الوحدة الثانية

مفاهيم أساسية :

الحركة والقوة

محتويات الوحدة الثانية

الموضوع	الصفحة
تمهيد	26
مقدمة	26
أهداف الوحدة	27
2. مفاهيم أساسية : الحركة والقوة	28
1.2. مكونات الحركة	28
1.1.2. المسافة والزمن	28
2.1.2.السرعة	29
3.1.2.كمية التحرك	34
4.1.2. التسارع	34
5.1.2 . قوانين الحركة	39
2.2 مفهوم القوة	44
1.2.2. قوة التجاذب بين الأجسام المادية	46
2.2.2. المجال التثاقلي	53
3.2.2. قوانين كبلر	54
تطبيقات على قوانين كبلر: الأقمار الاصطناعية	59
الخلاصة	65
لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية التالية	66
إجابات التدريبات	67

مسرد المصطلحات	68
المراجع	69

تمهيد

مقدمة

عزيزي الدارس,

مرحباً بك إلى الوحدة الثانية من مقرر: **مقدمة في العلوم العامة (3) : اساسيات الفيزياء** وهي بعنوان الحركة والقوة والتي تنقسم إلي قسمين.

في القسم الأول نتعرف علي مكونات الحركة وبه خمس أجزاء رئيسة تشتمل على تعريف لكل **من المسافة والزمن** وكيفية إيجاد العلاقة بينهما, وهذه بدورها توصلنا إلي مفهوم **السرعة.** ثم ننتقل إلي مفهوم **كمية التحرك** و ندخل بعدها على **مفهوم التسارع** مع معرفة وحدات القياس, والقيام بتطبيقات في كل حاله. وننتقل بعد ذلكً إلي دراسة قوانين الحركة.

أما في القسم الثاني فسوف نتناول مفهوم القوة ويضم هذا القسم ثلاث مفاهيم أساسية، منها مفهوم **قوة التجاذب بين الأجسام المادية.** فعندما ننظر إلى **التجاذب بين أي جسمين ماديين بينهما مسافة r** تتضح لنا دائماً أن هذا التجاذب لا يمكن أن يحدث إلا عن طريق التأثير عن بعد، أي أن كل واحد من الجسمين يؤثر في الآخر عن بعد بصورة واضحة.

عزيزي الدارس، ذيلنا هذه الوحدة بسرد شامل للمصطلحات العلمية التي وردت في النص الرئيس, وترد في ثنايا هذه الوحدة تدريبات، وأنشطة، وأسئلة تقويم ذاتي، مع حلول وتعليقات، وكذلك تعينات عليك بعد حلها يمكنك تقديمها لمرشدك الميداني.

مرحباً بك إلى هذه الوحدة مرة أخرى ونرجو أن تشاركنا في نقدها وتقييمها.

أهداف الوحدة

عزيزي الدارس،،

بعد فراغك من دراسة هذه الوحدة يتوقع منك أن تكون قادراً على أن:

1. تعدد مكونات الحركة؛
2. توضح العلاقة بين كل من المسافة والزمن؛
3. تعرف مصطلح السرعة؛
4. تشرح مفهوم كمية التحرك وتوضح أهميته؛
5. تشرح أهمية قانون العجلة أو التسارع؛
6. **تشرح** مفهوم القوة؛
7. تميز بين قوانين الحركة الثلاثة, وأهمية كل واحد منها ومتى يطبق؛
8. توضح أهمية كل من قانوني كبلر الأول والثاني؛
9. تفسر حركة الاقمار الاصطناعية وتعدد استخداماتها ؛
10. **تحل** التدريبات الموجودة في نهاية كل قسم.

2. مفاهيم أساسية: الحركة والقوة

عزيزي الدارس ،،

نحن نفهم الحركة بأنها هي الانتقال من مكان إلى مكان آخر. ولكن من الناحية العلمية لكي نصف أي ظاهرة فلابد من تحليلها إلى مكوناتها الأولية (لو أمكن) وإيجاد العلاقات بين هذه المكونات, وهذا ما سنفعله فيما يتعلق بالحركة.

1.2. مكونات الحركة

1.1.2. المسافة والزمن

عزيزي الدارس ،،

- الانتقال من مكان إلى آخر يعني وجود مسافة مقطوعة. وهذا يعني أن إحدى مكونات الحركة هي المسافة, والتي سنرمز لها من الآن ولاحقاً بالرمز **ف** وباللغة الإنجليزية **يرمز بالرمز S .**
- أيضاً نحن نعرف أنه لكي ينتقل جسم ما من مكان إلى مكان ويقطع مسافة, لابد أن يتم ذلك خلال زمن محدد, قد يكون قصيراً أو يكون طويلاً. لذلك فإن الزمن هو أحد مكونات الحركة أيضاً, والذي سنرمز له بالرمز **ن** وباللغة الإنجليزية بالرمز t.

عزيزي الدارس،،

إن كل من المسافة والزمان في الفيزياء والرياضيات تسمى أبعاداً (dimensions) , حيث أن:

- **المسافة هي البعد بين نقطتين**
- **الزمن هو البعد بين لحظتين**

ولذلك يقال أن الحركة تحدث في الزمان والمكان معا.

الوحدات المستخدمة للقياس :

أولا : وحدة المسافة هي المتر(م) – (m) وهي من الوحدات المعتمدة دوليا, ويستخدم كل من السنمتر (السم)– (cm) والكيلو متر (كلم)– (km) ؛

ثانيا : يقاس الزمن دوليا بالثانية (ث)– (s) وتستعمل كل من الدقيقة و الساعة (hr) ولكن كوحدات متداولة ولكن غير علمية.

2.1.2. السرعة

عزيزي الدارس ،،

لقد ذكرنا من قبل أن الانتقال من مكان إلى مكان يمكن أن يتم في زمن قصير أو زمن طويل. هذا الاختلاف في المسافة المقطوعة خلال الفترة الزمنية هو ما يعبر عنه **بالسرعة** والتي تعادل المسافة المقطوعة (S) في وحدة الزمن (t). فيقال أن السرعة 10 متر في الثانية وفي حالة السيارات نسمع عن أن السرعة كانت 100 كيلومتر في الساعة. وعموماً:

السرعة = المسافة المقطوعة مقسوما علي الزمن الذي تم فيه قطع المسافة

ولذلك كلما كان الزمن الذي يستغرق لقطع مسافة ما قصيراً كلما كانت السرعة أكبر.

و يرمز للسرعة بالرمز العربي **ع والإنجليزي v** , حيث:

$$v = \frac{S}{t} \qquad (1-1)$$

ولأن وحدة المسافة هي المتر ووحدة الزمن الثانية فوحدة السرعة هي المتر/ثانية ما يعادل بالإنجليزي $m\ s^{-1}$.

◄◄ مثال 2-1

سيارة ما قطعت المسافة بين المدينتين التي مقدارها 72 كيلومتر في ساعة واحدة. ما هي السرعة؟

الحل

نوجد: المسافة بالمتر اولاً:

$$S = 72km = 72 \times 1000m = 7.2 \times 10^4 m$$

الزمن بالثانية

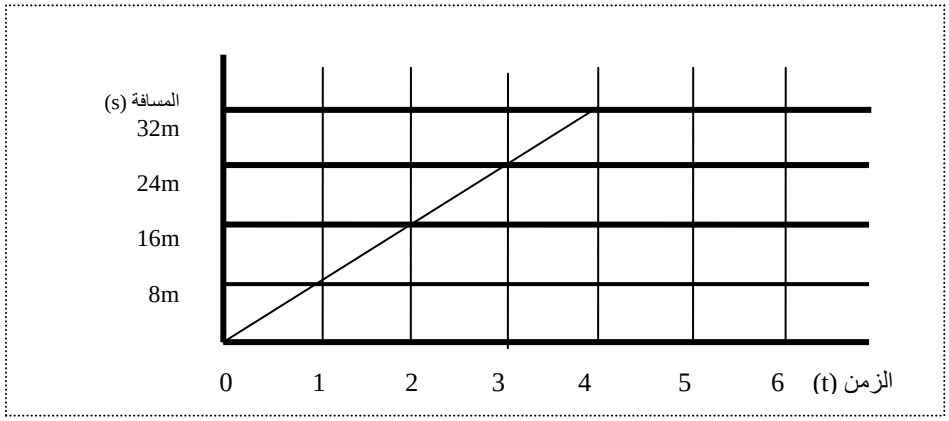
$$t = 60 \times 60 = 3600s = 3.6 \times 10^3 s$$

إذن السرعة **v هي** $v = \frac{S}{t}$

$$v = \frac{S}{t} = \frac{7.2 \times 10^4}{3.6 \times 10^3} = 20ms^{-1}$$

◄◄ مثال 2-2

من الشكل (2-1) أوجد سرعة الجسم؟



الشكل (2-1)

الحل

السرعة تساوى $v = \frac{S}{t}$

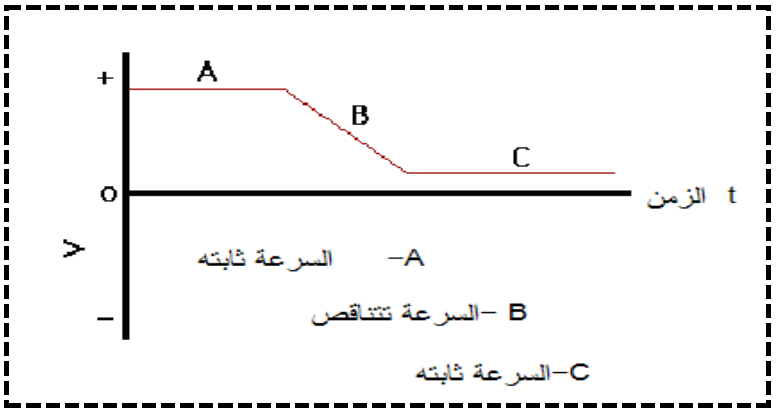
من الشكل نجد أعلاها أن المسافة المقطوعة خلال الفترات الزمنية هي:

$$v = \frac{8}{1} = \frac{16}{2} = \frac{24}{3} = \frac{32}{4} = 8m/s$$

المثال يوضح أن السرعة منتظمة أي ثابتة بمرور الزمن.

