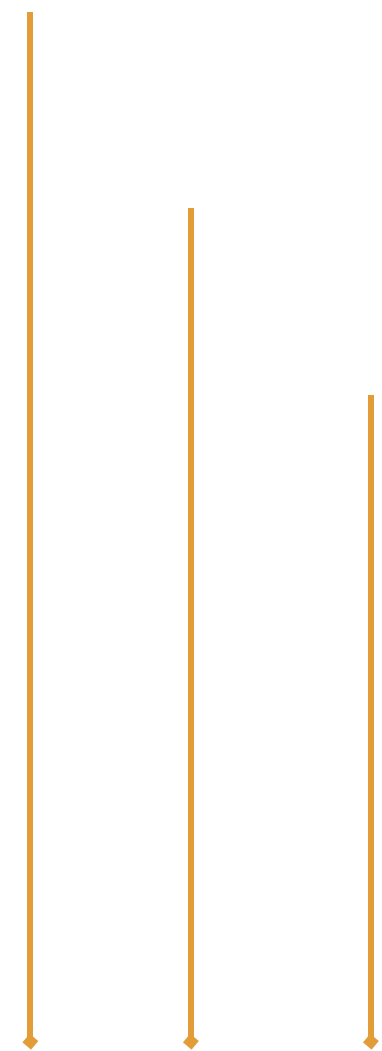




علم الفيزياء



جميع الحقوق محفوظة لبرنامج الملكة
لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب، أو أي جزء منه أو تخزينه في نطاق
استعادة المعلومات، أو نقله بأي شكل من الأشكال، أو ترجمته إلى
أي لغة أخرى دون إذن خطي سابق من المالك.



العنوان: الفيزياء - المستوى التمهيدي
عناية: هايف الزعبي ومحمد علي النجار
الناشر: مركز الثقافة العربية - تركيا / إسطنبول
الصفحات: 79
القياس: 17 × 24
الطبعة: الأولى، 1445هـ - 2024م.
رقم المعيار الدولي: 2-39-6483-625-978
ملاحظة: الكتب والدراسات التي ينشرها المركز؛ لا تعبر بالضرورة
عن رأيه، وإنما تعبر عن آراء مؤلفيها واجتهاداتهم.

مركز الثقافة العربية

للنشر والإنتاج التعليمي والثقافي

Arab Cultural Center – Türkiye / Istanbul

E-mail: arabculturecenter@gmail.com



@arab.culturecenter



@arab_culture_ce



arab.culturecenter



@arabculturecenter



@arabculturecenter



+ 905526092022

المكتبة

في الفنون الطَّبِيعِيَّة

المستوى التمهيدي

الفيزياء

عناية وتحرير

هايف الزعبي
محمد علي النجار

جمع وإعداد

مجموعة من المتخصصين
بالعلوم الطَّبِيعِيَّة

الناشر

مركز الثقافة العربية

Arab Cultural Center

الربط الإلكتروني

للاطلاع على جميع
الفيديوهات والمواد الإضافية
في صندوق الوصف



انسخ رمز ال QR باركود

علم الفيزياء



مُقدِّمةُ برنامجِ الملكةِ للتأصيلِ المعرفيِّ

الحمدُ لله الذي رفعَ بالعلمِ أقبامًا وخفضَ آخرينَ، والصَّلاةُ والسَّلامُ
على إمامِ المتَّقِينَ وسَيِّدِ المرسلينَ، نبيِّنا مُحَمَّدٍ بنِ عبدِ الله، صلواتُ ربِّي
وسلامُهُ عليه عددُ السَّاعاتِ والأَيَّامِ والسَّنِينَ، وعلى آلِهِ وصحبِهِ أَجمعينَ،
وَمَنْ تَبِعَهُمْ بإحسانٍ إلى يومِ الدِّينِ، أمَّا بعدُ:

لا شكَّ أنَّ النِّصوصَ مِنْ كتابِ الله وسنَّةِ نبيِّهِ ﷺ كثيرةٌ ومتواترةٌ
ومتنوعةٌ في فضلِ العلمِ وأهله، والعنايةِ به، والاجتهادِ في تحصيلِهِ، كما
في قوله تعالى: ﴿شَهِدَ اللَّهُ أَنَّهُ لَا إِلَهَ إِلَّا هُوَ وَالْمَلَائِكَةُ وَأُولُو الْعِلْمِ قَائِمًا
بِالْقِسْطِ﴾ [آل عمران: 18].

وَمِنْ ذَلِكَ ما جاءَ في الصَّحيحِ أَنَّ النَّبِيَّ ﷺ قَالَ: ((مَنْ سَلَكَ طَرِيقًا
يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا، سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ))، فطلبُ العلمِ بابٌ مِنْ
أبوابِ رضاِ الله وطريقٌ نحوَ جَنَّتِهِ.

ولمَّا كَانَ طَالِبُ الْعِلْمِ بِحَاجَةٍ إِلَى مَعْرِفَةِ الْأَصُولِ الَّتِي يَضْمَنُ بِهَا
الْوَصُولَ، كَانَ هَذَا الْجَمْعُ الْمُبَارَكُ لِلْمَسْتَوَى التَّمْهِيدِيِّ ضَمَنَ سِلْسِلَةً سُمِّيَتْ
«الملكةُ للتأصيلِ المعرفيِّ»، تشملُ العلومَ الإسلاميَّةَ واللُّغويَّةَ والاجتماعيَّةَ
والطبيعيَّةَ.



* العلوم الطبيعية:

هذا هو القطب الخاص بالفنون الطبيعية وهو عبارة عن جمع لسبعة علوم طبيعية أساسية لا يسع المثقف جهلها، وهي الرياضيات والأحياء والفيزياء والكيمياء والجيولوجيا والجغرافيا والفلك.

وقد قمنا بترتيب العلوم الطبيعية ترتيباً منهجياً يراعي الروابط المشتركة بينها. فقدّمنا علم الرياضيات لأنّه لغة العلوم الطبيعية ثمّ قسّمنا العلوم الستة الباقية على محورين: محور المادة، ومحور الأرض.

فالعلوم المتعلقة بالمادة هي: علم الكيمياء والفيزياء والأحياء، بدأنا بعلم الكيمياء باعتباره العلم الخاص بدراسة خواص المادة غير الحية وما يطرأ عليها من تغيرات. ثمّ أتبعناه بعلم الفيزياء الذي يرتفع بنا درجة فيعرفنا على قوانين الكون عموماً بما فيه المادة والطاقة، ثمّ تلاه مباشرة علم الأحياء الخاص بدراسة المادة الحية المتمثلة بالنبات والحيوان والإنسان.

وأما العلوم المتعلقة بالأرض فهي علم الجغرافيا والجيولوجيا والفلك، فعلم الجغرافيا: هو العلم المختص بدراسة سطح الأرض وتفاعل الإنسان معه، وعلم الجيولوجيا: هو العلم المختص بدراسة بنية الأرض وباطنها وتاريخها، وعلم الفلك هو العلم المختص بدراسة ما يعلو الأرض من أجرام سماوية بهدف معرفتها وفهم قوانينها.



* التعريفُ ببرنامِجِ الملكةِ للتأصيلِ المعرفي:

وسنذكرُ نبذةً مختصرةً عن برنامجِ الملكةِ للتأصيلِ المعرفيِّ تتضمنُ تعريفه ودواعي إنتاجه وأهدافه، والمنهجيةَ العامةَ التي يسيرُ عليها ومميزاته.

أولاً: التعريفُ

«برنامجُ الملكةِ للتأصيلِ المعرفيِّ» هو مشروعٌ تثقيفيٌّ متكاملٌ في العلومِ الشرعيةِ واللغويةِ والإنسانيةِ والطبيعيةِ، يتميزُ بالتكاملِ المعرفيِّ والعمقِ المنهجيِّ والتدرجِ المرحليِّ.

ثانياً: الدواعي

لعصرنا الحديثِ طبيعتهُ الخاصةُ في تصنيفِ العلومِ وتعليمها، التي تتّصفُ بشيوعِ العلمِ وكثرةِ مجالاته، وحاجةِ الناسِ إلى الجوانبِ العمليةِ منه، مع كثرةِ المشاغلِ عنه.

رغمَ حاجةِ الناسِ في عصرنا إلى التركيزِ والاختصارِ في التعليمِ، وتوفيرِ الأوقاتِ، فإنَّ هذه الحاجةُ للأسفِ لا تُراعى في كثيرٍ من البرامجِ التعليميةِ في بلداننا العربيةِ، سواءً في المناهجِ التعليميةِ الخاصةِ أو في الكتبِ المدرسيةِ أو الجامعيةِ.

ينضمُّ إلى ما سبقَ معاناةُ المكتبةِ العربيةِ من نقصٍ كبيرٍ في كتبِ المداخلِ العلميةِ المختصرةِ، مما أدّى إلى تشتّتِ معرفيٍّ وتخبّطٍ وفوضى في كلّ من البناءِ المعرفيِّ والثقافيِّ، فيكادُ المثقّفُ لا يجدُ طريقه لتكوينِ الثقافةِ الشاملةِ النّافعةِ التي يحتاجها الإنسانُ المعاصرُ.



هذا ما دعا «برنامج الملكة للتأصيل المعرفي» للعمل على بناء مناهج مركّزة ومنظّمة في العلوم الطبيعية والإنسانية والشرعية واللغوية، تسهم في رسم الخارطة المعرفية للثقافة المعاصرة، بهدف إنتاج المثقف الشامل.

ثالثاً: الأهداف

1. يهدف البرنامج إلى إحياء فكرة الوحدة المعرفية التي تميّز بها علماء الأمة السابقين، كجابر بن حيان والإدريسي والخوارزمي والكندي والرازي وابن رشد وابن تيمية وابن خلدون والقرافي وغيرهم.
2. يسعى البرنامج إلى إنتاج مثقف شامل، يمتلك أدوات المعرفة بأقطابها الأربعة الشرعية واللغوية والإنسانية والطبيعية، وفق منهج يجمع بين؛ مزايا المنهجية المعرفية العربية والإسلامية، ومزايا المنهجية العلمية الغربية والمعاصرة.

رابعاً: المنهجية العامة

قمنا بخدمة كل علم من العلوم المستهدفة بخدمتين رئيسيتين، تشكّلان منهج البرنامج ومزاياه.

● الخدمة الأولى: المدخل

تمّ وضع مدخل عام لكل علم، يشمل المبادئ العشرة، والنّبذة التاريخية، والسّلم التعليمي.

1- المبادئ العشرة: هي مبادئ تقدّم تعريفاً شاملاً للعلم على



المنهجية المتبعة في الحضارة الإسلامية، حيثُ تبدأ بتعريف العلم ثم تذكر موضوعه الأساسي والثمرة المرجوة من دراسته، وتبين فضله وأهميته، ثم توضح نسبته إلى بقية العلوم والحقل الذي ينتمي إليه، وتذكر واضع العلم، والأسماء التي يعرف بها، ومصادره التي يستمد منها مادته. وتختتم بذكر حكم تعلمه شرعاً، ومسائله الأساسية التي يبحثها العلم.

