مدونة المناهج السعودية

https://eduschool40.blog

الموقع التعليمي لجميع المراحل الدراسية

في المملكة العربية السعودية

المقدمة

عزيزي الدارس,

يسرنا أن نضع بين أيديك مقرر "مقدمة في العلوم (3): اساسيات الفيزياء " وفقا لمنهج برنامج التربية بجامعة السودان المفتوحة في مبادئ العلوم : الأحياء والكيمياء والفيزياء. سعينا أن يكون هذا المنهج واضح التعبير وسلس المادة من غير تعقيد بطريقة علمية منطقية ومتدرجة حتى يسهل فهمها.

يتضمن هذا المقرر ستة وحدات أساسية, هي:

الوحدة	العنوان
الوحدة الأولي	مقدمة في تاريخ الفيزياء
الوحدة الثانية	مفاهيم أساسية عن الحركة والقوة
الوحدة الثالثة	القوة والعزم والضغط
الوحدة الرابعة	الشغل والطاقة والمجالات في الفيزياء: الحرارة
الوحدة الخامسة	الشغل والطاقة والمجالات في الفيزياء: الكهربية والمغنطيسية
الوحدة السادسة	الأمواج و الصوت والضوء

تتناول **الوحدات الأولى** معلومات مهمة في تاريخ الفيزياء, وتطور ذلك العلم الأساس في دراسة المادة وخواصها وتفاعلاتها، في هذه الوحدة أيضاً نتعرف على أقسام علم الفيزياء الحالية الخمسة وهي: الفيزياء الفلكية و الفيزياء الذرية و الفيزياء الجزيئية والفيزياء البصرية و فيزياء الجسيمات و فيزياء المادة الكثيفة. ثم نعرج إلى التعرف على الفيزياء اليوم. المعروف أن ربط العلم مع تاريخه يجعل أكثر رسوخا عند الدارس, وتجعله يتفهم الصعوبات التي واجهت العلماء, وإن ذلك استغرق وقتاً, وأن مساهمات العلماء جائت من

بلاد وشعوب مختلفة.

ندرس عزيزي الدارس, في الوحدة الثانية مكونات الحركة وهي المسافة والزمن ومن ثم السرعة. و نتعمق بعد ذلك فى دراسة كمية التحرك ومفهوم التسارع, ومن ثم مفهوم القوة. ثم ندلف بعد ذلك إلى دراسة قوى التجاذب و المجال التثاقلي و نختتم بدارسة قوانين كبلر وتحديداً القانونين الأول والثاني, حيث نتعرف على مدارات الكواكب والأقمار الاصطناعية.

في الوحدة الثالثة نتعرف فيها على مفهوم الوزن و عزم القوة والاتزان. كما نتناول مفهوم القوة والضغط , ثم ندرس تطبيقات على قوانين الضغط, ومنها ندلف لدراسة كيفية تكون السحب وسقوط الأمطار.

تأتى الوحدة الرابعة بعنوان الشغل والطاقة والمجالات في الفيزياء, نقوم فيها بتوضيح الطاقة عموماً مع تطبيق على الطاقة الحرارية , انتقال الحرارة ودرجة الحرارة والتمدد بتأثير الحرارة.

أما الوحدة الخامسة فهي أيضاً بعنوان الشغل والطاقة والمجالات في الفيزياء و لكن تناقش موضوع المجال الكهربي والطاقة الكهربية, والقوة الكهربية , ومن ثم تناقش مفهوم شدة المجال الكهربي، والتيار الكهربي, وتحولات الطاقة الكهربية, ومن ثم تناقش مفهوم المجال المغناطيسي والمغنطيسية الأرصية والقوة المغناطيسية.

تتناول الوحدة السادسة الامواج عموماُ وتطبيقات عليها في الصوت والضوء، حيث نتعرف أولا علي مفهوم الموجة, والطول الموجي, والتردد, وسرعة الموجة c. ثم ننتقل إلي دراسة خواص الصوت وخواص الموجات فوق السمعية أو فوق الصوتية و إستخداماتها. ثم ننتقل إلى التعرف على أدوات السمع و نأخذ الأذن البشرية كمثال لأداة السمع.

نعرج معا بعد ذلك لشرح الضوء ومناقشة ظواهر الانعكاس والانكسار وأيضاً انكسار الضوء في العدسات والمنشور ودارسة العين البشرية كجهاز بصري.

الأهداف العامة للمقرر

آخي الدارس بعد اطلاعك علي هذا المقرر بتمعن نتوقع منك ان:

1. تتعرف على بعض تاريخ الفيزياء ؛
2. تحدد مكونات الحركة و تعرف مفهوم القوة؛
3. تشرح مفاهيم القوة و العزم و الضغط, وتدرس تطبيقات عليه؛
4. تتعرف على كيفية تكون السحب وأنواعها وعلى المطر؛
5. تطبق مفاهيم الطاقة و المجالات في حالة الطاقة الحرارية؛
6. تطبق مفاهيم الطاقة و المجالات في حالة الطاقة الكهربية والمغنطيسية؛
7. تشرح مفاهيم الصوت و الضوء و الأمواج وتقوم بتطبيقات عليها.

وقد استخدمنا في هذا المقرر إطاراً عربياً شاملاً لرموز النظام الدولي وقمنا بترقيم الأشكال والرسومات التوضيحية والجداول وقدمنا سرداً للمصطلحات العلمية التي وردت في النص الرئيسي في نهاية كل وحدة وحاولنا في هذا المقرر تبسيط المادة المقدمة حتى يستطيع الدارس فهم ما نرمي إليه.

ونجد نهاية كل وحدة أسئلة التقويم الذاتي، و أنشطة وتدريبات كفيلة بتلبية إحتياجاتك التعليمية الخاصة بالوحدة .

عزيزي الدارس،،

ينبغي عليك أن تتطلع على الوحدات بتإنى لفهم ما يرمي إليه هذا المقرر. ثم حل أسئلة التقويم والتدريبات الموجودة في هذا المقرر حيث ستساعدك على فهمه. كذلك عليك حل التعيينات وتقديمها لمرشدك الميدانى.

عزيزى الدارس،، أهلا بك مرة أخرى إلى هذا المقرر ونرجو أن تستمتع بدراسته وان تستفيد منه وان تشاركنا في نقده وتقييمه.

المقدمة

عزيزي الدارس,

يسرنا أن نضع بين أيديك مقرر "مقدمة في العلوم (3): اساسيات الفيزياء " وفقا لمنهج برنامج التربية بجامعة السودان المفتوحة في مبادئ العلوم : الأحياء والكيمياء والفيزياء. سعينا أن يكون هذا المنهج واضح التعبير وسلس المادة من غير تعقيد بطريقة علمية منطقية ومتدرجة حتى يسهل فهمها.

يتضمن هذا المقرر ستة وحدات أساسية, هي:

الوحدة	العنوان
الوحدة الأولي	مقدمة في تاريخ الفيزياء
الوحدة الثانية	مفاهيم أساسية عن الحركة والقوة
الوحدة الثالثة	القوة والعزم والضغط
الوحدة الرابعة	الشغل والطاقة والمجالات في الفيزياء: الحرارة
الوحدة الخامسة	الشغل والطاقة والمجالات في الفيزياء: الكهربية والمغنطيسية
الوحدة السادسة	الأمواج و الصوت والضوء

تتناول **الوحدات الأولى** معلومات مهمة في تاريخ الفيزياء, وتطور ذلك العلم الأساس في دراسة المادة وخواصها وتفاعلاتها، في هذه الوحدة أيضاً نتعرف على أقسام علم الفيزياء الحالية الخمسة وهي: الفيزياء الفلكية و الفيزياء الذرية و الفيزياء الجزيئية والفيزياء البصرية و فيزياء الجسيمات و فيزياء المادة الكثيفة. ثم نعرج إلى التعرف على الفيزياء اليوم. المعروف أن ربط العلم مع تاريخه يجعل أكثر رسوخا عند الدارس, وتجعله يتفهم الصعوبات التي واجهت العلماء, وإن ذلك استغرق وقتاً, وأن مساهمات العلماء جائت من

بلاد وشعوب مختلفة.

ندرس عزيزي الدارس, في الوحدة الثانية مكونات الحركة وهي المسافة والزمن ومن ثم السرعة. و نتعمق بعد ذلك فى دراسة كمية التحرك ومفهوم التسارع, ومن ثم مفهوم القوة. ثم ندلف بعد ذلك إلى دراسة قوى التجاذب و المجال التثاقلي و نختتم بدارسة قوانين كبلر وتحديداً القانونين الأول والثاني, حيث نتعرف على مدارات الكواكب والأقمار الاصطناعية.

في الوحدة الثالثة نتعرف فيها على مفهوم الوزن و عزم القوة والاتزان. كما نتناول مفهوم القوة والضغط , ثم ندرس تطبيقات على قوانين الضغط, ومنها ندلف لدراسة كيفية تكون السحب وسقوط الأمطار.

تأتى الوحدة الرابعة بعنوان الشغل والطاقة والمجالات في الفيزياء, نقوم فيها بتوضيح الطاقة عموماً مع تطبيق على الطاقة الحرارية , انتقال الحرارة ودرجة الحرارة والتمدد بتأثير الحرارة.

أما الوحدة الخامسة فهي أيضاً بعنوان الشغل والطاقة والمجالات في الفيزياء و لكن تناقش موضوع المجال الكهربي والطاقة الكهربية, والقوة الكهربية , ومن ثم تناقش مفهوم شدة المجال الكهربي، والتيار الكهربي, وتحولات الطاقة الكهربية, ومن ثم تناقش مفهوم المجال المغناطيسي والمغنطيسية الأرصية والقوة المغناطيسية.

تتناول الوحدة السادسة الامواج عموماُ وتطبيقات عليها في الصوت والضوء، حيث نتعرف أولا علي مفهوم الموجة, والطول الموجي, والتردد, وسرعة الموجة c. ثم ننتقل إلي دراسة خواص الصوت وخواص الموجات فوق السمعية أو فوق الصوتية و إستخداماتها. ثم ننتقل إلى التعرف على أدوات السمع و نأخذ الأذن البشرية كمثال لأداة السمع.

نعرج معا بعد ذلك لشرح الضوء ومناقشة ظواهر الانعكاس والانكسار وأيضاً انكسار الضوء في العدسات والمنشور ودارسة العين البشرية كجهاز بصري.

الأهداف العامة للمقرر

آخي الدارس بعد اطلاعك علي هذا المقرر بتمعن نتوقع منك ان:

1. تتعرف على بعض تاريخ الفيزياء ؛
2. تحدد مكونات الحركة و تعرف مفهوم القوة؛
3. تشرح مفاهيم القوة و العزم و الضغط, وتدرس تطبيقات عليه؛
4. تتعرف على كيفية تكون السحب وأنواعها وعلى المطر؛
5. تطبق مفاهيم الطاقة و المجالات في حالة الطاقة الحرارية؛
6. تطبق مفاهيم الطاقة و المجالات في حالة الطاقة الكهربية والمغنطيسية؛
7. تشرح مفاهيم الصوت و الضوء و الأمواج وتقوم بتطبيقات عليها.

وقد استخدمنا في هذا المقرر إطاراً عربياً شاملاً لرموز النظام الدولي وقمنا بترقيم الأشكال والرسومات التوضيحية والجداول وقدمنا سرداً للمصطلحات العلمية التي وردت في النص الرئيسي في نهاية كل وحدة وحاولنا في هذا المقرر تبسيط المادة المقدمة حتى يستطيع الدارس فهم ما نرمي إليه.

ونجد نهاية كل وحدة أسئلة التقويم الذاتي، و أنشطة وتدريبات كفيلة بتلبية إحتياجاتك التعليمية الخاصة بالوحدة .

عزيزي الدارس،،

ينبغي عليك أن تتطلع على الوحدات بتإنى لفهم ما يرمي إليه هذا المقرر. ثم حل أسئلة التقويم والتدريبات الموجودة في هذا المقرر حيث ستساعدك على فهمه. كذلك عليك حل التعيينات وتقديمها لمرشدك الميدانى.

عزيزى الدارس،، أهلا بك مرة أخرى إلى هذا المقرر ونرجو أن تستمتع بدراسته وان تستفيد منه وان تشاركنا في نقده وتقييمه.

الوحدة الأولي

مقدمة في تاريخ الفيزياء

محتويات الوحدة الأولى

الموضوع	الصفحة
المقدمة	3
التمهيد	3
أهداف الوحدة	4
1. مقدمة في تاريخ الفيزياء	5
2. أقسام علم الفيزياء	14
3. الفيزياء الحديثة	15
الخلاصة	17
لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية التالية	18
إجابات التدريبات	19
مسرد المصطلحات	20
المراجع العربية والأجنبية	21

مقدمة

تمهيد

عزيزي الدارس,

مرحباً بك إلى الوحدة الأولي من **مقرر مقدمة فى العلوم (3): أساسيات الفيزياء** وهي بعنوان مقدمة في تاريخ الفيزياء حيث نستعرض التطور الهائل الذى حدث لعلم الفيزياء منذ البدايات القديمة لهذا العلم والذي ساهمت فيه شعوب كثيرة, وكان للمسلمين الدور الأساسي في تطوير مناهج البحث العلمي, بالاضافة إلى عدد كبير من المساهمات العلمية.

في هذه الوحدة أيضاً نتعرف على **أقسام علم الفيزياء** الستة، وهي الفيزياء **الفلكية،** والفيزياء **الذرية** ، والفيزياء **الجزيئية** ، والفيزياء **البصرية** و فيزياء **الجسيمات** ،وفيزياء **المادة الكثيفة.** و تشتمل هذه الوحدة أيضا على التطورات التاريخية لعلم الفيزياء مع التعريف بالفيزياء **الحديثة ومكوناتها.**

عزيزي الدارس ، ،

ذيلنا هذه الوحدة بسرد شامل للمصطلحات العلمية التي وردت في النص الرئيس. و ترد في ثنايا هذه الوحدة أنشطة وأسئلة تقويم ذاتي متعددة.

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. تتعرف على تاريخ الفيزياء ؛
2. تتعرف على تطور البحث العلمي المرتبط بالفيزياء؛
3. تربط بين البحث العلمي وتطور الدول؛
4. **تعدد** أقسام علم الفيزياء؛
5. **تَشرح** مفهوم الفيزياء الحديثة؛
6. **تستفيد من تاريخ الفيزياء في التدريس؛**

1.مقدمة في تاريخ الفيزياء

عزيزي الدارس،،

لم يحدث في تاريخ البشرية من قبل أن وجد الناس أنفسهم قادرين على التأثير السيئ أو الحسن في بيئتهم الطبيعية كما هي هذه الأيام . وقد جاء ذلك نتيجة السعي البشري المعروف **بـ " العلم " Science ألا وهو الاهتمام بالطبيعة ودراسة قوانينها.**

وخلال فترة زمنية لا تتعدى الثلاثة قرون, كبر حجم الحقائق المعروفة مما أدي إلى تطور العلم إلى عدد من الموضوعات الخاصة المترابطة، مثل **علوم الحياة والكيمياء والفيزياء.**

ومنذ خُلق الإنسان كان مهتماً بما حوله. والتساؤل دائما هو لماذا **تسقط الأجسام** ولماذا **تتحرك الكواكب حول الشمس** ولماذا **يتحرك القمر حول الأرض** ... إلخ. وهذا الاهتمام الذي يؤدي إلى البحث هو حقيقة البحث في سلوك المادة, الذي سماه الإغريق (قبل الميلاد)"الطبيعة" (فوسيس) وأيضا(فوسيكي)، أي معرفة الطبيعة التي **عَربها العرب في عصر الترجمة إلى الفيزيقيا.** ولما كان للفيزياء في عهدها القديم ارتباط قوي بالفلسفة, وليس لها اهتمام حقيقي بالتجريب, فقد سميت لاحقاً **بفلسفة الطبيعة Natural Philosophy.** و إلي عهد قريب كانت أقسام الفيزياء في الجامعات العربية (بما في ذلك جامعة الخرطوم) تسمى قسم الطبيعة. كذلك ظلت أقسام الفيزياء في الجامعات الأوربية حتى نهاية الستينات تسمى "**قسم فلسفة الطبيعة**". وقد اعتمدت كلمة الفيزياء في اللغة العربية إشتقاقاً من الأسم الأصلي الإغريقي الفيزيقيا.

عزيزي الدارس،،

ربما يعود تاريخ القياس المعروف في الفيزياء إلى حوالي عام 2400 قبل الميلاد في الهند (تقريباً مع بناء أهرامات الجيزة في مصرالتي كانت الرياضيات بها أكثر

تطوراً) . غير أن المسجل أن الهنود فيما بين القرنين التاسع والسادس قبل الميلاد يعرفون

أن:

- **الأرض كروية،**
- **الشمس في مركز النظام الشمسي،**
- **قُدِّرت المسافة بين الأرض والقمر, ووجد أن النسبة بين قطر القمر وبعده عن الأرض هي** 1:108. وكذلك نسبة قطر الشمس إلى المسافة بين الأرض والشمس هي 1:108، وهي المعروفة الآن بـ 110.6 للقمر و 107.6 للشمس.

وقد بدأ الهنود في تلك الفترة صياغة النظريات عن الذرة، و كيفية تجميع الذرات لتكوين العناصر, وكيف يمكن أن تتجمع العناصر لتكوَّن الجزيئات التي تتفكك مرة أخرى لتكوين العناصر. وقد توصلوا إلى مفهوم لوجود الجاذبية بين الأجسام المادية قريباً من مفهومها العلمي الحديث.

و من ناحية أخري نجد **عزيزي الدارس ،،**

أن الحضارة الإغريقية ركزت بعد ذلك على الجوانب الفلسفية.

- كان مفهوم الذرة أنها **أصغر جسيم غير قابل للإنقسام** من أهم ما ناقشته تلك الحضارة.

غير أن أرخميدس هو من صاغ مجموعة من القوانين وإختبرها، ومنها قانون أرخميدس الشهير. كما أنه هو من إبتكر **حلزون أرخميدس، الذي هو عبارة عن أسطوانة بداخلها مسار حلزوني لرفع الماء من أسفل إلي اعلي, حيث ينزل أحد طرفيها في مصدر الماء وهي تميل بزاوية بينما يظل طرفها الآخر في السطح, وعند ادارة الاسطوانة يرتفع الماء متابعا المجرى الحلزوني إلى أعلى حيث يمرر في جداول.**

تم في مصر – حيث إمتدت الحضارة الإغريقية– برهان أن الأرض كروية, وتم تحديد قطرها من طول الظل في أسوان والإسكندرية في نفس اليوم واللحظة، وتمكنوا

بذلك من تحديد مقدار إنحناء سطح الأرض ومن ثم محيطها.

تم في هذه الفترة نفسها تم تأليف **نموذج بطليموس** للنظام الشمسي الذي كان خطأه الأساسى هو إعتباره **الأرض** هى **مركز النظام. بينما الشمس تدور حولها**، مما تسبب في المشكلة لاحقاً بين **العلماء والكنيسة**، التي اعتمدت هذا النظام وإعتبره البعض مقدساً . وفي القرنين الخامس عشر والسادس عشر. تمت محاكمة الكثيرين من العلماء الذين إعتبروا أن **الشمس هي مركز النظام الشمسي**. كذلك اعتمدت الكنيسة مبدأ **أرسطو الذي لا يعترف بالذرة، مما قتل البحث في هذا المجال**. أدى التصادم بين الكنيسة (لأخذها فى الإعتبار نظريات سبقت ظهور المسيحية) وبين العلماء لاحقاً للتصادم بين الكنيسة والعلم مما أدى لاحقاً إلى ظهور العلمانية في أوربا وإعتبار الدين (وليس الكنيسة فقط) معارضاً للعلم, وهي نظرة لازالت موجودة حتى اليوم عند البعض في العالم الغربي.

عزيزي الدارس ،،

في الوقت الذي انحسر فيه الاهتمام بالعلم في أوربا لمدة تصل إلى 14 قرناً، كان العالم الإسلامي يموج بالعلماء، حيث لم يكن هناك تعارض بين العلم والدين. وقد ركز العلماء المسلمون اهتماماً أكثر بالتجارب العلمية مقارنة بما كان عند الإغريق. و أدى ذلك بالعلماء المسلمين إلى:

أولاً. إستنباط المنهج العلمي

تم إستنباط المنهج العلمي في البحث وتطويره وكان ذلك ظاهراً في أعمال ابن الهيثم في القرن الحادي عشر الميلادي. وقد كان أهم تطوير للمنهج العلمي هو استعمال التجربة للتمييز بين النظريات المختلفة وتحديد الصحيح منها.

ثانياً. الإسناد

برز أحد أهم أساسيات المنهج العلمي عند العلماء المسلمين وهو الإسناد، الذي تمت استعارته من علماء الحديث، و أيضاً التفكير النقدي الذي جاء من الاجتهاد.

هذا المنهج العلمي هو الذي ركز **روجر بيكون في القرن الثاني عشر** على نقله إلى أوربا، والذي بإعتماده تطور العلم في أوروبا، و ظل هذا المنهج ينسب إليه حتى اليوم في أوروبا.

عزيزي الدارس ،،

في هذه الأثناء:

- إخترع **محمد بن موسى الخوارزمي علم الجبر الحديث،** الموصوف في كتابه حساب الجبر والمقابلة، والذي يحمل اسمه حتى الآن في اللغات الأوربية من خلال مصطلح الالغوريثم، ويستعمل الآن في الحاسوب.
- إخترع **محمد الفزاري آلة الإسطرلاب** الذي بواسطته يمكن **تحديد وتوقع مواقع الشمس والقمر والكواكب والنجوم**. وهو في الواقع جهاز حاسوب تماثلي يقوم بصورة مبسطة مقام حسابات كثيرة جداً كان يتطلبها العمل بدونه.
- تمكن **أبو الحسن علي بن الهيثم** (الذي يسمى في أوربا "الخازن") (965-1040م) من تأسيس **علم الضوء أو البصريات** بإستخدام **علمى الهندسة والتشريح.**

1. وهو أول من **رسم الضوء في صورة أشعة،** وقال إن الرؤية تتم **بانعكاس** الضوء من الأجسام ،عكس نظرية بطليموس الإغريقي التي تقول إن الأشعة تصدر من العين.
2. وهو أول من وضح أن **الضوء يتكون من جسيمات صغيرة جداً،** وهي النظرية التي تنسب الآن إلى نيوتن، وقد أثبت العلم الحديث أن **الضوء مكون من فوتونات.**
3. وقد اكتشف أيضاً **قوانين الانعكاس،** والتي تنسب الآن للأوربيين.
4. كما قام بإجراء تجارب **لتحليل الضوء الأبيض** إلى ألوان الرئيسية (تحليل الضوء من خلال المنشور)، وتنسب الآن إلى نيوتن.
5. ولقد درس بتعمق **ظواهر الظل والكسوف وقوس قزح.**
6. كما أشار إلى أن **الضوء يسير بسرعة كبيرة** ولكنها ليست لانهائية، وهذا ما أثبته العلم الحديث.
7. اثبت أن **الانكسار** يحدث لأن **سرعة الضوء تتغير في المادة** التي يمر فيها الضوء، وهذا ما أثبته العلم الحديث.
8. درس **المرايا الكُرية، والعدسات،** وكيف يمكن الحصول على الصور و تكبيرها.
9. توصل عن طريق الرياضيات إلى تفسير **ظاهرة التشوه Aberration** في صورالمرايا الكُرية . وقد تُرجِم كتابه **(كتاب المناظير)** إلى اللاتينية في العصور

الوسطى، والذي اطلع عليه العلماء الأوربيون، مما يفسر أسباب نسبة كثير من نظرياته واكتشافاته إلى آخرين.

عزيزي الدارس ،،

ترجم المسلمون أيضا كل ما وصل إليهم من علم الإغريق وغيرهم. وذلك ما حفظ لاحقاً لأوروبا كل أعمال افلاطون و**أرسطو** والكثير من الفلاسفة والعلماء. وعند ظهور الجامعات في أوربا في القرن الثاني عشر كانت في بدايتها دينية محضة, ثم بدأت تتطور بالتدريج إلى ماله علاقة بالعلوم بالرجوع إلى أعمال العلماء المسلمين وما وصل إليهم من اعمال اليونانيين . وقد كان **القرن السادس** عشر هو البداية **الحقيقية لعصر النهضة Renaissance** الذي كان أحد دعاماته الرئيسة **الثورة العلمية scientific revolution** وذلك بإعادة اكتشاف عناصر العلوم القديمة عند الإغريق والهنود والمسلمين والصينيين والتي حفظها المسلمون مكتوبة بين القرنين الثامن والخامس عشر الميلاديين . وترجمت بواسطة الرهبان إلى اللاتينية مثل كتاب **Almagest** . وقد بدأ العلم في البداية بواسطة عدد قليل من الباحثين، ثم تطور عبر القرون إلى مؤسسات بحثية كثيرة.

من أشهر الباحثين الأوائل في القرن السادس عشر

- **نيكولاس كوبرنيكوس** الذي أعاد إلى **الوجود النظرية القديمة** (والتي كانت غير معترف بها) وهي أن الكواكب تدور حول الشمس وليس كما يقول بطليموس (واعتمدتها الكنيسة) أن الأرض مركز الكون. وخوفاً على نفسه من الكنيسة، نشرها في آخر حياته.
- وبعد ذلك وفي القرن السابع عشر استفاد **يوهانس كبلر** من قياسات أستاذه تيخو براهي ووجد أن نموذج بطليموس لا يتفق مع هذه القياسات لكوكب المريخ وبعد سبع سنوات من البحث المضني، صاغ قوانينه الثلاثة المعروفة بقوانين كبلر والتي تدرس الآن في مقرر الفيزياء للصف الثالث الثانوي السوداني، وأهمها أن **الكواكب تدور حول الشمس في مدارات إهليلجية**، وليست دائرية كما ادعى بطليموس.

- **ظهر العالم المشهور جاليليو** في نفس الفترة، وكان شديد الاهتمام بالتجارب، وكان مثل كبلر يصر على أن التجارب يجب أن تكون لها الأولوية على النظريات، مؤسسين بذلك للعلم التجريبي، الذي أدى إلى تقدم أوربا في مجال العلوم. ومن أهم أعمال جاليليو قانون عجلة الجاذبية الأرضية والحركة في قَطْعٍ ناقص ومبادئ نظرية النسبية وصيغة مبدئية لقانون القصور الذاتي، الذي طوره نيوتن لاحقاً.

في هذه الأثناء **عزيزي الدارس،،**

1. **إخترع** العالم والفيلسوف الفرنسي المشهور **ديكارت الهندسة التحليلية**، ولازلنا حتى اليوم عندما نتحدث عن الإحداثيات (المحاور س، ص) نقول الإحداثيات الديكارتية، وهو صاحب المقولة المشهورة، أنا أفكر فأنا إذاً موجود.
2. في القرن السابع عشر ظهر **عالم الفيزياء والرياضيات المشهور نيوتن** (1642–1727 م) والذي نجح في صياغة أهم **قوانين الميكانيكا الكلاسيكية** وهي **قوانين نيوتن الثلاثة للحركة**، بالإضافة للقانون الهام جداً، وهو **قانون التجاذب الكوني**, وبعض القوانين الأخرى في **الضوء والحرارة**، وهي كلها الآن تدرس في منهج الفيزياء. و **قانون التجاذب الكوني** أدى إلى ظهور ما يسمى الآن **بالفيزياء الفلكية**، والتي كان قبلها العلم محصوراً في علم الفلك. في هذا القرن أيضاً تم اختراع أول مضخة يدوية في عام 1650 م.
3. كما إخترع **العالم المشهور هيوجنز**– صاحب **النظرية الموجية للضوء** التي تدرس الآن في المرحلة الثانوية–الساعة الميكانيكية في عام 1665 م.
4. شهد في القرن السابع عشر في أوربا ظهور أحد أهم فروع الفيزياء, وهو **الديناميكا الحرارية** – بواسطة **العالم روبرت بويل** – الذي أدى تطويرها إلى فهم أعمق للحرارة ولظهور الآلات الحرارية بدءاً بالآلات البخارية.
5. كما أدت أبحاث العالم **دانيال بيرنولي** في عام 1733 م إلى ظهور **علم الميكانيكا الإحصائية**. كما أن أعماله في الديناميكا الهوائية وضعت لاحقا الأسس لاختراع الطائرات وتطويرها.

عزيزي الدارس ،،

في أميركا تمكن العالم والسياسي المشهور **بنيامين فرانكلين** عن طريق **إطلاق طائرة ورقية** إلى ارتفاع عالٍ موصلة بخيط مبلل، **من برهان أن البرق** ما هو **إلا شحنة كهربية،** وذلك بلمس نهاية الخيط بيده (لا تحاول ذلك)– [صورة **بنيامين فرانكلين** تجدها اليوم على ورقة المائة دولار الأمريكية].

وفي بداية **القرن التاسع عشر** ظهر **العمود الكهربي (حجر البطارية)** الذي اخترعه **الايطالي فولتا** (يسمى الفولت الآن باسمه) كما أن معظم قوانين الكهربية والمغناطيسية ظهرت في هذا القرن . حيث ظهرت المولدات الكهربية. وتم في نهاية هذا القرن **اختراع التلفون والمصباح الكهربي وتسجيل الصوت على اسطوانات والسينما** (الثلاث الأخيرة من اختراع **إديسون الذي لم يكن عالما متخصصا وانما كان شخصاً موهوبا).**

في نهاية ذلك القرن تم اكتشاف **الأشعة السينية X-ray** و**الإشعاع الذري واكتشاف الإلكترون** الذي مهد لمعرفة تركيب الذرة في الربع الأول من القرن العشرين.

و أخيرا **عزيزي الدارس،،** فقد حدث في القرن العشرين أكبر تطور في العلوم والتكنولوجيا في تاريخ البشرية حيث تم إكتشاف:

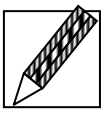
الرقم	الاكتشاف	التاريخ
.1	التركيب الذري للعناصر	1913م
.2	الراديو	1918م
.3	التلفزيون	بين 1927 و 1935 م
.4	الانشطار الذري	1939م
.5	القنبلة الذرية	1945م
.6	اختراع الترانزيستور	1947م
.7	الحاسوب	حوالي 1950 م

وهناك الكثير .

عزيزي الدارس ،،

نلاحظ التنوع فيما سردناه، وربما ينسبه البعض للتكنولوجيا، ولذلك هناك دائماً سؤال يطرح نفسه الاَّ وهو: **ما هو علم الفيزياء؟**

تدريب (1)



1) ما هو العلم الذي ساعد ظهورة على ظهور الآلة البخارية؟.
2) من هو العالم الذي أدى عمله إلى اختراع الطائرات وتطويرها؟

أسئلة تقويم ذاتي

أ. كان للهنود دور في العلوم فيما بين القرنين التاسع والسادس قبل الميلاد ناقش هذه العبارة.

ب. تحدث عن الحضارة الإغريقية من حيث الجوانب الفلسفية.

ج. أبدى العلماء المسلمون اهتماماً بالتجارب العلمية أكبر مما كان عند الإغريق، مما أدى بالعلماء المسلمين إلي اكتشافات هامة وضِّح ذلك؟

د. عزيزي الدارس شهد القرن العشرون أكبر تطور في العلوم و التكنولوجيا في تاريخ البشرية نافش هذه العبارة؟

هـ. ضع من القائمة (ب) ما يناسبها مع القائمة (أ)

القائمة (أ)	الإجابة	القائمة (ب)
أبو الحسن علي بن الهيثم		حركة الكواكب
محمد بن موسى الخوارزمي		قانون حفظ الكتلة
		علم الجبر الحديث
محمد الفزاري		العمود الكهربي
كبلر		آلة الإسطرلاب
الايطالي ڤولتا		قوانين الانعكاس
		الترانزيستور

2. أقسام علم الفيزياء

عزيزي الدارس،،، ينقسم علم الفيزياء إلى خمسة حقول رئيسة هي:

1.2 الفيزياء الفلكية

تنقسم بدورها إلى أحد عشر مجالاً فرعياً تبحث في ثمان نظريات كبيرة: منها نظرية توسع الكون ونظرية النسبية وفيزياء الفضاء ..... الخ، وتتضمن خمسة عشر مفهوماً في هذا الحقل.

2.2 الفيزياء الذرية و الجزيئية والبصرية

وتنقسم إلى سبعة مجالات فرعية تبحث في نظريات كبيرة من خلال تسعة مفاهيم كبيرة في هذا الحقل.

3.2 فيزياء الجسيمات

تنقسم إلى ستة مجالات فرعية تبحث في اثنتي عشرة نظرية من خلال أربعة عشر مفهوماً عاماً في هذا الحقل.

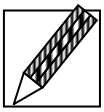
4.2 فيزياء المادة الكثيفة

تنقسم إلى تسعة مجالات فرعية تبحث في خمس نظريات من خلال ثمانية مفاهيم كبيرة في هذا الحقل.

5.2 الفيزياء التطبيقية

و تحتوي على ثلاثة وعشرين مجالاً فرعياً منها تخصصات مشهورة مثل الفيزياء الطبية (بين الفيزياء والطب) والفيزياء الحيوية (بين الفيزياء والأحياء) والفيزياء الكيميائية (بين الفيزياء والكيمياء) والكيمياء الفيزيائية، وديناميكا الموائع (كل ما يطير في الهواء أو يسير في الماء أو مائع يتحرك)، وفيزياء الاتصالات وفيزياء الحاسوب .... الخ.

تدريب (2)



1. عدد أقسام علم الفيزياء؟
2. أكمل العبارات التالية:

تبحث الفيزياء الفلكية في ثمان نظريات مثل نظرية – ------- ونظرية ----- وفيزياء-----.

3. الفيزياء الحديثة

عزيزي الدارس ،،

مما سبق يتضح أن الفيزياء تدخل في كل شيء حولك . فتجدها في النظارة التي تضعها علي عينيك، وفي الساعة التي تلبسها، وفي الراديو الذي تستمع إليه, وفي **التلفزيون** الذي تشاهده, وفي **المروحة** المعلقة في السقف, وفي **الرياح** التي تهب, وفي **الأمطار** التي تسقط, وفي **قوس قزح** الذي يظهر بعدها, وعندما **يسخن الجو**, وعندما **يبرد**, وفي القمر الذي يدور حول الأرض, وفي **الأرض التي تدور حول الشمس**, وفي **الشمس** التي تحدث داخلها **الانفجارات النووية** الضخمة, والتي منها تلك **الطاقة الهائلة**, **ودرجة الحرارة المرتفعة**, وفي **النجوم** التي تضيء, وفي **الكواكب** التي تدور, وفي لون **السماء الأزرق**, وفي لون **الشفق الأحمر**, وفي اختلاف العناصر عن بعضها, وفي **جاذبية الأرض** التي تبقيك عليها حيث عليها تحيا وعليها تموت.

ولكن هل فعلاً يشمل علم الفيزياء كل هذا؟. وماذا تبقي إذاً ليس له علاقة بالفيزياء؟ وإذا كنّا نجد الفيزياء في كل تلك الأجهزة المذكورة فأين الهندسة ؟. لهذا السبب يسمى علم الفيزياء " **العلم الأساس The fundamental Science**", لأن

- علوماً مثل **الكيمياء والأحياء** تبحث في منظومات خواصها مبنية على قوانين فيزيائية. فمثلاً الكيمياء هو **علم المواد**, ولكن كل مادة مكونة ككل من ذرات وجزيئات، وخواص أي مركب كيميائي تتحدد بالخواص الفيزيائية للجزيئات المكونة لها.

- فيما يخص العلاقة بين الفيزياء والهندسة والتكنولوجيا, فنجدها في كل التطبيقات للاكتشافات التطبيقية التي بدأت في مجال الفيزياء. فمثلاً منذ تصميم الليزر كأداة عند الفيزيائيين في عام 1960م تمددت استعمالاته لتشمل كل مجال من المجالات العسكرية إلى مجال الجراحة، حيث تجرى به جراحة العيون. وكذلك **أشعة X** باستعمالاتها المختلفة والواسعة الاستعمال في المجال **الطبي وأمن المطارات. وأنبوب أشعة المهبط** الذي هو أساس **عمل شاشات التلفزيون** هو نفسه الذي صمم للحصول على قياسات فيزيائية دقيقة. وفي عام 1947 قدم ثلاثة من الفيزيائيين اختراعهم الذي أسموه **الترانزيستور**, مستعملاً في جهاز راديو صغير, ومنها انطلقت تكنولوجيا الالكترونيات حتى وصلنا إلى الحواسيب الصغيرة والتي لولا ذلك الاختراع وتطويره في صورة دوائر متكاملة لما أكتملت. نفس الشيء بالنسبة **لأجهزة الرنين المغناطيسي**، الذي بدأ في الفيزياء كدراسة لفهم **سلوك الجزيئات** في **مجال مغنطيسي** قوي الآن أصبحت من أهم أدوات **التصوير في الطب**. ولا نحتاج أن نذهب بعيداً، فعندما وجد الفيزيائيون أنفسهم في حاجة إلى الاتصال المباشر فيما بينهم من مناطق مختلفة في نفس الوقت، اخترعوا الشبكة العنكبوتية المسماة الإنترنت. .

و الآن **عزيزي الدارس** ،،

بعد كل هذا **هل عرفت ما هي الفيزياء حقيقة؟** ولما علينا على الأقل أن نعرف بعض أساسيات الفيزياء؟. نسأل الله لك التوفيق.

أسئلة تقويم ذاتي

1. ما هي الفيزياء اليوم
2. ينقسم علم الفيزياء إلى خمسة حقول رئيسة، وضحها؟

الخلاصة

بعد أن وصلنا إلى نهاية هذه الوحدة نعود لنذكر معاً النقاط الأساسية التي تعرضنا لها بهدف ترسيخها في ذهننا.

أولاً: تاريخ الفيزياء.

ثانياً: أقسام علم الفيزياء.

ثالثاً: مفهوم الفيزياء الحديثة.

نرجو قد إستمتعت أثناء دراستك لهذه الوحدة . والآن أصبح لديك متسع من الوقت للمناقشة مع مشرفك الأكاديمي، أو يمكنك الاستعانة بما يوفره لك المركز الدراسي من وسائط تساهم في شرح ما كان خافيا عليك.

نرجو أن تكون قد حققت الأهداف التعليمية التي وردت في بدايتها و أن تُسهم معنا في النقد و التطوير مستقبلاً.

وختاما أتمنى لك التوفيق والسداد.

لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية التالية

عزيزي الدارس،

في الوحدة التالية سنتناول مفاهيم أساسية عن الحركة والقوة. تشتمل علي فسميين أساسيين.

في القسم الأول نتعرف علي مكونات الحركة، أما في القسم الثاني سوف نتناول مفهوم القوة عامة و قوة التجاذب الواقعة بين الأجسام المادية والمجال التثاقلي. ثم نقوم بدارسة قوانين كبلر وتطبيقاتها, ومن ثم نتعرف على الأقمار الاصطناعية.

وسنزودك كالعادة بمجموعة من الأمثلة والتطبيقات التي تعينك على فهم ما يرد من مفاهيم نظرية.

إجابات التدريبات

تدريب (1)

1. ظهور أحد فروع الفيزياء وهو الديناميكا الحرارية – بواسطة العالم روبرت بويل أدى إلى اختراع الآلات البخارية.

2. أدت أبحاث العالم **دانيال بيرنولي** في عام 1733 م إلى ظهور معادلاته في ميكانيكا الموائع التي أدت إلى اختراع الطائرات وتطويرها,

تدريب (2)

أ. أقسام علم الفيزياء هى:

1. الفيزياء الفلكية
2. الفيزياء التطبيقية
3. فيزياء المادة الكثيفة
4. فيزياء الجسيمات
5. الفيزياء الذرية و الجزيئية والبصرية
6. الفيزياء التطبيقية

ب. أكمل العبارات التالية:

تبحث الفيزياء الفلكية في ثمان نظريات كبيرة: منها نظرية **توسع الكون** ونظرية النسبية وفيزياء الفضاء.

مَسرَد المصطلحات

الكلمة باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية
العلم	**Science**
فلسفة الطبيعة	**Natural Philosophy**
ظاهرة التشوه	**Aberration**
الثورة العلمية	**scientific revolution**
لعصر النهضة	**Renaissance**
الأشعة السينية	**X-ray**
العلم الأساس	**The fundamental Science**

المراجع العربية

1. موسوعة ويكيبيديا .History of Chemistry and History of Physics
2. أسياسيات الفيزياء – بوش
3. هناك مواقع مفيدة على الانترنت:
   Hyper Physics : Hpperphysics.phy-astr.gsu. edu
4. هناك مواقع ممتازة لمحاكاة التجارب الفيزيائية على الانترنت
   Phy-ntnu.edu. tw

الوحدة الأولي

مقدمة في تاريخ الفيزياء

محتويات الوحدة الأولى

الموضوع	الصفحة
المقدمة	3
التمهيد	3
أهداف الوحدة	4
1. مقدمة في تاريخ الفيزياء	5
2. أقسام علم الفيزياء	14
3. الفيزياء الحديثة	15
الخلاصة	17
لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية التالية	18
إجابات التدريبات	19
مسرد المصطلحات	20
المراجع العربية والأجنبية	21

مقدمة

تمهيد

عزيزي الدارس,

مرحباً بك إلى الوحدة الأولي من **مقرر مقدمة فى العلوم (3): أساسيات الفيزياء** وهي بعنوان مقدمة في تاريخ الفيزياء حيث نستعرض التطور الهائل الذى حدث لعلم الفيزياء منذ البدايات القديمة لهذا العلم والذي ساهمت فيه شعوب كثيرة, وكان للمسلمين الدور الأساسي في تطوير مناهج البحث العلمي, بالاضافة إلى عدد كبير من المساهمات العلمية.

في هذه الوحدة أيضاً نتعرف على **أقسام علم الفيزياء** الستة، وهي الفيزياء **الفلكية،** والفيزياء **الذرية** ، والفيزياء **الجزيئية** ، والفيزياء **البصرية** و فيزياء **الجسيمات** ،وفيزياء **المادة الكثيفة.** و تشتمل هذه الوحدة أيضا على التطورات التاريخية لعلم الفيزياء مع التعريف بالفيزياء **الحديثة ومكوناتها.**

عزيزي الدارس ، ،

ذيلنا هذه الوحدة بسرد شامل للمصطلحات العلمية التي وردت في النص الرئيس. و ترد في ثنايا هذه الوحدة أنشطة وأسئلة تقويم ذاتي متعددة.

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. تتعرف على تاريخ الفيزياء ؛
2. تتعرف على تطور البحث العلمي المرتبط بالفيزياء؛
3. تربط بين البحث العلمي وتطور الدول؛
4. **تعدد** أقسام علم الفيزياء؛
5. **تَشرح** مفهوم الفيزياء الحديثة؛
6. **تستفيد من تاريخ الفيزياء في التدريس؛**

1.مقدمة في تاريخ الفيزياء

عزيزي الدارس،،

لم يحدث في تاريخ البشرية من قبل أن وجد الناس أنفسهم قادرين على التأثير السيئ أو الحسن في بيئتهم الطبيعية كما هي هذه الأيام . وقد جاء ذلك نتيجة السعي البشري المعروف **بـ " العلم " Science ألا وهو الاهتمام بالطبيعة ودراسة قوانينها.**

وخلال فترة زمنية لا تتعدى الثلاثة قرون, كبر حجم الحقائق المعروفة مما أدي إلى تطور العلم إلى عدد من الموضوعات الخاصة المترابطة، مثل **علوم الحياة والكيمياء والفيزياء.**

ومنذ خُلق الإنسان كان مهتماً بما حوله. والتساؤل دائما هو لماذا **تسقط الأجسام** ولماذا **تتحرك الكواكب حول الشمس** ولماذا **يتحرك القمر حول الأرض** ... إلخ. وهذا الاهتمام الذي يؤدي إلى البحث هو حقيقة البحث في سلوك المادة, الذي سماه الإغريق (قبل الميلاد)"الطبيعة" (فوسيس) وأيضا(فوسيكي)، أي معرفة الطبيعة التي **عَربها العرب في عصر الترجمة إلى الفيزيقيا.** ولما كان للفيزياء في عهدها القديم ارتباط قوي بالفلسفة, وليس لها اهتمام حقيقي بالتجريب, فقد سميت لاحقاً **بفلسفة الطبيعة Natural Philosophy.** و إلي عهد قريب كانت أقسام الفيزياء في الجامعات العربية (بما في ذلك جامعة الخرطوم) تسمى قسم الطبيعة. كذلك ظلت أقسام الفيزياء في الجامعات الأوربية حتى نهاية الستينات تسمى "**قسم فلسفة الطبيعة**". وقد اعتمدت كلمة الفيزياء في اللغة العربية إشتقاقاً من الأسم الأصلي الإغريقي الفيزيقيا.

عزيزي الدارس،،

ربما يعود تاريخ القياس المعروف في الفيزياء إلى حوالي عام 2400 قبل الميلاد في الهند (تقريباً مع بناء أهرامات الجيزة في مصرالتي كانت الرياضيات بها أكثر

تطوراً) . غير أن المسجل أن الهنود فيما بين القرنين التاسع والسادس قبل الميلاد يعرفون

أن:

- **الأرض كروية،**
- **الشمس في مركز النظام الشمسي،**
- **قُدِّرت المسافة بين الأرض والقمر, ووجد أن النسبة بين قطر القمر وبعده عن الأرض هي** 1:108. وكذلك نسبة قطر الشمس إلى المسافة بين الأرض والشمس هي 1:108، وهي المعروفة الآن بـ 110.6 للقمر و 107.6 للشمس.

وقد بدأ الهنود في تلك الفترة صياغة النظريات عن الذرة، و كيفية تجميع الذرات لتكوين العناصر, وكيف يمكن أن تتجمع العناصر لتكوَّن الجزيئات التي تتفكك مرة أخرى لتكوين العناصر. وقد توصلوا إلى مفهوم لوجود الجاذبية بين الأجسام المادية قريباً من مفهومها العلمي الحديث.

و من ناحية أخري نجد **عزيزي الدارس ،،**

أن الحضارة الإغريقية ركزت بعد ذلك على الجوانب الفلسفية.

- كان مفهوم الذرة أنها **أصغر جسيم غير قابل للإنقسام** من أهم ما ناقشته تلك الحضارة.

غير أن أرخميدس هو من صاغ مجموعة من القوانين وإختبرها، ومنها قانون أرخميدس الشهير. كما أنه هو من إبتكر **حلزون أرخميدس، الذي هو عبارة عن أسطوانة بداخلها مسار حلزوني لرفع الماء من أسفل إلي اعلي, حيث ينزل أحد طرفيها في مصدر الماء وهي تميل بزاوية بينما يظل طرفها الآخر في السطح, وعند ادارة الاسطوانة يرتفع الماء متابعا المجرى الحلزوني إلى أعلى حيث يمرر في جداول.**

تم في مصر – حيث إمتدت الحضارة الإغريقية– برهان أن الأرض كروية, وتم تحديد قطرها من طول الظل في أسوان والإسكندرية في نفس اليوم واللحظة، وتمكنوا

بذلك من تحديد مقدار إنحناء سطح الأرض ومن ثم محيطها.