عزيزي الدارس ،،

من المستحيل أن تظل سرعة سيارة تسير بين مدينتين بسرعة ثابتة طول الوقت حتى ولو لكيلومترات قليلة, كما أن هذه السيارة لا بد أن تكون قد تحركت من السكون, أي كانت سرعتها صفراً. كذلك لابد لهذه السيارة عند الوصول للمدينة الثانية من التوقف. وكذلك كلنا يعلم الظروف التي تتحرك فيها السيارات داخل المدن (الشكل 2(−2)), ولذلك يستخدم في الفيزياء مصطلح السرعة المتوسطة, وكذلك متوسط السرعة.



الشكل (2−2): سرعات مختلفة ثابتة(منتظمة) ومتغيرة

وعموماً يرمز للسرعة الابتدائية عادة بالرمز ع. أو υ_0 وللسرعة المتوسطة بالرمز v_{av} أو

$\bar{\upsilon}$. فإذا تحرك جسم بسرعة υ_0 وزادت سرعته بصورة منتظمة حتى وصلت إلى υ , فإن السرعة المتوسطة هي:

$$\bar{v} = v_{av} = \frac{v_o + v}{2}$$

وعموماً عزيزي الدارس فإن :

متوسط السرعة = مجموع المسافات المقطوعة / مجموع الفترات الزمنية التي قطعت فيها هذه المسافات

وفي الواقع فإن

متوسط السرعة = المسافة المقطوعة الكلية / الزمن الكلي الذي قطعت فيه تلك المسافة

و من هنا عزيزي الدارس ،، وبسبب عدم ثبات السرعة نستخدم مصطلح السرعة اللحظية. **وتعرف السرعة اللحظية بأنها:**

السرعة عند لحظة معينة.

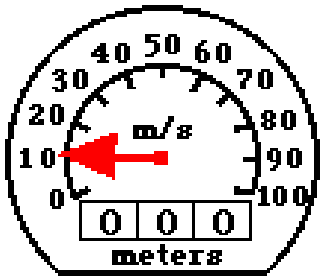
فمثلا, إذا قطعت سيارة مسافة S_1 في زمن t_1 , وبعد لحظة قصيرة أصبحت المسافة المقطوعة S_2 وزاد الزمن وأصبح t_2.

السرعة اللحظية هي v :

$$v = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_2} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \rightarrow \frac{dS}{dt}$$

وكمثال لمقياس للسرعة اللحظية ، عزيزي الدارس هو عداد السيارة الذي يقيس سرعة السيارة قي كل لحظة (أي السرعة اللحظية) من خلال حساب عدد دورات إطار السيارة في

الثانية الواحدة (أي المسافة التي يقطعها [illegible] حولها إلى كيلومترات في الساعة .

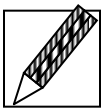


الشكل(2-3) الشكل التقليدي لعداد السيارة

نشاط

بالرسم فقط وضح حركة سيارة سارت بسرعة منتظمة خلال 10 ثوان, ثم تغيرت سرعتها بالنقصان إلي النصف خلال 4 ثواني تالية , ثم تغيرت إلي سرعة منتظمة بمقدار ثلث السرعة الابتدائية؟ .

أسئلة تقويم ذاتي



1. عرف السرعة و اذكر وحدة قياسها؛
2. ما هي السرعة اللحظية؟
3. سيارة سرعتها 24 متراً في الثانية. كم سرعتها بالكيلومترات في الساعة؟؛
4. سيارة ما قطعت المسافة بين مدينتين التي تبلغ 500 كيلومتر بسرعة 25 متراً في الثانية . أوجد الزمن اللازم لذلك؟

3.1.2. كمية التحرك(p) Momentum

عزيزي الدارس ،،

كل واحد منا يعرف أنه إذا كانت هناك سيارة ثقيلة (شاحنة مثلاً) وكانت سرعتها كبيرة واصطدمت بسيارة أخرى فإن النتيجة تكون مروعة, وتكون الخسائر أقل كلما قلت كتلة السيارات وسرعتها . هذه الكمية ذات هذا التأثير الخطير والتي تشتمل على الكتلة (m) والسرعة(v) تسمى كمية التحرك حيث:

كمية التحرك = الكتلة × السرعة

$$p = m\,v \qquad (2-1)$$

وهذه الكمية الفيزيائية من الكميات المهمة معرفتها في الفيزياء لأي جسم متحرك, سواء الأجسام الضخمة كالنجوم أوالأجسام الأصغر من الذرة كالإلكترون. ولأن الكتلة لأي جسم يمكن اعتبارها ثابتة, فإن التغير في كمية التحرك يكون عادة ناتج من التغير في السرعة. هذا التغير في السرعة هو ما يسمى بالتسارع, ولستعمل أحيانا مصطلح العجلة.

4.1.2. التسارع Acceleration

عزيزي الدارس ،،

كان واضحاً من النقاش السابق أن السرعة قد تكون ثابتة أحياناً والغالب أن تكون متغيرة, لذلك نحن في حاجة لمعرفة مقدار هذا التغير بدقة لأنه من الواضح أن هذا التغير هو أحد مكونات الحركة. ويطلق على هذا التغير إسم التسارع.

ما هو التسارع؟

التسارع (العجلة): هو معدل التغير في السرعة في الثانية الواحدة
أي هي كمية التغير في السرعة خلال وحدة الزمن.

وسرعة جسم ما قد تزيد خلال فترة زمنية معينة فنقول أن الجسم في حالة تسارع (acceleration). وقد تتناقص السرعة خلال الفترة الزمنية فنقول أن الجسم في حالة تباطؤ (deceleration).

ويرمز للتسارع بالرمز العربي جـ والرمز الإنجليزي **a** . فإذا كانت السرعة الابتدائية $\mathbf{v_o}$ وأصبحت السرعة النهائية **v** بعد مرور فترة زمنية **t** فإن التسارع:

$$a = \frac{v - v_o}{t} \quad (3\text{-}1)$$

وعموماً فإن التسارع:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

واضح أن وحدة التسارع = وحدة السرعة ÷ وحدة الزمن,

أي وحدة التسارع = متر ÷ثانية÷ثانية = متر/ ثانية^2 أو متر ثانية$^{-2}$ = $\mathbf{ms^{-2}}$

◄◄ مثال (2–3):

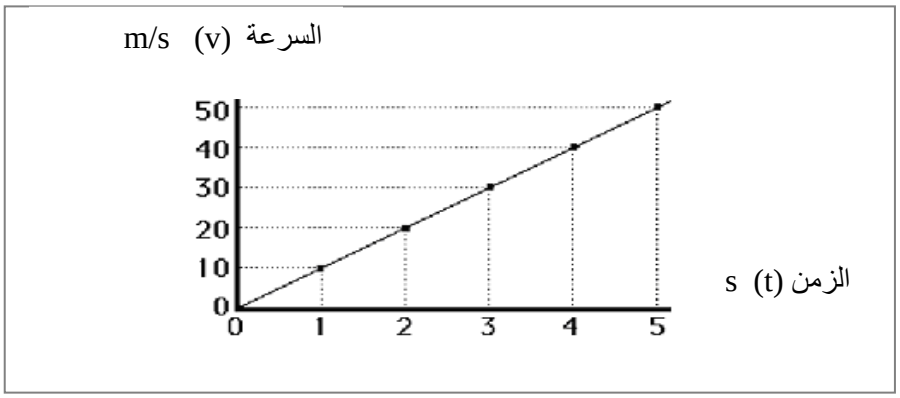
الشكل (2–4) يوضح السرعة v لجسم تتزايد سرعته بانتظام, أوجد التسارع.

ملحوظة: لاحظ أن الرسم البياني يمثل حالة تسارع لأن السرعة تزيد بمرور الزمن.

الحل

لإيجاد التسارع نستخدم القانون:

$$\boxed{a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}}$$



الشكل (2–4): التسارع (الزيادة في السرعة)

بالتعويض عن قيم السرعات والزمن نتحصل علي التسارع التالي

$$a = \frac{10-0}{1-0} = \frac{20-10}{2-1} = \frac{30-10}{3-1} = \frac{50-20}{5-2} = \frac{40-30}{4-3} = 10 m/s^2$$

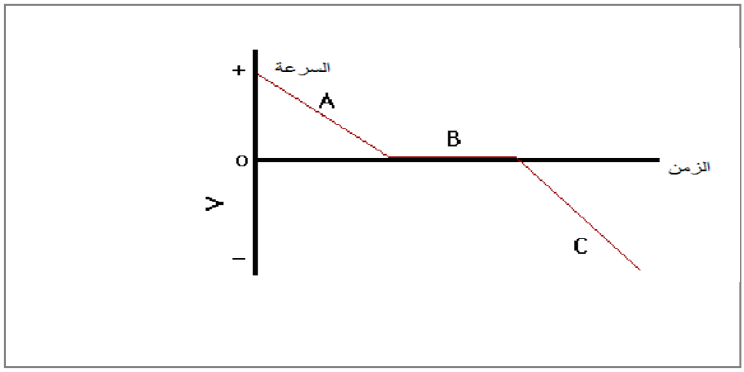
◄◄ مثال (2–4)

صف الحركة في الشكل (2–5) التالي

الشكل يوضح العلاقة بين السرعة والزمن, ولذلك فهو يمثل التسارع :

