK = (7x + 5)^\circ$ ، فأوجد قيمة  $x$ .

بما أن  $JKLM$  مستطيل، فإن زواياه الأربعة قوائم؛ إذن  $m\angle MLK = 90^\circ$ . وبما أن  $JKLM$  المستطيل متوازي أضلاع، فإن الأضلاع المتقابلة متوازية، والزوايا المتبادلة داخلياً بالنسبة للقطر متطابقة.

لذا فإن  $\angle JLM \cong \angle KJL$ ، ومن ذلك  $m\angle JLM = m\angle KJL$ .

$$\text{مسلمة جمع الزوايا} \quad m\angle JLM + m\angle JLK = m\angle MLK$$

$$\text{بالتعويض} \quad m\angle KJL + m\angle JLK = 90^\circ$$

$$\text{بالتعويض} \quad (2x + 4)^\circ + (7x + 5)^\circ = 90^\circ$$

$$\text{بجمع الحدود المتشابهة} \quad (9x + 9)^\circ = 90^\circ$$

$$\text{ب طرح 9 من كلا الطرفين} \quad 9x^\circ = 81^\circ$$

$$\text{بقسمة كلا الطرفين على 9} \quad x = 9$$

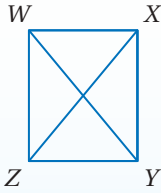
**تحقق من فهمك**

(2) استعن بالشكل في المثال 2. إذا كان  $MK = 5y + 1$ ،  $JP = 3y - 5$ ، فأوجد قيمة  $y$ .

**إثبات أن متوازي أضلاع يكون مستطيلاً:** عكس النظرية 1.13 صحيح أيضاً.

أضف إلى

مطوبتك



إذا كان قطرا متوازي أضلاع متطابقين فإنه مستطيل.

مثال: في  $\square WXYZ$ ، إذا كان  $\overline{WY} \cong \overline{XZ}$ ، فإن  $\square WXYZ$  مستطيل.

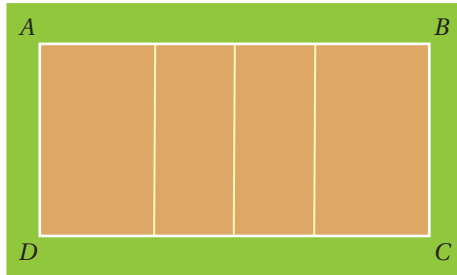
سوف تبرهن هذه النظرية في السؤال 34.

### نظرية 1.14

### مثال 3 من واقع الحياة

#### إثبات علاقات في المستطيل

**كرة طائرة:** أنشأ نادٍ رياضي ملعباً لكرة الطائرة، وللتأكد من أنه يحقق المواصفات المطلوبة، قاس المشرفون أطوال أضلاع الملعب وقطره، فإذا كان  $AB = 60 \text{ ft}$ ،  $BC = 30 \text{ ft}$ ،  $CD = 60 \text{ ft}$ ،  $AD = 30 \text{ ft}$ ،  $BD = 67 \text{ ft}$ ،  $AC = 67 \text{ ft}$ ، فكيف يمكنهم التحقق من أنه مستطيل.



بما أن  $AB = CD$ ،  $BC = AD$ ،  $AC = BD$ ، فإن  $\overline{AB} \cong \overline{CD}$ ،  $\overline{BC} \cong \overline{AD}$ ،  $\overline{AC} \cong \overline{BD}$ ، وبما أن

$\overline{AB} \cong \overline{CD}$ ،  $\overline{BC} \cong \overline{AD}$ ، فإن  $ABCD$  متوازي أضلاع. ولأن  $\overline{AC} \cong \overline{BD}$ ، فإن  $ABCD$  مستطيل.

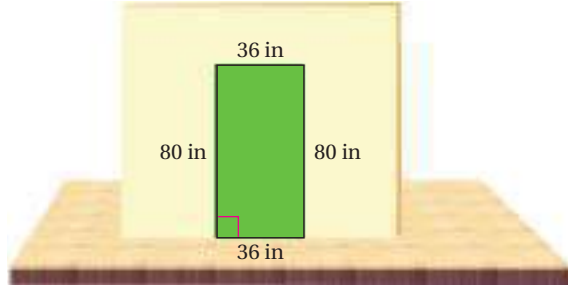


### الرياضة والحياة

كرة الطائرة هي رياضة جماعية يتنافس فيها فريقان، لكل منهما ستة لاعبين، أما الكرة المستخدمة في هذه اللعبة، فهي متوسطة الحجم وأصغر من كرة القدم وأخف منها وزناً.

### تحقق من فهمك

3) **تصميم:** بالرجوع إلى فقرة "لماذا؟" بداية الدرس. قاس أحمد أبعاد المنطقة التي قام بطلائها كما في الشكل أدناه. وباستعمال زاوية النجارين تحقق من أن الزاوية عند الركن الأيسر السفلي قائمة. فهل يمكنه استنتاج أن المنطقة مستطيلة الشكل؟ وضح إجابتك.



يمكنك أيضًا استعمال خصائص المستطيل لإثبات أن شكلاً رباعياً مرسوماً في المستوى الإحداثي عُلّمت إحداثيات رؤوسه هو مستطيل.



### الربط مع الحياة

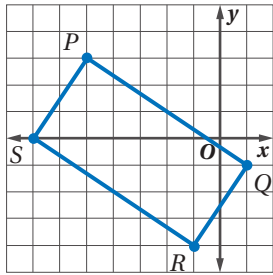
#### زاوية النجارين:

عبارة عن ضلع خشبي سميك ومسطرة معدنية مثبتة معه بحيث يصنعان زاوية  $90^\circ$ ، وتُصنع من المعدن أو الخشب، وتستخدم لقياس وتحديد الزوايا القائمة، ورسم خطوط عمودية على الأحرف.

### المستطيل والهندسة الإحداثية

#### مثال 4

**هندسة إحداثية:** إذا كانت إحداثيات رؤوس الشكل الرباعي  $PQRS$  هي  $P(-5, 3)$ ,  $Q(1, -1)$ ,  $R(-1, -4)$ ,  $S(-7, 0)$  فهل  $PQRS$  مستطيل؟ استعمل صيغة المسافة بين نقطتين.



**الخطوة 1:** استعمل صيغة المسافة بين نقطتين لتحديد ما إذا كان  $PQRS$  متوازي أضلاع، وذلك بالتحقق من أن أضلاعه المتقابلة متطابقة.

$$PQ = \sqrt{(-5 - 1)^2 + [3 - (-1)]^2} = \sqrt{52}$$

$$RS = \sqrt{[-1 - (-7)]^2 + (-4 - 0)^2} = \sqrt{52}$$

$$PS = \sqrt{[-5 - (-7)]^2 + (3 - 0)^2} = \sqrt{13}$$

$$QR = \sqrt{[1 - (-1)]^2 + [-1 - (-4)]^2} = \sqrt{13}$$

بما أن أضلاع  $PQRS$  المتقابلة متساوية الطول، فإنها متطابقة؛ لذا فإن  $PQRS$  متوازي أضلاع.

**الخطوة 2:** هل قطرا  $PQRS$  متطابقان؟

$$PR = \sqrt{[-5 - (-1)]^2 + [3 - (-4)]^2} = \sqrt{65}$$

$$QS = \sqrt{[1 - (-7)]^2 + (-1 - 0)^2} = \sqrt{65}$$

بما أن للقطرين الطول نفسه، فإنهما متطابقان؛ لذا فإن  $PQRS$  مستطيل.

### تحقق من فهمك

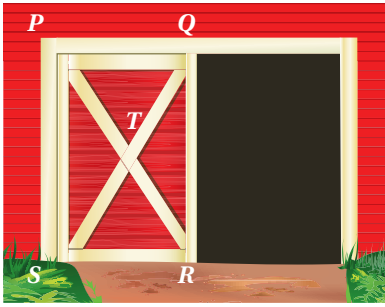
4) إذا كانت إحداثيات رؤوس الشكل الرباعي  $JKLM$  هي  $J(-10, 2)$ ,  $K(-8, -6)$ ,  $L(5, -3)$ ,  $M(2, 5)$  فهل  $JKLM$  مستطيل؟ استعمل صيغة الميل.

### إرشادات للدراسة

#### المستطيل

ومتوازي الأضلاع:  
كل مستطيل متوازي أضلاع، ولكن ليس كل متوازي أضلاع مستطيلاً.





**زراعة:** الشكل المجاور يبين بوابة مخزن حبوب مستطيلة الشكل، فيها الدعامتان المتقاطعتان تقويان دفة البوابة، وتحفظانها من الالتواء مع مرور الزمن.

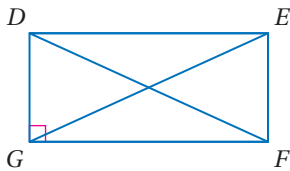
إذا كان  $PS = 7$  ft,  $ST = 3\frac{13}{16}$  ft,  $m\angle PTQ = 67^\circ$

فأوجد كلاً مما يأتي :

$SQ$  (2)  $QR$  (1)

$m\angle TSR$  (4)  $m\angle TQR$  (3)

المثال 1

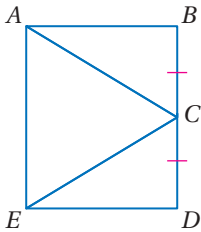


**جبر:** استعن بالمستطيل المبيّن جانباً.

(5) إذا كان  $FD = 3x - 7$ ,  $EG = x + 5$ , فأوجد  $EG$ .

(6) إذا كان  $m\angle EFD = (2x - 3)^\circ$ ,  $m\angle DFG = (x + 12)^\circ$ , فأوجد  $m\angle EFD$ .

المثال 2



(7) **برهان:** إذا كان  $ABDE$  مستطيلاً، و  $\overline{BC} \cong \overline{DC}$ , فأثبت أن  $\overline{AC} \cong \overline{EC}$ .

المثال 3

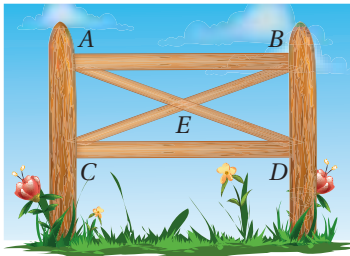
**هندسة إحداثيّة:** مثل في المستوى الإحداثي الشكل الرباعي المعطاة إحداثيات رؤوسه في كل من السؤالين الآتيين، وحدّد ما إذا كان مستطيلاً أم لا. برّر إجابتك باستعمال الطريقة المحددة في السؤال.

(8)  $W(-4, 3)$ ,  $X(1, 5)$ ,  $Y(3, 1)$ ,  $Z(-2, -2)$ ، صيغة الميل.

(9)  $A(4, 3)$ ,  $B(4, -2)$ ,  $C(-4, -2)$ ,  $D(-4, 3)$ ، صيغة المسافة.

المثال 4

## تدرب وحل المسائل



**سياج:** سياج مستطيل الشكل تستعمل فيه دعائم متقاطعة لتقوية السياج.

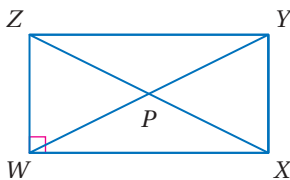
إذا كان  $AB = 6$  ft,  $AC = 2$  ft,  $m\angle CAE = 65^\circ$

فأوجد كلاً مما يأتي :

$CB$  (11)  $BD$  (10)

$m\angle ECD$  (13)  $m\angle DEB$  (12)

المثال 1



**جبر:** استعن بالمستطيل المبيّن جانباً.

(14) إذا كان  $WX = x + 4$ ,  $ZY = 2x + 3$ , فأوجد  $WX$ .

(15) إذا كان  $WP = 2x + 11$ ,  $PY = 3x - 5$ , فأوجد  $ZP$ .

(16) إذا كان  $m\angle WYX = (2x + 5)^\circ$ ,  $m\angle ZYW = (2x - 7)^\circ$ , فأوجد  $m\angle ZYW$ .

(17) إذا كان  $PY = 2x + 5$ ,  $ZP = 4x - 9$ , فأوجد  $ZX$ .

(18) إذا كان  $m\angle XZW = (5x - 12)^\circ$ ,  $m\angle XZY = (3x + 6)^\circ$ , فأوجد  $m\angle YXZ$ .

(19) إذا كان  $m\angle WZX = (x - 9)^\circ$ ,  $m\angle ZXW = (x - 11)^\circ$ , فأوجد  $m\angle ZXY$ .

المثال 2

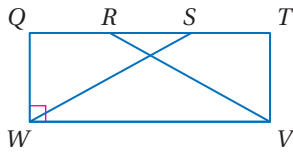
### المثال 3

**برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين في كل مما يأتي:

(21) المعطيات:  $QTVW$  مستطيل.

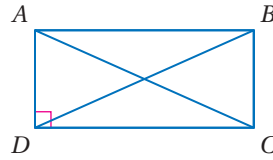
$$\overline{QR} \cong \overline{ST}$$

المطلوب:  $\triangle SWQ \cong \triangle RVT$



(20) المعطيات:  $ABCD$  مستطيل.

المطلوب:  $\triangle ADC \cong \triangle BCD$



### المثال 4

**هندسة إحدائية:** مثل في المستوى الإحداثي الشكل الرباعي المعطاة إحداثيات رؤوسه في كل مما يأتي، وحدد ما إذا كان مستطيلاً أم لا. برّر إجابتك باستعمال الطريقة المحددة في السؤال.

(22)  $W(-2, 4), X(5, 5), Y(6, -2), Z(-1, -3)$  ، صيغة الميل.

(23)  $J(3, 3), K(-5, 2), L(-4, -4), M(4, -3)$  ، صيغة المسافة بين نقطتين.

(24)  $Q(-2, 2), R(0, -2), S(6, 1), T(4, 5)$  ، صيغة المسافة بين نقطتين.

(25)  $G(1, 8), H(-7, 7), J(-6, 1), K(2, 2)$  ، صيغة الميل.

في المستطيل  $ABCD$  ، إذا كان  $m\angle 2 = 40^\circ$  ، فأوجد كلاً مما يأتي :

$m\angle 3$  (28)

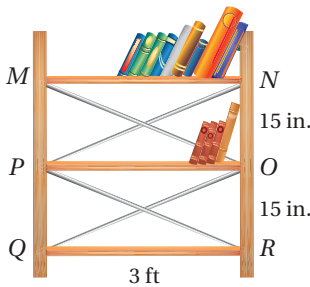
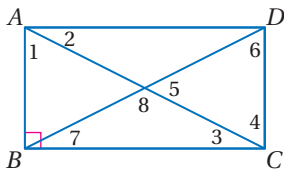
$m\angle 7$  (27)

$m\angle 1$  (26)

$m\angle 8$  (31)

$m\angle 6$  (30)

$m\angle 5$  (29)



(32) **مكتبات:** أضاف زيد رفّاً جديداً لمكتبته ودعائم معدنية متقاطعة كما في الشكل المجاور . كم يجب أن يكون طول كل من الدعائم المعدنية بحيث تكون الرفوف عمودية على الجانبين؟ وضح إجابتك. (إرشاد:  $12 \text{ in} = 1 \text{ ft}$ )

**برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين لإثبات النظرية في كل من السؤالين الآتيين :

(34) النظرية 1.14

(33) النظرية 1.13

(35) **رياضة:** قام سلمان بعمل التخطيط الخارجي لملاعب كرة قدم. وضح كيف يمكنه التحقق من أن الملعب مستطيل الشكل باستعمال شريط القياس فقط.

(36) **تمثيلات متعددة:** سوف تستقصي في هذه المسألة خصائص متوازيات أضلاع خاصة.

(a) **هندسياً:** ارسم ثلاثة متوازيات أضلاع كل منها أضلاعه الأربعة متطابقة وسمّها  $ABCD, MNOP, WXYZ$ . ثم ارسم قطري كل منها وسمّ نقطة تقاطعها  $R$ .

(b) **جدولياً:** استعمل المنقلة لقياس الزوايا وأكمل الجدول الآتي .

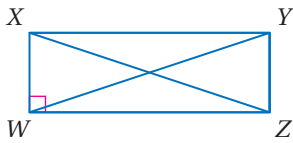
WXYZ		MNOP		ABCD		متوازي الأضلاع
$\angle XRY$	$\angle WRX$	$\angle NRO$	$\angle MRN$	$\angle BRC$	$\angle ARB$	الزاوية
						قياس الزاوية

(c) **لفظياً:** اكتب تخميناً حول قطري متوازي الأضلاع المتطابق الأضلاع.



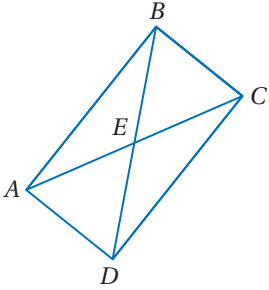
### الربط مع الحياة

حددت رابطة كرة القدم الدولية (IFAP) الأبعاد القياسية لملاعب كرة القدم في البطولات الرسمية الدولية فكانت  $105\text{m}$  طولاً، و  $68\text{m}$  عرضاً.



- جبر:** استعن بالمستطيل  $WXYZ$  المبين جانباً.
- (37) إذا كان  $XW = 3$ ,  $WZ = 4$ ، فأوجد  $YW$ .
- (38) إذا كان  $ZY = 6$ ,  $XY = 8$ ، فأوجد  $WY$ .

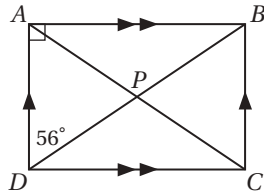
### مسائل مهارات التفكير العليا



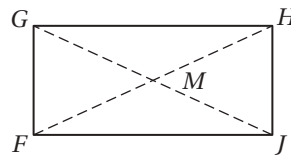
- (39) **تحذُّ:** في المستطيل  $ABCD$ ، إذا كان  $m\angle EAB = (4x + 6)^\circ$ ،  
 (40) **اكتشف الخطأ:** قالت بسمة: إنَّ أيَّ مثلثين حادَّي الزوايا ومتطابقين يمكن ترتيبهما ليشكَّلا مستطيلًا. وقالت شيما: إنَّ المثلثين القائمي الزاوية المتطابقين هما فقط اللذان يمكن ترتيبهما ليشكَّلا مستطيلًا. هل أي منهما على صواب؟ وضح تبريرك.
- (41) **مسألة مفتوحة:** اكتب معادلات أربعة مستقيمت بحيث تكون نقاط تقاطعها رؤوس مستطيل. تحقق من إجابتك باستعمال الهندسة الإحداثية.
- (42) **اكتب:** وضح لِمَ تُعدُّ جميع المستطيلات متوازيات أضلاع، بينما لا تُعدُّ جميع متوازيات الأضلاع مستطيلات.

### تدريب على اختبار

(44) **إجابة قصيرة:** ما قياس  $\angle APB$ ؟



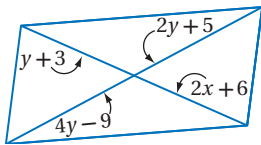
(43) في الشكل الرباعي  $FGHJ$ ، إذا كان  $FJ = -3x + 5y$ ،  
 $FM = 3x + y$ ,  $GH = 11$ ,  $GM = 13$   
 اللتين تجعلان  $FGHJ$  مستطيلًا؟



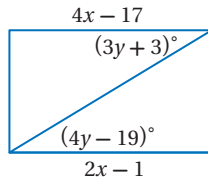
- $x = 3$ ,  $y = 4$  **A**  
 $x = 4$ ,  $y = 3$  **B**  
 $x = 7$ ,  $y = 8$  **C**  
 $x = 8$ ,  $y = 7$  **D**

### مراجعة تراكمية

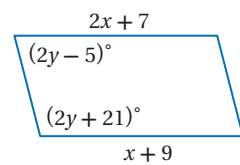
**جبر:** أوجد قيمتي  $x$ ,  $y$  في كل مما يأتي بحيث يكون الشكل الرباعي متوازي أضلاع: (الدرس 1-3)



(47)



(46)



(45)

(48) **هندسة إحداثية:** أوجد إحداثيي نقطة تقاطع قطري  $ABCD$  الذي إحداثيات رؤوسه هي:  $A(1, 3)$ ,  $B(6, 2)$ ,  $C(4, -2)$ ,  $D(-1, -1)$  (الدرس 1-2)

### استعد للدرس اللاحق

أوجد المسافة بين النقطتين في كلِّ مما يأتي:

(-4, 3), (3, -4) (51)

(0, 6), (-1, -4) (50)

(4, 2), (2, -5) (49)

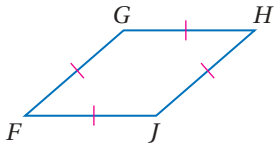
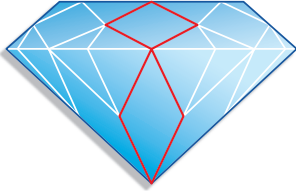
# المعيّن والمربع

## Rhombus and Square

رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa



### لماذا؟

تصمم الألماسات باستعمال أنماط متكررة من الأشكال الهندسية. إذا صمم فنان الألماسة المجاورة، بحيث تكوّن من أنماط متكررة من مثلثات وأشكال رباعية، كيف يمكن تحديد نوع الأشكال الرباعية المحددة باللون الأحمر في الألماسة؟

### فيما سبق؟

درسُ تحديد ما إذا كان الشكل الرباعي متوازي أضلاع أو مستطيلاً.

(الدرس 1-4)

### والآن؟

■ تعرّف خصائص المعين والمربع وأطبّقها.

■ أحدّد ما إذا كان الشكل الرباعي مستطيلاً أو معيناً أو مربعاً.

### المضردات:

المعين

rhombus

المربع

square

### خصائص المعين والمربع:

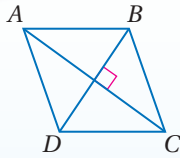
**المعين** هو متوازي أضلاع جميع أضلاعه متطابقة. وللمعين جميع خصائص متوازي الأضلاع علاوة على الخاصيتين الواردتين في النظريتين الآتيتين:

أضف إلى

مطويتك

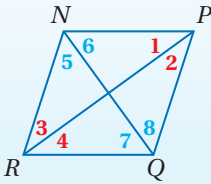
### نظريات

#### قطر المعين



**1.15** إذا كان متوازي أضلاع معيناً، فإن قطريه متعامدان.

مثال: إذا كان  $\square ABCD$  معيناً، فإن  $\overline{AC} \perp \overline{BD}$ .



**1.16** إذا كان متوازي أضلاع معيناً فإن كل قطر فيه ينصف كلاً من الزاويتين اللتين يصل بين رأسيهما.

مثال: إذا كان  $\square NPQR$  معيناً، فإن  $\angle 1 \cong \angle 2$ ,  $\angle 3 \cong \angle 4$ ,  $\angle 5 \cong \angle 6$ ,  $\angle 7 \cong \angle 8$

سوف تبرهن النظرية 1.16 في السؤال 28

### برهان

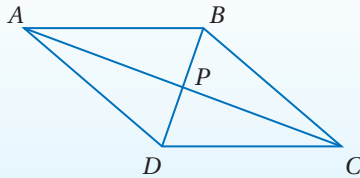
#### نظرية 1.15

أكتب برهاناً حرّاً للنظرية 1.15

المعطيات:  $ABCD$  معين.

المطلوب:  $\overline{AC} \perp \overline{BD}$

البرهان:



بما أن  $ABCD$  معين، فإن  $\overline{AB} \cong \overline{BC}$  بحسب التعريف.

وبما أن المعين متوازي أضلاع، وقطري متوازي الأضلاع ينصف كل منهما الآخر، فإن  $\overline{BD}$  ينصف  $\overline{AC}$  عند  $P$ ؛ لذا فإن  $\overline{AP} \cong \overline{PC}$ .

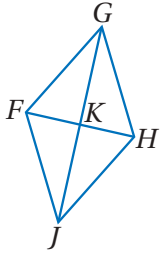
وكذلك  $\overline{BP} \cong \overline{BP}$  بحسب خاصية الانعكاس؛ إذن  $\triangle APB \cong \triangle CPB$  بحسب SSS.

وبما أن العناصر المتناظرة في المثلثات المتطابقة تكون متطابقة، فإن  $\angle APB \cong \angle CPB$ .

وكذلك  $\angle APB$ ,  $\angle CPB$  متجاورتان على مستقيم، والزاويتان المتطابقتان المتجاورتان على مستقيم

تكونان قائمتين. وبما أن  $\angle APB$  قائمة، فإن  $\overline{AC} \perp \overline{BD}$  بحسب تعريف المستقيمين المتعامدين.

## مثال 1 استعمال خصائص المعين



استعن بالمعين  $FGHI$  المبين جانباً.

(a) إذا كان  $m\angle FJH = 82^\circ$ ، فأوجد  $m\angle KHJ$ .

بما أن  $FGHI$  معين، فإن القطر  $\overline{JG}$  ينصف  $\angle FJH$ .

لذا فإن  $m\angle KJH = \frac{1}{2} m\angle FJH = \frac{1}{2} (82^\circ) = 41^\circ$ .

وبما أن قطري المعين متعامدان، فإن  $m\angle JKH = 90^\circ$  بحسب تعريف المستقيمين المتعامدين.

نظرية مجموع قياسات زوايا المثلث

بالتعويض

بالتبسيط

ب طرح  $131^\circ$  من كلا الطرفين

$$m\angle KJH + m\angle JKH + m\angle KHJ = 180^\circ$$

$$41^\circ + 90^\circ + m\angle KHJ = 180^\circ$$

$$131^\circ + m\angle KHJ = 180^\circ$$

$$m\angle KHJ = 49^\circ$$

(b) جبر: إذا كان  $JH = 5x - 2$ ،  $GH = x + 9$ ، فأوجد قيمة  $x$ .

تعريف المعين

تعريف تطابق القطع المستقيمة

بالتعويض

ب طرح  $x$  من كلا الطرفين

ب جمع 2 لكلا الطرفين

بقسمة كلا الطرفين على 4

$$\overline{GH} \cong \overline{JH}$$

$$GH = JH$$

$$x + 9 = 5x - 2$$

$$9 = 4x - 2$$

$$11 = 4x$$

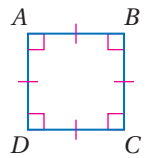
$$2.75 = x$$

تحقق من فهمك

استعن بالمعين  $FGHI$  أعلاه.

(1A) إذا كان  $FG = 13$ ،  $FK = 5$ ، فأوجد  $KJ$ .

(1B) جبر: إذا كان  $m\angle KFG = (9y - 5)^\circ$ ،  $m\angle JFK = (6y + 7)^\circ$ ، فأوجد قيمة  $y$ .



المربع ABCD

**المربع** هو متوازي أضلاع جميع أضلاعه متطابقة وجميع زواياه قوائم. تذكر أن متوازي الأضلاع الذي زواياه الأربع قوائم يكون مستطيلاً، ومتوازي الأضلاع الذي أضلاعه الأربعة متطابقة يكون معيناً؛ لذا فعندما يكون متوازي الأضلاع معيناً وإحدى زواياه قائمة فإنه يكون مربعاً أيضاً، وعليه فإن المربع هو متوازي أضلاع ومستطيل معين.

ويلخص شكل فن الآتي العلاقة بين متوازي الأضلاع والمعين والمربع والمستطيل.

### إرشادات للدراسة

#### المربع والمعين:

كل مربع معين، ولكن ليس كل معين مربعاً، وكل مربع مستطيل وليس كل مستطيل مربعاً.

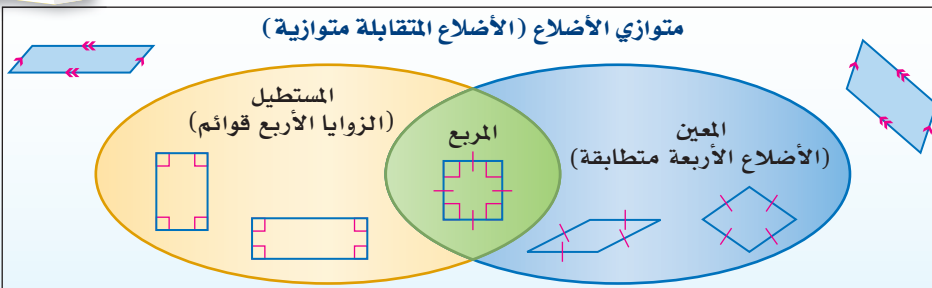
أضف إلى

مطوبتك

### ملخص المفهوم

#### متوازي الأضلاع

#### متوازي الأضلاع (الأضلاع المتقابلة متوازية)



جميع خصائص متوازي الأضلاع والمستطيل والمعين تنطبق على المربع. فمثلاً قطرا المربع ينصف كل منهما الآخر (متوازي أضلاع)، وهما متطابقان (مستطيل)، ومتعامدان (معين).

**إثبات أن الشكل الرباعي معين أو مربع:** تُحدّد النظريات الآتية الشروط الكافية للمعين والمربع.

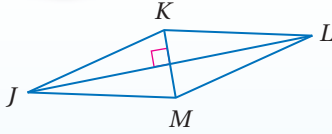
أضف إلى  
مطوبتك

### نظريات

#### الشروط الكافية للمعين والمربع

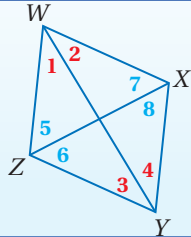
**1.17** إذا كان قطرا متوازي أضلاع متعامدين فإنه معين. (عكس النظرية 1.15)

مثال: إذا كان  $JKLM$  متوازي أضلاع، وكان  $\overline{JL} \perp \overline{KM}$ ، فإن  $\square JKLM$  معين.



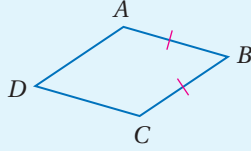
**1.18** إذا نصّف قطر متوازي أضلاع كلّاً من الزاويتين اللتين يصل بين رأسيهما، فإن متوازي الأضلاع يكون معيناً. (عكس النظرية 1.16)

مثال: إذا كان  $WXYZ$  متوازي أضلاع، وكانت  $\angle 1 \cong \angle 2$ ،  $\angle 3 \cong \angle 4$ ، أو  $\angle 5 \cong \angle 6$ ،  $\angle 7 \cong \angle 8$ ، فإن  $\square WXYZ$  معين.



**1.19** إذا كان ضلعان متتاليان في متوازي الأضلاع متطابقين فإنه معين.

مثال: إذا كان  $ABCD$  متوازي أضلاع، وكان  $\overline{AB} \cong \overline{BC}$ ، فإن  $\square ABCD$  معين.



**1.20** إذا كان الشكل الرباعي مستطيلاً ومعيناً فإنه مربع.

سوف تبرهن النظريات 1.17 إلى 1.20 في الأسئلة 29-32 على الترتيب.

يمكنك استعمال خصائص المعين والمربع في البراهين.

**تنبيه!**

**أخطاء شائعة**

يخطئ البعض فيستعمل النظريات 1.17, 1.18, 1.19 مع أي شكل رباعي، وهذا غير صحيح؛ لأن هذه النظريات تكون صحيحة فقط إذا كان الشكل الرباعي متوازي أضلاع.

أضف إلى  
مطوبتك

### مثال 2

#### استعمال خصائص المعين والمربع في البراهين

اكتب برهاناً حرّاً.

المعطيات:  $JKLM$  متوازي أضلاع.

$\triangle JKL$  متطابق الضلعين.

المطلوب:  $\square JKLM$  معين.

برهان حرّ:

بما أنّ  $\triangle JKL$  متطابق الضلعين، فإنّ  $\overline{KL} \cong \overline{JK}$  بحسب التعريف، وهذان الضلعان متتاليان في متوازي الأضلاع  $JKLM$ ، لذا وبحسب النظرية 1.19، يكون  $\square JKLM$  معيناً.

**تحقق من فهمك**

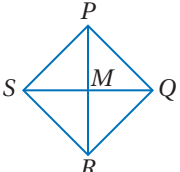
(2) اكتب برهاناً حرّاً.

المعطيات:  $\overline{SQ}$  عمود منصف لـ  $\overline{PR}$ .

$\overline{PR}$  عمود منصف لـ  $\overline{SQ}$ .

$\triangle RMS$  متطابق الضلعين.

المطلوب:  $PQRS$  مربع.



**إرشادات للدراسة**

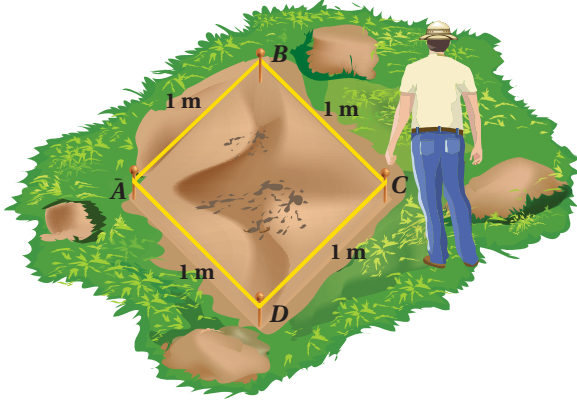
**المثلثات المتطابقة**

بما أنّ للمعين أربعة أضلاع متطابقة، فإنّ كلّاً من قطريه يقسمه إلى مثلثين متطابقين الضلعين ومتطابقين. وإذا رُسم القطران فإنهما يقسمان المعين إلى أربعة مثلثات قائمة ومتطابقة.

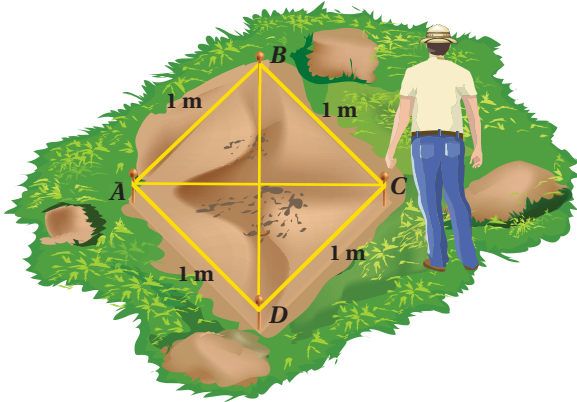




**علم الآثار:** مفتاح الكشف الناجح عن الآثار هو وضع خريطة دقيقة لموقع البحث. كيف يمكن لعالم الآثار في الصورة أدناه أن يتحقق من أن منطقة بحثه هي مربع طول ضلعه 1 m مستعملاً الحبل وشريط القياس فقط؟

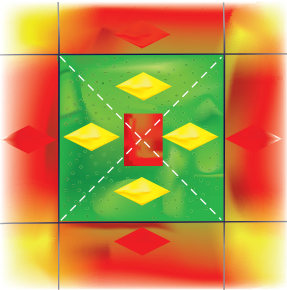


طول كل من أضلاع الشكل الرباعي  $ABCD$  يساوي 1 m. وبما أن كل ضلعين متقابلين متطابقان، فإن  $ABCD$  متوازي أضلاع. وبما أن أضلاع  $ABCD$  المتتالية متطابقة فإنه معين. وإذا استطاع عالم الآثار بيان أن  $ABCD$  مستطيل أيضاً فإنه بحسب النظرية 1.20، يكون مربعاً.



إذا كان قطرا متوازي الأضلاع متطابقين فإنه مستطيل؛ لذا يمكن لعالم الآثار استعمال الحبل لقياس طولي القطرين، فإذا وجدتهما متساويين، فإن  $ABCD$  يكون مربعاً.

### تحقق من فهمك



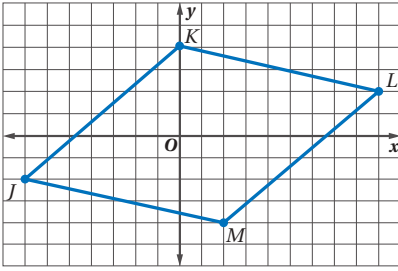
**(3) خياطة:** خاطت كوثر غطاء طاولة باستعمال قطع ملونة من القماش كما في الرسم المجاور.

**(A)** رسمت كوثر قطري كل من القطع الصفراء فوجدت أنهما متعامدان، هل يمكنها استنتاج أن كل قطعة صفراء معين؟ وضح إجابتك.

**(B)** إذا كانت الزوايا الأربع للقطعة الخضراء متساوية القياس، والضلعان الأيسر والسفلي متساويي الطول، فهل يمكنها استنتاج أن القطعة الخضراء مربع؟ وضح إجابتك.

استعملت الهندسة الإحداثية سابقاً لتصنيف المثلثات. ويمكن استعمال الهندسة الإحداثية لتصنيف الأشكال الرباعية أيضاً.

هندسة إحداثية: حدد ما إذا كان  $\square JKLM$  الذي إحداثيات رؤوسه  $J(-7, -2)$ ،  $K(0, 4)$ ،  $L(9, 2)$ ،  $M(2, -4)$  معيناً أو مستطيلاً أو مربعاً. اكتب جميع التسميات التي تنطبق عليه. وضح إجابتك.



**افهم:** المعطيات:  $\square JKLM$  إحداثيات رؤوسه:

$$L(9, 2), K(0, 4), J(-7, -2)$$

$$. M(2, -4)$$

**المطلوب:** إثبات أن  $\square JKLM$  هو معين

أو مستطيل أو مربع.

**خطط:** عين الرؤوس على المستوى الإحداثي وصل بينها.

يظهر من الرسم أن أضلاع  $\square JKLM$  متطابقة. ولكن زواياه ليست قوائم؛ لذا يبدو أنه معين وليس مربعاً أو مستطيلاً.

إذا كان قطراً متوازي الأضلاع متطابقين فإنه مستطيل. وإذا كانا متعامدين فإنه معين. وإذا كانا متطابقين ومتعامدين فإنه مستطيل ومعين؛ أي أنه مربع.

**حل:** أولاً: استعمل صيغة المسافة بين نقطتين للمقارنة بين طولي القطرين.

$$KM = \sqrt{(2-0)^2 + (-4-4)^2} = \sqrt{68} = 2\sqrt{17}$$

$$JL = \sqrt{[9-(-7)]^2 + [2-(-2)]^2} = \sqrt{272} = 4\sqrt{17}$$

بما أن  $2\sqrt{17} \neq 4\sqrt{17}$ ، فإن القطرين ليسا متطابقين؛ لذا  $\square JKLM$  ليس مستطيلاً. وبما أنه ليس مستطيلاً فإنه ليس مربعاً أيضاً.

ثانياً: استعمل صيغة الميل لتحديد ما إذا كان القطران متعامدين.

$$\text{ميل } \overline{KM} : \frac{-4-4}{2-0} = \frac{-8}{2} = -4$$

$$\text{ميل } \overline{JL} : \frac{2-(-2)}{9-(-7)} = \frac{4}{16} = \frac{1}{4}$$

وبما أن حاصل ضرب الميلين يساوي  $-1$ ، فإن القطرين متعامدان؛ لذا فإن  $\square JKLM$  معين.

$$JK = \sqrt{[4-(-2)]^2 + [0-(-7)]^2} = \sqrt{85} \quad \text{تحقق:}$$

$$KL = \sqrt{(9-0)^2 + (2-4)^2} = \sqrt{85}$$

لذا فإن  $\square JKLM$  معين بحسب النظرية 1.20.

$$\text{ميل } \overline{JK} : \frac{4-(-2)}{0-(-7)} = \frac{6}{7}, \quad \text{وميل } \overline{KL} : \frac{2-4}{9-0} = -\frac{2}{9}$$

وبما أن حاصل ضرب هذين الميلين لا يساوي  $-1$ ، فإن الضلعين المتتاليين  $\overline{JK}$  و  $\overline{KL}$

غير متعامدين؛ لذا فإن  $\angle JKL$  ليست قائمة؛ إذن  $\square JKLM$  ليس مستطيلاً ولا مربعاً. ✓

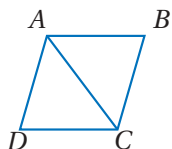
**تحقق من فهمك** ✓

4 حدد ما إذا كان  $\square JKLM$  الذي إحداثيات رؤوسه  $J(5, 0)$ ،  $K(8, -11)$ ،  $L(-3, -14)$ ،  $M(-6, -3)$  معيناً أو مستطيلاً أو مربعاً؟ اكتب جميع التسميات التي تنطبق عليه. وضح إجابتك.

### إرشادات للدراسة

#### تمثيل الشكل بيانياً:

عند تحليل شكل رباعي باستعمال الهندسة الإحداثية، مثله بيانياً لمساعدتك على وضع تخمين، ثم تحقق من تخمينك جبرياً.



**جبر:** استعن بالمعين  $ABCD$  المبيّن جانباً.

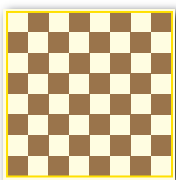
المثال 1

(1) إذا كان  $m\angle BCD = 114^\circ$ ، فأوجد  $m\angle BAC$ .

(2) إذا كان  $AB = 2x + 3$ ،  $BC = x + 7$ ، فأوجد  $CD$ .

(4) **بلاط:** تتكون الأرضية أدناه من 64 بلاطة مربعة

متطابقة. استعمل هذه المعطيات لإثبات أن الأرضية نفسها مربعة.

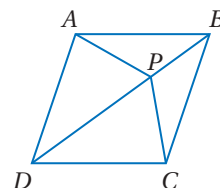


(3) **برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين

المثالان 2, 3

لإثبات أنّه إذا كان  $ABCD$  معيناً

وكان  $\overline{DB}$  قطرًا فيه، فإن  $\overline{AP} \cong \overline{CP}$ .



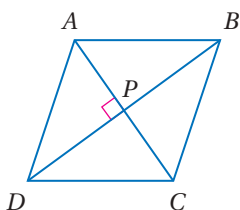
**هندسة إحدائية:** حدّد ما إذا كان  $QRST$  المعطاة إحداثيات رؤوسه في كل مما يأتي معيناً أو مستطيلاً أو مربعاً.

المثال 4

اكتب جميع التسميات التي تنطبق عليه. وضح إجابتك.

(5)  $Q(1, 2), R(-2, -1), S(1, -4), T(4, -1)$  (6)  $Q(-2, -1), R(-1, 2), S(4, 1), T(3, -2)$

## تدرب وحل المسائل



**جبر:** استعن بالمعين  $ABCD$  المبيّن جانباً.

المثال 1

(7) إذا كان  $AB = 14$ ، فأوجد  $BC$ .

(8) إذا كان  $m\angle BCD = 118^\circ$ ، فأوجد  $m\angle BAC$ .

(9) إذا كان  $AP = 3x - 1$  و  $PC = x + 9$ ، فأوجد  $AC$ .

(10) إذا كان  $m\angle ABC = (2x - 7)^\circ$  و  $m\angle BCD = (2x + 3)^\circ$ ، فأوجد  $m\angle DAB$ .

(11) إذا كان  $m\angle DPC = (3x - 15)^\circ$ ، فأوجد قيمة  $x$ .

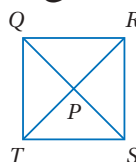
**برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين في كل مما يأتي:

المثال 2

(12) المعطيات:  $QRST$  متوازي أضلاع.

$\overline{TR} \cong \overline{QS}$ ,  $m\angle QPR = 90^\circ$

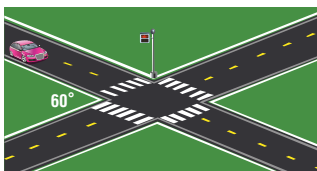
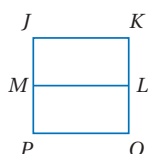
المطلوب:  $QRST$  مربع.



(13) المعطيات:  $JKQP$  مربع.

$\overline{ML}$  تنصّف كلّاً من  $\overline{KQ}$  و  $\overline{JP}$

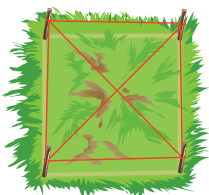
المطلوب:  $JKLM$  متوازي أضلاع.



(14) **طرق:** يتقاطع طريقان كما في الشكل. إذا كانت

ممرّات المشاة لها الطول نفسه، فصنّف الشكل الرباعيّ

المكوّن من هذه الممرات. وضح تبريرك.



(15) **زراعة:** حدّد مزارع حقلاً بأوتاد وحبال كما في الشكل المجاور.

المثال 3

إذا كانت أضلاع الشكل الرباعي المتشكل متساوية الطول، وقطراه

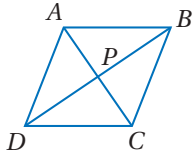
متعامدين، فهل هذه المعلومات كافية كي تتحقق من أنّ الحقل مربع؟

وضح تبريرك.

**هندسة إحداثية:** حدّد ما إذا كان  $\square JKLM$  المعطاة إحداثيات رؤوسه في كل مما يأتي معيناً أو مستطيلاً أو مربعاً. اكتب جميع التسميات التي تنطبق عليه. ووضّح إجابتك.

(16)  $J(-3, -2), K(2, -2), L(5, 2), M(0, 2)$  (17)  $J(-4, -1), K(1, -1), L(4, 3), M(-1, 3)$

(18)  $J(-2, -1), K(-4, 3), L(1, 5), M(3, 1)$  (19)  $J(-1, 1), K(4, 1), L(4, 6), M(-1, 6)$



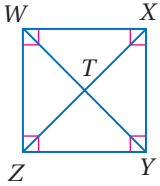
في المعين  $ABCD$ ، إذا كان  $\angle ABD = 24^\circ$ ،  $AB = 15$ ،  $PB = 12$ ، فأوجد كلّ مما يأتي:

$AP$  (20)

$CP$  (21)

$m\angle ACB$  (23)

$m\angle BDA$  (22)



في المربع  $WXYZ$ ، إذا كان  $WT = 3$ ، فأوجد كلّ مما يأتي:

$XY$  (25)

$ZX$  (24)

$m\angle WYX$  (27)

$m\angle WTZ$  (26)

**برهان:** اكتب برهاناً حرّاً لكل مما يأتي:

(30) النظرية 1.18

(29) النظرية 1.17

(28) النظرية 1.16

(32) النظرية 1.20

(31) النظرية 1.19

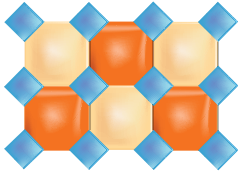
**برهان:** اكتب برهاناً إحداثياً للعبارة في كل من السؤالين الآتيين:

(33) قطرا المربع متعامدان.

(34) تشكّل القطع المستقيمة الواصلة بين منتصفات أضلاع مستطيل معيناً.

(35) **تصميم:** يتكون نمط الفسيفساء المبين جانباً من قطع ثمانية

منتظمة وأخرى رباعية. صنّف الأشكال الرباعية في النمط، ووضّح تبريرك.



(36) **تمثيلات متعددة:** سوف تستقصي في هذه المسألة إحدى خصائص

شكل الطائرة الورقية، وهو شكل رباعي يتكون من زوجين متمايزين من الأضلاع المتجاورة والمتطابقة.

(a) **هندسياً:** ارسم قطعة مستقيمة، ثم افتح الفرجار وثبته عند أحد طرفيها وارسم قوساً فوقها، ومن دون تغيير فتحة الفرجار، ثبت رأس الفرجار عند الطرف الآخر للقطعة المستقيمة، وارسم قوساً يقطع القوس السابق. غير فتحة الفرجار وارسم قوسين أسفل القطعة المستقيمة كما فعلت سابقاً.

استعمل المسطرة وصل بين طرفي القطعة والأقواس، وسيتج لك شكل طائرة ورقية سمّها  $ABCD$ . ثم كرّر ذلك مرتين، وسمّ شكلي الطائرتين الورتين  $PQRS$  و  $WXYZ$ ، ثم ارسم قطري كل منهما، ولتكن نقطة تقاطع قطري كل منها  $N$ .

(b) **جدولياً:** استعمل مسطرة لقياس المسافة من  $N$  إلى كل رأس.

وسجّل النتائج في جدول على النحو الآتي.

الشكل	المسافة من $N$ إلى كل رأس على القطر الأقصر	المسافة من $N$ إلى كل رأس على القطر الأطول
$ABCD$		
$PQRS$		
$WXYZ$		

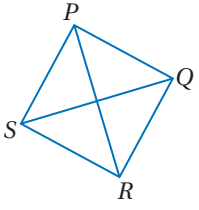
(c) **لفظياً:** اكتب تخميناً حول قطري شكل الطائرة الورقية.



### الربط مع الحياة

الفسيفساء صور تُشكّل باستعمال أنماط من أحجار أو زجاج أو قرميد أو أي مواد أخرى. والفسيفساء في الصورة أعلاه فسيفساء إغريقية قديمة من الصخر البلوري (الكوارتز). استعمل الإغريق قطعاً صغيرة أو أشكالاً منتظمة من المواد منذ 200 سنة قبل الميلاد بدلاً من الصخر البلوري في أعمال الفسيفساء.

## مسائل مهارات التفكير العليا

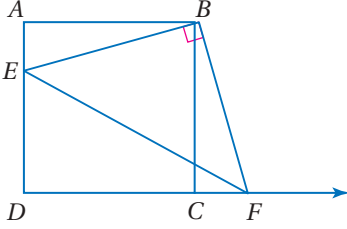


(37) **اكتشف الخطأ:** في الشكل الرباعي  $SRQP$  المبيّن جانبًا،  $\overline{PR} \cong \overline{QS}$ .

قال محمد: إن الشكل مربع. بينما قال إبراهيم: إنه معيّن. هل أي منهما على صواب؟ وضح تبريرك.

(38) **تبرير:** حدّد ما إذا كانت العبارة الآتية صحيحة أم خطأ؟ ثم اكتب عكسها ومعكوسها ومعاكسها الإيجابي، وحدّد قيمة الصواب لكل منها. وضح تبريرك.

إذا كان الشكل الرباعي مربعًا، فإنه مستطيل.



(39) **تحّد:** مساحة المربع  $ABCD$  المجاور تساوي 36 وحدة مربعة.

ومساحة  $\triangle EBF$  تساوي 20 وحدة مربعة. إذا كانت  $\overline{EB} \perp \overline{BF}$ ، وطول  $\overline{AE}$  يساوي وحدتين، فأوجد طول  $\overline{CF}$ .

(40) **مسألة مفتوحة:** أوجد إحداثيات رؤوس مربع قطراه محتويان

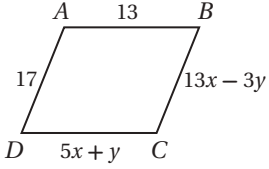
في المستقيمين  $y = x$ ،  $y = -x + 6$ . وضح تبريرك.

(41) **اكتب:** قارن بين جميع خصائص الأشكال الرباعيّة الآتية:

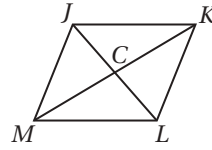
متوازي الأضلاع، المستطيل، المعين، المربع.

## تدريب على اختبار

(43) **جبر:** ما قيمة كل من  $x$ ،  $y$  بحيث يكون  $ABCD$  متوازي أضلاع؟



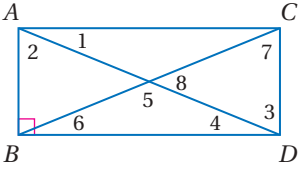
- A  $x = 3, y = 2$   
 B  $x = \frac{3}{2}, y = -1$   
 C  $x = 2, y = 3$   
 D  $x = 3, y = -1$



(42) في المعين  $JKLM$ ، إذا كان  $JK = 10$ ،  $CK = 8$ ، فأوجد  $JC$ .

- A 4  
 B 6  
 C 8  
 D 10

## مراجعة تراكمية



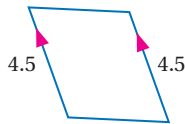
في المستطيل  $ABDC$ ، إذا كان  $m\angle 1 = 38^\circ$ . فأوجد كلّاً من القياسات الآتية: (الدرس 1-4)

$m\angle 6$  (46)

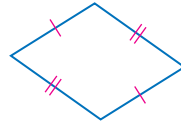
$m\angle 5$  (45)

$m\angle 2$  (44)

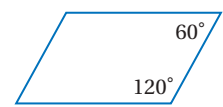
حدّد ما إذا كان الشكل الرباعي في كل مما يأتي متوازي أضلاع أم لا. برّر إجابتك. (الدرس 3-1)



(49)



(48)



(47)

(50) **قياسات:** قال مروان: إنّ الحديقة الخلفية لمنزله على شكل مثلث أطوال أضلاعه 22 ft، 23 ft، 45 ft. فهل ترى أنّ هذه القياسات صحيحة؟ وضح تبريرك. (مهارة سابقة)

## استعد للدرس اللاحق

حل كل معادلة مما يأتي:

$$\frac{1}{2}(12x + 6 - 8x + 7) = 9 \quad (53)$$

$$\frac{1}{2}(10x + 6x + 2) = 7 \quad (52)$$

$$\frac{1}{2}(5x + 7x - 1) = 11.5 \quad (51)$$

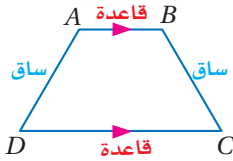
# شبه المنحرف وشكل الطائرة الورقية

## Trapezoid and Kite

رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa



### لماذا؟

تستعمل في رياضات القفز، صناديق ذات أجزاء متداخلة مصنوعة من الإسفنج ذي الضغط العالي، وتتخذ منصّات وثب ودرجات صعود، وتمثّل جوانب كل من الأجزاء شبه منحرف.

**خصائص شبه المنحرف:** شبه المنحرف هو شكل رباعي فيه ضلعان فقط متوازيان يُسميان **قاعدتي شبه المنحرف**. ويُسمّى الضلعان غير المتوازيين **ساقَي شبه المنحرف**. و **زاويتا القاعدة** مكوّن كل منهما من قاعدة وأحد ضلعي الساقين. ففي شبه المنحرف  $ABCD$  المبيّن جانباً،  $\angle A, \angle B$  زاويتا القاعدة  $\overline{AB}$ ، وكذلك  $\angle C, \angle D$  زاويتا القاعدة  $\overline{DC}$ .

إذا كان ساقا شبه المنحرف متطابقين فإنه يسمى **شبه منحرف متطابق الساقين**.

### فيما سبق:

درسنا استعمال خصائص أنواع خاصة من متوازي الأضلاع.

(الدرس 5-1)

### والآن:

- أتعرف خصائص شبه المنحرف وأطبّقها.
- أتعرف خصائص شكل الطائرة الورقية وأطبّقها.

### المصردات:

شبه المنحرف  
trapezoid

قاعدتا شبه المنحرف  
bases

ساقا شبه المنحرف  
legs of a trapezoid

زاويتا القاعدة  
base angles

شبه المنحرف

المتطابق الساقين  
isosceles trapezoid

القطعة المتوسطة  
شبه المنحرف

midsegment of a trapezoid

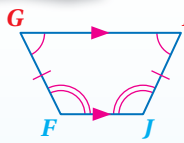
شكل الطائرة الورقية  
kite

أضف إلى

مطوّبتك

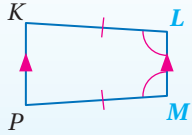
### نظريات

#### شبه المنحرف المتطابق الساقين



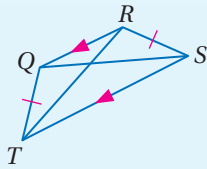
**1.21** إذا كان شبه المنحرف متطابق الساقين، فإنّ زاويتي كل قاعدة متطابقتان.

مثال: إذا كان شبه المنحرف  $FGHI$  متطابق الساقين، فإنّ  $\angle G \cong \angle H, \angle F \cong \angle I$ .



**1.22** إذا كانت زاويتا قاعدة في شبه المنحرف متطابقتين، فإنّه متطابق الساقين.

مثال: إذا كان  $KLMP$  شبه منحرف، فيه  $\angle L \cong \angle M$  فإنه متطابق الساقين.



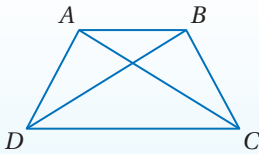
**1.23** يكون شبه المنحرف متطابق الساقين، إذا وفقط إذا كان قطراه متطابقين.

مثال: إذا كان شبه المنحرف  $QRST$  متطابق الساقين، فإنّ  $\overline{QS} \cong \overline{RT}$ . وكذلك إذا كان  $QRST$  شبه منحرف، فيه  $\overline{QS} \cong \overline{RT}$  فإنه متطابق الساقين.

سوف تبرهن النظريات 1.21, 1.22, 1.23 في الأسئلة 19, 20, 21 على الترتيب.

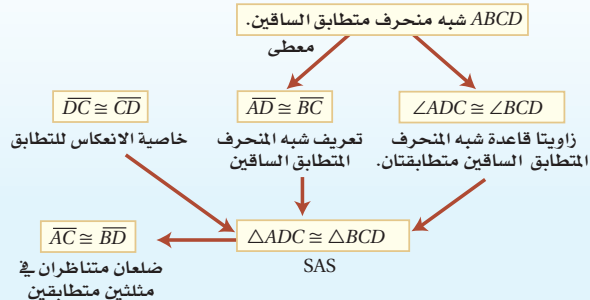
### برهان

#### الحالة الأولى من النظرية 1.23

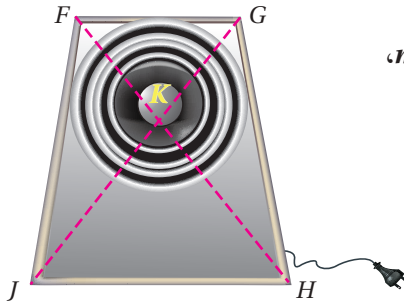


المعطيات:  $ABCD$  شبه منحرف متطابق الساقين.

المطلوب:  $\overline{AC} \cong \overline{BD}$







**مكبرات الصوت:** المنظر الأمامي لمكبر الصوت الميّن جانباً على شكل شبه منحرف متطابق الساقين. إذا كان  $m\angle FJH = 85^\circ$ ، فأوجد كلاً مما يأتي:

$m\angle FGH$  (a)

بما أنّ  $FGHJ$  شبه منحرف متطابق الساقين، فإنّ  $\angle GHJ$  و  $\angle FJH$  زاويتا قاعدة متطابقتان؛ لذا فإنّ  $m\angle GHJ = m\angle FJH = 85^\circ$ .

وبما أنّ  $FGHJ$  شبه منحرف، فإنّ  $\overline{FG} \parallel \overline{JH}$ .

$$m\angle FGH + m\angle GHJ = 180^\circ$$

$$m\angle FGH + 85^\circ = 180^\circ$$

$$m\angle FGH = 95^\circ$$

نظرية الزاويتين المتحالفتين

بالتعويض

بطرح 85 من كلا الطرفين

**KH (b)**

بما أنّ  $FGHJ$  شبه منحرف متطابق الساقين، فإنّ القطرين  $\overline{FG}$  و  $\overline{FH}$  متطابقان.

تعريف تطابق القطع المستقيمة

$$FH = JG$$

مسلمة جمع القطع المستقيمة

$$FK + KH = JG$$

بالتعويض

$$8 + KH = 19$$

بطرح 8 من كلا الطرفين

$$KH = 11 \text{ in}$$

### إرشادات للدراسة

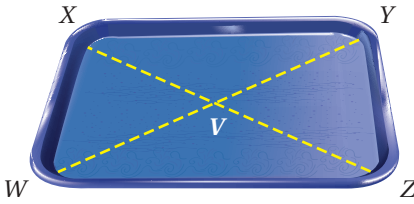
شبه المنحرف المتطابق الساقين: تكون زاويتا كل قاعدة في شبه المنحرف متطابقتين فقط إذا كان شبه المنحرف متطابق الساقين.



### الربط مع الحياة

مكبرات الصوت هي مضخمات تكثف الأمواج الصوتية حتى تصبح مسموعة بدرجة أكبر. ويحتوي كل من المذياع والتلفاز والحاسوب ومضخمات صوتية.

### تحقق من فهمك



**1 مطاعم:** لاستغلال مساحة الطاولات المربعة، تستعمل

في مطعم أطباق على شكل شبه منحرف كما في الشكل

المجاور. إذا كان  $WXYZ$  شبه منحرف متطابق

الساقين، وكان  $m\angle YZW = 85^\circ$ ،  $WV = 15 \text{ cm}$ ، وكان

$VY = 10 \text{ cm}$ ، فأوجد كلاً مما يأتي:

$XZ$  (C)

$m\angle WXY$  (B)

$m\angle XWZ$  (A)

يمكنك استعمال الهندسة الإحداثيّة لتحديد ما إذا كان شبه المنحرف متطابق الساقين أم لا.

### شبه المنحرف المتطابق الساقين والهندسة الإحداثيّة

### مثال 2

**هندسة إحداثيّة:** رؤوس الشكل الرباعي  $ABCD$  هي  $A(-3, 4)$ ،  $B(2, 5)$ ،  $C(3, 3)$ ،  $D(-1, 0)$ .

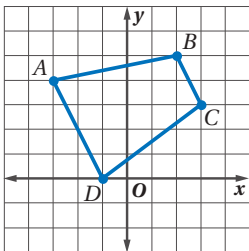
بين أن  $ABCD$  شبه منحرف، وحدد ما إذا كان متطابق الساقين. ووضّح إجابتك.

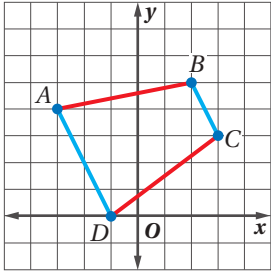
ارسم الشكل الرباعي  $ABCD$  في مستوى إحداثي.

**الخطوة 1:** استعمال صيغة الميل لمقارنة ميلي الضلعين المتقابلين  $\overline{BC}$ ،  $\overline{AD}$ .

وكذلك الضلعين المتقابلين  $\overline{AB}$ ،  $\overline{DC}$ . فالشكل الرباعي يكون شبه

منحرف إذا كان فيه ضلعان فقط متقابلان متوازيين.





الضلعان المتقابلان  $\overline{BC}$ ،  $\overline{AD}$  :

$$\text{ميل } \overline{BC} : \frac{3-5}{3-2} = \frac{-2}{1} = -2$$

$$\text{ميل } \overline{AD} : \frac{0-4}{-1-(-3)} = \frac{-4}{2} = -2$$

بما أن ميلي  $\overline{BC}$ ،  $\overline{AD}$  متساويان، فإن  $\overline{BC} \parallel \overline{AD}$  .

الضلعان المتقابلان  $\overline{AB}$ ،  $\overline{DC}$  :

$$\text{ميل } \overline{AB} : \frac{5-4}{2-(-3)} = \frac{1}{5}$$

$$\text{ميل } \overline{DC} : \frac{0-3}{-1-3} = \frac{-3}{-4} = \frac{3}{4}$$

بما أن ميلي  $\overline{AB}$  و  $\overline{DC}$  ليسا متساويين، فإن  $\overline{AB} \nparallel \overline{DC}$  . وبما أن  $ABCD$  فيه ضلعان فقط متوازيان، فإنه شبه منحرف.

**الخطوة 2:** استعمل صيغة المسافة بين نقطتين للمقارنة بين طولي الساقين  $\overline{AB}$ ،  $\overline{DC}$  وتحديد ما إذا كان شبه المنحرف  $ABCD$  متطابق الساقين.

$$AB = \sqrt{(-3-2)^2 + (4-5)^2} = \sqrt{26}$$

$$DC = \sqrt{(-1-3)^2 + (0-3)^2} = \sqrt{25} = 5$$

بما أن  $AB \neq DC$ ، فإن شبه المنحرف  $ABCD$  ليس متطابق الساقين.

**تحقق من فهمك** ✓

(2) رؤوس الشكل الرباعي  $QRST$  هي  $Q(-8, -4)$ ،  $R(0, 8)$ ،  $S(6, 8)$ ،  $T(-6, -10)$  بين أن  $QRST$  شبه منحرف، وحدد ما إذا كان متطابق الساقين. ووضح إجابتك.

**القطعة المتوسطة لشبه المنحرف** هي قطعة مستقيمة تصل بين منتصفَي ساقيه. وتبين النظرية الآتية العلاقة بين القطعة المتوسطة وقاعدتي شبه المنحرف.



أضف إلى

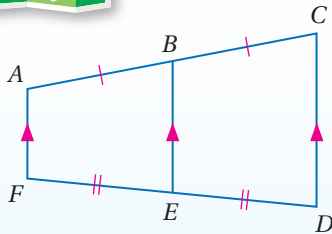
مطوبتك

### نظرية 1.24 القطعة المتوسطة لشبه المنحرف

### نظرية 1.24

القطعة المتوسطة لشبه المنحرف توازي كلاً من القاعدتين، وطولها يساوي نصف مجموع طولي القاعدتين.

مثال: إذا كانت  $\overline{BE}$  قطعة متوسطة لشبه المنحرف  $ACDF$ ، فإن  $\overline{AF} \parallel \overline{BE}$ ،  $\overline{CD} \parallel \overline{BE}$ ،  $BE = \frac{1}{2}(AF + CD)$ .



سوف تبرهن النظرية 1.24 في السؤال 25 .

### قراءة الرياضيات

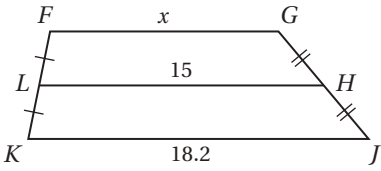
رمز التوازي: تذكر

أن الرمز  $\parallel$  يعني يوازي، والرمز  $\nparallel$  يعني لا يوازي.

### قراءة الرياضيات

القطعة المتوسطة:

تسمى القطعة المتوسطة لشبه المنحرف أيضاً القطعة المنصّفة.



في الشكل المجاور،  $\overline{LH}$  قطعة متوسطة لشبه المنحرف  $FGJK$ . ما قيمة  $x$ ؟

اقرأ سؤال الاختبار

أعطيت في السؤال طول القطعة المتوسطة لشبه المنحرف وطول إحدى قاعدتيه. ويطلب إليك إيجاد طول القاعدة الأخرى.

حل سؤال الاختبار

نظرية القطعة المتوسطة لشبه المنحرف

$$LH = \frac{1}{2}(FG + KJ)$$

بالتعويض

$$15 = \frac{1}{2}(x + 18.2)$$

بضرب كلا الطرفين في 2

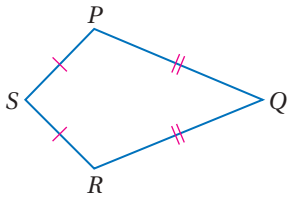
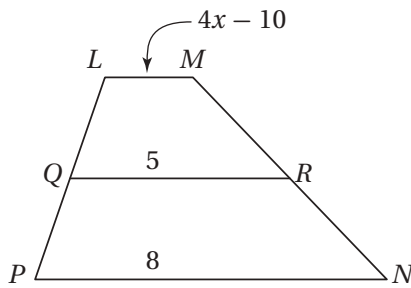
$$30 = x + 18.2$$

ب طرح 18.2 من كلا الطرفين

$$11.8 = x$$

تحقق من فهمك

3) في الشكل أدناه،  $\overline{QR}$  قطعة متوسطة لشبه المنحرف  $LMNP$ . ما قيمة  $x$ ؟



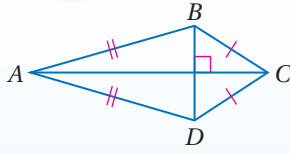
**خصائص شكل الطائرة الورقية:** شكل الطائرة الورقية هو شكل رباعي يتكون من زوجين متمايزين من الأضلاع المتجاورة المتطابقة. وعلى عكس متوازي الأضلاع، كل ضلعين متقابلين في شكل الطائرة الورقية ليسا متطابقين ولا متوازيين.

## نظريات

### شكل الطائرة الورقية

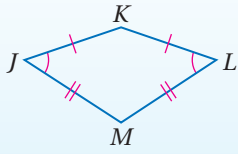
أضف إلى

مطويتك



**1.25** قطرا شكل الطائرة الورقية متعامدان.

مثال: بما أن شكل طائرة ورقية،  
فإن  $\overline{AC} \perp \overline{BD}$



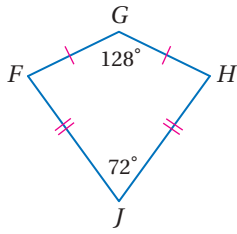
**1.26** يوجد في شكل الطائرة الورقية زوج واحد فقط من الزوايا المتقابلة المتطابقة، هما الزاويتان المحصورتان بين كل ضلعين متجاورين غير متطابقين.  
مثال: بما أن شكل طائرة ورقية، فإن  $\angle J \cong \angle L$ ،  $\angle K \not\cong \angle M$ .

سوف تبرهن النظريتين 1.25، 1.26 في السؤالين 22، 23 على الترتيب.

يمكنك استعمال النظريتين أعلاه ونظرية فيثاغورس ونظرية مجموع قياسات الزوايا الداخلية للمضلع لإيجاد القياسات المجهولة في شكل الطائرة الورقية.

### استعمال خصائص شكل الطائرة الورقية

#### مثال 4



نظرية مجموع قياسات الزوايا الداخلية للمضلع

بالتعويض

بالتبسيط

ب طرح 200 من كلا الطرفين

بقسمة كلا الطرفين على 2

(a) إذا كان شكل طائرة ورقية، فأوجد  $m\angle F$ .

في شكل الطائرة الورقية زوج واحد فقط من الزوايا المتقابلة المتطابقة، وبما أن  $\angle G \not\cong \angle J$ ، فإن  $\angle F \cong \angle H$ ، لذلك  $m\angle F = m\angle H$ .  
اكتب معادلة وحلها لإيجاد  $m\angle F$ .

$$m\angle F + m\angle G + m\angle H + m\angle J = 360^\circ$$

$$m\angle F + 128^\circ + m\angle F + 72^\circ = 360^\circ$$

$$2m\angle F + 200^\circ = 360^\circ$$

$$2m\angle F = 160^\circ$$

$$m\angle F = 80^\circ$$

(b) إذا كان شكل طائرة ورقية، فأوجد  $ZY$ .

بما أن قطري شكل الطائرة الورقية متعامدان فإنهما يقسمانه إلى أربعة مثلثات قائمة الزاوية. استعمال نظرية فيثاغورس لإيجاد  $ZY$ ، وهو طول وتر المثلث القائم الزاوية  $\triangle YPZ$ .

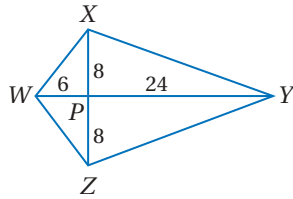
$$PZ^2 + PY^2 = ZY^2$$

$$8^2 + 24^2 = ZY^2$$

$$640 = ZY^2$$

$$\sqrt{640} = ZY$$

$$8\sqrt{10} = ZY$$



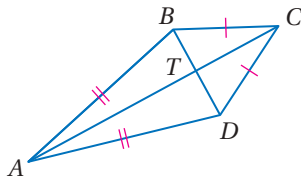
نظرية فيثاغورس

بالتعويض

بالتبسيط

بأخذ الجذر التربيعي الموجب للطرفين

بالتبسيط



(4A) إذا كان شكل طائرة ورقية، فيه:

$$m\angle ADC = 50^\circ, m\angle BAD = 38^\circ$$

(4B) إذا كان  $BT = 5$ ،  $TC = 8$ ، فأوجد  $CD$ .

تحقق من فهمك

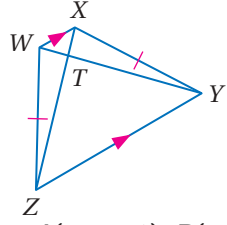


الربط مع الحياة

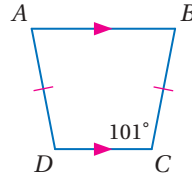
أقصى سرعة مسجلة  
لطائرة ورقية 120 mi/h.  
وأقصى ارتفاع مسجل  
لطائرة ورقية 12471 ft.

المثال 1

أوجد القياس المطلوب في كل من السؤالين الآتيين:



(2)  $WT$ ، إذا كان:  
 $ZX = 20, TY = 15$



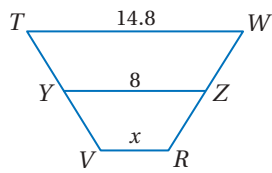
(1)  $m\angle D$

المثال 2

هندسة إحداثية: رؤوس الشكل الرباعي  $ABCD$  هي  $A(-4, -1), B(-2, 3), C(3, 3), D(5, -1)$

(3) بين أن  $ABCD$  شبه منحرف.

(4) حدّد ما إذا كان  $ABCD$  شبه منحرف متطابق الساقين؟ وضح إجابتك.



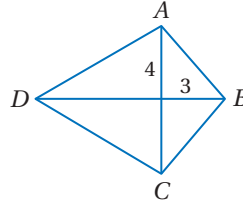
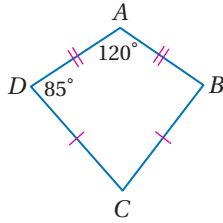
(5) **إجابة قصيرة:** في الشكل المجاور:  $\overline{YZ}$  قطعة متوسطة لشبه المنحرف  $TWRV$ . أوجد قيمة  $x$ .

المثال 3

إذا كان  $ABCD$  على شكل طائرة ورقية، فأوجد القياس المطلوب في كل من السؤالين الآتيين:

(7)  $m\angle C$

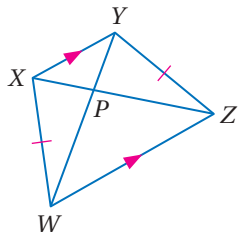
(6)  $AB$



تدرب وحل المسائل

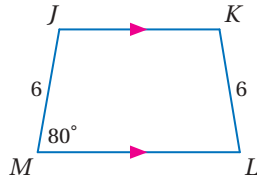
المثال 1

أوجد القياس المطلوب في كل من السؤالين الآتيين:



(9)  $PW$ ، إذا كان:

$XZ = 18, PY = 3$



(8)  $m\angle K$

المثال 2

هندسة إحداثية: بين أن الشكل الرباعي المعطاة إحداثيات رؤوسه في كل مما يأتي شبه منحرف، وحدّد ما إذا كان متطابق الساقين؟

(11)  $J(-4, -6), K(6, 2), L(1, 3), M(-4, -1)$

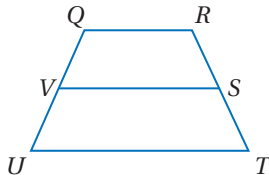
(10)  $A(-2, 5), B(-3, 1), C(6, 1), D(3, 5)$

(13)  $W(-5, -1), X(-2, 2), Y(3, 1), Z(5, -3)$

(12)  $Q(2, 5), R(-2, 1), S(-1, -6), T(9, 4)$

المثال 3

في الشكل المجاور،  $S, V$  نقطتا منتصف الساقين لشبه المنحرف  $QRTU$ .

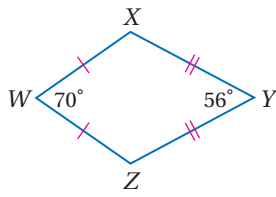


(14) إذا كان  $QR = 12, UT = 22$ ، فأوجد  $VS$ .

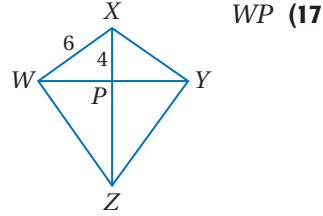
(15) إذا كان  $UT = 12, VS = 9$ ، فأوجد  $QR$ .

(16) إذا كان  $RQ = 5, VS = 11$ ، فأوجد  $UT$ .

إذا كان  $WXYZ$  شكل طائرة ورقية، فأوجد القياس المطلوب في كل مما يأتي :



$m\angle X$  (18)



$WP$  (17)

**برهان:** اكتب برهاناً حرّاً لكلّ من النظريات الآتية :

النظرية 1.23 (21)

النظرية 1.22 (20)

النظرية 1.21 (19)

النظرية 1.26 (23)

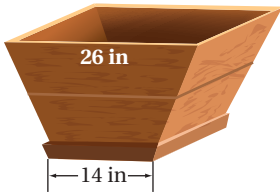
النظرية 1.25 (22)



### الربط مع الحياة

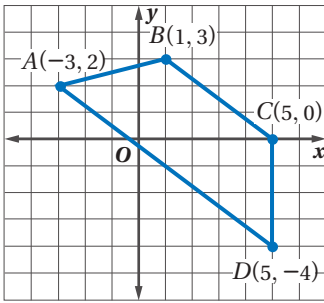
تمتاز الأوص الفخارية بالمسامية والتهوية وصرف المياه الزائدة، ما يسمح بنمو جيد للجذور، وهي من أفضل الأوص الزراعية.

**24 نباتات:** اشترى مشاري أصيصاً زراعياً أوجهه الأربعة على شكل شبه منحرف أبعاده كما في الشكل المجاور. إذا أراد مشاري وضع رف أفقي عند منتصف الأوص؛ لتستند إليه النبتة، فكم يكون عرض هذا الرف؟



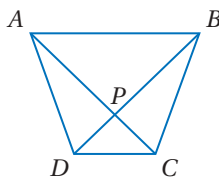
**25 برهان:** اكتب برهاناً إحدائياً للنظرية 1.24.

**26 هندسة إحدائية:** استعن بالشكل الرباعي  $ABCD$  المجاور. (a) بين أن  $ABCD$  شبه منحرف. وحدد ما إذا كان متطابق الساقين. وضح إجابتك.



(b) هل القطعة المتوسطة محتواة في المستقيم الذي معادلته  $y = -x + 1$ ؟ برّر إجابتك.

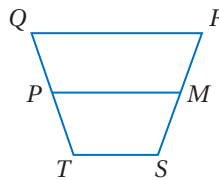
(c) أوجد طول القطعة المتوسطة.



**جبر:** في الشكل المجاور،  $ABCD$  شبه منحرف. أوجد قيمة  $x$  بحيث يكون متطابق الساقين في كلّ مما يأتي:

(27) إذا كان  $AC = 3x - 7$ ,  $BD = 2x + 8$

(28) إذا كان  $m\angle ABC = (4x + 11)^\circ$ ,  $m\angle DAB = (2x + 33)^\circ$



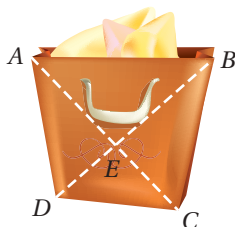
**جبر:** في الشكل المجاور،  $M, P$  نقطتا منتصف الساقين لشبه المنحرف  $QRST$ .

(29) إذا كان  $QR = 16$ ,  $PM = 12$ ,  $TS = 4x$ ، فأوجد قيمة  $x$ .

(30) إذا كان  $TS = 2x$ ,  $PM = 20$ ,  $QR = 6x$ ، فأوجد قيمة  $x$ .

(31) إذا كان  $PM = 2x$ ,  $QR = 3x$ ,  $TS = 10$ ، فأوجد  $PM$ .

(32) إذا كان  $PM = 13$ ,  $QR = 5x + 3$ ,  $TS = 2x + 2$ ، فأوجد  $TS$ .



**تسوّق:** الوجه الجانبي لحقيبة التسوّق المبيّنة جانباً على شكل شبه منحرف متطابق الساقين. إذا كان  $EC = 9$  in,  $DB = 19$  in،  $m\angle ABE = 40^\circ$ ,  $m\angle EBC = 35^\circ$ ، فأوجد كلّ مما يأتي :

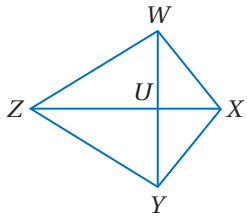
$AC$  (34)

$AE$  (33)

$m\angle EDC$  (36)

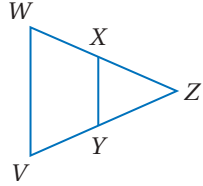
$m\angle BCD$  (35)





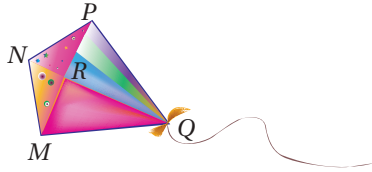
**جبر:** في الشكل المجاور، شكل طائرة ورقية  $WXYZ$ ، شكل طائرة ورقية. (37) إذا كان  $m\angle WXY = 120^\circ$ ،  $m\angle WZY = (4x)^\circ$ ،  $m\angle ZWX = (10x)^\circ$ ، فأوجد  $m\angle ZYX$ .

(38) إذا كان  $m\angle WXY = (13x + 24)^\circ$ ،  $m\angle WZY = 35^\circ$ ،  $m\angle ZWX = (13x + 14)^\circ$ ، فأوجد  $m\angle ZYX$ .



**برهان:** اكتب برهاناً إذا عمودين.

(39) المعطيات:  $\overline{WZ} \cong \overline{ZV}$ ،  $\angle W \cong \angle ZXY$ ،  $\overline{XY}$  تنصف  $\overline{WZ}$  و  $\overline{ZV}$ . المطلوب:  $WXYZ$  شبه منحرف متطابق الساقين.

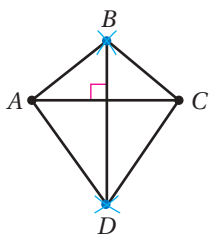


(40) **طائرة ورقية:** استعن بالطائرة الورقية في الشكل المجاور. اكتب باستعمال خصائص شكل الطائرة الورقية برهاناً إذا عمودين لبيان أن  $\triangle MNR$  يطابق  $\triangle PNR$ .

(41) **أشكال فن:** ارسم شكل فن يوضح جميع الأشكال الرباعية متضمناً شبه المنحرف المتطابق الساقين، وشكل الطائرة الورقية وعموم الأشكال الرباعية التي لا أسماء خاصة لها.

**هندسة إحدائية:** حدد ما إذا كان الشكل المعطاة إحداثيات رؤوسه في كل مما يأتي شبه منحرف، أم متوازي أضلاع، أم مستطيلاً، أم مربعاً، أم معيناً، أم هو شكل رباعي فحسب؟ اختر أكثر التسميات تحديداً، ووضح إجابتك.

(42)  $A(-1, 4)$ ,  $B(2, 6)$ ,  $C(3, 3)$ ,  $D(0, 1)$  (43)  $W(-3, 4)$ ,  $X(3, 4)$ ,  $Y(5, 3)$ ,  $Z(-5, 1)$



(44) **تمثيلات متعددة:** سوف تستقصي في هذه المسألة إحدى خصائص شكل الطائرة الورقية.

(a) **هندسياً:** ارسم قطعة مستقيمة. وأنشئ عموداً منصفاً لها لا تنصفه القطعة المستقيمة ولا تساويه طولاً. ثم صل أطراف القطعتين المستقيمتين لتكون الشكل الرباعي  $ABCD$  كما في الشكل المجاور. كرر هذه العملية مرتين، وسمّ الشكليين الرباعيين الجديدين  $PQRS$ ,  $WXYZ$ .

(b) **جدولياً:** انقل الجدول الآتي وأكمه.

الشكل	الضلع	الطول	الضلع	الطول	الضلع	الطول	الضلع	الطول
$ABCD$	$\overline{AB}$		$\overline{BC}$		$\overline{CD}$		$\overline{DA}$	
$PQRS$	$\overline{PQ}$		$\overline{QR}$		$\overline{RS}$		$\overline{SP}$	
$WXYZ$	$\overline{WX}$		$\overline{XY}$		$\overline{YZ}$		$\overline{ZW}$	

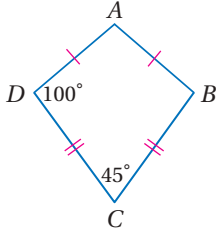
(c) **لفظياً:** اكتب تخميناً حول الشكل الرباعي الذي قطراه متعامدان وغير متطابقين، وأحدهما فقط ينصف الآخر.

**برهان:** اكتب برهاناً إحدائياً لكل من العبارتين الآتيتين:

(45) قطرا شبه المنحرف المتطابق الساقين متطابقان.

(46) القطعة المتوسطة لشبه المنحرف المتطابق الساقين توازي كلا من القاعدتين.

## مسائل مهارات التفكير العليا



**47 اكتشاف الخطأ:** أوجد كل من عادل وسعيد  $m\angle A$  في شكل الطائرة الورقية  $ABCD$  المجاور. هل إجابة أي منهما صحيحة؟ وضح إجابتك.

لسعيد

$$m\angle A = 45^\circ$$

عادل

$$m\angle A = 115^\circ$$

**48 تحد:** إذا كان الضلعان المتوازيان في شبه منحرف محتويين في المستقيمين  $y = x + 4$ ,  $y = x - 8$ ، فما معادلة المستقيم الذي يحتوي القطعة المتوسطة لشبه المنحرف؟

**49 تبرير:** هل العبارة "المربع هو أيضًا شكل طائرة ورقية" صحيحة أحيانًا أم دائمًا أم غير صحيحة أبدًا؟ وضح إجابتك.

**50 مسألة مفتوحة:** ارسم شبه المنحرف  $ABCD$ ، وشبه المنحرف  $FGHJ$  غير المتطابقين وفيهما  $\overline{AC} \cong \overline{FH}$  و  $\overline{BD} \cong \overline{GJ}$ .

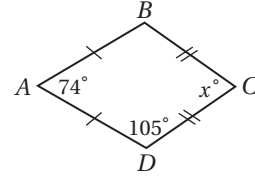
**51 اكتب:** قارن بين خصائص كل من: شبه المنحرف وشبه المنحرف المتطابق الساقين وشكل الطائرة الورقية.

## تدريب على اختبار

**53** ما الشكل الذي يمكن أن يكون مثالاً مضاداً للتخمين الآتي؟  
إذا كان قطراً شكل رباعي متطابقين فإنه مستطيل.

- A المربع
- B المعين
- C متوازي الأضلاع
- D شبه المنحرف المتطابق الساقين

**52** إذا كان  $ABCD$  شكل طائرة ورقية، فما قياس  $\angle C$ ؟



## مراجعة تراكمية

**جبر:** استعن بالمعين  $DFGH$  فيما يأتي: (الدرس 1-5)

**54** إذا كان  $m\angle FGH = 118^\circ$ ، فأوجد  $m\angle MHG$ .

**55** إذا كان  $DM = 4x - 3$ ،  $MG = x + 6$ ، فأوجد  $DG$ .

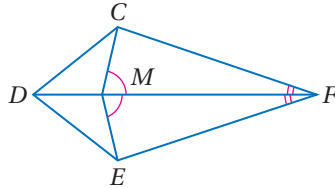
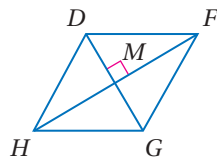
**56** إذا كان  $HM = 12$ ،  $HD = 15$ ، فأوجد  $MG$ .

**57 برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين. (الدرس 1-5)

المعطيات:  $\angle CMF \cong \angle EMF$

$\angle CFM \cong \angle EFM$

المطلوب:  $\triangle DMC \cong \triangle DME$



## استعد للدرس اللاحق

أوجد ميل القطعة المستقيمة المعطاة إحداثيات طرفيها في كل مما يأتي:

(60)  $(y, x)$ ,  $(y, y)$

(59)  $(-x, 5x)$ ,  $(0, 6x)$

(58)  $(x, 4y)$ ,  $(-x, 4y)$

ملخص الفصل

المفاهيم الأساسية

زوايا المضلع (الدرس 1-1)

- يعطى مجموع قياسات الزوايا الداخلية لمضلع محدب بالصيغة  $S = (n - 2) \cdot 180^\circ$ ، حيث  $n$  عدد الأضلاع.
- مجموع قياسات الزوايا الخارجية لمضلع محدب بأخذ زاوية واحدة عند كل رأس يساوي  $360^\circ$ .

خصائص متوازي الأضلاع : (الدرسان 1-2 و 1-3)

- كل ضلعين متقابلين متطابقان.
- كل زاويتين متقابلتين متطابقتان.
- كل زاويتين متحالفتين متكاملتان.
- إذا كانت إحدى الزوايا قائمة، فإنّ الزوايا الأخرى قوائم.
- القطران ينصف كل منهما الآخر.
- قطره يقسمه إلى مثلثين متطابقين.

خصائص المستطيل والمعين والمربع وشبه المنحرف وشكل الطائرة الورقية (الدرس 1-4 إلى 1-6)

- للمستطيل جميع خصائص متوازي الأضلاع. وقطراه متطابقان. وزواياه الأربع قوائم.
- للمعين جميع خصائص متوازي الأضلاع. وجميع أضلاعه متطابقة، وقطراه متعامدان، وينصفان زواياه.
- للمربع جميع خصائص متوازي الأضلاع والمستطيل والمعين.
- زاويتا كل قاعدة في شبه المنحرف المتطابق الساقين متطابقتان، والقطران متطابقان أيضاً.
- قطرا شكل الطائرة الورقية متعامدان، ويوجد فيه زوج واحد فقط من الزوايا المتقابلة المتطابقة هما الزاويتان المحصورتان بين كل ضلعين متجاورين غير متطابقين.

منظم أفكار

المطويات



تأكد من أن المفاهيم الأساسية مدونة في مطويتك.

المضردات الأساسية

- القطر (ص. 12)      ساقا شبه المنحرف (ص. 52)
- متوازي الأضلاع (ص. 21)      زاويتا القاعدة (ص. 52)
- المستطيل (ص. 38)      شبه المنحرف
- المعين (ص. 44)      المتطابق الساقين (ص. 52)
- المربع (ص. 45)      القطعة المتوسطة
- شبه المنحرف (ص. 52)      لشبه المنحرف (ص. 54)
- قاعدتا شبه المنحرف (ص. 52)      شكل الطائرة الورقية (ص. 55)

اختبار المضردات

بين ما إذا كانت كل جملة مما يأتي صحيحة أو غير صحيحة، وإذا كانت غير صحيحة فاستبدل بالكلمة التي تحتها خط كلمة من القائمة أعلاه؛ لتجعل الجملة صحيحة:

- 1) زاويتا قاعدة شبه المنحرف متطابقتان.
- 2) إذا كان متوازي الأضلاع مستطيلاً، فإنّ قطريه متطابقان.
- 3) القطعة المتوسطة لشبه المنحرف تصل بين رأسين غير متتالين فيه.
- 4) قاعدة شبه المنحرف هي إحدى ضلعيه المتوازيين.
- 5) قطرا المعين متعامدان.
- 6) قطر شبه المنحرف قطعة مستقيمة تصل بين نقطتي منتصف ساقيه.
- 7) المستطيل يكون دائماً متوازي أضلاع.
- 8) الشكل الرباعي الذي فيه زوج واحد من الأضلاع المتوازية هو متوازي أضلاع.

9) المعين الذي إحدى زواياه قائمة مستطيل.

10) ساق شبه المنحرف هو أحد ضلعيه غير المتوازيين.

مراجعة الدروس

1-1 زوايا المضلع (ص 19-12)

أوجد مجموع قياسات الزوايا الداخلية في كل من المضلعين المحددتين الآتين:

(11) العشاري.

(12) ذو 15 ضلعًا.

(13) زخرفة: يمثل نموذج الزخرفة المجاور شكلًا سداسيًا منتظمًا. أوجد مجموع قياسات زواياه الداخلية.



أوجد عدد أضلاع المضلع المنتظم المعطى قياس إحدى زواياه الداخلية في كل مما يأتي:

(14)  $135^\circ$

(15)  $168^\circ$

مثال 1

أوجد مجموع قياسات الزوايا الداخلية لمضلع محدب عدد أضلاعه 22 ضلعًا.

$$\begin{aligned} S &= (n-2) \cdot 180^\circ \\ &= (22-2) \cdot 180^\circ \\ &= 20 \cdot 180^\circ \\ &= 3600^\circ \end{aligned}$$

بكتابة معادلة  
بالتعويض  
بالطرح  
بالضرب

مثال 2

قياس زاوية داخلية لمضلع منتظم 157.5. أوجد عدد أضلاعه.

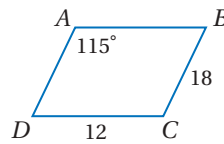
$$\begin{aligned} 157.5n &= (n-2) \cdot 180^\circ \\ 157.5^\circ n &= 180^\circ n - 360^\circ \\ -22.5^\circ n &= -360^\circ \\ n &= 16 \end{aligned}$$

بكتابة المعادلة  
خاصية التوزيع  
بالطرح  
بالقسمة

إذن عدد أضلاع المضلع 16 ضلعًا.

1-2 متوازي الأضلاع (ص 28-21)

استعمل  $\square ABCD$  المبيّن جانبًا لإيجاد كل مما يأتي:



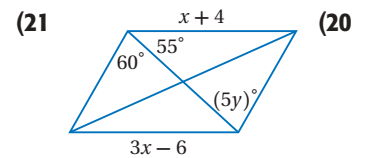
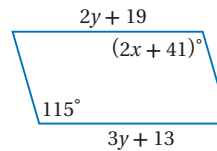
(16)  $m\angle ADC$

(17) AD

(18) AB

(19)  $m\angle BCD$

جبر: أوجد قيمتي  $x, y$  في كل من متوازي الأضلاع الآتين:

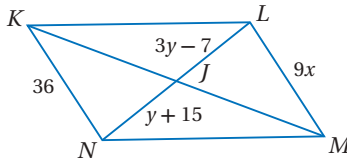


(22) تصميم: ما المعطيات الضرورية لتحديد ما إذا كانت الأجزاء المكونة للنمط أدناه متوازيات أضلاع؟



مثال 3

جبر: إذا كان  $KLMN$  متوازي أضلاع، فأوجد قيمة المتغير في كل مما يأتي:



x (a)

$$\begin{aligned} \overline{KN} &\cong \overline{LM} \\ KN &= LM \\ 36 &= 9x \\ 4 &= x \end{aligned}$$

الأضلاع المتقابلة في  $\square$  متطابقة  
تعريف تطابق القطع المستقيمة  
بالتعويض  
بالقسمة

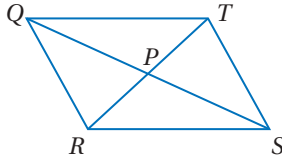
y (b)

$$\begin{aligned} \overline{NJ} &\cong \overline{JL} \\ NJ &= JL \\ y + 15 &= 3y - 7 \\ -2y &= -22 \\ y &= 11 \end{aligned}$$

قطرا  $\square$  ينصف كل منهما الآخر  
تعريف تطابق القطع المستقيمة  
بالتعويض  
بالطرح  
بالقسمة

## مثال 4

إذا كان  $TP = 4x + 2$ ,  $QP = 6 - 2y$ ,  $PS = 12 - 5y$ ،  
 $PR = 6x - 4$ ، فأوجد قيمتي  $x, y$  بحيث يكون  $QRST$   
متوازي أضلاع.



أوجد قيمة  $x$  بحيث تكون  $\overline{TP} \cong \overline{PR}$  وقيمة  $y$  بحيث تكون  
 $\overline{QP} \cong \overline{PS}$ .

تعريف تطابق القطع المستقيمة

$$TP = PR$$

بالتعويض

$$4x + 2 = 6x - 4$$

بالطرح

$$-2x = -6$$

بالقسمة

$$x = 3$$

تعريف تطابق القطع المستقيمة

$$QP = PS$$

بالتعويض

$$6 - 2y = 12 - 5y$$

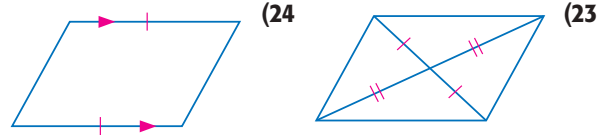
بالطرح

$$3y = 6$$

بالقسمة

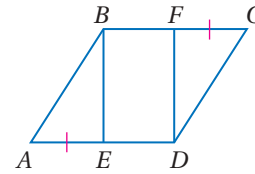
$$y = 2$$

حدّد ما إذا كان الشكل الرباعي في كل مما يأتي متوازي أضلاع أم لا.  
برّر إجابتك.

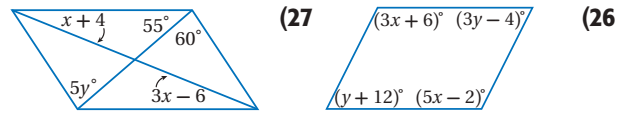


(25) برهان: اكتب برهاناً ذا عمودين.

المعطيات:  $\square ABCD$ ,  $\overline{AE} \cong \overline{CF}$   
المطلوب:  $EBFD$  متوازي أضلاع.