تم في هذه الفترة نفسها تم تأليف **نموذج بطليموس** للنظام الشمسي الذي كان خطأه الأساسى هو إعتباره **الأرض** هى **مركز النظام. بينما الشمس تدور حولها**، مما تسبب في المشكلة لاحقاً بين **العلماء والكنيسة**، التي اعتمدت هذا النظام وإعتبره البعض مقدساً . وفي القرنين الخامس عشر والسادس عشر. تمت محاكمة الكثيرين من العلماء الذين إعتبروا أن **الشمس هي مركز النظام الشمسي**. كذلك اعتمدت الكنيسة مبدأ **أرسطو الذي لا يعترف بالذرة، مما قتل البحث في هذا المجال**. أدى التصادم بين الكنيسة (لأخذها فى الإعتبار نظريات سبقت ظهور المسيحية) وبين العلماء لاحقاً للتصادم بين الكنيسة والعلم مما أدى لاحقاً إلى ظهور العلمانية في أوربا وإعتبار الدين (وليس الكنيسة فقط) معارضاً للعلم, وهي نظرة لازالت موجودة حتى اليوم عند البعض في العالم الغربي.

عزيزي الدارس ،،

في الوقت الذي انحسر فيه الاهتمام بالعلم في أوربا لمدة تصل إلى 14 قرناً، كان العالم الإسلامي يموج بالعلماء، حيث لم يكن هناك تعارض بين العلم والدين. وقد ركز العلماء المسلمون اهتماماً أكثر بالتجارب العلمية مقارنة بما كان عند الإغريق. و أدى ذلك بالعلماء المسلمين إلى:

أولاً. إستنباط المنهج العلمي

تم إستنباط المنهج العلمي في البحث وتطويره وكان ذلك ظاهراً في أعمال ابن الهيثم في القرن الحادي عشر الميلادي. وقد كان أهم تطوير للمنهج العلمي هو استعمال التجربة للتمييز بين النظريات المختلفة وتحديد الصحيح منها.

ثانياً. الإسناد

برز أحد أهم أساسيات المنهج العلمي عند العلماء المسلمين وهو الإسناد، الذي تمت استعارته من علماء الحديث، و أيضاً التفكير النقدي الذي جاء من الاجتهاد.

هذا المنهج العلمي هو الذي ركز **روجر بيكون في القرن الثاني عشر** على نقله إلى أوربا، والذي بإعتماده تطور العلم في أوروبا، و ظل هذا المنهج ينسب إليه حتى اليوم في أوروبا.

عزيزي الدارس ،،

في هذه الأثناء:

- إخترع **محمد بن موسى الخوارزمي علم الجبر الحديث،** الموصوف في كتابه حساب الجبر والمقابلة، والذي يحمل اسمه حتى الآن في اللغات الأوربية من خلال مصطلح الالغوريثم، ويستعمل الآن في الحاسوب.
- إخترع **محمد الفزاري آلة الإسطرلاب** الذي بواسطته يمكن **تحديد وتوقع مواقع الشمس والقمر والكواكب والنجوم**. وهو في الواقع جهاز حاسوب تماثلي يقوم بصورة مبسطة مقام حسابات كثيرة جداً كان يتطلبها العمل بدونه.
- تمكن **أبو الحسن علي بن الهيثم** (الذي يسمى في أوربا "الخازن") (965-1040م) من تأسيس **علم الضوء أو البصريات** بإستخدام **علمى الهندسة والتشريح.**

1. وهو أول من **رسم الضوء في صورة أشعة،** وقال إن الرؤية تتم **بانعكاس** الضوء من الأجسام ،عكس نظرية بطليموس الإغريقي التي تقول إن الأشعة تصدر من العين.
2. وهو أول من وضح أن **الضوء يتكون من جسيمات صغيرة جداً،** وهي النظرية التي تنسب الآن إلى نيوتن، وقد أثبت العلم الحديث أن **الضوء مكون من فوتونات.**
3. وقد اكتشف أيضاً **قوانين الانعكاس،** والتي تنسب الآن للأوربيين.
4. كما قام بإجراء تجارب **لتحليل الضوء الأبيض** إلى ألوان الرئيسية (تحليل الضوء من خلال المنشور)، وتنسب الآن إلى نيوتن.
5. ولقد درس بتعمق **ظواهر الظل والكسوف وقوس قزح.**
6. كما أشار إلى أن **الضوء يسير بسرعة كبيرة** ولكنها ليست لانهائية، وهذا ما أثبته العلم الحديث.
7. اثبت أن **الانكسار** يحدث لأن **سرعة الضوء تتغير في المادة** التي يمر فيها الضوء، وهذا ما أثبته العلم الحديث.
8. درس **المرايا الكُرية، والعدسات،** وكيف يمكن الحصول على الصور و تكبيرها.
9. توصل عن طريق الرياضيات إلى تفسير **ظاهرة التشوه Aberration** في صورالمرايا الكُرية . وقد تُرجِم كتابه **(كتاب المناظير)** إلى اللاتينية في العصور

الوسطى، والذي اطلع عليه العلماء الأوربيون، مما يفسر أسباب نسبة كثير من نظرياته واكتشافاته إلى آخرين.

عزيزي الدارس ،،

ترجم المسلمون أيضا كل ما وصل إليهم من علم الإغريق وغيرهم. وذلك ما حفظ لاحقاً لأوروبا كل أعمال افلاطون و**أرسطو** والكثير من الفلاسفة والعلماء. وعند ظهور الجامعات في أوربا في القرن الثاني عشر كانت في بدايتها دينية محضة, ثم بدأت تتطور بالتدريج إلى ماله علاقة بالعلوم بالرجوع إلى أعمال العلماء المسلمين وما وصل إليهم من اعمال اليونانيين . وقد كان **القرن السادس** عشر هو البداية **الحقيقية لعصر النهضة Renaissance** الذي كان أحد دعاماته الرئيسة **الثورة العلمية scientific revolution** وذلك بإعادة اكتشاف عناصر العلوم القديمة عند الإغريق والهنود والمسلمين والصينيين والتي حفظها المسلمون مكتوبة بين القرنين الثامن والخامس عشر الميلاديين . وترجمت بواسطة الرهبان إلى اللاتينية مثل كتاب **Almagest** . وقد بدأ العلم في البداية بواسطة عدد قليل من الباحثين، ثم تطور عبر القرون إلى مؤسسات بحثية كثيرة.

من أشهر الباحثين الأوائل في القرن السادس عشر

- **نيكولاس كوبرنيكوس** الذي أعاد إلى **الوجود النظرية القديمة** (والتي كانت غير معترف بها) وهي أن الكواكب تدور حول الشمس وليس كما يقول بطليموس (واعتمدتها الكنيسة) أن الأرض مركز الكون. وخوفاً على نفسه من الكنيسة، نشرها في آخر حياته.
- وبعد ذلك وفي القرن السابع عشر استفاد **يوهانس كبلر** من قياسات أستاذه تيخو براهي ووجد أن نموذج بطليموس لا يتفق مع هذه القياسات لكوكب المريخ وبعد سبع سنوات من البحث المضني، صاغ قوانينه الثلاثة المعروفة بقوانين كبلر والتي تدرس الآن في مقرر الفيزياء للصف الثالث الثانوي السوداني، وأهمها أن **الكواكب تدور حول الشمس في مدارات إهليلجية**، وليست دائرية كما ادعى بطليموس.

- **ظهر العالم المشهور جاليليو** في نفس الفترة، وكان شديد الاهتمام بالتجارب، وكان مثل كبلر يصر على أن التجارب يجب أن تكون لها الأولوية على النظريات، مؤسسين بذلك للعلم التجريبي، الذي أدى إلى تقدم أوربا في مجال العلوم. ومن أهم أعمال جاليليو قانون عجلة الجاذبية الأرضية والحركة في قَطْعٍ ناقص ومبادئ نظرية النسبية وصيغة مبدئية لقانون القصور الذاتي، الذي طوره نيوتن لاحقاً.

في هذه الأثناء **عزيزي الدارس،،**

1. **إخترع** العالم والفيلسوف الفرنسي المشهور **ديكارت الهندسة التحليلية**، ولازلنا حتى اليوم عندما نتحدث عن الإحداثيات (المحاور س، ص) نقول الإحداثيات الديكارتية، وهو صاحب المقولة المشهورة، أنا أفكر فأنا إذاً موجود.
2. في القرن السابع عشر ظهر **عالم الفيزياء والرياضيات المشهور نيوتن** (1642–1727 م) والذي نجح في صياغة أهم **قوانين الميكانيكا الكلاسيكية** وهي **قوانين نيوتن الثلاثة للحركة**، بالإضافة للقانون الهام جداً، وهو **قانون التجاذب الكوني**, وبعض القوانين الأخرى في **الضوء والحرارة**، وهي كلها الآن تدرس في منهج الفيزياء. و **قانون التجاذب الكوني** أدى إلى ظهور ما يسمى الآن **بالفيزياء الفلكية**، والتي كان قبلها العلم محصوراً في علم الفلك. في هذا القرن أيضاً تم اختراع أول مضخة يدوية في عام 1650 م.
3. كما إخترع **العالم المشهور هيوجنز**– صاحب **النظرية الموجية للضوء** التي تدرس الآن في المرحلة الثانوية–الساعة الميكانيكية في عام 1665 م.
4. شهد في القرن السابع عشر في أوربا ظهور أحد أهم فروع الفيزياء, وهو **الديناميكا الحرارية** – بواسطة **العالم روبرت بويل** – الذي أدى تطويرها إلى فهم أعمق للحرارة ولظهور الآلات الحرارية بدءاً بالآلات البخارية.
5. كما أدت أبحاث العالم **دانيال بيرنولي** في عام 1733 م إلى ظهور **علم الميكانيكا الإحصائية**. كما أن أعماله في الديناميكا الهوائية وضعت لاحقا الأسس لاختراع الطائرات وتطويرها.

عزيزي الدارس ،،

في أميركا تمكن العالم والسياسي المشهور **بنيامين فرانكلين** عن طريق **إطلاق طائرة ورقية** إلى ارتفاع عالٍ موصلة بخيط مبلل، **من برهان أن البرق** ما هو **إلا شحنة كهربية،** وذلك بلمس نهاية الخيط بيده (لا تحاول ذلك)– [صورة **بنيامين فرانكلين** تجدها اليوم على ورقة المائة دولار الأمريكية].

وفي بداية **القرن التاسع عشر** ظهر **العمود الكهربي (حجر البطارية)** الذي اخترعه **الايطالي فولتا** (يسمى الفولت الآن باسمه) كما أن معظم قوانين الكهربية والمغناطيسية ظهرت في هذا القرن . حيث ظهرت المولدات الكهربية. وتم في نهاية هذا القرن **اختراع التلفون والمصباح الكهربي وتسجيل الصوت على اسطوانات والسينما** (الثلاث الأخيرة من اختراع **إديسون الذي لم يكن عالما متخصصا وانما كان شخصاً موهوبا).**

في نهاية ذلك القرن تم اكتشاف **الأشعة السينية X-ray** و**الإشعاع الذري واكتشاف الإلكترون** الذي مهد لمعرفة تركيب الذرة في الربع الأول من القرن العشرين.

و أخيرا **عزيزي الدارس،،** فقد حدث في القرن العشرين أكبر تطور في العلوم والتكنولوجيا في تاريخ البشرية حيث تم إكتشاف:

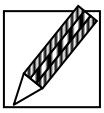
الرقم	الاكتشاف	التاريخ
.1	التركيب الذري للعناصر	1913م
.2	الراديو	1918م
.3	التلفزيون	بين 1927 و 1935 م
.4	الانشطار الذري	1939م
.5	القنبلة الذرية	1945م
.6	اختراع الترانزيستور	1947م
.7	الحاسوب	حوالي 1950 م

وهناك الكثير .

عزيزي الدارس ،،

نلاحظ التنوع فيما سردناه، وربما ينسبه البعض للتكنولوجيا، ولذلك هناك دائماً سؤال يطرح نفسه الاَّ وهو: **ما هو علم الفيزياء؟**

تدريب (1)



1) ما هو العلم الذي ساعد ظهورة على ظهور الآلة البخارية؟.
2) من هو العالم الذي أدى عمله إلى اختراع الطائرات وتطويرها؟

أسئلة تقويم ذاتي

أ. كان للهنود دور في العلوم فيما بين القرنين التاسع والسادس قبل الميلاد ناقش هذه العبارة.

ب. تحدث عن الحضارة الإغريقية من حيث الجوانب الفلسفية.

ج. أبدى العلماء المسلمون اهتماماً بالتجارب العلمية أكبر مما كان عند الإغريق، مما أدى بالعلماء المسلمين إلي اكتشافات هامة وضِّح ذلك؟

د. عزيزي الدارس شهد القرن العشرون أكبر تطور في العلوم و التكنولوجيا في تاريخ البشرية نافش هذه العبارة؟

هـ. ضع من القائمة (ب) ما يناسبها مع القائمة (أ)

القائمة (أ)	الإجابة	القائمة (ب)
أبو الحسن علي بن الهيثم		حركة الكواكب
محمد بن موسى الخوارزمي		قانون حفظ الكتلة
		علم الجبر الحديث
محمد الفزاري		العمود الكهربي
كبلر		آلة الإسطرلاب
الايطالي ڤولتا		قوانين الانعكاس
		الترانزيستور

2. أقسام علم الفيزياء

عزيزي الدارس،،، ينقسم علم الفيزياء إلى خمسة حقول رئيسة هي:

1.2 الفيزياء الفلكية

تنقسم بدورها إلى أحد عشر مجالاً فرعياً تبحث في ثمان نظريات كبيرة: منها نظرية توسع الكون ونظرية النسبية وفيزياء الفضاء ..... الخ، وتتضمن خمسة عشر مفهوماً في هذا الحقل.

2.2 الفيزياء الذرية و الجزيئية والبصرية

وتنقسم إلى سبعة مجالات فرعية تبحث في نظريات كبيرة من خلال تسعة مفاهيم كبيرة في هذا الحقل.

3.2 فيزياء الجسيمات

تنقسم إلى ستة مجالات فرعية تبحث في اثنتي عشرة نظرية من خلال أربعة عشر مفهوماً عاماً في هذا الحقل.

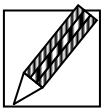
4.2 فيزياء المادة الكثيفة

تنقسم إلى تسعة مجالات فرعية تبحث في خمس نظريات من خلال ثمانية مفاهيم كبيرة في هذا الحقل.

5.2 الفيزياء التطبيقية

و تحتوي على ثلاثة وعشرين مجالاً فرعياً منها تخصصات مشهورة مثل الفيزياء الطبية (بين الفيزياء والطب) والفيزياء الحيوية (بين الفيزياء والأحياء) والفيزياء الكيميائية (بين الفيزياء والكيمياء) والكيمياء الفيزيائية، وديناميكا الموائع (كل ما يطير في الهواء أو يسير في الماء أو مائع يتحرك)، وفيزياء الاتصالات وفيزياء الحاسوب .... الخ.

تدريب (2)



1. عدد أقسام علم الفيزياء؟
2. أكمل العبارات التالية:

تبحث الفيزياء الفلكية في ثمان نظريات مثل نظرية – ------- ونظرية ----- وفيزياء-----.

3. الفيزياء الحديثة

عزيزي الدارس ،،

مما سبق يتضح أن الفيزياء تدخل في كل شيء حولك . فتجدها في النظارة التي تضعها علي عينيك، وفي الساعة التي تلبسها، وفي الراديو الذي تستمع إليه, وفي **التلفزيون** الذي تشاهده, وفي **المروحة** المعلقة في السقف, وفي **الرياح** التي تهب, وفي **الأمطار** التي تسقط, وفي **قوس قزح** الذي يظهر بعدها, وعندما **يسخن الجو**, وعندما **يبرد**, وفي القمر الذي يدور حول الأرض, وفي **الأرض التي تدور حول الشمس**, وفي **الشمس** التي تحدث داخلها **الانفجارات النووية** الضخمة, والتي منها تلك **الطاقة الهائلة**, **ودرجة الحرارة المرتفعة**, وفي **النجوم** التي تضيء, وفي **الكواكب** التي تدور, وفي لون **السماء الأزرق**, وفي لون **الشفق الأحمر**, وفي اختلاف العناصر عن بعضها, وفي **جاذبية الأرض** التي تبقيك عليها حيث عليها تحيا وعليها تموت.

ولكن هل فعلاً يشمل علم الفيزياء كل هذا؟. وماذا تبقي إذاً ليس له علاقة بالفيزياء؟ وإذا كنّا نجد الفيزياء في كل تلك الأجهزة المذكورة فأين الهندسة ؟. لهذا السبب يسمى علم الفيزياء " **العلم الأساس The fundamental Science**", لأن

- علوماً مثل **الكيمياء والأحياء** تبحث في منظومات خواصها مبنية على قوانين فيزيائية. فمثلاً الكيمياء هو **علم المواد**, ولكن كل مادة مكونة ككل من ذرات وجزيئات، وخواص أي مركب كيميائي تتحدد بالخواص الفيزيائية للجزيئات المكونة لها.

- فيما يخص العلاقة بين الفيزياء والهندسة والتكنولوجيا, فنجدها في كل التطبيقات للاكتشافات التطبيقية التي بدأت في مجال الفيزياء. فمثلاً منذ تصميم الليزر كأداة عند الفيزيائيين في عام 1960م تمددت استعمالاته لتشمل كل مجال من المجالات العسكرية إلى مجال الجراحة، حيث تجرى به جراحة العيون. وكذلك **أشعة X** باستعمالاتها المختلفة والواسعة الاستعمال في المجال **الطبي وأمن المطارات. وأنبوب أشعة المهبط** الذي هو أساس **عمل شاشات التلفزيون** هو نفسه الذي صمم للحصول على قياسات فيزيائية دقيقة. وفي عام 1947 قدم ثلاثة من الفيزيائيين اختراعهم الذي أسموه **الترانزيستور**, مستعملاً في جهاز راديو صغير, ومنها انطلقت تكنولوجيا الالكترونيات حتى وصلنا إلى الحواسيب الصغيرة والتي لولا ذلك الاختراع وتطويره في صورة دوائر متكاملة لما أكتملت. نفس الشيء بالنسبة **لأجهزة الرنين المغناطيسي**، الذي بدأ في الفيزياء كدراسة لفهم **سلوك الجزيئات** في **مجال مغنطيسي** قوي الآن أصبحت من أهم أدوات **التصوير في الطب**. ولا نحتاج أن نذهب بعيداً، فعندما وجد الفيزيائيون أنفسهم في حاجة إلى الاتصال المباشر فيما بينهم من مناطق مختلفة في نفس الوقت، اخترعوا الشبكة العنكبوتية المسماة الإنترنت. .

و الآن **عزيزي الدارس** ،،

بعد كل هذا **هل عرفت ما هي الفيزياء حقيقة؟** ولما علينا على الأقل أن نعرف بعض أساسيات الفيزياء؟. نسأل الله لك التوفيق.

أسئلة تقويم ذاتي

1. ما هي الفيزياء اليوم
2. ينقسم علم الفيزياء إلى خمسة حقول رئيسة، وضحها؟

الخلاصة

بعد أن وصلنا إلى نهاية هذه الوحدة نعود لنذكر معاً النقاط الأساسية التي تعرضنا لها بهدف ترسيخها في ذهننا.

أولاً: تاريخ الفيزياء.

ثانياً: أقسام علم الفيزياء.

ثالثاً: مفهوم الفيزياء الحديثة.

نرجو قد إستمتعت أثناء دراستك لهذه الوحدة . والآن أصبح لديك متسع من الوقت للمناقشة مع مشرفك الأكاديمي، أو يمكنك الاستعانة بما يوفره لك المركز الدراسي من وسائط تساهم في شرح ما كان خافيا عليك.

نرجو أن تكون قد حققت الأهداف التعليمية التي وردت في بدايتها و أن تُسهم معنا في النقد و التطوير مستقبلاً.

وختاما أتمنى لك التوفيق والسداد.

لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية التالية

عزيزي الدارس،

في الوحدة التالية سنتناول مفاهيم أساسية عن الحركة والقوة. تشتمل علي فسميين أساسيين.

في القسم الأول نتعرف علي مكونات الحركة، أما في القسم الثاني سوف نتناول مفهوم القوة عامة و قوة التجاذب الواقعة بين الأجسام المادية والمجال التثاقلي. ثم نقوم بدارسة قوانين كبلر وتطبيقاتها, ومن ثم نتعرف على الأقمار الاصطناعية.

وسنزودك كالعادة بمجموعة من الأمثلة والتطبيقات التي تعينك على فهم ما يرد من مفاهيم نظرية.

إجابات التدريبات

تدريب (1)

1. ظهور أحد فروع الفيزياء وهو الديناميكا الحرارية – بواسطة العالم روبرت بويل أدى إلى اختراع الآلات البخارية.

2. أدت أبحاث العالم **دانيال بيرنولي** في عام 1733 م إلى ظهور معادلاته في ميكانيكا الموائع التي أدت إلى اختراع الطائرات وتطويرها,

تدريب (2)

أ. أقسام علم الفيزياء هى:

1. الفيزياء الفلكية
2. الفيزياء التطبيقية
3. فيزياء المادة الكثيفة
4. فيزياء الجسيمات
5. الفيزياء الذرية و الجزيئية والبصرية
6. الفيزياء التطبيقية

ب. أكمل العبارات التالية:

تبحث الفيزياء الفلكية في ثمان نظريات كبيرة: منها نظرية **توسع الكون** ونظرية النسبية وفيزياء الفضاء.

مَسرَد المصطلحات

الكلمة باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية
العلم	**Science**
فلسفة الطبيعة	**Natural Philosophy**
ظاهرة التشوه	**Aberration**
الثورة العلمية	**scientific revolution**
لعصر النهضة	**Renaissance**
الأشعة السينية	**X-ray**
العلم الأساس	**The fundamental Science**

المراجع العربية

1. موسوعة ويكيبيديا .History of Chemistry and History of Physics
2. أسياسيات الفيزياء – بوش
3. هناك مواقع مفيدة على الانترنت:
   Hyper Physics : Hpperphysics.phy-astr.gsu. edu
4. هناك مواقع ممتازة لمحاكاة التجارب الفيزيائية على الانترنت
   Phy-ntnu.edu. tw

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

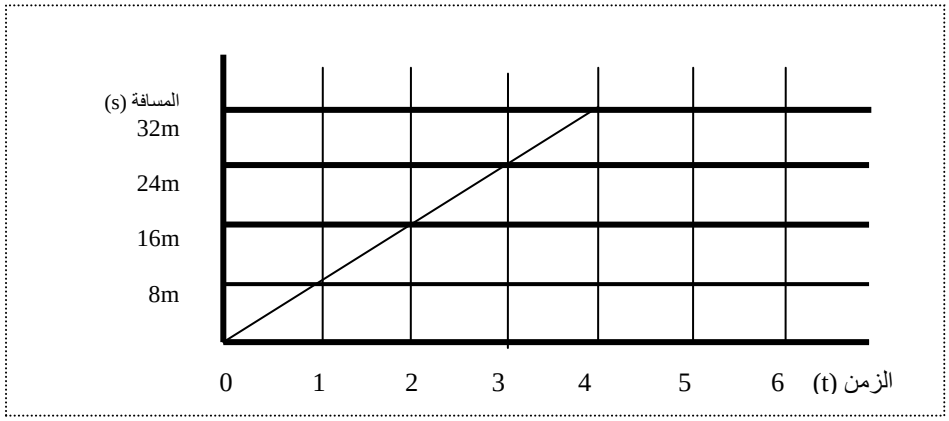
$$t = 60 \times 60 = 3600s = 3.6 \times 10^3 s$$

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 $v = \frac{S}{t}$

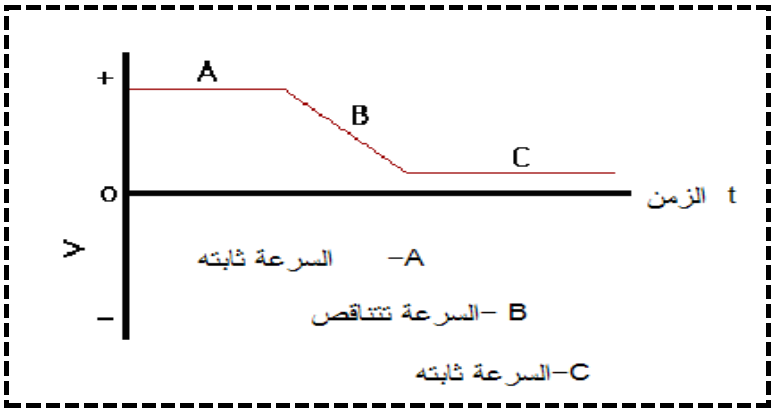
من الشكل نجد أعلاها أن المسافة المقطوعة خلال الفترات الزمنية هي:

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

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.

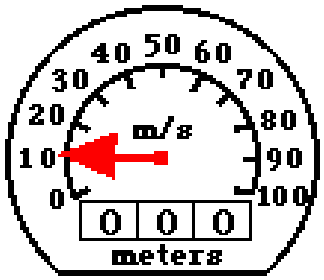
فمثلا, إذا قطعت سيارة مسافة S_1 في زمن t_1 , وبعد لحظة قصيرة أصبحت المسافة المقطوعة S_2 وزاد الزمن وأصبح t_2.

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 .

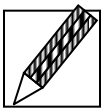


الشكل(2-3) الشكل التقليدي لعداد السيارة

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):

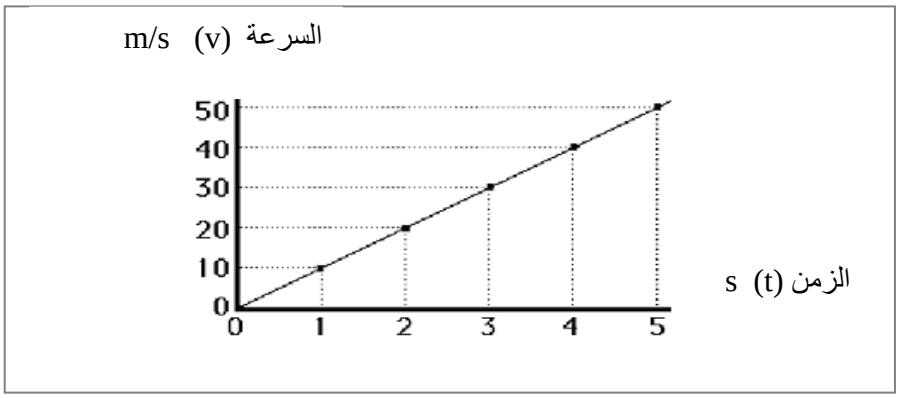
الشكل (2–4) يوضح السرعة v لجسم تتزايد سرعته بانتظام, أوجد التسارع.

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

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

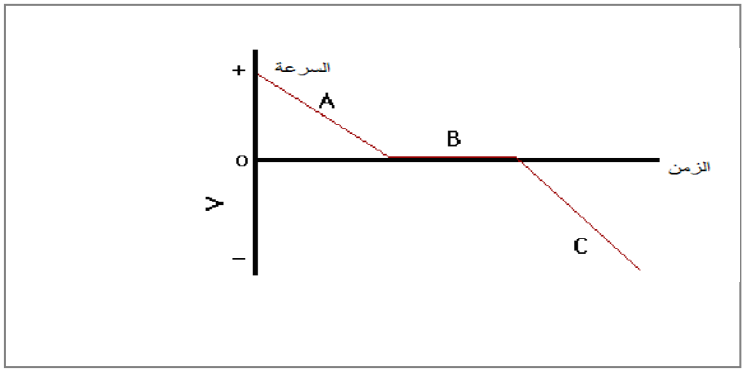
◄◄ مثال (2–4)

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

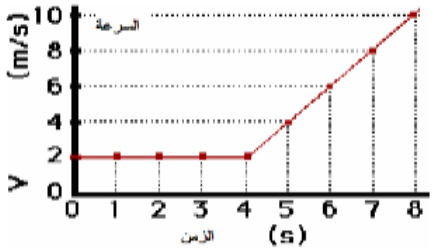
الحل

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:

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

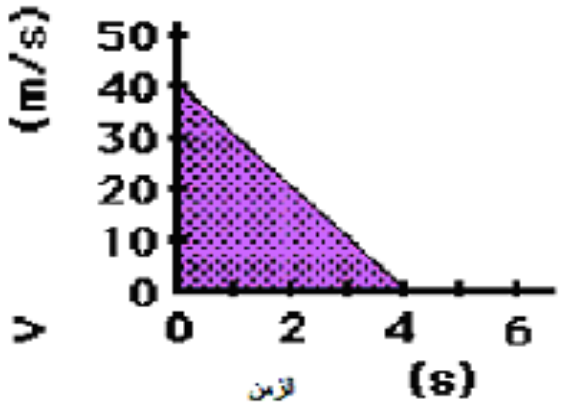
تدريب(1)

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

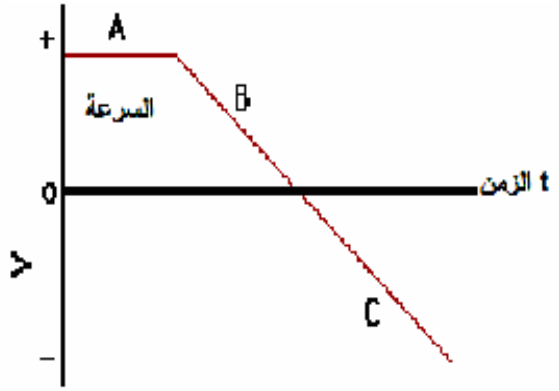


أسئلة تقويم ذاتي

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

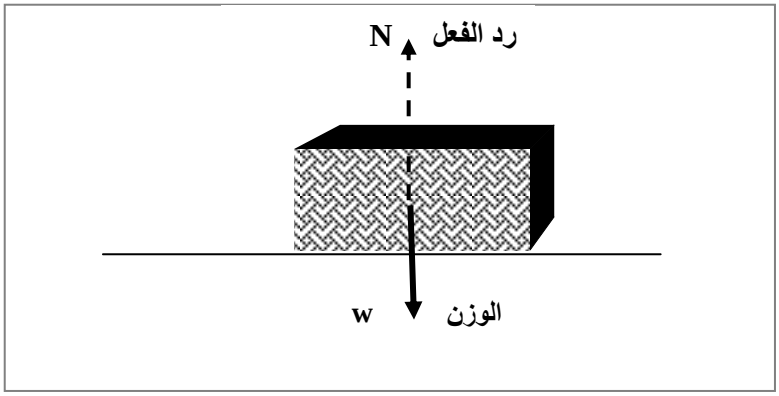
نلاحظ أنه بالرغم مما يبدو من أن الكتلة دائماً ثابتة, إلا أن الكتلة في حالات يمكن أن تكون متغيرة. مثلاً كتلة صاروخ منطلق حيث تقل كتلة الصاروخ باستمرار احتراق وقوده مما يزيد في سرعته بسبب تناقص الكتلة. كتلة الطائرات أيضاً تتناقص عند استعمال الوقود بواسطة محركاتها وإن كانت بصورة أقل مما يحدث في حالة الصواريخ. 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.



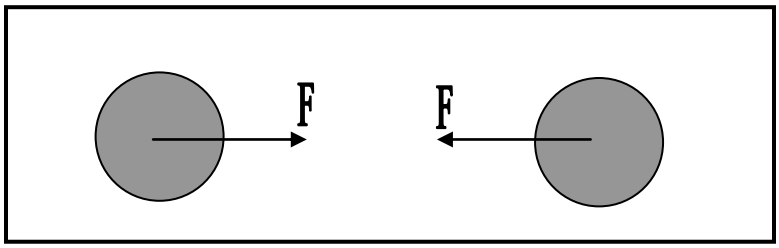
الشكل (2–6): رد الفعل هنا هو القوة التي يبذلها السطح في عكس اتجاه قوة الوزن

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)

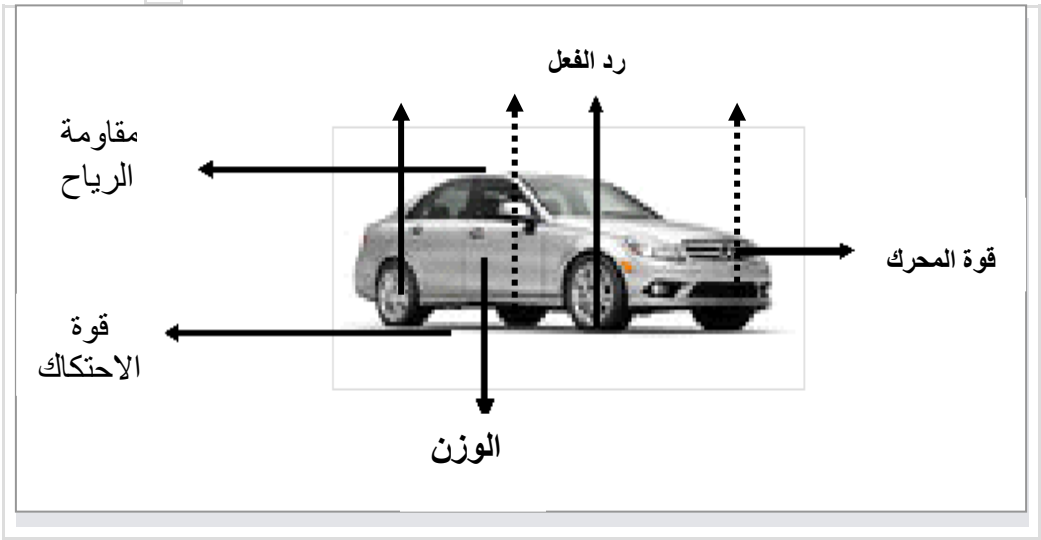
ملاحظة: في حالة الطائرة الهيلكوبتر نلاحظ وجود مروحة صغيرة رأسية في ذيل الطائرة. والسبب في وجودها هو أنه عند دوران المروحة الأفقية الكبيرة فإن رد الفعل الطبيعي هو أن يدور جسم الطائرة في الاتجاه المعاكس حسب القانون الثالث. ولمنع هذا الدوران تركب هذه المروحة الصغيرة, والواضح أنها ضرورية لمنع دوران جسم الطائرة 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 ،،

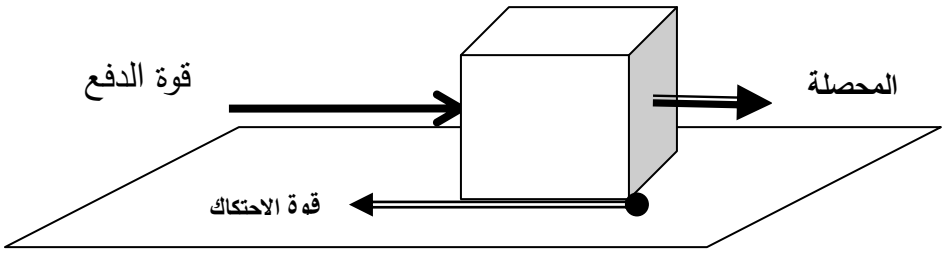
لدينا كلنا إحساس بمفهوم القوة ونستعمل كلمة القوة كثيراً ونتحدث عن أن هذا الشخص قوي، ونعرف أنه إذا أردنا أن نجر شيئاً أو أن ندفع شيئاً أو نرفع شيئاً نستعمل ما نعتبره قوة.

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.

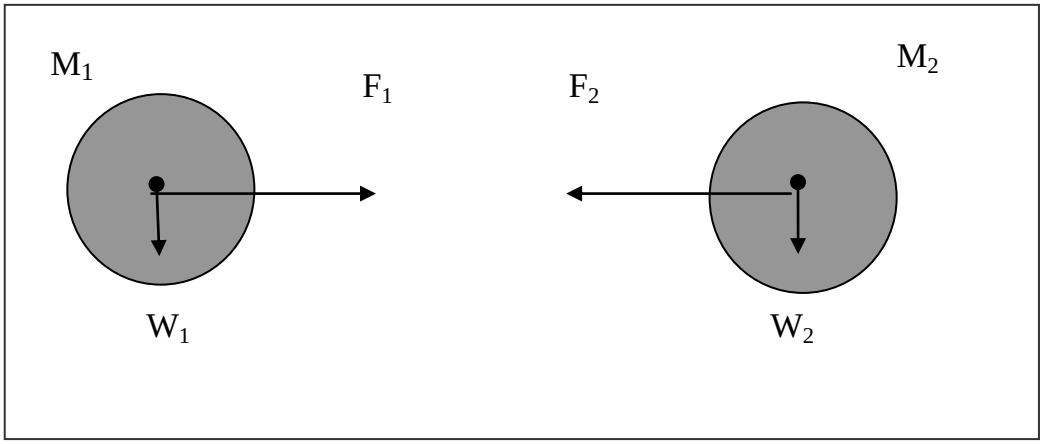
1.2.2. قوة التجاذب بين الأجسام المادية

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 =

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

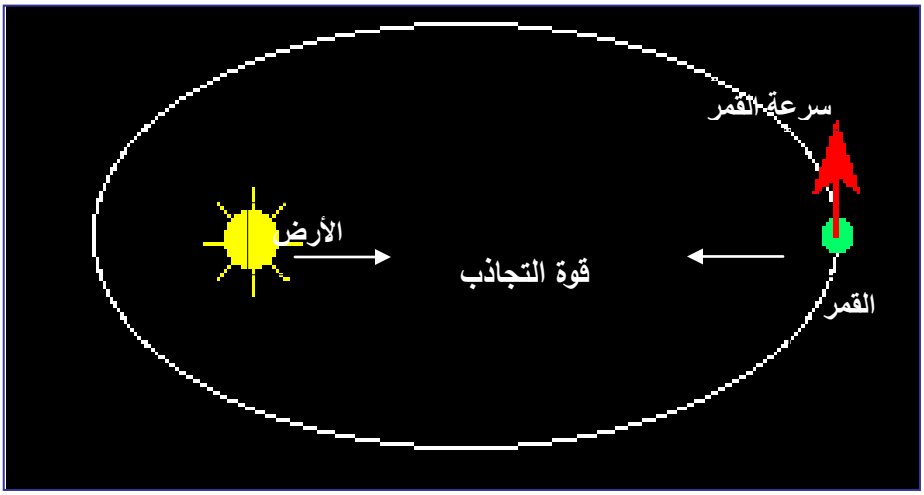
قوة التجاذب بين الأرض والقمر =

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

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

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.

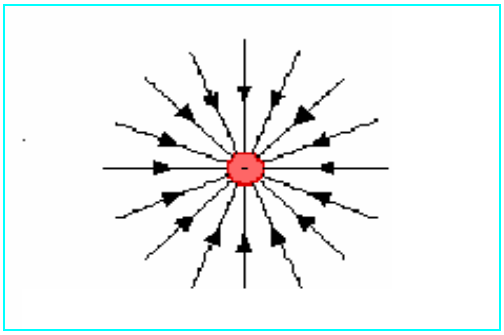
5. ميز بين السقوط المباشر لجسم على الآخر, والسقوط الدائم.
6. تصور أن الأرض لا تجذب الأجسام التى عليها، أكتب توقعاتك؟
7. إذا علمت أن المسافة بين الأرض والشمس 150 مليون كيلو متر وكتلة الأرض 6×10^{24} Kg وثابت التثاقل الكوني 6.7×10^{-11} و قوة التجاذب بين الأرض والشمس هي 3.1×10^{24} N , فأوجد كتلة الشمس؟

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.

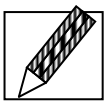
وهناك مجموعة من المجالات في الطبيعة. فبالإضافة إلى المجال التثاقلي, هناك

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

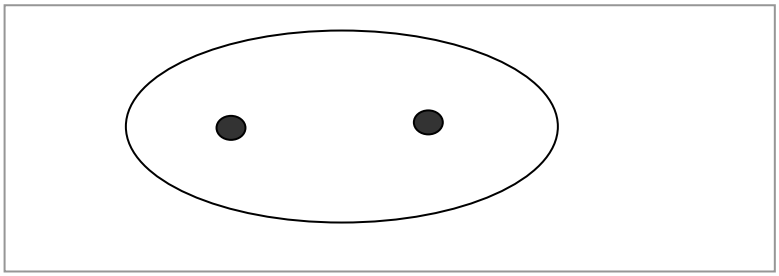
عزيزي الدارس ،،

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.

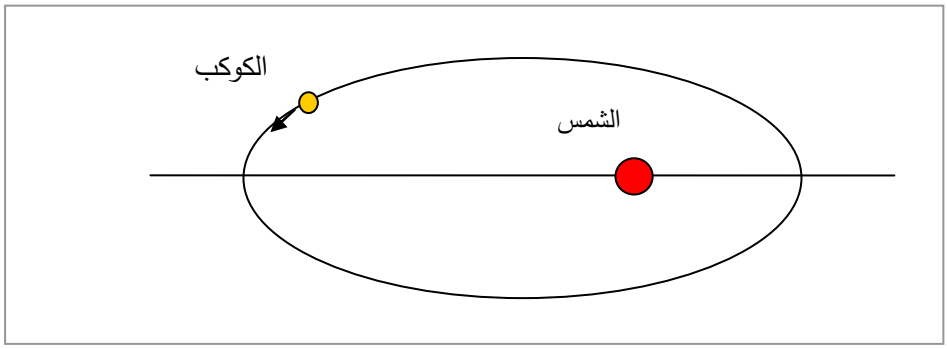
صاغ العالم يوهانس كبلر من القياسات الدقيقة لحركة الكواكب ثلاثة قوانين تعرف باسمه حتى اليوم, وتجدها مفصلة في كتاب الفيزياء للصف الثالث الثانوي في السودان. ما يجب ملاحظته أن كبلر صاغ هذه القوانين الثلاث قبل ظهور اسحق نيوتن وقبل صياغته لقانون التثاقل الكوني الذي درسناه من قبل في هذه الوحدة. وكان نيوتن مطّلِعاً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



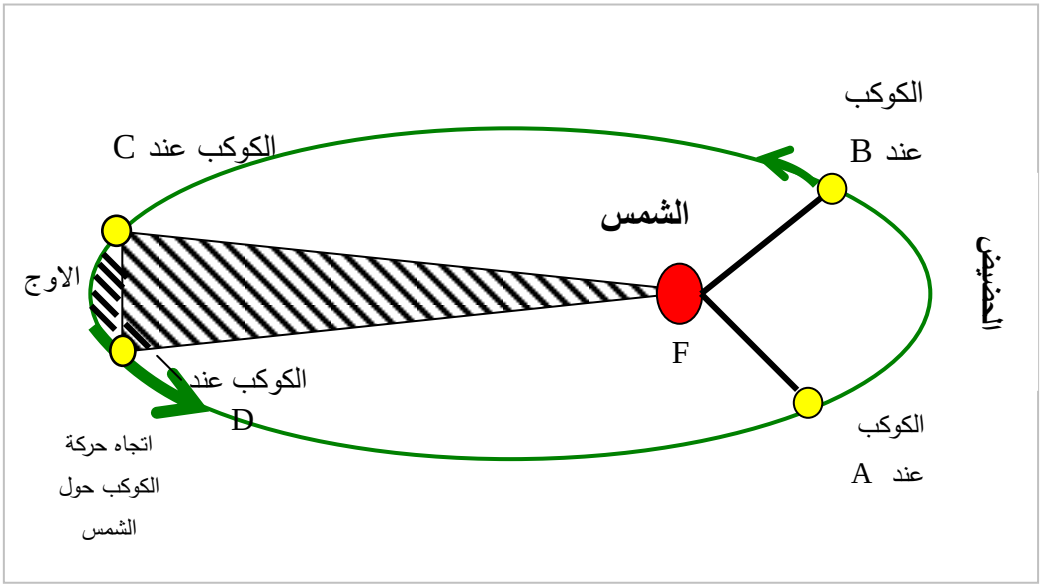
الشكل(2-14): **الشكل الاهليجي يوضح الشمس ومدار كوكب حولها**

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

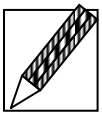
= 86400 ثانية

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.

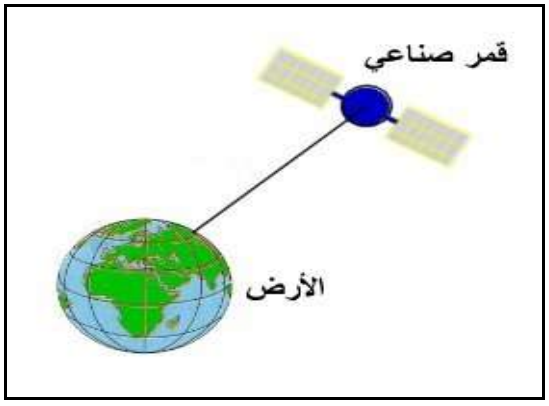
- فقد تأخر إطلاق أول قمر اصطناعي إلى عام 1957 حيث استطاع الاتحاد السوفيتي آنذاك من إطلاقه (روسيا حالياً), وتبعه بعد ذلك بآخر يحمل كلبة اسمها "لايكا" والتي ماتت في الفضاء لعدم امكانية إرجاعها إلى الأرض في ذلك الوقت.
- دفع هذا الأمريكان للدخول في سباق مع الروس وأنشاؤا وكالة الفضاء الأمريكية "NASA" وقرروا 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 ،،

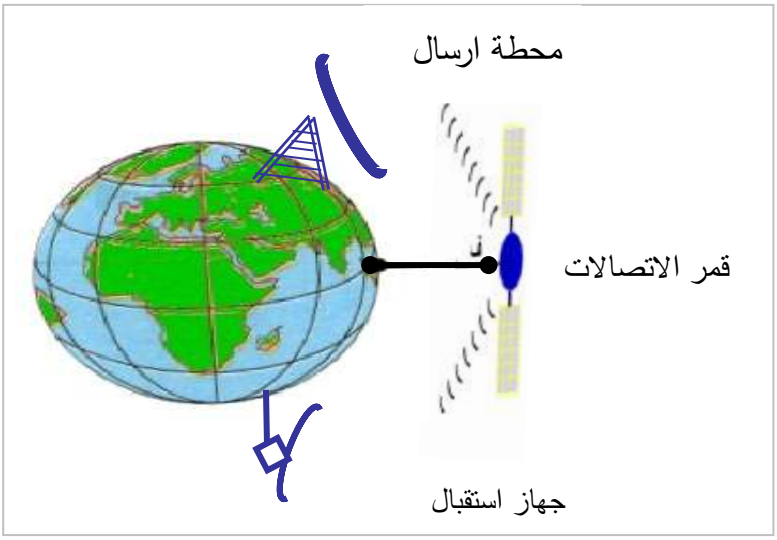
نتعرف الآن على أقمار الإتصالات؟

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

الوحدة الثالثة

القوة والعزم والضغط

محتويات الوحدة الثالثة

الموضوع	الصفحة
تمهيد	74
مقدمة	74
أهداف الوحدة	75
3. القوة والعزم والضغط	76
1.3. القوة والوزن	77
2.3 عزم القوة	79
3.3. العزم والاتزان	83
4.3. القوة والضغط	86
1.4.3 الضغط بسبب الوزن	88
2.4.3 علاقة الضغط بالكثافة	89
3.4.3 الضغط الجوى	91
4.4.3 مقياس الضغط (البارومیتر)	93
5.4.3 مقياس الضغط الطبي	95
6.4.3 البارومتر المعدني	96
5.3 تطبيقات قوانين الضغط	97
6.3 السحب والأمطار	102
1.6.3: تكون السحب وعلاقته بالضغط الجوي ودرجة الحرارة	102
2.6.3: تجربة: تكوين ما يشبه السحابة داخل قارورة	102
3.6.3: طرق تكون السحاب في الواقع	106

4.6.3: تكون الأمطار	108
5.6.3: أنواع السحب	109
6.6.3: البرق والصواعق	116
7.6.3: الأمطار في السودان	117
الخلاصة	119
لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية التالية	120
إجابات التدريبات	120
مسرد المصطلحات	121
المراجع	122

تمهيد

مقدمة

عزيزي الدارس,

مرحباً بك في الوحدة الثالثة من مقرر **مقدمة في العلوم العامة (3): أساسيات الفيزياء,** وهي بعنوان القوة والعزم والضغط ، و تحتوي هذه الوحدة علي خمسة أقسام رئيسية.