2- النبذة التاريخية: هي عرض مختصر يستقرئ تاريخ كل علم من العلوم، وهي: مقسمة على أربعة مراحل، المرحلة الأولى ما قبل التاريخ، والثانية ما بعد التاريخ، والثالثة الحضارة الإسلامية، والرابعة النهضة الأوروبية والعصر الحديث. وفي أثناء العرض التاريخي يقف المقرر عند أبرز الأمم والشخصيات والإنجازات التي أسهمت في نضج العلم وتطوره.

3- السلم التعليمي: قسمنا كل علم إلى أربعة مستويات، الأول: التمهيدي، والثاني: المبتدئ، والثالث: المتوسط، والرابع: المتقدم. وذكرنا تحت كل مستوى ما يناسبه من كتب ومصادر منهجية معتمدة عند أصحاب كل فن، عربية كانت أو مترجمة، يتدرج الطالب من خلالها للتقدم في تحصيل العلوم المستهدفة.

● الخدمة الثانية: المقرر

أما المقرر العلمي فقد قمنا بصياغته وفق المنهجية الآتية:

1. قمنا بترتيب العلوم ترتيباً منهجياً، وتصنيفها علمياً، من خلال المجالات التي تنتمي إليها، والروابط المعرفية المشتركة بينها.



2. راعينا في المستوى التمهيدى من برنامج الملكة التبسيط والتيسير في عرض المقررات العلمية، مع الاختصار على الأبواب الأساسية وعدم التفصيل.

3. دعمنا المقررات ببعض الصور والأشكال والخرائط والمشجرات التوضيحية وختمناها بتدريبات تطبيقية.

4. قمنا بالشرح الكامل للمقررات بفيديوهات مصورة.

خامساً: المميزات

يتميز برنامج الملكة بمميزات كثيرة، منها:

1- الجمع بين مميزات منهج المعرفة الإسلامية، والمنهجية الأوروبية الغربية.

2- استقرار تاريخ العلوم منذ ما قبل التاريخ وصولاً إلى عصرنا، مروراً بمرحلة ما بعد التاريخ والحضارة الإسلامية، وانتهاءً بالحضارة الغربية والعصر الحديث.

3- الموضوعية والحياد العلمي في طرح المواضيع ومناقشتها.

4- ذكر أبرز الشخصيات التي أسهمت في تطور العلوم ونضجها في مختلف الحضارات الإنسانية.

5- التدرج المنهجي وفق مستويات تعتمد الكتب المنهجية والمصادر المعتمدة في الثقافتين العربية والأجنبية.



- 6- الإعدادُ المنهجِيّ المتخصّصُ للموادِ مِنْ قِبَلِ مجموعةٍ من الأكاديميّين المختصّين بالعلومِ المستهدفةِ.
 - 7- الشرحُ الكاملُ لكتبِ البرنامجِ بفيديوهاتٍ مصوّرةٍ مع نخبةٍ من المعلمين، وربطها إلكترونياً بالكتبِ.
 - 8- تكوينُ خريطةٍ منظّمةٍ للعلومِ، من خلالِ ترتيبها منهجياً، وربطها ببعضها بما يحققُ التّكاملَ المعرفيَّ.
 - 9- إخراجُ الكتبِ إخراجاً متميّزاً يحتوي صوراً وخرائطَ ومشجّراتٍ تعيّنُ على تحقيقِ الأهدافِ التعليميّةِ للفئاتِ المستهدفةِ مِنْ البرنامجِ.
- واللهُ الموفّقُ والهادي إلى سَوَاءِ السَّبِيلِ.

هايف مطلق شنار الزعبي
مدير برنامج الملكة للتأصيل المعرفي

محمد علي النجار
مدير التحرير



مُقَدِّمَةُ عِلْمِ الْفِيزِيَاءِ

الحمد لله الذي ميّز بني آدمَ بنعمة العقل، وامتنَّ عليهم بالفكر، وأمرهم بإعماله، والنظر به في كونه، فقال: ﴿قُلْ أَنْظَرُوا مَاذَا فِي السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ﴾ [يونس: 101].

وأفضل الصلاة وأتم التسليم على الرسول المعلم، الداعي إلى العلم والتعلم، القائل: ((مَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَبْتَغِي فِيهِ عِلْمًا سَهَّلَ اللَّهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ))، محمد بن عبد الله، وعلى آله وصحبه ومن والاه. أمّا بعد:

إن الله عندما أنزل آدم إلى الأرض وجعله خليفة فيها وضعه في مواجهة مباشرة مع الطبيعة، ولكنه ميّزه عن بقية الموجودات فيها بالعقل، وزوّد عقله بأداة لم يزود بها المخلوقات الأخرى ألا وهي التفكير.

وبالدمج بين العقل والتفكير تمكّن الإنسان من استكشاف الطبيعة ومعرفة قوانينها التي تسير وفقها، مما مكّنه من تسخير الطبيعة واستخدام قوانينها بما يفيدُه وينفعه طوال فترة وجوده في الحياة.

يقدم هذا الكتاب التمهيدي علم الفيزياء بطريقة مبسطة وسهلة الفهم، محاولاً إظهار المبادئ الأساسية المختلفة للفيزياء، وذلك من خلال التعرّف على قوانين الطبيعة التي نواجهها كل يوم.

كما يعمل الكتاب على دفع المستجدين في هذا المجال إلى تقدير العلوم الطبيعية وحبّها بدل الخوف منها والابتعاد عنها، وذلك من خلال تبسيط المسائل واعتماد التجربة والملاحظة.



وقد جاء هذا الكتاب في قسمين؛ الأول: المدخل العام، والثاني: المقرر العلمي.

المدخل العام:

تناولنا فيه المبادئ العشرة لعلم الفيزياء والنبذة التاريخية والسلام التعليمي.

المقرر العلمي:

أما المقرر العلمي فقد قمنا بصياغته وفق المنهجية الآتية:

1. ذكرنا المفاهيم الأساسية في علم الفيزياء.
2. وضعنا الصور والأشكال التوضيحية المناسبة لمفردات المنهج ومسائله.
3. قمنا بتشجير دروس المقرر ومسائله على موقع البرنامج، وربطناها بالكتاب إلكترونياً.
4. قمنا بوضع بعض التجارب البسيطة الآمنة التي يمكن لدراس الكتاب القيام بها في المنزل وبمواد متوفرة عادة.
5. راعينا التسهيل والتيسير في عرض المقرر، مع الاختصار على الأبواب الأساسية وعدم التفصيل، بما يحقق بناء الخريطة التأسيسية في ذهن قارئه.
6. قمنا بشرح دروس الكتاب بمقاطع مصوّرة، يمكن الوصول إليها عبر خاصية الربط الإلكتروني.



7. قمنا بالصّف والإخراج والتّسيق للنّص بشكل تعليمي.
 8. ضبطنا مواضع من النص بالشكل حسب الحاجة.
 9. صنعنا خريطة لتاريخ الفن تتضمن أبرز أعلام الفيزياء.
 10. ختمنا ذلك بتدريبات تطبيقية على مسائل المقرر وفقراته، ليختبر الدارس فهمه واستيعابه.
- وختامًا: نتمنى لدارسي هذا الكتاب التمهيدي أن يتعلموا أشياء كثيرة من علم الفيزياء، ويستفيدوا أكثر من قوانين الطبيعة.





المدخلُ العامُّ لعلمِ الفيزياء

* المبادئُ العشرةُ

* النُبذةُ التاريخيَّةُ

* السُّلَمُ التَّعليميُّ



المبادئ العشرة

أولاً: حده

علم الفيزياء: هو العلم الذي يدرس المادة والطاقة والتفاعل بينهما.

ثانياً: موضوعه

فهم أسباب سلوك المادة المُشاهد، وكيفية إنتاج الطاقة وانتقالها من مكانٍ إلى آخر.

ثالثاً: ثمرته

يفيدنا علم الفيزياء في فهم قوانين الظواهر الطبيعية - الجاذبية والحرارة والكهرباء... - وتفسيرها وكيفية التحكم بها. إذ تؤثر قوانين الطبيعة في الكثير من المواد المحيطة بنا، فنحن بدون الجاذبية لن نستطيع السير على الأرض، وبدون الطاقة الكهربائية لن نستطيع تشغيل أجهزتنا الإلكترونية والكهربائية.

رابعاً: واضعه

هو علم تراكميّ التأسيس، حيث أسهم كثير من علماء الحضارات السابقة في اكتشاف قوانين الطبيعة وتأسيس علم الفيزياء، كما سيتضح في النبذة التاريخية.

خامساً: نسبته

علم الفيزياء أحد العلوم الطبيعية المستقلة بذاتها، ويتداخل علم



الفيزياء مع علوم كثيرة، منها على سبيل المثال:

- الجيولوجيا الفيزيائية [الجيوفيزياء]: وهي دراسة بنية الأرض وداخلها ومياهاها بوساطة قوانين الفيزياء.

- الفيزياء الفلكية: وهو فرع من العلوم يسخر مبادئ الفيزياء في دراسة الأجرام الفلكية.

سادسًا: فضله

علم الفيزياء من العلوم الأساسية المهمة في حياتنا، فهو يشرح لنا العلاقة بين الطاقة والمادة وكيف تؤثر كل واحدةٍ منها على الأخرى خلال الزمان والمكان.

ومن خلال دراسة هذا المقرر ستظهر لك أهميته بشكل واضح وجليّ.

سابعًا: اسمه

اسمه الحديث علم الفيزياء أو الفيزيَقَا، ويقابله بالإنجليزية كلمة (Physics).

ومن أسمائه عند العرب قديمًا: الطبيعيات أو علم الطبيعة.

ثامنًا: استمداده

يستمد علم الفيزياء معلوماته من ثلاثة مصادر:



1- الملاحظة الدقيقة: إذ عن طريق مراقبة سلوك المواد وتفاعلها مع الطاقة واستخراج النتائج يصل العلماء إلى اكتشاف قوانين جديدة أو خواص جديدة للمواد.

2- التجربة المحكمة: إذ تعتبر التجارب المخطط لها جيدًا من قبل العلماء من أهم مصادر المعلومات في علم الفيزياء.

3- أجهزة القياس: حتى تنجح التجربة لابد من توفر أجهزة قياس دقيقة، والاستعانة بتلك الأجهزة لمعرفة خواص المواد الجديدة عند تفاعلها مع الطاقة.

تاسعًا: حكمه

فرض كفاية، إذ كل العلوم التي تنفع الناس يجب تعلمها على الكفاية، أي إن تعلّمها البعض سقط الوجوب عن الباقيين.

عاشرًا: مسأله

يمكن تقسيم مسائل علم الفيزياء على خمسة أبواب رئيسية، وهي: الميكانيكا، والصوت، والحرارة، والكهرباء والمغناطيسية، والضوء.





النُّبذة التَّارِيخِيَّةُ

تمهيد

لقد أودع الله عزَّ وجلَّ قوانين الفيزياء في الطبيعة منذ نشأة الكون، وذلك حتى يسير هذا الكون على نسق محدد ومنظَّم ليس فيه عشوائية ولا فوضى، وإلا فإن مسيرة الحياة لم تكن لتستمر.

كل المواد والأشياء الموجودة ضمن هذا الكون تخضع لقوانين الفيزياء، يستوي في ذلك النبات والحيوان والإنسان، وكذلك المؤمن والكافر، والكبير والصغير، وقد جرت سنة الخالق في البشر أن يكون ثَمَّة - في الغالب - مكافأة لكل من يكتشف أحد قوانين الطبيعة، تتمثل بأن يُكتب باسمه مدى الحياة، لذلك يتسابق علماء الفيزياء إلى تحقيق قصب السبق في الوصول لاكتشافات علمية جديدة.