أولا : الميل (A) تتناقص في السرعة– تباطؤ

ثانيا : الخط المستقيم (B) يوضح أن التسارع = صفر أي السرعة ثابتة أي الجسم يتحرك حركة منتظمة أي بسرعة منتظمة



الشكل (2-5): تباطؤ وسرعة منتظمة وتسارع

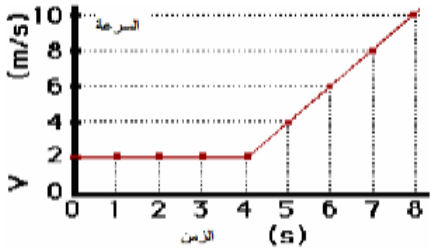
الحل

ثالثا : الخط المستقيم (C) يوضح الزيادة في السرعة في الاتجاه المعاكس (لأن السرعة بالسالب) بالتالي هناك تسارع بالسالب (–) أي زيادة في التسارع في الاتجاه المعاكس, وذلك لأن التسارع في كل الحالات:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

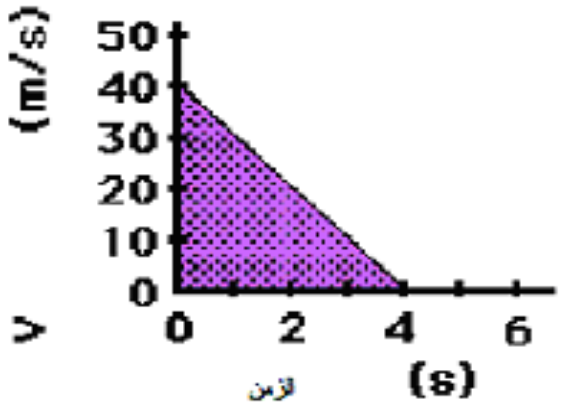
تدريب(1)

1. صف الحركة الموضحة في الشكل أدناه وأوجد قيم أو قيمة التسارع.

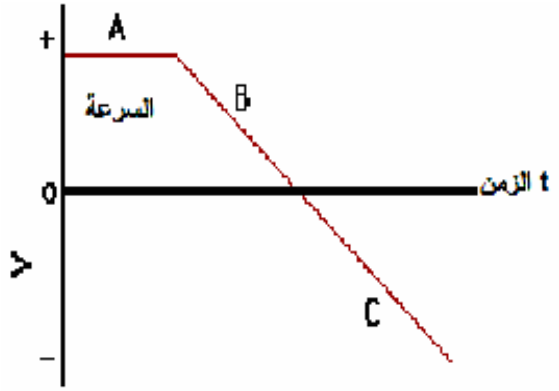


أسئلة تقويم ذاتي

1. عرف التسارع
2. الشكل التالي يوضح السرعة v لجسم ، أوجد التسارع.



3. صف التسارع في كل A و B و C في الشكل أدناه. وإذا استغرقت المرحلة B أربعة ثوان, فأوجد التسارع في A و C.



5.1.2. قوانين الحركة

عزيزي الدارس ،،

نصل, مما سبق, إلى المستوى الذي يمكننا من مناقشة القوانين التي تعبر عن الحركة وتتحكم فيها. قوانين الحركة تنسب في الغرب إلى نيوتن وتسمى باسمه, بالرغم من أنها في الواقع إعادة صياغة لما كان معروفاً من قبل, دون الإنقاص من دور الغرب في الصياغة الرياضية لها.

أولا: القانون الأول للحركة

عزيزي الدارس ،،

لقد تمت صياغة هذا القانون, عدة مرات من قبل بواسطة أخوان الصفا و ابن سينا. وآخر صياغة كانت تعرف بمبدأ العالم الإيطالي جاليلو الذي سبق نيوتن بفترة قصيرة. الملاحظة الأساسية لكل هؤلاء هي أن المادة قاصرة بطبيعتها, أي عاجزة عن أن تؤثر بذاتها على ذاتها. فأي شي موضوع في مكان معين يظل في مكانه ما لم يحركه محرك خارجي. لنفس السبب يجد الشيء المتحرك بسرعة صعوبة في التوقف فجأة, وإذا توقفت سيارة فجأة يندفع النصف الأعلى للجالسين داخلها إلى الأمام, لأنه غير ثابت. ولذلك **ينص القانون الأول على أن:**

> كل جسم في الكون يبقى على حالته سواء أكان ساكناً, أو متحركاً بسرعة ثابتة في خط مستقيم, ما لم تؤثر عليه قوة خارجية فتغير من حالته الحركية

هذا القانون الأول يبين قصور الأجسام أو خمولها من حيث أنها تميل للبقاء في الحالة التي هي فيها. وهذا القانون الأول للحركة ويسمى أيضاً **قانون القصور الذاتي** ويسمى أيضاً **قانون الخمول** (Inertia). وقد بين جاليلو بالتجربة أن الجسم المتحرك في خط

مستقيم على سطح أملس, يبقى متحركاً بسرعة ثابتة, ما لم تؤثر عليه قوة, وذلك مع افتراض الوضع المثالي وهو عدم وجود الاحتكاك بين الجسم المتحرك والسطح.

ثانيا:القانون الثاني للحركة

الحركة بسرعة ثابتة تعني عدم وجود التسارع ، والذي عرفنا سابقاً أنه معدل تغير السرعة في الزمن, أي أن هناك ارتباط بين عدم وجود التسارع وعدم وجود القوة. فمن القانون السابق يمكن تعريف **القوة F (Force)** بأنها:

> المؤثر الذي يغير أو يعمل على تغيير حالة الجسم الساكن أو حالة الجسم المتحرك في خط مستقيم بسرعة منتظمة (ثابتة) .

وقد وجد أن الجسم يحتاج إلى قوة أكبر لتغيير حالته, كلما كانت كتلته أكبر. أي كلما كانت الكتلة أكبر صعب تغيير الحالة. ولذلك من ناحية: اعتبرت الكتلة m مقياس للقصور الذاتي حيث يزيد هذا القصور بزيادة الكتلة. ولذلك ولنفس هذا السبب من ناحية أخرى لابد للقوة اللازمة لتغيير حالة القصور الذاتي من أن تزيد بزيادة الكتلة وتقل بقلتها,

- أي أن القوة تتناسب مع الكتلة $F \alpha m$

وأيضا بناء على ما سبق فإن القوة تعمل على تغيير السرعة, ولذلك:

- القوة تتناسب مع التغير في السرعة أي المعادلة (2-3),

ولكن التغير في السرعة يساوي التسارع. أي أن $F \alpha a$

- إذن القوة تتناسب مع الكتلة وتتناسب مع التسارع,

إذن: $F \alpha m \mathbf{x} a$

القوة (F)= الكتلة (m) × العجلة (a)

حيث معامل التناسب هنا =1.

أي :

$$F = m \times a \qquad \textbf{(4-2)}$$

ووحدة القوة هي النيوتن علي اسم العالم نيوتن، ويرمز لها بالرمز N (من **N**ewton) بينما وحدة الكتلة هي الكيلوجرام Kg (Kilogram) , ووحدة التسارع هي المتر في الثانية (ms^{-2}) وعليه فالنيوتن N:

$$N = \frac{Kg.m}{s^2} = Kg.m.s^{-2}$$

العلاقة بين القوة وكمية التحرك

في القسم (3.1.2) أوضحنا أن :

كمية التحرك (Momentum) = الكتلة (m) × السرعة (v)

أي $p = m\,v$ (2-2)

وبما أن التسارع هي معدل التغير في السرعة, فإن القوة في (2−4) و(2−3) تصبح كالآتي:

القوة = الكتلة × (معدل التغير في السرعة)

أو عموماً

القوة = معدل التغير في الكتلة × السرعة

القوة = معدل التغير في (كمية التحرك)

أي أن:

القوة = مقدار التغير في كمية التحرك في الثانية الواحدة

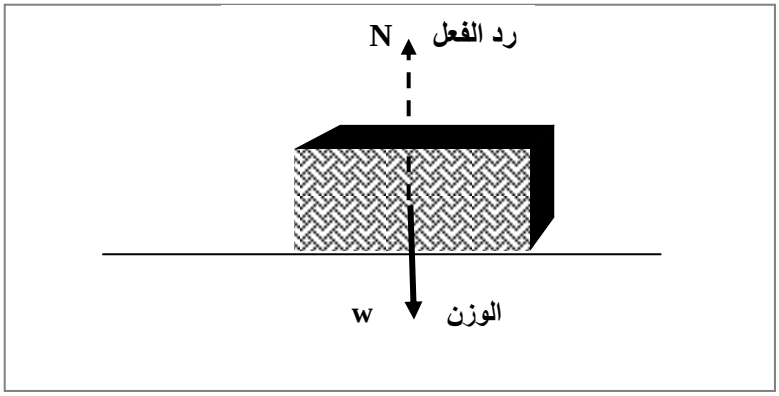
نلاحظ أنه بالرغم مما يبدو من أن الكتلة دائماً ثابتة, إلا أن الكتلة في حالات يمكن أن تكون متغيرة. مثلاً كتلة صاروخ منطلق حيث تقل كتلة الصاروخ باستمرار احتراق وقوده مما يزيد في سرعته بسبب تناقص الكتلة. كتلة الطائرات أيضاً تتناقص عند استعمال الوقود بواسطة محركاتها وإن كانت بصورة أقل مما يحدث في حالة الصواريخ. لذلك فمعدل التغير في كمية التحرك ككل هو التعبير الصحيح عن القوة في الصورة العامة, وبعد ذلك يتوقف التطبيق على واقع الحالة. أي هل يوجد تغيير في الكتلة أم لا ؟

ثالثا: قانون الحركة الثالث:

ينص قانون الحركة الثالث على أن :

لكل فعل رد فعل مساو له في القوة ومضاد له في الاتجاه

هذا القانون الهام ذو تطبيقات عديدة وهو أساس مبدأ التوازن في الكون. فأنت عندما تجلس على الكرسي يكون وزنك هو القوة المؤثرة على الكرسي. ولكن في نفس الوقت لو لم يكن الكرسي قادراً على تحمل وزنك لانهار بك. ولذلك لا بد من أن يبذل الكرسي قوة (تماسك) تعادل وزنك ليتحملك. وهذا ينطبق على كل الأجسام المادية.