في القسم الأول نتعرف معا على مفهوم **الوزن** ، ثم نتقل إلي القسمين الثاني والثالث حيث ندرس فيهما كل من **عزم القوة وعلاقة العزم بالاتزان.**

في القسم الرابع سنتعمق في مفهوم القوة والضغط , ومعرفة علاقة **الضغط بالوزن وعلاقته كذلك بالكثافة.** في نهاية القسم سنقوم بشرح مفهوم الضغط الجوى, ثم نستعرض تطبيقات عدة منها: **مقياس الضغط (البارومیتر)،مقياس الضغط الطبي** و من ثم تطبيقات لقوانين الضغط في المضخات و الخزانات.

أما في القسم الأخير فنناقش تكون السحب وأنواع السحب والفرق بين السحب الممطرة وغير الممطرة والرعد والبرق.

عزيزي الدارس، لقد ذيلنا هذه الوحدة بسرد شامل للمصطلحات العلمية التي وردت في النص الرئيسي وترد في ثنايا هذه الوحدة تدريبات، وأنشطة، وأسئلة تقويم ذاتي، مع حلول وتعليقات، ويمكنك خلال دراستهاالاستعانة بالمشرف الاكاديمي. أما اجابات أسئلة التعيين الخاص بها وبقية الوحدات فعليك تقديمها لمرشدك الميداني.

مرحباً بك إلى 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. **تميز** بين القوة والعزم والضغط؛
2. **تفرق** بين والوزن والكتلة؛
3. **تعرف** عزم القوة؛
4. **توضح** العلاقة بين العزم والاتزان؛
5. **تشرح** علاقة القوة بالضغط ؛
6. **تشرح** مفهوم الضغط الجوى؛
7. **تشرح** طريقة عمل مقياس الضغط (البارومیتر) ؛
8. **توضح** مقياس الضغط الطبي؛
9. **تطبق** قوانين الضغط و تحل التدريبات الموجودة في نهاية كل قسم.

3. القوة والعزم والضغط

عزيزي الدارس ،،

لقد تعرفنا في الوحدة السابقة على مكونات الحركة وقوانين الحركة, حيث القانون الثاني للحركة ينص على أن:

القوة = الكتلة × التسارع

$$F = m \times a \qquad (1\text{-}3)$$

علماً بأن وحدة:

- القوة هي النيوتن N
- الكتلة هي الكيلوجرام kg
- التسارع هي المتر/الثانية^2 أو $m\,s^{-2}$.

والقوة ليست مرتبطة بالحركة كما ذكرنا سابقاً و لا بالمجال التثاقلي فقط من حيث أنها قوة التجاذب بين الأجرام السماوية أو هي القوة في مجال الجاذبية الأرضية, فهناك مجالات أخرى. والمعلوم أن المجالات تتشابه في الخواص رغم إختلاف مصادرها, فهناك:

- المجال الكهربي الناتج عن وجود الشحنة أو الشحنات الكهربية؛
- كذلك المجال المغناطيسي الناتج عن وجود الأقطاب المغناطيسية.

كل هذه المجالات تتشابه في وجود قدرة على التأثير عن بعد عن طريق قوة تعبر عن وجود هذا التأثير.

نناقش فيما يلي بعض علاقات القوة المفيدة في الحياة اليومية مثل علاقة القوة بالوزن وعزم القوة وعلاقة كل من القوة والوزن بالضغط.

1.3. القوة والوزن

عزيزي الدارس ،،

لقد عرفنا من قبل قوة التجاذب الكوني وعرفنا أن الأرض وكل ما عليها يجذب بعضه بعضاً. ونسبة لأن كتلة الأرض كبيرة جداً مقارنة مع كتل الأجسام الأخرى التي عليها, يعتقد الناس أن الأرض هي التي تجذب الأجسام اليها، غير أن قانون التجاذب الكوني ينطبق على أي جسمين ماديين, وهذا القانون هو:

$$F = G\frac{m \times M}{r^2} \qquad (2-3)$$

حيث ان :

M كتلة الأرض و m هي كتلة الجسم.

وقد ذكرنا في الوحدة الثانية أن وزن الجسم w هو قوة جذب الأرض للجسم. ولكن القوة عموما هي الكتلة × التسارع

أي أن:

$$F = m \times a \qquad (3-3)$$

في حالة التجاذب بين الأرض وأي جسم كتلته m فان القوة جذب الأرض لجسم هي:

$$F = m \times g \qquad (4-3)$$

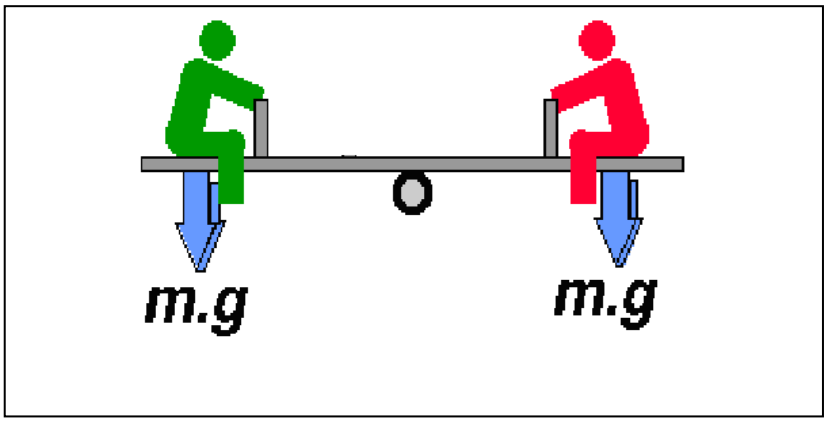
حيث g هو تسارع الجاذبية الأرضية أو تسارع السقوك الحر، وعليه فان قوة التجاذب في المعادلة (3-4) هي وزن الجسم الذي يعادل:

الكتلة × تسارع الجاذبية الأرضية.

و يمكننا إعتبار قيمة g ثابتة, على سطح الأرض وقريباً منها, وتساوي تقريباً 9.8 متر/ثانية^2 (أي ≈ 10 متر/ثانية^2).

عزيزي الدارس،،

إن اتجاه سقوط الأجسام دائماً إلى أسفل لأن إتجاه الوزن إلى أسفل. وبما أن الكتلة لا إتجاه لها (الكتلة هي مقدار ما يحويه الجسم من مادته)، فإن هذا يعني إتجاه تسارع الجاذبية (تسارع السقوط الحر) إلى أسفل.



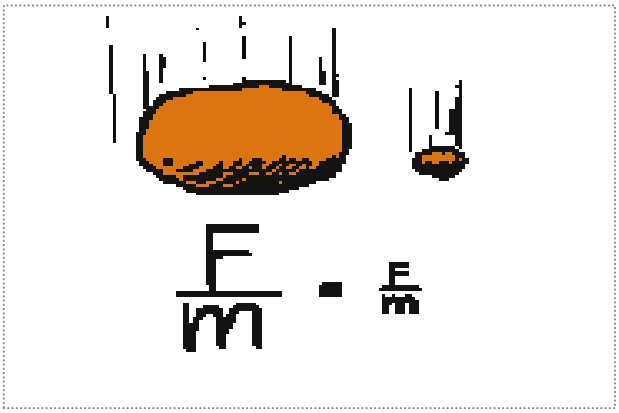
الشكل(3-1): اتجاه الوزن وتسارع الجاذبية دائماً إلى أسفل

ولكن من (3-4):

$$g = \frac{F}{m}$$

من (3-5):

فكل الأجسام مهما كانت كتلتها أو حجمها تسقط بنفس التسارع g أي تزيد سرعتها في كل ثانية بنفس المقدار g .



الشكل (3–2): تسارع الجاذبية (تسارع السقوط الحر) ($g = \frac{F}{m}$) هي نفسها لجميع الأجسام

أسئلة تقويم ذاتي

1. ما هي قوة التجاذب الكوني؟
2. عرف كل من القوة والوزن؛
3. ماذا نعني بالتسارع ؛
4. أكتب الصيغة الرياضية لتسارع الجاذبية الأرضية.

2.3. عزم القوة Moment of Force

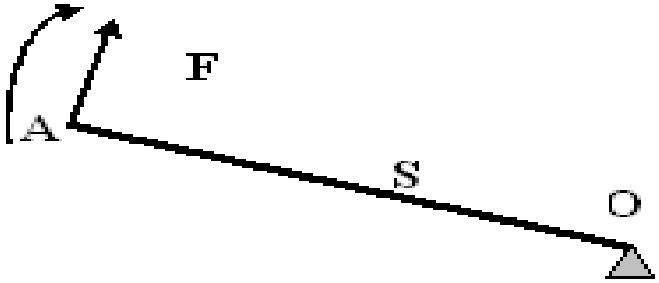
عزيزي الدارس ،،

نلاحظ إننا عند ما نحاول فتح الباب أو قفله نحتاج إلي قوة معينة لتحريك الباب، و بمقدار القوة المطلوبة يدور الباب في الاتجاه المعين. ولذلك نسمي مقدرة القوة علي دوران الباب بعزم القوة.

عزم القوة:

هو الأثر الدوراني للقوة المؤثرة على مسافة S من محور الدوران أو الإرتكاز.

تابع معنا في الشكل (3-3) طريقة حساب عزم القوة.



الشكل (3-3): مفهوم عزم القوة

عزيزي الدارس ،،

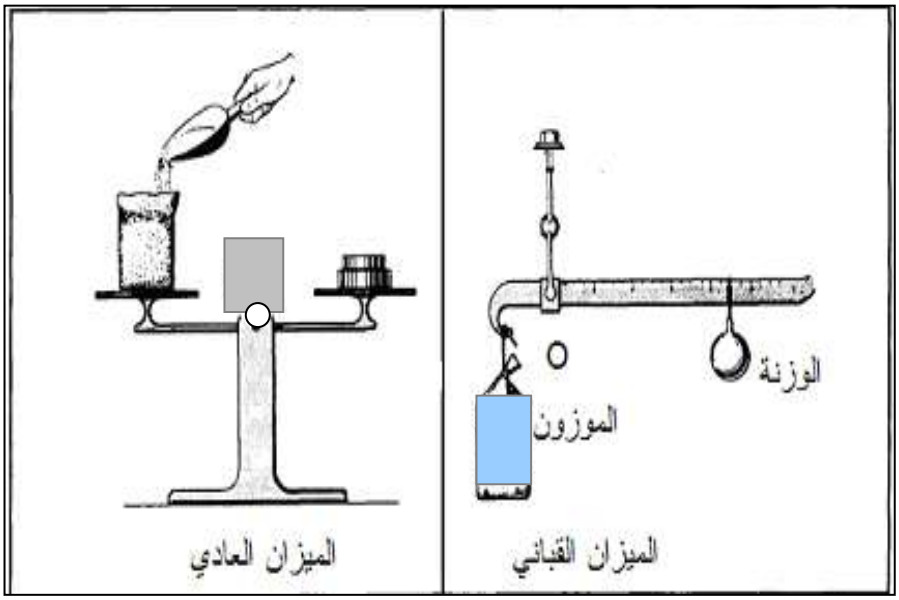
نلاحظ أن الشكل (3-3) يوضح لنا مفهوم عزم القوة حيث تؤثر القوة F عمودياً على الذراع OA التي طولها S والمثبتة في محور الدوران O. إذن:

عزم القوة = القوة F × المسافة (طول الذراع) S

$$M = F \times S$$

ولأن وحدة القوة هي النيوتن ووحدة المسافة هي المتر فإن:

وحدة العزم هي (النيوتن × متر)



(أ) (ب)

الشكل (3–4). الميزان العادي والميزان القباني

عزيزي الدارس ،،

الشكل (3–4) يوضح أهمية مفهوم عزم القوة .

- يوضح الشكل (3–4 ب) مبدأ عمل الميزان العادي حيث أن محور الإرتكاز O يقع بالضبط في نقطة يتساوى فيها وزن الجانبين (عادة منتصف المسافة بين الكفتين). وهذا الميزان يقارن بين الوزنة على الكفة اليمني مع وزن الشئ على الكفة الأخرى. وبما أن الذراع الأيمن يساوي الذراع الأيسر من نقطة الارتكاز من حيث الوزن, فإن الوزن في الجانب الأيمن يساوي الوزن في الجانب الأيسر. أي:

عزم القوة = ثابت

الوزن × الذراع = ثابت

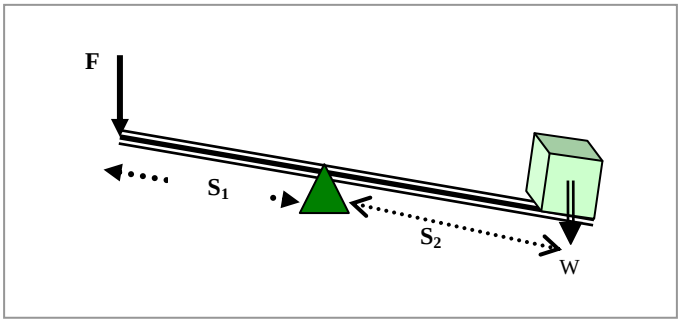
- يتضح لنا صدق هذا الاستنتاج عند تطبيقه على الميزان القباني (أ) وهو الميزان المعروف بإستعماله لإيجاد أوزان الاجسام الثقيلة بدون الحاجة لإستخدام وزنات كبيرة

بالإستفادة من الذراع الأطول في جانب الوزنة وذلك لأن:

الوزنة × الذراع الأيمن = وزن الجسم الموزون × الذراع الأيسر

و من الشكل (**3–5**)أ التالي نلاحظ أن:

$$F \times S_1 = W \times S_2$$



الشكل (**3–5**): تساوي العزم على جانبي الارتكاز

◄◄ مثال (3–1)

استخدم ميزان قباني لإيجاد كتلة كيس ذرة , ووجدت كتلته 90 كليلوجرام . فإذا علق هذا الكيس في الجانب الذي يبعد 0.1 متر عند نقطة التعليق. وكانت الوزنة في الجانب الآخر 15 كيلوجرام, فأوجد بعدها عن نقطة تعليق الميزان.

الحل

عزم القوة في جانب الكيس = عزم القوة في جانب الوزنة

$$S \times 15 = 0.1 \times 90$$

$$S = \frac{9}{15} = 0.6m$$

أي أن طول الذراع في جانب الوزنه يساوي 60 سم.

3.2. العزم والاتزان

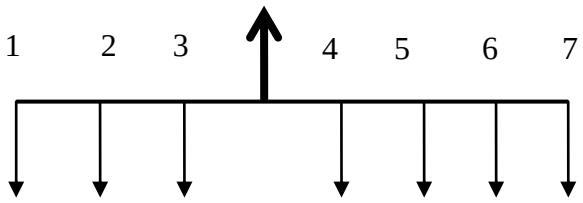
عزيزي الدارس،،

تم حل المثال السابق بإستخدام قاعدة استنتجناها من نقاش الميزان العادي, وهي أن عزم القوة متساوي في الجانبين. هذا الإستنتاج صحيح وقد صيغ كالآتي:

المجموع الجبري لعزوم كل القوي حول أي نقطة يساوي الصفر حينما تكون هذه القوى في حالة إتزان.

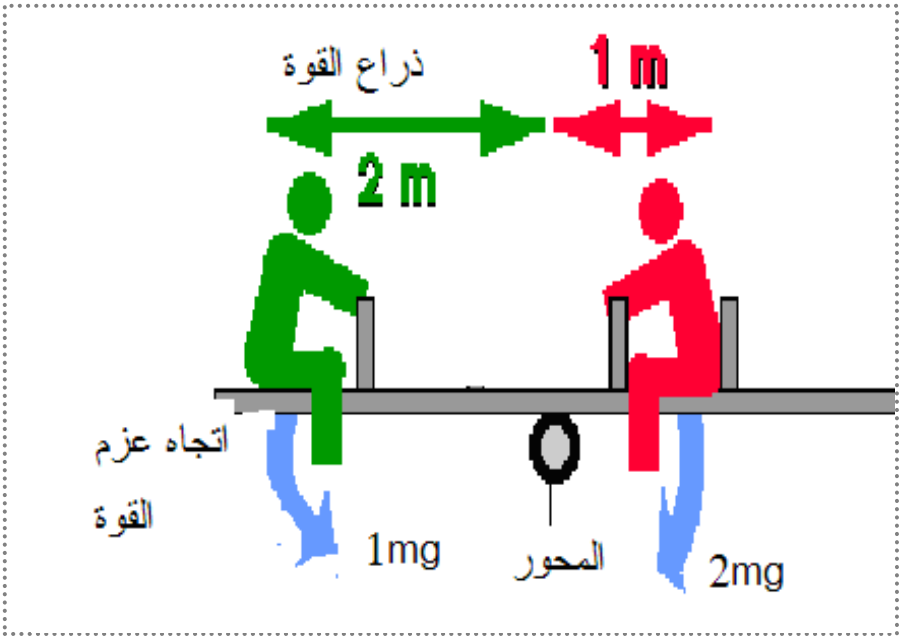
$$M_1 + M_2 + M_3 + \ldots\ldots\ldots + M_n = 0 \qquad (6\text{-}3)$$

حيث M_1 و M_2 و ..... , هي عزوم القوى حول نقطة واحدة.



وفي حالة وجود قوتين (وزنين) كما في حالة الميزان القباني (الشكل (3–4) أو الشكل(3–5)), حيث أن القوي على جانبي نقطة أو محور الارتكاز, تعمل في إتجاه معاكس للأخر.

وكذلك في الشكل (3–6) إذا افترضنا أن الشخص الذي يجلس علي الجانب الأيمن وزنه ضعف (2mg) وزن الشخص (mg) الجالس في الجانب الأيسر.



الشكل(3–6) اتجاه الوزن حول محور الارتكاز

ويقال في هذه الحالة أن القوة على يمين المحور تعمل في إتجاه حركة عقارب الساعة بينما القوة على يسار المحور تعمل في عكس إتجاه عقارب الساعة. وتؤخذ إشارة عزم القوة حسب الإتجاه، حيث يعتبر إتجاه عقارب الساعة هو الإتجاه الموجب, والإتجاه الآخر هو الإتجاه السالب. في الشكل السابق واضح أن مجموع عزوم القوى حول المحور هو:

$$1\times 2mg - 2\times 1mg = 0$$

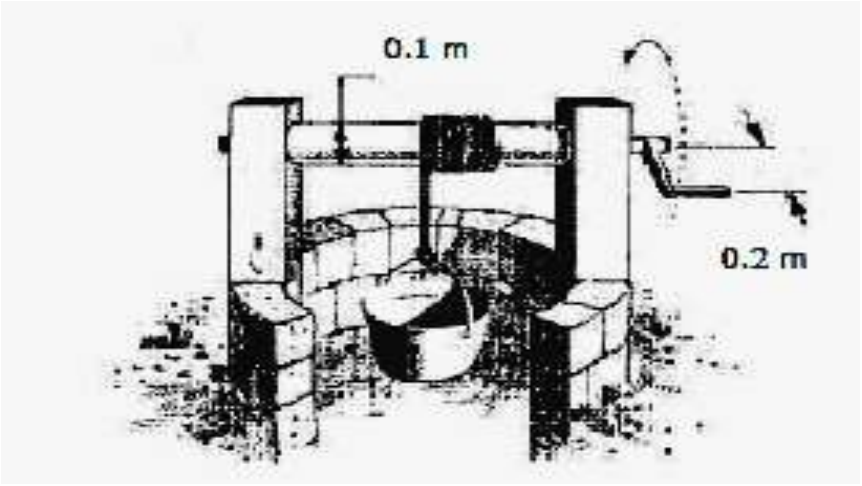
نلاحظ عزيزي الدارس،، أن عزم القوة الواقعة مباشرة على محور الدوران أو على النقطة التي تؤخذ العزوم حولها يساوي الصفر لأن طول الذراع يساوي الصفر.

تدريب(1)

1. كيف نتحدث عن الكتلة بينما نحن في الواقع نقيس الوزن الذي هو الكتلة × تسارع الجاذبية g ؟
2. هل يقيس الميزان الزنبركي الكتلة أم الوزن؟
3. ما هو الميزان الذي يقيس الكتلة؟

أسئلة تقويم ذاتي

1. عرف عزم القوة M؛
2. وضح أهمية مفهوم عزم القوة بذكر بعض التطبيقات اليومية
3. الشكل أدناه يوضح كيف يستفاد من تساوي عزمين حول محور دوران في رفع الماء من البئر. قارن بين القوة المطلوبة مع وزن الماء في الدلو.

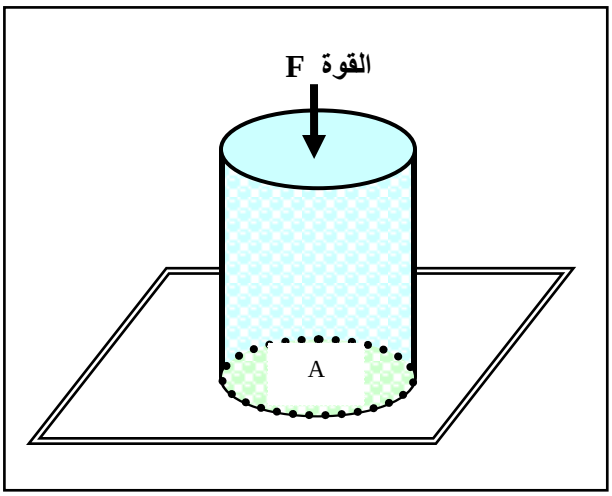


4.3. القوة والضغط Force and Pressure

عزيزي الدارس،، الآن ننتقل معا إلي تعريف الضغط:

الضغط P هو القوة F المؤثرة على وحدة المساحة A

وعموماً فإن القوة يمكن أن تكون موزعة على مساحة كبيرة, ولكن كمية الضغط هي فقط مقدار القوة على وحدة المساحة. أي:



الشكل (3–7): تعريف الضغط

$$P = \frac{F}{A} \qquad (7\text{-}3)$$

وبالتالي فإن القوة:

$$F = P \times A \qquad (8\text{-}3)$$

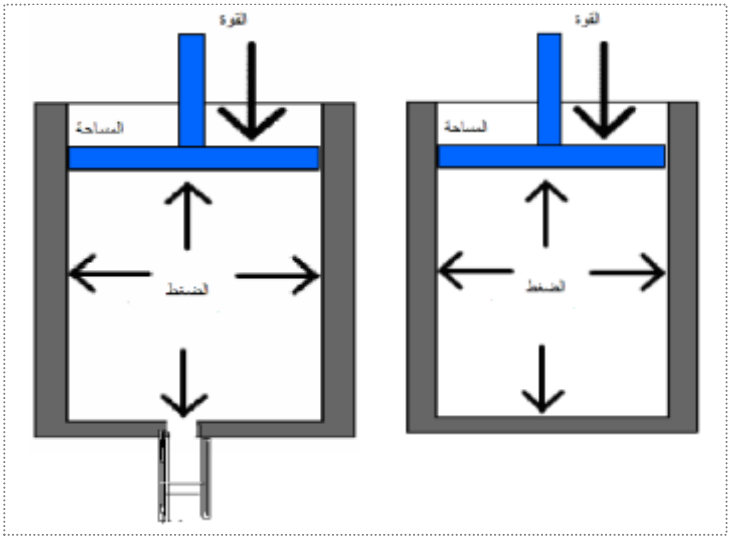
ونسبة لأن وحدة القوة هي النيوتن ووحدة المساحة هي المتر المربع فإن وحدة الضغط هي النيوتن/متر^2 وهي وحدة تسمى **باسكال** على إسم عالم الرياضيات الفرنسي باسكال

وإختصاراً Pa, أي:

$$Pa = \frac{N}{m^2}$$

عزيزي الدارس،، نجد في:

- حالة الأجسام الصلبة ونسبة لتماسك الجسم الصلب يظهر الضغط فقط على السطح الذي يرقد عليه الجسم الصلب.
- أما في حالة الضغط على مائع (سائل أو غاز) محصور في وعاء (أنظر الشكل (3-8) الأيمن) بالقوة F بواسطة مكبس (piston), فإن الضغط يحسب بالمعادلة (7) حيث المساحة A هي مساحة المكبس. كل ذلك بالرغم من أن هذا الضغط داخل الوعاء يتوزع على كل مساحة سطحة الداخلي ويزيد بزيادة ضغط المكبس. عند وجود فتحة مقابلة للمكبس (الشكل(3-8) الأيسر) فإن مثل هذه الآلة تصبح منفاخاً يضخ الهواء بعد إجراء بعض التعديلات الضرورية مثل إضافة بلوفة تسمح بتخزين الهواء ومن ثم ضخه.



الشكل (3-8): المكبس والمنفاخ

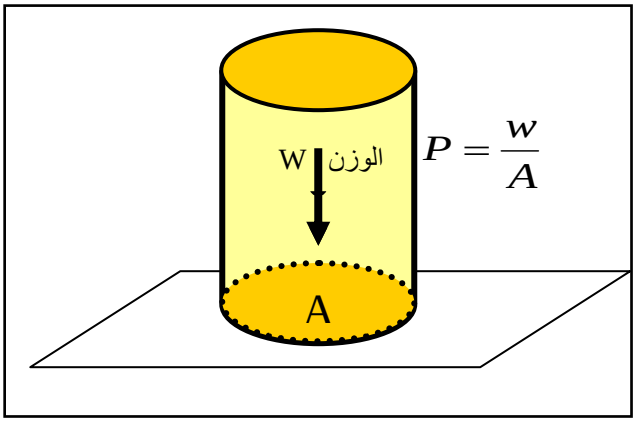
1.4.3. الضغط بسبب الوزن

عزيزي الدارس ،،

أن من المعلوم إي شيء له وزن w يتسبب في وجود ضغط على السطح الذي يرقد عليه لأن الوزن قوة و في هذه الحالة فان:

الضغط هو مقدار القوة المؤثر(الوزن) علي وحدة المساحات

$$P = \frac{w}{A}$$



الشكل(3–9). الضغط بسبب الوزن

عزيزي الدارس،،

لنفترض أن شخصاً يقف على الأرض, فأن ضغط كل قدم من قدمي الشخص يتوقف على مساحة الحذاء ويكون الضغط على الأرض عند كل خطوة (يقف الشخص على قدم واحدة) يساوي وزن الشخص على مساحة الحذاء الواحد.

عموماً يكون للمائع (السائل أو الغاز) ضغط بسبب الوزن إلى أسفل, والضغط لا يكون في القاع فقط ولكن يمكن قياسه في كل النقاط وعلى جميع الإرتفاعات, بسبب طبيعة الموائع،

وإن اختلفت قيمته. فمثلاً في نقطة قريبة من سطح السائل، يكون الضغط بسبب الوزن قليل بسبب قلة إرتفاع السائل فوق تلك النقطة، مقارنة مع الضغط على نقطة في قاع الوعاء.

النشاط

عزيزي الدارس،،

هل يمكنك أن تحسب مساحة حذائك وأن توجد الضغط الذي تضغطه على الأرض بحذائك؟. كم يكون الضغط الفعلي الواقع على الأرض من الجزء الخلفي من الحذاء النسائي ذي الكعب العالي, إذا إفترضنا أن الوزن يتوزع بالتساوي بين نصفي الحذاء الأمامي والخلفي؟

2.4.3. علاقة الضغط بالكثافة

عزيزي الدارس ،،

من المعروف أن الكثافة هي الكتلة في وحدة الحجم، و يرمز لها بـ (ث) و بالإنجليزي (ρ– تنطق رو(roh))

الكثافة (ρ) = الكتلة (m)÷ الحجم (V),

و لذلك:

الكتلة (m) = الكثافة (ρ) × الحجم (V)

$$m = \rho \times V$$

ولكن الحجم V = المساحة A × الإرتفاع ℓ

$$V = A \times \ell$$

وعلية تصبح الكتلة: هي كثافة ρ × المساحة A × الإرتفاع ℓ

$$m = \rho \times A \times \ell$$

لان الوزن = تسارع الجاذبية g × الكتلةm

$$w = \rho \times A \times \ell \times g \qquad (9-3)$$

أي أن الوزن يتناسب مع الكثافة والإرتفاع يالإضافة إلى المساحة وتسارع الجاذبية, وكلما قلت كثافة مادة ما كلما قل وزنه. ومما سبق يصبح الضغط:

$$p = \rho \times \ell \times g \qquad (10-3)$$

أي أن الضغط يتناسب مع الكثافة و الإرتفاع ولا يتوقف على المساحة. وهذه النتيجة ستفيدنا في فهم الضغط الجوي.

أسئلة تقويم ذاتي

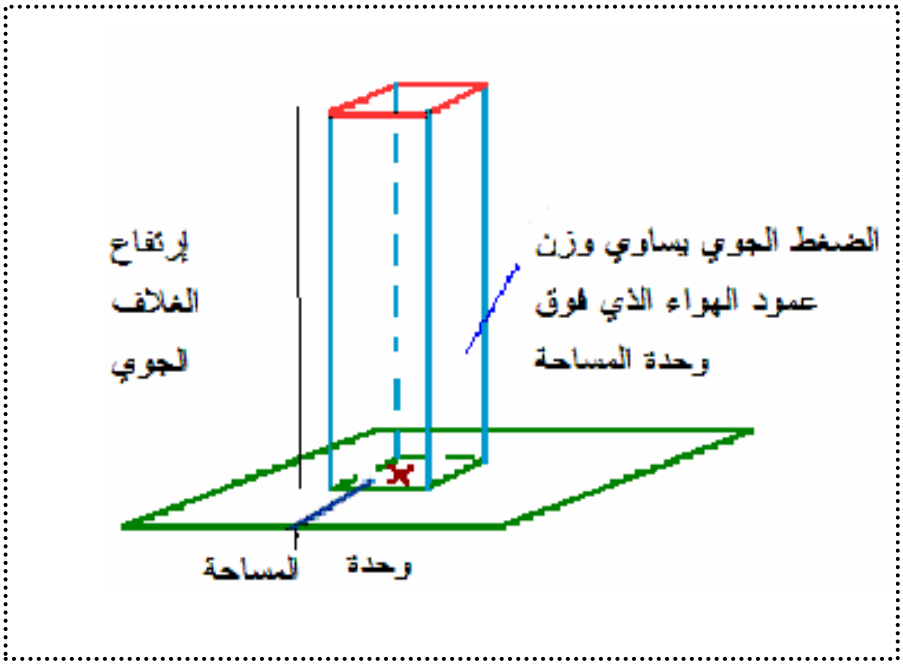
1. ما هو الضغط (P)؟
2. وضح علاقة الضغط بالكثافة؟
3. أكتب الصيغة الرياضية للوزن؟
4. الضغط يتناسب مع الكثافة و الإرتفاع ولا يتوقف على المساحة . ناقش هذه العبارة .
5. ما هي العلاقة بين القوة و الضغط؟

3.4.3. الضغط الجوى

عزيزي الدارس،،

قد نسمع كثير بان الضغط الجوي مرتفع أو منخفض فماذا نعني بذلك؟

الضغط الجوي هو وزن عمود الهواء الذي مساحة مقطعه متر مربع أي م ^{2} و إرتفاعه يعادل سمك الغلاف الجوي فوق المنطقة المقاس عندها.



الشكل3–10): تعريف الضغط الجوي: الضغط الجوي **هو وزن عمود الهواء الذي مساحة مقطعه متر مربع**

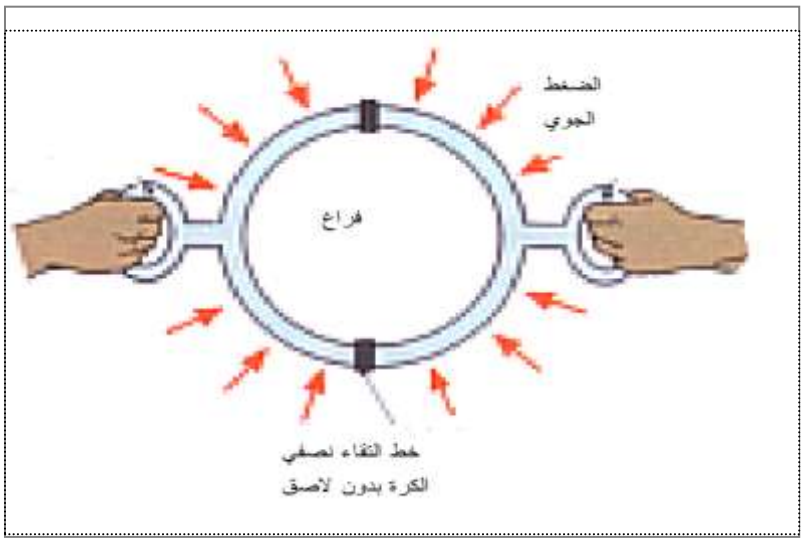
عزيزي الدارس ،،

لاحظ أن:

- عمود الهواء في حالة الغلاف الجوي هو عمود مساحته متر مربع وذو إرتفاع كبير يصل إلى عشرات بل مئات الكيلومترات, وبالتالي يقل وزن عمود الهواء كلما ارتفعنا إلى أعلى. ولذا فوزن عمود الهواء يكون أكبر ما يكون على (سطح البحر) لأن الإرتفاع في هذه الحالة يكون أكبر ما يكون.
- أما على سطوح الجبال فإن وزن عمود الهواء يقل بسبب إرتفاع الجبال فوق مستوى سطح البحر ذي أعلى ضغط. إضافة إلى ذلك ولوجود الجاذبية فإن الهواء يكون أكثر كثافة على (وقرب) سطح الأرض بسبب جذب الأرض لجزيئات الهواء, وتقل تلك الكثافة كلما إرتفعنا عن سطح الأرض, ولذلك تتضاءل كثافة الهواء بسرعة شديدة جداً, وبالتالي يقل الضغط بصورة واضحة جداً حتى على إرتفاع كيلومترات قليلة من سطح الأرض. وبسبب هذه العلا بين الضغط أو الارتفاع يستعمل مقياس الضغط لتحديد الارتفاع.

وعموماً فإن الضغط على سطح البحر يساوي $101.325\ k\ Pa$

الشكل (3−11) تجربة نصفى الكرة تجربة نصفي الكرة المشهورة حيث يصعب جداً فصلهما عن بعض بعد تفريغ الهواء داخل الكرة, حيث يمنع الضغط الجوي (خارج الكرة) فصل النصفين عن بعضها البعض.



الشكل (3–11). تجربة نصفى الكرة.

4.4.3 مقياس الضغط (البارومیتر) Barometer

عزيزي الدارس ،، نجد أن هناك عدة أنواع من مقاييس الضغط المستخدمة، منها عدد من الأنواع البسيطة المخصصة للإستخدام الشعبي في البلدان المتقدمة. غير أن أول مقياس للضغط معروف ومسجل في الدوائر العلمية هو ذلك المنسوب لعالم رياضيات إيطالي إسمه إيفانجليستا تورشيلّي (Torricelli)، الذي عاش في الفترة 1608–1647 وعاصر جاليلو لفترة ما. ويتكون بارومیتر تورشيلّي الزئبقي من انبوب ارتفاعه حوالي المتر، مفتوح من جانب واحد (الجانب الأعلى) ويُملأ من خلال تلك الفتحة بالزئبق, ثم يقلب الأنبوب، حتى يصبح الجانب المفتوح إلى أسفل، في حوض به زئبق, وعندها ينخفض إرتفاع الزئبق في الأنبوب إلى 76 سم فوق مستوى الزئبق في الحوض (30 بوصة) **(الشكل (3–12)**. ويتم تدريج الأنبوب حول هذا الإرتفاع حيث يتغير الضغط الجوي عادة في هذا المدى.

من (المعادلة (3–10)) فأن الضغط:

$$P = \rho \times \ell \times g \qquad (10-3)$$

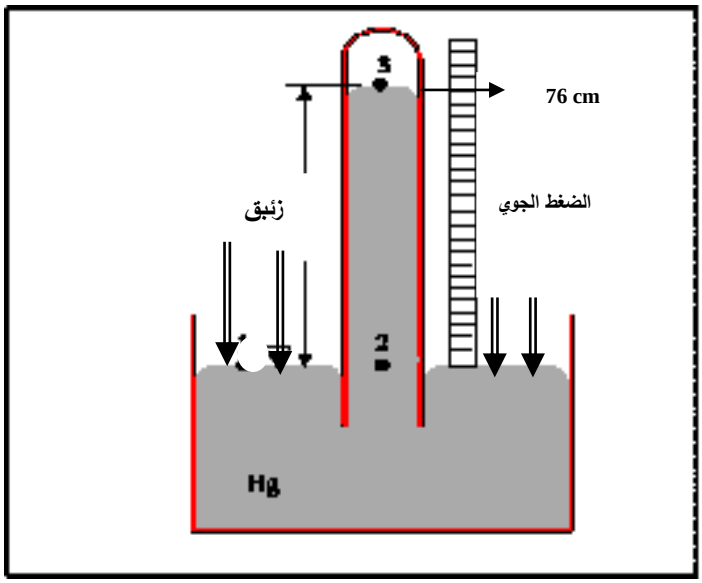
و باستعمال الارتفاع وتسارع السقوط الحر (تسارع الجاذبية) وكثافة الزئبق التي تساوي 13.6 جرام/سم^3:

$$P = 13.6 \times 76 \times 1000 = 1033600 \text{ g/cm}^2$$

عزيزي الدارس،، قارن بين هذه النتيجة التي حصلت عليها عليها بالباسكال

البارومتر الزئبقي:

الشكل (3–12) يوضح مبدأ عمل أول جهاز استعمل لقياس الضغط الجوي والذي يعرف الآن "بالبارومتر الزئبقي" أو بإسم مخترعه الايطالي "تورشيلّي".



الشكل (3–12): بارومتر تورشيلّي الزئبقي

ارتفاع الزئبق في الأنبوب الواقف يعادل الضغط الجوي وهو يتغير نقصان أو زيادة حوالي المتوسط 76 سم.

◄◄ **مثال (3–2):**

ماذا سيحدث لو استعملنا سائلاً آخر, مثلاً الماء في مقياس الضغط (البارومیتر)،علماً بأن كثافة الماء تساوي 1 جرام في السم المكعب.

الحل

بتعويض كثافة الماء بدلاُ عن كثافة الزئبق في معادلة الضغط يمكننا إيجاد إرتفاع الماء في الأنبوب الذي يعادل الضغط الجوي.

$$\ell = \frac{P}{\rho \times g} = \frac{1033600}{1 \times 1000} = 10336cm = 10.336m$$

أي أنه لكي نصنع بارومیتراً مائياً يقيس الضغط نحتاج إلى أنبوب مقفول من أعلى طوله أكثر من عشرة أمتار وبالضبط أكثر من 10.34 متر, وهذا طبعاً غير عملي.

5.4.3 مقياس الضغط الطبي

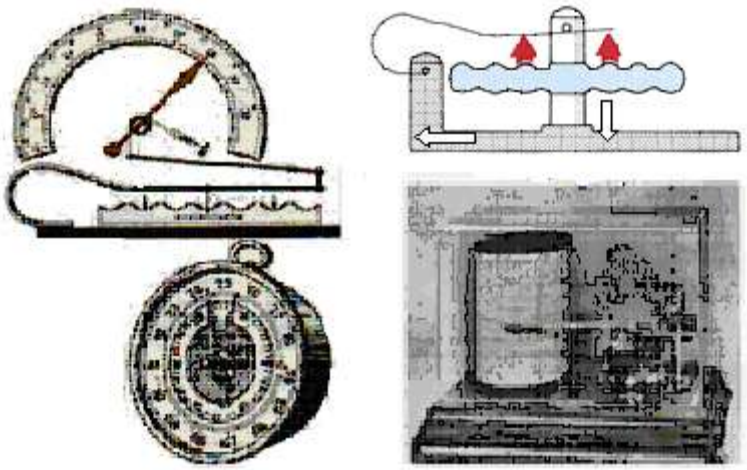
عزيزي الدارس ،،

يعمل مقياس الضغط الطبي على نفس مبدأ عمل هذا المقياس, والغرض معرفة ضغط الإنسان من خلال نفخ الحزام الذي يلف حول اليد حيث هناك حدان للضغط عند كل إنسان أحدهما ضغط مرتفع هو الضغط المرتبط بضخ الدم في الشرايين (إنقباض عضلات القلب) والآخر منخفض ناتج عن سحب الدم للقلب (انبساط عضلات القلب). ويمكن أن يكون مقياس الضغط الطبي من النوع الزئبقي حيث تظهر النبضات في شكل اهتزازات في عمود الزئبق عند الضغط الفعلي في مستوياته الاثنين. أيضا يستعمل في مقياس الضغط الطبي البارومتر المعدني المشروح في القسم التالي.

6.4.3. البارومتر المعدني Aneroid barometer

عزيزي الدارس ،،

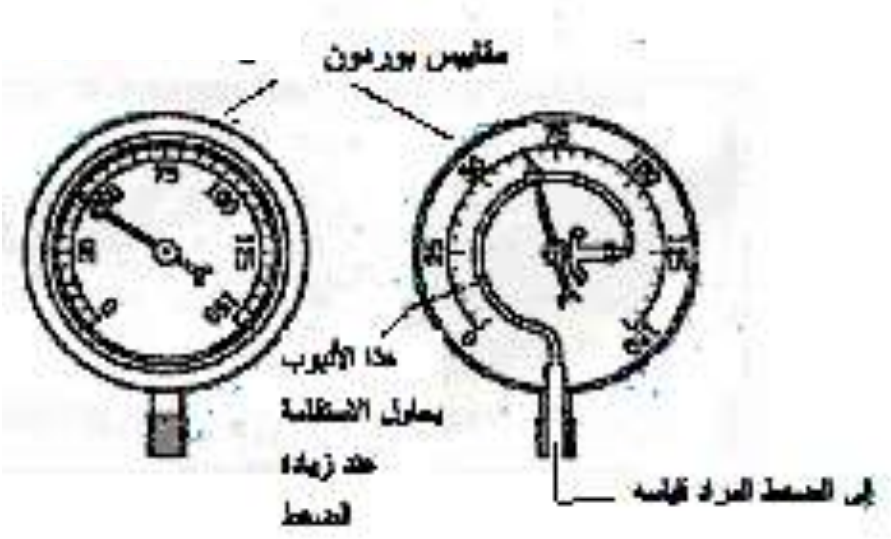
هل تعلم أن الباروميتر المعدني في الشكل (3–13) عبارة عن خلية أو مجموعة خلايا معدنية تحتوي كل خلية على كمية قليلة من الهواء. و الخلية عبارة عن علبة من معدن سطوحه العلوية والسفلية منسوجة لتصبح أكثر مرونة.



الشكل (3–13). البارومتر المعدني

الزيادة في الضغط خارج الخلية, تجعل جوانب الخلية تقترب من بعضها (عادة يوضع سلك حلزوني لمنع الخلية من الانطباق). هذه الحركة الناتجة عن تغير الضغط تنقل بواسطة مجموعة من الروافع والتروس الصغيرة لمؤشر يمر على تدريج في واجهة الجهاز يوضح كقدار الضغط.

هناك نوع آخر من مقاييس الضغط المعدنية وهو عبارة عن أنبوب معدني مرن نوعاً ما يحاول الاستقامة بزيادة الضغط ويزداد انطوائه بقلة الضغط كما في الشكل (3–14).



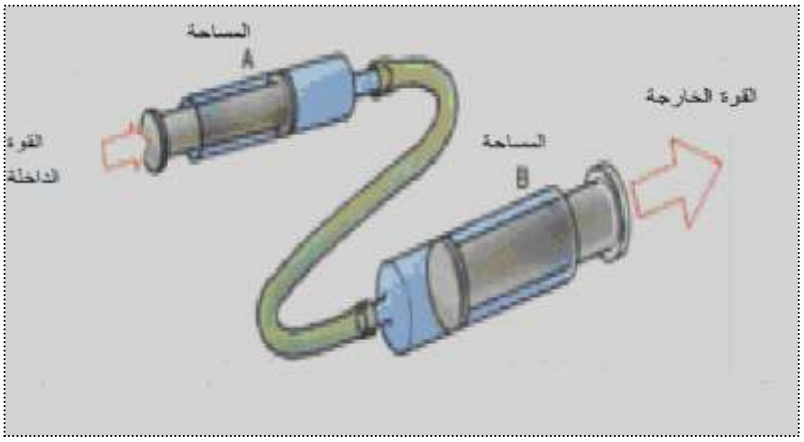
الشكل (3–14): بارومتر معدني بانبوب

5.3. تطبيقات على قوانين الضغط

عزيزي الدارس،، هنالك تطبيقات كثيرة جداً ومفيدة لقوانين الضغط. وفيما يلي نناقش بعض الأمثلة.