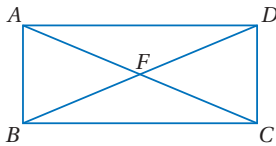


جبر: أوجد قيمتي  $x, y$  في كل مما يأتي بحيث يكون الشكل  
الرباعي متوازي أضلاع.



## مثال 5

جبر: في المستطيل  $ABCD$  أدناه، إذا كان  
 $m\angle ADB = (4x + 8)^\circ$ ،  $m\angle DBA = (6x + 12)^\circ$   
فأوجد قيمة  $x$ .



بما أنّ  $ABCD$  مستطيل، فإنّ  $m\angle ABC = 90^\circ$ ، وبما أنّ الأضلاع  
المتقابلة في المستطيل متوازية، والزوايا المتبادلة داخلياً بالنسبة  
للقطرين متطابقة، فإنّ  $\angle DBC \cong \angle ADB$ ، ومن تعريف التطابق  
 $m\angle DBC = m\angle ADB$

$$\text{مسلمة جمع الزوايا} \quad m\angle DBC + m\angle DBA = 90^\circ$$

$$\text{بالتعويض} \quad m\angle ADB + m\angle DBA = 90^\circ$$

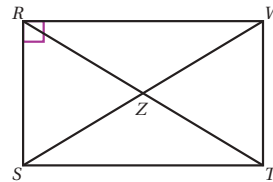
$$\text{بالتعويض} \quad (4x + 8)^\circ + (6x + 12)^\circ = 90^\circ$$

$$\text{بالجمع} \quad 10x^\circ + 20^\circ = 90^\circ$$

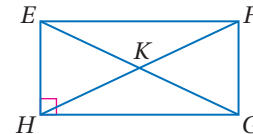
$$\text{بالطرح} \quad 10x^\circ = 70^\circ$$

$$\text{بالقسمة} \quad x = 7$$

(28) جبر: الشكل الرباعي  $RSTW$  مستطيل، إذا كان  
 $SW = (5x - 20)$  in،  $RZ = (2x + 5)$  in  
فأوجد  $x$ ؟



جبر: استعن بالمستطيل  $EFGH$  أدناه.



(29) إذا كان  $m\angle FEG = 57^\circ$ ، فأوجد  $m\angle GEH$ .

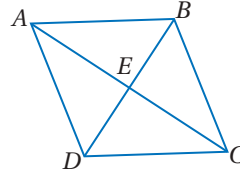
(30) إذا كان  $m\angle HGE = 13^\circ$ ، فأوجد  $m\angle FGE$ .

(31) إذا كان  $FK = 32$  ft، فأوجد  $EG$ .

(32) أوجد  $m\angle HEF + m\angle EFG$ .

1-5 المعين والمربع (ص 44-51)

**جبر:** في المعين  $ABCD$ ، إذا كان  $EB = 9$ ،  $AB = 12$ ،  $m\angle ABD = 55^\circ$ ، فأوجد كل ما يأتي:

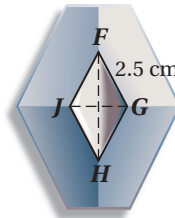


$AE$  (33)

$m\angle BDA$  (34)

$CE$  (35)

$m\angle ACB$  (36)



**(37) شعار:** تتخذ شركة سيارات الشكل المجاور علامة تجارية لها. إذا كان شكل العلامة التجارية معيناً، فما طول  $\overline{FJ}$ ؟

**هندسة إحداثية:** حدّد ما إذا كان  $QRST$  المعطاة إحداثيات رؤوسه في كل مما يأتي معيناً أو مستطيلاً أو مربعاً. اكتب جميع التسميات التي تنطبق عليه. ووضّح إجابتك.

$Q(12, 0)$ ,  $R(6, -6)$ ,  $S(0, 0)$ ,  $T(6, 6)$  (38)

$Q(-2, 4)$ ,  $R(5, 6)$ ,  $S(12, 4)$ ,  $T(5, 2)$  (39)

مثال 6

يتقاطع قطرا المعين  $QRST$  عند النقطة  $P$ . استعمل المعطيات لإيجاد المطلوب في كل مما يأتي:

(a) **جبر:** إذا كان  $QT = x + 7$ ،  $TS = 2x - 9$ ، فأوجد قيمة  $x$ .

تعريف المعين  $\overline{QT} \cong \overline{TS}$

تعريف تطابق القطع المستقيمة  $QT = TS$

بالتعويض  $x + 7 = 2x - 9$

بالطرح  $-x = -16$

بالقسمة  $x = 16$

(b) إذا كان  $m\angle QTS = 76^\circ$ ، فأوجد  $m\angle TSP$ .

بما أنّ  $\overline{TR}$  تنصّف  $\angle QTS$ ، فإنّ  $m\angle PTS = \frac{1}{2} m\angle QTS$ .

لذلك  $m\angle PTS = \frac{1}{2}(76) = 38^\circ$ ، وبما أنّ قطري المعين متعامدان، فإنّ  $m\angle TPS = 90^\circ$ .

$m\angle PTS + m\angle TPS + m\angle TSP = 180^\circ$  نظرية مجموع

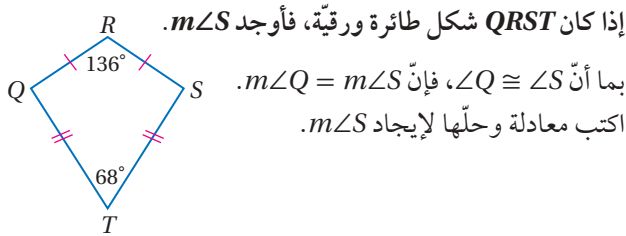
قياسات زوايا المثلث

بالتعويض  $38^\circ + 90^\circ + m\angle TSP = 180^\circ$

بالجمع  $128^\circ + m\angle TSP = 180^\circ$

بالطرح  $m\angle TSP = 52^\circ$

مثال 7



إذا كان  $QRST$  شكل طائرة ورقية، فأوجد  $m\angle S$ .

بما أنّ  $\angle Q \cong \angle S$ ، فإنّ  $m\angle Q = m\angle S$ . اكتب معادلة وحلّها لإيجاد  $m\angle S$ .

$m\angle Q + m\angle R + m\angle S + m\angle T = 360^\circ$  نظرية مجموع

قياسات الزوايا

الداخلية للمضلع

بالتعويض  $m\angle S + 136^\circ + m\angle S + 68^\circ = 360^\circ$

بالتبسيط  $2m\angle S + 204^\circ = 360^\circ$

بالطرح  $2m\angle S = 156^\circ$

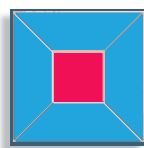
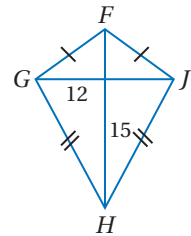
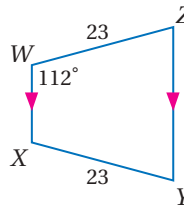
بالقسمة  $m\angle S = 78^\circ$

1-6 شبه المنحرف وشكل الطائرة الورقية (ص 60-62)

أوجد القياس المطلوب في كل من السؤالين الآتيين:

$m\angle Z$  (41)

$GH$  (40)



**(42) تصميم:** استعن بقطعة البلاط المربعة

الشكل المبينة جانباً في السؤالين الآتيين:

(a) صف طريقة لتحديد ما إذا كانت

أشكال شبه المنحرف الظاهرة في

البلاطة متطابقة الساقين؟

(b) إذا كان محيط البلاطة 48 in، ومحيط المربع الأحمر

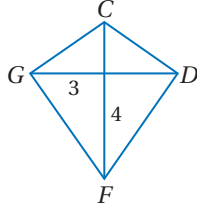
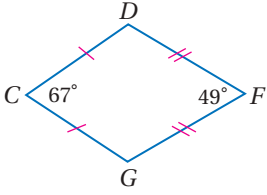
16 in، فما محيط أحد أشكال شبه المنحرف؟



إذا كان  $CDGF$  على شكل طائرة ورقية، فأوجد القياس المطلوب في كل من السؤالين الآتيين:

$$m\angle D \quad (13)$$

$$GF \quad (12)$$



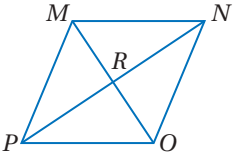
**جبر:** استعن بالمعين  $MNOP$ ، للإجابة عن الأسئلة الآتية:

$$m\angle MRN \quad (14)$$

(15) إذا كان  $PR = 12$ ، فأوجد  $RN$ .

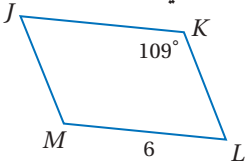
(16) إذا كان  $m\angle PON = 124^\circ$ ،

فأوجد  $m\angle POM$ .



(17) **إنشاءات:** تبني عائلة صالح ملحقاً للمنزل، وتركت فتحة لنافذة جديدة. فإذا قاس الصالح الأضلاع المتقابلة فوجدها متطابقة. وقاس القطرين فوجدهما متطابقين، فهل يمكنه القول: إن فتحة النافذة تمثل مستطيلاً؟ وضح إجابتك.

استعمل  $\square JKLM$  المبيّن جانباً لإيجاد كل مما يأتي:

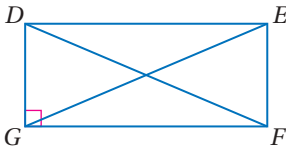


$$m\angle JML \quad (18)$$

$$JK \quad (19)$$

$$m\angle KLM \quad (20)$$

**جبر:** استعن بالمستطيل  $DEFG$  للإجابة عن الأسئلة الآتية:

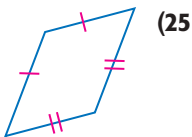


(21) إذا كان  $DF = 2(x + 5) - 7$ ،  $EG = 3(x - 2)$ ، فأوجد  $EG$ .

(22) إذا كان  $m\angle EDF = (5x - 3)^\circ$ ،  $m\angle DFG = (3x + 7)^\circ$ ، فأوجد  $m\angle EDF$ .

(23) إذا كان  $DE = 14 + 2x$ ،  $GF = 4(x - 3) + 6$ ، فأوجد  $GF$ .

حدّد ما إذا كان الشكل الرباعي متوازي أضلاع أم لا في كل مما يأتي. برّر إجابتك.



(25)



(24)

أوجد مجموع قياسات الزوايا الداخلية في كل من المضلعين المحدبين الآتيين:

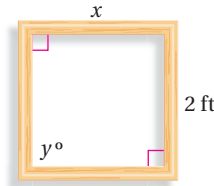
(2) ذو 16 ضلعاً

(1) السداسي

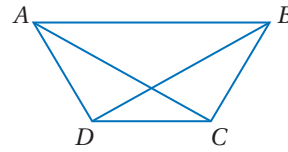
(3) **فن:** تصنع جمانة إطاراً لتبسط عليه قطعة قماش وترسم عليها بألوان زيتية. ثبتت جمانة أربع قطع من الخشب بعضها ببعض واعتقدت أنها ستمثل مربعاً.

(a) كيف يمكنها التحقق من أن الإطار مربع؟

(b) إذا كانت أبعاد الإطار كما في الشكل، فأوجد القياسات المجهولة.



الشكل الرباعي  $ABCD$  شبه منحرف متطابق الساقين.



(4) ما الزاوية التي تطابق  $\angle C$ ؟

(5) ما الضلع الذي يوازي  $\overline{AB}$ ؟

(6) ما القطعة المستقيمة التي تطابق  $\overline{AC}$ ؟

أوجد عدد أضلاع المضلع المنتظم المعطى مجموع قياسات زواياه في كل مما يأتي:

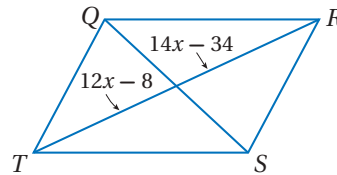
$$1980^\circ \quad (8)$$

$$900^\circ \quad (7)$$

$$5400^\circ \quad (10)$$

$$2880^\circ \quad (9)$$

(11) **اختيار من متعدّد:** إذا كان  $QRST$  متوازي أضلاع، فما قيمة  $x$ ؟



$$13 \quad \text{C}$$

$$11 \quad \text{A}$$

$$14 \quad \text{D}$$

$$12 \quad \text{B}$$

## تطبيق التعريفات والخصائص



يتطلب حل كثير من المسائل الهندسية في الاختبارات تطبيق التعريفات والخصائص. استعمل هذه الصفحة والتي تليها للتدرّب على تطبيق التعريفات والخصائص عند حل أسئلة الهندسة ذات الإجابات المطولة.

### استراتيجيات تطبيق التعريفات والخصائص

#### الخطوة 1

- اقرأ نص السؤال بعناية.
- حدّد المطلوب في المسألة.
- ادرس الأشكال المعطاة في المسألة.
- اسأل نفسك: ما خصائص هذا الشكل التي يمكنني تطبيقها لحل المسألة؟

#### الخطوة 2

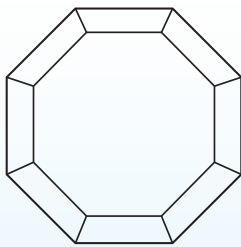
- حل المسألة.
- حدّد التعريفات أو المفاهيم الهندسية التي يمكنك استعمالها لمساعدتك على إيجاد القيم المجهولة في المسألة.
- استعمل التعريفات وخصائص الأشكال لكتابة معادلة وحلها.

#### الخطوة 3

- تحقق من إجابتك.

#### مثال

اقرأ المسألة جيداً، وحدّد المطلوب فيها. ثم استعمل المعطيات لحلها.



يصنع خالد إطاراً خشبياً على شكل ثماني منتظم محيطه 288 cm.

- ما طول كل لوح خشبي يشكّل ضلعاً للإطار؟
- ما الزاوية التي سيُقطع بها كل لوح عند طرفيه الخارجيين حتى تتلاءم الألواح بعضها مع بعض وتشكّل الإطار؟ وضح إجابتك.

(a) طول كل ضلع من أضلاع الإطار أو طول كل لوح خشبي.

الخطوة 1: اقرأ المسألة بعناية، علمت أن الألواح ستشكل ثمانية منتظماً محيطه 288 cm. والمطلوب إيجاد طول كل لوح خشبي.

**الخطوة 2:** حل المسألة، لإيجاد طول كل لوح، اقسّم المحيط على عدد الألواح.

$$288 \div 8 = 36$$

إذن طول كل لوح يجب أن يكون 36 cm.

**الخطوة 3:** تحقق من حلك بإيجاد محيط المضلع: محيط المضلع المنتظم = عدد الأضلاع × طول الضلع الواحد

$$8 \times 36 \text{ cm} = 288 \text{ cm} \checkmark$$

(b) قياس الزاوية التي سيقطع بها كل لوح عند طرفيه الخارجيين حتى تتلاءم الألواح وتشكل الإطار.

**الخطوة 1:** المطلوب إيجاد قياس الزاوية التي ستقطع بها الألواح عند أطرافها حتى يتلاءم بعضها مع بعض تمامًا.

**الخطوة 2:** حل المسألة، استعمل خاصية مجموع قياسات الزوايا الداخلية للمضلع المحدّب لإيجاد قياس زاوية داخلية للثماني المنتظم.

أوجد أولاً المجموع  $S$  لقياسات الزوايا الداخلية.

$$S = (n - 2) \cdot 180^\circ$$

$$= (8 - 2) \cdot 180^\circ$$

$$= 1080^\circ$$

إذن قياس الزاوية الداخلية للثماني المنتظم يساوي  $1080^\circ \div 8 = 135^\circ$ . وبما أنه سيستعمل لوحان لتشكيل كل رأس للإطار،

فإن كل طرف للألواح سيقطع بزاوية قياسها  $135^\circ \div 2 = 67.5^\circ$ .

**الخطوة 3:** تحقق من حلك بالحل عكسيًا

أوجد عدد أضلاع المضلع المنتظم ( $n$ ) الذي قياس زاويته الداخلية  $135^\circ$ .

$$135^\circ = \frac{(n-2) \cdot 180^\circ}{n}$$

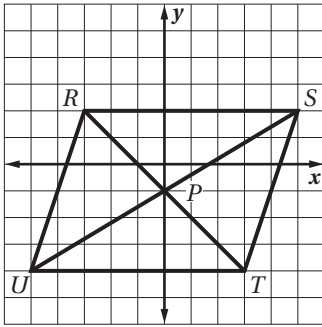
$$135^\circ n = 180^\circ n - 360^\circ$$

$$-45^\circ n = -360^\circ$$

$$n = 8 \checkmark$$

## تمارين ومسائل

(3) استعن بالتمثيل البياني أدناه في كل من السؤالين الآتيين:



(a) هل ينصّف قطرا الشكل الرباعي  $RSTU$  كل منهما الآخر؟

استعمل صيغة المسافة بين نقطتين للتحقق من إجابتك.

(b) ما نوع الشكل الرباعي  $RSTU$ ؟ وضح إجابتك باستعمال

خصائص هذا النوع من الأشكال الرباعية أو تعريفه.

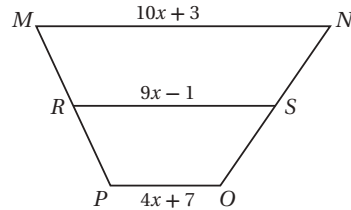
(4) ما مجموع قياسات الزوايا الخارجيّة للثماني المنتظم؟

اقرأ كل مسألة مما يأتي، وحدّد المطلوب. ثم استعمل المعطيات

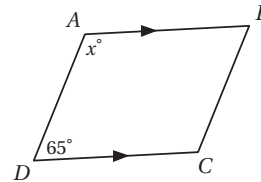
لحلها، وبيّن خطوات حلك:

(1) قطعة متوسطة لشبه المنحرف  $MNOP$ .

ما طول  $\overline{RS}$ ؟

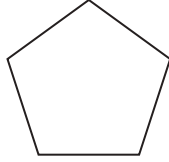


(2) إذا كان  $\overline{AB} \parallel \overline{DC}$ ، فأوجد قيمة  $x$ .



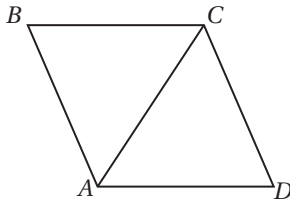
### أسئلة الاختيار من متعدد

(4) ما قياس كل زاوية داخلية في الخماسي المنتظم؟



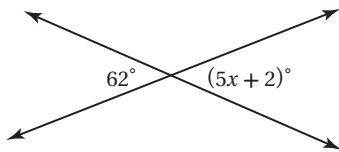
- 120° C                      96° A  
135° D                      108° B

(5) الشكل الرباعي ABCD معين، فيه  $m\angle BCD = 120^\circ$ ، أوجد  $m\angle DAC$ .



- 90° C                      30° A  
120° D                      60° B

(6) ما قيمة  $x$  في الشكل أدناه؟



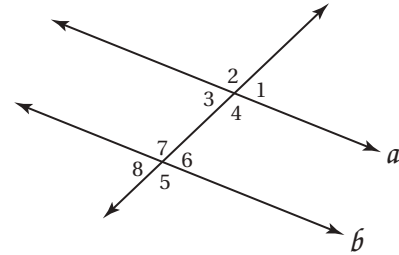
- 14 C                      10 A  
15 D                      12 B

(7)  $\overline{DT}$ ،  $\overline{AE}$  قطران للمستطيل DATE يتقاطعان في S. إذا كان  $AE = 40$ ،  $ST = x + 5$ ، فما قيمة  $x$ ؟

- 15 C                      35 A  
10 D                      25 B

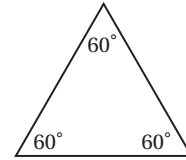
اقرأ كل سؤال مما يأتي، ثم اكتب رمز الإجابة الصحيحة.

(1) إذا كان  $a \parallel b$ ، فأَيُّ العبارات الآتية ليست صحيحة؟



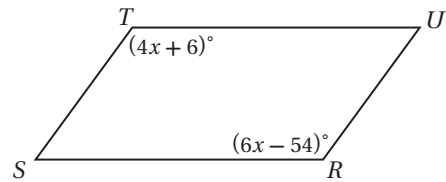
- $\angle 2 \cong \angle 5$  C                       $\angle 1 \cong \angle 3$  A  
 $\angle 8 \cong \angle 2$  D                       $\angle 4 \cong \angle 7$  B

(2) صنف المثلث أدناه تبعاً لقياسات زواياه. اختر المصطلح الأنسب.



- حادّ الزوايا A                      منفرج الزاوية C  
متطابق الزوايا B                      قائم الزاوية D

(3) أوجد قيمة  $x$  في متوازي الأضلاع RSTU.

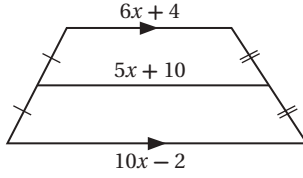


- 25 C                      12 A  
30 D                      18 B

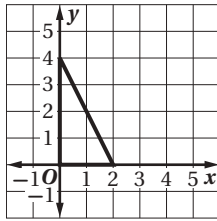
### إرشادات للاختبار

السؤال 3: استعمل خصائص متوازي الأضلاع لحل المسألة. كل زاويتين متقابلتين متطابقتان.

12) أوجد قيمة  $x$  في الشكل أدناه. وقرب الإجابة إلى أقرب عُشر إن كان ذلك ضروريًا.



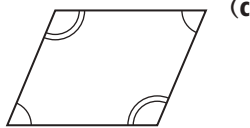
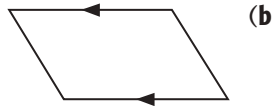
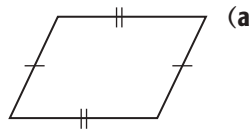
13) ما إحداثيات مركز الدائرة التي تمر برؤوس المثلث أدناه؟



### أسئلة ذات إجابات مطولة

اكتب إجابتك في ورقة الإجابة مبينًا خطوات الحل.

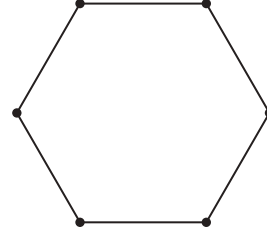
14) هل يمكنك إثبات أن كل شكل مما يأتي متوازي أضلاع؟ إذا لم تستطع ذلك، فاذكر المعطيات الإضافية التي ستحتاج إليها لإثبات أنه متوازي أضلاع. ووضح تبريرك.



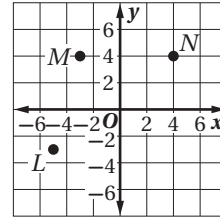
### أسئلة ذات إجابات قصيرة

اكتب إجابتك في ورقة الإجابة.

8) تشكّل أعمدة خيمة رؤوس سداسي منتظم، ما قياس الزاوية المتكوّنة عند أيّ من أركان الخيمة؟



9) ما إحداثيات الرأس الرابع لشبه المنحرف المتطابق الساقين  $LMNJ$ ؟ بيّن خطوات الحل.



10) ماذا نسمي متوازي الأضلاع إذا كان قطراه متعامدين؟ وضح إجابتك.

11) حدّد ما إذا كانت النتيجة صحيحة أم لا فيما يأتي اعتمادًا على المعطيات. فسّر تبريرك.

المعطيات: إذا كان العدد يقبل القسمة على 9، فإنه يقبل القسمة على 3.

العدد 144 يقبل القسمة على 9.

النتيجة: العدد 144 يقبل القسمة على 3.

### هل تحتاج إلى مساعدة إضافية؟

14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	إذا لم تستطع الإجابة عن السؤال..
1-3	مهارة سابقة	1-6	مهارة سابقة	1-5	1-6	1-1	1-4	مهارة سابقة	1-5	1-1	1-2	مهارة سابقة	مهارة سابقة	فعد إلى الدرس..



**فيما سبق:**

درست النسبة والتناسب وتطبيقاتهما الحياتية.

**والآن:**

■ أتعرف المضلعات المتشابهة، وأستعمل النسبة والتناسب لحل المسائل.

**لماذا؟**

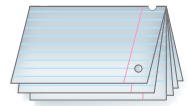
تصميم: يتم تصميم بعض المجسمات والمباني لتشابه أشياء مشهورة بحيث يكون هناك تناسب بين الأطوال في تلك المجسمات ونظيراتها في الشكل الأصلي.



منظم أفكار **المطويات**

التشابه: اعمل هذه المطوية؛ لتساعدك على تنظيم ملاحظتك حول الفصل 2، مبتدئاً بثلاث أوراق من دفتر الملاحظات.

- 1 اطو كلاً من الأوراق الثلاث من المنتصف.
- 2 قص الأوراق على طول خط الطي.
- 3 قص الجانب الأيسر لكل ورقة؛ لعمل شرائط فهرسة، ثم تبت الحافة اليمنى؛ بحيث تشكل الأوراق دفترًا.
- 4 اكتب عنوان الفصل على الصفحة الأولى، وأرقام الدروس على الأشرطة، وخصص الصفحة الأخيرة للمضردات الجديدة.







## التهيئة للفصل 2

تشخيص الاستعداد :

أجب عن الاختبار الآتي. انظر المراجعة السريعة قبل الإجابة عن الاختبار.

### مراجعة سريعة

#### مثال 1

حل المعادلة:  $\frac{4x-3}{5} = \frac{2x+11}{3}$

المعادلة الأصلية  $\frac{4x-3}{5} = \frac{2x+11}{3}$

خاصية الضرب التبادلي  $3(4x-3) = 5(2x+11)$

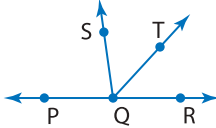
خاصية التوزيع  $12x-9 = 10x+55$

خاصية الجمع والطرح للمساواة  $2x = 64$

خاصية القسمة للمساواة  $x = 32$

#### مثال 2

في الشكل أدناه،  $\overrightarrow{QP}$ ،  $\overrightarrow{QR}$  نصفان مستقيمان متعاكسان، و  $\overrightarrow{QT}$  ينصف  $\angle SQR$ ، إذا كان:  $m\angle SQR = (6x+8)^\circ$ ، فأوجد  $m\angle SQT$  و  $m\angle TQR = (4x-14)^\circ$



بما أن  $\overrightarrow{QT}$  ينصف  $\angle SQR$ ، فإن:

تعريف منصف الزاوية  $m\angle SQR = 2(m\angle TQR)$

بالتعويض  $6x+8 = 2(4x-14)$

خاصية التوزيع  $6x+8 = 8x-28$

خاصية الطرح للمساواة  $-2x = -36$

خاصية القسمة للمساواة  $x = 18$

وبما أن  $\overrightarrow{QT}$  ينصف  $\angle SQR$ ، فإن:

تعريف منصف الزاوية  $m\angle SQT = m\angle TQR$

بالتعويض  $m\angle SQT = 4x-14$

بالتعويض عن  $x=18$  والتبسيط  $m\angle SQT = 58^\circ$

### اختبار سريع

حل كلاً من المعادلات الآتية:

(1)  $\frac{3x}{8} = \frac{6}{x}$

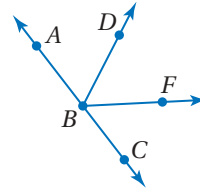
(2)  $\frac{7}{3} = \frac{x-4}{6}$

(3)  $\frac{x+9}{2} = \frac{3x-1}{8}$

(4)  $\frac{3}{2x} = \frac{3x}{8}$

(5) **تعليم:** نسبة عدد الطلاب إلى عدد المعلمين في مدرسة هي 17 إلى 1. إذا كان عدد طلاب المدرسة 1088 طالباً، فما عدد المعلمين؟

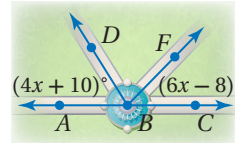
**جبر:** في الشكل أدناه،  $\overrightarrow{BA}$ ،  $\overrightarrow{BC}$  نصفان مستقيمان متعاكسان، و  $\overrightarrow{BD}$  ينصف  $\angle ABF$ . (مهارة سابقة)



(6) إذا كان:  $m\angle ABF = (3x-8)^\circ$ ،  $m\angle ABD = (x+14)^\circ$ ، فأوجد  $m\angle CBD$

(7) إذا كان:  $m\angle FBC = (2x+25)^\circ$ ،  $m\angle ABF = (10x-1)^\circ$ ، فأوجد  $m\angle DBF$

(8) **حدائق:** يخطط مهندس لإضافة ممرات تصل إلى نافورة كما هو مبين أدناه، إذا كان  $\overrightarrow{BA}$ ،  $\overrightarrow{BC}$  نصفان مستقيمان متعاكسين و  $\overrightarrow{BD}$  ينصف  $\angle ABF$ ، فأوجد  $m\angle FBC$



# المضلعات المتشابهة

## Similar Polygons

رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa



### لماذا؟

يزن بعض الأشخاص شاشات حواسيبهم باستعمال صور شخصية لهم، وذلك بوضع صورة بحجمها الأصلي في وسط الشاشة، أو بتكبيرها لتملأ الشاشة، إلا أن الطريقة الثانية تُظهر الصورة مشوهة؛ لأن الصورة الأصلية والصورة الجديدة لا تكونان متشابهتين هندسيًا.

**تحديد المضلعات المتشابهة:** المضلعات المتشابهة لها الشكل نفسه، ولكن ليس بالضرورة أن يكون لها القياسات نفسها.

### فيما سبق:

درست استعمال التناسب لحل المسائل.

(مهارة سابقة)

### والآن:

■ استعمل التناسب لتحديد المضلعات المتشابهة.

■ أحل مسائل باستعمال خصائص المضلعات المتشابهة.

### المضردات:

المضلعات المتشابهة

similar polygons

معامل التشابه

scale factor

نسبة التشابه

similarity ratio

أضف إلى

مطوبتك

### المضلعات المتشابهة

### مفهوم أساسي

يتشابه مضلعان إذا وفقط إذا كانت زواياهما المتناظرة متطابقة، وأطوال أضلاعهما المتناظرة متناسبة.

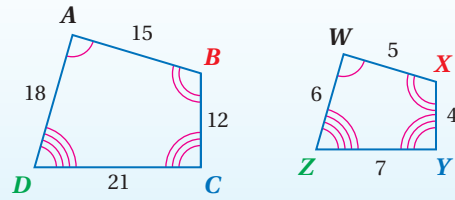
مثال: في الشكل أدناه،  $ABCD$  يشابه  $WXYZ$ .

الزوايا المتطابقة:

$$\angle A \cong \angle W, \angle B \cong \angle X, \angle C \cong \angle Y, \angle D \cong \angle Z$$

التناسب:

$$\frac{AB}{WX} = \frac{BC}{XY} = \frac{CD}{YZ} = \frac{DA}{ZW} = \frac{3}{1}$$



الرموز:  $ABCD \sim WXYZ$

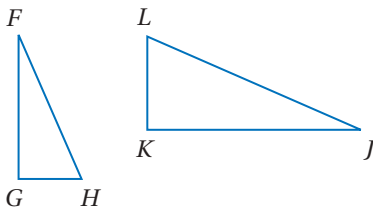
وكما هو الحال في عبارة التطابق، فإن ترتيب الرؤوس في عبارة التشابه مثل  $ABCD \sim WXYZ$  مهم جدًا؛ لأنه يحدد الزوايا المتناظرة والأضلاع المتناظرة.

### استعمال عبارة التشابه

### مثال 1

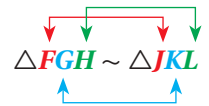
إذا كان  $\triangle FGH \sim \triangle JKL$ ، فاكتب جميع أزواج الزوايا المتطابقة، واكتب تناسبًا يربط بين الأضلاع المتناظرة.

استعمل عبارة التشابه.



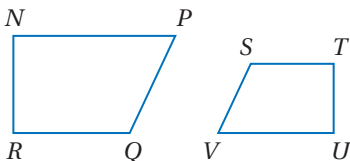
الزوايا المتطابقة:  $\angle F \cong \angle J, \angle G \cong \angle K, \angle H \cong \angle L$

التناسب:  $\frac{FG}{JK} = \frac{GH}{KL} = \frac{HF}{LJ}$



### تحقق من فهمك

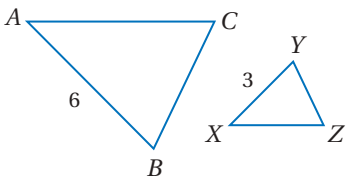
1) إذا كان  $NPQR \sim UVST$ ، فاكتب جميع أزواج الزوايا المتطابقة، واكتب تناسبًا يربط بين الأضلاع المتناظرة.



### قراءة الرياضيات

الرموز  $\sim$  و  $\cong$ :

يقرأ الرمز  $\sim$  يشابه، ويقرأ الرمز  $\cong$  لا يشابه، أو ليس مشابهًا.



النسبة بين طولي ضلعين متناظرين لمضلعين متشابهين تُسمى **معامل التشابه** أو (عامل المقياس). ويعتمد معامل التشابه على ترتيب المقارنة.

ففي الشكل المجاور  $\triangle ABC \sim \triangle XYZ$

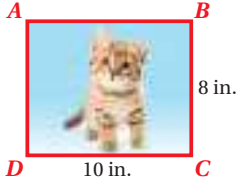
ومعامل تشابه  $\triangle ABC$  إلى  $\triangle XYZ$  يساوي  $\frac{6}{3}$  أو 2

بينما معامل تشابه  $\triangle XYZ$  إلى  $\triangle ABC$  يساوي  $\frac{3}{6}$  أو  $\frac{1}{2}$

معامل التشابه بين مضلعين متشابهين يسمى **نسبة التشابه** أحياناً

### تحديد المضلعات المتشابهة

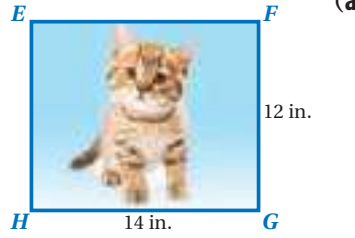
### مثال 2 من واقع الحياة



**صور:** يريد كمال أن يستعمل الصورة المستطيلة الشكل المجاورة خلفيّة لشاشة الحاسوب، ولكنه يحتاج لتغيير أبعادها، حدّد ما إذا كانت كلٌّ من الصورتين المستطيلتين الآتيتين مشابهةً لها أم لا؟ وإذا كانت كذلك، فاكتب عبارة التشابه ومعامل التشابه. وضح إجابتك.



(b)



(a)

(a) **الخطوة 1:** قارن الزوايا المتناظرة.

بما أن جميع زوايا المستطيل قوائم، والزوايا القوائم متطابقة، فإن الزوايا المتناظرة متطابقة.

**الخطوة 2:** قارن النسب بين أطوال الأضلاع المتناظرة.

$$\frac{BC}{FG} = \frac{8}{12} = \frac{2}{3} \quad \frac{DC}{HG} = \frac{10}{14} = \frac{5}{7}$$

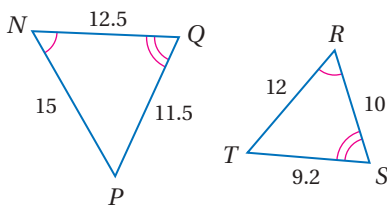
وحيث إن  $\frac{5}{7} \neq \frac{2}{3}$ ، فإن الأضلاع المتناظرة غير متناسبة، وعليه فإن  $ABCD \not\sim EFGH$  إذن فالصورتان غير متشابهتين.

(b) **الخطوة 1:** بما أن  $ABCD, JKLM$  مستطيلان، فإن الزوايا المتناظرة متطابقة.

**الخطوة 2:** قارن النسب بين أطوال الأضلاع المتناظرة.

$$\frac{BC}{KL} = \frac{8}{12} = \frac{2}{3} \quad \frac{DC}{ML} = \frac{10}{15} = \frac{2}{3}$$

وحيث إن  $\frac{2}{3} = \frac{2}{3}$ ، فإن الأضلاع المتناظرة متناسبة، وعليه فإن  $ABCD \sim JKLM$ ، إذن فالصورتان متشابهتان ومعامل تشابه  $ABCD$  إلى  $JKLM$  يساوي  $\frac{2}{3}$



### تحقق من فهمك

(2) حدّد ما إذا كان المثلثان متشابهين أم لا؟ وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه ومعامل التشابه، ووضح إجابتك.

### إرشادات للدراسة

**تناسب المستطيلات:**  
لاختبار تناسب أضلاع مستطيلين، يكفي اختبار تناسب ضلعين متتاليين من المستطيل الأول مع الضلعين المناظرين لهما في المستطيل الثاني؛ لأن المستطيل فيه كل ضلعين متقابلين متطابقان.

### إرشادات للدراسة

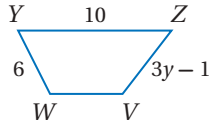
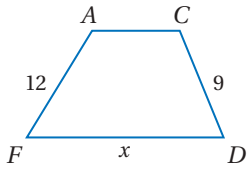
**التحقق من صحة الحل:**  
للتحقق من معامل التشابه، أوجد النسبة بين طولي ضلعين متناظرين آخرين.

**استعمال الأشكال المتشابهة:** يمكنك استعمال معاملات التشابه والتناسبات، لحل مسائل تتضمن أشكالاً متشابهة.

### إرشادات للدراسة

**التشابه والتطابق:**  
إذا كان المثلثان متطابقين فإنهما متشابهان أيضاً. وتكون جميع الزوايا المتناظرة متطابقة، وأطوال الأضلاع المتناظرة متناسبة، والنسبة بين طولَي كل ضلعين متناظرين هي 1:1.

### مثال 3 استعمال الأشكال المتشابهة لإيجاد القيم المجهولة



في الشكل المجاور،  $ACDF \sim VWYZ$ .

(a) أوجد قيمة  $x$ .

استعمل أطوال الأضلاع المتناظرة لكتابة تناسب

$$\frac{CD}{WY} = \frac{DF}{YZ}$$

$$\frac{9}{6} = \frac{x}{10}$$

$$CD = 9, WY = 6, DF = x, YZ = 10$$

$$9(10) = 6(x)$$

$$\text{بالضرب} \quad 90 = 6x$$

$$\text{بقسمة كلا الطرفين على 6} \quad 15 = x$$

(b) أوجد قيمة  $y$ .

$$\frac{CD}{WY} = \frac{FA}{ZV}$$

$$\frac{9}{6} = \frac{12}{3y-1}$$

$$CD = 9, WY = 6, FA = 12, ZV = 3y - 1$$

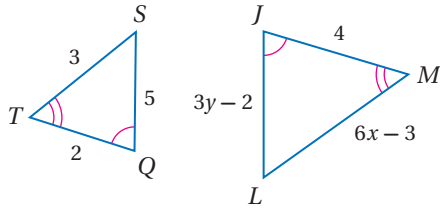
$$\text{خاصية الضرب التبادلي} \quad 9(3y - 1) = 6(12)$$

$$\text{بالضرب} \quad 27y - 9 = 72$$

$$\text{بإضافة 9 لكلا الطرفين} \quad 27y = 81$$

$$\text{بقسمة كلا الطرفين على 27} \quad y = 3$$

### تحقق من فهمك



إذا كان  $\triangle JLM \sim \triangle QST$ ، فأوجد قيمة المتغير في كلِّ مما يأتي:

$$x \quad (3A)$$

$$y \quad (3B)$$

النسبة بين أيِّ طولين متناظرين في المثلثين المتشابهين تساوي معامل التشابه بينهما. ويؤدي هذا إلى النظرية الآتية حول محيطي المثلثين المتشابهين.

### إرشادات للدراسة

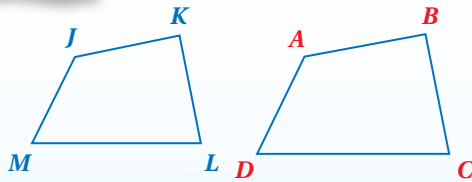
**تحديد المثلثات المتشابهة:**  
عندما تُعطى زوجين من الزوايا المتناظرة المتطابقة في مثلثين، تذكر أنه يمكنك استعمال نظرية الزاوية الثالثة؛ لإثبات أن الزاويتين المتناظرتين الباقيتين متطابقتان أيضاً.

أضف إلى

مطوبتك

### محيطا المثلثين المتشابهين

### نظرية 2.1



إذا تشابه مثلثان، فإن النسبة بين محيطيهما تساوي معامل التشابه بينهما.

مثال: إذا كان  $ABCD \sim JKLM$ ، فإن:

$$\frac{AB}{JK} = \frac{BC}{KL} = \frac{CD}{LM} = \frac{DA}{MJ} = \frac{AB + BC + CD + DA}{JK + KL + LM + MJ}$$

ستبرهن النظرية 2.1 الخاصة بحالة المثلثات في السؤال 34

## المحيط:

تذكر أن المحيط هو المسافة حول الشكل، وعندما تُريد إيجاد محيط مضلع، احرص على أن تجد مجموع أطوال جميع أضلاعه، وقد تستعمل قوانين هندسية؛ لإيجاد أطوال الأضلاع غير المعطاة.

## مثال 4

## استعمال معامل التشابه لإيجاد المحيط

إذا كان  $ABCDE \sim PQRST$ ، فأوجد معامل تشابه  $ABCDE$  إلى  $PQRST$  ومحيط كل مضلع.

معامل تشابه  $ABCDE$  إلى  $PQRST$  يساوي  $\frac{CD}{RS}$  أي  $\frac{4}{3}$ .

وبما أن:  $\overline{BC} \cong \overline{AB}$ ,  $\overline{AE} \cong \overline{CD}$

فإن محيط  $ABCDE$  يساوي  $8 + 8 + 4 + 6 + 4 = 30$ .

استعمل محيط  $ABCDE$ ، ومعامل التشابه لكتابة تناسب.

افترض أن محيط  $PQRST$  يساوي  $x$ .

النظرية 2.1

$$\frac{4}{3} = \frac{\text{محيط } ABCDE}{\text{محيط } PQRST}$$

بالتعويض

$$\frac{4}{3} = \frac{30}{x}$$

خاصية الضرب التبادلي

$$(3)(30) = 4x$$

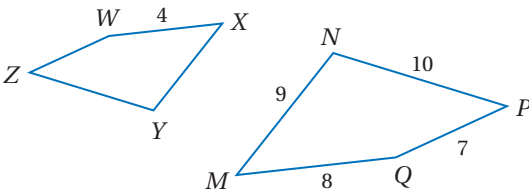
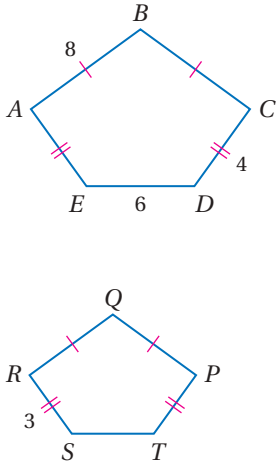
بقسمة كلا الطرفين على 4

$$22.5 = x$$

إذن محيط  $PQRST$  يساوي 22.5.

## تحقق من فهمك

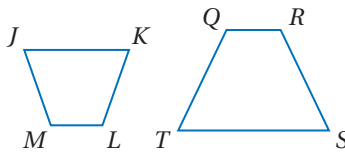
(4) إذا كان  $MNPQ \sim XYZW$ ، فأوجد معامل تشابه  $MNPQ$  إلى  $XYZW$ ، ومحيط كل مضلع.



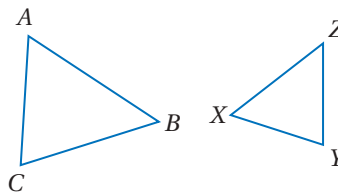
## تأكد

اكتب جميع الزوايا المتطابقة، واكتب تناسبًا يربط بين الأضلاع المتناظرة في كلٍّ مما يأتي:

$$JKLM \sim TSRQ \quad (2)$$

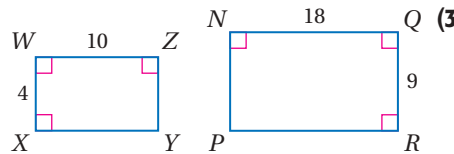
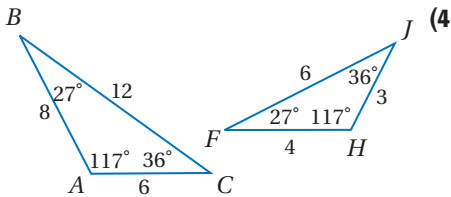


$$\triangle ABC \sim \triangle ZYX \quad (1)$$



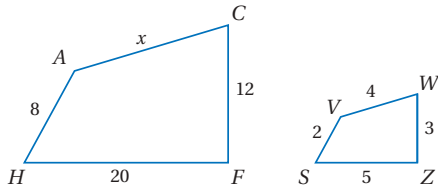
حدّد ما إذا كان المضلعان في كلٍّ من السؤالين الآتيين متشابهين أم لا، وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه ومعامل التشابه، وضّح إجابتك.

## المثال 2

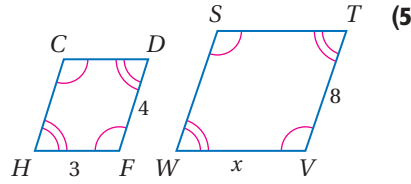


### المثال 3

في كلِّ ممَّا يأتي، إذا كان المضلعان متشابهين، فأوجد قيمة  $x$ .

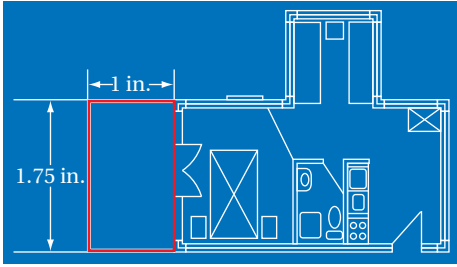


(6)



### المثال 4

(7) **تصميم:** في مخطط الشقة المجاور، عرض الشرفة 1 in وطولها 1.75 in. إذا كان طول الشرفة الحقيقي 15ft فما محيطها؟



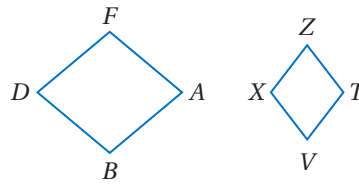
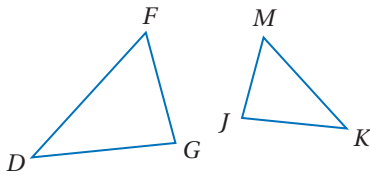
## تدرب وحل المسائل

### المثال 1

اكتب جميع الزوايا المتطابقة، ثم اكتب تناسبًا يربط الأضلاع المتناظرة للمضلعين في كلِّ ممَّا يأتي:

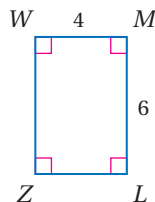
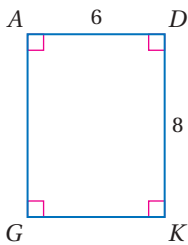
$$\triangle DFG \sim \triangle KMJ \quad (9)$$

$$ABDF \sim VXZT \quad (8)$$

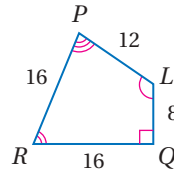
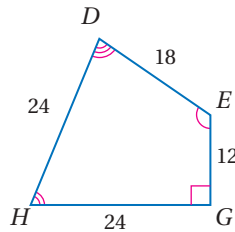


### المثال 2

حدِّد ما إذا كان المضلعان في كلِّ ممَّا يأتي متشابهين أم لا، وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه ومعامل التشابه، وإلا فوضح السبب.



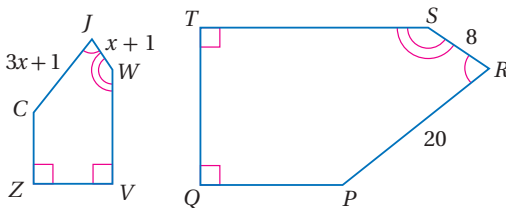
(11)



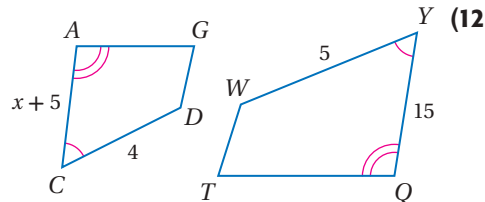
(10)

### المثال 3

في كلِّ ممَّا يأتي، إذا كان المضلعان متشابهين، فأوجد قيمة  $x$ .



(13)



### المثال 4

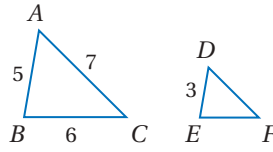
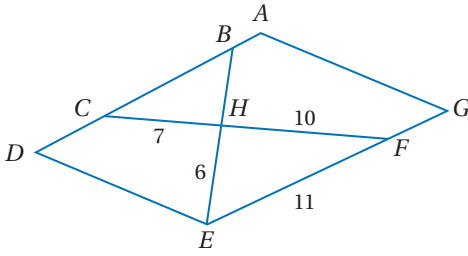
(14) طول المستطيل ABCD يساوي 20 m، وعرضه 8 m. وطول المستطيل QRST المشابه له يساوي 40 m. أوجد معامل تشابه المستطيل ABCD إلى المستطيل QRST، ومحيط كل منهما.



أوجد محيط المثلث المحدد في كل مما يأتي:

(16)  $\triangle CBH \sim \triangle FEH$ ، إذا كان  $\triangle CBH \sim \triangle FEH$ .

(15)  $\triangle ABC \sim \triangle DEF$ ، إذا كان  $\triangle ABC \sim \triangle DEF$ .



(17) إذا كان معامل التشابه بين مستطيلين متشابهين 1:2، ومحيط المستطيل الكبير 80 m، فأوجد محيط المستطيل الصغير.

(18) إذا كان معامل التشابه بين مربعين متشابهين 3:2، ومحيط المربع الصغير 50 ft، فأوجد محيط المربع الكبير.

**مثلثات متشابهة:** في الشكل المجاور، المثلثات:  $AHB, AGC, AFD$

متشابهة وفيها:  $\angle AHB \cong \angle AGC \cong \angle AFD$ .

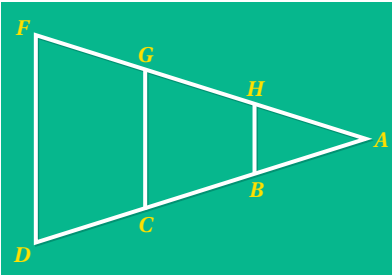
أوجد الأضلاع التي تناظر الضلع المعطى أو الزوايا التي تطابق الزاوية المعطاة في كل من الأسئلة الآتية.

$\overline{AB}$  (19)

$\overline{FD}$  (20)

$\angle ACG$  (21)

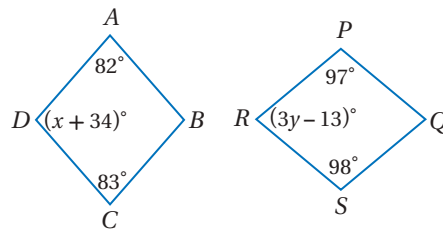
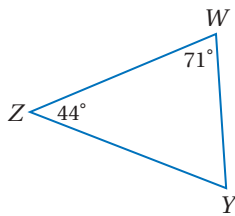
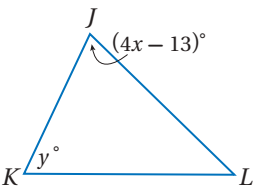
$\angle A$  (22)



أوجد قيمة كل متغير فيما يأتي:

(24)  $\triangle JKL \sim \triangle WYZ$

(23)  $ABCD \sim QSRP$



الربط مع الحياة

يرى بعض التربويين أن نسبة 75% إلى 90% من معارف الشخص يتم الحصول عليها عن طريق الوسائل البصرية، ومن هنا جاءت أهمية استعمال جهاز عرض الشرائح في العملية التعليمية.

(25) **عرض الشرائح:** إذا كانت أبعاد صورة على شريحة 13 in في  $9\frac{1}{4}$  in، ومعامل تشابه صور الشريحة إلى الصور المعروضة بواسطة جهاز العرض 1:4؛ فما أبعاد الصورة المعروضة؟

**هندسة إحدائية:** حدّد ما إذا كان المستطيلان  $WXYZ, ABCD$  المعطاة إحداثيات رؤوسهما في السؤالين الآتيين متشابهين أم لا؟ وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه ومعامل التشابه؛ وضح إجابتك.

(26)  $A(-1, 5), B(7, 5), C(7, -1), D(-1, -1); W(-2, 10), X(14, 10), Y(14, -2), Z(-2, -2)$

(27)  $A(5, 5), B(0, 0), C(5, -5), D(10, 0); W(1, 6), X(-3, 2), Y(2, -3), Z(6, 1)$

حدّد ما إذا كان المضلعان في كلِّ مما يأتي متشابهين دائماً أو أحياناً أو غير متشابهين أبداً، وضح إجابتك.

(28) مثلثان منفرجا الزاوية

(29) شبه منحرف ومتوازي أضلاع

(30) مثلثان قائما الزاوية

(31) مثلثان متطابقا الضلعين

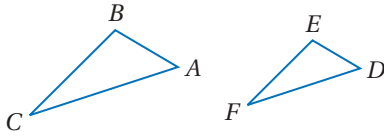
(32) مثلث مختلف الأضلاع، ومثلث متطابق الضلعين

(33) مثلثان متطابقا الأضلاع

(34) **برهان:** اكتب برهاناً حرّاً للنظرية 2.1 (في حالة المثلثات)

$$\triangle ABC \sim \triangle DEF, \frac{AB}{DE} = \frac{m}{n}$$

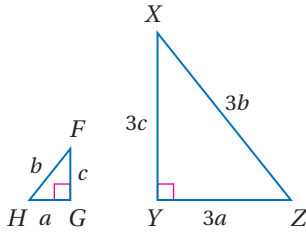
$$\frac{\text{محيط } \triangle ABC}{\text{محيط } \triangle DEF} = \frac{m}{n} \text{ : إثبات أن: } \frac{\text{محيط } \triangle ABC}{\text{محيط } \triangle DEF} = \frac{m}{n}$$



(35) **تغيير الأبعاد:** في الشكل المجاور،  $\triangle FGH \sim \triangle XYZ$

(a) بيّن أن النسبة بين محيطي المثلثين هي النسبة نفسها بين أضلاعهما المتناظرة.

(b) إذا أضيف لطول كل ضلع 6 وحدات، فهل المثلثان الجديدان متشابهان؟



(36) **تمثيلات متعددة:** في هذه المسألة ستكتشف تشابه المربّعات.

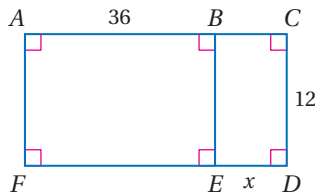
(a) **هندسياً:** ارسم ثلاثة مربّعات مختلفة الأبعاد، وسّمها  $ABCD, PQRS, WXYZ$ ، وقس طول ضلع كل مربع وسجّل الأطوال على المربّعات.

(b) **جدولياً:** احسب النسب بين أطوال الأضلاع المتناظرة لكل زوج مربّعات فيما يأتي ودوّنها في جدول:

$ABCD, PQRS; PQRS, WXYZ; WXYZ, ABCD$ . هل كل مربعين من المربّعات متشابهان؟

(c) **لفظياً:** ضع تخميناً حول تشابه جميع المربّعات.

### مسائل مهارات التفكير العليا



(37) **تحّد:** في الشكل المجاور، ما قيمة (قيم)  $x$

التي تجعل  $BEFA \sim EDCB$ ؟

(38) **إجابة مفتوحة:** أوجد مثلاً مضاداً للعبارة الآتية:

”جميع المستطيلات متشابهة“

(39) **برهان:** إذا كان المستطيل  $BCEG$  فيه:  $BC:CE = 2:3$ ، وكان المستطيل  $LJAW$  فيه:  $LJ:JA = 2:3$

فأثبت أن:  $BCEG \sim LJAW$

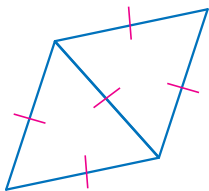
(40) **تبرير:** يمكن دمج مثلثين متساويي الأضلاع متطابقين؛ لتكوين شكل رباعي

كما في الشكل المجاور. إذا كوّنت شكلاً رباعياً آخر من مثلثين متساويي الأضلاع

متطابقين آخرين، فأیُّ العبارات التالية صحيحة حول الشكل المجاور، والشكل

الذي كوّنته: يجب أن يكونا متشابهين، المجاور قد يكونا متشابهين، أو غير

متشابهين. فسّر إجابتك.



(41) **تبرير:** ارسم مضلعين خماسيين منتظمين أطوال أضلاعهما مختلفة. هل المضلعان متشابهان؟ وهل كل

مضلعين منتظمين ومتساويين في عدد الأضلاع متشابهان؟ وضح إجابتك.

(42) **اكتب:** بيّن أوجه الشبه وأوجه الاختلاف بين المضلعات المتطابقة والمضلعات المتشابهة.

## تدريب على اختبار

(44) مستطيلان متشابهان. إذا كان معامل التشابه بينهما 3:5، ومحيط المستطيل الكبير 65 m، فما محيط المستطيل الصغير؟

- 49 m C                      29 m A  
59 m D                      39 m B

(43) إذا كان:  $PQRS \cong JKLM$  ومعامل تشابه  $PQRS$  إلى  $JKLM$  يساوي 4:3، وكان  $QR = 8$  cm، فما طول  $KL$ ؟

- 8 cm C                      24 cm A  
6 cm D                       $10\frac{2}{3}$  cm B

## مراجعة تراكمية

حل كل تناسب مما يأتي: (مهارة سابقة)

$$\frac{2x+3}{x-1} = \frac{-4}{5} \quad (47)$$

$$\frac{2}{4y+5} = \frac{-4}{y} \quad (46)$$

$$\frac{c-2}{c+3} = \frac{5}{4} \quad (45)$$

(48) هندسة إحدائية أوجد إحداثيات نقطة تقاطع قطري  $\square JKLM$  الذي رؤوسه:  $J(2, 5), K(6, 6), L(4, 0), M(0, -1)$  (الدرس 2-2)

اكتب الفرض الذي تبدأ به برهاناً غير مباشر لكل عبارة مما يأتي: (مهارة سابقة)

(49) إذا كان  $3x > 12$ ، فإن  $x > 4$ .  $\overline{PQ} \cong \overline{ST}$  (50)

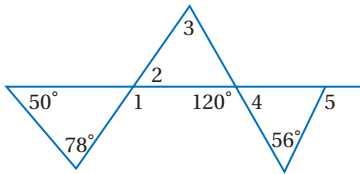
(51) منصف زاوية الرأس لمثلث متطابق الضلعين هو ارتفاع للمثلث أيضاً.

في الشكل المجاور، أوجد قياس كل من الزوايا الآتية. (مهارة سابقة)

$$m\angle 1 \quad (52)$$

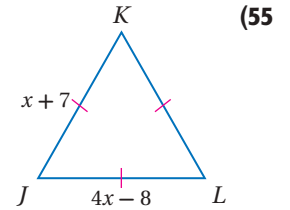
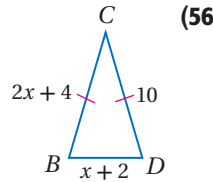
$$m\angle 2 \quad (53)$$

$$m\angle 3 \quad (54)$$



## استعد للدرس اللاحق

جبر أوجد قيمة  $x$  وطول كل ضلع في كل من المثلثين الآتيين: (مهارة سابقة)



# المثلثات المتشابهة

## Similar Triangles

رابط الدرس الرقمي

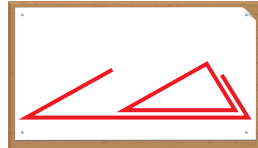
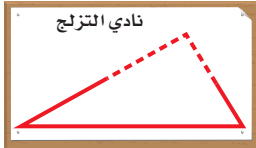


www.ien.edu.sa



### لماذا؟

أراد خالد أن يرسم نسخة مشابهة لشعار نادي التزلج المجاور على مُلصقٍ كبير، فبدأ أولاً برسم قطعة مستقيمة أسفل المُلصق، ثم استعمل نسخة من المثلث الأصلي ليسخ زوايَي القاعدة، ثم مدَّ الضلعين غير المشتركين للزاويتين.



**تحديد المثلثات المتشابهة:** في الفصل الثالث تعلمت اختبارات تحديد ما إذا كان مثلثان متطابقين أم لا، ولتشابه المثلثات اختبارات أيضاً. والرسم السابق يبيّن أنه إذا طبقت زاويتان في مثلث زاويتين في مثلثٍ آخر، فإن المثلثين متشابهان.

### فيما سبق:

درست استعمال المسلمتين SSS, SAS والنظرية AAS لإثبات تطابق مثلثين.

(مهارة سابقة)

### والآن:

أحد المثلثات

المتشابهة باستعمال

مسلمة التشابه AA

ونظريتي التشابه

SSS, SAS.

أستعمل المثلثات

المتشابهة لحل

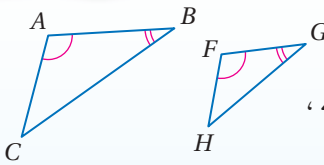
المسائل.

أضف إلى

مطوبتك

### مسلمة 2.1

#### التشابه بزوايتين (AA)



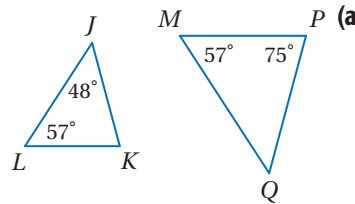
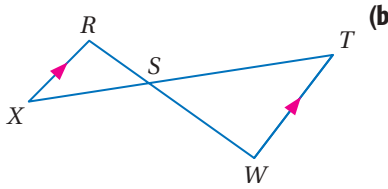
إذا طبقت زاويتان في مثلث زاويتين في مثلثٍ آخر، فإن المثلثين متشابهان.

مثال: في المثلثين  $ABC, FGH$ ، إذا كانت:  $\angle A \cong \angle F, \angle B \cong \angle G$ ، فإن:  $\triangle ABC \sim \triangle FGH$ .

### استعمال مسلمة التشابه AA

#### مثال 1

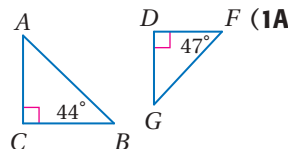
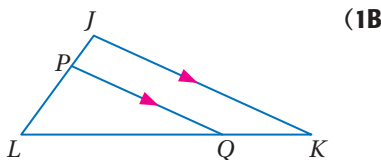
حدّد في كل مما يأتي ما إذا كان المثلثان متشابهين أم لا؟ وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه. ووضّح إجابتك.



(a) بما أنّ:  $m\angle L = m\angle M$ ، إذن:  $\angle L \cong \angle M$ . ومن نظرية مجموع قياسات زوايا المثلث يكون:  $57^\circ + 48^\circ + m\angle K = 180^\circ$ ؛ إذن  $m\angle K = 75^\circ$ . وبما أنّ  $m\angle P = 75^\circ$ ، فإن  $\angle K \cong \angle P$ ؛ إذن  $\triangle LJK \sim \triangle MQP$  وفق المسلمة AA.

(b) وفق نظرية الزاويتين المتقابلتين بالرأس. ولأن  $\overline{RX} \parallel \overline{TW}$ ، فإن  $\angle R \cong \angle W$  وفق نظرية الزاويتين المتبادلتين داخلياً؛ إذن  $\triangle RSX \sim \triangle WST$  وفق المسلمة AA.

**تحقق من فهمك:** حدّد في كل مما يأتي ما إذا كان المثلثان متشابهين أم لا؟ وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه ووضّح إجابتك.



يمكنك استعمال مسلمة التشابه AA لإثبات النظريتين الآتيتين:

### إرشادات للدراسة

رسم الأشكال:

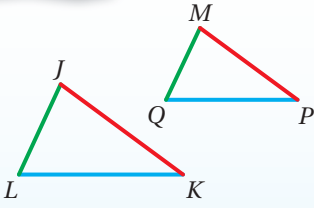
قد تساعدك إعادة رسم المثلثين المتشابهين، بحيث تظهر الأضلاع المتناظرة في الاتجاه نفسه.

### نظريتان

أضف إلى مطوبتك

#### 2.2 التشابه بثلاثة أضلاع (SSS)

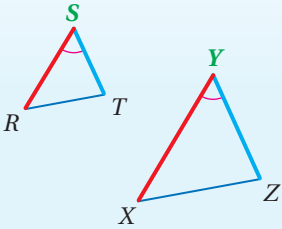
إذا كانت أطوال الأضلاع المتناظرة لمثلثين متناسبة، فإن المثلثين متشابهان.



مثال: إذا كان:  $\frac{JK}{MP} = \frac{KL}{PQ} = \frac{LJ}{QM}$ ، فإن  $\Delta JKL \sim \Delta MPQ$ .

#### 2.3 التشابه بضلعين وزاوية محصورة (SAS)

إذا كان طولاً ضلعين في مثلث ما متناسبين مع طولَي الضلعين المناظرين لهما في مثلث آخر وكانت الزاويتان المحصورتان بينهما متطابقتين، فإن المثلثين متشابهان.



مثال: إذا كان  $\frac{RS}{XY} = \frac{ST}{YZ}$ ،  $\angle S \cong \angle Y$ ، فإن  $\Delta RST \sim \Delta XYZ$ .

ستبرهن النظرية 2.3 في السؤال 17

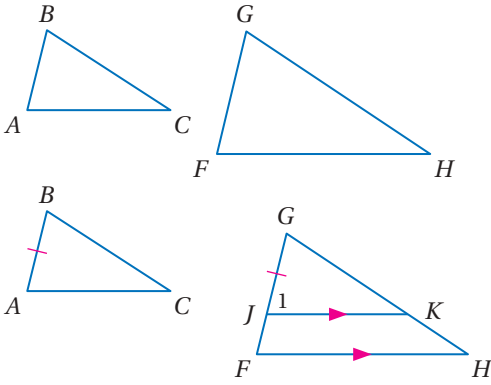
### برهان

#### النظرية 2.2

اكتب برهاناً حرّاً للنظرية 2.2

المعطيات:  $\frac{AB}{FG} = \frac{BC}{GH} = \frac{AC}{FH}$   
المطلوب:  $\Delta ABC \sim \Delta FGH$

البرهان:



عين النقطة J على  $\overline{FG}$ ، بحيث يكون  $JG = AB$ .  
ارسم  $\overline{JK}$ ، بحيث يكون  $\overline{JK} \parallel \overline{FH}$ .  
سمّ  $\angle GJK$  بالرمز  $\angle 1$ .

بما أن  $\angle G \cong \angle G$  وفق خاصية الانعكاس،  
و  $\angle 1 \cong \angle F$  وفق مسلمة الزاويتين المتناظرتين،  
فإن،  $\Delta GJK \sim \Delta GFH$  وفق مسلمة التشابه AA.

ومن تعريف المضلعات المتشابهة يكون:  $\frac{JG}{FG} = \frac{GK}{GH} = \frac{JK}{FH}$ .

وبالتعويض ينتج أن:  $\frac{AB}{FG} = \frac{GK}{GH} = \frac{JK}{FH}$ .

وبما أن:  $\frac{AB}{FG} = \frac{BC}{GH} = \frac{AC}{FH}$ ، إذن يمكننا استنتاج أن:  $\frac{GK}{GH} = \frac{BC}{GH}$ ،  $\frac{JK}{FH} = \frac{AC}{FH}$ ، وهذا يعني أن:

$GK = BC$ ،  $JK = AC$ ، لذلك  $\overline{GK} \cong \overline{BC}$ ،  $\overline{JK} \cong \overline{AC}$

ومن مسلمة التطابق SSS، يكون  $\Delta ABC \cong \Delta JGK$ .

ولأن العناصر المتناظرة في المثلثين المتطابقين تكون متطابقة فإن:  $\angle A \cong \angle 1$ ،  $\angle B \cong \angle G$ ، وبما أن:  $\angle 1 \cong \angle F$ ؛ إذن  $\angle A \cong \angle F$  وفق خاصية التعدي؛ إذن ومن مسلمة التشابه AA، يكون  $\Delta ABC \sim \Delta FGH$ .

## استعمال نظريتي التشابه SSS, SAS

### مثال 2

حدّد في كلّ مما يأتي ما إذا كان المثلثان متشابهين أم لا، وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه، ووضّح إجابتك.

$$\frac{PR}{SR} = \frac{8}{20} = \frac{2}{5}, \frac{PQ}{ST} = \frac{6}{15} = \frac{2}{5}$$

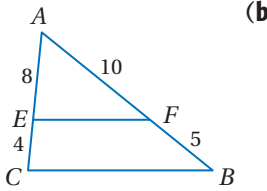
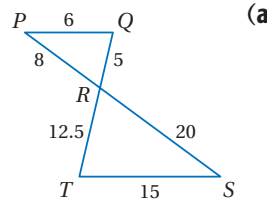
$$\frac{QR}{TR} = \frac{5}{12.5} = \frac{50}{125} = \frac{2}{5}$$

إذن  $\triangle PQR \sim \triangle STR$  وفق نظرية التشابه SSS.

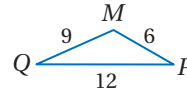
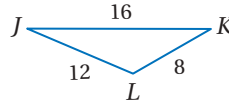
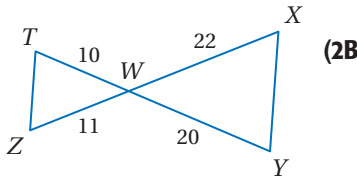
من خاصية الانعكاس  $\angle A \cong \angle A$ .

$$\frac{AF}{AB} = \frac{10}{10+5} = \frac{10}{15} = \frac{2}{3}, \frac{AE}{AC} = \frac{8}{8+4} = \frac{8}{12} = \frac{2}{3}$$

بما أن طولَي الضلعين اللذين يحصران  $\angle A$  في  $\triangle AEF$  متناسبان مع طولَي الضلعين المناظرين لهما في  $\triangle ACB$ ، إذن  $\triangle AEF \sim \triangle ACB$  وفق نظرية التشابه SAS.



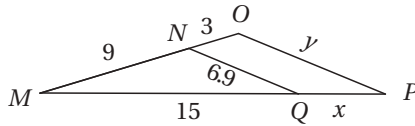
### تحقق من فهمك



يمكنك أن تُقرّر أي الشروط كافية لإثبات تشابه مثلثين.

### مثال 3 من اختبار

المثلثان  $MNQ, MOP$  في الشكل المجاور متشابهان، ما قيمة  $x$ ؟



- 5 C                      12 A  
4 D                      10 B

### اقرأ سؤال الاختبار

في هذا السؤال تعلم، أنّ  $\triangle MNQ \sim \triangle MOP$ ، ومطلوب منك إيجاد طول قطعة مجهولة.

### حل سؤال الاختبار

بما أنّ  $\triangle MNQ \sim \triangle MOP$ ، فإن الأضلاع المتناظرة متناسبة أي أنّ  $\frac{MN}{MO} = \frac{MQ}{MP}$ ، وبما أنّ

$$MN = 9, MO = 12, MQ = 15, MP = 15 + x$$

اختبر كلّاً من بدائل الإجابة حتى تجد واحداً منها يحقق التناسب  $\frac{9}{12} = \frac{15}{15+x}$ :

$$\frac{9}{12} \stackrel{?}{=} \frac{15}{15+12} \quad \text{إذا كان: } x = 12 \text{ فإن:} \quad \text{البديل A:}$$

✗ غير صحيح

$$\frac{3}{4} \neq \frac{5}{9}$$

$$\frac{9}{12} \stackrel{?}{=} \frac{15}{15+10} \quad \text{إذا كان: } x = 10 \text{ فإن:} \quad \text{البديل B:}$$

✗ غير صحيح

$$\frac{3}{4} \neq \frac{3}{5}$$

$$\frac{9}{12} \stackrel{?}{=} \frac{15}{15+5} \quad \text{إذا كان: } x = 5 \text{ فإن:} \quad \text{البديل C:}$$

✓ صحيح، إذن فإن إجابة السؤال هي C

$$\frac{3}{4} = \frac{3}{4}$$

### إرشادات للدراسة

#### الأضلاع المتناظرة:

لتحديد الأضلاع المتناظرة لمثلثين، ابدأ بمقارنة أطول ضلعين ثم الضلعين التاليين لهما طولاً وأخيراً أقصر ضلعين.



## تحقق من فهمك

(3) في المثال السابق، ما قيمة  $y$ ؟

20.7 D

9.2 C

8.4 B

5.2 A

**استعمال المثلثات المتشابهة:** تشابه المثلثات مثل تطابق المثلثات، يحقق خصائص الانعكاس والتماثل والتعدي.

أضف إلى

مطويتك

## نظرية 2.4

### خصائص المثلثات المتشابهة

خاصية الانعكاس للتشابه:  $\triangle ABC \sim \triangle ABC$

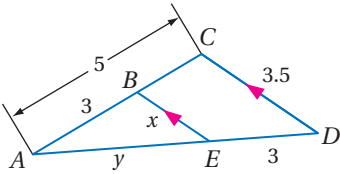
خاصية التماثل للتشابه: إذا كان  $\triangle ABC \sim \triangle DEF$ ، فإن  $\triangle DEF \sim \triangle ABC$ .

خاصية التعدي للتشابه: إذا كان  $\triangle ABC \sim \triangle DEF$ ،  $\triangle DEF \sim \triangle XYZ$  فإن  $\triangle ABC \sim \triangle XYZ$ .

ستبرهن النظرية 2.4 في السؤال 18

## مثال 4

### أجزاء المثلثات المتشابهة



أوجد طول  $BE$ ,  $AD$  في الشكل المجاور.

بما أن  $\overline{BE} \parallel \overline{CD}$ ، فإن:  $\angle ABE \cong \angle ACD$ ،  $\angle AEB \cong \angle ADC$ ؛ لأنها زوايا متناظرة، ومن مسلمة التشابه AA، يكون  $\triangle ABE \sim \triangle ACD$ .

تعريف المضلعات المتشابهة

$$\frac{AB}{AC} = \frac{BE}{CD}$$

$$AC = 5, CD = 3.5, AB = 3, BE = x$$

$$\frac{3}{5} = \frac{x}{3.5}$$

خاصية الضرب التبادلي

$$(3.5) \cdot 3 = 5 \cdot x$$

بقسمة كلا الطرفين على 5

$$2.1 = x$$

وعليه فإن  $BE$  يساوي 2.1

تعريف المضلعات المتشابهة

$$\frac{AC}{AB} = \frac{AD}{AE}$$

$$AC = 5, AB = 3, AD = y + 3, AE = y$$

$$\frac{5}{3} = \frac{y + 3}{y}$$

خاصية الضرب التبادلي

$$5 \cdot y = 3(y + 3)$$

خاصية التوزيع

$$5y = 3y + 9$$

بطرح  $3y$  من كلا الطرفين

$$2y = 9$$

بقسمة كلا الطرفين على 2

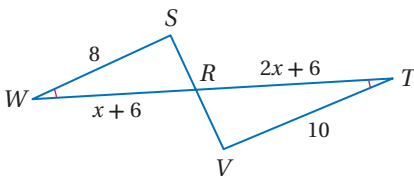
$$y = 4.5$$

وعليه فإن:  $AD = y + 3 = 7.5$

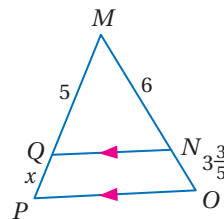
أوجد كل طول فيما يأتي.

## تحقق من فهمك

WR, RT (4B)



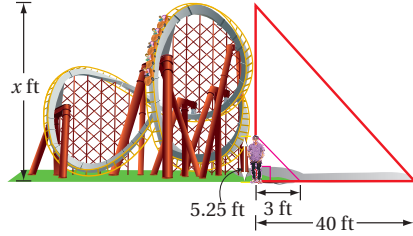
QP, MP (4A)



**أفعوانية:** يريد تركي أن يقدّر ارتفاع الأفعوانية في مدينة الألعاب، فلاحظ أنه عندما كان طول ظله 3 ft ، كان طول ظل الأفعوانية 40 ft . إذا كان طول تركي 5 ft و 3 in ، فكم قدمًا ارتفاع الأفعوانية؟

**افهم:** المعطيات: طول ظل تركي 3 ft ، وطول ظل الأفعوانية 40 ft ، وطول تركي 5 ft و 3 in .  
المطلوب: ارتفاع الأفعوانية.

ارسم مخططاً توضيحياً. 5.25 ft و 3 in تساوي 5.25 ft



**خطط:** في مسائل الظل، افترض أن الزاويتين المتكونتين من شعاعي الشمس وأي جسمين رأسيين تكونان متطابقتين، وأن المثلث المتشكّل من الجسم والأرض وشعاع الشمس المارّ بقمة الجسم قائم الزاوية، وبما أن هناك زوجين من الزوايا المتطابقة، فإن المثلثين القائمي الزاوية متشابهان وفق مسلمة التشابه AA؛ إذن يمكن كتابة التناسب الآتي:

$$\frac{\text{طول ظل تركي}}{\text{طول الأفعوانية}} = \frac{\text{طول تركي}}{\text{ارتفاع الأفعوانية}}$$

**حل:** افترض أن ارتفاع الأفعوانية يساوي  $x$  وعوّض القيم المعروفة.

بالتعويض  $\frac{5.25}{x} = \frac{3}{40}$

خاصية الضرب التبادلي  $3 \cdot x = 40(5.25)$

بالضرب  $3x = 210$

بقسمة كلا الطرفين على 3  $x = 70$

إذن ارتفاع الأفعوانية يساوي 70 ft .

**تحقق:** طول ظل الأفعوانية يساوي 13.3 مرة تقريباً من طول ظل تركي. تحقق لترى ما إذا كان ارتفاع

الأفعوانية يساوي  $13.3 \approx \frac{40}{3}$  مرة من طول تركي،  $13.3 \approx \frac{70 \text{ ft}}{5.25 \text{ ft}}$  ✓

تحقق من فهمك

(5) **بنايات:** يقف منصور بجوار بناية، وعندما كان طول ظله 9 ft ، كان طول ظل البناية 322.5 ft . إذا كان طول منصور 6 ft ، فكم قدمًا ارتفاع البناية؟

إرشادات للدراسة

تحويل الوحدات:

$12 \text{ in} = 1 \text{ ft}$

$3 \text{ in} = \frac{3}{12} \text{ ft}$   
 $= 0.25 \text{ ft}$

أي أن 5 ft و 3 in تساوي 5.25 ft

إرشادات لحل المسألة

حدّد الإجابات المعقولة:

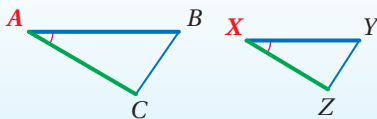
عندما تحل مسألة، تحقق من معقولية إجابتك. في هذا المثال، طول ظل تركي أكبر بقليل من نصف طوله، وكذلك طول ظل الأفعوانية أكبر من نصف ارتفاعها بقليل؛ لذا فالإجابة معقولة.

أضف إلى مطويتك

تشابه المثلثات

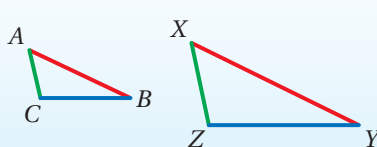
ملخص المفهوم

نظرية التشابه SAS



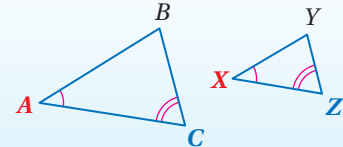
إذا كانت:  $\angle A \cong \angle X$ ,  $\frac{AB}{XY} = \frac{AC}{XZ}$  ، فإن:  $\triangle ABC \sim \triangle XYZ$  .

نظرية التشابه SSS



إذا كانت:  $\frac{AB}{XY} = \frac{BC}{YZ} = \frac{AC}{XZ}$  ، فإن:  $\triangle ABC \sim \triangle XYZ$  .

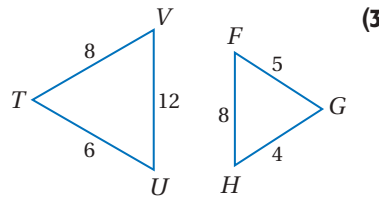
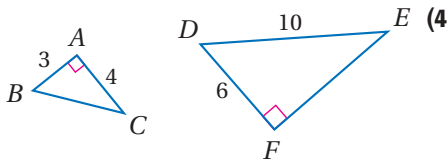
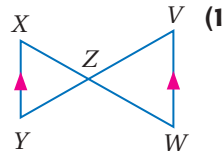
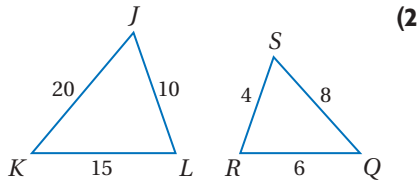
مسلمة التشابه AA



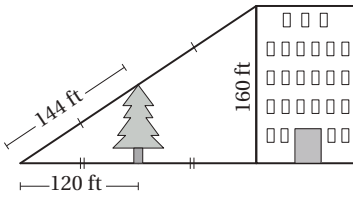
إذا كانت:  $\angle A \cong \angle X$ ,  $\angle C \cong \angle Z$  ، فإن:  $\triangle ABC \sim \triangle XYZ$  .

المثالان 1, 2

في كلِّ ممَّا يأتي حدِّد ما إذا كان المثلثان متشابهين أم لا؟ وإذا كانا كذلك فاكتب عبارة التشابه، ووضِّح إجابتك.



(5) اختيار من متعدّد: استعمل الشكل أدناه في إيجاد ارتفاع الشجرة؟



- 264 ft A
- 60 ft B
- 72 ft C
- 80 ft D

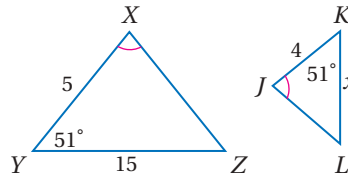
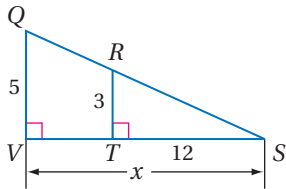
المثال 3

جبر: أوجد الطول المطلوب في كلِّ من السؤالين الآتيين:

المثال 4

VS (7)

KL (6)



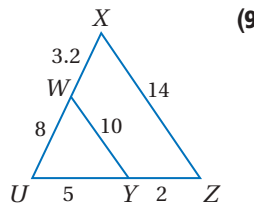
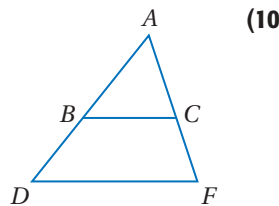
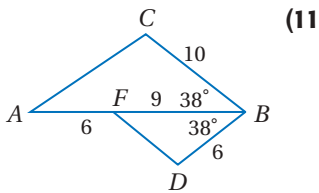
(8) اتصالات: طول ظلِّ برج اتصالاتٍ في لحظةٍ معينةٍ 100 ft، وبجواره لوحة تحذيرية مثبتة على عمودٍ طول ظلّه في اللحظة ذاتها 3 ft و 4 in، إذا كان ارتفاع عمود اللوحة 4 ft و 6 in، فما ارتفاع البرج؟

المثال 5

تدرب وحل المسائل

في كلِّ ممَّا يأتي، حدِّد ما إذا كان المثلثان متشابهين أم لا؟ وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه، وإلا فحدِّد المعلومات الإضافية الكافية لإثبات أنهما متشابهان؟ ووضِّح إجابتك.

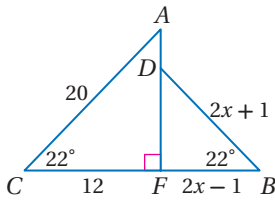
الأمثلة 1-3



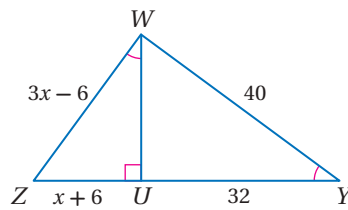
## المثال 4

**جبر:** أوجد الطول المطلوب في كل مما يأتي:

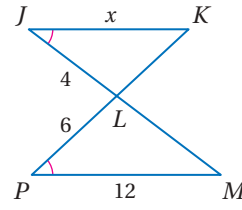
DB, CB (14)



WZ, UZ (13)



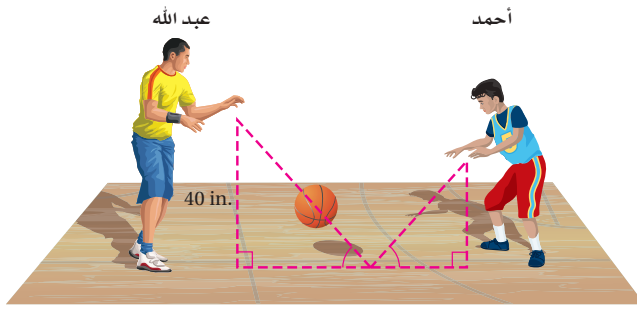
JK (12)



## المثال 5

(15) **رياضة:** يقف أيمن بجوار مرمى كرة السلة. إذا كان طول أيمن 5 ft و 11 in، وطول ظلّه 2 ft، وكان طول ظل مرمى كرة السلة في اللحظة ذاتها 4 ft و 4 in، فما ارتفاع المرمى تقريباً؟

(16) **رياضة:** رمى عبد الله الكرة لترتد نحو أحمد، فارتطمت بسطح الأرض على بُعد  $\frac{2}{3}$  المسافة بينهما، وكانت الزاويتان الناتجتان عن مسار الكرة وسطح الأرض متطابقتين. إذا رمى عبدالله الكرة من ارتفاع 40 in عن سطح الأرض، فعلى أي ارتفاع سيلتقطها أحمد؟



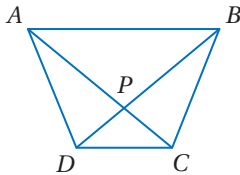
**برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين في كل مما يأتي:

(18) النظرية 2.4

(17) النظرية 2.3

(20) **المعطيات:**  $ABCD$  شبه منحرف.

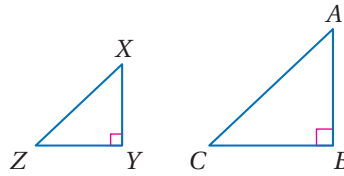
**المطلوب:** إثبات أن  $\frac{DP}{PB} = \frac{CP}{PA}$



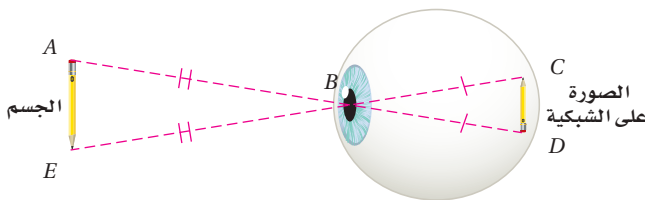
(19) **المعطيات:**  $\triangle ABC$  و  $\triangle XYZ$  قائما الزاوية

$$\frac{XY}{AB} = \frac{YZ}{BC}$$

**المطلوب:** إثبات أن  $\triangle YXZ \sim \triangle BAC$



(21) **رؤية:** عندما ننظر إلى جسم، فإن صورته تُسقط على الشبكية عبر البؤبؤ، وتكون المسافتان من البؤبؤ إلى أعلى الجسم وأسطفه متساويتين، والمسافتان من البؤبؤ إلى أعلى الصورة وأسطفها على الشبكية متساويتين أيضاً. هل المثلثان المتكوّنان بين الجسم والبؤبؤ وبين الصورة والبؤبؤ متشابهان؟ وضح إجابتك.



## الربط مع الحياة

يحدث قصر النظر عندما تجمع عدسة العين أشعة الضوء أمام الشبكية، ويحدث طول النظر عندما تجمع عدسة العين أشعة الضوء خلف الشبكية.

**هندسة إحدائية:** إحداثيات رؤوس المثلثين  $\triangle XYZ$ ,  $\triangle WYV$  هي:

$$X(-1, -9), Y(5, 3), Z(-1, 6), W(1, -5), V(1, 5)$$

(22) مثل المثلثين بيانياً، وأثبت أن  $\triangle XYZ \sim \triangle WYV$ .

(23) أوجد النسبة بين محيطي المثلثين.

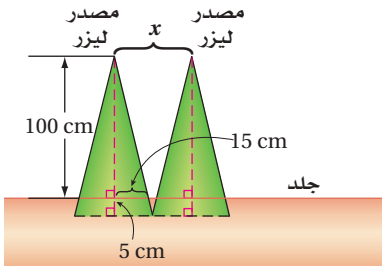
(24) **قياس:** إذا كان  $\triangle ABC \sim \triangle JKL$ . وطول كل ضلع في  $\triangle JKL$  يساوي نصف طول الضلع المناظر له في

$\triangle ABC$ ، ومساحة  $\triangle ABC$  تساوي  $40 \text{ in}^2$ ، فما مساحة  $\triangle JKL$ ؟ ما العلاقة بين مساحتي  $\triangle ABC$ ،  $\triangle JKL$ ، ومعامل التشابه بينهما؟



### الليزر مع الحياة

في بعض العلاجات الطبية تستعمل أشعة الليزر التي تلامس الجلد وتخرقه مكونة مثلثات متشابهة.



(25) **علاج:** استعمل معلومات الربط بالحياة والشكل المجاور لإيجاد

المسافة التي يجب أن تفصل بين مصدري أشعة الليزر حتى

تكون المنطقتان المعالجتان المتطابقتان بكل من المصدريين غير

متداخلتين.

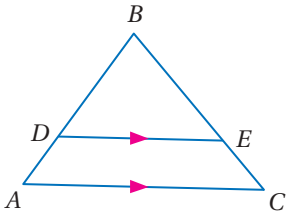
(26) **تمثيلات متعددة:** في هذه المسألة ستستقصي الأجزاء المتناسبة في مثلث.

(a) **هندسياً:** ارسم  $\triangle ABC$  وارسم  $\overline{DE}$  بحيث تكون موازية لـ  $\overline{AC}$  كما في

الشكل المجاور.

(b) **جدولياً:** قس الأطوال  $AD, DB, CE, EB$  وسجلها في جدول،

وأوجد النسبتين  $\frac{AD}{DB}, \frac{CE}{EB}$  وسجلهما في الجدول نفسه.



(c) **لفظياً:** اكتب تخميناً حول القطع المستقيمة الناتجة عن مستقيم يوازي أحد أضلاع مثلث ويقطع

الضلعين الآخرين.

## مسائل مهارات التفكير العليا

(27) **اكتب:** بين أوجه الشبه وأوجه الاختلاف بين مسلمة التشابه AA، ونظرية التشابه SSS، ونظرية التشابه SAS.

**تحذ:** إذا كانت النسبة بين أطوال أضلاع مثلث هي: 2:3:4 ومحيطه 54 in، فأجب عما يأتي:

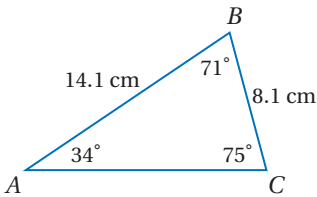
(28) إذا كان طول أصغر أضلاع مثلث آخر مشابه هو: 16 in، فما طول كل من الضلعين الآخرين فيه؟

(29) قارن النسبة بين محيطي المثلثين ومعامل التشابه بينهما. ماذا تلاحظ؟

(30) **تبرير:** قياسات زوايا مثلثين متشابهين هي:  $50^\circ, 85^\circ, 45^\circ$ . وأطوال

أضلاع أحدهما 3, 4, 5.2 وحدات، وأطوال أضلاع المثلث الآخر  $x, x$

$x + 1.8, 1.5 - x$  وحدة، أوجد قيمة  $x$ .



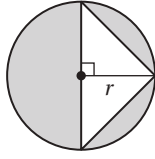
(31) **مسألة مفتوحة:** ارسم مثلثاً مشابهاً لـ  $\triangle ABC$  المجاور،

ووضح كيف تعرف أنّهما متشابهان.

(32) **اكتب:** اشرح طريقة يمكنك استعمالها لرسم مثلث يشابه مثلثاً معلوماً، وأطوال أضلاعه ضعف أطوال

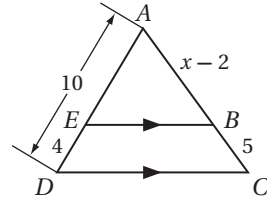
أضلاع المثلث المعلوم.

34) جبر: أي مما يأتي يُمثل مساحة المنطقة المظللة؟



- $\pi r^2 + r$  C                       $\pi r^2$  A  
 $\pi r^2 - r^2$  D                       $\pi r^2 + r^2$  B

33) إجابة مطوّلة: في الشكل أدناه  $\overline{EB} \parallel \overline{DC}$ .

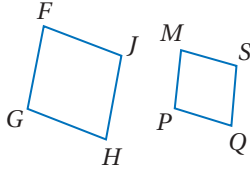


- (a) اكتب تناسبًا يمكن استعماله لإيجاد قيمة  $x$ .  
 (b) أوجد قيمة  $x$  وطول  $\overline{AB}$ .

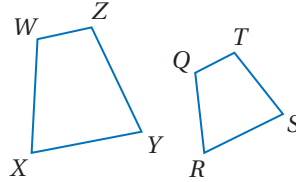
### مراجعة تراكمية

اكتب جميع الزوايا المتطابقة ثم اكتب تناسبًا يربط الأضلاع المتناظرة للمضلعين في كلِّ ممَّا يأتي: (الدرس 1-2)

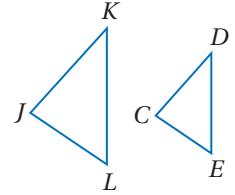
37)  $FGHJ \sim MPQS$



36)  $WXYZ \sim QRST$

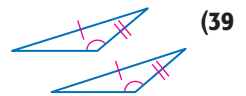
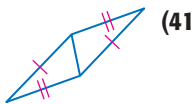


35)  $\triangle JKL \sim \triangle CDE$



38) **القطع الهندسية السبع:** تتكون مجموعة القطع الهندسية السبع (Tangram) في الشكل المجاور من سبع قطع: مربع صغير، مثلثين صغيرين قائمَي الزاوية ومتطابقين، مثلثين كبيرين قائمَي الزاوية ومتطابقين، مثلث قائم الزاوية متوسط المقاس، وشكل رباعي. كيف يمكنك أن تتحقق من أن الشكل الرباعي متوازي أضلاع؟ وضح إجابتك. (الدرس 1-3)

حدّد المسلمة التي يمكن استعمالها؛ لإثبات تطابق المثلثين في كلِّ ممَّا يأتي، واكتب "غير ممكن" في الحالة التي لا يمكنك فيها إثبات التطابق. (مهارة سابقة)



### استعد للدرس اللاحق

حل كل تناسبٍ ممَّا يأتي:

45)  $\frac{x-2}{2} = \frac{3}{8}$

44)  $\frac{20.2}{88} = \frac{12}{x}$

43)  $\frac{x}{10} = \frac{22}{50}$

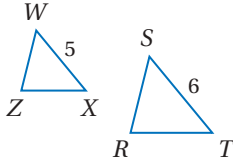
42)  $\frac{3}{4} = \frac{x}{16}$



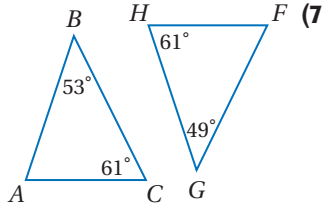
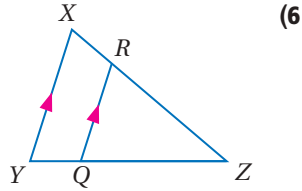
(5) إذا كان:  $\Delta WZX \sim \Delta SRT$  ،

$ST = 6$  ,  $WX = 5$  فأوجد محيط  $\Delta WZX$

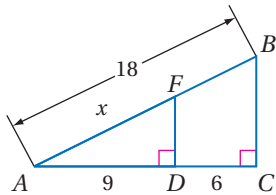
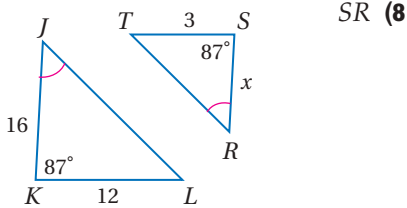
إذا كان محيط  $\Delta SRT$  يساوي 18 وحدة. (الدرس 2-1)



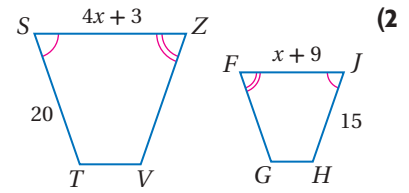
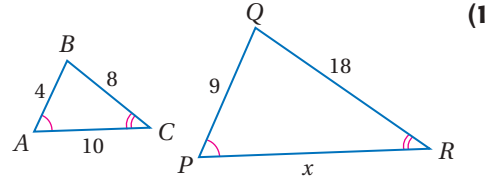
حدّد ما إذا كان المثلثان في السؤالين 6, 7 متشابهين أم لا، وإذا كانا متشابهين، فاكتب عبارة التشابه. وإلا فحدد المعلومات الإضافية الكافية لإثبات أنهما متشابهان، وضح إجابتك. (الدرس 2-2)



جبر أوجد الطول المطلوب في كلّ من السؤالين الآتيين: (الدرس 2-2)



إذا كان المضلعان في كلّ من السؤالين الآتيين متشابهين، فأوجد قيمة  $x$ . (الدرس 2-1)



(3) اختيار من متعدّد: إذا كانت المسافة بين الطائف والدمام على خريطة تساوي 98 cm ، وكان مقياس رسم الخريطة  $2.5 \text{ cm} : 30 \text{ km}$  ، فما المسافة الحقيقية بينهما؟ (الدرس 2-1)

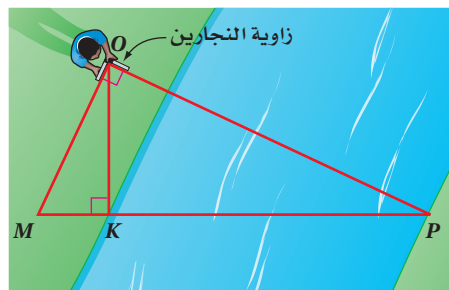
1211 km A

964 km B

1176 km C

1031 km D

(4) قياس: يستعمل عبدالله زاوية النجارين لحساب  $KP$  عبر النهر كما في الشكل أدناه، إذا كان:  $OK = 4.5 \text{ ft}$  ,  $MK = 1.5 \text{ ft}$  ، فأوجد المسافة  $KP$  عبر النهر. (الدرس 2-2)





## المستقيمت المتوازية والأجزاء المتناسبة

### Parallel Lines and Proportional Parts

لماذا؟



يستعمل رسّامو الصور المتحركة طرائق عدّة؛ لإضفاء خداع بصري على أعمالهم. كما يستعملون في الرسومات الثلاثية الأبعاد حقيقة كون الأجسام البعيدة تبدو أصغر من الأجسام القريبة إلى المشاهد. ولتحقيق هذا الخداع، يستعمل الرسّامون نظرية التناسب في المثلث.

