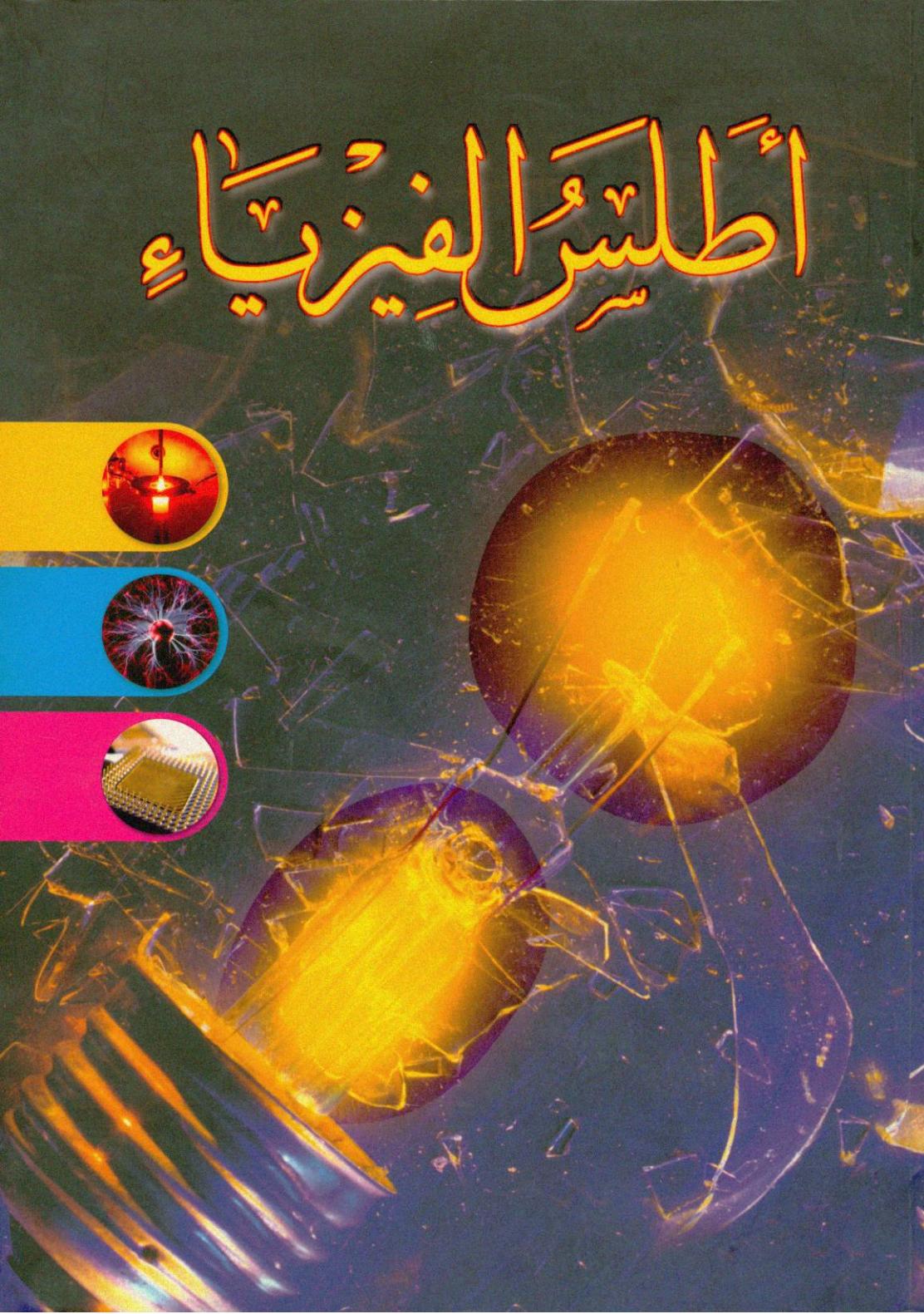


# أَطْلَسُ الْفِيَزِيَّاً



# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مُحفوظ  
جِنْعَ حَقْوَنْ

الرقم الدولي : 2 - 61-367 - 9953 ISBN  
الموضوع : تعريف شامل بالفيزياء  
العنوان : أطلس الفيزياء  
ترجمة وإعداد: عماد الدين أفندي - ساتر بضمه جي  
الصفحات : 160  
الطبعة الثانية: 2013

يمنع طبع هذا الكتاب أو جزء منه بكل طرق الطبع  
والتصوير والنقل والترجمة والتسجيل المرئي والمسموع  
والحاوسيبي وغيرها من الحقوق إلا بإذن خطهي من الناشر

شركة لذرا للنشر العربي ش.م.م.

للطباعة والنشر والتوزيع

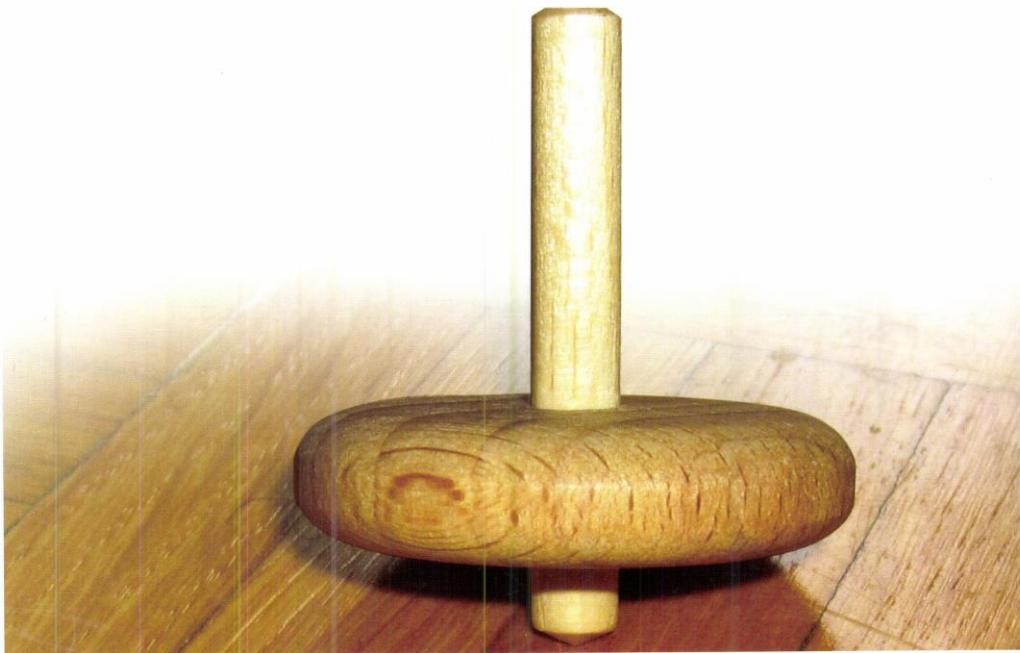


لبنان - بيروت - ص.ب : 11/6918 الرمز البريدي 11072230 تلفاكس : 01 701668

سورية - حلب - ص.ب : 415 هاتف : 2115773 / 2116441 / فاكس : 2125966

[www.afach.aleppodir.com](http://www.afach.aleppodir.com)

email: afashco1@scs-net.org



This edition has been produced with a subsidy by the **Spotlight on Rights** programme in Abu Dhabi.

تم إصدار هذا الكتاب بدعم من برنامج أضواء على حقوق النشر في أبو ظبي



# المحتويات

6.....	الفيزياء
8.....	المواد الصلبة
10.....	السوائل
12.....	الغازات
14.....	الطاقة
16.....	الطاقة الكامنة والطاقة الحركية
18.....	الزخم (كمية الحركة)
20.....	السرعة والسرعة الموجهة
22.....	التسارع
24.....	الحرارة ودرجة الحرارة
26.....	التمدد والتقلص
28.....	الдинاميات الحرارية
30.....	الاحتراق
32.....	مصادر الطاقة غير متجددة
34.....	مصادر الطاقة المتجددة-1
36.....	مصادر الطاقة المتجددة-2
38.....	القوة
40.....	الحركة
42.....	الاحتكاك
44.....	العَطَالَة
46.....	الموجات
48.....	الاهتزاز
50.....	الموائع

52.....	الضغط
54.....	الجاذبية
56.....	الجاذبية الصغرية
58.....	الوزن والكتلة
60.....	الطفوفية
62.....	الдинاميات الهوائية
64.....	الآلات
66.....	الآلات البسيطة
68.....	الضوء
70.....	الظل
72.....	الطيف الكهربائي
74.....	انعكاس الضوء
76.....	انكسار الضوء
78.....	البصريات والوسائل البصرية
80.....	العدسات والمرآيا
82.....	الليزر والصور المجمسة
84.....	الألوان
86.....	التصوير الضوئي
88.....	الطاقة الصوتية
90.....	الصوتيات تحت المائية
92.....	الكهرباء
94.....	الكهروسكونيات
96.....	التيار الكهربائي
98.....	الدارات الكهربائية
100.....	النواقل
102.....	العوازل

104.....	التيار المستمر والتيار المتناوب
106.....	توليد وتوزيع الكهرباء
108.....	الإلكترونيات
110.....	المكونات الإلكترونية
112.....	الدارة المدمجة
114.....	لوحة الدارة المطبوعة
116.....	المغناطيسية
118.....	الكهربائية
120.....	أنواع المغناطيسات
122.....	المجال المغناطيسي
124.....	الحواسيب
126.....	المعالجات الصغرية
128.....	الاتصال عن بعد
130.....	الطاقة النووية
132.....	علم الكون-1
134.....	علم الكون-2
136.....	قوانين الفيزياء-1
138.....	قوانين الفيزياء-2
140.....	فروع الفيزياء
142.....	وحدات القياس
144.....	الخط الزمني للاكتشافات والاختراعات الفيزيائية
148.....	فيزيائيون مشاهير-1
150.....	فيزيائيون مشاهير-2
152.....	حقائق وأرقام-1
154.....	حقائق وأرقام-2
156.....	تعريفات مهمة

# الفيزياء

الفيزياء physics هي العلم الذي يدرس المادة والطاقة. وتدرس الفيزياء خواص المادة والطاقة والتغيرات والتفاعلات التي تحدث بينهما. وتتعلق كل من المادة والطاقة ببعضهما البعض، وتؤثران في بعضهما بعضاً مع مرور الوقت.

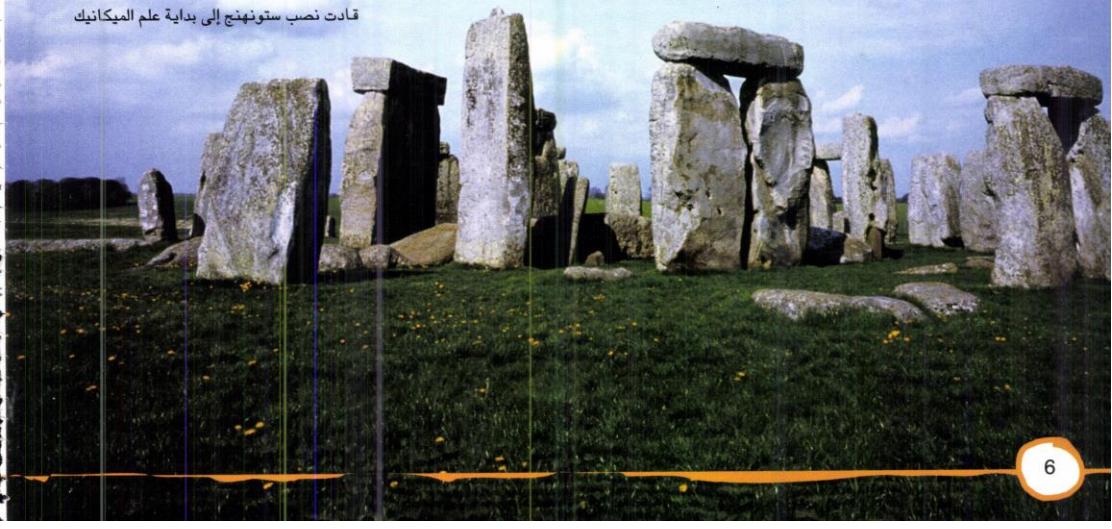
## تاريخ الفيزياء

**الفيزيائيون**  
يدعى العلماء الذين يدرسون الفيزياء بالفزيائيين physicists. ويستند الفيزيائيون في دراستهم إلى التجارب واللاحظات، ويقارنون ذلك ببناؤات تضعها القوانين والنظريات. ويدعى الفيزيائيون الذين يعمدون إلى التجارب بالفزيائيين التجريبيين experimental physicists. ويدعى الفيزيائيون الذين يضعون القوانين والنظريات بالفزيائيين النظريين theoretical physicists.

يعود تاريخ الفيزياء إلى عصور ما قبل التاريخ حين بُنيت التُّنصب الصخرية العظيمة: كتلك الموجودة في ستونهنج Stonehenge. وقد كان ذلك أول تطبيق معرف لعلم الميكانيك. وقد رافق تطور الفيزياء التقدم في علوم أخرى كالرياضيات والفلك وغيرها. وقد كانت الشعوب السومرية والبابلية والمصرية القديمة من أوائل من سجلوا اختراعاتهم واكتشافاتهم.

**فتتا الفيزياء: الكلاسيكية والحديثة**  
تألف الفيزياء الكلاسيكية من علوم الميكانيك والحرارة والصوت والكهرباء والمagnetostatic والضوء.  
أما الفيزياء الحديثة فتضمن: الفيزياء الذرية، والفيزياء الإلكترونية، والفيزياء النووية، وفيزياء الجسيمات، وفيزياء الحالة الصلبة، وفيزياء المواقع، وفيزياء البلازما.

قادت نصب ستونهنج إلى بداية علم الميكانيك



## فروع الفيزياء

الصوتيات: acoustics: دراسة الصوت.

الفيزياء الذرية: atomic physics: دراسة بنى وخواص ونشاطات الذرة.

الفيزياء الحيوية: biophysics: دراسة الكائنات الحية وأنشطتها بمساعدة الوسائل والتقنيات الفيزيائية.

فيزياء القياظ: cryogenics: دراسة خواص المواد في درجات حرارة تقارب الصفر المطلق.

الديناميكا الكهربائية: electrodynamics: دراسة العلاقة بين القوى الكهربائية والمغناطيسية.

فيزياء الماء: fluid physics: دراسة نشاط وحركة الماء (السوائل والغازات).

الفيزياء الأرضية: geophysics: دراسة الأرض والخلاف الجوي.

الفيزياء الصحية: health physics: دراسة كيفية وقاية الناس من النشاط الإشعاعي.

الفيزياء الرياضية: mathematical physics: دراسة المعادلات الرياضياتية المستخدمة في الظواهر الفيزيائية.

الميكانيك: mechanics: دراسة كيفية استجابة أجسام وأنظمة معينة إلى قوى معينة.

الفيزياء الجزيئية: molecular physics: دراسة بنية وخواص وأنشطة الجزيئات.

الفيزياء النووية: nuclear physics: دراسة بنية وخواص النواة الذرية.

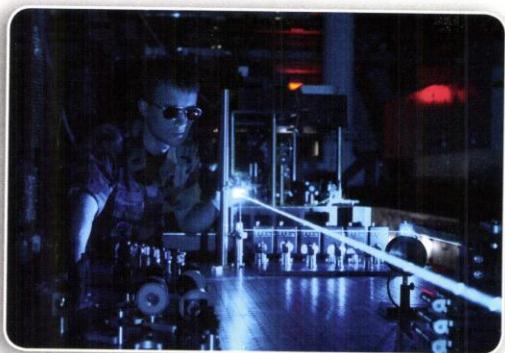
البصريات: optics: طبيعة ونشاط الضوء.

فيزياء الجسيمات: particle physics: دراسة نشاط وخواص الجسيمات الأولية.

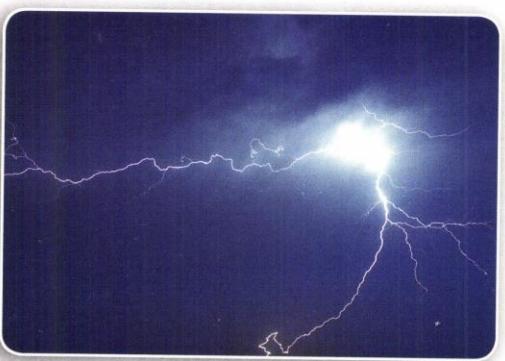
الفيزياء الكمية: quantum physics: دراسة النظرية الكمية التي تتناول المادة والإشعاع الكهرطيسي.

فيزياء الحالة الصلبة: liquid-state physics: دراسة الخواص الفيزيائية للمواد الصلبة.

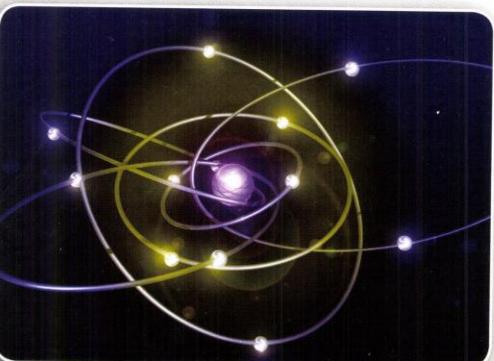
الديناميكا الحرارية: thermodynamics: دراسة الحرارة وأشكال الطاقة الأخرى.



فيزيائي أثناء عمله.



البرق هو أحد أشكال الكهرباء.



رسم لبنية إحدى الذرات.



اشتقت كلمة الفيزياء من اللغة اليونانية، وتعني الطبيعة.

# المواد الصلبة

الحالة الصلبة solid هي إحدى الحالات الثلاث للمادة إضافة إلى الحالتين السائلة liquid والغازية gas. ويمكن أن تتشكل الحالة الصلبة من حالة سائلة أو غازية سابقة. وتتميز المواد الصلبة بخواص ومواصفات معينة عن نظيراتها السائلة والغازية. وتعد أجسامنا بنيَّة صلبة، كما تكون الكراسي والسيارات والطاولات والكتب والمعادن والسلالم مواد صلبة أخرى.

## دراسة الخواص الفيزيائية

تدرس الخواص الفيزيائية للمواد الصلبة وفقاً لفيزياء المواد الصلبة. وتشمل هذه الخواص المغناطيسية والتعدين والقوة الميكانيكية ونقلية الكهرباء والحرارة. ويندرس الفيزيائيون خواص النماذج المختلفة من المواد الصلبة بفحص ترتيب وحركة الذرات والإلكترونات المكونة لها.

## خواص المواد الصلبة

- للمواد الصلبة شكل وحجم ثابتان.
- تتناظر جميع جسيمات المادة الصلبة مع بعضها البعض وفق نموذج منتظم.
- العناصر المكونة للمواد الصلبة لها موقع ثابتة في الفراغ نسبة إلى بعضها البعض. ويمكن لهذه العناصر أن تهتز فقط، ولكنها لا تستطيع أن تتحرك.
- يعد الجليد والخشب نموذجين من المواد الصلبة.

منزل مصنوع من الخشب،  
وهو أحد أشكال المواد الصلبة.



من صلب إلى حالة أخرى

يدعى التحول من صلب إلى حالة أخرى بتحول المادة. ويمكن أن يحدث ذلك بتطبيق قوة أو طاقة. وأنباء تحول المادة يتحول الجسم الصلب إلى شكله السائل أو الغازي. وبعد الماء من أشهر حالات تحول المادة، حيث يتتحول الجليد الصلب إلى ماء سائل عند تعرضه للحرارة، ثم يتتحول الماء عند تسخينه إلى أبخرة أو حالة غازية.



يبين ذوبان مكعب الزبدة تبدل الحالة من صلبة إلى سائلة.

### المادة الصلبة البلورية

تنتمي الذرات أو الجزيئات المكونة للمادة الصلبة البلورية crystalline ضمن نموذج هندسي منتظم. ومن الأشكال البلورية لهذه النماذج: الأشكال المكعبة، ورباعية الأضلاع، وسداسية الأضلاع، والمعينية، وأحادية الميلان، وثلاثية الميلان.

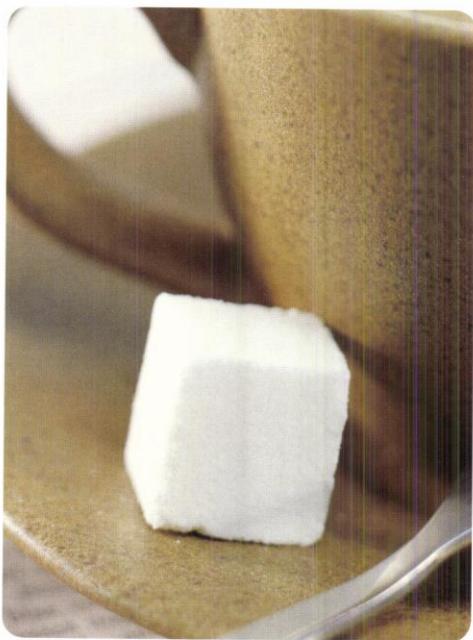
وللمواد الصلبة البلورية نقاط ذوبان أو انصهار melting points محددة.

ويعد السكر المذرور ومكعبات السكر والجليد من المواد الصلبة البلورية. وتدعى الدراسة العلمية للبلورات وتشكلها بعلم البلوريات crystallography.



### اللا متبلورات الصلبة

اللا متبلورات الصلبة هي أشكال صلبة ليس لها بنية بلورية، وتتنظم فيها الجزيئات بطريقة عشوائية كما هي الحال في السوائل. وخلافاً للمواد الصلبة البلورية فإن المواد الصلبة اللا بلورية ليس لها نقاط ذوبان ثابتة.



مكعب السكر هو أحد أشكال المواد الصلبة البلورية.

### أنواع المواد الصلبة

تشمل المواد الصلبة البلورية جميع المعادن والكثير من الفلزات الأخرى، ولها انتظام صارم في الترتيب الذري الدوري. وتشمل المواد الصلبة اللا بلورية noncrystalline: solids، zجاج واللدن والهلام. وفي هذه المواد لا تنظم الذرات والجزيئات ضمن ترتيب شبه محدد.

وتشمل المواد الصلبة شبه البلورية quasicrystalline السبيانك المعدنية، وفيها تنظم الذرات ضمن نماذج لا تتكرر في الفراغات المنتظمة.

# السوائل

الحالة السائلة liquid هي إحدى حالات المادة، ولها حجم ثابت وشكل غير ثابت. ويتخذ السائل شكل الوعاء الذي يوضع فيه. وإذا ما نقل من وعاء إلى آخر فإن حجمه لا يتغير، ولكن شكله يتغير بحسب شكل الوعاء الجديد.

## خواص السوائل

- يمكن لجسيمات المادة السائلة أن تتحرك حول بعضها بسهولة.
- ليس لهذه الجسيمات ترتيب منتظم.
- من الصعب ضغط السوائل.
- يعد الماء واللزيل وعصير البرتقال بعض النماذج عن السوائل.

## المواد السائلة

يعتمد الشكل السائل لمادة على درجة الحرارة والضغط الصحيحين. فمثلاً يوجد الماء كسائل ضمن درجة حرارة الغرفة room temperature والضغط الجوي الطبيعي. وبعد البروم والغاليوم والزيت العناصر الكيميائية الوحيدة التي توجد في شكلها السائل ضمن درجة حرارة الغرفة والضغط الجوي الطبيعي.

ومن المركبات التي توجد على شكل سائل: الكحول، والغاز والزيت والماء.

بعض السوائل كالعصير واللزيل والصودا water هي مواد سائلة تعتمد على الماء based، لأنها تحتوي على عناصر متزجدة أو منحلة في الماء.

العصير سائل يعتمد على الماء.



## الانتشار

الانتشار diffusion هو أحد خواص السائل، حيث تتحرك بوجبة جزيئات السائل من المناطق الأعلى ترکيزاً إلى المناطق الأقل ترکيزاً. وتقوم جزيئات السائل بحركات عشوائية أثناء الانتشار. ويساعد الانتشار على مزج سائلين ببعضهما.

### جزيئات السائل

جزيئات السائل أقرب إلى بعضها من جزيئات الغاز، ولكنها ليست بالقرب نفسه الذي تكون عليه جزيئات المادة الصلبة. وتعد الطاقة الحركية لجزيئات السائل أعلى مقارنة بالطاقة الحرارية لجزيئات مادة صلبة. لذا تكون حركة جزيئات السائل أسرع من حركة الامتصاص والدوران والانتقال.

### المزوجية

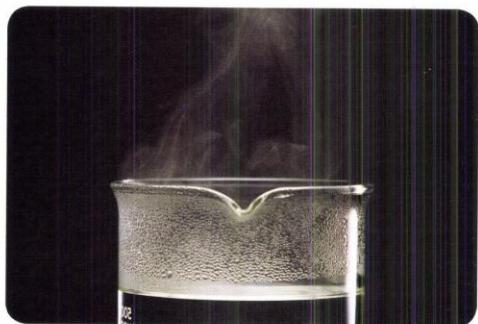
تدعى قابلية امتصاص أو انحلال السوائل في سوائل أخرى بالمزوجية miscibility. وهي تعتمد على قدرة الاستقطاب لجزيء السائل. ويمكن لسوائلين مستقطبين أن يمتصا بعضهما بسهولة كالماء

والكحول. ولكن من جهة أخرى لا يمتص الماء مع الزيت الذي يطفو على سطح الماء. ومتذبذب السوائل المستقطبة polar liquids مع سوائل أخرى مستقطبة، أما السوائل غير non-polar مستقطبة liquids فتذبذب فقط مع سوائل غير مستقطبة.

يعبر سكب  
الحليب في  
منقوع الشاي  
عن خاصية  
المزوجية

### النقية والممزوجة

هناك فئتان من السوائل: سوائل نقية pure liquids، ومزيجات سائلة liquid mixtures. فالماء سائل نقى، ولكن الدم والمشروبات وماء البحر هي مزيجات سائلة: إذ يحوى ماء البحر على الكثير من الأملاح المنحلة فيه، وهي عادة مواد صلبة في حالتها النقية. وهكذا يمكن للمزيج السائل أن يحوى على مواد تكون في حالتها النقية سائلة أو صلبة أو حتى غازية.