1) **المعادلة (3–8)** : القوة = الضغط × المساحة

المعادلة السابقة هامة جداً لأنها توضح أنه يمكننا الحصول على ضغط أكبر من نفس الضغط بتقليل المساحة الواقع عليها الضغط , و يمكن كتابة المعادلة (8) للشكل (15)



الشكل (3-15): تتغير القوة بتغير المساحة

والذي يمثل انبوب في طرفيه مكبسان حيث المكبس **A** مساحته اصغر من المكبس B ، مع ذلك فالضغط في الانبوب واحد, أي :

$$P_A = P_B$$

ولكن

$$P = \frac{F}{A}$$

فان

$$\frac{F_A}{A} = \frac{F_B}{B}$$

وعليه تصبح القوة الخارجة:

$$F_B = B \times \frac{F_A}{A}$$

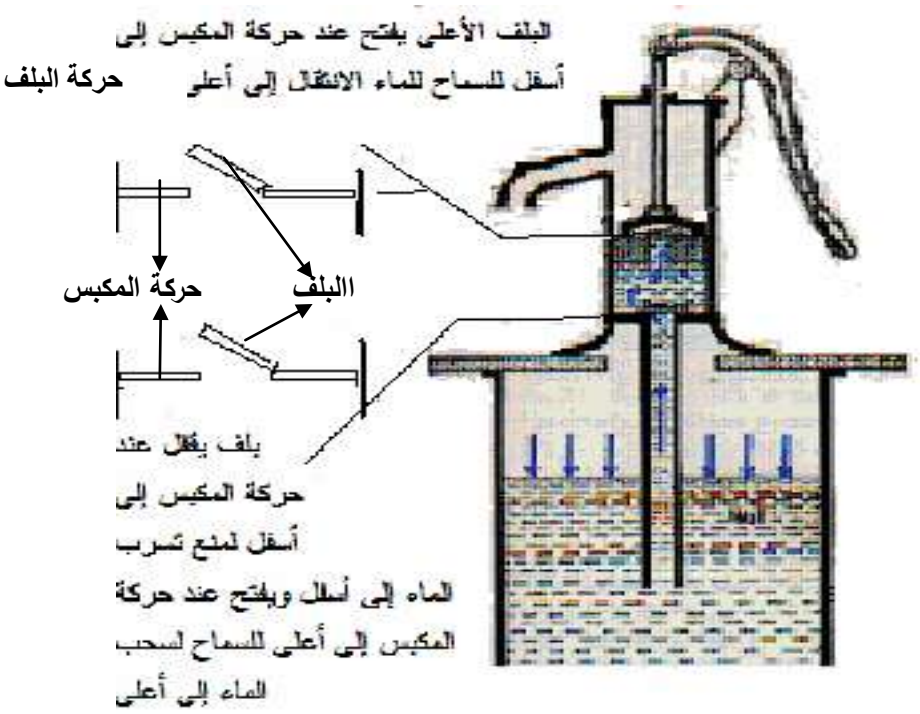
حيث نلاحظ أن $F_B \rangle F_A$. هذه المعادلة التي يعتمد عليها نظام الهيدروليك المستخدم بصورة واسعة في الأجهزة الميكانيكية, بدءاً من فرملة السيارات وتغيير التروس (التعاشيق) في

السيارات وغيرها حتى قيادة الآليات الثقيلة.

2): المضخة اليدوية

عزيزي الدارس ،،

الشكل (3–16) يوضح كيفية حركة الماء إلي اعلي باستعمال بلفين



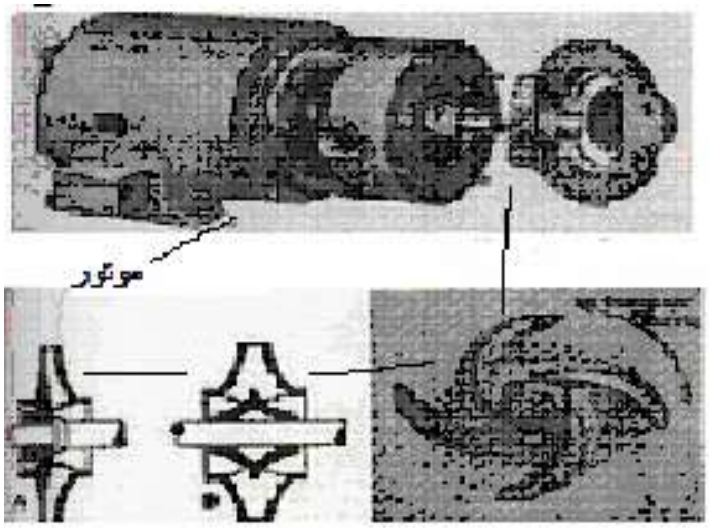
الشكل (3–16): طريقة عمل المضخة اليدوية

3): التوربينات

عزيزي الدارس ،،

المبدأ الذي تستخدمه المضخات عموماً هو استخدام توربينات صغيرة تقوم بسحب السائل، وذلك بإيجاد ضغط منخفض خلفها أثناء دورانها فتسحب السائل نحوها ومن ثم تدفعه أمامها.

الشكل (3-17) يوضح مضخات الماء المتحركة كهربيا أو ميكانيكا التي تسحب السوائل باستخدام مبدأ الطرد المركزي في التوربينات أو المراوح. والتي تقوم أثناء دورانها بخلق ضغط منخفض أمام السائل فيحركه ليملأ الفراغ وبالتالي يكون قد تم سحب السائل بواسطة التروربينه ودفعه بعد ذلك ليرتفع.

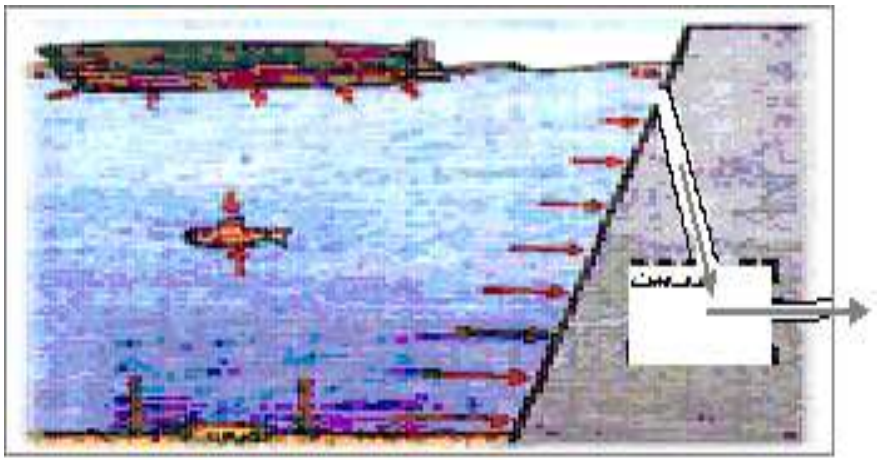


الشكل (3-17): مضخة صغيرة تستخدم توربينة صغيرة

4): توليد الكهرباء من السدود

عزيزي الدارس ،، تتم عملية توليد الكهرباء من السدود بخزن الماء على ارتفاع عال أمام الخزان ومن ثم تتم الاستفادة من الفرق في الارتفاع في توليد الكهرباء بواسطة الماء الذي يندفع من خلال توربينات موجودة على مستوى منخفض في جسم السد كما موضح في

الشكل (3-18).



الشكل (3-18): توليد الكهرباء من السد

أسئلة تقويم ذاتي

1. ما هو الضغط الجوى؟
2. علل: لا يمكن استعملنا سائل آخر, مثلاً الماء في مقياس الضغط (البارومیتر).
2. أول مقياس للضغط هو بارومیتر تورشيللي، اشرح كيفية عمل المقياس.
4. وضح كيفية عمل مقياس الضغط الطبي ؟
5. هناك حدان للضغط عند كل إنسان أحدهم ضغط مرتفع والأخر منخفض ناقش هذه العبارة !
6. اشرح عمل البارومیتر المعدني ؟
7. اذكر ثلاث تطبيقات لقوانين الضغط؟

6.3. السحب والأمطار Clouds and Rain

1.6.3. تكون السحب وعلاقته بالضغط الجوي ودرجة الحرارة

عزيزي الدارس,

عرفنا فيما سبق أن الضغط الجوي في أي موقع على سطح الأرض هو وزن عمود الهواء الذي تساوي قاعدته المتر المربع في ذلك الموقع. ولذلك يعتبر الضغط الجوي على سطح البحر هو الضغط المعياري, ذلك لأن البحر هو السائد على ظهر الأرض وأن سطح البحر هو السطح المعياري. أدنى مكان على ظهر الأرض هو البحر الميت في الأردن الذي يقل بحوالي 400 متر عن سطح البحر, ولذلك نجد أعلى ضغط جوي هناك لأن عمود الهواء أطول بمقدار 400 متر. أيضا نجد تلك المنطقة (غور الأردن) مرتفعة الحرارة بسبب ارتفاع الضغط بها. ويمكننا فهم سبب ارتفاع درجة الحرارة في المناطق المرتفعة الضغط إذا قارنا ذلك مع انخفاض الضغط الجوي على الجبال العالية حيث يقل الضغط الجوي على الأماكن المرتفعة, لأن عمود الهواء فوقها أقصر, وبالتالي وزنه أقل. قلة الضغط فوق تلك المناطق المرتفعة يتسبب في انخفاض درجة الحرارة.

السبب في زيادة الحرارة عند زيادة الضغط هو أن الضغط يقلل المسافات بين جزيئات الغاز أو الهواء مما يزيد من التصادمات بين هذه الجزيئات مما يفقد تلك الجزيئات جزء من طاقة حركتها في شكل حرارة تتسبب في رفع درجة الحرارة. مثل هذه التصادمات تقل في حالات الضغط المنخفض (مثلاً في المناطق المرتفعة) مما يقلل من درجة الحرارة.

عزيزي الدارس,

في حالة وصول الهواء المشبع ببخار الماء إلى منطقة فيها درجة الحرارة منخفضة, فهناك دائماً إمكانية تكثف بخار الماء الذي يحمله الهواء مكونا سحباً إذا كانت الظروف ملائمة. ومن هذه الظروف الملائمة وجود نوى يتجمع حولها الماء مكونة قطرات ماء صغيرة. فالسحاب هو عبارة عن الملايين من قطرات الماء الصغيرة (أو بلورات الثلج في حالة درجات

الحرارة المنخفضة). أي أن السحاب يتكون عندما يبرد بخار الماء ويتحول إلى سائل ولكن في صورة قطرات صغيرة جداً.

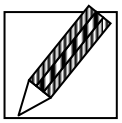
عزيزي الدارس،

لا يتم تكثف بخار الماء في صورة قطرات صغيرة إلا إذا كانت هناك نواة لكل قطرة. هذه النوى الضرورية لتكوين القطرات يمكن أن تكون:

1. غبار أو رمل أو جسيمات دقيقة أخرى عالقة في الهواء؛
2. دخان وهباب من البراكين أو الحرائق ومن التلوث؛
3. الأجسام التكاثرية وغبار الطلع من أكياس الطلع الذي ينقلها الهواء بين النباتات المختلفة؛
4. قرب البحار والمحيطات تتكون قطرات الماء في السحاب حول جزيئات الملح من البحر؛
5. هناك بعض الكيماويات التي تستعمل بعد نثرها في الجو لتكوين السحب الصناعية أو ما يسمى بالأمطار الصناعية.

في كل الحالات السابقة, تحمل **الرياح** هذه الجسيمات الصغيرة التي تتكون حولها قطرات المطر. أكثر هذه الجسيمات الدقيقة فعالية في تكوين القطرات هي تلك التي تذوب في الماء, مثل الملح. وتشير بعض المصادر إلى أن هذه الظاهرة تمثل أحد أمثلة الاعجاز العلمي للقرآن الكريم الذي وردت فيه منذ 14 قرنا الآية : " **وَأَرْسَلْنَا الرِّيَاحَ لَوَاقِحَ فَأَنزَلْنَا مِنَ السَّمَاء مَاء فَأَسْقَيْنَاكُمُوهُ وَمَا أَنتُمْ لَهُ بِخَازِنِينَ** "(**الحجر** 22).

أسئلة تقويم ذاتي



1. علل:
   أ. الضغط عند سطح البحر هو الضغط المعياري؛
   ب. يقل الضغط كلما ارتفعنا عن سطح الأرض؛
   ت. الضغط الجوي في منطقة البحر الميت هو أعلى ضغط في العالم؛
   ث. ترتفع درجة الحرارة بارتفاع الضغط وتقل بقلتها؛
   ج. لا تتكون قطرة المطر إلا حول نواه.
2. أذكر ثلاث من أنواع النوى الموجودة في الجو والتي تتكون حولها قطرات المطر في السحب.

2.6.3: تجربة

تكوين ما يشبه السحابة داخل قارورة

عزيزي الدارس,

ذكرنا فيما سبق أن انخفاض الضغط يصحبه انخفاض درجة الحرارة, وانخفاض درجة الحرارة يكثف بخار الماء في قطرات صغيرة مكونا السحب, وذكرنا أنه لا بد من وجود أجسام دقيقة (نوى) لتتكون حولها القطرات. كل هذه الشروط سنستعملها في التجربة التالية لنرى ما يشبه السحابة يتكون في داخل قارورة بلاستيكية مرنه من النوع الذي يستعمل في تعبئة ما يسمى بماء الصحة, ويفضل القارورة غير الملونة و مقاس اللتر الواحد.

- يصب في قاع القارورة ماء ساخن إلى حد ما؛
- يدخل دخان في القارورة مثلا بإشعال عود ثقاب وإدخاله مباشرة بعد إطفائه في

القارورة أو نفخ الدخان منه في القارورة؛

- الآن يمكن الحصول على ما يشبه السحابة داخل القارورة بخفض الضغط داخلها ومن ثم خفض درجة الحرارة بواسطة واحدة من الطرق الثلاث التالية:

1. قفل القارورة بعد إدخال الدخان مباشرة ومن ثم الضغط عليها عدة مرات وإطلاقها كل مرة حتى يلاحظ تكثف الماء داخل القارورة؛
2. أو بعد إدخال الدخان يوضع كيس بلاستيك فوق فوهة القارورة ويثبيت بواسطة خيط مطاطي من ذلك النوع المستعمل لربط النقود. بعد ذلك يدخل جزء من الكيس داخل القارورة ثم يسحب مباشرة مما يخفض الضغط داخل القارورة فتبرد فيتكثف الهواء في شكل سحابة صغيرة.
3. أو يثقب غطاء القارورة وتوصيله مع أنبوب منفاخ العجلة, و بعد إدخال الدخان والتأكد من وصوله إلى كل أجزاء القارورة يسحب بعض الهواء من القارورة بوساطة المنفاخ فيقل الضغط داخل القارورة فتنخفض درجة الحرارة فيتكثف بخار الماء حول أجزاء الدخان مكونا قطرات تظهر في شكل ما يشبه السحابة من حيث التكوين.

نشاط

عزيزي الدارس،،

قم بأجراء التجربة أعلاه بأي من الطرق المذكورة أعلاه حتى تتأكد من طريقة تكون السحاب, ويمكنك أجراء نفس التجربة لتلاميذك اذا كان هناك درس في هذا الموضوع.

3.6.3: طرق تكون السحاب في الواقع

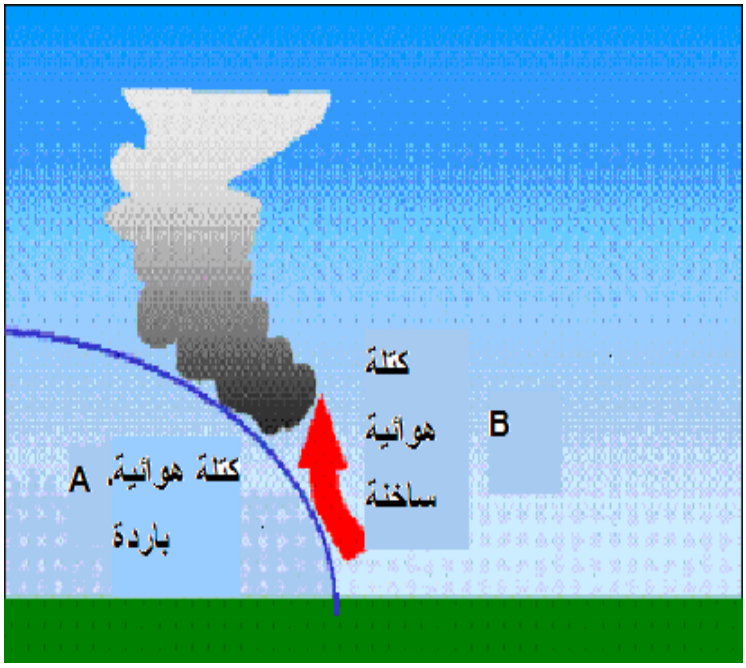
عزيزي الدارس,

هناك عدة طرق لتكون السحاب على سطح الأرض:

1. يتكون بتيارات الحمل Convection : وهذا يتم بانتقال الهواء وارتفاعه. وكلما ارتفع الهواء برد وتكثف حول الجسيمات الدقيقة المعلقة في الهواء مكونا قطرات صغيرة كثيرة جداً.
2. يتكون حسب السمات السطحية (الطبوغرافيا) للمكان المعين. مثلاً الهواء المشبع ببخار الماء الصاعد على سطح الجبل يبرد فيتكثف الماء مكوناً سحبا كما في **الشكل (3-19).**

الشكل (3-19): تكون السحاب باتباع طبوغرافيا الجبال

3. عند تلاقي الكتل الهوائية air masses. فالهواء لا يصعد فقط متابعاً سطوح الجبال أو تيارات الحمل, وإنما يصعد أيضاً عندما تلتقي كتلة هوائية ساخنة مشبعة ببخار الماء مع كتلة باردة فتصعد الساخنة فوق الباردة إلى أعلى فتبرد فيتكثف الماء مكوناً سحابة كما في **الشكل (3–20)**.



الشكل (3–20): الكتلة الهوائية الرطبة الساخنة B تصعد فوق الكتلة الباردة A

3. عندما يتكون الضباب , حيث يمر الهواء الدافئ المحمل ببخار الماء فوق سطح بارد وتتكثف الرطوبة مكونة ضباب كما في الشكل (3–21), هذه الآلية تحدث عادة عند شواطئ القارات.

الشكل (3-21): تكون الضباب قرب الشواطئ

4.6.3. تكون الأمطار

عزيزي الدارس,

العدد الضخم من القطرات الصغيرة في السحب لا تنزل مطراً إلا عندما تكبر. وعادة تكبر هذه القطرات إما بأخذ الرطوبة من الهواء الذي حولها فتكثفه على القطرة, أو باندماج القطرات مع بعضها أثناء هبوطها أو الاثنين معاً.

ويتراوح قطر قطرة المطر بين نصف مليمتر و 8 مليمتر في حالة قطرات العاصفة الرعدية. غير أنه عندما تغادر قطرة المطر أسفل السحابة تبدأ في لتبخر. فإذا كانت السحابة عالية وكان الهواء ساخناً و جافاً, تصغر قطرة المطر وهي ساقطة وتسقط ببطئ وربما تتبخر مرة واحدة قبل أن تصل إلى الأرض.

في السحب السميكة, أثناء سقوط القطرات داخل السحابة قد يحدث التصادم بين قطرات المطر بسبب اختلاف القطرات في الحجم وفي سرعة الهبوط. ولذلك تصبح القطرات اكبر بالتقاطها للقطرات الصغيرة في الطريق. أما في السحب غير السميكة فلا يحدث التصادم كثيراً , لأن القطرة تصبح خارج السحابة قبل أن تصل إلى الحجم المناسب للمطر فتتبخر.

قطرات المطر عادة كروية , ولكن عند سقوطها تصبح مفلطحة وعريضة للدرجة التي يحدث فيها انقسام للقطرات التي قطرها أكثر من 5 مليمتر أثناء سقوطها.

إذا أصبحت درجة الحرارة داخل السحب بين الصفر و −40 درجة مئوية يمكن تكون بلورات ثلج حول نوى ثلجية.

أسئلة تقويم ذاتي

1.أذكر طريقتين لتكثيف الماء في السحب المحملة بقطرات الماء الصغيرة

2.لا ينزل المطر إلا إذا كبرت قطرات الماء. وضح كيف يحدث ذلك في السحب الحقيقية.

3.ماذا يحدث إذا كبرت القطرة وأصبح فطرها أكبر من 5 مليمتر؟

5.3.4. أنواع السحب

1. **السحب العالية:** تكون عادة على ارتفاع أعلى من 5 كيلومترات (بين 8 و14 كيلومتر), حيث الجو شديد البرودة، وتظهر السحب العالية كالشعر الأبيض (توصف أحياناً بذيل الخيل) في مساحات واسعة كما في **الشكل (3−22)**.

الشكل (3−22):السحب العالية:تشبه ذيل الحصان.

(المصدر: atmos. Colostate.edu)

وتظهر هالة حول الشمس عند النظر من خلال السحب العالية. وتتألف السحب العالية من بلورات ثلج صغيرة منفصلة عن بعضها البعض، ولونها أبيض نهاراً وردي صباحاً وعند الغسق، ويعقبها حدوث تقلبات جوية وأعاصير ،

2. السحب المتوسطة: ويكون ارتفاعها بين 2 و7 كيلومترات, وتتكون عادة من نوعين.

النوع الأول يسمى altocumulus وتسمى السحب القزعية وشكلها صوفي أو قطني المظهر ، ويبدأ تكون هذه السحب في فترة الظهر أو قبيل العصر، ويزداد نموها مع اقتراب المساء، وترتفع حتى يصل سمكها إلى 5 كيلومترات كما في الشكل (3-23). ويصحب هذه السحب حدوث عواصف واضطرابات جوية، كالرعد والبرق، وخصوصاً مع بداية هطول المطر منها، وقد يصحب هذا المطر سقوط (برد) . وسنناقش هذا النوع من السحب الركامية مرة أخرى لاحقاً.

الشكل (3-23): سحب متوسطة, المصدر: atmos. Colostate.edu

النوع الثاني من السحب المتوسطة تسمى altostratus clouds =السحاب الطاخر وهو سحاب منبسط وذو طبقات. وهو نوع من السحب يغطي كل السماء ويتكون عادة قبل العواصف الرعدية.

3. **السحب المنخفضة:** تكون على ارتفاعات أقل من كيلومترين, وعادة تكون على ارتفاع حوالي نصف الكيلومتر, كما في **الشكل (3-24)**.

الشكل (3-24): سحب منخفضة. (المصدر: atmos. Colostate.edu)

وتسمى (السحب الطبقية) أو (السحب البساطية)، ولا يصاحبها عواصف رعدية، أو سقوط برد، وهي كثيفة قاتمة، وليس لها شكل معين، وحوافها مهلهلة، وينهمر منها المطر أو الثلج(في المناطق الباردة) بصفة مستمرة. وهي واحدة من ثلاث أنواع من السحب التي تسقط منها الأمطار, وتشير المصادر إلى أنها السحب المقصودة في الآية 48 من سورة الروم: قال الله تعالى:

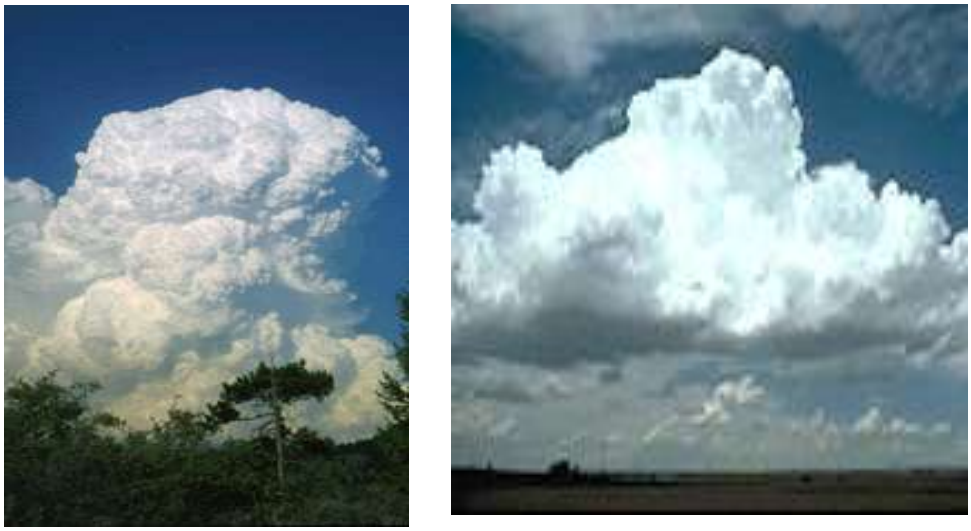
(اللَّهُ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيَاحَ فَتُثِيرُ سَحَاباً فَيَبْسُطُهُ فِي السَّمَاء كَيْفَ يَشَاءُ وَيَجْعَلُهُ كِسَفاً فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلَالِهِ فَإِذَا أَصَابَ بِهِ مَن يَشَاءُ مِنْ عِبَادِهِ إِذَا هُمْ يَسْتَبْشِرُونَ){48} ".

4. **السحب المتطورة رأسياً: وتسمى أيضاً الركامية أو القزعية Cumulus .**

الشكل (3-25): بدايات السحب المتطورة رأسياً

وهي نوعان:

1. **Cumulus السحاب النغّاض:** كما في الشكل (3-26), وهوسحاب مؤلف من أكداس من السحب:
   - قطنية الشكل
   - ذات قاعدة منبسطة, ومدورة القمة؛
   - توجد مسافة بين السحب؛



الشكل (3–26): السحاب النغاص المتطور إلى سحاب ركامي

(المصدر Web Weather for kids)

يكون ارتفاعها عن سطح الأرض حوالي 1000 متر؛ هي نفسها التي تتطور للنوع الثاني وهو:

2. **السحاب الركامي (المكفهر) Cumulonimbus:** وهي كتلة من السحب ترتفع قمتها على صورة جبال وتطلق وابلا من مطر أو ثلج (**الشكل (3–27)**), وهي:
   - سحب العاصفة الرعدية؛
   - طويلة جداً من حيث الارتفاع في شكل جبال , حيث أدني ارتفاع حوالي 300 متر بينما ارتفاعها الأعلى يصل إلى حوالي 12 كيلومتر؛
   - تكون في صورة فردية أو في مجموعة,
   - التورنيدو(وهو سحابة في صورة دوامة مدمرة) يعتبر من هذا النوع من السحب؛ وتنطلق كمية كبيرة من الطاقة من بخار الماء في هذه السحب. هذه السحب الركامية تتكون بعد أن تسوق الرياح السحب الصغيرة إلى مناطق تجميع حيث

تزيد في تلك المناطق كمية بخار الماء . أيضاً في هذه المناطق يحدث تجمع للهواء وتتكون تيارات هوائية صاعدة, تكون أقوى في وسط السحابة, وهذه التيارات تسحب بخار الماء , فتؤدي إلى نمو السحابة بالتراكم حول ممر التيار الصاعد, فتزداد السحابة ارتفاعاً كلما واصل التيار الهوائي صعوده. وفي الوقت الذي يأخذ فيه سوق السحب لنقاط التجميع بضع ساعات, فإن عملية الركم تأخذ حوالي الساعة.

التورنيدو

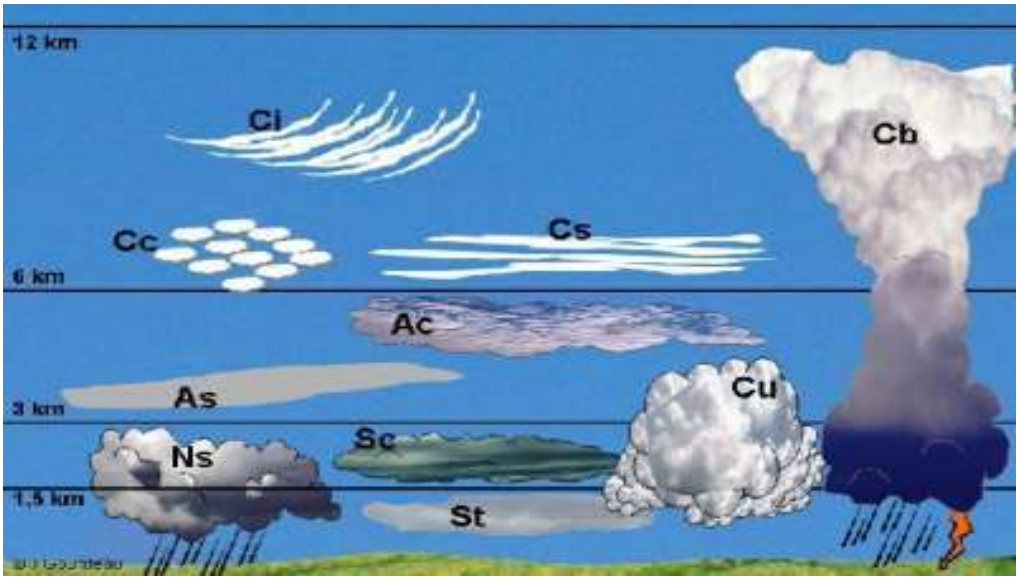
سحاب ركامي كالجبال

الشكل (3-27): أنواع السحاب الركامي (المكفهر) Cumulonimbus

وهذه السحب هي التي ذكرنا من قبل أنها تظهر من ضمن السحب المتوسطة. وتشير كثير من المصادر أن هذه السحب هي نفسها المذكورة في القرآن الكريم:

"أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يُزْجِي سَحَاباً ثُمَّ يُؤَلِّفُ بَيْنَهُ ثُمَّ يَجْعَلُهُ رُكَاماً فَتَرَى الْوَدْقَ يَخْرُجُ مِنْ خِلَالِهِ وَيُنَزِّلُ مِنَ السَّمَاءِ مِن جِبَالٍ فِيهَا مِن بَرَدٍ فَيُصِيبُ بِهِ مَن يَشَاءُ وَيَصْرِفُهُ عَن مَّن يَشَاءُ يَكَادُ سَنَا بَرْقِهِ يَذْهَبُ بِالْأَبْصَارِ" (النور43).

وفي العادة تحتوي سحب العاصفة الرعدية على عدة آلاف من الأطنان المترية من المياه مع ملاحظة أن الكيلوجرام الواحد من المياه في السحابة يطلق حوالي 2.26 مليون J (جول) من الطاقة. ولذلك فإن السحب الرعدية تطلق كمية ضخمة من الطاقة.



الشكل (3–28):عشرة أنواع من السحب على ارتفاعات مختلفة, الممطر منها نوعان فقط, والبرق والرعد في واحد(المصدر www.atmos;here.mpg.de).

الشكل (3–28) ملخص لأشكال السحب على الارتفاعات المختلفة– لاحظ تمدد السحب الركامية الرعدية الممطرة بين أكثر من ارتفاع. لاحظ أن Ns الممطرة هي نفسها السحب المنخفضة المذكورة أعلاه وهي ليست رعدية بينما Cb هي السحب الركامية الرعدية .

هناك نوع ثالث من أنواع المطر مذكور في القرآن الكريم ينزل من السحاب المعصر وهو سحاب لا ينزل منه المطر دفعة واحدة ، بل متقطعاً في دفعات ، وكل دفعة تأخذ فترة زمنية ويكون نزول الماء صباً ، ويكثر هذا النوع في المناطق الاستوائية حيث تجد الأشجار كثيفة ومن شدة كثافتها نجدها) ملتفة بعضها على بعض . **يقول الله تبارك وتعالى في محكم**

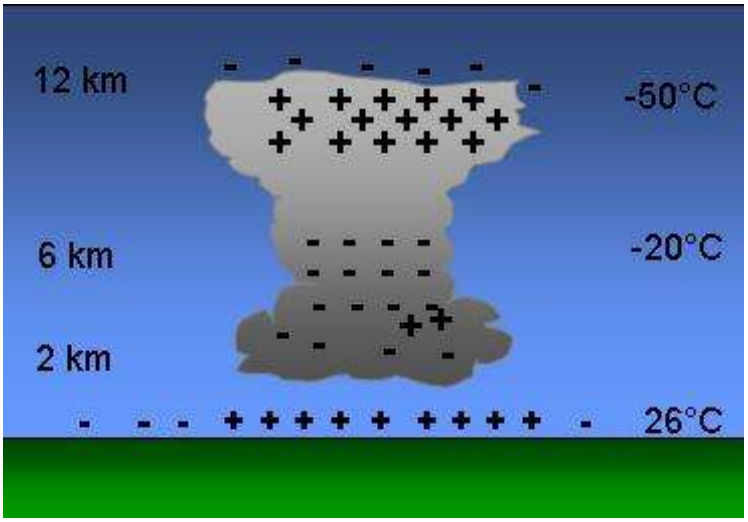
تنزيلة : وَأَنزَلْنَا مِنَ الْمُعْصِرَاتِ مَاء ثَجَّاجاً{14} لِنُخْرِجَ بِهِ حَبّاً وَنَبَاتاً{15} وَجَنَّاتٍ أَلْفَافاً{16} سورة النبأ.

وهذا نوع من المطر المتقطع يحدث من السحب الممطرة في المناطق الاستوائية حيث تنمو به إلى جانب الحبوب, النباتات الملتفة في بعضها.

6.3.4.البرق والصواعق

عزيزي الدارس,

البرق عبارة عن ظاهرة فيزيائية تنشأ كشرارة في الجو نتيجة التفريغ بين شحنتين مختلفتين على سحابتين, أو بين سحابه والأرض (الشحنات الكهربية في الوحدة الرابعة لاحقاً). فإذا تم هذا التفريغ بين سحابة وبين جسم موجود على سطح الأرض (كجبل أو شجرة مثلا) سمي الناتج عن هذا التماس صاعقة .



الشكل (3-29): توزيع الشحنات بالتأثير على السحاب الركامي وعلى الأرض

وعند حدوث التفريغ الكهربائي يرتفع فوق الجهد لدرجة تجعل الهواء موصلاً للكهرباء لأن ذراته قد تأينت فتمر الشرارة ويحدث البرق في زمن قليل قد لا يتعدى جزء من الثانية كما هو واضح في **الشكل (3-29)**.

والرعد يصاحب " البرق " وذلك لأن درجة حرارة شرارة البرق تصل إلى أكثر من 1000 درجة مئوية، فيسخن الهواء ويتمدد وتحدث فرقعة مدوية. وإذا نظر الإنسان في وجه البرق الشديد الضياء فإنه لا بد وأن يصاب بالعمى المؤقت, وهذا ما أشارت إليه الآية "**.... يكاد سنا برقه يذهب بالأبصار"** , **الشكل (3-30)**. (انظر أيضاً الشكل 5-3 في الوحدة الخامسة).

الشكل (3-30): تفريغ الشحنات الكهربية بين السحاب والأرض (هناك صور أخرى في الوحدة الخامسة)

7.3.6. الأمطار في السودان

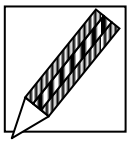
عزيزي الدارس ،،

يتكثف بخار الماء في السودان في الخريف في الغالب بواسطة ما يسمى بالتيار النفاث القادم من المحيط الهندي الواقع في جنوب الشرق بالنسبة للسودان. وهو تيار مندفع وبارد يأتي على ارتفاعات متوسطة متجهاً للشمال الغربي مكونا أمامه جبهة تسمى الفاصل المداري, وهو الخط الوهمي الفاصل بين الرياح الرطبة

المتجهة في اتجاه التيار النفاث والرياح الجافة القادمة من الشمال الغربي. ولذلك نجد هذا الفاصل المداري مائلا حيث يكون متقدما عند البحر الأحمر (فوق خط العرض 20) ومتأخراً في غرب السودان (حوالي 12 درجة). هذا التيار البارد يكثف بخار الماء في شكل سحب رعدية ممطرة تظهر في الغالب كأنها قادمة من الشرق.

في معظم الأحوال تكون الأمطار في السودان محلية لا تغطي مساحات واسعة في نفس الوقت. بعد سقوك المطر (وحتي أثنا المطر) ولوجود بخار الماء معلق في الهواء يزيد الضغط الجوي في منطقة سقوط المطر. هذا الارتفاع في الضغط يولد فرقاً في الضغط مع المناطق المجاورة فتهب الرياح متجه لتلك المناطق وتحمل معها التراب إذا كانت المنطقة جافة وبدون مطر لفترة من الزمن.

أسئلة تقويم ذاتي



1. عدد أنواع السحب من حيث الارتفاع وميز بين الأنواع المختلفة.
2. أذكر صفات السحب الرعدية.
3. هناك نوعان للسحب المتطورة رأسياً. ميز بينهما. هل هناك علاقة بينها وبين السحب الرعدية؟. وهل هناك علاقة بينها وبين السحب المتوسطة؟.
4. وضح ليف تتكون الأمطار في السودان؟
5. لماذا يزيد الضغط في حالة سقوط المطر في منطقة معينة؟

الخلاصة

ولكن ما الذي ناقشناه عزيزي الدارس ؟

أنها مفاهيم كثيرة ومهمة جدا:

هل يمكنك أن تلخص ذلك بإيجاز؟ .

لنتعاون على ذلك معا. و بدأنا أولا وفي هذه الوحدة بمعرفة مفهوم القوة والوزن وعرفنا:

- ما هو العزم
- و العلاقة بين القوة والضغط
- والضغط بسبب الوزن
- وعلاقة الضغط بالكثافة
- .ثم انتقلنا إلي مفهوم كل من الضغط الجوى – مقياس الضغط (البارومیتر) – مقياس الضغط الطبي

نرجو منك عزيزي الدارس في ختام الوحدة أن تعيد مراجعة الأهداف الواردة في البداية جيدا والتأكد من انك حققتها جميعا.

لمحة مسبقة عن الوحدة القادمة

عزيزي الدارس,

في الوحدة القادمة سنزودك بمعارف ومفاهيم أساسية وينبغي عليك الإلمام بها عن القوة والطاقة والشغل ثم طاقة الضغط وننتقل إلى الطاقة الحرارية .

نرجو أن تجد ها وحدة مفيدا .

إجابات التدريبات

التدريب(1)

1. يقيس الميزان الزنبركي الوزن

2. الميزان الذي يقيس الكتلة هو الميزان العادي لأنه يقارن بين وزنين وبالتالي يلغي تأثير الجاذبية

مسرد المصطلحات

Moment of Force	عزم القوة
Force	القوة
Pressure	الضغط
Moment	عزم
Barometer	مقياس الضغط (البارومیتر)
Rain	الأمطار
Convection	الحمل
air masses	الكتل الهوائية
altocumulus	السحب القزعية
altostratus clouds	السحب المتوسطة
Cumulus	السحب الركامية أو القزعية
Cumulus	السحاب النغّاض
Cumulonimbu	السحاب الركامي (المكفهر)

المراجع العربية و الأجنبية

1. أساسيات 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. الاعجاز العلمي في القرآن والسنة, تأليف أ. د. عبد الله بن عبد العزيز المصلح, و د. عبد الجواد الصاوي– الهيئة العالمية للاعجاز العلمي في القرآن والسنة–دار جياد للنشر والتوزيع.
6. هناك مواقع مفيدة على الانترنت

   Hyper Physics : Hyperphysics.phy-astr.gsu. edu
7. هناك مواقع ممتازة لمحاكاة التجارب الفيزيائية على الانترنت

   .Phy-ntnu.edu. tw

الوحدة الرابعة

الشغل والطاقة والمجالات

في الفيزياء:

الحرارة

محتويات الوحدة الرابعة

الموضوع	الصفحة
تمهيد	125
مقدمة	125
أهداف الوحدة	126
4. الشغل والطاقة والمجالات في الفيزياء	127
1.4.القوة والطاقة	127
1.1.4. القوة والشغل	127
2.1.4. الطاقة	129
2.4. الطاقة الحرارية	136
1.2.4. طرق انتقال الحرارة	136
2.2.4.الطاقة الداخلية ودرجة الحرارة	141
3.2.4. تأثيرات الحرارة على المادة	142
4.2.4. درجة الحرارة	143
5.2.4. الثيرموميتر والتدريج الحراري	144
6.2.4. حرارة الإنسان	147
7.2.4. الطاقة الحرارية (كمية الحرارة)	149
8.2.4. التمدد الحراري	151
الخلاصة	157
لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية التالية	158
إجابات التدريبات	159
مسرد المصطلحات	160
المراجع العربية والأجنبية	161

تمهيد

مقدمة

عزيزي الدارس,

مرحباً بك في الوحدة الرابعة من مقرر مقدمة في العلوم العامة (3): أساسيات الفيزياء, وهي بعنوان الشغل والطاقة في الفيزياء: الحرارة. وتشتمل هذه الوحدة على قسمين رئيسين.

نتناول في القسم الأول موضوع القوة والطاقة ثم مفهوم الشغل. وعلاقة الشغل بالقوة والطاقة.

أما في القسم الثاني فسوف نتعمق أكثر في دارسة الطاقة الحرارية, حيث ينقسم القسم إلى ثمانية أجزاء فرعية. في الثلاث أجزاء الأولى نتعرف على طرق انتقال الحرارة, والطاقة الداخلية, وتأثيرات الحرارة على المادة. في الأجزاء الثلاث التالية نركز على دراسة درجة الحرارة وكيفية قياسها, والصفر المطلق, والتدريجات المختلفة, وتأثيرات الحرارة على الانسان. وفي الجزأين الأخيرين يتم التركيز على دراسة كمية الحرارة والتمدد الحراري.

عزيزي الدارس، لقد ذيلنا هذه الوحدة بسرد شامل للمصطلحات العلمية التي وردت في النص الرئيسي, وترد في ثنايا هذه الوحدة تدريبات، وأنشطة، وأسئلة تقويم ذاتي، مع حلول وتعليقات.

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. تشرح مفهوم القوة؛
2. توضح مفهوم الشغل المبذول مع فهم الصيغة الرياضية؛
3. تفرق بين الطاقة الحركية وطاقة الوضع؛
4. تعدد طرق انتقال الحرارة؛
5. تشرح العلاقة بين الطاقة الداخلية ودرجة الحرارة؛
6. تعدد تأثيرات الحرارة على المادة؛
7. تفسر سبب وجود الصفر المطلق؛
8. تشرح طرق قياس درجة الحرارة؛
9. تميز بين التدريجات المختلفة؛
10. تشرح مفهوم الطاقة الحرارية؛
11. تفسر سبب وجود التمدد الحراري؛
12. تميز بين كل من التمدد الطولي والسطحي والحجمي.
13. تحل تمارين ومسائل ذات علاقة.

4. الشغل والطاقة والمجالات في الفيزياء

1.4. القوة والطاقة

عزيزي الدارس،،

الكثير من الظواهر الفيزيائية يمكن تصنيفها بأكثر من طريقة, وإلحاقها بمجموعات كثيرة. فمثلا التثاقل الكوني والكهربية والمغنطيسية كلها مجالات، حيث نجد تأثير القوة فيها يتم عن بعد. نعلم جيداً أن **وجود القوة** في حد ذاته يعني وجود **الطاقة**. أيضاً نجد أن الصوت و الكهرومغنطيسية والجسيمات الدقيقة كلها تشترك في **سلوكها الموجي**, أي تتحرك في صورة أمواج. ولا نَنْسَ أن الأمواج أيضاً حركتها تصدر عن وجود طاقة. فكل تفاعل فيزيائي حراري أو كهربي أو مغنطيسي أو تثاقلي أو ميكانيكي صوتي أو ضوئي أصله طاقة.

1.1.4. القوة والشغل

عزيزي الدارس،، عندما تتمكن قوة من تحريك جسم ما مسافة ما, يقول الفيزيائيون أن هذه القوة بذلت **شغلاً** Work, ويعرف الشغل بأنه:

مقدار القوة × المسافة التي تم قطعها في إتجاه القوة.

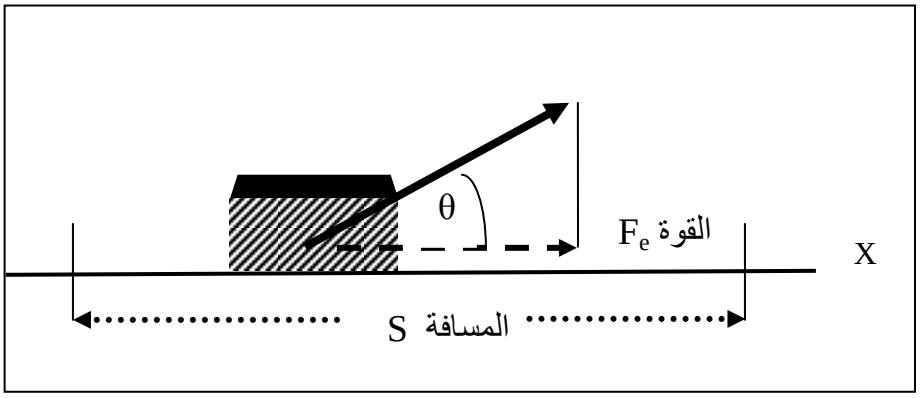
عزيزي الدارس،،

إذا رمزنا للقوة المؤثرة علي الجسم بالرمز F , والمسافة التي تحركها الجسم تحت تأثير هذه القوة بالرمز S , فإن:

$$W = F \times S \qquad (1-4)$$

الشكل (4–1) يوضح لنا جسماً على سطح املس تؤثر عليه قوة F، تصنع زاوية θ

مع إتجاه الحركة.



الشكل (4–1). الشغل الناتج من القوة الفعالة F_e

واضح لنا أن القوة الفعلية المؤثرة في اتجاه الحركة هي **F_e**، وبأعتبارها القوة الفعالة، التي تكون في اتجاه المسافة, يصبح التعبير الرياضي للشغل:

$$W = F_e \times S \qquad (2-4)$$

حيث أن القوة F_e هي الضلع المجاور للزاوية **θ** في مثلث القوة الواضح في هذا الشكل.

وحدة الشغل هو الجول الذي سمي على أسم العالم جول Joule الذي كانت له مساهمات كبيرة في دراسة الطاقة. ويرمز لهذه الوحدة بالرمز J.

حيث أن: **وحدة الجول = وحدة قوة × وحدة مسافة.**

= النيوتن × المتر

$$1Joule = 1Newton \times 1meter$$

$$\mathbf{J = Nm} \qquad (3-4)$$

◄◄ مثال (4–1):

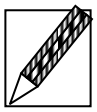
تسير سيارة بتأثير قوة ثابتة لآلة تساوي F= 5000N. إذا قطعت مسافة 200 متر جِدِّ الشغل الذي تبذله السيارة في هذه الحالة؟

الحل

بما أن القوة المؤثر ثابتة أذن الشغل المبذول = القوة × المسافة

حيث أن: $W = F \times S = 5000 \times 200 = 10^5\ J$

تدريب(1)



تسير عربة بتأثير قوة آلة ثابتة تساوي F = 9000N، إذا قطعت مسافة 1000متر. أوجد الشغل الذي تبذله السيارة في هذه الحالة ؟

2.1.4. الطاقة

مفهوما الشغل والطاقة مرتبطان معاً ارتباطا وثيقاً, وحسب التعريف العلمي فإن:

الطاقة هي المقدرة على بذل شغل

ونعلم أن **الشغل المبذول** يعني **طاقة مستهلكة**, ولكن وجود **طاقة مخزونة** يعني **إمكانية بذل شغل** بهذه الطاقة. أي أن **الطاقة تعادل الشغل.** ووحدة الطاقة هي نفسها وحدة الشغل.

عزيزي الدارس،،

نسمع كثيراً أسماء مختلفة للطاقة, مثل الطاقة الميكانيكية والطاقة الحرارية والطاقة الكيميائية والطاقة الحيوية والطاقة الغذائية (السعرات الحرارية)...الخ. فطاقة بطارية سيارة هي طاقة كهربية مخزنة في صورة كيميائية تتحول إلى طاقة ميكانيكية (في استارتر السيارة), فتدير ماكينة السيارة في بداية حركتها. غير أن مصطلح الطاقة يطلق في الفيزياء على عدد محدود من صور الطاقة (forms of energy). تنقسم الطاقة إلى قسمين رئيسين هما **طاقة الوضع و طاقة الحركة.** نتناول فى الفقرات القادمة هذين النوعيين.

أولا: طاقة الوضع

عزيزي الدارس ،، ماذا تعرف عن طاقة الوضع؟

طاقة الوضع: هي الطاقة التي يكتسبها الجسم بفضل وضعه

إذا نقلنا جسم من مستوى منخفض إلى مستوى عالٍ، نكون قد بذلنا شغلاً في هذه العملية, إي استنفذنا طاقة. ولكن هذا الجسم وهو في إرتفاعه يكون قادراً على السقوط تحت تأثير قوة الجاذبية مما يدل على أننا رفعنا الجسم لموضع لو سمح له أن يبذل شغلاً لفعل. وبما أن المقدرة على بذل الشغل هي الطاقة, لذا **يكون الجسم في وضع يكسبه طاقة** وهذه الطاقة تسمى **طاقة الوضع**، أي الطاقة التي يكتسبها الجسم بسبب وضعه. عند هذا الوضع يمكنه بذل شغل إذا سقط، حيث تمثل القوة في هذه الحالة وزن الجسم، والمسافة المقطوعة هي عبارة عن ارتفاع الجسم.

