مدونة المناهج السعودية

https://eduschool40.blog

الموقع التعليمي لجميع المراحل الدراسية

في المملكة العربية السعودية

الفصل الثاني : الفيزياء

- الفيزياء والعلماء المسلمون.
- علماء الفيزياء في العصر القديم.
- علماء الفيزياء في العصر الحديث.
- الشغل والطاقة.
- مصادر الطاقة الطبيعية.
- الصوت.
- خصائص الموجات.
- الحرارة.
- الكهرباء.
- المجال الكهربائي.
- القدرة الكهربية.
- الضوء.
- الزاوية الحرجة والانعكاس الكلي.

الفيـــزياء والعلمـــاء المســـلمون

- **مقدمـــة**
- يعتبر علم الفيزياء من العلوم التجريبية التي تعتمد –في دراستها- على المشاهدة والقياس الدقيق، والتي بدورها تؤدي إلى استنتاج القوانين، والوصول إلى النظريات التي تساعد على فهم كل ما يتعلق بالطبيعية وسهولة تفسيرها ومن ثم تسخيرها لما فيه فائدة للإنسان. وبناء عليه فإن علم الفيزياء يعتبر البنية الأساسية لجميع العلوم التطبيقية والتقنية، ومن هنا تأتي أهمية تدريس هذا العلم في كافة التخصصات العلمية والهندسية والطبية وكذلك العلـوم الأساسية والنظرية.

- وبحسب التسلسل الزمني لعلوم الفيزياء وما اقتضته حاجة العالم، فإنها تصنف ضمن مجموعتين أساسيتين هما:
- **أولهما: الفيزياء التقليدية**، حيث تهتم بدراسة حركة الأجسام والطاقة التي تنتجها أو تستهلكها أثناء حركتها أو سكونها، وتنقسم إلى خمسة أجزاء رئيسية كما يلي :الميكانيكا، الحرارة، الصوت، الكهرباء والمغناطيسية، الضوء.
- **ثانيهما: الفيزياء الحديثة**، حيث تهتم بدراسة التركيب الأساسي للمادة وكذلك الذرات والجزيئات متناهية الصغر، ويمكن تقسيمها إلى خمسة أجزاء رئيسية كما يلي: الفيزياء الذرية والجزيئية، الإلكترونيات، الفيزياء النووية والجسيمات الأولية، فيزياء الحالة الصلبة، فيزياء الموائع والبلازما.

علماء الفيزياء المسلمون في العصر القديم

- شهدت الأمة الإسلامية -أوائل القرن الرابع الهجري- ثورة فيزيائية هائلة وتقدماً علمياً مبهراً قد يخلو من مثيله في أيامنا الراهنة، فقد كان بحق عصراً ذهبياً لما واكبه من تطور وتقدم علمي واضح. وكان هذا العصر مليء بالإكتشافات الرائعة، خاصة في مجال البصريات (الضوء) و الصوت، وكذلك التفسيرات المنطقية والفيزيائية لكثير من الظواهر الطبيعية كقوس قزح، وظاهرتي الكسوف والخسوف، وكذلك نشأة الظلال وغيرها الكثير من المكتشفات الفيزيائية التي لازال يذكرها العالم أجمع، ويقف لهم تقديراً وإجلالاً.

الحسن بن الهيثم

- ساهم ابن الهيثم في فهم ظاهرة الضوء والمقدرة على رؤية الأجسام ووضع الأساس العلمي السليم لهذه الظاهرة، حيث اكتشف أن المقدرة على رؤية الأجسام يحدث بسبب سقوط أشعة الضوء على الجسم وانعكاسها عنه باتجاه العين، مما يجعلها قادرة على رؤيته. وكان هذا التفسير مخالفاً لما كان سائداً عند قدامى اليونانيين حيث كان المفهوم آنذاك أن العين هي من تخرج الأشعة وأنها هي التي تجعلنا قادرين على الرؤية، ولكن ما يثبت خطأ ذلك المفهوم وأن العين لا تخرج أشعة من نفسها هو عدم قدرة العين على الرؤية في الظلام. إلى جانب هذا الإكتشاف، كان ابن الهيثم من أوائل من درس ظاهرة انعكاس الضوء، وكذلك انحراف الصورة عن مكانها في حال مرور الأشعة الضوئية من وسط إلى آخر غير متجانس معه. إضافة إلى ذلك، وضع ابن الهيثم الأسس الأولية في ما يتعلق بالمرايا والعدسات، وبذلك مهّد لإستعمال العدسات المتنوعة في معالجة عيوب العين، وبالتالي استحق أن يكون مؤسس علم البصريات.

أبو علي ابن سينا

- ساهم ابن سينا في مجالات عدة من ضمنها علم الفيزياء، فقد كانت له اسهامات جمة في مجال الميكانيكا، حيث شرح أنواع القوى وبين عناصر الحركة ومقاومة الأجسام أثناء حركتها وما تخلفه من آثار ميكانيكية. ففي معرض دراسته للقوى وجد أنها تندرج ضمن ثلاثة أنواع رئيسية، قوة طبيعية ما تلبث أن تعود الأجسام المؤثر عليها إلى حالتها الطبيعية إن هي زالت عنها، وهي ما يعرف بقوة الجاذبية الأرضية، قوة قسرية تجبر الجسم على التحرك أو السكون، أما النوع الأخير فهو القوة الكامنة. بينما قسم ابن سينا عناصر الحركة إلى ستة عناصر، المتحرك والمحرك وما فيه وما منه وما إليه والزمان. وهذا يؤكد أن لابن سينا السبق في قوانين الحركة وهو بذلك يكون قد تجاوز ليوناردو دافينشي بأكثر من أربعة قرون، وجاليليو جاليلي بأكثر من خمسة قرون، وإسحاق نيوتن بأكثر من ستة قرون.

أبو الريحان البيروني

- يعد البيروني - إضافة لابن سينا وابن الهيثم- من رموز العلماء الذين ازدهرت بهم الحضارة الإسلامية، ويرى بعض مؤرخي العلوم مثل الألماني إدوارد سخاو أن البيروني أعظم عقلية عرفها التاريخ .إلى جانب اسهاماته على كافة الأصعدة، اهتم البيروني كثيراً في مجال الطبيعيات والخواص الفيزيائية لكثير من المواد، وتناولت أبحاثه علم ميكانيكا الموائع والهيدروستاتيكا، ولجأ في بحوثه إلى التجربة وجعلها محورًا لاستنتاجاته، وكان من المؤيدين لما ذهب إليه ابن الهيثم في أن الضوء يأتي من الجسم المرئي إلى العين. ومن خلال دراسته للأحجار الكريمة، وجد أن للماس خصائص مثيرة ولخص ذلك بقوله أن الألماس جوهر مُشِفّ، وأنه صلد يكسر جميع الأحجار ولا ينكسر بها، وهذه صفة فيزيائية مميزة للماس حيث يستخدم حتى الآن لقطع الزجاج، ويستخدم مسحوقه لصقل المعادن وتنعيمها. كذلك تعرض البيروني –في دراساته- إلى تعيين الثقل النوعي للمواد، حيث وجد أن خشب الأبنوس لا يطفو فوق الماء لأن ثقله النوعي أكثر من واحد، كما يشير إلى أن كل الأحجار الكريمة تطفو في الزئبق ما عدا الذهب فإنه يغوص فيه بسبب ثقله النوعي. وقد كان للبيروني أقوالاً أخرى في معظم فروع الفيزياء التقليدية، مثل الميكانيكا، الحرارة وضغط السوائل وتوازنها، وتفسير بعض الظواهر المتعلقة بسريان الموائع، وظاهرة المد والجزر.

أبو الفتـــح الخازني

- اهتم الخازني بعلوم الميكانيكا والهيدروستاتيكا، البصريات، المادة، وغيرها. وقد نال موضوع الأثقال وتحديد الأوزان النوعية للمواد الحيز الأوفر من دراساته، حيث تمكن من تصميم آلة لتحديد الوزن النوعي للسوائل، ووصل في تجاربه إلى درجة عالية من الدقة، كما استخدم ميزان الهواء لحساب الثقل النوعي للسوائل وتوصل في ذلك إلى نتائج دقيقة إذا ما قورنت بالقياسات الحديثة. وقد تمكن الخازني من تحديد العلاقة بين وزن الهواء وكثافته، وأوضح أن المادة يختلف وزنها في الهواء الكثيف عنه في الهواء الخفيف لإختلاف الضغط، كما بيَّن أن قاعدة أرخميدس لا تسري على السوائل فحسب، بل تشمل الغازات أيضًا. وقد سبق الخازن غيره في الإشارة إلى مادة الهواء ووزنه، وقال: إن للهواء وزنًا وقوة رافعة كالسوائل تمامًا، فالهواء كالماء يحدث ضغطًا من أسفل إلى أعلى على أي جسم مغمور فيه، وعلى ذلك فإن وزن أي جسم مغمور في الهواء ينقص عن وزنه الحقيقي، وأن مقدار ما ينقص من الوزن يتوقف على كثافة الهواء. كما تناول في الميكانيكا ظاهرة الجاذبية، وقال: إن الأجسام تتجه أثناء سقوطها إلى الأرض، وأن ذلك ناتج عن قوة تجذب هذه الأجسام إلى مركز الأرض.

علماء الفيزياء المسلمون والحضارة الغربية

- مما سبق، نجد أن جل العلوم الفيزيائية الأساسية قد تم تبيانها والتطرق إليها -سواء بالتجربة أو المشاهدة- في معرض أبحاث ودراسات علماء المسلمين القدامى مما كان له الأثر العظيم في كافة أرجاء العالم ولاسيما العالم الغربي آنذاك. فقد ساهمت هذه الإنجازات الإسلامية في تطور وتقدم الحضارة الغربية، حيث ينسب الغرب أنفسهم الفضل في هذا التقدم إلى ما قد تم اكتشافه من قبل المسلمين الأوائل حيث قال العالم همبرلد في هذا الصدد: "لقد ارتقى العرب في علم الفيزياء كثيراً، وذلك لبحثهم العميق في قوى الطبيعة ووقوفهم على الحوادث الفيزيائية عن طريق التجربة والتي كان القدماء قبل العرب يجهلونها". علاوة على ذلكن اعتراف العالم بلتون حيث قال: "إن العرب كانوا يعرفون ثقل الهواء، ولهم وسائل متقنة وموازين دقيقة لحساب الوزن النوعي لأكثر السوائل والجوامد التي تذوب في الماء، ولهم في ذلك جداول على النحو المستعمل الآن".