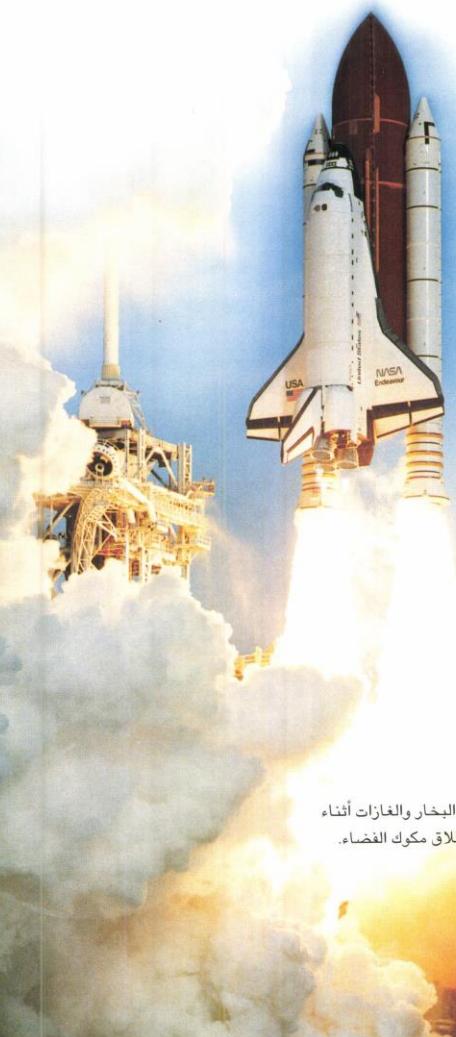
يعبر تبخر الماء عن تبدل الحالة من سائل إلى غاز.

### تحول السوائل إلى حالاته الأخرى

يمكن للسوائل أن تتحول إلى حالات أخرى بواسطة تسخينها أو تبريدها. يتمدد السائل عند تسخينه، ويتناقص عند تبريده. ويؤدي تسخين السائل حتى نقطة غليانه إلى تحوله إلى حالته الغازية. ولكن تبريد السائل حتى نقطة تجمده يحوله إلى حالته الصلبة.

# الغازات

الغاز **gas** هو أحد حالات المادة التي ليس لها شكل ثابت أو حجم ثابت. وتوجد فراغات كبيرة بين جزيئات المادة الغازية، وليس لها ترتيب منتظم. وتنتظم هذه الجزيئات بشكل حر، وتحرك بشكل عشوائي في مختلف الاتجاهات. ويعد بخار الماء من أفضل الأمثلة عن الحالة الغازية.



ينتشر البخار والغازات أثناء انطلاق مكوك الفضاء.

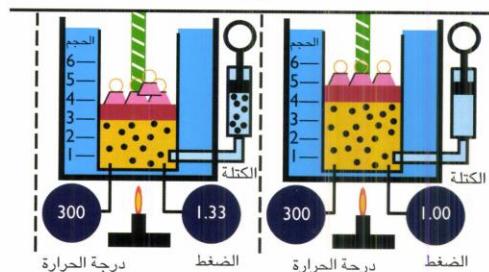


## قوانين الغازات

### قانون شارل

يقول قانون شارل Charles' Law: إن الغاز يتمدد بالنسبة نفسها من حجمه كلما تعرض لارتفاع بدرجة حرارة واحدة. وبحسب هذا القانون تبقى النسبة بين حجم الغاز ودرجة حرارته ثابتة إذا لم يتغير الضغط. ( $\text{أو } V/T = \text{ثابت}$ ).

### قانون بويل



### قانون بويل

يقول قانون بويل Boyle's Law: إن ضغط الغاز يزداد عندما يقل حجم الغاز. وبحسب قانون بويل تبقى نتائج ضغط الغاز وحجمه ثابتة إذا لم يحدث تغير في درجة الحرارة أو كمية جسيمات الغاز الموجودة في الوعاء. ( $\text{أو } PV = \text{ثابت}$ ).

### قانون أفوكادرو

يقول قانون أفوكادرو Avogadro's Law: إن أحجام الغازات المتساوية تحتوي على نفس العدد من الجسيمات إذا تساوى الضغط ودرجة الحرارة فيما بينها. وقد اكتشف أن حجم 22.4 لتر من الغاز في درجة حرارة الصفر المئوية ضمن الضغط الجوي المعتمد تحوي  $6.02 \times 10^{23}$  جسيم.

### قانون الغاز العام

يجمع قانون الغاز العام بين قوانين بويل وشارل  $PV = nRT$  وأفوكادرو: حيث  $P$  = الضغط،  $V$  = الحجم،  $T$  = درجة الحرارة المطلقة،  $R$  = ثابت الغاز العالمي (قيمته 8.314 جول/كالفن).

أبخرة غازية



## النظرية الحركية للغازات

kinetic theory of the gases تشرح النظرية الحركية للغازات وبحسب النظرية الحركية فإن gases أنشطة الغازات. وبحسب النظرية الحركية فإن المادة تتتألف من ذرات أو جزيئات دائمة الحركة. وتشير النظرية أيضاً مختلف خواص الغازات كالضغط ودرجة الحرارة والحجم من خلال دراسة تركيبها الجزيئي وحركة جزيئاتها.

وتفترض النظرية أن الجزيئات شديدة الصغر بالنسبة إلى المسافات فيما بينها. كذلك فإن الجزيئات في حركة عشوائية دائمة، وكثيراً ما تصطدم بعضها ببعضها ويجدون الوعاء الذي يحويها، فتبدل هذه الجزيئات جهداً على الجدران يمكن قياسه. وعندما تقسم الجهد على المساحة المعرضة له فإننا نحصل على الضغط. ويعتمد معدل الطاقة الحركية لجسيمات الغاز على درجة الحرارة التي يوجد ضمنها.

# الطاقة

تعرف الطاقة **energy** عموماً على أنها القدرة على إنجاز العمل، ويرمز لها بالرمز **E**. والطاقة لا يمكن خلقها ولا يمكن تدميرها إلى العدم، فالكمية الإجمالية للطاقة ثابتة دائماً. وهي دائمة الانتقال من مصدر إلى آخر مغيرة شكلها في كل مرة. فمثلاً يمكن لاصطدام كرتى البلياردو أن يوقف كلّاً منها، محولاً الطاقة إلى شكل صوت وبعض الحرارة. وتقاس الطاقة بالجول (**J**) أو بالنيوتن/متر مربع ( $N/m^2$ ).



الطاقة الكيميائية **chemical energy**: وهي أحد أشكال الطاقة الساكنة، وتعلق بالتشكيل البنوي الناتج عن الروابط الكيميائية بين الجزيئات. ويعود التفاعل الجاري بين المركبات الكيميائية إلى إنتاج طاقة كيميائية. كما تؤدي تجزئة أو حل روابط جزء إلى إنتاج طاقة كيميائية تعطينا بدورها مركباً جديداً.

الطاقة الكهربائية **electrical energy**: وتعرف علمياً باسم الكهرباء. وهي تدفق الشحنة أو القدرة من أجل إنتاج الطاقة. ويتم احتزان التدفق ضمن ناقل، فيصبح هذا الناقل مصدراً ثانوياً للطاقة.

## أشكال الطاقة

لا يمكن للطاقة أن تخلق أو تدمى، لذا فإنها تحول إلى نماذج وأشكال مختلفة. وفيما يأتي بعض من أشكال الطاقة:

الطاقة الحرارية **thermal energy**: تنشأ الطاقة الحرارية نتيجة لازدياد درجة الحرارة بسبب زيادة نشاط أو سرعة جزيئات جسم ما، أو بمعنى آخر تتحدد الطاقة المتحركة والطاقة الكامنة في جزء متحرك لتشكلا طاقة حرارية.

الطاقة الميكانيكية mechanical energy: يدعى اجتماع الطاقة الحركية والطاقة الكامنة ضمن نظام ميكانيكي بالطاقة الميكانيكية. وهي تتعلق إما بموقع الجسم أو حركته، وفي النظام الميكانيكي تكون قوة الثقالة (أو gravity الجاذبية الأرضية) هي القوة الوحيدة التي يجب اعتبارها. يؤدي ذلك إلى جعل الطاقة الميكانيكية ثابتة في الأنظمة التي لا تملك سوى قوى الثقالة.



تمتلك الكرة المتحركة طاقة حركية.

الطاقة الحركية kinetic energy: هي الطاقة التي يحويها الجسم أثناء تحركه، وتمثل بصيغة:  $K = \frac{1}{2}mv^2$ , حيث تحسب الطاقة الحركية K بالكتلة m التي تتحرك بالسرعة v وهي كمية سلمبية (غير موجهة) لا تذهب بأي اتجاه.

الطاقة الكامنة potential energy: تدعى الطاقة التي يملكها الجسم حين يكون في وضع السكون بالطاقة الكامنة. وقد أطلق عليها هذا الاسم المهندس والفيزيائي الاسكتلندي ويليام رانكين William Rankine في القرن التاسع عشر.



تمتلك الكرة في وضعية السكون طاقة كامنة.



الطاقة الإشعاعية radiant energy: وتنتقل هذه الطاقة عن طريق الإشعاع، لاسيما الموجات الكهرومغناطيسية. لذا فهي تعرف عموماً بكونها الطاقة الخفيفة light energy. وتنشر هذه الطاقة على شكل جسيمات، وتوجد ضمن مجال الأمواج الكهرومغناطيسية.

الطاقة المغناطيسية magnetic energy: هي الطاقة الكامنة في حقل مغناطيسي. وتؤثر الطاقة المغناطيسية على جسيمات معدنية معينة فتجذبها إليها أو تصددها عنها. ويدعى هذا التأثير بالмагناطيسية magnetism.

الطاقة النووية nuclear energy: توجد بعض الطاقة داخل الذرة. وينتج التفاعل النووي عن التغير في بنية الذرات. وتدعى الطاقة المتولدة نتيجة لهذه التفاعلات بالطاقة النووية. ويطلق على الطاقة النووية اسم الطاقة الذرية atomic energy وبحسب الصيغة  $E=mc^2$  التي تقدم بها أينشتاين فإن الطاقة النووية يمكن أن تتحرر إما بالاضمحلال الإشعاعي radioactive decay أو بالانشطار الإشعاعي nuclear fission لذا فيحسب المصطلحات المعروفة تعد الكمية الهائلة من الطاقة التي يحررها المفاعل النووي أثناء الانشطار النووي طاقة نووية.

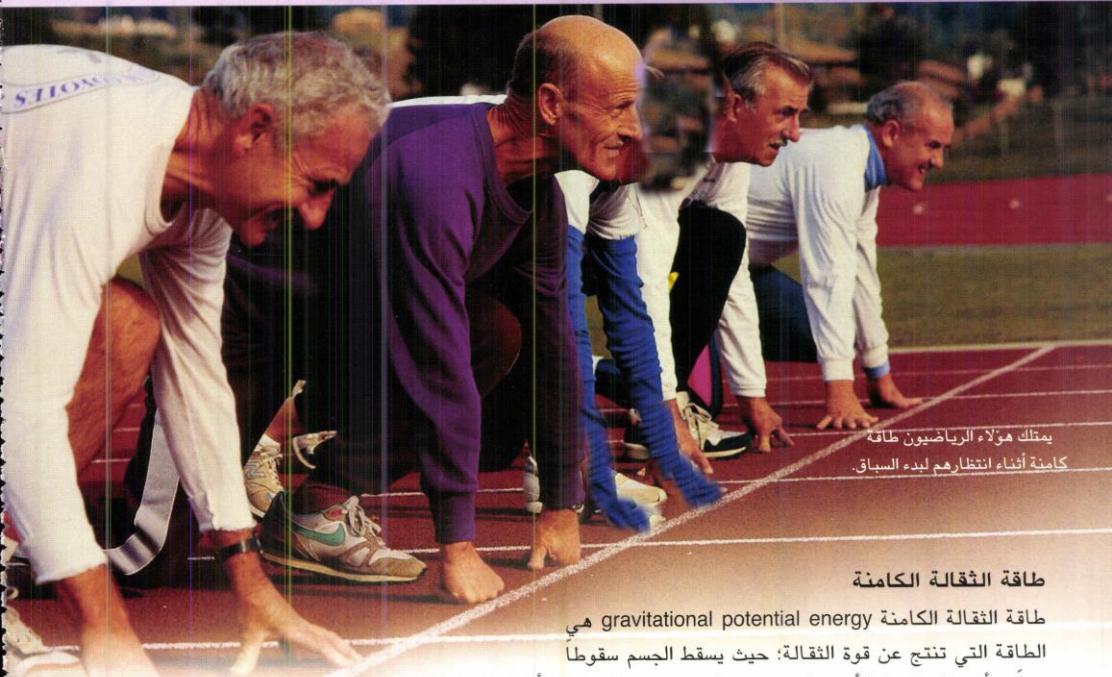
الطاقة المرنة elastic energy: هي الطاقة الكامنة المختزنة عندما يتلوه جسم ما، وهي تنتج عن التشوه المرن لمادة صلبة أو سائلة. بالنسبة للنطاق تتمثل مرونته في قدرته على العودة إلى وضعية التوازن equilibrium position التي كان عليها قبل أن يضغط على سطح ما.

الطاقة الصوتية sound energy: إن اهتزازات الضغط التي تنتقل في مادة صلبة أو سائلة أو غازية بترددات ضمن المجال المسمى تدعى الصوت sound. والصوت هو موجات منتقلة، وتدعى الطاقة الموجدة في الموجات الصوتية بالطاقة الصوتية.

# الطاقة الكامنة والطاقة الحركية

الطاقة الكامنة potential energy جسم ما هي الطاقة التي يخزنها الجسم في وضعية السكون. وهي تنتج عن الوضعية التي يتتخذها الجسم أثناء كونه ساكناً. أما الطاقة الحركية فتبرز إلى الوجود حين تحاول قوة ما أن تشد هذا الجسم إلى الخلف نحو وضعية طاقة أدنى. وتدعى هذه القوة بقوة الاستعادة restoring force.

الطاقة الحركية هي الطاقة التي يحويها الجسم أثناء حركته. ويمكن تعريفها علمياً بأنها العمل المطلوب لتسريع جسم ذي كتلة معينة من وضعية السكون إلى سرعته الحالية. ويحافظ الجسم على طاقته الحركية بعد أن يبدأ بالتسارع إلى أن يغير من سرعته.



يمتلك هؤلاء الرياضيون طاقة  
كامنة أثناء انتظارهم لبدء السباق.

## طاقة الثقالة الكامنة

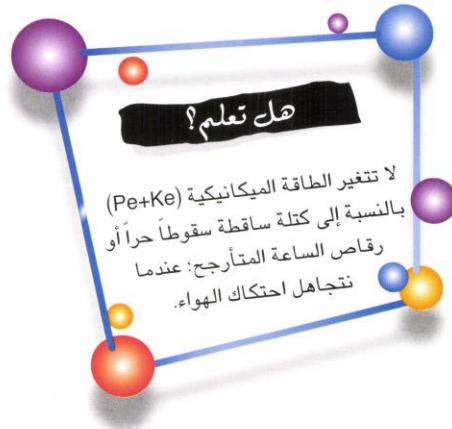
طاقة الثقالة الكامنة gravitational potential energy هي الطاقة التي تنتج عن قوة الثقالة، حيث يسقط الجسم سقوطاً حرّاً بتأثير الجاذبية الأرضية، فمن جهة تدعم قوة الثقالة الجسم ليختبر السقوط، ولكن طاقة الثقالة الكامنة تعارض هذه الحركة. وهذا تدعى الطاقة المخزنة في شيء ما بطاقة الثقالة الكامنة. وتختزن الطاقة نتيجة لجذب قوة الثقالة للجسم نحو الأرض.

## أنواع الطاقة الكامنة

تعطي قوى مختلفة أنواعاً مختلفة من الطاقة الكامنة. ويعنى آخر يمكننا القول إن القوة المخزنة تعطي طاقة كامنة. نورد فيما يلي الأنواع المختلفة للطاقة الكامنة بحسب القوى التي تطلقها.

## الطاقة الكامنة الكيميائية

تدعى الطاقة الكامنة المتعلقة ببنية العنصر بالطاقة الكامنة الكيميائية. وغالباً ما يكون التناقض نتيجة للروابط الكيميائية بين الجزيئات. ويمكن أن تحول الطاقة الكيميائية للجزيئات إلى أشكال أخرى من التفاعلات الكيميائية.



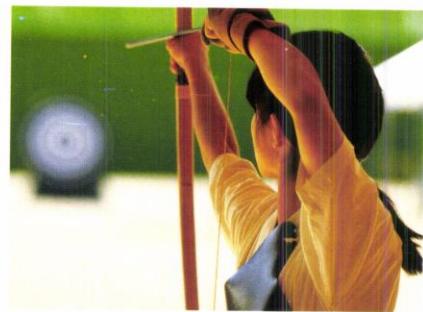
لا تتغير الطاقة الميكانيكية ( $Pe+Ke$ ) بالنسبة إلى كتلة ساقطة سقوطاً حرّاً أو رصاص الساعة المتأرجح: عندما نتجاهل احتكاك الهواء.

## حساب الطاقة الحركية

يمكن حساب الطاقة الحركية لكتلة النقطة  $m$  التي تتحرك بالسرعة الاتجاهية  $v$  وفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{الطاقة الحركية} = mv^2/2$$

تشير هذه المعادلة أن الطاقة الحركية ليس لها تتناسب طرداً مع كتلة الجسم ومربع سرعته. ويعني ذلك أنه حين تتضاعف السرعة بمقدارين تزداد الطاقة الحركية بعامل يساوي الأربع. والطاقة الحركية هي كمية سلمبية ليس لها اتجاه ولكنها ذات مقدار. وكل الطاقات الأخرى تقاس الطاقة الحركية بوحدة الجول (J).



## القوة الكامنة المرنة

ينتتج عن القوة التي تحاول أن تعيد الشيء إلى شكله الأصلي طاقة كامنة مرنة. ويعزى ذلك إلى مرنة الشيء. وتعلق كمية الطاقة الكامنة المرنة المخزنة في الشيء بكلمة شدة الشد، فكلما شدناه أكثر اتسعت الطاقة المخزنة إلى حد أعلى.

## الطاقة الكامنة النووية

تدعى الطاقة الكامنة للجسيم المخزنة في نواة الذرة بالطاقة الكامنة النووية. ومع أن الجسيمات النووية ترتبط فيما بينها بقوى نووية قوية إلا أنه توجد بعض الطاقة الكامنة التي تولدها توى ضعيفة لأنواع معينة من الانضمام كالإشعاعي كاصمحلان بيتا مثلاً.



## حساب الطاقة الكامنة

$$\text{الطاقة الكامنة} = m \times g \times h : (PE)$$

$$m = PE/m \times h : (m)$$

$$h = PE/m \times g : (h)$$

حيث:

$$PE = \text{الطاقة الكامنة}$$

$$m = \text{كتلة الجسم}$$

$$g = \text{تسارع الجاذبية}$$

$$h = \text{ارتفاع الجسم}$$

# الزَّخْمُ (كمية الحركة)

الزخم momentum هو أحد خواص الجسم المتعلقة بكتلته وسرعته الاتجاهية. ويمكن تعريفه بدقة على أنه كتلة متحركة. وهو كمية موجهة لها مقدار magnitude واتجاه direction. ويعتمد اتجاه الزخم على اتجاه سرعة الشيء. لذا يمكن حساب الزخم (P) لجسم ذي كتلة (m) يتحرك بسرعة اتجاهية (v) وفقاً لما يلي:

$$P = m \times v$$

لذلك تصبح وحدة قياس الزخم كغ.م/ثا أو (kgm/s).



هل تعلم؟

كان ابن سينا Avicenna من أوائل المفكرين العظام في مجال الميكانيك؛ حيث طرح تصوره للزخم أثناء مرحلة النهضة الإسلامية حوالي سنة 1000 ميلادية.

أنواع الزخم

يعتمد الزخم على نوع حركة الجسم فيكون خطياً linear أو زوياً angular.

## الزخم الخطى

لكي نميز الزخم عن الزخم الزاوي فإننا نشير له بالزخم الخطى. لذا يعتمد الزخم الخطى لجسم على إطار الإسنان لهذا الجسم (إطار الإسنان هو الإطار الذى تُسند إليه مواقع الأجسام وحركتها. وهو أساس مقارنة الأحداث الفيزيائية). وقد وجدنا أن اختزان الزخم الخطى هو القانون الأساسي في الطبيعة. وبين أن الزخم الإجمالي ضمن نظام مغلق يكون ثابتاً؛ وبمعنى ذلك أن زخم جسمين يصطدمان ببعضهما يبقى هو نفسه مع إمكانية تحوله إلى شكل آخر من الطاقة. والصيغة الرياضية هي:

$$m_1v_1 = m_2v_2$$

حيث  $m_1$  هي كتلة الجسم الأول الذي يتحرك بالسرعة الاتجاهية  $v_1$ . كما أن  $m_2$  و  $v_2$  هما الكتلة والسرعة الاتجاهية للجسم الثاني على التوالي.

نشاهد الزخم الخطى  
في لعبة البلياردو



## الزخم الزاوي

الزخم الزاوي (أو زخم الدوران) هو زخم الجسم الذي يكون في حالة حركة دائرية. ويقال أن الزخم الزاوي للجسم الدائر هو نتاج كتلة العطالة للجسم وسرعته الزاوية أو الدورانية. ويعرف أيضاً بأنه النظير الدوراني للزخم الخطى. ويتم تمثيله رياضياً بالقانون:

$$L = Iw$$

حيث  $L$  هي زخم الجسم في لحظة العطالة  $I$  والسرعة الدورانية  $w$ . ويحسب هذا الزخم وفق قاعدة الزخم الخطى بحسب:

$$L = r \times p$$

حيث  $r$  هو متوجه الاستقرار للجسم بالنسبة إلى الأصل،  $p$  هو الزخم الخطى للجسم،  $w$  هي إشارة الضرب الموجة.

نشاهد الزخم الزاوي أو الدوراني في لعبة (القلابة).



# السرعة والسرعة الموجة

السرعة speed هي مقدرة الجسم على تحديد الزمن اللازم لقطع مسافة ما. فهي إذاً معدل قطع الجسم لتلك المسافة. أو بمعنى آخر المسافة المقطوعة ضمن فترة زمنية معينة. والسرعة هي كمية سلémie، لها مقدار، ولكن ليس لها اتجاه. ويشار إليها أيضاً بمقدار متوجه السرعة الموجة. وتقاس بوحدة المتر في الثانية (م/ثا)، ولكننا غالباً ما نستخدم وحدة الكيلومتر في الساعة (كم/سا). أما معدل تغيير الجسم لموضعه واتجاهه فيعرف بالسرعة الموجة velocity. فالسرعة الموجة هي كمية موجهة لها مقدار واتجاه.

## معدل السرعة

حين تقسم المسافة التي يقطعها الجسم على الفترة الزمنية الفاصلة نحصل على معدل السرعة average speed لهذا الشيء ضمن تلك الفترة الزمنية. ويحسب معدل السرعة وفق المعادلة:

$$\text{معدل السرعة} = \frac{\text{المسافة المقطوعة}}{\text{زمن الانتقال}}$$

## السرعة اللحظية

يعرف مقدار السرعة اللحظية الموجة لجسم ما بالسرعة اللحظية instantaneous speed. ومع اقتراب الزمن من نقطة الصفر تصبح السرعة اللحظية هي الحد لمعدل السرعة.

سيارة تتحرك بسرعة عالية، وغالباً ما نستخدم السرعة العددية (السلémie) للتعبير عن ذلك.

## السرعة اللحظية الموجة

السرعة اللحظية الموجة instantaneous velocity هي السرعة الموجة خلال لحظة زمنية معينة، ولها مقدار واتجاه.



### معدل السرعة الموجة

يدعى معدل آخر إزاحة displacement يقطعها الجسم بالنسبة إلى الزمن الإجمالي الذي يستغرقه الجسم لقطع هذه الإزاحة بمعدل السرعة الموجة average velocity.

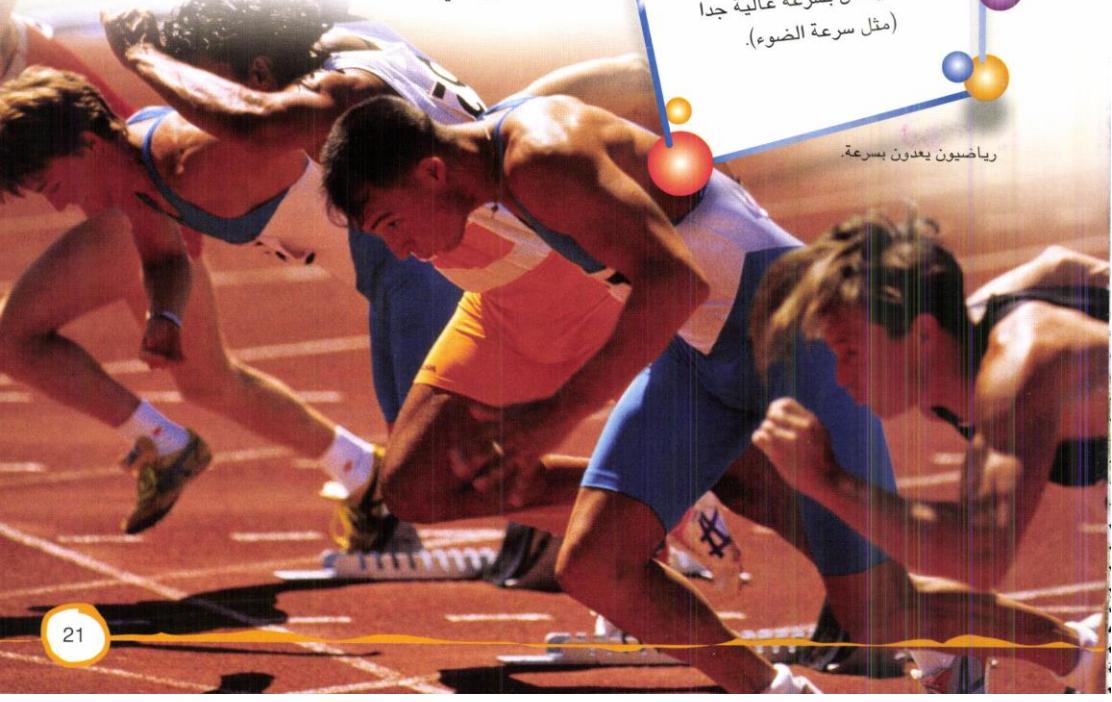
أي:

السرعة الموجة = الإزاحة الناتجة / الزمن الكلي المستغرق.  
لذا فإن معدل السرعة الموجة لجسم متحرك خلال فترة زمنية معينة هي المسافة الإجمالية مقسومة على الزمن الإجمالي المستغرق أثناء الانتقال في اتجاه معين.