وعندئذ يصبح الشغل W = الوزن w × الارتفاع h

ولكن الوزن = الكتلة m × تسارع الجاذبية g

إذن الشغل المبذول خلال السقوط = الكتلة m × تسارع الجاذبية g× الارتفاع h

$$W = m \times g \times h = mgh \qquad (4-4)$$

يرمز لطاقة الوضع (Potential Energy) E_p، لأي جسم كتلته m موجود على ارتفاع h فوق سطح الأرض, وهى تعطى بالصيغة التالية:

$$E_p = mgh \qquad (5-4)$$

وحدة طاقة الوضع = وحدة الشغل = الجول J

تدلنا المعادلة (4 –5) علي أن الماء المخزون أمام سد مائي يمكن أن يبذل شغلاً ويولد طاقة كهربائية، عند فتح الماء ليمر خلال توربينات موجودة علي إرتفاع منخفض مقارنة بارتفاع الماء في السد, كما وجدنا في الوحدة الثالثة عند مناقشة التوربينات.

العوامل التي تتوقف عليها طاقة الوضع:

عادة تتوقف طاقة الوضع علي عوامل متعددة منها القوة و الإرتفاع.

تزداد طاقة الوضع كلما:

- زادت القوة F.
- زاد الارتفاع

◄◄ مثال (4-2):

جد طاقة وضع جسم كتلته 80Kg، علما بأنه يوجد علي ارتفاع 3 Km بالنسبة لسطح الأرض. خذ تسارع الجاذبية الأرضية يساوى $10m/s^2$.

الحل

$$E_p = m\ g\ h = 80 \times 10 \times 3000 = 2400000\ J = 24 \times 10^5 J$$

تدريب(2)

جِد طاقة وضع جسم كتلته 750K موجودعلى إرتفاع 10Km من سطح الأرض. اعتبر تسارع الجاذبية الأرضية يساوى $10m/s^2$.

أسئلة تقويم ذاتي

1. هل يمكنك عزيزي الدارس أن تُعرف طاقة الوضع؟
2. إستنتج قانون طاقة الوضع؟

ثانياً: طاقة الحركة (Kinetic Energy)

عزيزي الدارس،،

طـاقة الحـركة هـي: الطاقة التي يكتسبها الجسم عندما يتحرك,

وعادة يرمز لها بالرمز E_k.

نأخذ كمثال جسماً وزنه (m×g)، موجود على ارتفاع h من سطح الأرض, تكون طاقة وضعه (m×g×h) عند ذلك الارتفاع. فى هذه الحالة يكون الجسم في حالة سكون وسرعته تساوي الصفر. ولكن ما أن يبدأ الجسم في السقوط، أي يتحرك، تبدأ سرعته في الزيادة حتى تصل إلى قيمتها القصوى عند وصول الجسم إلى سطح الأرض, حيث تكون كل طاقة وضعه التي كانت عنده قد تحولت إلى طاقة حركة في نهاية سقوطه. هذا يعني أن:

طاقة الوضع الإبتدائية = طاقة الحركة النهائية

$$\boxed{E_k = E_p = mgh} \qquad (6-4)$$

واضح أن حركة السقوط المذكورة أعلاه تبدأ من السكون, أي سرعتها الابتدائية تساوي الصفر بينما سرعتها النهائية v , وبذلك تكون السرعة هي السرعة المتوسطة:

$$\boxed{\bar{v} = \frac{0+v}{2} = \frac{v}{2}} \qquad (7-4)$$

هذه السرعة المتوسطة هي السرعة التي يقطع بها الجسم الارتفاع h ، وعلمنا من قبل أن:

السرعة v = المسافة h ÷ الزمن t

أي أن: المسافة h = السرعة v × الزمن t

أي أن:

$$h = \bar{v} \times t = \frac{v}{2} \times t \qquad (8\text{-}4)$$

أيضاً نحن نعلم أن التسارع عموماً وتسارع الجاذبية g يمكن إيجاده من الفرق في السرعة حيث أن السرعة الابتدائية =صفر والسرعة النهائية v عندئذ يكون التسارع:

$$g = \frac{v - 0}{t} = \frac{v}{t} \qquad (9\text{-}4)$$

ومن (4-8) ومن (4-9) يمكن التعويض عن g و h في المعادلة (4 -6) :

$$E_k = mgh = m \times \frac{v}{t} \times \frac{v}{2} \times t$$

أي أن طاقة الحركة:

$$E_k = \frac{m \times v^2}{2} = \frac{1}{2} m v^2 \qquad (10\text{-}4)$$

هذه هي الصورة العامة لطاقة الحركة، آياً كان شكل هذه الحركة أفقية أو رأسية.

عزيزي الدارس ،،

مما سبق يتضح أنه في حالة نموذج الجسم الساقط من السكون فإن الطاقة الكلية في البداية تكون طاقة وضع فقط, بينما في نهاية السقوط تصبح طاقة حركة فقط بينما تكون الطاقة بين البداية والنهاية مزيج بين الاثنين, أي أن:

الطاقة الكلية E = مجموع طاقتي الحركة و الوضع

على أي ارتفاع بين بداية الحركة حيث الطاقة كلها طاقة وضع ونهاية الحركة حيث تتحول الطاقة كلها إلى طاقة حركة, وبعدها يصطدم الجسم بالأرض.

$$E = E_p + E_k \qquad (11\text{-}4)$$

هذه المعادلة عموماً تنطبق على أي طاقة ميكانيكية. وإذا لم يكن هناك استنزاف للطاقة في صور أخرى مثلاً في صورة طاقة حرارية فإن المعادلة (4–11) تعبر عن قانون حفظ الطاقة. هذا القانون ينص على أن:

> الطاقة لا تفنى وإنما يمكن أن تتحول من صورة إلى أخرى.

لطاقة الحركة عدة تطبيقات منها:

- طاقة حركة المروحة تحرك الهواء المحيط بنا وتلطف الجو.
- طاقة حركة السيارات والطائرات وغيرها من وسائل النقل تيسر علينا الانتقال من مكان إلى آخر.
- وطاقة الحركة في المولدات النووية والحرارية تعطينا الكهرباء.
- ... وهناك عدة تطبيقات أخري

◄◄ مثال (4–3):

جِد الشغل المبذول لتغيير طاقة جسم كتلته 600 Kg وطاقته الحركية 120000 J ، إذا تغيرت طاقته إلي 4800 J، جِد سرعته الابتدائية والنهائية؟

الحل

الشغل المبذول لتغيير هو الفرق بين 120000 J و 4800 J،

الطاقة الحركية في الحالتين هي:

$$E_{k1} = \frac{1}{2} m \upsilon_1^2$$

$$E_{k\ 2} = \frac{1}{2} m \upsilon_2^2$$

من المعادلتين وبالتعويض عن الكتلة و قيم الشغل المبذول يمكن أيجاد السرعات المطلوبة:

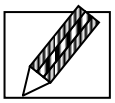
$$120000\ J = \upsilon_1^2 \frac{1}{2} \times 600 \times$$

$$4800\ J = \upsilon_2^2 \frac{1}{2} \times 600 \times$$

ومن المعادلتين أعلاها نتحصل على السرعات المطلوبة:

$$\upsilon_1 = 20m/s$$
$$\upsilon_2 = 4m/s$$

تدريب(3)



عربة صغيرة كتلتها 500Kg تحركت من السكون, وبذلت شغلاً قدره 25000 J لتزيد من سرعتها. جِد سرعتها النهائية؟

أسئلة تقويم ذاتي

1. عرف الطاقة الحركية وحدد وحدة قياسها؟
2. متي تتحول طاقة الوضع إلي طاقة حركية، ومتي تتحول طاقة الحركة إلي طاقة وضعية؟
3. برهن أن طاقة الحركة تتناسب مع مربع سرعة الجسم المتحرك.
4. يتحرك جسم كتلته 30g بسرعة 3متر / ث . أحسب طاقة حركة الجسم.

2.4. الطاقة الحرارية

عزيزي الدارس ،،

تعتبر الحرارة احد مصادر الطاقة الرئيسية التي اهتم علماء الفيزياء بدراستها, وفهم قوانينها لأهميتها ولتأثيراتها الواسعة على حياتنا. فلو نظرنا من حولنا لوجدنا أن الحرارة هي أساس الطاقة في كل شيء. فعلى سبيل المثال الثلاجة المنزلية ومكيفات الهواء ما هي إلا تطبيقات على الفيزياء الحرارية. وكذلك المحركات البخارية والمحركات الحديثة تعتمد على تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة ميكانيكية, حيث أن حرق الوقود يؤدي إلى ارتفاع في درجة حرارة الغاز الذي يضغط على مكبس المحرك الذي يؤدي حركة ميكانيكية أساسها ارتفاع في درجة الحرارة. وهذه المحركات هي أساس فكرة عمل السيارات والطائرات بمختلف أنواعها. أيضا الكهرباء التي تصلنا من محطات التوليد التي تقوم بحرق الفحم أو الوقود الذي يحرك التوربينات التي تولد الطاقة الكهربية. وهناك الأمثلة الكثيرة الأخرى.

الحرارة عبارة عن طاقة تسمى الطاقة الحرارية. وأي منظومة مكونة من جسيمات دقيقة تصطدم ببعضها عشوائياً, هي في الواقع منظومة ذات طاقة حرارية.

1.2.4. طرق انتقال الحرارة

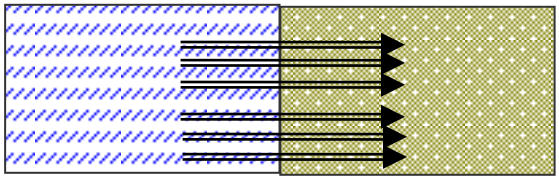
عزيزي الدارس،،

تنتقل الطاقة الحرارية بثلاث طرق هي التوصيل والنقل والإشعاع، نتناول هذه الأنواع ببعض التفصيل فى الفقرات التالية:

أولا: انتقال الحرارة بالتوصيل Heat Flow by Conduction

يسمي انتقال الطاقة الحرارية توصيلاً عندما تنتقل من شيء أو جسم أو من منطقة أسخن إلى أخرى أبرد مباشرة. عند وضع ملعقة باردة في كوب شاي ساخن تصبح الملعقة

ساخنة. وعند خلط سائل ساخن مع آخر بارد, يسخن السائل البارد ويبرد السائل الساخن ويصبح الخليط متجانسا, ويتوقف حينها انتقال الحرارة من السائل الساخن إلى السائل البارد.



الشكل(4–2)انتقال الطاقة الحرارية من الجسم الساخن للجسم الأبرد بواسطة التوصيل

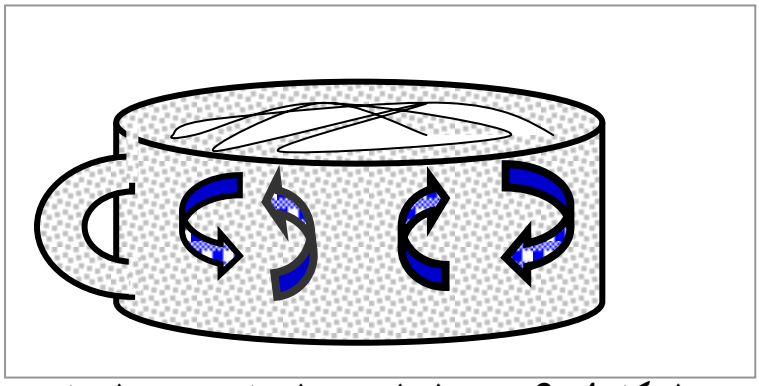
عزيزي الدارس ،،

تختلف المواد من حيث توصيلها للحرارة, حيث المعادن هي الأجود توصيلا. ولذا فكل أدوات المطبخ اليوم من المعادن وبالذات عنصر الألمنيوم وسبائكه بعد أن كانت معظمها قبل حوالي المائة عام من الفخار، وكان بعضها من النحاس الذي هو معدن قابل للتأكسد وأكسيده سام. ولذلك كان يسبب كثير من المشاكل الصحية, وكانت تلك الآنية تحتاج إلى ما يسمى تبييضاً لإزالة الأكسدة.

- وتسمى المواد جيدة التوصيل للحرارة بالموصلات (Conductors) وهو نفس المصطلح المستخدم في الكهربية حيث تسمى المواد جيدة التوصيل للكهربية بالموصلات. وفي الواقع فإن كل ما هو جيد التوصيل للكهربية تقريباً هو جيد التوصيل للحرارة بدءً بالمعادن.
- أما تلك المواد الرديئة التوصيل للحرارة (وكذلك للكهربية) فتسمى بالعوازل (Insulators) , مثل الخشب والمطاط والبلاستيك, والتي تستعمل كمقابض للآنية التي تستخدم للطبخ حتى لا تنقل الحرارة للمستخدم. ومع ذلك فليس كل المواد العازلة للكهرباء, هي مواد جيدة العزل للحرارة مثل الطوب, والمواد الخزفية التي تستخدم كعوازل للكهرباء في أعمدة الضغط العالي.

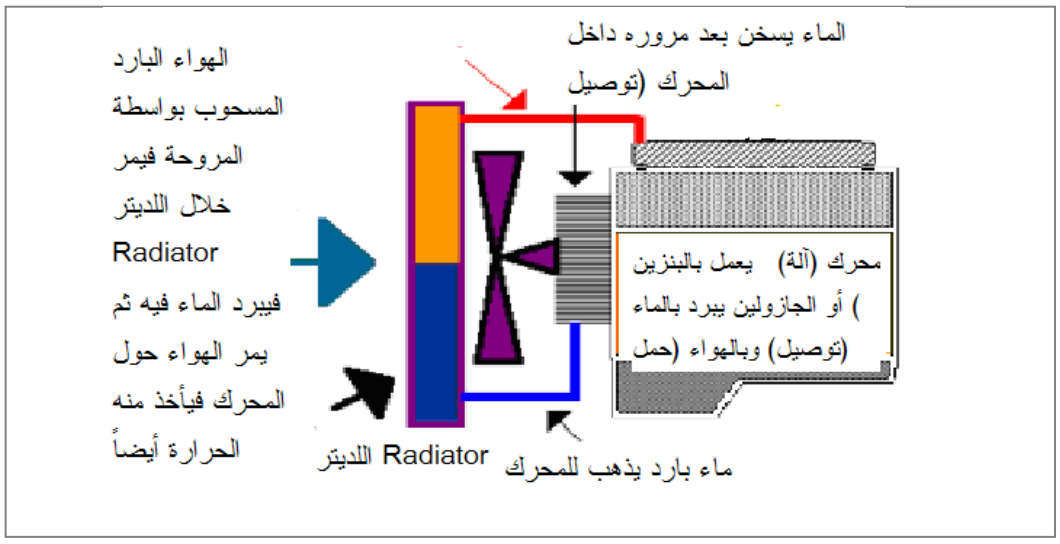
ثانيا: إنتقال الحرارة بالحمل Heat Flow by Convection

هو انتقال الحرارة من منطقة ساخنة إلى منطقة أبرد مع وجود الاثنين في محيط واحد سائل أو غاز. و هو في الواقع انتقال الهواء أو الغاز أو السائل (المائع) من منطقة ساخنة إلى منطقة أبرد. ويمكن مشاهدة مثل هذا الانتقال في أي وعاء به ما موضوع على موقد حيث يتحرك الماء الساخن إلى أعلى ليحل مكان الماء البارد الذي ينتقل إلى المنطقة الساخنة. هذه التيارات التي تنقل السوائل في شبه حركة دائرية تسمى تيارات الحمل (الشكل(4-3)).



الشكل(4-3): انتقال الحرارة بالحمل-تيارات الحمل

في الواقع, في المناطق التي توجد بها مناطق باردة وساخنة واضحة, تتولد الرياح بانتقال الهواء البارد (مثلاً من فوق الماء أو سطح البحر) ليحل محل الهواء الساخن فوق الأرض (البر), الذي يتحرك إلى أعلى. هذا يحدث أثناء النهار. اما إذا أصبحت الأرض أثناء الليل أبرد من الماء يحدث العكس.



الشكل (4–4): تبريد محرك السيارة بواسطة الهواء والماء

أما في جسم الإنسان فتنقل الشعيرات الدموية الحرارة من داخل الجسم إلى سطحه أي تحمل الحرارة, الشيء الذي يحافظ على حرارة الجسم.

ثالثاً: انتقال الحرارة بالإشعاع Heat Flow by Radiation

عزيزي الدارس ،،

الحرارة تنتقل عن طريق الإشعاع, حتى في الحالات التي لا يوجد فيها اتصال مباشر, أو مائع لنقل الحرارة عن طريق الحمل. فالحرارة من الشمس التي تبعد 150 مليون كيلومتر من الأرض لا يمكن أن تصلنا عن طريق التوصيل أو الحمل لان كل هذه المسافة بين الأرض والشمس فيما عدا الغلاف الجوي حول الأرض عبارة عن فراغ.

ولذلك فالإشعاع هو الوسيلة الوحيدة لوصول الحرارة من الشمس إلى الأرض. وحتى في الحالات التي يتم انتقال الحرارة بالحمل أو بالتوصيل فإن انتقال الحرارة بالإشعاع يظل موجوداً. ويمكنك ملاحظة وصول الحرارة اليك وأنت جالس في الظل من المناطق التي تسقط عليها الشمس قربك.

عزيزي الدارس ،،

هذا الانتقال بالإشعاع هو الذي أثبت أن الطاقة الحرارية التي تنتقل هي في الواقع طاقة كهربية مغناطيسية, وتقع في الطيف الكهربي المغناطيسي (كهرومغناطيسي) في المنطقة التي تسمى بالأشعة دون الحمراء, وهي الأشعة التي تنقل الحرارة.

الأشعة الحرارية (الأشعة دون الحمراء في الطيف الكهرومغناطيسي), التي تصل من الشمس إلى الأرض, إما أن تمتصها الأرض والأجسام التي عليها أو تعكسها.

- فالأجسام الداكنة تمتص الحرارة؛
- بينما ذات الألوان الفاتحة تعكسها مثل الضوء تماماً.

وعموما فحتى الأجسام التي تعكس الحرارة تعكسها في صورة أشعة دون الحمراء. والأشعة المنعكسة من الأرض عادة تنفذ راجعة خلال الغلاف الجوي, ولكن بعد أن تكاثرت الغازات المنبعثة بفعل الإنسان من الأرض مثل غاز ثاني أكسيد الكربون, تكونت طبقة من هذه الغازات في الغلاف الجوي حول الأرض, وظهرت ما تسمي **بظاهرة الإنحباس الحراري** (الدفيئة) بسبب أن هذه الطبقة تمنع نفاذ الأشعة الحرارية وتعكسها مرة أخرى للأرض, مما يزيد من درجة حرارتها فوق المعدل بقليل وهو ما يحدث الآن. وما زالت المحاولات جارية لتقليل انبعاث الغازات من المصانع والنشاط البشري على سطح الأرض. وهناك اتفاقية تسمى اتفاقية كيوتو لهذا الغرض, ظلت بعض الدول من بينها الولايات المتحدة ترفض حتى الآن التوقيع عليها.

الشكل(4–5): انتقال الحرارة بالإشعاع من المصباح الساخن لليد

2.2.4. الطاقة الداخلية ودرجة الحرارة

الطاقة الحرارية لجسم ما– هي في الواقع– الطاقة المحتواه في داخل ذلك الجسم بسبب طاقه وضع الجزيئات, وطاقة حركتها. ولذلك تسمى بالطاقة الحركية.

الطاقة الداخلية للمادة= مجموع طاقات الحركة + طاقات الوضع لجزيئات المادة

انتقال الحرارة من جسم ما, يعنى فقد الطاقة الداخلية, وانتقالها إليه يعني كسب الطاقة الداخلية. وعموماً فإن:

كمية الطاقة الحرارية المكتسبة أو المفقودة تعادل التغير الذي يحدث في الطاقة الداخلية الكلية للجسم.

التغير في الطاقة الداخلية لجسم ما
= الطاقة المكتسبة أو المفقودة بواسطة الجسم + الشغل المبذول لنقلها

هذا القانون هو قانون حفظ الطاقة الحرارية. و نسبة لأن الطاقة الحرارية هي صورة من صور الطاقة, فإن وحدتها هي وحدة الطاقة, التي حصلنا عليها سابق,ا وهي الجول Joule (وتعادل نيوتن × متر =Nm) والتي هي وحدة كل صور الطاقة سواء أكانت طاقة كهربية أو تثاقل أو طاقة حرارية. هناك وحدة أخرى تاريخية لا زالت مستخدمة حتى اليوم وإن انحصر استخدامها في مجال التغذية, وهذه الوحدة هي السعر calorie واختصارا cal , حيث يقال مثلاً أن الإنسان يحتاج إلى كذا سعر حراري في اليوم. ويمكن التحويل من جول إلى سعر باستخدام القانون:

$$1\ cal = 4.18\ J \quad \textbf{(12-4)}$$

3.2.4. تأثيرات الحرارة على المادة

للحرارة عدة آثار على المادة:

- عند اكتساب المادة للحرارة, تزيد حركة جزيئات المادة . وهذا التغير في الطاقة الداخلية يظهر في صورة زيادة في سخونة المادة عند اكتساب الحرارة أو في برودتها عند فقد الحرارة.
- تتمدد المادة عندما تكتسب الحرارة, وتنكمش عندما تفقد الحرارة.
- الماء يتحول من حالة الصلابة (الثلج) إلى الحالة السائلة (الماء), إلى الحالة الغازية (البخار) عند اكتساب الطاقة الحرارية. ويحدث العكس عند فقد الحرارة. وهذا يحدث لكل المواد بما فيها تلك المواد الصلبة كالمعادن التي تنصهر, وتصبح سائلة باكتساب الطاقة الحرارية, ويمكن أيضاً أن تصبح بخاراً.
- يزيد الضغط بزيادة الحرارة, بسبب ازدياد الطاقة الحركية للجزيئات, مما يزيد من كمية التصادم بينها. وهذا التصادم هو ما يظهر في صورة ضغط.
- تساعد الحرارة في بعض التفاعلات الكيميائية, مثل تفاعلات بعض المعادن مع الأكسجين التي يحتاج للحرارة, وينتج عنها أكسيد المعادن.
- للحرارة تأثيرات فسيولوجية مثل الإحساس بالبرد أو بالدفء أو الحروق.

أسئلة تقويم ذاتي

1. اشرح كيف يتم انتقال الحرارة بالتوصيل؟
2. وضح كيف يتم انتقال الحرارة بالحمل؟
3. اشرح كيفية انتقال الحرارة بالإشعاع؟
4. للحرارة عدة آثار على المادة. ناقش هذه العبارة؟
5. عرف الطاقة الداخلية للجسم؛
6. ما هو التغير في الطاقة الداخلية للجسم؟

4.2.4. درجة الحرارة

عزيزي الدارس ،،

عرفنا فيما سبق أن الحرارة تنتقل بين جسمين متصلين دائما من الجسم الساخن إلى الجسم الأبرد. في حالة عدم تسرب أي حرارة إلى المحيط, ينطبق على هذه المنظومة مبدأ حفظ الطاقة. والطاقة التي يفقدها الجسم الساخن ستساوي الطاقة التي سيكتسبها الجسم الأبرد, ويصبح الجسمان في حالة اتزان حراري في النهاية. جاء مفهوم درجة الحرارة حتى يمكن التمييز بين الأجسام من حيث السخونة, والجسم الساخن درجة حرارته أعلى. وعلى هذا فأن **درجة الحرارة** هي:

مقياس لحالة جسم ما من حيث السخونة أو البرودة

و أيضاً فأن درجة الحرارة تدل على سرعة حركة جزيئات الجسم من حيث الارتفاع أو الانخفاض, وهى تكون في المتوسط لها نفس القيمة في الجسمين في حالة الاتزان الحراري عند الجسمين. هنالك العديد من الأجهزة والمقاييس تستخدم لقياس درجة الحرارة، نحاول تناولها فى الفقرات القادمة؟

5.2.4. الثيرموميتر والتدريج الحراري

Thermometer and temperature scale

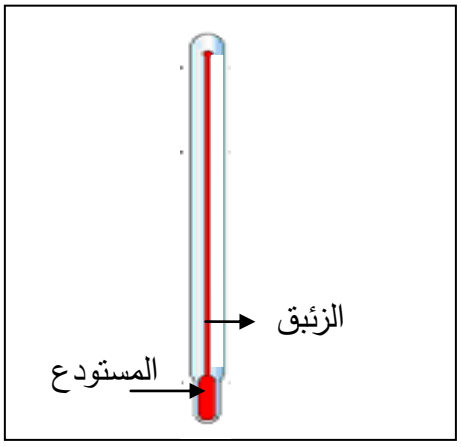
عزيزي الدارس ،،

الثيرمـومتر Thermometer هـو أداة تسـتخدم لقيـاس درجـات الحـرارة، وهـو يعمـل بالاستفادة من تغير أحد الخصائص الفيزيائية, في المادة المختارة, مع تغير درجة الحرارة. مثلاً خاصية تمدد المادة مع زيادة درجة الحرارة, أو خاصية تغير الضغط, أو تغير مقاومة السلك الكهربي بتغير درجة الحرارة.

وأهم وأشهر هذه الثيرموترات هو الثيرمومتر الذي يستعمل الزئبق.

أولا: . **الثيرمومتر الزئبقي**

وهو مقياس لدرجة الحرارة يستعمل خاصية السوائل عموماً ومن ضمنها سائل الزئبق على التمدد بزيادة درجة الحرارة والانكماش عند انخفاضها, حيث تظهر في الزئبق هذه الخاصية بصورة أوضح. ويتكون الثيرمومتر الزئبقي من مستودع زجاجي رقيق الجدار تتصل به قناة شعرية مفرغة من الهواء. المستودع وكذلك جزء من القناة الشعرية مملوء بالزئبق (أنظر الشكل).



الشكل(4-6): الثيرمومتر الزئبقي

عند ارتفاع درجة الحرارة يتمدد الزئبق في الجزء الفارغ من الأنبوب, وعندما ينكمش عند درجات الحرارة المنخفضة (البرودة) يشغل الزئبق حيزاً أقل مما كان يشغله في الأحوال العادية (ينكمش). ولذلك وحتى يمكن التعرف على درجة الحرارة بصورة دقيقة يتم تدريج الثرمومتر بصورة واضحة, يمكن قراءتها بوضوح في كل الأحوال.

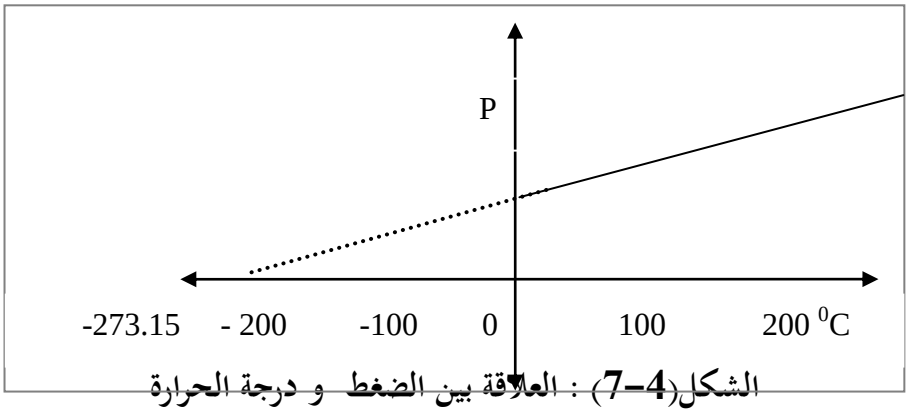
ثانيا: التدريج المئوي Celsius scale

عزيزي الدارس ،،إن التدريج الشائع الآن هو التدريج المئوي **(المقياس المئوي)**, ويسمى أيضاً تدريج سيلسيوس **Celsius scale** ، وفي هذا التدريج نقطتان أساسيتان هما درجتي تجمد الماء (الصفر) وغليانه. وقد اختار سلسيوس تقسيم ما بين النقطتين إلى مائة درجة حيث يكون غليان الماء عند الدرجة المائة, ومن ثم قسمت المسافة بين نقطة تجمد الماء (الصفر) ونقطة غليان الماء (100) إلى مائة قسم, وأصبحت الدرجة الواحدة تسمى درجة سيلسيوس. فمثلاً درجة حرارة الغرفة 25^oC وتقرأ 25 درجة سيلسيوس أو درجة مئوية. وتبلغ درجة حرارة الإنسان على هذا التدريج 37^0 C .

ثالثاً: التدريج المطلق scale Kelvin

عزيزي الدارس ،،

نلاحظ أن التدريج المئوي اعتمد على حرارة الماء حيث تم اعتبار نقطتى تجمد الماء و غليانه أساساً للتدريج. وحيث أن هاتين النقطتين تعتمدان على الضغط وعدد من العوامل الأخرى، لذا فإننا بحاجة إلى تدريج مطلق لا يعتمد على طبيعة مادة ما مثل الماء وهذا ما قام به العالم كلفن Kelvin في تحديد تدريج مطلق لدرجة الحرارة (الشكل (4-7)).



الشكل(4–7) : العلاقة بين الضغط و درجة الحرارة

لقد قام العالم كلفن باستخدام الثيرمومتر الذي يعتمد على التغير في الضغط Gas Thermometer , ودرس العلاقة بين الضغط ودرجة الحرارة، وذلك لأكثر من غاز ووجد أن جميع الغازات يقل ضغطها بنقصان درجة الحرارة. وأن الضغط يصبح صفراً من الناحية النظريةً عند مد الخط المستقيم في الشكل (4–7) على استقامته ليلتقي مع الاحداثي السيني عند درجة حرارة قدرها –273.15. وقد تم اعتبار هذه الدرجة هي الصفر المطلق, وأنها لا تتغير بتغير نوع الغاز. وعليه تم معايرة (ضبطها) باقي التدريجات الأخرى مع هذا الصفر المطلق.

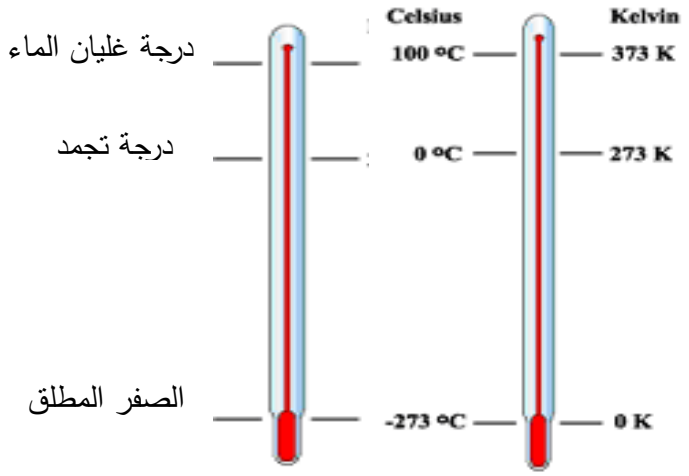
عزيزي الدارس ،، التدريج المعتمد عالميا الآن هو ذلك التدريج الذي المسمى باسم العالم كيلفن Kelvin , ويسمى التدريج بالتدريج المطلق, وذلك لأنه يعتمد الصفر المطلق كأدنى درجة للحرارة في الكون. هذه الدرجة المنخفضة جداً تعادل –273.15 درجة مئوية. وعند هذه الدرجة تتوقف أي حركة ويصبح كل شيء في حالة سكون.

الشكل التالي يوضح أن العلاقة بين التدريج المئوي والتدريج المطلق بسيطة جداً (أنظر الشكل), ومنه:

الدرجة بالتدريج المطلق (كلفين) K^o = الدرجة المئوية + 273.15^o

حيث يتساوى التدريجان في مقدار الدرجة المئوية الواحدة.

التدريج المطلق (كلفن) ^oK سيلسيوس تدريج ^0C



الشكل(4–8): التدريج المئوي والتريج المطلق

6.2.4. حرارة الإنسان

عزيزي الدارس ،،

يتميز الإنسان بأنه من المخلوقات **ذات الدم الحار**, حيث يحاول الجسم دائماً المحافظة على ثبات حرارته الداخلية. ونعلم أن **درجة الحرارة الداخلية الطبيعية للإنسان** تساوي **37^oC**، ولا يحتمل الإنسان التغيير في درجة حرارته الداخلية إلا في مدى صغير حسب ما يوضح الجدول (1).

الجدول (1) مدى درجات حرارة الإنسان و تأثيرها

درجة حرارة الجسم ^{o}C	ما يحدث أو يحسه الإنسان
28	إنهيار العضلات
30	فقد الجسم المقدرة على التحكم في درجة الحرارة
33	فقدان الإنسان للوعي
37	درجة الحرارة الطبيعية
42	انهيار الجهاز العصبي المركزي
44	الموت بسبب تدمير البروتين غير القابل للإصلاح

لاحظ في الجدول السابق أن نقص درجة الحرارة الداخلية للإنسان بمقدار أربع درجات فقط يؤدي إلى فقد الإنسان لوعيه، بينما بزيادتها خمس درجات فقط يحدث انهيار للجهاز العصبي المركزي والذي يشتمل على المخ والنخاع الشوكي. المعروف أن جسم الإنسان يولد باستمرار الحرارة ولذلك يحتاج إلى أنشطة لفقدها. وقد وجد أن فقد الإنسان للحرارة يتناسب مع مساحة سطح جسم الإنسان وليس مع حجمه.

أسئلة تقويم ذاتي

1. عرف درجة الحرارة؟
2. اذكر أنواع مقاييس درجات الحرارة؟
3. لماذا نستخدم الزئبق في الثرمومترات؛
4. ميز بين التدريج المطلق و التدريج المئوي؟
5. لا يتحمل الإنسان التغير في درجة حرارته الداخلية إلا في مدى صغير وضح ذلك؟

7.2.4. الطاقة الحرارية (كمية الحرارة)

عزيزي الدارس ،،

بعد تجارب مختلفة وجد أن الطاقة الحرارية تنتقل من الجسم الساخن الذي درجة حرارته T_2 إلى الجسم البارد الذي درجة حرارته T_1 حتى تتساوى درجات الحرارة وتصبح درجة الحرارة T، وعندها يحدث الاتزان الحراري بين الجسمين. حيث في هذه الحالة تكون كمية الحرارة المفقودة من الجسم الذي كان أسخن تساوي كمية الحرارة المكتسبة بواسطة الجسم الذي كان أبرد. وقد وجد أن كمية الحرارة المفقودة ΔQ (أو المكتسبة) تتناسب مع الفرق في درجة الحرارة في البداية والنهاية, علماً بأن:

$$T_1 < T < T_2$$

الفرق في درجة حرارة الجسم في البداية والنهاية.

- الطاقة المفقودة من الجسم الأول ΔQ تتناسب مع $T_2 - T$ ؛
- الطاقة المكتسبة بواسطة الجسم الثانيΔQ تتناسب مع $T - T_1$ ؛
- عامل التناسب في الحالتين يسمى بالسعة الحرارية للجسم

الطاقة المفقودة = السعة الحرارية للجسم الأول × الفرق في درجة حرارة الجسم الأول

الطاقة المكتسبة= السعة الحرارية للجسم الثاني × الفرق في درجة حرارة الجسم الثاني

ولأن:

الطاقة المفقودة = الطاقة المكتسبة

ولأن الفرق في درجة حرارة الجسم الأول قد لا يساوى الفرق في درجة حرارة الجسم الثاني فإن السعة الحرارية للجسمين غير متساوية ما لم يكونا من نفس المادة.

السعة الحرارية (c) للجسم هي الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة الجسم بمقدار واحد درجة سيلسيوس (أو درجة مطلقة واحدة) بغض النظر عن كتلته.

عزيزي الدارس ،،

تختلف المواد في سعتها الحرارية. فنجد الكيلوجرام الواحد من أي من المعادن سعته الحرارية صغيرة, ويحتاج لطاقة حرارية صغيرة لرفع درجة حرارته درجة مئوية واحدة مقارنة مع الماء الذي سعته الحرارية عالية. ولذلك يحتاج لطاقة حرارية كبيرة لرفع درجة حرارته درجة واحدة. (ضع واحد كيلوجرام من الماء واحد كيلو جرام من الماء في الشمس لمدة نصف ساعة ولاحظ الفرق)

وعليه فإن:

كمية الحرارة للجسم الأول $\Delta Q_1 = c_1 \times (T_2 - T)$

كمية الحرارة للجسم الثاني $\Delta Q_2 = c_2 \times (T - T_1)$

وفي حالة هذين الجسمين, فإن:

$$\Delta Q_1 = \Delta Q_2$$

ولكن عموماً لأي جسم أصبحت درجة حرارته,T_1 وقد كانت T_2 , وكانت سعته الحرارية c , فإن كمية الحرارة التي يكتسبها أو يفقدها هي:

$$\boxed{\Delta Q = c \times (T_2 - T_1)} \qquad (12-4)$$

◄◄ مثال (4–4):

جسم معدني في درجة حرارة 40 درجة مئوية تغيرت درجة حرارته إلي 90 درجة عندما وضع داخل فرن، فإذا علم أن السعة الحرارية للجسم هي c أوجد كمية الحرارة المكتسبة

الحل

كمية الحرارة التي يكتسبها أو يفقدها الجسم هي:

$$\boxed{\Delta Q = c \times (T_2 - T_1)}$$

$$\Delta Q = c \times (90 - 40) = \mathbf{50\ c}$$

بمعرفة السعة الحرارية للجسم c يمكن إيجاد كمية الحرارة

8.2.4. التمدد الحراري

عزيزي الدارس،،

وجد العلماء أن جزيئات المادة سواء أكانت سائلة أو صلبة في حالة حركة اهتزازية دائمة ولذلك تمتلك طاقة حركية، وأن اكتساب أي طاقة حرارية يكسبها طاقة حركية أعلى. زيادة الطاقة الحرارية (الداخلية) يعني ارتفاع درجة الحرارة، ولذلك تعتبر درجة الحرارة مقياساً لسرعة حركة جزيئات المادة.

زيادة درجة حرارة مادة ما, والذي يعني أيضاً زيادة سرعات الجزيئات يؤدي إلى زيادة متوسط المسافات بين الجزيئات, وهذا يعني زيادة أبعاد المادة أي تمددها.

انخفاض درجة الحرارة يعني قلة الطاقة الداخلية (الحرارية), وبالتالي تقل سرعة حركات الجزيئات, وتقل بالتالي متوسط المسافة بين الجزيئات ولذلك تتقلص أبعاد المادة وتنكمش.

وهكذا فكل المواد تقريباً تتمدد بارتفاع درجة الحرارة وتنكمش بانخفاضها، ما عدا الماء الذي يمتلك خاصية التمدد الشاذ, حيث أنه يتمدد بين 4^oC وصفر درجة مئوية.

أولا: التمدد الطولي

تتمدد المواد بالحرارة في كل الاتجاهات. ولكن لأن معظم المواد الصلبة التي يستخدمها الإنسان طولية الشكل, كالأعمدة والقضبان والمواسير والسيخ, و لذلك هناك اهتمام خاص بالتمدد الطولي أي الزيادة في الطول بزيادة درجة الحرارة.

الآن عزيزي الدارس ،،

فإذا كان لدينا قضيب طوله L_o ودرجة حرارته T_1 , ثم ارتفعت درجة الحرارة إلى T_2 , فسيزيد طول القضيب بمقدار ΔL (تنطق دلتا L), عندها سيصبح طول القضيب L , حيث ان:

$$\boxed{L = L_o + \Delta L}$$

أي الزيادة في الطول تعادل:

$$\boxed{\Delta L = L - L_o} \qquad (13\text{-}4)$$

التمدد أو الزيادة أو الانكماش في طول القضيب ΔL يتوقف على طول القضيب الأصلي. فليس من المعقول أن يزيد طول القضيب القصير بنفس مقدار الزيادة في طول القضيب الطويل. ولذلك فالزيادة في الطول تتناسب مع الطول الأصلي, أي أن :

$$\Delta L \propto L_o$$

التمدد أو الزيادة أو الانكماش في طول القضيب ΔL تتوقف أيضاً على مقدار الزيادة في درجة الحرارة, أي على الفرق في درجة الحرارة. فكلما زاد هذا الفرق في درجة الحرارة زاد التمدد.

$$\Delta L \propto T_2 - T_1$$

من معادلتي التناسب أعلاه, نحصل على:

$$\boxed{\Delta L \propto L_o \times (T_2 - T_1)} \qquad (14\text{-}4)$$

أي أن الزيادة في الطول تتناسب مع الطول الأصلي, وأيضاً مع الفرق في درجة الحرارة, ومعادلة التناسب هذه, مثلها مثل كل معادلات التناسب, يمكن تحويلها إلى معادلة يتساوى فيها الطرفان, بادخال عامل التناسب كالآتي:

$$\Delta L = \alpha \times L_o \times (T_2 - T_1) \qquad (15-4)$$

حيث معامل التناسب α (ينطق ألفا) يسمى معامل التمدد الحراري الطولي وهو يعتمد على نوع المادة.

معامل التمدد الحراري الطولي(α) هو مقدار الزيادة في الطول لكل وحدة أطوال من المادة (أي لكل متر) نتيجة لارتفاع درجة الحرارة بمقدار درجة واحدة.

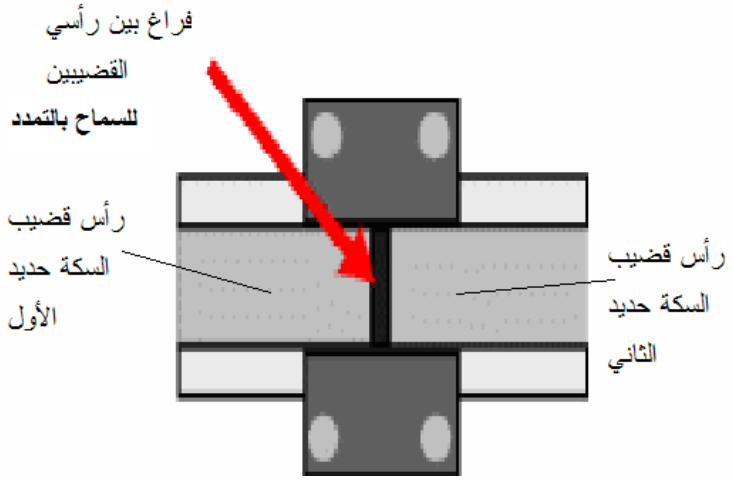
وهذا المقدار يختلف باختلاف المواد, والجدول التالي يوضح بعض مقادير معامل التمدد الحراري الطولي لبعض المواد

عزيزي الدارس ،، تابع معنا في الجدول (2) معاملات التمدد الطولي لعدة عناصر مختلفة.

الجدول (2) معاملات التمدد الطولى لعناصر مختلفة.

المادة	معامل التمدد الطولي × 10^{-6} /^{o}C
الماس	1.2
الزجاج البايركس	3.3
الزجاج العادي	8.5
الحديد	12
الذهب	14
النحاس	17
الألمونيوم	23

وجود التمدد والانكماش بسبب تغير الحرارة له آثاره على كثير من التطبيقات من أهمها تمدد قضبان السكة الحديد, وحديد الكباري وغيره من الأعمدة والقضبان, والذي في حالة عدم أخذه في الاعتبار يمكن أن يتسبب في التواء هذه القضبان، وبالتالي يمكن أن يؤدي إلي حوداث كبيرة , مثل انقلاب القاطرات أو انهيار الكباري, ولذلك يترك لها مسافة للتمدد.



الشكل(4-9): توجد مسافة بين رأس القضيبين للسماح للتمدد

ثانيا:التمدد الحجمي

عزيزي الدارس ،، نعلم أن السوائل و الغازات ليس لها تمدد طولي بسبب ميوعتها, غير أن كل المواد كما ذكرنا سابقاً تتمدد في كل الاتجاهات بما فيها المواد الصلبة المذكورة أعلاه . ولذلك فهناك معامل آخر **هو معامل التمدد الحجمي** γ **(ينطق قاما gamma):**

وهو مقدار الزيادة في الحجم لكل وحدة حجوم من المادة (أي لكل متر مكعب) نتيجة لارتفاع درجة الحرارة بمقدار درجة مئوية واحدة

وكما هو متوقع, فأن معامل التمدد الحجمي يساوي تقريباً ثلاثة أمثال معامل التمدد الطولي:

$$\gamma = 3 \times \alpha$$

تابع معنا في الجدول (3) معاملات التمدد الحجمي للعناصر المختلفة.

الجدول (3) معاملات التمدد الحجمي لعناصر مختلفة.

المادة	معامل التمدد الحجمي γ
النحاس	51
الألمونيوم	69
الزئبق	182
الماء	207
البنزين	1240

قارن بين معامل التمدد الطولي للنحاس وللألمونيوم ومعامل التمدد الحجمي, ثم قارنها مع العلاقة أعلاه بين المعاملين. لاحظ أن معامل التمدد الحجمي للسوائل كبير مقارنة بمعاملات الأجسام الصلبة.

◄◄ **مثال (4–5):**

إذا كان معامل التمدد الحراري الطولي(α) لمادة مصنوعة من الحديد يساوى $12\times10^{-6^0}C$ أوجد كل من:

أ. معامل التمدد السطحي ب. معامل التمدد الحجمي

الحل

أ. معامل التمدد السطحي تقريباً = ضعف معامل التمدد الطولي

$$2\times12\times10^{-6^0}C = 24\times0^{-6^0}C$$

ب. معامل التمدد الحجمي تقريباً = ثلاثة أمثال معامل التمدد الطولي

$$3\times12\times10^{-6^0}C = \ 36\times10^{-6^0}C$$

◄◄ مثال (4–6):

إذا كان معامل التمدد الحراري السطحي لمادة مصنوعة من الزجاج البايركس يساوي $6.6\times10^{-6^0}C$, فأوجد كل من:

أ. معامل التمدد الحراري الطولي

ب. معامل التمدد الحراري الحجمي

الحل

أ. معامل التمدد الطولي = $\frac{1}{2}$ معامل التمدد السطحي $= 3.3\times0^{-6^0}C$

ب. معامل التمدد الحجمي = ثلاثة أمثال معامل التمدد الطولي

$$3\times3.3\times10^{-6^0}C = \ 9.9\times10^{-6^0}C$$

أسئلة تقويم ذاتي

1. عرف: أ. السعة الحرارية (c) للجسم؛
   ب. معامل التمدد الحراري.
2. عدد أنواع التمدد الحراري؟
3. أكمل العبارة التالية:

معامل التمدد الحجمي للمواد..... معامل التمدد الحراري الطولي.

4. إذا كان معامل التمدد الحراري السطحي لمادة مصنوعة من الذهب هو $28\times10^{-6^0}C$, أوجد كل من:
   أ. معامل التمدد الحراري الطولي
   ب. معامل التمدد الحراري الحجمي

الخلاصة

ولكن ما الذي ناقشناه عزيزي الدارس ؟

أنها مفاهيم كثيرة ومهمة جدا:

هل يمكنك أن تلخص ذلك بإيجاز؟ .