ويمكننا تقسيم تاريخ تطور علم الفيزياء إلى أربع مراحل:

المرحلة الأولى: مرحلة ما قبل التاريخ إلى عام (3500 ق.م) وليس لها مدة محددة.

المرحلة الثانية: مرحلة ما بعد التاريخ من 3500 ق.م إلى 600 م، ومدتها 4100 سنة.

المرحلة الثالثة: مرحلة الحضارة الإسلامية من 600 م إلى 1600 م، ومدتها 1000 سنة.



المرحلة الرابعة: مرحلة النهضة الأوروبية والعصر الحديث من 1600م، إلى يومنا هذا، ومدتها أكثر من 400 سنة.

المرحلة الأولى: مرحلة ما قبل التاريخ

يسيطر على هذه المرحلة الجانب العملي من الفيزياء. فقد كان الناس يقومون باستخدام قوانين الفيزياء دون أن يعلموا الكثير عنها سوى أثرها.

إذ تدل الآثار الحجرية الضخمة في ستونهنج (Stonehenge) – التي تعود إلى عصر ما قبل التاريخ وتقع في سهل ساليسبري بمقاطعة ويلتشير جنوب غرب إنجلترا – على أن القائمين عليها قد استخدموا مبادئ الميكانيكا، لأن كل حجر منها يصل وزنه إلى 40 طنًا أو أكثر، وارتفاعه 7 أمتار فوق الأرض، وهذا الأمر يحتاج إلى معرفة كبيرة بقوانين الرفع والتغلب على الجاذبية وقوى الاحتكاك.

المرحلة الثانية: مرحلة ما بعد التاريخ

(3500 ق.م إلى 600م)

التوثيق:

مع تطور المعارف وتراكم الخبرات الإنسانية تنبّه البشر إلى ضرورة حفظ المعارف – ومنها المعارف الفيزيائية – لنقلها من جيل إلى آخر، حتى لا تضيع المعارف وحتى لا يبدأ الناس كل مرة من الصفر في بحثهم المعرفي. وهكذا نشأت أنظمة الكتابة الصّورية أو التي تعتمد على رسم صور



الأشياء، ثم ظهر نظام الكتابة المعروف الذي يضع رمزاً لكل حرف أو صوت منطوق، وبذلك أمكن تسجيل كل المعارف التي يتوصل إليها البشر. نشير هنا إلى دور الحضارات القديمة في تطور علم الفيزياء، على وجه الخصوص الحضارة اليونانية التي استفادت من المعارف والعلوم الموروثة عن الحضارات المعاصرة لها أو السابقة عليها - خصوصاً الحضارة المصرية - وقامت بتدوينها ومحاولة تعييدها.

أولاً: الحضارتان البابلية والمصرية:

لعل أحد أهم إنجازات البابليين والمصريين القدماء هو تركيزهم الكبير على مفهوم «الزمن» وكيفية تتبعه من خلال المَزاوِلِ الشمسية وإعداد التقاويم، وتقسيم السنة إلى أشهر وأسابيع وأيام.

ثانياً: الحضارة الهندية:

للهند إسهاماتهم العديدة في علم الفيزياء، وبين القرنين الثاني والسادس قبل الميلاد قدّم الهنود نظريّةً عن الذرّة على يد الفيلسوف كانادا مهاريشي.

ثالثاً: الحضارة الصينية:

سجل الصينيون اكتشافات عديدة في مجال الفيزياء منذ القرن الرابع قبل الميلاد، وكان من أهمها ما يتعلق بدراستهم للمغناطيسية.

رابعاً: الحضارة اليونانية:

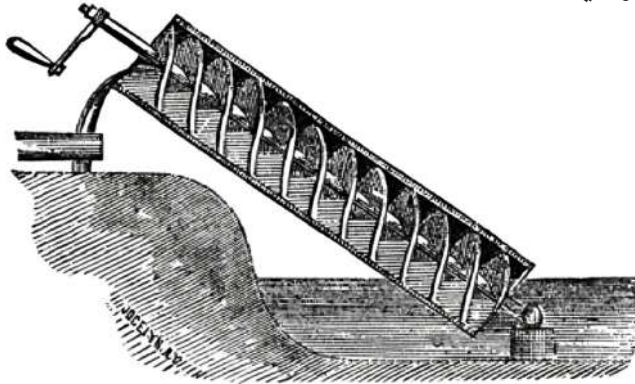
يعتبر اليونانيون أبرز من قدّم خدمات كبيرة لعلم الفيزياء في هذه



المرحلة، كان منها ما أجراه الفيلسوف طاليس المالطي (ت: نحو 546 ق.م) من تجارب بدائية على التنافر والتجاذب الكهربائي.

وفي القرن الرابع قبل الميلاد قدم أرسطو (ت: 322 ق.م) أفكاره الأولية عن الحركة والجاذبية، فقد كان يعتقد أن الجسم الأثقل يسقط أسرع من الجسم الأخف، وهي الأفكار التي سيرد عليها العلماء العرب والمسلمون لاحقًا ويقومون بتصحيحها قبل الأوروبيين.

في القرن الثالث قبل الميلاد وضع أرخميدس (أرشميدس) المتوفى: 212 ق.م؛ قوانين طفو الأجسام على السوائل، وأسس علم التوازن - أو السكون - وكذلك وضع أسس حركة البكرات لنقل الأجسام الكبيرة بأقل مجهود. وقد مكنته معرفته بقوانين الفيزياء من اختراع العديد من الآلات الميكانيكية مثل لولب أرخميدس الشهير الذي استخدم كثيرًا في مجال ري الأراضي الزراعية.



صورة رقم (1)

يعتبر برغي أرخميدس، المعروف أيضًا باسم لولب أرخميدس، أو اللولب الهيدروديناميكي، أو اللولب المائي، أحد أقدم الآلات الهيدروليكية. وهو يقوم بنقل المياه من المناطق المنخفضة إلى المناطق المرتفعة.



أما في مجال الضوء والبصريات فقد درس أقليدس (ت: 265 ق.م) انتشار الضوء بطريقة هندسية وطبق ذلك على ظاهرتي الانعكاس والانكسار.

ثم قام أرخميدس بالاستفادة من تلك الدراسات بتطبيقها على المرايا المقعرة، إذ يُروى أنه تمكن بواسطتها من إحراق سفن الرومان التي كانت تحاصر مدينة سيراكوزا، وقد تبنى فكرة أننا نرى الأشياء من خلال أشعة تصدر من العين نحو تلك الأشياء فزراها، وهي الفكرة التي سيلغيها تمامًا لاحقًا العالم العربي المسلم الحسن بن الهيثم.

وفي القرن السادس للميلاد قام الفيلسوف السكندري المسيحي جون فيلوبونوس (ت نحو: 570م). والمعروف عند العرب باسم «يوحنا النحوي» بإعادة قراءة أفكار أرسطو الفيزيائية وانتقد بعضها.

المرحلة الثالثة: الحضارة الإسلامية

(600م إلى 1600م)

قبل الإسلام:

لا توجد وثائق قبل ظهور الإسلام تدل على اهتمام العرب بالبحث عن قوانين الطبيعة ومحاولة تفسيرها أو تدوينها، وإنما كان جُلّ اهتمامهم منصبًا على البحث عن الماء والمرعى والأماكن التي توفر لهم سُبُل الراحة والأمان.

ظهور الإسلام:

مع نزول الوحي السماوي تحررت عقول العرب وتطوّرت؛ بعد أن



كانت أسيرة المُشاهد والمحسوس تدور في فلك الحاجات الأساسية وبعض الاهتمامات الأخلاقية المعنوية.

لقد جعلتهم آيات القرآن الكريم يعيدون التفكير في أمر الطبيعة والكون، وعرفّتهم أن لهذا الكون خالقاً عظيماً ومنظّماً حكيمًا، يأمرهم بأن يفهموا الكون ويسخّروه ويستفيدوا مما فيه في طاعته وخدمة الخلق.

هذه الطريقة في النظر إلى الكون، مع تعظيم العلم، وحركة الفتوحات الإسلامية؛ أوجدت لديهم رغبة صادقة في التعرف على ثقافات الشعوب التي فتحت بلادها والاستفادة من علومها، فنشأت حركة الترجمة منذ القرن الأول، والتي جرى تنظيمها في القرن التالي عبر مؤسسة بيت الحكمة في بغداد.

حركة الترجمة:

في مطلع العصر الأمويّ الأوّل بدأت عملية التّرجمة على يد خالد بن يزيد بن معاوية (ت: 85هـ/ 708م)، المشهور بلقب (حكيم قريش).

ثم انتقلت حركة الترجمة إلى العمل المؤسّساتي الرسمي الحكومي، حيث تأسس بيت الحكمة في عهد الرشيد، الذي رأسه الخوارزمي بعد زمن من تأسيسه، حيث كان مقرّاً للهيئة الترجمة من اللغات الأجنبية - كال يونانية والفارسية والهندية والسريانية - إلى اللغة العربية.

فكانت النتيجة أن انتقل التراث اليوناني في مجال الفيزياء إلى اللغة العربية، وصار بمتناول الجميع. الأمر الذي أسهم بخلق جيلٍ جديدٍ من



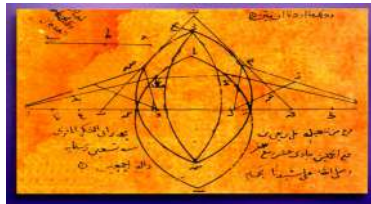
العلماء المتخصصين في مجالات علمية مختلفة، وهو ما أسهم كثيرًا في إحداث تقدم كبير في كل العلوم.

في الفترة الواقعة بين 185 و390هـ (801م - 1000م) كانت اهتمامات العلماء العرب والمسلمين متوجهةً نحو تطوير الساعات الزمنية الميكانيكية والشمسية والمائية، ودراسة الصوت، وصناعة الآلات الميكانيكية وتطوير البوصلة المغناطيسية.

ففي عام (192هـ / 808 م) قدّم الخليفة هارون الرشيد ساعةً ميكانيكية لملك الإمبراطورية الرومانية المقدسة شارلمان، أثارت إعجاب كل من شاهداها، حتى إنهم اعتقدوا أن العفاريت هي التي تحركها.

واخترع الإخوة أبناء موسى بن شاكر محمد وأحمد والحسن (القرن 3هـ / 9م) عددًا كبيرًا من الآلات الميكانيكية متعددة الوظائف والخدمات، ووضعوها في كتاب اسمه «الحيل» مستخدمين الكثير من القوانين الفيزيائية المتعلقة بالسوائل وحركتها.

في عام (380هـ / 990م) طوّر العرب البوصلة وقاموا باستخدامها في تحديد جهة القبلة، واتجاهات الملاحة البحرية.



صورة رقم (2)

من مخطوطة العلاء بن سهل (ت: 1000م) برهن فيها على قانون انكسار الضوء، وذلك قبل سنيليوس بأكثر من 600 عام.



عصر الحسن بن الهيثم:

توجهت اهتمامات العلماء العرب والمسلمين في الفترة الواقعة بين 410 و420 هـ (1019م / 1029م) بالدرجة الأولى إلى دراسة فيزياء الضوء وهندسته، إضافةً إلى تطوير مفهوم قياس كثافة المواد.