فيما سبق:

درست استعمال التناسب لحل مسائل تتضمن مثلثات متشابهة.

(الدرس 2-2)

والآن:

- أستعمل الأجزاء المتناسبة في المثلث.
- أستعمل الأجزاء المتناسبة في المستقيمت المتوازية.

المضردات:

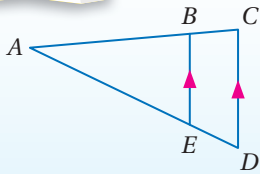
القطعة المنصّفة في المثلث

midsegment of a triangle

**الأجزاء المتناسبة في المثلث:** عند رسم مستقيم يوازي أحد أضلاع مثلث، فإنه يمكن إثبات أن المثلثين الناتجين متشابهان، وذلك باستعمال مسلمة التشابه AA، وبما أن المثلثين متشابهان، فإن أطوال أضلاعهما متناسبة.

أضف إلى

مطوبتك



### نظرية 2.5 نظرية التناسب في المثلث

إذا وازى مستقيم ضلعًا من أضلاع مثلث وقطع ضلعيه الآخرين، فإنه يقسمهما إلى قطع مستقيمة متناظرة أطوالها متناسبة.

مثال: إذا كان  $\overline{BE} \parallel \overline{CD}$ ، فإن  $\frac{AB}{BC} = \frac{AE}{ED}$ .

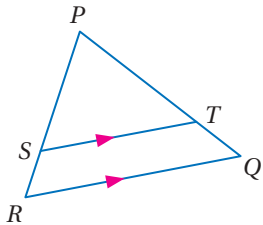
ستبرهن النظرية 2.5 في السؤال 21

مثال 1

إيجاد طول ضلع

في  $\triangle PQR$ ، إذا كان:  $PT = 7.5$ ,  $TQ = 3$ ,  $SR = 2.5$ ، فأوجد  $PS$ .

استعمل نظرية التناسب في المثلث.



$$\text{نظرية التناسب في المثلث} \quad \frac{PS}{SR} = \frac{PT}{TQ}$$

$$\text{بالتعويض} \quad \frac{PS}{2.5} = \frac{7.5}{3}$$

$$\text{خاصية الضرب التبادلي} \quad PS \cdot 3 = (2.5)(7.5)$$

$$\text{بالضرب} \quad 3PS = 18.75$$

$$\text{بقسمة كلا الطرفين على 3} \quad PS = 6.25$$

تحقق من فهمك

1 في الشكل أعلاه، إذا كان:  $PT = 15$ ,  $SR = 5$ ,  $PS = 12.5$ ، فأوجد  $TQ$ .

إرشادات للدراسة

التوازي:

إذا كان المستقيمان  $\overline{AB}$ ,  $\overline{CD}$  متوازيين، فإن القطعتين المستقيمتين  $\overline{AB}$ ,  $\overline{CD}$  متوازيان؛ لأنهما جزء من المستقيمين  $\overline{AB}$ ,  $\overline{CD}$  على الترتيب. أي أنه إذا كان  $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ ، فإن  $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$

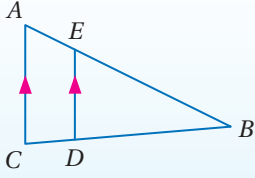
وعكس النظرية 2.5 صحيح أيضًا، ويمكن إثباته باستعمال الأجزاء المتناسبة في المثلث ونظرية التشابه SAS.

## نظرية 2.6

### عكس نظرية التناسب في المثلث

إذا قطع مستقيم ضلعين في مثلث وقسمهما إلى قطع مستقيمة متناظرة أطوالها متناسبة، فإن المستقيم يوازي الضلع الثالث للمثلث.

مثال: إذا كان  $\frac{AE}{EB} = \frac{CD}{DB}$ ، فإن  $\overline{ED} \parallel \overline{AC}$ .



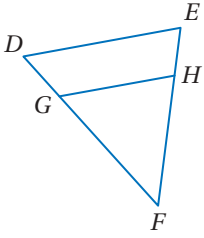
ستبرهن النظرية 2.6 في السؤال 22

## مثال 2

### تحديد ما إذا كان المستقيمان متوازيين

في  $\triangle DEF$  إذا كان:  $DG = \frac{1}{3} GF$ ,  $EH = 3$ ,  $HF = 9$ ، فهل  $\overline{DE} \parallel \overline{GH}$ ؟ وضح إجابتك.

يتعين عليك إثبات أن  $\frac{DG}{GF} = \frac{EH}{HF}$ ، وذلك باستعمال عكس نظرية التناسب في المثلث.



معطى

بقسمة كلا الطرفين على GF

بالتعويض  $EH = 3$ ,  $HF = 9$

بالتبسيط

$$\begin{aligned} DG &= \frac{1}{3} GF \\ \frac{DG}{GF} &= \frac{1}{3} \\ \frac{EH}{HF} &= \frac{3}{9} \\ &= \frac{1}{3} \end{aligned}$$

وبما أن:

$$\frac{DG}{GF} = \frac{EH}{HF} = \frac{1}{3}$$

بحسب عكس نظرية التناسب في المثلث، تكون  $\overline{GH} \parallel \overline{DE}$

### تحقق من فهمك

(2) في الشكل أعلاه، إذا كان:  $DG = \frac{1}{2} GF$ ,  $EH = 6$ ,  $HF = 10$ ، فهل  $\overline{DE} \parallel \overline{GH}$ ؟

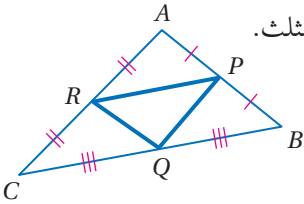
### إرشادات للدراسة

مثلث القطع المنصّفة: القطع المنصّفة الثلاث في المثلث تشكل مثلثًا يُسمى مثلث القطع المنصّفة.

القطعة المنصّفة في المثلث هي قطعة مستقيمة طرفيها نقطتا منتصف ضلعين في المثلث.

وفي كل مثلث ثلاث قطع منصّفة. فالقطع المنصّفة في  $\triangle ABC$  هي  $\overline{RP}$ ,  $\overline{PQ}$ ,  $\overline{RQ}$

ونظرية القطعة المنصّفة في المثلث هي حالة خاصة من عكس نظرية التناسب في المثلث.

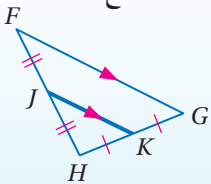


## نظرية 2.7

### نظرية القطعة المنصّفة في المثلث

القطعة المنصّفة في المثلث توازي أحد أضلعه، وطولها يساوي نصف طول ذلك الضلع.

مثال: إذا كانت  $J$ ,  $K$  نقطتي منتصف  $\overline{FH}$ ,  $\overline{HG}$  على الترتيب، فإن:  $\overline{JK} \parallel \overline{FG}$ ,  $JK = \frac{1}{2} FG$

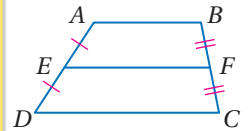


ستبرهن النظرية 2.7 في السؤال 23

### إرشادات للدراسة

#### القطعة المنصّفة:

نظريّة القطعة المنصّفة في المثلث، تشبه نظريّة القطعة المنصّفة في شبه المنحرف، والتي تنصّ على أن القطعة المنصّفة في شبه المنحرف توازي القاعدتين، وطولها يساوي نصف مجموع طولي القاعدتين.

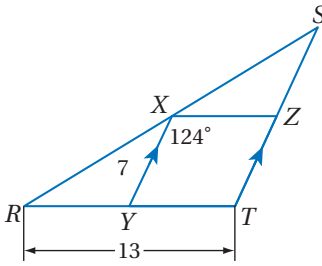


$$\overline{EF} \parallel \overline{AB} \parallel \overline{DC}$$

$$EF = \frac{1}{2}(AB + DC)$$

### مثال 3

#### استعمال نظريّة القطعة المنصّفة في المثلث



في  $\triangle RST$ ، إذا كانت  $\overline{XY}$ ،  $\overline{XZ}$  قطعيتين منصّفتين، فأوجد كل قياس مما يأتي:

**(a) XZ**

نظرية القطعة المنصّفة في المثلث  $XZ = \frac{1}{2}RT$

بالتعويض  $XZ = \frac{1}{2}(13)$

بالتبسيط  $XZ = 6.5$

**(b) ST**

نظرية القطعة المنصّفة في المثلث  $XY = \frac{1}{2}ST$

بالتعويض  $7 = \frac{1}{2}ST$

بضرب كلا الطرفين في 2  $14 = ST$

**(c)  $m\angle RYX$**

$\overline{XZ} \parallel \overline{RT}$ ، إذن  $\overline{XZ}$  قطعة منصّفة في  $\triangle RST$ .

نظرية الزاويتين المتبادلتين داخلياً  $\angle RYX \cong \angle YXZ$

تعريف تطابق الزوايا  $m\angle RYX = m\angle YXZ$

بالتعويض  $m\angle RYX = 124^\circ$

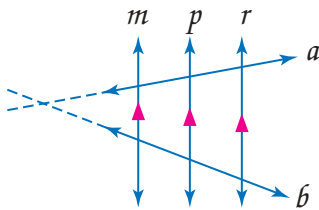
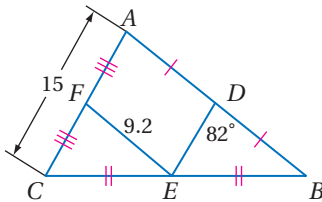
#### تحقق من فهمك

أوجد كل قياس مما يأتي معتمداً على الشكل المجاور:

**DE (3A)**

**DB (3B)**

**$m\angle FED$  (3C)**

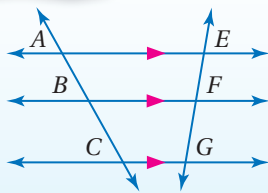


#### الأجزاء المتناسبة من قاطعين لمستقيمتين متوازيتين

هناك حالة خاصّة أخرى لنظرية التناسب في المثلث تتضمن ثلاثة مستقيمتين متوازيّة أو أكثر، يقطعها قاطعان. لاحظ أنّه إذا مُدَّ القاطعان  $a$ ،  $b$ ، فإنّهما يصنعان ثلاثة مثلثات لها ثلاثة أضلاع متوازيّة.

أضف إلى

مطويتك



#### الأجزاء المتناسبة من قاطعين لمستقيمتين متوازيتين

إذا قطع قاطعان ثلاثة مستقيمتين متوازيّة أو أكثر، فإن أطوال أجزاء القاطعين تكون متناسبة.

مثال: إذا كان:  $\overline{AE} \parallel \overline{BF} \parallel \overline{CG}$ ، وكان قاطعان لها،

$$\frac{AB}{BC} = \frac{EF}{FG}$$

### إرشادات للدراسة

#### تناسبات أخرى:

في النتيجة 2.1، يمكن كتابة تناسبين آخرين للمثال:

$$\frac{AB}{EF} = \frac{BC}{FG}, \frac{AC}{BC} = \frac{EG}{FG}$$

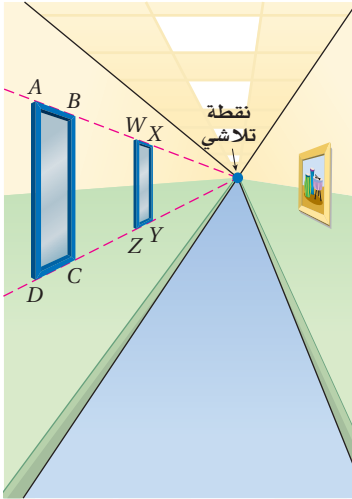
ستبرهن النتيجة 2.1 في السؤال 19

استعمال القاطع المتناسبة من قاطعين



الربط مع الحياة

- يستعمل الرسامون إحياءات إدراكية متنوعة، تجعل الرسم الثنائي الأبعاد يبدو ثلاثي الأبعاد منها:
- الحجم: تبدو الأشياء البعيدة أصغر حجماً.
  - الوضوح: تبدو الأجسام القريبة أكثر وضوحاً.
  - التفاصيل: تتضمن الأجسام القريبة تفاصيل دقيقة، في حين تتضمن الأجسام البعيدة معالم عامة.



**رسم:** ترسم مريم ممراً في منظور ذي نقطة تلاشي واحدة، فاستعملت مريم الخطوط الإرشادية المبيّنة؛ لرسم نافذتين على الجدار الأيسر. إذا كانت القاطع المستقيمة:  $\overline{AD}, \overline{BC}, \overline{WZ}, \overline{XY}$  متوازية، وكان:  $AB = 8 \text{ cm}, DC = 9 \text{ cm}, ZY = 5 \text{ cm}$ ، فأوجد  $WX$ .

بما أن  $\overline{AD} \parallel \overline{BC} \parallel \overline{WZ} \parallel \overline{XY}$ ، إذن  $\frac{AB}{WX} = \frac{DC}{ZY}$  وفق النتيجة 2.1.

النتيجة 2.1  $\frac{AB}{WX} = \frac{DC}{ZY}$

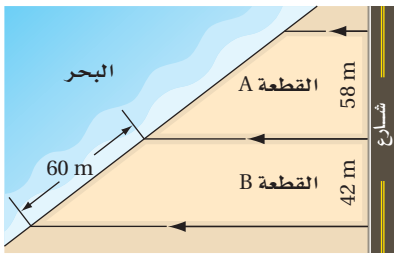
بالتعويض  $\frac{8}{WX} = \frac{9}{5}$

خاصية الضرب التبادلي  $WX \cdot 9 = 8 \cdot 5$

بالتبسيط  $9WX = 40$

بقسمة كلا الطرفين على 9  $WX = \frac{40}{9} \approx 4.4 \text{ cm}$

**تحقق:** نسبة  $DC$  إلى  $ZY$  هي 9 إلى 5، وهي تقريباً 10 إلى 5 أو 2 إلى 1. وكذلك نسبة  $AB$  إلى  $WX$  هي 8 إلى 4.4 وهي تقريباً 8 إلى 4 أو 2 إلى 1؛ إذن الإجابة معقولة. ✓



تحقق من فهمك

**(4) عقارات:** واجهة قطعة الأرض هي طول حدها المحاذي لمعلم ما مثل شارع أو بحر أو نهر، أو جد طول الواجهة البحرية للقطعة A إلى أقرب عُشر المتر.

إذا كانت النسبة بين أطوال أجزاء القاطعين تساوي 1، فإن المستقيمات المتوازية تقطع أجزاء متطابقة من القاطعين.

أضف إلى

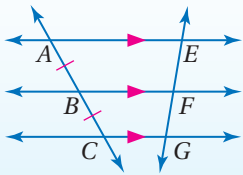
مطوبتك

الأيضاً المتناسبة من قاطعين لمستقيمات متوازية

نتيجة 2.2

إذا قطع قاطع ثلاثة مستقيمات متوازية أو أكثر، وكانت أجزاءه متطابقة، فإن أجزاء أي قاطع آخر لها تكون متطابقة.

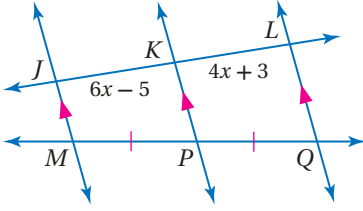
مثال: إذا كان:  $\overline{AE} \parallel \overline{BF} \parallel \overline{CG}$ ، وكان قاطعين لها، بحيث  $\overline{AB} \cong \overline{BC}$  فإن  $\overline{EF} \cong \overline{FG}$ .



ستبرهن النتيجة 2.2 في السؤال 20

## مثال 5

### استعمال القطع المتطابقة من قاطعين



جبر: أوجد قيمة  $x$ .

بما أن:  $\vec{JM} \parallel \vec{KP} \parallel \vec{LQ}$ ,  $\overline{MP} \cong \overline{PQ}$   
فإن  $\overline{JK} \cong \overline{KL}$  وفق النتيجة 2.2.

تعريف التطابق  $JK = KL$

بالتعويض  $6x - 5 = 4x + 3$

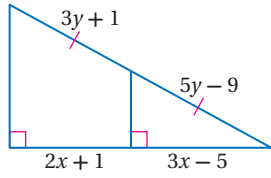
بطرح  $4x$  من كلا الطرفين  $2x - 5 = 3$

بإضافة 5 للطرفين  $2x = 8$

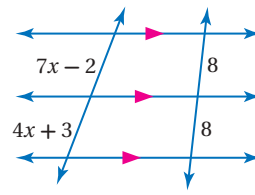
بقسمة كلا الطرفين على 2  $x = 4$

### تحقق من فهمك

أوجد قيمة كل من  $x, y$ .



(5B)



(5A)

يمكن تقسيم قطعة مستقيمة إلى جزأين متطابقين، برسم العمود المنصف للقطعة المستقيمة، ولكن لا يمكن تقسيم قطعة مستقيمة إلى ثلاثة أجزاء متطابقة برسم أعمدة منصفة، ولعمل ذلك تستعمل المستقيمتان المتوازيتان والنتيجة 2.2.

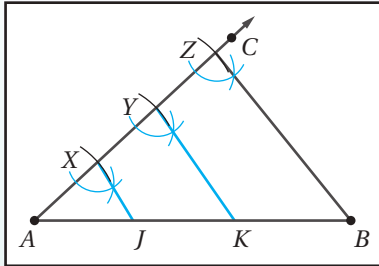
## إنشاءات هندسية

### تقسيم قطعة مستقيمة إلى ثلاثة أجزاء متطابقة



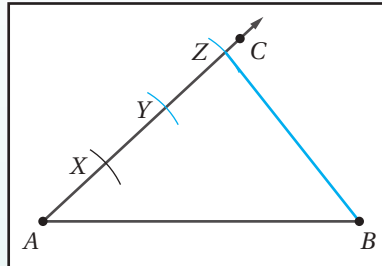
ارسم قطعة مستقيمة  $\overline{AB}$ ، ثم استعمل النتيجة 2.2؛ لتقسيمها إلى 3 أجزاء متطابقة.

#### الخطوة 3:



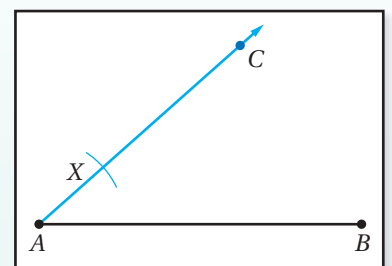
أنشئ من  $X$  و  $Y$  مستقيمين يوازيان  $\overline{CB}$  كما درست سابقاً، وسمّ نقطتي تقاطعهما مع  $\overline{AB}$  بالحرفين  $J, K$ .

#### الخطوة 2:



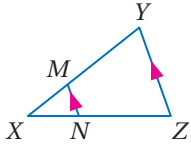
استعمل الفرجار بالفتحة نفسها؛ لتعيين النقطتين  $Y, Z$ ، بحيث  $\overline{AX} \cong \overline{XY} \cong \overline{YZ}$ .  
ثم ارسم  $\overline{CB}$ .

#### الخطوة 1:



ارسم  $\overline{AC}$ ، ثم ثبت الفرجار عند  $A$ ، وارسم قوساً يقطع  $\overline{AC}$  عند  $X$ .





المثال 1 في  $\triangle XYZ$  ، إذا كان  $\overline{MN} \parallel \overline{YZ}$  ، فأجب عن السؤالين الآتيين:

(1) إذا كان:  $XN = 6$  ,  $NZ = 9$  ,  $XM = 4$  ، فأوجد  $XY$  .

(2) إذا كان:  $XY = 10$  ,  $XM = 2$  ,  $XN = 6$  ، فأوجد  $NZ$  .

المثال 2 (3) في  $\triangle ABC$  ، إذا كان:  $BC = 15$  ,  $BE = 6$  ، فأوجد  $AC$  ،

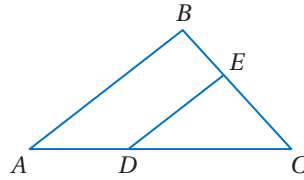
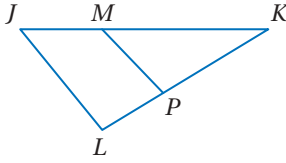
(4) في  $\triangle JKL$  ، إذا كان:  $JK = 15$  ,  $JM = 5$  ، فأوجد  $KL$  ،

فهل  $\overline{DE} \parallel \overline{AB}$  ؟ ،  $DC = 12$  ,  $AD = 8$  ،

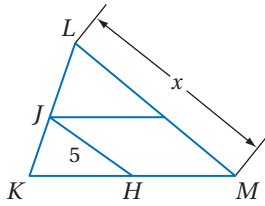
فهل  $\overline{JL} \parallel \overline{MP}$  ؟ ،  $LK = 13$  ,  $PK = 9$  ،

برّر إجابتك .

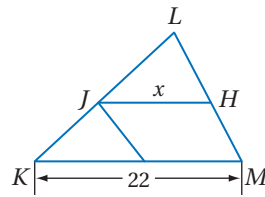
برّر إجابتك .



المثال 3 إذا كانت  $\overline{JH}$  قطعة منصفّة في  $\triangle KLM$  ، فأوجد قيمة  $x$  في السؤالين الآتيين:



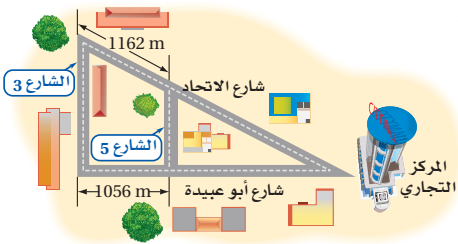
(6)



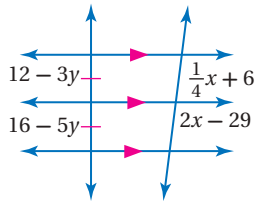
(5)

المثال 4 (7) خرائط: الشارعان 3, 5 في الخريطة المجاورة متوازيان .

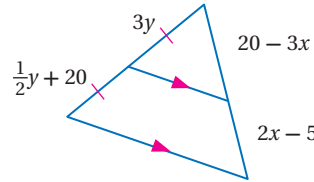
إذا كانت المسافة بين الشارع 3 والمركز التجاري على امتداد شارع أبو عبيدة 3201 m ، فأوجد المسافة بين الشارع 5 والمركز التجاري على امتداد شارع الاتحاد ، مقرباً إجابتك إلى أقرب عُشر من المتر .



المثال 5 جبر: أوجد قيمتي  $x, y$  في كل من السؤالين الآتيين:

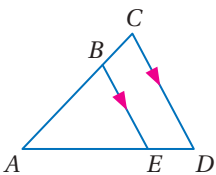


(9)



(8)

تدرب وحل المسائل



المثال 1 في  $\triangle ACD$  ، إذا كان  $\overline{BE} \parallel \overline{CD}$  ، فأجب عن السؤالين الآتيين:

(10) إذا كان:  $AB = 6$  ,  $BC = 4$  ,  $AE = 9$  ، فأوجد  $ED$  .

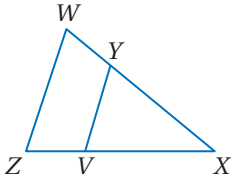
(11) إذا كان:  $AB = 12$  ,  $AC = 16$  ,  $ED = 5$  ، فأوجد  $AE$  .

## المثال 2

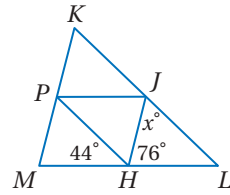
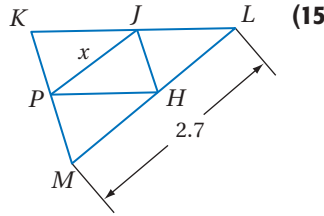
حدّد ما إذا كان  $\overline{VY} \parallel \overline{ZW}$  أم لا، وبرّر إجابتك في كلّ من السؤالين الآتيين:

$$ZX = 18, ZV = 6, WX = 24, YX = 16 \quad (12)$$

$$WX = 31, YX = 21, ZX = 4ZV \quad (13)$$



في  $\triangle KLM$ ، إذا كانت  $\overline{JH}, \overline{JP}, \overline{PH}$  قطعاً منصفّة، فأوجد قيمة  $x$  في كلّ من السؤالين الآتيين:



## المثال 3

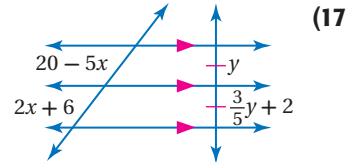
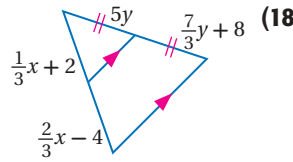
## المثال 4

**16 خرائط:** المسافة من مدخل الحديقة إلى طريق المشاة على امتداد الطريق المرصوف 880 m. إذا كان طريق المشاة يوازي الطريق الترابي، فأوجد المسافة من مدخل الحديقة إلى طريق المشاة على امتداد منطقة الأشجار.



## المثال 5

**جبر:** أوجد قيمة كل من  $x, y$  في السؤالين الآتيين:



**برهان:** اكتب برهاناً حرّاً لكلّ مما يأتي:

(21) النظرية 2.5

(20) النتيجة 2.2

(19) النتيجة 2.1

**برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين للنظريتين الآتيتين:

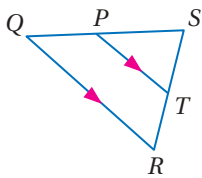
(23) النظرية 2.7

(22) النظرية 2.6

استعمل  $\triangle QRS$  للإجابة عن السؤالين الآتيين:

(24) إذا كان:  $ST = 8, TR = 4, PT = 6$ ، فأوجد  $QR$ .

(25) إذا كان:  $SP = 4, PT = 6, QR = 12$ ، فأوجد  $SQ$ .



(27) إذا كان:  $LK = 4, MP = 3, PQ = 6, KJ = 2$

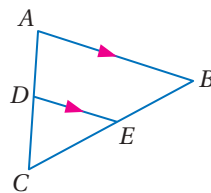
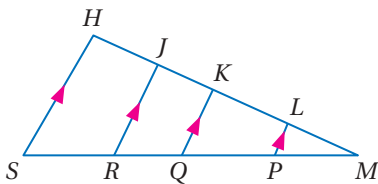
، فأوجد قيمة كلّ من

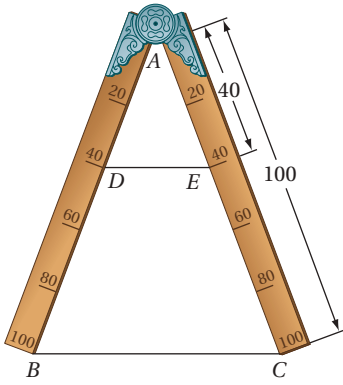
$ML, QR, QK, JH$

(26) إذا كان:  $CE = t - 2, EB = t + 1$

، فأوجد قيمة كلّ من

$t, CE$





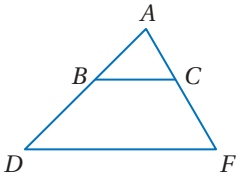
**28 تاريخ الرياضيات:** في القرن السادس عشر الميلادي، ابتكر جاليلو الفرجار لاستعماله في القياس كما في الشكل المجاور. ولرسم قطعة مستقيمة طولها يساوي خمس طول قطعة معلومة. اجعل نهايتي ساقي الفرجار عند طرفي القطعة المعلومة، ثم ارسم قطعة مستقيمة بين علامتي 40 على ساقي الفرجار. بين أن طول  $\overline{DE}$  يساوي خمس طول  $\overline{BC}$ .



### تاريخ الرياضيات

#### جاليلو جاليلي

(1564 م إلى 1642 م)  
ولد جاليلو جاليلي في إيطاليا، ودرس الفلسفة والفلك والرياضيات، وله إسهامات جوهرية في كل منها.



أوجد قيمة  $x$ ، بحيث يكون  $\overline{BC} \parallel \overline{DE}$ .

$$AB = x + 5, BD = 12, AC = 3x + 1, CF = 15 \quad (29)$$

$$AC = 15, BD = 3x - 2, CF = 3x + 2, AB = 12 \quad (30)$$

**إنشاءات هندسية:** أنشئ كل قطعة مستقيمة فيما يأتي وفق التعليمات التالية:

**31** قطعة مستقيمة مقسمة إلى خمس قطع متطابقة.

**32** قطعة مستقيمة مقسمة إلى قطعتين النسبة بين طوليهما 1 إلى 3.

**33** قطعة مستقيمة طولها 11 cm، ومقسمة إلى أربع قطع متطابقة.

المثلث	الطول	النسبة
ABC	AD	$\frac{AD}{CD}$
	CD	
	AB	$\frac{AB}{CB}$
MNP	MQ	$\frac{MQ}{PQ}$
	PQ	
	MN	$\frac{MN}{PN}$
	PN	
WXY	WZ	$\frac{WZ}{YZ}$
	YZ	
	WX	$\frac{WX}{YX}$
	YX	

**34 تمثيلات متعددة:** في هذه المسألة ستستكشف تناسباً مرتبطةً بمنصفات زوايا المثلث.

**(a) هندسيًا:** ارسم ثلاثة مثلثات:

الأول حادّ الزوايا، وسمّه  $ABC$  وارسم  $\overline{BD}$  منصفًا لـ  $\angle B$ . والثاني منفرج الزاوية وسمّه  $MNP$ ، وارسم  $\overline{NQ}$  منصفًا لـ  $\angle N$ ، والثالث قائم الزاوية وسمّه  $WXY$ ، وارسم  $\overline{XZ}$  منصفًا لـ  $\angle X$ .

**(b) جدولياً:** أكمل الجدول المجاور بالقيم المناسبة.

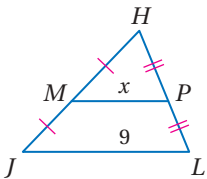
**(c) لفظياً:** اكتب تخميناً حول القطعتين المستقيمتين اللتين ينقسم إليهما ضلع مثلث عند رسم منصف للزاوية المقابلة لذلك الضلع.

### إرشادات للدراسة

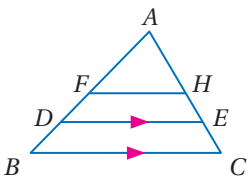
#### إنشاءات هندسية:

تذكّر أن الفرجار والمسطرة غير المدرجة هما الأداة الوحيدتان المستعملتان في الإنشاءات الهندسية.

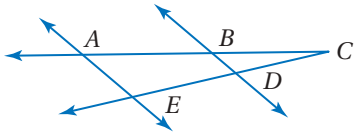
### مسائل مهارات التفكير العليا



**35 اكتشاف الخطأ:** يجد كل من أسامة وسلطان قيمة  $x$  في  $\triangle HJL$ ، يقول أسامة: إن  $MP$  يساوي نصف  $JL$ ؛ إذن  $x$  تساوي 4.5، ويقول سلطان: إن  $JL$  يساوي نصف  $MP$ ؛ إذن  $x$  تساوي 18. فهل إجابة أيّ منهما صحيحة؟ وضح إجابتك.



**36 تبرير:** في  $\triangle ABC$ ، إذا كان:  $AF = FB, AH = HC$ ، فإن  $DA = \frac{3}{4} AB, EA = \frac{3}{4} AC$  فهل  $DE = \frac{3}{4} BC$  دائماً أو أحياناً أو لا يساويه أبداً؟



**37 تحدُّ:** اكتب برهاناً ذا عمودين.

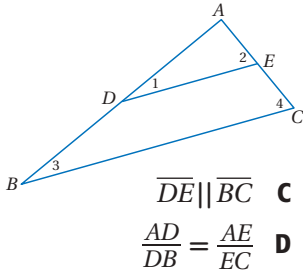
**المعطيات:**  $AB = 4, BC = 4, CD = DE$

**المطلوب:** إثبات أن  $\overline{BD} \parallel \overline{AE}$

**38 مسألة مفتوحة:** ارسم ثلاث قطع مستقيمة أطوالها مختلفة  $a, b, c$ ، ثم ارسم قطعة رابعة طولها  $d$ ، بحيث يكون  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ .

**39 اكتب:** قارن بين نظرية التناسب في المثلث ونظرية القطعة المنصّفة في المثلث.

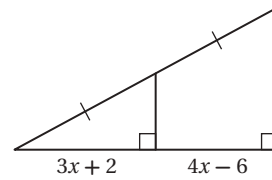
### تدريب على اختبار



**41** في  $\triangle ABC$ ، إذا كانت  $\overline{DE}$  قطعة منصّفة، فأَي العبارات التالية غير صحيحة؟

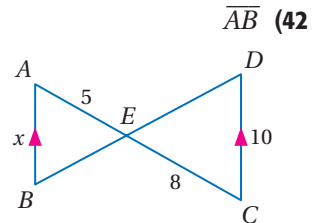
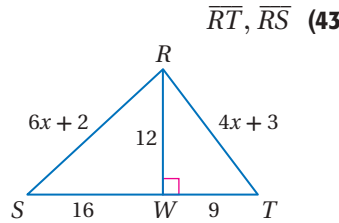
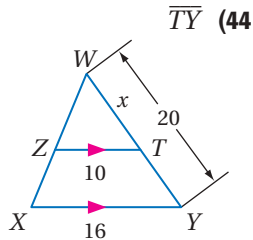
- A**  $\angle 1 \cong \angle 4$   
**B**  $\triangle ABC \sim \triangle ADE$   
**C**  $\overline{DE} \parallel \overline{BC}$   
**D**  $\frac{AD}{DB} = \frac{AE}{EC}$

**40** إجابة قصيرة: ما قيمة  $x$ ؟

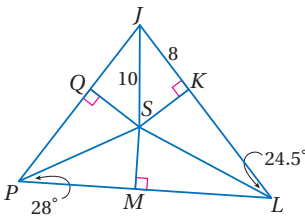


### مراجعة تراكمية

**جبر:** اذكر النظرية أو المسلمة التي تبرر تشابه المثلثين، واكتب عبارة التشابه، ثم أوجد أطوال القطع المذكورة في كلِّ ممَّا يأتي: (الدرس 2-2)



إذا كانت النقطة  $S$  مركز الدائرة الداخلية لـ  $\triangle JPL$ ، فأوجد كل قياسٍ ممَّا يأتي: (مهارة سابقة)



**45**  $SQ$

**46**  $\angle JQ$

**47**  $m\angle MPQ$

**48**  $m\angle SJP$

### استعد للدرس اللاحق

حل كل تناسب مما يأتي:

**53**  $\frac{x}{12-x} = \frac{8}{3}$

**52**  $\frac{x-2}{2} = \frac{4}{5}$

**51**  $\frac{2.3}{4} = \frac{x}{3.7}$

**50**  $\frac{3}{4} = \frac{5}{x}$

**49**  $\frac{1}{3} = \frac{x}{2}$

## عناصر المثلثات المتشابهة

### Parts of Similar Triangles

رابط المدرس الرقمي



www.ien.edu.sa

#### لماذا؟

في كاميرات التصوير الاحترافي تُستعمل أفلام بمعايير خاصة؛ للحصول على صور واضحة، وعند التقاط الصورة المجاورة، كانت المسافة بين النخلة وعدسة الكاميرا 6.16 m، وكان طول النخلة على الفيلم 35 mm، يمكن استعمال المثلثات المتشابهة لإيجاد طول النخلة الحقيقي.



#### فيما سبق:

درست أن أطوال الأضلاع المتناظرة لمضلعين متشابهين تكون متناسبة.

(مهارة سابقة)

#### والآن:

- أتعرف علاقات التناسب الخاصة بكل من منصفات الزوايا والارتفاعات والقطع المتوسطة المتناظرة في المثلثات المتشابهة وأستعملها.
- أستعمل نظرية منصف زاوية في مثلث.

**قطع مستقيمة خاصة في المثلثين المتشابهين:** تعلمت في الدرس 1-2، أن أطوال الأضلاع المتناظرة في المضلعات المتشابهة، ومنها المثلثات، تكون متناسبة، ويمكن توسيع الفكرة إلى قطع مستقيمة أخرى في المثلثات.

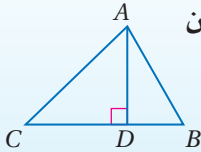
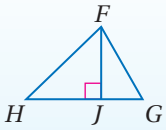
#### نظريات

أضف إلى

مطويتك

#### قطع مستقيمة خاصة في المثلثين المتشابهين

**2.8** إذا تشابه مثلثان، فإن النسبة بين طولَي كل ارتفاعين متناظرين تساوي النسبة بين طولَي كل ضلعين متناظرين.

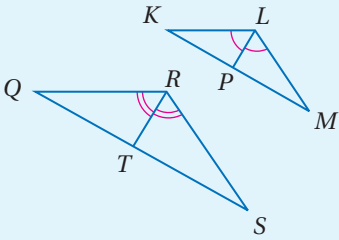


مثال: إذا كان  $\triangle ABC \sim \triangle FGH$ ،  $\overline{AD}$ ،  $\overline{FJ}$  ارتفاعين

$$\cdot \frac{AD}{FJ} = \frac{AB}{FG}$$

**2.9** إذا تشابه مثلثان، فإن النسبة بين طولَي القطعتين المنصفتين لكل زاويتين متناظرتين تساوي النسبة

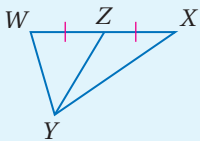
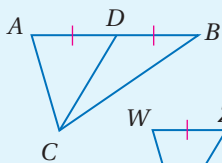
بين طولَي كل ضلعين متناظرين.



مثال: إذا كان  $\triangle KLM \sim \triangle QRS$ ،  $\overline{LP}$ ،  $\overline{RT}$  قطعيتين

$$\cdot \frac{LP}{RT} = \frac{LM}{RS}$$

**2.10** إذا تشابه مثلثان، فإن النسبة بين طولَي كل قطعيتين متوسطتين متناظرتين تساوي النسبة بين طولَي كل ضلعين متناظرين.



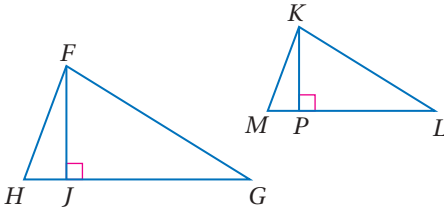
مثال: إذا كان  $\triangle ABC \sim \triangle WXY$ ،  $\overline{CD}$ ،  $\overline{WZ}$  قطعيتين

$$\cdot \frac{CD}{WZ} = \frac{AB}{WX}$$

ستبرهن النظريتين 2.9، 2.10 في السؤالين 14، 15 على الترتيب

المعطيات:  $\triangle FGH \sim \triangle KLM$ ، و  $\overline{FJ}$ ،  $\overline{KP}$  ارتفاعان.

$$\frac{FJ}{KP} = \frac{HF}{MK} \text{ المطلوب}$$



برهان حر:

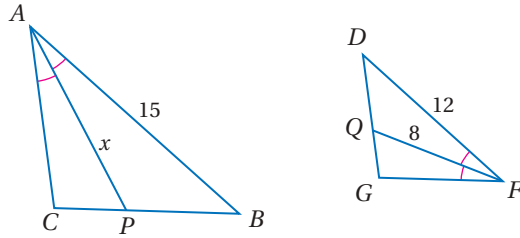
بما أن:  $\triangle FGH \sim \triangle KLM$ ، إذن  $\angle H \cong \angle M$ ، كما أن  $\angle FJH \cong \angle KPM$ ؛ لأنهما زاويتان قائمتان ناتجتان عن ارتفاعين، وجميع الزوايا القوائم متطابقة؛ لذلك فإن

$\triangle HFJ \sim \triangle MKP$  بحسب مسلمة التشابه AA؛ إذن  $\frac{FJ}{KP} = \frac{HF}{MK}$  وفق تعريف المضلعين المتشابهين.

ويمكنك استعمال القطع المستقيمة الخاصة في المثلثات المتشابهة لإيجاد الأطوال المجهولة.

### مثال 1 استعمال القطع الخاصة في المثلثات المتشابهة

إذا كان  $\triangle ABC \sim \triangle FDG$  في الشكل أدناه، فأوجد قيمة  $x$ .



$\overline{AP}$ ،  $\overline{FQ}$  منصفَا زاويتين متناظرتين و  $\overline{AB}$ ،  $\overline{FD}$  ضلعان متناظران للمثلثين المتشابهين  $ABC$ ،  $FDG$ .

النسبة بين طولي القطعتين المستقيمتين المنصفتين لزاويتين متناظرتين في مثلثين متشابهين، تساوي النسبة بين طولي ضلعين متناظرين.

$$\frac{AP}{FQ} = \frac{AB}{FD}$$

$$\frac{x}{8} = \frac{15}{12}$$

بالتعويض

$$8 \cdot 15 = x \cdot 12$$

خاصية الضرب التبادلي

$$120 = 12x$$

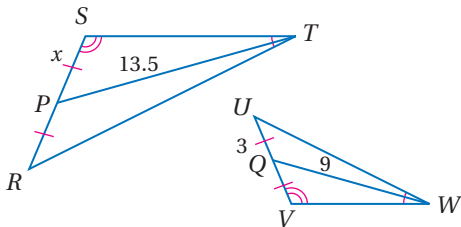
بالتبسيط.

$$10 = x$$

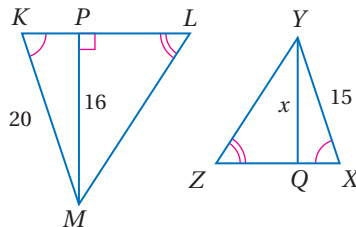
بقسمة كلا الطرفين على 12

### تحقق من فهمك

أوجد قيمة  $x$  في المثلثين المتشابهين، في كل من السؤالين الآتيين:



(1B)



(1A)

### إرشادات للدراسة

استعمال معامل التشابه:

يمكن حل المثال 1 أيضاً بإيجاد معامل التشابه بين  $\triangle ABC$ ،  $\triangle FDG$  أولاً، وتكون النسبة بين طول القطعة المستقيمة المنصّفة لزاوية في  $\triangle ABC$  إلى طول القطعة المستقيمة المنصّفة للزاوية المناظرة لها في  $\triangle FDG$  تساوي معامل التشابه هذا.

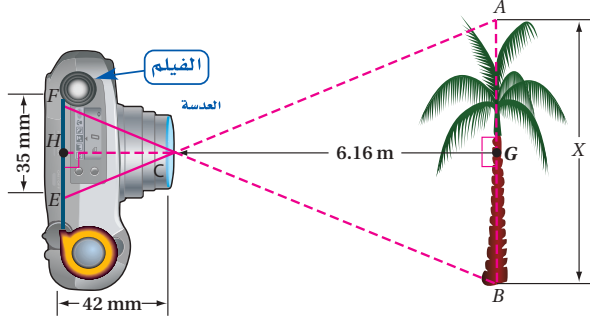


يمكنك استعمال القطع المستقيمة الخاصّة في المثلثات المتشابهة لحل مسائل من واقع الحياة.

## مثال 2 من واقع الحياة

### استعمال المثلثات المتشابهة لحل المسائل

**تصوير:** بالرجوع إلى فقرة "لماذا؟" بداية الدرس، يبين الرسم التوضيحي أدناه (الرسم ليس على القياس) موقع الكاميرا وطول الصورة والمسافة من عدسة الكاميرا إلى الفيلم. أوجد الارتفاع الحقيقي للنخلة.



**افهم:** المعطيات: المسافة بين النخلة وعدسة الكاميرا 6.16 m ، وطول النخلة على الفيلم 35 mm ، والمسافة بين العدسة والفيلم 42 mm.

**المطلوب:** الارتفاع الحقيقي للنخلة.

تكون النخلة وصورتها على الفيلم متوازيين، ويكون  $\overline{CG}$  و  $\overline{CH}$  ارتفاعين في المثلثين  $\triangle ABC$ ،  $\triangle EFC$ .

**خطط:** بما أن  $\overline{AB} \parallel \overline{EF}$ ، فإن:  $\angle BAC \cong \angle CEF$ ،  $\angle CBA \cong \angle CFE$  وفق نظرية الزاويتين المتبادلتين داخلياً؛ لذلك فإن  $\triangle ABC \sim \triangle EFC$  وفق مسلمة التشابه AA. اكتب تناسباً وحلّه لإيجاد قيمة  $x$ .

**حل:** النظرية 2.8  $\frac{AB}{EF} = \frac{GC}{HC}$

بالتعويض  $\frac{x \text{ m}}{35 \text{ mm}} = \frac{6.16 \text{ m}}{42 \text{ mm}}$

خاصية الضرب التبادلي  $x(42) = 35(6.16)$

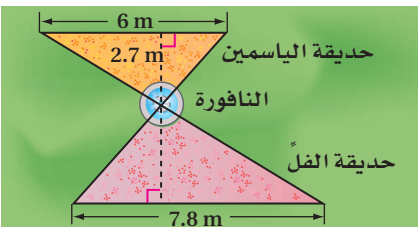
بالتبسيط  $42x = 215.6$

بقسمة كلا الطرفين على 42  $x \approx 5.13$

إذن ارتفاع النخلة 5.13 m تقريباً.

**تحقق:** نسبة طول الصورة إلى المسافة بين العدسة والفيلم هي 35:42 أو 5:6 ، ونسبة ارتفاع النخلة إلى المسافة بينها وبين العدسة هي: 5.13 : 6.16 ؛ أي 5:6 تقريباً. ✓

### تحقق من فهمك



(2) **حدائق:** في الشكل المجاور حديقتان بجوارهما نافورة، إذا كانت الحديقتان تشكلان مثلثين متشابهين، فأوجد المسافة من مركز النافورة إلى الضلع الأطول في حديقة الفل.



### الربط مع الحياة

طُرحت الكاميرات الرقمية في الأسواق لأول مرة عام 1994م، وكانت درجة وضوح الصورة  $480 \times 640$  بكسل، وفي عام 2005 أمكن أخذ صورة بدرجة وضوح بلغت  $4368 \times 2912$  بكسل بواسطة كاميرا أكثر وضوحاً لدرجة 12.8 مليون بكسل، وهي صورة أوضح كثيراً مما تعرضه معظم الحواسيب، فظهرت شاشات حواسيب عالية الوضوح تسمى  $4K$ .

**نظرية منصف زاوية في مثلث:** تعلمت أن منصف زاوية هو نصف مستقيم يقسمها إلى زاويتين متجاورتين متطابقتين، وإضافة لذلك يقسم منصف الزاوية في مثلث الضلع المقابل وفق تناسب مع الضلعين الآخرين.

### إرشادات للدراسة

التناسب: يمكن كتابة تناسب آخر باستعمال نظرية منصف زاوية في مثلث هو

$$\frac{KM}{KJ} = \frac{LM}{LJ}$$

أضف إلى

مطوبتك

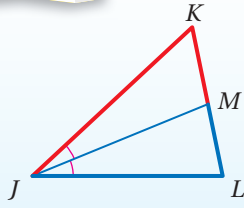
## نظرية 2.11

### منصف زاوية في مثلث

منصف زاوية في مثلث يقسم الضلع المقابل إلى قطعتين مستقيمتين النسبة بين طوليهما تساوي النسبة بين طولَي الضلعين الآخرين.

مثال: إذا كانت  $\overline{JM}$  منصف زاوية في المثلث  $\triangle JKL$

$$\begin{aligned} \text{القضبان المشتركتان بالرأس } K &\rightarrow \frac{KM}{LM} = \frac{KJ}{LJ} \\ \text{القضبان المشتركتان بالرأس } L &\rightarrow \frac{KM}{LM} = \frac{KJ}{LJ} \end{aligned}$$



ستبرهن النظرية 2.11 في السؤال 19

### استعمال نظرية منصف زاوية في مثلث

مثال 3

أوجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور.

بما أن  $\overline{RT}$  منصف زاوية في  $\triangle QRS$ ، فيمكنك استعمال نظرية منصف زاوية في مثلث لكتابة تناسب.

$$\begin{aligned} \text{نظرية منصف زاوية في مثلث} &\quad \frac{QT}{ST} = \frac{QR}{SR} \\ \text{بالتعويض} &\quad \frac{x}{18-x} = \frac{6}{14} \end{aligned}$$

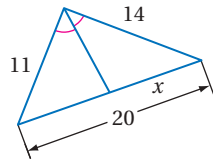
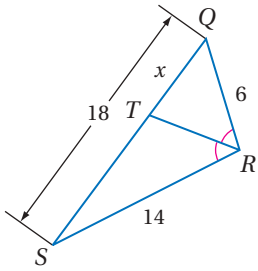
$$\text{خاصية الضرب التبادلي} \quad (18-x)(6) = x \cdot 14$$

$$\text{بالتبسيط} \quad 108 - 6x = 14x$$

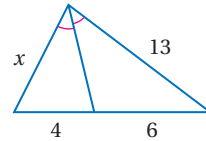
$$\text{إضافة } 6x \text{ لكلا الطرفين} \quad 108 = 20x$$

$$\text{بقسمة كلا الطرفين على } 20 \quad 5.4 = x$$

**تحقق من فهمك** ✓ أوجد قيمة  $x$  في كل من الشكلين الآتيين:



(3B)



(3A)

### إرشادات للدراسة

المثلثات الناتجة عن

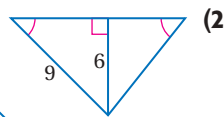
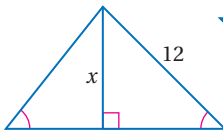
منصف زاوية في مثلث:

لا يرتبط التناسب في نظرية منصف زاوية في مثلث بتشابه مثلثين؛ إذ إن المثلثين الناشئين عن منصف زاوية في مثلث ليسا متشابهين في الحالة العامة، على الرغم من التناسب بين زوجين من أضلاعهما، ووجود زاوية في أحدهما مطابقة لزاوية في الآخر.

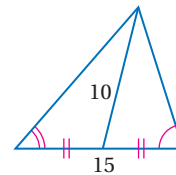
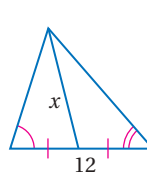
لكن المثلثين يتشابهان في حالة قسمة المثلث إلى مثلثين متطابقين.

### تأكد

أوجد قيمة  $x$  في المثلثين المتشابهين في كل من السؤالين الآتيين:



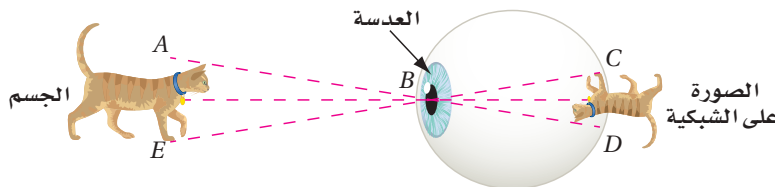
(2)



(1)

**صورة 3:** ارتفاع قطة 10 in، وارتفاع صورتها على شبكية العين 7 mm، إذا كان  $\triangle ABE \sim \triangle DBC$ ،

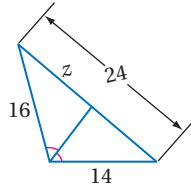
وكانت المسافة من بؤبؤ العين إلى الشبكية 25 mm، فكم تبعد القطة عن بؤبؤ العين مقرباً إجابتك إلى أقرب جزء من عشرة؟



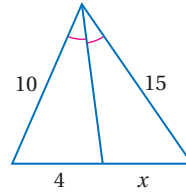
المثال 1

المثال 2

المثال 3 أوجد قيمة المتغير في كل من السؤالين الآتيين:



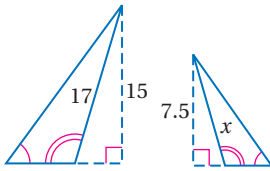
(5)



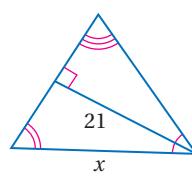
(4)

## تدرب وحل المسائل

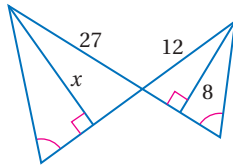
المثال 1 أوجد قيمة  $x$  في المثلثين المتشابهين في كل مما يأتي:



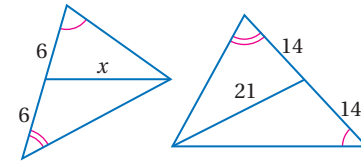
(7)



(6)

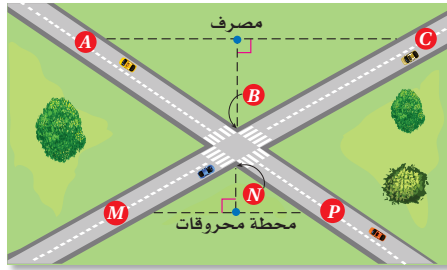


(9)

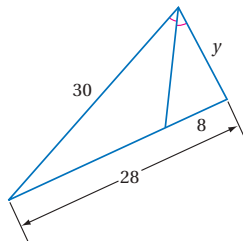


(8)

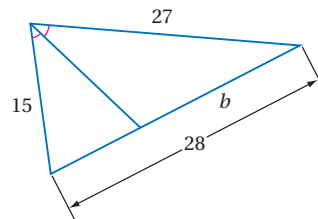
المثال 2 **طرق:** يشكّل الطريقان المتقاطعان في الشكل أدناه مثلثين متشابهين، إذا كان  $AC = 382$  ft،  $MP = 248$  ft، وتبعد محطة المحروقات 50 ft عن التقاطع، فكم يبعد المصرف عن التقاطع مقرباً إجابتك إلى أقرب عدد صحيح؟



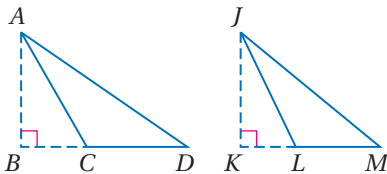
المثال 3 أوجد قيمة المتغير في كل من السؤالين الآتيين.



(12)



(11)

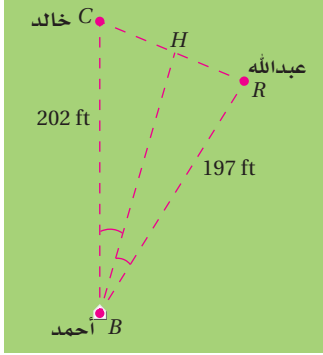
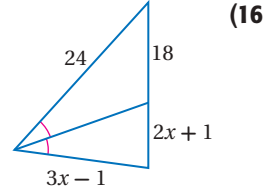
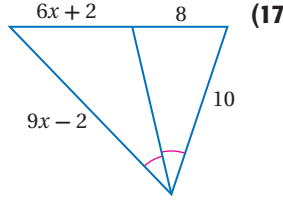


(13) **جبر** إذا كانت  $\overline{AB}$ ,  $\overline{JK}$  ارتفاعين، وكان:  
 $\triangle DAC \sim \triangle MJL$ ,  $AB = 9$   
 $AD = 4x - 8$ ,  $JK = 21$ ,  $JM = 5x + 3$   
 فأوجد قيمة  $x$ .

(14) **برهان:** اكتب برهاناً حرّاً للنظرية 2.9 .

(15) **برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين للنظرية 2.10 .

**جبر:** أوجد قيمة  $x$  في كل من السؤالين الآتيين:



(18) **رياضة:** تأمل المثلث المتشكّل من المسارات بين أحمد وعبدالله وخالد في أثناء مباراة كرة قدم كما في الشكل المجاور. إذا ركل أحمد الكرة بمسار ينصف  $\angle B$  في  $\triangle CBR$ ، فأيهما أقرب إلى الكرة؛ عبد الله أم خالد؟ وضح إجابتك.

### إرشادات للدراسة

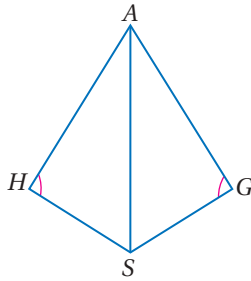
**التناسب:** في التناسب  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ ، إذا كان  $a > c$ ، فإن  $b > d$  والعكس صحيح أيضاً، إذا كان  $a > c$ ، فإن  $b > d$ .

**برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين في كل من السؤالين الآتيين.

(20) **المعطيات:**  $\overline{AS}$  تنصف  $\angle HAG$

$$\angle H \cong \angle G$$

**المطلوب:** إثبات أن:  $\frac{HS}{GS} = \frac{AH}{AG}$

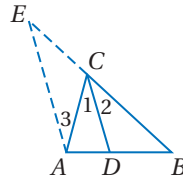


(19) النظرية 2.11

**المعطيات:**  $\overline{CD}$  تنصف  $\angle ACB$ .

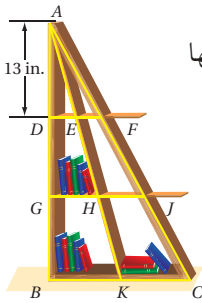
وبالرسم  $\overline{AE} \parallel \overline{CD}$

**المطلوب:** إثبات أن:  $\frac{AD}{DB} = \frac{AC}{BC}$



(21) **أثاث:** يمثل الشكل المجاور خزانة كتب مثلثة الشكل، المسافة بين كل رفّين فيها

تساوي 13 in، و  $\overline{AK}$  قطعة متوسطة لـ  $\triangle ABC$ . إذا كان  $EF = 3\frac{1}{3}$  in، فكم يكون  $BK$ ؟

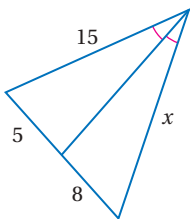


### مسائل مهارات التفكير العليا

(22) **اكتشف الخطأ:** يحاول كل من عبد الله وفيصل أن يجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور.

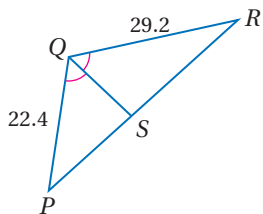
فيقول عبد الله: لإيجاد قيمة  $x$  أحل التناسب  $\frac{5}{8} = \frac{15}{x}$ ، ويقول فيصل: لإيجاد قيمة  $x$ ،

أحل التناسب  $\frac{5}{x} = \frac{8}{15}$ ، أيّ منهما على صواب؟ وضح إجابتك.



(23) **تبرير:** أوجد مثلاً مضاداً للعبارة الآتية. وضح إجابتك.

"إذا كانت النسبة بين ارتفاع مثلث وطول أحد أضلعه تساوي النسبة بين الارتفاع وطول الضلع المناظرين لهما في مثلث آخر، فإن المثلثين متشابهان".



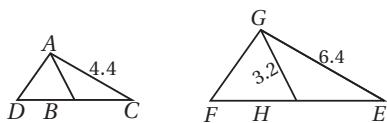
(24) **تحذّر:** إذا كان محيط  $\triangle PQR$  يساوي 94 وحدة، و  $\overline{QS}$  منصف  $\angle PQR$ ، فأوجد  $PS, RS$ .

(25) **اكتب:** بين أوجه الشبه وأوجه الاختلاف بين النظرية 2.9 والنظرية 2.11.

### تدريب على اختبار

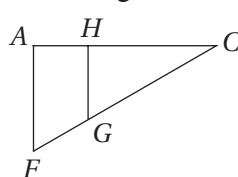
(27) **إجابة قصيرة:** في الشكلين أدناه:

$$\overline{DB} \cong \overline{BC}, \overline{FH} \cong \overline{HE}$$



إذا كان:  $\triangle ACD \sim \triangle GEF$ ، فأوجد  $AB$ .

(26) أيّ الحقائق الآتية ليست كافية لإثبات أن المثلثين  $ACF$  و  $HCG$  متشابهان؟



**A**  $\overline{AF} \parallel \overline{HG}$

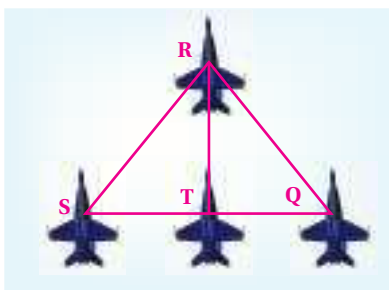
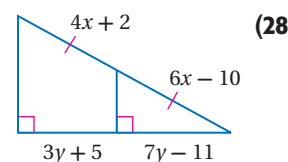
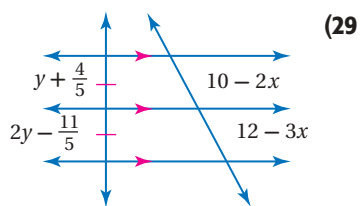
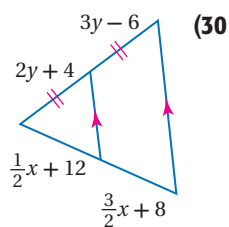
**B**  $\frac{AC}{HC} = \frac{FC}{GC}$

**C**  $\frac{CG}{CF} = \frac{1}{2}$

**D**  $\angle CHG$  و  $\angle FAH$  قائمتان.

### مراجعة تراكمية

**جبر:** أوجد قيمتي  $x, y$  في كلٍّ مما يأتي. (الدرس 2-3)



(31) **طائرات:** في عرض للطائرات النفاثة، شكّلت الطائرات تشكياً يبدو كمثلثين بينهما ضلع مشترك.

اكتب برهاناً ذا عمودين لإثبات أن  $\triangle SRT \cong \triangle QRT$ ، علماً بأن  $T$  منتصف  $\overline{SQ}$ ، و  $\overline{SR} \cong \overline{QR}$  (مهارة سابقة)

### استعد للدرس اللاحق

أوجد المسافة بين كل نقطتين في كلٍّ مما يأتي:

**(34)**  $C(-2, 0), D(6, 4)$

**(33)**  $A(2, 3), B(5, 7)$

**(32)**  $E(-3, -2), F(5, 8)$

**(37)**  $R(-6, 10), S(8, -2)$

**(36)**  $J(-4, -5), K(2, 9)$

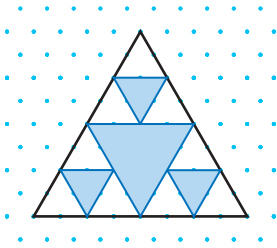
**(35)**  $W(7, 3), Z(-4, -1)$



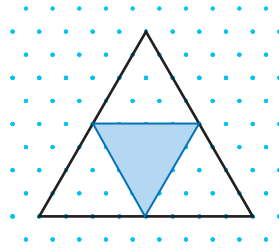
**الكسريات** أشكال هندسية تنتج باستعمال تكرار الأجزاء (iteration)، وتكرار الأجزاء هو عملية تكرار النمط نفسه مرّة تلو الأخرى، وتكون الكسريات ذاتية التشابه؛ أي أن الأجزاء الصغيرة للشكل لها الخصائص الهندسية نفسها للشكل الأصلي.

## نشاط 1

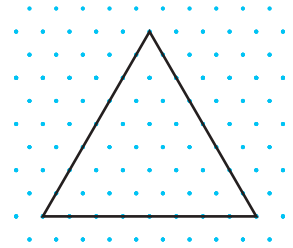
**المرحلة 2:** كرّر العملية مع المثلثات الثلاثة غير المظللة، وصل نقاط منتصفات أضلاعها لتشكّل ثلاثة مثلثات أخرى.



**المرحلة 1:** صلّ نقاط منتصفات أضلاع المثلث لتشكّل مثلثاً آخر، وظلّل المثلث الداخلي.



**البداية:** ارسم مثلثاً متطابق الأضلاع طول ضلعه 8 وحدات في ورقة منقّطة.



إذا كرّرت هذه العملية إلى ما لانهاية، فإن الشكل الناتج يسمّى مثلث سيربنسكي.

## تحليل النتائج:

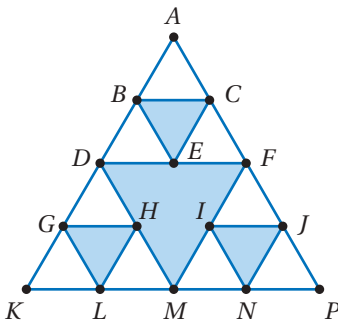
- 1) إذا استمرت في هذه العملية، فكم يكون عدد المثلثات غير المظللة في المرحلة 3؟
- 2) ما محيط المثلث غير المظلّل في المرحلة 4؟
- 3) إذا استمرت في هذه العملية إلى ما لانهاية، فماذا سيحصل لمحيط كل مثلث غير مظلّل؟

**4) تحدّد:** استناداً إلى الشكل المجاور، أكمل الآتي باستعمال برهان ذي عمودين:

**المعطيات:**  $\triangle KAP$  متطابق الأضلاع.

$D, F, M, B, C, E$  منتصفات:  $\overline{KA}, \overline{AP}, \overline{PK}, \overline{DA}, \overline{AF}, \overline{FD}$  على الترتيب.

**المطلوب:**  $\triangle BAC \sim \triangle KAP$ .



5) يمكن رسم شجرة كسريّة، برسم غصنين جديدين من نهاية كل غصن أصلي، بحيث يكون طول كل غصنٍ منها مساوياً لثُلث طول الغصن السابق له.

(a) ارسم المرحلة 3 والمرحلة 4 للشجرة الكسريّة. ما العدد الكلي للأغصان في المراحل الأربع جميعها؟ (لا تعدّ الساق)

(b) اكتب عبارة جبرية يمكن استعمالها للتنبؤ بالعدد الكلي للأغصان في نهاية كل مرحلة.

المرحلة 1

المرحلة 2



جميع العمليات المكررة لا تتضمن رسومات لأشكال هندسية، فبعض العمليات المكررة، يمكن أن تترجم إلى صيغ أو معادلات مشابهة للعبارة الجبرية التي كتبها في السؤال 5 في الصفحة السابقة، وتسمى هذه العبارات **صيغاً ترددية**.

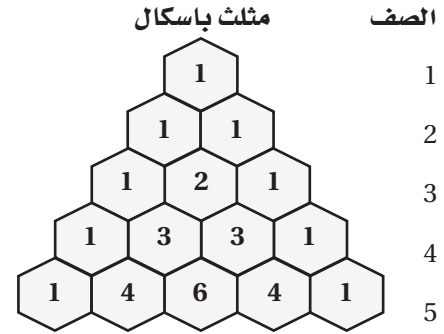
## نشاط 2

مثلث باسكال هو نمط عددي يبدأ كل صف فيه بالعدد 1، وينتهي بالعدد 1 أيضاً، وينتج كل حد من حدود الصفوف الأخرى عن جمع الحدين الواقعين فوقه. أوجد صيغة لمجموع حدود كل صف في مثلث باسكال بدلالة رقم هذا الصف.

**الخطوة 1:** اكتب الصفوف الخمسة الأولى **الخطوة 2:** أوجد مجموع حدود كل صف. **الخطوة 3:** أوجد نمطاً يعتمد على رقم الصف، ويمكن استعماله لإيجاد من مثلث باسكال.

النمط
$2^0 = 2^{1-1}$
$2^1 = 2^{2-1}$
$2^2 = 2^{3-1}$
$2^3 = 2^{4-1}$
$2^4 = 2^{5-1}$

المجموع
1
2
4
8
16



## تحليل النتائج:

(6) اكتب صيغة للمجموع  $S$  لحدود الصف  $n$  لمثلث باسكال.

(7) ما مجموع حدود الصف الثامن في مثلث باسكال؟

## تمارين:

اكتب صيغة ترددية لـ  $F(x)$ .

$x$	0	5	10	15	20
$F(x)$	0	20	90	210	380

(9)

$x$	2	4	6	8	10
$F(x)$	3	7	11	15	19

(8)

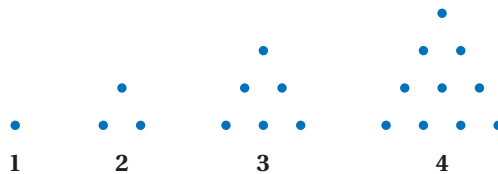
$x$	4	9	16	25	36
$F(x)$	5	6	7	8	9

(11)

$x$	1	2	4	8	10
$F(x)$	1	0.5	0.25	0.125	0.1

(10)

(12) **تحذّر** يمثل النمط أدناه متتابعة أعداد مثلثية. ما عدد النقاط في الحد الثامن في هذه المتتابعة؟ هل من الممكن كتابة صيغة ترددية يمكن استعمالها لتحديد عدد النقاط في العدد المثلثي ذي الرقم  $n$  في هذه المتتابعة؟ وإذا كان ذلك ممكناً فاكتب الصيغة، وإلا فوضح السبب.



ملخص الفصل

المفاهيم الأساسية

المضلعات المتشابهة والمثلثات المتشابهة  
(الدرسان 2-2, 2-1)

- يتشابه مضلعان إذا فقط إذا كانت زواياهما المتناظرة متطابقة، وأطوال أضلاعهما المتناظرة متناسبة.
- يكون المثلثان متشابهين إذا كانت:
  - AA : زاويتان في أحدهما متطابقتين لزاويتين في المثلث الآخر.
  - SSS : أطوال الأضلاع المتناظرة للمثلثين متناسبة.
  - SAS : طولاً ضلعين في أحدهما متناسبين مع طولَي الضلعين المناظرين لهما في المثلث الآخر، والزوايتان المحصورتان متطابقتين.

الأجزاء المتناسبة (الدرس 2-3)

- إذا وازَى مستقيم أحد أضلاع مثلث، وقطع الضلعين الآخرين في نقطتين محددتين، فإنه يقسم هذين الضلعين إلى قطع مستقيمة أطولها متناسبة.
- القطعة المنصّفة في المثلث توازي ضلعاً فيه، وطولها يساوي نصف طوله.

عناصر المثلثين المتشابهين (الدرس 2-4)

- إذا تشابه مثلثان فإن النسبة بين كل من طولَي ارتفاعيهما المتناظرين، وطولَي منصّفي الزاويتين المتناظرتين، وطولَي القطعتين المتوسطتين المتناظرتين تساوي النسبة بين طولَي ضلعين متناظرين.

مفردات أساسية

المضلعات المتشابهة (ص. 72)

معامل التشابه (ص. 73)

نسبة التشابه (ص. 73)

القطعة المنصّفة في المثلث (ص. 91)

الكسريات (ص. 106)

تكرار الأجزاء (ص. 106)

ذاتية التشابه (ص. 106)

صيغة ترددية (ص. 107)

اختبار المفردات

- (a) نسبة التشابه (d) نظرية التشابه SSS  
(b) معامل التشابه (e) نظرية التشابه SAS  
(c) مسلمة التشابه AA (f) القطعة المنصّفة

اختر مما سبق رمز الجملة التي تكمل كلاً مما يأتي:

(1) طرفا \_\_\_\_\_ في المثلث هما منتصفا ضلعين فيه.

(2) إذا كانت:  $\angle A \cong \angle X, \angle C \cong \angle Z$  فإن  $\triangle ABC \sim \triangle XYZ$  وفق \_\_\_\_\_.

(3) النسبة بين طولَي ضلعين متناظرين في مضلعين متشابهين هي \_\_\_\_\_.

(4) إذا كانت أطوال الأضلاع المتناظرة في مثلثين متناسبة، فإن المثلثين متشابهان وفق \_\_\_\_\_.

(5) أحياناً يطلق على معامل التشابه بين مضلعين اسم \_\_\_\_\_.

(6) إذا كانت  $\angle A \cong \angle F$ ، وكان  $\frac{BA}{EF} = \frac{AC}{FD}$ ، فإن  $\triangle BAC \sim \triangle EFD$  وفق \_\_\_\_\_.

منظم أفكار

المطويات



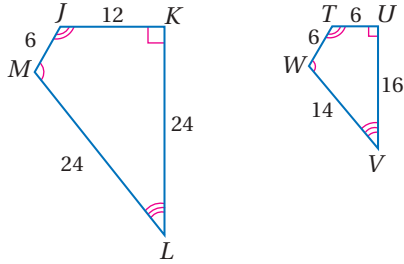
تأكد من أن المفاهيم الأساسية مدوّنة في مطوبتك.

## مراجعة الدروس

### 2-1 المضلعات المتشابهة (ص 79-72)

#### مثال 1

حدّد ما إذا كان المضلعان أدناه متشابهين أم لا. برّر إجابتك. وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه ومعامل التشابه، ووضّح إجابتك.



الخطوة 1: حدّد الزوايا المتناظرة المتطابقة

$$\angle J \cong \angle T, \angle K \cong \angle U, \angle L \cong \angle V, \angle M \cong \angle W$$

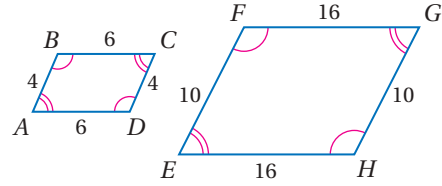
الخطوة 2: اختبر النسب بين أطوال الأضلاع المتناظرة.

$$\frac{JK}{TU} = \frac{12}{6} = \frac{2}{1}, \quad \frac{KL}{UV} = \frac{24}{16} = \frac{3}{2}$$

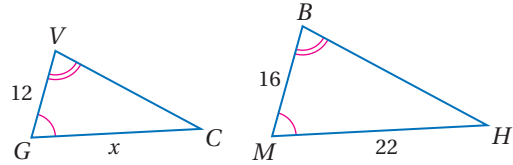
$$\frac{LM}{VW} = \frac{24}{14} = \frac{12}{7}, \quad \frac{JM}{TW} = \frac{6}{6} = \frac{1}{1}$$

بما أن الأضلاع المتناظرة غير متناسبة، فإن المضلعين  $TUVW, JKLM$  غير متشابهين.

(1) حدّد ما إذا كان المضلعان أدناه متشابهين أم لا، وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه ومعامل التشابه، ووضّح إجابتك.



(2) المثلثان في الشكل أدناه متشابهان، أوجد قيمة  $x$ .



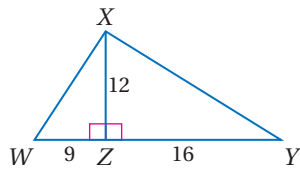
(3) النظام الشمسي: في نموذج دقيق لنظامنا الشمسي، وضعت

سميرة الأرض على بعد 1 ft من الشمس، علمًا بأن المسافة الحقيقية بين الأرض والشمس 93000000 mi، إذا كانت المسافة من بلوتو إلى الشمس 3695950000 mi، فعلى أي بُعد من الشمس ستضع سميرة بلوتو في نموذجها؟

### 2-2 المثلثات المتشابهة (ص 88-80)

#### مثال 2

حدّد ما إذا كان المثلثان الآتيان متشابهين أم لا، وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه، ووضّح إجابتك.

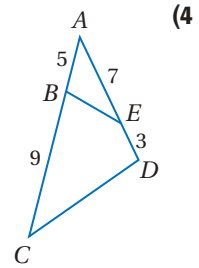
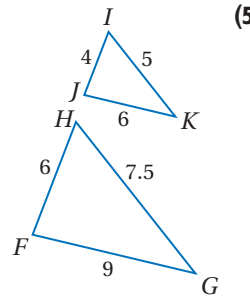


$\angle WZX \cong \angle XZY$  لأنهما زاويتان قائمتان، والآن اختبر تناسب طولَي ساقَي المثلثين القائمتين.

$$\frac{WZ}{XZ} = \frac{9}{12} = \frac{3}{4}, \quad \frac{XZ}{YZ} = \frac{12}{16} = \frac{3}{4}$$

وبما أنه يوجد ضلعان في المثلث الأول، طولاهما متناسبان مع طولَي نظيريهما في الثاني، وأن الزاويتين المحصورتين بينهما متطابقتان، فإن  $\triangle WZX \sim \triangle XZY$ ، وفق نظرية التشابه SAS.

حدّد ما إذا كان المثلثان في كلٍّ من السؤالين الآتيين متشابهين أم لا، وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه، ووضّح إجابتك.



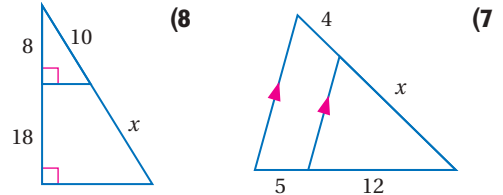
(6) أشجار: يريد عبد الله أن يقدّر ارتفاع شجرة، فوقف على

مسافة 66 ft منها، فكانت نهاية ظلّه ونهاية ظل الشجرة عند النقطة نفسها، إذا كان طول عبد الله 6 ft و 4 in وطول ظلّه 15 ft، فما ارتفاع الشجرة؟

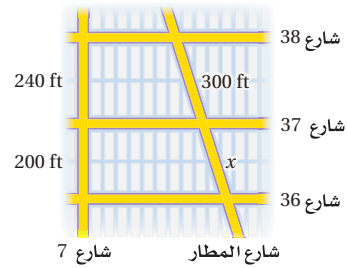
2-3

المستقيمات المتوازية والأجزاء المتناسبة (ص 98-90)

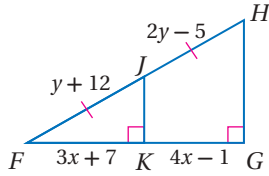
أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ من السؤالين الآتيين:



**9 شوارع:** أوجد المسافة على امتداد شارع المطار بين الشوارعين 36, 37, 38، بفرض أن الشوارع 36, 37, 38 متوازية



مثال 3



**جبر:** أوجد قيمة كلٍّ من  $x, y$ .

تعريف التطابق  $FK = KG$

بالتعويض  $3x + 7 = 4x - 1$

بالطرح  $-x = -8$

بقسمة كلا الطرفين على (-1)  $x = 8$

تعريف التطابق  $FJ = JH$

بالتعويض  $y + 12 = 2y - 5$

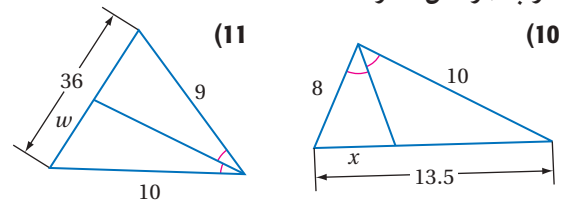
بالطرح  $-y = -17$

بقسمة كلا الطرفين على (-1)  $y = 17$

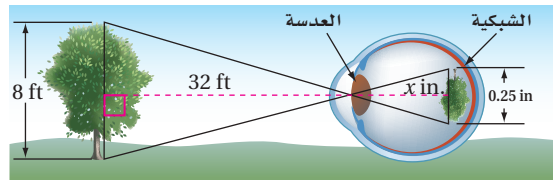
2-4

عناصر المثلثات المتشابهة (ص 105-99)

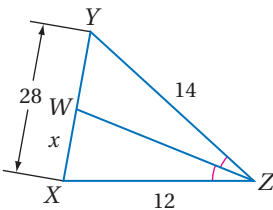
أوجد قيمة المتغير في كلٍّ من السؤالين الآتيين مقرباً إجابتك إلى أقرب جزء من عشرة:



**12 عين الإنسان:** تستعمل عين الإنسان المثلثات المتشابهة لقلب الشيء وتصغيره، عندما يمر خلال العدسة إلى الشبكية، فما المسافة بين عدسة العين والشبكية؟



مثال 4



أوجد قيمة  $x$ .

استعمل نظرية منصف زاوية في مثلث لكتابة تناسب.

نظرية منصف زاوية في مثلث.  $\frac{WX}{YW} = \frac{XZ}{YZ}$

بالتعويض  $\frac{x}{28-x} = \frac{12}{14}$

خاصية الضرب التبادلي  $(28-x)(12) = x \cdot 14$

بالتبسيط  $336 - 12x = 14x$

بإضافة  $12x$  لكلا الطرفين  $336 = 26x$

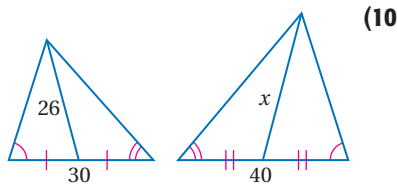
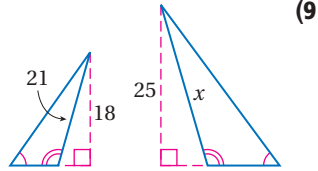
بقسمة كلا الطرفين على 26  $12.9 \approx x$

(6) **جبر:**  $\triangle MNP$  متطابق الأضلاع، محيطه  $12a + 18b$ ، إذا كانت  $\overline{QR}$  قطعة منصفة فيه، فما قيمة  $QR$ ؟

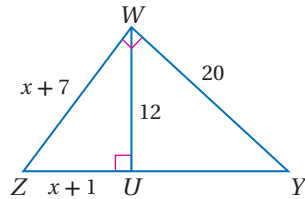
(7) **جبر:**  $\triangle ABC$  قائم الزاوية ومتطابق الضلعين، وطول وتره  $h$ ، إذا كانت  $\overline{DE}$  قطعة منصفة للوتر وأحد ضلعي القائمة فيه وطولها  $4x$ ، فما محيط  $\triangle ABC$ ؟

(8) **نماذج:** لدى سالم نموذج لسيارة سباق حقيقية، إذا كان طول السيارة الحقيقية  $10\text{ ft}$  و  $6\text{ in}$ ، وطول النموذج  $7\text{ in}$ ، فما معامل تشابه النموذج إلى السيارة الحقيقية؟

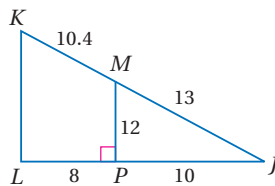
أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ من السؤالين الآتيين:



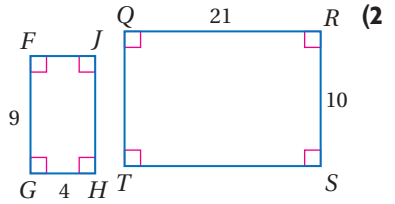
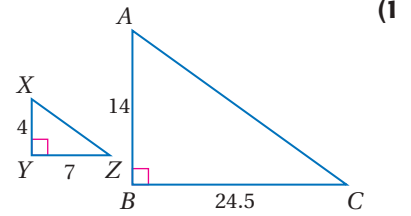
**جبر:** أوجد كل طول مشار إليه في كلٍّ من السؤالين الآتيين:  
 $WZ, UZ$  (11)



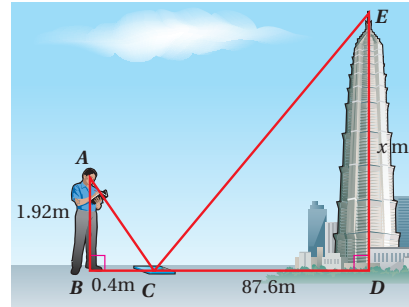
KL (12)



حدّد ما إذا كان المضلعان متشابهين أم لا في كلٍّ من السؤالين الآتيين، وإذا كانا كذلك، فاكتب عبارة التشابه ومعامل التشابه، وضّح إجابتك.

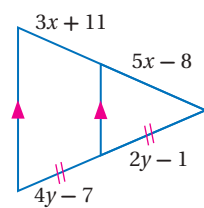
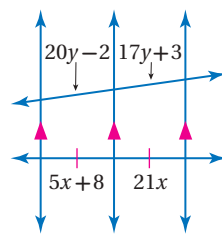


(3) **أبراج:** استعمل المعلومات الآتية لحل السؤالين الآتيين:  
لتقدير ارتفاع برج Jin Mao في شنغهاي في الصين، شاهد سائح قمة البرج في مرآة موضوعة على الأرض ووجهها إلى أعلى.



(a) كم مترًا ارتفاع البرج تقريبًا؟  
(b) لماذا تكون طريقة الانعكاس في المرآة في هذه الحالة أفضل للقياس غير المباشر لارتفاع البرج من استعمال الظل؟

**جبر:** أوجد قيمتي  $x, y$  في كلٍّ من السؤالين الآتيين، مقربًا إجابتك إلى أقرب عُشر إذا كان ذلك ضروريًا.





## تعيين اللامثال

أحياناً تتطلب أسئلة الاختيار من متعدد، تحديد أي البدائل المعطاة تعدّ لا مثلاً صحيحاً، وتطلب هذه الأسئلة أسلوباً مختلفاً لحلّها.

### استراتيجيات تعيين اللامثال

#### الخطوة 1

اقرأ المسألة وافهمها.

- اللامثال: اللامثال هو بديل من بدائل الإجابة لا يحقق شروط المسألة.
- كلمات أساسية: ابحث عن كلمة لا، أو أي كلمة تدلّ على النفي (تكتب عادة بخط غامق، أو يوضع تحتها خط)؛ لتفهم منها أن المطلوب منك أن تجد لامثلاً.

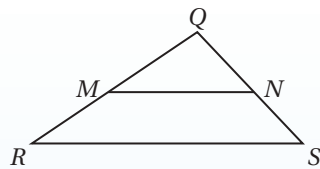
#### الخطوة 2

اتبع الإرشادات والخطوات الآتية؛ لمساعدتك على تعيين اللامثال:

- عيّن بدائل الإجابة الواضح عدم صحتها واحذفها.
- احذف البدائل التي تبدو بعيدة عن محتوى السؤال.
- احذف البدائل ذات الوحدات غير الصحيحة.
- اختبر بدائل الإجابة المتبقية.

### مثال

اقرأ المسألة جيداً، حدّد المطلوب فيها، ثم استعمل المعطيات لحلّها.



أي مما يأتي لا يكفي لإثبات أن:  $\triangle QMN \sim \triangle QRS$ ؟

$\angle QMN \cong \angle QRS$  A

$\overline{MN} \parallel \overline{RS}$  B

$\overline{QN} \cong \overline{NS}$  C

$\frac{QM}{QR} = \frac{QN}{QS}$  D



الحرف "لا" المكتوب بالخط الغامق، يُشير إلى أنه يتعين عليك أن تجد لامثالا، اختبر كلاً من بدائل الإجابة باستعمال مبادئ تشابه المثلثات؛ لترى ما إذا كان أيٌّ منها لا يثبت أن  $\triangle QMN \sim \triangle QRS$ .

**البديل A:**  $\angle QMN \cong \angle QRS$

إذا كانت  $\angle QMN \cong \angle QRS$ ، فإن  $\triangle QMN \sim \triangle QRS$  وفق مسلمة التشابه AA.

**البديل B:**  $\overline{MN} \parallel \overline{RS}$

إذا كان  $\overline{MN} \parallel \overline{RS}$ ، فإن  $\angle QMN \cong \angle QRS$ ؛ لأنهما زاويتان متناظرتان بالنسبة لمستقيمين متوازيين قطعهما القاطع  $\overline{QR}$ ، لذلك  $\triangle QMN \sim \triangle QRS$  وفق مسلمة التشابه AA.

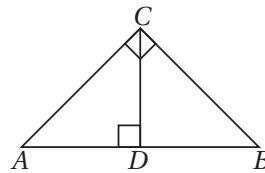
**البديل C:**  $\overline{QN} \cong \overline{NS}$

إذا كانت  $\overline{QN} \cong \overline{NS}$ ، فإننا لا نستطيع أن نستنتج أن  $\triangle QMN \sim \triangle QRS$ ؛ لأننا لا نعرف أي شيء عن  $\overline{QM}$ ،  $\overline{MR}$ ، لذلك فالبديل C يُعدّ لامثالا، والإجابة الصحيحة هي C. وإذا كان لديك وقت فاختر البديل D للتأكد من أنه مثال صحيح.

## تمارين ومسائل

اقرأ كل سؤال ممّا يأتي، ثم اكتب رمز الإجابة الصحيحة:

(1) أيّ التناسبات التالية غير صحيحة في الشكل أدناه؟



**A**  $\frac{AD}{CD} = \frac{CD}{DB}$

**B**  $\frac{AB}{AC} = \frac{AC}{AD}$

**C**  $\frac{AB}{CB} = \frac{CB}{DB}$

**D**  $\frac{AC}{AB} = \frac{CD}{AC}$

(2) أي شكل يمكن أن يكون مثلاً مضاداً للتخمين أدناه؟

"إذا كانت جميع زوايا شكل رباعي قوائم فإنه مربع"

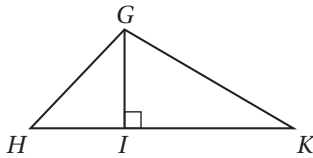
**A** متوازي الأضلاع

**B** المستطيل

**C** المعين

**D** شبه المنحرف

(3) أي مما يأتي لا يكفي لإثبات أن  $\triangle GIK \sim \triangle HIG$ ؟



**A**  $\angle GKI \cong \angle HGI$

**B**  $\frac{HI}{GI} = \frac{GI}{IK}$

**C**  $\frac{GH}{GI} = \frac{GK}{IK}$

**D**  $\angle IGK \cong \angle IHG$

(4) أي مثلثين مما يأتي ليسا بالضرورة متشابهين؟

**A** مثلثان قائما الزاوية في كلّ منهما زاوية قياسها  $30^\circ$

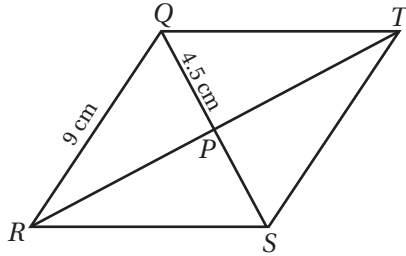
**B** مثلثان قائما الزاوية في كلّ منهما زاوية قياسها  $45^\circ$

**C** مثلثان متطابقا الساقين

**D** مثلثان متطابقا الأضلاع

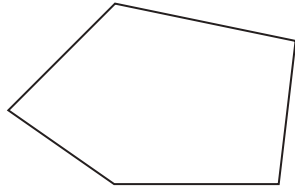
أسئلة الاختيار من متعدد

(4) أوجد  $m\angle RST$  في المعين  $QRST$  أدناه.



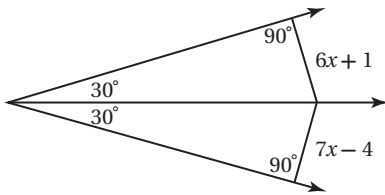
- 120° C                      60° A  
150° D                      90° B

(5) ما مجموع قياسات الزوايا الداخلية للمضلع أدناه؟



- 630° C                      450° A  
720° D                      540° B

(6) أوجد قيمة  $x$ .



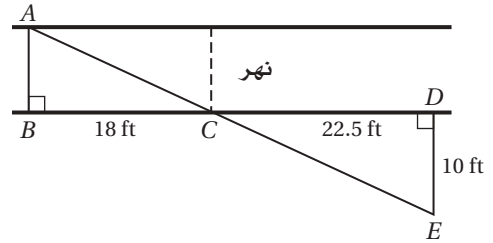
- 5 C                      3 A  
6 D                      4 B

(7) شكلان رباعيَّان متشابهان بمعامل تشابه 3:2، إذا كان محيط الشكل الرباعي الأكبر 21 m، فما محيط الشكل الرباعي الأصغر؟

- 28 m C                      14 m A  
31.5 m D                      17.5 m B

اقرأ كل سؤال فيما يأتي، ثم حدّد رمز الإجابة الصحيحة:

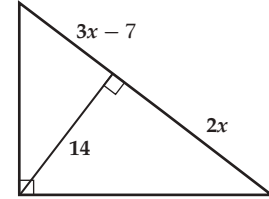
(1) يُريد عادل أن يقيس عرض نهر صغير. فعيّن الأطوال المبيّنة في الشكل أدناه.



العرض التقريبي للنهر هو:

- 7 ft C                      40.5 ft A  
8 ft D                      6 ft B

(2) أوجد قيمة  $x$  في الشكل أدناه؟



- 8 C                      5 A  
10 D                      7 B

(3) إذا كان  $EG = 15m$ ، فما طول  $\overline{EF}$ ؟

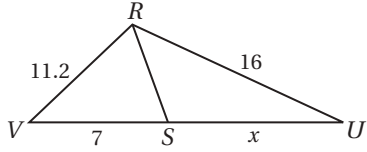


- 10 m C                      6 m A  
12 m D                      9 m B

إرشادات للاختبار

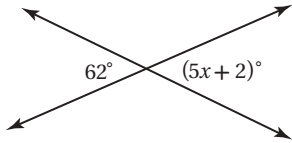
السؤال 2: عيّن مثلثين متشابهين، واكتب تناسبًا وحله لإيجاد قيمة  $x$ .

12) إذا كان  $\overline{RS}$  تنصّف  $\angle VRU$  في المثلث أدناه، فأوجد قيمة  $x$ .



13) بيّن مقياس رسم خريطة أن  $1 \text{ cm} = 25 \text{ km}$ ، ما المسافة الحقيقية بين مدينتين، إذا كانت المسافة بينهما على الخريطة  $4.5 \text{ cm}$ ؟

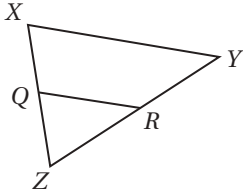
14) ما قيمة  $x$  في الشكل أدناه؟



### أسئلة ذات إجابات مطولة

اكتب إجابتك في ورقة الإجابة مبيناً خطوات الحل.

15) استعمل الشكل أدناه للإجابة عن كلٍّ من الأسئلة الآتية:



(a) إذا كان  $\overline{QR} \parallel \overline{XY}$ ، فما العلاقة بين الأطوال:  $RZ, YR, QZ, XQ$ ؟

(b) إذا كان:  $\overline{QR} \parallel \overline{XY}$ ,  $XQ = 15$ ,  $QZ = 12$ ,  $YR = 20$ ، فما طول  $\overline{RZ}$ ؟

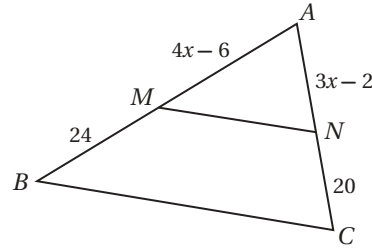
(c) إذا كان:  $\overline{QR} \parallel \overline{XY}$ ,  $XQ = QZ$ ,  $QR = 9.5$ ، فما طول  $\overline{XY}$ ؟

### أسئلة ذات إجابات قصيرة

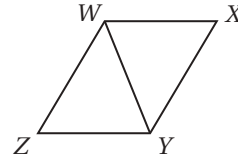
اكتب إجابتك في ورقة الإجابة.