- ومن بين الإعترافات العملية، ما ذهب إليه العالم فلندرز بتري حيث أكد على دقة الموازين عند المسلمين القدامى والتنوع فيها، فقد قام بوزن ثلاث نقود عربية قديمة فوجد أن الفرق بين أوزانها جزء من ثلاثة آلاف جزء من الجرام ثم عقب على ذلك قائلاً: "إنه لايمكن الوصول إلى هذه الدقة في الوزن إلا بإستعمال أدق الموازين الكيميائية الموضوعة في صناديق من الزجاج حتى لا تؤثر فيها تموجات الهواء وبتكرار الوزن مراراً حتى لا يبقى فرق ظاهر في رجحان أحد الموازين على الآخر، ولذلك فالوصول إلى هذه الدقة لما يفوق التصور ولا أعلم أن أحدا وصل إلى دقة في الوزن مثل هذه الدقة."

علماء الفيزياء المسلمون في العصر الحديث

- شهد العالم الإسلامي ركوداً كبيراً في مجال العلوم، وانطفأ وهج اكتشافاتهم في كل المجالات ولاسيما الفيزيائية منها، وأصبح العالم الإسلامي مشاهداً فقط بعد أن كان هو اللاعب الأساسي في فريق التطور العلمي والإزدهار الحضاري. فقد واصل العالم الغربي ما بدأه المسلمون وواصل طريقه نحو الإختراعات الواحد تلو الآخر، حتى أصبحنا نأخذ منهم كل شيء، بدأ بوسائل الراحة كالمكيفات والثلاجات والملابس وانتهاء ببناء ناطحات السحاب ووسائل المواصلات. ولكن هذا لم يقف عائقاً عند بعض أبناء المسلمين الموهوبين، حيث يوجد منهم علماء أفذاذ، بهروا العالم المعاصر بعلومهم واكتشافاتهم التي غيرت مجرى التاريخ. وسوف نتطرق بالحديث فيما يلي عن اثنين من هؤلاء، علي مشرفة ومحمد عبدالسلام.

علي مصطفى مشرفة

- كان الدكتور "علي" أحد القلائل الذين عرفوا سر تفتت الذرة، وأحد العلماء الذين عارضوا استخدامها في الحرب، بل كان أول من أضاف فكرة جديدة وهي أن الهيدروجين يمكن أن تصنع منه مثل هذه القنبلة إلا أنه لم يكن يتمنى أن تصنع القنبلة الهيدروجينية، وهو ما حدث بعد وفاته بسنوات في الولايات المتحدة وروسيا. وجدير بالذكر أن للدكتور علي أبحاثاً متميزة في مجالات عديدة، مثل نظرية الكم، الذرة والإشعاع، الميكانيكا والديناميكا، تقدر بنحو خمسة عشر بحثًا، وقد بلغت مسودات أبحاثه العلمية قبل وفاته حوالي مئتين، حيث كان ينوي جمعها ليحصل بها على جائزة نوبل في الفيزياء.

محمد عبد السلام

- يعتبر الدكتور محمد عبد السلام من أكبر العلماء المسلمين خلال القرون الستة الأخيرة، ويُعَدُّ من كبار علماء الفيزياء المعاصرين، وقد مُنِحَ أكثر من خمس وعشرين درجة دكتوراه فخرية، وثماني عشرة جائزة وميدالية في مجال الفيزياء، أهمها: جائزة الذرة من أجل السلام (١٩٦٨م)، وجائزة نوبل في الفيزياء (١٩٧٩م) مناصفة مع آخر، وجائزة لومونوسوف الذهبية من أكاديمية العلوم السوفيتية (١٩٨٣م)، وكذلك أربعة أوسمة رفيعة من مختلف دول العالم.
- وقد كانت له اسهامات عدة في مجال فيزياء الجسيمات الأولية حيث قام بكتابة أكثر من ٢٥٠ بحثًا علميًّا في هذا المجال فيزياء، كما قام بتأليف كتابين في مجال الفيزياء النظرية. ولعل من أهم انجازات الدكتور عبدالسلام إنشاء مركز عالمي لأبحاث الفيزياء النظرية يتخذ من مدينة تريستي بإيطاليا مقراً له. وقد توفي الدكتور علي - رحمه الله - عن عمر يناهز ٧٠ عامًا، وكان ذلك يوم ٢١ من نوفمبر ١٩٩٦م بعد معاناة طويلة مع المرض.

عبدالقدير خان

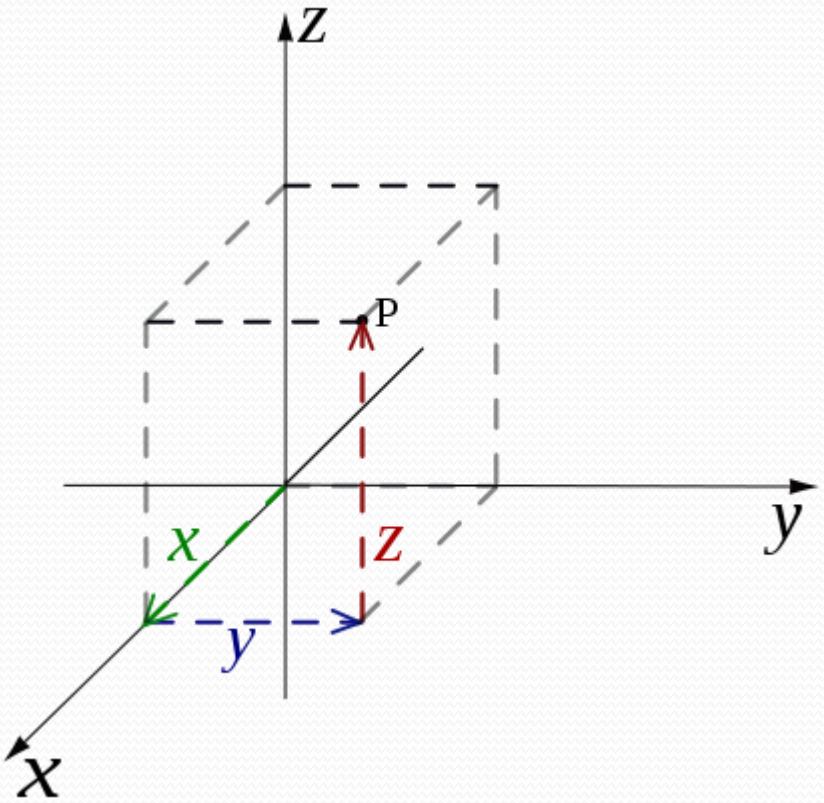
- يعتبر الدكتور عبدالقدير خان –باكستاني الجنسية والمولود في عام ١٩٣٥ م- من أشهر العلماء المسلمين المعاصرين في الفيزياء النووية ومن القلة الذين ترجموا أبحاثهم إلى أعمال وطنية وتطوير للآلة العسكرية لحماية الوطن. وقد أختير عبدالقدير خان للإشراف على برنامج باكستان النووي وذلك بعد تصاعد المخاوف من الترسانة النووية لدى الجارة الهند. وقد انطلق هذا البرنامج في مدينة كاهوتا القريبة من مدينة راولبندي عام ١٩٧٦م، وقد سميت منذ عام ١٩٨١م بـمعامل الدكتور عبد القدير خان للبحوث تقديراً لجهوده البحثية.
- وقد حرص عبدالقدير على الكتمان الشديد في انجاز بحوثه النووية ، بالإضافة لعلاقاته المتميزة بالشركات الغربية ذات الصلة بميدان التخصيب وبناء آلات الطرد المركزي الفتي ساعدته على شراء ما يعينه على بناء مختبراته وتطوير أبحاثه، حيث أتم مشروع إنشاء القنبلة النووية الباكستانية في غضون سنوات قليلة، حيث سمي بعدها بأبي القنبلة النووية الباكستانية. وقد حصل عبدالقدير على ١٣ ميدالية ذهبية من معاهد ومؤسسات مختلفة ومُنح وسام هلال الإمتياز عام ١٩٨٩م ثم نيشان الإمتياز عام ١٩٩٦م تقديرا لجهوده.

الشغل والطاقة

- **مقدمــة**
- نتطرق دوماً في حياتنا اليومية إلى عدد من المفاهيم والتعابير للدلالة على أي نشاط نقوم به ويحتاج إلى مجهود بدني إتمامه. ومن هذه المفاهيم إطلاقنا لكلمات كالشغل والقدرة والطاقة للدلالة على القدرة بالقيام بعمل ما، ولكن مثل هذه المصطلحات التي نستخدمها في العموم لها معان محددة ودلالات خاصة في علم الفيزياء. وسوف نتطرق في هذا الفصل لشرح بعض منها، وإيجاز بعض من خصائصها وطرق حسابها رياضياً.

الشغل Work

- عندما تؤثر قوة على جسم ما بحيث تغير في موضعه من نقطة لأخرى، فإننا نقول أن هذه القوة بذلت شغلاً على الجسم. هذا الشغل يعتمد في قيمته على عدة عوامل أهمها مقدار الإزاحة التي تحركها الجسم والقوة المسببة لهذه الحركة في نفس اتجاه الإزاحة. رياضياً، يمكن صياغة تعريف الشغل كحاصل الضرب القياسي للقوة والإزاحة. بمعني أنه لو أثرت قوة على جسم ما فأزاحته بمقدار ، فإن الشغل المبذول يساوي $W = \mathbf{F} \cdot \mathbf{d} = Fd\cos\theta$
- حيث تمثل الزاوية التي يصنعها متجه القوة مع اتجاه الحركة. وجدير –في هذا الموضع- أن نفرق بين الكميات المتجهة والكميات القياسية، حيث أن الأولى لها قيمة واتجاه، بينما الأخيرة ليس لها سوى مقدار فقط. ولتعريف أي متجه فإننا نكتبه بدلالة متجهات الوحدة التي تمثل المحاور الكارتيزية (السينية xوالصادية y والعينية z) كما هو موضح في الشكل أدناه.