فقد ألف العالم الفيزيائي الكبير الحسن بن الهيثم (ت: 430 هـ / 1040م) كتاب «المناظر» المكوّن من سبعة أجزاء وصحح كل الأخطاء التي وقع فيها اليونانيون في مجال الضوء والبصريات.

فقد درس ابن الهيثم المرايا الكروية والمقعرة بشكل موسع، كما أنه تمكن من محاكاة عمل العين من خلال صندوق صغير فيه ثقب أطلق عليه اسم (القمرة) وتعني الحجرة الصغيرة، والتي انتقلت إلى أوروبا لاحقاً وصار اسمها «كاميرا».

وهو أول من شرّح العين تشريحاً كاملاً ووضح وظائف أعضائها، وهو أول من درس التأثيرات والعوامل النفسية على الإبصار، وقد ذكر بعض مؤرخي العلوم أنه لولا جهود الحسن بن الهيثم في كتابه «المناظر» لتأخرت الاكتشافات العلمية اللاحقة في مجالي الفيزياء والفلك أكثر من 500 عام.

ما بعد عصر الحسن بن الهيثم:

أما في الفترة الواقعة بين 425 و600 هـ (1033م - 1203م) فقد



كانت اهتمامات العلماء العرب والمسلمين متوجهةً نحو تطوير الصوتيات الموسيقية، والثقّل النوعي للمواد ودراسة الضغط الجوي وقوانين الحركة وتطوير الآلات البخارية.

وفي عام (550هـ/ 1155م) قام هبة الله بن ملكا البغدادي (ت: 560هـ/ 1165م) بدراسة قوانين حركة الأجسام، وقد توصل بشكل مؤكد إلى الصياغة اللفظية للقانونين الثاني والثالث من قوانين الحركة التي ستنسب لاحقاً إلى الفيزيائي البريطاني إسحاق نيوتن (ت: 1727م).

أما في عام (600هـ/ 1203م) فقد تمكن ابن الرزاز الجزري (ت: 602هـ/ 1205م) من صناعة عدد من الساعات والآلات الميكانيكية المتقدمة القريبة جداً من المحرك البخاري.

المرحلة الرابعة: النهضة الأوروبية والعصر الحديث

من 1600م إلى يومنا هذا

عام 1184م نقل جيرار الكريموني (ت: 1187م) كتاب (المناظر) للحسن بن الهيثم إلى اللاتينية، ولكن لم يبدأ الغرب الأوروبي نهضته في العلوم الفيزيائية إلا نحو عام 1600م، عندما اكتشف غاليليو غاليلي (ت: 1642م) قوانين مهمة في عدد من المجالات الفيزيائية، بصفة خاصة في الميكانيكا.

وفي عام 1687م نشر إسحاق نيوتن قوانينه للحركة وقانون الجاذبية العام بصيغها الرياضية.



العصر الحديث:

منذ بداية القرن التاسع عشر للميلاد تسارعت اكتشافات القوانين الفيزيائية، إذ عاد توماس يونغ (ت: 1829م) وأحيا النظرية الموجية للضوء بين عامي 1801م و1803م.

وأعلن جون دالتون (ت: 1844م) عام 1803م لأول مرة نظريته الذرية عن تركيب المادة.

وفي عام 1847م اكتشف جيمس جول (ت: 1889م) أن الحرارة والطاقة يمكن أن يتحول كل منهما إلى الآخر بمعدلٍ ثابت.

وفي عام 1895م اكتشف فيلهلم ك. رونتجن (ت: 1923م) الأشعة السينية.

على أعتاب القرن العشرين وتحديداً عام 1900م وبعد أن اعتقد الأوروبيون والأمريكيون أنهم اكتشفوا كل شيء تقريباً في قوانين الطبيعة؛ نشر الفيزيائي الألماني ماكس بلانك (ت: 1947م) نظريته الكمومية التي تقول: إن الطاقة تنتقل على شكل كمّات صغيرة وليست مستمرة، وبذلك بدأ عهد جديد من الفيزياء الكمومية.

ثم لحق به الفيزيائي الألماني ألبرت أينشتاين (ت: 1957م) عام 1905م ونشر نظريته النسبية الخاصة، التي غيّرت نظرتنا إلى الكون، التي تقرر أن ما نراه من الكون هو ماضيه وليس حاضره. ثم أعلن أينشتاين عام 1915م عن نظريته النسبية العامة عن الجاذبية الكونية المختلفة تماماً عن



نظرية نيوتن في الجاذبية.

عام 1924م قدم لويس دي بروي (ت: 1987م) النظرية الموجية للإلكترون، حيث قرر أن الإلكترونات تتحرك مثل الأمواج ولا تتصرف كجسيمات دوّمًا.

ومن ثم حقق إنريكو فيرمي (ت: 1954م) وزملاؤه أول تفاعل نووي متحكّم فيه عام 1942م.

ثم لحق بهم باحثون تحت قيادة الفيزيائي كارل روبريا عام 1983م واكتشفوا ثلاثة جسيمات تحت ذرية، هي جسيمات W^+ و W^- و Z^0 .

ولا تزال الاكتشافات مستمرة في كافة مجالات العلوم الفيزيائية بحثًا عن حقيقة الطبيعة والكون، لتسخيرها بما يفيد البشرية.





السُّلَمُ التَّعْلِيمِيُّ

نورد فيما يأتي ترشيحات لكتب يمكن أن يدرسها الطالب في مجال الفيزياء، مرتبة حسب المستوى التعليمي الذي ينتمي إليه.

المستوى الأول: التمهيدي

1. علم الفيزياء - المستوى التمهيدي. من برنامج الملكة.

المستوى الثاني: المبتدئ

2. مهارات التفكير وتطبيقاتها في الفيزياء، تأليف: د. سائر بضمه جي.

3. حكايات الفيزياء: تجارب - ألعاب - مشاريع - قصص - مسرحيات، تأليف: محمد خليل.

المستوى الثالث: المتوسط

4. مشاهدات علمية - المادة. تأليف: كريستوفر كوبر، ترجمة: طارق جلال محمد.

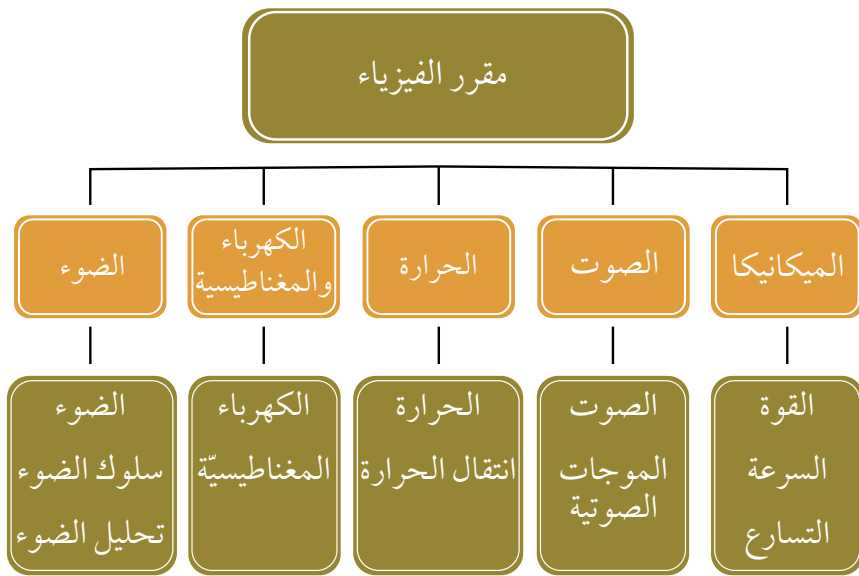
المستوى الرابع: المتقدم

5. الفيزياء المسلية. تأليف: ياكوف بيرلمان.

6. أساسيات الفيزياء. تأليف: فريدريك بوش ودافيد جيرد، ترجمة: د. سعيد الجزيري ود. محمد أمين سليمان.

7. الفيزياء للمعلمين والمهندسين. تأليف: ريموند أ. سيرواي وروبرت ج. بكترو وجون و. جيويت، ترجمة: أ.د. محمد محمود عمار وأ.د. طه زكي سكر وأ.د. صلاح كامل البني.







البَابُ الأوَّل: الميكانيكا

1- القوة

2- السرعة

3- التسارع



الميكانيكا

الميكانيكا هي: العلم الذي يُعنى بدراسة الأجسام في حالتها السكون والحركة. ومما تدرسه على سبيل المثال، كيف تعمل القوة على جسم ما لتنتج تسارعًا.

تُستخدم مبادئ الميكانيكا لوصف أنواع من الحركة، مثل مدارات الكواكب ومسارات أجسام متحركة أخرى. كما أن هذه المبادئ مهمة لمصممي الجسور والمنشآت الأخرى، ولمهندسي الطرقات ولصانعي الأنواع المختلفة من المركبات.

أقسام الميكانيكا:

تقسم الميكانيكا إلى ثلاثة أقسام، هي:

ميكانيكا الأجسام المتحركة وتسمى الديناميكا أو علم التحريك، وهي: تدرس قوانين حركة الأجسام، مثل دراسة حركة الأقمار الصناعية حول الأرض.

ميكانيكا الأجسام الساكنة وتسمى الإستاتيكا أو علم السكون، وهي: تدرس قوانين توازن الأجسام وشروط استقرارها، مثل: دراسة شروط استقرار الطاولة على أرضية الغرفة.

ميكانيكا الموائع: وهي التي تهتم بدراسة سلوك السوائل والغازات. مثل حركة الرياح والأنهار.



المثال: سيارة تقطع 1000 م خلال 20 ثانية، فإن سرعتها من خلال
علم الحركة تفسر كالتالي: $(20 \div 1000)$ تساوي 50 م/ثا، أي: إن سرعة
هذه السيارة 50 متراً في الثانية.





القوة

هي: كل مؤثر خارجي قادرٍ على تغيير شكل الجسم أو حالته الحركية. إذا أمسكت بقطعة من الصلصال (المعجون) وقمت بالضغط عليها فإنك ترى أن شكلها تغير. وإذا قمت بركل كرة ساكنة بقدمك؛ تجد أنها تبدأ بالحركة نحو الجهة التي تريدها، وذلك بفعل القوة المؤثرة على كل من الصلصال أو الكرة.

أنواع القوة:

للقوة أنواع كثيرة، من أشهرها:

- قوة الشد والضغط.
- القوة العمودية.
- القوة الكهربية.
- قوة الاحتكاك.
- قوة الجذب المغناطيسي.

وحدة القياس:

الوحدة التي تقاس بها القوة هي النيوتن.



صورة رقم (3)

1. في وضع السكون: تبقى كرة القدم ساكنة في مكانها على الأرض، لأنه لا توجد قوة تعمل عليها.
2. عندما تقوم بركل كرة القدم، فإنك تستخدم القوة من جانب واحد. لا يوجد شيء لمقاومة أو موازنة هذه القوة، لذلك تبدأ الكرة بالتدحرج.
3. تنطلق الكرة في الهواء أو تتدحرج على الأرض بسرعة ثابتة إلى أن تصطدم بشيء ما، مثل قدمك. أو تتوقف من ذاتها بفعل قوة الاحتكاك التي تقلل من حركتها حتى تتوقف.