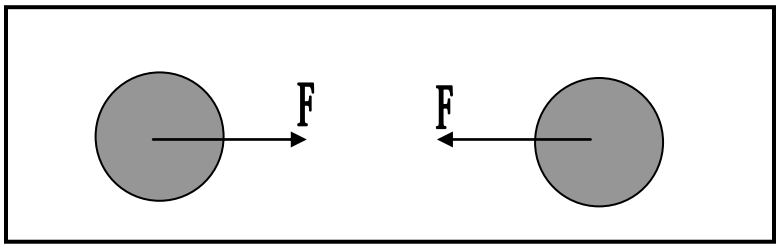
الشكل (2–6): رد الفعل هنا هو القوة التي يبذلها السطح في عكس اتجاه قوة الوزن

فالوزن w يضغط على السطح الذي يرقد عليه الجسم, وهذا السطح يضغط على الجسم برد الفعل N, حيث أن الوزن يخص للجسم, بينما رد الفعل يقوم به السطح , أي أن رد الفعل لا يعود للجسم نفسه وإنما رداً على وجوده, ولذلك فإن:

رد الفعل N = الوزن w

اتجاه رد الفعل N في عكس اتجاه الوزن w كما في الشكل (2–6).

قاعدة الفعل ورد الفعل تنطبق على كل القوى. أن قوة التجاذب بين أي جسمين هي في الواقع جذب كل جسم للآخر بنفس القوة.



الشكل (2-7): قوة التجاذب بين الجسمين متبادلة (فعل ورد فعل)

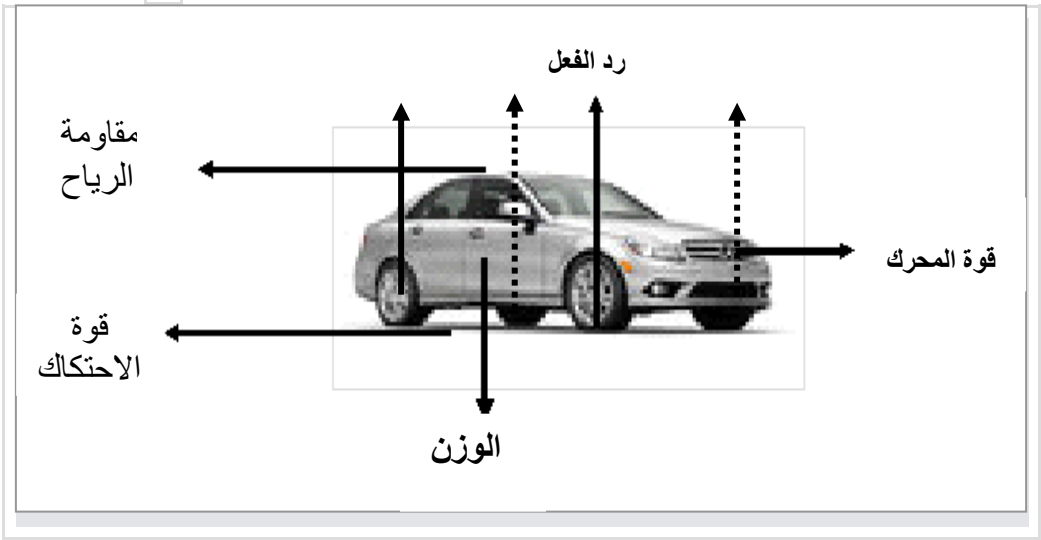
ملاحظة: في حالة الطائرة الهيلكوبتر نلاحظ وجود مروحة صغيرة رأسية في ذيل الطائرة. والسبب في وجودها هو أنه عند دوران المروحة الأفقية الكبيرة فإن رد الفعل الطبيعي هو أن يدور جسم الطائرة في الاتجاه المعاكس حسب القانون الثالث. ولمنع هذا الدوران تركب هذه المروحة الصغيرة, والواضح أنها ضرورية لمنع دوران جسم الطائرة في الاتجاه المعاكس. معظم حوادث الطائرات الهيلكوبتر تكون بسبب توقف المروحة الرأسية الصغيرة أو إصابتها في المعارك الحربية, مما يجعل جسم الطائرة يدور كل وتفقد التوازن مما يؤدي لسقوطها. طائرات الهيلوكوبتر ذات المراوح المزدوجة الافقية الكبيرة تطبق نفس المبدأ.

◄◄ مثال (2-5):

سيارة تسير بسرعة منتظمة في خط مستقيم ، بالرسم فقط حدد القوي التي تؤثر عليها

الحل

يوضح الشكل **(2-8) أنواع** القوي التي تؤثر على السيارة و إتجاهاتها **:**



الشكل (2-8): القوى المؤثرة على سيارة متحركة

2.2 مفهوم القوة

عزيزي الدارس ،،

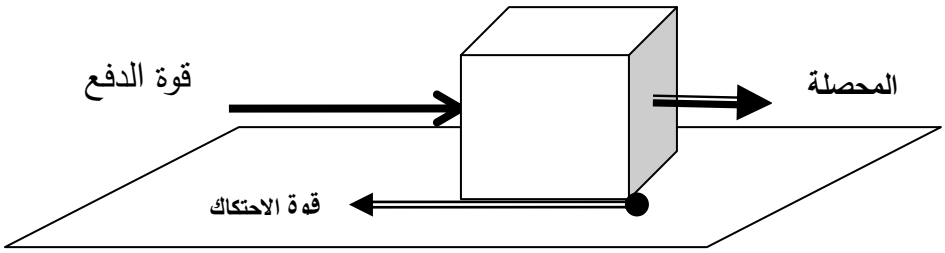
لدينا كلنا إحساس بمفهوم القوة ونستعمل كلمة القوة كثيراً ونتحدث عن أن هذا الشخص قوي، ونعرف أنه إذا أردنا أن نجر شيئاً أو أن ندفع شيئاً أو نرفع شيئاً نستعمل ما نعتبره قوة.

كان هذا الموضوع من ضمن اهتمامات الفلاسفة منذ عهد قديم. غير أننا في الفيزياء نحتاج إلى تعريف دقيق للقوة بحيث يمكننا حسابها أو قياسها. فالكميات الفيزيائية عموماً مثل القوة أو السرعة أو الطاقة أو التيار وغيرها، وبالرغم من اهتمام الفيزيائين بخواصها وتأثيراتها إلا أن هذا الاهتمام ينصب في النهاية على تحديد القوانين التي تحكمها والتي يمكن حسابها, سواء تم الحصول عليها من تجارب أو نظرياً.

عزيزي الدارس ،،

إن تحديد القوة قد يختلط علينا أحياناً حينما تكون هناك أكثر من قوة مؤثرة في نفس الوقت. فإذا دفعت صندوقاً على سطح خشن إلى الإمام, فستجد أنك تحتاج إلى قوة كبيرة وذلك بسبب وجود قوة أخرى هو قوة الاحتكاك الموجودة بين الصندوق والسطح الخشن, وهي التي تمنع الصندوق من الحركة.

أما إذا وضعنا هذا الصندوق على سطح أملس (زلق) أو عليه زيت, فإننا سنحتاج إلى قوة صغيرة لتحريكه بسبب عدم وجود قوة احتكاك. ولذلك في حالة وجود الاحتكاك فإن القوة التي تحرك الصندوق هي القوة التي ندفع بها الصندوق ناقص قوة الاحتكاك التي تؤثر في الاتجاه المضاد للحركة، أي أن :



الشكل (2-9): القوى المؤثرة على الجسم

محصلة القوة = قوة الدفع – قوة الاحتكاك

القوة الحقيقية التي تدفع هذا الصندوق إلى الأمام هي محصلة القوتين اللتين تعملان في الاتجاهين المتضادين، وفي هذه الحالة لا بد أن تكون القوة التي ندفع بها الصندوق اكبر من قوة مقاومة الحركة لكي يتحرك الصندوق. أما في حالة السطح الأملس والذي يمكن افتراض أنه لا يقاوم الحركة, فإن القوة التي ندفع بها الصندوق هي نفسها التي تحركه (انظر الشكل (2-9)).

ويعتقد الإنسان عموماً أن القوة مرتبطة بالحركة، وهو كلام صحيح كما راينا من قبلً, حيث وجدنا أن القوة تتناسب مع تغير سرعة الجسم ولا يمكن أن يكون الجسم له سرعة إلا إذا كان متحركاً.

وما دام هذا الكلام صحيحاً **عزيزي الدارس** ،،

- فكيف نفسر أن في حالة دفعنا للصندوق على السطح الخشن بقوة اقل من قوة الاحتكاك على السطح الخشن، فإن الصندوق لن يتحرك, فأين ذهبت هذه القوة؟ في الواقع هذه القوة لا زالت موجودة ولكن محصلة القوة المؤثرة على الصندوق لا زالت في الاتجاه المعاكس بسبب كبر قوة الاحتكاك.