Z
P
y
x
Z
y
x

- ويمكن قياس كمية الشغل بوحدة الجول(Joule) والتي يمكن تعريفها من العلاقة السابقة بأنها وحدة قوة (نيوتن) في وحدة مسافة (متر)، بمعنى أن
- $1\ \text{Joule (J)} = 1\ \text{N.m} = 1\ \text{kg.m}^2/\text{s}^2$
- مما سبق نجد أن أقصى قيمة للشغل تحدث عندما تكون القوة موازية للإزاحة (في نفس اتجاه الحركة)، وعليه فإن قيمة الشغل تساوي

$$W = F\ d$$

- كما أن أقل قيمة للشغل تحدث عندما تكون القوة في عكس اتجاه الحركة، فإن مقدار الشغل المبذول يساوي $W = -F\ d$
- أما لو كانت القوة عمودية على اتجاه الحركة، فإن الشغل في هذه الحالة يساوي $W = 0$

- يمكن تطبيق العلاقة السابقة على كل حالة تكون فيها القوة ثابتة بحيث لا تتغير قيمتها مع الزمن، وفي حال كانت القوة متغيرة، فإننا لا نستطيع حساب الشغل مباشرة من العلاقة السابقة، وبدلاً منه تقسم حركة الجسم إلى عدة مراحل صغيرة بحيث يصبح من الممكن اعتبار القوة في كل مرحلة ثابتة ويكون الشغل الكلي المبذول عبارة عن مجموع الشغل في كل مرحلة من هذه المراحل، وهذا ما يطلق عليه رياضياً بالتكامل.

القدرة Power

- تعرف القدرة بانها المقدرة على بذل شغل ما في فترة معينة. ومن هنا يتبين لنا أنه كلما قلت الفترة الزمنية التي تنجز خلالها عملاً ما أو شغلاً ما، كلما زادت كفائتك وقدرتك. وبالتالي فإن القدرة تعرف رياضياً بالعلاقة التالية:

$$P = \frac{W}{t}$$

- حيث إن تمثل القدرة بينما يمثل الزمن الذي أنجز فيه الشغل. من هنا يتضح لنا أن الوحدة العلمية التي تقاس بها القدرة هي جول لكل ثانية، ولكن درج -علميا- استخدام وحدة الوات (Watt) ومنها نجد أن:
  - $1\ \text{Watt} = 1\text{J/s} = 1\ \text{N.m/s} = 1\ \text{kg.m}^2/\text{s}^3$
- وللقدرة الميكانيكية وحدة أخرى نسمع بها كثيراً عند شرائنا لسيارة جديدة أو محرك كهربائي ضخم وهي وحدة الحصان horse power حيث أنها تعادل ما يقارب ٧٤٦ وات.

Energy الطاقة

- الطاقة هي القدرة على بذل شغل، وبالتالي فهي ناتجة عن قوة ما. فلو أثرت قوة ما على جسم فإنها تسبب تغيراً في حركته (سرعته) أو في موضعه العمودي، أو في الأثنين معاً. وبالتالي يمكن تقسيم الطاقة لثلاثة أقسام رئيسية، هي:
- **طاقة حركية Kinetic Energy:** وهي الطاقة المصاحبة لتغير سرعة الجسم، فلو أثرت قوة على جسم ساكن، فإنه سيتحرك إلى أن تصل سرعته وبالتالي فإن طاقته الحركية تساوي $\text{Kinetic Energy} = \frac{1}{2} mv^2$
- حيث إن هى تمثل كتلة الجسم. وتقاس الطاقة الحركية بوحدة الجول كما هو الحال مع الشغل. وجدير بالذكر أن الشغل يساوي التغير في الطاقة الحركية للجسم.

Potential Energy طاقة كامنة

- **طاقة كامنة Potential Energy:** وهي الطاقة المصاحبة لتغير ارتفاع الجسم عن الأرض، فلو تغير ارتفاع جسم ما بمقدار عن الأرض، فإن الطاقة الكامنة في حال كان الجسم صاعداً للأعلى (في هذه الحالة تكون القوة في عكس اتجاه الإزاحة) تساوي $U = - m g h$
- حيث إن هى يمثل تسارع الجاذبية الأرضية. أما لو كان الجسم نازلاً للأسفل (القوة في نفس اتجاه الإزاحة) فإن الطاقة الكامنة تساوي
- $U = m g h$

طاقة ميكانيكية كلية Total Mechanical Energy

- **طاقة ميكانيكية كلية Total Mechanical Energy:** وهي الطاقة الكلية التي يكتسبها أو يستهلكها الجسم لبذل شغل ما، وهي حاصل جمع الطاقة الحركية والكامنة. بمعنى أنها تساوي $E = K + U = 1/2\ m\ v^2 + m\ g\ h$
- من هنا يمكننا القول بأن الطاقة الميكانيكية الكلية لأي جسم تبقى ثابتة ولاتتغير، ولكنها تتحول من شكل إلى شكل آخر، وهذا ما يطلق عليه مبدأ حفظ الطاقة Conservation Law of Energy.
- ففي حياتنا اليومية نتعرض لأشكال مختلفة من الطاقة يمكن الإستفادة من بعضها أو تحويلها إلى شكل آخر من أشكال الطاقة، مثل تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وكذلك إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الميكانيكية المتولدة من مياه السدود والشلالات. ومن الممكن أيضاً للطاقة أن تنتقل من جسم إلى آخر -في نفس المنظومة- عن طريق التصادم مثلاً كما في لعبة البلياردو.

مصادر الطاقة الطبيعـــية Natural Energy Resources

- من المعلوم أن للطاقة مصادر عدة منها ما هو طبيعي ومنها الصناعي. ولكن مع تزايد ارتفاع درجة الحرارة في العالم نتيجة الإنبعاثات الكربونية الناتجة عن الإستعمال المفرط لمصادر الطاقة مثل البترول ومشتقاته، فقد زاد التوجه حالياً نحو استخدام الطاقة البديلة أو النظيفة –كما يحلو للمنظمات البيئية تسميتها- مثل الإستفادة من أشعة الشمس وكذلك بعض النباتات الصغيرة أو بقايا قشر الأرز وغيرها. فيما يلي نستعرض بعضاً من هذه المصادر وكذلك خصائصها.
- **البترول:** يعد البترول (النفط) من أهم مصادر الطاقة في حياتنا اليومية، ولا يكاد يخلو تطبيق من استخدامه، فهو المادة الخام للعديد من الآلات والأجهزة اليومية. فهو عبارة عن سائل كثيف يوجد في الطبقة العليا من القشرة الأرضية و يتكون من خليط معقد من الهيدروكربونات (مكونة من عنصري الهيدروجين والكربون)، ولكنه يختلف في مظهره وتركيبه ونقاوته من مكان لأخر، وتعد المملكة العربية السعودية من البلدان القليلة التي يتواجد بها أجود أنواع البترول. ولما له من أهمية عظيمة، فقد زاد استخدامه بشكل ملحوظ حتى أصبحت سلبياته تقارب إيجابياته، مما حدا ببعض المنظمات الدعوة إلى توفير مصادر اخرى للطاقة تكون صديقة للبيئة، أو التقليل من استخداماته ولاسيما داخل المدن الكبرى.

مصادر الطاقة الطبيعـــية Natural Energy Resources

- **الغاز:** يعتبر الغاز من أهم أنواع الوقود إضافة للفحم، حيث كانا المصدرين الوحيدين للطاقة في القرن الماضي، ولا يزال استخدامهما حتى يومنا الحاضر مع ارتفاع أسعاره.
- **الخشب:** يعد الوقود الخشبي من مصادر الطاقة حيث يغطي استخدامه حوالي ٦% من الطاقة الأولية العالمية.
- **النباتات:** من الطرق الحديثة والنظيفة في توفير الوقود النظيف ما يتم توليده من نباتات الأشجار سريعة النمو، أو بعض الحبوب أو الزيوت النباتية أو المخلفات الزراعية أو بقايا قصب سكر. حيث يمكن تحويل بعض منتجات السكر وزيت النخيل إلى كحول لإستخدامه كوقود للسيارات. وما يتميز به هذا النوع من الوقود بأنه قليل التلويث، حيث لا حاجة لإستعمال الرصاص في مثل هذا النوع من الوقود لرفع أوكتان الوقود كما هو الحال في البنزين المستحصل عليه من النفط.
- **الطاقة النووية:** يعد الوقود النووي من مصادر الطاقة الوفيرة ولكنه لا يستخدم في كثير من دول العالم لما له من أخطار مدمرة إذا ما أسيء استعماله. وقد سنت له قوانين خاصة لضبط استخدامه في الأغراض السلمية، ولكن مع ذلك لانجد له تطبيقات غي عالمنا العربي وذلك لإزدواجية المعايير التي تتبعها السياسات الخارجية ضد بلداننا العربية والإسلامية.

أمثلة محلولة

- ١- أثرت قوة مقدارها ٣٠ نيوتن وتميل عن الأفقي بزاوية قدرها ٦٠ درجة على جسم ساكن. إذا تحرك الجسم مسافة قدرها ٥ متر، فما هو الشغل المبذول في هذه الحالة؟
- **الحل:** نعلم أن الشغل يعرف بالعلاقة التالية:

$$W = \mathbf{F} \cdot \mathbf{d} = Fd\cos\theta$$

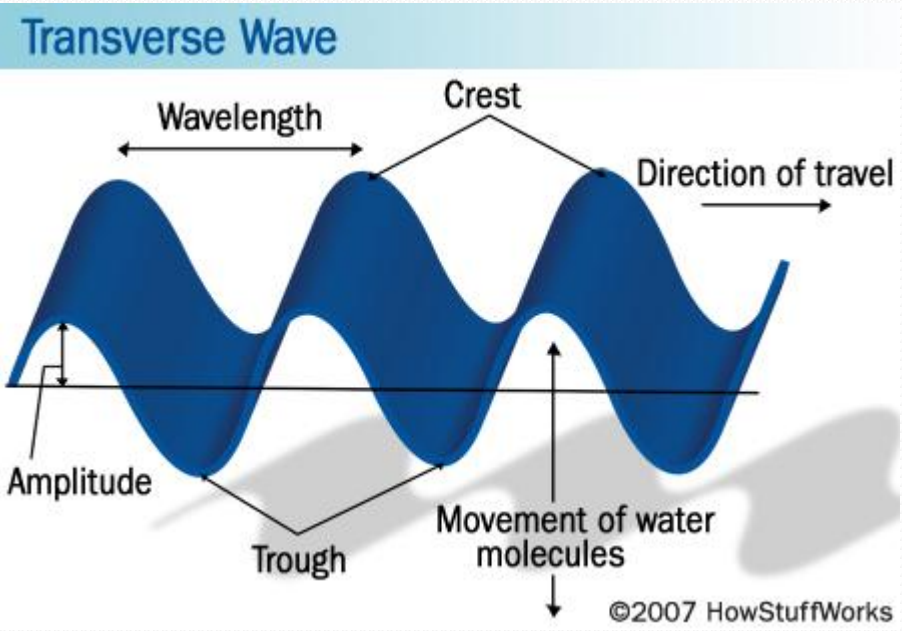
- وبالتالي فإن قيمة الشغل المبذول تساوي:
- W=30 x 5 x cos 60 = 75 J

الصـــــــوت

- **مقدمـــة**
- من نعم الله علينا –التي لاتعد ولا تحصى- أن خلق لنا آذاناً نسمع بها ونميز من خلالها معظم الإضطرابات التي تصل إليها على شكل موجات صوتية أو ما يعرف اصطلاحاً بـ"الصوت". حيث يمكن تعريف الصوت بأنه اضطراب أو تموج تضاغطي ينتقل في المادة بحيث يسبب اهتزازات داخل الأذن ما تلبث أن تتحول إلى إشارات كهربية في المخ بحيث يستطيع التعرف على مصدر الصوت. وعليه فإن الموجات تعتبر شكل من أشكال الطاقة. ومن أهم ما يميز هذه الموجات أنها تحتاج إلى وسط مادي لكي تنتقل خلاله ولايمكنها الإنتقال في الفراغ بإستثناء الموجات الكهرومغناطيسية والموجات المادية (الأجسام ذات الخاصية التموجية- موجات دي برولي).