لنتعاون على ذلك معا. و بدأنا أولا بدراسة القوة والطاقة والشغل وطاقة الضغط؛

ثم عرفنا ما هي الطاقة الحرارية وطرق انتقال الحرارة.

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

لمحة مسبقة عن الوحدة القادمة

عزيزي الدارس, في الوحدة القادمة و التي بعنوان الكهربية والمغناطيسية , سوف نتعرف علي مفهوم المجال الكهربي من خلال دراسة الكهربية الساكنة, حيث تتم دراسة تأثير الشحنات الكهربية فيما حولها,ثم نتطرق لدراسة التيار الكهربي. ثم بعدها نتعرف على المجال المغنطيسي والقوة المغناطيسية.

نرجو أن تجدها وحدة مفيدة.

إجابات التدريبات

تدريب(1)

بما أن القوة المؤثر ثابتة أذن الشغل المبذول = القوة × المسافة

حيث J= $W = F \times r = 9000 \times 1000 = 9\times10^6$ J

تدريب(2)

$E_p = m\ g\ h = 750 \times 10 \times 10000 = 75\times10^6$ J

تدريب(3)

$$E_k = \upsilon_1^2 \frac{1}{2} m$$

$$25000\,\mathrm{J} = \frac{1}{2} \times 500\mathrm{Kg}\upsilon^2$$

$$\upsilon = \sqrt{\frac{2\times25000}{500}} m/s = \sqrt{2\times50} m/s = 10 m/s$$

مسرد المصطلحات

Work	الشغل
electron	الإلكترون
Heat Flow by Conduction	انتقال الحرارة بالتوصيل
Heat Flow by Convection	انتقال الحرارة بالحمل
Heat Flow by radiation	انتقال الحرارة بالإشعاع
Thermometer the temperature scale	الثيرمومتر هو مقياس درجات الحرارة
Celsius scale	المقياس المئوي
Kelvin scale	المقياس المطلق

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 : Hpperphysics.phy astr.gsu. edu
6. هناك مواقع ممتازة لمحاكاة التجارب الفيزيائية على الانترنت Phy-ntnu.edu. tw

الوحدة الخامسة

الشغل والطاقة
والمجالات
في الفيزياء:
الكهربية والمغنطيسية

محتويات الوحدة الخامسة

الموضوع	الصفحة
تمهيد	165
مقدمة	165
أهداف الوحدة	166
1.5: الكهربية الساكنة (استاتيكية)	167
2.1.5: الشحنة الكهربية	169
3.1.5: الموصلات والعوازل	171
4.1.5: الكشف عن الشحنات الكهربية	173
2.5: المجال الكهربي	175
2.2.5: القوة الكهربية بين شحنتين	177
4.2.5: الشغل والطاقة والجهد الكهربي	180
3.5: التيار الكهربي	183
2.3.5: قانون اوم	185
4.5: المجال المغناطيسي	191
الخلاصة	196
لمحة مسبقة عن الوحدة الدراسية التالية	197
اجابات التدريبات	198
مسرد المصطلحات	199
المراجع العربية والأجنبية	200

تمهيد

مقدمة

عزيزي الدارس,

مرحباً بك في الوحدة الخامسة من مقرر مقدمة في العلوم العامة (3): أساسيات الفيزياء, وهي بعنوان الشغل والطاقة في الفيزياء: الكهربية والمغناطيسية. وتشتمل هذه الوحدة على أربعة أقسام رئيسة.

نتناول في القسم الأول موضوع الكهربية الساكنة والشحنة الكهربية وطرق الكشف عن الشحنات الكهربية. أما في القسم الثاني فسوف نتعمق أكثر في دارسة الكهربية الساكنة حيث نتعرف على المجال الكهربي وكيفية حساب القوة الكهربية وشدة المجال الكهربي وكذلك الشغل والطاقة والجهد في المجال الكهربي.

ندلف معاً بعد ذلك إلي القسم الثالث وهو بعنوان التيار الكهربي حيث ندرس حركة الشحنات الكهربية في الموصلات ومقاومة الموصل للحركة, ونتعرف كذلك على مصادر الطاقة الكهربية, وتحولات هذه الطاقة أى صور أخري , حرارية وغيرها.

وأخيراً في القسم الرابع نتعرف على المغنطيسية من حيث أنها مجال شبيه بالمجال الكهربي وتوجد قوة بين الأقطاب المغنطيسية. أيضا نتعرف على خطوط المجال المغنطيسي والمجال المغنطيسي حول الأرض.

عزيزي الدارس، لقد ذيلنا هذه الوحدة بسرد شامل للمصطلحات العلمية التي وردت في النص الرئيسي وترد في ثنايا هذه الوحدة تدريبات، وأنشطة، وأسئلة تقويم ذاتي، مع حلول وتعليقات.

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:

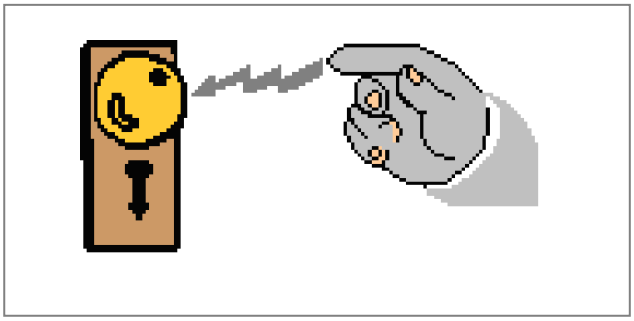
1. تدلل على وجود ظاهرة الكهربية وتحدد اصلها؛
2. تعرف الشحنة الكهربية؛
3. تشرح الجهاز الذي يستعمل للكشف عن الشحنات الكهربية؛
4. تميز بين المجال الكهربي وشدة المجال الكهربي؛
5. تحسب القوة الكهربية (قانون كولوم) بين شحنتين كهربيتين بينهما مسافة r ؛
6. تعرف وتوجد كل من: شدة المجال الكهربي والطاقة الكهربية والجهد الكهربي من قانون كولوم؛
7. تفسر ظاهرة وجود التيار الكهربي في الموصلات؛
8. توضح سبب وجود المقاومة الكهربية؛
9. تطبق قانون اوم على دائرة كهربية بسيطة؛
10. تعدد مصادر الطاقة الكهربية؛
11. تذكر أمثلة لتحولات الطاقة الكهربية؛
12. توضح شكل المجال المغنطيسي لتيار يمر في موصل؛
13. تكتب قانون القوة بين قطبين مغنطيسين؛
14. توضح كيفية تخطيط المجال المغطيسي لمغنطيس وبين مغنطيسين؛
15. تشرح ظاهرة وجود المجال المغنطيسي للأرض وشكله؛
16. **تحل** التدريبات الموجودة في نهاية كل قسم.

1.5. الكهربية الساكنة (الاستاتيكية Static)

1.1.5. مقدمة

عزيزي الدارس ،،

ظاهرة تكهرب الأجسام ظاهرة معروفة منذ قديم الزمان, ومدونة في السجلات منذ 600 سنة قبل الميلاد. وكان أكثر ما يلفت نظر الناس هو وجود بعض الأجسام التي يمكن أن تشحن بشحنة تؤدي إلى صعق من يلمسها بصعقة قد تكون ضعيفة أو قوية كما في الشكل (5-1).



الشكل (5 -1): ظاهرة التكهرب

هذه الظاهرة كانت أظهر ما تكون في مقدرة الكهرمان (amber) على التقاط الأجسام الصغيرة بعد دلكه بالصوف. وقد قام الطبيب الإنجليزي وليم جيلبيرت (William Gilbert) في القرن السابع عشر بصك كلمة لاتينية جديدة لتسمية هذه الظاهرة وهي ***ēlectricus,*** من الكلمة الإغريقية وتنطق إلكترون (*elektron*) والتي تقابل باللغة العربية "الكهرمانية (amber like) , ومن الكلمات العربية الكهرمان والكهرمانية اشتقت مصطلحات الكهرباء والكهربية. وهي نفس الطريقة التي استخدمت من قبل ومن الكلمة اللاتينية ***ēlectricus*** اشتقت المصطلحات الإنجليزية electricity و electric في حوالي سنة 1645 , كما دخلت

كلمة إلكترون *(electron)* في كل اللغات إسماً للجسيم الذي يدور حول النواة في الذرة في بداية القرن العشرين. و المعرف بهذا الاسم.

عزيزي الدارس ،،

إن ظاهرة تكهرب المواد بالاحتكاك أو التأثير تحدث في كل لحظة وفي كل يوم. فإذا مشط شخص شعره بمشط من البلاستيك فإن هذا المشط في حالة تمشيط الشعر الجاف تصبح عنده المقدرة على جذب الأشياء الصغيرة والخفيفة. وإذا قربت شعرك (أو يدك إذا كان بها شعر) إلى شاشة التلفزيون وهو يعمل ستجد أنها تجذب الشعر, وفي الواقع يمكن إجراء كثير من التجارب باستعمال شاشة التلفزيون.

الشكل :(5 –2): تأثير الشحنات الكهربية

الشعر تحت تأثير بالون مشحون الشعر قرب شحنة ساكنة

غير أن أكبر ظاهرة تكهرب تحدث يوميا وفي كل لحظة وعلى نطاق واسع وضخم (في أكثر من مكان حول العالم) هي تلك المسببة للبرق والرعد في السحب وهي في الأصل عبارة عن شحنات كهربية ضخمة جداً.

الشكل (5−3): البرق ناتج عن كهربية استاتيكية في السحاب حيث يتم تفريغ الشحنة إما بين السحب نفسها أو بين السحب والأرض. (راجع القسم الأخير من الفصل الثالث)

2.1.5. الشحنة الكهربية

عزيزي الدارس ،،

كل مادة مكونة من ذرات وهي تحتوي علي:

1 .النواة وتتضمن:

أ. بروتونات(p) في نواة الذرة مشحون بشحنة موجبة.

$e^{+}= 1.6 \times 10^{-19}$ C (Coulomb)

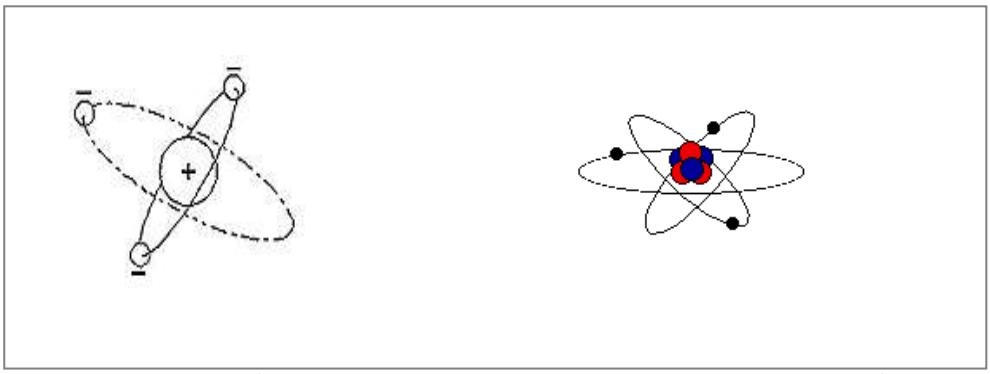
ب. نيوترونات (n) في نواة الذرة غير مشحون بشحنة .

2. إلكترونات e تدور حول النواة وتحمل شحنة سالبة.

$e^{-}= -1.6 \times 10^{-19}$ C (Coulomb)

أي نفس مقدار شحنة البروتون, ولكنها سالبة. بعد ذلك أي شحنة q على جسم, ما هي إلا تكرار لأي من الشحنتين e^{+} أو e^{-} , أي:

$$q = N \times (e^{+} \text{ أو } e^{-}) \qquad (1-5)$$



الشكل (5–4):الذرة عبارة عن نواة موجبة تدور حولها الكترونات سالبة

الشحنة الكهربية هي خاصية غير مرئية يكتسبها الجسيم أو المادة ويمكن ملاحظتها فقط من خلال التفاعل الذي تحدثه.

ولكن ما هي الشحنة الكهربية؟

للشحنة خاصية أخرى مهمة ، حيث ينطبق عليها قانون حفظ الشحنة, والذي ينص على أن الشحنة كمية محفوظة, لا تنتج من لاشيء ولا تختفي في لا شيء وتخضع للعمليات الحسابية, بمعنى أن مجموع شحنة موجبة زائد شحنة سالبة ينتج كمية متعادلة الشحنة. (قوانين حفظ الطاقة والشحنة لا علاقة لها بخلق المادة من أصلها وإنما تنطبق على ما هو موجود منها).

مما سبق واضح أن هنالك نوعين من الشحنات :

1. شحنة موجبة (مكرر شحنة البروتون) ويرمز لها بالرمز q وعادة يستعمل معها الرمز (+) أي أن $q^+ = N \times e^+$

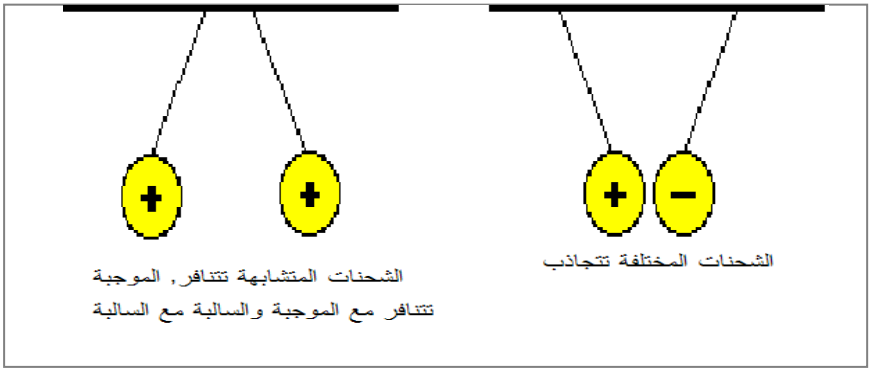
2. شحنة سالبة (مكرر شحنة الإلكترون) ويرمز له بالرمز q^- أي ان

$$q^- = N \times e^-$$

خواص الشحنات

عزيزي الدارس نجد أن

1. الشحنات المختلفة تتجاذب
2. الشحنات المتشابهة تتنافر كما هو موضح في الشكل



الشكل (5–5): الشحنات المختلفة تتجاذب والمتشابهة تتنافر

3.1.5. الموصلات والعوازل

عزيزي الدارس ،،

بالرغم من أن كل المواد تتكون من ذرات إلا أنها ليست متشابهة في توصيلها للكهرباء أو شحنها بشحنة كهربية, وتنقسم المواد من حيث توصيلها للكهرباء إلى ثلاثة أنواع:

1. الموصلات:

الموصل هو المادة التي تسمح بحركة الشحنة الكهربية خلالها. من أمثلة الموصلات: النحاس(cu), الألمنيوم(Al) والحديد(Fe) وكل المعادن. عند وضع أي شحنة على الموصل سنجدها تنتشر في كل أجزاء الموصل بحيث ينتج توازن في التوزيع.

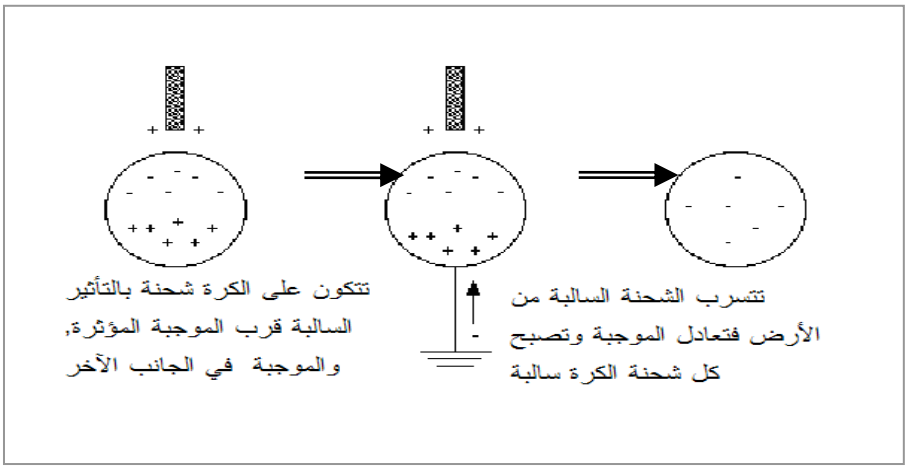
2. العوازل:

العازل هو المادة التي لا تسمح بحركة الشحنات الكهربية. وعند وضع أي شحنة على عازل فسنجدها تبقى في مكانها. ومن أمثلة العوازل: الزجاج والمطاط والخشب الجاف و الواضح أنها كلها من النوع الذي يمكن شحنه وتبقي عليه الشحنة .

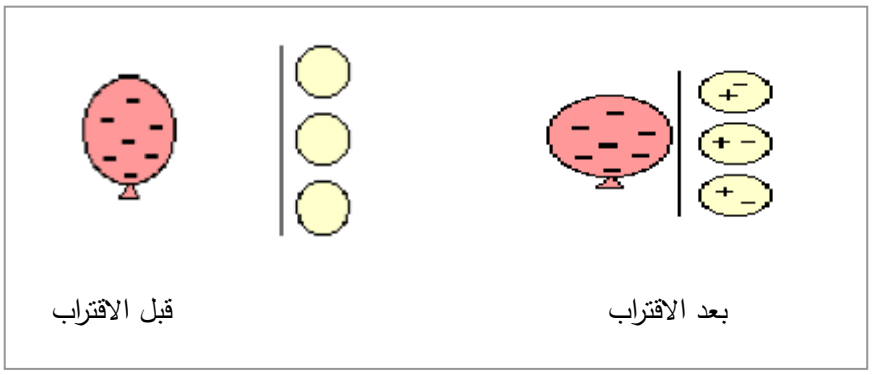
3. أشباه الموصلات

لا هي بالموصلة ولا بالعازلة.

واضح مما سبق أن الأجسام التي تقبل الشحنة وتحتفظ بها مثل الزجاج والمطاط والصوف والحرير هي من العوازل وليس من الموصلات أو أشباه الموصلات. غير أنه يمكن شحن الموصلات بالتأثير, غير أن الشحنة تختفي بمجرد إبعاد المؤثر, كما في الشكل. أما عند توصيل الجسم بالأرض تتنقل الشحنة الغير مقيدة وتظل الأخرى موجودة



الشكل (5-6): الشحن بالتأثير وتفريغ الشحنة الموجبة للأرض



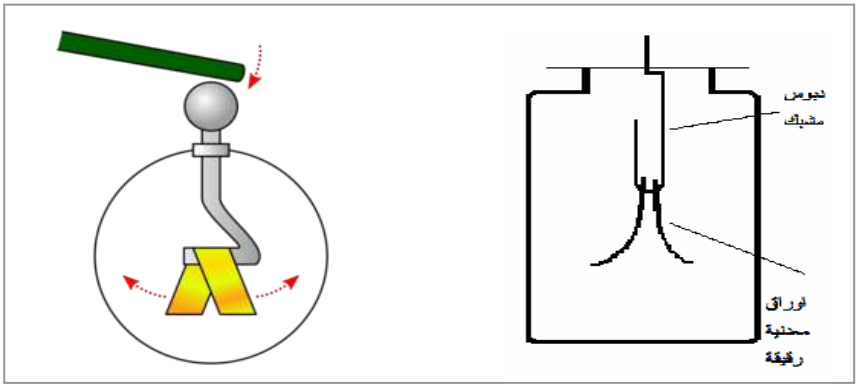
الشكل (5–7): الشحن بالتأثير حيث تنجذب الشحنة المخالفة وتبتعد المشابهة

4.1.5: الكشف عن الشحنات الكهربية

عزيزي الدارس ،،

للكشف عن وجود الشحنات الكهربية ونوعها يستعمل جهاز **الكشاف الكهربي** Electroscope وهو جهاز استعمل من قبل بكثرة في دراسة الكهربية الإستاتيكية . وهو كما موضح **الشكل (5–8) ، هو** جهاز بسيط يتكون من موصل جزء منه خارج الوعاء والجزء الآخر داخل الوعاء في نهايته ورقة معدنية رقيقة معلقة من منتصفها كما في الشكل. وعند ملامسة الجسم المشحون للجزء الأعلى للموصل تنتقل الشحنة للورقة فتنفرج مما يدل على وجود شحنة (تتنافر الورقتان لأنهما تحملان نفس الشحنة). ويمكن أيضاً تحديد نوع الشحنة.

جهاز الكشاف الكهربي يمكن لأي شخص أن يصنعه، وهو يتكون من وعاء زجاجي (فتيل واسع الفتحة) له غطاء معلق فيه دبوس مشبك معدل، هذا الدبوس معلق به ورقتان موصلتان كما في الشكل (5–8).



الشكل (5-8) جهاز الكشاف الكهربي

أسئلة تقويم ذاتي

1. ظاهرة تكهرب المواد بالاحتكاك أو التأثير تحدث في كل لحظة وفي كل يوم, ناقش هذه العبارة ؟ ,
2. تتكون المادة من ..... وكل واحدة منها تحتوي علي نواة والتي بدورها تشتمل على ..... مشحونة بشحنة موجبة.....،و..... متعادلة كهربيا، و تدور حول النواة..... تحمل شحنة .....
3. تنقسم المواد من حيث توصيلها للكهرباء إلى ثلاثة أنواع وضح الفروق بينهم ؟
4. عرف اشباه الموصلات؛
5. ما هي الشحنة الكهربية ؟ ومن ثم اكتب نص قانون حفظ الشحنة ؟
6. اشرح بالرسم فقط خواص الشحنات الكهربية ؟
7. ما الفرق بين الموصلات والعوازل؟
8. وضح بالرسم تركيب جهاز الكشاف الكهربي ثم اذكر طريقة استخدامه؟

النشاط

عزيزي الدارس،،من الإمكانيات المحلية قم بصنع جهاز الكشاف الكهربي ثم اعرضه لمرشدك.

2.5. المجال الكهربي

1.2.5. خطوط المجال الكهربي

عزيزي الدارس

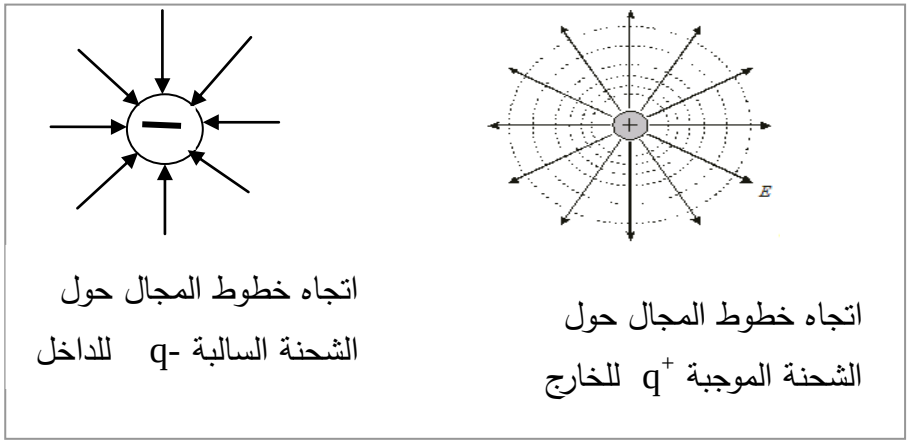
نلاحظ إن هناك قوتين بين الشحنات الكهربية وهما:

*قوة تنافر بين الشحنات المتشابهة *قوة التجاذب بين الشحنات المختلفة

ولأن هذه القوى تكون موجودة حتى بدون اتصال بين الشحنات فلابد أن يكون لهذه الشحنات مجال حولها تماماً مثل المجال التثاقلى حول الكتلة والمجال المغناطيسي حول القطب المغنطيسي. وكما في حالة المجال التثاقلي تعبر عن وجود المجال الكهربي بخطوط وهمية حول الشحنة تسمى خطوط القوة الكهربية أو اختصارا خطوط المجال والتي تمثل المسار الذي ستسلكه أي شحنة موجبة نقطية (ليست أكبر من النقطة) لو وضعت عليه.

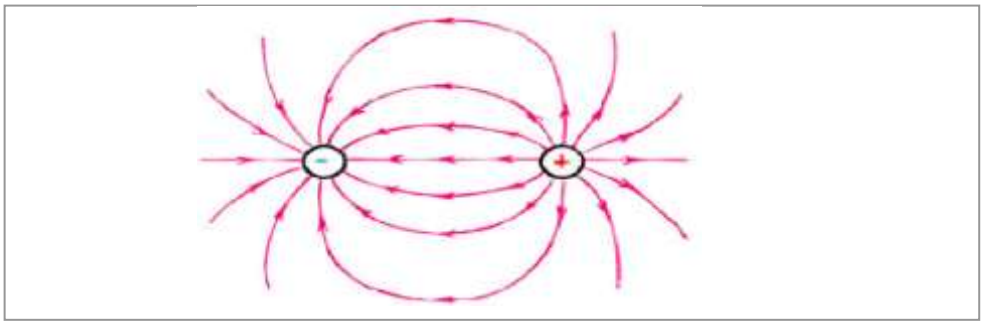
إذن ما هو المجال الكهربي؟

المجال الكهربي عبارة عن المنطقة المحيطة بالشحنة الكهربية وتظهر عليها آثار الشحنة.



لشكل (5–9): اتجاه خطوط المجال الكهربي حول الشحنات

خطوط المجال الكهربي تتحرك من الشحنة الموجبة إلى الشحنة السالبة وهي الخطوط التي ستسلكها الشحنة الموجبة الصغيرة لو تركت تتحرك بين الشحنتين، تعرف معنا على هذه **الخطوط فى الشكل (5–10)**.



الشكل (5–10) خطوط المجال الكهربي تتجه من الشحنة الموجبة إلى الشحنة السالبة

2.2.5. القوة الكهربية بين شحنتين

عزيزي لدارس ،،

إن القوة الكهربية (F) الواقعة بين شحنتين(q_1,q_2) هي إما أن تكون قوة تجاذب[شحنتين مختلفتين] أو قوة تنافر[شحنتين متشابهتين] وتعطى بقانون كولوم Coulombs Law وهو قانون مشابه تماماً لقانون التثاقل الكوني لنيوتن الذي درسناه في الوحدة الثانية. والتي تنص علي أن:

$$F = k \frac{q_1 \times q_2}{r^2} \qquad (2-5)$$

حيث k ثابت ذو علاقة مع الوسط الذي بين الشحنات q_1 و q_2 حيث:

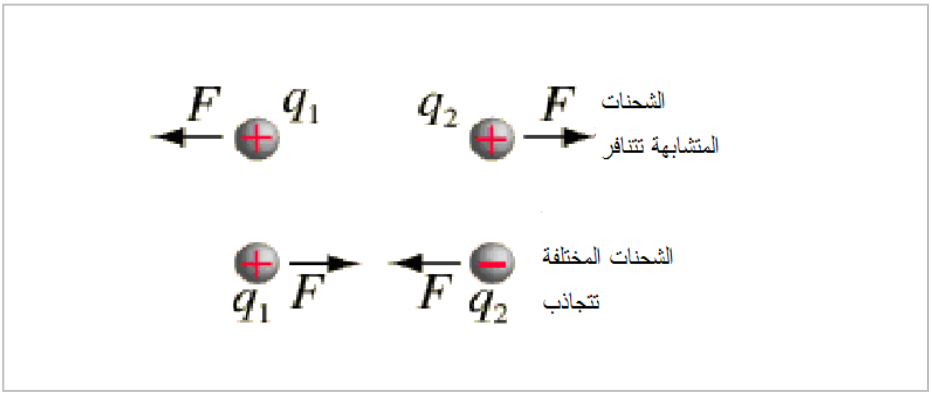
$$k = 9 \times 10^9 \, Nm^2 / C^2 \qquad (3-5)$$

ويسمى أيضاً ثابت كولوم .

أما r فهي المسافة بين الشحنتين.

هذه القوة تتناقص مع مربع المسافة بين الشحنتين تماما كما في حالة قانون التثاقل الكوني. هذا القانون يطبق في حالات الشحنات الموجبة والسالبة. وفي حالة شحنة موجبة وأخرى سالبة تكون القوة قوة تجاذب سالبة (حاصل ضرب شحنة سالبة في موجبة),

- بينما قوة التنافر موجبة (حاصل ضرب شحنتين موجبتين او سالبتين)(أنظر الشكل)



الشكل (5-11): اتجاه القوة بين الشحنات المتشابهة والمختلفة

عزيزي الدارس ،، وحدة القوة في كل الأحوال هي النيوتن N.

النشاط

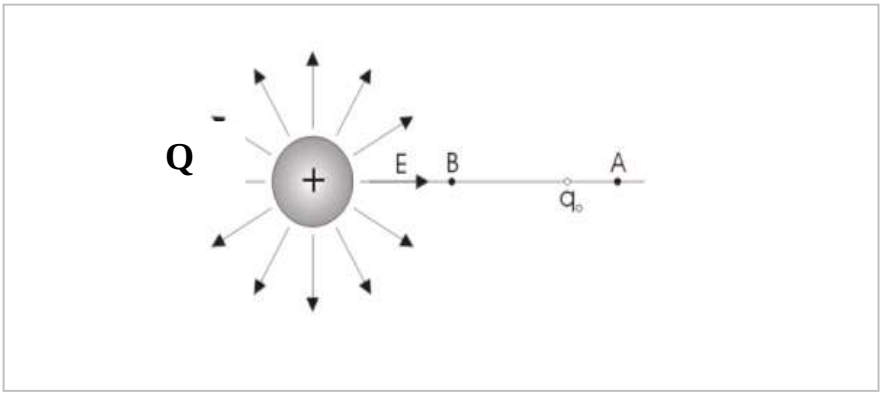
أرسم أسهم تمثل اتجاه القوة في حالة شحنتين سالبتين.

3.2.5. شدة المجال الكهربي

عزيزي الدارس ،،

إن أيجاد القوة بين شحنتين لا يفيدنا إذا كان عندنا شحنة واحدة نريد أن نتعرف على بعض المعلومات عنها , لذلك لجأ الفيزيائيون لتعريف شدة المجال. وشدة المجال ليست قصراً على المجال الكهربي فقط وإنما أيضاً تطبق في حالة المجال التثاقلي. ولكي نميز بين هذه الشحنة والشحنات حولها سنرمز لها بالرمز Q .

شدة المجال للشحنة Q في نقطة ما حولها هي القوة التي تؤثر على وحدة الشحنة q في تلك النقطة (وحدة الشحنة معناها شحنة مقدارها 1 كولوم).



الشكل (5-12) شدة المجال الكهربي للشحنة Q في النقطة A

أي أن :

$$E = \frac{F}{q} = k\frac{Q}{r^2} \qquad (4\text{-}5)$$

إلى أين يكون اتجاه المجال؟

واضح أن وحدة شدة المجال هي وحدة القوة على وحدة الشحنة أي: النيوتن/كولوم N/C

◄◄ مثال (5-1)

شحنة كهربية مقدارها 1 كولوم. أوجد القوة على شحنة أخرى مقدارها 1 كولوم, ثم أوجد شدة المجال الكهربي على بعد 1 متر من هذه الشحنة علماً بأن ثابت كولوم

$$k = 9\times10^9\ Nm^2/C^2$$

الحل

$$F = k\frac{q_1\times q_2}{r^2} = 9\times10^9\frac{1\times1}{1} = 9\times10^9\ N$$

$$E = \frac{F}{q} = k\frac{Q}{r^2} = 9\times10^9 \times \frac{1}{1^2} = 9\times10^9\ \frac{N}{C}$$

$$E = \frac{F}{q} = \frac{9\times10^9\ N}{1C} = 9\times10^9\ NC^{-1}$$

4.2.5. الشغل والطاقة والجهد في المجال الكهربي

عزيزي الدارس ،، عرفنا من قبل أن :

الشغل W (من Work) يساوي القوة F × المسافة .

فإذا حركت قوة F شحنة كهربية q مسافة r في عكس اتجاه المجال الكهربي للشحنة Q, نجد أن الشغل المبذول:

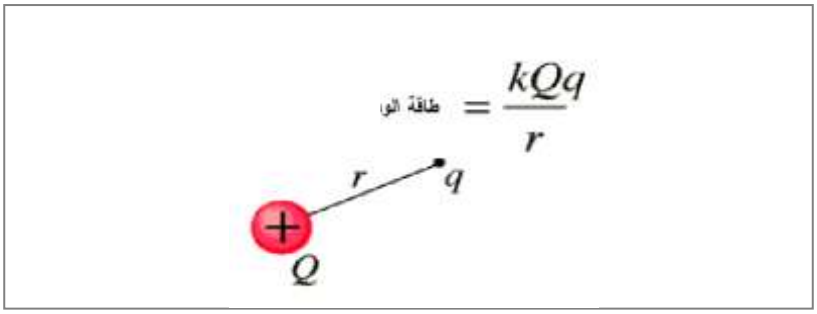
$$\boxed{W = F\times r \approx k\frac{q\times Q}{r^2}\times r = k\frac{q\times Q}{r}} \qquad (5-5)$$

كمية الشغل هذه تساوي طاقة الوضع.

$$\boxed{E_p = k\frac{q\times Q}{r}} \qquad (6-5)$$

ووحدتها = (القوة × المسافة) = النيوتن × متر = (Nm) = جول J

واضح من المعادلة (5–6) أن طاقة الوضع حول الشحنة Q متساوية على بعد r من الشحنة.



الشكل (5–13): طاقة الوضع على مسافة r من الشحنة الموجبة

الجهد الكهربي

عزيزي الدارس ،، الآن ما هو الجهد الكهربي

هو طاقة الوضع في نقطة ما حول الشحنة Q بها وحدة الشحنة

$$V = \frac{E_p}{q} = k\frac{Q}{r} \qquad (7-5)$$

واضح أن الجهد حول الشحنة متساوي على بعد r مكوناً ما يسمي بالخطوط متساوية الجهد كما في الشكل (5-13). ووحدة الجهد هي الفولت Volt وتكتب اختصارا V.

عزيزي الدارس ،، واضح من المعادلة (5-7) أن الجهد يقل كلما ابتعدنا عن الشحنة الموجبة (بسبب القسمة على r) ولذلك يوجد دائماً فرق في الجهد بين أي نقطتين في مجال كهربي ما لم يكونا على نفس الخط متساوي الجهد. وجود فرق الجهد هذا كما سنرى لاحقاً يتسبب في حركة الشحنات الكهربية الموجبة من النقاط الأعلى جهداً إلى الأدنى جهداً.

مثال (5-2)

أوجد الجهد الكهربي لكل شحنة من الشحنتين في المثال (5-1) في منتصف المسافة بينهما , ثم أوجد محصلة جهد الشحنتثن.

الحل

جهد الشحنة الأولى في منتصف المسافة بين الشحنتين

$$V_1 = k\frac{Q}{r} = 9\times10^9 \times \frac{1}{0.5} = 18\times10^9\, J$$

جهد الشحنة الثانية في منتصف المسافة بين الشحنتين = جهد الشحنة الأولى

الجهد الكلي للشحنتين في منتصف المسافة بين الشحنتين يساوي مجموع الجهدين لأن الشحنتين موجبتان , أي:

$$V = V_1 + V_2 = 2 \times 18 \times 10^9 \, J = 36 \times 10^9 \, J$$

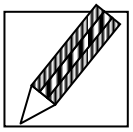
أسئلة تقويم ذاتي

1. ما هو المجال الكهربي؟
2. عرف شدة المجال لشحنة؟
3. بالرسم فقط وضح خطوط المجال حول الشحنة الموجبة q^+
4. عرف الجهد الكهربي، ثم فسر بالكلمات العلاقة التالية:

$$V = k\frac{Q}{r}$$

5. ماذا يحدث لمحصلة الجهد الكهربي في المثال (5-2) أعلاه إذا كانت واحدة من الشحنتين سالبة؟.

تدريب(1)



1. شحنتان الأولى $+2\times10^{-9}$ كولوم والثانية -2×10^{-9} كولوم بينهما مسافة 0.2 متر .فإذا علمت أن ثابت كولوم يساوي 9×10^9 فأوجد:
   أ. القوة بين الشحنتين ونوعها؛
   ب. شدة المجال الكهربي في منتصف المسافة بين الشحنتين لكل شحنة على حدة،و محصلة شدة المجال في منتصف المسافة للشحنتين معاً؛
   ت. الجهد الكهربي في منتصف المسافة بين الشحنتين لكل شحنة على حدة
   ث. محصلة الجهد الكهربي في منتصف المسافة.

3.5. التيار الكهربي

1.3.5. التوصيل الكهربي

عزيزي الدارس ،،

إن مقدرة الموصلات على التوصيل تدل على وجود شحنات متحركة موصلة بها. وفي الواقع فإن الإلكترونات الخارجية في ذرات المعادن بالذات مثل النحاس في حالة أقرب إلى أن تكون حرة وهي في حركة دائبة تحت تأثير الحرارة ،غير أن الإلكترونات الحرة في الموصلات يمكن أن تتحرك بصورة منظمة تحت تأثير أي مجال كهربي بين طرفي الموصل كما موضح في الشكل (5-14).

الشكل (5-14): يوضح حركة الإلكترون في موصل بدون وجود مجال وهي حركة عشوائية

لمجال الكهربي اللازم لجعل الالكترونات الحرة تتحرك بصورة منتظمة مكونة تياراً يمكن الحصول عليه من بطارية أو أي مصدر كهربي يولد فرق جهد بين طرفي الموصل كما هو موضح في الرسم:

حركة الالكترونات الحرة في الموصلات (عدد هذه الإلكترونات) هي عبارة عن حركة شحنة في الموصل وحركة هذه الشحنة هي التيار الكهربي. وحسب التعريف فإن **التيار الكهربي**:

> هو كمية الشحنة Q المارة في الموصل في وحدة الزمن (الثانية).

ويرمز للتيار بالرمز I, أي أن:

$$I = \frac{Q}{t}$$

ووحدة التيار هي الأمبير Ampere على اسم العالم الفرنسي أمبير صاحب المساهمات في هذا الجانب. واضح من المعادلة أعلاه أن:

$$1Ampere = 1A = \frac{1Coulomb}{1\sec ond} = Cs^{-1}$$

◄◄ **مثال (5–3)**

موصل يمر به تيار قدره 0.1 أمبير , فإذا مر هذا التيار لمدة ثانية واحدة , فأوجد الشحنة المارة في الموصل بالكولوم. وإذا علمنا أن شحنة الإلكترون ($e^- = -1.6 \times 10^{-19}$ C (Coulomb)) فأوجد عدد الإلكترونات في هذه الشحنة.

الحل

الشحنة $Q = I \times t = 0.1 \times 1 = 0.1$ C

عدد الإلكترونات الحرة N = الشحنة الكلية Q ÷ شحنة الإلكترون e .

$$N = \frac{0.1}{1.6\times10^{-19}} = \frac{100\times10^{16}}{1.6} = 62.5\times10^{16} \text{ الكترون}$$

2.3.5. المقاومة الكهربية

عزيزي الدارس ،، ليس كل الموصلات جيدة التوصيل للكهرباء . فبعض المواد قليلة الإلكترونات الحرة وهناك الكثير من التصادمات بين الإلكترونات الحرة و الذرات في المادة أثناء التوصيل الكهربي. ويقال في هذه الحالة أن هناك مقاومة (Resistance) لمرور التيار.

تُعرف المقاومة الكهربية (Resistance) بأنها:

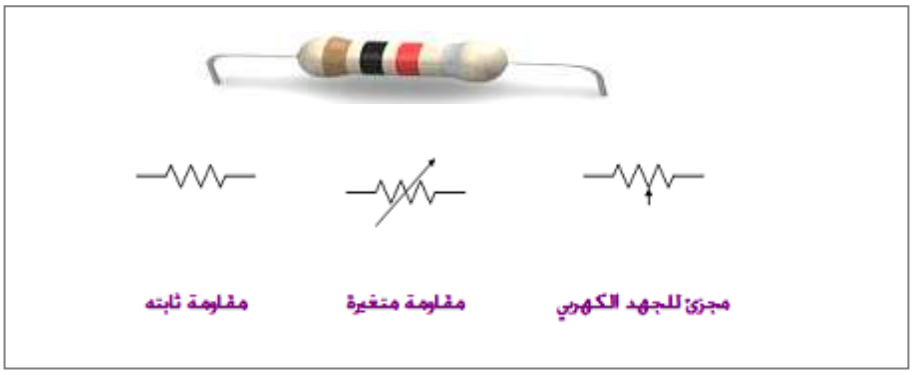
مقدار الممانعة أي المعاوقة التي يلاقيها التيار عند مرورها في موصل ويرمز لها بالرمز R.

ووحدة المقاومة هي الأوم Ohm سُميت على اسم العالم أوم صاحب قانون أوم ويرمز لوحدة الأوم بالرمز Ω (تنطق أوميقا والحرف الصغير منها هو ω)

هناك نوعان من المقاومات الكهربية هما:

اولا: مقاومة ثابتة مثل الأسلاك المعدنية المختلفة مثل الحديد – النيكل وغيرها.

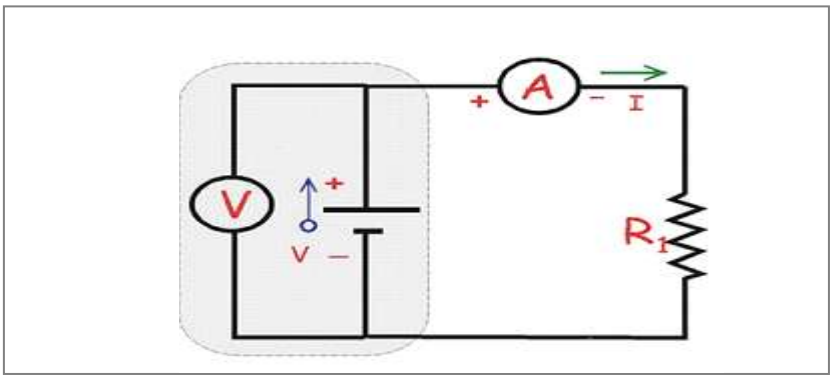
ثانيا: عبارة عن سلك في شكل ملف(مقاومة متغيرة). وحيث أن المقاومة تكون صغيرة جداً مما لا يوفر مجال لكتابة قيمة المقاومة عليها لذا يتم الاعتماد على حساب قيمة المقاومة من خلال حلقات ملونة وكل لون يرمز لقيمة نستطيع منها حساب قيمة المقاومة، والشكل (2–24) يوضح لنا ذلك .



الشكل(5–15): شكل ورموز المقاومات

3.3.5. قانون أوم

عزيزي الدارس, الدائرة الكهربية التالية مكونة مصدر للتيار الكهربي موصل بين طرفيه علي التوازي جهاز الفولتميتر لقياس فرق الجهد (V) وعلي التوالي باميتر لقياس شدة التيار المار في الدائرة الكهربية ومقاومة كهربية (R).



الشكل(5–16): دائرة كهربية لتطبيق قانون اوم.

لو اجرينا تجارب باستعمال الدائرة في الشكل (5–16) نجد أي أن التيار I دائما يحقق القانون التالي:

$$I = \frac{V}{R}$$

أي أن:

التيار المار(I) خلال موصل ذي مقاومة R يتناسب تناسبا طردياً مع فرق الجهد V بين طرفي المقاومة وعكسياً مع قيمة مقاومة الموصل .

مثال (5–4)

أوجد فرق الجهد بين طرفي مقاومة مقدارها 100 أوم (Ω) والتيار المار فيها نصف امبير (A).

الحل

قانون اوم $I = \frac{V}{R}$,

$$V = I \times R = 0.5 \times 100 = 50 volt$$

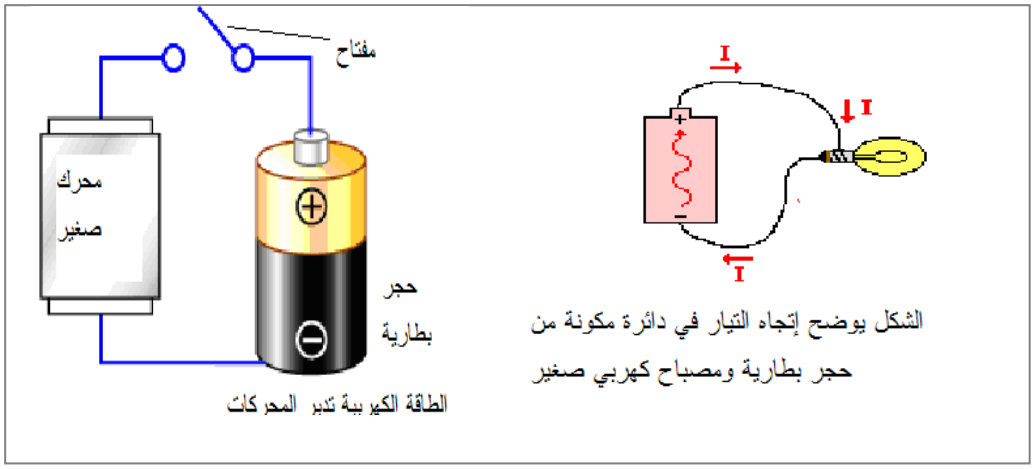
4.3.5. مصادر الطاقة الكهربية

عزيزي الدارس،،

هناك نوعان لمصادر الطاقة المولدة لمجال الكهربي أي فرق جهد كهربي

- مصدر يولد فرق جهد كهربي ثابت, كالأعمدة الكهربية والبطاريات
- وآخر يولد مجالاً كهربياً (فرق جهد كهربي) مترددا وهذه هي المولدات الكهربائية عموماً صغيرها و كبيرها المستخدمة لتوليد الطاقة الكهربية بما فيها تلك المولدة من الخزانات.

ومصدر الطاقة الكهربية يولد فرق جهد كهربي في الموصل معه عند إكمال الدائرة كما في الدائرة البسيطة الموضحة والمكونة من حجر بطارية ومصباح كهربي صغير وهي التجربة التي يمكن لأي شخص إجراءها

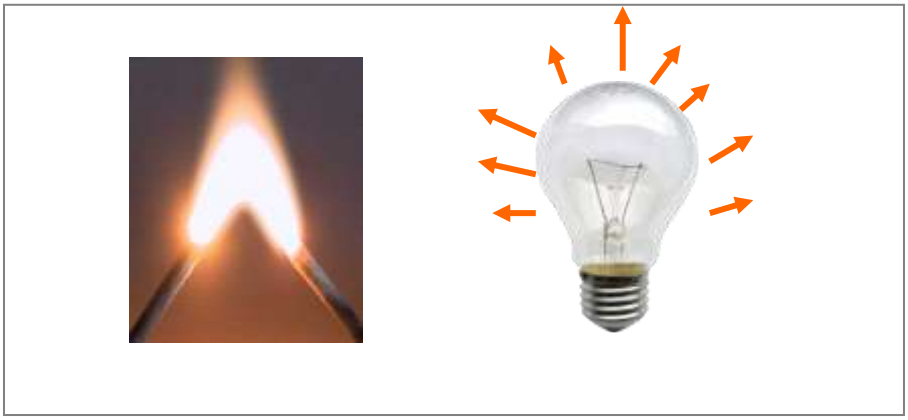


الشكل(5-17): الدائرة الكهربية من حجر بطارية

5.3.5. تحولات الطاقة الكهربية

عزيزي الدارس،، نسبة للسهولة التي يمكن بها نقل الطاقة الكهربية عن طريق الأسلاك و لاستعمالاتها المختلفة نجدها أكثر أنواع الطاقة المرغوبة للبشر والسهلة الاستعمال في المنازل والمكاتب والورش والمصانع. سهولة تحويل الطاقة الكهربية إلي صور أخرى من صور الطاقة هي السبب الرئيسي في تمدد استعمالها، فمثلاً الطاقة الكهربية تتحول إلى طاقة ضوئية من خلال المصابيح المختلفة, وهذا هو السبب الأساسي لاستعمال الطاقة الكهربية في المنازل أن حيث الحاجة لاستعمال الكهرباء في الإضاءة كانت ولا زالت هي الأهم.