8) هندسة إحداثية: مثل في المستوى الإحداثي الشكل الرباعي  $ABCD$  الذي رؤوسه:  $A(3, 3)$ ,  $B(8, 2)$ ,  $C(6, -1)$ ,  $D(1, 0)$  وحدد ما إذا كان متوازي أضلاع أم لا.

9) إذا كان  $\overline{MN} \parallel \overline{BC}$  في المثلث أدناه، فأوجد قيمة  $x$ .



10) الشكل الرباعي  $WXYZ$  معين، إذا كان  $m\angle XYZ = 110^\circ$ ، فأوجد  $m\angle ZWY$ .



11) ما المعاكس الإيجابي للعبارة أدناه؟

إذا كان صالح مولوداً في الرياض،  
فإنه مولود في السعودية.

### هل تحتاج إلى مساعدة إضافية؟

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	إذا لم تستطع الإجابة عن السؤال..
2-3	مهارة سابقة	2-1	2-4	مهارة سابقة	1-5	2-3	1-3	2-1	مهارة سابقة	1-1	1-4	مهارة سابقة	2-2	2-2	فعد إلى الدرس..

# التحويلات الهندسية والتماثل

## Transformations and Symmetry

### فيما سبق:

درست التحويلات الهندسية:  
الانعكاس والإزاحة والدوران.

### والآن:

- أرسم صور أشكال بالانعكاس أو الانسحاب أو الدوران أو التمدد.
- أتعرف تركيب تحويلين هندسيين.
- أتعرف التماثل في الأشكال الثنائية الأبعاد والثلاثية الأبعاد.

### لماذا؟

تصوير: يستعمل المصورون الانعكاس والدوران والتماثل؛ لجعل الصورة مثيرة للاهتمام وجذابة بصرياً.

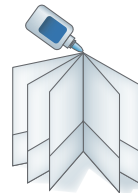
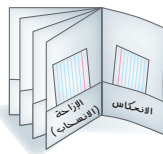


### منظم أفكار

## المطويات

التحويلات الهندسية والتماثل: اعمل هذه المطوية؛ لمساعدتك على تنظيم ملاحظاتك حول الفصل 3، مبتدئاً بأربع أوراق A4.

- 1 اطو كل ورقة من المنتصف.
- 2 ابسط الأوراق ثم اطوها طولياً بعرض 5 cm لتكون جيبيين.
- 3 ألصق الأوراق جنباً إلى جنب على طول خط الطي، لتكون كتيباً كما في الشكل أدناه.
- 4 ضع عنواناً لكل جيب كما في الشكل أدناه، استعمل أوراقاً أو بطاقات لتسجيل الملاحظات والأمثلة وخصص الجيب الأخير للمفردات الجديدة.







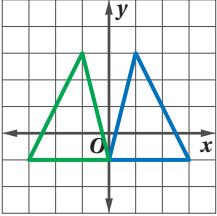
## التهيئة للفصل 3

تشخيص الاستعداد :

أجب عن الاختبار الآتي. انظر المراجعة السريعة قبل الإجابة عن الاختبار.

### مراجعة سريعة

#### مثال 1

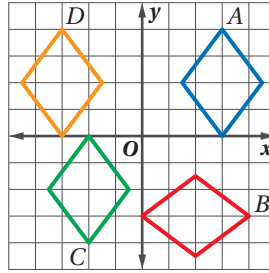


صنّف التحويل الهندسي المبين في الشكل المجاور إلى انعكاس أو إزاحة أو دوران.

يبعد كل رأس وصورته البعد نفسه عن المحور  $y$ ، ولذلك فهذا التحويل انعكاس.

### اختبار سريع

صنّف كلّاً من التحويلات الهندسية الآتية إلى انعكاس أو إزاحة أو دوران مستعملًا الشكل المجاور.



- (1)  $A$  إلى  $B$
- (2)  $A$  إلى  $D$
- (3)  $A$  إلى  $C$

#### مثال 2

وقف مقدّم استعراض رياضي عند النقطة  $(1, 4)$ ، وتحرك منها 4 وحدات إلى اليمين، ثم 3 وحدات إلى أسفل. ما إحداثيات النقطة التي وصل إليها؟

يمكن التعبير عن حركة 4 وحدات إلى اليمين، ثم 3 وحدات إلى أسفل بالقاعدة:

$$(x, y) \rightarrow (x+4, y-3)$$

$$(1, 4) \rightarrow (1+4, 4-3) = (5, 1)$$

(4) هندسة إحداثية: إحداثيات رؤوس  $\triangle PQR$  هي  $P(-4, 2)$ ,  $Q(3, 0)$ ,  $R(4, 3)$ . إذا أُزيح  $\triangle PQR$  4 وحدات إلى أسفل و 6 وحدات إلى اليمين للحصول على  $\triangle P'Q'R'$ ، فما إحداثيات رؤوس  $\triangle P'Q'R'$ ؟

استعمل صيغة المسافة بين نقطتين لإيجاد البعد بين كل نقطتين فيما يلي:

- (5)  $(0, 1)$ ,  $(2, 8)$
- (6)  $(-2, 0)$ ,  $(3, 3)$
- (7)  $(6, 4)$ ,  $(2, 1)$
- (8)  $(-3, -1)$ ,  $(0, 5)$

#### مثال 3

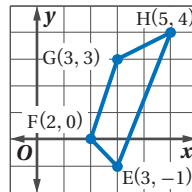
عمل خالد نموذجًا مصغرًا للجسر. أوجد مقياس الرسم للنموذج، إذا كان طول النموذج 2 m، وطول الجسر 120 m.

طول النموذج يساوي 2 m، وطول الجسر يساوي 120 m؛

إذن مقياس رسم النموذج إلى الجسر  $\frac{2 \text{ m}}{120 \text{ m}}$ ؛ أي  $\frac{1}{60}$

(9) تصوير: رسم أسعد صورةً مكبرة لنملة؛ لاستعمالها في درس العلوم، أوجد مقياس الرسم للصورة إذا كان طول النملة الحقيقي  $\frac{1}{2}$  in، وكان طول الصورة 1 ft.

احسب طول كل ضلع من أضلاع الشكل الرباعي  $EFGH$ .



- (10)  $\overline{EF}$
- (11)  $\overline{FG}$
- (12)  $\overline{GH}$
- (13)  $\overline{HE}$



# الانعكاس Reflection

## 3-1

### لماذا؟

تُظهر المسطحات المائية انعكاسات رائعة لما يُحيط بها. ففي مسطحات الماء الرائدة، تلاحظ أن لكل نقطة فوق سطح الماء نقطة مناظرة لها تحته، هي صورتها الناتجة عن الانعكاس. وتكون المسافة بين النقطة الأصلية و سطح الماء مساوية للمسافة بين صورتها و سطح الماء.



**رسم الانعكاسات:** تعلّمت أن **الانعكاس** هو تحويل هندسي يقلب الشكل حول مستقيم يسمى **محور الانعكاس**، بحيث يكون بُعد النقطة وبُعد صورتها عن محور الانعكاس متساويين.

### فيما سبق:

درسُ الانعكاس بوصفه تحويلًا هندسيًا.  
(مهارة سابقة)

### والآن:

- أرسم الصورة الناتجة عن الانعكاس.
- أرسم الصورة الناتجة عن الانعكاس في المستوى الإحداثي.

### المفردات:

**الانعكاس**  
reflection

**محور الانعكاس**  
line of reflection

أضف إلى

مطوبتك

### مفهوم أساسي

#### الانعكاس حول مستقيم

الانعكاس حول مستقيم ينقل النقطة إلى صورتها كما يأتي:



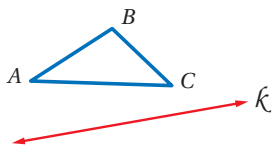
• إذا كانت النقطة واقعة على محور الانعكاس، فإن صورتها هي النقطة نفسها.  
• إذا كانت النقطة غير واقعة على محور الانعكاس، يكون محور الانعكاس هو العمود المنصف للقطعة المستقيمة التي تصل بين النقطة و صورتها.

الرموز  $A', A'', A'''$  تمثل أسماء للنقاط الناتجة عن تحويل هندسي أو أكثر للنقطة  $A$  تقع على المستقيم  $k$  لا تقع على المستقيم  $k$

لرسم صورة مضلع بالانعكاس حول مستقيم، ارسم صورة كل رأس من رؤوسه، ثم صل بين صور الرؤوس لتكوين صورة المضلع بهذا الانعكاس.

### مثال 1

#### رسم صورة مضلع بالانعكاس حول مستقيم



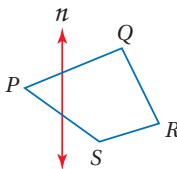
ارسم صورة الشكل بالانعكاس حول المستقيم المعطى.

**الخطوة 1:** ارسم مستقيماً يمرُّ بكل رأس من رؤوس المثلث، ويكون عمودياً على المستقيم  $k$  باستعمال مثلث الرسم.

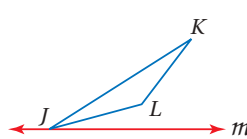
**الخطوة 2:** قس المسافة بين النقطة  $A$  والمستقيم  $k$  باستعمال الفرجار، وعيّن النقطة  $A'$ ؛ بحيث يكون المستقيم  $k$  العمود المنصف لـ  $AA'$ .

**الخطوة 3:** كرّر الخطوة 2 لتعين  $B'$  و  $C'$ ، ثم صل الرؤوس  $A', B', C'$  لتشكّل صورة المثلث الناتجة عن الانعكاس.

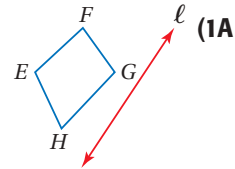
**تحقق من فهمك** ارسم صورة الشكل بالانعكاس حول المستقيم المعطى في كل شكل مما يأتي:



(1C)



(1B)



(1A)

لاحظ أن الانعكاس هو تحويل تطابق، ففي المثال 1، يكون  $\triangle ABC \cong \triangle A'B'C'$

### إرشادات للدراسة

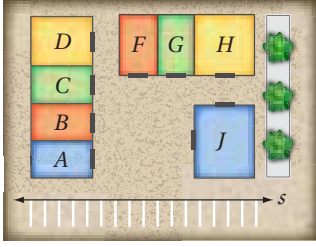
الشكل الأصلي  
والصورة:

سيكون الشكل الأصلي في هذا الكتاب باللون الأزرق دائماً، وستكون الصورة باللون الأخضر.

### إرشادات للدراسة

تحويل التطابق:

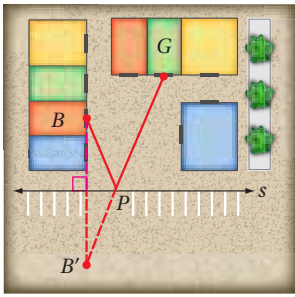
هو تحويل تكون فيه الصورة مطابقة للشكل الأصلي.



**تسوق:** اصطحب أحمد صديقه علياً في سيارته إلى السوق، حيث يرغب أحمد في الاتجاه إلى المتجر  $B$ ؛ لشراء بعض الملابس، بينما يرغب علي في الاتجاه إلى المتجر  $G$ ؛ لشراء حذاء، ففي أي مكان من المواقف المحددة على المستقيم  $s$  يوقف أحمد سيارته، بحيث تكون المسافة التي سيقطعها سيراً للوصول إلى المتجرين أقل ما يمكن؟

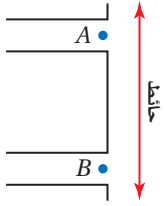
**افهم:** **المعطيات:** أوقف أحمد سيارته في الموقف  $P$  على المستقيم  $s$ .  
اتجه أحمد إلى المتجر  $B$  لشراء بعض الملابس.  
واتجه علي إلى المتجر  $G$  لشراء حذاء.

**المطلوب:** حدد الموقف  $P$  على المستقيم  $s$ ، بحيث يكون  $BP + PG$  أقل ما يمكن.  
**خطط:** تكون المسافة الكلية من  $B$  إلى  $P$  ثم من  $P$  إلى  $G$  أقل ما يمكن، عندما تكون هذه النقاط على استقامة واحدة.



**حل:** ارسم  $\overline{B'G}$ . وعين  $P$  عند تقاطع المستقيم  $s$  مع  $\overline{B'G}$ .  
علمًا بأن  $B'$  هي صورة النقطة  $B$  الناتجة عن انعكاس حول المستقيم  $s$ .  
**تحقق:** اختر مواقع أخرى للنقطة  $P$  على المستقيم  $s$ ، وقارن مجموع  $BP + PG$  في كل حالة؛ للتحقق من أن الموقع الذي تم تحديده للنقطة  $P$  هو الذي يجعل هذا المجموع أقل ما يمكن.

**تحقق من فهمك**



**2 مبيعات تذاكر:** يريد فهد أن يختار موقعاً مناسباً لبيع تذاكر مباراة كرة قدم، عين النقطة  $P$  على الحائط، بحيث تكون المسافة التي يسيرها شخصٌ ما من النقطة  $A$  إلى  $P$  ثم إلى النقطة  $B$  أقل ما يمكن.

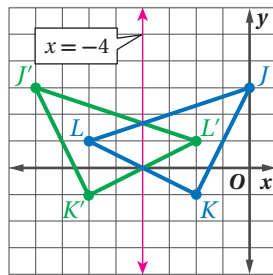
**رسم الانعكاس في المستوى الإحداثي:** يمكن أيضاً رسم الصورة الناتجة عن الانعكاس في المستوى الإحداثي حول مستقيم أفقي أو مستقيم رأسي.

**مثال 3 رسم صورة بالانعكاس حول مستقيم أفقي أو مستقيم رأسي**

مثل بيانياً  $\triangle JKL$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $J(0, 3)$ ,  $K(-2, -1)$ ,  $L(-6, 1)$   
ثم ارسم صورته بالانعكاس حول المستقيم المعطى في كل مما يأتي:

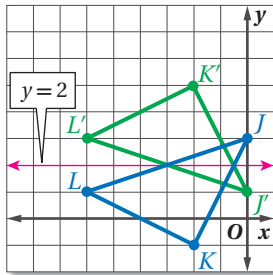
**(a)  $x = -4$**

استعمل خطوط الشبكة الإحداثية لإيجاد النقطة المناظرة لكل رأس، بحيث يكون المستقيم  $x = -4$  هو المنصف العمودي للقطعة المستقيمة التي تصل بين كل رأس وصورته.



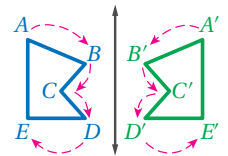
**(b)  $y = 2$**

استعمل خطوط الشبكة الإحداثية لإيجاد النقطة المناظرة لكل رأس، بحيث يكون المستقيم  $y = 2$  هو المنصف العمودي للقطعة المستقيمة التي تصل بين كل رأس وصورته.



**إرشادات للدراسة**

**خصائص الانعكاس:**  
يحافظ الانعكاس على الأبعاد وقياسات الزوايا والاستقامة وترتيب مواقع النقاط، ولكن يعكس الاتجاه.





## تحقق من فهمك

مثلاً بياناً شبه المنحرف  $RSTV$ ، الذي إحداثيات رؤوسه هي:  $R(-1, 1)$ ,  $S(4, 1)$ ,  $T(4, -1)$ ,  $V(-1, -3)$  وارسم صورته بالانعكاس حول المستقيم المُعطى في كلِّ ممَّا يأتي:

$$x = 2 \quad (3B)$$

$$y = -3 \quad (3A)$$

يمكنك استعمال القاعدة الآتية، عندما يكون محور الانعكاس هو المحور  $x$  أو المحور  $y$ .

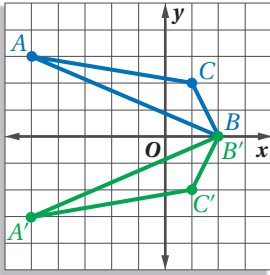
الانعكاس حول المحور $y$	الانعكاس حول المحور $x$
<p><b>التعبير اللفظي:</b> لتعيين صورة نقطة بالانعكاس حول المحور <math>y</math>، اضرب إحداثي <math>x</math> لها في <math>-1</math></p> <p><b>الرموز:</b> <math>(x, y) \rightarrow (-x, y)</math></p> <p><b>مثال:</b></p>	<p><b>التعبير اللفظي:</b> لتعيين صورة نقطة بالانعكاس حول المحور <math>x</math>، اضرب إحداثي <math>y</math> لها في <math>-1</math></p> <p><b>الرموز:</b> <math>(x, y) \rightarrow (x, -y)</math></p> <p><b>مثال:</b></p>

## قراءة الرياضيات

**التعبير عن الدالة بالصيغة الإحداثية:** يمكن قراءة العبارة:  $P(a, b) \rightarrow P'(a, -b)$  على النحو الآتي: تتحول النقطة  $P$  التي إحداثياتها  $a$  و  $b$  إلى النقطة  $P'$  شرطة التي إحداثياتها  $a$  وسالب  $b$ .

## مثال 4 رسم صورة بالانعكاس حول المحور $x$ أو المحور $y$

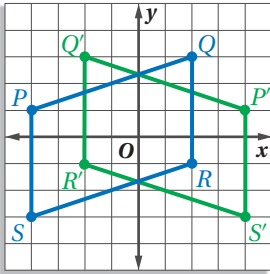
مثلاً كل شكل مما يأتي بياناً، ثم ارسم صورته بالانعكاس المحدد.  $\triangle ABC$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $A(-5, 3)$ ,  $B(2, 0)$ ,  $C(1, 2)$  بالانعكاس حول المحور  $x$ .



اضرب الإحداثي  $y$  لكل رأس في  $-1$ .

$$\begin{aligned} (x, y) &\rightarrow (x, -y) \\ A(-5, 3) &\rightarrow A'(-5, -3) \\ B(2, 0) &\rightarrow B'(2, 0) \\ C(1, 2) &\rightarrow C'(1, -2) \end{aligned}$$

(b) متوازي الأضلاع  $PQRS$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $P(-4, 1)$ ,  $Q(2, 3)$ ,  $R(2, -1)$ ,  $S(-4, -3)$  بالانعكاس حول المحور  $y$ .



اضرب الإحداثي  $x$  لكل نقطة في  $-1$

$$\begin{aligned} (x, y) &\rightarrow (-x, y) \\ P(-4, 1) &\rightarrow P'(-4, 1) \\ Q(2, 3) &\rightarrow Q'(-2, 3) \\ R(2, -1) &\rightarrow R'(-2, -1) \\ S(-4, -3) &\rightarrow S'(4, -3) \end{aligned}$$

## تحقق من فهمك

(4A) المستطيل الذي إحداثيات رؤوسه:  $E(-4, -1)$ ,  $F(2, 2)$ ,  $G(3, 0)$ ,  $H(-3, -3)$  بالانعكاس حول المحور  $x$ .

(4B)  $\triangle JKL$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $J(3, 2)$ ,  $K(2, -2)$ ,  $L(4, -5)$  بالانعكاس حول المحور  $y$ .

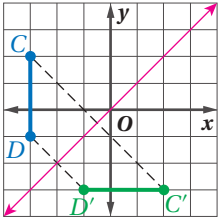
## إرشادات للدراسة

**النقاط الثابتة:** تسمى النقطة  $B$  في المثال  $4a$  نقطة ثابتة؛ لأنها اقترنت مع نفسها، وأن إحداثياتها هما نفس إحداثيات صورتها  $B'$  بالانعكاس، فالنقاط الواقعة على محور الانعكاس هي فقط التي تبقى ثابتة تحت تأثير الانعكاس.

## مراجعة المفردات

### المستقيمات المتعامدة:

يكون المستقيمان غير الرأسيين متعامدين، إذا وفقط إذا كان ناتج ضرب ميليهما يساوي  $-1$   
 مثال: المستقيمتان الأفقية والرأسية تكونان متعامدة دائماً.

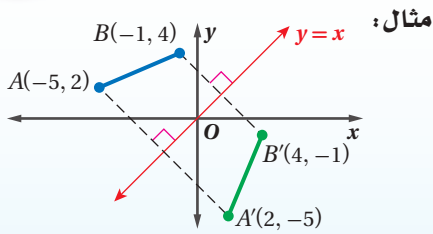


ويمكن أيضاً أن تعكس شكلاً حول المستقيم  $y = x$ ، ففي المستوى الإحداثي المجاور، ارسم عموداً من النقطة  $C$  على المستقيم  $y = x$ ، وحيث إن ميل المستقيم  $y = x$  يساوي  $1$ ، فإن ميل العمود الذي رسمته يساوي  $-1$ ، لاحظ أنك تحركت من النقطة  $C(-3, 2)$  بمقدار  $2.5$  وحدة إلى اليمين و  $2.5$  وحدة إلى أسفل فوصلت إلى نقطة تقاطع العمود الذي رسمته مع المستقيم  $y = x$ .  
 ومن هذه النقطة على  $y = x$ ، تحرك  $2.5$  وحدة إلى اليمين و  $2.5$  وحدة إلى أسفل؛ لتعین النقطة  $C'(2, -3)$  التي هي صورة النقطة  $C$  بالانعكاس حول المستقيم  $y = x$  وبطريقة مماثلة نجد أن صورة  $D(-3, -1)$  هي  $D'(-1, -3)$ .  
 وبمقارنة إحداثيات هاتين النقطتين بإحداثيات صورتيهما، يمكن الوصول إلى القاعدة الآتية للانعكاس حول المستقيم  $y = x$ .

## مفهوم أساسي

### الانعكاس حول المستقيم $y = x$

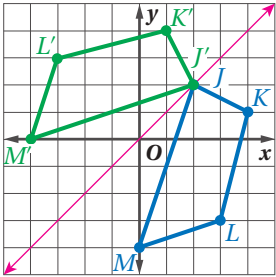
أضف إلى مطوبتك



**التعبير اللفظي:** لتعيين صورة نقطة بالانعكاس حول المستقيم  $y = x$ ، بَدَل موضعي الإحداثيين  $x$  و  $y$ .  
**الرموز:**  $(x, y) \rightarrow (y, x)$

### مثال 5 رسم صورة شكل بالانعكاس حول المستقيم $y = x$

مثلاً بيانياً الشكل الرباعي  $JKLM$  الذي إحداثيات رؤوسه هي:  $J(2, 2)$ ,  $K(4, 1)$ ,  $L(3, -3)$ ,  $M(0, -4)$ ، ثم ارسم صورته  $J'K'L'M'$  بالانعكاس حول المستقيم  $y = x$ .



بَدَل الإحداثيين  $x$  و  $y$  لكل الرؤوس.  
 $(x, y) \rightarrow (y, x)$   
 $J(2, 2) \rightarrow J'(2, 2)$   
 $K(4, 1) \rightarrow K'(1, 4)$   
 $L(3, -3) \rightarrow L'(-3, 3)$   
 $M(0, -4) \rightarrow M'(-4, 0)$

تحقق من فهمك

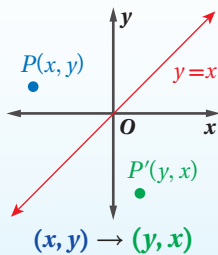
(5) مثلاً بيانياً  $\triangle BCD$  الذي إحداثيات رؤوسه هي:  $B(-3, 3)$ ,  $C(1, 4)$ ,  $D(-2, -4)$ ، ثم ارسم صورته بالانعكاس حول المستقيم  $y = x$ .

## ملخص المفهوم

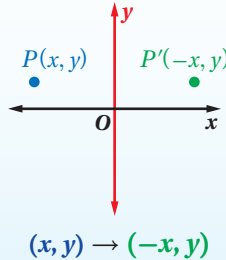
### الانعكاس في المستوى الإحداثي

أضف إلى مطوبتك

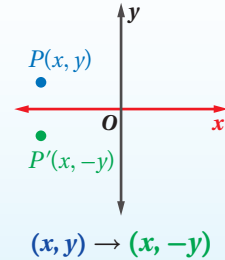
#### الانعكاس حول المستقيم $y = x$



#### الانعكاس حول المحور $y$

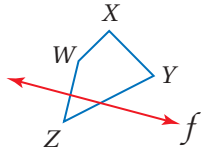


#### الانعكاس حول المحور $x$

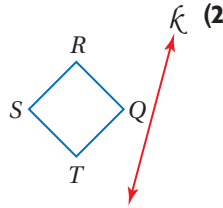


المثال 1

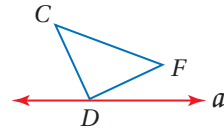
ارسم صورة كل شكل مما يأتي بالانعكاس حول المستقيم المعطى:



(3)



(2)



(1)

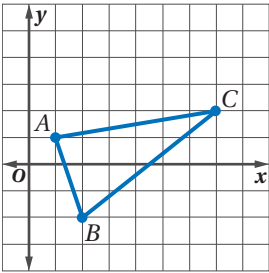
المثال 2

(4) **مباريات:** ينتظر ماجد في المطعم صديقاً سيأتيه بتذكرة لحضور مباراة في الصالة الرياضية. في أي موقع على الشارع، يجب أن يُوقِفَ صديقه سيارته، حتى تكون المسافة التي يسيرها ماجد من المطعم إلى السيارة ثم إلى مدخل الصالة الرياضية أقل ما يمكن؟ ارسم شكلاً يوضح إجابتك.



المثال 3

مثّل بيانياً صورة  $\triangle ABC$  المبيّن جانباً بالانعكاس حول المستقيم المعطى في كلٍّ من السؤالين 5، 6.



(6)  $x = 3$

(5)  $y = -2$

المثالان 4, 5

مثّل كل شكل مما يأتي بيانياً، ثم ارسم صورته بالانعكاس المحدد.

(7)  $\triangle XYZ$  الذي إحداثيات رؤوسه هي:  $X(0, 4), Y(-3, 4), Z(-4, -1)$  بالانعكاس حول المحور  $y$ .

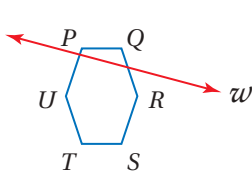
(8)  $\square QRST$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $Q(-1, 4), R(4, 4), S(3, 1), T(-2, 1)$  بالانعكاس حول المحور  $x$ .

(9) الشكل الرباعي الذي إحداثيات رؤوسه:  $J(-3, 1), K(-1, 3), L(1, 3), M(-3, -1)$  بالانعكاس حول المستقيم  $y = x$ .

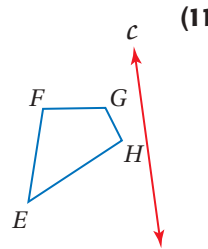
تدرب وحل المسائل

المثال 1

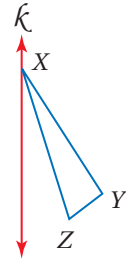
ارسم صورة كل شكل مما يأتي بالانعكاس حول المستقيم المعطى.



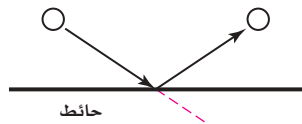
(12)



(11)

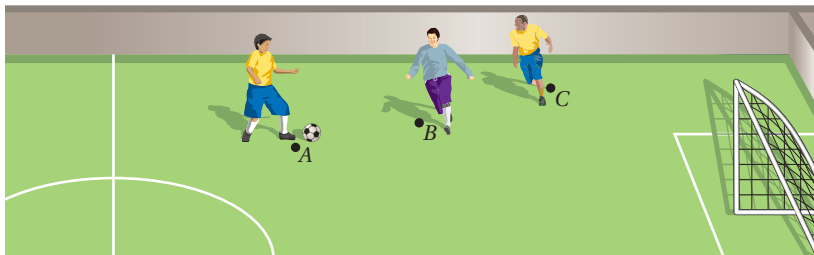


(10)

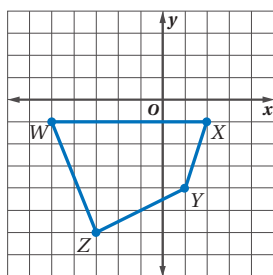


**المثال 2** (13) **كرة قدم:** عندما ترتطم كرة بحائط فإنها ترتد عنه وتتحرك في مسار نصف مستقيم يمثل انعكاس مسار حركتها لو أنها اخترقت الحائط كما هو موضح جانباً.

استعمل هذه المعلومات في رسم شكل يبين الموقع الدقيق للنقطة  $P$  على الحائط التي يجب أن يصوب سليمان إليها الكرة إذا كان يشارك في مباراة كرة قدم في ملعبٍ داخليٍّ، ويريد أن يمرر الكرة إلى صديقه يوسف عند النقطة  $C$ ، متجنباً لاعباً من الفريق الخصم عند النقطة  $B$ ، ولذلك قرر أن يركل الكرة من النقطة  $A$  إلى نقطة على الحائط الجانبي، بحيث ترتد عنه نحو النقطة  $C$ .

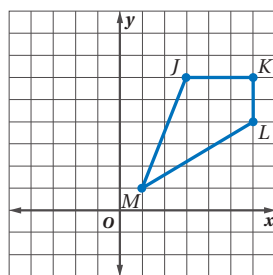


مثل صورة كل شكلٍ مما يأتي بياناً بالانعكاس حول المستقيم المُعطى .



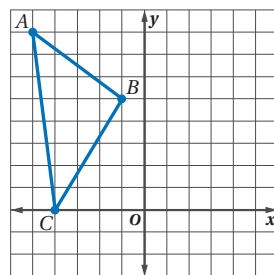
WXYZ,  $y = -4$  (16)

WXYZ;  $x = -2$  (19)



JKLM,  $x = 1$  (15)

JKLM,  $y = 4$  (18)



$\triangle ABC$ ,  $y = 3$  (14)

$\triangle ABC$ ,  $x = -1$  (17)

مثل كل شكلٍ مما يأتي بياناً، ثم ارسم صورته بالانعكاس المحدد .

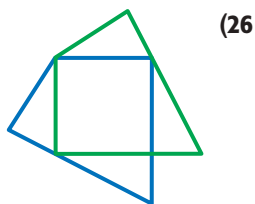
(20) المستطيل  $ABCD$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $A(-5, 2)$ ,  $B(1, 2)$ ,  $C(1, -1)$ ,  $D(-5, -1)$  بالانعكاس حول المستقيم  $y = -2$ .

(21) المربع  $JKLM$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $J(-4, 6)$ ,  $K(0, 6)$ ,  $L(0, 2)$ ,  $M(-4, 2)$  بالانعكاس حول المحور  $y$ .

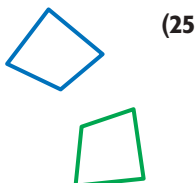
(22)  $\triangle FGH$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $F(-3, 2)$ ,  $G(-4, -1)$ ,  $H(-6, -1)$  بالانعكاس حول المستقيم  $y = x$ .

(23)  $\square WXYZ$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $W(2, 3)$ ,  $X(7, 3)$ ,  $Y(6, -1)$ ,  $Z(1, -1)$  بالانعكاس حول المحور  $x$ .

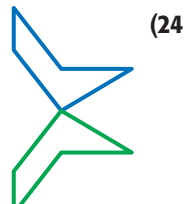
يُبينُ كلُّ من الأشكال الآتية مضملاً وصورته بالانعكاس حول مستقيمٍ ما، ارسم محور الانعكاس في كلِّ منها.



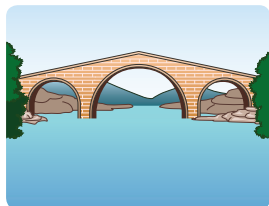
(26)



(25)



(24)



(27) **تصوير:** ارسم صورة الجسر الموضح في الصورة المجاورة بالانعكاس في الماء.

### المثالان 4, 5



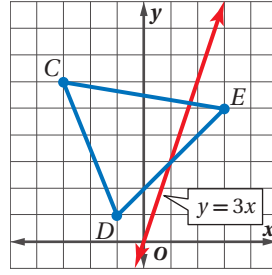
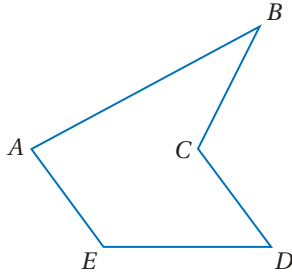
### الربط مع الحياة

يلتقط المصورون الصور لأغراض متعددة، مثل الصحافة أو لأغراض علمية، ويتطلب العمل في بعض مجالات التصوير مثل التصوير الصحفي أو التصوير العلمي تدريباً خاصاً.

**جبر:** مثل بيانياً المستقيم  $y = 2x - 3$  وصورته بالانعكاس حول المستقيم المعطى في كل مما يأتي، ثم اكتب معادلة المستقيم الناتج عن الانعكاس

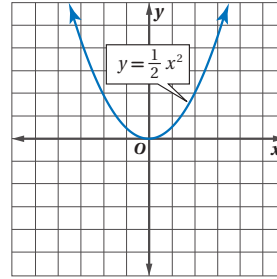
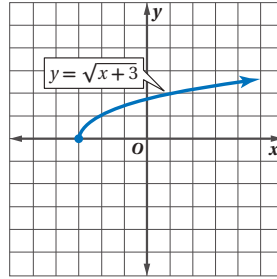
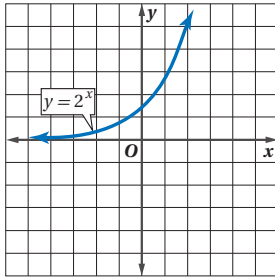
(28) المحور  $x$  (29) المحور  $y$  (30) المستقيم  $y = x$

(31) مثل بيانياً صورة  $\triangle CDE$  المبين أدناه بالانعكاس (32) غير موقع الرأس  $C$  ليصبح المضلع  $ABCDE$  حول المستقيم  $y = 3x$ . محدبًا، وتبقى أطوال أضلعه كما هي دون تغيير.



**جبر:** مثل بيانياً صورة كل من الدوال الآتية بالانعكاس حول المحور المحدد، ثم اكتب معادلة الصورة الناتجة عن الانعكاس.

(33) المحور  $x$  (34) المحور  $y$  (35) المحور  $x$



(36) **تمثيلات متعددة:** في هذه المسألة ستستقصي الانعكاس حول نقطة الأصل.

(a) **هندسيًا:** ارسم المثلث  $\triangle ABC$  في المستوى الإحداثي، بحيث تكون إحداثيات رؤوسه أعدادًا صحيحة موجبة.

(b) **بيانيًا:** عيّن النقاط  $A', B', C'$  الناتجة عن الانعكاس، بحيث تكون النقطة الأصلية وصورتها ونقطة الأصل على استقامة واحدة، وتكون النقطة الأصلية وصورتها على البعد نفسه من نقطة الأصل.

(c) **جدوليًا:** انقل الجدول الآتي وأكمّله.

	$\triangle ABC$	$\triangle A'B'C'$
الإحداثيات	A	A'
	B	B'
	C	C'

(d) **لفظيًا:** ضع تخمينًا حول العلاقة بين إحداثيات الرؤوس المتناظرة لشكل وصورته الناتجة عن انعكاسه حول نقطة الأصل.

### مسائل مهارات التفكير العليا

(37) **اكتشف الخطأ:** يجد جميل وإبراهيم إحداثيات صورة النقطة  $C(2, 3)$  الناتجة عن انعكاس حول المحور  $x$ ، أيّ منهما إجابته صحيحة؟ وضح إجابتك.

إبراهيم  
 $C'(-2, 3)$

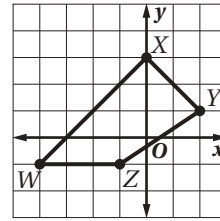
جميل  
 $C'(2, -3)$

- (38) **مسألة مفتوحة:** ارسم مضعلاً في المستوى الإحداثي، بحيث تكون صورته الناتجة عن انعكاس حول المحور  $x$  منطبقةً عليه تمامًا.
- (39) **مسألة مفتوحة:** ارسم شكلاً في المستوى الإحداثي، يكون اتجاه صورته الناتجة عن الانعكاس حول المستقيم  $y = 1$  مماثلاً لاتجاه الشكل نفسه. وضح الشروط التي يجب توافرها لتحقيق هذا الأمر.
- (40) **تحدي:** إذا كانت صورة النقطة  $A(4, 3)$  بعد الانعكاس حول مستقيم معين هي  $A'(-1, 0)$ ، فأوجد معادلة محور الانعكاس. وضح إجابتك.
- (41) **تبرير:** هل تقع صورة نقطة بالانعكاس حول مستقيم ما في الجهة الثانية من هذا المستقيم دائماً أم أحياناً أم لا تقع فيها أبداً؟
- (42) **اكتب:** تقع النقاط  $P, Q, R$  على استقامة واحدة حيث أن  $Q$  واقعة بين  $P$  و  $R$ . باستعمال الهندسة الإحداثية، أثبت أن انعكاس هذه النقاط حول مستقيم يحافظ على الاستقامة وترتيب مواقع النقاط.

### تدريب على اختبار

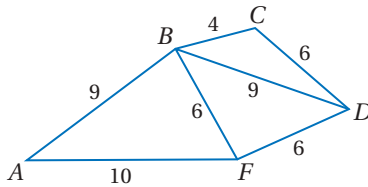
- (44) إحداثيات النقطتين  $A, B$  في المستوى الإحداثي هي  $(3, 3)$ ،  $(-2, 4)$  على الترتيب، احسب  $AB$ .
- A (1, 7)  
B  $\sqrt{26}$   
C (5, -1)  
D  $\sqrt{50}$

- (43) **إجابة قصيرة:** إذا كانت صورة الشكل الرباعي  $WXYZ$  الناتجة عن انعكاسه حول المحور  $y$  هي  $W'X'Y'Z'$ ، فما إحداثيات  $X'$ ؟



### مراجعة تراكمية

- (45) **هندسة إحداثية:** في  $\triangle LMN$ ، تقسم الضلعين  $MN, NL$  إلى قطع مستقيمة متناظرة أطولها متناسبة، إذا كانت  $\frac{LP}{PN} = \frac{2}{1}$  وكانت  $RN = 3$ ، فأوجد  $MR$ . (الدرس 2-3)



- استعمل الشكل المجاور لتكتب متباينة تصف العلاقة بين قياسي الزاويتين أو طولَي القطعتين المستقيمتين في كلٍّ مما يأتي. (مهارة سابقة)
- (46)  $m\angle BDC, m\angle FDB$   
(47)  $m\angle FBA, m\angle DBF$

### استعد للدرس اللاحق

- (48) إحداثيات طرفي  $\overline{AB}$  هما  $A(5, 4)$ ،  $B(3, -1)$ ، تحركت كلٌّ من هاتين النقطتين 3 وحداتٍ إلى اليمين و5 وحداتٍ إلى أسفل، فكانت مواقعهما الجديدة  $A', B'$  على الترتيب.
- (a) اكتب قاعدة هذا التحويل الهندسي.  
(b) أوجد إحداثيات  $A', B'$ .  
(c) أوجد طول كلٍّ من  $\overline{AB}, \overline{A'B'}$ .



# الإزاحة (الانسحاب)

## Translation

لماذا؟

فيما سبق:

درستُ الانسحاب بوصفه تحويلًا هندسيًا.

(مهارة سابقة)

والآن:

■ أرسم الصور الناتجة عن الإزاحة.

■ أرسم الصور الناتجة عن الإزاحة في المستوى الإحداثي.

المضردات:

الانسحاب  
translation

رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa



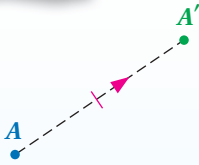
تُفتح بعض الاحتفالات الوطنية بعروض عسكرية تزيدها بهجة وبهاء. ومعظم حركات أعضاء تلك الفرق العسكرية تمثل ما يُعرف في الهندسة بالإزاحة أو الانسحاب.

**رسم الإزاحة (الانسحاب):** تعلمت سابقاً أن

**الانسحاب** هو تحويل هندسي ينقل الشكل من موقع إلى آخر من دون تدويره. حيث يتم نقل جميع نقاط الشكل المسافة نفسها وفي الإتجاه نفسه. ويمكن التعبير عن الإزاحة (الانسحاب) لكل نقطة من الشكل بقطعة مستقيمة طولها يساوي  $\overline{AA'}$  حيث إن  $A'$  هي صورة النقطة  $A$  الناتجة عن الإزاحة (الانسحاب).

أضف إلى

مطوبتك



النقطة  $A'$  هي صورة النقطة  $A$  بالإزاحة.

الإزاحة (الانسحاب)

مفهوم أساسي

تنقل الإزاحة (الانسحاب) كل نقطة إلى صورتها مسافةً محددةً وفي اتجاه محدد (اتجاه الإزاحة). فالإزاحة التي تنقل النقطة  $A$  إلى صورتها  $A'$ ، تنقل نقاط الشكل جميعها أيضًا بحيث إن:

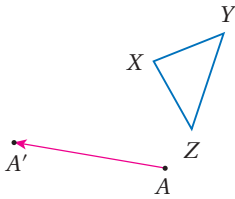
- مقدار الإزاحة يساوي طول القطعة المستقيمة التي تصل أي نقطة بصورتها يساوي طول  $\overline{AA'}$ .
- القطعة المستقيمة التي تصل أي نقطة بصورتها توازي  $\overline{AA'}$ .

رسم الإزاحة في المستوى

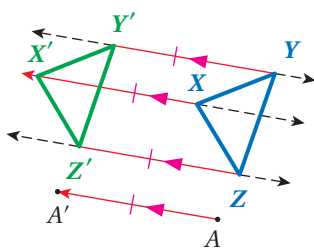
مثال 1

ارسم صورة الشكل الناتجة عن الإزاحة التي تنقل النقطة  $A$  إلى النقطة  $A'$ .

**الخطوة 1:** باستعمال المسطرة ومثلث الرسم، ارسم من كل رأس من رؤوس المثلث  $XYZ$  مستقيمًا يوازي  $\overline{AA'}$ .

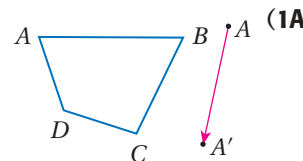
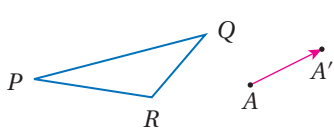


**الخطوة 2:** قس طول  $\overline{AA'}$ ، ثم عيّن على المستقيم المار بالرأس  $X$  النقطة  $X'$ ، التي تبعد عن  $X$  في الاتجاه من  $A$  إلى  $A'$  مسافةً تساوي طول  $\overline{AA'}$ .



**الخطوة 3:** كرّر الخطوة 2 لتعيّن  $Y'$ ،  $Z'$ ، ثم صل الرؤوس  $X'$ ،  $Y'$ ،  $Z'$  لتشكّل المثلث  $X'Y'Z'$  الناتج عن الإزاحة.

**تحقق من فهمك:** ارسم صورة الشكل الناتجة عن الإزاحة التي تنقل النقطة  $A$  إلى  $A'$





**رسم الإزاحة في المستوى الإحداثي:** يمكن رسم الإزاحات في المستوى الإحداثي، إذا علمنا مقدار الإزاحة واتجاهها أفقيًا أو رأسيًا، فإذا رمزنا للمسافة الأفقية من النقطة الأصلية إلى صورتها بالرمز  $a$ ، والمسافة الرأسية من النقطة الأصلية إلى صورتها بالرمز  $b$ ، فإنه يمكن التعبير عن هذه الإزاحة بالقاعدة:  $(x, y) \rightarrow (x + a, y + b)$ ، ويمكن استعمال هذه القاعدة لإجراء إزاحة للشكل في المستوى الإحداثي.

أضف إلى  
مطوبتك

### مفهوم أساسي

#### الإزاحة في المستوى الإحداثي

**التعبير اللفظي:** لإزاحة نقطة ما مسافة  $a$  وحدة أفقيًا، و  $b$  وحدة رأسيًا، اجمع  $a$  إلى الإحداثي  $x$ ، و  $b$  إلى الإحداثي  $y$ .

**الرموز:**  $(x, y) \rightarrow (x + a, y + b)$

**مثال:** إذا كانت:  $a = 7, b = 4$ ، فإن صورة النقطة  $P(-2, 3)$  الناتجة عن هذه الإزاحة هي  $P'(5, 7)$ .

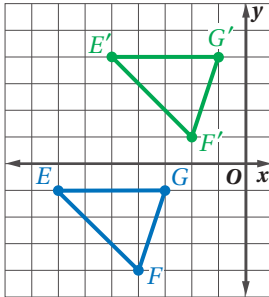
### قراءة الرياضيات

**الإزاحة الأفقية والإزاحة الرأسية:** عندما يكون  $b = 0$  تكون الإزاحة أفقية فقط. وعندما يكون  $a = 0$  تكون الإزاحة رأسية فقط.

### مثال 2 الإزاحة في المستوى الإحداثي

مثل الشكل وصورته الناتجة عن الإزاحة المحددة في كل مما يأتي بيانيًا:

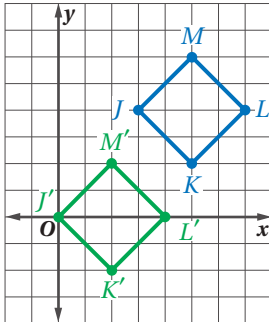
(a)  $\triangle EFG$  الذي إحداثيات رؤوسه هي:  $E(-7, -1), F(-4, -4), G(-3, -1)$ ، أزيح وفق القاعدة  $(x, y) \rightarrow (x + 2, y + 5)$



تدل هذه القاعدة على إزاحة مقدارها وحدتان إلى اليمين و 5 وحدات إلى أعلى.

$$\begin{aligned} (x, y) &\rightarrow (x + 2, y + 5) \\ E(-7, -1) &\rightarrow E'(-5, 4) \\ F(-4, -4) &\rightarrow F'(-2, 1) \\ G(-3, -1) &\rightarrow G'(-1, 4) \end{aligned}$$

(b) المربع  $JKLM$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $J(3, 4), K(5, 2), L(7, 4), M(5, 6)$ ، أزيح وفق القاعدة  $(x, y) \rightarrow (x - 3, y - 4)$



تدل هذه القاعدة على إزاحة مقدارها 3 وحدات إلى اليسار و 4 وحدات إلى أسفل.

$$\begin{aligned} (x, y) &\rightarrow (x - 3, y - 4) \\ J(3, 4) &\rightarrow J'(0, 0) \\ K(5, 2) &\rightarrow K'(2, -2) \\ L(7, 4) &\rightarrow L'(4, 0) \\ M(5, 6) &\rightarrow M'(2, 2) \end{aligned}$$

### تحقق من فهمك

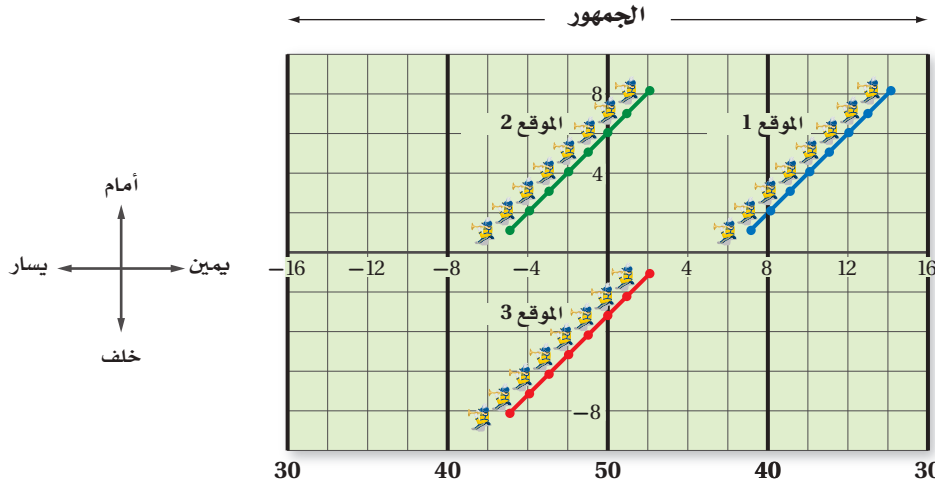
(2A)  $\triangle ABC$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $A(2, 6), B(1, 1), C(7, 5)$ ، أزيح وفق القاعدة  $(x, y) \rightarrow (x - 4, y - 1)$

(2B) الشكل الرباعي  $QRST$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $Q(-8, -2), R(-9, -5), S(-4, -7), T(-4, -2)$ ، أزيح وفق القاعدة  $(x, y) \rightarrow (x + 7, y + 1)$

### إرشادات للدراسة

**الإشارة السالبة:** إشارة  $a$  السالبة تعني أن الإزاحة إلى اليسار، وإشارة  $b$  السالبة تعني أن الإزاحة إلى أسفل.

**استعراض:** في استعراضٍ لفرقةٍ عسكرية، يسير الأفراد من الموقع 1 إلى الموقع 2 ثم إلى الموقع 3، وكل وحدة على الشبكة تمثل خطوةً واحدةً.



## إرشادات للدراسة

**تحويلات التطابق:**  
الإزاحة هي تحويل تطابق أيضاً، فهي تحافظ على الأبعاد وقياسات الزوايا وترتيب مواقع النقاط والاستقامة.

(a) اكتب قاعدةً لحركة أفراد الفرقة العسكرية عند انتقالهم من الموقع 1 إلى الموقع 2 ثم صفها لفظياً.

إحدى النقاط في الموقع 1 عند  $(14, 8)$ ، وتحركت هذه النقطة إلى  $(2, 8)$  في الموقع 2، استعمل قاعدة الإزاحة  $(x, y) \rightarrow (x + a, y + b)$  لكتابة معادلتين وحلّهما لإيجاد قيمة كل من  $a, b$ .

$$(14 + a, 8 + b) = (2, 8)$$

$$8 + b = 8 \quad 14 + a = 2$$

$$b = 0 \quad a = -12$$

إذن قاعدة هذه الإزاحة هي:  $(x, y) \rightarrow (x - 12, y)$

أي أن كلاً من أفراد الفرقة العسكرية تحرك 12 خطوةً إلى اليسار، ولم يتحرك أي خطوةً إلى الأمام أو إلى الخلف في أثناء انتقاله من الموقع 1 إلى الموقع 2

(b) صِف حركة أفراد الفرقة العسكرية عند انتقالهم من الموقع 1 إلى الموقع 3 باستعمال قاعدة الإزاحة.

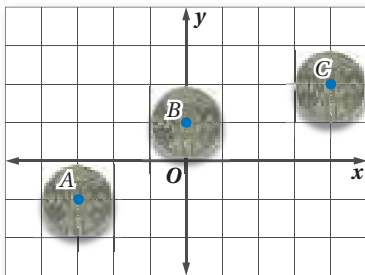
$$(14 + a, 8 + b) = (2, -1)$$

$$8 + b = -1 \quad 14 + a = 2$$

$$b = -9 \quad a = -12$$

إذن قاعدة هذه الإزاحة هي:  $(x, y) \rightarrow (x - 12, y - 9)$

## تحقق من فهمك

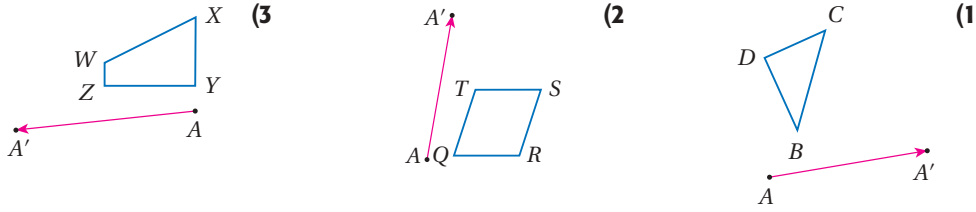


(3) **نقود:** تمّ تصوير حركة قطعة نقود في مواقع مختلفة على المستوى الإحداثي.

(A) صِف حركة القطعة عند انتقالها من الموقع A إلى الموقع B لفظياً.

(B) صِف حركة القطعة عند انتقالها من الموقع A إلى الموقع C باستعمال قاعدة الإزاحة.

ارسم صورة الشكل الناتجة عن الإزاحة التي تنقل النقطة  $A$  إلى النقطة  $A'$  في كلِّ مما يأتي:



المثال 1

مثل الشكل وصورته الناتجة عن الإزاحة المحددة في كلِّ مما يأتي بيانياً:

المثال 2

(4) شبه المنحرف  $JKLM$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $J(2, 4), K(1, 1), L(5, 1), M(4, 4)$ ، أزيح وفق القاعدة

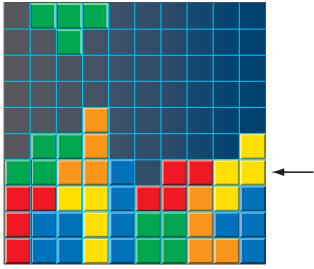
$$(x, y) \rightarrow (x + 7, y + 1)$$

(5)  $\triangle DFG$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $D(-8, 8), F(-10, 4), G(-7, 6)$ ، أزيح وفق القاعدة

$$(x, y) \rightarrow (x + 5, y - 2)$$

(6) متوازي الأضلاع  $WXYZ$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $W(-6, -5), X(-2, -5), Y(-1, -8), Z(-5, -8)$ ، أزيح وفق القاعدة

$$(x, y) \rightarrow (x - 1, y + 4)$$



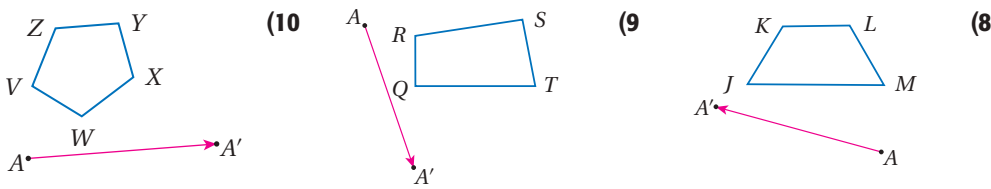
(7) ألعاب فيديو: إن هدف اللعبة المجاورة هو تحريك القطع الملونة

إلى اليمين أو اليسار، عندما تنزل من أعلى الشاشة لملء كل صف دون ترك فراغات فيه. إذا كان الموقع الابتدائي للقطعة في أعلى الشاشة  $(x, y)$ ، فاكتب قاعدة لوصف الانسحاب الذي يملأ الصف المشار إليه بالسهم.

المثال 3

## تدريب وحل المسائل

ارسم صورة الشكل الناتجة عن الإزاحة التي تنقل النقطة  $A$  إلى النقطة  $A'$  في كلِّ مما يأتي:



المثال 1

مثل الشكل وصورته الناتجة عن الإزاحة المحددة في كلِّ مما يأتي بيانياً:

المثال 2

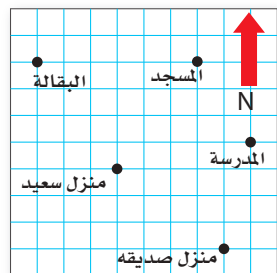
(11)  $\triangle ABC$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $A(1, 6), B(3, 2), C(4, 7)$ ، أزيح وفق القاعدة

(12) المستطيل  $QRST$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $Q(-8, 4), R(-8, 2), S(-3, 2), T(-3, 4)$ ، أزيح وفق القاعدة

$$(x, y) \rightarrow (x + 2, y + 3)$$

(13) الشكل الرباعي  $FGHJ$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $F(-4, -2), G(-1, -1), H(0, -4), J(-3, -6)$ ، أزيح وفق القاعدة

$$(x, y) \rightarrow (x - 3, y - 6)$$



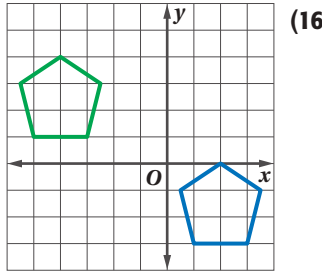
(14) مواقع: تبين الشبكة المجاورة بعض المواقع في الحي الذي يقطنه سعيد.

المثال 3

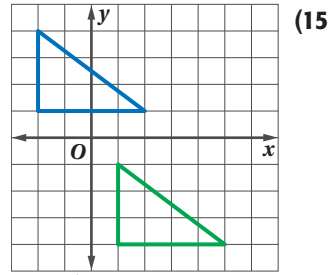
(a) إذا غادر سعيد منزله، وانتقل 4 وحدات إلى الشمال و 3 وحدات إلى الشرق، فأين يصل؟

(b) صف لفظياً إزاحتين تنقلان سعيد من المدرسة إلى منزله.

اكتب قاعدة الإزاحة التي تنقل الشكل الأزرق إلى الشكل الأخضر في كلٍّ من السؤالين الآتيين.



(16)

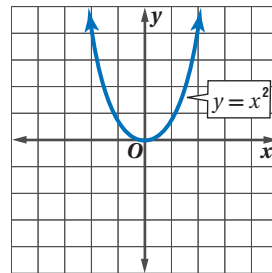
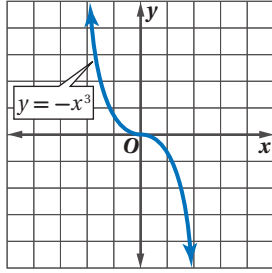


(15)

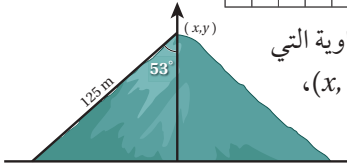
**جبر:** مثل بيانياً صورة كلٍّ من الدالتين الآتيتين الناتجة عن الإزاحة المعطاة، ثم اكتب معادلة هذه الصورة.

(18)  $(x, y) \rightarrow (x - 2, y)$

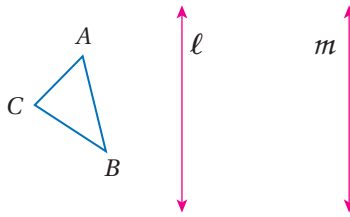
(17)  $(x, y) \rightarrow (x + 4, y + 1)$



(19) **تضاريس:** طول منحدر تلةٍ من قمته حتى أسفلها 125 m، وقياس الزاوية التي يصنعها مع المستقيم الرأسي  $53^\circ$ ، إذا كان موقع منصور عند قمة التلة  $(x, y)$ ، فاكتب قاعدة الإزاحة التي تمثل انتقاله إلى أسفل التلة.



(20) **تمثيلات متعددة:** ستستقصي في هذه المسألة نتيجة انعكاسين حول مستقيمين رأسيين.



(a) **هندسياً:** ارسم على ورق شفاف  $\triangle ABC$ ، والمستقيمين الرأسيين  $l, m$ ، وارسم صورة  $\triangle ABC$  الناتجة عن الانعكاس حول المستقيم  $l$ ، بطيِّ الورقة على امتداد المستقيم  $l$  وسمِّ هذه الصورة  $\triangle A'B'C'$ ، ثم ارسم صورة  $\triangle A'B'C'$  الناتجة عن الانعكاس حول المستقيم  $m$ ، بطيِّ الورقة على امتداد المستقيم  $m$ ، وسمِّ هذه الصورة  $\triangle A''B''C''$ .

(b) **هندسياً:** كرِّر العملية التي نفذتها في الفرع a لرسم صورة  $\triangle DEF$  الناتجة عن انعكاسين متعاقبين حول المستقيمين الرأسيين  $n, p$ ، وصورة  $\triangle MNP$  الناتجة عن انعكاسين متعاقبين حول المستقيمين الرأسيين  $q, r$ .

(c) **جدولياً:** انسخ الجدول الآتي وأكمله.

المسافة بين النقاط المتناظرة (cm)	المسافة بين المستقيمين الرأسيين (cm)
$C''$ و $C$ ، $B''$ و $B$ ، $A''$ و $A$	$l, m$
$F''$ و $F$ ، $E''$ و $E$ ، $D''$ و $D$	$n, p$
$P''$ و $P$ ، $N''$ و $N$ ، $M''$ و $M$	$q, r$

(d) **لفظياً:** صِف نتيجة الانعكاسين حول المستقيمين الرأسيين باستعمال الإزاحة.

### مسائل مهارات التفكير العليا

(21) **تبرير:** أُجريت إزاحةٌ لشكل ما، وفقاً للقاعدة:  $(x, y) \rightarrow (x - 3, y + 8)$ ، ثم إزاحةٌ أخرى للصورة الناتجة وفقاً للقاعدة:  $(x, y) \rightarrow (x + 3, y - 8)$ . من دون استعمال الرسم، حدِّد مكان الشكل النهائي وبرِّر إجابتك.

### إرشادات للدراسة

#### انسحاب الدالة المتصلة:

عند إجراء تحويل هندسي على دالة متصلة تمثل بخط منحنى من دون انقطاع كما في السؤالين 17، 18، تبقى الدالة محافظة على شكلها كما هو الحال في تحويلات التطابق.

### قراءة الرياضيات

#### الشرطتان:

تستعمل الشرطتان للدلالة على أن هذا الرأس صورة ناتجة عن تحويل هندسي ثانٍ.

**22 تحدُّ:** أزيح المستقيم  $y = mx + b$  وفق القاعدة  $(x + a, y + b) \rightarrow (x, y)$ . اكتب معادلة صورته

الناجمة عن هذه الإزاحة. ما مقطع المحور  $y$  للمستقيم الجديد؟

**23 اكتب:** تذكر من الدرس السابق أن النقطة الثابتة هي النقطة التي تنطبق صورتها عليها. هل توجد نقاط ثابتة

في الإزاحة؟ وضح أسباب وجودها أو أسباب عدم وجودها.

### تدريب على اختبار

**25** يحتوي كيس على 5 كرات حمراء وكرتين زرقاوين و 4 كرات بيضاء وكرة واحدة صفراء. إذا سُحِب من الكيس كرتان على التوالي من دون إرجاع، فما احتمال سحب كرتين بيضاوين؟

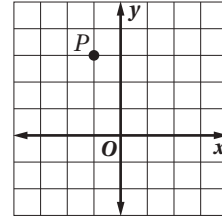
**D**  $\frac{5}{33}$       **C**  $\frac{1}{9}$       **B**  $\frac{1}{11}$       **A**  $\frac{1}{66}$

**26 إجابة قصيرة:** ما قاعدة الإزاحة التي تنقل النقطة

$A(3, -5)$  إلى النقطة  $A'(-2, -8)$ ؟

**24** أوجد صورة النقطة  $P$  الناتجة عن الإزاحة:

$(x, y) \rightarrow (x + 3, y + 1)$



**A** (0, 6)      **C** (2, -4)  
**B** (0, 3)      **D** (2, 4)

### مراجعة تراكمية

مثّل كل شكل مما يأتي بيانيًا، ثم ارسم صورته بالانعكاس المحدد. (الدرس 3-1)

**27**  $\overline{DJ}$  التي إحداثيات طرفيها  $D(4, 4), J(-3, 2)$ ، بالانعكاس حول المحور  $y$ .

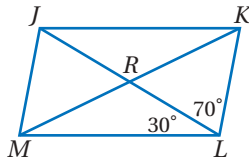
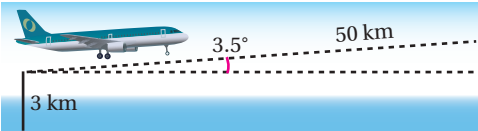
**28**  $\triangle XYZ$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $X(0, 0), Y(3, 0), Z(0, 3)$ ، بالانعكاس حول المحور  $x$ .

**29**  $\triangle ABC$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $A(-3, -1), B(0, 2), C(3, -2)$ ، بالانعكاس حول المستقيم  $y = x$ .

**30 الملاحة الجوية:** كان ارتفاع طائرة 3 km فوق سطح البحر عندما بدأت

بالارتفاع بزاوية  $3.5^\circ$ ، إذا بقيت هذه الزاوية ثابتة، فكم كيلو مترًا يكون ارتفاعها

فوق سطح البحر بعد طيرانها مسافة 50 km؟ (مهارة سابقة)



أوجد كلاً من القياسات الآتية مستعملًا  $\square JKLM$  المجاور. (الدرس 1-2)

**32**  $m\angle JML$

**31**  $m\angle MJK$

**34**  $m\angle KJL$

**33**  $m\angle JKL$

### استعد للدرس اللاحق

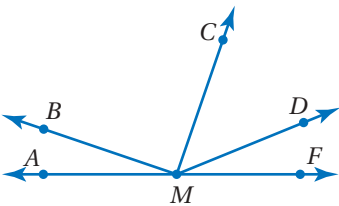
صنّف كلاً من الزوايا الآتية إلى قائمة أو حادة أو منفرجة، ثم استعمل المنقلة لقياس الزاوية إلى أقرب درجة.

**36**  $\angle FMD$

**35**  $\angle AMC$

**38**  $\angle CMB$

**37**  $\angle BMD$



الدوران  
Rotations

درست سابقاً التماثل الدوراني حول نقطة، والذي يحرك الشكل حول نقطة ثابتة تسمى مركز الدوران بزواوية معينة وفي اتجاه محدد، وستستعمل الورق الشفاف في هذا النشاط لاستكشاف خصائص الدوران.

## نشاط

## استكشاف الدوران باستعمال الورق الشفاف

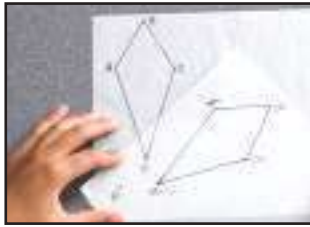


الخطوة 1

**الخطوة 1:** ارسم في قطعة من الورق الشفاف الشكل الرباعي  $ABCD$  والنقطة  $P$ .

**الخطوة 2:** انسخ الشكل الرباعي  $ABCD$  والنقطة  $P$  في قطعة أخرى من الورق الشفاف، وسم الشكل الجديد  $A'B'C'D'$ .

**الخطوة 3:** ضع الورقتين بحيث تنطبق النقطة  $P$  من الأولى على النقطة  $P$  من الثانية، ودور الورقتين بحيث لا يكون هناك تداخل بين  $ABCD$ ، و  $A'B'C'D'$ ، وألصق الورقتين معاً.

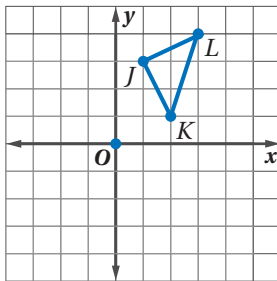


الخطوتان 2, 3

**الخطوة 4:** قس المسافة بين النقطة  $P$  وكل رأس من رؤوس الشكلين  $ABCD$  و  $A'B'C'D'$ ، ثم انقل الجدول الآتي وأكمه.

الشكل الرباعي	الطول			
	$AP$	$BP$	$CP$	$DP$
$ABCD$				
$A'B'C'D'$	$A'P$	$B'P$	$C'P$	$D'P$

## تمارين:



(1) انسخ  $\triangle JKL$  الموضح في الشكل المجاور الذي إحداثيات رؤوسه هي:  $J(1, 3)$ ,  $K(2, 1)$ ,  $L(3, 4)$  في قطعة من الورق الشفاف ثم أجب عما يأتي:

(a) استعمل الورق الشفاف والمنقلة لتدوير كل رأس بزواوية  $90^\circ$  في اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل. ما إحداثيات رؤوس صورة المثلث الناتجة عن الدوران؟

(b) استعمل الورق الشفاف والمنقلة لتدوير  $\triangle JKL$  بزواوية  $180^\circ$  حول نقطة الأصل. ما إحداثيات رؤوس صورة المثلث الناتجة عن الدوران؟

(c) استعمل صيغة المسافة بين نقطتين؛ لإيجاد المسافة بين نقطة الأصل وكل من النقاط  $J$ ,  $K$ ,  $L$ . ثم أوجد المسافة بين نقطة الأصل وكل من رؤوس المثلثين  $J'K'L'$ ,  $J''K''L''$ .

(2) **اكتب:** إذا تم تدوير النقطة  $(4, 2)$  في اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل بزواوية  $90^\circ$ ، وبزواوية  $180^\circ$ ، فما التغيير الذي يطرأ على الإحداثي  $x$  وعلى الإحداثي  $y$  لهذا النقطة في كل حالة؟

(3) **تخمين:** ما إحداثيًا صورة النقطة  $(x, y)$  الناتجة عن دوران بزواوية  $270^\circ$  في اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل؟

(4) **تخمين:** اكتب تخميناً حول المسافة بين مركز الدوران  $P$ ، والرؤوس المتناظرة للشكلين  $ABCD$ ,  $A'B'C'D'$  في النشاط أعلاه.



# الدوران Rotations

## لماذا؟

استعملت الطاقة المتولدة من المراوح الهوائية في الماضي؛ لضخ الماء أو لطحن الحبوب، أما في الوقت الحاضر، فيمكن أن تكون مراوح الهواء الحديثة بديلاً مهماً عن الوقود الأحفوري (النفط والغاز والفحم). إذ تُحوّل هذه المراوح طاقة الرياح إلى طاقة كهربائية.



## فيما سبق:

درست التماثل الدوراني حول نقطة.

(مهارة سابقة)

## والآن:

■ أرسم الصورة الناتجة عن دوران شكل مستعملاً المنقلة.

■ أرسم الصورة الناتجة عن دوران شكل في المستوى الإحداثي.

## المفردات:

الدوران

rotation

مركز الدوران

center of rotation

زاوية الدوران

angle of rotation

**رسم الأشكال الناتجة عن الدوران:** تعلمت أن الدوران يحرك كل نقطة في الشكل الأصلي بزواوية محددة وفي اتجاه محدد حول نقطة ثابتة.

## مفهوم أساسي

### الدوران

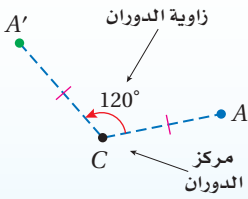
**الدوران** حول نقطة ثابتة (تسمى **مركز الدوران**) بزواوية معينة قياسها  $x^\circ$  واتجاه معين، يحول النقطة إلى صورتها بحيث:

• إذا كانت النقطة هي مركز الدوران، فإن صورتها هي النقطة نفسها.

• إذا كانت النقطة غير مركز الدوران، فإن النقطة الأصلية وصورتها تبعدان المسافة نفسها عن مركز الدوران، والزواوية المتشكلة من النقطة ومركز الدوران والصورة تُسمى **زاوية الدوران** وقياسها يساوي  $x^\circ$ .

أضف إلى

مطوبتك



$A'$  هي صورة  $A$  الناتجة عن دوران بزواوية  $120^\circ$  عكس اتجاه حركة عقارب الساعة حول النقطة  $C$ .

يمكن أن يكون اتجاه الدوران في اتجاه حركة عقارب الساعة أو عكس اتجاه حركة عقارب الساعة. ومن الآن فصاعداً سيكون كل دوران عكس اتجاه حركة عقارب الساعة إلا إذا ورد خلاف ذلك.



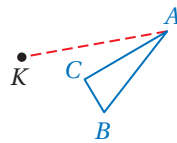
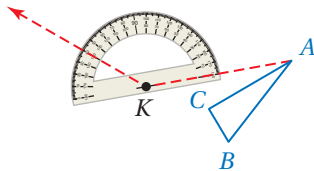
## رسم الشكل الناتج عن الدوران

### مثال 1

استعمل منقلة ومسطرة لرسم صورة  $\triangle ABC$  الناتجة عن دوران بزواوية  $140^\circ$  حول النقطة  $K$ .

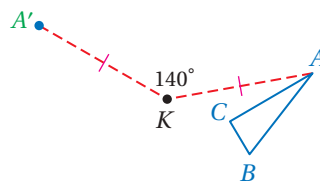
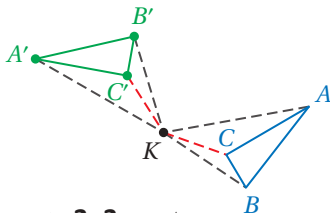
**الخطوة 1:** ارسم قطعة مستقيمة من الرأس  $A$  إلى النقطة  $K$ .

**الخطوة 2:** ارسم زاوية قياسها  $140^\circ$  تكون  $\overline{KA}$  أحد ضلعيها.



**الخطوة 3:** استعمل مسطرة لتعيين  $A'$  على الضلع الثاني، بحيث يكون  $KA' = KA$ .

**الخطوة 4:** كرر الخطوات 1-3 للرأسين  $B$  و  $C$  ثم ارسم  $\triangle A'B'C'$ .



## إرشادات للدراسة

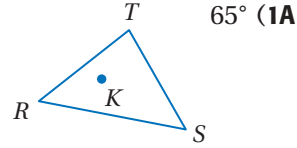
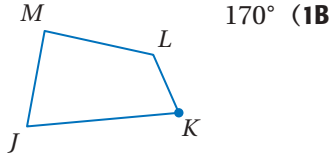
### تحويلات التطابق:

الدوران هو تحويل تطابق أيضاً، فهو يحافظ على الأبعاد وقياسات الزوايا وترتيب مواقع النقاط والاستقامة، حيث تكون فيه الصورة مطابقة للشكل الأصلي.



## تحقق من فهمك

استعمل منقلةً ومسطرةً؛ لرسم صورة الشكل الناتجة عن الدوران حول النقطة  $K$  بالزاوية المحددة في كل من السؤالين الآتيين:



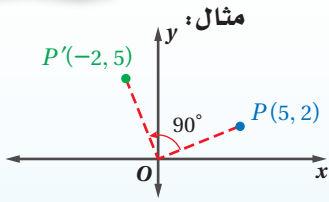
رسم الصورة الناتجة عن الدوران في المستوى الإحداثي؛ يمكنك استعمال القواعد الآتية لتحديد صورة نقطة ما، عندما يتم تدويرها بزاوية  $90^\circ$  أو  $180^\circ$  أو  $270^\circ$  عكس اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل.

أضف الى مطوبتك

## مفهوم أساسي

### الدوران في المستوى الإحداثي

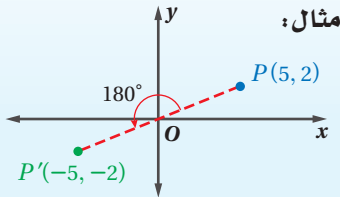
#### الدوران بزاوية $90^\circ$



عند تدوير نقطة بزاوية  $90^\circ$  عكس اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل، اضرب الإحداثي  $y$  في  $-1$ ، ثم بَدِّل مَوْقِعِي الإحداثيَّين  $x, y$ .

$$\text{الرموز: } (x, y) \rightarrow (-y, x)$$

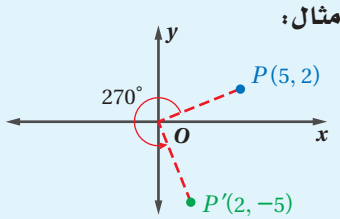
#### الدوران بزاوية $180^\circ$



عند تدوير نقطة بزاوية  $180^\circ$  عكس اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل، اضرب كلاً من الإحداثيَّين  $x, y$  في  $-1$ .

$$\text{الرموز: } (x, y) \rightarrow (-x, -y)$$

#### الدوران بزاوية $270^\circ$



عند تدوير نقطة بزاوية  $270^\circ$  عكس اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل، اضرب الإحداثي  $x$  في  $-1$ ، ثم بَدِّل مَوْقِعِي الإحداثيَّين  $x, y$ .

$$\text{الرموز: } (x, y) \rightarrow (y, -x)$$

### الدوران في المستوى الإحداثي

#### مثال 2

إحداثيات رؤوس المثلث  $PQR$  هي:  $P(1, 1), Q(4, 5), R(5, 1)$ ، مثلّ بيانياً  $\triangle PQR$  وصورته الناتجة عن دوران بزاوية  $90^\circ$  حول نقطة الأصل.

اضرب الإحداثي  $y$  لكل رأس في  $-1$  ثم بَدِّل الإحداثيَّين .

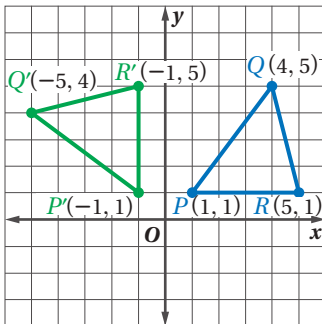
$$(x, y) \rightarrow (-y, x)$$

$$P(1, 1) \rightarrow P'(-1, 1)$$

$$Q(4, 5) \rightarrow Q'(-5, 4)$$

$$R(5, 1) \rightarrow R'(-1, 5)$$

ثم مثلّ  $\triangle PQR$  وصورته  $\triangle P'Q'R'$  في المستوى الإحداثي.



## تحقق من فهمك

(2) إحداثيات رؤوس متوازي الأضلاع  $FGHJ$  هي:  $F(2, 1), G(7, 1), H(6, -3), J(1, -3)$ .

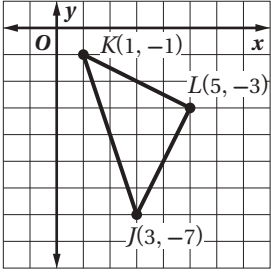
مثلّ بيانياً  $FGHJ$  وصورته الناتجة عن دوران بزاوية  $180^\circ$  حول نقطة الأصل.

## إرشادات للدراسة

**الدوران في اتجاه حركة عقارب الساعة:**  
يُشير قياس زاوية الدوران السالب إلى أن الدوران في اتجاه حركة عقارب الساعة. فالدوران بزاوية  $-90^\circ$  حول نقطة الأصل هو دوران بزاوية  $90^\circ$  في اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل.

## إرشادات للدراسة

**الدوران بزاوية  $360^\circ$ :**  
الدوران بزاوية  $360^\circ$  حول نقطة ما يُعيد الشكل إلى وضعه الأصلي؛ أي أن الصورة الناتجة عن دوران بزاوية  $360^\circ$  هي الشكل الأصلي نفسه.



ما صورة النقطة  $J$  الناتجة عن دوران  $\triangle JKL$  بزاوية  $270^\circ$  حول نقطة الأصل؟

- A  $(-3, -7)$   
 B  $(-7, 3)$   
 C  $(-7, -3)$   
 D  $(7, -3)$

اقرأ سؤال الاختبار

لقد أعطيت  $\triangle JKL$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $J(3, -7)$ ,  $K(1, -1)$ ,  $L(5, -3)$ ، وطلب إليك أن تحدد إحداثيَي صورة النقطة  $J$  الناتجة عن دوران بزاوية  $270^\circ$  عكس اتجاه عقارب الساعة حول نقطة الأصل.

حل سؤال الاختبار

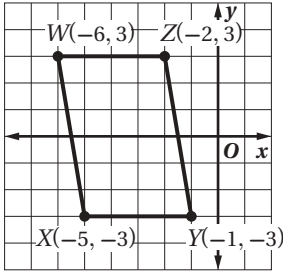
لإيجاد إحداثيَي صورة النقطة  $J$  الناتجة عن الدوران بزاوية  $270^\circ$  عكس اتجاه عقارب الساعة حول نقطة الأصل، اضرب الإحداثي  $x$  في  $-1$ ، ثم بدّل الإحداثي  $y$ .

$$(x, y) \rightarrow (y, -x)$$

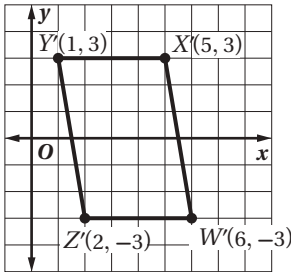
$$(3, -7) \rightarrow (-7, -3)$$

فالإجابة الصحيحة هي C.

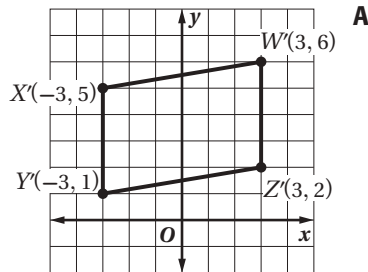
تحقق من فهمك



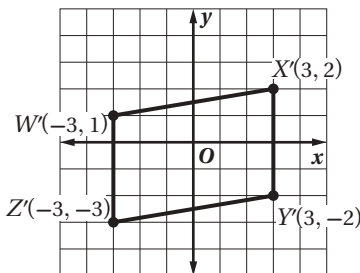
3 تم تدوير متوازي الأضلاع  $WXYZ$  في الشكل المجاور بزاوية  $180^\circ$  عكس اتجاه عقارب الساعة حول نقطة الأصل، أي الأشكال الآتية يمثل صورة متوازي الأضلاع الناتجة عن الدوران؟



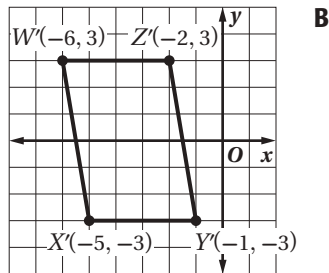
C



A



D



B

إرشادات للدراسة

الدوران  $270^\circ$  :

يمكن إجراء دوران بزاوية  $270^\circ$  بعمل دورانين متعاقبين؛ أحدهما بزاوية  $90^\circ$  والآخر بزاوية  $180^\circ$ . كما يمكن إجراء هذا الدوران أيضًا بعمل دوران بزاوية  $90^\circ$  في اتجاه عقارب الساعة.

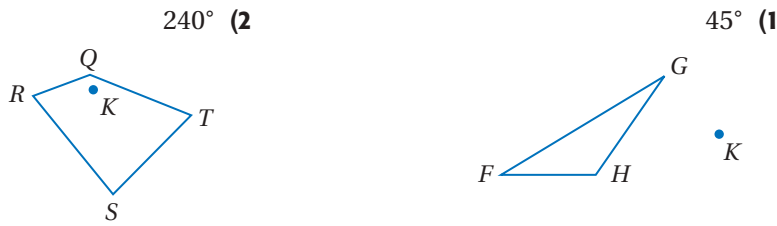
إرشادات للاختبار

حل مسألة أبسط:

يمكنك أن تتحقق من صورة رأس واحد فقط مثل النقطة  $X$  هنا، بدلًا من التحقق من صور رؤوس متوازي الأضلاع  $WXYZ$  الأربعة كلها، فإذا كانت صحيحة فأكمل للرؤوس الباقية، وإلا فانتقل إلى شكل آخر.

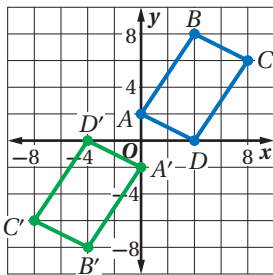
استعمل منقلةً ومسطرةً؛ لرسم صورة الشكل الناتجة عن الدوران حول النقطة  $K$  بالزاوية المحددة في كلٍّ من السؤالين الآتيين:

المثال 1



(3) إحداثيات رؤوس المثلث  $DFG$  هي:  $D(-2, 6)$ ,  $F(2, 8)$ ,  $G(2, 3)$ ، مثل بيانيًا  $\triangle DFG$  وصورته الناتجة عن دوران بزاوية  $270^\circ$  حول نقطة الأصل.

المثال 2



(4) اختيار من متعدد: الشكل المجاور يبين الشكل الرباعي  $ABCD$  وصورته  $A'B'C'D'$  الناتجة عن دوران حول نقطة الأصل. ما قياس زاوية الدوران؟

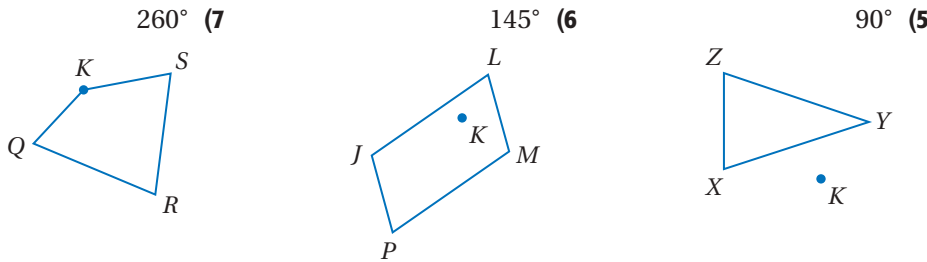
المثال 3

- 90° A  
180° B  
270° C  
360° D

تدرب وحل المسائل

استعمل منقلةً ومسطرةً؛ لرسم صورة الشكل الناتجة عن الدوران حول النقطة  $K$  بالزاوية المحددة في كلٍّ مما يأتي:

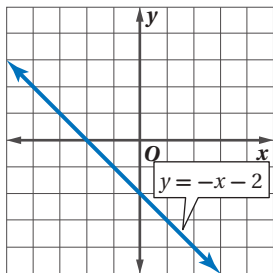
المثال 1



مثل بيانيًا الشكل وصورته الناتجة عن الدوران حول نقطة الأصل بالزاوية المحددة في كلٍّ مما يأتي:

المثالان 2, 3

- (8) المعين  $WXYZ$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $Z(0, 1)$ ,  $Y(3, 4)$ ,  $X(0, 7)$ ,  $W(-3, 4)$ ،  $90^\circ$   
 (9)  $\triangle FGH$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $H(7, 2)$ ,  $G(5, 6)$ ,  $F(2, 4)$ ،  $180^\circ$   
 (10) متوازي الأضلاع  $MPQV$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $V(-7, -2)$ ,  $Q(-3, -2)$ ,  $P(-2, 3)$ ,  $M(-6, 3)$ ،  $270^\circ$

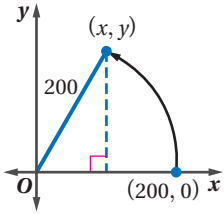


جبر: أوجد معادلة صورة المستقيم  $y = -x - 2$  الناتجة عن دوران حول نقطة الأصل بالزاوية المحددة في كلٍّ من الأسئلة الآتية، ثم صِف العلاقة بين المستقيم الأصلي وصورته.

- 90° (11)  
180° (12)  
270° (13)  
360° (14)

**جبر:** أوجد معادلة صورة المستقيم الناتجة عن دورانه بالزاوية المحددة حول نقطة تقاطعه مع المحور  $x$  وحول نقطة تقاطعه مع المحور  $y$  في كل ممّا يأتي:

(15)  $90^\circ$ ،  $y = x - 5$  (16)  $180^\circ$ ،  $y = 2x + 4$  (17)  $270^\circ$ ،  $y = 3x - 2$



**18) سباق الدراجات:** يشارك سليمان وعبد الله في سباق دراجات

على مسار دائري الشكل نصف قطره 200 ft

(a) إذا بدأ السباق من النقطة (0, 200) وأتمّ الاثنان دورة واحدة في 30 ثانية، فما إحداثيات موقعهما بعد 5 ثوانٍ؟

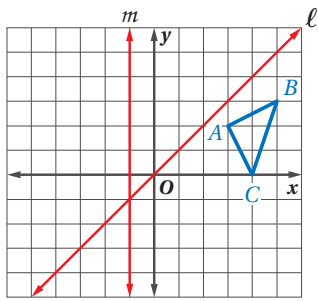
(b) افترض أن السباق يتكون من 50 دورة، وأن سليمان استمر بالسرعة نفسها. إذا أنهى عبد الله مسافة السباق في 26.2 دقيقة، فمن الفائز؟



### الربط مع الحياة

تتحمل إطارات الدراجات ما يصل إلى 400 مرة من وزنها، ولا تتحطم إلا تحت حمل يعادل 700 مرة من وزنها.

**19) تمثيلات متعددة:** في هذه المسألة ستستقصي الانعكاس حول مستقيمين متقاطعين.



(a) هندسياً: في المستوى الإحداثي المجاور، رسم  $\triangle ABC$  والمستقيمان المتقاطعين  $l, m$ .

والمستقيمان المتقاطعين  $l, m$ .

ارسم صورة  $\triangle ABC$  الناتجة عن الانعكاس حول المستقيم  $l$ .

وسمّها  $\triangle A'B'C'$ ، ثم ارسم صورة  $\triangle A'B'C'$  الناتجة عن الانعكاس حول المستقيم  $m$ . وسمّها  $\triangle A''B''C''$ .

(b) هندسياً: كرّر العملية السابقة مرتين في رُبعين مختلفين، سمّ

المثلث الثاني  $DEF$ ، وارسم صورته الناتجة عن الانعكاس حول المستقيمين المتقاطعين  $p, n$ . وسمّ

المثلث الثالث  $MNP$ ، وارسم صورته الناتجة عن الانعكاس حول المستقيمين المتقاطعين  $r, q$ .

(c) جدولياً: قسّ زاوية الدوران لكل مثلث حول نقطة تقاطع المستقيمين، وانسخ الجدول الآتي وأكمله.

قياس الزاوية بين المستقيمين المتقاطعين	قياس زاوية الدوران بين الشكلين
$l, m$	$\triangle ABC, \triangle A''B''C''$
$n, p$	$\triangle DEF, \triangle D''E''F''$
$q, r$	$\triangle MNP, \triangle M''N''P''$

(d) لفظياً: اكتب تخميناً حول قياس زاوية الدوران الذي تحصل عليه عند إجراء انعكاسين متعاقبين

للسهل حول مستقيمين متقاطعين.

### إرشادات للدراسة

#### علاقة الدوران

#### بالانعكاس:

إن إجراء انعكاسين

متعاقبين حول

مستقيمين متقاطعين

يمثل دوراناً حول نقطة

تقاطع المستقيمين.

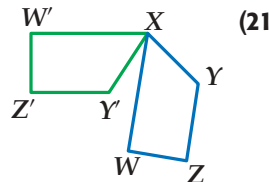
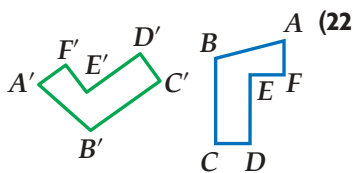
### مسائل مهارات التفكير العليا

**20) تحدّ:** إحداثياً النقطة  $C$  هما  $(5, 5)$ ، وإحداثياً صورتها الناتجة عن دوران بزواوية  $100^\circ$  حول نقطة معينة

هما  $C'(-5, 7.5)$ ، أوجد إحداثيّ مركز الدوران. وضح إجابتك.

يظهر في كلٍّ من السؤالين الآتيين الشكل الأصلي وصورته الناتجة عن دوران حول النقطة  $P$ ، انسخ في دفترتك كلاً

من الشكلين وحدّد موقع النقطة  $P$ ، ثم أوجد قياس زاوية الدوران.

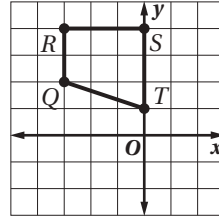


- 23 مسألة مفتوحة:** ارسم شكلاً في المستوى الإحداثي، وصف دورانياً زاويته لا تساوي الصفر، وتنطبق فيه الصورة والشكل الأصلي أحدهما على الآخر.
- 24 تبرير:** هل يكافئ انعكاس شكل حول المحور  $x$  دورانياً حول نقطة الأصل للشكل نفسه بزاوية  $180^\circ$ ؟ وضح إجابتك.
- 25 اكتب:** هل تبقى نقاط ثابتة في الدوران دائماً أو أحياناً أو لا تبقى أي نقاط ثابتة أبداً؟

### تدريب على اختبار

**27** يرتكز سلم طوله 18 ft على حائط رأسي وأرض أفقية، إذا كان أسفل السلم يبعد 8 ft عن الحائط، فما ارتفاع رأس السلم عن الأرض مقرباً إلى أقرب عُشر قدم؟

- 19.7 ft **C**                      10.0 ft **A**  
26.0 ft **D**                      16.1 ft **B**



**26** ما الدوران الذي يُجرى على شبه المنحرف  $QRST$  لينقل الرأس  $R$  إلى  $R'(4, 3)$ ؟

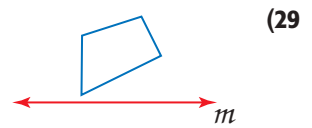
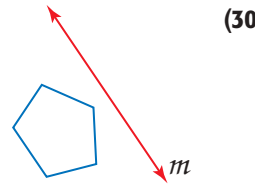
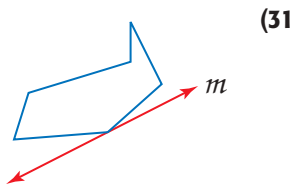
- A**  $270^\circ$  عكس اتجاه عقارب الساعة حول النقطة  $T$ .  
**B**  $185^\circ$  عكس اتجاه عقارب الساعة حول النقطة  $T$ .  
**C**  $180^\circ$  في اتجاه عقارب الساعة حول نقطة الأصل.  
**D**  $90^\circ$  في اتجاه عقارب الساعة حول نقطة الأصل.

### مراجعة تراكمية



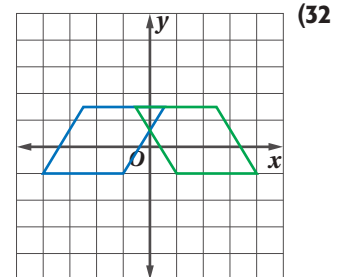
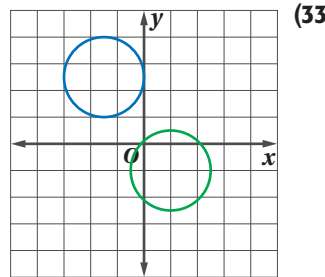
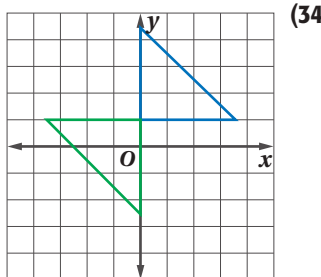
**28 براكين:** تحركت سُحُب من الغبار والغازات المنبعثة من بركان مسافة 64 km غرباً و 48 km شمالاً. ارسم شكلاً يوضح الإزاحة التي وقعت على حبيبات الغبار، ثم أوجد طول أقصر مسار ينقل الغبار إلى الموقع نفسه. (مهارة سابقة)

ارسم صورة المضلع الناتجة عن الانعكاس حول المستقيم  $m$  في كلِّ ممَّا يأتي: (مهارة سابقة)

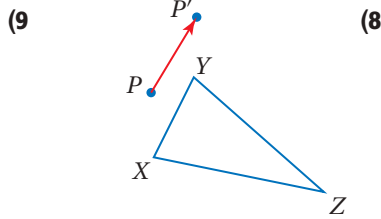
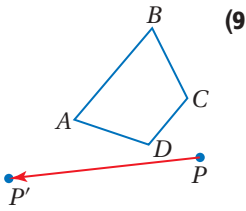


### استعد للدرس اللاحق

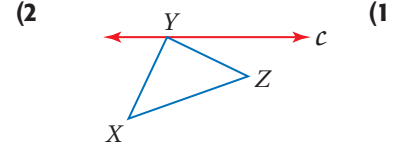
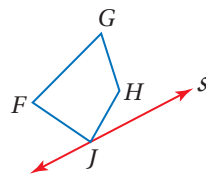
صنّف التحويلات المبيّن في كلِّ من الأشكال الآتية إلى انعكاس أو إزاحة أو دوران.



ارسم صورة الشكل الناتجة عن الإزاحة التي تنقل النقطة  $P$  إلى  $P'$  في كلٍّ من السؤالين الآتيين. (الدرس 3-2)



ارسم صورة كلٍّ من الشكلين الآتيين بالانعكاس حول المستقيم المعطى. (الدرس 3-1)



مثل كلاً من الشكلين الآتيين بيانياً، ثم ارسم صورة كلٍّ منهما بالانعكاس المحدد: (الدرس 3-1)

(3)  $\triangle FGH$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$$F(-4, 3), G(-2, 0), H(-1, 4)$$

بالانعكاس حول المحور  $y$ .

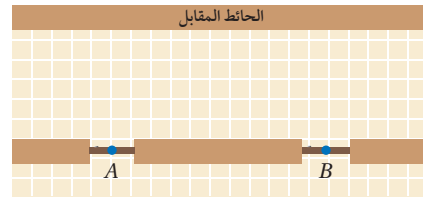
(4) المعين  $QRST$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$$Q(2, 1), R(4, 3), S(6, 1), T(4, -1)$$

بالانعكاس حول المحور  $x$ .

(5) **احتفالات:** وضع المشرفون على احتفال المدرسة طاولة قرب

الحائط المقابل للمدخلين  $A, B$  لقاءة الاحتفال؛ لتقديم بعض الحلوى للحضور بعد نهاية الاحتفال. حدّد موقع النقطة  $P$  التي تمثل موقع الطاولة، بحيث يسير الأشخاص الذين يعبرون من المدخل  $A$  أو المدخل  $B$  المسافة نفسها حتى يصلوا إلى الطاولة مستخدمًا الانعكاس. (الدرس 3-1)



مثل بيانياً الشكل وصورته الناتجة عن الإزاحة المحددة في كلٍّ من السؤالين الآتيين: (الدرس 3-2)

(6)  $\triangle ABC$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$$A(0, 0), B(2, 1), C(1, -3)$$

اليمين ووحدة واحدة إلى أسفل.