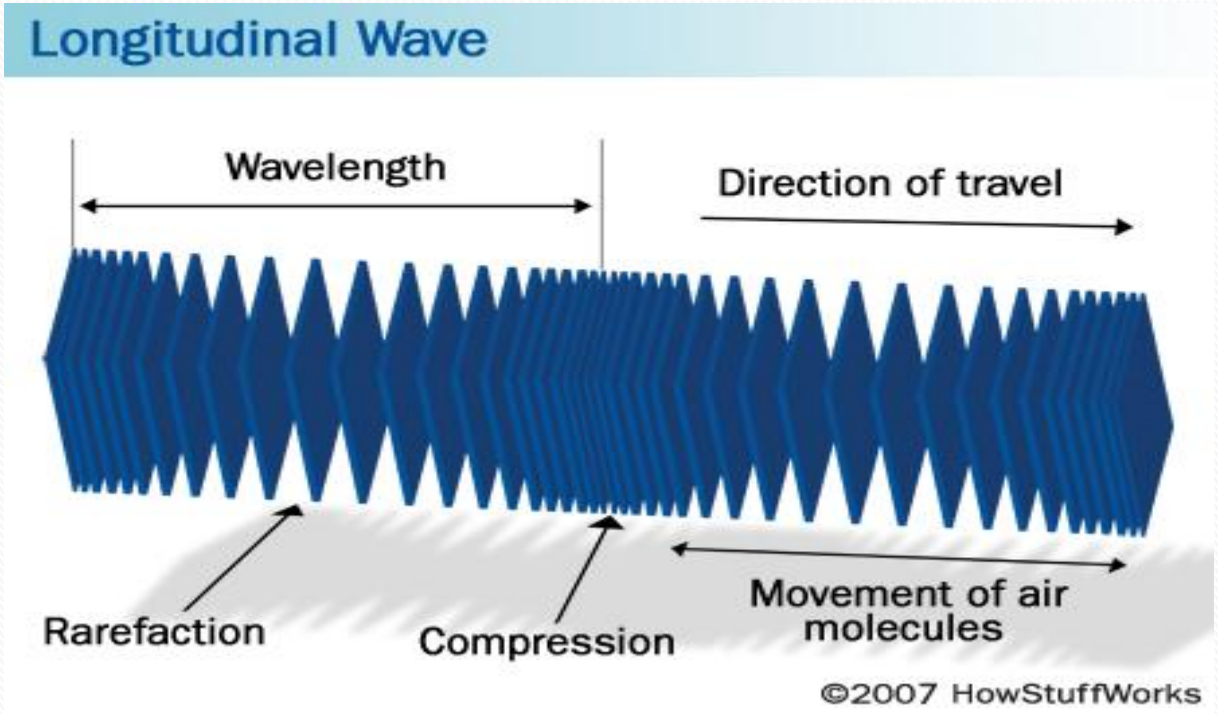
أنواع الموجـــــات Waves

- تنقسم الموجات –بحسب شكل الإزاحة بالنسبة لإنتشارها- إلى نوعين رئيسين، موجات مستعرضة وموجات طولية، وهي كما يلي:
- **الموجات المستعرضة (Transverse Waves):** في هذا النوع من الموجات تكون إزاحة الوسط عمودية على اتجاه انتشار الموجة. وتتكون كل موجة مستعرضة من قمم وقيعان بحيث يكون الطول الموجي للموجة المستعرضة عبارة عن المسافة بين أي قمتين متتاليتين أو قاعين متتالين أو بين أي نقطتين متتاليتين لهما نفس الطور(نفس السرعة السعة الإتجاه). وتعد الموجات الكهرومغناطيسية من الأمثلة السائدة على هذا النوع من التموج.



أنواع الموجـــــات Waves

- **الموجات الطولية (Longitudinal Waves):** في هذا النوع من الموجات تكون إزاحة الوسط موازية لإتجاه انتشار الموجة (في نفس الإتجاه). وتتكون كل موجة طولية من تضاغطات وتخلخلات.



العناصر الأساسية للموجات

- **طول الموجة (Wavelength):** يعتبر طول الموجة (الطول الموجي) λ أصغر جزء متكرر مكون للموجات، وطوله يساوي المسافة بين قمتين متتاليتين، وهو يساوي أو قاعين متتاليين. ويقاس الطول الموجي بوحدة المتر.
- **العدد الموجي (wave number) :** العدد الموجي k ويطلق عليه أحيانا ثابت الإنتشار، ويعرف بأنه عدد الأطوال الموجية في مسافة معينة. وهو مرتبط بالطول الموجي للموجة عن طريق العلاقة التالية: $k = \frac{2\pi}{\lambda}$
- ويقاس هذا الثابت بوحدة m^{-1}.

العناصر الأساسية للموجات

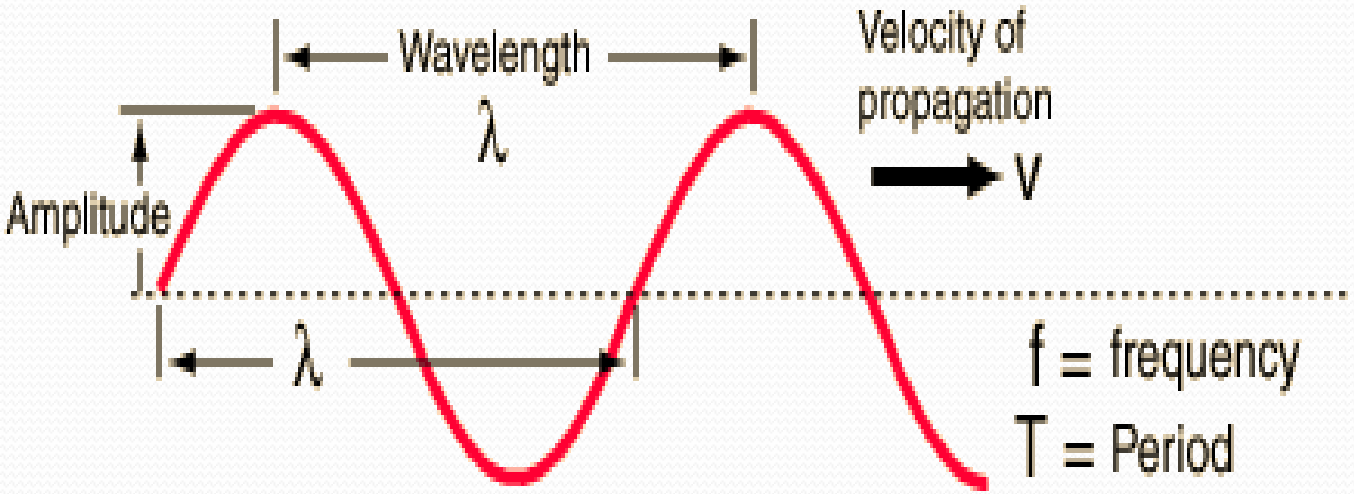
- **التردد (Frequency):** يعرف التردد f بأنه مقدار تكرر الموجة الواحدة ذات الطول الموجي الواحد في زمن معين وهو مقلوب الزمن الدوري T (الزمن اللازم لإتمام دورة كاملة)، ويعرف بالعلاقة التالية: $T = \frac{1}{f}$
- وحيث إن الزمن الدوري يقاس بوحدة الثانية s، لذا فإن التردد يقاس بوحدة مقلوب الثانية s^{-1} ولكن اتفق دوليا على قياس التردد بوحدة تسمى الهيرتز Hertz (Hz). ومن هنا يمكن لنا أن نعرف التردد الزاوي ω حيث أنه يعرف كالتالي:

$$\omega = 2\pi f .$$

- **سرعة الموجة (Velocity):** يمكن حساب سرعة اي موجة v بدلالة ترددها وطولها الموجي كما يلي: $v = \lambda f$
- **السعة (Amplitude):** سعة الموجة A هي القيمة المطلقة لأقصى مسافة (إزاحة) تحدثها الموجة –من نقطة الإتزان- أثناء انتشارها.
- وبالتالي يمكن لنا الآن أن نكتب الصورة الرياضية لأي موجة بالصيغة التالية:

$$u(x,\ t) = A\sin(kx - \omega t + \phi)\ ,$$

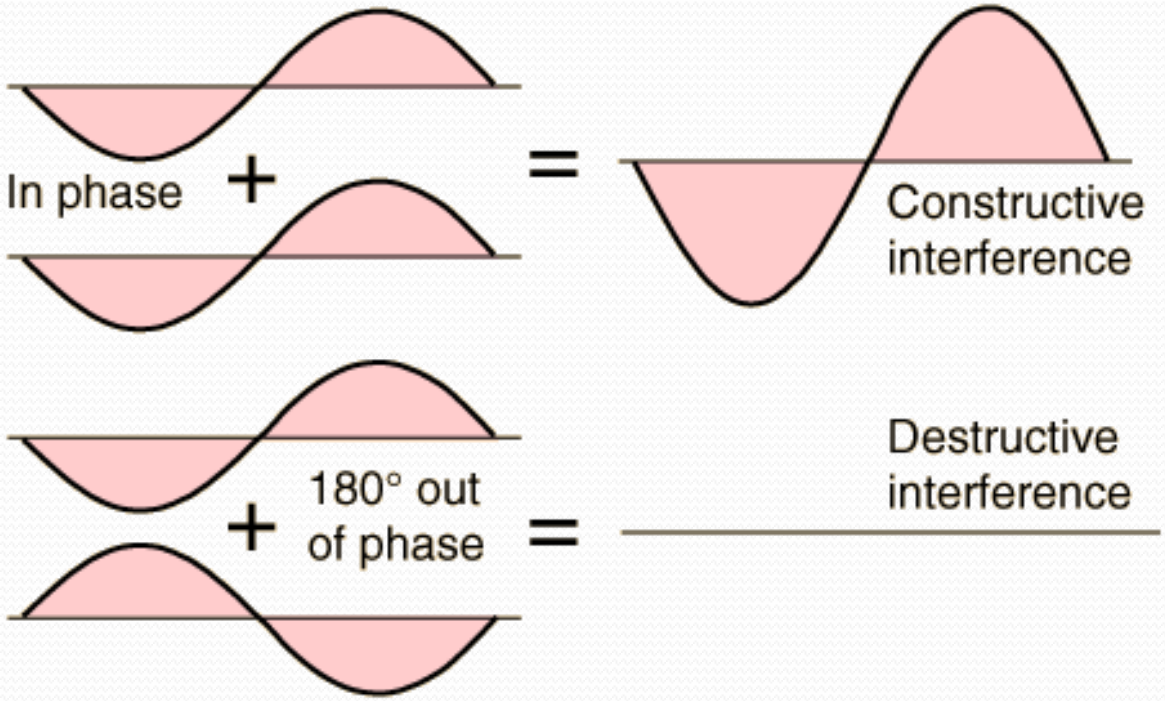
العناصر الأساسية للموجات



خصائص الموجات

- للموجات عدة خصائص تميزها عن ماسواها من الظواهر الفيزيائية المختلفة، وهي كما يلي:
- **الإنعكاس (Reflection):** عندما تسقط موجة ما على سطح عاكس، فإن جزء من هذه الموجة ينفذ خلال السطح بينما جزء آخر ينعكس من السطح والباقي قد يمتصه السطح. وسوف نتطرق لها في حديثنا عن الموجات الضوئية لاحقاً.
- **الإنكسار (Refraction):** عندما تسقط موجة ما على سطح عاكس، فإن جزء من هذه الموجة ينفذ خلال السطح وبالتالي فإن الوسط الذي تتحرك فيه الموجة قد أختلف عن الوسط الذي سقطت منه وبالتالي فإن مسارها قد يتغير وهو ما يسمى بالإنكسار.
- **التداخل (Interference):** تعد ظاهرة التداخل أو التراكب من الظواهر الفيزيائية المهمة والتي تحدث بين الموجات. فيحدث بين هذه الموجات تراكب أو تداخل نتيجة صدورهما من مصدر واحد أو تقاربهما في قيمة التردد. وهناك نوعان للتداخل، فإما أن يكون **هداماً Destructive**أي أن إحدى الموجتين تدمر الأخرى وتوهنها ويحدث ذلك حينما تكون إزاحة الطور بينهما ١٨٠ درجة، فحينها تكون الموجة المشكلة صفرية السعة. أما النوع الثاني فهو التداخل **البناء Constructive**، أي أن تعزز إحدى الموجتين الأخرى وتشكلان موجة جديدة مضاعفة السعة ويكون ذلك عندما يكون للموجتين المتداخلتين نفس الطور.
- وبالتالي تصبح قيمة الموجة الناتجة الموجة الناتجة عند نقطة معينة تساوي الجمع المتجهي لقيم كلي الموجتين عند نفس النقطة.

خصائص الموجات



خصائص الموجات

- **الحيود (Diffraction):** عند اصطدام موجة بعائق، فإن ذلك يسبب انحرافاً للموجة عن مسارها. وبالتالي فإن انحرافها عن اتجاه انتشارها يسمى بالحيود
- **الإستقطاب (Polarization):** تعتبر ظاهرة الإستقطاب من أهم خصائص الموجات المستعرضة حيث أن لا تحدث في الموجات الطولية. ويمكن تعريف هذه الظاهرة بأنها تحويل للموجات غير المنتظمة والتي تنتشر في كل الإتجاهات، إلى موجات منتظمة تتذبذب في اتجاه واحد فقط عمودي على مسارها.

الموجات الصوتية Sound Waves

- كما ذكرنا في المقدمة، فإن الصوت يعرف بأنه اضطراب أو تموج تضاغطي ينتقل في المادة بحيث يسبب اهتزازات داخل الأذن ما تلبث أن تتحول إلى إشارات كهربية في المخ بحيث يستطيع التعرف على مصدر الصوت، ويمكن للصوت أن ينتقل في أي وسط مادي. وتختلف سرعة انتقال الصوت بحسب نوع الوسط ودرجة الحرارة، فتكون سرعته أعلى في المواد الصلبة وأقل في السوائل و الغازات. كما أن سرعة الصوت في الهواء عند درجة الصفر المئوي هي ٣٣١ م/ث بينما تزداد هذه السرعة بإرتفاع درجة الحرارة. وتقدر سرعة الصوت في الماء بـ١٤٥٠ م/ث عند الدرجة القياسية (١٥ درجة مئوية)، بينما تزيد هذه السرعة في المواد الصلبة إلى أن تصل ٣٠٠٠ - ٦٠٠٠ م/ث. ومن العوامل المؤثرة أيضاً في سرعة الصوت نجد أن كثافة الوسط يلعب دوراً مهما في تباين السرعات. وفيما يلي نبين طريقة حساب السرعة في أوساط مختلفة:

الموجات الصوتية Sound Waves

- **سرعة الصوت في الأجسام الصلبة:** تعطى سرعة الصوت فى الأجسام الصلبة بالمعادلة التالية:
- $v = \sqrt{\frac{x}{\rho}}$ حيث أن x يمثل معامل الصلابة بينما تمثل ρ الكثافة.
- **سرعة الصوت في السوائل:** تعطى سرعة الصوت فى السوائل بالمعادلة التالية:

$$v = \sqrt{\frac{\text{elastic property}}{\text{inertial property}}} = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

- حيث أن β يمثل معامل انضغاط السائل (معامل بلك) بينما تمثل ρ الكثافة.
- **سرعة الصوت في الغازات:** تعطى سرعة الصوت فى الغازات بالمعادلة التالية:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma\ k\ T}{m}}$$

حيث أن γ يمثل نسبة السعة الحرارية للغاز عند ثبوت الحجم، k تمثل ثابت بولتزمان، T يمثل الحرارة المطلقة مقدرة بالكلفن، بينما m تمثل كتلة الجزيء الواحد بالكيلوجرام.

الموجات الصوتية Sound Waves

- ويمكن تقسيم الموجات الصوتية بحسب ترددداتها إلى ثلاثة اقسام، هي:
- **الموجات السمعية:** هي تلك الموجات الصوتية التي يقع ترددها بين ٢٠ - ٢٠٠٠٠ هيرتز وتمثل الصوت المسموع بواسطة الأذن البشرية العادية. حيث أن الحد الأدنى لتردد الصوت الذي تحس بها الأذن الطبيعية هو ٢٠ هيرتز تقريبا بينما الحد الأعلى هو ٢٠ ألف هيرتز وينخفض هذا التردد عند كبار السن إلى حوالي ١٢٠٠٠ هيرتز.
- **الموجات فوق السمعية:** هي الموجات الصوتية التي يزيد ترددها عن ٢٠ ألف هيرتز والتي تعتبر فوق قدرة الأذن البشرية.
- **الموجات تحت السمعية:** هي الموجات الصوتية التي يقل ترددها عن ٢٠ هيرتز وبالتالي لاتستطيع الأذن البشرية الإحساس.

أمثلة محلولة

- ١- موجة صوتية ترددها ٦٠٠ هيرتز و طولها الموجى ٨٠ سم. أوجد سرعة هذه الموجة في الهواء؟
- **الحل:** نعلم أن العلاقة بين السرعة والطول الموجي والتردد تكتب على الصورة التالية:

$$v = 0.8 \times 600 = 480 \text{ m/s}$$

الحـــرارة

- تعرف الحرارة بأنها أحد أشكال الطاقة والتي قد يكتسبها الجسم نتيجة حركة الجزيئات والذرات الداخلية المكونة لمادته، ويمكن الحصول عليها بعدة أشكال سواء كانت ميكانيكية كالإصطدام، أو كيميائية كالتفاعلات المخبرية، أو نووية كالإندماج، أو كهربائية كحركة الشحنات وغير ذلك من الصور اليومية. كما يمكن للحرارة أن تتنقل بين الأجسام بعدة طرق منها، الإشعاع أو التوصيل أو الحمل. ويشترط في انتقال الحرارة بين الأجسام أن تكون درجات الحرارة بينهما مختلفة. وللتعبير عن الحرارة فإننا نستخدم مصطلح درجة الحرارة وهو مقياس يستخدم لمعرفة كمية الحرارة الموجودة في الجسم. ولهذا المقياس أشكال ثلاثة رئيسية ولكنها متفقة في طريقة العمل، هي التالي:

الحـــرارة

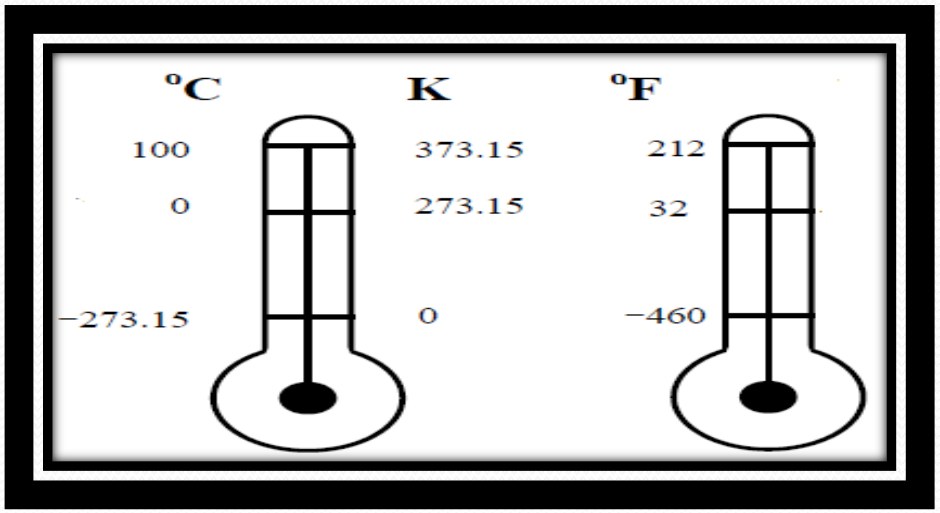
- **الكلفن** ويسمى أحياناً بالمقياس المطلق، وهو المقياس المعتمد من قبل المنظمة العالمية SI وهو مقياس كثير الاستعمال في الميادين العلمية.
- **السيلزيوس** ويطلق عليه أحيانا المقياس المئوي، وهو المقياس المعتمد في حياتنا اليومية في غالبية دول العالم.
- **الفهرنهايت** وهو المقياس المعتمد في الولايات المتحدة الأمريكية.
- ويمكن لنا أن نحول الحرارة من السيلزيوس C والفهرنهايت F بالصيغة الآتية: $F = \frac{9}{5} C + 32$
- كما يمكن التحويل من الفهرنهايت إلى السيلزيوس حسب المعادلة التالية:

$$C = \frac{F - 32}{1.8}$$

الحـــرارة

- وبناء على السابق فإن درجة تجمد الماء حسب مقياس فهرنهايت هي ٣٢ درجة، في حين أن درجة غليان الماء حسب نفس المقياس هى ٢١٢ درجة. والجدير بالذكر أن هذين المقياسين يتساويان في القياس عند درجة حرارة ٤٠ تحت الصفر.
- أما العلاقة بين المقياس المطلق (كلفن)
- ومقياس المئوي (السيلزيوس) فهي:

$$K = C + 273$$



- وهذا يشير إلى أن درجة حرارة الصفر المطلق تساوي .