### هل تعلم؟

يصبح الجسم أصغر حجماً عندما ينتقل بسرعة عالية جداً (مثل سرعة الضوء).

رياضيون يعدون بسرعة.



# التسارع

يعرف تبدل السرعة الموجة خلال وحدة الزمن بالتسارع **acceleration**، وهو كمية موجة **vector quantity**. وفي حالة السير ضمن خط مستقيم فإن التسارع يعد معدل زيادة سرعة الجسم. ويقاس التسارع بوحدة (م/ث<sup>2</sup>).

يمكن لهذه الطائرة أن تتسارع  
بوساطة تغيير سرعتها  
واتجاهها في آن معاً.



## التسارع الزاوي

يدعى معدل السرعة الزاوية الموجة خلال فترة زمنية محددة بالتسارع الزاوي **angular acceleration**. ويرمز للتسارع الزاوي بالحرف اليوناني ( $\alpha$  ألفا)، ويقاس بوحدة الراديان في المتر المربع. (rad/m<sup>2</sup>) ويمكن تعريفه رياضياً كما يلي:

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

أو

$$\alpha = at \frac{r}{r}$$

## أنواع التسارع

اعتماداً على نموذج حركة الشيء يمكن التمييز بين ثلاثة أنواع من التسارع هي: التسارع المنتظم **uniform acceleration**, التسارع الزاوي **angular acceleration**, وتسارع الجاذبية **gravitational acceleration**.

حيث ( $\omega$ ) هي السرعة الموجة الزاوية **angular velocity**, ( $a$ ) هي التسارع المماسى الخطى **linear tangential acceleration**, ( $r$ ) هي المسافة من بداية النظام الإحداثي **coordinate system** الذي يحدد كل من ( $\theta$ ) و( $\omega$ ).



قيمة تسارع الكرة  
عندما تسقط على  
الأرض هو  $9.8 \text{ م/ث}^2$ <sup>2</sup>

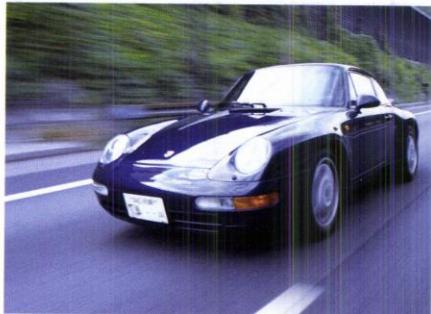
## الأرض

### تسارع الجاذبية

يدعى التسارع الذي تسببه الجاذبية بتسارع الجاذبية (أو التسارع التجاذبي) gravitational acceleration. وهو التسارع الذي يكتسبه الجسم أثناء سقوطه الحر بفعل الجاذبية الأرضية. ويعرف أيضاً بالتسارع الناتج عن الجاذبية. ويرمز لهذا التسارع بالحرف g، ويمثل كاما يلي:

$$g = GM / R^2$$

حيث g هو التسارع الناتج عن ثقالة الجسم ذي الكتلة M (الأرض هنا). أما G فهي ثابت الجاذبية العام ذو القيمة  $6.6742 \times 10^{11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$  و R هي نصف قطر الجسم، وتعد قيمة التسارع بسبب الجاذبية قيمة ثابتة قدرها  $9.8 \text{ م/ث}^2$ .



### التسارع المنتظم

يمتلك الجسم تسارعاً منتظماً uniform acceleration حين يكون معدل تغير السرعة الموجهة متساوياً مع الفترات الزمنية المتساوية. يحدث ذلك حين تتغير سرعة الجسم بمعدل ثابت. وحين يكون للجسم تسارع منتظم أثناء حركته الخطية فإن ذلك يعطينا معادلة الحركة التالية:

$$\begin{aligned} v &= u + at \\ a &= \frac{v-u}{t} \end{aligned}$$



# الحرارة ودرجة الحرارة

تعرف الحرارة **heat** بأنها انتقال الطاقة بين جسمين أو نظامين. ومن جهة أخرى فإن درجة الحرارة **temperature** هي مقياس سخونة أو برودة جسم ما.

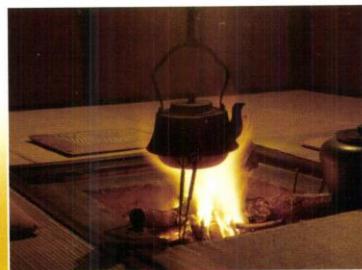
وتربط الحرارة ودرجة الحرارة ببعضهما: لأن رفع الحرارة (التسخين) **heating** يسبب زيادة في درجة الحرارة. والحرارة هي الطاقة التي توجد في الجزيئات، أما درجة الحرارة فهي قياس لأحد أنواع الطاقة الموجودة في المادة.

## الحرارة الكامنة

تحتل الطاقة الحرارية التي تم امتصاصها أو إطلاقها كمادة كيميائية من حالة إلى أخرى. وقد ابتكر الفيزيائي الاسكتلندي والبروفيسور في جامعة غالاسغو جوزيف بلاك Joseph Black اسم الحرارة الكامنة **latent heat**. وتقاس الحرارة الكامنة بالجول joule.

## استخدام الحرارة

تنتقل الطاقة الحرارية من جسم إلى آخر على الدوام في العالم. ولا يقتصر عمل الحرارة على الظواهر الفيزيائية كانفجار النجوم، بل إنها مفيدة في العمليات الحيوية كنمو الأزهار والأوراق في النبات. وتعد الحرارة مسؤولةً عن تبدلات الطقس بشيكابولا للغيوم. كذلك يستخدم الناس الحرارة في حياتهم اليومية لتشغيل المحركات وألات المصانع وتدفئة منازلهم في الشتاء.



تستخدم حرارة النار لإعداد الطعام.

## انتقال الحرارة

توجد ثلاثة طرائق لانتقال الحرارة: التوصيل الحراري conduction، والحمل الحراري convection، والإشعاع radiation. ويحدث التوصيل الحراري في المواد الصلبة. ويحدث الحمل الحراري في السوائل والغازات. أما الإشعاع فيحدث في حالة غياب أي وسط.

## درجة الحرارة

درجة حرارة temperature جسم هي معدل الطاقة الحرارية للجسيمات المكونة لذلك الجسم. أو بمعنى آخر: هي درجة سخونة أو برودة الأشياء. كذلك فإن درجة الحرارة هي مقاييس لسرعة تحرك جزيئات شيء ما، فكلما زادت حرارة الشيء، زاد معها تحرك الجزيئات المكونة له، والعكس صحيح.

## السعرات الصغرى والسعرات الكبرى

- تعرف السعرة الصغرى (أو الحريرة الصغرى) small calorie أو الغرام كالوري gram calorie بأنها كمية الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة 1 غرام من الماء بمقدار درجة مئوية واحدة بمنزلة أو بالقرب من درجة حرارة الماء حين يكون أشد كثافة.

- وتعرف السعرة الكبيرة (أو الحريرة الكبيرة) large calorie أو (الكيلوغرام كالوري) kilogram-calorie بأنها كمية الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة 1 كغ من الماء بمقدار درجة مئوية واحدة.

## التوصيل الحراري

التوصيل أو النقل الحراري conduction هو انتقال الحرارة عبر المواد الصلبة. فحين تمسك بفنجان من القهوة الساخنة بيدك تشعر بلذعة حرارة الفنجان تنتقل إلى يدك؛ حيث انتقلت حرارة الفنجان الساخن إلى يدك بواسطة التوصيل الحراري. ولا تنقل جميع المواد الحرارة بالسرعة نفسها، حيث تعد المعادن كالحديد والنحاس والألومنيوم من النواقل الجيدة للحرارة good conductors، أما الملابس والخشب فهي نواقل bad conductors ردية للحرارة.



## قياس درجة الحرارة

تقاس درجة الحرارة بمقاييس فاهرنهايت وسلزیوس (المئوي) وكلفن.

سمى مقياس فاهرنهايت Fahrenheit scale نسبة إلى الفيزيائي الألماني دانييل غابريل فاهرنهايت Daniel Gabriel Fahrenheit الذي وضع هذا الميزان سنة 1724. وبحسب مقياس فاهرنهايت فإن درجة تجمد الماء هي 32 درجة فاهرنهايت (ف)، ودرجة غليانه هي 212 درجة فاهرنهايت (ف).

أما مقياس سلزیوس Celsius scale فقد سمى نسبة إلى آندرس سلزیوس Anders Celsius، وهو عالم فلك سويدي. اقترح سلزیوس ميزاناً مشابهاً لميزان فاهرنهايت سنة 1742 حيث تمثل فيه نقطة الصفر درجة غليان الماء ونقطة 100 درجة تجمد الماء. ولكن مقياس سلزیوس الحديث يعد أن الماء يغلي عند درجة 100 سلزیوس، ويتجدد في درجة صفر سلزیوس.

اقتراح اللورد كلفن Lord Kelvin ميزان كلفن سنة 1848 بحيث إن درجة الصفر (كلفن) هي درجة الحرارة المطلقة وهي تساوي  $(273.15)$  درجة سلزیوس (مئوية)، وهي أخفض درجة حرارة ممكنة في الكون.

## الحمل الحراري

تنتقل الحرارة عبر السوائل والغازات بواسطة الحمل الحراري convection. وتحدث عملية النقل حين تنتقل المواقع الأكثر سخونة في السائل أو الغاز إلى المواقع الأكثربرودة فتحل محلها بينما تبدأ المواقع الباردة بالسخونة لأنها تحل محل المواقع الساخنة. وتستمر هذه العملية فتنتقل الحرارة إلى كافة المواقع في السائل.

## الإشعاع

تحصلنا حرارة الشمس عن طريق الإشعاع radiation. ولا يعتمد الإشعاع على أي تماست بين مصدر الحرارة والأشياء التي تسخن بواسطته، فهو يسمح للحرارة بالانتقال عبر الفراغ.

# التمدد والتقلص

تتألف جميع مواد هذا الكون من ذرات. وتنتمي الذرات بخاصية التمدد **expansion** والتقلص **contraction** بحسب ارتفاع وانخفاض درجة الحرارة. لذا يعرف التمدد بأنه التوسيع في حجم المادة نتيجة لارتفاع درجة الحرارة. ويسبب ارتفاع درجة الحرارة زيادة في معدل الاهتزازات والمسافة بين جزيئات المادة، مما يؤدي إلى زيادة في حجم المادة. وبعكس ذلك يعد التقلص نقصاً في حجم المادة نتيجة لأنخفاض درجة الحرارة.

## العامل المؤثرة في التمدد

يعتمد تمدد المادة على طبيعة تلك المادة. ففي حالة المواد الصلبة تتذبذب الجزيئات في مواضع ثابتة لأنها متراسة جداً مما يعطيها شكلها النهائي، ومن ثم يقل التمدد بسبب ذلك. أما في السوائل فتكون الجزيئات أقل تراساً منها في المواد الصلبة، لذا تتتمدد السوائل أكثر من المواد الصلبة. وفي الغازات يكون ارتباط الجزيئات ببعضها أكثر انحلالاً، لذا فإن أي ارتفاع في درجة الحرارة يؤدي بالجزيئات إلى أن تتذبذب بسرعة أكبر مما يحدث تماماً كبيها في الغازات.

هل تعلم؟

حين ترتفع درجة الحرارة من صفر إلى 4 مئوية فإن الماء، خلافاً لمعظم المواد، يتقلص بدلاً من أن يتتمدد. ولكنه يعود إلى سلوكه الطبيعي بعد أن يتجاوز نقطة أربعة درجات مئوية، ويعود إلى التمدد مع زيادة درجة الحرارة.

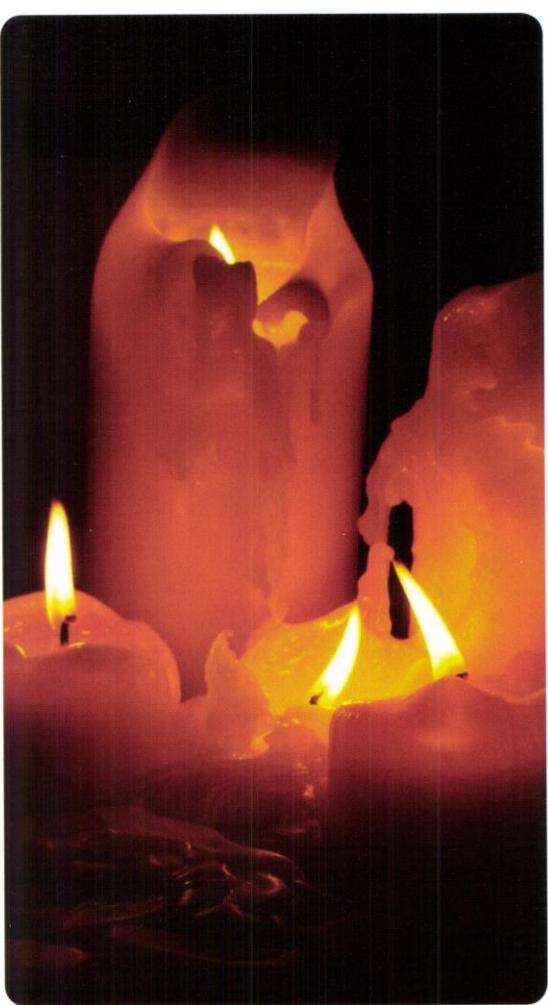
كل المادة الموجودة في الكون تتتمدد بنسبة منتظمة.

## معاملات التمدد

إن ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى ازدياد الطاقة الحركية. وهذه الزيادة في الطاقة الحركية تزيد بدورها من زيادة حركة الجزيئات في المادة. وتحتاج حركة الجزيئات إلى فراغ يمكن للمادة أن تتمدد فيه. وإن الزيادة في كمية وحدة الطول في أي اتجاه للمادة ضمن ارتفاع درجة حرارة مئوية واحدة يدعى معامل التمدد الطولي للمادة coefficient of the linear expansion.

بالنسبة للسوائل فإن زيادة البعد الطولي ليست بذات أهمية، بل إن زيادة الحجم ككل هي المهمة. لذلك فحين تتعرض أي وحدة حجم لسائل إلى ارتفاع درجة حرارة واحدة تحدد كمية التمدد كما هي، ويطلق عليها معامل الحجم volume coefficient أو معامل التمدد التكعيبى coefficient of cubical expansion.

جزيئات الغازات رخوة الارتباط ببعضها بعضًا. ويعود ذلك إلى أن تبدي الغازات أفضل تمدد حراري. ومعامل التمدد هو نفسه لجميع الغازات في درجات الحرارة العادية وهو  $1/273$  من الحجم في درجة الصفر المئوية عندما ترتفع بمقدار درجة واحدة. وقد تم اعتماد هذه الخاصية في الغازات عندما صمم ميزان كلفن للحرارة، أو المقياس المطلق absolute scale لدرجات الحرارة.



تتمدد مادة الشمع مع ذوبان الشموع.

### حساب المعامل

يمكن التوصل إلى معامل التمدد الطولي بتقسيم معامل التمدد التكعيبى على ثلاثة.

$$\text{أي: معامل التمدد الطولي} = \frac{\text{معامل التمدد التكعيبى}}{3}$$

فإن تم تحديد كمية تمدد مادة، يمكن الحصول على المعاملات الطولية بتقسيم كمية التمدد الإجمالية على ناتج الرقم الأصلي لوحدة الطول والزيادة في رقم درجة الحرارة.

# الديناميات الحرارية

الديناميات الحرارية **thermodynamics** هي فرع من الفيزياء والكيمياء تدرس تحول الطاقة بين الحرارة والعمل الميكانيكي. وهي تعالج بشكل أساسى العلاقة بين الحرارة والخواص الأخرى للمادة. وهي تهتم بانتقال الحرارة بين مختلف مستويات تحولات الطاقة أثناء الفعل المادى. وهي تهتم بانتقال الحرارة بين مختلف مستويات تحولات الطاقة أثناء الفعل المادى. وهي تهتم بانتقال الحرارة بين مختلف مستويات تحولات الطاقة أثناء الفعل المادى.

**Laws of Thermodynamics** قوانين الديناميات الحرارية

## قوانين الديناميات الحرارية

### القانون الأول

يصرح القانون الأول First Law أن الطاقة لا يمكن خلقها أو تدميرها، بل يمكن تحويلها من شكل إلى آخر يكرر هذا القانون نوعاً ما قانون احتزان الطاقة. فعلياً يمكن القول أن التحول في الطاقة الداخلية لنظام هي الفرق بين الطاقة التي يمتلكها النظام من محیطه والطاقة التي يطلقها هذا النظام على ما يحيط به.

يقول القانون الصفرى Zeroth Law إن الجسم يبقى في حالة توازن حراري إذا كانت درجة حرارته ثابتة خلال فترة زمنية طويلة. كما يقول: إذا كان الجسم (أ) في حالة توازن حراري مع كل من الجسمين (ب) و(ج)، فإن (ب) و(ج) في حالة توازن حراري فيما بينهما أيضاً.

أي: إذا كان حرارة أ = حرارة ب  
حرارة أ = حرارة ج  
فإن حرارة ب = حرارة ج

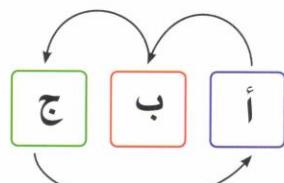
يعنى آخر إذا كان نظامان في حالة توازن حراري مع نظام ثالث، فإن هذين النظيمتين في حالة توازن حراري مع بعضهما بعضاً.



المرحلة 2

$$\text{الطاقة الداخلية} = E_2 - E_1 = Q - W$$

القانون الأول للديناميات الحرارية



القانون الصفرى للديناميات الحرارية.

### القانون الثالث

يعالج القانون الثالث القصور الحراري entropy والصفر المطلق absolute zero للنظام. فالقصور الحراري لنظام ما هو ميله إلى الانتقال من حالة نظام متخفض إلى حالة نظام عالي. والصفر المطلق هي درجة حرارة افتراضية يصل عندها النظام إلى أدنى قيمة له. وبحسب قانون الديناميات الحرارية لا يمكن التوصل إلى الصفر المطلق بشكل عملي لأن هذا يعني انتزاع الديناميات الحرارية بشكل كامل من باقي الكون.

لذا ينص أنه حين يصل النظام إلى الصفر المطلق فإنه يتوقف ويصل قصوره الحراري إلى أدنى قيمة له. ويعني ذلك أنه من المستحيل لنظام أن يصل إلى الصفر المطلق من درجات الحرارة ضمن سلسلة متقطعة finite series من خطوات العمل.



### القانون الثاني

ينص القانون الثاني للديناميات الحرارية أنه في نظام ما لا يمكن لدفق الطاقة أو الحرارة أن يعبر من درجة حرارة متخفضة إلى درجة حرارة عالية ببارادته. ولكن يمكن لمثل هذا الانتقال أن يتم إذا أنجز النظام نوعاً من الأعمال. فمثلاً إذا وضع مكعب من الجليد في قدر من الماء الحار فإنه سيذوب، لأن الطاقة الحرارية للماء الحار تكون عند درجة حرارة متخفضة، لذلك إذا أردنا أن نحافظ على المكعب الجليدي يجب إنجاز عمل ما أو بذل طاقة خارجية.



### وسائل قياس الديناميات الحرارية

(1) المتر الديناموحراري thermodynamic meter هو وسيلة لقياس أي من معاملات النظام الديناموحراري، مثل السعر calorimeter المستخدم لقياس كمية الحرارة المضافة إلى النظام.

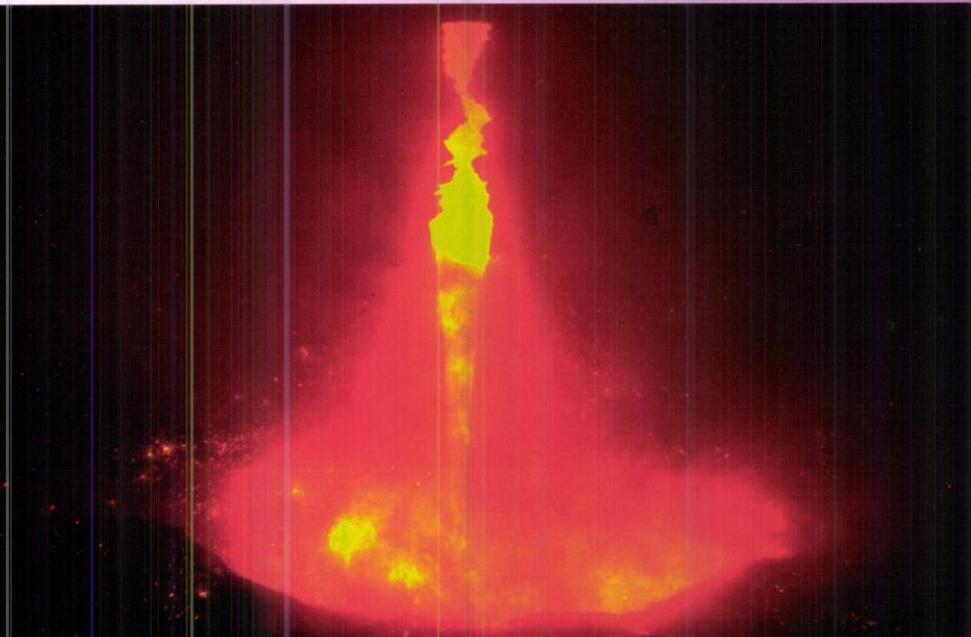
(2) الخزان reservoir: وهو نظام يضفي قيمة معينة لحالة المعامل في النظام. ويعني ذلك أنه يمكن التحكم بطبيعة التماس مع الخزان، فهو من الكبر بحيث يغير حالة المعاملات حين يتصل بباقي النظام. فالضغط الجوي مثلاً يعد خزانًا ديناموحرارياً أساسياً يمارس ضغطاً جوياً على ميزان الحرارة.



القانون الثاني  
للديناميات الحرارية.

# الاحتراق

الاحتراق **combustion** هو حالة من الاضطراب العنيف لإنتاج الحرارة والضوء بالتفاعل مع الأكسجين. ويتضمن الاحتراق تفاعل كيميائي مطلق للحرارة بين المادة المؤكسدة والوقود.



الضوء والحرارة الناتجان يتفاعلان مع الأكسجين ويولدان اضطراماً.

## أنواع الاحتراق

الاحتراق الكامل **complete combustion**: وهو الاحتراق الذي تحرق فيه المتفاعلات بالأكسجين، وينتج عنه عدد محدود من المنتجات، والمنتجات التي تتشكل نتيجة لهذا الاحتراق هي الأكسيدات المعروفة. فمثلاً يعطينا الكربون ثانوي أكسيد الكربون، ويعطينا التروروجين أكسيدات التروروجين، إلخ.

الاحتراق غير الكامل **incomplete combustion**: يحدث هذا النوع من الاحتراق في ظروف تكون فيها كمية الأكسجين قليلة. وتمتنع قلة الأكسجين إنتاج ثانوي أكسيد الكربون والماء.



**تطبيقات الاحتراق**  
 1) العنفة الغازية: gas turbine: تستخدم العنفة الغازية محركاً دواراً يحصل على طاقته من تدفق الاحتراق. وتدعى أيضاً عنفة الاحتراق burning turbine internal combustion engine (2) محرك الاحتراق الداخلي: محرك الاحتراق الداخلي داخل المحرك، حيث يحدث الاحتراق داخل المحرك كما يحدث في محركات السيارات التي تعمل على مكبس الغازولين gasoline piston التي يحدث الاحتراق في داخلها بدلاً من موقع خارجي كما في المحركات البخارية steam engines.



جذوات مدحنة

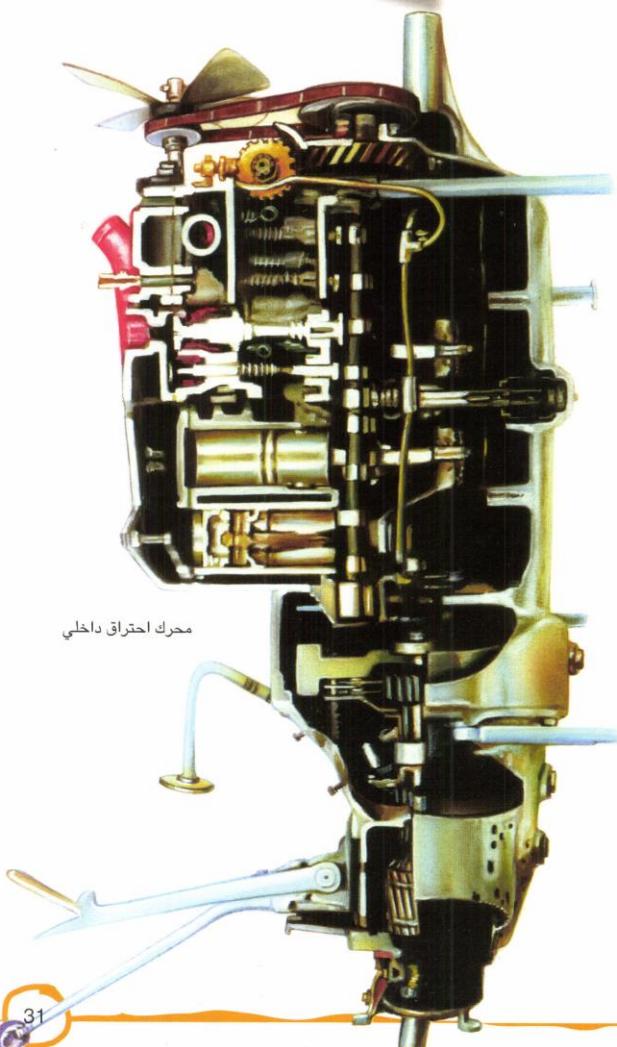
الاحتراق الدخاني smoldering: وهو نوع من الاحتراق غير الكامل، يتم ببطء وبدون لهب في درجات حرارة منخفضة. ويقوم هذا الاحتراق بهجوم مباشر على الأكسجين الموجود بكثافة على سطح الوقود.