السرعة

هي المسافة المقطوعة خلال وحدة من الزمن.
ومعرفة السرعة أمر مهم جداً عند مراقبة الحركة.

وحدة القياس:

يتم معرفة السرعة من خلال تقسيم المسافة المقطوعة على الفترة الزمنية التي قطعت فيها المسافة.

ووحدة قياس السرعة هي: (م/ثا) أو: (كم/سا).

سرعة الأجسام الثابتة: هي سرعة صفرية (0).

المثال: ضرب أحد الطلاب الكرة فقطعت مسافة 50 متراً، في 5 ثواني، فتكون سرعة الكرة تساوي المسافة المقطوعة مقسمة على الزمن $[50 \div 5]$ وتساوي 10 م/ثا. وهي وحدة قياس السرعة.

سيارة قطعت 100 كم خلال ساعتين، تكون سرعة السيارة: المسافة المقطوعة 100 كم، تقسيم 2 ساعة، $[100 \div 2]$ وتكون النتيجة: 50 كم/سا.





التسارع

هو: معدّل تغير السرعة خلال وحدة الزمن. فإذا كان عندنا سائق سيارة يسير بسرعة 20 كم/سا، وزاد سرعة السيارة إلى 100 كم/سا؛ فإن هذا يسمى تسارعًا.

وحدة القياس:

التسارع مقياسه مقياس السرعة ذاته: م/ث أو: كم/سا.

المثال: تصل السرعة القصوى للعديد من القطارات السريعة إلى نحو 300 كم/سا، ونظرًا لأن القطار يتوقف لتحميل وتفريغ الركاب، فإنه لا يسافر دائمًا بهذه السرعة القصوى.

لبعض الوقت الذي يتحرك فيه القطار، فإن سرعته إما أن تتزايد أو تتناقص، يفقد القطار سرعته لأنه تباطأً للتوقف ويكتسب سرعة أكبر عندما يبتعد ويتجه إلى المحطة اللاحقة.



صورة رقم (4)

تتراوح سرعات هذه القطارات بين 200 و 300 كم/ساعة. يقطع القطار في الرسم التخطيطي (أعلى اليمين) مسافات أكبر في فترات زمنية متساوية؛ بمعنى آخر؛ إنه يتسارع.





تجربة رقم 1

أحضِر لعبة سيارة، وضعها على الطاولة:

1. إن وضع السيارة على مكان ما من الطاولة وهي ساكنة يُخضعها لمبادئ علم السكون.

2. أمسك بالسيارة وادفعها إلى الأمام، هنا تكون قد أثّرت عليها بقوة وجعلتها تكتسب سرعة محددة. وبالتالي فإنها تكون قد خضعت لمبادئ علم التحريك.

3. إن حركة الهواء أعلى وأسفل السيارة يجعلها تخضع لمبادئ ميكانيكا الموائع.





الباب الثاني: الصوت

1- الصوت

2- الموجات الصوتية



الصوت

يعد الصوت أحد الوسائل المهمة التي تتواصل من خلالها مع العالم المحيط بنا. أغمض عينيك واستمع إلى العالم.. يمكنك التعرف على كل الأشياء التي تسمعها تقريباً لأن لكل منها صوته المميز الخاص به.

الأصوات فريدة لأنها مصنوعة بطرائق مختلفة قليلاً، لكن كل الأصوات تشترك في شيء واحد؛ يمكن إنشاؤها عندما يهتز شيء ما (أي يهتز ذهاباً وإياباً)، مما يرسل موجات من الطاقة إلى أذاننا.

الصوت اهتزاز في وسط مادي مثل: الهواء والأجسام الصلبة، والسوائل والغازات، يمكن أن تسمعه الأذن البشرية.

الصوت لا ينتشر في الفراغ، وتكون سرعة الأمواج الصوتية في الأجسام المادية والساائلة أسرع منها في الهواء.

قياس الموجات الصوتية:

يقاس الصوت بعدد الهزات في الثانية، ويعبر عنها بمصطلح (هرتز). وكل ألف هزة تساوي 1 كيلو هرتز.

إدراك الصوت:

الأذن هي أداة إدراك الصوت. ولأذن الإنسان طاقة محددة، فتسمع الأصوات بين نطاق تردد 20 هرتز و20.000 هرتز، أو ما يساوي 20 كيلو هرتز.

وللحيوانات نطاقات سماع تختلف عن الإنسان، فقد يدرك بعضها



الأصوات التي لا تسمعها أذن الإنسان.

مع تقدم الإنسان في العمر تتناقص قدرته على سماع الأصوات في الجزء العلوي من نطاق التردد، وهي 20 كيلو هرتز.

الترددات:

تسمى الاهتزازات التي لها تردد أقل من 20 هرتز بالموجات تحت الصوتية، وتسمى الاهتزازات ذات التردد العالي الذي يتجاوز 20 كيلو هرتز بالموجات فوق الصوتية.

سرعة الصوت:

سرعة الصوت هي: (343) متر في الثانية، والأصل في قياس سرعة الصوت هو الصوت في الهواء، وتختلف هذه السرعة عندما ينتقل الصوت بالماء أو الأجسام الصلبة.





الموجات الصوتية



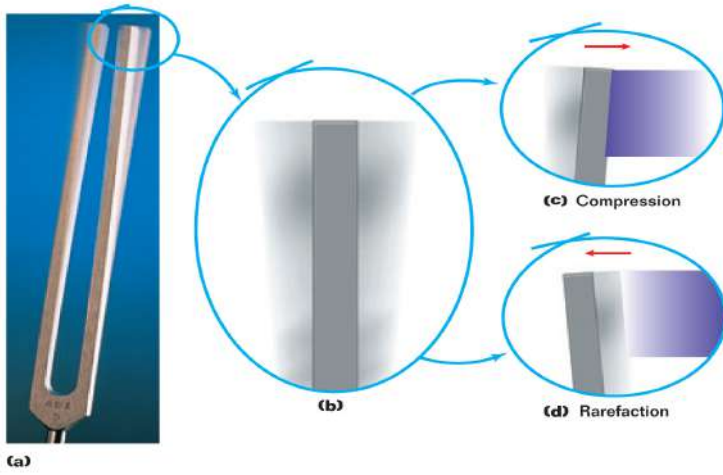
سواء كانت الموجة الصوتية تنقل صوت المحرك النفاث أو صغير طائر، فإنها تبدأ بجسم مهتز. وسوف نستكشف هنا كيفية إنتاج الموجات الصوتية من خلال ملاحظة شوكة رنانة تهتز، كما هو موضح في الشكل 5 القسم (a).

يعمل الطرف المهتز للشوكة الرنانة، كما هو موضح في (b)، على ضبط جزيئات الهواء بالقرب منه في الحركة.

عندما يتأرجح الطرف إلى اليمين، كما في (c)، تجبر جزيئات الهواء الموجودة أمام الحركة على التقارب معًا. تسمى هذه المنطقة ذات الكثافة الجزيئية العالية وضغط الهواء المرتفع بالانضغاطات.

عندما يتحرك الطرف إلى اليسار، كما في (d)، تتباعد الجزيئات الموجودة على اليمين، فتكون الكثافة وضغط الهواء في هذه المنطقة أقل من الطبيعي. تسمى هذه المنطقة ذات الكثافة المنخفضة والضغط المنخفض بالتخلخلات.

مع استمرار اهتزاز الشوكة الرنانة، تتشكل سلسلة من الانضغاطات والتخلخلات وتنتشر بعيدًا عن الشوكة. تنتشر هذه الانضغاطات والتخلخلات في جميع الاتجاهات، مثل الموجات المتموجة على سطح بركة ماء، وتمثل ما يعرف بالصوت.



صورة رقم (5): كيفية تكوّن الصوت

ينتج الصوت من الشوكة الرنانة الظاهرة أمامنا، وفق الخطوات التالية:

(a) يصدر عن طريق اهتزازها من كلا الطرفين والاتجاهين.

(b) عندما يتأرجح الطرف إلى اليمين، تكون هناك منطقة ذات كثافة وضغط عالين.

(c) عندما يتأرجح الطرف إلى اليسار، تتكوّن منطقة ذات كثافة وضغط أقل.

انتشار الموجات الصوتية:

ينتشر الصوت خلال أي وسط ماديّ مرن كموجة صوتية طولية، حيث تنتقل منطقة من الضغط المرتفع عبر السائل أو الجسم بسرعة الصوت في ذلك الوسط. الوسط المرن قد يكون سائلاً أو هواءً أو جسماً صلباً.

سرعة الموجات الصوتية:

لا يمكن أن ينتشر الصوت في الفراغ؛ فالاهتزازات التي تحمله تحتاج إلى شيء تنتقل خلاله. والمثير للدهشة أن الصوت ينتقل في المواد الصلبة بسرعة أكبر منه في السوائل أو الغازات.



المثال: نسمع صوت القطار من مسافة 300 متر مثلاً، لكن من خلال وضع الأذن على الأرض والإنصات إلى الأصوات القادمة بواسطتها نجد أننا نسمع صوت القطار وهو على مسافة أبعد من المعتاد بكثير.

اعتاد المحاربون قديماً أن ينصتوا إلى الأرض عبر وضع آذانهم عليها لسماع صوت الجيوش القادمة قبل وصولها، لأنها تنقل الصوت أسرع من الهواء.





الباب الثالث: الحرارة

1- الحرارة

2- انتقال الحرارة



الحرارة

عندما تمسك كوبًا من عصير الليمون مع الثلج، تشعر بإحساس حاد في يدك نطلق عليه «برودة». وبالمثل، تشعر «بالسخونة» عندما تلمس كوبًا من الشوكولا الساخنة.

غالبًا ما نربط درجة الحرارة بمدى سخونة أو برودة الجسم عند لمسه، وتعمل حاسة اللمس لدينا كمؤشر نوعي لدرجة الحرارة. ومع ذلك، فإن هذا الإحساس بالحرارة أو البرودة يعتمد أيضًا على درجة حرارة الجلد ومن ثمّ يمكن أن يكون مضللًا، لأن جسمك نفسه يشعر بالسخونة أو البرودة، اعتمادًا على خصائص الجسم الملموس وظروف جسمك الذاتية. التعريف: الحرارة هي عملية نقل الطاقة من جسم أو نظام إلى آخر نتيجة اختلاف درجة الحرارة.

والحرارة: شكل من أشكال الطاقة الموجودة في الجسم أو النظام سواء كانت قبل النقل أو بعده.

قياس درجة الحرارة:

درجة الحرارة: هي مقياس مدى سخونة جسم ما أو برودته.

تخبرنا درجة حرارة الجسم عن مدى سخونته أو برودته. يمكننا استخدام هذا لمعرفة ما إذا كان الطعام مطبوخًا بشكل صحيح، أو إذا كان الشخص يعاني من الحمى، أو إذا كان محرك السيارة ساخنًا جدًا أو غير ذلك مما يعرض لنا في حياتنا اليومية.



في هذه الأيام، لدينا موازين حرارة إلكترونية يمكنها قياس درجة الحرارة بالنسبة لنا بسرعة وبدقة، ولكن في الماضي اعتمد البشر على التغيرات في الطبيعة وعلى أساليب مختلفة لقياس درجة الحرارة.