1. الطاقة الكهربية تتحول إلى حرارة وذلك في الأفران الكهربية وفي السخانات وأدوات الطهي وفي المكواة و عملية اللحام باستعمال الكهرباء هي من هذا الباب. التوهج الشديد الحادث في المصباح الزجاجي العادي المفرغ من الهواء هي تحول الطاقة الكهربية إلى حرارة شديدة يتحول جزء منها إلى ضوء والجزء الآخر إلى حرارة (جرب ذلك بنفسك)



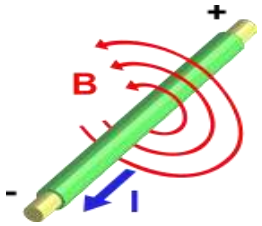
الشكل(5-18): تحول الطاقة الكهربية إلى حرارة

2. تحول الطاقة الكهربية أيضاً إلى طاقة ميكانيكية وهذه نراها في المروحة والمكيف ومحرك الثلاجة ومحركات رفع المياه وكل المحركات التي تعمل بالكهرباء الصغيرة منها والكبيرة. شعبية استعمال المحركات الكهربية ناتجة من بساطة التحكم فيها وسهولة توصيل الطاقة الكهربية إلى المحركات مهما كان مكانها.
3. الطاقة الكهربية يمكن أن تتحول إلى طاقة كيمائية وهناك أمثلة مثل الطلاء الكهربي وشحن البطاريات....الخ. كما إن الطاقة الكيميائية تتحول إلى طاقة كهربية كما في حالة البطاريات.
4. الطاقة الصوتية تتحول إلى طاقة كهربية في الميكرفونات وتتحول مرة أخرى إلى طاقة صوتية من خلال السماعات ومضخمات الصوت.الطاقة الكهربية تتحول إلى موجات كهرومغناطيسية (لاسلكية) فتنقل الصوت والصورة إلى أجهزة الاستقبال كالراديو والتلفزيون الذي يحولها مرة أخرى إلى صوت وصورة.

5.3.5. الأثر المغنطيسي للتيار

عزيزي الدارس ،،

هنالك علاقة قوية جداً بين الكهربية والمغنطيسية. لقد وجد أن السلك الذي يمر به تيار يتولد حوله مجال مغنطيسي في صورة دوائر غير مرئية مركزها السلك اي التيار . هذا المجال المغنطيسي يرمز لشدته بالرمز B حيث شدة المجال المغنطيسي أشبه بشدة المجال الكهربي. الشكل(**5–19**)يوضح بالتقريب شكل شدة المجال المغنطيسي **B** لتيار **I** يمر في سلك مستقيم. لاحقا سنتعرف على كيفية الكشف عن المجال المغنطيسي باستعمال بوصلة صغيرة.

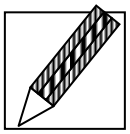


الشكل(**5–19**): المجال المغنطيسي حول موصل يمر به تيار **I**

أسئلة تقويم ذاتي

1. عرف كل من التيار الكهربي و المقاومة الكهربية مع ذكر الوحدات؛
2. اكتب نص قانون أوم؛
3. اذكر مصادر الطاقة الكهربي؛
4. وضح ماذا نعني بتحولات الطاقة الكهربية وأذكر نماذج لها؛
5. ناقش الأثر المغنطيسي للتيار.
6. موصل يمر به تيار قدره 0.8 أمبير , فإذا مر هذا التيار لمدة5 ثواني , فأوجد الشحنة المارة في الموصل بالكولوم. وإذا علمنا أن شحنة الإلكترون ((Coulomb) C 10^{-19} × -1.6 = e^-) فأوجد عدد الإلكترونات في هذه الشحنة .

تدريب(**2**)



1. تيار مقدره واحد أمبير مر لمدة ثانية واحدة. أوجد مقدار الشحنة التي مرت وعدد الالكترونات فيها غذا علمت أن شحنة الالكترون هي $e^- = -1.6 \times 10^{-19}$ C
2. مقاومة مقدارها 10 Ω وفرق الجهد بين طرفيها 12 فولت. أوجد التيار المار فيها.

4.5: المجال المغناطيسي Magnetic Field

عزيزي الدارس ,، ما هو المغناطيس؟

المغناطيس هو نوع من المواد لها خاصية جذب المواد الحديدية وربما تكون قمت ببعض التجارب البسيطة بالمغنطيس ولاحظت وجود قوى تجاذب أو تنافر بين الأقطاب (الأطراف) المغناطيسية.

- فالقطب الشمالي لمغناطيس ما مثلاً يؤثر بقوة تنافر على القطب الشمالي لمغناطيس آخر موضوع بالقرب منه
- وبالعكس يقوم القطب الجنوبي لمغناطيس بجذب الأقطاب الشمالية لمغنطيس أخر

بالإضافة إلى أننا نلاحظ أيضاً أن قطع غير ممغنطة من الحديد تنجذب بشدة إلى كل من القطبين الشمالي والجنوبي للمغنطيس.

1.4.5. القوة المغناطيسية المتبادلة بين قطبين مغناطيسيين

عزيزي الدارس

نجد ان المغناطيسية مجال، يؤثر عن بعد، فان القوة المغناطيسية تأخذ نفس شكل القوة الكهربية وأيضا نفس شكل قوة التثاقل الكوني

تعتمد القوة المغناطيسية بين قطبين مغناطيسيين على ثلاثة عوامل هي:-

أولا: **مع شدة كل من القطبين** ويرمز لهما بالرمز (M_2 و M_1)

إذن تتناسب القوة المغناطيسية(**F**) تناسباً طردياً مع شدة كل من القطبين (M_2 و M_1)

$$F \propto M_1 M_2$$

ثانيا: **البعد بين القطبين؛**

لذا تتناسب القوة المغناطيسية بين القطبين تناسباً عكسياً مع مربع البعد بينهما

وهذا القانون يعبر عن قانون التربيع العكسي: $F \propto \frac{1}{r^2}$

ثالثا : **نوع الوسط** الفاصل بين القطبين.

لذلك تعتمد القوة المتبادلة بين القطبين على نوع الوسط الفاصل بين القطبين.

و الآن عزيزي الدارس،، عند دمج العوامل المذكورة يمكن صياغة نص قانون القوة المتبادلة بين القطبين كالآتي:

$$F \propto \frac{M_1 M_2}{r_2}$$

ويمكن التعبير رياضياً عن مقدار القوة كالآتي:

$$\boxed{F = k' \frac{M_1 M_2}{r_2}} \qquad (8\text{-}5)$$

نلاحظ أن لهذه القوة شكل القوة الكهربية وأيضا نفس شكل قوة التثاقل

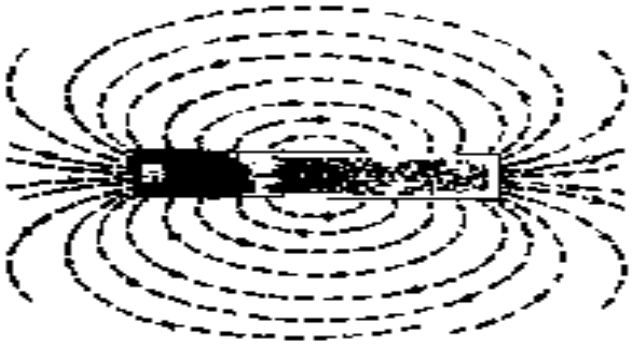
قيمة الثابت = $k' = 10^7 tesla/m$

2.5.4.طرق تخطيط المجال المغنطيسي

إما باستخدام برادة الحديد أو باستخدام الإبرة المغنطيسية

أولاً. نستخدم إبرة بوصلة حيث يمكن اعتبار إبرة البوصلة مغناطيساً صغيراً وأن طرف الإبرة الذي يشير إلى الشمال يتجه للمجال المغناطيسي للأرض يعرف بالقطب الشمالي للإبرة المغنطيسية. فإذا وضعت إبرة البوصلة بجوار قضيب مغناطيس فإنك تلاحظ أن الأقطاب الشمالية للإبر (رؤوس الأسهم) ستصطف نتيجة لتأثير قوى التنافر مع القطب الشمالي (N) والتجاذب مع القطب الجنوبي (S) للمغناطيس.

ثانيا: بنثر برادة حديد على ورقة فوق المغنطيس فتصطف البرادة ويمكن تكوين صورة للمجال المغناطيسي برسم سلسلة من الخطوط حول المغناطيس.



الشكل(5–20): خطوط المجال المغنطيسي

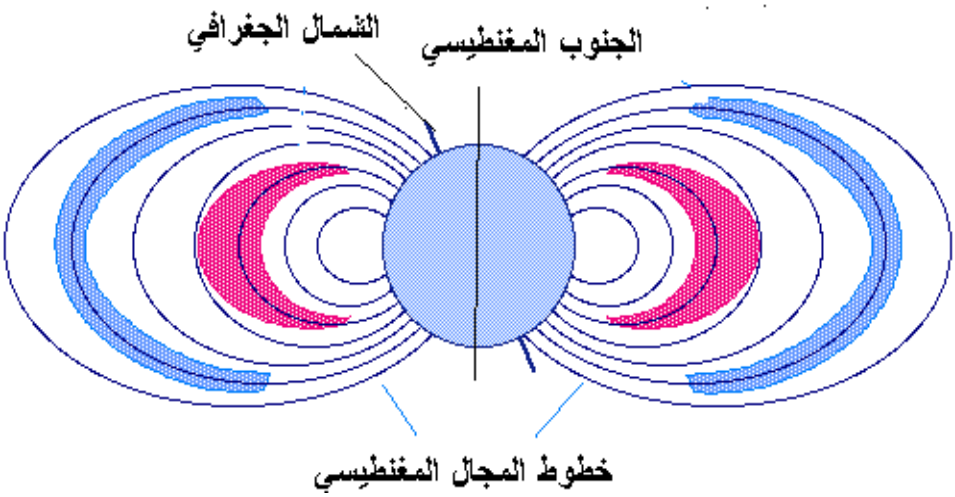
3.4.6. المجال المغنطيسي للأرض

لقد أوضح العلماء إن **الأرض عبارة عن مغنطيس كبير جدا** يوجد قطبه الشمالي قرب القطب الجنوبي الجغرافي بينما قطبه الجنوبي قرب القطب الشمالي الجغرافي الشكل(**5–21**)

وبذلك نلاحظ عند تعليق مغناطيس حر الحركة فإن :

- قطبه الشمالي ينجذب إلى قطب المغناطيس الجنوبي للأرض
- وبذلك يتجه القطب الشمالي للمغناطيس نحو الشمال الجغرافي للأرض.

المجال المغنطيسي للأرض ناتج عن دوران الأرض حول محورها وهناك الكثير من النظريات حول هذا الأمر, ولكن الشائع أن حركة الأرض تحرك معها المادة المصهورة داخلها مما يخلق تيارات تولد مجالا مغنطيسيا. وقد وجد أن الأرض غيرت أقطابها المغنطيسية (شمال –جنوب) 171 مرة خلال الـ71 مليون سنة الأخيرة من عمرها.



الشكل (5-21) : يوضح أن الأقطاب المغناطيسية للأرض لا تنطبق على الأقطاب الجغرافية التي يحددها محور دوران الأرض حول نفسها

لاحظ أن المجال المغنطيسي للأرض يحميها من الجسيمات الضارة الصادرة من الشمس.

النشاط

1. عزيزي الدارس،،

باستخدام مغناطيس قم بتجميع برادة حديد من الأرض وانثر البرادة على ورقة ثم ضع المغناطيس أسفل الورقة وسجل الملاحظات، واعرضها علي مرشدك.

2. علل :

أ. ظهور المجال المغنطيسي للأرض؛

ب.وجود قوة بين قطبين مغنطيسيين؛

ت.تعتبر المغنطيسية مجالاً.

أسئلة تقويم ذاتي

1. ما هو المغناطيس؟
2. اذكر العوامل التي تتوقف عليها القوة المغناطيسية المتبادلة بين قطبين مغناطيسيين.
3. اكتب التعبير الرياضي للقوة المغناطيسية.
4. اذكر طرق تخطيط المجال المغنطيسي.
5. ناقش المجال المغنطيسي للأرض موضحا أجابتك بالرسم.

الخلاصة

ولكن ما الذي ناقشناه عزيزي الدارس ؟

أنها مفاهيم كثيرة ومهمة جدا:

هل يمكنك أن تلخص ذلك بإيجاز؟ .

لنتعاون على ذلك معا. و بدأنا أولا

بدراسة الكهربية الساكنة ثم المجال الكهربي وشدة المجال الكهربي والطاقة الكهربية ثم تعرفنا على المجال المغناطيسي

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

لمحة مسبقة عن الوحدة القادمة

عزيزي الدارس, في الوحدة القادمة و التي بعنوان الموجات والصوت والضوء سوف نتعرف علي مفهوم كل من الأمواج و الصوت ثم تعريف الضوء شرح ظاهرة الانعكاس و ظاهرة الانكسار

نرجو أن تجدها وحدة مفيده.

اجابات التدريبات:

تدريب 1:

أ) القوة بين الشحنتين

$$F = k\frac{q_1 \times q_2}{r^2} = 9\times10^9 x\frac{(2x10^{-9})^2}{0.2^2} = -36x10^{-5}N$$

القوة قوة تجاذب لأنها سالبة حيث أن التجاذب يحدث بين شحنتين موجبة وسالبة.

ب) شدة المجال الكهربي في منتصف المسافة بين الشحنتين تكون لكل واحدة من الشحنتين:

$$E_1 = \frac{F}{q_2} = k\frac{q_1}{r^2} = 9\times10^9 \times \frac{2x10^{-9}}{(0.1)^2} = 18\times10^2\ \frac{N}{C}$$

$$E_2 = \frac{F}{q_1} = k\frac{q_2}{r^2} = -9\times10^9 \times \frac{2x10^{-9}}{(0.1)^2} = -18\times10^2\ \frac{N}{C}$$

ت) المحصلة =صفر.

ث) نفس الطريقة مع الجهد الكهربي حيث

$$V_1 = k\frac{q_1}{r} = 9\times10^9 \times \frac{2x10^{-9}}{0.1} = +18\times10\ \ J$$

$$V_2 = k\frac{q_2}{r} = -9\times10^9 \times \frac{2x10^{-9}}{0.1} = -18\times10\ \ J$$

المحصلة تساوي الصفر

تدريب (2)

$$Q = I \times t = 1C$$

1. $$N = \frac{Q}{e} = \frac{1}{1.6\times10^{-19}C} = 6.25\times10^{18} electron$$

2. $$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{10} = 1.2A$$

مسرد المصطلحات

Work	الشغل
electron	الإلكترون
Static	الكهربية الساكنة (استاتيكية)
Quantize	مكماة
Electroscope	الكشاف الكهربي
Coulombs Law	قانون كولوم

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 : Hpperphysics.phy-astr.gsu. edu
6. هناك مواقع ممتازة لمحاكاة التجارب الفيزيائية على الانترنت Phy-ntnu.edu. tw

الوحدة السادسة

الأمواج والصوت والضوء

محتويات الوحدة السادسة

الموضوع	الصفحة
تمهيد	203
مقدمة	203
أهداف الوحدة	204
6. الأمواج والصوت والضوء	205
1.6. الأمواج	205
2.6.الصوت	208
3.6. الضوء	216
1.3.6.انعكاس الضوء	218
2.3.6. انكسار الضوء	224
3.3.6. انكسار الضوء في المنشور	227
3.3.6. انكسار الضوء في العدسات	229
4.3.6. العين البشرية	234
الخلاصة	237
اجابات التدريبات	238
مسرد المصطلحات	239
المراجع	240

تمهيد

مقدمة

عزيزي الدارس،,

مرحباً بك إلى الوحدة السادسة من مقرر مبادئ العلوم العامة (3) : أساسيات الفيزياء وهي بعنوان الصوت والأمواج والضوء:

أولا : سوف نتعرف علي مفهوم الأمواج ثم معرفة كل من الطول الموجي و سرعة الموجة c ، ثم ننتقل معا إلي مفهوم الصوت, ومن ثم دارسة خواصه ومعرفة الأمواج فوق السمعية (فوق الصوتية) واستخداماتها. ثم شرح الأذن البشرية كأداة للسمع.

ندلف معا بعد ذلك لدراسة الضوء ومعرفة ظواهر الانعكاس والانكسار, وأيضا انكسار الضوء في المنشور و العدسات, ودارسة العين البشرية كجهاز بصري.

عزيزي الدارس، لقد ذيلنا هذه الوحدة بسرد شامل للمصطلحات العلمية التي وردت في النص الرئيسي وترد في ثنايا هذه الوحدة تدريبات، وأنشطة، وأسئلة تقويم ذاتي، مع حلول وتعليقات.

وقد حرصنا على توفير العدد المناسب منها بهدف ترسيخ التعلم وتعزيزه لديك بصفة عامة.

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. **تشرح** مفهوم الموجه وخواصها؛
2. **تُعرف** طول الموجه وترددها؛
3. تفسر السلوك الموجي للصوت؛
4. **تذكر** خواص الصوت؛
5. **تعرف** ظاهرة الضوء؛
6. **تشرح** ظاهرة انعكاس الضوء وتذكر تطبيقات عليها؛
7. **تشرح** ظاهرة الانكسار وتذكر تطبيقات عليها ؛
8. **تفسر** سلوك الضوء في حالة الانكسار؛
9. **تفسر** ظاهرة تحليل الضوء إلى الألوان المختلفة؛
10. **تحل** التدريبات الموجودة في نهاية كل قسم.

6. الأمواج والصوت والضوء

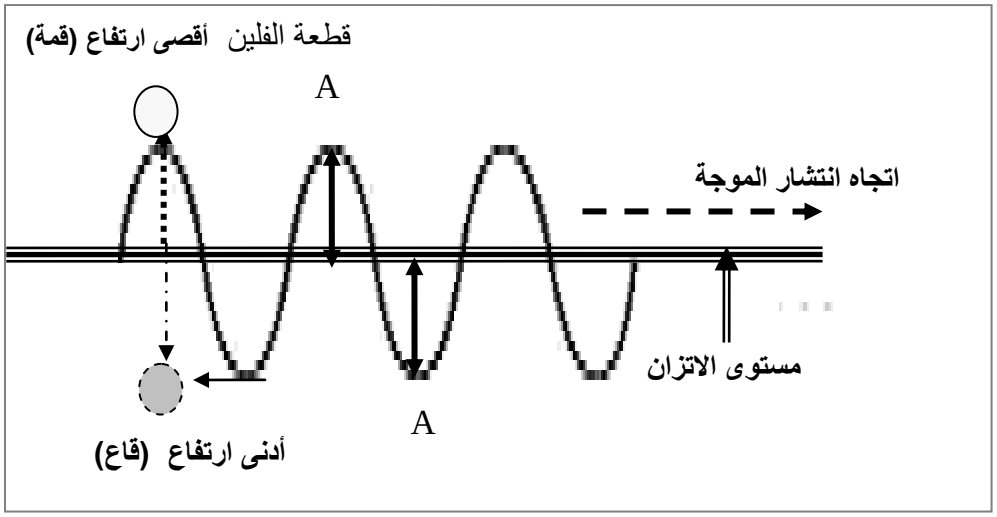
عزيزي الدارس ،،،

تتناول هذه الوحدة مفاهيم الأمواج والصوت والضوء. و نتناول في الفقرات التالية هذه المفاهيم ببعض التفصيل.

1.6. الأمواج Waves

عزيزي الدارس ،،

إذا سألت أي إنسان غير متخصص في الفيزياء, عن مثال للأمواج فإن أول ما سيخطر على باله في الغالب ستكون أمواج الماء سواءً رآها في بركة أو في نهر, وهي أظهر ما تكون في البحار والمحيطات حيث تظهر خطورتها. يمثل الشكل (6–1) تقريباً موجة على سطح ماء حيث تتولد الموجة بتكوين قمم يرتفع إليها سطح الماء فوق المستوى الأصلي للماء قبل ظهور الموجة والذي يسمى مستوى الاتزان, يليها قاع حيث ينخفض سطح الماء عن مستوى الاتزان.



الشكل (6–1): تمثيل لقطعة فلين على موجة ماء مع توضيح لمستوى الاتزان والاتساع A

يسمى مقدار ارتفاع الموجة (القمة) فوق مستوى الاتزان اتساع الموجة (Amplitude) ويرمز له بالرمز A (مقدار الانخفاض دون مستوى الاتزان (القاع) أيضاً يساوي الاتساع A). إذا

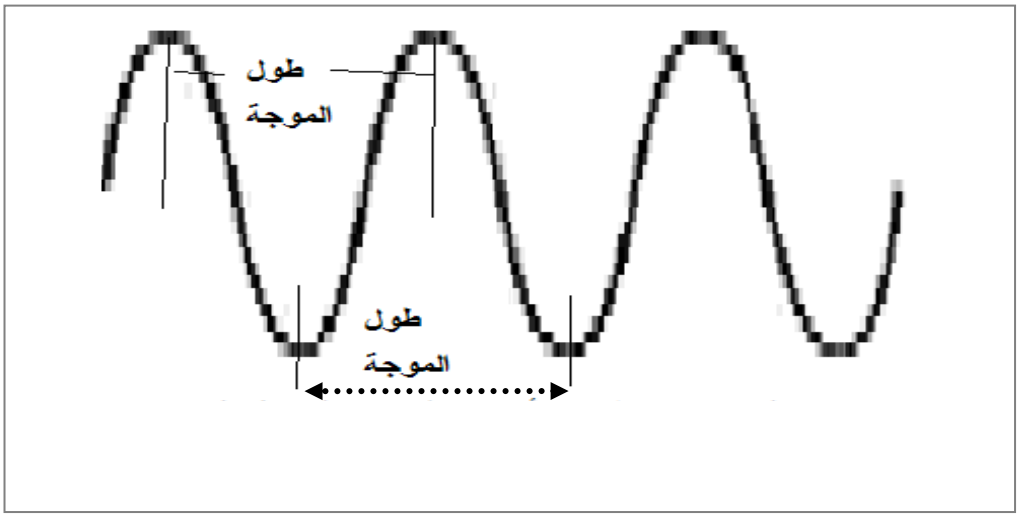
وضعنا قطعة من الفلين فوق سطح موجة, فستتحرك قطعة الفلين إلى أعلى وإلى أسفل حسب حركة الموجة.

تتحرك قطعة الفلين أعلي قمة الموجه, ثم تنخفض إلي قاع الموجة, ثم تعود تارة أخرى مرتفعة وهكذا تتحرك علي نمط حركة اهتزازية قريبة من الحركة التوافقية البسيطة. ونلاحظ هنا, عزيزي الدارس, أنه بالرغم من أن الموجة تتحرك أفقياً فإن قطعة الفلين تتحرك رأسياً مما يعني أن الانتشار الافقي للموجة في الماء لا ينقل جزئيات الماء في الاتجاه الأفقي وإنما تتحرك جزئيات الماء راسياً. هذا المثال يبين أن هناك ارتباط قوى بين الحركة الاهتزازية، 0مثلا إلى أعلى وإلى أسفل) مع الحركة الموجيه. وهذا نموذج للأمواج عندما تُولد حركة اهتزازية. والعكس أيضاً صحيح فهناك الحالات التي تولد فيها الاهتزازات حركات موجيه، فمثلاً:

- اهتزازات الأغشية المشدودة كتلك المشدودة على الطبول وكذلك اهتزازالأوتار المشدودة في الآلات الموسيقية, حيث تولد هذه الاهتزازات أمواجاً صوتية.
- يولد اهتزاز الشحنات الكهربية (الالكترونات) في الأسلاك أمواج كهربية مغناطيسية (أمواج الراديو). ومن المعروف أن الأمواج الكهربية المغناطيسية تجعل الالكترونات الحرة في الأسلاك والمعادن عموماً تكون في حالة حركة اهتزازية مما يجعل كل المعادن مناسبة للإستخدام كهوائيات (أريال) في أجهزة الإرسال والاستقبال في أجهزة الاتصال الإذاعية أو التلفزيونية أو الهاتفية.

طول الموجة هو:

المسافة بين القمتين أو القاعين في **الموجه**. ويرمز له بالرمز λ (ينطق لامدا).



الشكل (6-2): طول الموجة λ

أما سرعة الموجة c فهي المسافة المقطوعة في الثانية الواحدة. و نسبة لأن طول الموجة λ عبارة عن مسافة فإن:

المسافة المقطوعة في الثانية تعادل السرعة c .

إذن السرعة هي عدد أطوال الأمواج التي تمر في الثانية. وهذا العدد يسمى بالتردد.

و لكن ما هو التردد؟

التردد هو عدد أطوال الأمواج التي تمر في الثانية ويرمز له بالرمز f

ووحدة التردد هي الهيرتز وسميت على أسم العالم هيرتز ويرمز له بالرمز Hz. وهو يساوى طول موجة واحدة في كل ثانية واحدة، أو ذبذبة في الثانية.

و نعلم عزيزي الدارس أن تردد فرق الجهد الكهربي في المنازل يساوى 50 Hz.

ومما سبق يتضح أن:

سرعة الموجة c = طول الموجة λ × التردد f

$$c = \lambda \times f \qquad (1\text{-}6)$$

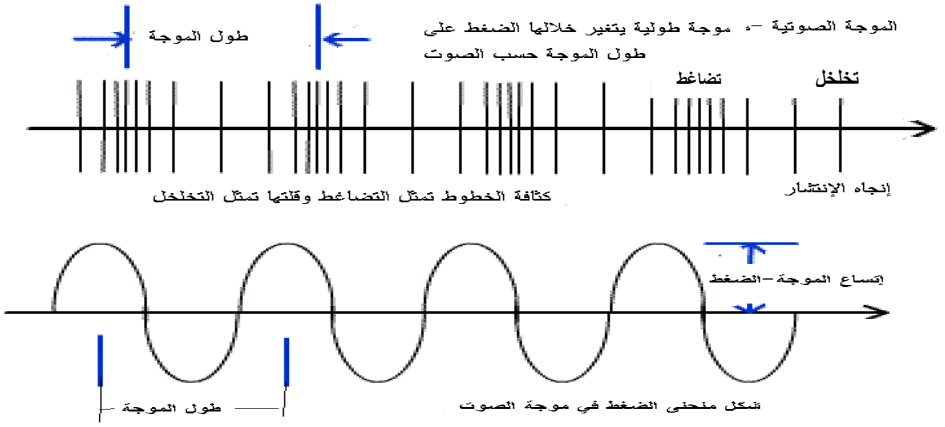
2.6.الصوت Sound

عزيزي الدارس،،

الصوت هو أمواج طولية تنحصر ترددتها بين 20 و 2000 ذبذبة في الثانية, ويمكن أن تنتقل عبر الهواء وكذلك عبر أوساط أخرى مثل الماء والأجسام الصلبة.

أمواج الصوت عبارة عن تضاغطات (زيادة في الضغط) وتخلخلات (نقص في الضغط) تسري تباعا في صورة موجة ضغط

الشكل (6-3) يُمثل تقريباً موجة الصوت لأن الموجة الحقيقية عادة غير منتظمة كما في هذا الشكل. ولكن في كل الأحوال تعتبر موجة الصوت موجة طولية تتكون من تضاغط (زيادة في الضغط) وتخلخل (نقصان في الضغط) ولذلك فاتساع الموجة يتوقف على مقدار الضغط, أما طول الموجة الطولية فيساوي المسافة بين قمة تضاغطين أو تخلخلين.



الشكل (6-3): موجة الصوت (أعلى) وتغير الضغط في الموجة (أسفل)

سميت امواج الصوت بالأمواج الطولية لأن تغير الضغط يحدث في نفس مستوى إنتشار الموجة . ولذلك في حالة الأمواج الصوتية (مثلها مثل الأمواج العرضية) فإن:

سرعة الصوت = طول الموجة λ × تردد الموجة f

أي:

$$\boxed{c = \lambda \times f} \qquad (1\text{-}6)$$

ولأن وحدة طول الموجة λ هي المتر (وحدة المسافة) ووحدة التردد f هي الهيرتز والذي يساوي الذبذبة الواحدة في الثانية, فتردد اهتزازة يساوي 3 هيرتز يعني 3 ذبذبات في الثانية.

نعلم أن سرعة الصوت تزيد بزيادة درجة الحرارة. فسرعة الصوت c في الهواء عند درجة الصفر المئوي تساوى 331.5 متر في الثانية, وتزيد هده السرعة بزيادة درجة الحرارة كالآتي:

$$c = 331.5\ (1+0.6\ T)$$

حيث T تُمثل درجة الحرارة.

وسرعة الصوت في الأجسام الصلبة أعلى بكثير من سرعته قي الهواء حيث تصل خلال الجرانيت إلى حوالي 6000 متر في الثانية. كذلك سرعة الصوت في الماء أعلى من سرعته في الهواء وهي حوالي 1402 متر في الثانية عند درجة الصفر و1482 عند درجة 20^o.

◄◄ مثال (6–1)

موجة صوتية ترددها 2000 هيرتز. أوجد طول موجتها إذا كانت درجة الحرارة أعلى من الصفر وسرعة الصوت عند هذه الدرجة هي 334 متر في الثانية.

الحل

طول الموجة يساوى:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{334}{2000} = 16.7cm = 0.167m$$

ومن حقيقة أن أمواج الصوت التي يسمعها الإنسان تنحصر بين 20 هيرتز و20000 هيرتز, نجد أن طول أمواج الصوت التي يسمعها الإنسان تنحصر بين حوالي السنتمتر الواحد للترددات العالية وحوالي الخمسة عشرة متراً الترداد المنخفضة.

وبما أن $c = 331.5\ (1+0.6\ T)$

إذن: $334 = 331.5 + 331.5 \times 0.6 \times T$

$$T = \frac{334 - 331.5}{331.5 \times 0.6} = 0.0125s$$

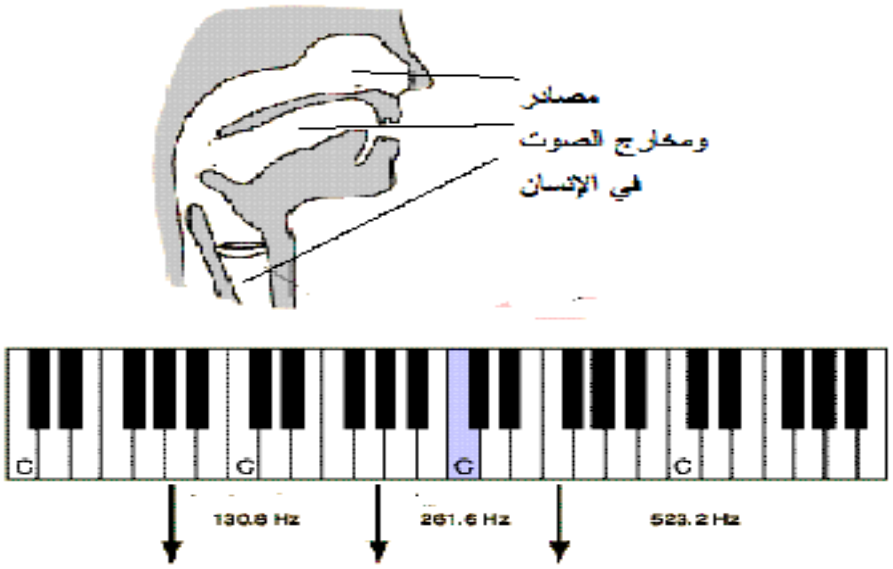
الصوت عند الأنسان

والصوت هو وسيلة المخلوقات الأرضية للتواصل وبالذات الحيوانات والطيور والإنسان, حيث اللغة عند الإنسان والتي تنتقل عن طريق الصوت, نجدها متطورة جداً عند الانسان مقارنة مع بقية المخلوقات الأرضية.

وقد وجد أن:

- تردد صوت الرجال في المتوسط حوالي 115 هيرتز
- متوسط تردد صوت النساء حوالي 220 هيرتز أي حوالي ضعف تردد صوت الرجال.
- تردد صوت الأطفال حوالي 300 هيرتز.

وقد ابتكر الإنسان كثير من الأجهزة التي تلتقط الصوت وتكبر الصوت, وكذلك ابتكر الكثير الآلات التي تصدر الأصوات, وبالذات الآلات الموسيقية. تابع معنا هذه الآلات في الشكل (4-6).



لوحة بيانو أو أورغن

الشكل (6–4): مصدر الصوت عند الانسان وبعض الآلات الموسيقية

التدريب (1)

موجة صوتية ترددها 1000 هيرتز. أوجد طول موجتها إذا كانت درجة الحرارة أعلى من الصفر, وسرعة الصوت 350 متر في الثانية.

أسئلة تقويم ذاتي

1. عرف الأتي:

التردد – موجة الصوت – طول الموجة – إتساع الموجة

2. بالرسم فقط وضح حركة قطعة الفلين على سطح موجة على الماء
3. اذكر بعض الحالات التي تولد فيها الاهتزازات حركات موجيه
4. أكمل: ....هو عدد أطوال الأمواج في الثانية ويرمز له بالرمز .....
5. ما هو الفرق بين التضاغطات والتخلخلات في موجة الصوت.
6. يختلف تردد صوت الرجال والنساء و الأطفال، وضح؟

أولاً. خواص الصوت

للصوت عدة خواص يمكن تمييزها عن بعضها:

أ. **حدة الصوت Sound Pitch**

وتعرف بأنها تردد الصوت. وكلمة حدة (بالنسبة للأذن البشرية) ليست هي شدة الصوت وإنما هي مقدار استجابة الأذن للتردد المعين وتقاس عادة باعتبارها مقدرة الأذن على التمييز بين ترددين.

- الأصوات الرفيعة تعتبر حادة لأنها عالية التردد. فمثلاً أصوات النساء أكثر حدة من أصوات الرجال, وأصوات الأطفال أكثر حدة من أصوات النساء.
- الأصوات الغليظة غير حادة لإنخفاض ترددها.

ب.جهارة (علو) الصوت Sound Loudness

وهي قدرة (power) الأذن على استقبال الصوت، ولذلك يجب الانتباه إلى أن جهارة الصوت ليست شدة الصوت حيث تتعلق الجهارة بالأذن بينما الشدة تتعلق بالصوت نفسه. وتقاس جهارة الصوت بوحدة الفون phon.

وقد يحدث أن يكون ألإحساس الإنساني غير دقيق في التمييز بين حدة الصوت وجهارته. فمثلا في حالات الترددات الأعلى من 2000 هيرتز يحس الإنسان بأن حدة الصوت قد زادت (أي زاد التردد), بمجرد زيادة جهارة (علو) الصوت, بالرغم من عدم وجود تغيير حقيقي في التردد. أيضا يحس الإنسان عند سماع ترددات أقل من 2000 هيرنز بانخفاض حدة الصوت عند زيادة جهارة الصوت بالرغم من أن التردد (الحدة) لم يتغير حقيقة.

ج. نوعية الصوت Quality of sound

تسمى أيضا جَرْس الصوت (Sound Timbre). ونوعية الصوت هي المقدرة على التمييز بين صوتين لهما نفس الحدة (التردد) ونفس الجهارة (العلو). فنفس التردد من آلة وترية كالعود و الجيتار لا يعطى نفس الإحساس الذي يعطيه نفس التردد من آلة المزمار مثلا. وكذلك يمكن الإحساس بالفرق بين صوت نفس التردد الصادر من الجيتار وذلك الصادر من العود.

د. شدة الصوت Sound Intensity

شدة الصوت هي مقدار الطاقة الصوتية الساقطة على وحدة المساحة في الثانية الواحدة ووحدتها ((طاقة/مساحة)× الثانية) أي $J\backslash m^2s$.

وبما أن الطاقة في وحدة الزمن هي القدرة فإن **شدة الصوت:**

هي قدرة الصوت الساقط على وحدة المساحة ووحدتها الواط/المتر^2 أي $watt/m^2$.

لذلك تقل شدة الصوت كلما ابتعدنا عن المصدر بسبب زيادة المساحة التي يسقط عليها الصوت. وتختلف إستجابة الأذن البشرية لشدة الصوت من تردد لآخر.

ثانياً. الأمواج فوق السمعية أو فوق الصوتية Ultrasound

- لا تستطيع الأذن البشرية سماع ترددات الصوت الأكثر من 20000 هيرتز, وإن كانت بعض المخلوقات الأخرى تسمعها. مثلاً الوطواط يستخدمها لإيجاد طريقه في الظلام وذلك بإرسال أصوات عالية التردد (فوق الصوتية) ثم إستقبالها بعد إنعكاسها على الأجسام التي أمامه, فيعرف أن هنالك أجسام موجودة فينحرف عنها حتي لا يصطدم بها.

ثالثاً. الأذن البشرية

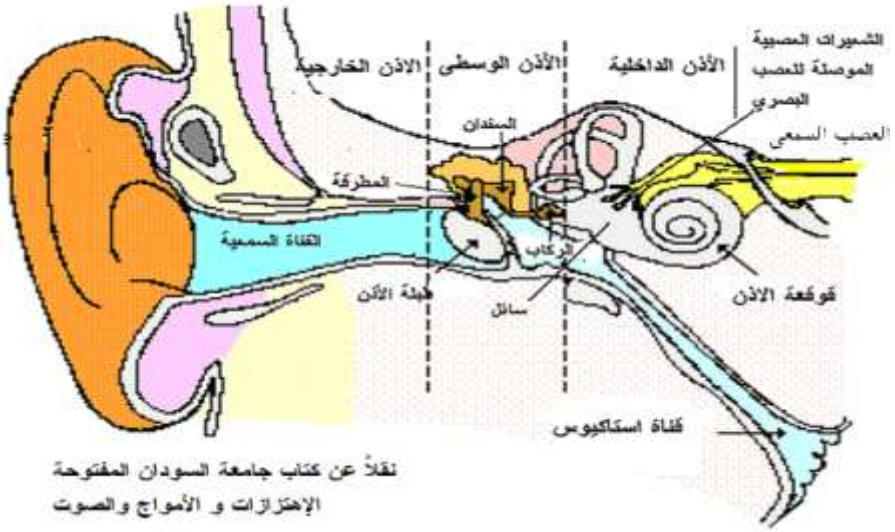
عزيزي الدارس ، تقسم الأذن البشرية عادة إلى ثلاث أقسام رئيسة:

- الأذن الخارجية
- الأذن الوسطى
- الأذن الداخلية.

تعرف معنا على تركيب الأذن البشرية في الشكل (6-5).

تتركب الأذن البشرية من

1. الأذن الخارجية تعمل على تجميع الصوت وتوجيهه للقناة السمعية, وتعمل على حماية كل أجزاء الأذن. القناة السمعية (طولها حوالي 2 سم) تنقل موجة الصوت المكونة من تضاغطات وتخلخلات إلى طبلة الأذن في الأذن الوسطي, وتعمل على تكبيرها قبل أن تصل للطبلة.
2. عند وصول موجة الصوت إلى طبلة الأذن والتي هي عبارة عن غشاء رقيق ومتين مثبت من أطرافه, تتحرك الطبلة بنفس حركة موجة التضاغط والتخلخل الحاملة للصوت أي بنفس التردد , حيث تتحول الموجة إلى اهتزازة ميكانيكية في طبلة الأذن.



الشكل (6–5): الأذن البشرية: الخارجية, الوسطى, الداخلية,

3. هذه الاهتزازة تنتقل إلى بقية مكونات الأذن الوسطي وهي ثلاثة عظام صغيرة تسمى المطرقة والسندان والركاب. المطرقة متصلة مباشرة مع الطبلة التي تنقل لها الاهتزازة. اهتزاز المطرقة ينقل الاهتزازة لعظمة السندان المركبة عموديا على المطرقة. عظمة السندان تنقل الاهتزازة إلى عظمة الركاب التي تنقل الاهتزازة بدورها إلى الأذن الداخلية بنفس التردد الأصلي. في هذا الأثناء وبسبب التركيبية الميكانيكية للعظيمات الثلاث تكبر القوة التي كانت مؤثرة على الطبلة عندما تصل إلى نهاية الركاب 15 مرة مما يمكن من سماع حتى الأصوات الضعيفة جداً. الجدير بالملاحظة أن الأذن الوسطي حيث الطبلة والسندان وجزء من الركاب مملوءة بالهواء وموصلة بواسطة قناة استاكيوس بالفم حتى يظل الضغط هو الضغط الجوي.
4. تنتقل الاهتزازة بواسطة الركاب إلى الأذن الداخلية والمكونة من ما يسمى بالقوقعة (لأنها تشبه القوقعة وعرضها حوالي 3 سم) والقنوات شبه الدائرية والعصب السمعي. الأذن الداخلية هذه مليئة بسائل يشبه الماء. الاهتزازة تنتقل إلى هذا السائل بواسطة الركاب والذي ينقلها بدوره إلى القوقعة. السطح الداخلي للقوقعة به حوالي 20000 شعيرة من الخلايا العصبية. هذه الشعيرات مختلفة الأطوال (اختلافات دقيقة جدا). عندما يصل الصوت في

صورة اهتزازات عبر السائل إلى هذه الشعيرات العصبية تبدأ هي أيضا في الحركة. غير أن الشعيرة ذات الطول المناسب مع التردد القادم هي الوحيدة التي تصبح في حالة رنين فتهتز بشدة لأن ترددها الطبيعي يساوي التردد الواصل إليها. عندئذ تطلق هذه الشعيرة العصبية نبضة كهربية تنتقل مباشرة بواسطة العصب السمعي إلى المخ لتفسيرها. طبعا إذا تغير التردد تهتز شعيرة عصبية أخرى يساوى ترددها الطبيعي التردد الواصل. وهكذا تنقل كل الترددات الواصلة بواسطة نبضات كهربية عن طريق العصب السمعي إلى المخ الذي يقوم بترجمة كل الترددات الواصلة إليه فنسمعها كأصوات.

ومن هنا، عزيزي الدارس،، نجد في الأذن انتقال الأمواج الصوتية عبر الهواء عن طريق اهتزاز الأجسام الصلبة (العظام)، وعبر السائل، وعبر ظاهرة الرنين، ليتحول الصوت في النهاية إلى المخ. تعقيدات الأذن البشرية هذه، والمعتمدة على أكثر من ظاهرة فيزيائية، والمتسلسلة بهذا التسلسل المنطقي، توضح ليس فقط عدم مقدرة الصدفة حسب ادعاء الماديين الذين يعزون الخلق للصدفة، على مثل هذا الخلق, بل تدل على قدرة الخالق حيث تم استخدام كل للقوانين التي تمكن من انتقال الصوت بهذا التسلسل الرائع الذي نعرف فقط ظاهره الفيزيائي. والأذن البشرية، وكذلك العين البشرية، من أكثر مخلوقات الله الظاهرة مدعاة للتأمل، وأوضحها إثباتاً لعدم إمكانية الصدفة وحدها، بدون علم أو عقل على ترتيب القوانين لتنتج مثل هذه الأجهزة ووضعها في المكان المناسب في الرأس، وفي المخلوقات المختلفة.

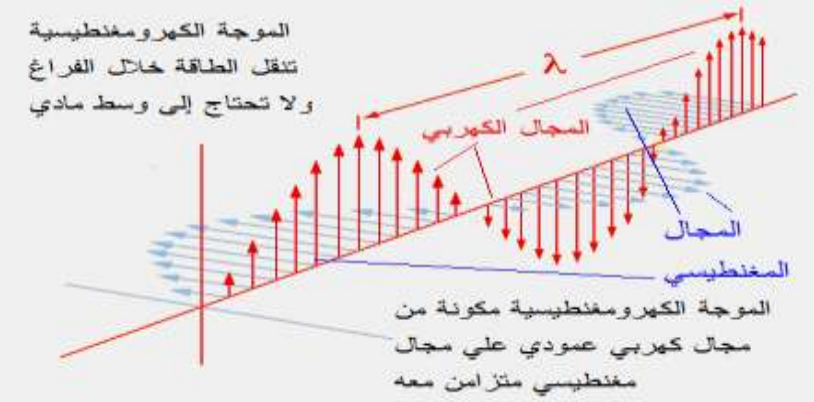
أسئلة تقويم ذاتي

1. وضح ماذا نعني بخواص الصوت؟
2. الأذن لها المقدرة على التمييز بين ترددين اشرح ذلك؟
3. الأمواج فوق السمعية أو فوق الصوتية لها بعض الاستخدامات ماهي؟
4. تنقسم الأذن البشرية إلى ثلاثة أقسام وضحها، مع ذكر وظيفة كل قسم؟

3.6. الضوء Light

عزيزي الدارس ،،

بعد دراسات كثيرة ونقاش طويل توصل العلماء إلى أن الضوء الذي يراه الناس ما هو إلا جزء من طيف الأمواج الكهربية المغنطيسية أو ما يسمي بالطيف الكهرومغناطيسي. والأمواج الكهرومغناطيسية هي عبارة عن أمواج ناتجة من مجال كهربي متغير يتعامد عليه في نفس الوقت وبنفس شكله مجال مغنطيسي كما موضح في الشكل (6-6).



الشكل (6-5)

تنتقل الطاقة الكهربية المغنطيسية خلال الفراغ بدون وسط مادي. وتتحرك الأمواج الكهربية المغنطيسية في الفراغ بسرعة :

$$\boxed{c = 300000 km/s = 3\times10^{8} ms^{-1}}$$

عزيزي الدارس ،،

نلاحظ إن سرعة الموجة الكهرومغناطيسية تماما مثل موجة الصوت واي موجة اخري تساوي طول الموجة λ في تردد الموجةً f:

$$\boxed{c = \lambda \times f} \qquad (1-6)$$

سرعة الأمواج الكهرومغناطيسية تظل ثابتة في الفراغ لكل هذا الطيف الواسع ولكن أجزاء الطيف المختلفة تختلف في أطوال أمواجها λ وتردداتها f.