الاحتراق السريع rapid combustion: يعرف أيضاً بالحرق fire. وهو احتراق سريع تنتجه كميات كبيرة من الطاقة الحرارية والضوئية المتمثلة في اللهب. كما ينتج أحياناً كميات كبيرة من الغازات التي تؤدي إلى ضغط عالي ينتجه عنه صوت قوي، ويعرف الاحتراق في هذه الحال بالانفجار explosion.

وتستخدم الآلات كمحركات الاحتراق السريع thermobaric وأسلحة الضغط الحراري weapons

الاحتراق المضطرب أو المهاجم turbulent combustion: الاحتراق المضطرب هو ذلك الاحتراق الذي ينتج عنه لهب متاجج ويستخدم في عمليات المزج بين أنواع الوقود والموكسيدات لزيادة الاحتراق لذا كان مفيداً في التطبيقات الصناعية، كالعنفات التي تعمل على الغاز.

الاحتراق البطيء slow combustion: هو احتراق يحدث في درجات حرارة منخفضة. وهو احتراق داخلي يؤكسد المادة حين تشتعل كلتها بواسطة الحرارة.



## مصادر الطاقة غير المتجددة

الطاقة غير المتجددة non-renewable energy هي أحد المصادر الطبيعية للطاقة، وتأتينا من الأرض، ولا يمكن إنتاجها أو إنماؤها أو خلقها أو استبدالها في فترة زمنية قصيرة. وتعرف مصادر الطاقة الفحم الحجري والنفط والغاز الطبيعي بأنه وقود حفري fossil fuel، وهي أهم فئات مصادر الطاقة غير المتجددة. وقد تشكل الوقود الحفري من انحلال المادة الميتة والمتفسخة من نباتية وحيوانية التي ماتت منذ آلاف السنين. والوقود الحفري مادة غير متجددة، لأنه لا يمكن تعويضها بالسرعة نفسها استهلاكها.

### الغاز الطبيعي

الغاز الطبيعي natural gas غاز عديم اللون والرائحة. وككل أنواع الوقود الحفري الأخرى من فحم حجري ونفط فإن الغاز الطبيعي يوجد تحت سطح الأرض. ويتألف الغاز الطبيعي في معظم من غاز يدعى الميثان (أو الميثان) methane. والميثان هو أحد المركبات الهيدروكربونية البسيطة، ويتألف من كربون وهيدروجين. وتستخدم المركبات الهيدروكربونية بشكل أساسي كوقود لإنتاج الحرارة والكهرباء أو لتشغيل السيارات. لذا كان الغاز الطبيعي مفيداً في الأغراض الصناعية والمنزلية ووسائل النقل. وفي الولايات المتحدة تأتي 22% من متطلبات الطاقة الإجمالية من الغاز الطبيعي.

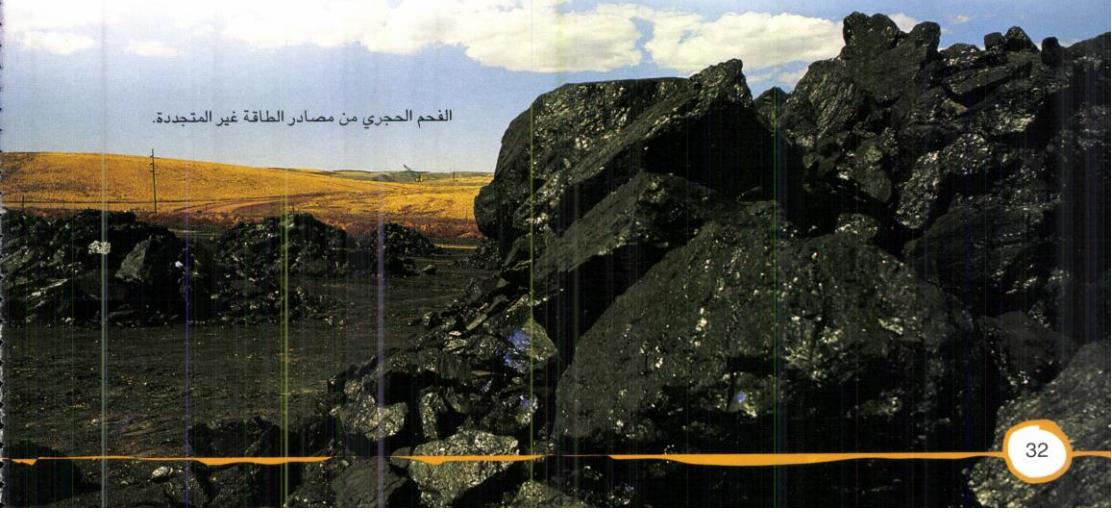
محطة إنتاج الغاز الطبيعي.



### تشكل الغاز الطبيعي

تشكل الغاز الطبيعي من البقايا المتحللة للنباتات والحيوانات. وتدعى هذه المواد المتحللة بالمواد العضوية organic matter وقد شكلت هذه المواد العضوية خلال ملايين السنين طبقات سميكة مغطاة بالصخور والتربيه. وبفضل الحرارة والضغط تحولت هذه المواد العضوية المحتبسة إلى فحم حجري ونفط (أو بترول) وغاز طبيعي. ويوجد الغاز الطبيعي عادةً بالقرب من احتياطيات البترول.

الفحم الحجري من مصادر الطاقة غير المتجددة.



## الغاز الطبيعي المضغوط



مراقبة أمنية بمحاذاة ناقلة غاز طبيعي سائل.

## الغاز الطبيعي السائل

الغاز الطبيعي السائل liquid natural gas هو غاز طبيعي تم تقطيعه أو تسبيكه بواسطة التبريد. ويستخدم الغاز الطبيعي السائل كوقود بديل في مختلف أنحاء العالم.

ومن مميزات الغاز الطبيعي السائل أنه غاز نظيف، وليس له أي ضرر يذكر على البيئة. وحين يتعرض إلى الهواء فإنه يتبخّر بسرعة، ويتفاوت من دون أن يترك خلفه أي بقايا. والغاز الطبيعي السائل رخيص نسبياً وسهل النقل.

يمكن استخراج النفط الخام من أعماق البحر أيضاً.

يمكن استخدام الغاز الطبيعي المضغوط compressed natural gas كوقود بديل لتشغيل السيارات. وهو غاز طبيعي تم ضغطه إلى حجم كبير ضمن خزانات خاصة تدعى الأسطوانات cylinders. والغاز الطبيعي المضغوط أقل حجماً من الغاز الطبيعي لهذا فإن لا يحتل حيزاً كبيراً، ويمكننا ذلك من استخدام أسطوانات الغاز الطبيعي المضغوط بشكل عملي في سياراتنا. ويتم استخدام الغاز الطبيعي المضغوط على نطاق واسع في الحالات والشاحنات والسيارات. وبعد الغاز الطبيعي المضغوط أحد مصادر الوقود البديلة alternative fuels الأكثر أماناً ونظافةً وأقل كلفةً من سواه.

## هل تعلم؟

يعد الحبر وأقلام الكرياتون والمضيغة (العلكة) وسوائل غسل الصحنون وملطفات الجو وأسطوانات التسجيل والنظارات وعجلات السيارات من بين 3000 منتج من منتجات النفط الخام عدا الوقود كالغازولين والديزل.



# مصادر الطاقة المتجددة-1

مصادر الطاقة المتجددة **renewable energy sources** هي مصادر طبيعية يمكن للطبيعة أن تشكّلها وتتعرّض لها خلال فترة زمنية قصيرة. فالطبيعة دائمة التشكيل لهذه المصادر. وتشمل المصادر المتجددة النباتات والماء والتربة والشمس.

## القدرة الشمسية

الشمس هو مصدر طاقة القدرة الشمسية solar power. إلا أن طاقة الشمس ليست متاحة في جميع الأوقات. تنتج الطاقة الشمسية عن التحويل الفوتوطاوئي photovoltaic conversion. وتولّد القراء الكهربائية بشكل مباشر من ضوء الشمس ضمن خلية فولطا ضوئية photovoltaic cell، وكذلك تولّد القدرة الشمسية بواسطة المولدات الكهروحرارية الشمسية solar-thermal electric generators. وهي تسخّر طاقة الشمس لإنتاج البخار الذي يدفع العنفات المولدة للكهرباء.

## محطات القدرة الحرارية الشمسية

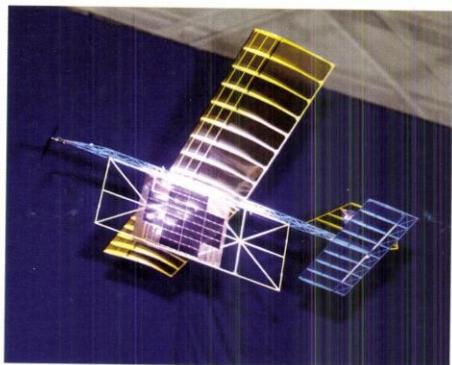
تستخدم محطات القدرة الحرارية الشمسية solar thermal power plants الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء بشكل مباشر وتجهز الالاقطات الحرارية الشمسية solar thermal receptors ب بحيث تسخّن سائلًا مولّدًا للبخار. تحول عنفة البخار إلى طاقة ميكانيكية ثم تتحول هذه بدورها إلى كهرباء بواسطة مولد ملحق بالعنفة.

محطة شمسية



### تاريخ القدرة المائية

القدرة المائية هي أحد مصادر الطاقة القديمة، وكان اليونانيون القدماء من أوائل من عرفوا استخدامات القدرة المائية؛ فقد استخدمو الطواحيين المائية water wheels لطحن القمح إلى طحين. وقد كانت هذه الطواحيين المائية تشبه كثيراً العنفات الحديثة. ثم استخدم نوع آخر وأكبر من النواير في القرن الوسطي لتوليد القدرة. وقد نشأت العنفات الحديثة اعتماداً على مبدأ الطواحيين المائية، وكان أول من اخترع العنفة المهندس الفرنسي بنوا Benoit Fourneyron سنة 1827.



خلية فولتانية ضوئية.

### القدرة المائية

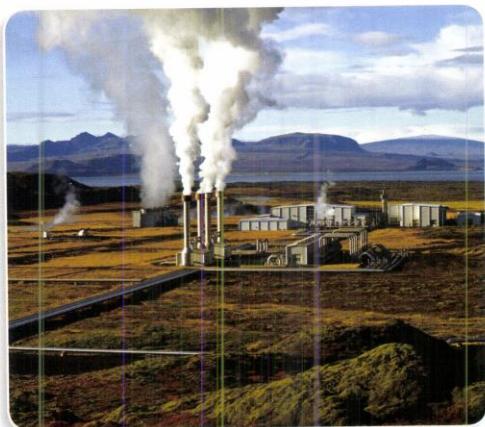
يقصد بالقدرة المائية عملية توليد القدرة من الماء الجاري حين يدبر عنفة متصلة بمولد. وتنبع طريقةان مختلفتان في الأنظمة الكهرومائية في الطريقة الأولى يبذل الماء المخزن في السدود ضغطاً على شفرات العنفة التي تسير المولد فتنتج الكهرباء. وفي الطريقة الثانية تطبق قوة تيار النهر على شفرات العنفة فتحرکها بسرعة كبيرة مما يجعلها تولد الكهرباء.

محطة قدرة مائية

### محاسن ومساوئ الخلايا الفولطاوضوئية

تحول الخلايا الفولطاوضوئية الطاقة مباشرةً إلى كهرباء، وهي خلايا سهلة التركيب، ويمكن استخدامها في أي مكان، ولا تحتاج هذه الخلايا إلى أجهزة توليد ميكانيكية ثقيلة. ولا تولد الخلايا الفولطاوضوئية أية منتجات ثانوية، كما أنها لا تحدث تلوثاً صوتياً. إلا أنها للأسف لا تعمل إلا في المناخات الحارة، فالخلايا الفولطاوضوئية عديمة الفائدة أثناء الطقس الغائم أو في الليل.

## مصادر الطاقة المتجددة-2



محطة حرارية أرضية في إيسنلدا.

**قدرة الرياح**  
تولد قدرة الرياح باستخدام عنفة ترک عادةً على برج. وتلتقط العنفة طاقة الرياح، وتحولها إلى كهرباء. وقد استخدمت قدرة الرياح لسنوات طويلة لتشغيل الطواحين والمضخات المائية.

### القدرة الحرارية الأرضية

تعد الطاقة الحرارية المدفونة تحت الأرض هي مصدر القدرة الحرارية الأرضية (أو الجوفية) geothermal power. ففي بعض المناطق تحت الأرض تسيل المغما أو المواد المصهورة قريبة من سطح الأرض مما يسخن المياه الجوفية ويحولها إلى بخار.

وتبني محطات القدرة الحرارية الأرضية بالقرب من هذه الخزانات الساخنة من المياه الجوفية، وهي تشبه أية محطة قدرة أخرى إلا أنها لا تحرق الوقود لتوليد الكهرباء. ففي محطات القدرة الحرارية الأرضية يضخ الماء البارد عبر أنابيب إلى جوف الأرض فتحول حرارة الأرض الماء البارد إلى حرارة وبخار. ويستخدم البخار لتدوير العنفات وتوليد الكهرباء. وتستخدم الحرارة المولدة بشكل مباشر في أنظمة التدفئة المركبة في المباني.

تعد محطة القدرة الحرارية الأرضية في لاردريلو Lardello بجنوب إيطاليا أول محطة قدرة حرارية أرضية في العالم، وقد بنيت سنة 1911. وموقع المحطة يعرف بوادي الشيطان .Valle del Diavolo (Devil's Valley)

### محطات الرياح

محطات (أو مزارع) الرياح wind farms هي مناطق مسطحة ومفتوحة تهب فيها الرياح بسرعة لا تقل عن 14 ميلًا في الساعة (22كم/سا). وتحوي محطات الرياح عشرات العنفات الهوائية التي تنتج الكهرباء. وتعد قدرة الرياح wind power من أسرع التقنيات في العالم لانتاج الكهرباء. أما أكبر محطة رياح في العالم فهي مركز طاقة الرياح في هورس هولو Horse Hollow Wind Energy Center في ولاية تكساس الأمريكية، إذ أنها تحوي 421 عنفة هوائية تنتج قدرة كهربائية كافية لـ 230.000 منزل في كل عام.

محطة رياح



## طاقة الأمواج

تحمل الأمواج كبيات هائلة من الطاقة التي تتحرر عند الخط الساحلي. ويمكن للأمواج المحيطات على طول سواحل العالم أن تولد ما بين 3-2 مليون ميجا واط من القدرة. وتوجد السواحل الغنية بقدرة الأمواج wave power في غرب الولايات المتحدة وأوروبا وجنوب أفريقيا وشمال كندا واليابان ونيوزيلندا وأستراليا. وفي الولايات المتحدة يملك الخط الساحلي لكاريليفورنيا أعلى إمكانيات إنتاج للقدرة الموجية.

## هل تعلم؟

يتميز خليج فندي Bay of Fundy في مقاطعة نوفا سكوتيا الكندية بتعرضه لأعلى حركات المد والجزر في العالم، ويمكن لهذا الخليج أن ينتج ما مقداره 14.000 ميجا وات من قدرة المد والجزر.

## قدرة المد والجزر

تنقل حركات المد والجزر في المحيطات كتلاً مائياً ترتفع وتختنق دورياً في معظم أرجاء الكره الأرضية. وتعتبر حركات المد والجزر المحيطية مصدراً محتملاً لطاقة نظيفة بديلة: فكلما ارتفع منسوب المياه أو انخفض حمل معه كمية كبيرة من الطاقة، ولو مكنا من تغيير كافة الطاقات الموجوية في المد والجزر tidal energy لحصلنا على 64.000 ميجا واط من الكهرباء. إلا أنه لا تصلح جميع سواحل العالم لتوليد الكهرباء من المد والجزر؛ فالسواحل المفيدة لتوليد الكهرباء هي تلك التي يكون الفارق بين المد والجزر فيها لا يقل عن 16 قدماً. ومن المواقع الممكنة لتوليد الطاقة المدية الجزرية هي تلك الموجودة في المملكة المتحدة ونيوزيلندا وتركيا وأستراليا وكندا.

## الإيثanol

الإيثانول ethanol وقود حيوي، وهو سائل عديم اللون ذو رائحة مميزة. وتحصل على الإيثانول بتخمير السكر الذي نحصل عليه من محاصيل الذرة والذرة البيضاء وقصب السكر والقمح والأرز. كما يمكن إنتاجه من الأعشاب ودواли العنب والخشب وبقايا المحاصيل والجرائد القديمة. يستخدم هذا الوقود الحيوي المتجدد كوقود بديل على نطاق واسع. ويمزج الإيثانول مع الغازولين غير المرصص unleaded gasoline ويستخدم كوقود لوسائل النقل. وهو الآن أكثر وقود حيوي تستخدمه وسائل النقل في العالم. والإيثانول وقود نظيف، ويبعد أقل من 25% من غازات الدفيئة من أي وقود نقل تقليدي آخر.

## الطاقة في المحيطات

تنطي المحيطات 70% من سطح الكره الأرضية، وهي من أكبر الممنصات للطاقة الشمسية مما يجعلها مصدراً محتملاً لطاقة نظيفة ومتتجدة. ولو استطعنا الحصول على 0.2% من هذه الطاقة لولدنا ما يكفي من القدرة للتغطية كافية لاحتياجاتنا من الطاقة. ويمكن الحصول على طاقة المحيطات من الأمواج وحركتي المد والجزر.

## محطات الأمواج

محطات (أو مزارع) الأمواج wave farms هي منشآت تستخدم لتوليد قدرة الأمواج معتمدة على مختلف التقنيات. وقد بنيت أول محطات أمواج في العالم في منتزة أغوسادورا Aguacadura الساحلي في البرتغال. يستخدم المنتزه آلية تحويل الطاقة الموجية المسماة بـ Pelamis ليتحكم بقدرة الأمواج. ويستخدم نظام بيلامس أنابيب فولاذية حمراء وضخمة متصلة ببعضها البعض، وتتصل الأنابيب بشبكة قدرة بواسطة كابل وحيد لتوليد الطاقة.



مصنع إنتاج الإيثانول

# القوة

تعرف الطاقة أو الشدة الفيزيائية التي تؤثر أو تحدث تغييراً في حمية فيزيائية ما بالقوة force . ويمكن تعريفها على أنها دفع أو سحب جسم لحركته من حالة السكون state of rest التي يكون عليها. يمكن للقوة إذاً أن تتسبب بتسارع جسم ذي كتلة أو بتغيير سرعته الموجهة. وهي حمية متوجهة ذات مقدار واتجاه.

## أنواع القوة

يوجد الكثير من أنواع القوى في الطبيعة. تصنف القوة إلى صنفين رئيسيين بحسب ما إذا كانت ناتجة عن تماس أو عدم تماس contact أو جسمين متفاعلين، وهذا الصنفان هما: قوى التماس contact forces وقوى الفعل عن بعد action-at-a-distance forces.

### أ. قوى التماس

هي القوى التي تحرك الجسم بمسه أو الاتصال به مباشرةً. وتنتج هذه القوة حين يبذلو أن جسمين متفاعلين يتصلان ببعضهما فيزيائياً. حيث ينص قانون نيوتن الثالث للحركة Newton's third law of motion أن قوى التماس توجد في اتجاهات متساوية ومتعاكسة. وتعود قوى الاحتاك friction والشد tension والقوة الطبيعية tension هي ثلاثة أنواع لقوى التماس.

#### قوة الاحتاك

هي قوة التضاد force of opposition التي تنتج حين يتصل سطح جسم ما بسطح جسم آخر. وتدعى قوة التضاد الناتجة بالمقاومة resistance . ويعتمد الاحتاك الناتج على طبيعة السطحين ودرجة انضغاطهما على بعضهما. وهي أيضاً نوعين: احتاك حركي static friction، واحتاك ساكن kinetic friction.

#### قوة الشد

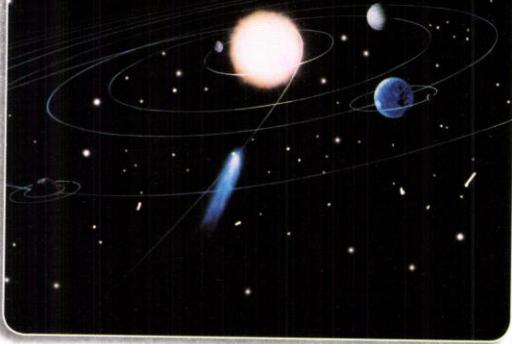
تدعى عظمة قوة السحب التي تطبقها الخيوط والحبال والسلالس على أجسام أخرى بقوة الشد tension force . وهي تكون دائماً في اتجاه الجسم الساخط لجسم الآخر، أي أنها تقاوم التواري مع الخيط الذي تطبق عليه القوة. وفي هذه الحال تكون كتلة الخيط أو الجبل نفسها غير ذات أهمية.

$$F_n = mg \cos \theta$$

حيث وتسارع الجاذبية التي تشير دائماً إلى مركز الأرض.

## ب - قوى الفعل عن بعد

تدعى القوى التي توجد في غياب التماس الفيزيائي بين جسمين متفاصلين بقوى الفعل عن بعد action-at-a-distance forces. يحدث هذا التفاعل في الفراغ، ولا يوجد وسط بين الجسمين المتفاصلين. ومن أمثلة قوى التفاعل عن بعد: قوة الجاذبية، والقوة المغناطيسية، والقوة الكهربائية.



تبقي الكواكب في مدارتها بسبب الجاذبية التي بينها وبين الشمس.

### قوة الجاذبية

قوة الجاذبية gravitational force هي القوة الناتجة عن وجود الجاذبية الأرضية وجاذبية الأجرام الفضائية الأخرى. وتبدى جميع الأجرام الفضائية قوى جاذبية تشد إليها الأجرام والأجسام الأخرى. اكتشف قانون هذه القوى السير إسحق نيوتن Sir Isaac Newton. وبحسب قانون نيوتن للجاذبية فإن كل كتلتين في الفضاء تذดبان بعضهما بعضاً بقوى شد جاذبة. ونحصل على قيمة هذه القوة من المعادلة:

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

حيث F هي القوة بين الكتلتين (وتقاس بالنيوتن)،  $m_1$  و  $m_2$  هما الكتلتان للجسم الأول والثاني على التوالي (وتقاسان بالكيلوجرام)، و  $r$  هي المسافة بين مركز ماتين الكتلتين (تقاس بالأمتار)، و G هي ثابت الجاذبية العالمي ( $6.7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ).

### القوة المغناطيسية

وهي شبيهة بالقوى السابقتين، ولكن القوة المغناطيسية magnetic force تختلف عن قوة الجاذبية والقوة الكهربائية في أن طاقتها الكامنة potential والعزمية momentic تكون على حساب الحقل المغناطيسي زمنياً. لذا فإن القوة المغناطيسية بين شحتين متحركتين يمكن التعبير عنها بأنها التأثير المطبق على كل شحنة بحقل مغناطيسي تخلقه الشحنة الأخرى.



### وحدة قياس القوة

النظام العالمي لقياس القوة هو النيوتن Newton، ويرمز له بالحرف (N) ويعرف النيوتن الواحد بأنه القوة المطلوبة لتسريع كيلوغرام واحد من الكتلة بمقدار متر واحد في الثانية المربعة.



تنجذب الشكلات إلى مغناطيس الحدوة بسبب القوة المغناطيسية.

# الحركة

الحركة motion هي تغيير وضعية أو موقع جسم ما بالنسبة إلى الزمن حين تطبق قوة على هذا الجسم. وبتحديد أكثر تعني الحركة تغيراً مكانيّاً spatial أو زمنياً temporal في نظام فيزيائي، وهي تحدث نتيجة لقوة مطبقة ويمكن التعبير عنها باصطلاحات السرعة الموجة.

## قوانين الحركة

القانون الثاني: يشرح العلاقات النوعية بين القوة والكتلة وتغييرات الحركة، وينص على الحاجة إلى قوة أكبر لتحرير جسم ثقيل للمسافة نفسها التي يتحرك لها جسم أخف وزناً. ويعبر عن ذلك بالصيغة التالية:

$$F = ma$$

حيث  $F$  هي القوة المطبقة التي تحدّرها كتلة الجسم  $m$  وتتسارعه بسبب الجاذبية  $a$ .

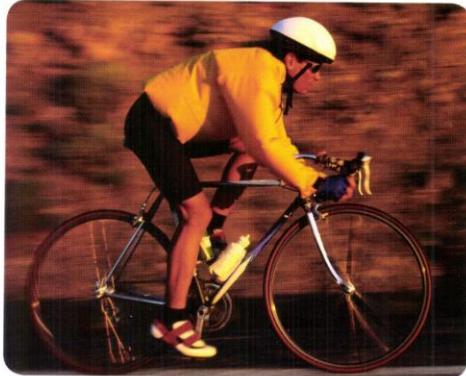
القانون الثالث: وهو أكثر القوانين الثلاثة شهرةً، وهو ينص على أنه لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه، أي أنّ أفعال وردود أفعال القوى المترادفة متساوية من حيث المقدار، ولكنها تسير في اتجاهات متعاكسة.

تقرّر الحركة عالمياً بواسطة قوانين الحركة التي وضعها السير إسحق نيوتن. وبشكل قانون نيوتن للحركة Newton's law of motion الأساس لعلم الميكانيك التقليدي. وقد طرح نيوتن مجموعة من ثلاثة قوانين تشرح العلاقة بين القوة المطبقة على جسم والحركة التي تسببها هذه القوة.