عزيزي الدارس ،،

أن وجود قوة ما لا يعني في كل الأحوال وجود حركة، بل يمكن أن تكون هناك حركة بدون أن تكون هناك قوة كما رأينا من قبلً حسب قانون نيوتن الأول للحركة. ففي الحالة التي تسمى استاتيكية (سكون) يمكن أن تكون هناك قوى مختلفة على جسم ما, كمثال القوى المؤثرة على كبري, بحيث أن تكون في حالة توازن حتى لا ينهار الكبر. وللتوضيح أكثر لننظر إلى حالة قوة الجاذبية.

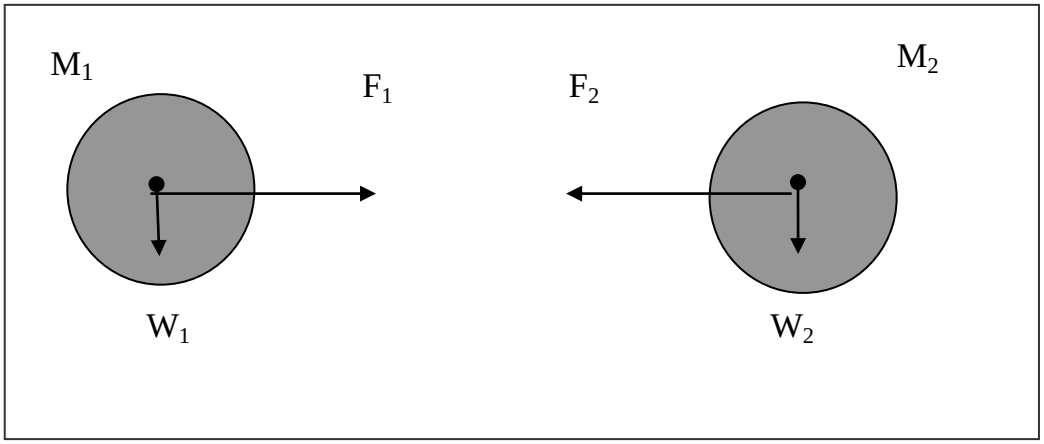
1.2.2. قوة التجاذب بين الأجسام المادية

عزيزي الدارس،،

ذكرنا عند حديثنا عن تاريخ الفيزياء أن واحد من الأسئلة الأولى التي كان يسألها الإنسان هو لماذا تسقط الأجسام إلى الأرض؟

لقد صاغ اسحق نيوتن قانون التجاذب الكوني وهو أن: أي جسمين ماديين كتلتاهما M_1, M_2 (mass إختصاراً M) يتجاذبان بقوة, وأن هذه القوة تكون بين جميع الأجسام المادية.

- بين الأرض والأجسام التي عليها.
- بين الأرض والقمر. وهذه هي القوة التي تجعل القمر يدور حول الأرض.
- قوة التجاذب هي أيضاً التي تجعل الأرض والقمر معاً يدوران حول الشمس (لماذا تدور ولا تسقط على الشمس؟)
- تجعل هذه القوة الأجسام تسقط على الأرض لأن هناك قوة تجاذب بين هذه الأجسام والأرض, بما في ذلك أوراق الشجر والغلاف الجوي (جزئيات الهواء) وحتى الشخص الذي ينزلق يسقط على الأرض. تجعل هذه القوة نفسها المنازل والأشجار والطرق والكباري وكل جسم لا يستطيع الحركة بذاته ويظل في مكانه على سطح الأرض.



الشكل (2–10) قوة التجاذب بين جسمين ماديين (متبادلة بين الاثنين)

قوة التجاذب الكوني متبادلة بين أي جسمين, أي أن كل واحد منهما يجذب الآخر. أي أن الأرض لا تجذب الحجر إليها فقط, وإنما الحجر أيضاً يجذب الأرض, ولكن لأن كتلته صغيرة جداً مقارنة بكتلتها, فهو يسقط نحوها, إذا كان بينه وبين الأرض مسافة وكان حراً.

فلو قمت برفع جسم حجمه مناسب (حجر كبير نوعاً ما) فإنك تشعر أنه ثقيل ذلك لأنك ترفع جسماً يتجاذب مع الأرض, وأنت برفعك له تستعمل قوة ضد هذا التجاذب.

ولو كان الجسم اصغر لشعرت أنه أخف. هذه القوة التي تجذب الجسم إلى أسفل هي ما تعارفنا عليه بأنه الوزن. حيث أن:

وزن الجسم هو قوة الجذب بين الأرض والجسم

لذلك فنفس هذا الوزن (القوة) هو االذي يجعله يسقط نحو الأرض. ولذلك فهذه القوة الموجودة أيضاً, والجسم ساكن على سطح الأرض (ونسميها وزناً), هي نفسها هي التي تسقطه إلى سطح الأرض.

قانون قوة التثاقل الكوني

ينص هذا القانون (الذي صاغه اسحق نيوتن في عام 1687) على أن:

> قوة التجاذب F بين أي جسمين ماديين كلتيهما M_1 و M_2 (Mass=M) والمسافة بينهما r تتناسب طردياً مع حاصل ضرب الكتلتين في بعض وتتناسب عكسياً مع مربع المسافة بينهما.

ي

$$F \propto \frac{M_1 \times M_2}{r^2}$$

أي أن القوى F تتناسب طردياً مع M_1 و M_2 وعكسيا مع r^2

أي أن قوة التجاذب بين الجسمين

- تكبر كلما كبرت الكتل؛
- تقل كلما بعدت المسافة بينهما (لأن المقام في هذه الحالة أكبر).

عزيزي الدارس،،

لقد ذكرنا من قبل إن علامة التناسب $\propto$ في الرياضيات والفيزياء تتحول إلى علامة = إذا علمنا قيمة ثابت التناسب بين الجانبين، وعليه يمكن كتابة قوة التثاقل كالآتي:

$$\boxed{F = G\frac{M_1 \times M_2}{r^2}} \qquad (5-2)$$

حيث G ثابت التناسب ويسمى ثابت التثاقل الكوني وقد تم تحديد قيمته بواسطة (العالم كافندش في عام 1754م) و هو يساوي $G=6.67x10^{-11}$.

◄◄ مثال (2-6):

إذا علمت أن كتلة الأرض هي 6×10^{24} كيلوجرام, وأن كتلة الأرض تساوي 81 مرة كتلة القمر, فأوجد قوة التثاقل (التجاذب) بين الأرض والقمر، علماً بأن متوسط المسافة بين

الأرض والقمر هي 380000 كيلومتر, وأن ثابت التثاقل هو 6.7×10^{-11}.

الحل

كتلة الأرض $M_E = 6\times10^2$ Kg

كتلة القمر $M_m = \frac{M_E}{81}$

المسافة بين الأرض والقمر =

$$380000\ km = 380000 \times 1000 = 38 \times 10^7\ m$$

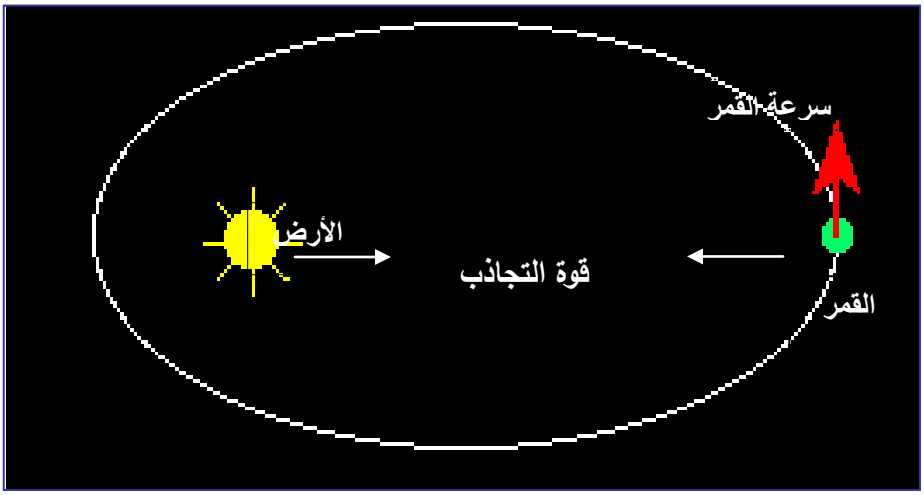
قوة التجاذب بين الأرض والقمر =

$$= F = G\frac{M_E \times M_m}{r^2} \quad \frac{6.7\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times7.4\times10^{22}}{3.8\times10^8\times3.8\times10^8} =$$

$$\frac{6.7\times6\times7.4\times10^{35}}{14.44\times10^{16}} = \frac{297.48\times10^{35}}{14.44\times10^{16}} = 20.6\times10^{19}\,N$$

الآن عزيزي الدارس ،،

نلاحظ فإن هذه قوة كبيرة جداً, وهي التي تحفظ القمر دائراً حول الأرض طول الوقت. وقد نتساءل لماذا لا يسقط القمر على الأرض ما دام كل هذه القوة تجذبهما إلى بعض؟ الجواب هو أنه ومنذ البداية بدأ القمر دورانه حول الأرض بسرعة معينة وهي السرعة اللازمة للدوران. غير أنه لولا وجود التجاذب بين الأرض والقمر لسار القمر بهذه السرعة مبتعداً عنها. فقوة التجاذب هي التي تحفظه دائراً حول الأرض.



الشكل (2–11) اتجاه السرعة والقوة في التجاذب بين الأرض والقمر

عزيزي الدارس ،،

يوضح الشكل (2–11) أن الاتجاه الفعلي لحركة القمر في مداره حول الأرض, دائماً مماس للدائرة لأن سرعته في هذا الاتجاه, حيث تنحو الأجسام المادية دائما للحركة في خط مستقيم. ولو لم تكن هناك قوة تجاذب بين الأرض والقمر لسار القمر في خط مستقيم مبتعداً عن الأرض. ولذلك يقال في هذه الحالة أن القمر – ولأنه يدور حول الأرض– هو في الواقع في حالة سقوط (اقتراب) دائم نحو الأرض. وهذا السقوط يتمثل في محافظته على مداره حول الأرض، لاحظ تغير اتجاه السرعة أثناء الدوران. ولو قلت سرعة القمر عن سرعته الحالية المطلوبة لمحافظته على مداره لسقط فعلاً على الأرض. وينطبق هذا على كل الكواكب, حيث كلها في حالة سقوط دائم نحو الشمس, ولذلك تحافظ على مداراتها حول الشمس.