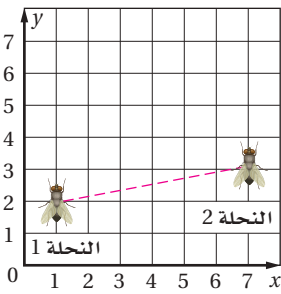
(7) المستطيل  $JKLM$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$$J(-4, 2), K(-4, -2), L(-1, -2), M(-1, 2)$$

إزاحة مقدارها 5 وحدات إلى اليمين و3 وحدات إلى أسفل.

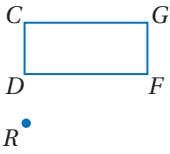
(10) **قصص مصورة:** يكتب سامي

قصة مصورة وهو يستعمل ورق الرسم البياني؛ ليتأكد من أن قياسات الأشكال التي يرسمها دقيقة. إذا رسم مستوى إحداثياً ونحلتين كما في الشكل المجاور، فما الإزاحة التي تنقل النحلة 1 إلى موقع النحلة 2؟ (الدرس 3-2)

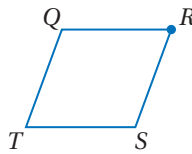


استعمل منقلة ومسطرة؛ لرسم صورة الشكل الناتجة عن الدوران حول النقطة  $R$  بالزاوية المحددة في كلٍّ من السؤالين الآتيين: (الدرس 3-3)

(12)  $60^\circ$



(11)  $45^\circ$

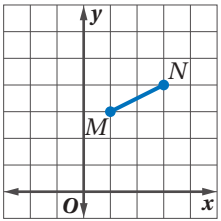


(13) **اختيار من متعدد:** ما صورة النقطة  $M$

الناتجة عن الدوران بزاوية  $90^\circ$  حول نقطة الأصل؟ (الدرس 3-3)

A  $(-3, 1)$     C  $(-1, -3)$

B  $(-3, -1)$     D  $(3, 1)$



مثل بيانياً الشكل وصورته الناتجة عن الدوران حول نقطة الأصل بالزاوية المحددة في كلٍّ من السؤالين الآتيين: (الدرس 3-3)

(14)  $\triangle RST$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$$R(-3, 0), S(-1, -4), T(0, -1)$$

(15) المربع  $JKLM$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$$J(-1, 2), K(-1, -2), L(3, -2), M(3, 2)$$

وزاوية دورانه  $180^\circ$



# تركيب التحويلات الهندسية

## Composition of Transformations

رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa

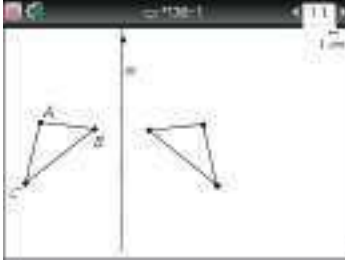
ستستعمل الحاسبة البيانية TI-nspire في هذا المعمل؛ لاستكشاف أثر إجراء عدة تحويلات هندسية على شكل هندسي.

## نشاط

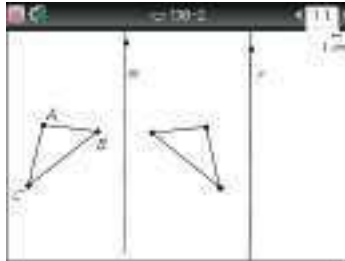
## انعكاس شكل حول محورين رأسيين

## الخطوة 1: ارسم مثلثًا وسمّه.

- افتح الآلة بالضغط على ، ثم ارسم مثلثًا بالضغط على مفتاح: ، ثم اختر ومنها ، ثم الضغط على ثلاث مواقع لاختيار نقاط المثلث، قم بتحديد ثلاث نقاط يظهر المثلث، ثم اضغط .
- سمّ المثلث  $ABC$ ، وذلك بوضع المؤشر عند كل نقطة رأس، ثم الضغط على ، ثم اختر ، وكتابة اسم النقطة بالضغط على ثم الحرف؛ لجعل الحروف كبيرة، والضغط على بعد كل تسمية.

الخطوة 2: ارسم مستقيمًا عن يمين  $\triangle ABC$  وسمّه.

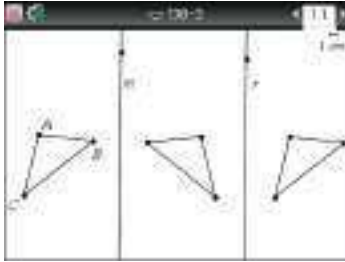
- ارسم مستقيمًا بالضغط على المفاتيح . ثم اختيار ومنها ، ثم ارسم المستقيم بتحديد نقطة عن يمين  $\triangle ABC$ ، ثم الضغط على ثم .
- سمّ المستقيم  $m$  بالضغط على المستقيم، ثم على المفاتيح ، ثم اختيار وسمّه  $m$  واضغط .

الخطوة 3: ارسم انعكاسًا لـ  $\triangle ABC$  حول المستقيم  $m$ .

- ارسم انعكاس  $\triangle ABC$  حول المستقيم  $m$  بالضغط على مفتاح ، ثم اختر ومنها ، ثم الضغط على المستقيم والمثلث ليظهر الانعكاس.

الخطوة 4: ارسم مستقيمًا موازيًا لـ  $m$ .

- ارسم مستقيمًا عن يمين المثلث الناتج بحيث يكون موازيًا لـ  $m$  وسمّه  $r$  بالضغط على مفتاح ثم اختر ومنها .
- اضغط على المستقيم  $m$  والنقطة المطلوب رسم  $r$  عندها عن يمين المثلث الناتج من الخطوة 3



- الخطوة 5: كرّر العملية التي نفذتها في الخطوة 3؛ لرسم صورة الشكل الجديد بالانعكاس حول المستقيم  $r$ .

## تحليل النتائج:

- 1 ما العلاقة بين الشكل الأصلي والشكل النهائي؟
- 2 ما التحويل الهندسي الذي يمكن استعماله للحصول على الشكل النهائي؟
- 3 ماذا يحدث إذا حركت المستقيم  $m$ ؟ وماذا يحدث إذا حركت المستقيم  $r$ ؟
- 4 **خمن:** إذا أُجري انعكاس لهذا الشكل حول مستقيم ثالث، فما التحويل الهندسي الواحد الذي يمكن أن يستعمل للحصول على الشكل النهائي؟ وضح إجابتك.
- 5 كرّر هذا النشاط مع مستقيمين متعامدين. ما التحويل الهندسي الذي يمكن أن يستعمل للحصول على الشكل النهائي؟
- 6 **خمن:** إذا أُجريت انعكاسًا للشكل الناتج في السؤال 5 حول مستقيم ثالث يعامد المستقيم الثاني، فما التحويل الهندسي الواحد الذي يمكن أن يستعمل لإنتاج الشكل النهائي؟ وضح إجابتك.



# تركيب التحويلات الهندسية

## Composition of Transformations

رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa

لماذا؟



يوضح نمط آثار الأقدام على رمال الشاطئ في الصورة المجاورة إجراء تحويلين هندسيين مختلفين هما الإزاحة والانعكاس.

عند إجراء تحويل هندسي على شكل ما، ثم إجراء تحويل هندسي آخر على صورته، فإن التحويل الهندسي الذي ينقل الشكل الأصلي إلى الصورة النهائية هو تركيب لتحويلين هندسيين، ويُسمى **تحويلاً هندسياً مركباً**. وأحد أنواع التحويلات الهندسية المركبة هو التحويل الهندسي الناتج عن تركيب إزاحة وانعكاس.

فيما سبق:

درست رسم صورة شكل هندسي ناتجة عن الانعكاس والانسحاب والدوران.

(الدروس 3-1, 3-2, 3-3)

والآن:

أرسم صورة شكل هندسي ناتجة عن تركيب تحويلين هندسيين أحدهما هو الانعكاس.

أرسم صورة شكل هندسي ناتجة عن تركيب انعكاسين حول مستقيمين متوازيين وحول مستقيمين متقاطعين.

المفردات:

التحويل الهندسي المركب

composite transformation

تركيب إزاحة انعكاس

glide reflection

إرشادات للدراسة

تمييز التحويلات الهندسية:

يستخدم السهم ← للدلالة على الانسحاب، بينما يستخدم السهم ↖ للدلالة على الانعكاس. أما صورة الصورة فستكون باللون البنّي.

أضف إلى

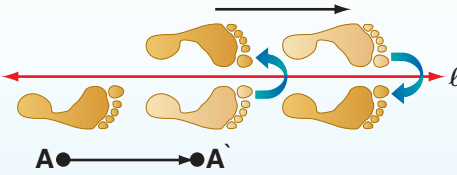
مطويتك

تركيب إزاحة انعكاس

مفهوم أساسي

**تركيب إزاحة انعكاس** هو تحويل هندسي مركب ينتج عن إزاحة يليها انعكاس في خطٍّ مستقيمٍ موازٍ لخط اتجاه الإزاحة.

مثال:



تركيب إزاحة انعكاس المجاور هو تحويل هندسي مركب ينقل الشكل في اتجاه الإزاحة التي تنقل النقطة A إلى النقطة A' مع انعكاسٍ حول المستقيم l.

تمثيل تركيب الإزاحة والانعكاس بيانياً

مثال 1

إحداثيات رؤوس المثلث  $JKL$  هي:  $J(6, -1)$ ,  $K(10, -2)$ ,  $L(5, -3)$ ، مثلث بيانياً  $\triangle JKL$  وصورته الناتجة عن إزاحة مقدارها 4 وحداتٍ إلى أعلى ثم انعكاس حول المحور  $y$ .

الخطوة 2: الانعكاس حول المحور  $y$ 

$$(x, y) \rightarrow (-x, y)$$

$$J(6, -1) \rightarrow J''(-6, -1)$$

$$K(10, -2) \rightarrow K''(-10, -2)$$

$$L(5, -3) \rightarrow L''(-5, -3)$$

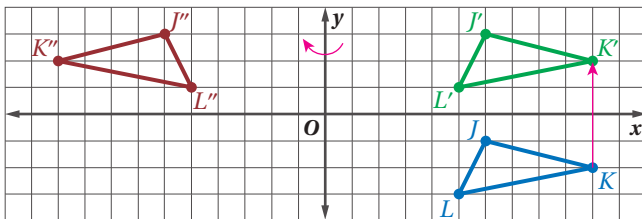
الخطوة 1: الإزاحة 4 وحداتٍ إلى أعلى

$$(x, y) \rightarrow (x, y + 4)$$

$$J(6, -1) \rightarrow J'(6, 3)$$

$$K(10, -2) \rightarrow K'(10, 2)$$

$$L(5, -3) \rightarrow L'(5, 1)$$

الخطوة 3: مثل بيانياً  $\triangle JKL$  وصورته  $\triangle J''K''L''$ .

## تحقق من فهمك

إحداثيات رؤوس المثلث  $PQR$  هي:  $P(1, 1)$ ,  $Q(2, 5)$ ,  $R(4, 2)$ ، مثلث بيانيًا  $\triangle PQR$  وصورته الناتجة عن التحويل الهندسي المركب المحدد في كل من السؤالين الآتيين:

- (1A) إزاحة مقدارها وحدتين إلى اليسار،  
ثم انعكاس حول المحور  $x$ .
- (1B) إزاحة مقدارها 3 وحدات إلى أسفل  
و3 وحدات إلى اليسار، ثم  
انعكاس حول المستقيم  $y = x$ .

في المثال 1 تلاحظ أن:  $\triangle JKL \cong \triangle J'K'L'$ ، وكذلك:  $\triangle J'K'L' \cong \triangle J''K''L''$ ، وبحسب خاصية التعدي للتطابق فإن:  $\triangle JKL \cong \triangle J''K''L''$ . وهذا يقود إلى النظرية الآتية:

### نظرية 3.1

#### تركيب تحويلات التطابق

تركيب تحويلي تطابق (أو أكثر) هو تحويل تطابق أيضًا.

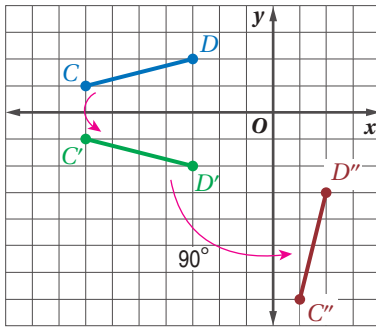
ستبرهن النظرية 3.1 في السؤال 20

لذا فإن الصورة الناتجة عن تركيب أي تحويلين هندسيين من تحويلات التطابق كالإزاحة أو الانعكاس أو الدوران تكون مطابقة للشكل الأصلي.

#### تمثيل تركيب تحويلي تطابق بيانيًا

#### مثال 2

إحداثيات طرفي  $\overline{CD}$  هما  $C(-7, 1)$ ,  $D(-3, 2)$ ، مثلث بيانيًا  $\overline{CD}$  وصورتها الناتجة عن انعكاس حول المحور  $x$  ثم دوران بزواوية  $90^\circ$  حول نقطة الأصل.



**الخطوة 1:** الانعكاس حول المحور  $x$

$$\begin{aligned} (x, y) &\rightarrow (x, -y) \\ C(-7, 1) &\rightarrow C'(-7, -1) \\ D(-3, 2) &\rightarrow D'(-3, -2) \end{aligned}$$

**الخطوة 2:** الدوران حول نقطة الأصل بزواوية  $90^\circ$

$$\begin{aligned} (x, y) &\rightarrow (-y, x) \\ C'(-7, -1) &\rightarrow C''(1, -7) \\ D'(-3, -2) &\rightarrow D''(2, -3) \end{aligned}$$

**الخطوة 3:** مثل بيانيًا  $\overline{CD}$  وصورتها  $\overline{C''D''}$ .

## تحقق من فهمك

إحداثيات رؤوس المثلث  $ABC$  هي:  $A(-6, -2)$ ,  $B(-5, -5)$ ,  $C(-2, -1)$ ، مثلث بيانيًا  $\triangle ABC$  وصورته الناتجة عن تركيب التحويلين الهندسيين بالترتيب المحدد في كل من السؤالين الآتيين:

- (2A) إزاحة مقدارها 3 وحدات إلى اليمين  
ووحدة واحدة إلى أسفل، ثم  
انعكاس حول المحور  $y$ .
- (2B) دوران بزواوية  $180^\circ$  حول نقطة الأصل،  
ثم إزاحة مقدارها وحدتين إلى اليسار  
و4 وحدات إلى أعلى.

### إرشادات للدراسة

#### تحويلات التطابق:

إن الانعكاس والإزاحة والدوران والتحويلات المركبة منها، هي تحويلات تطابق أيضًا.

### قراءة الرياضيات

#### الشرطتان:

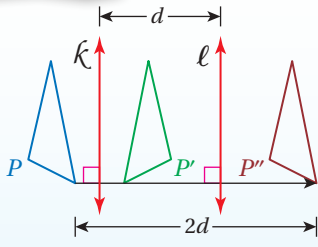
تستعمل الشرطتان للدلالة على أن هذا الرأس صورة ناتجة من تحويل هندسي ثان.

## تركيب انعكاسين: إن تركيب انعكاسين حول مستقيمين متوازيين يكافئ إزاحة.

### نظرية 3.2

#### تركيب انعكاسين حول مستقيمين متوازيين

أضف إلى  
مطوبتك



يمكن وصف تركيب انعكاسين حول مستقيمين متوازيين بأنه إزاحة، ويكون:

- اتجاهها عمودياً على كل من المستقيمين.
- مقدارها يساوي ضعف المسافة بين المستقيمين المتوازيين.

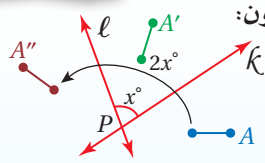
ستبرهن النظرية 3.2 في السؤال 26

إن تركيب انعكاسين حول مستقيمين متقاطعين يكافئ دوراناً .

### نظرية 3.3

#### تركيب انعكاسين حول مستقيمين متقاطعين

أضف إلى  
مطوبتك



يمكن وصف تركيب انعكاسين حول مستقيمين متقاطعين بأنه دوران، ويكون:

- مركزه هو نقطة تقاطع المستقيمين.
- قياس زاويته يساوي ضعف قياس الزاوية التي يشكلها تقاطع هذين المستقيمين.

ستبرهن النظرية 3.3 في السؤال 27

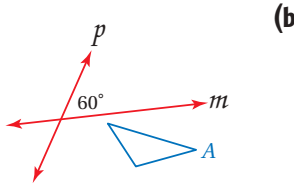
### تثبيته

ترتيب التركيب:  
أحرص على تركيب التحويلات الهندسية بالترتيب المحدد في المسألة.

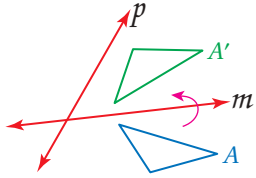
### مثال 3

#### رسم الصورة الناتجة عن انعكاسين حول مستقيمين

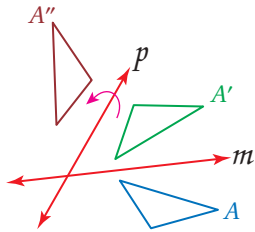
ارسم صورة الشكل A الناتجة عن انعكاس حول المستقيم m ثم حول المستقيم p، ثم صف تحويلًا هندسيًا واحدًا ينقل A إلى A'' في كل ممّا يأتي:



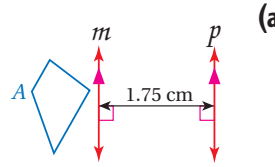
الخطوة 1:



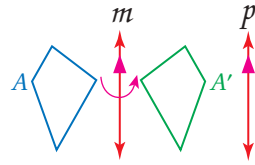
الخطوة 2:



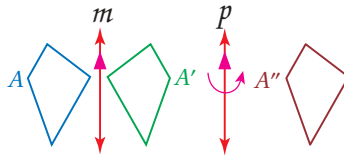
بناءً على النظرية 3.3، فإن تركيب هذين الانعكاسين حول المستقيمين المتقاطعين m, p يكافئ دوراناً بزاوية تساوي  $2 \times 60^\circ$  أي  $120^\circ$  عكس اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة تقاطع المستقيمين m, p



الخطوة 1: ارسم صورة الشكل A الناتجة عن انعكاس حول المستقيم m.



الخطوة 2: ارسم صورة الشكل A' الناتجة عن انعكاس حول المستقيم p.



بناءً على النظرية 3.2، فإن تركيب هذين الانعكاسين حول المستقيمين المتوازيين m, p يكافئ إزاحةً أفقيةً إلى اليمين مقدارها  $2 \times 1.75 = 3.5$  cm



### تاريخ الرياضيات

#### فيلكس كلاين

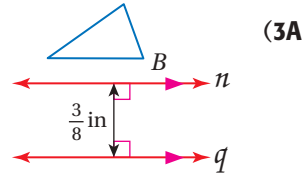
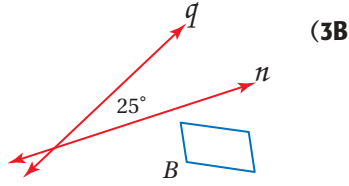
(1849–1925)

هو عالم رياضيات ألماني عرّف الهندسة بأنها دراسة خصائص الفضاء التي تبقى دون تغيير تحت تأثير مجموعة من التحويلات الهندسية.

### تحقق من فهمك



ارسم صورة الشكل  $B$  الناتجة عن انعكاس حول المستقيم  $n$  ثم حول المستقيم  $q$ ، ثم صف تحويلًا هندسيًا واحدًا ينقل  $B$  إلى  $B''$ .



يتم إنشاء كثير من الأنماط في الحياة الواقعية باستعمال تركيب التحويلات الهندسية.

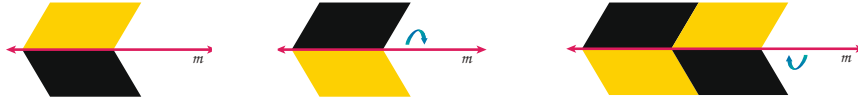
### وصف التحويلات الهندسية

### مثال 4 من واقع الحياة

**أنماط:** صف تحويلًا هندسيًا مركبًا، يمكن استعماله لتكوين النمط في كلِّ ممَّا يأتي:



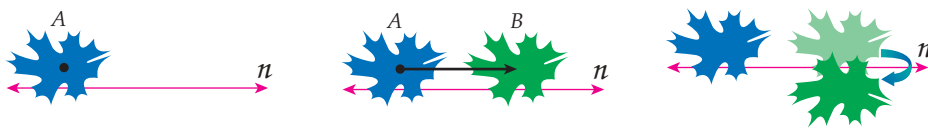
يمكن تكوين هذا النمط بتركيب انعكاس وإزاحة الشكلين المتقابلين (وحدة النمط)، بتركيب انعكاس حول المستقيم  $m$ ، ثم إزاحة إلى اليمين موازية للمستقيم  $m$  كما في الشكل أدناه. لاحظ أن المستقيم  $m$  يمرُّ في منتصف الشكل الأصلي (وحدة النمط).



(b)



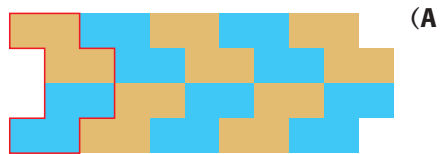
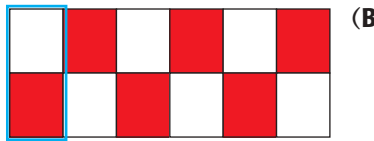
تمَّ تكوين هذا النمط بتركيب إزاحة وانعكاس؛ أي أنه يمكن تكوينه بتركيب إزاحة إلى اليمين موازية للمستقيم  $n$  تنقل  $A$  إلى  $B$  متبوعاً بانعكاسٍ حول المستقيم  $n$  كما في الشكل الآتي.



### تحقق من فهمك



(4) **سجاد:** صف تحويلًا هندسيًا مركبًا يمكن استعماله لتكوين النمط في كلِّ ممَّا يأتي:



### الربط مع الحياة

تستعمل تحويلات هندسية مركبة عند تصميم السجاد، لاحظ تكرار الجزء نفسه في إطار السجادة أعلاه.

الدوران	الإزاحة
تركيب انعكاسين حول مستقيمين متقاطعين .	تركيب انعكاسين حول مستقيمين متوازيين .

## تأكد

إحداثيات رؤوس المثلث  $CDE$  هي:  $C(-5, -1)$ ,  $D(-2, -5)$ ,  $E(-1, -1)$ ، مثلث بيانياً  $\triangle CDE$  وصورته الناتجة عن التحويل الهندسي المركب المحدد في كل من السؤالين الآتيين:

## المثال 1

(1) إزاحة مقدارها 4 وحدات إلى اليمين،  
ثم انعكاس حول المحور  $x$

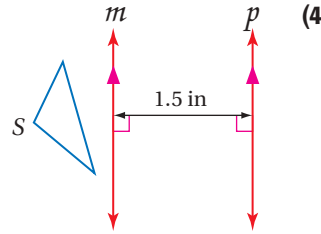
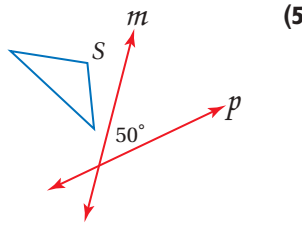
(2) إزاحة مقدارها 6 وحدات إلى أعلى،  
ثم انعكاس حول المحور  $y$

## المثال 2

(3) إحداثيات طرفي  $\overline{JK}$  هما  $J(2, 5)$ ,  $K(6, 5)$ ، مثلث بيانياً  $\overline{JK}$  وصورتها الناتجة عن انعكاس حول المحور  $x$ ، ثم دوران بزاوية  $90^\circ$  حول نقطة الأصل.

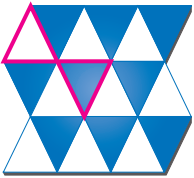
## المثال 3

ارسم صورة الشكل  $S$  الناتجة عن انعكاس حول المستقيم  $m$  ثم حول المستقيم  $p$ ، ثم صف تحويلًا هندسيًا واحدًا ينقل  $S$  إلى  $S''$ .



## المثال 4

(6) أنماط البلاط: صنع راشد نمطًا من بلاط على شكل مثلث متطابق الضلعين، صف التحويل الهندسي المركب الذي يمكن استعماله لتكوين هذا النمط.



## تدرب وحل المسائل

## المثال 1

مثل بيانياً الشكل وصورته الناتجة عن التحويل المركب المحدد في كل مما يأتي:

(7)  $\triangle RST$  الذي إحداثيات رؤوسه:

(8)  $\triangle DFG$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$R(1, -4)$ ,  $S(6, -4)$ ,  $T(5, -1)$

$D(2, 8)$ ,  $F(1, 2)$ ,  $G(4, 6)$

إزاحة مقدارها وحدتان إلى اليمين

ثم انعكاس حول المحور  $x$

إزاحة مقدارها 3 وحدات إلى اليمين و3 وحدات

إلى أعلى، ثم انعكاس حول المستقيم  $y = x$

## المثال 2

مثل بيانياً الشكل وصورته الناتجة عن التحويل المركب المحدد في كل مما يأتي:

(9)  $\overline{WX}$ ، حيث  $W(-4, 6)$ ,  $X(-4, 1)$

(10)  $\overline{RS}$ ، حيث  $R(2, -1)$ ,  $S(6, -5)$

انعكاس حول المحور  $x$

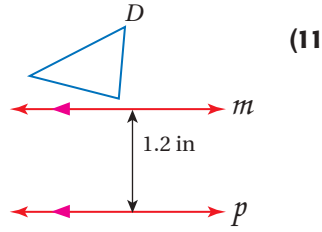
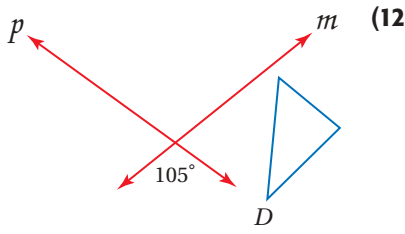
ثم دوران بزاوية  $90^\circ$  حول نقطة الأصل.

إزاحة مقدارها وحدتان إلى اليسار ووحدة

إلى أسفل، ثم انعكاس حول المحور  $y$

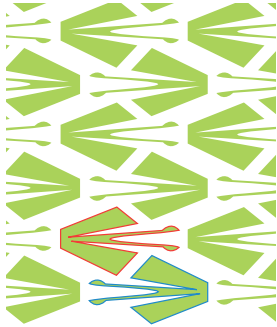
### المثال 3

ارسم صورة الشكل  $D$  الناتجة عن انعكاس حول المستقيم  $m$  ثم حول المستقيم  $p$ . ثم صِف تحويلًا هندسيًا واحدًا ينقل  $D$  إلى  $D''$ .

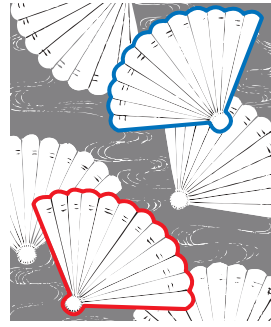


صِف تحويلًا هندسيًا مركبًا يمكن استعماله لتكوين نمط الأقمشة في كلِّ ممَّا يأتي:

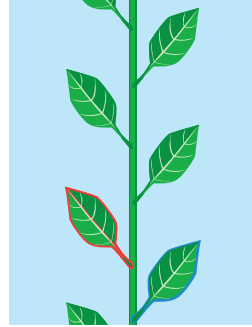
### المثال 4



(15)

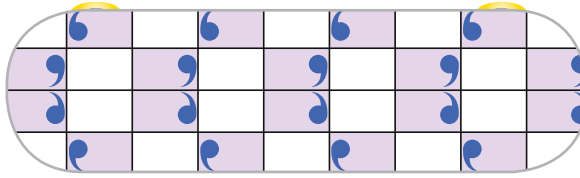


(14)



(13)

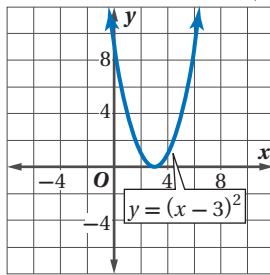
(16) **زلاجات:** رسم صالح على زلاجه نمطًا، ما التحويل الهندسي المركب الذي استعمله صالح لرسم هذا النمط؟



**جبر:** مثل بيانيًا صورة كلِّ من الشكلين الآتيين الناتجة عن التحويل الهندسي المركب المحدد:

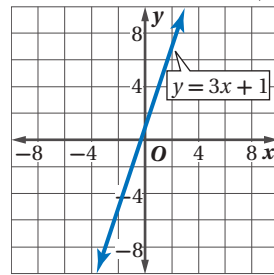
(18) انعكاس حول المحور  $x$

ثم انعكاس حول المحور  $y$



(17) دوران بزواية  $90^\circ$  حول نقطة الأصل

ثم انعكاس حول المحور  $x$



(19) أوجد إحداثيات رؤوس  $\triangle A''B''C''$  الناتج عن انعكاس حول المحور  $x$  ثم دوران بزواية  $180^\circ$  حول نقطة الأصل للمثلث  $\triangle ABC$  الذي إحداثيات رؤوسه هي:  $A(-3, 1)$ ,  $B(-2, 3)$ ,  $C(-1, 0)$ .

(20) **برهان:** اكتب برهانًا حرًّا للحالة الآتية من نظرية 3.1 (تركيب تحويلات التطابق).

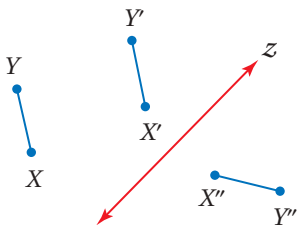
**المعطيات:** تنقل الإزاحة بمقدار  $a$  وحدة إلى اليمين و  $b$  وحدة إلى أعلى

النقطة  $X$  إلى  $X'$  والنقطة  $Y$  إلى  $Y'$ .

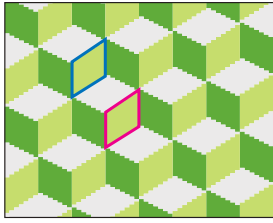
وينقل الانعكاس حول المستقيم  $z$  النقطة  $X'$

إلى  $X''$  والنقطة  $Y'$  إلى  $Y''$ .

**المطلوب:**  $\overline{XY} \cong \overline{X''Y''}$







(21) **حياكة:** تحريك خولة منديلاً باستعمال النمط الظاهر في الشكل المجاور، صف تركيب التحويلات الهندسية الذي تستعمله خولة لإنشاء هذا النمط.

**آثار الأقدام:** استعن بمعلومات الربط مع الحياة، وصف التحويل المركب من إزاحة وانعكاس الذي يمكن استعماله للتنبؤ بموقع أثر القدم اللاحق في كل من السؤالين الآتيين:

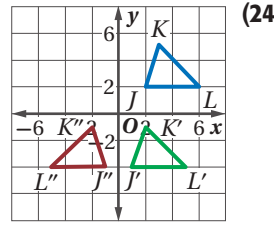
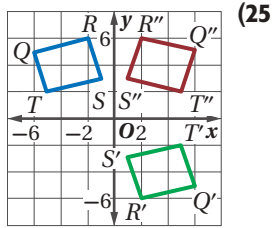
(22) طائر الحبش



(23) البطة



صف التحويل الهندسي المركب الذي ينقل الشكل الأزرق إلى البني في كل من السؤالين الآتيين:



(26) **برهان:** اكتب برهاناً حرّاً للنظرية 3.2

**المعطيات:** ينقل الانعكاس حول المستقيم  $p$  القطعة  $\overline{BC}$  إلى  $\overline{B'C'}$ ، وينقل الانعكاس حول المستقيم  $q$  القطعة  $\overline{B'C'}$  إلى  $\overline{B''C''}$ .

$$p \parallel q, AD = x$$

**المطلوب:** (a)  $\overline{BB''} \perp p, \overline{BB''} \perp q$

$$\overline{BB''} = 2x \text{ (b)}$$

(27) **برهان:** اكتب برهاناً حرّاً للنظرية 3.3

**المعطيات:** يتقاطع المستقيمان  $\ell, m$  في النقطة  $P$ .

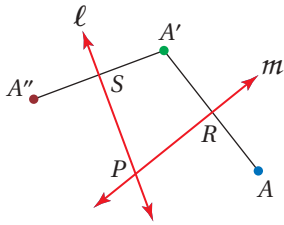
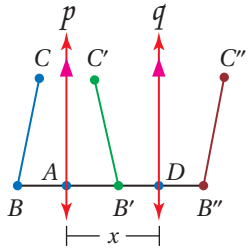
$A$  نقطة لا تقع على أي من المستقيمين  $\ell$  أو  $m$ .

**المطلوب:** (a) إذا أُجري انعكاس للنقطة  $A$  حول المستقيم  $m$ ،

ثم أُجري انعكاس لصورتها حول المستقيم  $\ell$ ،

فإن تكون صورة  $A$  بدورانٍ حول النقطة  $P$ .

$$m\angle APA'' = 2(m\angle SPR) \text{ (b)}$$



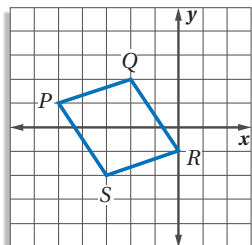
### الربط مع الحياة

طول خطوة الحيوان يساوي المسافة بين أثري قدم متتاليين. فمتوسط طول خطوة طائر الحبش 11 in تقريباً، ومتوسط طول خطوة البطة 5 in تقريباً.

### إرشادات للدراسة

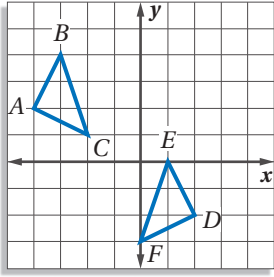
**مراجعة:** عُد إلى الدرس 1-7 لمراجعة خصائص تطابق القطع المستقيمة.

### مسائل مهارات التفكير العليا



(28) **تحذُّر:** إذا أُزيح الشكل  $PQRS$  بمقدار 3 وحدات إلى اليمين ووحدين إلى أسفل، ثم عكست الصورة حول المستقيم  $y = -1$ ، وبعد ذلك تم تدوير الصورة الجديدة بزاوية  $90^\circ$  حول نقطة الأصل، فما إحداثيات رؤوس الشكل الناتج  $P'''Q'''R'''S'''$ ؟

**(29) تبرير:** إذا أُجري انعكاسان متعاقبان بشكلٍ ما؛ أحدهما حول المستقيم  $y = x$ ، والآخر حول المحور  $x$ ، فهل يؤثر ترتيب الانعكاسين في الصورة الناتجة؟ اشرح إجابتك.



**(30) مسألة مفتوحة:** صف تحويلًا هندسيًا مركبًا يمكن استعماله لتحويل  $\triangle ABC$  إلى  $\triangle DEF$  في الشكل المجاور.

**(31) تبرير:** إذا أُخضع شكلٌ ما لدورانين، فهل لترتيب الدورانين تأثير في موقع الصورة الناتجة دائمًا، أو أحيانًا، أو ليس له تأثير أبدًا؟

**(32) اكتب:** هل تبقى أي نقاط ثابتة في التحويلات الهندسية المركبة؟ وضح إجابتك.

### تدريب على اختبار

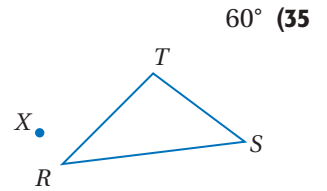
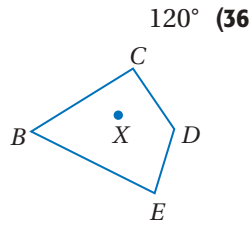
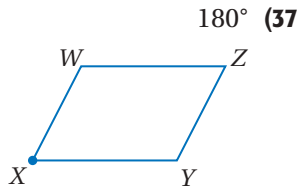
**(34) إجابة قصيرة:** إحداثيات طرفي  $\overline{CD}$  هما  $C(2, 4)$  و  $D(8, 7)$ ، إذا أُزيحت هذه القطعة المستقيمة بمقدار 6 وحدات إلى اليسار ووحدين إلى أعلى، ثم عكست الصورة حول المحور  $y$ ، فما إحداثيات  $D'$ ؟

**(33)** ما صورة النقطة  $A(4, 1)$  الناتجة عن انعكاس حول المستقيم  $y = x$ ؟

- A**  $(1, -4)$       **C**  $(-1, 4)$   
**B**  $(1, 4)$       **D**  $(-1, -4)$

### مراجعة تراكمية

استعمل منقلةً ومسطرةً؛ لرسم صورة الشكل الناتجة عن الدوران حول النقطة  $X$  بالزاوية المبينة في كلِّ ممَّا يأتي: (الدرس 3-3)



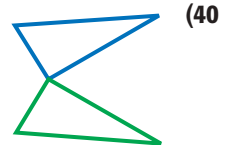
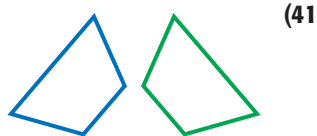
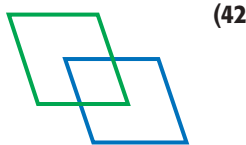
مثلِّ بيانياً الشكل وصورته الناتجة عن الإزاحة المحددة في كلِّ ممَّا يأتي: (الدرس 3-2)

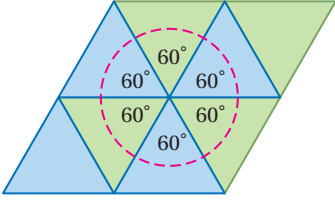
**(38)**  $\triangle FGH$  الذي إحداثيات رؤوسه هي:  $F(1, -4)$ ,  $G(3, -1)$ ,  $H(7, -1)$ ؛ إزاحة مقدارها وحدتان إلى اليمين و6 وحدات إلى أعلى.

**(39)** الشكل الرباعي  $ABCD$  الذي إحداثيات رؤوسه:  $A(-2, 7)$ ,  $B(-1, 4)$ ,  $C(2, 3)$ ,  $D(2, 7)$ ؛ إزاحة مقدارها 3 وحدات إلى اليسار و5 وحدات إلى أسفل.

### استعد للدرس اللاحق

بيِّن كل من الأشكال الآتية الأصل والصورة الناتجة عن انعكاسٍ حول مستقيمٍ ما، ارسم محور الانعكاس.



التبليط  
Tessellation

**التبليط** نمطٌ يتكون من شكل أو أكثر، يغطّي سطحًا من دون تقاطعات أو فراغات، ويكون مجموع قياسات الزوايا حول كل رأس في التبليط  $360^\circ$

و**التبليط المنتظم** هو التبليط الذي يُستعمل فيه نوع واحد فقط من المضلعات المنتظمة، ويمكن تبليط سطح بمضلع منتظم، إذا كان قياس زاويته الداخلية أحد عوامل العدد 360، ويمكن عمل تبليط باستعمال أكثر من نوع واحد من المضلعات المنتظمة، ويسمى التبليط الذي يتكون من مضلعين منتظمين أو أكثر **تبليطاً شبه منتظم**.

## نشاط 1

## التبليط المنتظم

حدّد ما إذا كان استعمال كلٍّ من المضلعين المنتظمين الآتيين لتكوين تبليط في المستوى ممكناً أم لا، فسّر إجابتك.

## (a) مضلع سداسي

افترض أن قياس الزاوية الداخلية للسداسي المنتظم يساوي  $x^\circ$

صيغة الزاوية الداخلية للمضلع المنتظم

$$n = 6$$

بالتبسيط

$$\begin{aligned} x &= \frac{(n-2) \cdot 180^\circ}{n} \\ &= \frac{(6-2) \cdot 180^\circ}{6} \\ &= 120^\circ \end{aligned}$$

وبما أن 120 أحد عوامل 360، فإنه يمكن استعمال المضلع السداسي المنتظم لتبليط المستوى.

## (b) مضلع عشاري

افترض أن قياس الزاوية الداخلية للعشاري المنتظم يساوي  $x^\circ$ .

صيغة الزاوية الداخلية للمضلع المنتظم

$$n = 10$$

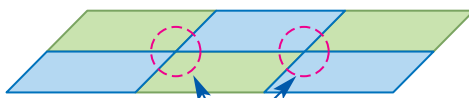
بالتبسيط

$$\begin{aligned} x &= \frac{(n-2) \cdot 180^\circ}{n} \\ &= \frac{(10-2) \cdot 180^\circ}{10} \\ &= 144 \end{aligned}$$

وبما أن 144 ليست من عوامل 360، إذن لا يمكن استعمال العشري المنتظم لتبليط المستوى.

يقال: إن التبليط **متسق** إذا احتوى الترتيب نفسه من الأشكال والزوايا عند كل رأس.

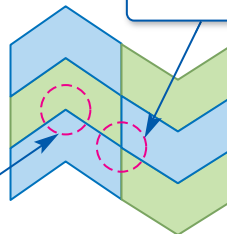
متسق



توجد أربع زوايا عند كل رأس.  
وقياسات الزوايا المتناظرة متساوية

غير متسق

توجد أربع زوايا عند هذا الرأس.



توجد زاويتان عند هذا الرأس.

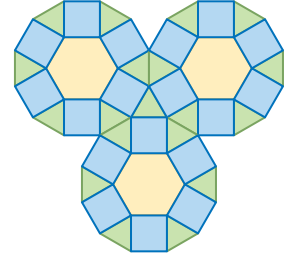
## تصنيف التبليط

### نشاط 2

حدّد ما إذا كان كلٌّ من الأنماط الآتية تبليطاً أم لا، وإذا كان كذلك فصنّفه إلى منتظمٍ أو شبه منتظمٍ أو غير منتظمٍ وإلى متسقٍ أو غير متسقٍ.

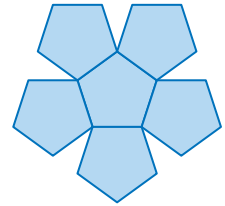
(a) بما أنه لا توجد فراغات في الشكل، وليس هنالك تقاطعات، فإن هذا النمط يشكّل تبليطاً، وهذا التبليط يتكون من أشكال سداسية منتظمة ومربعات ومثلثات متطابقة الأضلاع، إذن هو تبليط شبه منتظم .

بما أنه عند بعض الرؤوس يوجد 5 زوايا، وعند بعضها 4 زوايا، إذن هذا التبليط غير متسق.



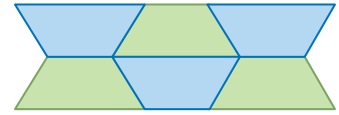
(a)

توجد فراغات في الشكل فهذا النمط ليس تبليطاً.



(b)

لا توجد فراغات ولا تقاطعات في هذا النمط فهو تبليط . يتكون هذا التبليط من شبه منحرف، وهو مضلع غير منتظم؛ لذا فهذا التبليط غير منتظم، لكنه متسق؛ لأنه يحتوي على ترتيبات الأشكال نفسها والزوايا نفسها عند كل رأس.



(c)

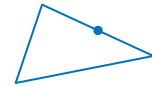
يمكن استعمال خصائص التبليط؛ لتصميم وإنشاء أشكال تبليط مختلفة.

## رسم التبليط

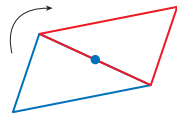
### نشاط 3

ارسم مثلثاً واستعمله لإنشاء تبليط.

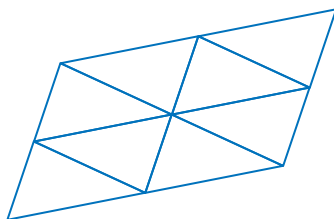
**الخطوة 1:** ارسم مثلثاً وعيّن نقطة منتصف أحد أضلاعه.



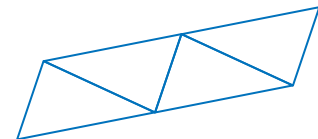
**الخطوة 2:** دوّر المثلث بزاوية  $180^\circ$  في اتجاه عقارب الساعة حول تلك النقطة.



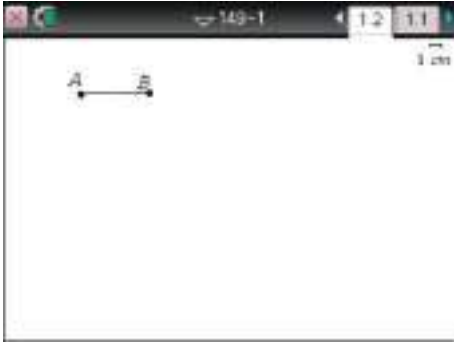
**الخطوة 4:** اعمل إزاحة للصف لتكون تبليطاً.



**الخطوة 3:** اعمل إزاحة للمثلثين لتكون صفّاً.

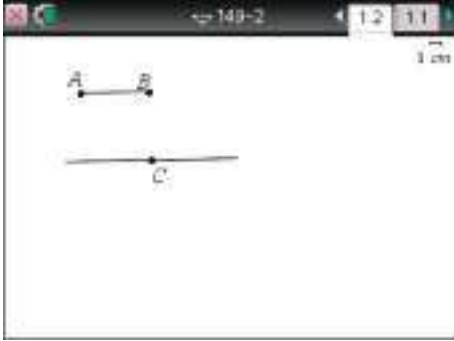


الخطوة 1: ارسم قطعةً مستقيمةً.



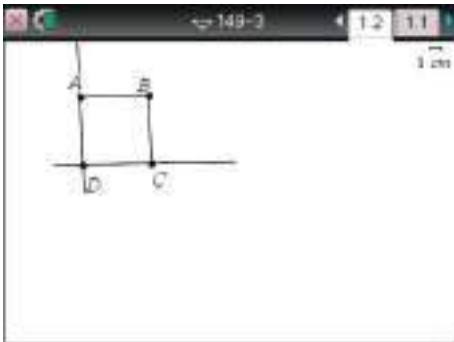
- افتح تطبيق الهندسة بالضغط على المفاتيح ، ثم اختر ارسم قطعةً مستقيمةً بالضغط على مفتاح ، ثم اختر ، ثم ، واضغط في موقعين لتظهر القطعة المستقيمة.
- سمّ القطعة المستقيمة التي رسمتها، بوضع المؤشر عند أحد طرفيها، ثم اضغط واختار ، ثم اضغط (ليكون الحرف كبيراً) واكتب  $A$  ، وبالمثل سمّ الطرف الآخر  $B$ .

الخطوة 2: ارسم مستقيماً موازياً لـ  $\overline{AB}$ .



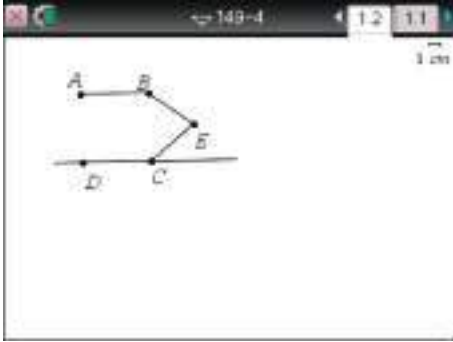
- ارسم نقطةً أسفل  $\overline{AB}$  ، وذلك بالضغط على ، ثم اختر ، ثم ، ثم اضغط على الموقع المراد للنقطة  $C$ .
- سمّ النقطة المرسومة، بوضع المؤشر عند النقطة والضغط على ، ثم اختر ، ثم اضغط على وكتابة  $C$ .
- ارسم مستقيماً موازياً لـ  $\overline{AB}$  ويمر بالنقطة  $C$  ، بالضغط على ، ثم اختر ، ومنها ، ثم اضغط على القطعة  $\overline{AB}$  والنقطة  $C$ .

الخطوة 3: ارسم مستقيماً موازياً لـ  $\overline{BC}$ .



- ارسم القطعة المستقيمة  $\overline{BC}$  بالضغط على ، ثم اختر ، ثم ، ثم اضغط على النقطتين  $B, C$ .
- ارسم مستقيماً موازياً لـ  $\overline{BC}$  ويمرّ في  $A$  (بطريقة مماثلة لما ورد في الخطوة 2)، وسمّه  $\overrightarrow{AD}$  ، (حيث  $D$  نقطة تقاطع المستقيم الموازي لـ  $\overline{AB}$  والمستقيم الموازي لـ  $\overline{BC}$ ) ، وذلك بالضغط على مفتاح ، ثم اختر ، ثم ، ثم على كلٍّ من المستقيمين الموازيين لـ  $\overline{AB}$  و  $\overline{BC}$  ؛ لتظهر نقطة تقاطعها وسمّها  $D$ .

**الخطوة 4:** قم بإخفاء القطعة المستقيمة  $\overline{BC}$ .



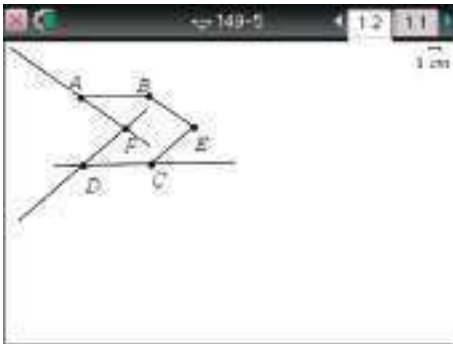
- قم بإخفاء القطعة المستقيمة  $\overline{BC}$  بالضغط عليها ثم على واختار **4: إخفاء** ، وبالمثل قم بإخفاء المستقيم  $\overrightarrow{AD}$ .

- ارسم نقطة عن يمين  $\overline{BC}$  وسمّها  $E$

- صلّ بين  $B$  و  $E$  ، وبذلك بالضغط على ثم اختار **4: النقاط والمستقيمات** ثم **5: نقطة مستقيمة** ثم على النقطتين  $B, E$ .

- وبالمثل صلّ بين النقطتين  $C$  و  $E$ .

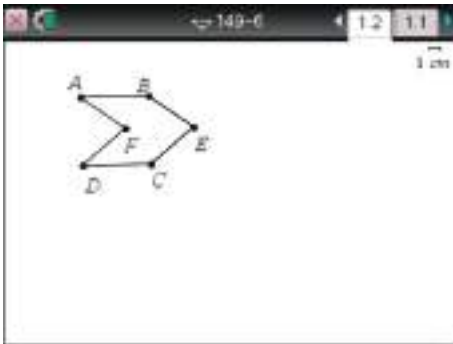
**الخطوة 5:** ارسم مستقيماً موازياً لـ  $\overline{CE}$  و  $\overline{BE}$ .



- ارسم مستقيماً موازياً لـ  $\overline{BE}$  ويمر في  $A$  ، ومستقيماً موازياً لـ  $\overline{CE}$  ويمر في  $D$ .

- حدّد نقطة تقاطع المستقيمين الموازيين لـ  $\overline{BE}$  و  $\overline{CE}$  وسمّها  $F$ ، وذلك بطريقة مماثلة لما ورد في الخطوة 3.

**الخطوة 6:** كوّن مضلعاً.

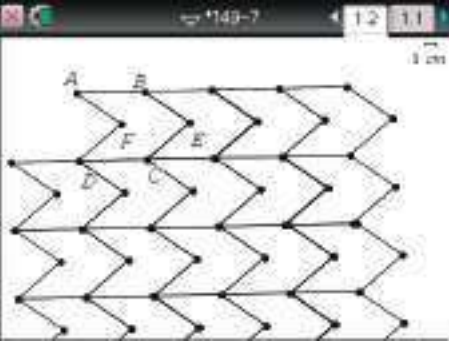





- قم بإخفاء المستقيمات  $\overrightarrow{AF}$  ،  $\overrightarrow{DF}$  ،  $\overrightarrow{DC}$

- كوّن مضلعاً سداسياً بالضغط على ثم **5: الأشكال الهندسية** ثم **4: المضلع** ثم بالضغط على جميع رؤوسه بالتوالي، بدءاً بأحدها وانتهاءً به ثم الضغط على .

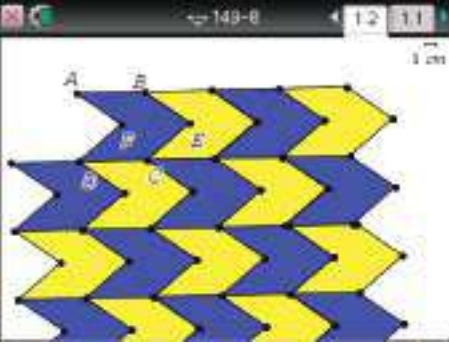



### الخطوة 7: اسحب المضلع.



- اعمل انسحاباً للمضلع، بالضغط على ، ثم اختار  ومنها  ثم الضغط على أحد الرؤوس ثم على المضلع؛ لعمل نسخة منه.
- اسحب النسخة للمكان المناسب، ثم اضغط على مفتاح الإدخال لإفلاتها.
- كرّر ذلك للحصول على التبليط.

### الخطوة 8: لَوّن التبليط.



- لَوّن التبليط الذي أنشأته، وذلك بتحديد كل مضلع ثم الضغط على .
- ثم اختار  لون التعبئة 2، واختار لوناً.

### تمارين:

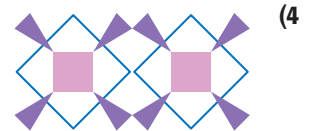
حدّد ما إذا كان استعمال أيّ من المضلعات المنتظمة الآتية لتكوين تبليط في المستوى ممكناً أم لا. اكتب "نعم" أو "لا".

(3) مضلع له 16 ضلعاً

(2) مضلع خماسي

(1) مثلث

حدّد ما إذا كان كلُّ من الأنماط الآتية تبليطاً أم لا. اكتب "نعم" أو "لا"، وإن كان كذلك فصنّفه إلى منتظمٍ أو شبه منتظمٍ أو غير منتظم، وإلى متسق أو غير متسق.



ارسم نمط تبليط باستعمال الشكل (أو الأشكال) الآتي:

(9) شبه منحرف ومتوازي أضلاع

(8) مثلث قائم الزاوية

(7) مضلع ثماني منتظم ومربع

# التماثل Symmetry

## لماذا؟

### فيما سبق:

درستُ رسم صورة ناتجة عن الانعكاس والدوران .

(الدرسان 3-3, 3-1)

### والآن:

أحدّد محاور التماثل والتماثل الدوراني للأشكال الثنائية الأبعاد.

أحدّد مستويات التماثل والتماثل الدوراني للأشكال الثلاثية الأبعاد.

### المفردات:

التماثل

symmetry

التماثل حول محور

line symmetry

محور التماثل

line of symmetry

التماثل الدوراني

rotational symmetry

مركز التماثل

center of symmetry

رتبة التماثل

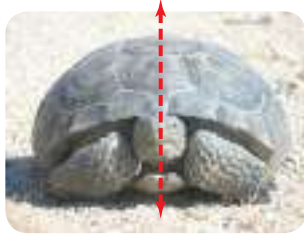
order of symmetry

مقدار التماثل

magnitude of symmetry

التماثل حول مستوى

plane symmetry



صورة السلحفاة المجاورة توضح تماثلاً لجزأي جسمها الأيمن والأيسر، حيث يُعد التماثل خاصيةً يمكن أن نصف بها العديد من الأشياء، مثل الأشكال الهندسية والمعادلات الرياضية وغيرها. فالمخلوقات التي تبدو صور أجسامها متماثلة حول مستقيم تظهر أنماط عيش أكثر تعقيداً من المخلوقات ذات الأجسام المتماثلة دورانياً مثل قنديل البحر.

**التماثل في الأشكال الثنائية الأبعاد:** يكون الشكل **متماثلاً**، إذا وُجد انعكاس أو إزاحة أو دوران أو تركيب إزاحة وانعكاس ينتج عنه صورة منطبقة على الشكل نفسه. أحد أنواع التماثل هو التماثل حول محور.

أضف إلى

مطويتك

### التماثل حول محور

### مفهوم أساسي



يكون الشكل الثنائي الأبعاد **متماثلاً حول محور**، إذا كانت صورته الناتجة عن انعكاس حول مستقيم ما هي الشكل نفسه، ويسمى هذا المستقيم **محور تماثل**.

### تعيين محاور التماثل

### مثال 1 من واقع الحياة

**مخلوقات بحرية:** بين ما إذا كان يبدو لصورة المخلوق البحري محور تماثل أم لا. وإذا كان كذلك، فارسم محاور التماثل جميعها، وحدد عددها في كل ممّا يأتي:



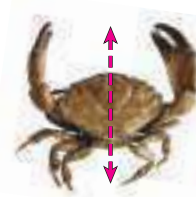
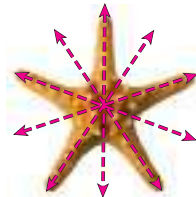
لا؛ لا يوجد لصورة هذا المخلوق محاور تماثل.



نعم؛ لصورة هذا المخلوق 5 محاور تماثل.



نعم، لصورة هذا المخلوق محور تماثل واحد.



### تحقق من فهمك

بين ما إذا كان للشكل محور تماثل أم لا، وإذا كان كذلك فارسم محاور التماثل جميعها، وحدد عددها في كل ممّا يأتي:



(1C)



(1B)



(1A)

وهناك نوع آخر من التماثل هو التماثل الدوراني .

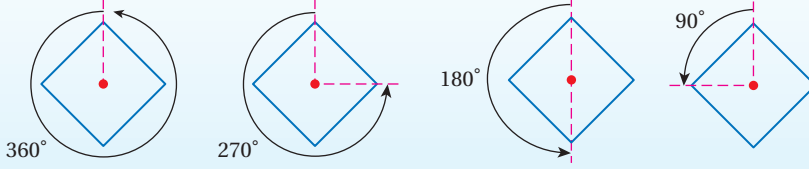
## مفهوم أساسي

### التماثل الدوراني

أضف إلى  
مطويتك

يكون للشكل الثنائي الأبعاد تماثل دوراني (أو تماثل نصف قطري) إذا كانت صورته الناتجة عن دوران بين  $0^\circ$  و  $360^\circ$  حول مركزه هي الشكل نفسه، ويسمى مركز الدوران في هذه الحالة **مركز التماثل** (أو نقطة التماثل).

**أمثلة:** المربع الآتي له تماثل دوراني؛ لأن الدوران بكل من الزوايا  $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ, 360^\circ$  ينتج عنه الشكل نفسه.



يطلق على عدد المرات التي تنطبق فيها صورة الشكل على الشكل نفسه في أثناء دورانه من  $0^\circ$  إلى  $360^\circ$  اسم **رتبة التماثل**، أما **مقدار التماثل** (أو زاوية الدوران) فهو قياس أصغر زاوية يدورها الشكل حتى ينطبق على نفسه، ويرتبط مقدار التماثل ورتبته بالعلاقة:

مقدار التماثل يساوي ناتج قسمة  $360^\circ$  على رتبة التماثل.

ففي الشكل أعلاه، رتبة التماثل الدوراني 4، ومقدار التماثل  $90^\circ$ .

## مثال 2

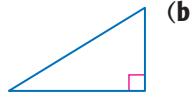
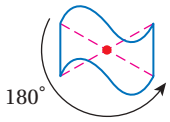
### تعيين التماثل الدوراني

بيّن ما إذا كان للشكل تماثل دوراني أم لا، وإذا كان كذلك، فعَيّن مركز التماثل، وحدد رتبته ومقداره في كلِّ ممّا يأتي:



نعم؛ لهذا الشكل تماثل دوراني.  
مركز التماثل هو نقطة تقاطع قطريه.

$$\begin{aligned} \text{رتبة التماثل} &= 2 \\ \text{مقدار التماثل} &= \\ 360^\circ \div 2 &= 180^\circ \end{aligned}$$

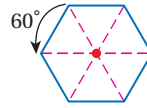


لا؛ لا يوجد دوران بزواوية بين  $0^\circ$  و  $360^\circ$  تنطبق فيه صورة المثلث القائم الزاوية على نفسه.



نعم؛ للسداسي المنتظم تماثل دوراني.  
مركز التماثل هو نقطة تقاطع أقطاره.

$$\begin{aligned} \text{رتبة التماثل} &= 6 \\ \text{مقدار التماثل} &= \\ 360^\circ \div 6 &= 60^\circ \end{aligned}$$



### تحقق من فهمك

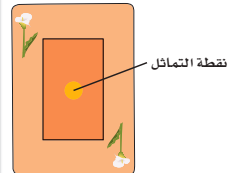
**أزهار:** بيّن ما إذا كان يبدو لصورة الزهرة تماثل دوراني أم لا، وإذا كان كذلك، فعَيّن مركز التماثل، وحدد رتبته ومقداره في كلِّ ممّا يأتي:



### إرشادات للدراسة

#### التماثل حول نقطة:

يكون الشكل متماثلاً حول نقطة، إذا كانت صورته الناتجة عن الدوران حول تلك النقطة بزواوية  $180^\circ$  هي الشكل نفسه.  
يحقق الشكل أدناه خاصية التماثل حول نقطة.



**التمائل في الأشكال الثلاثية الأبعاد:** يمكن أن تكون الأشكال الثلاثية الأبعاد أيضًا متماثلة .

**مفاهيم أساسية**

**التمائلات في الأشكال الثلاثية الأبعاد**

**التمائل حول مستوى**  
 يكون الشكل الثلاثي الأبعاد **متماثلًا حول مستوى**، إذا أمكن تقسيمه بهذا المستوى إلى شكلين متطابقين، وفي هذه الحالة يسمى هذا المستوى (مستوى التماثل).

**التمائل حول محور**  
 يكون الشكل الثلاثي الأبعاد **متماثلًا حول محور**، إذا أمكن تدويره حول هذا المحور بزواوية بين  $0^\circ$  و  $360^\circ$ ؛ ليصبح كما كان في وضعه الأصلي.

**إرشادات للدراسة**

**مستوى التماثل:**  
 هو المستوى الذي يقسم الشكل إلى نصفين متطابقين تمامًا، بحيث يكون كل منهما صورة للآخر .

**مثال 3 التماثل في الأشكال الثلاثية الأبعاد**

بيّن ما إذا كان الشكل متماثلًا حول مستوى أو متماثلًا حول محور أو كلاهما أو غير ذلك في كلِّ ممّا يأتي:

(a) مجسم على شكل حرف L  
 (b) منشور خماسي منتظم

متماثل حول مستوى  
 متماثل حول مستوى، ومتماثل حول محور

**تحقق من فهمك**

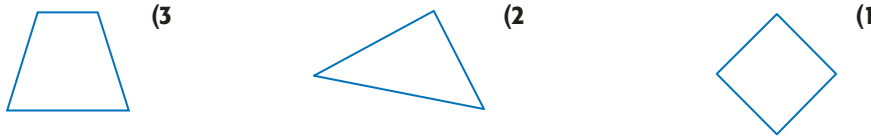
بيّن ما إذا كان الشكل متماثلًا حول مستوى، أو متماثلًا حول محور، أو كلاهما، أو غير ذلك في كلِّ ممّا يأتي:

(3A) (3B) (3C) (3D)

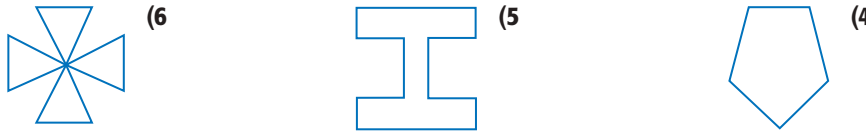
**مراجعة المفردات**

**المنشور:** مجسم متعدد السطوح له قاعدتان متطابقتان وأوجه على شكل متوازي أضلاع.

**المثال 1** بيّن ما إذا كان للشكل محور تماثل أم لا، وإذا كان كذلك، فارسم محاور التماثل جميعها، وحدد عددها في كلِّ مما يأتي:



**المثال 2** بيّن ما إذا كان للشكل تماثل دوراني أم لا، وإذا كان كذلك، فعَيّن مركز التماثل، وحدد رتبته ومقداره في كلِّ مما يأتي:

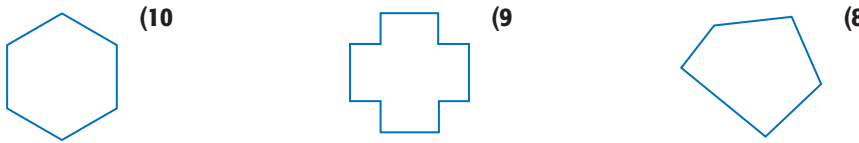


**المثال 3** (7) بيّن ما إذا كان الشكل المجاور متماثلاً حول مستوى أو حول محور أو كلاهما أو غير ذلك.



## تدرب وحل المسائل

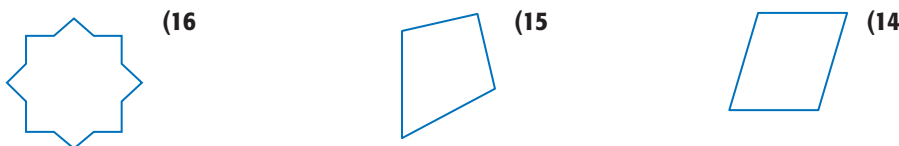
**المثال 1** بيّن ما إذا كان للشكل محور تماثل أم لا، وإذا كان كذلك، فارسم محاور التماثل جميعها، وحدد عددها في كلِّ مما يأتي:



**أعلام:** بيّن ما إذا كان للعلم محور تماثل أم لا، وإذا كان كذلك، فارسم محاور التماثل جميعها، وحدد عددها في كلِّ مما يأتي:



**المثال 2** بيّن ما إذا كان للشكل تماثل دوراني أم لا، وإذا كان كذلك، فعَيّن مركز التماثل، وحدد رتبته ومقداره في كلِّ مما يأتي:



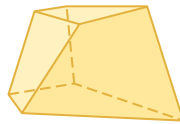
**إطارات:** بيّن ما إذا كان لصورة غطاء إطار السيارة تماثل دوراني أم لا، وإذا كان كذلك، فحدد رتبة التماثل ومقداره.



بيّن ما إذا كان الشكل متماثلاً حول مستوى أو متماثلاً حول محور أو كلاهما أو غير ذلك في كلِّ ممّا يأتي:



(22)



(21)



(20)

**عبوات:** حدّد عدد مستويات التماثل الأفقية، ومستويات التماثل الرأسية لكلِّ من العلب الآتية:



(25)



(24)



(23)

**هندسة إحدائية:** حدّد ما إذا كان للشكل المعطاة إحداثيات رؤوسه في كلِّ من الأسئلة الآتية تماثل حول محور و/أو تماثل دوراني أم لا.

(26)  $A(-4, 0), B(0, 4), C(4, 0), D(0, -4)$

(27)  $R(-3, 3), S(-3, -3), T(3, 3)$

(28)  $F(0, -4), G(-3, -2), H(-3, 2), J(0, 4), K(3, 2), L(3, -2)$

**جبر:** مثلّ بيانيّاً كلّاً من الدوال الآتية، وحدّد ما إذا كان لتمثيلها البياني تماثل حول محور و/أو تماثل دوراني أم لا. وإذا كان كذلك، فحدّد رتبة التماثل ومقداره، واكتب معادلة كل محور تماثل.

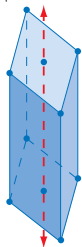
$$y = x \quad (29)$$

$$y = x^2 + 1 \quad (30)$$

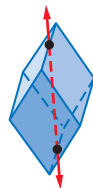
$$y = -x^3 \quad (31)$$

حدّد ما إذا كانت البلورة متماثلةً حول مستوى أو متماثلةً حول محور في كلِّ ممّا يأتي:

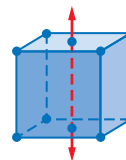
(34) منشور قائم قاعدته معين



(33) مجسم ذو ستة أوجه كل منها معين



(32) مكعب



الربط مع الحياة

(35) **تمثيلات متعددة:** في هذه المسألة ستستقصي التماثل الدوراني في المضلعات المنتظمة.

(a) **هندسيّاً:** ارسم مثلثاً متطابق الأضلاع، وحدّد رتبة تماثله.

(b) **هندسيّاً:** كرّر العملية في الفرع a على مربع ومضلع خماسيّ منتظم ومضلع سداسيّ منتظم.

(c) **جدولياً:** نظّم جدولاً يبين رتبة التماثل لكلِّ من هذه المضلعات.

(d) **لفظياً:** ضع تخميناً حول رتبة التماثل لمضلع منتظم.

تعتمد الخصائص الفيزيائية للمادة الصلبة على ترتيب بلوراتها، فبلورات الألماس تأخذ شكل المكعب، وروابطها قوية جداً يصعب قطعها، وهذا ما يجعل الألماس مادة قاسية جداً.



## مسائل مهارات التفكير العليا



(36) **اكتشف الخطأ:** يقول جمال: إن للشكل  $A$  تماثلاً حول محور فقط، في حين يقول ناصر: إن للشكل  $A$  تماثلاً دورانياً فقط. فهل أيُّ منهما على صواب؟ برر إجابتك.

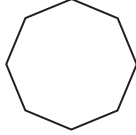
(37) **تحذّر:** يوجد لشكل رباعي في المستوى الإحداثي محورا تماثل فقط هما:  $y = x - 1$  ,  $y = -x + 2$ . مثل محوري التماثل بيانياً ثم أوجد مجموعة من الإحداثيات الممكنة لرؤوس هذا الشكل ومثله بيانياً.

(38) **مسألة مفتوحة:** ارسم شكلاً له محور تماثل، ولكن ليس له تماثل دوراني. اشرح إجابتك.

(39) **اكتب:** بيّن أوجه الشبه وأوجه الاختلاف بين التماثل حول محور والتماثل الدوراني.

## تدريب على اختبار

(41) ما رتبة التماثل للشكل الآتي؟



(40) **إجابة قصيرة:** ما عدد محاور

التماثل التي يمكن رسمها في صورة علم مملكة البحرين؟

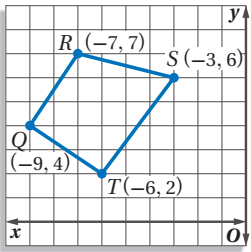


## مراجعة تراكمية

إحداثيات رؤوس المثلث  $JKL$  هي:  $J(1, 5)$ ,  $K(3, 1)$ ,  $L(5, 7)$ ، مثل بيانياً  $\triangle JKL$  وصورته الناتجة عن التحويل الهندسي المركّب المحدد في كلٍّ من السؤالين الآتيين: (الدرس 3-4)

(43) إزاحة مقدارها وحدة واحدة إلى اليمين ووحدة واحدة إلى أعلى، ثم انعكاس حول المحور  $y$ .

(42) إزاحة مقدارها 7 وحدات إلى اليسار ووحدة واحدة إلى أسفل، ثم انعكاس حول المحور  $x$ .



(44) بيّن الشكل المجاور الشكل الرباعي  $QRST$  في المستوى الإحداثي، ما صورة النقطة  $R$  الناتجة عن دوران الشكل بزواوية  $180^\circ$  حول نقطة الأصل؟ (الدرس 3-3)

## استعد للدرس اللاحق

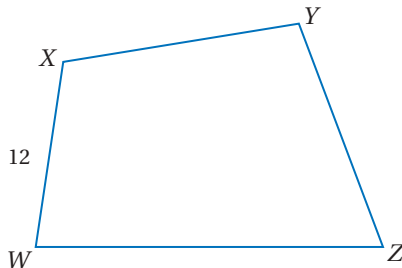
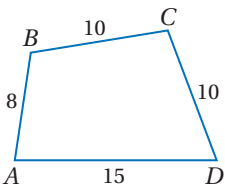
إذا كان  $ABCD \sim WXYZ$ ، فأوجد كلاً مما يلي:

(45) معامل تشابه  $ABCD$  إلى  $WXYZ$

(48)  $WZ$

(47)  $YZ$

(46)  $XY$



# التمدد Dilations

لماذا؟

رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa



بينما يستعمل كثيرون آلات التصوير الرقمية، إلا أنه لا زال بعض المصورين يفضلون استعمال الفيلم وآلات التصوير التقليدية لإنتاج مسودات الصور، ومن هذه المسودات يكون المصورون صوراً بقياساتٍ مختلفةٍ.

**فيما سبق:**

درستُ رسم صورة ناتجة عن تكبير شكل أو تصغيره.

(مهارة سابقة)

**والآن:**

■ أرسم الصورة الناتجة عن التمدد باستعمال المسطرة.

■ أرسم الصورة الناتجة عن التمدد في المستوى الإحداثي.

**المفردات:**

التمدد

dilation

تحويل التشابه

similarity transformation

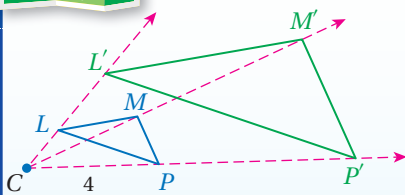
معامل مقياس التمدد

scale factor of dilation

**رسم التمدد:** التمدد هو تحويل هندسي يكبر الشكل أو يصغره بنسبة محددة هي نسبة أحد أطوال الصورة إلى الطول المناظر لها في الشكل الأصلي. وتسمى هذه النسبة **معامل مقياس التمدد**. ولأن الصورة الناتجة عن التمدد تشبه الشكل الأصلي، فإن التمدد نوع من أنواع **تحويلات التشابه**. ويتم تحديد التمدد بمعرفة مركز التمدد ومعامله.

أضف إلى

مطوبتك



$$4(2.5) = 10$$

$\triangle L'M'P'$  هو صورة  $\triangle LMP$  الناتجة

عن التمدد الذي مركزه C ومعامله 2.5

التمدد

مفهوم أساسي

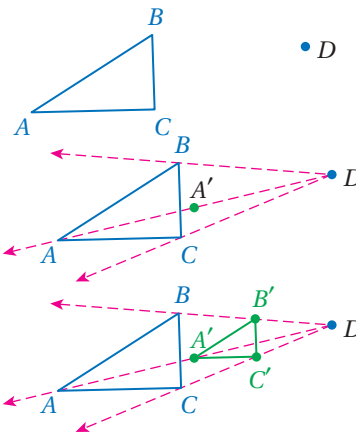
التمدد الذي مركزه C ومعامله هو العدد الموجب  $k$ ، حيث  $k \neq 1$ ، ينقل النقطة P في شكل ما إلى صورتها P'، بحيث:

• إذا انطبقت النقطة P على مركز التمدد C، فإن صورتها هي النقطة P نفسها.

• إذا لم تنطبق النقطة P على مركز التمدد C، فإن صورتها P' تقع على  $\overline{CP}$ ، ويكون  $CP' = k(CP)$ .

رسم التمدد

مثال 1



استعمل مسطرة لرسم صورة  $\triangle ABC$  الناتجة عن التمدد الذي مركزه النقطة D، ومعامله  $\frac{1}{2}$

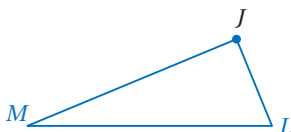
**الخطوة 1:** ارسم من D أنصاف المستقيمات  $\overrightarrow{DA}$ ،  $\overrightarrow{DB}$ ،  $\overrightarrow{DC}$ .

**الخطوة 2:** عيّن A' على  $\overrightarrow{DA}$ ، بحيث يكون  $DA' = \frac{1}{2} DA$ .

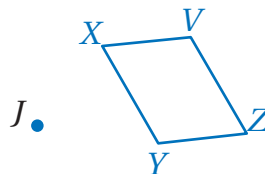
**الخطوة 3:** عيّن B' على  $\overrightarrow{DB}$  و C' على  $\overrightarrow{DC}$ . بالطريقة نفسها ثم ارسم  $\triangle A'B'C'$ .

تحقق من فهمك

استعمل مسطرة لرسم صورة الشكل الناتجة عن التمدد الذي مركزه النقطة J، ومعامله العدد k المحدد في كلِّ ممّا يأتي:



$$k = 0.75 \quad (1B)$$



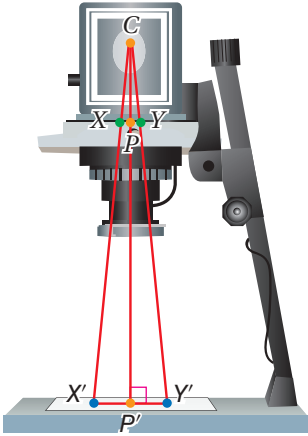
$$k = \frac{3}{2} \quad (1A)$$

من تعريف معامل مقياس التمدد، نجد أنه إذا كان معامل مقياس التمدد  $k$  أكبر من 1، فإن أبعاد الصورة أكبر من الأبعاد المناظرة لها في الشكل الأصلي وعندها يكون التمدد تكبيرًا. وإذا كان  $0 < k < 1$ ، فإن أبعاد الصورة تكون أصغر من الأبعاد المناظرة لها في الشكل الأصلي، وعندها يكون التمدد تصغيرًا. وبما أن  $\frac{1}{2}$  يقع بين 0 و 1، فإن التمدد في المثال 1 تصغير.

ويسمى التمدد الذي معاملته 1 تمددًا مطابقًا؛ إذ يكون الشكل الأصلي وصورته متطابقين.

### إيجاد معامل مقياس التمدد

### مثال 2 من واقع الحياة



**تصوير:** لإنتاج صور مكبرة، يمكن أن تُعدّل المسافة بين مسودة الصورة والصورة المكبرة باستعمال جهاز تكبير الصور. افترض أن المسافة  $CP$  بين مصدر الضوء  $C$  ومسودة الصورة تساوي  $45 \text{ mm}$ ، ما المسافة  $PP'$  التي يلزم أن يُعدّل إليها جهاز تكبير الصور للحصول على صورة عرضها  $X'Y' = 22.75 \text{ cm}$  من مسودة عرضها  $XY = 35 \text{ mm}$ ؟

**افهم:** المعطيات: مركز التمدد  $C$ ،  $XY = 35 \text{ mm}$ ،  
 $X'Y' = 22.75 \text{ cm} = 227.5 \text{ mm}$ ،  
 $CP = 45 \text{ mm}$

المطلوب: إيجاد  $PP'$ .

**خطط:** أوجد معامل مقياس التمدد من الشكل الأصلي  $\overline{XY}$  إلى

الصورة  $\overline{X'Y'}$ ، واستعمله لإيجاد  $CP'$ ، ثم استعمل  $CP$  لإيجاد  $PP'$ .

**حل:** معامل مقياس التمدد هو نسبة أحد أطوال الصورة إلى الطول المناظر له في الشكل الأصلي.

معامل مقياس تمدد الصورة

$$k = \frac{\text{طول الصورة}}{\text{طول الأصل}}$$

$$= \frac{X'Y'}{XY}$$

$$= \frac{227.5}{35} = 6.5$$

طول الصورة يساوي  $X'Y'$ ، وطول الأصل يساوي  $XY$

بالتعويض والقسمة

استعمل معامل مقياس التمدد لإيجاد  $CP'$ .

تعريف التمدد

$$CP' = k(CP)$$

$$k = 6.5, CP = 45$$

$$= 6.5(45)$$

بالضرب

$$= 292.5$$

استعمل  $CP$  و  $CP'$  لإيجاد  $PP'$ .

مسلمة جمع القطع المستقيمة

$$CP + PP' = CP'$$

$$CP = 45, CP' = 292.5$$

$$45 + PP' = 292.5$$

بطرح 45 من الطرفين

$$PP' = 247.5$$

يجب أن يُعدّل جهاز تكبير الصور، بحيث تكون المسافة  $PP'$  بين المسودة والصورة المكبرة  $247.5 \text{ mm}$  أو  $24.75 \text{ cm}$

**تحقق:** بما أن هذا التمدد تكبير، إذن يجب أن يكون معاملته أكبر من 1، وبما أن  $6.5 > 1$ ،

فإن معامل مقياس التمدد معقول. ✓

### إرشادات لحل المسألة

**استعمال التقدير:**

لتجنّب الأخطاء غير المقصودة في حساباتك،

قدّر إجابة السؤال

قبل الشروع في الحل.

يمكنك أن تقدر معامل

مقياس التمدد في

المثال 2 بحوالي  $\frac{240}{40}$

أو 6 وبذلك يكون  $CP'$

(50) 6 أي 300 تقريبًا.

ويكون  $PP'$

50 – 300 أي 250

تقريبًا، أو 25 cm،

والإجابة 24.7 cm

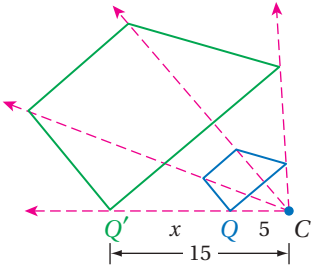
قريبة من الإجابة

المقدّرة؛ لذا فإن

الإجابة معقولة.

## تحقق من فهمك

2) حدّد ما إذا كان التمدد من الشكل  $Q$  إلى  $Q'$  تكبيرًا أم تصغيرًا، ثم أوجد معامل مقياس التمدد، وقيمة  $x$ .



## إرشادات للدراسة

### معامل التمدد السالب:

يمكن أن يكون معامل التمدد سالبًا، وستستقصي هذا النوع من التمدد في السؤال 26.

التمدد في المستوى الإحداثي: يمكن أن تستعمل القاعدة الآتية لإيجاد إحداثيات الصورة الناتجة عن تمدد مركزه نقطة الأصل.

أضف إلى مطوبتك

### مفهوم أساسي

#### التمدد في المستوى الإحداثي

**التعبير اللفظي:** لإيجاد إحداثيات الصورة الناتجة عن تمدد مركزه نقطة الأصل، اضرب الإحداثيين  $x, y$  لكل نقطة في الشكل الأصلي في معامل مقياس التمدد  $k$ .

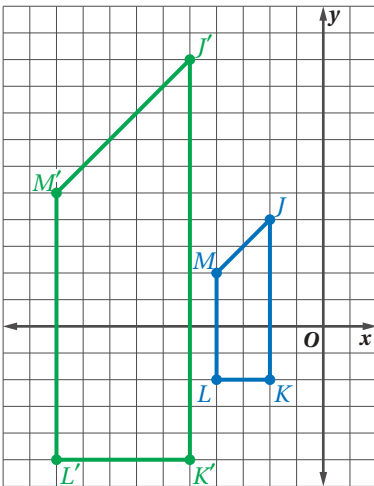
**الرموز:**  $(x, y) \rightarrow (kx, ky)$

**مثال:**

معامل التمدد: 2

## مثال 3 التمدد في المستوى الإحداثي

إحداثيات رؤوس الشكل الرباعي  $JKLM$  هي:  $J(-2, 4), K(-2, -2), L(-4, -2), M(-4, 2)$ . مثل بيانياً  $JKLM$  وصورته الناتجة عن تمدد مركزه نقطة الأصل، ومعامله 2.5 اضرب الإحداثيين  $x$  و  $y$  لكل رأس في معامل التمدد 2.5



$(x, y)$	$\rightarrow$	$(2.5x, 2.5y)$
$J(-2, 4)$	$\rightarrow$	$J'(-5, 10)$
$K(-2, -2)$	$\rightarrow$	$K'(-5, -5)$
$L(-4, -2)$	$\rightarrow$	$L'(-10, -5)$
$M(-4, 2)$	$\rightarrow$	$M'(-10, 5)$

مثل بيانياً  $JKLM$  وصورته  $J'K'L'M'$ .

## تحقق من فهمك

مثل المضلع المعطاة إحداثيات رؤوسه بيانياً، ثم مثل صورته الناتجة عن تمدد مركزه نقطة الأصل، ومعامله العدد  $k$  المحدد في كل من السؤالين الآتيين:

**3A**  $k = \frac{1}{3}$ ؛  $Q(0, 6), R(-6, -3), S(6, -3)$  **3B**  $k = 2$ ؛  $A(2, 1), B(0, 3), C(-1, 2), D(0, 1)$

استعمل مسطرة لرسم صورة الشكل الناتجة عن تمدد مركزه النقطة  $M$  ومعامله العدد  $k$  المحدد في كل من السؤالين الآتيين:

المثال 1

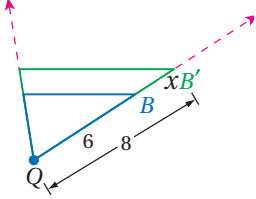
$k = 2$  (2)

$k = \frac{1}{4}$  (1)

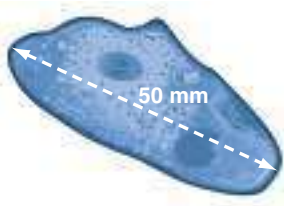


المثال 2

(3) حدّد ما إذا كان التمدد من الشكل  $B$  إلى الشكل  $B'$  تكبيراً أم تصغيراً، ثم أوجد معاملته وقيمة  $x$ .



(4) **أحياء:** طول مخلوق حيّ دقيق وحيد الخلية 200 ميكرون، ويظهر طوله تحت المجهر 50 mm، إذا كان 1000 ميكرون = 1 mm، فما قوة التكبير (معامل مقياس التمدد) المُستعملة؟ وضح إجابتك.



المثال 3

مثّل المضلع المعطاة إحداثيات رؤوسه بيانياً، ثم مثّل صورته الناتجة عن تمدد مركزه نقطة الأصل ومعامله العدد  $k$  المحدد في كل من الأسئلة الآتية:

$k = 1.5$  ؛  $W(0, 0), X(6, 6), Y(6, 0)$  (5)

$k = \frac{1}{2}$  ؛  $Q(-4, 4), R(-4, -4), S(4, -4), T(4, 4)$  (6)

$k = 2$  ؛  $A(-1, 4), B(2, 4), C(3, 2), D(-2, 2)$  (7)

$k = \frac{3}{4}$  ؛  $J(-2, 0), K(2, 4), L(8, 0), M(2, -4)$  (8)

تدرب وحل المسائل

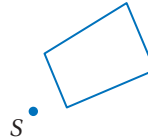
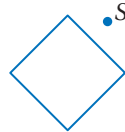
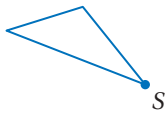
المثال 1

استعمل مسطرة لرسم صورة الشكل الناتجة عن تمدد مركزه النقطة  $S$  ومعامله العدد  $k$  المحدد في كل من الأسئلة الآتية:

$k = 2.25$  (11)

$k = \frac{1}{3}$  (10)

$k = \frac{5}{2}$  (9)

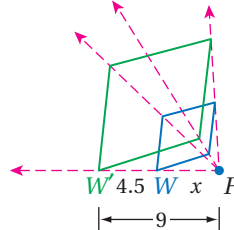
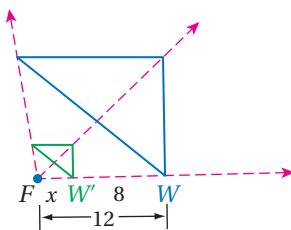


المثال 2

حدّد ما إذا كان التمدد من الشكل  $W$  إلى الشكل  $W'$  تكبيراً أم تصغيراً، ثم أوجد معاملته وقيمة  $x$ .

(13)

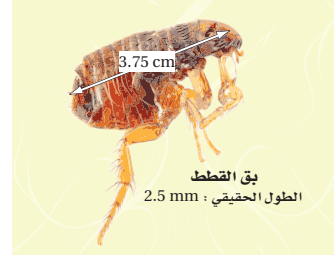
(12)



**حشرات:** طول كل من الحشرتين الآتيتين كما ترى تحت المجهر مكتوب على الصورة. إذا علمت طول الحشرة الحقيقي، فأوجد قوة التكبير المُستعملة، ووضّح إجابتك.



(15)



(14)

مثّل بيانيًا المضلع وصورته الناتجة عن تمدد مركزه نقطة الأصل ومعامله العدد  $k$  المحدد في كل من الأسئلة الآتية:

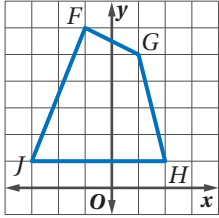
### المثال 3

(16)  $k = 0.5$  ؛  $J(-8, 0), K(-4, 4), L(-2, 0)$

(17)  $k = 0.75$  ؛  $D(4, 4), F(0, 0), G(8, 0)$

(18)  $k = 3$  ؛  $W(2, 2), X(2, 0), Y(0, 1), Z(1, 2)$

(19) **هندسة إحداثية:** استعمل التمثيل البياني للمضلع  $FGHJ$  للإجابة عمّا يلي:

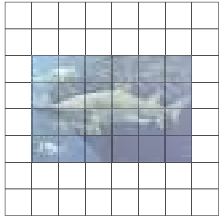


(a) مثّل بيانيًا صورة  $FGHJ$  الناتجة عن تمدد معامله  $\frac{1}{2}$  ومركزه نقطة الأصل، ثم انعكاس حول المحور  $y$ .

(b) نفذ التحويل المركب في الفرع a بعكس الترتيب.

(c) هل يؤثر ترتيب التحويلين الهندسيين هنا في الصورة النهائية؟

(d) هل يؤثر ترتيب تركيب التمدد والانعكاس في الصورة النهائية دائمًا أو أحيانًا أو أنه لا يؤثر عليها أبدًا؟



(20) **رسم:** يرسم سليمان صورةً باستعمال طريقة المربعات، فيضع شبكة إحداثية

شفافة طول وحدتها  $\frac{1}{4}$  cm فوق صورة أبعادها  $4 \text{ cm} \times 6 \text{ cm}$ ، ويضع

شبكةً أخرى طول وحدتها  $\frac{1}{2}$  cm على ورقة رسم أبعادها  $8 \text{ cm} \times 12 \text{ cm}$ ،

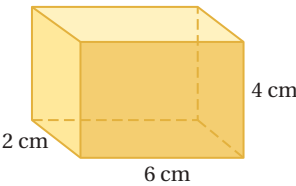
ثم يرسم ما يحويه كل مربع من الصورة في المربع المناظر له على ورقة الرسم.

(a) ما معامل مقياس هذا التمدد؟

(b) ما طول وحدة الشبكة التي يتعيّن عليه استعمالها لرسم صورة قياسها 10 أمثال قياس الصورة الأصلية؟

(c) كم تكون مساحة الرسم الناتج عن صورة أبعادها  $5 \text{ cm} \times 7 \text{ cm}$  عند استعمال شبكة وحدتها  $2 \text{ cm}$  على لوحة الرسم؟

(21) **تغيير الأبعاد:** يمكن إجراء تمددٍ على الأشكال الثلاثية الأبعاد أيضًا.



(a) أوجد مساحة سطح المنشور المجاور وحجمه.

(b) أوجد مساحة سطح المنشور الناتج عن تمددٍ معامله 2، وأوجد حجمه.

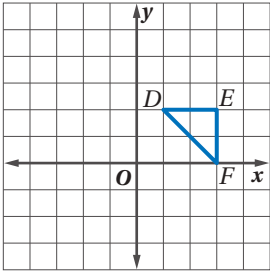
(c) أوجد مساحة سطح المنشور الناتج عن تمددٍ معامله  $\frac{1}{2}$ ، وأوجد حجمه.

(d) أوجد نسبة مساحة سطح المنشور الناتج عن كل تمددٍ إلى مساحة سطح المنشور الأصلي، ثم أوجد نسبة حجم المنشور الناتج عن كل تمددٍ إلى حجم المنشور الأصلي.

(e) ضع تخمينًا حول أثر التمدد ذي المعامل الموجب في مساحة سطح المنشور وفي حجمه.



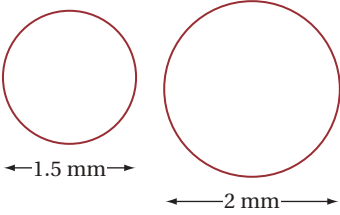
(22) **هندسة إحداثية:** استعمل التمثيل البياني المجاور للإجابة عما يأتي:



(a) مثل بيانياً صورة  $\triangle DEF$  الناتجة عن تمدد مركزه النقطة  $D$  ومعامله 3

(b) عبّر عن هذا التمدد بتركيب تحويلين هندسيين، أحدهما تمدد مركزه نقطة الأصل ومعامله 3

(23) **صحة:** استعمل فقرة الربط مع الحياة المجاورة للإجابة عن السؤالين الآتيين:

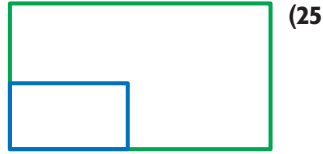


(a) ينفخ الطبيب بالون القسطرة في الشريان التاجي للمريض مكبراً البالون كما يتضح في الشكل المجاور.

أوجد معامل هذا التمدد.

(b) أوجد مساحة المقطع العرضي للبالون قبل النفخ وبعده.

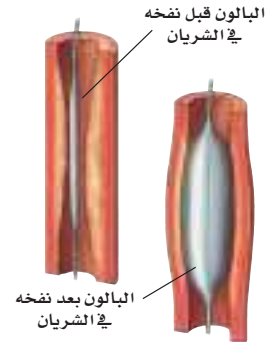
أعطي في كل من السؤالين الآتيين الشكل الأصلي وصورته الناتجة عن تمدد مركزه النقطة  $P$ ، عيّن موقع النقطة  $P$ ، وأجد معامل مقياس التمدد.



(25)



(24)



الربط مع الحياة

عندما يضيق الشريان التاجي الذي ينقل الدم إلى القلب بسبب تراكم الكولسترول، يمكن توسيعه باستعمال أنبوب أجوف مرن في نهايته بالون صغير، وتسمى هذه العملية قسطرة البالون.

(26) **تمثيلات متعددة:** في هذه المسألة ستستقصي التمدد الذي مركزه نقطة الأصل ومعامله سالب.

(a) هندسياً: مثل بيانياً  $\triangle ABC$  الذي إحداثيات رؤوسه  $A(-2, 0)$ ,  $B(2, -4)$ ,  $C(4, 2)$ . ثم ارسم صورته الناتجة عن تمدد مركزه نقط الأصل ومعامله -2

(b) هندسياً: ارسم صورة المثلث الناتجة عن تمدد معامله  $-\frac{1}{2}$ ، وآخر معامله -3

(c) جدولياً: اكتب إحداثيات صورة المثلث الناتجة عن كل تمدد في جدول.

(d) لفظياً: ضع تخميناً حول قاعدة التمدد الذي مركزه نقطة الأصل ومعامله سالب.

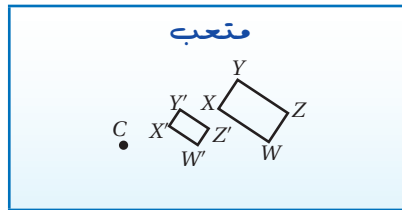
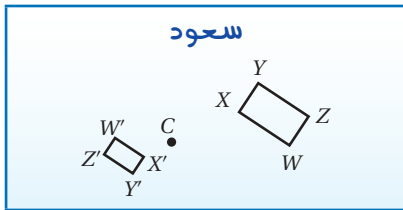
(e) تحليلياً: اكتب قاعدة التمدد الذي مركزه نقطة الأصل ومعامله  $-k$ .

(f) لفظياً: عبّر عن التمدد الذي مركزه نقطة الأصل ومعامله سالب بتحويل هندسي مركب.

### مسائل مهارات التفكير العليا

(27) **اكتشف الخطأ:** يحاول كل من متعب وسعود أن يصف تأثير القيمة السالبة لمعامل مقياس التمدد في

صورة الشكل الرباعي  $WXYZ$ ، فأيهما تفسيره صحيح؟ اشرح تبريرك.



(28) **تحذّر:** أوجد معادلة صورة المستقيم  $y = 4x - 2$  الناتجة عن تمدد مركزه نقطة الأصل ومعامله 1.5

(29) **اكتب:** هل تحفظ التحويلات الهندسية جميعها التوازي والاستقامة؟ اشرح إجابتك.

**30 مسألة مفتوحة :** ارسم مثلثاً في المستوى الإحداثي، ثم كبره بحيث تصبح مساحة صورته الناتجة عن التمدد أربعة أمثال مساحته الأصلية، وحدد معامل مقياس التمدد ومركزه.

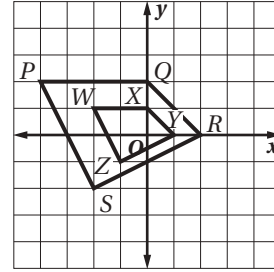
**31 اكتب :** حدّد التحويلات الهندسية التي تكون نتيجتها مطابقة للشكل الأصلي، وتلك التي تكون نتيجتها مشابهة للشكل الأصلي، وتلك التي تكون نتيجتها الشكل الأصلي نفسه. اشرح إجابتك.