القانون الأول: ينص على أن الجسم يستمر في الوجود بحالته الأصلية إلى أن تطبق عليه قوة ما فتجبره على تغيير حركته. وبمعنى آخر يبقى الجسم المتحرك متراكماً والجسم الساكن ساكنًا إلى أن تطبق عليهم قوة خارجية. ويعرف ذلك أيضاً باسم قانون العطالة (أو القصور الذاتي) law of inertia.



شكل الأرجوحة حركة اهتزازية.



تتحرك عجلات الدراجة بحركة رحوية أو دورانية.

### الحركة الرحوية

الحركة الرحوية أو الدورانية rotary motion هي حركة دوران حول محور ثابت . ومن أفضل الأمثلة على ذلك دوران عجلة الدراجة على محورها.

### الحركة الدائرية

تدعى الحركة على مسار دائري أو حول دائرة بالحركة الدائرية circular motion . ويمكن أن تكون منتظمة أو غير منتظمة. ففي الحركة الدائرية المنتظمة تتنقل الأجسام بسرعة ثابتة محافظة على بعدها الثابت عن محور الدوران. أما الحركة الدائرية غير المنتظمة فهي تتنقل بسرعات مختلفة على المسار الدائري.

### الحركة الترددية

تعرف الحركة الترددية reciprocating motion بالاهتزاز vibration . ويقال عن جسم: إنه يتحرك حركة ترددية إذا كان ينتقل جيئةً وذهاباً أو نحو الأعلى ونحو الأسفل.



يتتحرك رقاص  
الساعة بحركة  
ترددية.



### هل تعلم؟

مع أن الشخص الجالس في سيارة يكون في وضعية السكون بالنسبة للسيارة، إلا أن كلاهما يتحركان بالنسبة إلى الأرض، والأرض تتحرك بالنسبة إلى الشمس وإلى مركز المجرة؛ وكل هذه الحركات نسبية.

### أنواع الحركة

تقسم الحركة إلى ستة أنواع هي: الحركة التوافقية البسيطة، والحركة الخطية، والحركة البراونية، والحركة الرحوية، والحركة الدائرية، والحركة الترددية.

#### الحركة التوافقية البسيطة

يمكن لحركة رقاص الساعة البسيطة أن تشرح المقصود بالحركة التوافقية البسيطة simple harmonic motion فهي تدل على حركة جسمية sinusoidal للجسم. وبحسب قانون Hooke's law فإن كل جسم يتعرض إلى حركة توافقية بسيطة بحيث يكون طول النابض متناسباً طرداً مع الثقل المحمول عليه طالما أن هذا الثقل لا يزيد عن حد مرoneة النابض.

#### الحركة الخطية

وكما نستدل من اسمها فإن الحركة الخطية linear motion هي حركة على خط أو درب واحد. ويمكن لهذه الحركة أن تكون منتظمة أو غير منتظمة. ويمكن وصف حركة جسم (أو نقطة) بموضعه  $x$  الذي يتغير مع الزمن  $t$ .

#### الحركة البراونية

الحركة البراونية Brownian motion (أو النغشان) هي حركة الجسيمات العشوائية حين تكون معلقة في سائل أو غاز. ولا تتبع هذه الحركة مساراً معيناً، وهي متعرجة الاتجاهات. ويمكن أحياناً لتصادم الجسيمات بجزيئات السائل أن يؤدي إلى حركة رحوية للجسم، ويدعى ذلك بالحركة البراونية الروحية rotational Brownian movement.

# الاحتكاك

الاحتكاك friction هي قوة التضاد التي تتوارد كلما حاول جسم ما أن يتحرك عبر جسم آخر. ويحدث الاحتكاك عادةً عندما يكون سطح الجسم خشنًا لأن السطح الخشن يبدي مقاومة أكبر، أما السطح الملمس فهو أقل مقاومة.

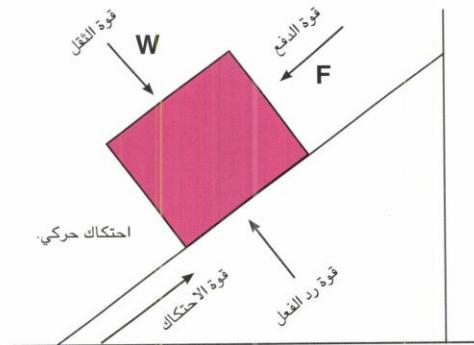
تؤدي صعوبة تحرك السيارة على الرمل إلى خلق احتكاك ساكن بينهما.



## أنواع الاحتكاك

### الاحتكاك الساكن

الاحتكاك static friction هو الاحتكاك الذي يحدث بين أسطح غير متحركة نسبياً، أو أنها في حالة السكون بالنسبة لبعضها البعض. ويتفاوت معامل الاحتكاك الساكن بين الصفر وأقل قوة مطلوبة لتحريك الجسم في حالة السكون، ويرمز له بالحرفين  $\mu_s$ .



## معامل الاحتكاك

يرمز للاحتكاك القراري عادةً بالرمز  $\mu_s$  وهو أعلى من معامل الاحتكاك الحركي. ويطلق أحياناً على أعلى قيم الاحتكاك الساكن حين تكون الحركة على وشك البدء .*limiting friction*

$$\mu_s = \frac{F_s}{N}$$

حيث:  
 $\mu_s$ : معامل الاحتكاك الساكن.  
 $N$ : قوة طبيعية.

يرمز لمعامل الاحتكاك الحركي بالحروف  $\mu_k$ ، ويمكن تمثيله كما يلي:

$$\mu_k = \frac{F_k}{N}$$

حيث:  
 $\mu_k$ : معامل الاحتكاك الحركي.  
 $N$ : قوة طبيعية.

يساعد الاحتكاك على تماستك العربة المنزلة مع الجسر



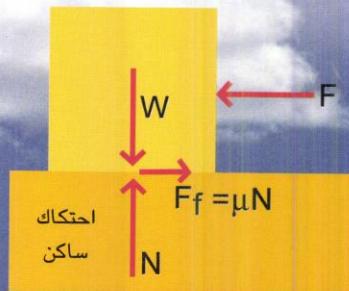
## هل تعلم؟

إن ظاهرة الاحتكاك تمكننا من السير على الأرض؛ فالقاومـة الناتجة عن الاحتكاك تحدث تماساً يلزم إحدى قدمينا بينما ترتفع الأخرى في الهواء لتنفيذ الخطوة التالية.



## الاحتكاك الحركي

يحدث الاحتكاك الحركي *kinetic friction* حين يكون كلاً الجسمين المحتكرين في حركة نسبية بالنسبة لبعضهما. ويدعى الاحتكاك الحركي بين مادة صلبة ومادة مائعة (سائلة أو غازية) بالاحتكاك المائع *fluid friction*. أما إذا حدث بين جسمين صلبين فيدعى بالاحتكاك المترافق *sliding friction*. ويرمز لمعامل الاحتكاك الحركي بالحروف  $\mu_k$ .



# العطاله

العطاله **inertia** هي خاصية الجسم لأن يقاوم أي تغيير في السرعة الاتجاهية. واكتشف قانون العطاله غاليليو غاليلي في القرن السادس عشر. وقد اعتقد غاليليو أن الاحتاك الذي يصنعه جسم ما لمقاومة التحرك يؤدي إلى العطاله، من هنا كان تفسير غاليليو للعطاله شبيهاً بقانون نيوتن الأول للحركة.

## الكتلة العطالية

الكتلة العطالية **mass** هي الكتلة الثقالية نفسها **gravitational mass** مع الاختلاف في طريقة تقريرهما. يمكن تقدير كتلة الثقالة بمقارنة قوة ثقالة كتلة غير معروفة مع كتلة معروفة، أما كتلة العطاله فتحسب بتطبيق قوة معروفة على كتلة غير معروفة لقياس التسارع، وبتطبيق قانون نيوتن الثاني نجد أن:

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

ويتناسب تسارع جسم ساقط عكساً مع كتلة عطالته وطرداً مع كتلة ثقالته، وحيث أن جميع الأجسام الساقطة لها التسارع الثابت فيجب أن تكون كلا الكتلتين متساويتين. وبذلك يمكن تمثيل الكتلة

العطالية بما يلي:

$$m = \frac{P}{V}$$

حيث **m** تدل على الكتلة العطالية، و **P** هي زخم الجسم في السرعة الموجة.<sup>٧</sup>

## الكتلة والعطاله

تعرف الكتلة **mass** على أنها خاصية الجسم لأن يكون له وزن في الثقالة، والكتلة **quantitative measure** كمي أيضاً قياس كمي لمعرفة علامة العطاله جسم، ويمكن تحديد علامة العطاله بالعطاله بحسب الصيغة التالية:

$$F = ma$$

حيث **F** هي القوة، و **m** هي الكتلة، و **a** هي التسارع بسبب الثقالة. ويوضح ذلك بأن القياس الكمي أو العددي لعطاله جسم ما، أي مقاومته للتسارع، تدعى الكتلة.

الصباح الريام (أو البيل)

هو أحد أفضل الأمثلة لتبیان العطاله.



هل تعلم؟

يدور القمر الصناعي في مساره حول محطة بتفاعل عطالته وجاذبية النقلة الموجودة بينه وبين المحطة. وتجعل العطالة القمر الصناعي يدور في خط مستقيم.



الجيروسكوب (البوصلة الدوارة) gyroscope هو عجلة أو قرص مركب ليدور بسرعة حول محور، وهو يبين مبدأ العطالة الجيروسكوبية gyroscopic inertia



### عزم العطالة

عزم عطالة moment of inertia جسم هو مقاومته للتغير في معدل دورانه، وبذلك يكون قياساً لمقاومته للتسارع الزاوي. إنه مقاومة ضد الدوران، وهو يساوي نتاج كتلة الجسم في مربع أقصر مسافة من محور دورانه. ويعرف أيضاً بعزم mass moment of inertia أو بالكتلة الزاوية angular mass inertia لأن التظير الدواري للكتلة. كذلك يتعلق لحظة عطالة جسم ما بتوزيع الكتلة في الجسم.

ويرمز لها عادةً بالحرف I وتمثل كما يلي:

$$I = \int r^2 dm$$

حيث I ترمز إلى العطالة، وr تمثل المسافة من محور الدوران، وm هي كتلة الجسم.

## الموجات

الموجة wave هي طاقة مُزاحة أثناء انتقالها على وسط. والانزياح الحاصل هو العامل الرئيسي في صنع الموجة. وينتج الانزياح عن اضطراب يحدثه جسم أثناء انتقاله عبر وسط من نقطة إلى أخرى، ناقلاً الطاقة من دون أن ينقل المادة.



الموجات الضوئية هي أحد أشكال الموجات الكهرومغناطيسية.

## أنواع الموجات

استناداً إلى وسط الانتقال يمكن تقسيم الموجات إلى الأنواع التالية: موجات ميكانيكية، وموجات كهرومغناطيسية، وموجات مادة.

**أ - الموجات الكهرومغناطيسية:** هي تلك التي يمكنها الانتقال في وسط أو في الفراغ، أي أن الوسط المادي ليس ضرورياً لانتقال الموجات الكهرومغناطيسية. وتنشأ هذه الموجات العالية السرعة نتيجة لتغيرات في الحقول الكهربائية والمغناطيسية.

ومن الموجات الكهرومغناطيسية الشائعة: الموجات اللاسلكية radio waves، والأشعة السينية x-rays، والموجات الصغرية micro waves، والموجات الضوئية light waves، وتحتلت كل منها في أطوال موجاتها wavelengths، وتكرر الموجات الكهرومغناطيسية نفسها على مسافة من أطوال موجاتها.

## ب - موجات المادة:

تعرف موجات المادة matter waves بموجات برولي: فقد اقترح نظريتها لويس دي برولي Louis de Broglie، واعداً أن طول الموجة لموجات المادة يتتناسب عكسياً مع زخم الجسيم، أما التردد frequency فيتناسب طردياً مع الطاقة الحرارية للجسيم.

وقد وضع دي برولي الصيغة التالية لتحديد طول الموجة:

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

حيث  $\lambda$  تعني طول الموجة،  $h$  هي ثابت بلانك، و $p$  هي زخم الموجة.

الأشعة السينية التي تبثها النجوم هي أحد أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي.

### ج - الموجات الميكانيكية

الموجات الميكانيكية mechanical waves: تحتاج إلى وسط لانتقالها. ومن أمثلة الموجات الميكانيكية: الموجات الصوتية sound waves، والموجات المائية water waves. وتعد الموجات الميكانيكية عادةً موجات مرنة، كما يعتمد انتقالها على مرونة الوسط. وتقسم الموجات الميكانيكية بحسب اتجاهها إلى نوعين:

الموجات المستعرضة transverse waves: وهي موجات تتسرب في اهتزاز الجسم باتجاه عمودي على اتجاه انتقالها. بمعنى آخر: في الموجات المستعرضة يكون انزياحاً الجسيمات في الوسط عمودياً على اتجاه حركة الموجة. وتعد الموجات المائية مثلاً على الموجات المستعرضة.

الأمواج الطولية longitudinal waves: تُعرف الموجات التي تنتقل فيها الجسيمات في اتجاه الموجات نفسه بال WAVES الطولية (أو الطولانية)، حيث تتذبذب الموجة قدمًا وخلفاً من موقع توازنها. ومن أشهر الأمثلة على الموجات الطولية: هي الموجات الصوتية.

أمواج البحار والمحيطات هي أحد أشكال الموجات الميكانيكية.

هل تعلم؟

تنقل الموجات الصوتية في الماء أسرع بخمس مرات منها في الهواء.

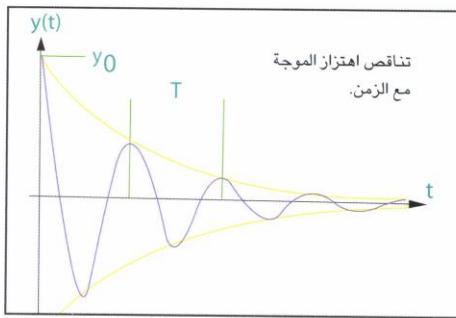
# الاهتزاز

نسمى التغير المستمر في قيمة أو حركة جسم ليصل إلى أدنى وأعلى مستوياته بالاهتزاز (أو النوسان أو الخطaran) **oscillation**. بمعنى آخر: يقال عن جسم بأنه في وضعية التذبذب حين يكون في حركة دورية **periodic motion**. يمكننا القول إن الاهتزاز هو الحركة التي تكرر نفسها ضمن فترات زمنية منتظمة. وأبسط أنظمة الاهتزاز الميكانيكية هي كتلة معلقة بنابض خطى وليس معرضة إلى أية قوى أخرى.

## الحركة تواافقية بسيطة

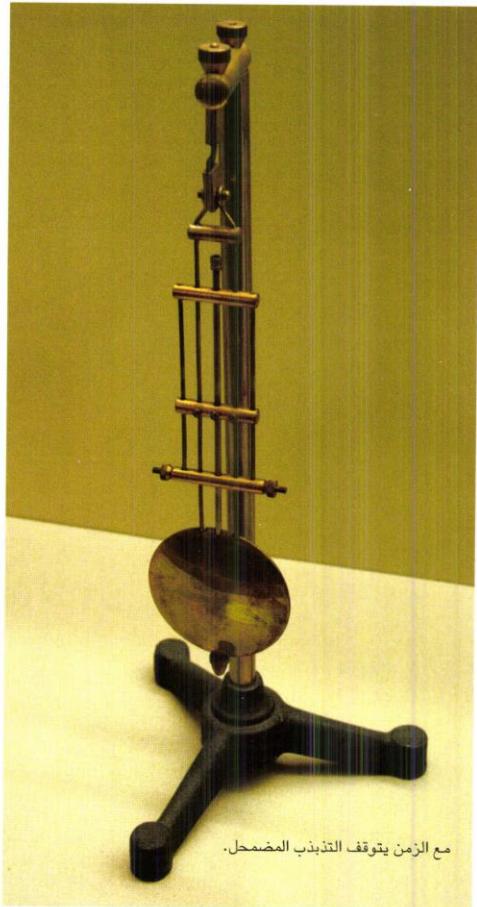
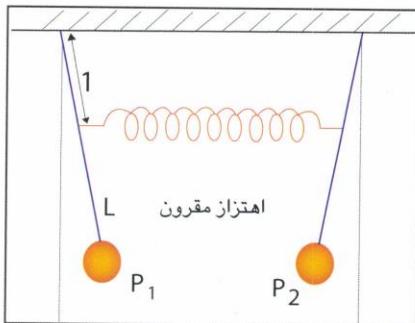
عندما يتعرض الجسم لقوة وحيدة متناسبة طرداً مع الانزياح وتتجه نحو الاتجاه المقابل يقال بأن الجسم في حركة تواافقية بسيطة simple harmonic motion. فالحركة الوليدة ضمن فترات تتذبذب حول موضع توازن equilibrium position في وضعية جيبيّة (أي ذات تموج جيبي) لها فترة وتردد وسعة حركة ثابتة.





### الاهتزاز المضمحل والاهتزاز المدار

يدعى إبطاء اهتزاز نظام بواسطة الاحتكاك بالاضمحلال (أو المضاءلة) damping. وبمعنى آخر الاضمحلال هو إنقصاص من سعة (أو مدى) التأرجح بسبب الاحتكاك، لاسيما في الحركة التوافقية. ولمنع الاضمحلال كان من الضروري أن نزود النظام بمصدر آخر من الطاقة، لنحصل على اهتزاز مُدار أو مُساقط driven oscillation.



الاهتزاز المقرنون coupled oscillation يمتلك الاهتزاز المقرنون (أو الاقترانوي) ونظامه النموذجي خاصية تتمتع بدرجة واحدة من الحرية degree of freedom المقرنون البسيط ففيها درجات الأكثر تعقيداً من المهزاز المقرنون البسيط في هذه المهزازات يتاثر كل متغير أعلى من الحرية. في هذه المهزازات يتاثر إلى مخالفة متغير آخر، ويؤدي هذا التأثير إلى تزامن درجات الحرية المفردة. ومثال على ذلك: تزامن رقاصي الساعة المعلقة على الجدار.

# الموائع

أي مادة تغير من شكلها بتأثير أي نوع من أنواع التوتر تدعى بالمائع fluid. وتضم الموائع غازات وسوائل. وتعد جميع الغازات مائعة، ولكن السوائل ليست كلها مائعة بالضرورة. وبسبب جسيماتها السريعة الحركة تأخذ الموائع شكل الوعاء الذي توضع فيه.

## خواص الموائع

تمتلك الموائع الخواص الملزمة لها بالتدفق flow بسبب عدم قدرتها على تحمل أي توتر. وفيما يلي بعض الخواص الأخرى للموائع:

اللزوجة viscosity: وهي تدل على التفاعل بين الجسيمات المتحركة للمائع، أي أنها قياس المقاومة لتدفق المائع.

الشعرية capillarity: وهي قدرة المائع على الصعود في أنابيب أو التسرب من مادة مسامية كالترابة أو فنتيل الشمعة أو الرمل.

كثافة الكتلة mass density: وهي كتلة المائع في وحدة قياسية واحدة من حجمها، وتقاس بالكغ/ $m^3$ .

الوزن النوعي specific weight: ويعتمد على ثقالة أو جاذبية المكان الذي يوضع فيه المائع، وهو وزن المائع في وحدة حجمه، ويقاس بوحدة ن/ $m^3$ .

الحجم النوعي specific volume: وهو الحجم الذي تشغله وحدة كتلة واحدة من المائع، ويقاس بالـ $m^3/\text{كتن}$ .

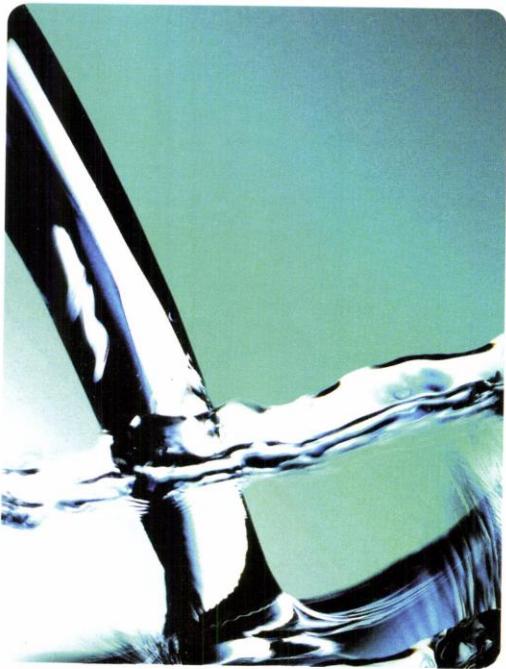
صورة مقربة لفقاعات تتضاعف من نبع مائي تحت سطح البحر.



إضافةً إلى الخواص السابقة تلعب خواص أخرى دوراً مهماً في تقيير مجموعة مادة ما مثل الكثافة النسبية relative density والانضغاطية compressibility والمرونة elasticity وضغط البخار vapors pressure والتوتر surface tension السطحي.

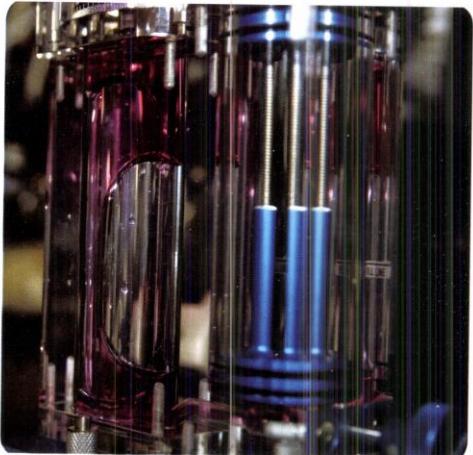
## هل تعلم؟

المائع الكامل هو ذلك الذي يفتقر إلى اللزوجة، ويدعى بالمائع غير اللزج .inviscid fluid



الماء مائع حقيقي.

الموائع اللا نيوتنية Newtonian fluids: حين يكون التوتر الصرف في الموائع الحقيقية أعلى من القيمة الناتجة ومساوٍ لمعدل الجهد الصرف فلا تخضع نتيجة لذلك إلى قانون نيوتن للزوجة، وندعوها حيتنة بالموائع اللا نيوتونية. الموائع الدلائنية المثالية ideal plastic fluids: المائع الذي يكون فيه التوتر الصرف أعلى من القيمة الناتجة ومساوٍ لمعدل الجهد الصرف أو مدروج السرعة الاتجاهية velocity gradient يعرف بأنه مائع دلائني مثالي.



سوائل تتدفق في أنابيب تقوم بوظائف معينة.

## أنواع الموائع

تحتختلف أنواع الموائع بحسب لزوجتها، ويمكن تقسيمها إلى ما يلي: الموائع الحقيقية real fluids: هي الموائع التي تتمتع بلزوجة، سواء كانت عالية أو منخفضة. وقل عادةً لزوجة هذه الموائع مع الارتفاع في درجة الحرارة، بينما تزداد لزوجة في الغازات مع ارتفاع الحرارة.

الموائع المثالية ideal fluids: تعرف الصورة التخيلية للمائع الذي ليس فيه أي لزوجة بالمائع المثالي. وبسبب غياب اللزوجة تقاوم الموائع المثالية أي تغيير في درجات الحرارة.

الموائع النيوتونية Newtonian fluids: وهي موائع حقيقة تخضع لقانون نيوتن للزوجة Newton's law of viscosity الذي ينص على أن التوتر الصرف shear stress بين مختلف طبقات السائل يتتناسب مع معدل الجهد الصرف shear strain وندعوه هذه الموائع بالموائع النيوتونية.

# الضغط

يُعرف الضغط **pressure** بأنه القوة المؤثرة على وحدة السطح. وتكون القوة المطبقة دائمًا عمودية على السطح. ويرمز للضغط بالحرف **P**. ويُقاس بوحدة الباسكال **Pa**, حيث أن **1 باسكال** تساوي **1 نيوتن** على متر مربع أو **N/m<sup>2</sup>**. وهي كمية سلمبية مما يعني أن لها مقدار ولكن ليس لها اتجاه.

## ميزات الضغط

يتنااسب الضغط بشكل مباشر مع كبح الغاز، وهو يزداد إذا زادت كمية الغاز. والضغط الناتج عن الغاز هو نفسه في جميع الاتجاهات، أما الضغط الناتج عن الثقل فهو في اتجاه واحد.

يمكن لقوة الاعصار المفجرة أن تدمّر وتزيل تماماً بناء صغيراً عندما تتمكن من إحداث اختلاف في ضغط الهواء بين داخل البناء وخارجه.

## هل تعلم؟

التوعك أو الألم الذي تشعر به في الطائرة أو في مصعد سريع يرتفع إلى عدة طوابق ناتج عن تأثير التغير في ضغط الهواء الحالى بسبب التغير السريع في الارتفاع.



توضيح كيفية تشویه ضغط الهواء لزجاجة لدائنة عندما نضعها على ارتفاعات مختلفة.

### الضغط الجوي

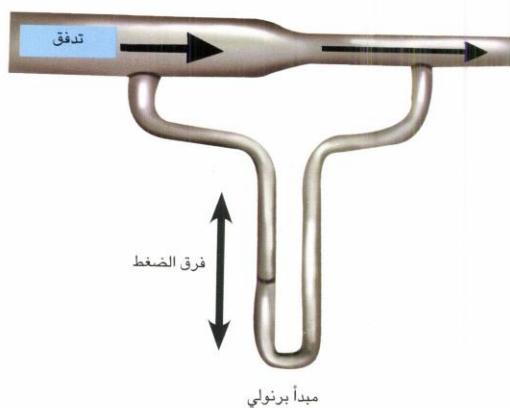
تعرف كمية القوة الناتجة عن وزن الجزيئات على السطح الأدنى منها بالضغط الجوي atmospheric pressure. وهي نتاج كثافة من عمود من الهواء على وحدة المساحة والتسارع التجاذبي في تلك النقطة. والقيمة الدارجة للضغط الجوي عند سطح البحر هي 29.92 بوصة أو 760 مم من الزinciق.

يتناقص الضغط الجوي كلما زاد الارتفاع. وسبب ذلك هو أن الضغط الجوي عند أي نقطة هو وزن الهواء فوق تلك النقطة. وفي المرتفعات يكون وزن الهواء أقل مما هو عليه في المناطق المنخفضة لذا يكون الضغط الجوي في المرتفعات أقل مما هو عليه في المناطق المنخفضة.