أسئلة تقويم ذاتي

1. عرف القوة؟
2. علل:

أ. لا يعني وجود قوة ما في كل الأحوال وجود حركة؟

ب. نحن مرتبطون بالأرض؟

3. لماذا تسقط الأجسام إلى الأرض؟
4. أكمل العبارات التالية:

أ. كلما زادت المسافة بين جسمين كلما ..... قوة التجاذب.

ب. كلما قلت كتل الجسمين كلما ..... قوة التجاذب.

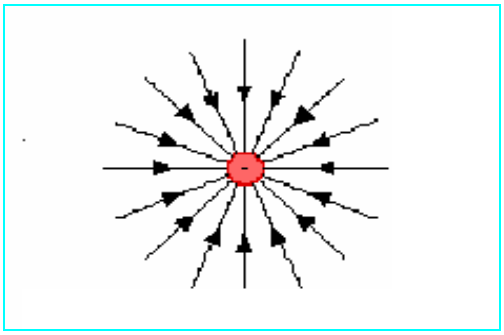
5. ميز بين السقوط المباشر لجسم على الآخر, والسقوط الدائم.
6. تصور أن الأرض لا تجذب الأجسام التى عليها، أكتب توقعاتك؟
7. إذا علمت أن المسافة بين الأرض والشمس 150 مليون كيلو متر وكتلة الأرض 6×10^{24} Kg وثابت التثاقل الكوني 6.7×10^{-11} و قوة التجاذب بين الأرض والشمس هي 3.1×10^{24} N , فأوجد كتلة الشمس؟

2.2.2.المجال التثاقلي

عزيزي الدارس ،،

عندما ننظر إلى التجاذب بين أي جسمين ماديين بينهما مسافة r , يتضح لنا دائماً أن هذا التجاذب لا يمكن أن يحدث إلا عن طريق التأثير عن بعد. أي أن واحداً من الجسمين يؤثر في الآخر عن بعد بصورة واضحة.

يعني هذا التأثير عن بعد أن كل واحد من الأجسام المادية تحيط به منطقة بها هذه المقدرة على التأثير. هذه المنطقة المحيطة بالجسم المادي الذي يظهر فيه تأثيره التثاقلي, تسمى المجال, وتسمى تحديداً المجال التثاقلي، أنظر الشكل (2-12). ويرمز له بخطوط تسمى خطوط المجال التثاقلي، ويكون إتجاهها إلى الداخل.



الشكل(2-12): المجال التثاقلي

عند وضع أي جسم مادي آخر داخل المجال التثاقلي لجسم آخر فإن التجاذب يحدث بين الجسمين, وتقل قوة التجاذب بين الجسمين كلما بعدت المسافة بينهما. ويمكننا ملاحظة أن المجال حول الجسم ينتشر في مساحة أوسع كلما بعدنا عن الجسم, مما يعني أنه يضعف بسبب المساحة الأكبر التي يشغلها. ولذلك تقل قوة التجاذب كلما بعد الجسمان عن بعضهما.

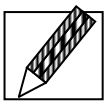
وهناك مجموعة من المجالات في الطبيعة. فبالإضافة إلى المجال التثاقلي, هناك

المجال الكهربي حول الشحنة الكهربية, وهناك المجال المغناطيسي. هذه المجالات جميعاً تتشابه من حيث

- تأثيرها عن بعد.
- إنها تولد قوة.

وسنتطرق لاحقاً للمجالين الكهربي والمعنطيسي في الوحدة الخامسة.

أسئلة تقويم ذاتي



1. عرف المجال التثاقلي؟
2. بالرسم أشرح إتجاه خطوط المجال التثاقلى؟

3.2.2. قوانين كبلر

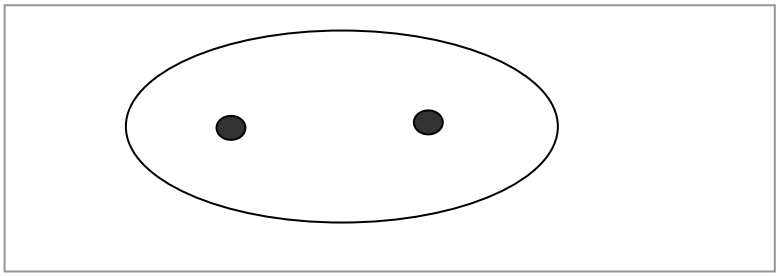
عزيزي الدارس ،،

لقد ذكرنا في المقدمة التاريخية أن **يوهانس كبلر (الهولندي)** في القرن السادس عشر, وبعد عمل مضن استعمل فيه قياسات أستاذه تيخو براهي الدقيقة لحركة الكواكب, توصل إلى ثلاثة قوانين تحكم حركة الكواكب حول الشمس, وذلك بعد أن اكتشف من تلك القياسات الدقيقة أن حركة كوكب المريخ لا تتفق مع قول بطليموس أن الكواكب تدور حول الأرض.

اكتشف كبلر أن مدارات الكواكب حول الشمس ليست دائرية تماماً, حسب القياسات التي معه, وإنما شكلها إهليلجي elliptical. والاسم العربي لهذا الشكل جاء من اسم شجرة تشبه ثمرتها هذا الشكل الغير دائري (تشبه أيضاً ثمرة شجرة الهجليج). انظر الشكل التالي **الشكل(2-13)**

ما هو الشكل الاهليلجي؟

هو دائرة ممطوطة بحيث يصبح أحد قطريها أطول
من القطر الآخر العمودي على القطر الأول



الشكل(2-13): الشكل الاهليلجي له بؤرتان

ولأن الشكل الأهليلجي ليس دائرة, فليس له مركز واحد, وإنما له مركزان, يسمى كل واحد منهما بؤرة Focus. والسبب في تسميتها بالبؤرة وهو الاسم الذي نستعمله في حالة المرايا والعدسات للنقطة التي تتجمع فيها الأشعة, هو أنه لو كان عندنا مرآة سطحها اللامع يكون هذا الشكل ووضعنا مصباح في إحدى بؤرتيه فإن جميع أشعة المصباح ستنعكس من سطح هذه المرآة الاهليلجية (البيضاوية) وتتجمع في البؤرة الثانية. ونحن نعرف أن الأشعة تتجمع في بؤرة العدسة المحدبة وفي بؤرة المرآة المقعرة. تجد عزيزي الدارس طريقة رسم الشكل الاهليلجي في كتاب الصف الثالث الثانوي في الفيزياء.

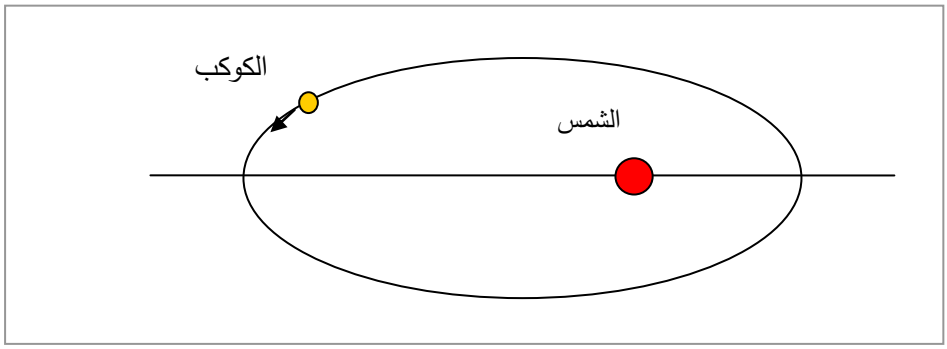
صاغ العالم يوهانس كبلر من القياسات الدقيقة لحركة الكواكب ثلاثة قوانين تعرف باسمه حتى اليوم, وتجدها مفصلة في كتاب الفيزياء للصف الثالث الثانوي في السودان. ما يجب ملاحظته أن كبلر صاغ هذه القوانين الثلاث قبل ظهور اسحق نيوتن وقبل صياغته لقانون التثاقل الكوني الذي درسناه من قبل في هذه الوحدة. وكان نيوتن مطّلِعاً على قوانين كبلر, وقام بدراستها قبل صياغة قانونه.

أولا: قانون كبلر الأول:

و ينص قانون كبلر الأول على أن:

> شكل مدار الكوكب حول الشمس هو الشكل الإهليلجي حيث تقع الشمس في إحدى بؤرتي هذا المدار الاهليليجي.