### تدريب على اختبار

**33** يرسم توفيق نسخةً من لوحة فنية معروضة في متحف فيني. إذا كان عرض اللوحة 3 ft، وطولها 6 ft، وقرر أن يستعمل معامل مقياس تمدد قدره 0.25، فما أبعاد ورقة الرسم بالبوصات المناسبة لإنجاز رسمه؟

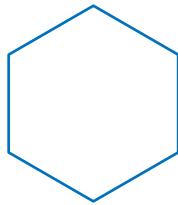
- 6 in × 12 in **C**      4 in × 8 in **A**  
10 in × 20 in **D**      8 in × 16 in **B**

**32** ما معامل مقياس التمدد من الشكل PQRS إلى الشكل WXYZ؟

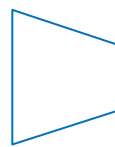


### مراجعة تراكمية

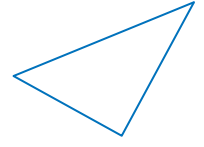
بين ما إذا كان للشكل محور تماثل أم لا، وإذا كان كذلك فارسم محاور التماثل جميعها، وحدد عددها في كلِّ ممَّا يأتي: (الدرس 3-5)



(36)

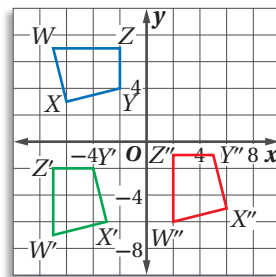


(35)

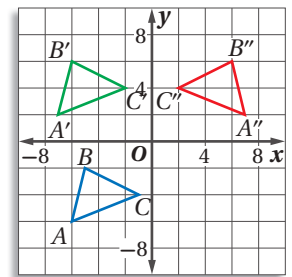


(34)

صِف التحويل الهندسي المركب الذي ينقل الشكل إلى صورته النهائية في كلِّ من السؤالين الآتيين: (الدرس 3-4)



(38)



(37)

### استعد للدرس اللاحق

أوجد قيمة  $x$  في كلِّ من الأسئلة الآتية:

$$\frac{336.4}{x} = \pi \quad (42)$$

$$228.4 = \pi x \quad (41)$$

$$\frac{108.6}{\pi} = x \quad (40)$$

$$58.9 = 2x \quad (39)$$

## ملخص الفصل

### المفاهيم الأساسية

#### الانعكاس (الدرس 3-1)

- الانعكاس هو تحويل هندسي يقلب الشكل حول مستقيم يُسمى محور الانعكاس.

#### الإزاحة (الانسحاب) (الدرس 3-2)

- الإزاحة (الانسحاب) هي تحويل هندسي ينقل نقاط الشكل جميعها المسافة نفسها وفي الاتجاه نفسه .

#### الدوران (الدرس 3-3)

- يحرك الدوران كل نقطة في الشكل الأصلي بزواوية محددة وفي اتجاه محدد حول نقطة ثابتة .

#### تركيب التحويلات الهندسية (الدرس 3-4)

- يمكن تمثيل الإزاحة بتركيب انعكاسين متتابعين حول مستقيمين متوازيين، ويمكن تمثيل الدوران بتركيب انعكاسين متتابعين حول مستقيمين متقاطعين .

#### التماثل (الدرس 3-5)

- التماثل: يكون الشكل ممتاثلاً إذا وُجد انعكاس أو إزاحة أو دوران أو تركيب إزاحة وانعكاس ينتج عنه صورة منطبقة على الشكل نفسه.

- رتبة التماثل هي عدد المرات التي تنطبق فيها صورة الشكل على الشكل نفسه في أثناء تدويره من  $0^\circ$  إلى  $360^\circ$

- مقدار التماثل هو قياس أصغر زاوية يدور بها الشكل حتى ينطبق على نفسه.

#### التمدد (الدرس 3-6)

- يكبر التمدد الشكل أو يصغره بنسبة محددة.

### مفردات أساسية

محور الانعكاس (ص. 118)	مركز التماثل (ص. 155)
مركز الدوران (ص. 133)	رتبة التماثل (ص. 155)
زاوية الدوران (ص. 133)	مقدار التماثل (ص. 155)
التحويل الهندسي	التماثل حول مستوى (ص. 156)
المركب (ص. 141)	التماثل حول محور (الأشكال)
التماثل (ص. 154)	الثلاثية الأبعاد (ص. 156)
التماثل حول محور (الأشكال)	التمدد (ص. 160)
الثنائية الأبعاد (ص. 154)	تحويل التشابه (ص. 160)
محور التماثل (ص. 154)	معامل مقياس التمدد (ص. 160)
التماثل الدوراني (ص. 155)	

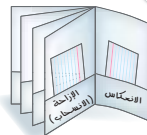
### اختبار المفردات

اختر المفردة التي تجعل الجملة صحيحة:

- 1) عند إجراء تحويل هندسي على شكل ما، ثم إجراء تحويل هندسي آخر على صورته، فإن هذه العملية تسمى (تحويلاً هندسياً مركباً، رتبة الدوران).
- 2) إذا طوي شكل حول خطٍ مستقيم، وانطبق نصفاه أحدهما على الآخر تماماً، فإن خط الطي يسمى (محور الانعكاس، محور التماثل).
- 3) التحويل الهندسي الذي يكبر الشكل أو يصغره بنسبة محددة هو (التمدد، الدوران).
- 4) يُطلق على عدد المرات التي ينطبق فيها الشكل على نفسه في أثناء تدويره من  $0^\circ$  إلى  $360^\circ$  اسم (مقدار التماثل، رتبة التماثل).
- 5) يبعد (محور الانعكاس، مركز التمدد) المسافة نفسها عن كل نقطة في الشكل وصورته.
- 6) يكون الشكل (تحويلاً هندسياً مركباً، متماثلاً) إذا وجد انعكاس أو إزاحة أو دوران أو تركيب إزاحة وانعكاس ينتج عنه صورة منطبقة على الشكل نفسه.
- 7) يمكن تمثيل (الإزاحة، الدوران) بتركيب انعكاسين متتابعين حول مستقيمين متقاطعين.
- 8) لتدوير نقطة ما بزواوية  $(90^\circ, 180^\circ)$  عكس اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل، اضرب الإحداثي  $y$  في  $-1$ ، وبديل الإحداثيين  $x, y$ .
- 9) (التمدد، الانعكاس) هو تحويل تطابق.
- 10) يكون للشكل (محور تماثل، تماثل دوراني) إذا كانت صورته الناتجة عن دوران حول مركزه بزواوية بين  $0^\circ$  و  $360^\circ$  هي الشكل نفسه.

## المطويات

### منظم أفكار



تأكد من أن المفاهيم الأساسية مدونة في مطويتك.

مراجعة الدروس

3-1 الانعكاس (ص 118-125)

مثال 1

مثّل بيانيًا  $\triangle JKL$  الذي إحداثيات رؤوسه:  
 $J(1, 4), K(2, 1), L(6, 2)$ ، ومثّل صورته بالانعكاس حول المحور  $x$ .

اضرب الإحداثي  $y$  لكل رأس في  $-1$

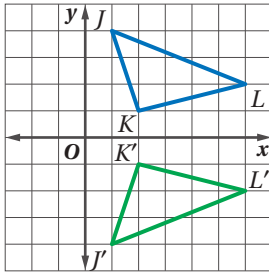
$$(x, y) \rightarrow (x, -y)$$

$$J(1, 4) \rightarrow J'(1, -4)$$

$$K(2, 1) \rightarrow K'(2, -1)$$

$$L(6, 2) \rightarrow L'(6, -2)$$

ثم مثّل بيانيًا  $\triangle J'K'L'$  وصورته  $\triangle J'K'L'$ .



مثّل بيانيًا كل شكل مما يأتي وصورته بالانعكاس المحدد.

(11) المستطيل  $ABCD$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$$A(2, -4), B(4, -6), C(7, -3), D(5, -1)$$

الانعكاس حول المحور  $x$ .

(12) المثلث  $XYZ$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$$X(-1, 1), Y(-1, -2), Z(3, -3)$$

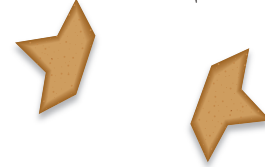
المحور  $y$ .

(13) الشكل الرباعي  $QRST$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$$Q(-4, -1), R(-1, 2), S(2, 2), T(0, -4)$$

بالانعكاس حول المستقيم  $y = x$ .

(14) فن: يصنع عامر منحوتتين ليضعهما على جانبي ممر في حديقة منزله، بحيث تكون إحداها انعكاسًا للأخرى حول المستقيم الذي يقسم هذا الممر طولياً إلى نصفين. انسخ الشكل في دفترك، وارسم محور الانعكاس.



3-2 الإزاحة (الانسحاب) (ص 126-131)

مثال 2

مثّل بيانيًا  $\triangle XYZ$  الذي إحداثيات رؤوسه:  
 $X(2, 2), Y(5, 5), Z(5, 3)$ ، وارسم صورته الناتجة عن إزاحة مقدارها 3 وحدات إلى اليسار و 5 وحدات إلى أسفل. يمكن تمثيل هذه الإزاحة بالقاعدة  $(x, y) \rightarrow (x-3, y-5)$ .

أوجد صورة كل رأس.

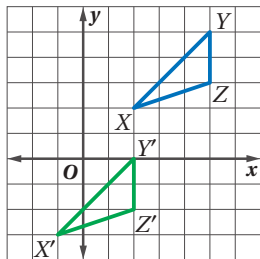
$$(x, y) \rightarrow (x-3, y-5)$$

$$X(2, 2) \rightarrow X'(-1, -3)$$

$$Y(5, 5) \rightarrow Y'(2, 0)$$

$$Z(5, 3) \rightarrow Z'(2, -2)$$

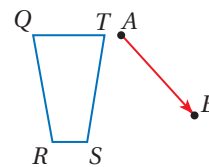
ثم مثّل بيانيًا  $\triangle X'Y'Z'$  وصورته  $\triangle X'Y'Z'$ .



(15) مثّل بيانيًا  $\triangle ABC$  الذي إحداثيات رؤوسه:

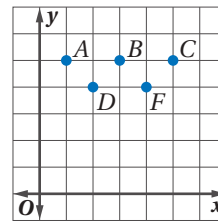
$$A(0, -1), B(2, 0), C(3, -3)$$

عن إزاحة مقدارها 5 وحدات إلى اليسار و 4 وحدات إلى أعلى.



(16) انقل إلى دفترك الشكل المجاور

ثم ارسم صورة الشكل  $QRST$  الناتجة عن الإزاحة التي تنقل  $A$  إلى  $B$ .



(17) يمثل الشكل المجاور مواقع

5 لاعبين في ملعب، تحرك كل من اللاعبين  $B, F, C$  وحدتين

إلى أسفل، في حين تحرك

اللاعب  $A$  خمس وحدات إلى

اليمين ووحدة واحدة إلى

أسفل. ارسم المواقع النهائية للاعبين.

## مثال 3

مثّل بيانياً  $\triangle ABC$  وصورته الناتجة عن دوران بزواوية  $270^\circ$  حول

نقطة الأصل، حيث:  $A(-4, 0), B(-3, 4), C(-1, 1)$ .

إحدى طرائق حل هذه المسألة هي إجراء دوران بزواوية  $180^\circ$ ، ثم

دوران آخر بزواوية  $90^\circ$ ؛ لذا اضرب الإحداثيين  $x, y$  في  $-1$

$$(x, y) \rightarrow (-x, -y)$$

$$A(-4, 0) \rightarrow A'(4, 0)$$

$$B(-3, 4) \rightarrow B'(3, -4)$$

$$C(-1, 1) \rightarrow C'(1, -1)$$

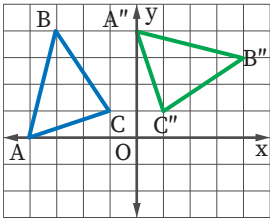
ثم اضرب الإحداثيين  $x, y$  لكل رأس في  $-1$ ، وبَدِّل موقعي الإحداثيين  $x, y$ .

$$(x, y) \rightarrow (-y, x)$$

$$A'(4, 0) \rightarrow A''(0, 4)$$

$$B'(3, -4) \rightarrow B''(4, 3)$$

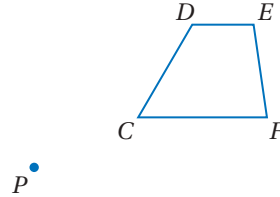
$$C'(1, -1) \rightarrow C''(1, 1)$$



ثم مثّل بيانياً  $\triangle ABC$

وصورته  $\triangle A''B''C''$ .

18) استعمل منقلةً ومسطرةً لرسم صورة  $CDEF$  الناتجة عن دوران بزواوية  $50^\circ$  حول النقطة  $P$ .



مثّل بيانياً الشكل وصورته الناتجة عن الدوران بالزواوية المحددة حول نقطة الأصل في كلِّ ممّا يأتي:

19)  $\triangle MNO$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$$180^\circ; M(-2, 2), N(0, -2), O(1, 0)$$

20)  $\triangle DGF$  الذي إحداثيات رؤوسه:

$$90^\circ; D(1, 2), G(2, 3), F(1, 3)$$

## 3-4 تركيب التحويلات الهندسية (ص 148-141)

## مثال 4

إحداثيات طرفي  $\overline{RS}$  هما  $R(4, 3), S(1, 1)$ .

مثّل بيانياً  $\overline{RS}$  وصورتها الناتجة عن إزاحة مقدارها 5 وحدات إلى اليسار

ووحدة واحدة إلى أسفل، ثم دوران حول نقطة الأصل بزواوية  $180^\circ$

**الخطوة 1:** يمكن التعبير عن الإزاحة بالقاعدة  $(x, y) \rightarrow (x-5, y-1)$

$$(x, y) \rightarrow (x-5, y-1)$$

$$R(4, 3) \rightarrow R'(-1, 2)$$

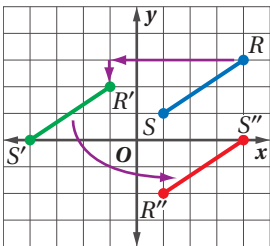
$$S(1, 1) \rightarrow S'(-4, 0)$$

**الخطوة 2:** الدوران حول نقطة الأصل بزواوية  $180^\circ$

$$(x, y) \rightarrow (-x, -y)$$

$$R'(-1, 2) \rightarrow R''(1, -2)$$

$$S'(-4, 0) \rightarrow S''(4, 0)$$



**الخطوة 3:** مثّل بيانياً  $\overline{RS}$

وصورتها  $\overline{R''S''}$ .

مثّل بيانياً الشكل وصورته الناتجة عن التحويل الهندسي المركّب المحدد في كلِّ ممّا يأتي:

21)  $\overline{CD}$ ، حيث  $C(3, 2), D(1, 4)$ ، انعكاس حول المستقيم  $y = x$ ، ثم دوران  $270^\circ$  حول نقطة الأصل.

22)  $\overline{GH}$ ، حيث  $G(-2, -3), H(1, 1)$ ، إزاحة مقدارها 4 وحدات إلى اليمين ووحدة واحدة إلى أعلى، ثم انعكاس حول المحور  $x$ .

23) **أنماط:** كوّن عبد السلام النمط الآتي لإطار لوحة، صفّ تركيب التحويلات الهندسية الذي استعمله لتكوين هذا النمط.



3-5 التماثل (ص 154-159)

مثال 5

بيّن ما إذا كان الشكل الآتي متماثلاً حول مستوى أو حول محور أو كلاهما أو غير ذلك .



المصباح متماثل حول مستوى، وكذلك حول محور.



بيّن ما إذا كان للشكل محور تماثل أم لا، وإذا كان كذلك، فارسم محاور التماثل جميعها، وحدد عددها.

(24) (25)



بيّن ما إذا كان للشكل تماثل دوراني أم لا، وإذا كان كذلك، فعين مركز التماثل، وحدد رتبته ومقداره في كلّ ممّا يأتي:

(26) (27)



3-6 التمدد (ص 160-166)

مثال 6

مثل بيانياً الشكل  $ABCD$  وصورته الناتجة عن تمدد مركزه نقطة الأصل ومعامله 0.5، إذا كانت:  $A(0, 0)$ ,  $B(0, 8)$ ,  $C(8, 8)$ ,  $D(8, 0)$ .

اضرب الإحداثيين  $x, y$  لكل رأس في معامل مقياس التمدد 0.5

$$(x, y) \rightarrow (0.5x, 0.5y)$$

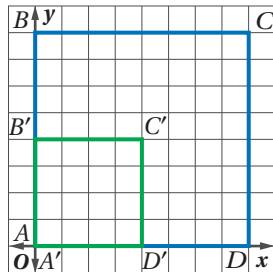
$$A(0, 0) \rightarrow A'(0, 0)$$

$$B(0, 8) \rightarrow B'(0, 4)$$

$$C(8, 8) \rightarrow C'(4, 4)$$

$$D(8, 0) \rightarrow D'(4, 0)$$

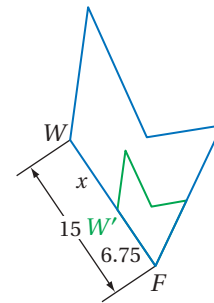
مثل  $ABCD$  وصورته  $A'B'C'D'$  بيانياً.



(28) استعمل مسطرة لرسم صورة الشكل الناتجة عن تمدد مركزه  $S$  ومعامله  $k = 1.25$ .



(29) حدد ما إذا كان التمدد من الشكل  $W$  إلى  $W'$  تكبيراً أم تصغيراً، ثم أوجد معامل مقياس التمدد وقيمة  $x$ .



(30) **نوادر علمية:** استعمل أعضاء نادي الرياضيات جهاز العرض لرسم لوحة على الجدار، إذا كان عرض اللوحة الأصلية 6 in، وعرض صورتها على الجدار 4 ft، فما معامل التكبير؟



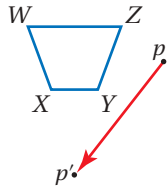
مثل بيانياً الشكل وصورته الناتجة عن التحويل الهندسي المحدد في كلِّ ممَّا يأتي:

(9)  $\square FGHIJ$  ، حيث:  $F(-1, 4), G(4, 4), H(3, 1), J(-2, 1)$  ؛ انعكاس حول المحور  $x$ .

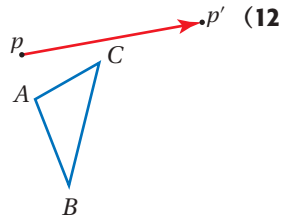
(10)  $\triangle ABC$  ، حيث:  $A(0, -1), B(2, 0), C(3, -3)$  ؛ إزاحة مقدارها 5 وحدات إلى اليسار و 4 وحدات إلى أعلى.

(11) الشكل الرباعي  $WXYZ$  ، حيث:  $W(2, 3), X(1, 1), Y(3, 0), Z(5, 2)$  ؛ دوران بزواوية  $180^\circ$  حول نقطة الأصل.

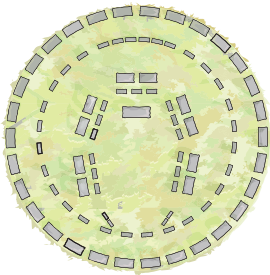
ارسم صورة الشكل الناتجة عن الإزاحة التي تنقل  $P$  إلى  $P'$  في كلِّ من السؤالين الآتيين:



(13)



(14) **آثار:** بيّن الشكل الآتي مخطط موقع أثري، فما رتبة تماثل الحلقة الخارجية؟ وما مقداره؟

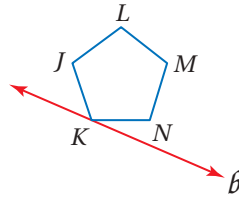


(15) **اختيار من متعدد:** ما التحويل الهندسي أو تركيب التحويلات الهندسية الذي يمثله الشكل الآتي؟

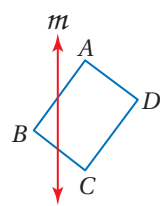


- A تمدد  
B إزاحة ثم انعكاس  
C دوران  
D إزاحة

ارسم صورة كلِّ من الشكلين الآتيين بالانعكاس حول المستقيم المُعطى:

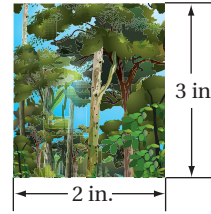


(2)



(1)

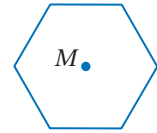
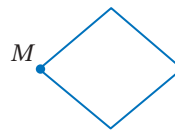
(3) **حقائق:** يريد فؤاد أن يكبّر الصورة الآتية للحديقة؛ لتصبح أبعادها 4 in في 6 in ، مستعملاً آلة نسخ تكبير الصورة حتى 150% فقط وينسب على شكل أعداد كلية، أو وجد نسبتين على شكل عددين كليين يمكن استعمالهما لتكبير الصورة، بحيث تصبح أبعادها أقرب ما يمكن إلى 4 in في 6 in ، ولا تزيد عن ذلك.



استعمل مسطرة لرسم صورة الشكل الناتجة عن تمدد مركزه  $M$  ومعامله  $k$  المحدد في كلِّ من السؤالين الآتيين:

$$k = \frac{1}{3} \quad (5)$$

$$k = 1.5 \quad (4)$$



(6) **مدينة الألعاب:** يركب أحمد في إحدى الألعاب التي تدور عكس اتجاه حركة عقارب الساعة حول مركزها  $60^\circ$  كل ثانيتين، فبعد كم ثانية يعود أحمد إلى النقطة التي انطلق منها؟

بيّن ما إذا كان كلُّ من الشكلين الآتيين متماثلًا حول مستوى أو حول محور أو كلاهما أو غير ذلك.



(8)



(7)



## الحل عكسيًا

في معظم المسائل تُعطى مجموعة من الشروط أو الحقائق، ويُطلب إليك إيجاد النتيجة النهائية. ومع ذلك قد تُعطى في بعض المسائل النتيجة النهائية، ويُطلب إليك إيجاد أمر ما وقع مبكرًا في موقف المسألة. ولحل مثل هذه المسائل، يتعين عليك أن تستعمل استراتيجية الحل عكسيًا.

### استراتيجيات الحل عكسيًا

#### الخطوة 1

- ابحث عن كلمات مفتاحية تشير إلى أنه يلزم أن تحل المسألة عكسيًا.
- بعض الكلمات المفتاحية الممكنة:
- ماذا كان المقدار الأصلي...؟
  - ماذا كانت القيمة قبل...؟
  - ماذا كان المقدار في البداية...؟

#### الخطوة 2

- تراجع عن الخطوات المعطاة في نص المسألة.
- اكتب قائمة بالخطوات المتتالية من البداية، وصولًا إلى النتيجة النهائية.
  - ابدأ من النتيجة النهائية، وتتبع الخطوات بترتيب عكسي.
  - "تراجع" عن كل خطوة باستعمال العمليات العكسية حتى تصل إلى القيمة الأصلية.

#### الخطوة 3

- تحقق من الحل إذا سمح الوقت .
- تأكد من أن إجابتك منطقية.
  - ابدأ من إجابتك واتبع الخطوات بالترتيب المُعطى في المسألة؛ لتتأكد من الوصول إلى النتيجة النهائية نفسها.

### مثال

حُلّ المسألة الآتية، وبيّن خطوات الحل، وستصحح الإجابة، وتحدد الدرجة المُستحقة باستعمال سلم تقدير الإجابات القصيرة المجاور.

تستعمل سعاد برمجة حاسوبية؛ لتتدرب على التحويلات الهندسية في المستوى الإحداثي. بدأت من نقطة وأزاحتها 4 وحدات إلى أعلى و 8 وحدات إلى اليسار. ثم أجرت انعكاسًا للصورة الناتجة حول المحور  $x$ . وأخيرًا أجرت تمددًا للصورة الناتجة معاملته 0.5، ومركزه نقطة الأصل، فكانت إحداثيات الصورة النهائية  $(-1, -4)$ . ماذا كانت الإحداثيات الأصلية لهذه النقطة؟

سلم تقدير	
الدرجة	المعيار
2	صحيح كاملًا: الإجابة صحيحة، ومعها تفسير تام يوضح كل خطوة من خطوات الحل .
1	صحيح جزئيًا: • الإجابة صحيحة، ولكن التفسير غير تام . • الإجابة غير صحيحة، ولكن التفسير صحيح.
0	غير صحيح مطلقًا: لا توجد إجابة، أو أنها غير منطقية.

اقرأ المسألة بعناية. لقد أعطيت مجموعة تحويلات هندسية متعاقبة لنقطة في المستوى الإحداثي، وتعلم إحداثيات الصورة النهائية لهذه النقطة، وطلب إليك أن تجد الإحداثيات الأصلية. حل المسألة بالعمل عكسياً؛ تراجع عن كل تحويل هندسي بترتيب عكسي؛ كي تجد الإحداثيات الأصلية.

مثال للإجابة التي تستحق درجتين:

النقطة الأصلية ← إزاحة ← انعكاس ← تمدد ← النتيجة النهائية.  
ابدأ بإحداثيات النتيجة النهائية وحل عكسياً.

للتراجع عن التمدد الذي معاملته 0.5، نفذ تمددًا معاملته 2:  $(-1, -4) \rightarrow (-1 \times 2, -4 \times 2) = (-2, -8)$

للتراجع عن الانعكاس الأول، أوجد صورة النقطة بالانعكاس حول المحور  $x$ :  $(-2, -8) \rightarrow (-2, 8)$

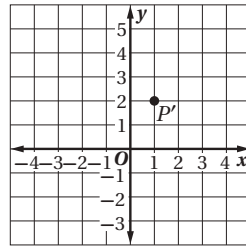
وللتراجع عن الإزاحة الأولى، نفذ إزاحة مقدارها 4 وحدات إلى أسفل و8 وحدات إلى اليمين:  $(-2, 8) \rightarrow (-2 + 8, 8 - 4) = (6, 4)$   
إذن الإحداثيات الأصلية لهذه النقطة هي  $(6, 4)$ .

لقد كانت الخطوات والحسابات والتبريرات كلها واضحة في هذه الإجابة، وتوصل الطالب إلى الإجابة الصحيحة، ولذلك تستحق هذه الإجابة درجتين.

## تمارين ومسائل

حلّ كلاً من المسائل الآتية، وبين خطوات الحل، وستصحح الإجابات وتحدد الدرجة المُستحقة باستعمال سلم تقدير الإجابة القصيرة الوارد في الصفحة السابقة.

(1) حطت حشرة طائرة على شبكة إحداثية ثم قفزت عبر المحور  $x$ ، ثم قفزت عبر المحور  $y$  على هيئة انعكاسين متعاقبين، ثم سارت 9 وحدات إلى اليمين و4 وحدات إلى أسفل، فكان موقعها النهائي عند النقطة  $(-1, 4)$ ، فما إحداثيات النقطة التي حطت عليها الحشرة في البداية؟



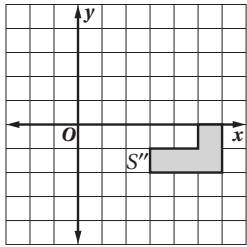
(2) في الشبكة الإحداثية الآتية تظهر الصورة النهائية لنقطة تم تدويرها بزاوية  $90^\circ$  في اتجاه حركة عقارب الساعة حول نقطة الأصل، ثم نُفذ عليها تمدد معاملته 2، ثم أزيحت 7 وحدات إلى اليمين. ماذا كانت إحداثيات الموقع الأصلي لهذه النقطة؟

(3) إذا كانت  $A''(2, -2)$ ،  $B''(-5, -4)$  إحداثيات طرفي  $\overline{A''B''}$

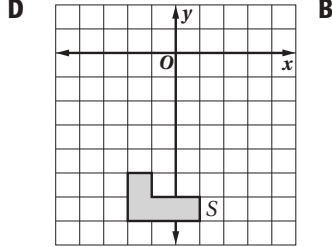
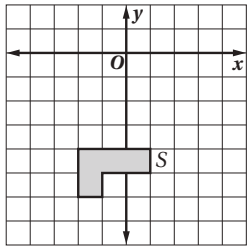
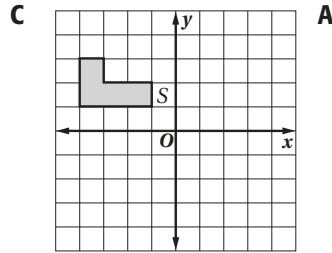
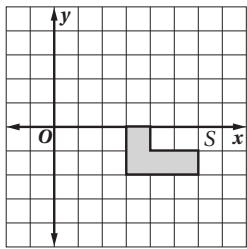
تمثل الصورة النهائية لـ  $\overline{AB}$ ، بعد إجراء انعكاس لها حول المحور  $x$ ، ثم إزاحة وفقاً للقاعدة:  $(x, y) \rightarrow (x - 1, y + 2)$ ، فأَيُّ ممّا يأتي يمثل إحداثي نقطة منتصف  $\overline{AB}$ .

A  $(\frac{-3}{2}, -3)$  C  $(-\frac{1}{2}, -5)$

B  $(-\frac{1}{2}, 5)$  D  $(-1, 0)$



(4) الشكل  $S''$  يمثل الصورة النهائية الناتجة للشكل  $S$ ، بعد إجراء التحويلات الهندسية التالية عليه: انعكاس حول المحور  $y$ ، ثم انسحاب 3 وحدات إلى أسفل ووحدين إلى اليمين.



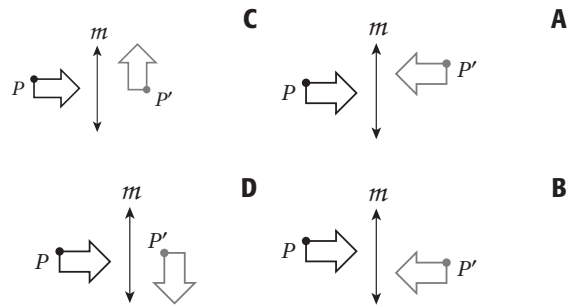
أسئلة الاختيار من متعدد

اقرأ كل سؤال مما يأتي، ثم اكتب رمز الإجابة الصحيحة:

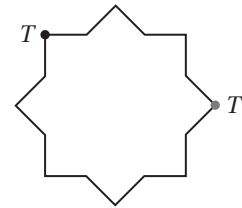
(1) إحداثيات النقطة  $N$  هي  $(4, -3)$ ، ما إحداثيات صورتها الناتجة عن الانعكاس حول المحور  $y$ ؟

- A**  $N'(-3, 4)$       **C**  $N'(4, 3)$   
**B**  $N'(-4, 3)$       **D**  $N'(-4, -3)$

(2) أي الأشكال الآتية يبين نتيجة انعكاس الشكل  $P$  حول المستقيم  $m$  ثم إزاحة إلى أعلى؟

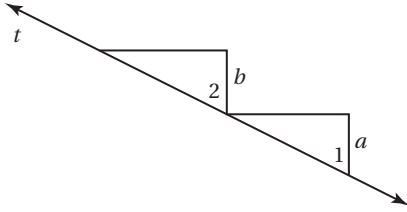


(3) ما الزاوية التي تم تدوير الشكل الآتي بها حول مركز تماثله حتى تنتقل النقطة  $T$  إلى النقطة  $T'$ ؟



- A**  $90^\circ$       **C**  $135^\circ$   
**B**  $120^\circ$       **D**  $225^\circ$

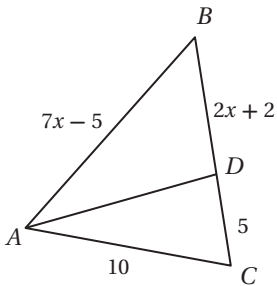
(4) المعطيات:  $a \parallel b$



أي العبارات الآتية تبرر استنتاج أن  $\angle 1 \cong \angle 2$ ؟

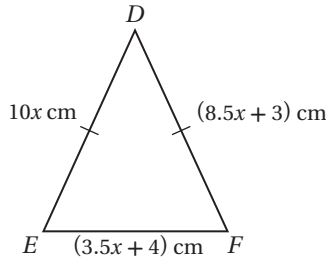
- A** إذا كان  $a \parallel b$  وقطعهما المستقيم  $t$ ، فإن الزاويتين المتبادلتين خارجياً متطابقتان.  
**B** إذا كان  $a \parallel b$  وقطعهما المستقيم  $t$ ، فإن الزاويتين المتبادلتين داخلياً متطابقتان.  
**C** إذا كان  $a \parallel b$  وقطعهما المستقيم  $t$ ، فإن الزاويتين المتناظرتين متطابقتان.  
**D** إذا كان  $a \parallel b$  وقطعهما المستقيم  $t$ ، فإن الزاويتين المتقابلتين بالرأس متطابقتان.

(5) في  $\triangle ABC$ ،  $\overline{AD}$  تنصف  $\angle CAB$ . ما قيمة  $x$ ؟



- A** 1.5      **B** 5  
**C** 1.4      **D** 3

(6) أي مما يأتي هو طول ضلع في المثلث المتطابق الضلعين  $DEF$ ؟



- A** 2 cm      **C** 9 cm  
**B** 8 cm      **D** 11 cm

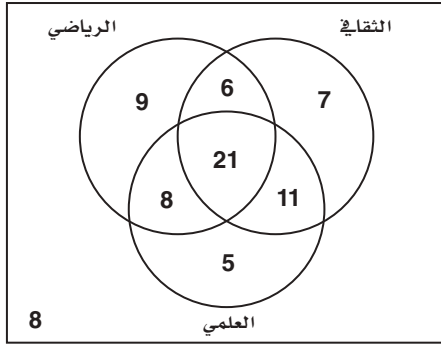
(7) أي المضلعات الآتية فيه زوجان فقط من الأضلاع المتتالية المتطابقة؟

- A** شكل الطائرة الورقية      **C** المعين  
**B** متوازي الأضلاع      **D** شبه المنحرف

إرشادات للاختبار

السؤال 3: كم رأساً لهذه النجمة؟ اقسّم  $360^\circ$  على عدد الرؤوس؛ لإيجاد زاوية الدوران من نقطة إلى النقطة التالية.

13) سُئل 57 طالبًا عن النشاطات المدرسية التي يشاركون فيها، ومُثلت النتائج بشكل فنن الآتي:



ما عدد الطلاب الذين يشاركون في النشاطين (الثقافي والعلمي)، ولا يشاركون في النشاط الرياضي؟

### أسئلة ذات إجابات مطولة

اكتب إجابتك في ورقة الإجابة مبينًا خطوات الحل.

14) يدرس أحمد الهندسة المعمارية، وقد رسم مخططًا لمتنزه رؤوسه:  $Q(2, 2)$ ,  $R(-2, 4)$ ,  $S(-3, -3)$ ,  $T(3, -4)$  ولكنه لاحظ أن اتجاه رسمه غير صحيح، حيث ظهر الشمال في أسفل الرسم بدلًا من أن يكون في أعلى الرسم.

(a) ما التحويل الذي يستطيع أحمد تطبيقه على مخطظه ليجعل الشمال في أعلى الرسم؟

(b) هل هذا هو التحويل الوحيد الذي يجعل الشمال في أعلى الرسم؟ وضح إجابتك.

(c) ارسم الشكل الرباعي  $QRST$ ، واكتب إحداثيات رؤوسه.

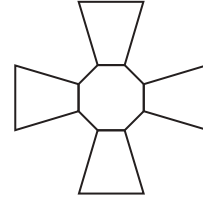
(d) ارسم الصورة  $Q'R'S'T'$  بعد التحويل، واكتب إحداثيات رؤوسها.

(e) فسّر كيف يمكن لأحمد أن يعرف إحداثيات رؤوس الصورة من دون استعمال المستوى الإحداثي.

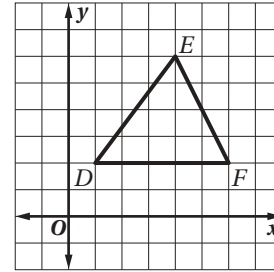
### أسئلة ذات إجابات قصيرة

اكتب إجابتك في ورقة الإجابة.

8) بيّن ما إذا كان للشكل الآتي تماثل دوراني أم لا، وإذا كان كذلك، فعين مركز التماثل وحدد رتبته ومقداره.



9) مثل بيانيًا الصورة الناتجة عن عمل تمدد للشكل الآتي مركزه نقطة الأصل ومعامله 1.5

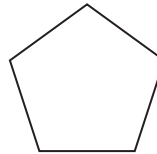


10) أكمل العبارة الآتية:

"بحسب نظرية منصف الزاوية، إذا وقعت نقطة على منصف زاوية، فإنها .....

11) ما صورة النقطة  $A(-4, 3)$  الناتجة عن الإزاحة التي تنقل  $B(-1, -2)$  إلى  $B'(4, -3)$ ؟

12) ما قياس الزاوية الداخلية للمضلع الخماسي المنتظم؟



### هل تحتاج إلى مساعدة إضافية؟

14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	إذا لم تستطع الإجابة عن السؤال..
3-3	مهارة سابقة	1-1	3-2	مهارة سابقة	3-6	3-5	1-6	مهارة سابقة	2-4	مهارة سابقة	3-3	3-4	3-1	فعد إلى الدرس..



**فيما سبق:**

درست أنواعاً من القطع المستقيمة الخاصة، وعلاقات الزوايا في المثلث.

**والآن:**

- تعرّف العلاقة بين الزوايا المركزية، والأقواس، والزوايا المحيطة في الدائرة.
- تعرّف القاطع والمماس وأستعملهما.
- تعرّف الدائرة أو أصفها؛ مستعملاً معادلتها.

**لماذا؟**

**علوم:** الشكل الحقيقي لقوس المطر هو دائرة كاملة، ويُسمى الجزء الذي يمكن رؤيته منها فوق الأفق قوساً.

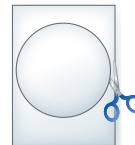
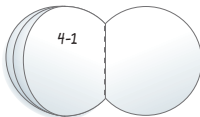


منظم أفكار

المطويات

الدائرة: اعمل هذه المطوية لمساعدتك على تنظيم ملاحظتك حول الفصل 4، مبتدئاً بتسع أوراق A4.

- 1 ارسم دائرة قطرها 18 cm في كل ورقة باستعمال الفرجار.
- 2 قص هذه الدوائر.
- 3 ثبّت الأوراق من الجهة اليمنى كما في الشكل، وكتب عنوان الفصل على الورقة الأولى.
- 4 اكتب أرقام الدروس في أعلى الصفحة في بقية الأوراق.







## التهيئة للفصل 4

تشخيص الاستعداد:

أجب عن الاختبار الآتي. انظر المراجعة السريعة قبل الإجابة عن الاختبار.

### مراجعة سريعة

#### مثال 1

أوجد قيمة 15% من 35

تحويل النسبة المئوية إلى كسر عشري

$$15\% = 0.15 \quad \text{بالتحويل}$$

$$0.15 \times 35 = 5.25 \quad \text{بالتعويض}$$

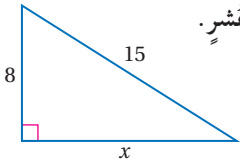
بالتبسيط

$$= 5.25$$

إذن 15% من 35 تساوي 5.25

#### مثال 2

أوجد قيمة  $x$  مقرباً إجابتك إلى أقرب عُشر.



$$a^2 + b^2 = c^2 \quad \text{نظرية فيثاغورس}$$

$$x^2 + 8^2 = 15^2 \quad \text{بالتعويض}$$

$$x^2 + 64 = 225 \quad \text{بالتبسيط}$$

$$x^2 = 161 \quad \text{خاصية الطرح للمساواة}$$

$$x = \sqrt{161} \approx 12.7$$

#### مثال 3

حلّ المعادلة:  $x^2 + 3x - 40 = 0$ ، باستعمال القانون العام مقرباً إجابتك إلى أقرب عُشر.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad \text{القانون العام}$$

$$= \frac{-3 \pm \sqrt{3^2 - 4(1)(-40)}}{2(1)} \quad \text{بالتعويض}$$

$$= \frac{-3 \pm \sqrt{169}}{2} \quad \text{بالتبسيط}$$

$$= -8 \text{ أو } 5 \quad \text{بالتبسيط}$$

### اختبار سريع

أوجد النسبة المئوية من العدد المعطى في كلِّ مما يأتي:

(1) 26% من 500

(2) 79% من 623

(3) 19% من 82

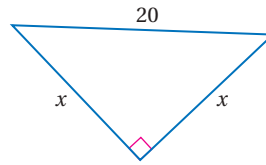
(4) 10% من 180

(5) 92% من 90

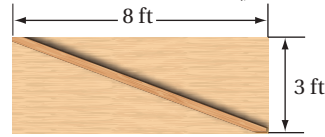
(6) 65% من 360

(7) **مطاعم:** يُضيف مطعمٌ رسم توصيل قدره 5% على كل طلبٍ. ما رسم خدمة توصيل وجبة غداء سعرها 65 ريالاً؟

(8) أوجد قيمة  $x$ ، مقرباً إجابتك إلى أقرب عُشر.



(9) **نجارة:** أراد أحمد أن يضع دعامة على لوح من الخشب، كما في الشكل أدناه. ما طول هذه الدعامة؟



حلّ كلّاً من المعادلات الآتية باستعمال القانون العام مقرباً إجابتك إلى أقرب عُشر إذا لزم ذلك.

$$5x^2 + 4x - 20 = 0 \quad (10)$$

$$x^2 = x + 12 \quad (11)$$

(12) **ألعاب نارية:** أطلقت ألعاب نارية في الهواء احتفاءً باليوم الوطني، ولم تنفجر إحدى هذه الألعاب، فارتدت إلى الأرض، إذا كان ارتفاعها عن سطح الأرض بعد  $t$  ثانية يُعطى بالمعادلة  $d = 80t - 16t^2$ ، فبعد كم ثانية وصلت سطح الأرض؟

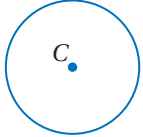
# الدائرة ومحيطها

## Circle and Circumference

رابط الدرس الرقمي



www.iien.edu.sa

الدائرة C أو  $\odot C$ 

### لماذا؟

إذا ركب العجلة الدوّارة، فإن بُعدك عن مركز دورانها يكون ثابتاً، فإذا كانت المسافة بين موقعك ومركزها 44 ft، فيمكنك أن تجد المسافة التي تقطعها في دورة واحدة.

**القطع المستقيمة في الدائرة** هي **الدائرة** هي المحل الهندسي لجميع النقاط في المستوى، والتي تبعد بُعداً ثابتاً عن نقطة معلومة تُسمى **مركز** الدائرة. وعادة ما تسمى الدائرة بمركزها، والشكل المجاور يبين الدائرة C التي يمكن أن يرمز لها بالرمز  $\odot C$ . وللقطع المستقيمة التي تقطع الدائرة أسماء خاصة.

### فيما سبق:

درسُ عناصر الأشكال الرباعية واستعملتها.

(مهارة سابقة)

### والآن:

- أتعرف عناصر الدائرة وأستعملها.
- أحل مسائل تتضمن محيط الدائرة.

### المفردات:

الدائرة

circle

المركز

center

نصف القطر

radius

الوتر

chord

القطر

diameter

الدوائر المتطابقة

congruent circles

الدوائر المتحدة في

المركز

concentric circles

محيط الدائرة

circumference

باي ( $\pi$ )

pi

المضلع المُحاط بدائرة

inscribed with a circle

الدائرة الخارجية

circumscribed

أضف إلى

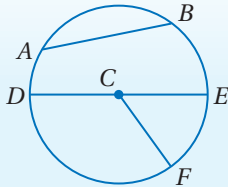
مطويتك

### مفهوم أساسي

#### قطع مستقيمة خاصة في الدائرة

**نصف القطر** هو قطعة مستقيمة يقع أحد طرفيها على المركز والطرف الآخر على الدائرة.

أمثلة:  $\overline{CD}$ ,  $\overline{CE}$ ,  $\overline{CF}$  أنصاف أقطار في  $\odot C$ .



**الوتر** هو قطعة مستقيمة يقع طرفاها على الدائرة.

أمثلة:  $\overline{AB}$ ,  $\overline{DE}$  وتران في  $\odot C$ .

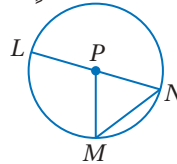
**القطر** هو وتر يمر بمركز الدائرة، ويتكوّن من نصفي قطرين يقعان على استقامة واحدة.

مثال:  $\overline{DE}$  قطر في  $\odot C$ ، ويتكوّن القطر  $\overline{DE}$  من نصفي القطرين  $\overline{CD}$ ,  $\overline{CE}$  الواقعين على استقامة واحدة.

### تعيين القطع المستقيمة في الدائرة

#### مثال 1

(a) سمّ الدائرة، وعيّن نصف قطر فيها.

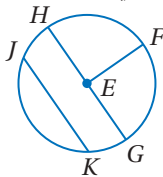


مركز الدائرة هو P؛ إذن يمكن تسميتها

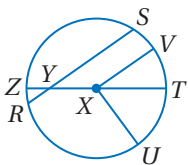
الدائرة P، أو  $\odot P$ . تظهر في الشكل ثلاثة

أنصاف أقطار هي:  $\overline{PL}$ ,  $\overline{PN}$ ,  $\overline{PM}$ .

(b) عيّن وترًا وقطرًا في الدائرة.



يظهر في هذه الدائرة وتران هما:  $\overline{JK}$ ,  $\overline{HG}$ ، وبمركز  $\overline{HG}$ ؛ إذن  $\overline{HG}$  قطر.



### تحقق من فهمك

(1) سمّ الدائرة، ونصف قطر، ووترًا، وقطرًا فيها.

## قراءة الرياضيات

### القطر ونصف القطر:

تستعمل الكلمتان (القطر، ونصف القطر) للتعبير عن الطول وعن القطع المستقيمة. وبما أن للدائرة عدة أنصاف أقطار وعدة أقطار أيضاً، فإن قولنا نصف قطر أو قطر يعني القياس، وليس القطعة المستقيمة.

### تنبيه

#### القطر أو نصف القطر:

في المسائل التي تتضمن الدوائر، انتبه جيداً إلى ما إذا كانت المعطيات تتعلق بنصف قطر الدائرة أم بقطرها.

ومن تعريف الدائرة، فإن المسافة بين مركز الدائرة وأي نقطة عليها ثابتة دائماً؛ إذن أنصاف أقطار الدائرة جميعها متطابقة. وبما أن قطر الدائرة يتكوّن من نصفي قطرين؛ فإن أقطار الدائرة جميعها متطابقة.

أضف إلى

مطوبتك

## مفهوم أساسي

### العلاقة بين القطر ونصف القطر

إذا كان نصف قطر الدائرة  $r$  وقطرها  $d$  فإن:

$$\text{صيغة نصف القطر: } r = \frac{d}{2} \text{ أو } r = \frac{1}{2}d \quad \text{صيغة القطر: } d = 2r$$

## مثال 2

### إيجاد نصف القطر والقطر

في الشكل المجاور إذا كان  $QV = 8 \text{ cm}$ ، فأوجد قطر  $\odot Q$ ؟

$$\text{صيغة القطر } d = 2r$$

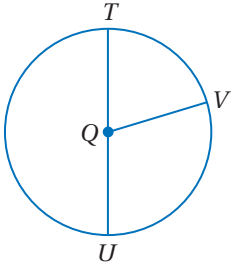
$$\text{بالتعويض والتبسيط} = 2(8) = 16$$

القطر في  $\odot Q$  يساوي  $16 \text{ cm}$ .

**تحقق من فهمك**: في الشكل المجاور

(2A) إذا كان  $TU = 14 \text{ ft}$ ، فأوجد نصف قطر  $\odot Q$ ؟

(2B) إذا كان  $QT = 11 \text{ m}$ ، فأوجد  $QU$ .



كما هو الحال في الأشكال الأخرى، يمكن أن تكون أزواج الدوائر متطابقة، أو أن تربطهما بعض العلاقات الخاصة.

أضف إلى

مطوبتك

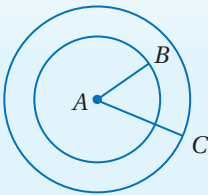
## مفهوم أساسي

### أزواج الدوائر

تكون **الدائرتان متطابقتين** إذا وقطع إذا كان نصفاً قطريهما متطابقين.

### الدائرتان المتحدتان في المركز

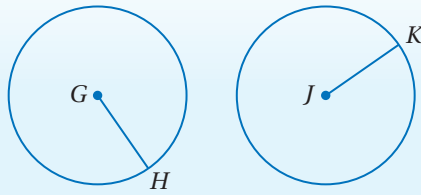
هما الدائرتان اللتان تقعان في المستوى نفسه، ولهما المركز نفسه.



مثال:  $\odot A$  التي نصف قطرها  $\overline{AB}$

و  $\odot A$  التي نصف قطرها  $\overline{AC}$

دائرتان متحدتان في المركز.

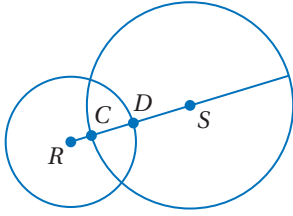


مثال:  $\odot G \cong \odot J$ ؛ إذن  $\overline{GH} \cong \overline{JK}$

إذا تقاطعت دائرتان، فإنه يمكن أن تتقاطعا بطريقتين مختلفتين، والجدول التالي يوضح الأوضاع المختلفة بين دائرتين.

لا يوجد تقاطع	تقاطع في نقطة واحدة	تقاطع في نقطتين

القطعة المستقيمة التي تصل بين مركزي دائرتين متقاطعتين يمكن أن تحوي نصفَي قطري الدائرتين.



### مثال 3 إيجاد قياسات في دائرتين متقاطعتين

في الشكل المجاور قطر  $\odot S$  يساوي 30 وحدة، وقطر  $\odot R$  يساوي 20 وحدة، و  $DS$  يساوي 9 وحدات، أوجد  $CD$ .

بما أن قطر  $\odot S$  يساوي 30، فإن  $CS = 15$ .  $\overline{CD}$  هو جزء من نصف القطر  $\overline{CS}$ .

$$\text{مسألة جمع القطع المستقيمة} \quad CD + DS = CS$$

$$\text{بالتعويض} \quad CD + 9 = 15$$

$$\text{ب طرح 9 من كلا الطرفين} \quad CD = 6$$

### تحقق من فهمك

(3) استعمل الشكل أعلاه لإيجاد  $RC$ .

**محيط الدائرة:** محيط الدائرة هو طول المنحنى المغلق الذي يُمثل الدائرة، ويُرمز له بالرمز  $C$ ، وتُعرف النسبة  $\frac{C}{d}$  بأنها عدد غير نسبي يُسمى **باي ( $\pi$ )**، ويساوي 3.14 أو  $\frac{22}{7}$  تقريباً، ويمكن استنتاج صيغتين لحساب محيط الدائرة باستعمال هذا التعريف.

$$\text{تعريف } \pi \text{ باي} \quad \frac{C}{d} = \pi$$

$$\text{بضرب كلا الطرفين في } d \quad C = \pi d$$

$$\text{بالتعويض } d = 2r \quad C = \pi(2r)$$

$$\text{بالتبسيط} \quad C = 2\pi r$$

أضف إلى

مطوبتك

### محيط الدائرة

### مفهوم أساسي

**التعبير اللفظي:** إذا كان قطر الدائرة يساوي  $d$ ، أو نصف قطرها يساوي  $r$ ، فإن محيطها  $C$  يساوي حاصل ضرب القطر في  $\pi$ ، أو مثلي نصف القطر في  $\pi$ .

$$\text{الرموز:} \quad C = 2\pi r \text{ أو } C = \pi d$$



### الربط مع الحياة

أقيمت في عام 2005 م مباراة دولية في التنس على مهبط للطائرات العمودية فوق قمة فندق برج العرب في الإمارات العربية المتحدة، ويرتفع هذا المهبط الدائري 700 ft تقريباً عن سطح الأرض، وقطره 79 ft

### إيجاد محيط الدائرة

### مثال 4 من واقع الحياة

**تنس:** أوجد محيط المهبط الدائري الموصوف في فقرة الربط مع الحياة المجاورة.

$$\text{صيغة محيط الدائرة} \quad C = \pi d$$

$$\text{بالتعويض} \quad = \pi(79)$$

$$\text{بالتبسيط} \quad = 79\pi$$

$$\text{باستعمال الحاسبة} \quad \approx 248.19$$

محيط المهبط الدائري يساوي 79π ft، أو 248.19 ft تقريباً.

### تحقق من فهمك

أوجد محيط كلٍّ من الدائرتين الآتيتين مقرباً إجابتك إلى أقرب جزءٍ من مئة.

$$(4B) \text{ القطر يساوي } 16 \text{ ft}$$

$$(4A) \text{ نصف القطر يساوي } 2.5 \text{ cm}$$

يمكنك استعمال إحدى صيغتي محيط الدائرة، لحساب قطر الدائرة؛ ونصف قطرها إذا عُلِمَ محيطها.

### إرشادات للدراسة

#### مستويات الدقة:

بما أن  $\pi$  عدد غير نسبي، إبان لا يمكن كتابته على صورة كسر عشري منته. ولكن لأغراض الحصول على تقدير سريع في الحسابات، يمكن اعتبار قيمته 3، وإذا استعملت القيمة 3.14 أو  $\frac{22}{7}$ ، فستحصل على تقريب أكثر دقة، وللحصول على القيمة الدقيقة، استعمل مفتاح  $\pi$  في الحاسبة.

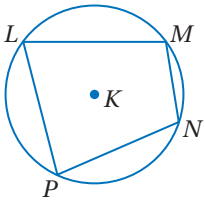
### مثال 5 إيجاد القطر ونصف القطر

أوجد القطر ونصف القطر مقربين إلى أقرب جزء من مئة للدائرة التي محيطها 106.4 mm

صيغة نصف القطر	$r = \frac{1}{2}d$	صيغة محيط الدائرة	$C = \pi d$
	$\approx \frac{1}{2}(33.87)$	بالتعويض	$106.4 = \pi d$
باستعمال الحاسبة	$\approx 16.94 \text{ mm}$	بقسمة كلا الطرفين على $\pi$	$\frac{106.4}{\pi} = d$
		باستعمال الحاسبة	$33.87 \text{ mm} \approx d$

### تحقق من فهمك

(5) إذا كان محيط دائرة يساوي 77.8 cm، فأوجد قطر الدائرة ونصف قطرها مقربين إلى أقرب جزء من مئة.



يكون المضلع **محاظاً بدائرة** إذ وقعت رؤوسه جميعها على الدائرة.

وتسمى هذه الدائرة **الدائرة الخارجية**.

- الشكل الرباعي LMNP مُحاط بـ  $\odot K$ .
- $\odot K$  دائرة خارجية للمضلع LMNP.

### مثال 6 من اختبار

**إجابة قصيرة:** إذا كانت الدائرة J تحيط بمربع طول ضلعه 9 in، وقطره يمثل قطرها،

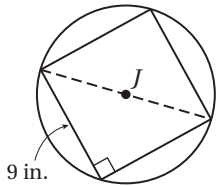
فما القيمة الدقيقة لمحيط  $\odot J$ .

### اقرأ سؤال الاختبار

احسب قطر الدائرة، واستعمله لحساب محيطها.

### حل سؤال الاختبار

ارسم شكلاً توضيحياً فيه: قطر المربع يُمثل قطرًا للدائرة أيضًا، ويكون وترًا للمثلث قائم الزاوية.



$$a^2 + b^2 = c^2 \quad \text{نظرية فيثاغورس}$$

$$9^2 + 9^2 = c^2 \quad \text{بالتعويض}$$

$$162 = c^2 \quad \text{بالتبسيط}$$

$$9\sqrt{2} = c \quad \text{بأخذ الجذر التربيعي الموجب لكلا الطرفين}$$

قطر الدائرة يساوي  $9\sqrt{2}$  in

أوجد المحيط بدلالة  $\pi$ ، بتعويض  $9\sqrt{2}$  لقيمة  $d$  في الصيغة  $C = \pi d$ .

محيط الدائرة يساوي  $9\pi\sqrt{2}$  in

### تحقق من فهمك

أوجد القيمة الدقيقة لمحيط الدائرة في كلِّ ممَّا يأتي:

(6A) إذا كانت تحيط بمثلث قائم الزاوية طولاً ساقيه 3 m, 7 m

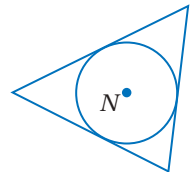
(6B) إذا كانت مُحاطةً بمربع طول ضلعه 10 ft

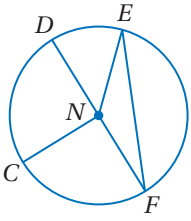
### إرشادات للدراسة

#### الدائرة الخارجية

#### والدائرة الداخلية:

تسمى الدائرة التي تمرُّ بجميع رؤوس المضلع الدائرة الخارجية، أما الدائرة التي تَمَسُّ جميع أضلاع المضلع، فتسمى الدائرة الداخلية، حيث تكون مُحاطةً بالمضلع، كالدائرة في الشكل أدناه.





استعمل الدائرة في الشكل المجاور؛ للإجابة عن الأسئلة الآتية:

المثالان 1, 2

(1) سمِّ هذه الدائرة.

(2) عيِّن كلاً ممَّا يأتي:

(a) وترًا (b) قطرًا (c) نصف قطر

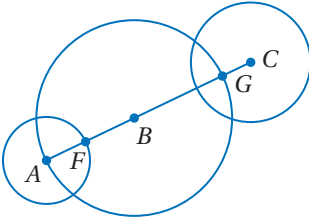
(3) إذا كان  $CN = 8 \text{ cm}$ ، فأوجد  $DN$ .

(4) إذا كان  $EN = 13 \text{ ft}$ ، فما قطر الدائرة؟

المثال 3  
قطر كلٍّ من  $\odot A$ ,  $\odot B$ ,  $\odot C$  يساوي  $8 \text{ cm}$ ,  $18 \text{ cm}$ ,  $11 \text{ cm}$  على الترتيب. أوجد كلاً من القياسين الآتيين:

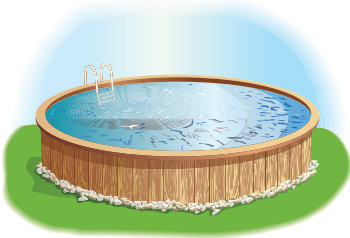
(5)  $FG$

(6)  $FB$

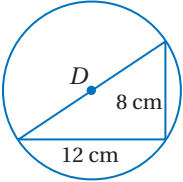


المثال 4  
(7) **عجلة دوارة:** عُد إلى فقرة "لماذا؟" بداية الدرس. ما قطر هذه العجلة الدوارة؟ وما محيطها؟ قَرِّب إجابتك إلى أقرب جزء من مئة إذا لزم ذلك.

المثال 5  
(8) **بركة سباحة:** محيط بركة السباحة الدائرية في الشكل المجاور يساوي  $56.5 \text{ ft}$  تقريبًا، ما قطر هذه البركة؟ وما نصف قطرها؟ قَرِّب إجابتك إلى أقرب جزء من مئة.



المثال 6  
(9) **إجابة قصيرة:** المثلث القائم الزاوية في الشكل المجاور مُحاط بالدائرة  $D$ ، أوجد القيمة الدقيقة لمحيط  $\odot D$ .



## تدرب وحل المسائل

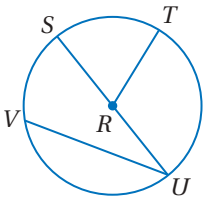
المثالان 1, 2  
عُد إلى  $\odot R$  في الشكل المجاور؛ للإجابة عن الأسئلة الآتية.

(10) ما مركز الدائرة؟

(11) عيِّن وترًا يكون قطرًا.

(12) هل  $\overline{VU}$  نصف قطر؟ بَرِّر إجابتك.

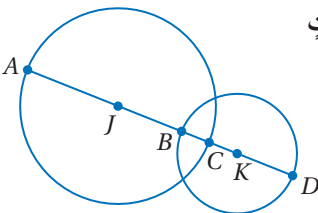
(13) إذا كان  $SU = 16.2 \text{ cm}$ ، فأوجد  $RT$ ؟



المثال 3  
إذا كان نصف قطر  $\odot J$  يساوي 10 وحدات، ونصف قطر  $\odot K$  يساوي 8 وحدات، و  $BC$  يساوي 5.4 وحدات، فأوجد كل قياسٍ ممَّا يأتي:

(15)  $AB$  (14)  $CK$

(17)  $AD$  (16)  $JK$







**18 بيتزا:** أوجد نصف قطر قرص البيتزا ومحيطها في الشكل المجاور، مقرباً إلى أقرب جزء من مئة، إذا لزم ذلك.

**المثال 4**

**19 دراجات:** قطر إطار دراجة يساوي 26 in، أوجد نصف قطر الإطار ومحيطه، مقرباً إلى أقرب جزء من مئة، إذا لزم ذلك.

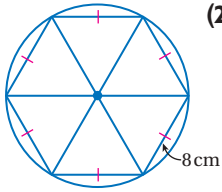
**المثال 5**

أوجد قطر الدائرة ونصف قطرها إذا عُلِمَ محيطها في كلِّ مما يأتي، مقرباً إلى أقرب جزء من مئة.

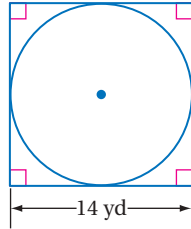
$C = 2608.25 \text{ m}$  (23)     $C = 375.3 \text{ cm}$  (22)     $C = 124 \text{ ft}$  (21)     $C = 18 \text{ in}$  (20)

أوجد القيمة الدقيقة لمحيط كلِّ من الدوائر الآتية باستعمال المضلع الذي تحيط به أو الذي يحيط بها.

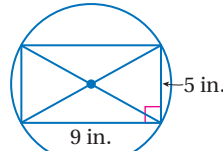
**المثال 6**



(26)

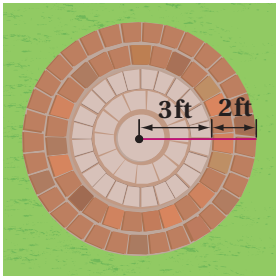


(25)



(24)

**27 فناء:** أراد مصطفي أن يرصف فناءً، دائري الشكل، كما في الشكل المجاور.



(a) ما المحيط التقريبي لهذا الفناء؟

(b) إذا غيّر مصطفي خطة إنشاء هذا الفناء، بحيث يصبح محيط الدائرة الداخلية 25 ft تقريباً، فكم يكون نصف قطر الدائرة مقرباً إلى أقرب قدم؟

في كلِّ من الأسئلة 28–31، عُلِمَ نصف قطر أو قطر أو محيط دائرة. أوجد القياسين المجهولين مقرباً إلى أقرب جزء من مئة.

$r = 11\frac{2}{5} \text{ ft}, d = \underline{\quad}, C = \underline{\quad}$  (29)

$d = 8\frac{1}{2} \text{ in}, r = \underline{\quad}, C = \underline{\quad}$  (28)

$r = \frac{x}{8}, d = \underline{\quad}, C = \underline{\quad}$  (31)

$C = 35x \text{ cm}, d = \underline{\quad}, r = \underline{\quad}$  (30)

**32 حدائق:** يُراد إنشاء رصيف عرضه 4 m حول بركة دائرية الشكل محيطها 68 m، فما محيط الرصيف؟ قَرِّب إجابتك إلى أقرب جزء من مئة.

**33 تمثيلات متعددة:** في هذا السؤال ستستكشف أثر تغيير الأبعاد في الدائرة.

(a) هندسياً: مستعملاً الفرجار ارسم ثلاث دوائر متحدة المركز، بحيث تكون نسبة طول نصف قطر كل دائرة إلى طول نصف قطر الدائرة الأكبر منها تساوي  $\frac{1}{2}$

(b) جدولياً: احسب محيط كلِّ من الدوائر السابقة مقرباً إلى أقرب جزء من مئة، وسجّل في جدول نصف القطر والمحيط لكلِّ منها.

(c) لفظياً: فسّر لماذا تكون الدوائر الثلاث متشابهة هندسياً.

(d) لفظياً: ضع تخميناً حول النسبة بين محيطي الدائرتين، عندما تكون النسبة بين نصفي قطريهما تساوي 2.

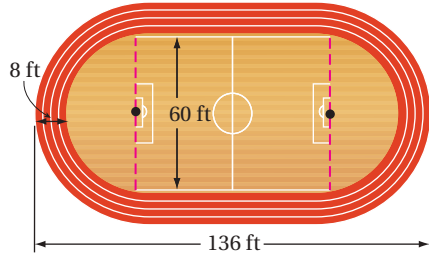
(e) تحليلياً: معامل التشابه من  $\odot A$  إلى  $\odot B$  يساوي  $\frac{b}{a}$ . اكتب معادلة تربط محيط  $\odot A$  ( $C_A$ ) بمحيط  $\odot B$  ( $C_B$ ).

(f) عددياً: إذا كان معامل التشابه من  $\odot A$  إلى  $\odot B$  يساوي  $\frac{1}{3}$ ، ومحيط  $\odot A$  يساوي 12 in، فما محيط  $\odot B$ ؟

**قراءة الرياضيات**

الرمزان  $C_B$  و  $C_A$ :  
يقرأ الرمز  $C_A$  محيط  
الدائرة  $A$ ، ويقرأ الرمز  
 $C_B$  محيط الدائرة  $B$ .

**34 رياضة:** يظهر في الصورة أدناه مضمار جري.



- (a) كم تزيد المسافة التي يقطعها شخص يركض دورة واحدة على المسار الخارجي للمضمار، عن المسافة التي يقطعها شخص يركض دورة واحدة على المسار الداخلي؟
- (b) كم دورة تقريباً يجب أن يركض شخص على المسار الخارجي للمضمار؛ ليقطع ميلاً واحداً؟

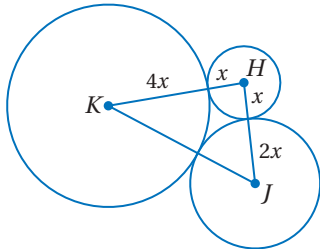
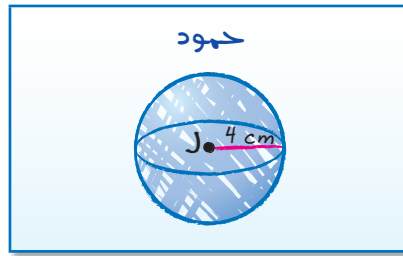
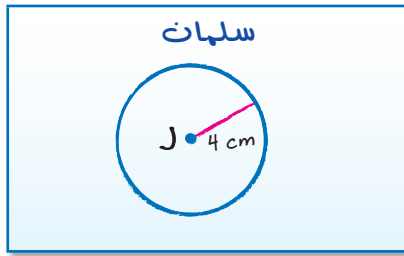


### الربط مع الحياة

يمكن أن يحرق الشخص الذي يزن 68 kg حوالي 240 سعراً حرارياً، إذا ركض بسرعة 9 km/h مدة 20 min ، وذلك أكثر من مثلي عدد السرعات التي يحرقها إذا سار بسرعة 7.2 km/h المدة الزمنية نفسها.

### مسائل مهارات التفكير العليا

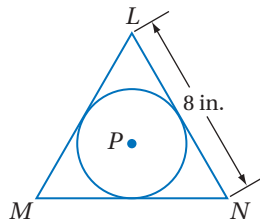
- 35 مسألة مفتوحة:** ارسم دائرة يكون محيطها بين 8 cm و 12 cm ، ما نصف قطر هذه الدائرة؟
- 36 اكتشاف الخطأ:** رسم كل من حمود وسلمان شكلاً يُمثل مجموعة النقاط التي تبعد 4 cm عن النقطة  $J$  ، فهل إجابة أيٍّ منهما صحيحة؟ برّر إجابتك.



- 37 تحدّ:** مجموع محيطات الدوائر  $H, J, K$  التي تظهر في الشكل المجاور يساوي  $56\pi$  . أوجد  $KJ$  .

- 38 تبرير:** هل المسافة بين مركز الدائرة وأي نقطة داخلها أقل من نصف قطرها دائماً أو أحياناً أو لا تكون كذلك أبداً؟ فسّر إجابتك.

- 39 تحدّ:**  $P$  مُحاطة بالمثلث المتطابق الأضلاع  $LMN$  ، كما في الشكل أدناه، ما محيط  $P$  ، مقرباً إجابتك إلى أقرب جزء من عشرة؟



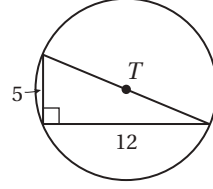
- 40 اكتب:** بيّن أوجه الشبه وأوجه الاختلاف بين الدوائر المتطابقة والدوائر المتحدة في المركز.

## تدريب على اختبار

(42) **جبر:** أحاط إبراهيم حديقة الدائرية الشكل بسيياج. إذا كان طول السياج 50 m، فما نصف قطر الحديقة؟ قَرِّب إجابتك إلى أقرب عدد صحيح.

- 8 C                      10 A  
7 D                      9 B

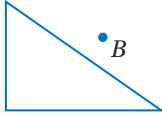
(41) ما محيط  $T$ ؟ قَرِّب إجابتك إلى أقرب عُشر.



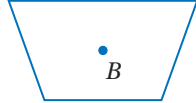
## مراجعة تراكمية

استعمل مسطرة لرسم صورة الشكل الناتجة عن تمدد مركزه  $B$  ومعامله  $k$  المحدد في كل من الأسئلة الآتية. (مهارة سابقة)

$k = 3$  (46)



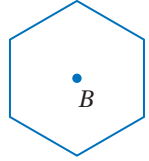
$k = 2$  (45)



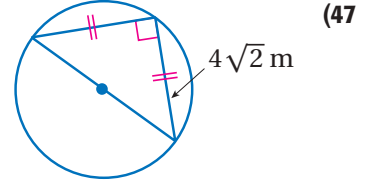
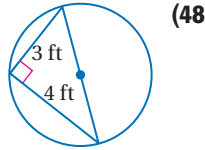
$k = \frac{2}{5}$  (44)



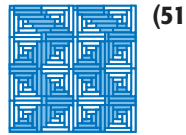
$k = \frac{1}{5}$  (43)



أوجد القيمة الدقيقة لمحيط كل دائرة ممّا يأتي: (الدرس 4-1)

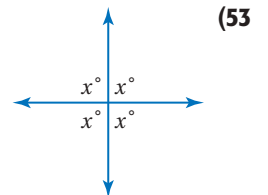
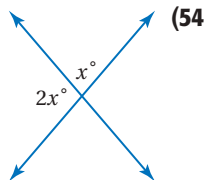
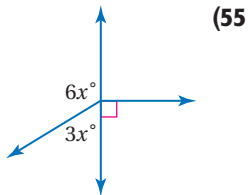


حدّد ما إذا كان يبدو لصورة كلّ من الأشكال الآتية تماثل دوراني أم لا؟ وإذا كان كذلك، فانسخ الشكل في دفترك، وحدّد عليه مركز التماثل، واذكر رتبته ومقداره. (مهارة سابقة)



## استعد للدرس اللاحق

أوجد قيمة  $x$  في كلّ ممّا يأتي:



# قياس الزوايا والأقواس

## Measuring Angles and Arcs

رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa



### لماذا؟

معظم الساعات في الأجهزة الإلكترونية عبارة عن ساعات رقمية، وهي الساعات التي تُظهر الوقت على شكل أرقام. وتُستعمل الساعات العادية في تزيين المنازل، أو استعمالها ساعات يدوية. وهذه الساعات لها عقارب أو مؤشرات متحركة تشير إلى الساعة والدقيقة، وأحياناً هناك مؤشر أو عقرب للثواني.

ووجه هذه الساعة عبارة عن دائرة، وتكوّن العقارب الثلاث زوايا مركزية فيها.

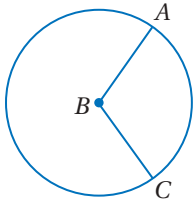
### فيما سبق:

درستُ إيجاد قياسات الزوايا وتحديد الزوايا المتطابقة.

(مهارة سابقة)

### والآن:

- أعين الزوايا المركزية، والأقواس الكبرى والأقواس الصغرى، ونصف الدائرة وأجد قياسها.
- أجد طول القوس.

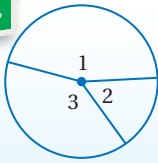


**الزوايا والأقواس الزاوية المركزية** في الدائرة هي زاوية يقع رأسها في المركز، وضلعها نصفين قطريين في الدائرة. في الشكل المجاور  $\angle ABC$  هي زاوية مركزية في  $\odot B$ .

تذكر أن مجموع قياسات الزوايا المتجمّعة حول نقطة يساوي  $360^\circ$ ؛ لذا فإن الدرجة الواحدة تساوي  $\frac{1}{360}$  من الدورة الكاملة حول نقطة، ويؤدي هذا إلى المفهوم الآتي:

أضف إلى

مطوبتك



### مجموع قياسات الزوايا المركزية

**التعبير اللفظي:** مجموع قياسات الزوايا المركزية في الدائرة، والتي لا تحوي تقاطعاً داخلية مشتركة يساوي  $360^\circ$ .

$$m\angle 1 + m\angle 2 + m\angle 3 = 360^\circ \quad \text{مثال:}$$

### مفهوم أساسي

### المضردات:

الزاوية المركزية  
central angle

القوس  
arc

القوس الأصغر  
minor arc

القوس الأكبر  
major arc

نصف دائرة  
semicircle

الأقواس المتطابقة  
congruent arcs

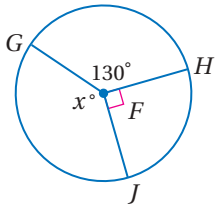
الأقواس المتجاورة  
adjacent arcs

طول القوس  
arc length

### إيجاد قياس الزاوية المركزية

### مثال 1

أوجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور.



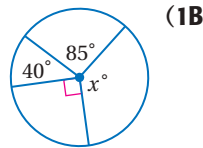
$$m\angle GFH + m\angle HFJ + m\angle GFJ = 360^\circ$$

$$\text{بالتعويض} \quad 130^\circ + 90^\circ + x = 360^\circ$$

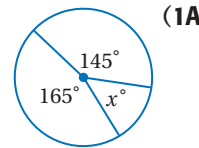
$$\text{بالتبسيط} \quad 220^\circ + x = 360^\circ$$

$$\text{بطرح } 220^\circ \text{ من كلا الطرفين} \quad x = 140^\circ$$

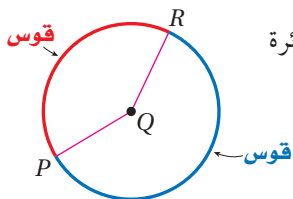
### تحقق من فهمك



(1B)



(1A)



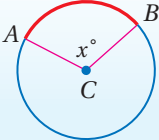
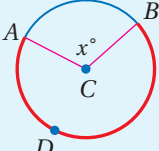
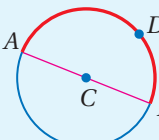
**القوس** هو جزءٌ من دائرة يُحدّد بنقطتي طرفيه، وعند رسم زاوية مركزية، تنقسم الدائرة إلى قوسين، يرتبط قياس كلٍّ منهما بقياس الزاوية المركزية المقابلة له.

## مفاهيم أساسية

### الأقواس وقياسها

أضف إلى

مطوبتك

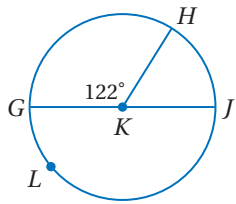
قياسه	القوس
 <p>يقال قياس القوس الأصغر عن <math>180^\circ</math>، ويساوي قياس الزاوية المركزية المقابلة له.</p> $m\widehat{AB} = m\angle ACB = x^\circ$	<p><b>القوس الأصغر</b> هو القوس الأقصر الذي يصل بين نقطتين على الدائرة.</p>
 <p>يزيد قياس القوس الأكبر على <math>180^\circ</math>، ويساوي <math>360^\circ</math> مطروحاً منه قياس القوس الأصغر الذي يصل بين النقطتين نفسيهما.</p> $m\widehat{ADB} = 360^\circ - m\widehat{AB} = 360^\circ - x^\circ$	<p><b>القوس الأكبر</b> هو القوس الأطول الذي يصل بين نقطتين على الدائرة.</p>
 <p>قياس نصف الدائرة يساوي <math>180^\circ</math></p> $m\widehat{ADB} = 180^\circ$	<p><b>نصف الدائرة</b> هي قوس تقع نقطتا طرفيه على قطر الدائرة.</p>

## إرشادات للدراسة

**تسمية الأقواس:**  
يُسمى القوس الأصغر بنقطتي طرفيه، أما القوس الأكبر ونصف الدائرة فيسميان بنقطتي الطرفين بالإضافة إلى نقطة على القوس بينهما.

### تصنيف الأقواس وإيجاد قياساتها

#### مثال 2



$\overline{GJ}$  قطر في  $\odot K$ ، حدّد ما إذا كان كلٌّ من الأقواس الآتية قوساً أكبر أو أصغر أو نصف دائرة، ثم أوجد قياسه.

(a)  $\widehat{GH}$

$$m\widehat{GH} = m\angle GKH = 122^\circ \text{، وقياسه: } \widehat{GH} \text{ قوس أصغر، وقياسه: } m\widehat{GH} = m\angle GKH = 122^\circ$$

(b)  $\widehat{GLH}$

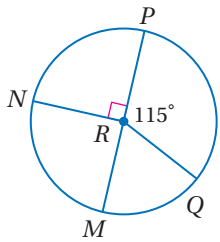
$\widehat{GLH}$  هو القوس الأكبر الذي يشترك مع القوس الأصغر  $\widehat{GH}$  في نقطتي طرفيه. إذن:  $m\widehat{GLJ} = 180^\circ$

(c)  $\widehat{GLJ}$

$\widehat{GLJ}$  هو نصف دائرة،

$$m\widehat{GLH} = 360^\circ - m\widehat{GH} = 360^\circ - 122^\circ = 238^\circ$$

#### تحقق من فهمك



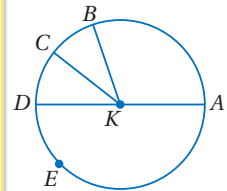
$\overline{PM}$  قطر في  $\odot R$ ، حدّد ما إذا كان كلٌّ من الأقواس الآتية قوساً أكبر أو أصغر أو نصف دائرة، ثم أوجد قياسه.

(2A)  $\widehat{MQ}$  (2B)  $\widehat{MNP}$  (2C)  $\widehat{MNQ}$

## قراءة الرياضيات

### الرمز

يقرأ الرمز  $\widehat{\quad}$  القوس في الدائرة أدناه  $\widehat{AB}$  يقرأ القوس  $AB$ ، أما  $\widehat{AEC}$  فيقرأ القوس  $AEC$ ، وكذلك  $\widehat{AED}$  فيقرأ القوس  $AED$ .

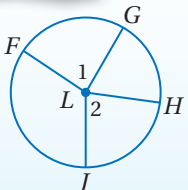


**الأقواس المتطابقة** هي الأقواس التي تقع في الدائرة نفسها، أو في دائرتين متطابقتين، ويكون لها القياس نفسه.

## نظرية 4.1

أضف إلى

مطوبتك



**التعبير اللفظي:** في الدائرة نفسها أو في دائرتين متطابقتين، يكون القوسان متطابقين، إذا وفقط إذا كانت الزاويتان المركزيتان المقابلتان لهما متطابقتين.

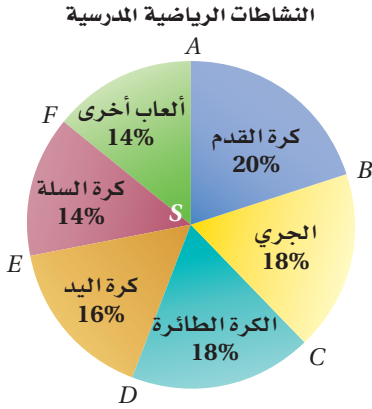
مثال: إذا كانت  $\angle 1 \cong \angle 2$ ، فإن  $\widehat{FG} \cong \widehat{HJ}$ .

إذا كان  $\widehat{FG} \cong \widehat{HJ}$ ، فإن  $\angle 1 \cong \angle 2$ .

ستبرهن النظرية 4.1 في السؤال 44

إيجاد قياس القوس من القطاعات الدائرية

رياضة: استعمل التمثيل بالقطاعات الدائرية المجاور، لإيجاد كل من القياسات الآتية:



(a)  $m\widehat{CD}$

$\widehat{CD}$  هو قوس أصغر.

إذن  $m\widehat{CD} = m\angle CSD$

$\angle CSD$  تُمثّل 18% من الكل أو 18% من الدائرة.

$m\angle CSD = 0.18(360^\circ)$  إيجاد 18% من 360°

بالتبسيط

$= 64.8^\circ$

(b)  $m\widehat{BC}$

النسبتان المئويتان للكرة الطائرة والجري متساويتان؛ إذن الزاويتان المركزيتان متطابقتان. والقوسان المقابلان لهما متطابقان.

$m\widehat{BC} = m\widehat{CD} = 64.8^\circ$

تحقق من فهمك ✓

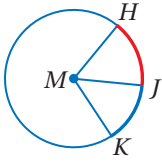
$m\widehat{FA}$  (3B)

$m\widehat{EF}$  (3A)



الربط مع الحياة

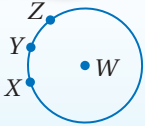
عُرِفَت لعبة كرة الطائرة لأول مرة في الولايات المتحدة الأمريكية، ثم انتقلت إلى كندا عام 1900 م، لتصبح بعد ذلك من أكثر الرياضات شعبية في العالم.



الأقواس المتجاورة هي أقواس في الدائرة تشترك مع بعضها في نقطة واحدة فقط.  $\widehat{HJ}$ ،  $\widehat{JK}$  قوسان متجاوران في  $\odot M$ ، وكما هي الحال في الزوايا المتجاورة، يمكنك جمع قياس الأقواس المتجاورة.

أضف إلى

مطويتك



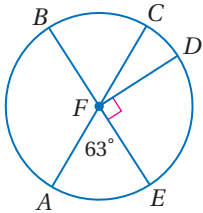
مسألة 4.1 مسلّمة جمع الأقواس

التعبير اللفظي: قياس القوس المتكوّن من قوسين متجاورين يساوي مجموع قياسَي هذين القوسين.

مثال:  $m\widehat{XZ} = m\widehat{XY} + m\widehat{YZ}$

إيجاد قياس القوس باستعمال مسلّمة جمع الأقواس

مثال 4



أوجد كلاً من القياسات الآتية في  $\odot F$ :

(a)  $m\widehat{AD}$

مسلّمة جمع الأقواس

$m\widehat{AD} = m\widehat{AE} + m\widehat{ED}$

$m\widehat{AE} = m\angle AFE$ ,  $m\widehat{ED} = m\angle EFD$

$= m\angle AFE + m\angle EFD$

بالتعويض

$= 63^\circ + 90^\circ = 153^\circ$

(b)  $m\widehat{ADB}$

مسلّمة جمع الأقواس

$m\widehat{ADB} = m\widehat{AE} + m\widehat{EDB}$

$m\widehat{EDB} = 180^\circ$ ؛ إذن: نصف دائرة؛

$= 63^\circ + 180^\circ = 243^\circ$

تحقق من فهمك ✓

$m\widehat{ABD}$  (4B)

$m\widehat{CE}$  (4A)



**طول القوس:** طول القوس هو المسافة على الدائرة بين نقطتي طرفيه، ويُقاس بوحدات الطول، وبما أن القوس جزء من الدائرة، فإن طوله جزءٌ من محيطها.

**تنبيه!**

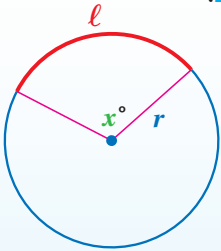
**طول القوس:**

يُعطى طول القوس بوحدات الطول مثل السنتيمترات، أما قياس القوس فيعطى بالدرجات.

أضف إلى مطوبتك

**طول القوس**

**مفهوم أساسي**



**التعبير اللفظي:** إذا كان طول القوس يساوي  $l$  ومحيط الدائرة يساوي  $2\pi r$ ،

وقياس القوس بالدرجات يساوي  $x^\circ$  فإن نسبة **طول**

**القوس** إلى **محيط الدائرة** يساوي نسبة

**قياس القوس بالدرجات** إلى  $360^\circ$

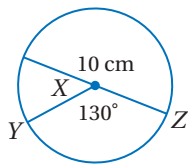
$$\frac{l}{2\pi r} = \frac{x^\circ}{360^\circ} \quad \text{الرموز:}$$

$$l = \frac{x^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi r \quad \text{أي أن:}$$

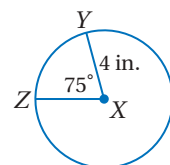
**إيجاد طول القوس**

**مثال 5**

أوجد طول  $\widehat{ZY}$  في كلٍّ ممَّا يأتي مقربًا إلى أقرب جزءٍ من مئة:



(b)



(a)

صيغة طول القوس  $l = \frac{x^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi r$

صيغة طول القوس  $l = \frac{x^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi r$

بالتعويض  $= \frac{130^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi(10)$

بالتعويض  $= \frac{75^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi(4)$

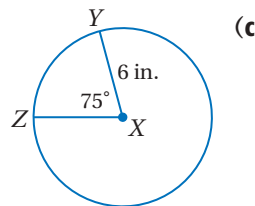
باستعمال الحاسبة  $\approx 11.34 \text{ cm}$

باستعمال الحاسبة  $\approx 5.24 \text{ in}$

صيغة طول القوس  $l = \frac{x^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi r$

بالتعويض  $= \frac{75^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi(6)$

باستعمال الحاسبة  $\approx 7.85 \text{ in}$

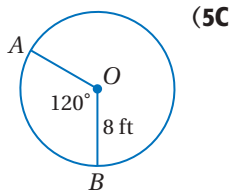


(c)

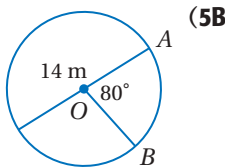
لاحظ أن  $\widehat{ZY}$  له القياس نفسه في المثالين 5a، 5c، ويساوي  $75^\circ$ ، إلا أن لهما طولين مختلفين؛ بسبب وجودهما في دائرتين نصفًا قطريهما مختلفان.

**تحقق من فهمك**

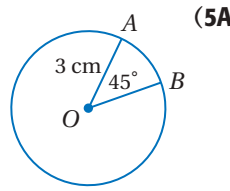
أوجد طول  $\widehat{AB}$  في كلٍّ ممَّا يأتي مقربًا إلى أقرب جزءٍ من مئة:



(5C)



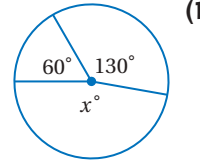
(5B)



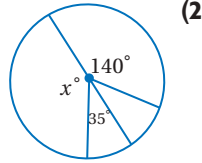
(5A)

أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ من الشكلين الآتيين:

المثال 1



(1)

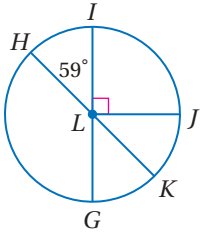


(2)

حدد ما إذا كان كل قوس فيما يأتي قوسًا أكبر أو أصغر أو نصف دائرة، ثم أوجد قياسه.

المثال 2

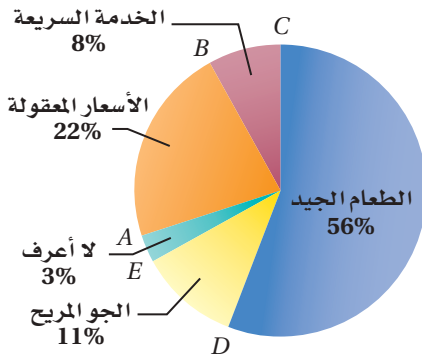
(3)  $\widehat{IHJ}$  (4)  $\widehat{HI}$  (5)  $\widehat{HGK}$



ما يطلبه رواد المطاعم

المطاعم: يعرض الشكل المجاور نتائج استطلاع حول ما يطلبه رواد المطاعم.

المثال 3



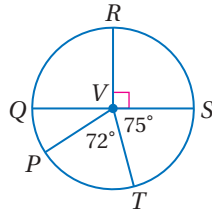
(a) أوجد  $m\widehat{AB}$ .

(b) أوجد  $m\widehat{BC}$ .

(c) صف نوع قوس قطاع الطعام الجيد.

المثال 4

أوجد كلًّا من القياسات الآتية:



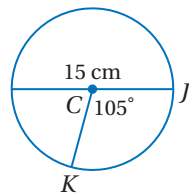
(7)  $m\widehat{STP}$

(8)  $m\widehat{QRT}$

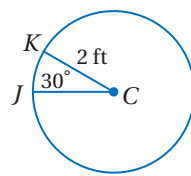
(9)  $m\widehat{PQR}$

أوجد طول  $\widehat{JK}$  مقربًا إلى أقرب جزءٍ من مئةٍ في كلٍّ من السؤالين الآتيين:

المثال 5



(11)

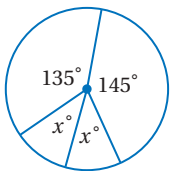


(10)

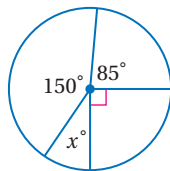
## تدرب وحل المسائل

أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ مما يأتي:

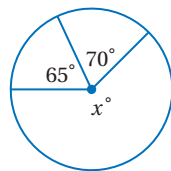
المثال 1



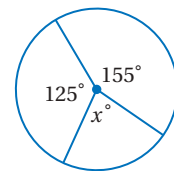
(15)



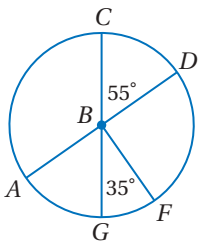
(14)



(13)



(12)



المثال 2  
 $\odot B$ ، حدّد ما إذا كان كل قوسٍ ممّا يأتي قوسًا أكبر أو أصغر أو نصف دائرة، ثم أوجد قياسه.

(18)  $\widehat{CG}$

(17)  $\widehat{AC}$

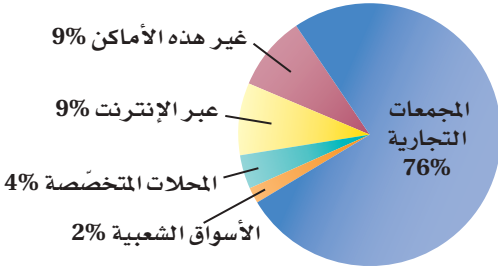
(16)  $\widehat{CD}$

(21)  $\widehat{ACF}$

(20)  $\widehat{GCF}$

(19)  $\widehat{CGD}$

أفضل الأماكن لشراء الملابس

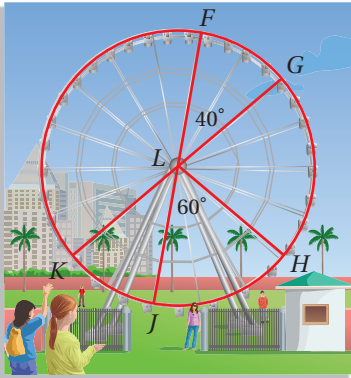


المثال 3  
**22 تسوق:** يعرض الشكل المجاور نتائج استطلاع حول المكان المفضل لشراء الملابس، شمل مجموعة من الشباب.

(a) ما قياس القوس المقابل لفئة التسوق في كلٍّ من المجمعات التجارية والمحلات المتخصصة؟

(b) صفّ نوع القوس المقابل لفئة المجمعات التجارية وفئة الأسواق الشعبية.

(c) هل توجد أقواس متطابقة في هذا الشكل؟ وضح إجابتك.



المثالان 2, 4  
**تسليّة:** استعمل العجلة الدوارة في الشكل المجاور، لإيجاد كلٍّ من القياسات الآتية:

(24)  $m\widehat{JH}$

(23)  $m\widehat{FG}$

(26)  $m\widehat{JFH}$

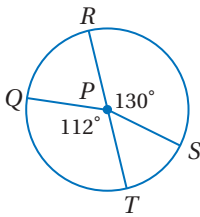
(25)  $m\widehat{JKF}$

(28)  $m\widehat{GHK}$

(27)  $m\widehat{GHF}$

(30)  $m\widehat{JKG}$

(29)  $m\widehat{HK}$



المثال 5  
 $\odot P$ ، أوجد طول كل قوس ممّا يأتي مقرّبًا إجابتك إلى أقرب جزء من مئة.

(31)  $\widehat{RS}$ ، إذا كان نصف القطر يساوي 2 in.

(32)  $\widehat{QT}$ ، إذا كان القطر يساوي 9 cm.

(33)  $\widehat{QR}$ ، إذا كان  $PS = 4$  mm.

(34)  $\widehat{QRS}$ ، إذا كان  $RT = 11$  ft.



الربط مع الحياة

تعد ساعة مكة المكرمة أكبر ساعة في العالم، إذ يزيد قطر واجهتها عن 40 m، ويبلغ طول عقرب الدقائق 22 m، وطول عقرب الساعات 17 m، وتبلغ كتلة كل منهما 6 أطنان تقريبًا.

ساعات: يعرض الشكل المجاور الساعة التي وردت في فقرة "لماذا؟" في بداية هذا الدرس.

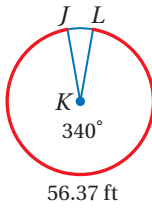
(35) ما قياس الزاوية المركزية الصغرى المحصورة بين عقربي الساعات والدقائق؟ فسّر الطريقة التي توصلت بها إلى إجابتك.

(36) إذا تضاعف قطر الدائرة، فما تأثير ذلك في طول القوس الأصغر بين الرقم 1، والرقم 12؟

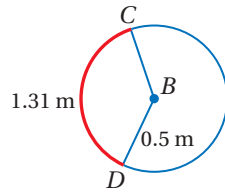


أوجد قياس كل ممّا يأتي مقربًا الأطوال إلى أقرب جزء من مئة وقياسات الأقواس إلى أقرب درجة.

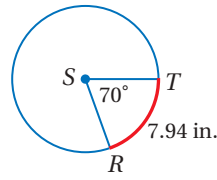
(39) نصف قطر  $K$



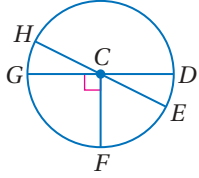
(38)  $m\widehat{CD}$



(37) محيط  $S$



**جبر:** في  $\odot C$ ، إذا كان  $m\angle HCG = (2x)^\circ$ ،  $m\angle HCD = (6x + 28)^\circ$ ، فأوجد قياس كل ممّا يأتي:

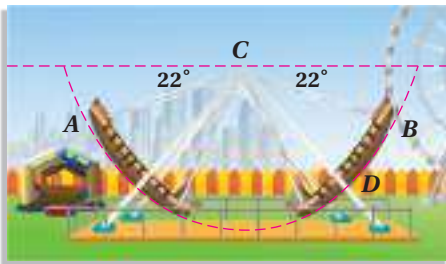


(42)  $m\widehat{HGF}$

(41)  $m\widehat{HD}$

(40)  $m\widehat{EF}$

(43) **ألعاب:** يأخذ مسار لعبة السفينة في مدينة ألعاب شكل نصف دائرة كما في الشكل المجاور.



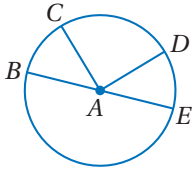
(a) أوجد  $m\widehat{AB}$

(b) إذا كان  $CD = 62$  ft، فما طول  $\widehat{AB}$ ؟ قرب إجابتك إلى أقرب جزء من مئة.

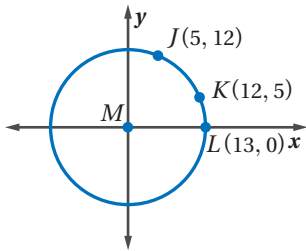
(44) **برهان:** اكتب برهانًا ذا عمودين للنظرية 4.1.

المعطيات:  $\angle BAC \cong \angle DAE$

المطلوب:  $\widehat{BC} \cong \widehat{DE}$



(45) **هندسة إحداثية:** تُمثّل النقطة  $M$  نقطة الأصل في الشكل المجاور. أوجد كلاً ممّا يأتي في  $\odot M$ ، مقربًا الأطوال إلى أقرب جزء من مئة، وقياسات الأقواس إلى أقرب عُشر درجة.



(c)  $m\widehat{JK}$

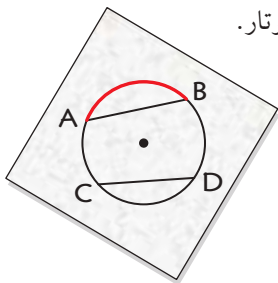
(b)  $m\widehat{KL}$

(a)  $m\widehat{JL}$

(e) طول  $\widehat{JK}$

(d) طول  $\widehat{JL}$

(46) **تمثيلات متعددة:** في هذا السؤال ستستقصي العلاقة بين الأقواس والأوتار.