للحضيض الجوي أهمية كبيرة في تحرير الظروف المناخية. فخاصية الهواء بالانتقال من مناطق الضغط العالي إلى مناطق الضغط المنخفض تتسبب في حدوث الرياح. وهذه الخاصية بانتقال الهواء من مناطق الضغط الأعلى أو الأدنى لها دور مهم في تشكيل طقس المناطق التي تمر بها.

### مبدأ برنولي

يطرح مبدأ برنولي Bernoulli principle علاقة بين السرعة الموجة والضغط الذي تبذله الجزيئات المتحركة لسائل. وهو ينص على أن الضغط الذي يبذله السائل يقل حين تزيد السرعة الاتجاهية للسائل. ويمكن عد مبدأ برنولي متعلقاً باختزان الطاقة. تخضع السوائل عادةً إلى الضغط وإلي وزنها، لذا ففي السوائل التي تتدفق أفقياً تحدث أعلى سرعة عندما يكون الضغط في أدناه، كما يكون الضغط في أعلى مستوياته حين تنخفض السرعة.



# الجاذبية

الجاذبية (أو الثقالة) gravity هي قوة الجذب التي تبذلها الكتل لكي تجذب أجساماً أخرى نحوها. إنها قوة الشد التي تجعل مختلف الكتل تسقط على الأرض. وكان إسحاق نيوتن أول من اكتشف قانون الجاذبية. يعد التجاذب gravitation قوة ضعيفة لأنه لا يمكن للأجسام الخفيفة أن تشعر به: إذ لا يمكن الشعور بقوة الجذب إلا حين يكون مصدر الجاذب ناتج عن جسم ذي كتلة عظيمة كالكواكب. وإن قوى الجاذبية الموجودة في الكواكب والشمس تبقى على الكواكب موجودة في المجموعة الشمسية.



## التسارع بسبب الجاذبية

التسارع بسبب الجاذبية acceleration due to gravity هو التسارع الناتج عن الشد الذي تمارسه الجاذبية فقط، ويرمز له بالحرف  $\alpha$ ، وهو يختلف من جسم إلى آخر، فمثلاً يختلف التسارع الناتج عن جاذبية الأرض عن التسارع الذي تحدثه جاذبية القمر، وهو أيضاً كمية اتجاهية لها مقدار واتجاه. وهذا الاتجاه هو نفسه في كلا الحالتين (أي على الأسفل). أما المقدار فيزداد كلما اقترب الجسم من باطن الأرض، لذا فإن متوسط قيمته على سطح الأرض هو  $9.8 \text{ m/s}^2$  حيث يزداد هذا التسارع بالقرب من سطح البحر، ويقل في المرتفعات.



تشد الجاذبية غطاساً نحو الأسفل باتجاه الأرض حين يقفز من لوحة الغطس.



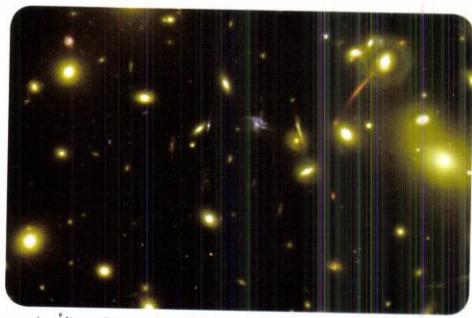
الجاذبية على القمر أقل من الجاذبية على الأرض بحوالي السدس.

## قانون نيوتن للتجاذب العام

كان نيوتن أول من وضع صيغة لمفهوم الجاذبية حين انتبه إلى سقوط تقاحمة من الشجرة. وينص قانون نيوتن للتجاذب العام Newton's law of universal gravitation على أن أي جسم ذو كتلة يجذب جسمًا آخر ذو كتلة بقوة  $F$  وهي قوة تتناسب طرديًا مع الكتلتين، وعكساً مع مربع المسافة بينهما. ويمكن تمثيل هذا القانون بالطريقة التالية:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

حيث  $F$  هي القوة الجاذبة بين كتلتى النقطتين، و $G$  هو ثابت التجاذب، و  $m_1$  هي كتلة الجسم الأول، و  $m_2$  هي كتلة الجسم الثاني، و  $r$  هي المسافة بين كتلتى النقطتين.



تزداد قيمة قوة التجاذب في الكون كلما نقصت المسافة بين الأجرام.

## مجال الجاذبية

مجال جاذبية (أو حقل الجاذبية) gravitational field نقطة في الفضاء هي قوة الجاذبية التي تؤثر بها على كتلة موضوعة في تلك النقطة. ويمكن بكلمة أخرى تعريف مجال الجاذبية بأنه قوة الجاذبية في نقطة معينة مقسمة على كتلة الجسم في تلك النقطة.

## الجاذبية الصُّغرية

تدعى البيئة التي يصنعها السقوط الحر **free fall** لجسم والتي يكون تأثير الجاذبية عليه ضعيفاً بالجاذبية الصُّغرية **microgravity**. وهي تدوم لفترة زمنية قصيرة. ويكون الوزن الظاهري للجسم صغيراً أثناء الجاذبية الصُّغرية إذا ما قارناه بالجاذبية الحقيقة.

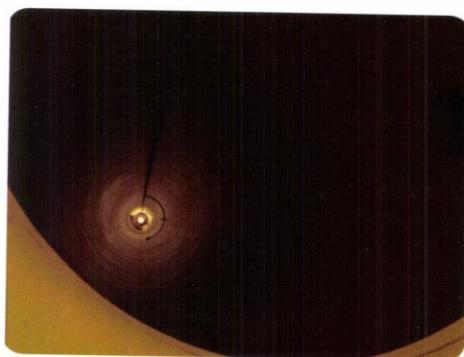


تشكل الجاذبية الصُّغرية  
تنشأ حالة الجاذبية الصُّغرية حين يتعرض الجسم  
لسقوط حر بسبب انعدام وزنه. ولاختيار وبحث ذلك الأمر  
يقوم العلماء بخلق الظروف نفسها المؤدية إلى نشوء  
الجاذبية الصُّغرية.

رائد فضاء يتعرض لحالة  
سقوط حر في الفضاء.

## مرافق السقوط

يستخدم الباحثون المرافق العالية drop facilities على تمثيل المساعد لخلق ظروف السقوط الحر. ففي هذه المرافق يرمي بثقل من أعلى هذه الأبراج، ويترك ليسقط سقطًا حرًا، والإحساس الذي يتم الشعور به في هذا النوع من السقوط هو الإحساس نفسه الذي نشعر به حين ترکب العربات المنزلقة في منتزهات الملاهي أو تقفز عن منصات الغطس في المسابح.



هاوية الجاذبية صفر.

### صواريخ سير الأجواء العليا

تصنع صواريخ السير sounding rockets لإرسالها إلى الفضاء وإعادتها إلى الأرض من دون أن تدخل في مسار حول الأرض، وذلك لكي تزودنا ببيئة صغرية خلال عدة دقائق. وهي تصنع لتنفتها قريباً من مدار الأرض وفي مسارات ذات قطع مكافئ.

### المركبات الفضائية الدائرة حول الأرض

لا يمكن للطراقيات الثلاث السابقة المستخدمة لخلق الجاذبية الصغرية أن تنجح أكثر من عدة دقائق، لذلك دعت الحاجة إلى صنع المكوكات الفضائية space shuttles لتستمر بينية الجاذبية الصغرية لفترة أطول. ولكي ينتقل المكوك بالسرعة الصحيحة، ويحافظ على تدینيتها مع بقائه على ارتفاع ثابت فوق سطح الأرض؛ فقد توّجّب إطلاقه على المسار المقوس فوق الأرض. ويوّدي ذلك إلى جعل المكوك يختبر سقوطاً حرًا فوق الأرض. كما أن الاحتكاك شديد الانخفاض لطبقات الجو العليا يمكن المكوك ومن فيه من أن يكونوا في بيئه جاذبية صغرية ذات نوعية جيدة.

## قطع المكافئ في الطائرات أثناء الطيران

لاختبار هذه الظروف المخففة خلال 15 ثانية تستخدم الطائرات لخلق هذه الظروف. وتستخدم وكالة فضاء ناسا NASA ما يسمى بالنيزك الصناعي Vomit Comet لتدريب رواد الفضاء على ظروف الجاذبية الصغرية خلال 25 ثانية. تتم هذه العملية بجعل الطائرة ترتفع بسرعة 45 درجة لتشكل قطعاً مكافئاً parabola، ثم تعود بسرعة إلى النزول بزاوية 45 درجة.



يتدرّب رواد الفضاء على انعدام الوزن في النيزك الصناعي فوميت.

## تأثيرات الجاذبية الصغرية

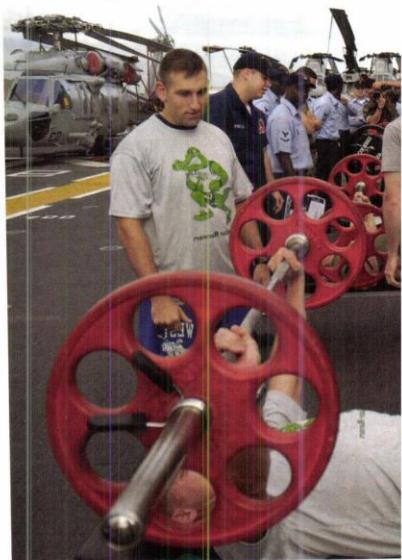
- 1-يصبح اللهب كروي الشكل spherical نتيجة للجاذبية الصغرية.
- 2-تنمو النباتات باتجاه الضوء بدلاً من نموها في اتجاهات عشوائية.
- 3-يتدحرج الثقل إلى أكثر أقسام الطائرة فيما لو ترك لوحده.
- 4-تضى الجاذبية الصغرية عضلات الإنسان لأنها تطبق قوة ثباتها عليها.



# الوزن والكتلة

يعرف وزن weight جسم بأنه القوة التي تبذلها عليه الجاذبية، ويرمز له بالحرف  $w$ . لذا فإن ناتج عن الكتلة، وتسارع الجاذبية، ويعبر عن ذلك بالصيغة  $w = mg$ ، حيث  $m$  هي كتلة الجسم، و  $g$  ترمز إلى التسارع الناتج عن الجاذبية. ويعتمد وزن الجسم على جاذبية المكان الموجود فيه. والوزن كمية سلمية ليس لها اتجاه، ولكن لها مقدار.

يمكننا تحدي وزن الأثقال التي توفر عليها قوى الجاذبية بدفعها نحو الأعلى عكس قوى الجاذبية.



## التأثير الحقيقي لأنعدام الوزن:

- 1) آثار فيزيولوجية مثل فقدان كتلة العظم.
- 2) يقلل من كمية الدم الموجودة في الجسم بخسارة كريات الدم الحمراء.
- 3) يؤدي إلى الشعور بالدوخة والدوران والاحتقان الأنفي.
- 4) وبالإضافة إلى إضعافه للعضلات فإنه يسبب تقلصاً في حجم القلب.

## الوزن الظاهري

يدعى الوزن الذي نقيسه بميزان الحمام بالوزن الظاهري apparent weight. ولكن لو أردننا وزن الجسم على الميزان نفسه في مصعد لرأينا أن الوزن يزداد كلما ارتفع المصعد نحو الأعلى، ويقل كلما انخفض المصعد إلى الأسفل.

## انعدام الوزن

يحدث انعدام الوزن weightlessness في غياب الجاذبية، وتحت هذه الظاهرة أثناء السقوط الحر لجسم. وتعرف أيضاً بالجاذبية الصفرية zero gravity. وسبب ذلك أن القوى المطبقة على جسم ما تتوزع عليه بشكل منتظم ومتكافئ أو حين لا تطبق أية قوى على الجسم.



### الكتلة

الكتلة mass تختلف عن الوزن، إنها إحدى الخواص العطالية للمادة، وهي منعزلة عن الجاذبية، وتبقى ثابتة في أي مكان، وهي التي تعطي الجسم وزنه حين تقع في مجال الجاذبية. وتساعد الكتلة الجسم على البقاء في حالة العطالة إلى أن تطبق عليه قوة ما. وهكذا فإن الكتلة هي إحدى الخواص الأساسية لجسم ما، والمقاييس الرقمي لعطالته بغض النظر عن حجمها أو القوى المطبقة عليها. وبحسب القوانين الفيزيائية يمكن الاستدلال على نوعين من الكتلة:

**الكتلة العطالية** inertial mass: يدعى مقاييس مقاومة الجسم لتسارع تحده قوى خارجية بالكتلة العطالية. أي أنها المؤشر الذي يطلق على المقاومة العطالية لتسارع جسم حين يستجيب لمختلف أنواع القوى. والجسم الذي يتأثر بضعف القوة على الاتجاه نفسه يمكن أن يمتاز بضعف الكتلة العطالية لجسم آخر.

**كتلة التجاذب** gravitational mass: تدعى كتلة الجسم حين تتأثر قوة الجاذبية التي يتعرض لها في أحد مجالات الجاذبية وبكتلة التجاذب.

لذلك كانت كتلة جسم ما هي إحدى خواصه الداخلية الثابتة التي تقيس كمية المادة فيه وتعلق بعطالته وقوة الجاذبية المطبقة عليه.



حتى الهواء له وزن، لذلك تؤثر عليه الجاذبية الأرضية.

# الطفَّوِيَّة

الطفَّوِيَّة **buoyancy** هي ظاهرة طُفو جسم ما في سائل إذا كانت كثافته أقل من كثافة السائل. وتُعرَّف الطَّفَّوِيَّة فيزيائياً بأنها القوة الدافعة نحو الأعلى التي يقوم بها السائل ليجعل جسماً ما يطفو فيه. وقد كان أرخميدس **Archimedes** أول من عَرَّف مفهوم الطَّفَّوِيَّة.



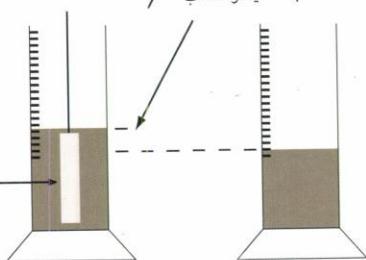
تساعد الطَّفَّوِيَّة رفع طائرة من الماء بعد غرقها.

## مبدأ أرخميدس

كان أرخميدس أول من اكتشف المبدأ العلمي للأجسام الطافية، وأعلن أن الجسم الطافي يزيل مقدار وزنه من السائل. ثم شرح ذلك بالتفصيل بأن "أي جسم، سواء كان مغموراً كلياً أو جزئياً في سائل، يطفو بقوة تساوي وزن السائل الذي يزيله هذا الجسم." وهذه ببساطة هي قاعدة الطَّفَّوِيَّة، وتعني:

$$\text{الطفَّوِيَّة} = \text{وزن السائل المُزاح}$$

ولم يشمل مبدأ أرخميدس Archimedes principle التوتر السطحي. إنه يؤكد على أن طَفَّوِيَّة جسم ما تحدث بحسب كثافة الجسم المغمور نسبة إلى كثافة السائل المغمور فيه.



أسطوانة مرقمة بـالميلي ليترات  $1 \text{ مل} = 1 \text{ سم}^3$

## مبدأ أرخميدس

## هل تعلم؟

يجعل مبدأ الطفوية سفينة علقة تطفو على سطح الماء بينما يؤدي إلى غوص مسمار صغير.



تُبقي الطفوية السفينة عائمة على سطح الماء.

## حساب الطفوية

صيغة قوة الطفو (F)

$$F = - KVg$$

K = كثافة المائع

V = حجم الجسم المراد غمره

g = الجاذبية الأرضية المعيارية (N/kg 9.81)

بالنسبة للمادة الطافية (b)

[الجسم] K (المائع)  $\times$  [الجسم] m(b) = mm

(الجسم) m = الكتلة الحقيقة للجسم

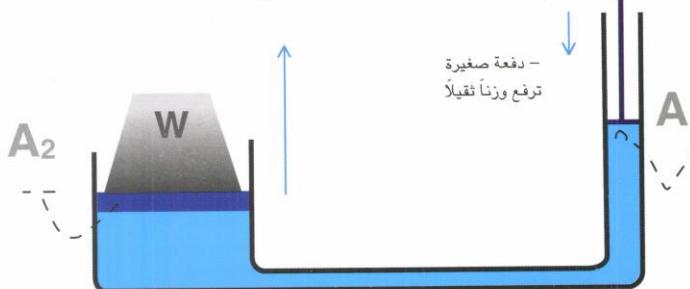
(الجسم) p = معدل كثافة الجسم

(المائع) p = معدل كثافة المائع المحيط

لذا يطفو الجسم حين تكون كثافة المائع أعلى من معدل كثافة الجسم، ولكنه يغرق حين تكون كثافة المائع أقل.

مبدأ بascal والرافعة

الهيدروليكي



مبدأ بascal: Pascal's principle: تنتقل تغيرات الضغط في مائع محصور بشكل متساو إلى جميع أقسام المائع.  
ويؤدي ذلك إلى أن تؤدي القوة الصغيرة المطبقة على أماكن صغيرة قوى أكبر في مناطق أخرى.

$$P = F/A_1 = W/A_2 \text{ و منه } W = (A_2/A_1)F$$

التطبيقات: إبر الحقن، أنابيب التغذية الوريدية وما شابه.

## كيف تحدث الطفوية؟

يؤدي النزول إلى الأعماق

على زيادة ضغط المائع.

ويحسب مبدأ بascal يؤدي

ذلك إلى زيادة الضغط

المبذول على كل الجهات

بحيث تخلق قوة صاعدة غير

متوازنة على أسفل الغرض

المغمور، دفعوها الطفوية.

وتقلل الطفوية الوزن

الظاهري للغرض المغمور.

# الдинاميات الهوائية

يدعى فرع الديناميات الحرارية المعنى بدراسة حركة الهواء المترافق مع جسم متحرك بالديناميات الهوائية aerodynamics. ويمكن حساب القوى واللحظات التي تؤثر على الجسم بفهم تحرك الهواء والذي يعد أيضاً مجال الانسياب أو الدفق flow field. أو بمعنى آخر تدعى القوى المحركة للأجسام في الهواء وما ينتج عنها بالديناميات الهوائية. ويمكن رؤية آثار الديناميات الهوائية في الطائرات العملاقة التي تعبّر السماء، والصواريخ العابرة للمسافات البعيدة، والكرة الطائرة التي تلعبها على الشاطئ، والطيرارات الورقية التي يطيرها الأطفال. كذلك تعامل الديناميات الهوائية مع المتعطف غير المتوقع الذي تسلكه كرة المضرب بضربي اللاعب الماهر.

## أنواع الديناميات الهوائية

أ - الديناميات الهوائية اللا انضغاطية

يتميز الانسياب اللا انضغاطي incompressible flow بكل منه ذا كثافة ثابتة مع جريانه على أسطوح ومجاري داخلية. ويعد الانسياب لا انضغاطاً حين يكون بطيناً الانسياب دون صوتي subsonic flow: يعالج هذا الموضوع دراسة الديناميات الهوائية غير اللزجة واللا انضغاطية وغير الدورانية مستخدماً المعادلة التفاضلية differential equation بشكلها البسيط من بين المعادلات المتعلقة بالديناميات الهوائية.

تحسب في مجال الانسياب خواص السرعة الموجة والكتافة والضغط ودرجة الحرارة والوظيفة الزمنية. وبحسب هذه الخواص تقسم الديناميات الهوائية إلى ديناميات هوائية انضغاطية compressible aerodynamics وديناميات هوائية لا انضغاطية incompressible aerodynamics.

يتسبب جناح الطائرة العابرة في إحداث  
دوامة كبيرة من الهواء.



## ب - الديناميات الهوائية الانضغاطية

يكون في الديناميات الهوائية أن تغير الكثافة بالنسبة للضغط على خط انسياطي انسياطي compressible flow، لذلك تكون الكثافة شديدة الأهمية في الانسياب الانضغاطي. ويعود كل من الانسياب القريب من سرعة الصوت transonic وفوق الصوتي supersonic وفريط الصوتي hypersonic، انسيابات انضغاطية.

الانسياب القريب من سرعة الصوت: حين تكون أ Médie السرعة الاتجاهية أدنى قليلاً أو أعلى قليلاً من سرعة الصوت، دعوه ذلك انسياطاً قريباً من سرعة الصوت.

الانسياب فوق الصوتي: حين تزيد مجالات السرعة الاتجاهية عن سرعة الصوت دعوه ذلك بالانسياب فوق الصوتي. وحيث إن السرعة فوق الصوتية تختلف عن السرعة دون الصوتية فإن المواقع تتفاعل كلما حدث تغير في الضغط، حيث يقال: إن المائع يستجيب للبيئة حين يتفاعل مع تغير الضغط. وحيث إن الصوت في الواقع هو فرق ضغطي متناهي الصغر ينتقل عبر مائع فإن سرعة الصوت في ذلك المائع تعد أسرع سرعة يمكن للمعلومات أن تنتقل بها.

الانسياب فريط الصوتي: تدعى السرعات فوق الصوتية إلى أقصى حد بالسرعة فريط الصوتية، لذا ندع أن نظام السرعة فريط الصوتية يتشعب من السرعة فوق الصوتية.

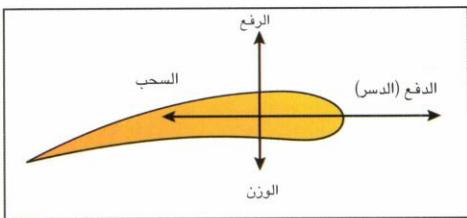
ومن مميزات السرعة فوق الصوتية الانسياب العالي في درجة الحرارة المصاحب لل媧ة الصدمية shock wave والتفاعل لللزج والتفك الكيميائي للغازات.



### القوى الدينامية الهوائية

حين يغمر جسم في مائع فإنه يتعرض إلى قوة ناتجة عن الهواء بسبب الحركة النسبية بين الجسم والمائع. وتُعرف هذه القوة بالقوة الدينامohoائية. وتنشأ القوى الدينامohoائية نتيجة للضغط على سطح الجسم واللزوجة التي تعرف أيضاً بالاحتكاك السطحي. ويتعرض الجسم الذي يتحرك في الهواء إلى قوة تدعى السحب drag.

والسحب هو قوة دينامohoائية في اتجاه الريح لذا يكون موازيأً للحركة النسبية. وعلى عكس السحب فإن الرفع lift من عناصر القوة التي تعمل على سطح الجسم حين يمر عبر مائع، لذا تكون عمودية على اتجاه الانسياب القادم.



القوى الرئيسية الأربع للديناميات الهوائية.

# الآلات

الآلات machines هي وسائل ميكانيكية أو كهربائية تنقل أو تعدل الطاقة لتنجز أو تساعد الإنسان على إنجاز أعماله. وقد اشتقت الكلمة الإنجليزية machine من الكلمة machina اللاتينية التي بدورها أخذت من الكلمة machana اليونانية القديمة والتي تعني تركيب أو تجهيز.

## المضخات والمضخات

المضخات compressors هي وسائل ميكانيكية تستخدم لزيادة ضغط الغاز Pumps بالإنفاس من حجمه. أما المضخات فتستخدم لضغط الماء ونقلها. ومن أنواع المضخات المختلفة طنبور أرخيميدس Archimedes' screw مضخة الاستخراج النافورة pump ecudtor-jet pump، والكباس الهيدروليكي hydraulic ram، ومضخة الماء pump، وقبضة نفخ الغرن tuyau، والمكنسة الكهربائية vacuum pump.



الحاسوب المحمول آلة إلكترونية.

## أنواع الآلات

تصنف الآلات إلى الفئات التالية:

- الآلات البسيطة.
- المركبات الميكانيكية.
- الساعات.
- المضخات والمضخات.
- المحركات الحرارية.
- المضخات الحرارية.
- العفنات.
- السطوح الانسيابية الراقة.
- الإلكترونيات.

مهندسو يبنون عنفة ضخمة.



## المركبات الميكانيكية

المركبات الميكانيكية mechanical components هي آلات صغيرة تضم إلى بعضها لتشكل أجهزة ميكانيكية أكبر. ومن المركبات الميكانيكية المحور والمhamal، والأحرزمه أو السيور، والقواديس، والمثبتات، وعلبة السرعة، والمفاتيح، وجنازير الوصل، والمسننات، والتروس، وسلامس الأسطوانات الدواره، والكابلات، والسدادات، والنواصن، والعجلات.

## المحركات الحرارية

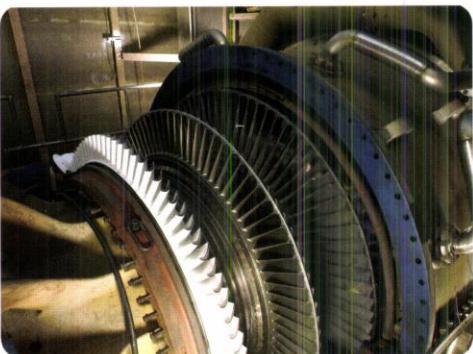
المحركات الحرارية heat engines هي آلات تحول الطاقة الحرارية إلى منتج ميكانيكي. وتصنف إلى فئتين: محركات الاحتراق الداخلي internal combustion engines، ومحركات الاحتراق الخارجي external engines، ومحركات الاحتراق البخاري combustion engines. وتشمل محركات الاحتراق الخارجي المحركات البخارية للقطارات ومحركات البوارخ القديمة. وتضم محركات الاحتراق الداخلي محركات التبادل والعنفات الغازية.



المotor البخاري هو أحد أنواع المحركات الحرارية.

## العنوان

العنفات turbines هي آلات تستخدم لتحويل الطاقة الحركية المواتع المتحركة إلى طاقة ميكانيكية. وتوجد أنواع مختلفة من العنفات كعنفة الغاز والمحرك النفاث، والعنفة البخارية، وعنفة الماء، ومولدة الهواء والطاحون.



عنفة

## العنوان

المضخة الحرارية heat pump هي مضخة تستخدم لنقل الحرارة من مكان (مصدر حراري ذو درجة حرارة منخفضة) إلى آخر (بالوعة حرارية عالية الحرارة). ومن أكثر تطبيقات المضخات الحرارية شيوعاً هي تلك المستخدمة في البرادات.