إنتقال الحرارة Heat Transfer

- ذكرنا -في مقدمة هذا الفصل- أنه الحرارة شكل من أشكال الطاقة، وبالتالي فإنها لا تفنى ولكنها تنتقل بين الأجسام، ويمكن لها الإنتقال بثلاث طرق مختلفة هي: التوصيل الحراري، الحمل الحراري، الإشعاع الحراري.

التوصيل الحراري Thermal Conduction

- يمكن للحرارة أن تنتقل بين بين الأجسام والمواد فى عملية التوصيل الحرارى بإحدى طريقتين، هما:
- **الإلكترونات الحرة:** وهذه الإلكترونات تكتسب طاقة مما يؤدي إلى ازدياد طاقتها الحركية بحيث تتحرك هذه الإلكترونات نحو المنطقة الباردة مما ينتج عنه اصطدامها بالإلكترونات الموجودة فى هذه المناطق الباردة بحيث يؤدي إلى أن ينتقل جزء من طاقتها الحركية لها وبالتالي يؤدي إلى إرتفاع درجة حرارتها.
- **جزيئات المادة:** في هذه الطريقة تكتسب جزيئات المادة الموجودة فى الطرف الساخن طاقة حركية مما يزيد سرعتها وبالتالي يجعلها تتصادم مع الجزيئات المجاورة لها والتى تكتسب بدورها طاقة تنقلها إلى الجزيئات المجاورة لها وهكذا حتى تنتقل الحرارة إلى الطرف الآخر للمادة.

Thermal Conductionالتوصيل الحراري

- ولإستنتاج معادلة إنتقال الحرارة بالتوصيل، نفترض وجود جسمين درجة حرارتهما هى T_2 و T_1 موصلين بساق معدنية من نفس مادتهما طولها L ومساحة مقطعها A. لذا فإن كمية الحرارة ΔQ المنتقلة بين الجسم الساخن والجسم الأقل سخونة تتناسب طردياً مع مساحة المقطع وفرق درجة الحرارة بين الطرفين والزمن وعكسياً مع طول الساق المعدنية.

$$\Delta Q = \frac{K\,A\,t\,[T_2 - T_1]}{L}$$

- حيث أن معامل التوصيل الحرارى ويعتمد على طبيعة المادة ويعرف على أنه كمية الحرارة المنتقلة فى الثانية الواحدة خلال وحدة المساحة عندما يكون فرق درجة الحرارة يساوي واحد كلفن، ووحدته $J\ s^{-1}\ m^{-1}\ C^{-1}$.

الحمل الحرارى Thermal Convection

- يعتبر الحمل الحراري من الطرق الرئيسية لإنتقال الحرارة في السوائل والغازات. فلو قمنا بتسخين وعاء به ماء فإن الماء الموجود فوق اللهب مباشرة يسخن ويتمدد وتقل كثافته فيطفوا على السطح ويحل محله ماء بارد أكثر كثافة وهكذا حتى تزداد حرارة الماء بالكامل. وبالتالي نحصل على تيار ماء ناقل للحرارة يسمى هذا التيار بتيار الحمل. وتعطى كمية الحرارة ΔQ المنتقلة بهذه الطريقة فى زمن قدره t بالمعادلة التالية:

$$\Delta Q = h_c A\, t\, \Delta T$$

- حيث A مساحة السطح و ΔT الفرق فى درجة حرارة السطح ودرجة حرارة الماء، بينما h_c معامل الحمل الحراري، ووحدته $J\ s^{-1}\ m^{-2}\ C^{-1}$.

الإشعاع الحراري Thermal Radiation

- عند دراستنا لطريقتي انتقال الحرارة السابقتين، كان لابد من وجود وسط مادي لكي تنتقل من خلاله الحرارة من جسم لآخر. ولكن في هذه الطريقة فإننا لانحتاج لذلك الوسط، إذ أن الحرارة تنتقل على شكل موجات كهرومغناطيسية، وخير مثال على هذه الطريقة ما نستشعره صباح كل يوم من خلال انتقال الحرارة من الشمس البعيدة إلى الأرض. وهذه الطريقة تحدث عندما تكون الأجسام ذات حرارة عالية جداً (طاقة عالية) وبالتالي تنشط جزيئاته وتتذبذب بترددات عالية جداً ما ينتج عنه انطلاق موجات كهرومغناطيسية حاملة للحرارة، وعندما يمتصها جسم ما فإنه يكتسب تلك الحرارة. ويمكن حساب كمية الحرارة ΔQ المنتقلة بهذه الطريقة فى زمن قدره t من العلاقة التالية: $\Delta Q = A\,\varepsilon\,\sigma\,t\,\Delta T^4$
- حيث إن A مساحة السطح و ΔT الفرق فى درجة الحرارة ، ε ثابت الإنبعاث، بينما ثابت ستيفن $\sigma = 5.67 \times 10^{-8}\, J\, s^{-1} m^{-2} K^{-4}$

أمثلة محلولة

- ١- إذا علمت أن درجة حرارة جسم الإنسان السليم تساوي ٣٧ درجة مئوية، فكم هي درجة حرارة نفس الجسم بالمقياس الفهرنهايتي؟

- **الحل:** لتحويل درجة الحرارة من المقياس المئوي للمقياس الفهرنهايتي، نستخدم العلاقة التالية:

$$F = \frac{9}{5}C + 32 = \frac{9}{5} \times 37 + 32 = 98.6^{0}F$$

الكهرباء

- **مقدمــة**
- تعتبر كلمة "كهرباء" من أكثر الكلمات الفيزيائية شيوعاً في حياتنا اليومية لما لها من أهمية بالغة ولاسيما ما تتمتع به منطقة الخليج من مناخ حار والذي يجعلها من أكثر البلدان تقديراً لهذه المفردة الفيزيائية. وتعتبر الكهرباء نتيجة مباشرة لحالة الإلكترونات الموجودة داخل المادة، فحركة هذه الإلكترونات أو سكونها يولد مايعرف بالكهرباء المتحركة (التيار الكهربي) أو الكهرباء الساكنة، على التوالي. حيث إن هذه الإلكترونات هي المكون الأساسي للفيزياء الكهربية وبالتالي فإن قيمة هذه الكهرباء يعتمد على عدد الإلكترونات المولدة لها، والتي تسمى بالشحنة الكهربية. لذا فإن أي شحنة كهربية تتكون من عدد من الإلكترونات يتناسب وكمية الشحنة، ويطلق عليه مبدأ حفظ الشحنة Conservation of Charge وأحياناً مبدأ تكميم الشحنة Quantization of Charge. ويعرف رياضياً بالعلاقة التالية: $Q = ne$
- حيث إن Q كمية الشحنة مقاسة بوحدة الكولوم C، تمثل شحنة الإلكترون التي يعادل 1.6×10^{-19} كولوم، أما n فهي عدد الإليكترونات.

الكهرباء

- وتنقسم الشحنات الكهربية إلى نوعين: موجبة وسالبة، ومثال على ذلك الإلكترون سالب الشحنة البروتون موجب الشحنة. بينما قيمة الشحنة متساوية. وحيث إن أي مادة مكونة من ذرات تحتوي على إليكترونات وبروتونات، فإن هذه الذرات إما أن تكون سالبة وذلك عندما يكون عدد الإلكترونات أكثر من عدد،أو أن تكون موجبة وذلك عندما يكون عدد الإلكترونات أقل من عدد البروتونات، أو أن تكون متعادلة عندما يتساوى عدد كل من الإليكترونات والبروتونات. ومن هنا تنشأ فكرة التوصيل الكهربي في المواد المختلفة بناء على حركة الإلكترونات وقدرتها على توصيل الكهرباء، حيث تقسم المواد –جملة- إلى أربعة أنواع، هي: **مواد عازلة** وهي التي لا توجد بها اليكترونات حرة وبالتالي لا توصل الكهرباء مثل الخشب، **مواد موصلة** وهي التي تحتوي على عدد من الإلكترونات الحرة مثل النحاس، **مواد شبه موصلة** (شبه عازلة) وهي تقع بين المادتين السابقتين وبالتالي توصيلها للكهرباء أقل من الموصلات العادية وأعلى من العوازل مثل السيليكون والجرمانيوم، **مواد فائقة التوصيل** وهي المواد التي تكون أغلب الكترونات (معظمها) حر الحركة وبالتالي توصيلها للكهرباء أجود من المواد السابقة، ويحدث ذلك عند درجات حرارة منخفضة جداً.