وحدة القياس:

تقاس الحرارة بالدرجة المئوية، ويرمز لها بالرمز C فوقه سكون، أو بالفهرنهايت ويرمز له بالرمز F.





انتقال الحرارة

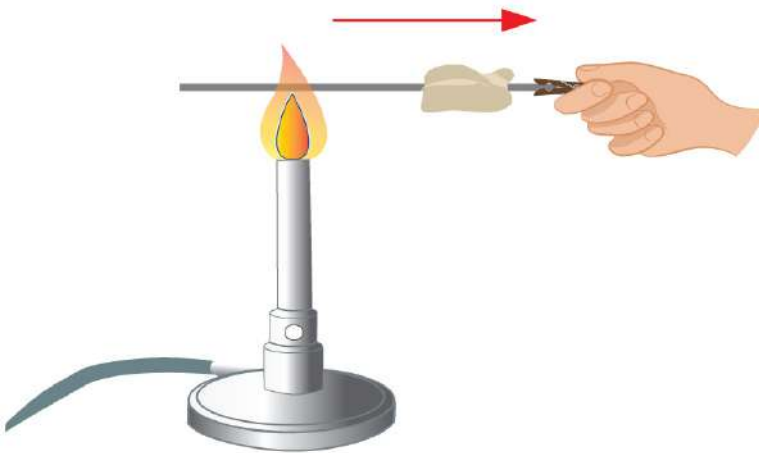
هو: عبارة عن انتقال الطاقة من جسم أو نظام إلى آخر نتيجة اختلاف درجة الحرارة.

طرق انتقال الحرارة:

تنقل الحرارة بإحدى ثلاث طرائق، هي التوصيل والحمل الحراري والإشعاع.

1. التوصيل:

إذا وضعت أحد طرفي قضيب معدني في اللهب، فإن جزيئات الغاز الساخن في اللهب توصل الحرارة إلى القضيب. يصير الطرف الآخر للقضيب ساخناً أيضاً خلال فترة زمنية قصيرة. وقد جرى ذلك نتيجة انتقال الحرارة، عبر الجزيئات الموجودة في القضيب، التي هي على اتصال مباشر مع بعضها البعض.



صورة رقم (6)

انتقال الحرارة بواسطة التوصيل

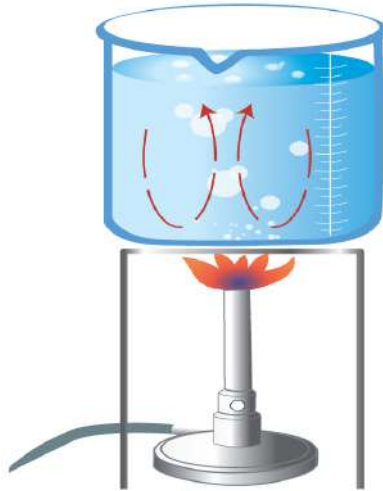


2. الحمل الحراري:

هل سبق لك أن نظرت في إناء من الماء على وشك الغليان؟ يجري تسخين الماء الموجود في قاع الإناء عن طريق التوصيل ويرتفع إلى الأعلى، بينما ينخفض الماء البارد في الجزء العلوي إلى القاع. تتدفق الحرارة بين الماء الساخن المتصاعد والماء البارد النازل، تسمى هذه الحركة الكائنة في سائل أو غاز بسبب الاختلاف في درجات الحرارة بالحمل الحراري.

يحدث الاضطراب الجوي بسبب الحمل الحراري للغازات في الغلاف الجوي، والعواصف الرعدية هي أمثلة حية ومتكررة على الحمل الحراري على نطاق واسع في الغلاف الجوي.

تيارات المحيط التي تُسبب تغيرات في أنماط الطقس تنتج أيضاً عن الحمل الحراري.



صورة رقم (7)

انتقال الحرارة بواسطة الحمل الحراري



3. الإشعاع:

الطريقة الثالثة للنقل الحراري هي الإشعاع، وعلى عكس الطريقتين الأوليتين، لا يعتمد الإشعاع على وجود المادة. تقوم الشمس بتسخين الأرض من مسافة تزيد عن 150 مليون كيلومتر عن طريق الإشعاع، وهو: نقل الطاقة بواسطة الموجات الكهرومغناطيسية. تحمل هذه الموجات الطاقة من الشمس الحارة عبر فراغ الفضاء إلى الأرض الأكثر برودة، فنشعر بدفئها أو حرارتها.





تجربة رقم 2

أحضر كمية من حبوب الذرة وضعها في فرن الميكروويف، ماذا تلاحظ؟



صورة رقم (8)

سواء أكنت تصنع الفشار في وعاء فيه زيت ساخن أو في فرن الميكروويف، فإن جزيئات الماء داخل حبات الذرة الصلبة تمتص الطاقة، كما هو موضح في الرسم التخطيطي (أسفل يمين الصورة). عندما تصل الحبات إلى درجة حرارة عالية بما فيه الكفاية، فإنها تتمزق. عند هذه النقطة، يتحول الماء شديد السخونة فجأة إلى بخار ثم يندفع إلى الخارج، وتفتح الحبوب لتشكل نفسًا هشًا صالحًا للأكل.





الباب الرابع:
الكهرباء والمغناطيسية

1- الكهرباء

2- المغناطيسية



الكهرباء والمغناطيسية

يُعد لمعان البرق الذي يقفز عبر السماء أثناء عاصفة رعدية أحد أكثر علامات الكهرباء وضوحًا لنا.

في جميع الأوقات الأخرى تقريبًا، تكون الكهرباء غير مرئية بالعين المجردة، ولكنها تعمل بجد من أجلنا.

أما المغناطيسية فإننا نجد أثرها في معظم أجهزة تخزين المعلومات والذاكر التي نستخدمها في أجهزتنا الإلكترونية.

وقد نتج عن الدمج بين الكهرباء والمغناطيسية فرع جديد من العلوم الفيزيائية اسمه (الكهرومغناطيسية)، يدرس العلاقة بين الكهرباء والمغناطيس، وهو ما نراه في المغناطيس الكهربائي مثلاً.





الكهرباء

الكهرباء هي شكل من أشكال الطاقة، التي تتكون من الإلكترونات. الإلكترونات: هي الجسيمات الدقيقة التي تأتي من الذرات. يحمل كل إلكترون منها شحنة كهربائية صغيرة، وهي كمية من الكهرباء. عند تشغيل الضوء، تتحرك بلايين الإلكترونات ذهابًا وإيابًا داخل المصباح عدة مرات كل ثانية. كذلك تنقل الكابلات المخفية في الجدران والأسقف الكهرباء للمنازل والمصانع، وتوفر لنا الطاقة بضغطه زرّ.

التعريف:

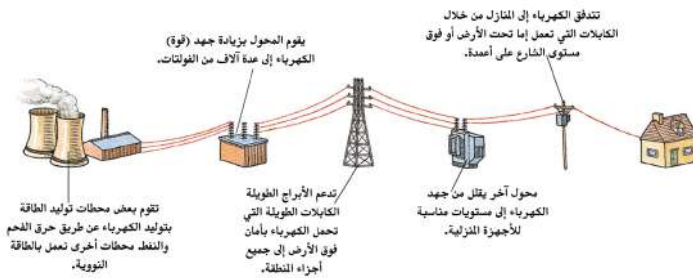
الكهرباء: هي أي أثر ناتج عن وجود شحنات كهربائية ثابتة أو متحركة.

أشكال الكهرباء:

تكون الكهرباء في أحد شكلين: إما كهرباء متدفقة، أو كهرباء ساكنة، وهي التي لا تتحرك.

الشكل الأول: الكهرباء المتدفقة.

هي التي تسمى التيار الكهربائي. حيث تتدفق بلايين الإلكترونات على طول سلك لإعطاء تيار كهربائي.



صورة رقم (9)

رسم توضيحي لكيفية انتقال الكهرباء من محطة توليد الطاقة إلى المنازل والمصانع.



الشكل الثاني: الكهرباء الساكنة.

يوجد في الطبيعة نوعان من الشحنات الكهربائية، موجبة (+) وسالبة (-). عادةً ما تحتوي الأجسام على أعداد متساوية من كلتا الشحنتين، لذا فإنه يلغي بعضها تأثير البعض الآخر.

إن فرك الكهرمان - وهو ماد صمغية متحجرة من الأشجار - على الصوف أو الفراء يجعله يلتقط إلكترونات إضافية تحمل شحنة سالبة. هذه الشحنة السالبة تسمى الكهرباء الساكنة. فهو يولد قوة كهربائية تجعل الأشياء الخفيفة، مثل الشعر والريش، تتشبث بالكهرمان.



صورة رقم (10)

تجذب مادة الكهرمان الأشياء الخفيفة التي تختلف عنها بالشحنة الكهربائية.

المواد الكهربائية:

تتدفق الكهرباء فقط من خلال مواد تسمى الموصلات، وتشمل هذه الموصلات النحاس والعديد من المعادن الأخرى. يمكن للموصلات أن تحمل الكهرباء لأن إلكتروناتها حرة الحركة.

المواد الأخرى التي تسمى العوازل، لا تسمح للكهرباء بالتدفق من



خلالها، وذلك لأن إلكتروناتها مثبتة بإحكام داخل ذراتها.

وحدة القياس:

التيار الكهربائي يقاس بالأمبير، والجهد الكهربائي يقاس بالفولت.





المغناطيسية

لقد ساعد المغناطيس في اكتشاف العالم كما نعرفه، والأرض تشبه مغناطيسًا عملاقًا، يؤثر في عمل البوصلة التي وجهت البحارة المستكشفين عبر المحيطات.

تعد المغناطيسية مثل الجاذبية، قوة غير مرئية تتدفق عبر عالمنا، لكن بينما يمكننا تلمس أثر الجاذبية مباشرة في أجسامنا، فإنه يصعب على الناس اكتشاف المغناطيسية.

تعمل الكهرباء والمغناطيسية على تدوير المولدات والمحركات التي تشغل كل شيء تقريبًا في عالمنا الحديث، من القطارات الكهربائية إلى المكانس الكهربائية.

تعريف المغناطيسية:

هي: ظاهرة فيزيائية تنتج عن حركة الشحنة الكهربائية، مما ينتج عنه قوى جذب ومنافرة بين الأشياء.

أما المغناطيس: فهو مادة تولّد حقلاً مغناطيسيًا، وتجذب المواد الممغنطة إليها.

المواد المغناطيسية

تصنع معظم المواد المغناطيسية بشكل عام من الحديد ومركباته أو سبائكه (مخاليط الحديد مع عناصر أخرى). وهي تتأثر بالمغناطيس عندما نقربه منها.



أما المواد غير المغناطيسية مثل النحاس والبلاستيك والخشب، فلا تتأثر بالمغناطيس عندما نقربه منها.