ويسمى قانون كبلر الأول أيضاً **بقانون المـدارات أنظر الشكل(2-14)**



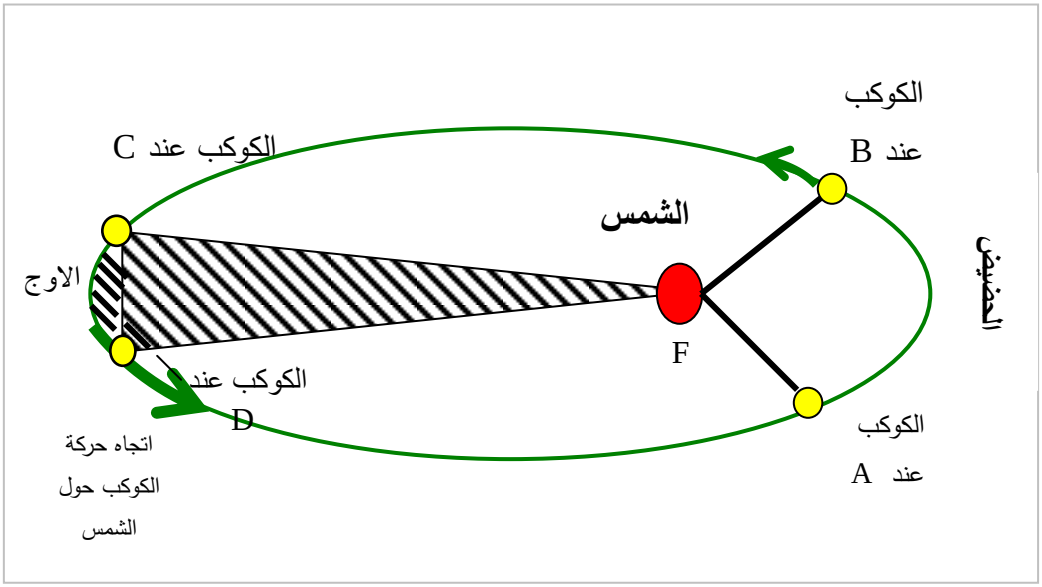
الشكل(2-14): **الشكل الاهليجي يوضح الشمس ومدار كوكب حولها**

لاحظ أن مدارات الكواكب الداخلية (أقرب للشمس من الأرض) في المجموعة الشمسية وهي عطارد والزهرة هي تقريباً دائرية. وتزيد أهليلجية المدار كلما بعد الكوكب عن الشمس, مثل كوكب زحل ونبتون وبلوتو. مدار القمر أيضاً اهليلجي ولكنه قريب جداً من الدائرة. أقرب ما يكون الكوكب للشمس في المدار تسمى نقطة الحضيض بينما أبعد نقطة تسمى الاوج.

ثانيا: .قانون كبلر الثاني:

الخط الواصل بين الشمس والكوكب أثناء حركة الكوكب يرسم مساحات متساوية في أزمنة متساوية. **ينص القانون الثاني على أن**

الخط الذي يصل بين الشمس وأي كوكب يرسم مساحات متساوية في أزمنة متساوية



الشكل (2-15). قانون كبلر الثاني ويسمى أيضاً قانون المساحات

وعلى ضوء هذا القانون نجد أن المساحة الشكل FAB تساوي المساحة المظللة للشكل FCD. فالكوكب عندما يتحرك من النقطة (A) إلى النقطة (B) يرسم المثلث الوهمي(FAB). هذا المثلث يساوي المثلث الوهمي (FCD) الذي يرسمه الكوكب بحركته من (C) إلى (D). نلاحظ أن المسافة (AB) عندما يكون الكوكب قريباً من الشمس (في

الحضيض) أطول من المسافة (DC)عندما يكون الكوكب بعيداً من الشمس (في الأوج). وهذا يعني أن الكوكب عندما يكون قريباً من الشمس, يكون أسرع مما يكون عليه حاله وهو بعيد من الشمس, لأن المسافة أطول. ولو كان المسار دائرياً لتطابق المثلثان ولما اختلفت سرعة الكوكب عند الحضيض و الأوج, لأن الدائرة ليس لها اوج أو حضيض.

الزمن الدوري لحركة الأجسام في مدارات :

عزيزي الدارس ،،

ماهو الزمن الدوري:

هو الزمن اللازم لكي يدور أي جسم دوره كاملة.

فالسنة زمن دورى وهى:

الزمن اللازم لكي تدور الأرض دورة كاملة حول الشمس.

ولذلك

1. السنة هي الزمن الدوري لدوران الأرض حول الشمس
2. الزمن الدوري لدوران القمر حول الأرض = 27.3 يوم (وليس الشهر القمر الذي يساوي 29.53 يوماً والذي هو أطول قليلا بسبب حركة الأرض والقمر معها حول الشمس)،
3. الزمن الدوري لدوران الأرض حول نفسها هو اليوم, أي 24 ساعة.

إذن الزمن الدوري لدوران الأرض حول نفسها هو (T)

Ts = 24 ساعة × 60 دقيقة في الساعة × 60 ثانية في الدقيقة

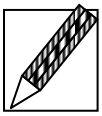
= 86400 ثانية

ويرمز للزمن الدوري بالرمز T (من **T**ime) ويحسب بالثانية.

نلاحظ كذلك أن المسافة بين الشمس والكوكب في المسار الاهليلجي متغيرة حيث اقل مسافة عندما يكون الكوكب في الحضيض, وتزيد حتى تصل إلى أقصى قيمة لها عند الاوج, ومن ثم تقل حتى تصل إلى الحضيض مرة أخرى. ولأن مدارات معظم الكواكب قريبة من الدائرة فإنه يمكن أخذ متوسط المسافة بين الكوكب والشمس r. وهذا ما فعلناه عند حساب قوة التثاقل بين الأجسام المادية.

لقد ذكرنا من قبل أن قوانين كبلر ثلاثة وفصلنا القانونين الأول و الثاني، أما القانون الثالث فهو يربط بين الزمن الدوري و نصف قطر المدار.

أسئلة تقويم ذاتي



1. يتشابه المجال التثاقلي والمجال الكهربي والمجال المغناطيسي في خواصها وضِّح ذلك؟
2. وضِّح مستعيناً بالرسم الشكل الاهليجي ومدى اختلافه عن الدائرة.
3. متى يصبح الشكل الاهليجي دائرة؟
4. اذكر قانون كبلر الأول؟
5. قانون كبلر الثاني له علاقة بمثلثات وهمية يرسمها الكوكب أثناء دورانه حول الشمس، قارن بين هذه المثلثات من حيث قاعدة كل مثلث وساقيه، على ماذا يدل إختلاف طول القاعدة في المثلثين؟
5. تقوم الأرض بدورتين في نفس الوقت و يؤدي ذلك إلى عدة ظواهر طبيعية: ناقش هذه العبارة؟

تطبيقات على قوانين كبلر

أولاً. الأقمار الإصطناعية

عزيزي الدارس،، ما هي الأقمار الإصطناعية ؟

هي وعاء يحتوي أجهزة إلكترونية (بما في ذلك الآت تصوير) حيث يقوم كل قمر اصطناعي حسب اختصاصه, بالمهمة المطلوبة منه, وقد سميت أقماراً لأنها تدور حول الأرض مثلها مثل القمر الطبيعي ولتمييزها سميت اصطناعية.

لقد كان معروفاً من القرن التاسع عشر إمكانية إرسال أجسام إلى الفضاء حول الأرض لكي تدور مثل القمر حول الأرض وقد أجريت كثير من الحسابات المتعلقة بذلك. ولكن ولأن الصواريخ المناسبة التي تستطيع رفع الأجسام إلى ارتفاعات عالية (اكثر من 300 كيلو متر) فوق سطح الأرض لم تكن موجودة.

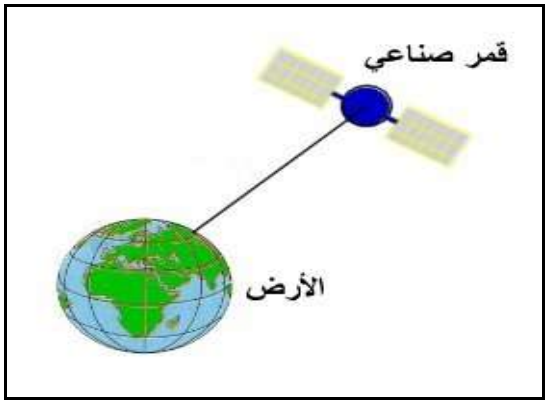
- فقد تأخر إطلاق أول قمر اصطناعي إلى عام 1957 حيث استطاع الاتحاد السوفيتي آنذاك من إطلاقه (روسيا حالياً), وتبعه بعد ذلك بآخر يحمل كلبة اسمها "لايكا" والتي ماتت في الفضاء لعدم امكانية إرجاعها إلى الأرض في ذلك الوقت.
- دفع هذا الأمريكان للدخول في سباق مع الروس وأنشاؤا وكالة الفضاء الأمريكية "NASA" وقرروا النزول على القمر والعودة منه قبل نهاية عقد الستينات (وهذا ما حدث فعلاً في يوليو 1969), بل قرروا تغيير مناهج الرياضيات والعلوم في المدارس والجامعات الأمريكية, وفعلاً تم ذلك منذ بداية الستينات.
- لم يتوقف الروس حيث أرسلوا أول رائد فضاء هو قاقارين في عام 1961 حيث دار حول الأرض مرة واحدة وأعادوه إلى الأرض, ثم تبعه رائد آخر في عام 1962 دار حول الأرض عدة مرات وعاد.

هذا الاهتمام بمجال التكنولوجيا أدى إلى أن يكون في الولايات المتحدة الأمريكية في بداية التسعينات حوالي 20000 من حملة الدكتوراة في الفيزياء فقط معظمهم ليسوا أمريكيين وإنما جاءوا من بلاد أخرى.

الآن هناك عدة آلاف من الأقمار الاصطناعية تدور حول الأرض, وكثير منها انتهى عمره الافتراضي أو توقف عن العمل وأن ظل دائراً حول الأرض, وكثير منها سقط واحترق في الغلاف الجوي, وذلك لأن الغلاف الجوي (الهواء) يسبب مقاومه لحركة الأقمار الاصطناعية بسبب احتكاكها معه.