شحن الأجسام Charging

- تعتبر غالبية الأجسام -في حياتنا اليومية- متعادلة الشحنة، وبالتالي فهناك طرق يتم فيها جعل هذه الأجسام مشحونة كهربائياً. وسوف نتطرق في هذا الموضوع لدراسة ثلاثة أنواع مختلفة لشحن الأجسام، الشحن بالدلك، الشحن باللمس، والشحن باتأثير.
- **الشحن بالدلك Friction:** إذا دلك جسمان متعادلان من مادتين مختلفتين ببعضهما فإن بعض الإلكترونات تنتقل من أحد الجسمين للآخر، بحيث يكون عدد الإلكترونات المفقودة من أحدهما يساوي تماما عدد الإلكترونات التي اكتسبها الآخر، وبالتالي تكون شحنتاهما متساويتين في المقدار، متعاكستين في الإشارة.
- **الشحن باللمس Contact**: إذا اتصل أو تلامس جسم موصل مشحون مع جسم موصل متعادل فإن جزءاً من شحنة الموصل المشحون ينتقل إلى الموصل المتعادل، وبالتالي تكون شحنتاهما من نفس النوع، ويكون مجموع شحنتيهما قبل التلامس مساو لبعده.
- **الشحن بالتأثير (الحث) Induction**: عند وضع جسم مشحون بشحنة موجبة مثلاً (تسمى الشحنة المؤثرة) بالقرب من جسم غير مشحون، فإن الشحنة الموجبة للجسم الأول تؤثر على الجسم الثاني بحيث يكتسب شحنات معاكسة (سالبة) عند الطرف القريب من الجسم المشحون (تسمى شحنات تأثيرية مقيدة) بينما تتكون شحنات مماثلة (موجبة) عند الطرف البعيد منها (تسمى شحنات تأثيرية حرة).

قانون كولوم: القوة الكهربائيةElectrostatic Force

- عند اقتراب أي جسمين مشحونين من بعضهما فإنه تتولّد بينهما قوة كهروستاتيكية تنافرية (في حال تشابه اشارتي الشحنتين) أو تجاذبية (عندما تكون الشحنتان مختلفتين)، يتناسب مقدار هذه القوة F طرديًا مع حاصل ضرب مقدار الشحنتين q_1 وq_2 وعكسيًا مع مربع المسافة الفاصلة بينهما . ويمكن وصف هذا العلاقة رياضياً كالتالي:

$$F = \frac{k\,|q_1|\,|q_2|}{r^2}$$

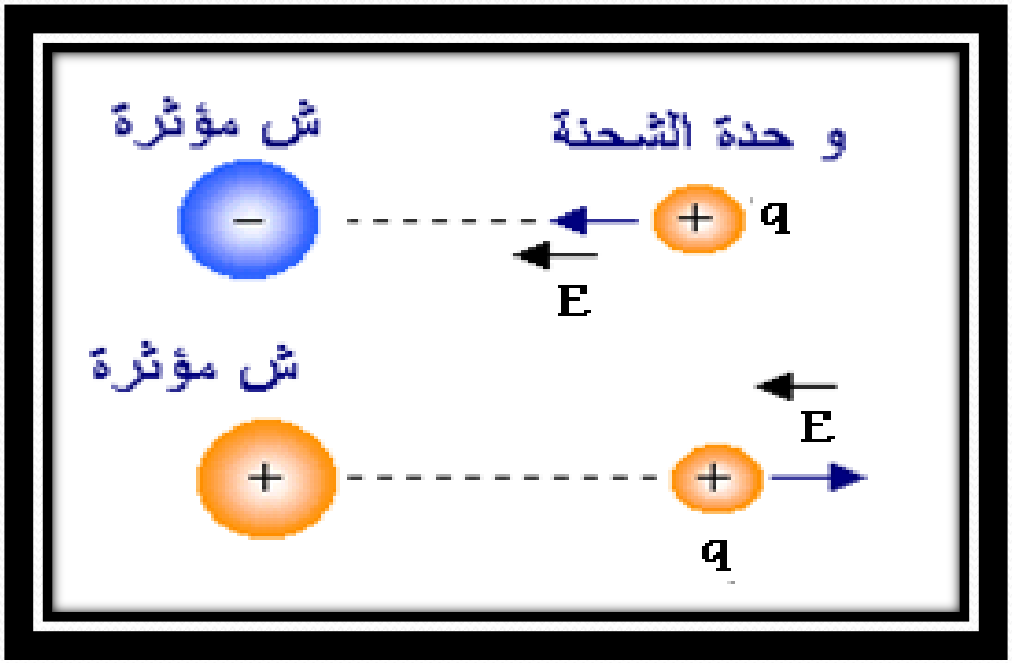
- حيث ثابت التناسب ويسمى ثابت كولوم وقيمته $k = 9 \times 10^9 \mathrm{N.m^2/C^2}$

المجال الكهربائي Electric Field

- يعرف المجال الكهربائي بأنه المنطقة حول الشحنة الكهربائية والتي يظهر فيها تأثير القوة على أي شحنة أخرى موضوعة في هذه المنطقة، بحيث يكون مقدار هذا المجال مساو لمقدار القوة التي يؤثر بها على وحدة الشحنات الموجبة الموضوعة بالقرب منها، أي أن: $E = \frac{F}{q}$
- حيث إن E تمثل شدة المجال الكهربائي الناتج عن الشحنة. وبما أن القوة مقاسة بالنيوتن (N) والشحنة تقاس بالكولوم (C) فإن وحدة قياس المجال الكهربائي تكون نيوتن لكل كولوم (N/C). وجدير بالذكر أن المجال الكهربائي كمية متجهة، اتجاهها يكون خارجاً من الشحنة الموجبة وداخلاً إلى الشحنة السالبة (كما هو موضح في الشكل أدناه). وعليه فإنه من العلاقة السابقة نجد أن للقوة الكهربائية - المؤثرة على شحنة موضوعة تحت تأثير هذا المجال- نفس اتجاه عندما تكون الشحنة موجبة، بينما عكس اتجاه المجال إذا كانت الشحنة سالبة.
- كما يمكن-باستخدام قانون كولوم والعلاقة السابقة- حساب المجال الكهربائي الناتج من أي شحنة كهربائية عند أي نقطة من العلاقة الآتية:

$$E = \frac{k\,|q|}{r^2}$$

المجال الكهربائي Electric Field



التيار الكهربائي Electric Current

- من السابق عرفنا أن الشحنات الكهربائيةالساكنة (غير المتحركة) تنتج ما يعرف بالكهرباء الساكنة، ولكن عندما تبدأ هذه الشحنات بالحركة فإنها تولد ما يعرف بالتيار الكهربائي. حيث يعرف التيار الكهربائي بأنه معدل تغير الشحنات الكهربائية في فترة زمنية محددة، ويرمز له بالرمز . ويقاس التيار بوحدة الأمبير (A)، ويمكن حساب قيمة التيار باستخدام جهاز يسمى الأميتر. وجدير بالتنويه أن التيار كمية متجهة تعاكس اتجاه حركة الإلكترونات. ومنها يمكن تقسيم التيار الكهربائي إلى نوعين: مستمر ومتردد.
- **التيار المستمر**: هو التيار الذي تبقى قيمته واتجاهه ثابتين مع مرور الزمن، مثل البطاريات المستخدمة في جهاز الريموت كنترول.
- **التيار المتردد:** هو التيار الذي تتغير قيمته واتجاهه مع تغير الزمن، مثل تيار المنازل.

فرق الجهـــــد الكهربائي Potential Difference

- في القسم السابق عرفنا أن التيار الكهربائي ينتج عندما تتحرك الإلكترونات، ولكن السؤال الذي يطرح نفسه هو السبب الذي جعل هذه الإلكترونات تتحرك. والجواب على هذا السؤال هو أن هذه الإلكترونات تحركت نتيجة تأثير قوة خارجية عليها تعرف بالقوة المحركة الكهربية أو فرق الجهد. حيث يمكن تعريف فرق الجهد بأنه الشغل اللازم لتحريك شحنة كهربائية بين نقطتين مختلفتي الجهد، ويرمز له بالرمز v. ويقاس فرق الجهد بوحدة الفولت (V). و يمكن حساب قيمة فرق الجهد باستخدام جهاز يسمى الفولتميتر.

المقاومـــة الكهربائية Electric Resistance

- عندما تتحرك الإلكترونات في مادة ما، فإن معدل سريان هذه الإلكترونات (التيار) يختلف عنها في مادة أخرى. بكلمات أخرى، لو استخدمنا سلكين من مادتين مختلفتين –عند نفس درجة الحرارة- ومررنا خلالهما تياراً، فإن التيار الذي يمر في إحداهما سيختلف عن التيار المار في الأخرى، والسبب في ذلك يعود لعدة أسباب، منها: نوع المادة المصنوع منها السلك، طول السلك، مساحة مقطع السلك. هذه العوامل –مجتمعة- تكون ما يعرف بالمقاومة الكهربائية R. وبالتالي فإن قيمة أي مقاومة كهربائية تساوي: $R = \frac{\rho L}{A}$

حيث إن σ تمثل نوع المادة المصنوع منها المقاومة وتسمى المقاومية (أو المقاومة النوعية)، L يمثل طول سلك المقاومة، بينما A تعني مساحة مقطع المقاومة. وتقاس المقاومة بوحدة الأوم (Ω)، ومنها نجد أن وحدة المقاومة النوعية تساوي أوم-متر ($\Omega.m$). وجدير بالذكر أنه يمكن حساب قيمة أي مقاومة باستخدام جهاز يسمى الأوميتر. وتنقسم المقاومات من حيث القيمة إلى نوعين، هما: **المقاومة الثابتة** وهي ذات قيمة ثابتة لا تتغير، **المقاومة المتغيرة** وهي المقاومة التي يمكن تغيير قيمتها ضمن مدى معين.

قانون أوم Ohm’s Law

- يكمن حساب قيمة أي مقاومة كهربائية عملياً بدلالة فرق الجهد المطبق عليها وشدة التيار المار خلالها من خلال قانون أوم الذي ينص على التالي:

- عند ثبوت درجة الحرارة، فإن التيار المار في موصل ما يتناسب طردياً مع فرق الجهد المطبق بين طرفيه وعكسياً مع مقاومته. رياضياً، يمكن كتابة قانون أوم كالتالي:

$$V = I\,R$$

القدرة الكهربية Electric Power

- عندما يمر تيار كهربي في مقاومة ما، فإنه يتولد قدرة كهربية على شكل طاقة حرارية يمكن حسابها من العلاقة التالية:
- $$P = IV = I^2R$$
- حيث إن P تمثل القدرة الكهربية مقاسة بوحدة الوات.