صورة رقم (11)

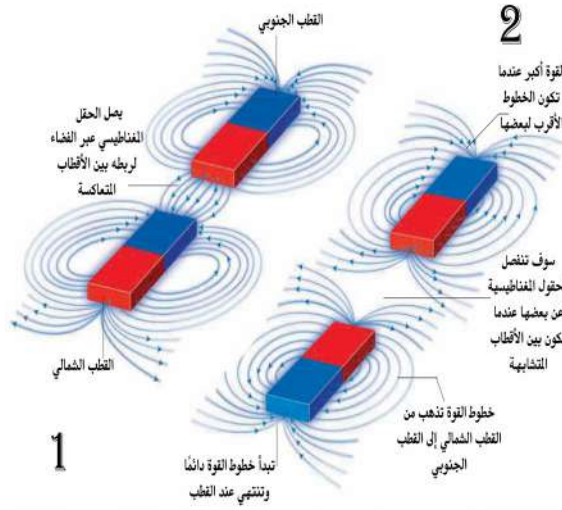
تمثل مواد المجموعة (1) المواد المغناطيسية، وهي الصلب الذي هو عبارة عن سبيكة من الحديد، يستخدم في صناعة العلب ومشابك الورق. كما تحتوي العملات المعدنية على النيكل، وهو من المواد المغناطيسية. وتمثل مواد المجموعة (2) المواد التي لا تستجيب للمجالات المغناطيسية، فالبلاستيك ليس ممغنطاً، ولا علب المشروبات المصنوعة من الألومنيوم، ومثلها الأدوات النحاسية، لذلك هي مواد غير مغناطيسية.

القوى المغناطيسية:

للمغناطيس نهايات مختلفة تسمى بالقطبين، والتي تُستخدم لسحب الأشياء نحوه (الجذب)، أو دفع الأشياء بعيداً عنه (التنافر). مع أننا لا نستطيع رؤية الحقول المغناطيسية، إلا أنه يمكننا مشاهدة آثارها إذا وضعنا مغناطيسين بالقرب من بعضهما البعض.



وإذا وضعت الطرفين نفسيهما (قطبين متماثلين مثلاً شمالي وشمالي) لمغناطيسين معاً، فإنها تتنافر. وإذا وضعت الأطراف المتعاكسة معاً (قطبين مختلفين مثلاً: شمالي وجنوبي)، فإنها تتجاذب.



صورة رقم (12)

(1) التجاذب: عندما يقترب قطبان مغناطيسيان متعاكسان من بعضهما البعض، فإن الحقل المغناطيسي من القطب الشمالي لمغناطيس رقم 1 يصل إلى القطب الجنوبي للمغناطيس الآخر. هذا يسحب المغناطيسين معاً بقوة جاذبة.

(2) التنافر: إذا اقترب قطبان شماليان أو قطبان جنوبيان من بعضهما البعض، فلن ترتبط حقولهما المغناطيسية ببعضها، يدفع هذا بالمغناطيسين بعيداً بقوة دافعة.





الباب الخامس: الضوء

1- الضوء

2- سلوك الضوء

3- تحليل الضوء



الضوء

هو طاقة تشع عبر الفضاء، وهذا يشمل كل ما نراه من ضوء الشمس الساطع إلى التوهج الصغير لليراعة. يمنح الضوء الحيوية والألوان للأشياء من حولنا، ونحن البشر كائنات نهائية، نعيش في عالم من الضوء والألوان الساطعة.

تفضل العديد من الحيوانات الظلام وتنشط عندما تغرب الشمس، وبين النور والظلام، هناك عالم معتم مليء بالظلال.

التعريف: الضوء: هو طاقة [إشعاع كهرومغناطيسي] مرئية للعين، مسؤولة عن حاسة الإبصار.

سرعة الضوء:

تختلف سرعة الضوء حسب الوسط الشفاف الذي يمر خلاله، وسرعة الضوء في الهواء: (300000 كم/ثا).

مصادر الإضاءة:

لا يظهر الضوء بطريقة سحرية من الهواء الرقيق، وإنما يجب صنعه باستخدام نوع آخر من الطاقة، فالشمعة تضيء بحرق الشمع، والشمس تصدر ضوءها بفعل اصطدام الذرات داخلها، مطلقة كميات هائلة من الطاقة النووية.

تتوزع مصادر الضوء على نوعين هما: مصادر طبيعية: مثل الشمس والقمر والنجوم، مصادر اصطناعية: مثل المصابيح الكهربائية والنار.





سلوك الضوء

مع أن الضوء يبدو ظاهرةً مميزةً، إلا أنه في الحقيقة مجرد نوع آخر من الطاقة الكهرومغناطيسية، مثل الموجات الدقيقة وموجات الراديو. ينتقل الضوء عادةً بهيئة أشعة مستقيمة، وهو ينعكس وينكسر (ينحني) بطرائق دقيقة جدًا أثناء سيره عبر العالم.

معظم الضوء الذي نراه بأعيننا ضعيف جدًا لأنه منعكس على الأشياء. ومع ذلك، لا يكون كل الضوء ضعيفًا جدًا؛ حيث إنَّ أشعة الضوء التي ينتجها الليزر شديدة التركيز، وبعضها يكون قويًا بما يكفي لتقطيع المعادن.

انعكاس الضوء:

إننا نرى الأشياء لأن الضوء يرتد منها إلى أعيننا. إذا كان السطح أملسًا، مثل المرآة، فإن كل أشعة الضوء ترتد بالزاوية نفسها لتكوين شعاع واحد. وهذا ما يسمى الانعكاس المرآوي. وإذا كان السطح خشنًا، فإن الأشعة ترتد عشوائيًا في اتجاهات مختلفة. وهذا ما يسمى بالانعكاس المتشتر.

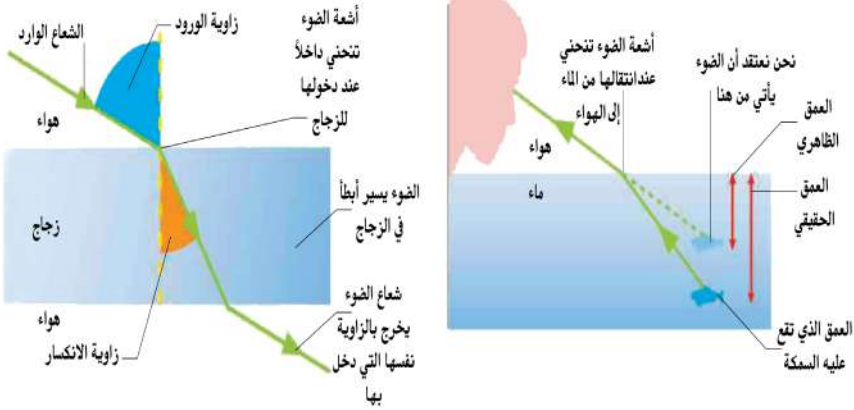
انكسار الضوء:

بالقياس إلى الهواء تنتقل أشعة الضوء بشكل أبطأ في المواد السميكة أو الأكثر كثافة مثل الماء والزجاج. يؤدي التغيير في السرعة إلى انحناء الضوء (الانكسار) أثناء مروره من الهواء إلى الزجاج، والعكس صحيح.

تستخدم العدسات خاصية الانكسار لتكبير الأشياء؛ فعندما تنحني



العدسة، يبدو أن الأشعة تأتي من نقطة أقرب إلينا، مما يجعل الأشياء تبدو أكبر.



صورة رقم (13)

(إلى اليمين) يجعل انكسار الضوء الأسماك تظهر بالقرب من السطح. نظرًا لأن أدمغتنا تفترض أن أشعة الضوء تنتقل في خط مستقيم، بدلًا من الانحناء، فإننا نرى السمكة أقرب مما هي عليه بالفعل. (إلى اليسار) تتباطأ أشعة الضوء وتنحني للداخل أثناء مرورها من الهواء إلى الزجاج، وتتسارع وتنحني للخارج (بنفس زاوية دخولها) أثناء انتقالها من الزجاج إلى الهواء.

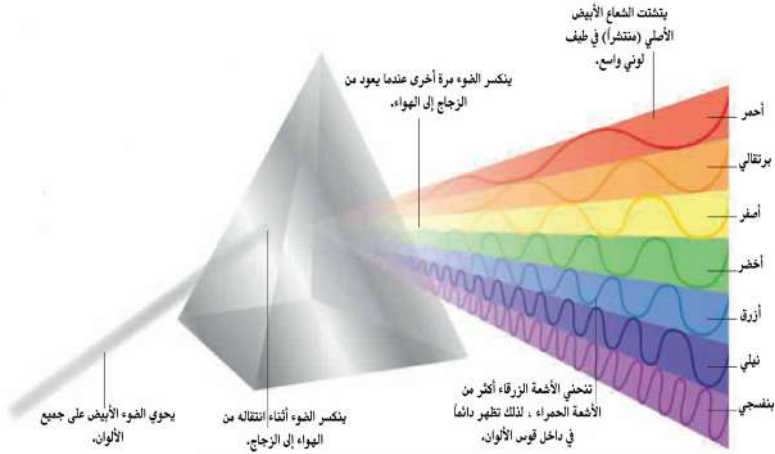




تحليل الضوء

إن الضوء الذي يبدو أبيض لأعيننا هو في الحقيقة مزيج من ألوان مختلفة. يمكننا أن نرى ذلك إذا قمنا بتوجيه شعاع ضوئي من خلال قطعة زجاجية على شكل هرم تسمى المنشور، مما يتسبب في انتشار الضوء بشكل ألون الطيف.

تعمل أقواس الألوان بالطريقة نفسها تمامًا؛ عندما يسطع ضوء الشمس خلال المطر، إذ تعمل كل قطرة ماء كمنشور مصغر.