عزيزي الدارس ،،

إن الأقمار الاصطناعية عادة تطلق بحيث تدور حول الأرض على ارتفاعات عالية لا تقل عن 300 كيلو متر فوق سطح الأرض، الشكل (2-16)، وذلك لأن كثافة الهواء في الغلاف الجوي تقل كلما ارتفعنا عن الأرض حيث هو أكثر كثافة على سطح الأرض بسبب جاذبية الأرض. وعموماً يبلغ إرتفاع الغلاف الجوي حوالي 800 كيلو متر, ولكن تقل كثافته وتصبح قليلة جداً في الإرتفاعات العالية.



(2-16) الأقمار الاصطناعية تدور حول الأرض

إستخدامات الأقمار الإصطناعية

عزيزي الدارس ،،

تستخدم الأقمار الاصطناعية لأغراض كثيرة منها:

1. التجسس العسكري.
2. الرصد الجوي.
3. إغراض المساحة وأخرى تستعمل لتقدير كمية المحاصيل الزراعية.
4. الاتصالات، التي تتنقل لنا القنوات الفضائية.

الآن عزيزي الدارس ،،

لرفع هذه الأقمار إلى مداراتها المناسبة لا بد من وجود صواريخ قوية. ويتكون الصاروخ الذي يرفعها عادة من 3 صواريخ في وقت واحد تسمى مراحل مرتبة كالآتي:

i. المرحلة الأولى تقوم برفع القمر إلى مسافة تقدر بعدة كيلو مترات فوق سطح الأرض ثم تنفصل هذه المرحلة وبالتالي يقل الوزن.
ii. المرحلة الثانية يعمل صاروخ أصغر حجماً لرفع القمر إلى قرب المدار ثم ينفصل.
iii. المرحلة الثالثة يمثلها صاروخ أصغر يعمل على وضع القمر في مداره.

ثانيا: أقمار الاتصالات

عزيزي الدارس ،،

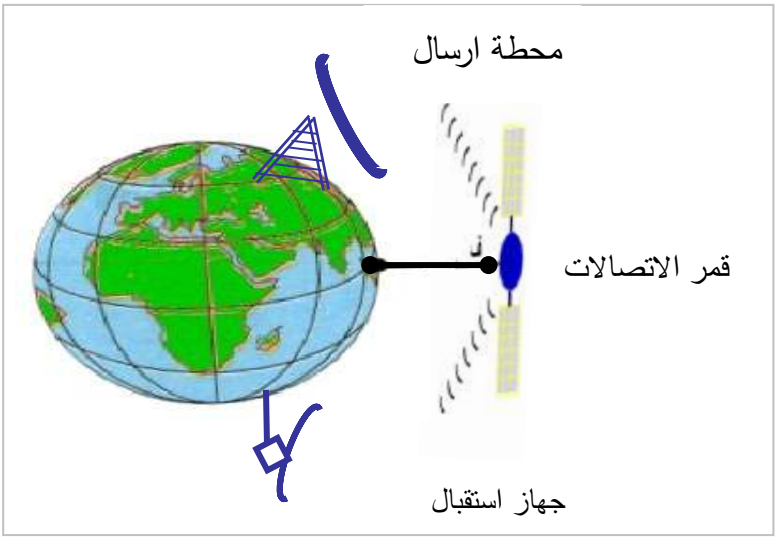
نتعرف الآن على أقمار الإتصالات؟

هي أقمار إصطناعية تستعمل لنقل المحادثات التلفونية والقنوات الفضائية

من المعروف أن هوائيات الإرسال الإذاعي FM والقنوات الفضائية لا يصل إرسالها على سطح الأرض إلا لمسافات لا تتجاوز المائة كيلو متر حول جهاز الإرسال، ولكي تتم تغطية مساحة واسعة بالإرسال لبلد مثلاً: لا بد من تكرار أجهزة الإرسال وتوصيلها معاً. أقمار الاتصالات حلت هذه المشكلة, حيث يتم إرسال ما تذيعه المحطة بواسطة طبق إلى القمر الإصطناعي الذي يعيد إرسالها إلى الأرض حيث يغطي هذا الإرسال من القمر الإصطناعي مساحة واسعة من سطح الأرض أنظر الشكل(2-17).

عزيزي الدارس ،،

الأطباق الفضائية التي ترسل إلى القمر الإصطناعي وتلك التي تستقبل منه، لا بد أن تكون متجهة إلى القمر الإصطناعي بالضبط. هنا يتطلب أن يكون القمر الإصطناعي ثابتاً في مكانه بحيث لا يكون هناك حاجة إلى ضبطها كل مرة لتتجه إلى القمر المتحرك. الحل الوحيد لهذه المشكلة هو أن يدور قمر الاتصالات حول الأرض بحيث يكمل دوره كاملة حولها عندما تكمل الأرض أيضاً دورة كاملة. أي أن يكون زمنه الدوري 24 ساعة. ولهذا يبدو قمر الإتصالات كأنه مثبت في نقطة واحدة في الفضاء.



(2–17) : موقع قمر الاتصالات فوق خط الستواء

وقد وجد أنه لكى يدور القمر الإصطناعى فوق خط الإستواء، بحيث يكون فوق نقطة واحدة على سطح الأرض طول الوقت. لابد أن يكون إرتفاعه عن سطح الأرض فوق تلك النقطة 35700 كيلومتر فوق سطح الأرض، وهذا هو الارتفاع من مركز الأرض الضروري لإكمال قمر الاتصالات دورتة كاملة كل 24 ساعة. علماً بأن أقمار الاتصالات توضع فوق خط الاستواء.

بدأت الآن تجربة أقمار الاتصالات منخفضة المستوى بحيث يكون عددها كبيراً جداً, بحيث كلما اختفى واحد خلف الأفق بالنسبة لأي جهاز استقبال, ظهر قمر آخر مواصلاً الإرسال.

هناك 24 قمراً تدور حول الأرض وتستعمل لتحديد المواقع بواسطة جهاز تحديد المواقع GPS والذي يستقبل الإشارات الصادرة من 4 من هذه الأقمار في وقت واحد وأي مكان في العالم, ومنها يتم حساب خطوط الطول والعرض لموقع حامل الجهاز وتظهر على شاشة الجهاز.

أسئلة تقويم ذاتي

1. ما هي الأقمار الاصطناعية؟
2. عدد استخدامات الأقمار الاصطناعية.
3. علل: يستفاد من الأقمار الاصطناعية في الاتصالات.
4. على ماذا تتوقف إرتفاعات الأقمار الاصطناعية؟.
5. . ما هو أنسب ارتفاع يجعل القمر يدور بنفس سرعة دوران الأرض حول نفسها؟
6. من الضروري أن يكون القمر دائما فوق نقطة واحدة من الأرض، برر ذلك؟
7. فيم يستخدم القمر الصناعي عندما يكون في مسار يسمح له بالبقاء فوق نقطة واحدة على الأرض

الخلاصة

ولكن ما الذي ناقشناه عزيزي الدارس ؟

أنها مفاهيم كثيرة ومهمة جدا:

هل يمكنك أن تلخص ذلك بإيجاز؟ .

لنتعاون على ذلك معا.

وبدأنا بمفاهيم أساسية وهى الحركة والقوة و مكونات الحركة ثم إنتقلنا إلي تعريف كل من المسافة والزمن و السرعة ثم كمية التحرك والتسارع و قوانين الحركة.

تعرفنا على مفهوم القوة ثم شرحنا قوة التجاذب بين الأجسام المادية والمجال التثاقلي وأخيراً تعرفنا على قانونين من قوانين كبلر.

نرجو منك عزيزي الدارس في ختام الوحدة أن تعيد مراجعة الأهداف الواردة في البداية جيداً والتأكد من انك حققتها جميعا. كما نرجو منك التواصل مع المركز الدراسي الذي تتبع له وشكرا لك.

لمحة مسبقة عن الوحدة القادمة

عزيزي الدارس,

في الوحدة الثالثة سنزودك بمفاهيم أساسية وينبغي عليك الإلمام به تحتوي علي عدة أقسام رئيسية

في القسم الأول سنوضح مفهوم القوة والوزن ثم نتقل للحديث عن عزم القوة و العزم والاتزان ثم نتناول القوة والضغط ثم الضغط بسبب الوزن وعلاقة الضغط بالكثافة ونشرح مفهوم الضغط الجوى ثم نستعرض بعض التطبيقات على الضغط مثل مقياس الضغط (الباروميتر)ومقياس الضغط الطبي و أخيرا تطبيقات لقوانين الضغط مثل التوربينات والمضخات. بعد ذلك ندرس كيفية تكون السحب وأنواع السحب والأنواع التي تهطل منها الأمطار.

نرجو أن تجدها وحدة مفيدة.

إجابات التدريبات

تدريب(1)

الحركة من البداية الي الزمن =4 ثانية حركة منتظمة ، التسارع في هذه الحالة = صفر

الحركة من 4 ثانية الي 8 ثانية حركة غير منتظمة ،التسارع في هذه الحالة

ج= (10−2) /(8−4)=(4/8)=2متر/ ثانية مربع

مسرد المصطلحات

Dimension	**بعد**
Momentum	**كمية التحرك**
Acceleration	**التسارع**
Inertia	**القصور الذاتي**
Force	**القوة**

المراجع العربية والأجنبية

1. أسياسيات الفيزياء – بوش
2. كتاب الفيزياء للمرحلة الثانوية– السنة الأولي – وزارة التربية والتعليم –السودان
3. كتاب الفيزياء للمرحلة الثانوية–السنة الثانية – وزارة التربية والتعليم –السودان
4. كتاب الفيزياء للمرحلة الثانوية–السنة الثالثة – وزارة التربية والتعليم –السودان
5. هناك مواقع مفيدة على الانترنت Hyper Physics : Hperphysics.phy-astr.gsu. edu
6. هناك مواقع ممتازة لمحاكاة التجارب الفيزيائية على الانترنت Phy-ntnu.edu. tw