- فالضوء جزء صغير من الطيف الكهربي المغنطيسي, الذي يبدأ من أمواج ترددتها عالية جدا وبالتالي أطوال أمواجها قصيرة جداً (المعادلة (6-1)) تصدر من نوى الذرات تسمى أشعة γ (تنطق قاما gamma) .
- يلي هذه الأمواج أخرى ذات تردد أقل بالرغم من أنها ذات ترددات عالية أيضاً وهي **أشعة X المشهورة** التي تستعمل في التصوير في الطب لأنها تنفذ من خلال بعض الأنسجة البشرية وتظهر صور العظام والأنسجة الثقيلة.
- الأمواج الكهرومغناطيسية الأقل ترددا من أشعة X والأكثر طولاً, هي ما سميت **بالأشعة فوق البنفسجية** وهي أمواج مجاورة للضوء ذي اللون البنفسجي في الطيف المرئي. الأشعة فوق البنفسجية أشعة يمكن أن تكون ضارة للإنسان وبالذات للعيون. وقد كثر الحديث عن الأشعة فوق البنفسجية وأضرارها بعد أن ظهر وجود ثقب في طبقة الأوزون في منطقة القطب الجنوبي يسمح بمرور الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس بالوصول إلى الأرض.
- **مصطلح الضوء** يطلق على الضوء المرئي والمعروف من تحليل الضوء **بألوانه السبعة وهي البنفسجي والنيلي والأزرق والأخضر والأصفر والرتقالي والأحمر**. والمعروف أن هذه الألوان ليست بهذا التحديد الدقيق للألوان ولكنها متدرجة من لون للآخر وبالتالي يمكن تقسيمها إلى أي عدد من الألوان وهو ما نجده في الحواسيب حيث يمكن أن يصل عدد الألوان إلى 256 لوناً أو أكثر. اللون البنفسجي هو اللون ذو التردد الأكبر من بين الألوان, وبالتالي الأقل طولاً, وهكذا يقل التردد كلما انتقلنا إلى النيلي ثم الأزرق حتى الأحمر الأقل تردداُ في الطيف المرئي والأطول موجة. **اللون الأحمر هو نهاية الطيف** الذي يراه الإنسان
- ولكن تليه منطقة لا ترى بالعين وإن كانت تعرف بحرارتها وهي المنطقة المسماة **بالأشعة دون الحمراء وهي الأشعة التي تحمل الطاقة الحرارية**. فالطاقة الحرارية ما هي إلا جزء من الطيف الكهرومغناطيسي الأقل ترددا من الضوء المرئي وهي مجاورة للضوء الأحمر. ويلاحظ عند تسخين أو احتراق بعض المواد أنها تصبح

حمراء أولاً, وتنتقل إلى الابيضاض مع زيادة درجة الحرارة, حيث يزيد ترددها, وتظهر في الضوء المرئي المجاور للطيف الحراري.

- الأمواج الأقل تردداً من الأشعة دون الحمراء (الحرارية), هي أمواج الراديو وهو طيف واسع يشمل تلك الترددات المستعملة في نقل القنوات الفضائية بالاضافة إلى الأمواج المستعملة لنقل الإذاعات.

من كل هذا الطيف الواسع للأمواج الكهرومغناطيسية, سنركز هنا على الطيف الضيق المسمى بالضوء لسبب بسيط هو أنه يمثل النافذة التي نرى من خلالها العالم. ولذلك معرفة خواصه وكيفية الاستفادة منها هو ما يهمنا هنا.

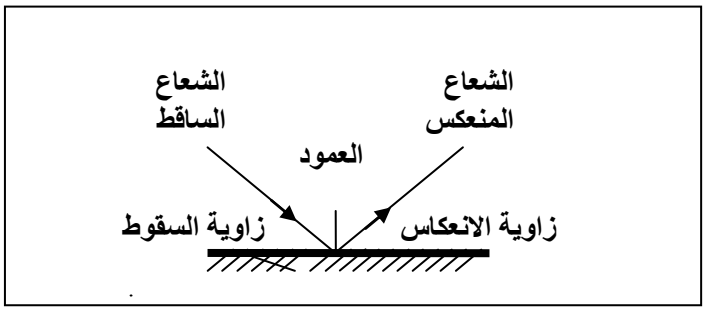
أسئلة تقويم ذاتي

الأمواج الكهربية المغنطيسية في الفراغ تنحصر بين أشعة قاما (gamma) و أمواج الراديو. هناك أنواع أخري من الأشعة ذات الترددات المختلفة. وضح ذلك؟

1.3.6. انعكاس الضوء

أولاً. المرآة المستوية

عزيزي الدارس ،، الانعكاس من خواص الضوء المعروفة, وهو عملية ارتداد الشعاع الضوئي عند اصطدامه بسطح ما. وهي الخاصية التي تمكن الإنسان من رؤية صورته في المرآة, بل تمكنه من رؤية كل ما يراه.



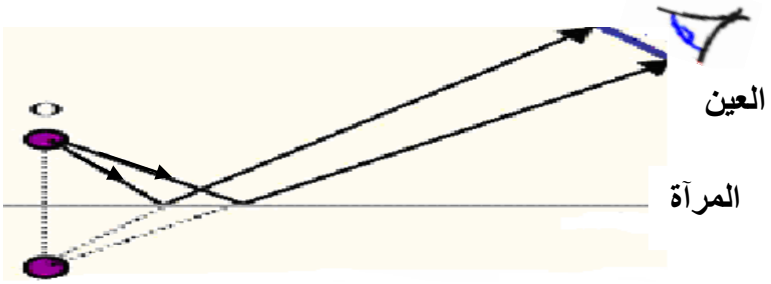
الشكل (6–7): انعكاس الضوء: زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس

ومن خواص الانعكاس أن الزاوية بين الشعاع الساقط و العمود المقام تساوي الزاوية بين الشعاع المنعكس و العمود المقام كما موضح بالشكل (6-7), أو ما يعرف اختصارا بقانون الانعكاس:

زاوية السقوط = زاوية الانعكاس.

عزيزي الدارس ،،

يحدث انعكاس الضوء من كل أنواع السطوح. والانعكاس من السطوح غير المستوية مثل سطح الأرض والحوائط هو الذي يشتت الضوء ويمكِّن من رؤية الأجسام داخل الغرف المفتوحة النوافذ. والمعروف أن العين ترى الأجسام من رؤية الضوء المعكوس منها, و لا ترى الأجسام التي لا ينعكس منها ضوء كما في حالة الظلام. (كان الشائع قبل هذا التفسير للحسن بن الهيثم أن الأعين ترسل أشعة لنتمكن من رؤية الأجسام).



الشكل (6-8): تكوين صورة بواسطة مرآة مستوية

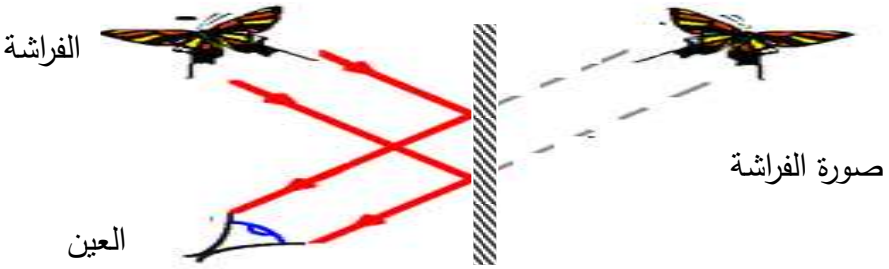
عزيزي الدارس ،،

إن رؤية ألوان الأجسام أيضا تتوقف على الإنعكاس, حيث يعكس الجسم لونه ويمتص باقي الألوان. فالنبات الأخضر يعكس اللون الأخضر ويمتص باقي الألوان, ولذلك نراه أخضراً.

من خواص الصور المتكونة بواسطة المرايا المستوية هي أن هذه الصور تكون:

1. خيالية (لا يمكن استقبالها علي حائل أي ستارة).
2. معتدلة رأسياً (غير مقلوبة) ومقلوبة الجوانب (مقلوبة أفقياً- يكون الجانب الأيمن أيسراً والعكس صحيح).
3. طول الصورة يساوي طول الجسم.

4. بعد الصورة عن المرآة يساوي بعد الجسم عن المرآة



الشكل (6–9): رؤية الصورة في المرآة المستوية

ثانياً. الانعكاس على السطوح الكريه

عزيزي الدارس ،،إن المرايا ليست كلها مستوية حيث هناك مرايا غير مستوية تسمى مجازاً مرايا كريه أو كروية حيث تعتبر جزء من كرة.

ما هي المرآة الكريه؟

هي عبارة عن جزء من كرة زجاجية جوفاء طلي أحد سطحيها بالفضة أو اللون الفضي فأصبح السطح الآخر عاكساً للضوء.

وهناك نوعان من المرايا الكريه نتناولهما فيما يلي.

- **المرآة المقعرة وتسمى أيضا لآمة:**

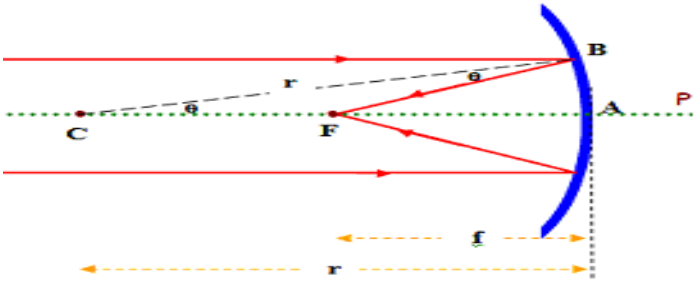
وهي التي طلي سطحها الخارجي فأصبح سطحها الداخلى عاكساً للضوء وسميت لآمة لأنها تجمّع الأشعة المتوازية الساقطة عليها في مكان معين يسمى البؤرة focus, الشكل (6–11).

المرآة المحدبة وتسمى أيضاً المفرقة.

وهي التي طلي سطحها الداخلي فأصبح سطحها الخارجي عاكساً للضوء وسميت مفرّقة لأنها تفرّق الأشعة المتوازية الساقطة عليها بحيث تتجمع امتداداتها في مكان معين يسمى البؤرة focus , الشكل (6-11).

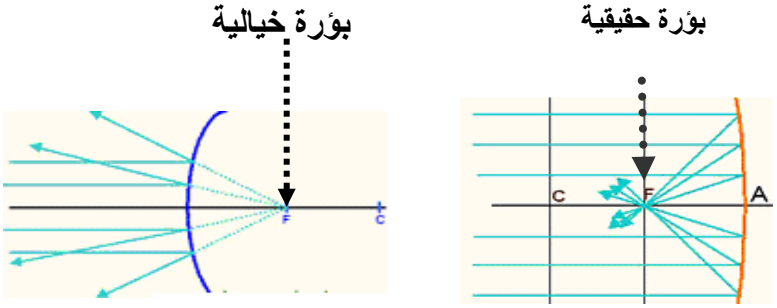
مصطلحات المرايا

المحور الأصلي: هو الخط المار بمنتصف المرآة (النقطة A) وعمودياً على المرآة (الشكل (6-10)).



الشكل (6-10): مصطلحات المرآة اللامة (المقعرة)

البؤرة (F): هي نقطة تجمع الأشعة الساقطة موازية للمحور الأصلي بعد انعكاسها كما في المرآة المقعرة أو امتداداتها كما في المرآة المحدبة (الشكلين (6-10) و (6-11)).



الشكل (6-11): موقع البؤرة في حالتي المرايا المقعرة والمحدبة

ينطبق على الأشعة الساقطة على المرآة قانون الانعكاس, أي زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس. ولان السطح منحني نجد أن الشعاع الموازي للمحور الأصلي عندما ينعكس يمر على نقطة على المحور الأصلي تسمى البؤرة, وهي النقطة التي تتجمع عندها الأشعة الموازية للمحور الأصلي والمنعكسة من المرآة, والعكس أيضاً صحيح. بؤرة المرآة المقعرة حقيقية بينما بؤرة المرآة المحدبة خيالية (تسمى أيضاً تقديرية), ويمكن ملاحظ ذلك في الشكل (6-11).

مسارات اللأشعة الساقطة علي المرايا الكريه

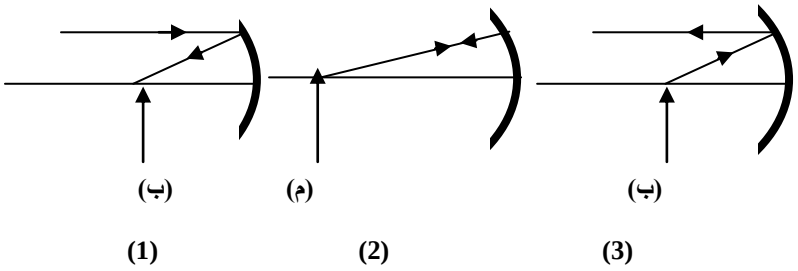
أولاً: في حالة المرآة المقعرة

الشكل (6-12) يوضح أن:

(1). الشعاع الساقط موازياً للمحور الأصلي ينعكس ماراً بالبؤرة (ب)؛

(2). الشعاع الساقط ماراً بمركز التكور(م) ينعكس على نفسه (لأنه عمودى على المرآه وهو يمثل نصف قطر الكرة المكونة للمرآة)؛

(3). الشعاع الساقط ماراً بالبؤرة(ب) ينعكس موازياً للمحور الأصلي؛



الشكل (6-12): مسار الأشعة في حالة المرآة المعقرة

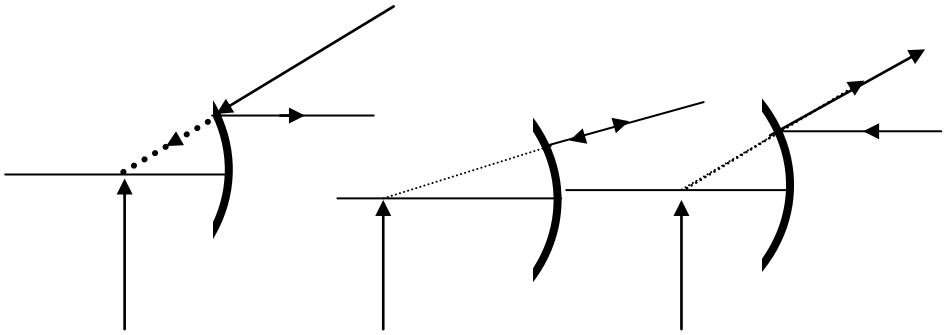
ثانياً: في حالة المرآة المحدبة

الشكل التالي وحسب الأرقام الموضحة بالشكل (6-13), فإن:

(1). الشعاع الساقط موازياً للمحور الأصلي ينعكس بحيث يكون امتداداه ماراً بالبؤرة (ب)؛

(2). الشعاع الساقط بحيث يمر امتداده بمركز التكور(م) ينعكس على نفسه؛

(3). الشعاع الساقط بحيث يكون امتداده ماراً بالبؤرة(ب) ينعكس موازياً للمحور الأصلي.



الشكل (6–13): مسار الأشعة الساقطة على المرآة المحدبة وامتداداتها

تدريب (2)

أ. ضع علامة (√) أمام الإجابة الصحيحة و علامة (X) أمام الإجابة الخطأ مع تصحيح الخطأ:

1 خواص الصور المتكونة بالمرآة المستوية مقلوبة.( ) التصحيح ( )

2. المحور الأصلي: هو الخط المار بمنتصف المرآة عمودياً عليه

( ) التصحيح ( )

3. الشعاع الساقط ماراً بالبؤرة (ب) ينعكس علي نفسه.

( ) التصحيح ( )

4. اكمل:

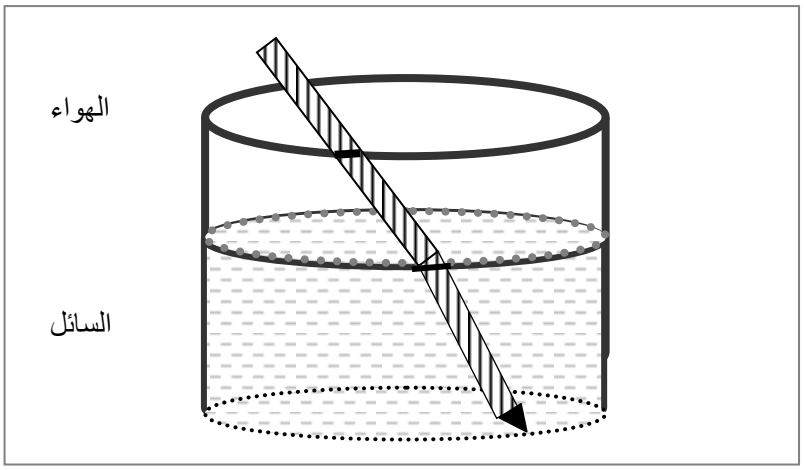
أ) الشعاع الموازي للمحور الأصلي ينعكس ماراً ..... المرآة المقعرة.

ب) الشعاع الموازي للمحور الأصلي ينعكس ماراً ....المرآة المحدبة.

2.6.6. انكسار الضوء Light Refraction

عزيزي الدارس ،،

نلاحظ إننا عندما تضع قلماً أو مسطرة بصورة مائلة في كأس به ماء, ستلاحظ إن القلم أو المسطرة يظهر كأنه مكسور، أي يعانى انكساراً عند السطح الفاصل بين الهواء والماء (أنظر الشكل (6-14)). هذه الظاهرة تسمى الانكسار (Refraction) , وهي تحدث نتيجة لاختلاف الكثافة الضوئية للأوساط وذلك لاختلاف سرعة الضوء من وسط إلى آخر.



الشكل (6-14) القلم يبدو كأنه انكسر عند مروره في سائل

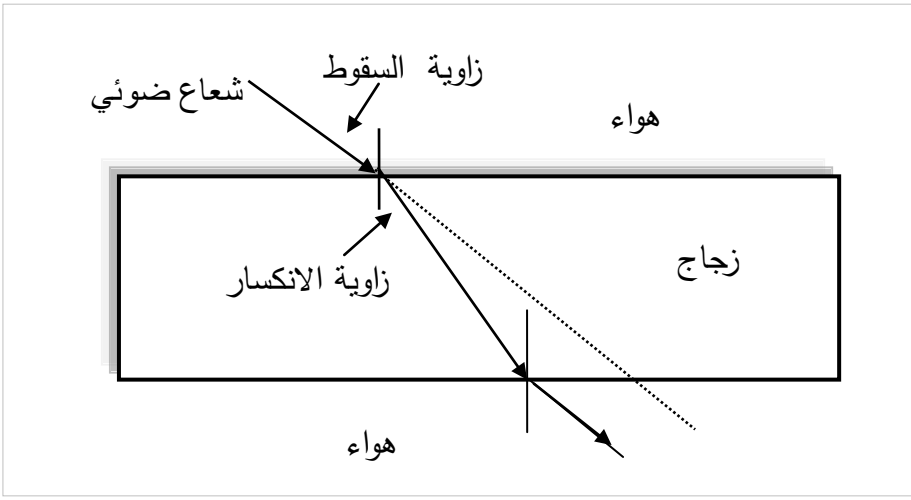
الانكسار :

هو انحراف الشعاع الضوئي عن مساره عند الانتقال من وسط إلى آخر

عزيزي الدارس ،،

الشكل (6-15) يوضح ظاهرة انكسار الضوء عند انتقال الضوء من وسط إلى آخر, الانتقال تم من الهواء إلي الزجاج ثم الهواء مرة أخرى , الخط المتقطع داخل الزجاج هو المسار المفترض أن يسير فيه الضوء عند دخوله الزجاج دون انكسار, ولكن لو تم ذلك لكان المسار داخل الزجاج طويلاً. المسار بعد الانكسار أقصر من المسار المفترض. وهذا ما نجده في قاعدة فيرما. فقد توصل عالم الرياضيات الفرنسي **بيير فيرما** فى العام 1650م إلى قاعدة هامة جداً وهى:

أن الضوء دائما يسلك الطريق الذي يستغرق المرور فيه اقل زمن ممكن.



الشكل (6–15): ينحرف الضوء عن مساره عند مروره في لوح من الزجاج

أي أن الضوء عند سقوطه من وسط اقل كثافة (مثلاً الهواء) إلى وسط أكثر كثافة ضوئية (مثلاً الزجاج أو الماء) تقل سرعته بسبب وجود الوسط الكثيف فينكسر حتى يقلل الزمن اللازم للمرور فى الوسط الجديد, لأنه إذا مر بدون انكسار سيستغرق وقتا أطول للمرور خلال ذلك الوسط (انظر الشكل(6–15)).وهذه القاعدة مفيدة عند تطبيقها رياضيا حيث يمكن استنتاج كل قوانين الانكسار والانعكاس منها.

الانكسار بين الأوساط المختلفة يعبر عنه بمعامل يسمى معامل الانكسار:

معامل الانكسار النسبي:

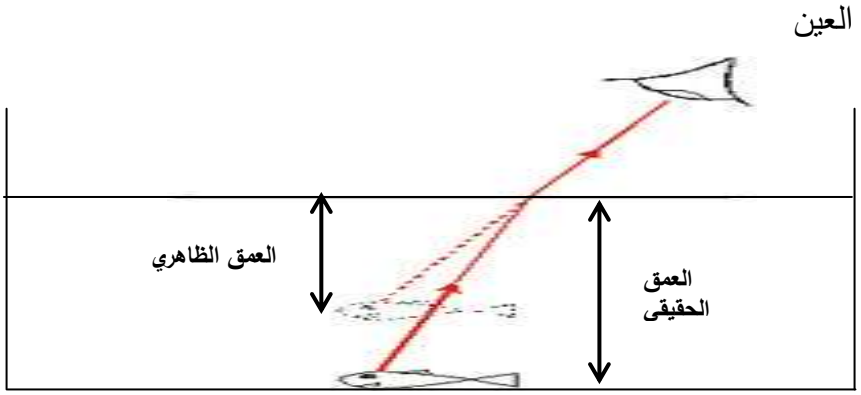
هو النسبة بين سرعة الضوء في الوسط الأول إلى سرعة الضوء في الوسط الثاني (المنتقل إليه الضوء).

ويرمز لمعامل الانكسار النسبي بالرمز : n

$$n = \frac{v_1}{v_2}$$

حيث v_1 هي سرعة الضوء في الوسط الأول و v_2 هي سرعة الضوء في الوسط الثاني, فإذا كان الوسط الأول هو الهواء والثاني هو الزجاج فإن $v_2 < v_1$ و بالتالي n أكبر من 1.

تؤدي ظاهرة الانكسار في الماء إلى ظهور الأشياء الموجودة تحت الماء في مواقع غير مواقعها الحقيقية (انظر الشكل (6–16)) , وتكون على عمق أقل من العمق الحقيقي وهو العمق الذي يلاقي امتداد الشعاع المنكسر. ويسمى العمق الذي تظهر عنده الأشياء بالعمق الظاهري سواء أكان الوسط هو الماء أو الزجاج أو أي سائل.



الشكل (6–16) العمق الحقيقي والعمق الظاهري عند النظر لجسم في سائل من أعلى

تدريب (3)

أكمل العبارات التالية : **الانكسار** هو .....الشعاع الضوئي عن .....عند الانتقال من..... إلى آخر.

أسئلة تقويم ذاتي

1. أشرح ظاهرة انكسار الضوء؟
2. عرف كل من:

أ. معامل الانكسار النسبي ب. معامل الانكسار المطلق

3. عرف الأتي:

المرآة المحدبة – الانكسار – البؤرة، مع الرسم التوضيحي؟

4. حدد مسارات الأشعة الساقطة على علي المرايا الكريه في حالتي

المرآة المقعرة و المحدبة؟

5. الضوء الأبيض **المنشور**

3.3.6. انكسار الضوء في المنشور

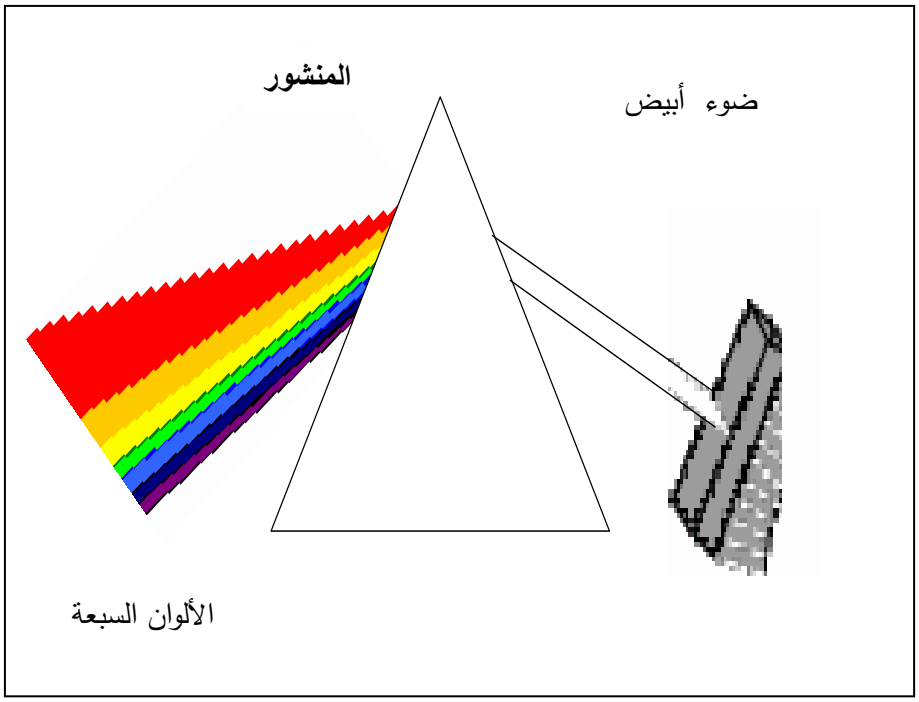
عزيزي الدارس ،،

الشكل التالي يوضح التجربة المشهورة لتحليل الضوء بوا الالوان السبعة جي .

المنشور الزجاجي عبارة عن مجسم مكون من خمسة، أوجه وثلاثة مستطيلات ووجهين عبارة عن مثلثان.

كان أول من أجرى هذه التجربة من الأوربيين هو العالم اسحق نيوتن (حوالي سنة 1700م) ومنها وضح ما ذكرناه في مقدمة هذا القسم عن الطيف الضوئي. الذي يتكون من سبعة ألوان **متداخلة.**

واضح من الشكل (6–17) أن زاوية الانكسار تتغير حسب اللون حيث تكون زاوية انكسار اللون الأحمر أصغر من زاوية انكسار اللون البنفسجي، مما يدل على أن اللون الأحمر ذو طول موجي أطول من البنفسجي.



الشكل (6-17) يحلل المنشور الثلاثي الضوء إلى ألوان الطيف السبعة

نشاط

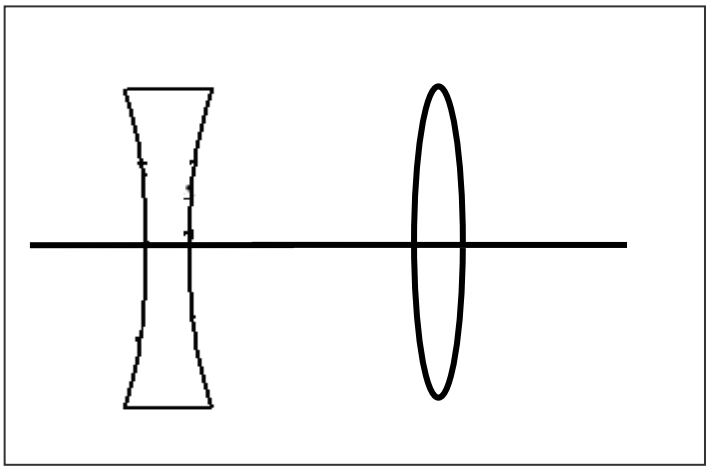
عزيزي الدارس،،

بواسطة منشور زجاجي، تأكد من أن الضوء الأبيض يتكون من الألوان السبعة ؟

4.3.6. انكسار الضوء في العدسات

عزيزي الدارس ،،

إن العدسات عبارة عن أجسام شفافة تُحد بسطحين كرويين أو سطح كروي وآخر مستوي. وهناك أنواع كثيرة منها, ولكن أهمها: **العدسات المحدبة** و**المقعرة** ويمكن اعتبار كل عدسة مكونة من مجموعة من المناشير المرصوصة فوق بعضها البعض. تابع معنا في الشكل (6-18) العدسات المحدبة والمقعرة.



الشكل (6-18) العدسات: المحدبة (على اليمين) والمقعرة (على اليسار)

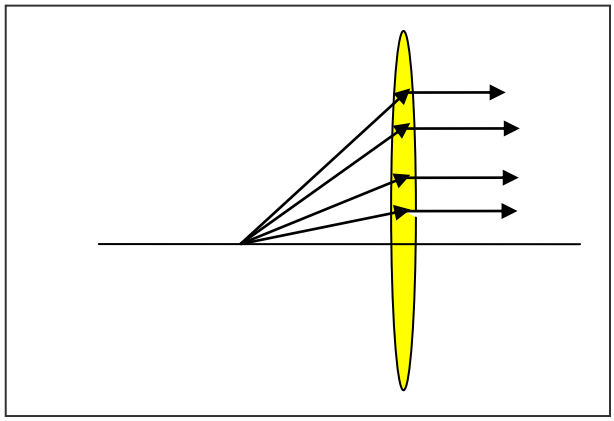
أولاً: العدسات المحدبة

عادة تكون سميكة في الوسط ورفيعة في الأطراف

ثانياً: العدسات المقعرة

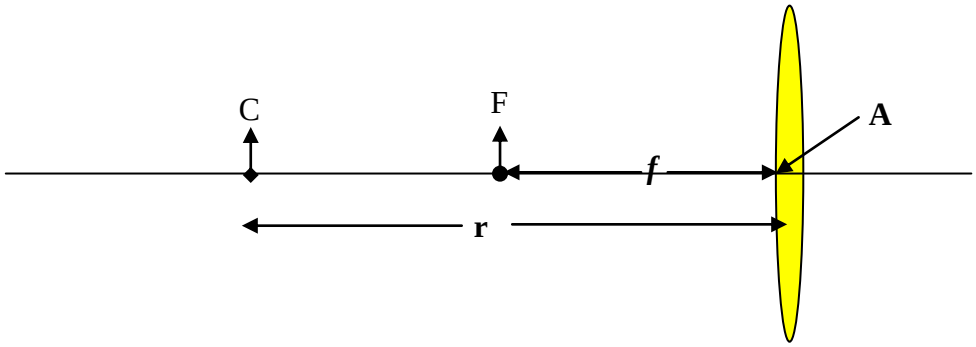
هي رقيقة في الوسط و سميكة في الأطراف

انظر الشكل(6-18).



الشكل (6-19) العدسة المحدبة: الأشعة تتجمع في أو تخرج من البؤرة

المصطلحات الخاصة بالعدسات.



الشكل (6-20): مصطلحات العدسات مطبقة على العدسة المحدبة

عند دراستنا للشكل (6-20) نتعرف على بعض المصطلحات الهامة للعدسات.

- **المركز البصري A** : هو نقطة في منتصف العدسة بحيث يخرج الشعاع الساقط عليها على استقامته في الجانبي العدسة .
- **البؤرة F**: هي نقطة تتجمع فيها الأشعة الساقطة على العدسة والموازية للمحور الأصلي والقريبة منه كما في العدسة المحدبة أو تتجمع فيها امتدادات هذه الأشعة كما في العدسة المقعرة . **بؤرة العدسة المحدبة حقيقية و بؤرة العدسة المقعرة خيالية.**
- **مركز التكور C**: هو مركز الكرة التي كانت العدسة جزء منها.

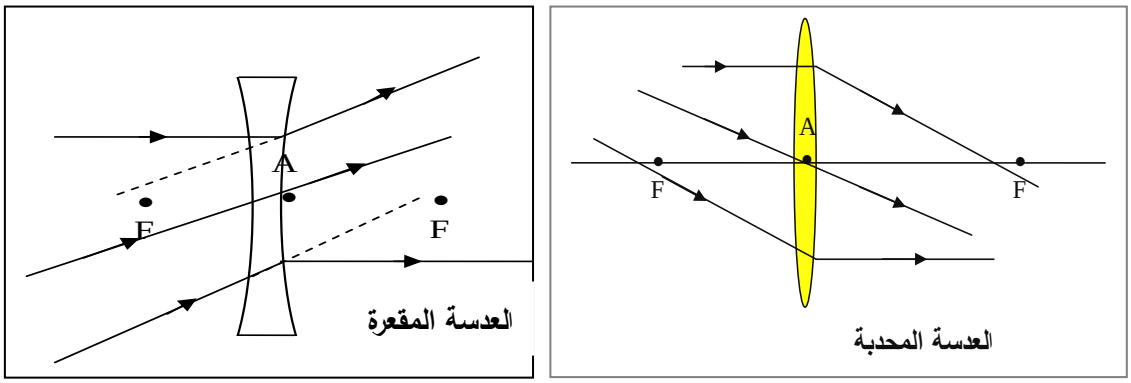
- **المحور الأصلي :** هو الخط الواصل بين المركز البصري ومركز التكور.
- **البعد البؤري** f : هو المسافة بين البؤرة والمركز البصري.
- **نصف قطر التكور** r : هو المسافة بين المركز البصري ومركز التكور, ويساوي نصف قطر الكرة التي كانت العدسة جزء منها.

فيما يلي بعض المسارات الهامة للأشعة الساقطة على العدسات (الشكل (6-21)):

(1) الشعاع الساقط موازياً للمحور الأصلي وقريب منه ينكسر بحيث يمر بالبؤرة أو يمر امتداده بالبؤرة في حالة العدسة المقعرة.

(2)الشعاع الساقط ماراً بالبؤرة (أو يمر امتداده بالبؤرة) ينكسر موازياً للمحور الأصلي.

(3) الشعاع الساقط على المركز البصري ينفذ دون أن يعاني انكساراً.



الشكل (6-21): الاشعة وامتداداتها في العدسات

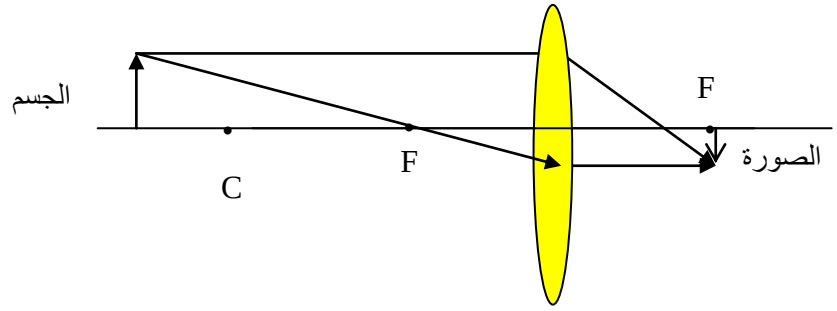
يمكننا تتبع الثلاث أشعة السابقة لمعرفة موقع وصفات الصورة المتكونة بواسطة العدسات.

نحاول في الفقرات التالية شرح صور أجسام موجودة على أبعاد مختلفة من العدسات فمثلاً:

- العدسة المحدبة يمكنها تكوين صوراً مصغرة أو مكبرة, حقيقية أو خيالية للجسم حسب موقعه من العدسة.
- العدسة المقعرة يمكنها أن تكون صوراً خيالية مصغرة فقط أينما كان موقع الجسم.

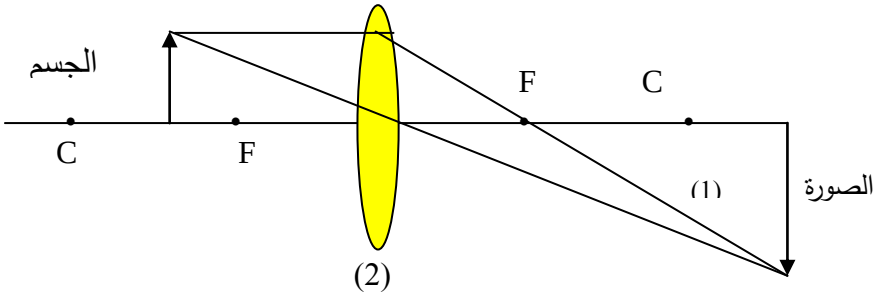
الصور المتكونة لجسم على إبعاد مختلفة من عدسة محدبة (لآمة):

1. الجسم على مسافة اكبر من ضعف البعد البؤري نتحصل على صورة حقيقية مصغرة مقلوبة كما هو موضح في الشكل (6−22).



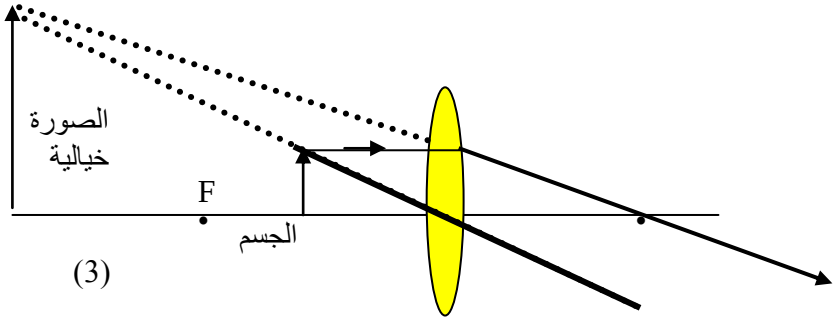
الشكل (6−22): الصورة بواسطة العدسة المحدبة لجسم أبعد من مركز التكور

2. الجسم على مسافة اقل من ضعف البعد البؤري(مركز التكور والبؤرة) نتحصل على صورة حقيقية مكبرة مقلوبة كما هو موضح في الشكل (5−23).



الشكل (6−23): الجسم بين البعد البؤري F ومركز التكور C

3. في حالة الجسم على داخل البعد البؤري تتحصل علي صورة خالية مكبرة معتدلة في نفس جانب الجسم (الشكل (6−24)). هذه الحالة نجدها مطبقة في حالة استعمال العدسة المكبرة ذات اليد (Magnifying Glass) للقراءة أو لتفحص شئ وذلك بتقريبها من الصفحة أو الشئ المطلوب فحصه (ليس بتقريبها من العين).



الشكل (6–24): الجسم بين العدسة وبعدها البؤري

من الأشكال أعلاه يمكن إستنتاج **قانون العدسات** الذي يربط القانون بين بعد الجسم عن العدسة وبعد الصورة عنها مع البعد البوري للعدسة:

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{V}+\frac{1}{U} \qquad \textbf{(2–6)}$$

حيث f هو البعد البؤري للعدسة و V بعد الجسم عن العدسة و U بعد الصورة عن العدسة.

القانون السابق ينطبق على المرايا الكريه أيضاً.

مثال (6–2):

تكونت صورة لجسم وضع أمام عدسة محدبة بعدها البؤري 15 سنتمتر, وكان الجسم على بعد 25 سم من العدسة. مستعيناً بالرسم أوجد بعد الصورة وصفاتها.

الحل

نعوض في القانون (6–2),

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{V}+\frac{1}{U}$$

$$\frac{1}{).15}=\frac{1}{0.25}+\frac{1}{U}$$

$$\frac{1}{).15}=\frac{1}{0.25}+\frac{1}{U}$$

$$\frac{1}{U}=\frac{1}{0.15}-\frac{1}{0.25}=\frac{0.25-0.15}{0.375}=\frac{0.1}{0.0375}$$

U=0.375 m=37.5 cm

تدريب (4)

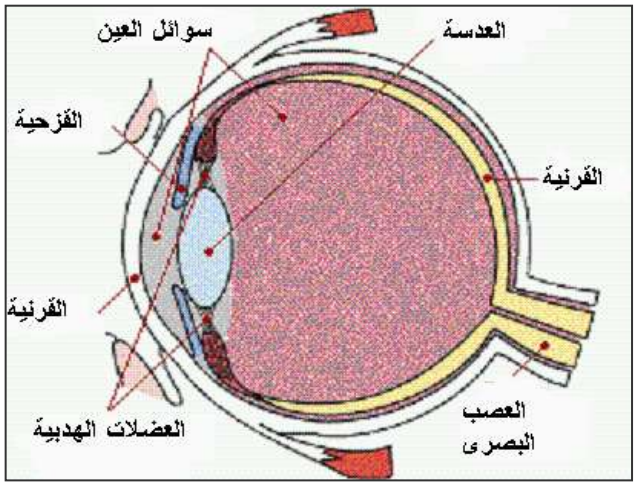
عدسة محدبة كونت صورة لجسم موضوع على بعد 30 سنتميتر منها, فإذا كانت الصورة على بعد 30 سنتميتر , فأوجد البعد البؤري للعدسة.

4.3.6. العين البشرية

عزيزي الدارس،،

نعلم أن العين جسم دقيق جداً يُبنى عليه علم البصريات بدقة متناهية وبأكثر مما نعرف.

- تقوم القرنية والعدسة بكسر الأشعة الضوئية الواصلة مما يوجد أمامها بحيث تتكون الصورة على الشبكية، في مؤخرة العين، وهى تتكون من ملايين الخلايا الحساسة للضوء (أكثر من 13 مليون خلية) يمكنها تكوين صور في غاية الوضوح أكثر دقة من أي جهاز اخترعه الإنسان حتى الآن. و تكون هذه الصورة مقلوبة حيث يقوم المخ، بعد أن يتم نقلها إليه بواسطة العصب البصري، بتحويلها إلى صورة معتدلة. وهناك الكثير من التفاصيل الدقيقة. أنظر الشكل (6-25).



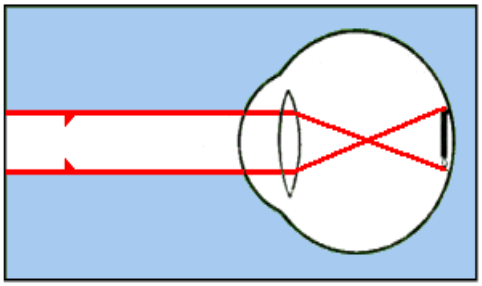
الشكل (6-25) التركيب الفيزيائي للعين البشرية

- القزحية هي التي تتحكم في كمية الضوء الداخل العين حيث تتسع و تضيق حسب كمية الضوء المناسب للرؤية.
- بينما تقوم العضلات الهدبية بالتحكم في سمك العدسة حيث أن البعد البؤري للعدسات السميكة (لأن الانكسار يكون أكبر) اصغر من البعد البؤري للعدسات الرقيقة .

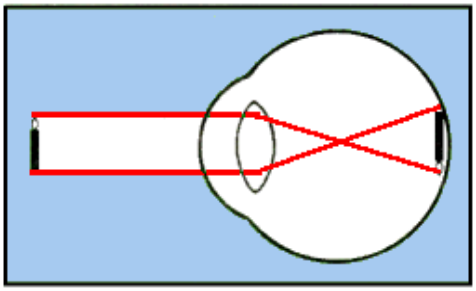
ولكن ما يهمنا هناعزيزى الدارس،، هو لماذا يحدث طول أو قصر النظر للإنسان؟

لاحظ إننا كي نرى الأجسام البعيدة جداً، حيث تتكون الصورة في البؤرة، لا بد أن يكون البعد البؤري للعين مساوياً لسمك العين حتى تتكون الصورة بوضوح على الشبكية في مؤخرة العين, ولذلك تعمل تلك العضلات على تقليل سمك العدسة حتى يزيد بعدها البؤري. وتقوم نفس العضلات بزيادة سمك العدسة إذا كان الجسم قريباً .

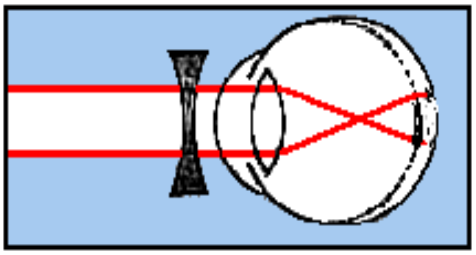
الإشكال التالية توضح أسباب قصر و طول النظر



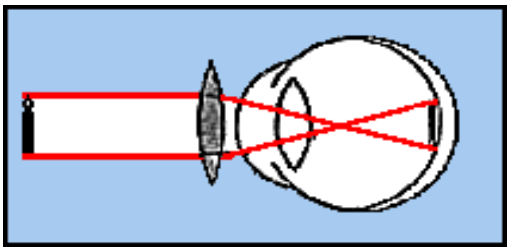
يقل سمك عدسة العين لرؤية الأجسام البعيدة



يزيد سمك عدسة العين لرؤية الأجسام القريبة



تصحيح قصر النظر باستعمال العدسة المقعرة



تصحيح طول النظر باستخدام العدسة المحدبة

نشاط

- عزيزي الدارس، باستخدام العدسة المحدبة وضح أن العدسة يمكنها أن تكون صوراً مصغرة أو مكبرة, حقيقية أو خيالية للجسم حسب موقعه من العدسة!!

أسئلة تقويم ذاتي

1. عرف مستعيناً بالرسم: العدسة المحدبة – البؤرة التقديرية.
2. حدد خواص الشعاع الساقط علي العدسة المقعرة ثم المحدبة عندما يكون الشعاع الساقط موازياً للمحور الأصلي؟
3. اكتب قانون العدسات.
4. اشرح التركيب الفيزيائي للعين البشرية؟
5. بالرسم فقط وضح أسباب قصر النظر و طول النظر؟
6. عدسة بعدها البؤري 20 سنتميتر. وضع جسم بين البؤرة والعدسة فتكونت له صورة خيالية على بعد 40 سنتميتر من العدسة في نفس جانب الصورة. أوجد بعد الجسم عن المرآة موضحاً اجابتك بالرسم. (الاجابة: 13.334 سنتمتر)

الخلاصة

ولكن ما الذي ناقشناه عزيزي الدارس ؟

أنها مفاهيم كثيرة ومهمة جدا:

هل يمكنك أن تلخص ذلك بإيجاز؟ .

لنتعاون على ذلك معا. و بدأنا أولا

بالصوت والأمواج وانتقلنا أخيرا إلي مفهوم الضوء والظواهر الخاصة بالضوء مثل الانعكاس والانكسار.

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

إجابات التدريبات

التدريب (1)

. طول الموجة :

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{334}{1000} = 16.7cm = 0.167m$$

التدريب (2)

1 خواص الصور المتكونة مقلوبة. (X) التصحيح (معتدلة)

2. المحور الأصلي: هو الخط المار بمنتصف المرآة عمودياً عليه (√) الصحيح ( )

3. الشعاع الساقط ماراً بالبؤرة(ب) ينعكس موازياً للمحور الأصلي (X) الصحيح (ينعكس موازياً للمحور الأصلي).

التدريب (3)

أكمل العبارات التالية :

الانكسار هو انحراف الشعاع الضوئي عن مساره عند الانتقال من وسط إلى آخر.

التدريب (4)

باستعمال قانون العدسات والمرايا

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{V} + \frac{1}{U} = \frac{1}{30} + \frac{1}{30} = \frac{2}{30} = \frac{1}{15}$$

البعد البؤري للعدسة F= 15 cm = 0.15 m

مسرد المصطلحات

Waves	**الأمواج**
Amplitude	**اتساع الموجة**
Sound	**الصوت**
Sound Pitch	**حدة الصوت**
Sound Loudness	**جهارة (علو) الصوت**
Power	**قدرة**
phon	**الفون**
Quality	**نوعية الصوت**
Sound Timbre	**جَرْس الصوت**
Sound Intensity	**شدة الصوت**
Ultrasound	**الأمواج فوق السمعية أو فوق الصوتية**
Light	**الضوء**
Gamma	**قاما**
Light Refraction	**انكسار الضوء**
Light Reflection	**انعكاس الضوء**

المراجع العربية والأجنبية

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