هل تعلم؟  
صنع الرياضي والعالم والختراع الإغريقي أرخميدس Archimedes طنبوره الشهير في القرن الثالث قبل الميلاد.



طنبور أرخميدس

# الآلات البسيطة

الآلات البسيطة هي آلات لا تحوي أي نقاط متحركة أو تحوي عدداً قليلاً منها. تغير الآلات البسيطة حركة واتجاه قوة في اتجاه واحد. والآلات البسيطة كما يدل اسمها تضاعف القوة باستخدام أبسط التقنيات. وعند استخدام الآلات البسيطة تطبق قوة بسيطة لإنجاز عمل واحد. وتساعد الآلات البسيطة على تحريك أو نقل أو رفع أو سحب جسم ما بتحويل القوة البسيطة إلى قوة أكبر، مطبقة على الجسم.

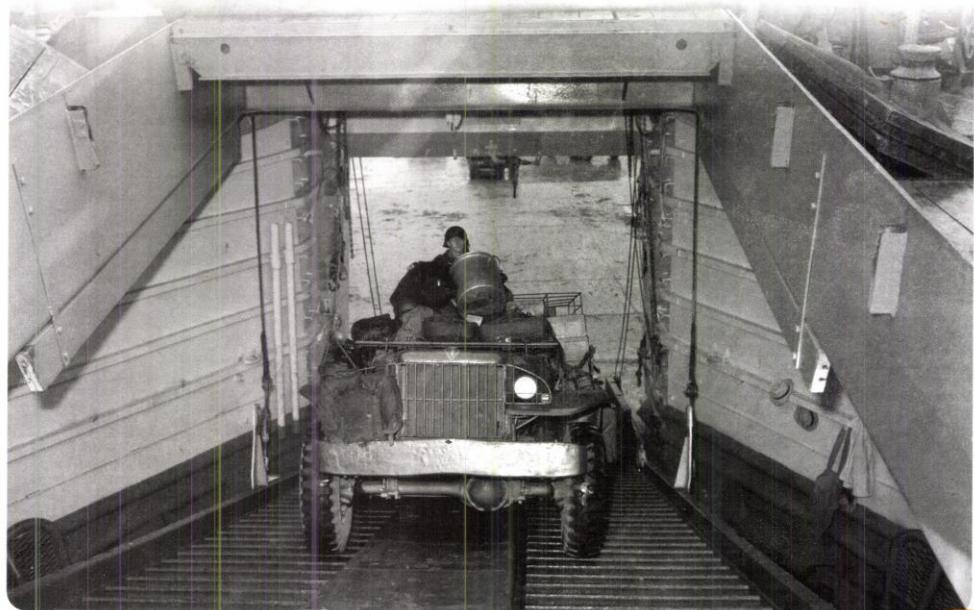
## أ - السطح المائل

السطح المائل inclined plane من أبسط أنواع الآلات. ويميل السطح المائل بدرجة معينة على سطح أفقى عالٍ لرفع جسم ما إلى ذلك السطح. ومن أمثلة السطوح المائلة: السلم ramps، والمنزلقات slides، والدربوب التلية roads، ويفؤدي رفع الجسم إلى أعلى السطح المائل إلى خفض كمية القوة اللازمة لرفعه على حساب زيادة المسافة التي يجب أن يقطعها الجسم.

سحب آلية على سطح مائل.

## أنواع الآلات البسيطة

توجد ستة أنواع من الوسائل التي يمكن اعدها آلات بسيطة. وهذه الأنواع هي: السطوح المائلة، والرافعات، والبكرات، والأسافين، والعجلات، والمحاور، وهي تستخدم بكثرة في حياتنا اليومية.





بعد المقص بمثابة رافعة.

#### ب - الرافعة

**هـ - العجلة والممحور**  
تعد العجلة wheel والممحور axle رافعة من الفئة الأولى معنلة لدوران حول نقطة ارتكاز، وهي أول آلية بسيطة ابتكرها الإنسان، وساهمت في تطوره. ويمكننا بلاحظة حركة الدراجة واستخدامها فهم كيفية تطبيق العجلة لفائدتنا.



عجلة مسننة.



ناس (إسفين)

#### ج - البكرة

البكرة pulley آلية بسيطة ولكنها أكثر تعقيداً من باقي الآلات البسيطة. وتتألف البكرة من عجلة مركبة على محور، وللعلة ثلم بين حديها يلتف حولها الحبل. ومن أفضل الأمثلة العملية على البكرة هي تلك المركبة على البتر لجر الماء منها.



بكرة

#### د - اللولب

اللولب screw عمود شقت عليه نتوءات أو ثلوج حلزونية تلتف حوله، وتصاهي نتوءات أو ثلوج الثقب الذي ينبغي أن يجري فيه. وتتحول الحركة الدورانية إلى حركة أمامية وخلفية كلما استعملنا اللولب.



برغي (أو بزال) مثال على اللولب.

# الضوء

يعد الضوء light عموماً بأنه طول موجة الإشعاع الكهرومطيسي الذي يمكن لعين الإنسان أن تراه. أما فيزيائياً فهو إشعاع كهرومطيسي لأي طول موجة سواء كان مرئياً أو غير مرئي. وتنبع طاقته بترددده وسرعته الاتجاهية، لذا يمكن التعبير عنها بما يلي:

$$E = h\nu = hc/\lambda$$

حيث:  $E$  : الطاقة

$h$  : ثابت بلانك ( $6.62517 \times 10^{-27}$  erg.sec)

$\nu$  : التردد

$c$  : السرعة الاتجاهية للضوء = ( $2.99793 \times 10^{10}$  cm/sec)

$\lambda$  : طول الموجة

حيث:

خواص الضوء

فيما يلي الخواص الأربع الرئيسية للضوء:

1 - الشدة intensity: هي قياس تدفق الطاقة، وتحسب بفترات من الموجات الضوئية تدعى الشدة. وهي نتاج الطاقة في وحدة الحجم والسرعة الاتجاهية التي تتدفق بها الطاقة.

2 - التردد frequency: هو عدد تكرار حدث أو دورات خلال وحدة زمنية تدعى التردد. ويتناسب التردد (بشكل عام) عكسياً مع طول الموجة:

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

- = تردد الموجة المراد حسابها.
  - = مرحلة السرعة الاتجاهية للموجة.
  - = طول الموجة.
- وفي حالة الفراغ فإن  $c = \nu$ , حيث  $c$  هي سرعة الضوء في الفراغ بقيمة ثابتة قدرها  $2.99 \times 10^8$  m/s<sup>2</sup>.
- 3 - طول الموجة wavelength: وهي المسافة بين النقطتين في المرحلة الواحدة، أي إما نقاطنا القمتين المتتاليتين أو نقطتا القاعدين المتتاليتين.

- 4 - الاستقطاب polarization: وهو حصر الموجات الضوئية أو أي إشعاع آخر ضمن اتجاه اهتزازها. فالاستقطاب يعبر عن توجيه الاهتزازات.

انتقال الموجات الضوئية عبر  
وسط يقلل من سرعتها.

## مميزات الضوء

- (1) الضوء موجة كهرومغناطيسية مستعرضة، ويمكن للضوء الانطلاق في الفراغ.
- (2) يعتمد لون الموجة الضوئية على ترددتها.
- (3) تتفاوت سرعة الضوء بحسب الوسيط، فهو أبطأ في الزجاج منه في الهواء.
- (4) ينتقل الضوء دائمًا في خط مستقيم.
- (5) ينبع عن اختلاف طول الموجات ألوانًا مختلفة من الضوء.
- (6) حين يصطدم الضوء بجسم ما، إما أن يتم امتصاصه أو أن يعكسه.

## هل تعلم؟

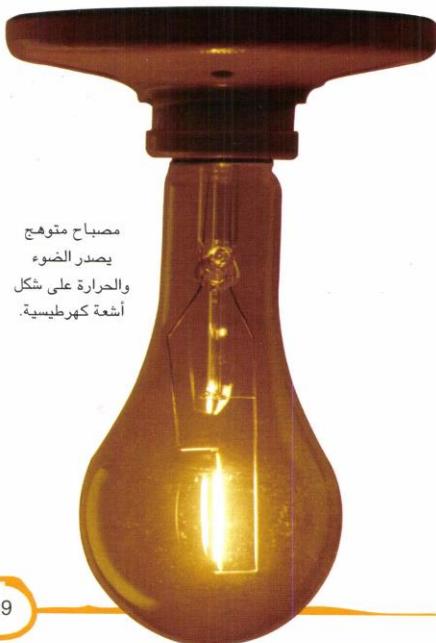
الشفق القطبي aurora هو الضوء الصادر عن انبعاث جزيئات عالية السرعة من الانفجارات الشميسية الهائلة حين تصدم جزيئات الهواء على الأرض.



شفق قطبي.

## مصادر الضوء

يتم إنتاج الضوء عموماً بطريقتين؛ حيث يدعى بـ الضوء من الأشياء الحارة بالتوهج incandescence، أما الضوء الناتج عن هبوط الإلكترونات إلى أدنى مستوى من الطاقة فيدعى بالتألق أو الوبص luminescence. وتدعى المواد التي توفر في الظلام بعد أن يمضي وقت على استقبالها لشحنة زائدة بالمواد المترفسفة (أو ذات الوميض الفوسفوري) phosphorescent، أما المواد المتقلورة fluorescent فهي تلك التي تبث الضوء أثناء تعرضها للطاقة فقط.



مصابح متوجه  
 مصدر الضوء  
 والحرارة على شكل  
 أشعة كهرومغناطيسية.

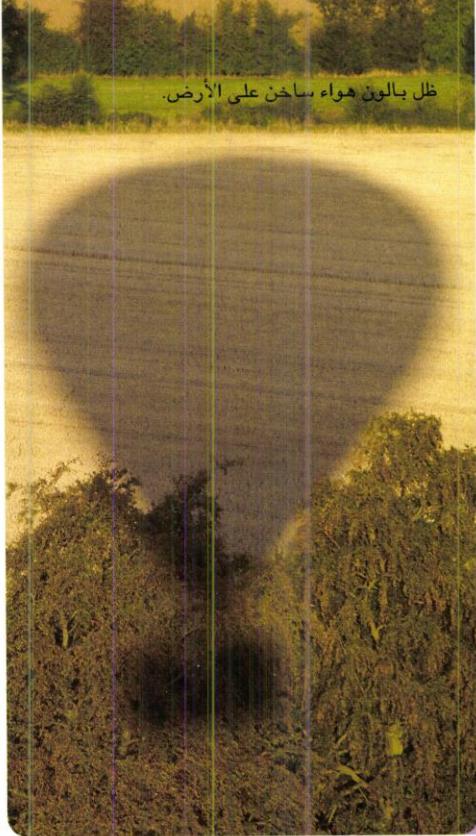


تبين أشعة الشمس التي تنفذ من النوافذ انتقال الضوء في خط مستقيم.

## كيف ينبع الضوء؟

حين تحصل الذرات على طاقة إما بامتصاصها للضوء أو بصدمها لجسيمات أخرى فإنها تنبع الضوء. وتعرف الذرات التي تحمل مثل هذه الطاقة بأنها ذرات مثاررة excited atoms، وينقل الضوء الصادر عن الذرات المثاررة الطاقة الزائدة. وتحتختلف كمية الطاقة التي تحتاجها الذرات لتستثمار أو لتصدر الضوء بحسب الذرات المعنية. وتحدد كمية الطاقة التي تملكتها الذرات أو الموجات الضوئية لون تلك الموجات، وينتج عن ضم جميع ألوان الموجات الضوئية لون تلك الموجات، وينتج ضوء ذات لون أبيض؛ لذا كان اللون الأبيض مزيجاً من كافة ألوان الضوء.

# الظل



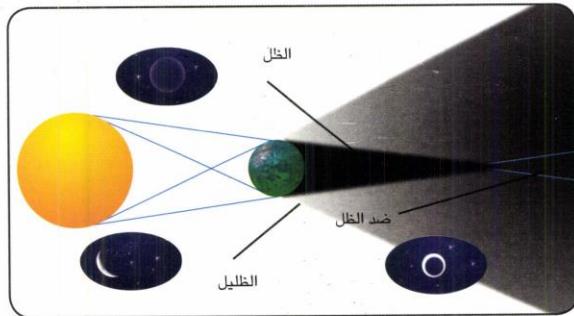
الظل shadow هو حالة الظلام التي تحدث حين يعترض جسم ما للضوء القادم من مصدر ما، حيث يمنع العائق الضوء من الوصول إلى السطح فتسبب بحدوث الظلام. ويحدث الظل بواسطة الأجسام الكثيمة opaque فقط لأن الجسم العتيق يمنع الضوء من المرور عبره. ويسقط الظل على الجانب الآخر للجسم المواجه للمصدر الضوئي، ويتشكل ظل أكثر دكناً إذا كان المصدر الضوئي أصغر من العائق.

أ. الظل umbra هي القسم الأكثر دكناً ويوجد في مركز الظل. وهي داكنة، لأن الضوء المتوجه نحو قسم من السطح قد تم صده تماماً بالعائق.

بـ. الظليل penumbra هو القسم الأوضح من الظل. ويحدث حين يمكن جزء من الضوء من العبور إلى ما بعد العائق، ويصل إلى هدفه. ويمكن للشخص الواقع في الظليل أن يشهد كسوفاً جزئياً partial eclipse.

وتعريف بديل للظليل يمكننا القول: إنه المنطقة التي يحجب فيها بعض المصدر الضوئي. ونستنتج من ذلك أن الظليل هو مجموعة جزئية subset من الظل.

يمكن أن يوجد أحياناً قسم ثالث من الظل يدعى ضد الظل antumbra. وهو المنطقة التي ترى من خلالها العائق محتوى كلّياً في المصدر الضوئي. وحين نقترب أكثر من المصدر الضوئي في منطقة ضد الظل يبدو لنا الحجم الظاهري للجسم العائق أو الصاد للضوء.



رسم إيضاحي لأنواع الظل المختلفة.

**أنواع الظل**  
الظلال الناتجة عن الأجسام، لاسيما تلك الأجسام الكبيرة الحجم كالأجرام السماوية، تقسم إلى قسمين: الظل، الظليل.

## انتقال الظل مع الزمن

يستمر طول وموقع الظل بالتغيير طيلة النهار. وقد ساعدت هذه الظاهرة أجادانا على تقدير الوقت باستخدام المِزْوَلَة (الساعة الشمسية). sundial.

وقد استخدمت المِزْوَلَة خاصية طول الظل المقلي على الأرض لكونه يتتفق مع ظل تمام لزاوية ارتفاع الشمس ( $\theta$ ). لذا كان الشروق والمغيب يتسمان بظلال طويلة؛ لأن  $\theta$  كانت تصل إلى نقطة الصفر. وعند الظهيرة كانت  $\theta$  تصل إلى 90 درجة حين تكون الشمس عمودية تماماً، وعندها كان الظل يسقط مباشرة تحت الجسم مشكلاً أقصر ظل خلال اليوم.

مِزْوَلَة رومانية قديمة لقياس الزمن.



### هل تعلم؟

عند التصوير بالأشعة السينية فإن الصورة الناتجة ليست صورة العظام بل صورة ظل العظام. والعظام بطبعتها كثيمة opaque، لذا فهي تتصدى للأشعة السينية التي تمر فيها. ونتيجة لذلك تظهر صورة لظل العظام تساعد على تشخيص حالة المريض.



عربة متحركة تخلف وراءها ظلها على الأرض.



صورة بالأشعة السينية

## سرعة انتقال الظل

إذا كانت المسافة من الجسم المعيق للضوء إلى مصدر الضوء كبيرة فسيكون للجسم ظلاً كبيراً. كذلك يلقي الجسم المتحرك ظلاً متسعًا أبعد بشكل أسرع من طول حركة الجسم. وتستمر الزيادة في الحجم والحركة إذا كانت المسافة بين الجسم المعيق ومصدر الضوء أقرب. والظل المنبسط على سطح ذي مسافة كبيرة لا يمكنه أن يعطي أي معلومات عن المسافات بين حدوده. وسبب ذلك أنه لا توجد علاقة فعلية بين أي نقطتين في الظل عدا كونها انعكاساً أو تدخلاً في الضوء.

# الطيف الكهرومغناطيسي

تدعى الموجات الكهرومغناطيسية المتسلسلة حين ترتب بحسب تردداتها وأطوال موجاتها بالطيف الكهرومغناطيسي **electromagnetic spectrum**. وهي تعبر عن اهتزازات المجالين المغناطيسي والكهربائي. وبالنسبة لجسم ما يمكن القول إنها التوزيع المميز للإشعاع الكهرومغناطيسي الذي يبثه أو يمتصه ذلك الجسم تبعاً للطاقة.

ويعد الضوء من أشهر الأمثلة عن الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي يمكن رؤيته والإحساس به.

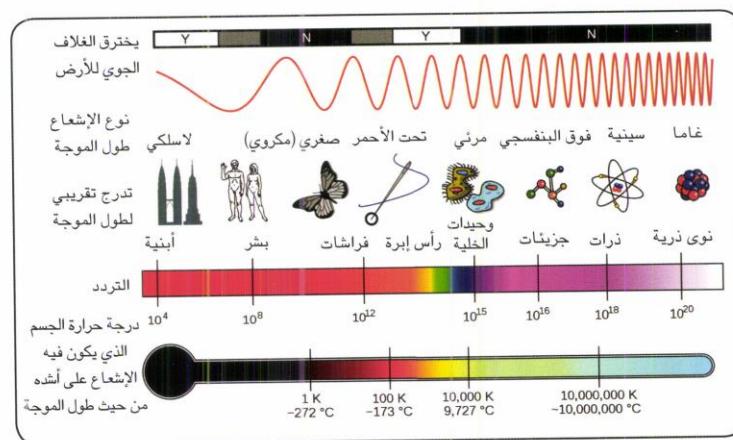
## طول الموجة

تعتمد الإشعاعات الكهرومغناطيسية على طول الموجة **wavelength**, حيث تحدد طول موجة إشعاع موقعه في الطيف. ويتم مجال الإشعاع الإجمالي في تردداته من  $10^{23}$  هرتز إلى صفر هرتز تقريباً، أو وفقاً لأطوال الموجات من  $10^{-13}$  سم إلى ما لا نهاية. ويضم بحسب التردد المتناقص فوتونات الأشعة الكونية وأشعة غاما وأشعة السينية وأشعة فوق البنفسجية والضوء المرئي وأشعة تحت الحمراء وأشعة الصغرية والموجات اللاسلكية. لذا كان طيف طول موجات الأشعة الكهرومغناطيسية يجعلها تستخدم في الكثير من الوسائل. وتتشكل الموجات بواسطة الحرارة والقوى الكهربائية والنووية.

## ميزات الطيف الكهرومغناطيسي

- اتجاه القوة المغناطيسية في جميع الموجات الكهرومغناطيسية عمودي على اتجاه تحرك الموجة.
- اتجاه القوة الكهربائية في جميع الموجات الكهرومغناطيسية عمودي على اتجاه القوة المغناطيسية وحركة الموجة.
- عزم القوة المغناطيسية يساوي دائماً عزم القوة الكهربائية في الموجات الكهرومغناطيسية.
- تألف الموجات الكهرومغناطيسية من سلسلة مستمرة من الموجات يمكن تصنيفها إلى عدة فئات، لا يرى منها إلا قسم ضئيل.

- يمكن عد الموجات الكهرومغناطيسية بأنها الموجات المتذبذبة المستعرضة للمجالين الكهربائي والمغناطيسي الذاتية الانتشار في الفضاء أو المادة.



يبين الشكل ميزات ونماذج وتطبيقات الموجات الكهرومغناطيسية المختلفة.

## هل تعلم؟

يمكن لبعض أنواع الأسماك أن ترى عبر طول الموجة تحت الحمراء للطيف الكهرومغناطيسي.



أشعة تحت الحمراء صادرة عن مسلط.



يمكن لانفجار نجمي أن يصدر أشعة غاما.

## نشوء واكتشاف الطيف الكهرومغناطيسي

تخلق حركة الإلكترونات مجالاً مغناطيسيّاً فيما حولها. كما يغير تذبذب الإلكترونات نحو الأمام والوراء مجالها المغناطيسي والكهربائي، مشكلاً طيفاً كهرومغناطيسيّاً. ويمكن لهذا النوع من التذبذب أن يحدث إذا سخنَت الذرات أو من التيار المتناوب. ويحدث أثر معالكس إذا صدَّمت الموجة الكهرومغناطيسيّة المادة، ويسبب ذلك اهتزازاً في الذرات مما يولّد حرارة، ويجعل الإلكترونات تتذبذب. جميع المواد التي لها درجة حرارة أعلى من الصفر المطلق تبث إشعاعات كهرومغناطيسيّة. ويقاس معدل طاقة الذرات المهترأة بدرجة الحرارة، لأن الحرارة تجعل الذرات تطلق إشعاعاتها الكهرومغناطيسيّة. وهكذا يزداد بث الإشعاع مع زيادة درجة الحرارة.

فهي تستخدم في الأغراض الطبية.

- 7) أشعة غاما أصغر طول موجة، وتقدر بـ  $1/10.000.000$  في الطيف الكهرومغناطيسي، وهي من أكثر الأشعة ضرراً. وهي تنتج عن المفاعلات النووية والقنابل الذرية.



## موجات كهرومغناطيسيّة مختلفة:

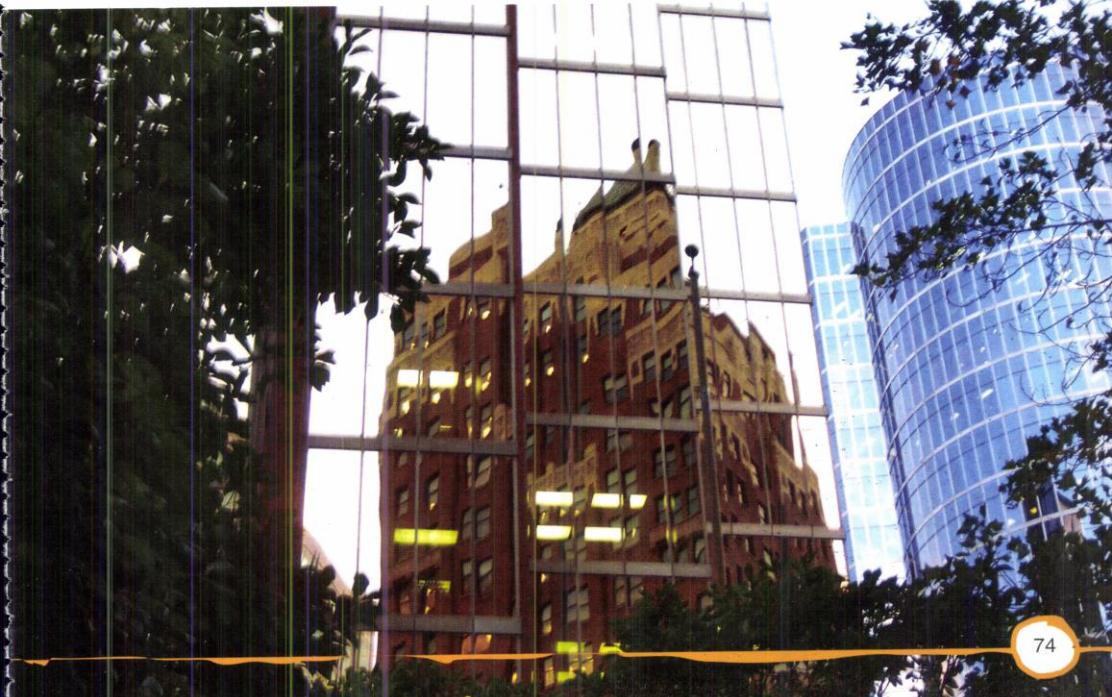
- 1) يبلغ طول أطول موجة كهرومغناطيسيّة قابلة للاستخدام حوالي 1.5 كم، وتستخدم في التلفزيون والراديو.
- 2) تأتي بعدها الموجات الصُّغرى، وتستخدم في الاتصالات وظهور الطعام.
- 3) الأشعة الحمراء العميقّة التي يحصل عليها من المصابيح الحارّة هي موجات تحت الحمراء، وهي لا ترى.
- 4) الإشعاعات التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة هي الموجات الضوئيّة المرئيّة. وتكون أطوال موجاتها في حدود 1000 سم.
- 5) الأشعة التي تسبّب الحروق الشّمسية هي الأشعة فوق البنفسجية، وهي تستخدم في "الضوء الأسود" black light لجعل الأشياء تومض.
- 6) للأشعة السينيّة القدرة على النفاذ عبر الجسم، لذا

# انعكاس الضوء

تدعى ظاهرة ارتداد الضوء عن سطح ما بعد أن يرسل من مصدر ضوئي بانعكاس الضوء reflection of light. ونعرف انعكاس الضوء تقنياً بأنه تغيير في اتجاه جبهة الموجة الضوئية عند وبين وسطين مختلفين لكي يعود إلى الوسط الذي صدر عنه.

لذلك تدعى الزاوية الحاصلة بين الشعاع الساقط والخط الناظم بزاوية السقوط angle of incidence، وتدعى الزاوية الحاصلة بين الخط الناظم والشعاع المنعكس بزاوية الانعكاس angle of reflection. وينص القانون الأول للانعكاس أنه حين يحدث انعكاس فإن زاوية السقوط المثلثة تساوي زاوية الانعكاس. وينص القانون الثاني أن الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والخط الناظم توجد كلها بطريقة متحدة المستوى (أي على سطح واحد).

انعكاس صورة مبني على مرايا مبني آخر.



## قوانين الانعكاس

يخضع الضوء أثناء انعكاسه عن سطح ما إلى بعض القوانين المعروفة، وتدعى قوانين الانعكاس. ويدعى الشعاع الضوئي المنبعث من مصدر بالشعاع الساقط incident ray ورمزه (I). وتدعى النقطة التي يحدث فيها سقوط الضوء على سطح ما بنقطة السقوط point of incidence ورمزها (R). والخط الناظم normal line هو الخط المرسوم عمودياً على نقطة السقوط، وهو يقسم الزاوية بين الشعاع الساقط والشعاع المنعكس reflected ray.