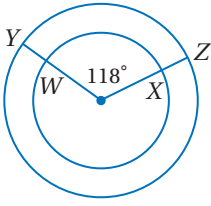


(a) **هندسيًا:** ارسم دائرة فيها وتران متطابقان مثل  $\overline{AB}$ ،  $\overline{CD}$ ، حدّد مركز هذه الدائرة. كرّر العملية مع دائرتين أخريين ووترين متطابقين في كلٍّ منهما، على أن تكون أطوال الأوتار في الدوائر الثلاث مختلفة.

(b) **حسيًا:** قُصّ ثلاث قطع من الورق الشفاف أكبر من كلٍّ من الدوائر الثلاث، ثم ثبت ورقة شفافة من منتصفها مستعملًا دبّوسًا عند مركز كل دائرة، ارسم القوس المقابل لأحد الوترين في كل دائرة على الورقة الشفافة، ثم قم بتدوير قطعة الورق الشفاف حول الدبّوس؛ لمقارنة طول القوس الذي رسمته بطول القوس المقابل للوتر الآخر.

(c) **لفظيًا:** ضع تخمينًا حول العلاقة بين الأقواس التي تقابل أوتارًا متطابقة في الدائرة.

## مسائل مهارات التفكير العليا



47 **اكتشف الخطأ:** يقول إبراهيم: إن  $\widehat{WX}$ ,  $\widehat{YZ}$  متطابقان؛ لأن زاويتيهم المركزيتين متطابقتان، بينما يقول سالم: إنهما غير متطابقتين. هل أيٌّ منهما على صواب؟ برّر إجابتك.

**تبرير:** حدّد ما إذا كانت كلٌّ من العبارات الآتية صحيحة دائماً أو أحياناً أو ليست صحيحة أبداً. برّر إجابتك.

48 قياس القوس الأصغر أقل من  $180^\circ$ .

49 إذا كانت الزاوية المركزية منفرجة، فإن القوس المقابل لها قوس أكبر.

50 يعتمد مجموع قياسيّ قوسين متجاورين في دائرة، على قياس نصف قطر تلك الدائرة.

51 **مسألة مفتوحة:** ارسم دائرةً وعيّن عليها ثلاث نقاط، قدّر قياس الأقواس الثلاثة الناتجة وغير المتداخلة، ثم استعمل المنقلة لإيجاد قياس كلٍّ منها، واكتب على كل قوس قياسه.

52 **تحّد:** تشير عقارب ساعة إلى 8:10، ما قياس الزاوية المقابلة للقوس الأصغر بين عقربي الساعة؟

53 **اكتب:** صِف الأنواع الثلاثة للأقواس في الدائرة، وطريقة إيجاد قياس كلٍّ منها.

## تدريب على اختبار

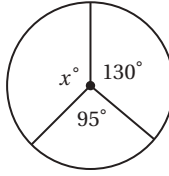
54 أوجد قيمة  $x$ ؟

A 120

B 135

C 145

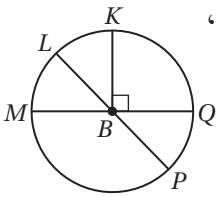
D 160



55 في  $\odot B$ ، إذا كان:  $m\angle LBM = (3x)^\circ$ ،

$m\angle LBQ = (4x + 61)^\circ$

فما قياس  $\angle PBQ$ ؟



## مراجعة تراكمية

عُد إلى  $\odot J$  في الشكل المجاور للإجابة عن كلٍّ من الأسئلة الآتية: (مهارة سابقة)

56 سمّ مركز الدائرة.

57 عيّن وترًا يكون قطرًا أيضًا.

58 إذا كان  $LN = 12.4$ ، فأوجد  $JM$ ؟

مثّل بيانيًا المضلع المعطاه إحداثيات رؤوسه، ثم مثّل صورته الناتجة عن تمددٍ مركزه نقطة الأصل ومعامله  $k$  المُعطى في كلٍّ من

السؤالين الآتيين: (مهارة سابقة)

60  $k = 0.25$ ؛  $A(-4, 4)$ ،  $B(4, 4)$ ،  $C(4, -4)$ ،  $D(-4, -4)$

59  $k = 3$ ؛  $X(-1, 2)$ ،  $Y(2, 1)$ ،  $Z(-1, -2)$

## استعد للدرس اللاحق

أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ مما يأتي:

63  $30^2 + 35^2 = x^2$

62  $x^2 + 5^2 = 13^2$

61  $24^2 + x^2 = 26^2$

# الأقواس والأوتار

## Arcs and Chords

رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa



لماذا؟

يستعمل الخياطون إطارًا دائريًا لشد الأقمشة ثم تطريز الزخارف عليها. ويظهر الشكل المجاور إطارًا دائريًا، مثبتًا عليه تطريز على شكل نجمة، ويمثل كل رأسين متجاورين من رؤوس النجمة نهائي قوس في الدائرة، أو نهائي وتريكون أحد أضلاع شكل سداسي رؤوسه على الدائرة.

فيما سبق:

درست استعمال العلاقات بين الأقواس والزوايا لإيجاد قياسات مختلفة.

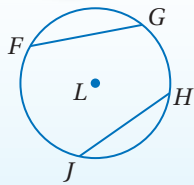
(الدرس 2-4)

والآن:

- أميز العلاقات بين الأقواس والأوتار وأستعملها.
- أميز العلاقات بين الأقواس والأوتار والأقطار وأستعملها.

أضف إلى

مطويتك



**التعبير اللفظي:** في الدائرة نفسها أو في دائرتين متطابقتين، يكون القوسان الأصغران متطابقين، إذا فقط إذا كان الوتران المناظران لهما متطابقين.

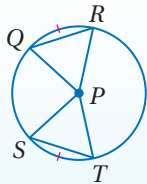
مثال:  $\overline{FG} \cong \overline{HJ}$ ، إذا فقط إذا كان  $\widehat{FG} \cong \widehat{HJ}$ .

### نظرية 4.2

ستبرهن الجزء 2 من النظرية 4.2 في السؤال 20

برهان

### نظرية 4.2 (الجزء 1: دائرة واحدة)



المعطيات:  $\widehat{QR} \cong \widehat{ST}$  في  $\odot P$ .

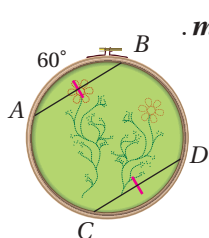
المطلوب:  $\overline{QR} \cong \overline{ST}$

البرهان:

المبررات	العبارات
(1) معطيات	(1) $\widehat{QR} \cong \widehat{ST}$ في $\odot P$
(2) إذا تطابقت الأقواس، فإن الزوايا المركزية المقابلة لها تكون متطابقة.	(2) $\angle QPR \cong \angle SPT$
(3) أنصاف أقطار الدائرة جميعها متطابقة.	(3) $\overline{QP} \cong \overline{PR} \cong \overline{SP} \cong \overline{PT}$
(4) SAS	(4) $\triangle PQR \cong \triangle PST$
(5) العناصر المتناظرة في مثلثين متطابقين متطابقة.	(5) $\overline{QR} \cong \overline{ST}$

### استعمال الأوتار المتطابقة لإيجاد قياس القوس

مثال 1



**حرف يدوية:** إذا كان:  $\widehat{AB} = 60^\circ$ ,  $\overline{AB} \cong \overline{CD}$  في الشكل المجاور، فأوجد  $m\widehat{CD}$ .

$\overline{AB}$ ,  $\overline{CD}$  وتران متطابقان؛ إذن القوسان المقابلان لهما  $\widehat{AB}$ ,  $\widehat{CD}$  متطابقان أي أن:  $m\widehat{AB} = m\widehat{CD} = 60^\circ$

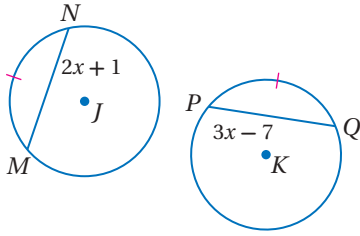
تحقق من فهمك

(1) إذا كان  $m\widehat{AB} = 78^\circ$  في الشكل أعلاه، فأوجد  $m\widehat{CD}$ .



## مثال 2

### استعمال الأقواس المتطابقة لإيجاد أطوال الأوتار



**جبر:** إذا كان:  $\odot J \cong \odot K$ ,  $\widehat{MN} \cong \widehat{PQ}$ ، فأوجد  $PQ$ .

$\widehat{MN}$ ,  $\widehat{PQ}$  قوسان متطابقان في دائرتين متطابقتين؛  
لذا فإن الوترين  $\overline{MN}$ ,  $\overline{PQ}$  متطابقان.

تعريف القطع المتطابقة  $MN = PQ$

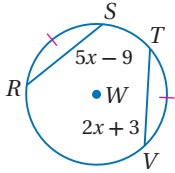
بالتعويض  $2x + 1 = 3x - 7$

بالتبسيط  $8 = x$

إذن:  $PQ = 3(8) - 7 = 17$ .

**تحقق من فهمك**

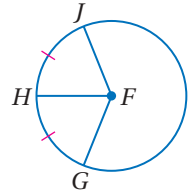
(2) في  $\odot W$ ، إذا كان  $\widehat{RS} \cong \widehat{TV}$ ، فأوجد  $RS$ .



## إرشادات للدراسة

منصف القوس:

في الشكل الآتي  $\overline{FH}$  منصف للقوس  $\widehat{JHG}$ .



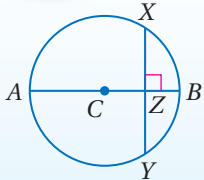
## نظريات

أضف إلى

مطويتك

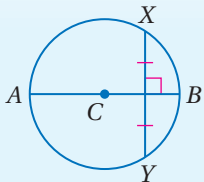
**4.3** إذا كان قطر (أو نصف قطر) الدائرة عمودياً على وتر فيها، فإنه يُنصف ذلك الوتر، ويُنصف قوسه.

مثال: إذا كان القطر  $\overline{AB}$  عمودياً على  $\overline{XY}$  في النقطة  $Z$ ، فإن:  $\overline{XZ} \cong \overline{ZY}$ ,  $\overline{XB} \cong \overline{BY}$ .



**4.4** العمود المنصف لوتر في الدائرة هو قطر (أو نصف قطر) لها.

مثال: إذا كان  $\overline{AB}$  عموداً منصفاً للوتر  $\overline{XY}$ ، فإن  $\overline{AB}$  قطر في  $\odot C$ .



ستبرهن النظريتين 4.3, 4.4 في السؤالين 21, 23 على الترتيب

## مثال 3

### استعمال نصف القطر العمودي على الوتر

في  $\odot S$ ، إذا كان  $m\widehat{PR} = 98^\circ$ ، فأوجد  $m\widehat{PQ}$ .

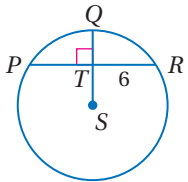
نصف القطر  $\overline{SQ}$  يعامد الوتر  $\overline{PR}$ ؛ لذا وبحسب النظرية 4.3 فإن

$\overline{SQ}$  يُنصف  $\widehat{PR}$ ؛ إذن  $m\widehat{PQ} = m\widehat{QR}$

$m\widehat{PQ} = \frac{m\widehat{PR}}{2} = \frac{98^\circ}{2} = 49^\circ$

**تحقق من فهمك**

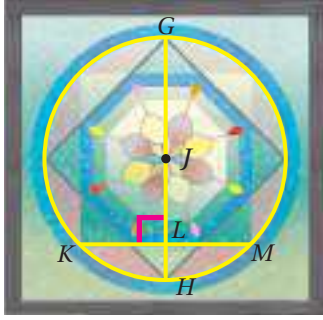
(3) أوجد  $PR$  في  $\odot S$ .



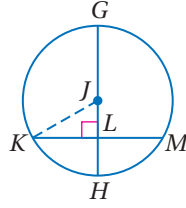


الربط مع الحياة

عند صناعة الزجاج الملون، يتم تسخينه حتى درجة حرارة  $2000^{\circ}$ ، حتى يصبح لزجاً، ثم تضاف أكاسيد بعض المعادن فتكسبه لوناً.



**زجاج ملون:** يبين الشكل المجاور تصميمًا على نافذة ذات زجاج ملون، إذا كان  $\overline{GH}$  قطرًا طوله  $30 \text{ in}$ ، و  $\overline{KM}$  وترًا طوله  $22 \text{ in}$ ، فأوجد  $JL$ .  
**الخطوة 1:** ارسم نصف القطر  $\overline{JK}$ .



فيتكوّن  $\triangle JKL$  القائم الزاوية.

**الخطوة 2:** أوجد  $JK, KL$ .

بما أن  $GH = 30$ ، فإن  $JH = 15 \text{ in}$ ، وبما أن أنصاف أقطار الدائرة جميعها متطابقة، فإن  $JK = 15 \text{ in}$ .

بما أن القطر  $\overline{GH}$  عمودي على  $\overline{KM}$ ، فإن  $\overline{GH}$  ينصف الوتر  $\overline{KM}$  وفق النظرية 4.3. إذن:  $KL = \frac{1}{2}(22) = 11 \text{ in}$ .

**الخطوة 3:** أوجد  $JL$  باستعمال نظرية فيثاغورس.

نظرية فيثاغورس  $KL^2 + JL^2 = JK^2$

بالتعويض  $11^2 + JL^2 = 15^2$

بالتبسيط  $121 + JL^2 = 225$

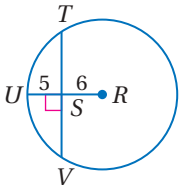
ب طرح 121 من كلا الطرفين  $JL^2 = 104$

بأخذ الجذر التربيعي الموجب لكلا الطرفين  $JL = \sqrt{104}$

إذن:  $JL = \sqrt{104} \approx 10.20 \text{ in}$

تحقق من فهمك

4) أوجد  $TV$  في  $\odot R$  مقربًا إيجابتك إلى أقرب جزء من مئة.



**إرشادات للدراسة**

رسم القطع المستقيمة: يمكنك إضافة أي معلومة معروفة إلى الشكل؛ لمساعدتك على حل السؤال، ففي المثال 4، رُسم نصف القطر  $\overline{JK}$ .

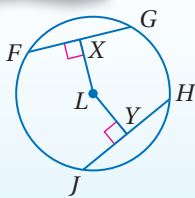
بالإضافة إلى النظرية 4.2، يمكنك استعمال النظرية الآتية؛ لتحديد ما إذا كان وتران في دائرة متطابقين.

أضف إلى

مطوبتك

نظرية 4.5

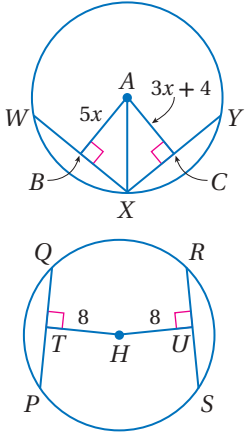
**التعبير اللفظي:** في الدائرة نفسها أو في دائرتين متطابقتين، يكون الوتران متطابقين إذا وفقط إذا كان بُعدهما عن مركز الدائرة متساويين.



مثال:  $LX = LY$  إذا وفقط إذا كان  $\overline{FG} \cong \overline{JH}$ .

ستبرهن النظرية 4.5 في السؤالين 24، 25

## مثال 5 الأوتار المتساوية البُعد عن المركز



**جبر:** في  $\odot A$  إذا كان  $WX = XY = 22$  ، فأوجد  $AB$  .  
بما أن الوترين  $\overline{WX}$  ،  $\overline{XY}$  متطابقان. فإن بعديهما عن  $A$  متساويان.  
إذن:

$$AB = AC$$

$$\text{بالتعويض} \quad 5x = 3x + 4$$

$$\text{بالتبسيط} \quad x = 2$$

$$\text{إذن} \quad AB = 5(2) = 10$$

**تحقق من فهمك** ✓

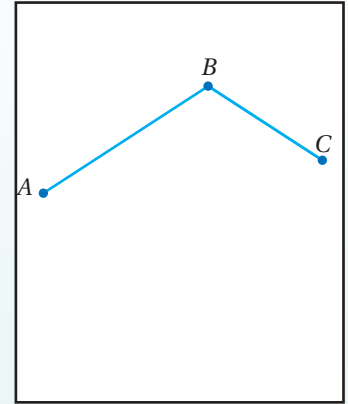
(5) في  $\odot H$  إذا كان:  $PQ = 3x - 4$  ،  $RS = 14$  ، فأوجد قيمة  $x$

يمكنك استعمال النظرية 4.4؛ لإيجاد النقطة التي تبعد مسافات متساوية عن ثلاث نقاط ليست على استقامة واحدة، أو لتعيين مركز دائرة غير معلومة المركز.

## إنشاءات هندسية

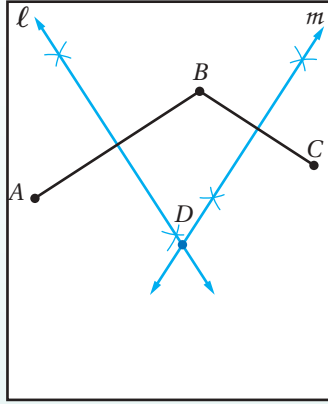
### رسم الدائرة التي تمر بثلاث نقاط ليست على استقامة واحدة

الخطوة 1:



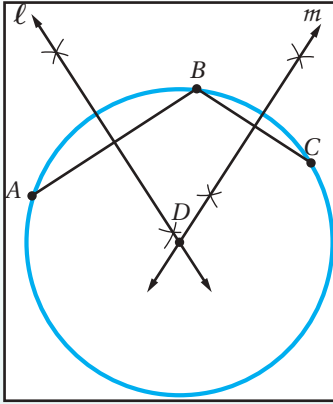
ارسم ثلاث نقاط  $A, B, C$  ليست على استقامة واحدة، ثم ارسم القطعتين المستقيمتين  $\overline{AB}$  ،  $\overline{BC}$  .

الخطوة 2:



أنشئ العمودين  $l, m$  المنصفين للقطعتين  $\overline{AB}$  ،  $\overline{BC}$  .  
وسمِّ نقطة تقاطعهما  $D$  .

الخطوة 3:

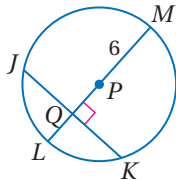
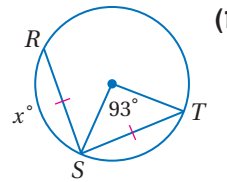
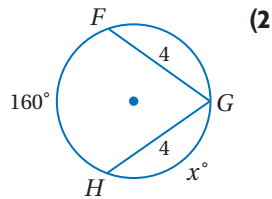
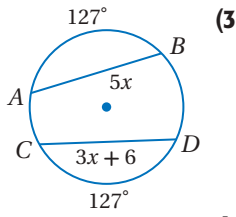


المستقيمان  $l, m$  يحويان قطرين في الدائرة المارة بالنقاط الثلاث بحسب النظرية 4.4 ، ونقطة تقاطعهما هي مركز الدائرة . ضع رأس الفرجار عند النقطة  $D$  ، وارسم دائرة تمرُّ بالنقاط  $A, B, C$  .

## تأكد

المثالان 1, 2

**جبر:** أوجد قيمة  $x$  في كلِّ مما يأتي:



في  $\odot P$  ، إذا كان:  $JK = 10$  ،  $m\widehat{JK} = 134^\circ$  ، فأوجد القياسات الآتية، مقربًا إجابتك إلى أقرب جزء من مئة إذا لزم ذلك.

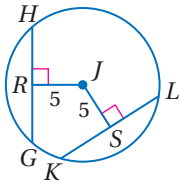
(5)  $PQ$

(4)  $m\widehat{L}$

المثالان 3, 4

المثال 5

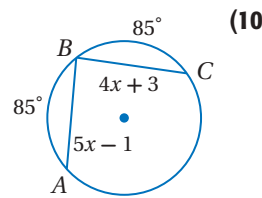
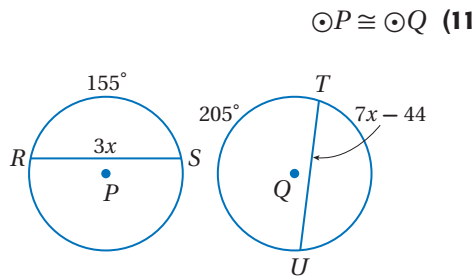
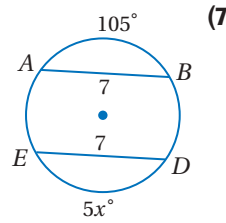
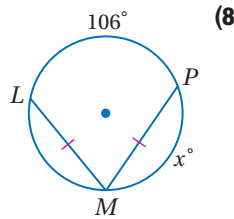
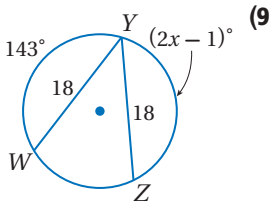
6 في  $\odot J$ ، إذا كان:  $GH = 9$ ،  $KL = 4x + 1$ ، فأوجد قيمة  $x$ .



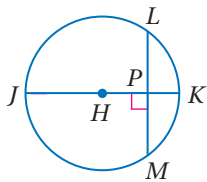
تدرب وحل المسائل

المثالان 1, 2

جبر: أوجد قيمة  $x$  في كلِّ ممَّا يأتي:



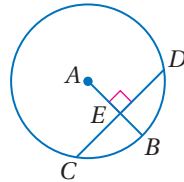
إذا كان طول قطر  $\odot H$  يساوي 18 و  $LM = 12$  و  $m\widehat{LM} = 84^\circ$ ، فأوجد القياسين الآتيين مقربًا إجابتك إلى أقرب جزء من مئة، إذا لزم ذلك.



$m\widehat{LK}$  (14)

$HP$  (15)

إذا كان طول نصف قطر  $\odot A$  يساوي 14 و  $CD = 22$ ، فأوجد القياسين الآتيين مقربًا إجابتك إلى أقرب جزء من مئة، إذا لزم ذلك.



$CE$  (12)

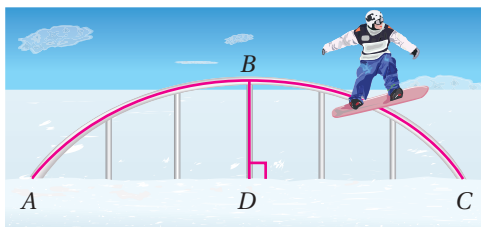
$EB$  (13)

المثالان 3, 4

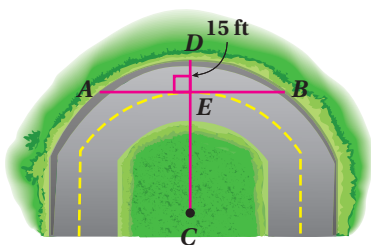


الربط مع الحياة

في مناطق التزلج، يتم تثبيت سكة تمكّن المتزلجين من القيام بحركات بهلوانية.



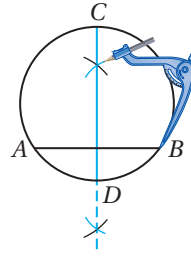
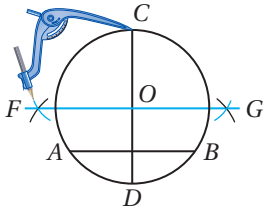
16 **تزلج:** سكة التزلج في الشكل المجاور تأخذ شكل قوس من دائرة، حيث  $\overline{BD}$  جزء من قطرها. إذا كان قياس  $\widehat{ABC}$  يساوي 32% من الدائرة الكاملة، فأوجد  $m\widehat{AB}$ ؟



17 **طرق:** الحافة الخارجية للطريق المنحنية المبيّنة في الشكل المجاور جزء من  $\odot C$  التي نصف قطرها 88 ft. أوجد  $AB$  مقربًا إجابتك إلى أقرب عُشر.



**(28) تحدُّ:** الإنشاء الهندسي أدناه يوضح طريقة تعيين مركز دائرة معطاة.



**الخطوة 2:** أنشئ العمود المنصف للوتر  $\overline{CD}$  وسمِّه  $\overline{FG}$ . سمِّ نقطة تقاطع العمودين  $O$ .

**الخطوة 1:** ارسم الوتر  $\overline{AB}$ ، وأنشئ العمود المنصف للوتر  $\overline{AB}$  وسمِّه  $\overline{CD}$ .

(a) استعمل البرهان غير المباشر لإثبات أن  $\overline{CD}$  يمرُّ بمركز الدائرة، مفترضاً أن مركز الدائرة لا يقع على  $\overline{CD}$ .  
(b) أثبت أن  $O$  هي مركز الدائرة.

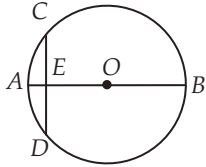
**(29) اكتب:** إذا أصبح قياس قوس في دائرة ثلاثة أمثال قياسه الأصلي، فهل يصبح طول الوتر المقابل لهذا القوس الجديد ثلاثة أمثال طول الوتر المقابل للقوس الأصلي؟ ارسم شكلاً يؤيِّد استنتاجك.

### إرشادات للدراسة

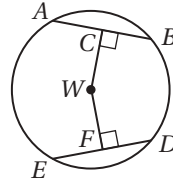
**البرهان غير المباشر:**  
تذكّر أن البرهان غير المباشر هو برهان بالتناقض تفترض فيه أن المطلوب غير صحيح، ثم تصل إلى نتيجة تناقض المعطيات أو حقيقة مثبتة من قبل أو مسلمة أو تعريف.

### تدريب على اختبار

**(31) في  $\odot O$ ،  $\overline{AB}$  قطر عمودي على الوتر  $\overline{CD}$ ، ويقطعه في النقطة  $E$ ، إذا كان:  $AE = 2$ ،  $OB = 10$ ، فما طول  $\overline{CD}$ ؟**



- 4 **A**  
6 **B**  
8 **C**  
12 **D**

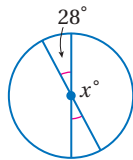


**(30) إذا كان:  $ED = 30$ ،  $ED = 30$ ،  $CW = WF$ ، فأوجد  $DF$ ؟**

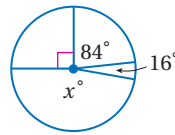
- 60 **A**  
45 **B**  
30 **C**  
15 **D**

### مراجعة تراكمية

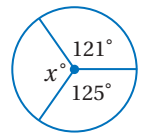
أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ ممَّا يأتي: (الدرس 2-4)



**(34)**



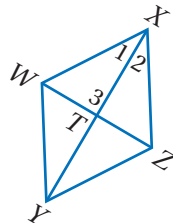
**(33)**



**(32)**

**(35) حرف يدوية:** صمّمت شيماء مخططاً لتطريز 10 ورداتٍ على قطعة قماش، فرسمت 10 أشكال خماسية منتظمة طول ضلع كلٍّ منها 3.5 in، ثم رسمت نصف دائرة على كل ضلع، فتشكّلت 10 ورداتٍ لكلٍّ منها خمس بتلات، فكم بوصة طول الشريط الذهبي الذي تحتاجه لتزيين حواف جميع الوردات؟ قرّب إجابتك إلى أقرب بوصة. (الدرس 1-4)

### استعد للدرس اللاحق



**جبر:** أجب عن السؤالين الآتيين مستعيناً بالمعین  $WXZY$ :

**(36) إذا كان:  $m\angle 3 = (y^2 - 31)^\circ$ ، فأوجد  $y$ .**

**(37) إذا كان:  $m\angle XZY = 56^\circ$ ، فأوجد  $m\angle YWZ$ .**



# الزوايا المحيطية Inscribed Angles

لماذا؟

فيما سبق:

درست إيجاد قياس الزوايا الداخلية للمضلعات.

(مهارة سابقة)

والآن:

■ أجد قياسات الزوايا المحيطية.

■ أجد قياسات زوايا المضلعات المحاطة بدائرة.

المفردات:

الزاوية المحيطية

inscribed angle

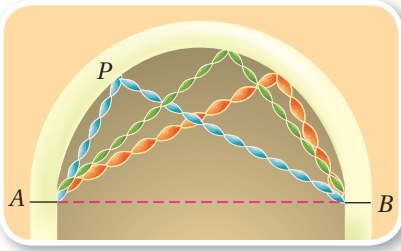
القوس المقابل

intercepted arc

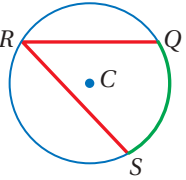
رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa



يعلو مدخل قاعة احتفالات قوس على شكل نصف دائرة. زُين هذا المدخل بأشرطة ملونة، بحيث تُثبت أحد طرفي كل شريط عند النقطة A، والطرف الآخر عند النقطة B. ثم رفعت الأشرطة، وتم تثبيت كل منها عند نقطة مختلفة على القوس مثل P، كما في الشكل المجاور. لاحظ أن الزوايا المتكوّنة من هذه الأشرطة تبدو متطابقة، بغض النظر عن موقع النقطة P.



**الزوايا المحيطية:** الزاوية المحيطية هي زاوية يقع رأسها على الدائرة، ويحتوي ضلعاها على وترين في الدائرة. فالزاوية QRS هي زاوية محيطية في  $\odot C$ .

**القوس المقابل** للزاوية المحيطية هو قوس يقع داخل الزاوية المحيطية، ويقع طرفاه على ضلعيها. القوس الأصغر QS في  $\odot C$  هو القوس المقابل للزاوية QRS.

توجد ثلاث حالات للزاوية المحيطية في الدائرة.

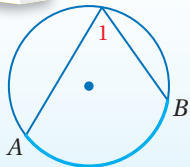
الحالة الأولى	الحالة الثانية	الحالة الثالثة
يقع مركز الدائرة P على أحد ضلعي الزاوية المحيطية.	يقع مركز الدائرة P داخل الزاوية المحيطية.	يقع مركز الدائرة P خارج الزاوية المحيطية.

في الحالة الأولى يكون أحد ضلعي الزاوية المحيطية قطرًا للدائرة

والنظرية الآتية صحيحة لهذه الحالات الثلاث جميعها.

أضف إلى

مطويتك

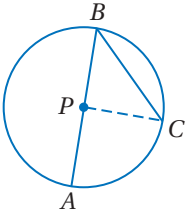


**نظرية 4.6** نظرية الزاوية المحيطية  
التعبير اللفظي: قياس الزاوية المحيطية يساوي نصف قياس القوس المقابل لها.

$$m\angle 1 = \frac{1}{2} m\widehat{AB}, m\widehat{AB} = 2m\angle 1$$

مثال:

ستبرهن النظرية 4.6 للحالتين الثانية والثالثة للزاوية المحيطية في السؤالين 28, 29 على الترتيب



المعطيات:  $\angle B$  محيطية في  $\odot P$ .

المطلوب:  $m\angle B = \frac{1}{2}m\widehat{AC}$

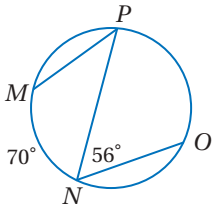
البرهان: تعلم أن  $\angle B$  محيطية في  $\odot P$ ، وأن  $\overline{PB}$  نصف قطر في  $\odot P$ .

ارسم نصف قطر آخر  $\overline{PC}$  حيث إن كل نقطتين تحددان مستقيماً واحداً، وهذا سيقودنا إلى:

المبررات	العبارات
(1) أنصاف أقطار الدائرة جميعها متطابقة.	(1) $\overline{PB} \cong \overline{PC}$
(2) تعريف المثلث المتطابق الضلعين.	(2) $\triangle PBC$ متطابق الضلعين.
(3) نظرية المثلث المتطابق الضلعين	(3) $m\angle B = m\angle C$
(4) نظرية الزاوية الخارجية	(4) $m\angle APC = m\angle B + m\angle C$
(5) بالتعويض (من الخطوة 3 في الخطوة 4 ثم الجمع)	(5) $m\angle APC = 2m\angle B$
(6) تعريف قياس القوس	(6) $m\widehat{AC} = m\angle APC$
(7) بالتعويض (من الخطوة 5 في الخطوة 6)	(7) $m\widehat{AC} = 2m\angle B$
(8) خاصية التماثل للمساواة	(8) $2m\angle B = m\widehat{AC}$
(9) خاصية القسمة للمساواة	(9) $m\angle B = \frac{1}{2}m\widehat{AC}$

## مثال 1

## استعمال الزوايا المحيطية لإيجاد قياسات



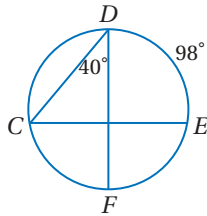
أوجد القياسين الآتين مستعملاً الشكل المجاور:

$m\angle P$  (a)  $m\widehat{PO}$  (b)

$$m\widehat{PO} = 2m\angle N \\ = 2(56^\circ) = 112^\circ$$

$$m\angle P = \frac{1}{2}m\widehat{MN} \\ = \frac{1}{2}(70^\circ) = 35^\circ$$

تحقق من فهمك



أوجد القياسات الآتية مستعملاً الشكل المجاور:

$m\angle C$  (1B)  $m\widehat{CF}$  (1A)

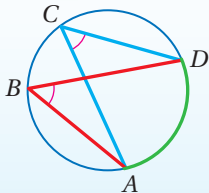
هناك علاقة بين الزاويتين المحيطيتين اللتين تقابلان القوس نفسه في دائرة.

أضف إلى

مطويتك

## نظرية 4.7

التعبير اللفظي: إذا قابلت زاويتان محيطيتان في دائرة القوس نفسه أو قوسين متطابقين، فإن الزاويتين تكونان متطابقتين.

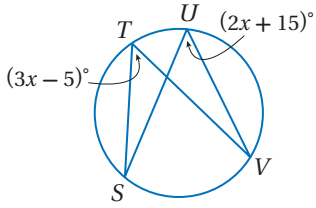


مثال:  $\angle B, \angle C$  تقابلان  $\widehat{AD}$ ، إذن  $\angle B \cong \angle C$ .

ستبرهن النظرية 4.7 في السؤال 30

## مثال 2

### استعمال الزوايا المحيطية لإيجاد قياسات



جبر: أوجد  $m\angle T$  مستعملًا الشكل المجاور.

$$\widehat{SV} \text{ تعريف تطابق الزوايا } \angle T \cong \angle U$$

$$\text{بالتعويض } m\angle T = m\angle U$$

$$\text{بالتبسيط } 3x - 5 = 2x + 15$$

$$x = 20$$

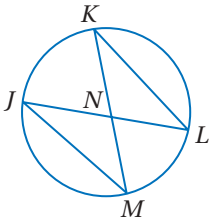
$$\text{إذن: } m\angle T = (3(20) - 5)^\circ = 55^\circ$$

تحقق من فهمك

(2) إذا كان:  $m\angle V = (x + 16)^\circ$ ،  $m\angle S = (3x)^\circ$ ، فأوجد  $m\angle S$  مستعملًا الشكل أعلاه.

## مثال 3

### استعمال الزوايا المحيطية في البراهين



اكتب برهانًا ذا عمودين.

المعطيات:  $\widehat{JM} \cong \widehat{KL}$

المطلوب:  $\triangle JMN \cong \triangle KLN$

البرهان:

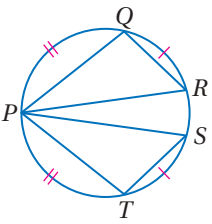
المبررات	العبارات
(1) معطيات	$\widehat{JM} \cong \widehat{KL}$ (1)
(2) إذا كانت الأقواس متطابقة؛ فإن الأوتار المقابلة لها تكون متطابقة أيضًا.	$\overline{JM} \cong \overline{KL}$ (2)
(3) تعريف القوس المقابل.	$\angle M$ تقابل $\widehat{JK}$ (3)
(4) الزوايا المحيطية التي تقابل القوس نفسه تكون متطابقة.	$\angle L$ تقابل $\widehat{JK}$ (4)
(5) الزوايا المتقابلة بالرأس تكون متطابقة.	$\angle M \cong \angle L$ (5)
(6) AAS	$\angle JNM \cong \angle KNL$ (6)
	$\triangle JMN \cong \triangle KLN$ (6)

تحقق من فهمك

(3) اكتب برهانًا ذا عمودين:

المعطيات:  $\widehat{QR} \cong \widehat{ST}$ ،  $\widehat{PQ} \cong \widehat{PT}$

المطلوب:  $\triangle PQR \cong \triangle PTS$



### إرشادات للدراسة

المضلع المحاطة بدائرة:

يكون المضلع محاطًا بدائرة، إذا وقعت رؤوسه جميعها على الدائرة نفسها.

زوايا المضلع المحاطة بدائرة: للمثلثات والأشكال الرباعية المحاطة بدائرة خصائص خاصة.

أضف إلى

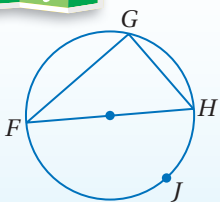
مطويتك

## النظرية 4.8

التعبير اللفظي: تقابل الزاوية المحيطية في مثلث قطرًا أو نصف دائرة، إذا وقطع إذا كانت هذه الزاوية قائمة.

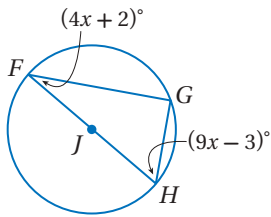
مثال: إذا كانت  $\widehat{FJH}$  نصف دائرة، فإن  $m\angle G = 90^\circ$ .

إذا كان  $m\angle G = 90^\circ$ ، فإن  $\widehat{FJH}$  هي نصف دائرة، ويكون  $\overline{FH}$  قطرًا فيها.



ستبرهن النظرية 4.8 في السؤال 31

### مثال 4 إيجاد قياسات زوايا المثلث المحاط بدائرة



**جبر:** أوجد  $m\angle F$  مستعملًا الشكل المجاور.

$\triangle FGH$  قائم الزاوية؛ لأن  $\angle G$  محيطية تقابل نصف دائرة.

نظرية مجموع زوايا المثلث  $m\angle F + m\angle G + m\angle H = 180^\circ$

بالتعويض  $(4x + 2)^\circ + 90^\circ + (9x - 3)^\circ = 180^\circ$

بالتبسيط  $(13x)^\circ + 89^\circ = 180^\circ$

ب طرح 89 من كلا الطرفين  $13x = 91$

بقسمة كلا الطرفين على 13  $x = 7$

إذن:  $m\angle F = (4(7) + 2)^\circ = 30^\circ$ .

#### تحقق من فهمك

(4) إذا كان  $m\angle F = (7x + 2)^\circ$ ,  $m\angle H = (17x - 8)^\circ$ ، فأوجد قيمة  $x$  مستعملًا الشكل أعلاه.

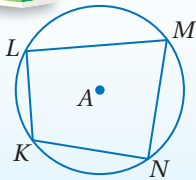
يمكنك إحاطة مختلف أنواع المثلثات، بما فيها المثلث القائم الزاوية بدائرة إلا أن أنواعًا معينة فقط من الأشكال الرباعية يمكنك إحاطتها بدائرة.

#### إرشادات للدراسة

**الأشكال الرباعية:**  
يمكن إثبات نظرية 4.9، بإثبات أن القوسين المقابلين لكل زاويتين متقابلتين في الشكل الرباعي المحاط بدائرة يكونان دائرة كاملة.

أضف إلى

مطوبتك



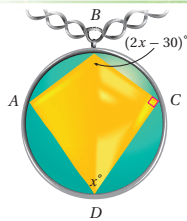
**التعبير اللفظي:** إذا كان الشكل الرباعي محاطًا بدائرة، فإن كل زاويتين متقابلتين فيه متكاملتان.

**مثال:** إذا كان الشكل الرباعي  $KLMN$  محاطًا بـ  $\odot A$ ، فإن  $\angle L, \angle N$  متكاملتان و  $\angle K, \angle M$  متكاملتان أيضًا.

سوف تَبْرهن النظرية 4.9 في السؤال 27

### نظرية 4.9

### إيجاد قياسات الزوايا



**مجوهرات:** يحتوي العقد الظاهر في الشكل على جوهرة بصورة مضلع رباعي محاط بدائرة، أوجد  $m\angle A, m\angle B$ .

بما أن  $ABCD$  شكل رباعي محاط بدائرة، فإن كل زاويتين متقابلتين فيه متكاملتان.

$$m\angle B + m\angle D = 180^\circ \quad m\angle A + m\angle C = 180^\circ$$

كل زاويتين متقابلتين في الرباعي الدائري متكاملتين

$$(2x - 30)^\circ + x^\circ = 180^\circ \quad m\angle A + 90^\circ = 180^\circ$$

$$(3x)^\circ - 30^\circ = 180^\circ \quad m\angle A = 90^\circ$$

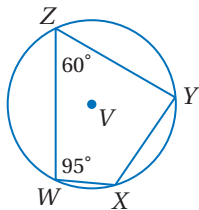
$$3x = 210$$

$$x = 70$$

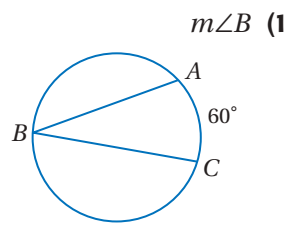
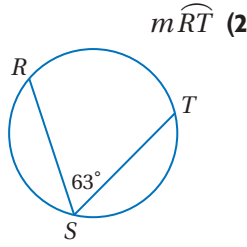
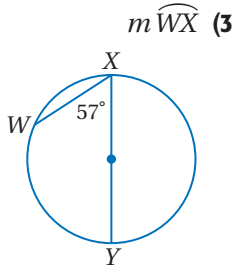
$$\text{إذن: } m\angle A = 90^\circ, m\angle B = (2(70) - 30)^\circ = 110^\circ$$

#### تحقق من فهمك

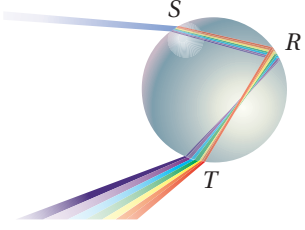
(5) المضلع  $WXYZ$  شكل رباعي محاط بـ  $\odot V$ ، أوجد  $m\angle X, m\angle Y$ .



المثال 1 أوجد كل قياس مما يأتي:

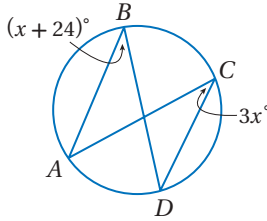


4 علوم: يبين الشكل المجاور انكسار أشعة الضوء في قطرة مطر لإنتاج ألوان الطيف، فإذا كان  $m\widehat{ST} = 144^\circ$ ، فأوجد  $m\angle R$ ؟

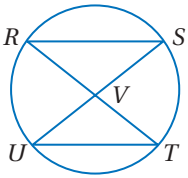
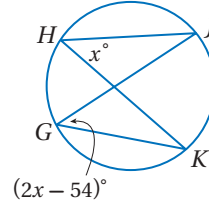


المثال 2 جبر: أوجد كلاً من القياسين الآتيين:

6  $m\angle B$



5  $m\angle H$

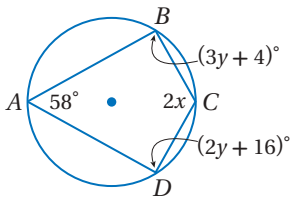


المثال 3 7 برهان: اكتب برهاناً ذا عمودين.

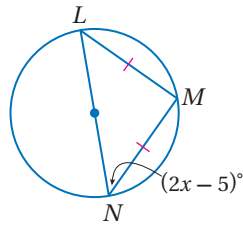
المعطيات:  $\overline{RT}$  تُنصّف  $\overline{SU}$ .  
المطلوب:  $\triangle RVS \cong \triangle UVT$

المثالان 4, 5 جبر: أوجد قيمة كل مما يأتي:

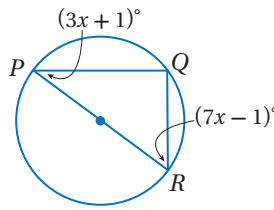
10  $m\angle C, m\angle D$



9  $x$



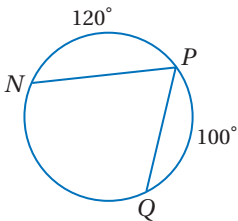
8  $m\angle R$



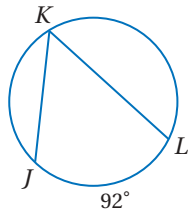
تدرب وحل المسائل

المثال 1 أوجد كل قياس مما يأتي:

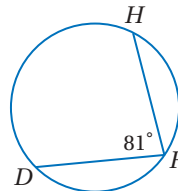
13  $m\angle P$



12  $m\angle K$

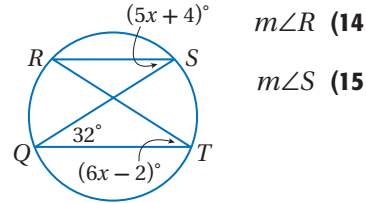
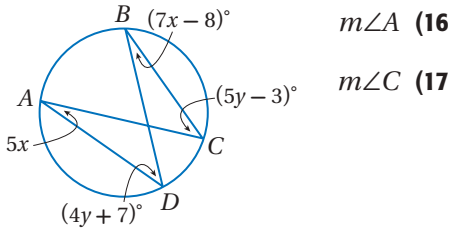


11  $m\widehat{DH}$



**المثال 2**

**جبر:** أوجد كل قياسٍ ممّا يأتي:

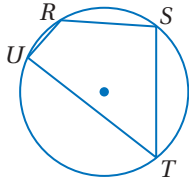


**المثال 3**

**18 برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين.

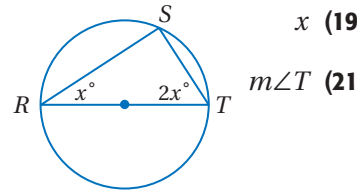
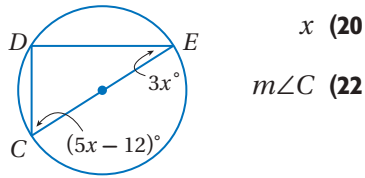
المعطيات:  $m\angle T = \frac{1}{2}m\angle S$

المطلوب:  $m\widehat{TUR} = 2m\widehat{US}$



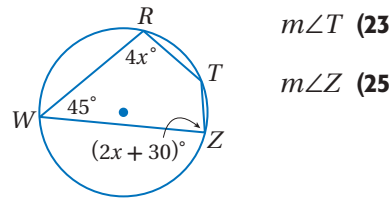
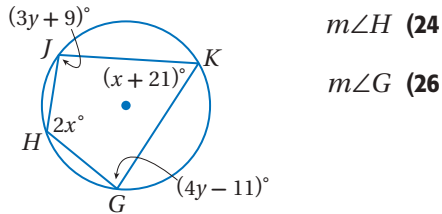
**المثال 4**

**جبر:** أوجد قيمة كلِّ ممّا يأتي:



**المثال 5**

**جبر:** أوجد كلِّ قياسٍ ممّا يأتي:



**27 برهان:** اكتب برهاناً حرّاً للنظرية 4.9.

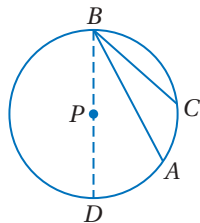
**برهان:** برهن النظرية 4.6 لحالتي الزاوية المحيطة في الدائرة فيما يأتي:

(29) الحالة الثالثة:

المعطيات: يقع المركز  $P$  خارج  $\angle ABC$ .

$\overline{BD}$  قطر للدائرة.

المطلوب:  $m\angle ABC = \frac{1}{2}m\widehat{AC}$

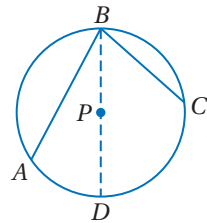


(28) الحالة الثانية:

المعطيات: يقع المركز  $P$  داخل  $\angle ABC$ .

$\overline{BD}$  قطر للدائرة.

المطلوب:  $m\angle ABC = \frac{1}{2}m\widehat{AC}$



**برهان:** اكتب برهاناً من النوع المحدد لكلِّ من النظريتين الآتيتين:

(31) النظرية 4.8، برهاناً حرّاً.

(30) النظرية 4.7، برهاناً ذا عمودين.



32 تمثيلات متعددة: في هذا السؤال ستستقصي العلاقة بين القوسين المحصورين بين وترين متوازيين في الدائرة.

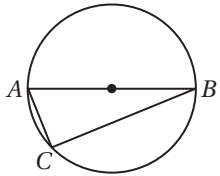
- (a) هندسيًا: ارسم دائرة تحوي وترين متوازيين هما  $\overline{AB}$ ,  $\overline{CD}$  مستعملًا الفرجار، ثم صل  $A, D$  برسم  $\overline{AD}$ .  
 (b) عدديًا: أوجد  $m\angle A$ ,  $m\angle D$  مستعملًا المنقلة، ثم حدّد  $m\widehat{AC}$ ,  $m\widehat{BD}$ ، ما العلاقة بين هذين القوسين؟ فسّر إجابتك.  
 (c) لفظيًا: ارسم دائرة أخرى وكرّر الخطوتين **a**, **b**، ثم ضع تخمينًا حول القوسين المحصورين بين وترين متوازيين في الدائرة.

### مسائل مهارات التفكير العليا

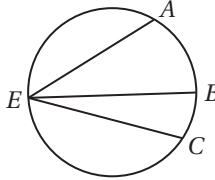
تبرير: حدّد ما إذا كان يمكن إحاطة كلٍّ من الأشكال الرباعية الآتية بدائرة دائمًا أو أحيانًا أو لا يمكن أبدًا. برّر إجابتك.

- (33) المربع (34) المستطيل (35) المعين (36) شكل الطائرة الورقية  
 (37) تحدّد: إذا كان مربع ما محاطًا بدائرة، فما نسبة مساحة الدائرة إلى مساحة المربع؟  
 (38) اكتب: إذا كان مثلث قائم زواياه  $90^\circ - 45^\circ - 45^\circ$  محاطًا بدائرة، وأعطيت نصف قطر الدائرة، فاشرح طريقة لإيجاد طول كل ساق من هذا المثلث.  
 (39) مسألة مفتوحة: أوجد شعاعًا من واقع الحياة يحوي مضلعًا محاطًا بدائرة، وارسمه.  
 (40) اكتب: بيّن أوجه الشبه وأوجه الاختلاف بين الزاوية المركزية والزاوية المحيطة في الدائرة، وإذا كانت هاتان الزاويتان تقابلان القوس نفسه، فما العلاقة بينهما؟

### تدريب على اختبار



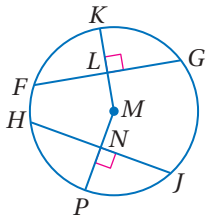
(42) إجابة قصيرة:  $\overline{AB}$  قطر في الدائرة المجاورة، و  $AC$  يساوي 8 in، و  $BC$  يساوي 15 in، أوجد قطر الدائرة ونصف قطرها ومحيطها.



(41) إذا كان:  $m\widehat{AC} = 160^\circ$ ، فأوجد قيمة  $m\angle BEC = 38^\circ$  مستعملًا الدائرة المجاورة:

- 84° D      80° C      61° B      42° A

### مراجعة تراكمية



إذا كان:  $FL = 24$  in,  $HJ = 48$  in,  $m\widehat{HP} = 65^\circ$  : (الدرس 3-4)

- $m\widehat{PJ}$  (44)       $FG$  (43)  
 $m\widehat{HJ}$  (46)       $NJ$  (45)

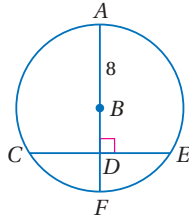
### استعد للدرس اللاحق

جبر: افترض أن  $B$  نقطة منتصف  $\overline{AC}$ ، استعمل المعلومات المعطاة في كلٍّ مما يأتي لإيجاد القياسات المجهولة:

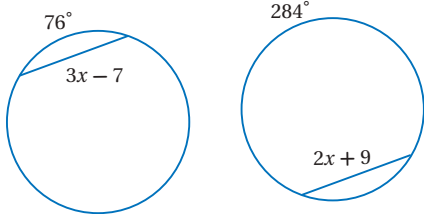
$AB = 10s + 2$ ,  $AC = 49 + 5s$ ,  $BC = ?$  (48)

$AB = 4x - 5$ ,  $BC = 11 + 2x$ ,  $AC = ?$  (47)

**10** في  $\odot B$ ، إذا كان  $CE = 13.5$  cm، فأوجد  $BD$  مقرباً إجابتك إلى أقرب جزء من مئة.



**11** إذا كانت الدائرتان أدناه متطابقتين، فأوجد قيمة  $x$  وطول الوتر. (الدرس 4-3)



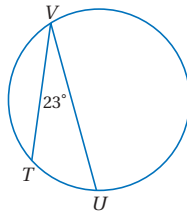
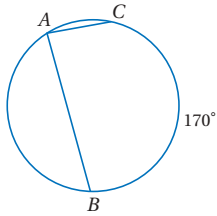
أوجد القياس المطلوب في كلٍّ من السؤالين الآتيين: (الدرس 4-4)

$m\angle A$  (13)

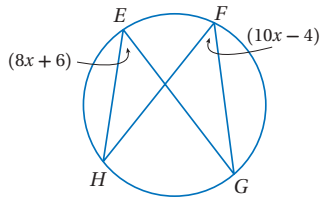
$m\widehat{TU}$  (12)

في الدائرة أدناه:

في الدائرة أدناه:



**14** اختيار من متعدد: أوجد قيمة  $x$  في الشكل أدناه: (الدرس 4-4)



5 C

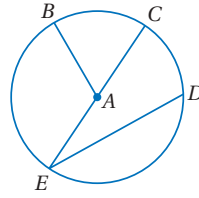
1.8 A

90 D

46 B

**15** رُسم مربع طول ضلعه 14 cm، بحيث تقع رؤوسه على دائرة، فما قطر هذه الدائرة؟

أجب عن الأسئلة 1-3، مستعيناً بالدائرة أدناه. (الدرس 4-1)



(1) سمّ الدائرة.

(2) سمّ قطرًا.

(3) سمّ وترًا لا يكون قطرًا.

**4** دراجة هوائية: قطر إطار دراجة هوائية يساوي 24 in (الدرس 4-1)

(a) أوجد محيط إطار الدراجة.

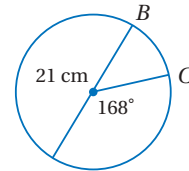
(b) ما المسافة بالبوصات التي تقطعها الدراجة عندما يدور إطارها 100 دورة؟

أوجد قطر ونصف قطر الدائرة المُعطى محيطها في كلٍّ من السؤالين الآتيين مقرباً إجابتك إلى أقرب جزء من مئة. (الدرس 4-1)

$C = 78$  ft (6)

$C = 23$  cm (5)

**7** اختيار من متعدد: أوجد طول  $\widehat{BC}$  في الشكل أدناه مقرباً إلى أقرب جزء من مئة: (الدرس 4-2)



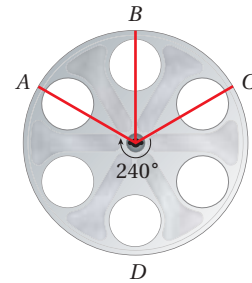
30.79 cm C

2.20 cm A

61.58 cm D

4.40 cm B

**8** أفلام: قطر بكرة الفيلم الظاهرة في الشكل أدناه 14.5 in (الدرس 4-2)

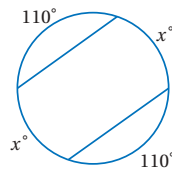


(a) أوجد  $m\widehat{ADC}$ .

(b) أوجد طول  $\widehat{ADC}$ .

(9) أوجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور.

(الدرس 4-3)



# المماسات Tangents

لماذا؟

فيما سبق:

درست استعمال نظرية فيثاغورس لإيجاد أطوال أضلاع المثلث القائم الزاوية.

(مهارة سابقة)

والآن:

- أستعمل خصائص المماسات لإيجاد قياسات تتعلق بالدائرة.
- أحل مسائل تتضمن المضلعات المحيطة بدائرة.

المفردات:

المماس

tangent

نقطة التماس

point of tangency

المماس المشترك

common tangent

رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa

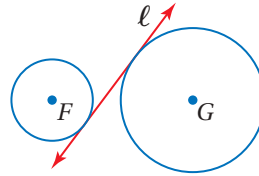
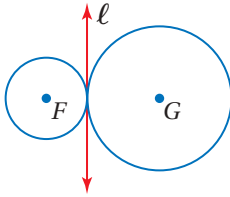
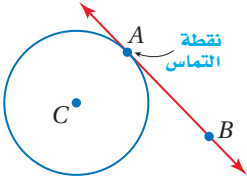


كانت الدراجات الهوائية تُحرَّك سابقًا بدفع القدم على الأرض، أما الدراجات الحديثة، فإنها تستعمل الدواسات والسلاسل والتروس، حيث تدور السلسلة حول تروس دائرية. ويُقاس طول السلسلة بين الترسين من نقطتي تماس السلسلة مع الترسين.

**المماسات:** المماس هو مستقيم يقع في المستوى نفسه الذي تقع فيه الدائرة

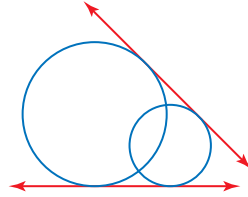
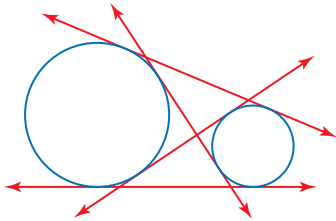
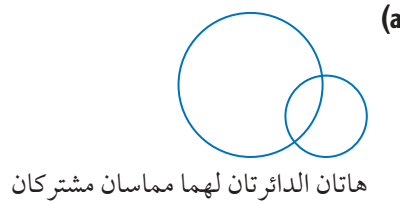
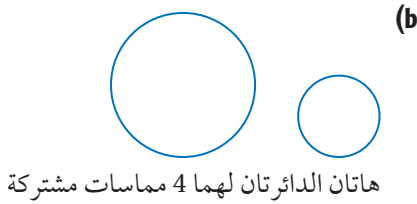
ويقطعها في نقطة واحدة فقط، تُسمى **نقطة التماس**.  $\overrightarrow{AB}$  مماس لـ  $\odot C$  عند النقطة  $A$ ، ويُسمى كلٌّ من  $\overrightarrow{AB}$ ،  $\overrightarrow{BA}$  مماسًا للدائرة أيضًا.

**المماس المشترك** هو مستقيم أو نصف مستقيم أو قطعة مستقيمة تمس الدائرتين في المستوى نفسه، وفي الشكلين أدناه المستقيم  $\ell$  مماس مشترك للدائرتين  $F$ ،  $G$ .



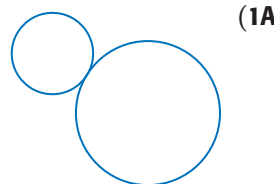
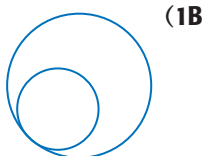
## مثال 1 تحديد المماسات المشتركة

ارسم المماسات المشتركة للدائرتين في كلِّ ممَّا يأتي، وإذا لم يوجد مماس مشترك، فاكتب "لا يوجد مماس مشترك".



تحقق من فهمك

ارسم المماسات المشتركة للدائرتين في كلِّ ممَّا يأتي، وإذا لم يوجد مماس مشترك، فاكتب "لا يوجد مماس مشترك".

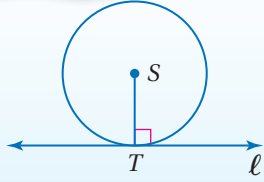


أقصر مسافة من المماس إلى مركز الدائرة هي نصف القطر المار بنقطة التماس.

أضف إلى  
مطوبتك

## النظرية 4.10

**التعبير اللفظي:** يكون المستقيم مماساً لدائرة في المستوى نفسه، إذا وفقط إذا كان عمودياً على نصف القطر عند نقطة التماس.

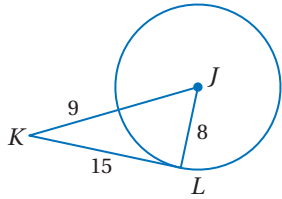


**مثال:** يكون المستقيم  $l$  مماساً لـ  $\odot S$ ، إذا وفقط إذا كان  $l \perp \overline{ST}$ .

ستبرهن جزأى النظرية 4.10 في السؤالين 24, 25

### مثال 2 تحديد المماس

$\overline{JL}$  نصف قطر في  $\odot J$ ، حدّد ما إذا كانت  $\overline{KL}$  مماساً لـ  $\odot J$  أم لا، برّر إجابتك.

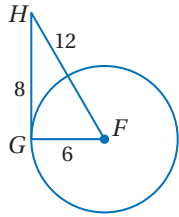


اختبر ما إذا كان  $\triangle JKL$  قائم الزاوية.

$$8^2 + 15^2 \stackrel{?}{=} (8 + 9)^2 \quad \text{عكس نظرية فيثاغورس}$$

$$289 = 289 \quad \checkmark \quad \text{بالتبسيط}$$

لذا فإن  $\triangle JKL$  قائم الزاوية في  $\angle JLK$ ؛ أي أن  $\overline{KL}$  عمودية على  $\overline{JL}$  عند النقطة  $L$ . وبحسب النظرية 4.10 يكون  $\overline{KL}$  مماساً لـ  $\odot J$ .



### تحقق من فهمك

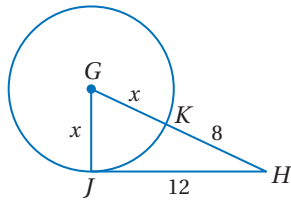
(2) حدّد ما إذا كان  $\overline{GH}$  مماساً لـ  $\odot F$  أم لا، برّر إجابتك.

يمكنك استعمال النظرية 4.10 لإيجاد قيم مجهولة.

### مثال 3 استعمال المماس لإيجاد القيم المجهولة

$\overline{JH}$  مماس لـ  $\odot G$  عند  $J$ ، أوجد قيمة  $x$ .

وفقاً للنظرية 4.10، يكون  $\overline{JH} \perp \overline{GJ}$ ، إذن  $\triangle GHJ$  قائم الزاوية.



$$GJ^2 + JH^2 = GH^2 \quad \text{نظرية فيثاغورس}$$

$$x^2 + 144 = (x + 8)^2 \quad GJ = x, JH = 12, GH = x + 8$$

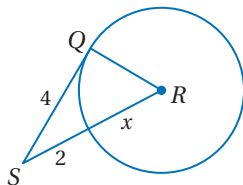
$$x^2 + 144 = x^2 + 16x + 64 \quad \text{بالضرب}$$

$$80 = 16x \quad \text{بالتبسيط}$$

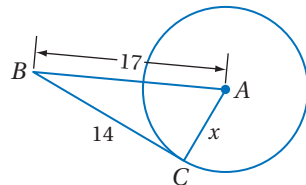
$$5 = x \quad \text{بقسمة كلا الطرفين على 16}$$

### تحقق من فهمك

أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ من الشكلين الآتيين مفترضاً أن القطعة المستقيمة التي تبدو مماساً للدائرة، هي مماسٌ فعلاً.



(3B)



(3A)

### إرشادات لحل المسألة

حل مسألة أبسط:

يمكنك استعمال

استراتيجية حل مسألة

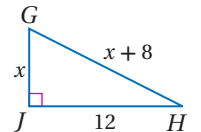
أبسط، برسم المثلث

القائم من دون الدائرة

وتسميته، والشكل أدناه

يُبين رسم المثلث في

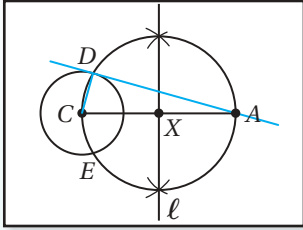
المثال 3



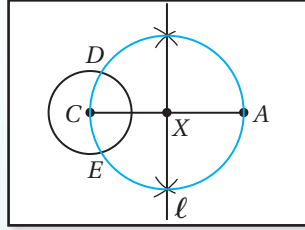
يمكنك استعمال النظريتين 4.10, 4.8؛ لإنشاء مماسات الدائرة.

## إنشاءات هندسية

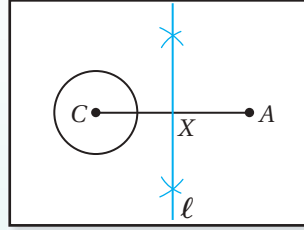
### إنشاء مماسٍ لدائرةٍ من نقطةٍ خارجها



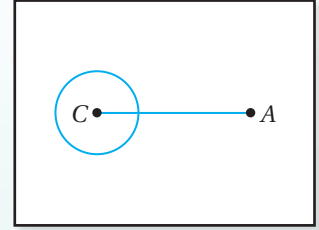
**الخطوة 4:** ارسم  $\overline{AD}$ ,  $\overline{DC}$ .  
إذن فهي زاوية قائمة؛ لذا فإن  $\overline{AD}$  مماسٌ للدائرة C.



**الخطوة 3:** أنشئ الدائرة X  
بنصف قطر  $\overline{XC}$ ، وسمّ نقطتي تقاطع الدائرتين D, E.



**الخطوة 2:** أنشئ العمود المنصف لـ  $\overline{CA}$  وسمّه  $l$ ، وسمّ نقطة تقاطع  $l$  مع  $\overline{CA}$  النقطة X.



**الخطوة 1:** ارسم الدائرة C مستعملاً الفرجار، وحدد نقطة A خارجها، ثم ارسم  $\overline{CA}$ .

ستنشئ مماساً لدائرةٍ من نقطةٍ عليها في السؤال 26

يمكنك أن ترسم مماسين للدائرة نفسها من نقطة واحدة خارجها.

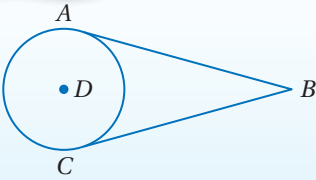
أضف إلى

مطوبتك

## نظرية 4.11

**التعبير اللفظي:** إذا رُسمت قطعتان مستقيمتان مماستان لدائرة من نقطة خارجها فإنهما متطابقتان.

مثال: إذا كان  $\overline{AB}$ ,  $\overline{CB}$  مماسان لـ  $\odot D$  فإن  $\overline{AB} \cong \overline{CB}$ .



ستبرهن النظرية 4.11 في السؤال 22

### استعمال المماسات المتطابقة لإيجاد قياسات

مثال 4

**جبر:** إذا كان  $\overline{AB}$ ,  $\overline{CB}$  مماسان للدائرة D، فأوجد قيمة x.

$$AB = CB$$

المماسان المرسومان من نقطة خارج الدائرة متطابقان

$$x + 15 = 2x - 5$$

بالتعويض

$$15 = x - 5$$

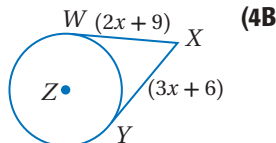
ب طرح x من كلا الطرفين

$$20 = x$$

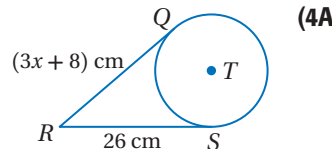
بإضافة 5 لكلا الطرفين

تحقق من فهمك

**جبر:** أوجد قيمة x في كلٍّ من الشكلين الآتيين، مفترضاً أن القطعة المستقيمة التي تبدو مماساً للدائرة هي مماسٌ فعلاً.



(4B)



(4A)

**المضلعات المحيطة بدائرة:** يُحيط المضلع بالدائرة، إذا كان كل ضلع من أضلاعه مماسًا للدائرة.

مضلعات ليست محيطة بدائرة	مضلعات محيطة بدائرة

يمكنك استعمال النظرية 4.11؛ لإيجاد قياسات مجهولة في المضلعات المحيطة بدائرة.

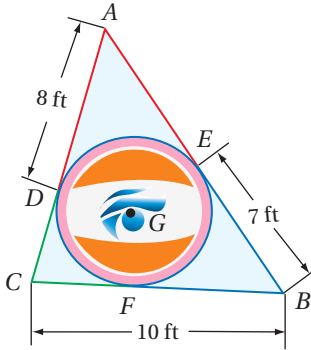
**تنبيه!**

**تحديد المضلعات المحيطة بدائرة:**

إذا مسّت الدائرة بعض أضلاع المضلع ولم تمسّها جميعها، فلا يُعدّ المضلع محيطةً بالدائرة، وهذا ما يتضح في الجدول.

### إيجاد قياسات في المضلعات المحيطة بدائرة

### مثال 5



**تصميم مصور:** صمّم منصور الشعار المبين في الشكل المجاور، إذا كان  $\triangle ABC$  محيطةً بالدائرة  $G$ ، فأوجد محيطه.

**الخطوة 1:** أوجد القياسات المجهولة.

بما أن  $\triangle ABC$  يحيط بالدائرة  $G$ ، فإن  $\overline{AE}, \overline{AD}$  مماسان للدائرة  $G$ ، وكذلك  $\overline{BE}, \overline{BF}$  و  $\overline{CF}, \overline{CD}$  مماسات أيضًا.

إذن:  $\overline{AE} \cong \overline{AD}$ ,  $\overline{BF} \cong \overline{BE}$ ,  $\overline{CF} \cong \overline{CD}$

لذا فإن:  $AE = AD = 8 \text{ ft}$ ,  $BF = BE = 7 \text{ ft}$ .

وبتطبيق مسلمة جمع القطع المستقيمة ينتج أن  $CF + FB = CB$

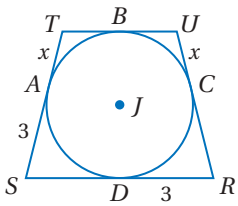
إذن:  $CF = CB - FB = 10 - 7 = 3 \text{ ft}$ ؛ لذا فإن:  $CD = CF = 3 \text{ ft}$ .

**الخطوة 2:** أوجد محيط  $\triangle ABC$ .

المحيط يساوي:

$$AE + EB + BC + CD + DA = 8 + 7 + 10 + 3 + 8 = 36$$

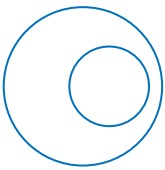
إذن محيط  $\triangle ABC$  يساوي 36 ft.



**تحقق من فهمك**

(5) الشكل الرباعي  $RSTU$  محيط بالدائرة  $J$ ، إذا كان محيطه 18 وحدة، فأوجد قيمة  $x$ .

**تأكد**

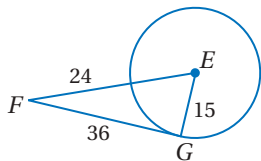


(1) ارسم المماسات المشتركة للدائرتين المجاورتين، وإذا لم يوجد مماس مشترك، فاكتب "لا يوجد مماس مشترك".

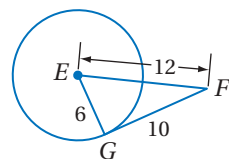
**المثال 1**

حدّد ما إذا كانت  $\overline{FG}$  في كلٍّ من الشكلين الآتيين مماسًا للدائرة  $E$  أم لا، وبرّر إجابتك.

**المثال 2**



(3)

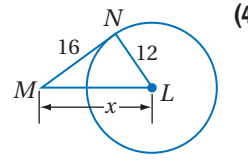
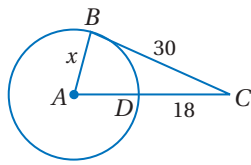
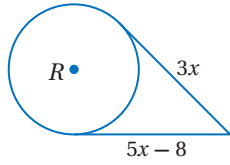


(2)

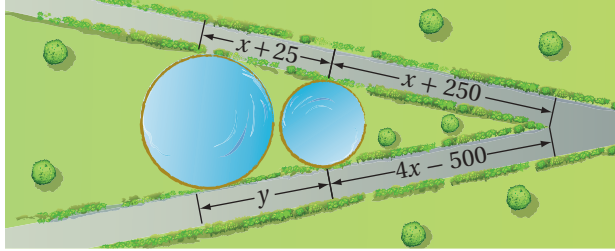


المثالان 3, 4

أوجد قيمة  $x$  في كلِّ ممَّا يأتي مفترضًا أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة هي مماسات فعلاً.



(7) **هندسة الحدائق:** خطط مهندس ممرين للمشاة يُشكِّلان مماسين لبركتين دائريتين كما في الشكل أدناه. إذا كانت الأطوال معطاة بالأقدام، فأوجد قيمة كلِّ من  $x$  و  $y$ .

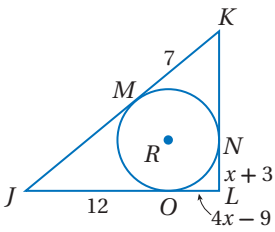


المثال 5

(8) **جبر:** المثلث  $JKL$  يُحيط بالدائرة  $R$ .

(a) أوجد قيمة  $x$ .

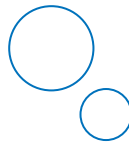
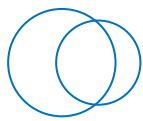
(b) أوجد محيط  $\triangle JKL$ .



تدرب وحل المسائل

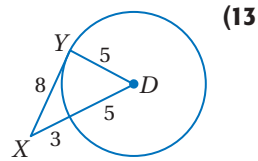
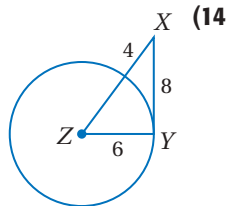
المثال 1

ارسم المماسات المشتركة للدائرتين في كلِّ ممَّا يأتي، وإذا لم يوجد مماس مشترك، فاكتب "لا يوجد مماس مشترك".



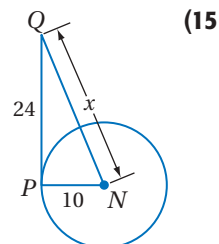
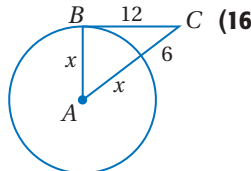
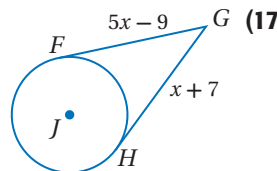
المثال 2

حدِّد ما إذا كانت  $\overline{XY}$  مماسًا للدائرة المعطاة في كلِّ من السؤالين الآتيين أم لا، وبرِّر إجابتك.

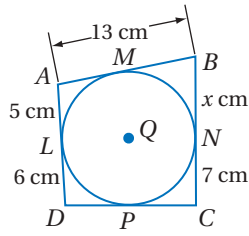


أوجد قيمة  $x$  في كلِّ من الأسئلة الآتية مفترضًا أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة هي مماسات فعلاً.

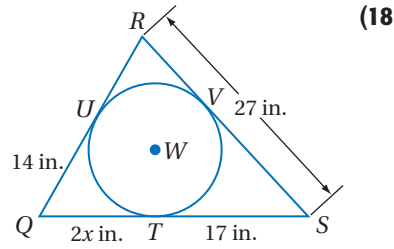
المثالان 3, 4



إذا كان المضلع يحيط بالدائرة، فأوجد قيمة  $x$ ، ثم أوجد محيط المضلع في كل من السؤالين الآتيين:

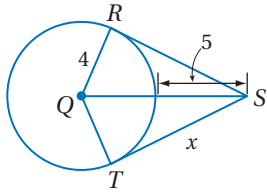


(19)

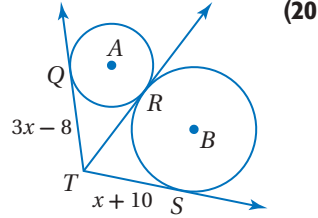


(18)

أوجد قيمة  $x$  في كل من السؤالين الآتيين، مفترضًا أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة هي مماسات فعلاً، وقرب إجابتك إلى أقرب جزء من مئة.



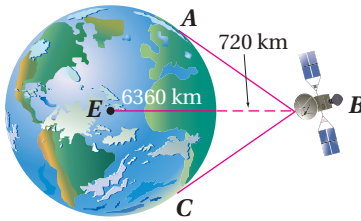
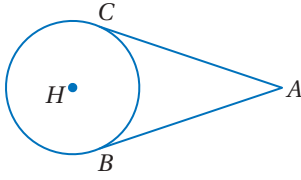
(21)



(20)

اكتب برهانًا من النوع المحدد في كل من السؤالين الآتيين:

(22) برهان ذي عمودين للنظرية 4.11

المعطيات:  $\overline{AC}$  مماس لـ  $\odot H$  عند النقطة  $C$ .المعطيات:  $\overline{AB}$  مماس لـ  $\odot H$  عند النقطة  $B$ .المطلوب:  $\overline{AC} \cong \overline{AB}$ 

(23) أقمار اصطناعية: يرتفع قمر اصطناعي مسافة 720 km عن سطح

الأرض التي نصف قطرها 6360 km، ويمكن منه رؤية المنطقة

التي تقع بين المماسين  $\overline{BC}$ ,  $\overline{BA}$  من سطح الأرض.أوجد  $BA$  مقربًا إجابتك إلى أقرب جزء من مئة.

## الربط مع الحياة

يوجد أكثر من 8000

قطعة كبيرة من الركام

المداري كالأقمار

الاصطناعية ومخلفاتها

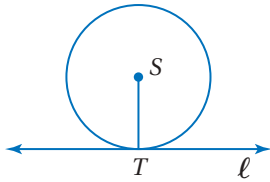
التي تدور حول الأرض

بسرعة 8 km في الثانية

تقريبًا.

(24) برهان: اكتب برهانًا غير مباشر، لإثبات أنه إذا كان المستقيم مماسًا للدائرة،

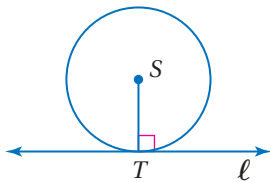
فإنه يكون عموديًا على نصف قطرها (الجزء 1 من النظرية 4.10)

المعطيات:  $l$  مماس للدائرة  $S$  عند  $T$ ؛  $\overline{ST}$  نصف قطر في  $\odot S$ .المطلوب:  $l \perp \overline{ST}$ (إرشاد: افترض أن  $l$  ليس عموديًا على  $\overline{ST}$ ).

(25) برهان: اكتب برهانًا غير مباشر، لإثبات أنه إذا كان المستقيم عموديًا على

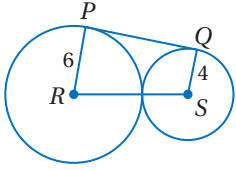
نصف قطر الدائرة عند نقطة التقائهما على الدائرة؛ فإنه مماس لهذه الدائرة.

(الجزء 2 من النظرية 4.10)

المعطيات:  $\overline{ST}$  نصف قطر في  $\odot S$ ،  $l \perp \overline{ST}$ .المطلوب: إثبات أن  $l$  مماس للدائرة  $S$ .(إرشاد: افترض أن  $l$  ليس مماسًا للدائرة  $S$ ).

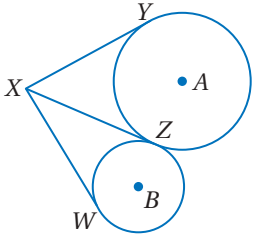
- (26) إنشاءات هندسية:** أنشئ مماساً لدائرة من نقطة واقعة عليها باتباع الخطوات الآتية: ارسم  $\odot A$  مستعملاً الفرجار. اختر نقطة  $P$  على الدائرة وارسم  $\overrightarrow{AP}$ ، ثم أنشئ مستقيماً عمودياً على  $\overrightarrow{AP}$  يمر بالنقطة  $P$ ، وسمِّ المماس المستقيم  $t$ .

### مسائل مهارات التفكير العليا



- (27) تحدّ:**  $\overline{PQ}$  مماس للدائرتين  $R, S$  كما في الشكل المجاور. أوجد  $PQ$ ، وبرّر إجابتك.

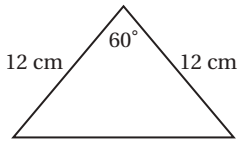
- (28) مسألة مفتوحة:** ارسم مثلثاً يُحيط بدائرة، ومثلثاً محاطاً بدائرة.



- (29) تبرير:**  $\overline{XY}, \overline{XZ}$  مماسان للدائرة  $A$ ، و  $\overline{XW}$  مماسان للدائرة  $B$  كما في الشكل المجاور. فسّر لماذا تكون القطع المستقيمة  $\overline{XY}, \overline{XZ}, \overline{XW}$  متطابقة رغم أن نصفيّ القطريّ الدائرتين مختلفان.

- (30) اكتب:** ما عدد مماسات الدائرة التي يمكن رسمها من نقطة خارجها، ومن نقطة عليها، ومن نقطة داخلها؟ برّر إجابتك.

### تدريب على اختبار



- (32)** ما محيط المثلث المجاور؟

36 cm **C**  
104 cm **D**

24 cm **A**  
34.4 cm **B**

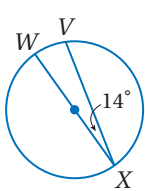
- (31)** نصف قطر  $\odot P$  يساوي 10 cm، و  $\overline{ED}$  مماسٌ لها عند  $D$ ، وتقع  $F$  على  $\odot P$  وعلى القطعة المستقيمة  $\overline{EP}$ . إذا كان  $ED = 24$  cm، فما طول  $\overline{EF}$ ؟

21.8 cm **C**  
26 cm **D**

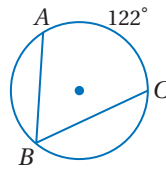
10 cm **A**  
16 cm **B**

### مراجعة تراكمية

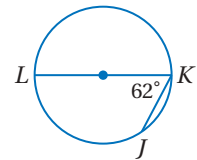
- أوجد كلّ قياس ممّا يأتي: (الدرس 4-4)



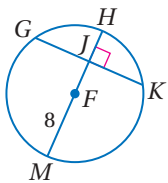
- $m\widehat{WX}$  **(35)**



- $m\angle B$  **(34)**



- $m\widehat{JK}$  **(33)**



- $m\widehat{KM}$  **(38)**

- في  $\odot F$ ، إذا كان:  $GK = 14$  cm،  $m\widehat{GK} = 142^\circ$ ، فأوجد كلّاً من القياسات الآتية: (الدرس 3-4)

- $\widehat{JK}$  **(37)**

- $m\widehat{GH}$  **(36)**

### استعد للدرس اللاحق

- حلّ كلّاً من المعادلات الآتية:

$x = \frac{1}{2}[(180 - 64)]$  **(41)**

$x + 12 = \frac{1}{2}[(180 - 120)]$  **(40)**

$15 = \frac{1}{2}[(360 - x) - 2x]$  **(39)**



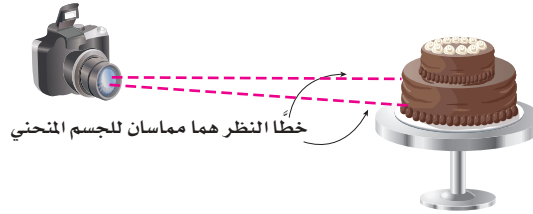
# القاطع والمماس وقياسات الزوايا

## Secant, Tangent, and Angle Measures

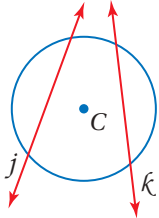
# 4-6

### لماذا؟

معدل مجال الرؤية عند الإنسان يساوي  $180^\circ$  تقريباً، ولكن زاوية الرؤية في معظم آلات التصوير أصبغ من ذلك بكثير، فهي تتراوح بين  $20^\circ$  و  $50^\circ$ . وتحدد زاوية الرؤية في آلات التصوير مقدار ما يمكن أن تلتقطه آلة التصوير على الفيلم من الأجسام المنحنية.



خط النظر هما مماسان للجسم المنحني



**التقاطع على الدائرة أو داخلها:** القاطع هو مستقيم يقطع الدائرة في نقطتين فقط، فالمستقيمان  $j$ ,  $k$  هما قاطعان للدائرة  $C$ .

عندما يتقاطع قاطعان داخل دائرة؛ فإن الزوايا المتكوّنة ترتبط بالأقواس التي تقابلها.

### فيما سبق:

درست إيجاد أطوال القطع المستقيمة المتكوّنة من مماسات الدائرة.

(الدرس 5-4)

### والآن:

- أجد قياسات الزوايا المتكوّنة من مستقيمين يتقاطعان داخل الدائرة أو عليها.
- أجد قياسات الزوايا المتكوّنة من مستقيمين يتقاطعان خارج الدائرة.

### المفردات:

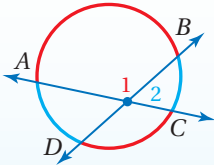
القاطع  
secant

أضف إلى

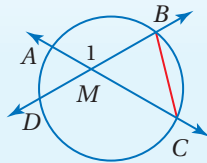
مطوبتك

### نظرية 4.12

**التعبير اللفظي:** إذا تقاطع قاطعان أو وتران داخل دائرة، فإن قياس الزاوية المتكوّنة من التقاطع يساوي نصف مجموع قياسي القوس المقابل لهذه الزاوية والقوس المقابل للزاوية التي تقابلها بالرأس.



$$m\angle 2 = \frac{1}{2}(m\widehat{DA} + m\widehat{BC}) \text{ و } m\angle 1 = \frac{1}{2}(m\widehat{AB} + m\widehat{CD}) \quad \text{مثال:}$$



المعطيات:  $\overleftrightarrow{AC}$ ,  $\overleftrightarrow{BD}$  قاطعان للدائرة ويتقاطعان داخلها في  $M$ .

$$m\angle 1 = \frac{1}{2}(m\widehat{AB} + m\widehat{CD})$$

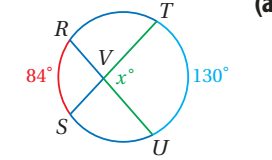
المطلوب: البرهان: تعلم أن  $\overleftrightarrow{AC}$ ,  $\overleftrightarrow{BD}$  قاطعان للدائرة، وأنهما يتقاطعان داخلها في  $M$ .

ارسم القطعة المستقيمة  $BC$ ؛ لتحصل على المثلث  $MBC$  وهذا سيقودنا إلى ما يلي:

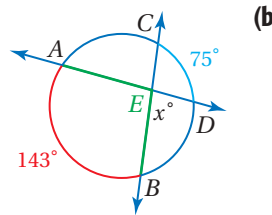
المبررات	العبارات
(1) نظرية الزاوية الخارجية للمثلث	$m\angle 1 = m\angle MBC + m\angle MCB$ (1)
(2) قياس الزاوية المحيطة يساوي نصف قياس القوس المقابل لها.	$m\angle MBC = \frac{1}{2} m\widehat{DC}$ , $m\angle MCB = \frac{1}{2} m\widehat{BA}$ (2)
(4) بالتعويض	$m\angle 1 = \frac{1}{2} m\widehat{DC} + \frac{1}{2} m\widehat{BA}$ (3)
(4) خاصية التوزيع	$m\angle 1 = \frac{1}{2}(m\widehat{DC} + m\widehat{BA})$ (4)

أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ من الأشكال الآتية:

النظرية 4.12  $m\angle TVU = \frac{1}{2} (m\widehat{RS} + m\widehat{UT})$   
 بالتعويض  $x^\circ = \frac{1}{2} (84^\circ + 130^\circ)$   
 بالتبسيط  $= \frac{1}{2} (214^\circ) = 107^\circ$



الخطوة 1: أوجد  $m\angle AEB$ .  
 النظرية 4.12  $m\angle AEB = \frac{1}{2} (m\widehat{AB} + m\widehat{DC})$   
 بالتعويض  $= \frac{1}{2} (143^\circ + 75^\circ)$   
 بالتبسيط  $= \frac{1}{2} (218^\circ) = 109^\circ$

الخطوة 2: أوجد قيمة  $x$ ؛ أي قياس  $\angle DEB$ . $\angle AEB$ ,  $\angle DEB$  زاويتان متكاملتان.

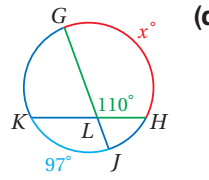
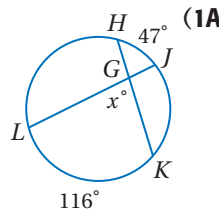
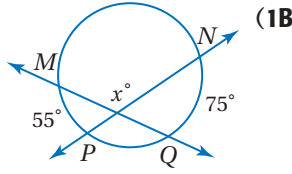
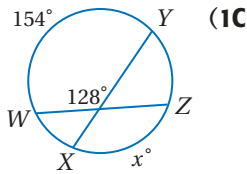
$$x^\circ = 180^\circ - 109^\circ = 71^\circ$$

النظرية 4.12  $m\angle GLH = \frac{1}{2} (m\widehat{HG} + m\widehat{KJ})$

بالتعويض  $110^\circ = \frac{1}{2} (x^\circ + 97^\circ)$

بضرب كلا الطرفين في 2  $220^\circ = (x^\circ + 97^\circ)$

ب طرح 97 من كلا الطرفين  $123^\circ = x^\circ$

تحقق من فهمك أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ من الأشكال الآتية:

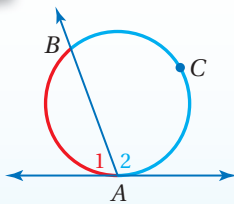
تذكر النظرية 4.6، والتي تنصُّ على أن قياس الزاوية المحيطة يساوي نصف قياس القوس المقابل لها، وتبقى هذه النظرية صحيحة إذا كان أحد ضلعي الزاوية مماساً للدائرة، وتسمى الزاوية في هذه الحالة الزاوية المماسية.

أضف إلى

مطويتك

## نظرية الزاوية المماسية

## نظرية 4.13



التعبير اللفظي: إذا تقاطع مماس وقاطع عند نقطة التماس، فإن قياس كل زاوية متكونة من التقاطع يساوي نصف قياس القوس المقابل لها.

$$m\angle 2 = \frac{1}{2} m\widehat{ACB} \text{ و } m\angle 1 = \frac{1}{2} m\widehat{AB}$$

مثال:

ستبرهن النظرية 4.13 في السؤال 27

## مثال 2

### استعمال القاطع والمماس المتقاطعين

أوجد كلاً من القياسات الآتية:

$m\angle QPR$  (a)

النظرية 4.13

$$m\angle QPR = \frac{1}{2} m\widehat{PR}$$

بالتعويض والتبسيط

$$= \frac{1}{2} (148^\circ) = 74^\circ$$

$m\widehat{DEF}$  (b)

النظرية 4.13

$$m\angle CDF = \frac{1}{2} m\widehat{FD}$$

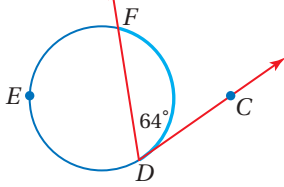
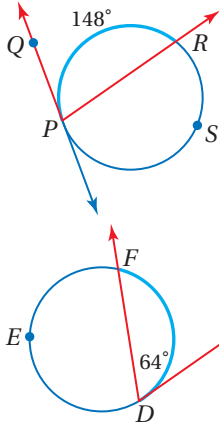
بالتعويض

$$64^\circ = \frac{1}{2} m\widehat{FD}$$

بضرب كلا الطرفين في 2

$$128^\circ = m\widehat{FD}$$

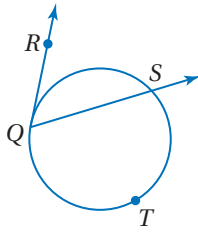
$$m\widehat{DEF} = 360^\circ - m\widehat{FD} = 360^\circ - 128^\circ = 232^\circ$$



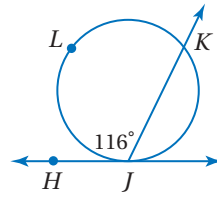
تحقق من فهمك



(2B) إذا كان:  $m\widehat{QTS} = 238^\circ$ ، فأوجد  $m\angle RQS$ .



(2A) أوجد  $m\widehat{JKL}$ .



**التقاطع خارج الدائرة:** يمكن أن يتقاطع قاطعان أو قاطع ومماس أو مماسان خارج الدائرة أيضاً، وهنا يرتبط قياس الزوايا المتكونة بقياسي القوسين المقابلين لها.

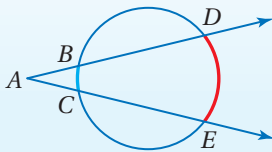
أضف إلى

مطويتك

## نظرية 4.14

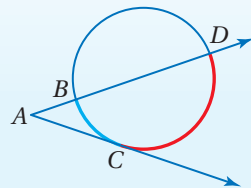
**التعبير اللفظي:** إذا تقاطع قاطعان أو قاطع ومماس أو مماسان في نقطة خارج دائرة، فإن قياس الزاوية المتكونة يساوي نصف الفرق الموجب بين قياسي القوسين المقابلين لها.

أمثلة:



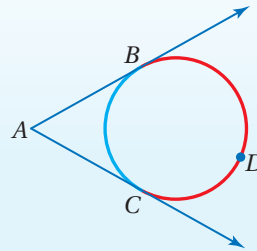
قاطعان

$$m\angle A = \frac{1}{2} (m\widehat{DE} - m\widehat{BC})$$



قاطع ومماس

$$m\angle A = \frac{1}{2} (m\widehat{DC} - m\widehat{BC})$$



مماسان

$$m\angle A = \frac{1}{2} (m\widehat{BDC} - m\widehat{BC})$$

ستبرهن النظرية 4.14 في الأسئلة 24-26

## إرشادات للدراسة

**القيمة المطلقة:**

يمكن التعبير عن قياس  $\angle A$  في الحالات جميعها بنصف القيمة المطلقة للفرق بين قياسي القوسين، وهكذا لا يؤثر ترتيب القوسين في نتيجة الحسابات.

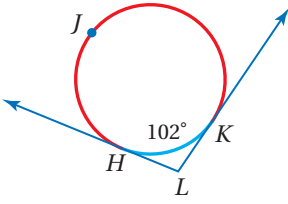


### استعمال المماسات والقواطع التي تتقاطع خارج الدائرة

مثال 3

أوجد كلاً من القياسين الآتيين:

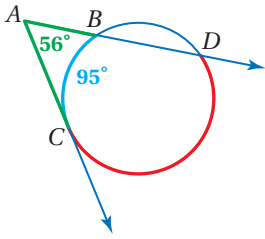
$m\angle L$  (a)



النظرية 4.14  
بالتعويض  
بالتبسيط

$$\begin{aligned} m\angle L &= \frac{1}{2} (m\widehat{HJK} - m\widehat{HK}) \\ &= \frac{1}{2} [(360^\circ - 102^\circ) - 102^\circ] \\ &= \frac{1}{2} (258^\circ - 102^\circ) = 78^\circ \end{aligned}$$

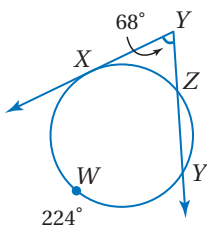
$m\widehat{CD}$  (b)



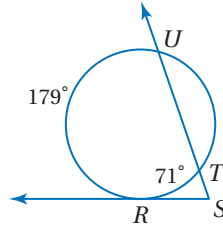
النظرية 4.14  
بالتعويض  
بضرب كلا الطرفين في 2  
بإضافة 95 لكلا الطرفين

$$\begin{aligned} m\angle A &= \frac{1}{2} (m\widehat{CD} - m\widehat{BC}) \\ 56^\circ &= \frac{1}{2} (m\widehat{CD} - 95^\circ) \\ 112^\circ &= m\widehat{CD} - 95^\circ \\ 207^\circ &= m\widehat{CD} \end{aligned}$$

تحقق من فهمك



$m\widehat{XZ}$  (3B)



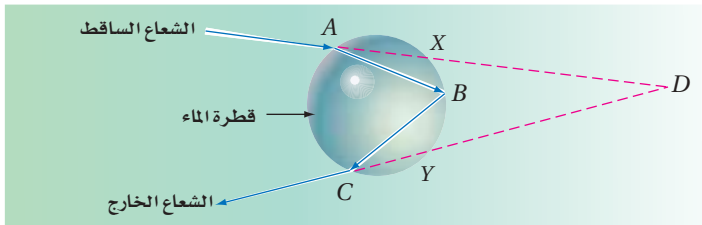
$m\angle S$  (3A)

يمكنك تطبيق خصائص القواطع المتقاطعة، لحل مسائل من واقع الحياة.