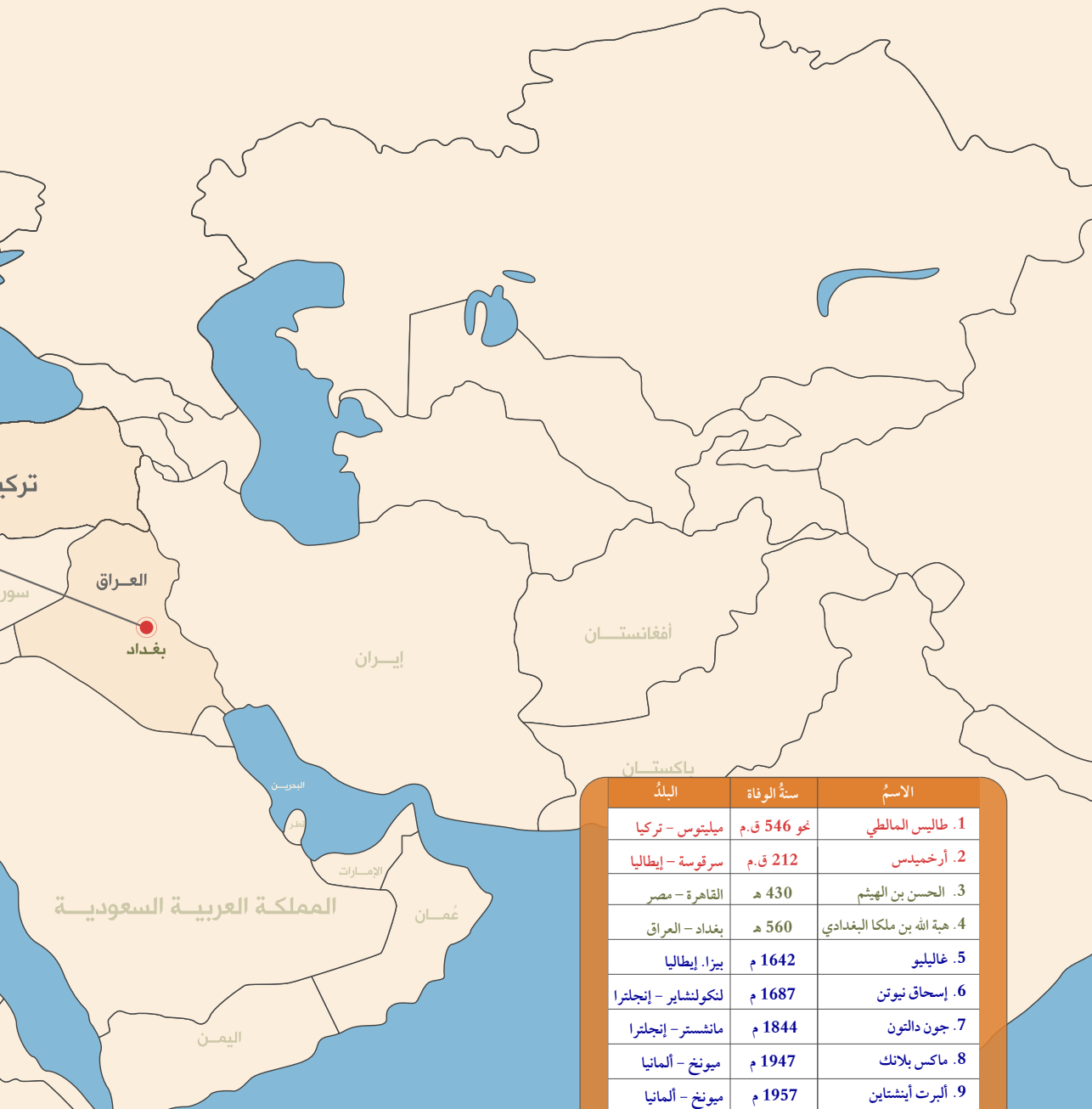


صورة رقم (14)

يمكننا تحليل الضوء بواسطة منشور هرمي يشتت شعاعًا من الضوء الأبيض. نلاحظ أن الأطوال الموجية (باللون الأحمر) تكون في أعلى الطيف، أما الأطوال الموجية الأقصر (باللون الأخضر والأزرق) فتقع في أسفل الطيف.



روسيا



الاسم	سنة الوفاة	البلد
1. طالس المالطي	نحو 546 ق.م	مليتوس - تركيا
2. أرخميدس	212 ق.م	سرقوسة - إيطاليا
3. الحسن بن الهيثم	430 هـ	القاهرة - مصر
4. هبة الله بن ملكا البغدادي	560 هـ	بغداد - العراق
5. غاليليو	1642 م	بيزا، إيطاليا
6. إسحاق نيوتن	1687 م	لنكولنشاير - إنجلترا
7. جون دالتون	1844 م	مانشستر - إنجلترا
8. ماكس بلانك	1947 م	ميونخ - ألمانيا
9. ألبرت أينشتاين	1957 م	ميونخ - ألمانيا

الفيزياء



7- جون دالتون

1844م

6- إسحاق نيوتن

1687م

لنكولنشاير
إنجلترا

8- ماكس بلانك

1947م

9- ألبرت أينشتاين

1957م

ميونخ

5- غاليليو

1642م

إيطاليا
بيزا

1- طاليس الماطي

نحو 546 ق.م

ميليتوس

2- أرخميدس

212 ق.م

سرقوسة

4- هبة الله بن ملكا البغدادي

560 هـ

3- الحسن بن الهيثم

430 هـ

القاهرة

مصر

السويد

ألمانيا

فرنسا

أسبانيا

المغرب

الجزائر

ليبيا

مالي

النيجر

تشاد

السودان



التَّدرِياتُ التَّطْبِيقِيَّةُ

ضع كلمة (صح) أو كلمة (خطأ) أمام ما يناسبها:

1- الميكانيكا هي: العلم الذي يُعنى بدراسة الأجسام في حالتها السكون والحركة. (.....)

2- مرحلة ما قبل التاريخ من علم الفيزياء: يسيطر عليها الجانب النظري من الفيزياء. (.....)

3- بعد نظرية النسبية نشر الفيزيائي الألماني أينشتاين نظريته الكمومية التي تقول: إن الطاقة تنتقل على شكل كمّات صغيرة وليست مستمرة. (.....)

4- علم الفيزياء من العلوم الأساسية المهمة في حياتنا، فهو يشرح لنا العلاقة بين الطاقة والمادة وكيف تؤثر كل واحدةٍ منها على الأخرى خلال الزمان والمكان. (.....)

5- الصوت والضوء يتقلان في الهواء، أسرع من انتقالهما في المواد الصلبة والكثيفة. (.....)

صحح الكلمة الخاطئة فيما يأتي:

6- علم الفيزياء: هو العلم الذي يدرس المادة والكهرباء والتفاعل بينهما. (.....)

7- القوة: كل مؤثر خارجي قادرٍ على تغيير مادة الجسم أو حالته الحركية. (.....)



8- يمكن تقسيم مسائل علم الفيزياء على خمسة أبواب رئيسية، وهي: الميكانيكا، والصوت، والمادة الخام، والكهرباء والمغناطيسية، والضوء. (.....)

9- درس ابن حيان المرايا الكروية والمقعرة بشكل موسع، كما أنه تمكن من محاكاة عمل العين. (.....)

10- لأذن الإنسان طاقة محددة، فتسمع الأصوات بين نطاق تردد 2000 هرتز و20000 هرتز. (.....)

ضع المصطلح المناسب:

11- ظاهرة فيزيائية تنتج عن حركة الشحنة الكهربائية، مما ينتج عنه قوى جذب ومنافرة بين الأشياء. (.....)

12- هي أي أثر ناتج عن وجود شحنات كهربائية ثابتة أو متحركة. (.....)

13- هي المسافة المقطوعة خلال وحدة من الزمن. (.....)

14- هي الجسيمات الدقيقة التي تأتي من الذرات. يحمل كل واحد منها شحنة كهربائية صغيرة. (.....)

15- شكل من أشكال الطاقة الموجودة في الجسم أو النظام سواء كانت قبل النقل أو بعده. (.....)



اختر الكلمة الصحيحة:

16- يفيدنا علم الفيزياء في فهم قوانين الظواهر (الكونية - الطبيعة - الاجتماعية) وتفسيرها وكيفية التحكم بها. (.....)

17- في الفترة الواقعة بين 185 و390هـ كانت اهتمامات العلماء العرب والمسلمين متوجهةً نحو تطوير (المحركات - الآلات - الساعات) الميكانيكية والشمسية والمائية، ودراسة الصوت، وتطوير البوصلة المغناطيسية. (.....)

18- يستمد علم الفيزياء معلوماته من ثلاثة مصادر: 1- الملاحظة الدقيقة، 2- التجربة المحكمة، 3- أجهزة (القياس - الميكانيكا). (.....)

19- التيار الكهربائي يقاس بالأمبير، والجهد (الكهربائي - المغناطيسي) يقاس بالفولت. (.....)

20- تقاس (الحرارة - الطاقة - المغناطيسية) بالدرجة المئوية، ويرمز لها بالرمز C فوقه سكون، أو بالفهرنهايت ويرمز له بالرمز F. (.....)





مفاتيح الأسئلة



رقم	صح أو خطأ	رقم	ضع المصطلح المناسب
1	صح	11	المغناطيسية
2	خطأ	12	الكهرباء
3	خطأ	13	السرعة
4	صح	14	الإلكترونات
5	خطأ	15	الحرارة
رقم	صحح الكلمة الخاطئة	رقم	اختر الجواب الصحيح
6	الطاقة	16	الطبيعية
7	شكل	17	الساعات
8	الحرارة	18	القياس
9	الهيشم	19	الكهربائي
10	20	20	الحرارة



أولاً: المراجع العربية

1. قصة الفيزياء، لويد موتز وجيفرسون هين ويفر، ترجمة: طاهر تربدار ووائل الأتاسي، ط2، دار طلاس، دمشق، 1999م.
2. مهارات التفكير وتطبيقاتها في الفيزياء، د. سائر بصمه جي، دار الكتب السورية، حلب، 2016م.
3. حكايات الفيزياء: تجارب - ألعاب - مشاريع - قصص - مسرحيات، محمد خليل، 2018م.
4. مشاهدات علمية - المادة، كريستوفر كوبر، ترجمة: طارق جلال محمد، نهضة مصر، القاهرة،
7. أطلس الفيزياء، ترجمة: عماد الدين أفندي ود. سائر بصمة جي، دار الشرق العربي، بيروت، 2016م.
8. أساسيات الفيزياء، فريدريك وبوش ودافيد جيرد، ترجمة: د. سعيد الجزيري ود. محمد أمين سليمان، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية، القاهرة، 2001م.



ثانيًا: المراجع الأجنبية

- 1- A Dictionary of Science, 5ed, Oxford University Press, Oxford, 2005.
- 2- A Glencoe Program, Physics, The McGraw-Hill Companies, Inc., Columbus, 2005.
- 3- Children's Illustrated, DK Publishing, 345 Hudson Street, New York, 2016.
- 4- Gregersen, Erik, The Britannica Guide to Sound and Light, Britannica Educational Publishing, New York, 2011.
- 5- Knowledge Encyclopedia, Smithsonian, DK Publishing, 345 Hudson Street, New York, 2013.
- 6- Myers, Rusty L., The Basics of Physics, Greenwood Press, Westport, 2006.
- 7- Science: a visual encyclopedia, Smithsonian, DK Publishing, 345 Hudson Street, New York, 2014.
- 8- Serway, Raymond A. & Jerry S. Faughn, Holt Physics, Rinehart and Winston, Austin, Texas, 2006.



الفهرس

5	مُقَدِّمَةُ بَرْنَامَجِ الْمَلَكَةِ لِلتَّأْصِيلِ الْمَعْرِفِيِّ
13	مُقَدِّمَةُ عِلْمِ الْفِيزِيَاءِ
17	المدخلُ العامُّ لعِلْمِ الْفِيزِيَاءِ
18	المبادئُ العِشرَةُ
21	التُّبْدَةُ التَّارِيخِيَّةُ
21	تمهيد
22	المرحلة الأولى: مرحلة ما قبل التاريخ
22	المرحلة الثانية: مرحلة ما بعد التاريخ (3500 ق.م إلى 600 م)
25	المرحلة الثالثة: الحضارة الإسلامية (600 م إلى 1600 م)
29	المرحلة الرابعة: النهضة الأوروبية والعصر الحديث من 1600 م إلى يومنا هذا
32	السَّلْمُ التَّعْلِيمِي
35	البَابُ الْأَوَّلُ: الميكانيكا
36	الميكانيكا
38	القوة
39	السرعة
40	التسارع
41	تجربة رقم (1)
43	البَابُ الثَّانِي: الصوت
45	الصوت
46	الموجات الصوتية
49	البَابُ الثَّالِثُ: الحرارة
50	الحرارة
52	انتقال الحرارة
55	تجربة رقم (2)



57	البابُ الرَّابِعُ: الكهرياء والمغناطيسيّة
58	الكهرياء والمغناطيسيا
59	الكهرياء
62	المغناطيسيّة
65	البابُ الخَامِسُ: الضوء
66	الضوء
67	سلوك الضوء
69	تحليل الضوء
70	خريطةُ علمِ الفزياء
72	التدريباتُ التطبيقيّةُ
75	مفاتيحُ الأسئلةِ
76	المراجع
78	الفهرس