أمثلة محلولة

- ١- شحنتان لهما نفس القيمة كولوم ولكن بإشارة مختلفة، تفصلهما مسافة ٥ سم. اوجد القوة الكهربية الناتجة من الشحنة الاولى على الشحنة الثانية.
- **الحل:** باستخدام قانون كولوم، نجد أن

$$F = \frac{k\,|q_1||\,q_2|}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times (2 \times 10^{-12})^2}{0.05^2} = 1.44 \times 10^{-11}\text{N}$$

الضـــــوء

- **مقدمــة**
- تطرقنا في الفصل الثالث للموجات، وذكرنا بأن الضوء يمثل نوعاً من الموجات يطلق عليها الموجات الكهرومغناطيسية. ويمكن للضوء أن ينتشر في الأوساط المادية حيث تبلغ سرعته في الفراغ مايعادل ٣٠٠٠٠٠ كم/ثانية، وتقل هذه السرعة تبعاً للوسط الذي تنتقل فيه الموجة الضوئية. فلو افترضنا وسطاً معامل انكساره فإن سرعة الضوء في هذا الوسط تساوي

$$v = \frac{c}{n}$$

- حيث إن c تمثل سرعة الضوء في الفراغ.

شدة الإستضاءة والتدفق الضوئي Luminous Intensity and Flux

- نرى في حياتنا اليومية أنواعاً مختلفة من المصادر الضوئية والتي تختلف في شدتها من مصدر لآخر، فقد نجد بعضها يكاد يضيء بينما الآخر قد لا نستطيع التحديق إليه، وأقرب مثال ما يسمى "الزينون" المستبدل في بعض أنوار السيارات والذي يعد مخالفاً لقوانين السير. وبالتالي فإن كمية الضوء المنبعث من المصدر الضوئي يعرف باسم قوة أو شدة الإضاءة (الإستضاءة) ويمكن تمثيلها بوحدة الكاندلا candle (cd) أو الشمعة العيارية. وبالتالي فإن الفيض الضوئي يعرف بأنه معدل الإنبعاث الضوئي لكل وحدة زمن ووحدة قياسه "ليومن" وتعرف بأنها الفيض الضوئي الذي ينبعث في الثانية من مصدر نقطي شدته شمعة عيارية واحدة.

الإنعكاس الضوئي Reflection of Light

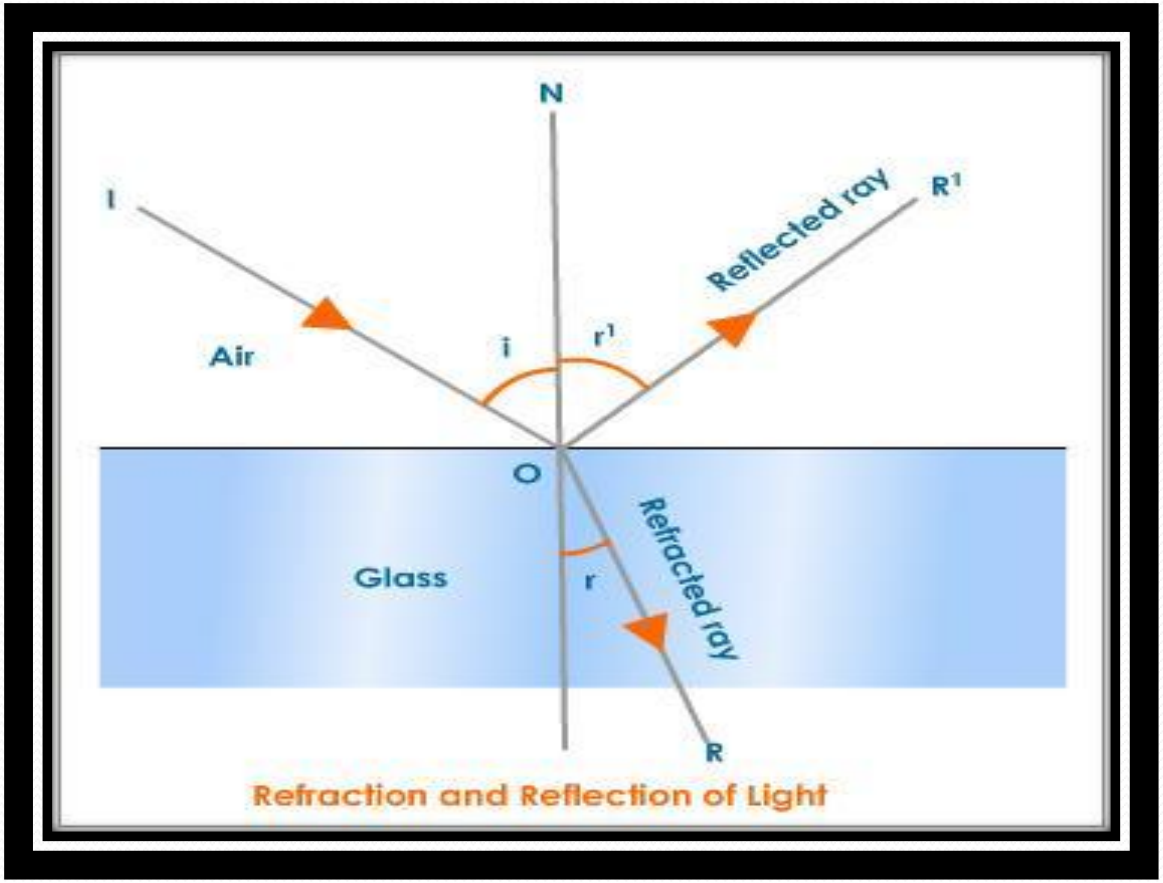
- عندما تسقط حزمة ضوئية بزاوية معينة على سطح أملس، فإنها تنعكس عن السطح بنفس الزاوية. حيث إن الزاوية بين الشعاع المنعكس Reflected ray والعمود عند نقطة السقوط تعرف بزاوية الانعكاس بينما تعرف الزاوية بين الشعاع الساقط Incident ray والعمود عند نقطة السقوط بزاوية وعليه يمكن تلخيص قانوني الإنعكاس كما يلي:
- - زاوية السقوط تساوي θi زاوية الإنعكاس θr ،
- - الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود على السطح العاكس من نقطة السقوط تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس.

Refraction of Light الإنكسار الضوئي

- عندما تسقط حزمة ضوئية من وسط إلى وسط آخر مختلف، فإن تنحرف (تنكسر) Refracted عن اتجاهها الأصلي. ويمكن تعريفه بعبارات أخرى بأنه التغير في اتجاه الشعاع الضوئي عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين. وأهم ما يميز ظاهرة الإنكسار هو أن النسبة بين جيب زاوية السقوط إلى جيب زاوية الإنكسار لأي وسطين تكون دائماً ثابتة بثبات الوسطين، وهذا يعرف بقانون سنل Snell's Law. فلو سقطت حزمة ضوئية من وسط معامل انكساره n_1 بزاوية θi على وسط آخر معامل انكساره n_2 فإنها ستنكسر بزاوية قدرها θr. وتكتب هذه العلاقة رياضياً كالتالي:

$$n_1 \sin\theta_i = n_2 \sin\theta_r$$

Refraction of Light الإنكسار الضوئي



الزاوية الحرجة والإنعكاس الكلي

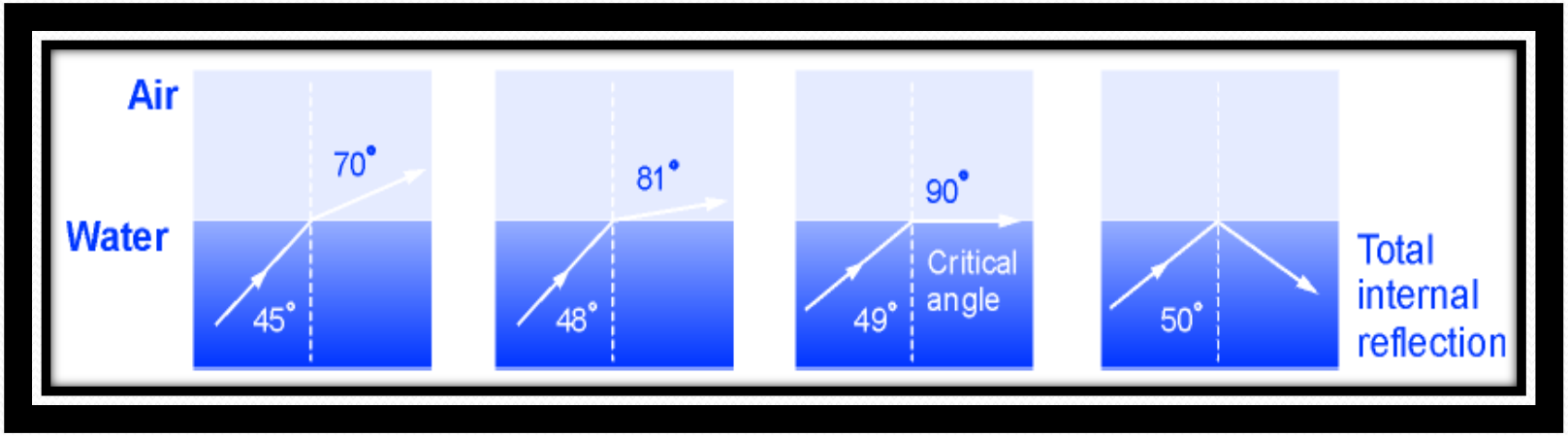
Critical Angle & Total Internal Reflection

- من المعادلة السابقة، نلاحظ أنه عندما تزادد زاوية سقوط الشعاع فإن ذلك يتبعه ازدياد في زاوية الانكسار إلى أن تصل إلى أن يكون الشعاع المنكسر منطبقاً على السطح الفاصل حيث تكون زاوية الإنكسار تساوي ٩٠ درجة تناظرها زاوية سقوط تعرف بالزاوية الحرجة Critical angle .
وبتطبيق قانون سنل على الحالة الحرجة نجد أن:

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$

الزاوية الحرجة والإنعكاس الكلي
Critical Angle & Total Internal Reflection

- ويلاحظ أن الزاوية الحرجة تحدث فقط في الوسط الأكبر كثافة ضوئية. وجدير بالتنويه أنه إذا زادت زاوية السقوط عن قيمة الزاوية الحرجة فإن الشعاع الضوئي لا ينفذ منه شيء إلى الوسط، وترتد كلها لتنعكس انعكاساً كلياً في الوسط الذي سقطت منه، وتعرف هذه الحالة بالإنعكاس الكلي الداخلي للضوء. وتحدث عندما ينتقل الضوء من وسط معامل انكساره كبير إلى وسط آخر له معامل انكسار أقل.



أمثلة محلولة

- ١- تبلغ سرعة الضوء في وسط ما ٢٠٠٠٠٠ كم/ث، فما هو معامل انكسار هذا الوسط؟
- **الحل:** من المعادلة

$$v = \frac{c}{n}$$

- نجد أن

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3 \times 10^5}{2 \times 10^5} = 1.5$$