### تطبيق خصائص القواطع المتقاطعة خارج الدائرة

مثال 4 من واقع الحياة

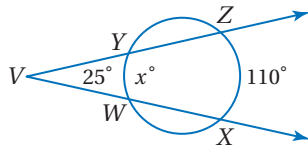
علوم: يُبين الشكل أدناه انكسار شعاع ضوء في قطرة ماء، وانحرافه عن مساره عند النقاط  $A, B, C$ ، إذا كان  $m\angle D = 128^\circ$  و  $m\widehat{XY} = 84^\circ$ ، فما قيمة  $m\angle D$ ؟



نظرية 4.14  
بالتعويض  
بالتبسيط

$$\begin{aligned} m\angle D &= \frac{1}{2} (m\widehat{AC} - m\widehat{XY}) \\ &= \frac{1}{2} (128^\circ - 84^\circ) \\ &= \frac{1}{2} (44^\circ) = 22^\circ \end{aligned}$$

تحقق من فهمك



(4) أوجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور.



### الرياضة والحياة

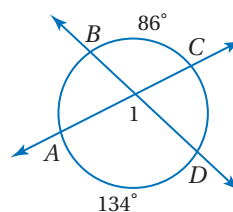
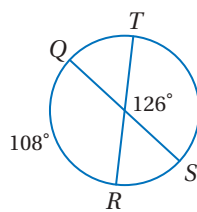
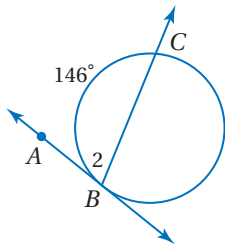
يتفاوت معامل الانكسار من وسط إلى آخر، ويُعبّر عن معامل الانكسار  $N$  لوسط شفاف ما بالصيغة  $N = \frac{c}{V}$ ، حيث  $c$  سرعة الضوء في الفراغ و  $V$  سرعة الضوء في ذلك الوسط.

قياس الزاوية	نماذج	موقع رأس الزاوية
نصف قياس القوس المقابل $m\angle 1 = \frac{1}{2}x^\circ$		على الدائرة
نصف مجموع قياسَي القوس المقابل للزاوية، والقوس المقابل للزاوية التي تقابلها بالرأس. $m\angle 1 = \frac{1}{2}(x^\circ + y^\circ)$		داخل الدائرة
نصف الفرق الموجب بين قياسَي القوسين المقابلين لها $m\angle 1 = \frac{1}{2}(x^\circ - y^\circ)$		خارج الدائرة

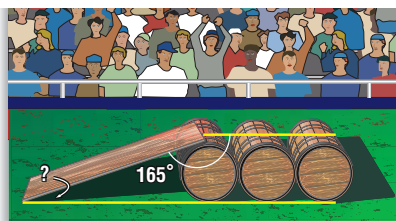
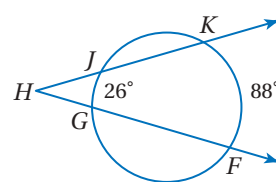
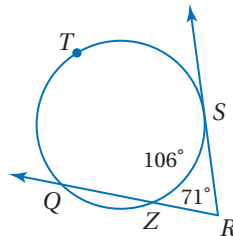
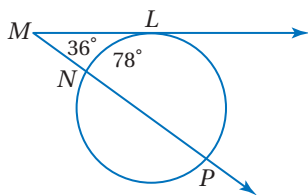
## تأكد

أوجد كلاً من القياسات الآتية، مفترضاً أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة هي مماسات فعلاً.

المثالان 1, 2

 $m\angle 2$  (3) $m\widehat{TS}$  (2) $m\angle 1$  (1) $m\widehat{LP}$  (6) $m\widehat{QTS}$  (5) $m\angle H$  (4)

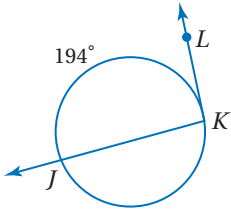
المثالان 3, 4



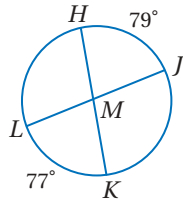
(7) **ألعاب بهلوانية:** تُبَتُّ سطح مائل على البرميل الأول من مجموعة براميل رُبطت مع بعضها؛ ليقدم عليها لاعب السيرك عروضه المشيرة على دراجة نارية. ما قياس الزاوية التي يصنعها السطح المائل مع الأرض؟

المثالان 1, 2 أوجد كلاً من القياسات الآتية:

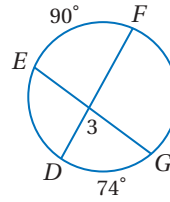
$m\angle K$  (10)



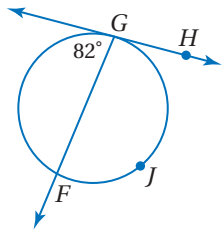
$m\angle JMK$  (9)



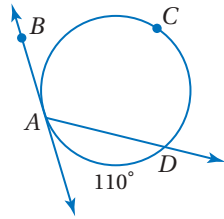
$m\angle 3$  (8)



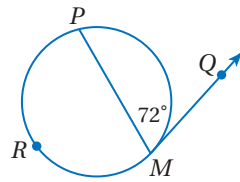
$m\widehat{GJF}$  (13)



$m\angle DAB$  (12)



$m\widehat{PM}$  (11)

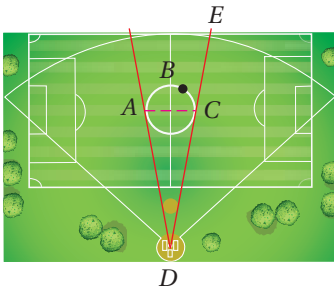


(14) **رياضة:** يُمثّل الشكل المجاور ملعباً رياضياً متعدّد الأغراض،

إذا كان:  $m\widehat{ABC} = 200^\circ$ ، فأوجد كلاً من القياسين الآتيين:

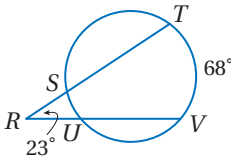
$m\angle ACE$  (a)

$m\angle ADC$  (b)

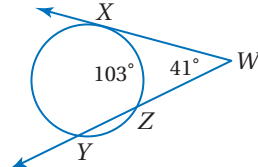


المثالان 3, 4 أوجد كلاً من القياسات الآتية:

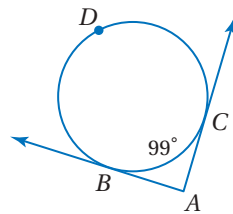
$m\widehat{SU}$  (17)



$m\widehat{XY}$  (16)



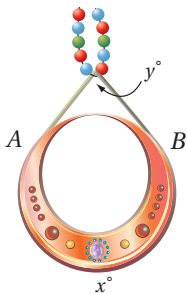
$m\angle A$  (15)



(18) **مجوهرات:** يظهر في الشكل المجاور جزء من قلادة،

أ و B نقطتا تماسّ فيها، إذا كانت  $x^\circ = 260^\circ$ ،

فأوجد قيمة  $y^\circ$ ؟

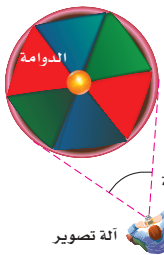


(19) **تصوير:** استعدّ مصوّر لالتقاط صورة بألة التصوير للعبة الدوّامة الدائرية،

بحيث كان خطّ النظر مماسين لها، كما في الشكل المجاور .

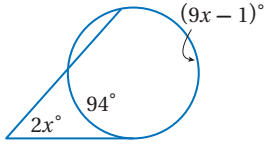
(a) إذا كانت زاوية الرؤية لألة التصوير تساوي  $35^\circ$ ، فما قياس قوس الدوّامة الذي سيظهر في الصورة؟

(b) إذا أردت التقاط صورة لقوسٍ قياسه  $150^\circ$ ، فما قياس زاوية الرؤية التي يجب استعمالها؟

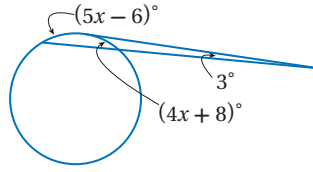


**جبر:** أوجد قيمة  $x$  في كلِّ ممَّا يأتي:

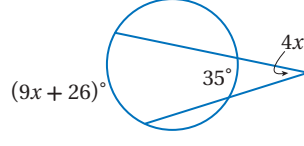
(22)



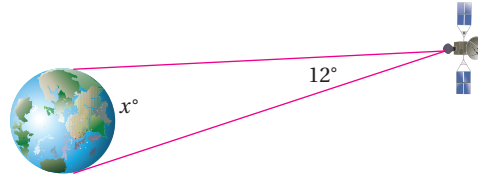
(21)



(20)



(23) **فضاء:** يدور قمر اصطناعي في مدار فوق خط الاستواء، أوجد قيمة  $x^\circ$ ، وهي قياس القوس المرئي من الأرض بالنسبة للقمر الاصطناعي.



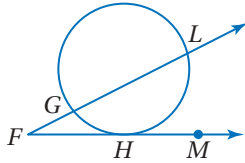
**برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين لكلِّ حالة من حالات النظرية 4.14.

(إرشاد: ارسم وترًا يصل نقطتي تقاطع القاطعان أو القاطع والمماس أو المماسان مع الدائرة).

حالة 2 (25)

**المعطيات:**  $\overrightarrow{FM}$  مماس للدائرة و  $\overrightarrow{FL}$  قاطع لها

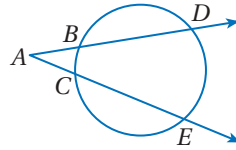
**المطلوب:**  $m\angle F = \frac{1}{2}(m\widehat{LH} - m\widehat{GH})$



حالة 1 (24)

**المعطيات:**  $\overrightarrow{AD}$  و  $\overrightarrow{AE}$  قاطعان للدائرة

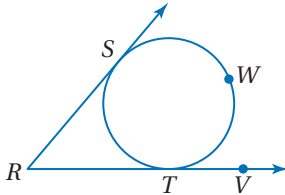
**المطلوب:**  $m\angle A = \frac{1}{2}(m\widehat{DE} - m\widehat{BC})$



حالة 3 (26)

**المعطيات:**  $\overrightarrow{RS}$  و  $\overrightarrow{RV}$  مماسان للدائرة

**المطلوب:**  $m\angle R = \frac{1}{2}(m\widehat{SWT} - m\widehat{ST})$

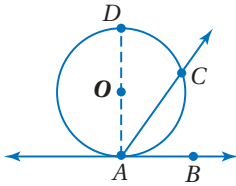


(27) **برهان:** اكتب برهاناً حرّاً للنظرية 4.13

(a) **المعطيات:**  $\overrightarrow{AB}$  مماس لـ  $\odot O$ ،  $\overrightarrow{AC}$  قاطع لـ  $\odot O$

**المطلوب:** إثبات أن  $m\angle CAB = \frac{1}{2}m\widehat{CA}$

(b) برهن نظرية 4.13 إذا كانت الزاوية في فرع (a) زاويةً منفرجةً.



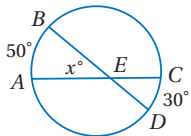
(28) **تمثيلات متعددة:** في هذا السؤال ستستكشف العلاقة بين النظريتين 8.6، 8.12،

(a) **هندسيًا:** انقل الشكل المجاور إلى دفترتك. ثم ارسم ثلاثة أشكال متتالية بحيث يتحرك موقع D مقترباً من C، مع بقاء A، B، C ثابتة في مواقعها.

(b) **جدولياً:** قدّر قياس  $\widehat{CD}$  لكلِّ من الدوائر المتتالية، سجّل قياسات  $\widehat{AB}$  و  $\widehat{CD}$  في جدول، ثم أوجد قيمة  $x$  لكلِّ من هذه الدوائر.

(c) **لفظياً:** صف العلاقة بين  $m\widehat{AB}$  وقيمة  $x^\circ$  عندما يقترب  $m\widehat{CD}$  من الصفر. ما نوع  $\angle AEB$  عندما يكون  $m\widehat{CD} = 0$ ؟

(d) **تحليلياً:** اكتب برهاناً جبرياً لإثبات ما توصلت إليه في الفقرة c.

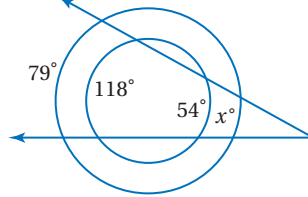
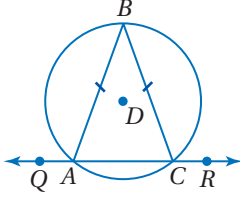


الربط مع الحياة

أول رائد فضاء سعودي هو صاحب السمو الملكي الأمير سلطان بن سلمان ابن عبدالعزيز على متن مكوك الفضاء (ديسكفري) رحلة رقم STS-51G في 29 من رمضان 1405 هـ الموافق 17 يونيو 1985 م.

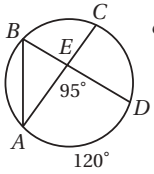
## مسائل مهارات التفكير العليا

- (29) **اكتب:** اشرح كيفية إيجاد قياس الزاوية المكوّنة من تقاطع القاطع والمماس خارج الدائرة.
- (30) **تحّد:** إذا كانت الدائرتان أدناه متحديتين في المركز، فما قيمة  $x^\circ$ ؟
- (31) **تبرير:**  $\triangle ABC$  متطابق الضلعين محاط بالدائرة  $D$ ، ماذا تستنتج عن  $m\widehat{AB}$  و  $m\widehat{BC}$ ؟ وضح إجابتك.

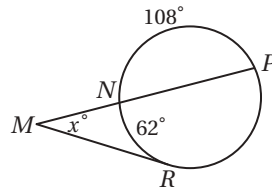


- (32) **مسألة مفتوحة:** ارسم دائرة ومماسين لها متقاطعين، واستعمل المنقلة لقياس الزاوية المتكوّنة، ثم أوجد قياس كل من القوسين الأكبر والأصغر المتكوّنين. برّر إجابتك.
- (33) **اكتب:** رُسمت دائرة محاطة بالمثلث  $PQR$ . إذا كان:  $m\angle P = 50^\circ$ ,  $m\angle Q = 60^\circ$ ، فصف طريقة إيجاد قياس الأقواس الثلاثة الصغرى المتكوّنة من نقاط التماس.

## تدريب على اختبار



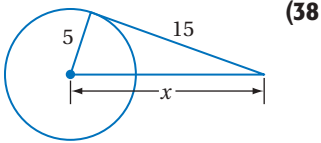
- (35) إذا كان:  $m\angle AED = 95^\circ$ ,  $m\widehat{AD} = 120^\circ$  فأوجد  $m\angle BAC$ ؟



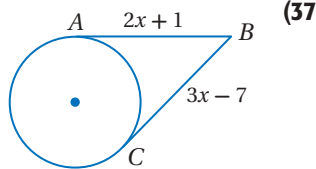
- (34) إذا كان:  $m\widehat{NR} = 62^\circ$ ,  $m\widehat{NP} = 108^\circ$  فما قيمة  $x$ ؟
- A 23°  
B 31°  
C 64°  
D 128°

## مراجعة تراكمية

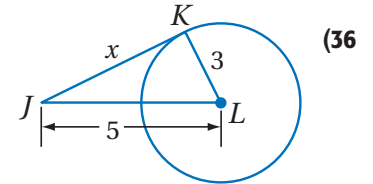
أوجد قيمة  $x$  في كل ممّا يأتي، مفترضاً أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة هي مماسات فعلاً. (الدرس 4-5)



(38)



(37)

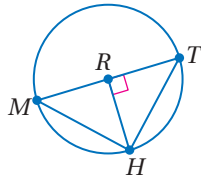


(36)

(39) **برهان:** اكتب برهاناً ذا عمودين. (الدرس 4-4)

المعطيات:  $\widehat{MHT}$  نصف دائرة،  $\overline{RH} \perp \overline{TM}$ .

المطلوب:  $\frac{TR}{RH} = \frac{TH}{HM}$



## استعد للدرس اللاحق

حلّ كلّاً من المعادلات الآتية:

$$x^2 + 5x = -\frac{25}{4} \quad (42)$$

$$x^2 - 6x = -9 \quad (41)$$

$$x^2 + 13x = -36 \quad (40)$$



# قطع مستقيمة خاصة في الدائرة

## Special Segments in a Circle

# 4-7



### لماذا؟

قُطعت كعكة دائرية كبيرة طولياً لتكفي أكبر عدد ممكن من المدعوين إلى حفلة، ولم يبقَ منها إلا قطعة صغيرة. يمكنك إيجاد قطر الكعكة الأصلية باستعمال الخصائص الهندسية للدائرة.

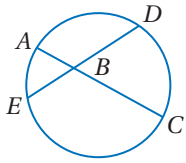
### فيما سبق:

درست إيجاد قياس الأقطار التي تتقاطع داخل متوازي الأضلاع.

(مهارة سابقة)

### والآن:

- أجد قياسات الأوتار المتقاطعة داخل الدائرة.
- أجد قياسات القطع المستقيمة المتقاطعة خارج الدائرة.



### الأوتار المتقاطعة داخل الدائرة:

عندما يتقاطع وتران داخل دائرة، ينقسم كل منهما جزأين، ففي الشكل المجاور، انقسم الوتر  $\overline{AC}$  إلى  $\overline{AB}$  و  $\overline{BC}$ ، وكذلك انقسم الوتر  $\overline{ED}$  إلى  $\overline{EB}$  و  $\overline{BD}$ .

تصف النظرية الآتية العلاقة بين القطع المستقيمة الأربع التي تكوّنت من تقاطع وترين داخل دائرة.

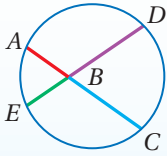
أضف إلى

مطويتك

### نظرية 4.15

#### نظرية قطع الوتر

التعبير اللفظي: إذا تقاطع وتران في دائرة، فإن حاصل ضرب طولي جزأي الوتر الأول يساوي حاصل ضرب طولي جزأي الوتر الثاني.



$$AB \cdot BC = DB \cdot BE$$

مثال:

ستبرهن النظرية 4.15 في السؤال 15

### استعمال تقاطع الوترين

### مثال 1

أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ من الشكلين الآتيين:

النظرية 4.15

بالتعويض

بالضرب

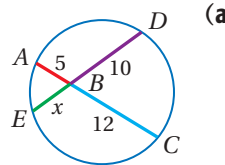
بقسمة كلا الطرفين على 10

$$AB \cdot BC = EB \cdot BD$$

$$5 \cdot 12 = x \cdot 10$$

$$60 = 10x$$

$$6 = x$$



النظرية 4.15

بالتعويض

بالضرب

ب طرح  $x^2$  من كلا الطرفين

ب طرح  $9x$  من كلا الطرفين

$$JK \cdot KL = PK \cdot KM$$

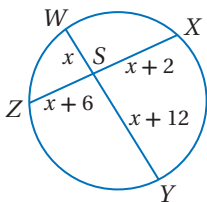
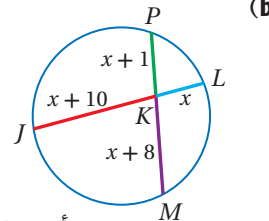
$$(x + 10) \cdot x = (x + 1)(x + 8)$$

$$x^2 + 10x = x^2 + 9x + 8$$

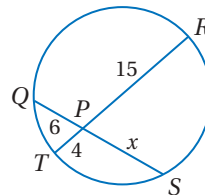
$$10x = 9x + 8$$

$$x = 8$$

أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ من الشكلين الآتيين:



(1B)



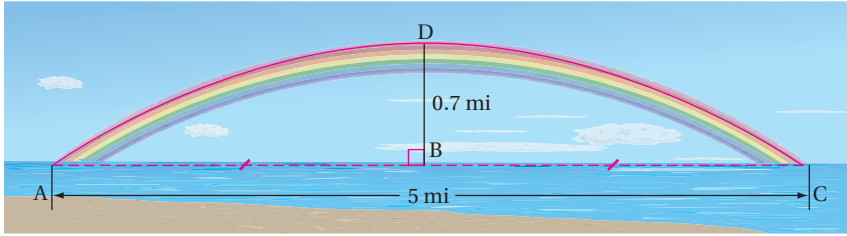
(1A)

تحقق من فهمك



إيجاد قياس قطع مستقيمة في الدائرة

**علوم:** شكل قوس المطر الحقيقي دائرة كاملة، ولا يظهر لنا منها إلا القوس الذي يظهر فوق أفق الكرة الأرضية. ما نصف قطر الدائرة التي تحوي قوس المطر الظاهر في الشكل أدناه؟

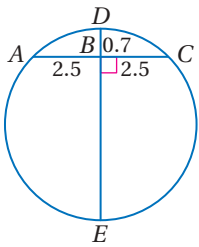


**افهم:** المعطيات: قوس المطر الظاهر جزء من دائرة

$\overline{AC}$  وتر في الدائرة

$\overline{DB}$  عمود منصف للوتر  $\overline{AC}$

**المطلوب:** إيجاد طول نصف قطر الدائرة التي تحوي قوس المطر الظاهر.



**خطط:** ارسم نموذجاً للمسألة، بما أن  $\overline{DE}$  تُنصف الوتر  $\overline{AC}$ ، فإن  $\overline{DE}$  قطر في الدائرة. استعمل ناتج ضرب أطوال الأوتار المتقاطعة لإيجاد طول قطر الدائرة.

النظرية 4.15

**حل:**  $AB \cdot BC = DB \cdot BE$

بالتعويض

$2.5 \cdot 2.5 = 0.7 \cdot BE$

بالضرب

$6.25 = 0.7BE$

بقسمة كلا الطرفين على 0.7

$8.9 \approx BE$

مسألة جمع القطع المستقيمة

$DE = DB + BE$

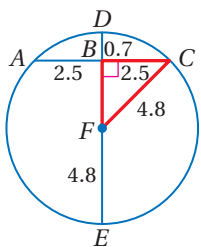
بالتعويض

$\approx 0.7 + 8.9$

بالجمع

$= 9.6$

بما أن قطر الدائرة يساوي 9.6 mi تقريباً، فإن نصف قطرها يساوي  $9.6 \div 2 \approx 4.8$



**تحقق:** استعمل عكس نظرية فيثاغورس؛ للتحقق من أن المثلث المتكوّن من نصف القطر وجزء من الوتر وجزء من القطر في الدائرة قائم الزاوية.

مسألة جمع القطع المستقيمة

$DB + BF = DF$

بالتعويض

$0.7 + BF = 4.8$

ب طرح 0.7 من الطرفين

$BF = 4.1$

نظرية فيثاغورس

$BF^2 + BC^2 = CF^2$

بالتعويض

$4.1^2 + 2.5^2 \stackrel{?}{=} 4.8^2$

بالتبسيط

$23.06 \approx 23.04 \quad \checkmark$

**تحقق من فهمك**



(2) **مصلى قبة الصخرة:** هو أحد أهم معالم المسجد الأقصى

المبارك في مدينة القدس، وتعتبر قبة من أهم وأبرز المعالم المعمارية الإسلامية، فهي عبارة عن قبة كروية قطر الدائرة التي تحتوي على القوس المار بالقمة هي 20 m، ويبلغ ارتفاع أعلى نقطة فيها عن الجزء الأسطواني الذي يحملها 15m، أوجد المسافة بين طرفي القبة؟



الربيع مع الحياة

كلما كانت الشمس قريبة من الأفق، زاد الجزء الذي تراه من قوس المطر. وعند غروب الشمس، يمكنك رؤية قوس المطر على شكل نصف دائرة، بحيث تصنع أعلى نقطة في هذا القوس زاوية مقدارها 42 درجة فوق الأفق.

إرشادات لحل المسألة

ارسم شكلاً:

عند حل المسائل اللفظية المتعلقة بالدوائر، يُفضّل أن ترسم شكلاً وتضع عليه قياسات كل عناصر الدائرة المعطاة، وأن تسمّي القياس المجهول برمز متغير لمساعدتك على اختيار خطة الحل المناسبة.

**قطع مستقيمة تتقاطع خارج الدائرة:** الأوتار غير المتوازية في الدائرة وغير المتقاطعة داخلها، يمكن أن تمتد لتشكّل قواطع تتقاطع خارج الدائرة.

أضف إلى مطويتك

### نظرية 4.16 نظرية القاطع

**التعبير اللفظي:** إذا رُسم قاطعان لدائرة من نقطة خارجها، فإن حاصل ضرب طول القاطع الأول في طول الجزء الخارجي منه، يساوي حاصل ضرب طول القاطع الثاني في طول الجزء الخارجي منه.

**مثال:**  $AC \cdot AB = AE \cdot AD$

ستبرهن النظرية 4.16 في السؤال 16

**إرشادات للدراسة**

**تبسيط نص النظرية:**  
كل طرف من طرفي المعادلة في مثال النظرية 4.16، هو ناتج ضرب طول الجزء الخارجي من القاطع في طول القاطع بكامله.

**مثال 3 استعمال تقاطع القاطعين**

أوجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور.

**النظرية 4.16**  $JG \cdot JH = JL \cdot JK$

**بالتعويض**  $(x + 8)8 = (10 + 6)6$

**بالضرب**  $8x + 64 = 96$

**ب طرح 64 من كلا الطرفين**  $8x = 32$

**بقسمة كلا الطرفين على 8**  $x = 4$

**تحقق من فهمك** ✓

**(3B)**

**(3A)**

**تنبيه !**

**استعمال المعادلة الصحيحة:**  
تأكد من أنك تجد ناتج ضرب طول القاطع في طول القطعة الخارجية منه. وليس في طول القطعة الداخلية منه.

يمكنك استعمال معادلة مشابهة لمعادلة النظرية 4.16 عندما يتقاطع مماس وقاطع خارج الدائرة، وفي هذه الحالة المماس أو قطعة المماس التي يقع أحد طرفيها على الدائرة تُمثّل قطعة المماس الخارجية، وقطعة المماس الكلية في آنٍ معاً.

أضف إلى مطويتك

### نظرية 4.17

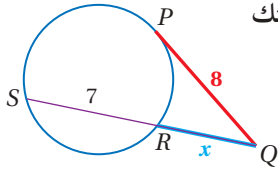
**التعبير اللفظي:** إذا رُسم مماس وقاطع لدائرة من نقطة خارجها، فإن مربع طول المماس يساوي حاصل ضرب طول القاطع في طول الجزء الخارجي منه.

**مثال:**  $JK^2 = JL \cdot JM$

ستبرهن النظرية 4.17 في السؤال 17

## استعمال المماس والقاطع

### مثال 4



إذا كانت  $PQ$  مماساً للدائرة كما في الشكل المجاور، فأوجد قيمة  $x$  مقرباً إجابتك إلى أقرب عُشرٍ.

النظرية 4.17

بالتعويض

بالضرب

ب طرح 64 من كلا الطرفين

$$PQ^2 = QR \cdot QS$$

$$8^2 = x(x + 7)$$

$$64 = x^2 + 7x$$

$$0 = x^2 + 7x - 64$$

استعمل القانون العام لحل المعادلة التربيعية؛ لأن المقدار غير قابل للتحليل.

القانون العام

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$a = 1, b = 7, c = -64$$

$$= \frac{-7 \pm \sqrt{7^2 - 4(1)(-64)}}{2(1)}$$

بالتبسيط

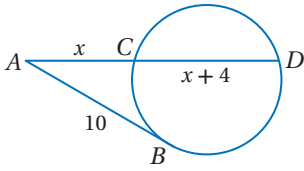
$$= \frac{-7 \pm \sqrt{305}}{2}$$

باستعمال الحاسبة

$$\approx -12.2 \text{ أو } 5.2$$

وبما أنه لا يمكن أن تكون الأطوال سالبة، فإن قيمة  $x$  تساوي 5.2 تقريباً.

تحقق من فهمك

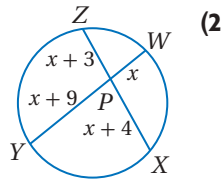


(4) مماس  $AB$  للدائرة في الشكل المجاور، أوجد قيمة  $x$  مقرباً إجابتك إلى أقرب عُشرٍ.

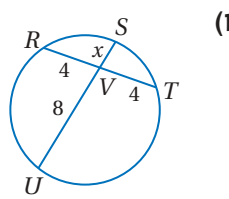
## تأكد

أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ من الأشكال الآتية، مفترضاً أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة، هي مماساتٌ فعلاً.

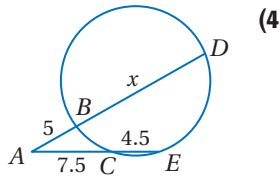
الأمثلة 1, 3, 4



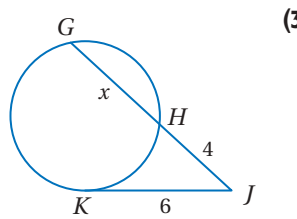
(2)



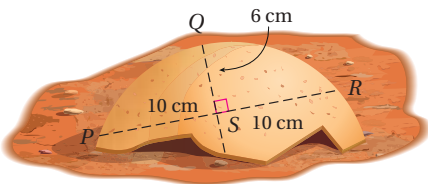
(1)



(4)



(3)

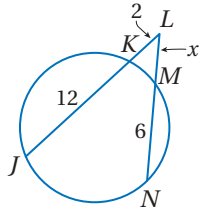


(5) آثار: يبيّن الشكل المجاور صورة جزء مكسور من إناء فخاري دائري وُجِدَ في موقع أثري. إذا كانت  $QS$  جزءاً من قطر الدائرة، فما محيط الإناء الفخاري الأصلي؟ قرب إجابتك إلى أقرب جزءٍ من مئة.

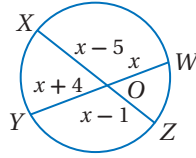
المثال 2

أوجد قيمة  $x$  في كلٍّ من الأشكال الآتية مفترضًا أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة، هي مماسات فعلاً، وقرب إجابتك إلى أقرب عُشرٍ.

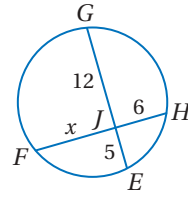
الأمثلة 1, 3, 4



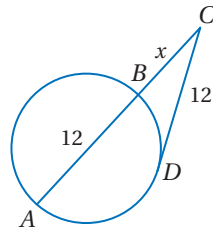
(8)



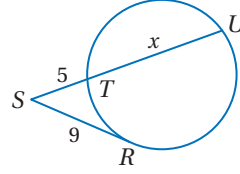
(7)



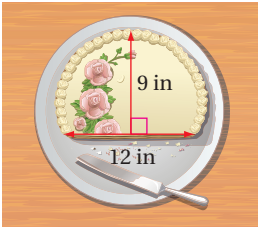
(6)



(10)



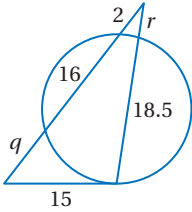
(9)



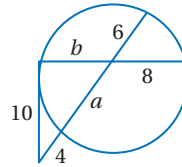
(11) **كعك:** توزع سلمى الكعك في حفل. إذا كانت أبعاد القطعة المتبقية من الكعكة كما في الشكل المجاور، فما قطر الكعكة الأصلية؟

أوجد قيم المتغيرات في كلٍّ من الأشكال الآتية، مفترضًا أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة هي مماسات فعلاً، وقرب إجابتك إلى أقرب عُشرٍ.

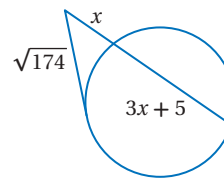
المثال 2



(14)



(13)



(12)

**برهان:** اكتب برهانًا من النوع المحدد لكلٍّ من النظريات الآتية:

(إرشاد: ارسم أوتارًا تصل نقاط القطع المستقيمة المتقاطعة داخل الدائرة أو خارجها بالدائرة)

(15) برهان ذي عمودين للنظرية 4.15

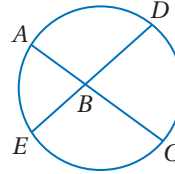
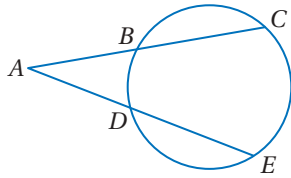
(16) برهان حرّ للنظرية 4.16

المعطيات:  $\overline{AC}$  و  $\overline{AE}$  قاطعان لدائرة.

المعطيات:  $\overline{AC}$  و  $\overline{DE}$  وتران متقاطعان في  $B$ .

المطلوب:  $AB \cdot AC = AD \cdot AE$

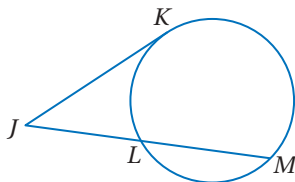
المطلوب:  $AB \cdot BC = EB \cdot BD$



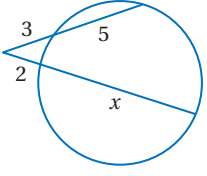
(17) برهان ذي عمودين للنظرية 4.17

المعطيات:  $\overline{JK}$  مماس،  $\overline{JM}$  قاطع

المطلوب:  $JK^2 = JL \cdot JM$



## مسائل مهارات التفكير العليا



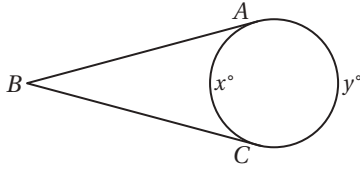
- (18) اكتشاف الخطأ:** يحسب كلٌّ من خالد وعبدالعزيز قيمة  $x$  في الشكل المجاور . فكتب خالد المعادلة:  $3(5) = 2x$ ، بينما كتب عبدالعزيز المعادلة:  $3(8) = 2(2 + x)$ . هل أيٌّ منهما كتب المعادلة الصحيحة؟ برّر إجابتك.

- (19) تبرير:** إذا تقاطع وتران في مركز دائرة، فهل تكون قياسات الأقواس المحصورة بينهما متساوية أحياناً، أم دائماً، أو غير متساوية أبداً؟

- (20) اكتب:** إذا تقاطع وتران داخل الدائرة، فصّفِ العلاقة بين جزأي الأول وجزأي الثاني.

## تدريب على اختبار

- (22) إجابة مطوّلة:**  $\overline{BA}$ ,  $\overline{BC}$  مماسان للدائرة في الشكل أدناه،  $m\angle ABC = 70^\circ$ .



- (a) اكتب معادلتين تربطان بين  $x^\circ$  و  $y^\circ$ .  
(b) أوجد قيمة كلٍّ من  $x^\circ$  و  $y^\circ$ .

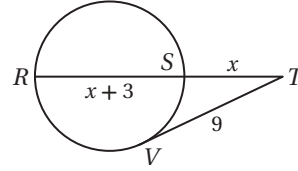
- (21)  $\overline{TV}$  مماس للدائرة، و  $R$ ,  $S$  نقطتان عليها، ما قيمة  $x$  مقربةً إلى أقرب عُشرٍ؟**

5.7 C

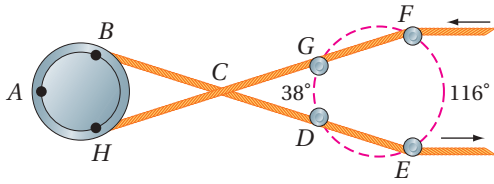
7.6 A

4.8 D

6.4 B



## مراجعة تراكمية



- (23) نسيج:** بعد أن تُغزل خيوط الصوف، يتم صبغها، ثم تُمرّر على مجموعة من البكرات لكي تجف، والشكل المجاور يُظهر إحدى مجموعات البكرات، لاحظ أن خيوط الصوف يبدو كأنه يتقاطع بعضه مع بعض عند النقطة  $C$ ، ولكنه في الواقع غير ذلك. أوجد  $m\widehat{BH}$  مستعملاً معلومات الشكل. (الدرس 4-6)

**هندسة إحدائية:** مثلّ بيانياً الشكل وصورته الناتجة عن الإزاحة المعطاة في كلِّ ممّا يأتي: (الدرس 4-2)

- (24)  $\triangle KLM$  الذي رؤوسه:  $K(5, -2)$ ,  $L(-3, -1)$ ,  $M(0, 5)$ ؛ إزاحة مقدارها 3 وحدات إلى اليسار و 4 وحدات إلى أسفل.**

- (25) الشكل الرباعي  $PQRS$  الذي رؤوسه:  $P(1, 4)$ ,  $Q(-1, 4)$ ,  $R(-2, -4)$ ,  $S(2, -4)$ ؛ إزاحة مقدارها 5 وحدات إلى اليسار و 3 وحدات إلى أعلى.**

## استعد للدرس اللاحق

اكتب بصيغة الميل والمقطع معادلة المستقيم الذي عُلم ميله ومقطع  $y$  له في كلِّ ممّا يأتي:

$m = \frac{5}{8}$ ,  $(0, -6)$  (28)

$m = 2$ ,  $(0, 8)$  (27)

$m: 3$ , المقطع  $y = -4$  (26)

$m = -\frac{1}{12}$ ,  $b: 1$  (31)

$m = -1$ ,  $b: -3$  (30)

$m: \frac{2}{9}$ , المقطع  $y = \frac{1}{3}$  (29)



يمكنك استعمال TI-nspire لاستكشاف معادلة الدائرة.

## نشاط

## رسم دائرة في المستوى الإحداثي

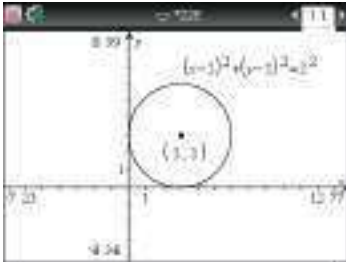
## الخطوة 1: ارسم دائرة.

- افتح صفحة تطبيق الرسوم البيانية بالضغط على المفاتيح  $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$   $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$   $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$  :
- ارسم دائرة بالضغط على مفتاح  $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$  ثم اختر  $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$  : الهندسة ومنها  $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$  : الأشكال الهندسية واختر  $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$  : الدائرة ، ثم ضع المؤشر في أي مكان خالٍ لا يقع على أي من المحورين واضغط لرسم نقطة المركز، ومن ثم اسحب لرسم الدائرة ثم اضغط  $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$  ثم  $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$  .



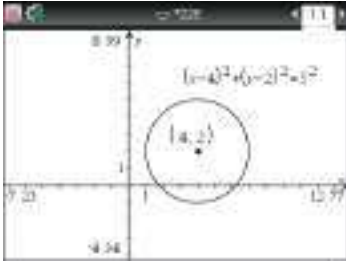
## الخطوة 2: اكتب معادلة الدائرة.

- عرض معادلة الدائرة، اضغط على المفتاح  $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$  ، ثم اختر  $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$  : الإجراءات ومنها  $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$  : الإحداثيات والمعادلات ، ثم الضغط على محيط الدائرة لتظهر المعادلة، قم بوضع المؤشر في مكان مناسب لكتابة المعادلة فيه، ثم اضغط  $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$  .
- بالمثل اضغط على مركز الدائرة، ثم ضع المؤشر في مكانٍ مناسبٍ لكتابة إحداثيِّ مركز الدائرة واضغط  $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$  ثم  $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$  .



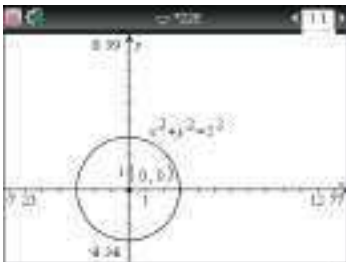
## الخطوة 3: غير معادلة الدائرة.

- استعمل المؤشر واضغط على مركز الدائرة وحرك المركز ثم لاحظ كيف تتغير معادلة الدائرة. أو ظلل إحداثيِّ مركز الدائرة واكتب إحداثيِّ آخرين لمركز دائرة أخرى ولاحظ كيف يتغير موقع الدائرة ومعادلتها.
- استعمل الأسهم لسحب الدائرة من نقطة المركز ونقلها للمكان الذي تريد، ثم اضغط  $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$  .



## الخطوة 4: ارسم دائرة مركزها نقطة الأصل.

- حرك الدائرة كما فعلت في الخطوة 3، وضع مركزها عند نقطة الأصل، أو استعمل المؤشر واضغط على محيط الدائرة وفي الوقت نفسه اضغط على الأسهم ثم اطلق المؤشر واستعمل الأسهم لتكبير الدائرة أو تصغيرها ثم اضغط  $\left[ \frac{\square}{\square} \right]$  ولاحظ أثر ذلك في معادلة الدائرة.



## تحليل النتائج:

- كيف تتغير معادلة الدائرة عند تحريك مركزها؟
- كيف تتغير معادلة الدائرة عندما يزيد نصف قطرها أو ينقص؟
- ما معادلة الدائرة التي يقع مركزها عند نقطة الأصل، ونصف قطرها 4؟ فسّر إجابتك.
- ما معادلة الدائرة التي يقع مركزها عند النقطة  $(h, k)$ ، ونصف قطرها  $r$ ؟ فسّر إجابتك.

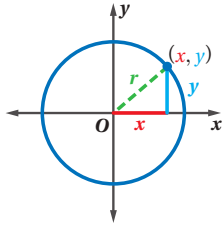


# معادلة الدائرة

## Equation of Circle

### لماذا؟

تستعمل أبراج الاتصالات الهاتفية إشارات الراديو لبث مكالمات الهواتف النقالة. ويغطي كل برج منطقة دائرية. وتُصمَّم الأبراج بحيث تلتقط إشارات البث في أي مكان ضمن منطقة التغطية.



**معادلة الدائرة:** بما أن نقاط الدائرة جميعها تبعد مسافات متساوية عن مركزها، فإنه يمكنك إيجاد معادلتها باستعمال صيغة المسافة بين نقطتين أو نظرية فيثاغورس.

إذا مثل  $(x, y)$  نقطة على دائرة مركزها عند نقطة الأصل كما في الشكل المجاور، فإنه يمكنك أن تستعمل نظرية فيثاغورس؛ لتجد أن معادلة هذه الدائرة  $x^2 + y^2 = r^2$ .

وإذا لم يقع مركز الدائرة عند نقطة الأصل، ولكن عند النقطة  $(h, k)$  كما في الشكل المبين في المفهوم الأساسي أدناه، فإنه يمكنك أن تستعمل صيغة المسافة بين نقطتين لتحصل على معادلة الدائرة.

$$\text{صيغة المسافة بين نقطتين} \quad d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

$$d = r, (x_1, y_1) = (h, k), (x_2, y_2) = (x, y) \quad r = \sqrt{(x - h)^2 + (y - k)^2}$$

$$\text{بتربيع كلا الطرفين} \quad r^2 = (x - h)^2 + (y - k)^2$$

### فيما سبق:

درست كتابة معادلة المستقيم وتمثيله بيانياً في المستوى الإحداثي.

(مهارة سابقة)

### والآن:

- أكتب معادلة الدائرة.
- أمثل الدائرة بيانياً في المستوى الإحداثي.

### المفردات:

الصيغة القياسية لمعادلة الدائرة

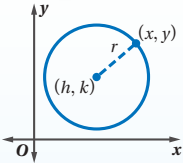
standard form  
of an equation  
of a circle

### أضف إلى

### مطوبتك

### الصيغة القياسية لمعادلة الدائرة

### مفهوم أساسي



الصيغة القياسية لمعادلة الدائرة التي مركزها  $(h, k)$ ،

وطول نصف قطرها  $r$  هي:  $(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$ .

الصيغة القياسية لمعادلة الدائرة تُسمى أيضاً صيغة المركز ونصف القطر.

### مثال 1 كتابة معادلة الدائرة باستعمال المركز ونصف القطر

### 1 مثال

اكتب معادلة الدائرة في كلِّ ممَّا يأتي:

(a) مركزها عند  $(1, -8)$ ، وطول نصف قطرها 7

$$\text{معادلة الدائرة} \quad (x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$$

$$(h, k) = (1, -8), r = 7 \quad (x - 1)^2 + [y - (-8)]^2 = 7^2$$

$$\text{بالتبسيط} \quad (x - 1)^2 + (y + 8)^2 = 49$$

(b) الدائرة الممثلة بيانياً في الشكل المجاور.

مركز الدائرة عند  $(0, 4)$  وطول نصف قطرها 3

$$\text{معادلة الدائرة} \quad (x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$$

$$(h, k) = (0, 4), r = 3 \quad (x - 0)^2 + (y - 4)^2 = 3^2$$

$$\text{بالتبسيط} \quad x^2 + (y - 4)^2 = 9$$

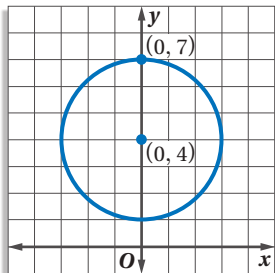
### تحقق من فهمك

(1A) مركزها نقطة الأصل، ونصف قطرها  $\sqrt{10}$ . (1B) مركزها النقطة  $(4, -1)$ ، وقطرها 8

### إرشادات للدراسة

#### معادلة الدائرة:

في المثال 1. لاحظ أن معادلة الدائرة بقيت على الصورة القياسية، إذ ليس من الضروري فك التربيع.



## مثال 2

### كتابة معادلة الدائرة باستعمال مركزها ونقطة عليها

اكتب معادلة الدائرة في كلِّ ممَّا يأتي:

(a) مركزها  $(-2, 4)$ ، وتمر بالنقطة  $(-6, 7)$ .

**الخطوة 1:** أوجد نصف القطر باستعمال صيغة المسافة بين النقطتين.

$$\text{صيغة المسافة بين نقطتين} \quad r = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

$$(x_1, y_1) = (-2, 4), (x_2, y_2) = (-6, 7) \quad = \sqrt{[-6 - (-2)]^2 + (7 - 4)^2}$$

$$\text{بالتبسيط} \quad = \sqrt{25} = 5$$

**الخطوة 2:** اكتب معادلة الدائرة باستعمال:  $h = -2, k = 4, r = 5$

$$\text{معادلة الدائرة} \quad (x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$$

$$h = -2, k = 4, r = 5 \quad [x - (-2)]^2 + (y - 4)^2 = 5^2$$

$$\text{بالتبسيط} \quad (x + 2)^2 + (y - 4)^2 = 25$$

(b) الدائرة الممثلة بيانيًا جانبًا.

**الخطوة 1:** أوجد نصف القطر باستعمال صيغة المسافة بين النقطتين

$$\text{صيغة المسافة بين نقطتين} \quad r = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

$$= \sqrt{(5 - 3)^2 + [1 - (-2)]^2}$$

$$\text{بالتبسيط} \quad = \sqrt{13}$$

**الخطوة 2:** اكتب معادلة الدائرة باستعمال:  $h = 3, k = -2, r = \sqrt{13}$

$$\text{معادلة الدائرة} \quad (x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$$

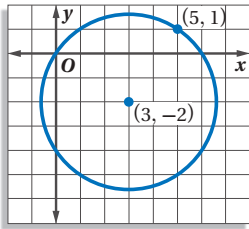
$$h = 3, k = -2, r = \sqrt{13} \quad (x - 3)^2 + [y - (-2)]^2 = (\sqrt{13})^2$$

$$\text{بالتبسيط} \quad (x - 3)^2 + (y + 2)^2 = 13$$

**تحقق من فهمك**

(2A) مركزها  $(5, 4)$ ، وتمر بالنقطة  $(-3, 4)$ .

(2B) مركزها  $(-3, -5)$ ، وتمر بالنقطة  $(0, 0)$ .



### إرشادات للدراسة

**صيغة الجذور:**

في المثال 2b، من الأفضل ترك نصف القطر على صورة الجذر؛ لأن نصف القطر سيُربع عند كتابة معادلة الدائرة.

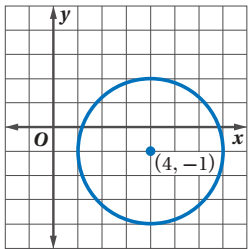
**تمثيل الدوائر بيانيًا:** يمكنك تحليل معادلة الدائرة؛ لتجد معلوماتٍ تساعدك على تمثيلها بيانيًا في المستوى الإحداثي.

### تمثيل الدائرة بيانيًا

## مثال 3

أوجد مركز ونصف قطر الدائرة التي معادلتها:  $(x - 4)^2 + (y + 1)^2 = 9$ ، ثم مثلها بيانيًا.

أعد كتابة المعادلة:  $(x - 4)^2 + (y + 1)^2 = 9$  بالصيغة القياسية لإيجاد المركز ونصف القطر بسهولة.



$$(x - 4)^2 + [y - (-1)]^2 = 3^2$$

$$\begin{array}{ccc} \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ (x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2 \end{array}$$

لذا فإن:  $h = 4, k = -1, r = 3$ . أي أن المركز عند النقطة

$(4, -1)$  ونصف القطر 3 وحدات.

**تحقق من فهمك**

أوجد مركز ونصف قطر الدائرة المعطاة معادلتها في كلِّ ممَّا يأتي، ثم مثلها بيانيًا:

$$(x + 4)^2 + (y - 7)^2 = 25 \quad \text{(3B)}$$

$$x^2 + y^2 = 4 \quad \text{(3A)}$$

### إرشادات للدراسة

**مسلمات إقليدس:**

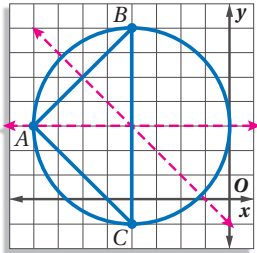
لقد درست ثلاثًا من مسلمات إقليدس في درس 5-2، وهناك مسلمات أخرى لإقليدس، وهي أنه يمكنك رسم دائرة وحيدة بنصف قطر معلوم باختيار أي نقطة لتكون مركزًا لهذه الدائرة.

**أعاصير:** وُضعت ثلاث صفارات التحذير من الأعاصير في ثلاثة مواقع استراتيجية على دائرة حول مدينة، اكتب معادلة الدائرة التي وُضعت عليها الصفارات الثلاث إذا كانت إحداثيات مواقعها هي:  $A(-8, 3)$ ,  $B(-4, 7)$ ,  $C(-4, -1)$ .

**افهم:** المعطيات: إحداثيات ثلاث نقاط تقع على الدائرة هي:

$$A(-8, 3), B(-4, 7), C(-4, -1)$$

**المطلوب:** كتابة معادلة الدائرة التي تمر بالنقاط الثلاث.



**خطط:** مثل  $\triangle ABC$  بيانياً، ثم أنشئ عمودين منصفين لاثنتين من أضلعه؛

لتعيين مركز الدائرة، حيث إن العمود المنصف لوتر في الدائرة هو قطر (أو نصف قطر) لها، وأوجد طول نصف قطر الدائرة، ثم استعمل المركز ونصف القطر لكتابة معادلتها.

**حل:** أنشئ عمودين منصفين لضلعين، يظهر من الرسم أن مركز

الدائرة يقع عند النقطة  $(-4, 3)$ ، ونصف القطر 4

اكتب المعادلة:

$$(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$$

$$[x - (-4)]^2 + (y - 3)^2 = 4^2$$

$$(x + 4)^2 + (y - 3)^2 = 16$$

**تحقق:** ارسم دائرة مركزها  $(-4, 3)$  ونصف قطرها 4، ثم تحقق من أنها تمر بالنقاط الثلاث المعطاة.

**تحقق من فهمك**

(4) اكتب معادلة الدائرة التي تمر بالنقاط:  $R(1, 2)$ ,  $S(-3, 4)$ ,  $T(-5, 0)$



الرياح مع الحياة

في الولايات المتحدة يُسجل 1000 إعصار تقريباً خلال السنة الواحدة. أكثر هذه الأعاصير تدميراً هي الأعاصير التي تبلغ سرعتها 250 mi/h أو أكثر، فقد يصل عرض مسارها التدميري إلى 50 ميل، ويمتد إلى 50 ميل.

تأكد

اكتب معادلة الدائرة في كلِّ ممَّا يأتي:

المثالان 1, 2

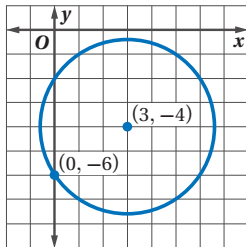
(2) مركزها  $(3, 1)$ ، وقطرها 14

(1) مركزها  $(9, 0)$ ، ونصف قطرها 5

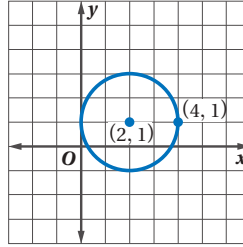
(4) مركزها  $(-5, 3)$ ، وتمر بالنقطة  $(1, -4)$ .

(3) مركزها نقطة الأصل، وتمر بالنقطة  $(2, 2)$ .

(6)



(5)



أوجد مركز ونصف قطر الدائرة المعطاة معادلتها في كلِّ ممَّا يأتي، ثم مثلها بيانياً.

المثال 3

$$(x - 3)^2 + (y + 2)^2 = 16 \quad (7)$$

$$x^2 + (y + 1)^2 = 4 \quad (8)$$

$$(x + 3)^2 + y^2 - 9 = 0 \quad (9)$$

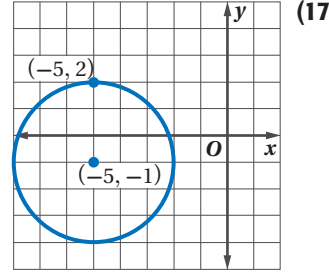
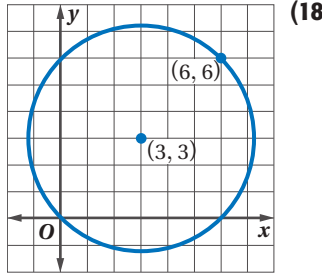
(10) **اتصالات:** مثلت ثلاثة أبراج هواتف نقالة بالنقاط:  $X(6, 0)$ ,  $Y(8, 4)$ ,  $Z(3, 9)$ ، عيّن موقع برج آخر يبعد مسافات متساوية عن هذه الأبراج الثلاثة، ثم اكتب معادلة الدائرة التي تقع عليها الأبراج الثلاثة.

المثال 4

المثالان 1, 2

اكتب معادلة الدائرة في كلِّ ممَّا يأتي:

- (11) مركزها نقطة الأصل، ونصف قطرها 4  
 (12) مركزها (6, 1)، ونصف قطرها 7  
 (13) مركزها (-2, 0)، ونصف قطرها 16  
 (14) مركزها (8, -9)، ونصف قطرها  $\sqrt{11}$   
 (15) مركزها (-3, 6)، وتَمُرُّ بالنقطة (0, 6).  
 (16) طرفا قطرٍ فيها (0, 4) و (6, -4).



(19) **طقس:** أظهرت شاشة رادار حلقات دائرية مركزها إعصار. إذا كان مركز شاشة الرادار هو نقطة الأصل، والحلقة الأولى تبعد 15 mi عن المركز، والمسافة بين كل حلقتين متتاليتين 15 mi، فما معادلة الحلقة الثالثة؟

أوجد مركز ونصف قطر الدائرة المعطاة معادلتها في كلِّ ممَّا يأتي، ثم مثلها بيانياً.

- (20)  $x^2 + y^2 = 36$   
 (21)  $(x - 2)^2 + (y - 1)^2 = 4$   
 (22)  $(x + 4)^2 + (y - 2)^2 = 16$   
 (23)  $(x - 8)^2 + y^2 = 64$

المثال 3

اكتب معادلة الدائرة التي تمر بالنقاط المعطاة في كلِّ من السؤالين الآتيين، ثم مثلها بيانياً.

- (24)  $A(1, 6), B(5, 6), C(5, 0)$   
 (25)  $F(3, -3), G(3, 1), H(7, 1)$

المثال 4

(26) **صواريخ:** اختلاف حجم محرك الصاروخ، يؤدي إلى وصوله إلى ارتفاعات مختلفة، وكلما زاد الارتفاع الذي يصل إليه الصاروخ، كبرت الدائرة التي سيهبط فيها، وفي ظروف الرياح الطبيعية يكون طول نصف قطر دائرة الهبوط ثلاثة أمثال ارتفاع الصاروخ.

- (a) اكتب معادلة دائرة هبوط صاروخ وصل إلى ارتفاع 300 ft، مفترضاً أن مركز الدائرة هو نقطة الأصل.  
 (b) ما طول نصف قطر دائرة هبوط صاروخ وصل إلى ارتفاع 1000 ft؟

(27) **إذاعة:** تبث إذاعة محليةً برامجها، فتغطي منطقةً لايزيد بعدها عن برج البث أكبر من 60 km، إذا كان البرج يقع على بعد 40 km غرباً و 50 km شرقاً من منزل خالد.

- (a) إذا كان منزل خالد عند نقطة الأصل في المستوى الإحداثي، فاكتب المعادلة التي تُمثِّل الموقف ومثلها بيانياً.  
 (b) ماذا يُمثِّل هذا المنحنى؟ وهل يمكن أن يلتقط خالد البث من البرج الإذاعي؟ اشرح إجابتك.

(28) أوجد مركز ونصف قطر الدائرة التي معادلتها:  $x^2 + 6x + y^2 - 2y = 15$ .

(29) اكتب معادلة الدائرة التي قطرها 12، ويقع مركزها في الربع الثاني، وتمسُّ كلاً من المستقيمين  $y = -4, x = 1$ .

30 تمثيلات متعددة: في هذا السؤال ستستقصي المحل الهندسي المركب لنقطتين، وهو المحل

الهندسي الذي يُحقَّق أكثر من شرطٍ مختلفٍ.

(a) جدولياً: اختر نقطتين  $A$  و  $B$  في المستوى الإحداثي، واكتب إحداثيات

5 نقاطٍ في المستوى تبعد مسافات متساوية عن كلٍّ من  $A$  و  $B$ .

(b) بيانياً: مثل المحل الهندسي لهذه النقاط بيانياً.

(c) لفظياً: صِف المحل الهندسي للنقاط جميعها التي تبعد مسافات

متساوية عن زوجٍ من النقاط.

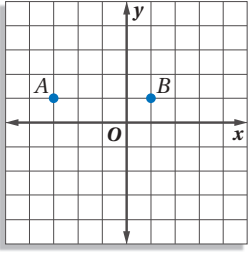
(d) بيانياً: استعمل التمثيل البياني الذي حصلت عليه من الفرع b؛ لتحديد

المحل الهندسي لجميع النقاط في المستوى، والتي تبعد مسافة  $AB$  عن النقطة  $B$ ، ومثله بيانياً.

(e) لفظياً: صِف المحل الهندسي لجميع النقاط في المستوى، والتي تبعد مسافات متساوية عن نقطة

واحدة. ثم صِف المحل الهندسي المركب لجميع النقاط التي تبعد مسافات متساوية عن  $A$  و  $B$ ، وتبعد

مسافة  $AB$  عن  $B$ . واذكر ماذا يمثل بيانياً؟



### إرشادات للاختبار

#### استعمال الصيغ:

تذكر أنه إذا كان السؤال

يوظف المستوى

الإحداثي، فاستعمل

صيغتي المسافة

بين نقطتين ونقطة

المنتصف وكذلك صيغة

الميل لحل السؤال،

وللتأكد من صحة حلِّك.

### مسائل مهارات التفكير العليا

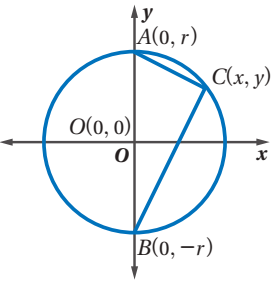
31 تحدُّ: اكتب برهاناً إحصائياً لإثبات أنه إذا قابلت الزاوية المحيطة قطرًا في الدائرة كما في الشكل المجاور، فإنها قائمة.

32 تبرير: معادلة دائرة هي:  $(x - 5)^2 + (y + 7)^2 = 16$ .

إذا أُجريت إزاحة لمركزها بمقدار 3 وحداتٍ إلى اليمين و9 وحداتٍ إلى أعلى، فما معادلة الدائرة الجديدة؟ برِّ إجابتك.

33 مسألة مفتوحة: عيّن ثلاث نقاط في المستوى الإحداثي ليست على استقامةٍ واحدةٍ، وارسم مثلثاً رؤوسه هذه النقاط، ثم أنشئ الدائرة التي تحيط به.

34 اكتب: اشرح العلاقة بين صيغة المسافة بين نقطتين ومعادلة الدائرة.



### تدريب على اختبار

36 إذا كان نصف قطر  $F$  يساوي 4، وإحداثيًا مركزها هما

$(-4, 0)$ ، فأي النقاط الآتية تقع على  $F$ ؟

(4, 3) C (4, 0) A

$(-4, 4)$  D (0, 4) B

35 أيُّ المعادلات الآتية تُمثِّل معادلة الدائرة التي مركزها

$(6, 5)$ ، وتمر بالنقطة  $(2, 8)$ ؟

$(x - 6)^2 + (y - 5)^2 = 5^2$  A

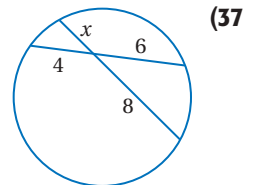
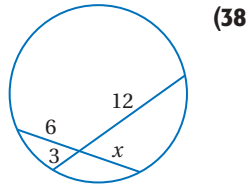
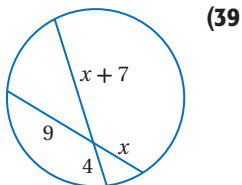
$(x - 5)^2 + (y - 6)^2 = 7^2$  B

$(x + 6)^2 + (y + 5)^2 = 5^2$  C

$(x - 2)^2 + (y - 8)^2 = 7^2$  D

### مراجعة تراكمية

أوجد قيمة  $x$  في كلِّ ممَّا يأتي: (الدرس 7-4)



ملخص الفصل

المفاهيم الأساسية

الدائرة ومحيطها (الدرس 4-1)

- محيط الدائرة يساوي  $\pi d$  أو  $2\pi r$ .

الزوايا والأقواس والأوتار والزوايا المحيطة (الدروس 4-2 إلى 4-4)

- مجموع قياسات الزوايا المركزية في الدائرة يساوي  $360^\circ$
- طول القوس يتناسب تناسباً طردياً مع محيط الدائرة.
- قطر الدائرة العمودي على وتر فيها، ينصفه وينصف القوسين المقابلين لهذا الوتر.
- قياس الزاوية المحيطة يساوي نصف قياس القوس الذي تقابله.

المماس والقاطع وقياسات الزوايا (الدرسان 4-5, 4-6)

- يقطع المماس الدائرة في نقطة واحدة بالضبط، ويكون عمودياً على نصف القطر المار بنقطة التماس.
- مماساً الدائرة المرسومان من نقطة واحدة خارجها يكونان متطابقين.
- قياس الزاوية المتكوّنة من تلاقي قاطعين خارج الدائرة، يساوي نصف الفرق الموجب بين قياسي القوسين المقابلين لها.
- قياس الزاوية المتكوّنة من قاطع ومماس يساوي نصف قياس القوس المقابل لهذه الزاوية.

قطع مستقيمة خاصة في الدائرة ومعادلة الدائرة (الدرسان 4-7, 4-8)

- يمكن إيجاد أطوال الأوتار المتقاطعة في الدائرة باستعمال حاصل ضرب أطوال أجزاء هذه الأوتار.
- معادلة الدائرة التي مركزها  $(h, k)$  ونصف قطرها  $r$  هي:  $(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$

مفردات أساسية

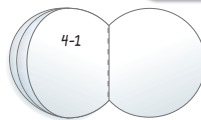
الدائرة (ص. 178)	القوس الأصغر (ص. 187)
المركز (ص. 178)	القوس الأكبر (ص. 187)
نصف القطر (ص. 178)	نصف دائرة (ص. 187)
الوتر (ص. 178)	الأقواس المتطابقة (ص. 187)
القطر (ص. 178)	الأقواس المتجاورة (ص. 188)
الدوائر المتطابقة (ص. 179)	طول القوس (ص. 189)
الدائرتان المتحدتان في المركز (ص. 179)	الزاوية المحيطة (ص. 201)
محيط الدائرة (ص. 180)	القوس المقابل (ص. 201)
باي ( $\pi$ ) (ص. 180)	المماس (ص. 209)
المضلع المحاط بدائرة (ص. 181)	نقطة التماس (ص. 209)
الدائرة الخارجية (ص. 181)	المماس المشترك (ص. 209)
الزاوية المركزية (ص. 186)	القاطع (ص. 216)
القوس (ص. 186)	

اختبار المفردات

بين ما إذا كانت كل جملة مما يأتي صحيحة أو غير صحيحة، وإذا كانت غير صحيحة فضع كلمة من القائمة أعلاه مكان الكلمة التي تحتها خط؛ لتجعل الجملة صحيحة:

- 1) أيُّ قطعة مستقيمة يقع طرفها على الدائرة فهي نصف قطر للدائرة.
- 2) الوتر المارٌّ بمركز الدائرة هو قطر فيها.
- 3) يقع رأس الزاوية المركزية عند مركز الدائرة، ويحتوي ضلعاها على نصفي قطرين للدائرة.
- 4) القوس الذي قياسه أقل من  $180^\circ$  هو قوس أكبر.
- 5) القوس المقابل للزاوية المحيطة هو القوس الذي يقع طرفاه على ضلعي الزاوية المحيطة، ويقع داخلها.
- 6) النقطة الوحيدة التي يتقاطع فيها مستقيم مع دائرة في المستوى نفسه هي المماس المشترك.
- 7) القاطع هو المستقيم الذي يقطع الدائرة في نقطة واحدة بالضبط.
- 8) تكون الدائرتان متحديتين في المركز، إذا وفقط إذا كان نصفاهما قطريهما متطابقين.

المطويات منظم أفكار



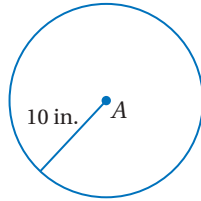
تأكد من أن المفاهيم الأساسية مدوّنة في مطوبتك.



## 4-1 الدائرة ومحيطها (ص 185-178)

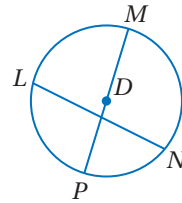
### مثال 1

أوجد محيط  $\odot A$ .



$$\begin{aligned} \text{صيغة محيط الدائرة} \quad C &= 2\pi r \\ \text{بالتعويض} \quad &= 2\pi(10) \\ \text{باستعمال الحاسبة} \quad &\approx 62.83 \\ \text{محيط } \odot A \text{ يساوي } &62.83 \text{ in تقريبًا.} \end{aligned}$$

استعمل الدائرة في الشكل أدناه للإجابة عن الأسئلة 9-11:



(9) سمّ الدائرة.

(10) سمّ نصف قطر للدائرة.

(11) سمّ وترًا لا يكون قطرًا.

أوجد القطر ونصف القطر للدائرة المُعطى محيطها في كلِّ ممّا يأتي، مقربًا إجابتك إلى أقرب جزءٍ من مئة.

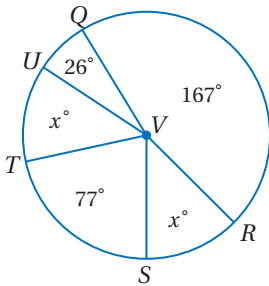
$$C = 26.7 \text{ yd} \quad (13) \quad C = 43 \text{ cm} \quad (12)$$

$$C = 225.9 \text{ mm} \quad (15) \quad C = 108.5 \text{ ft} \quad (14)$$

## 4-2 قياس الزوايا والأقواس (ص 193-186)

### مثال 2

أوجد قيمة  $x^\circ$  في الشكل الآتي:



$$\begin{aligned} \text{مجموع قياسات} \quad m\angle QVR + m\angle RVS + m\angle SVT + \\ \text{الزوايا المركزية} \quad m\angle TVU + m\angle UVQ = 360^\circ \end{aligned}$$

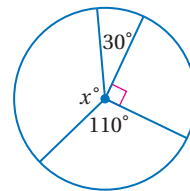
$$\text{بالتعويض} \quad 167^\circ + x^\circ + 77^\circ + x^\circ + 26^\circ = 360^\circ$$

$$\text{بالتبسيط} \quad 270^\circ + 2x^\circ = 360^\circ$$

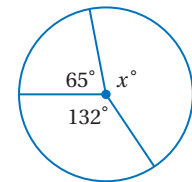
$$\text{بالطرح} \quad 2x^\circ = 90^\circ$$

$$\text{بالقسمة} \quad x^\circ = 45^\circ$$

أوجد قيمة  $x^\circ$  في كلِّ من السؤالين الآتيين:



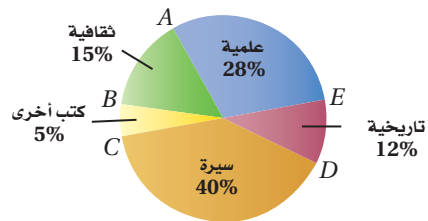
(17)



(16)

(18) **كتب:** أجرى مُعلم مسحًا حول الكتب التي يفضّل طلابه قراءتها، ومثل النتائج التي حصل عليها بالقطاعات الدائرية كما في الشكل أدناه، أجب عمّا يأتي:

الكتب التي يفضّلها الطلاب



(a) أوجد  $m\widehat{AE}$

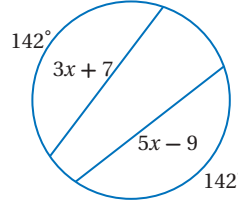
(b) أوجد  $m\widehat{BC}$

(c) صِفْ قوس القطاع الدائري الذي يمثّل فئة السيرة.

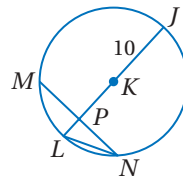
4-3 الأقواس والأوتار (ص 194-200)

4-3

19 أوجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور.

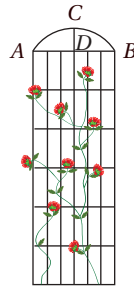


في  $\odot K$ ، إذا كان:  $MN = 16$ ،  $m\widehat{MLN} = 98^\circ$ ، فأوجد كل قياس مما يأتي مقرباً إجابتك إلى أقرب جزء من مئة.



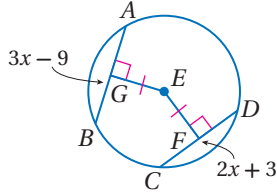
20  $m\widehat{NJ}$  (21)  $LN$

22 **بِسْتَنَة**: يُبَيِّن الشكل عريشاً يعلوه قوس من دائرة، إذا كان  $\widehat{CD}$  جزءاً من قترها و  $m\widehat{AB}$  يساوي 28% من الدائرة كاملة، فأوجد  $m\widehat{CB}$ .



مثال 3

**جبر:** في  $\odot E$ ، إذا كان  $EG = EF$ ، فأوجد  $AB$ .



الوتران  $\overline{EG}$ ،  $\overline{EF}$  متطابقان، لأن بُعديهما عن  $E$  متساويان. إذن:

النظرية 4.5  $AB = CD$

بالتعويض  $3x - 9 = 2x + 3$

بإضافة 9 لكلا الطرفين  $3x = 2x + 12$

بطرح  $2x$  من كلا الطرفين  $x = 12$

إذن:  $AB = 3(12) - 9 = 27$

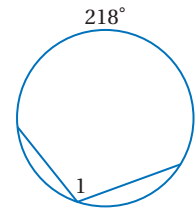
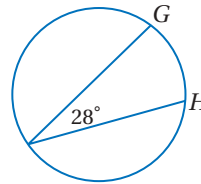
4-4 الزوايا المحيطية (ص 201-207)

4-4

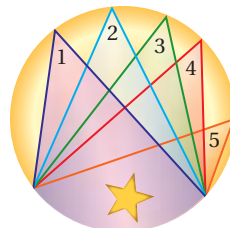
أوجد كلا من القياسين الآتيين:

24  $m\widehat{GH}$

23  $m\angle 1$

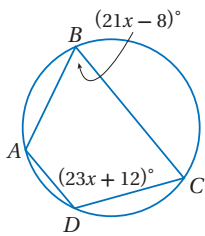


25 **شعارات**: إذا كان  $m\angle 1 = 42^\circ$  في الشعار المجاور، فأوجد  $m\angle 5$ .



مثال 4

أوجد  $m\angle B$  و  $m\angle D$ .



بما أن  $ABCD$  محاط بدائرة، إذن الزاويتان المتقابلتان متكاملتان.

تعريف الزوايا المتكاملة

$m\angle D + m\angle B = 180^\circ$

بالتعويض  $(23x + 12)^\circ + (21x - 8)^\circ = 180^\circ$

بالتبسيط  $(44x + 4)^\circ = 180^\circ$

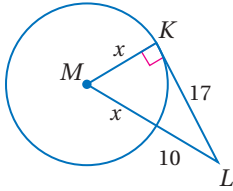
بالطرح  $44x = 176$

بالقسمة  $x = 4$

إذن:  $m\angle D = (23(4) + 12)^\circ = 104^\circ$

و  $m\angle B = (21(4) - 8)^\circ = 76^\circ$

مثال 5



إذا كانت  $\overline{KL}$  مماساً لـ  $\odot M$  عند  $K$  كما في الشكل المجاور، فأوجد قيمة  $x$ .

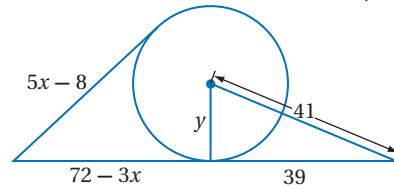
من النظرية 4.10:  $\overline{MK} \perp \overline{KL}$ ؛ إذن  $\triangle MKL$  مثلث قائم الزاوية.

نظرية فيثاغورس	$KM^2 + KL^2 = ML^2$
بالتعويض	$x^2 + 17^2 = (x + 10)^2$
بالضرب	$x^2 + 289 = x^2 + 20x + 100$
بالتبسيط	$289 = 20x + 100$
بالطرح	$189 = 20x$
بالقسمة	$9.45 = x$

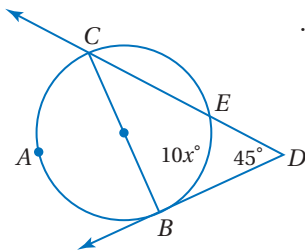
(26) **خيال علمي:** كتب جابر قصة قصيرة، وذكر فيها أن الانتقال أو السفر الفوري بين كوكب معين ثنائي الأبعاد وقمره، يكون ممكناً إذا كان مسار الانتقال مماساً لها. ارسم المسارات الممكنة جميعها.



(27) أوجد قيمة كل من  $x$  و  $y$  مفترضاً أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة هي مماسات فعلاً، مقرباً إجابتك إلى أقرب عُشرٍ.



مثال 6



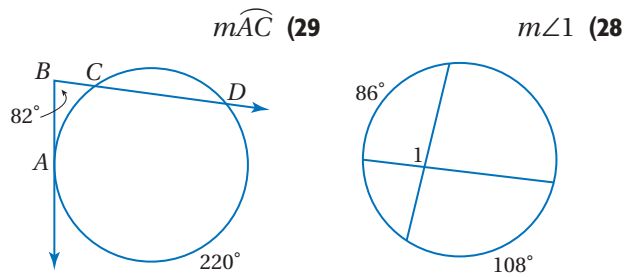
أوجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور.

$\widehat{CAB}$  نصف دائرة؛ لأن  $\overline{CB}$  قطرٌ فيها.

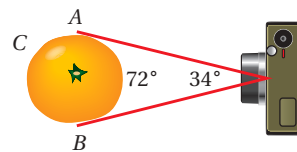
إذن:  $m\widehat{CAB} = 180^\circ$

النظرية 4.14	$m\angle D = \frac{1}{2}(m\widehat{CB} - m\widehat{EB})$
بالتعويض	$45^\circ = \frac{1}{2}(180 - 10x)^\circ$
بالضرب	$90 = 180 - 10x$
بالطرح	$-90 = -10x$
بالقسمة	$9 = x$

أوجد القياسين الآتيين:



(30) **تصوير:** أراد أحمد أن يلتقط صورةً لبرتقالة، فأخذ اللقطة كما في الشكل أدناه، حيث كان خطأ النظر مماسين لها. إذا كان قياس زاوية الرؤية لآلة التصوير  $34^\circ$ ، فأوجد  $m\widehat{ACB}$ .

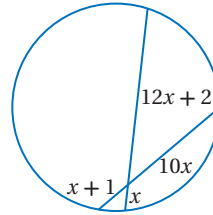


4-7

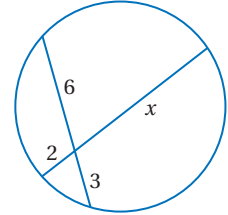
قطع مستقيمة خاصة في الدائرة (ص 229-224)

أوجد قيمة  $x$  في كل من السؤالين الآتيين:

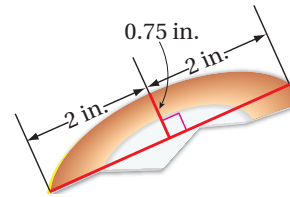
(32)



(31)

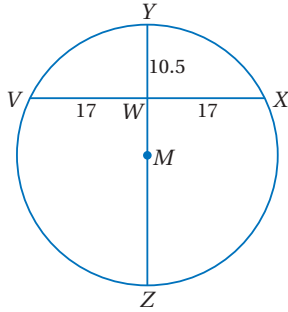


(33) **آثار:** وجد حمزة جزءًا من طبقٍ أثريٍّ مكسورٍ في أثناء حفرة حفرة لزراعة شجرة. ما محيط الطبق الأصلي؟ قرب إجابتك إلى أقرب جزءٍ من مئة.



مثال 7

أوجد قطر الدائرة  $M$ .



النظرية 4.15  $VW \cdot WX = YW \cdot WZ$

بالتعويض  $17 \cdot 17 = 10.5 \cdot WZ$

بالتبسيط  $289 = 10.5 \cdot WZ$

بقسمة كلا الطرفين على 10.5  $27.5 \approx WZ$

مسألة جمع القطع المستقيمة  $YZ = YW + WZ$

بالتعويض  $YZ = 10.5 + 27.5$

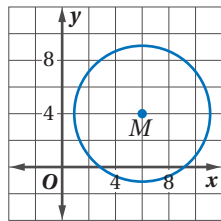
بالتبسيط  $YZ = 38$

4-8

معادلة الدائرة (ص 235-231)

مثال 8

اكتب معادلة الدائرة الممثلة بيانيًا أدناه.



مركز الدائرة (6, 4) ونصف قطرها 5

معادلة الدائرة  $(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$

$r = 5, (h, k) = (6, 4)$   $(x - 6)^2 + (y - 4)^2 = 5^2$

بالتبسيط  $(x - 6)^2 + (y - 4)^2 = 25$

اكتب معادلة الدائرة في كل ممَّا يأتي:

(34) مركزها (4, -2) ونصف قطرها 5

(35) مركزها (2, 1) وقطرها 14

(36) **أخشاب:** يتعلم عادل في موقع

تدريب خارج البيت إجراءات

السلامة عند قطع الأخشاب،

يتضمّن هذا التدريب تكوين دائرة

بذراعه الممدودة؛ للتأكد من عدم

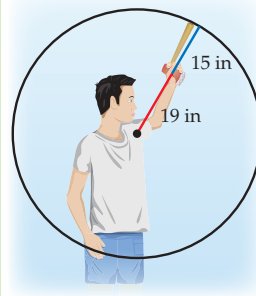
إصابة أي شيء فوقه عندما يقطع

الأخشاب. إذا كان امتداد ذراعه

يصل إلى 19 in وطول مقبض آلة

قطع الخشب 15 in، فما معادلة

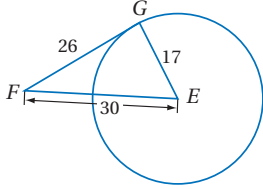
دائرة السلامة بالنسبة لعادل مفترصًا أن مركز الدائرة هو نقطة الأصل؟



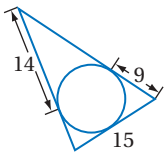
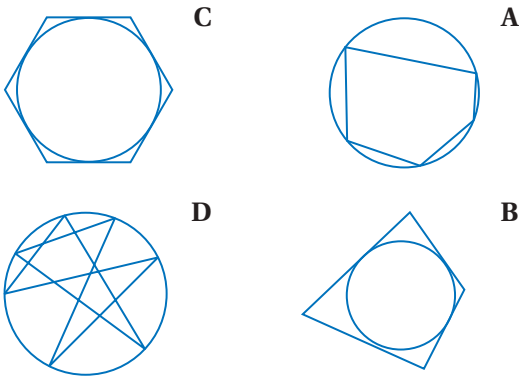
(9) اختيار من متعدد: ما عدد النقاط المشتركة بين الدائرتين المتحدتين في المركز؟

- 2 C                      0 A  
3 D                      1 B

(10) حدّد ما إذا كانت  $\overline{FG}$  مماسًا لـ  $\odot E$ . برّر إجابتك.



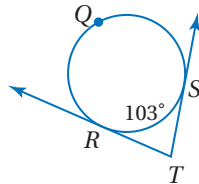
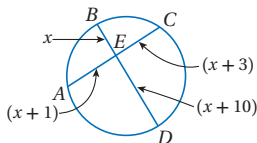
(11) اختيار من متعدد: أيّ الأشكال أدناه يُمثّل دائرة تحيط بمضلع؟



(12) أوجد محيط المثلث في الشكل المجاور، مفترضًا أن القطع المستقيمة التي تبدو كأنها مماسات للدائرة هي مماسات فعلاً.

أوجد كلّاً من القياسات الآتية:

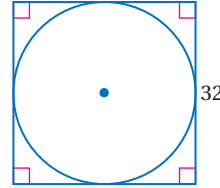
- $x$  (14)                       $m\angle T$  (13)



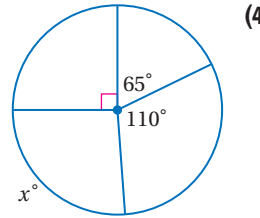
(15) أزهار: أرادت هند أن تحوِّط جذع شجرة بحوض من الأزهار. إذا كان مركز جذع الشجرة هو نقطة الأصل، وأرادت هند أن يمتد الحوض 3 ft من مركز الشجرة، فما المعادلة التي تُمثّل الحد الخارجي لحوض الأزهار؟

(1) برك سباحة: عمق بركة سباحة سطحها دائري الشكل 4 ft، وطول قطر سطحها 25 ft، أوجد محيط سطح هذه البركة مقرباً إلى أقرب قدم؟

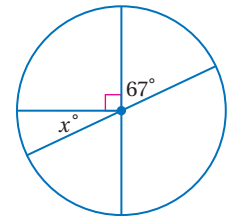
(2) أوجد القيمة الدقيقة لمحيط الدائرة الآتية:



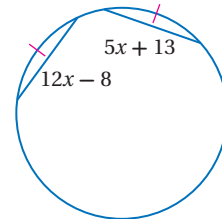
أوجد قيمة  $x$  في كلّ ممّا يأتي:



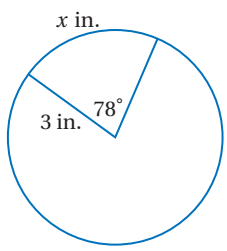
(4)



(3)

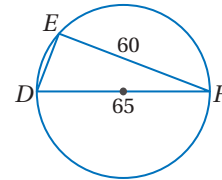


(6)



(5)

(7) اختيار من متعدد: ما طول  $\overline{ED}$  في الشكل أدناه؟



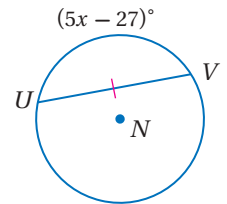
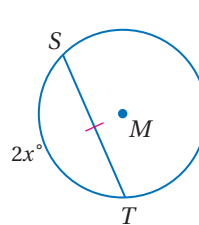
25 C

5 A

88.5 D

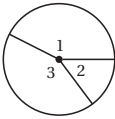
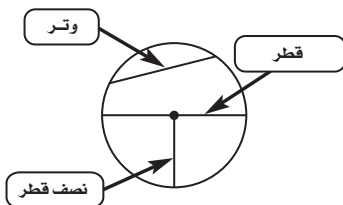
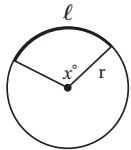
15 B

(8) إذا كانت  $\odot M \cong \odot N$ ، فأوجد قيمة  $x$ .



## خصائص الدائرة

الدائرة هي الشكل الوحيد الذي تكون فيه للزوايا والأقواس والقطع المستقيمة التي تقطع الدائرة خصائص وعلاقات خاصة. ويُفترض أن تكون قادرًا على تعيين عناصر الدائرة وكتابة معادلتها، وإيجاد قياسات الأقواس والزوايا والقطع المستقيمة في الدائرة.

 $m\angle 1 + m\angle 2 + m\angle 3 = 360^\circ$	 <p>وتر</p> <p>قطر</p> <p>نصف قطر</p> $r = \frac{1}{2}d$ $d = 2r$ $C = 2\pi r \text{ أو } \pi d$
 $l = \frac{x^\circ}{360} \cdot 2\pi r$	

### استراتيجية لتطبيق خصائص الدائرة

#### الخطوة 1

مراجعة عناصر الدائرة والعلاقات بينها.

- تتضمن العناصر الأساسية: نصف القطر والوتر والقوس والمماس والقاطع.
- ادرس النظريات الأساسية للدائرة وخصائصها، بالإضافة إلى العلاقة بين عناصر الدائرة.

#### الخطوة 2

اقرأ نص المسألة، وادرس أي شكلٍ مُعطى بدقة وعناية.

- حدّد المطلوب من المسألة.
- ضع على الشكل المعلومات التي تتضمنها المسألة، وأي معلومات أخرى يمكن أن تُحددها.
- حدّد أي النظريات أو الخصائص التي يمكن تطبيقها في حالة هذه المسألة.

#### الخطوة 3

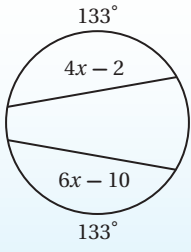
حلّ المسألة، ثم تحقّق من حلّك.

- طبّق النظريات أو الخصائص لحل المسألة.
- تحقّق من إجابتك، وتأكد من كونها مقبولة ومنطقية.



## مثال

اقرأ المسألة جيداً، وحدد المطلوب فيها، ثم استعمل المعطيات لحلها.



أوجد قيمة  $x$  في الشكل المجاور:

<b>4 C</b>	<b>2 A</b>
<b>6 D</b>	<b>3 B</b>

اقرأ المسألة وادرس الشكل جيداً. أعطيت دائرة فيها وتران مقابلان لقوسين متطابقين. يكون الوتران متطابقين إذا فقط إذا كان القوسان الأصغران المقابلان لهما متطابقين. يمكنك استعمال هذه الخاصية لتكوين معادلة بدلالة  $x$ ، ومن ثم حلها.

**تعريف القطع المتطابقة**

$$4x - 2 = 6x - 10$$

**بالطرح**

$$4x - 6x = -10 + 2$$

**بالتبسيط**

$$-2x = -8$$

**بقسمة كلا الطرفين على -2**

$$\frac{-2x}{-2} = \frac{-8}{-2}$$

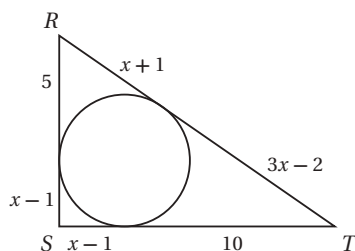
**بالتبسيط**

$$x = 4$$

إذن قيمة  $x$  تساوي 4، فالإجابة هي C، تحقق من إجابتك بتعويض 4 في كل من عبارتي الوترين، ستجد أن طولَي الوترين متساويان.

## تمارين ومسائل

(2) يُحيط المثلث  $RST$  بالدائرة في الشكل أدناه، ما محيط هذا المثلث؟



**A** 33 وحدة

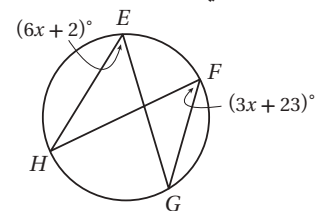
**B** 36 وحدة

**C** 37 وحدة

**D** 40 وحدة

اقرأ كل سؤالٍ ممّا يأتي. ثم اكتب الإجابة الصحيحة في ورقة الإجابة.

(1) أوجد قيمة  $x$  في الشكل أدناه:



**A** 4

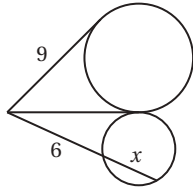
**B** 5

**C** 6

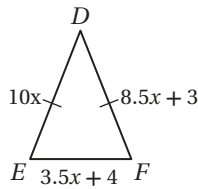
**D** 7



11 أوجد قيمة  $x$  في الشكل أدناه مفترضاً أن القطع المستقيمة التي تبدو مماسات للدائرة هي مماسات فعلاً.



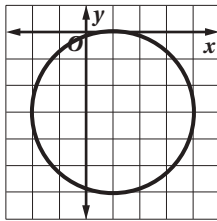
12 ما طول  $\overline{EF}$  في المثلث أدناه؟



### أسئلة ذات إجابات مطولة

اكتب إجابتك في ورقة الإجابة مبيّناً خطوات الحل.

13 استعمل الدائرة في الشكل أدناه لحل الأسئلة الآتية:



(a) ما مركز الدائرة؟

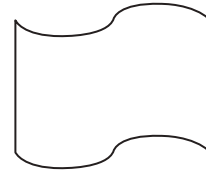
(b) ما نصف قطر الدائرة؟

(c) اكتب معادلة الدائرة.

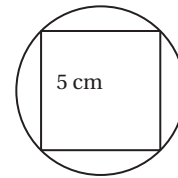
### أسئلة ذات إجابات قصيرة

اكتب إجابتك في ورقة الإجابة.

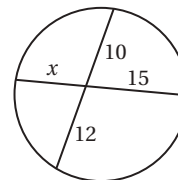
7 هل للشكل الآتي تماثل دوراني؟ وإذا كان كذلك، فأوجد رتبة هذا التماثل.



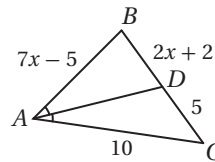
8 الشكل أدناه مربع محاط بدائرة طول ضلعه 5 cm، ما محيط هذه الدائرة؟ قَرِّب إجابتك إلى أقرب عُشر سنتيمتر.



9 أوجد قيمة  $x$  في الشكل الآتي، مبيّناً خطوات الحل.



10  $\overline{AD}$  تنصف  $\angle CAB$  كما في الشكل المجاور، أوجد قيمة  $x$ .



### هل تحتاج إلى مساعدة إضافية؟

13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	إذا لم تستطع الإجابة عن...
4-8	مهارة سابقة	4-5	2-4	4-7	4-4	3-5	4-5	4-6	4-3	4-2	مهارة سابقة	1-5	فعد إلى الدرس...

## مراجعة بعض المصطلحات والرموز

الرمز في المرحلة الثانوية	الرمز في المرحلة المتوسطة	المصطلح باللغة العربية
$x$	س	الإحداثي السيني
$y$	ص	الإحداثي الصادي
$h$	ل	ارتفاع
$\sqrt{\quad}$	$\sqrt{\quad}$	الجذر التربيعي
$m \angle ABC$	ق د أ ب جـ	قياس زاوية
$\angle$	د	زاوية
$(a, b)$	(أ، ب)	زوج مرتب
$b$	ق	قاعدة
$d$	٢ نق	قطر دائرة
$\overline{AB}$ قطعة مستقيمة طرفاها $A, B$	$\overline{AB}$ قطعة مستقيمة طرفاها أ، ب	قطعة مستقيمة
$C$	مح	محيط الدائرة
$C$	م	مركز الدائرة
$A$	م	مساحة
$\overleftrightarrow{AB}$ مستقيم يمر بالنقطتين $A, B$	$\overleftrightarrow{AB}$ مستقيم يمر بالنقطتين أ و ب	مستقيم
$d$	ف	المسافة بين نقطتين
$r$	نق	نصف قطر الدائرة
$\overrightarrow{AB}$ نصف مستقيم يمر بالنقطة $B$ وطرفه $A$	$\overrightarrow{AB}$	نصف مستقيم
$o$	م	نقطة الأصل

الهندسة الإحداثية

على خط الأعداد: $d =  a - b $	على خط الأعداد: $M = \frac{a+b}{2}$	
في المستوى الإحداثي: $d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$	في المستوى الإحداثي: $M = \left( \frac{x_1 + x_2}{2}, \frac{y_1 + y_2}{2} \right)$	نقطة المنتصف
في الفراغ: $d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2}$	في الفراغ: $M = \left( \frac{x_1 + x_2}{2}, \frac{y_1 + y_2}{2}, \frac{z_1 + z_2}{2} \right)$	
$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}, x_2 \neq x_1$		الميل

المحيط

$C = \pi d$ أو $C = 2\pi r$	الدائرة	$P = 4s$	المربع
		$P = 2\ell + 2w$	المستطيل

المساحة

$A = bh$ أو $A = \frac{1}{2}d_1 d_2$	المُعِين	$A = s^2$	المربع
$A = \frac{1}{2}bh$	المثلث	$A = bh$ أو $A = \ell w$	المستطيل
$A = \pi r^2$	الدائرة	$A = bh$	متوازي الأضلاع
$A = \frac{N}{360} \cdot \pi r^2$	القطاع الدائري	$A = \frac{1}{2}h(b_1 + b_2)$	شبه المنحرف

المساحة الجانبية

$L = \frac{1}{2}P\ell$	الهرم	$L = Ph$	المنشور
$L = \pi r\ell$	المخروط	$L = 2\pi r h$	الأسطوانة

المساحة الكلية للسطح

$T = \pi r\ell + \pi r^2$	المخروط	$T = Ph + 2B$	المنشور
$T = 4\pi r^2$	الكرة	$T = 2\pi r h + 2\pi r^2$	الأسطوانة
		$T = \frac{1}{2}P\ell + B$	الهرم

الحجم

$V = \frac{1}{3}Bh$	الهرم	$V = s^3$	المكعب
$V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$	المخروط	$V = \ell wh$	متوازي المستطيلات
$V = \frac{4}{3}\pi r^3$	الكرة	$V = Bh$	المنشور
		$V = \pi r^2 h$	الأسطوانة



المعادلات في المستوى الإحداثي

$$(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$$

معادلة الدائرة

$$y = mx + b$$

معادلة المستقيم  
بصيغة الميل والمقطع

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

الصيغة التربيعية

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

معادلة المستقيم  
بصيغة الميل ونقطة

حساب المثلثات

$$a^2 + b^2 = c^2$$

نظرية فيثاغورس

$$\frac{\sin A}{a} = \frac{\sin B}{b} = \frac{\sin C}{c}$$

قانون الجيب

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos B$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$$

قانون جيب التمام

الرموز

متوازي أضلاع	$\square$	$p$ أو $q$	$p \vee q$	العماد	$a$
المحيط	$P$	المسافة بين النقطتين $A$ و $B$	$AB$	مساوٍ تقريبًا لـ	$\approx$
عمودي على	$\perp$	يساوي	$=$	القوس الأصغر الذي طرفاه $A$ و $B$	$\widehat{AB}$
باي (ط) النسبة التقريبية	$\pi$	لا يساوي	$\neq$	القوس الأكبر الذي طرفاه $A$ و $C$	$\widehat{ABC}$
طول ضلع من مضلع	$s$	أكبر من	$>$	مساحة المضلع أو الدائرة أو القطاع الدائري	$A$
مشابه	$\sim$	أكبر من أو يساوي	$\geq$	مساحة قاعدة المنشور أو الأسطوانة أو الهرم أو المخروط	$B$
الجيب	$\sin$	صورة $A$	$A'$	العلاقة الشرطية الثنائية: $p$ إذا و فقط إذا $q$	$p \leftrightarrow q$
المستقيم $\ell$ ، طول المستطيل، طول القوس، الارتفاع الجانبي	$\ell$	أقل من	$<$	دائرة مركزها $P$	$\odot P$
الميل	$m$	أقل من أو يساوي	$\leq$	محيط الدائرة	$C$
الظل	$\tan$	المساحة الجانبية	$L$	العلاقة الشرطية: إذا كان $p$ فإن $q$	$p \rightarrow q$
مساحة السطح الكلية	$T$	قياس القوس $AB$ بالدرجات	$m\widehat{AB}$	مطابق لـ	$\cong$
المثلث	$\triangle$	نقطة المنتصف	$M$	$p$ و $q$	$p \wedge q$
الحجم	$V$	نفي العبارة $p$	$\sim p$	جيب التمام	$\cos$
عرض المستطيل	$w$	الثلاثي المرتب $(x, y, z)$		درجة	$^\circ$
		موازٍ لـ	$\parallel$		
		ليس موازياً لـ	$\nparallel$		