## أنواع الانعكاس

اعتماداً على طبيعة سطح التماس، فإن انعكاس الضوء يمكن أن يكون مرأوي أو منتشر.



انعكاس مرأوي لمشهد طبيعي على سطح الماء.

## الانعكاس المرأوي

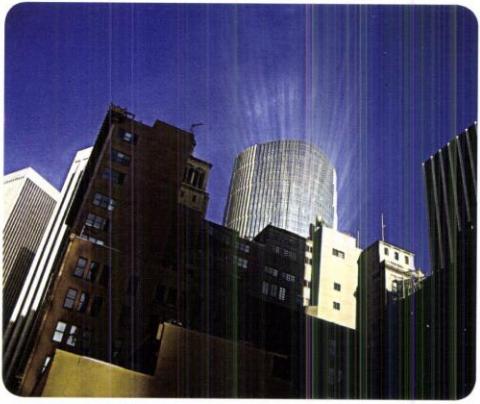
:specular reflection  
الانعكاس شبيه بانعكاس المرأة. وفيه ينعكس الضوء القائم من نقطة مصدرية واحدة مرتدًا في اتجاه واحد. ويحدث هذا الانعكاس على الأسطح الملساء الساكنة كالماء أو المرأة. إذاً هو انعكاس اعتيادي تسقط فيه

أشعة متوازية، وتتنعكش بشكل متوازن عن السطح. ويلعب اتجاه نظر المشاهد دوراً مهماً في تحديد شكل الانعكاس؛ حيث تتوجه الأشعة المبعثرة عند كل نقطة في الانعكاس المرأوي إلى الاتجاه نفسه تقريباً. لذا يقال بأن طول الموجة تتحكم بالسطح الأملس.



## الانعكاس المنتشر

:diffuse reflection  
الانعكاس المنتشر (أو المنتشر) هو انعكاس عن سطح خشن، حيث لا تنعكس الأشعة المتوازية السقوط بشكل متوازن. وفي الانعكاس المنتشر ينعكس الشعاع الساقط ضمن زوايا عديدة بدلاً من زاوية واحدة ومحددة. ويعود سبب ذلك إلى اجتماع التبعثر الداخلي والخارجي على السطح الخشن للجسم الذي يتلقى الشعاع الساقط. ويحدث الانعكاس المنتشر بشكل رئيس في الأجسام الملونة لأنها يقرر مدى امتصاص طول الموجات، وتحديد معدل مسار الضوء المسلط عليه.



انتشار أشعة الضوء من مبني.

# انكسار الضوء

يدعى انحناء الضوء حين يمر من وسط إلى آخر مسبباً تغير اتجاه الموجة بانكسار الضوء **refraction of light**. ويحدث انكسار الضوء بسبب الفرق في سرعته بين وسط وآخر. ويؤدي انكسار الضوء إلى ميل الضوء باتجاه الخط الناظم إذا كان ينتقل من وسط أكثر كثافة إلى وسط أقل. ويعتمد اكتشاف زاوية الانكسار على معامل انكسار الوسيط. ويشرح قانون سنيل **Snell's law** العلاقة بين معاملات الانكسار.

## ما هو معامل الانكسار؟

معامل الانكسار **refractive index** هو نسبة سرعة الضوء في الفراغ إلى سرعته في الوسط. ويعرف أيضاً بأنه كمية انكسار الضوء حين يمر من وسط إلى آخر. لذا فإن معامل انكسار وسط  $n$  هو نسبة سرعة الضوء 7 إلى سرعة الضوء في الوسط 5. ويمكن تمثيله بالصيغة التالية:

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



حين ينتقل الضوء من الهواء إلى الماء فإنه ينكس بزاوية أكبر بالنسبة للخط الناظم، بينما تكون زاوية انكساره أصغر فيما لو انتقل من الماء إلى الهواء.



يحدث انكسار لصورة عود الامتصاص الموضوع في كأس مليء حين يكون العود مائلًا. أما إذا وضع العود بشكل عمودي فلا يحدث انكسار لصورته.

## قوانين الانكسار

يخضع انكسار الضوء إلى قوانين الانكسار التي تتحكم في انحناء الضوء. ويحدث انكسار الضوء فقط حين يوجد فرق بين كثافة الوسيطين.

هل تعلم؟  
أن العالم العربي أبو العلاء بن سهل أول من وضع قوانين الانكسار بشكلها الصحيح.

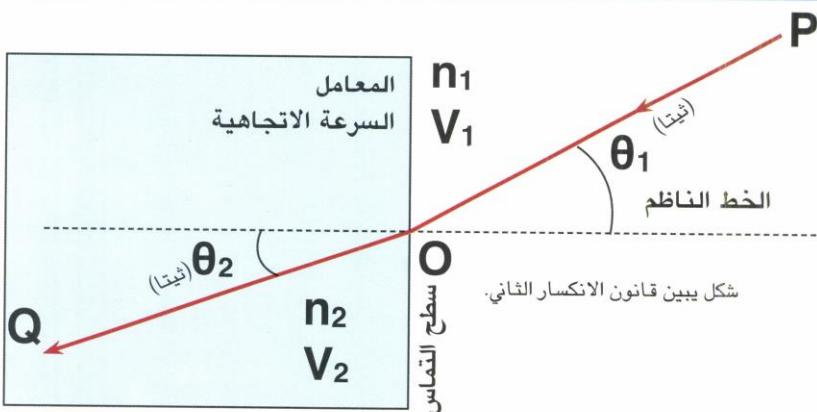
هواء

زجاج

انكسار الضوء

هواء

ماء



شكل يبين قانون الانكسار الثاني.

زاوיתי السقوط والانكسار معادلتين للسرعات الاتجاهية للضوء في كلا الوسطين، أو بعكس نسب معاملات الانكسار.

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

## قانون سنيل

قانون سنيل Snell's law هو القانون الأساسي الذي يحكم معامل الانكسار. ويشرح قانون سنيل العلاقة بين زوايا السقوط وزوايا الانكسار. وينص هذا القانون على أن زاوية السقوط وزاوية الانكسار ثابتتان بحسب الوسط. ويضيف إلى أن نسب جيوب

# البصريات والوسائل البصرية

البصريات optics هي العلم الذي يدرس الضوء وخصائصه وتفاعلاته مع المادة والوسائل المستخدمة في اكتشافه. والوسيلة البصرية optical instrument هي أداة تحدد عدداً من الخواص المميزة للضوء؛ وذلك إما بمعالجة الموجة الضوئية لتحسين رؤية صورة؛ أو بتحليل الموجات الضوئية أو الفوتونات.

## البصريات الفيزيائية

تنص البصريات الفيزيائية physical optics أو (البصريات الموجية) wave optics على أن كل نقطة واقعة على جبهة موجية frontal disturbance متقدمة هي مركز اضطراب disturbance جديد اعتماداً على مبدأ هويفنر Huygen's principle. وهي تشرح أيضاً ظاهرة الاستعراض manifestation عندما توجد قوى عديدة أو عوائق تشكل اضطرابات شبيهة بطول الموجة الضوئية.

## الترابك والتدخل

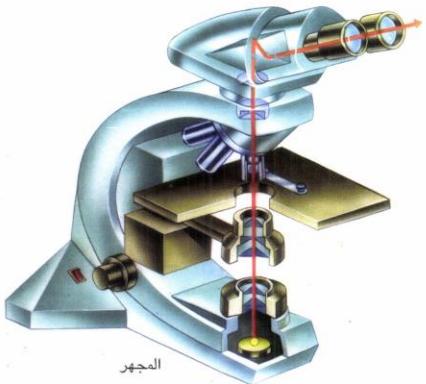
يستخدمن هذا المبدأ في غياب الآثار غير الخطية بإضافة الاضطراب من أجل التنبو. بأشكال الموجات waveforms المتفاعلة. ويدعى النموذج الناتج عن تفاعل الموجات بالتدخل interference. ويحدث اصطدام interference إذا كان لهذه الموجات طول الموجة والتردد نفسه.

ألياف بصيرية يمكنها التحكم باتجاه الضوء. ➔



## الحيود

حين تصادف الموجة عائقاً ما فإنها تلتقي أو تختفي حول ذلك العائق مما يسبب انتشار موجات ضمن فتحات صغيرة. وتدعى هذه الظاهرة بالحيود أو الانعراف diffraction. ويمكن ملاحظة الحيود حين تنتقل الموجة الضوئية عبر وسط ذي معاملات انكسار متفاوتة.



المجهر

## المicroسكوب

المجهر (أو المicroسكوب) microscope هو أداة تستخدمن عدستين مقربتين converging lenses. ويساعد وجود العدستين المقربتين على تكبير الصورة بشكل أوضح في المجهر، لذا يمكن ملاحظة الجسيمات الشديدة الصغر كالبكتيريا تحت المجهر.



يسبب عائق الغيم تنعرج أشعة الشمس على سطح الماء.

## الاستبابة الضوئية

تشكل الكثير من المكونات الأحادية كالعدسة ومكونات التسجيل والعرض نظاماً تصويرياً. وبالإضافة إلى مساهمة هذا النظام في البيئة التي يحدث فيها التصوير، فهو أيضاً ساهم في الاستبابة الضوئية optical resolution أو درجة الوضوح. لذا تعرف الاستبابة الضوئية على أنها القدرة على إيضاح تفاصيل الصور في النظام التصويري.

## التشتت والتبعثر

تسمى ظاهرة اعتماد سرعة طور الموجة phase على ترددتها بالتشتت dispersion velocity of a wave وأفضل أمثلة التشتت هو قوس الألوان حيث يحدث فصل حيزى للضوء الأبيض إلى ألوان مختلفة بسبب التشتت. التبعثر scattering هو ظاهرة عامة تجعل أي نوع من الموجات تنحرف عن مسارها المستقيم لعدم انتظام الوسط الذي تمر فيه. وتدعى الانعكاسات التي تتعرض للتبعثر بالانعكاسات المنتشرة، أما الانعكاسات غير المتباعدة فتدعى بالانعكاسات المرآوية.

## الأداة البصرية

نستفيد من الأداة البصرية optical instrument في تحسين الصورة لكي نتمكن من رؤية الجسم بالتفاصيل الدقيقة. وأشهر أداتين بصريتين هما: المجهر، والتلسكوب.



## التلسكوب

يستخدم التلسكوب

(أو المراقب) telescope

رؤية الأجسام بعيدة.

ويتألف التلسكوب من

عدستين، تصنع العدسة الأولى

صورة صغيرة ومقلوبة عند نقطة

بؤرتها، لذلك تكون الصور التي نراها

بتلسكوب مقلوبة، ولكننا نتجاهل

ذلك لأن الأجسام الفضائية كروية

الشكل.



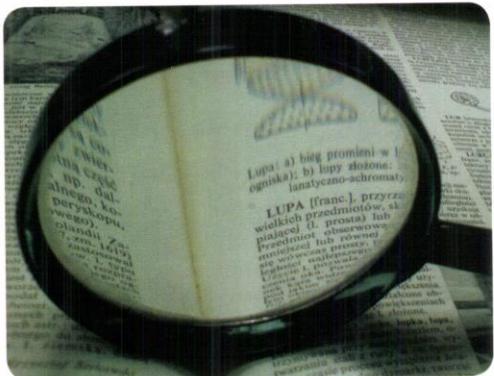
# العدسات والمرايا

العدسة lens أداة بصرية شفافة مقوسة ذات تناسب محوري تقريبي وكامل يسمح لأشعة الشمس أن تقرب أو تبتعد من خلال نقل الضوء أو كسره. لذلك يمكن للعدسات أن تظهر صوراً أكبر أو أصغر للأشياء الموضوعة أمامها.

تصنع المرأة mirror من الزجاج ويُطلى أحد سطحيه بالفضة أو الألمنيوم. وتعكس المرأة الضوء، ويمكننا أن نرى انعكاس صورتنا فيها. لذلك يمكن القول أن المرايا هي أجسام ذات معامل انعكاسي واحد على الأقل. وتؤثر العدسات على المشهد الواقع خلفها. أما المرايا فتؤثر على المشهد الواقع أمامها.

## العدسات المقعرة

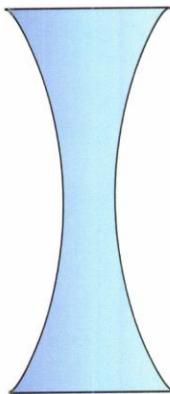
العدسات المقعرة concave lenses هي عدسات لها سطح واحد على الأقل منحنٍ نحو الداخل. وهي عدسة مبعدة diverging lens تنشر أشعة الضوء التي انكسرت عبرها. والعدسة المقعرة أرق بعدها في منتصفها مما هي عليه في جوانبها. وتندى الأشعة الضوئية عبر العدسة، وتبعد كأنها قدمت من نقطة تدعى نقطة البؤرة focal point وتقع خلف العدسة. وتندى المسافة بين البؤرة الرئيسية والعدسة بالطول البؤري focal length. وكلما زاد ت-curvature العدسة زاد الطول البؤري فيها، وأصبحت العدسة أشد قوة.



عدسة مبعدة

عدسة مقعرة

عدسة مكبرة



ثانية التبعير



ثانية التحدب

## العدسات المحدبة

العدسات المحدبة convex lenses هي عدسات لها سطح واحد على الأقل ينحني نحو الخارج. والعدسات المحدبة هي عدسات مقربة converging lenses تحول جميع أشعة الضوء المتوازية إلى نقطة واحدة. والعدسة المحدبة أثخن في مركزها مما هي عليه في جوانبها. وتندى نقطة تلاقي كافة الأشعة الضوئية بالنقطة البؤرية للعدسة المحدبة. وتندى المسافة بين العدسة ونقطة تلاقي الأشعة (نقطة البؤرية) بالطول البؤري. ويدعى مركز العدسة بالمركز البصري للعدسة optical center.

## المرأة المقرعة

يبرز السطح العاكس للمرأة المقرعة concave mirror نحو الداخل. وتستخدم المرايا المقرعة لتركيز الضوء؛ حيث تعكس الضوء إلى الداخل نحو النقطة البؤرية. وتدعى المسافة بين المرأة والنقطة البؤرية بالطول البؤري للمرأة. وكلما زاد تقرر المرأة قصر طولها البؤري، وكان تكبيرها أكبر.



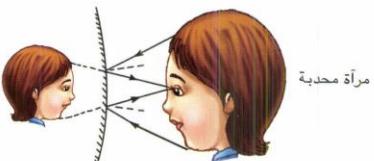
استخدمت العدسات في النظارات منذ زمن طویل.

### استخدام العدسات

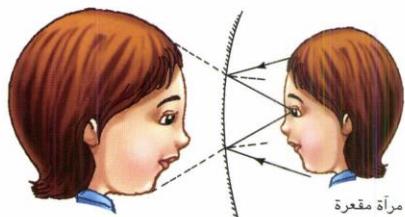
تحوى أعيننا على عدسات مما يجعلنا قادرين على رؤية الأشياء. وتستخدم العدسات في النظارات لتمكن الناس من رؤية الأشياء الواقعة على مسافة بعيدة أو قريبة. وكذلك تستخدم العدسات في كاميرات التصوير لالتقط الصور. ومن الوسائل البصرية الأخرى المعتمدة على العدسات: المنظار، والتلسكوب، والمجهر، والزجاجة المكربنة. ويستخدم الناس هذه الوسائل بكثرة في بحوثهم العلمية. وكذلك فإن المسلط يستخدم العدسات أيضاً.

### استخدام المرايا

نستعمل جميعنا المرايا حتى نرى أنفسنا، ونحسن من هيئتنا. كذلك تستخدم المرايا في المعدات العلمية كالتلسكوب والليزر والكاميرات. وكذلك تستخدم المرايا لتزيين اللوحات والقطع الزخرفية.



مرأة محدبة



مرأة مقرعة

رسم يبين كيف تبدو الرؤية في المرايا المقرعة والمحدبة.

### المرأة المحدبة

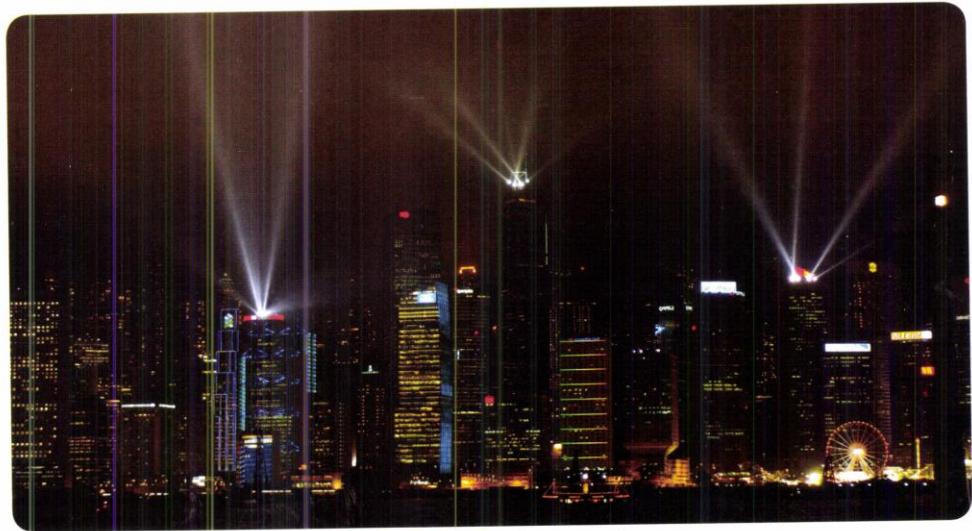
المرأة المحدبة convex mirror هي مرآة مباعدة. يبرز السطح العاكس للمرأة المحدبة نحو الخارج، مما يجعله أشبه بعين السمسكة. وتعكس المرايا المحدبة الضوء نحو الخارج. وتقع النقطة البؤرية للمرأة المحدبة حيث تصدر الأشعة المنعكسة. وكلما قصر الطول البؤري تناقصت أبعاد الصورة المنعكسة.



# الليزر والصور المجسمة

الليزر laser هو الاختصار الإنكليزي لعبارة "التضخيم الضوئي بوساطة الإشعاع المحفوظ" Light Amplification by Stimulated Radiation وهي آلية تبث إشعاعاً ضوئياً كهربائياً أو ضوءاً مرئياً بطريقة الإصدار المحفوظ stimulated emission.

الصور المجسمة holograms هي صور مسجلة بآلية التصوير التجسيمي holography يسجل فيها الضوء المنتشر من الجسم، ثم يعاد تركيبه (بأبعاده الثلاثية) كما لو كان في الموقع نفسه الذي كان فيه أمام آلة التسجيل حين تم تسجيله. وهكذا بدلاً من أن تكون الصور المجسمة إسقاطاً ضوئياً في نظام ترميز تصبح مجالاً ضوئياً مبعرياً يعاد تجميعه.



إطلاق أشعة الليزر من أبنية تحفل في إحدى المناسبات.

## الليزر الغازى

الليزر الغازى gas laser هو أحد أنواع الليزر التي تنتجه عن استخدام غاز وحيد أو مزج من الغازات لإطلاق تيار كهربائي منتج للضوء. وتوجد أنواع عديدة للليزر الغازى مثل: الليزر الهليوم والنبيوم، وليزر ثانوي أكسيد الكربون، وليزر شاردة الأرغون. وكان أول من صنع الليزر الغازى الفيزيائي الإيراني علي جافان Javan Ali في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا سنة 1960، ويعد الليزر الغازى من أكثر أنواع الليزر فائدةً وعمليةً واقتصاديةً.

## شعاع الليزر

شعاع الليزر beam laser هو شعاع متماسك يمكن تمييزه عن مصادر الضوء الأخرى التي تبث أشعة ضوئية غير متماسكة عشوائية في تدرجات طورها بالنسبة للزمن والموقع. وأضواء الليزر lights laser هي أضواء أحادية اللون ذات طيف كهربائي وأطوال موجات ضيقة.

## الليزر الليفي

الليزر الليفي fibre laser هو ليزر ذو نوعية عالية، ويستخدم بكثرة في الاتصالات السلكية لنقل الصور والمعلومات السمعية والمرئية على مسافات بعيدة. كما يستخدم الليزر الليفي في الحاسوبات لنقل المعلومات والمعطيات. وتعتمد تقنية الليزر الليفي على الألياف البصرية المشابهة بعنصر أرضية نادرة كالإربيوم erbium.

## هل تعلم؟

صاغ اصطلاح الليزر الفيزيائي الأميركي غوردون غولد .Gordon Gould



## خزن المعلومات

تساعد تقنية الخزن التجسيمي على حفظ المعلومات بكثافة عالية في البلاورات والبلمرات الضوئية. وتمتاز إمكانية اختزان معلومات واسعة من المعلومات بأهمية كبرى لها فإنها تستخدم على نطاق واسع في الكثير من المنتجات الإلكترونية.

## أمن المعلومات

يعد تزوير الصور المجمدة عملية شاقة لأنها تنسخ من صورة مجسمة رئيسة تحتاج إلى معدات متقدمة تكنولوجياً ومتخصصة غالباً الثمن. لذلك تساعد هذه الخاصية على استخدام الصور المجمدة في أغراض أمنية. وهي تستخدم بكثرة في الكثير من عمارات العالم كالبرازيل والمملكة المتحدة. كما يمكن أن ترى الصور المجمدة في بطاقات الائتمان وجوازات السفر وأسطوانات الأفلام المضغوطة (DVD). كذلك يستخدم الكاشف التجسيمي في الكشف الثلاثي الأبعاد للطروع البريدية وفي شركات الشحن والبساط الناقل في المصانع.

## تطبيقات المجسمات

عدا وظيفة التسجيل تستخدم المجسمات في مجالات أخرى عديدة كخزن المعلومات والأغراض الأمنية.



جسم مستخدم على عملة ورقية.

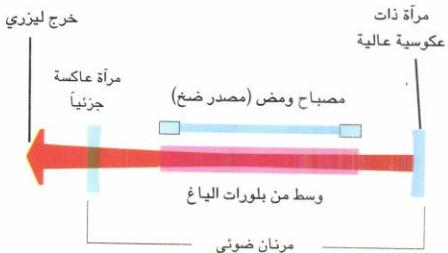
## صناعة الليزر

يصنع الليزر بواسطة مضخة تعمل كمصدر للطاقة. وينشئ وسط تنشيط، وهو مادة ذات خواص تسمح لها بتضخيم الضوء بواسطة الإصدار المحتوى، ومولد ضوئي باستخدام مرآتين أو أكثر.

وسط التنشيط gain medium: هو المكان الذي يجري فيه الإصدار المحتوى والفوري للفوتونات، مما يؤدي إلى ظاهرة التضخم amplification. وهو العامل الرئيس لتحديد طول موجة الليزر وخواصه الأخرى.

مصدر الضخ pump source: يهدي مصدر الضخ الطاقة لجهاز الليزر، ويحدد وسط التنشيط نوع مصدر الضخ الذي يجب استخدامه، ويقرر مصدر الضخ بدوره طريقة نقل الطاقة إلى الوسط.

المرنمان الضوئي optical resonator: ويعرف أيضاً بالتجويف الضوئي optical cavity. يتتألف أبسط مرنمان ضوئي من مرأتين متوازيتين تنصبان حول وسط التنشيط لتنجحاً التغذية الضوئية المرتدة feedback of the light. ولتحديد الخواص العاكسة للمرايا فإنها تطلى بطلاء ضوئي.



شكل يمثل تصميم الليزر.

# الألوان

ينتج عن تبعثر شعاع ضوئي لطيف تشغّل خطوط ذات ترددات مختلفة، وكل منها تدرجه الخاص، وتعرف هذه التدرجات المختلفة بالألوان colors. لذا فإن اللون هو أحد نواتج الطيف الضوئي، ويتفاعل مع العين عبر التحسسات الطيفية لل المستقبلات الضوئية light receptors.



الألوان الرئيسية

## تعريف اللون

اللون هو السمة المرئية لجسم ما تنتج عن الضوء الذي يمتصه الجسم أو يعكسه. ويعرف كل ضوء عموماً بحسب تدرجه hue وتشبعه saturation وسطوعه (أو زهوه) luminosity.

والدرج هو الضوء نفسه ضمن طول موجة واحدة، وهو الميزة الرئيسية للون ما تميزه عن الألوان الأخرى.

والتشبع هو صفاء أو نقائص ذلك اللون مما يعني أننا لو منزينا الأحمر الصافي مع الأبيض لحصلنا على درجات من الأحمر. ولهذه الدرجات shades التدرج نفسه، ولكنها تختلف في تشبعها.

أما السطوع فهو يدل على شدة أو طاقة الضوء.

الألوان الرئيسية primary colors هي الألوان الأساسية لتشكيل الألوان الأخرى. وتمزج الألوان الرئيسية معاً لإعداد الألوان الثانوية أو المركبة. ويعني ذلك أنه يمكن مزج الضوء لإنتاج الملايين من الألوان المختلفة. والألوان الرئيسية الثلاث للضوء هي: الأحمر والأخضر والأزرق. وإذا مزجنا كميات متساوية من الأحمر والأخضر والأزرق لحصلنا على اللون الأبيض. ويؤدي مزج الأزرق مع الأحمر إلى إعطاء اللون الأرجواني. ويعطينا مزج الأزرق مع الأحمر اللون الأصفر، أما مزج الأزرق والأخضر فيعطيانا اللون الأزرق البحري أو النبيتي. وهكذا يمكن مزج مختلف مقدار الألوان الأساسية أن نحصل على عدد لا حصر له من الألوان.

## مزج الألوان

لكي نحصل على مختلف الألوان ودرجاتها نمزج الألوان الرئيسية معاً لتشكيل ألوان جديدة، وتعرف العملية بعملية مزج الألوان .mixing of colors

ومزج الألوان بطريقتين: الطريقة الجمعية additive، والطريقة الطرحية subtractive. وتشمل الطريقة الجمعية إضافة ألوان طيفية، وتشمل الطريقة الطرحية طرح أو امتصاص أجزاء من الطيف.

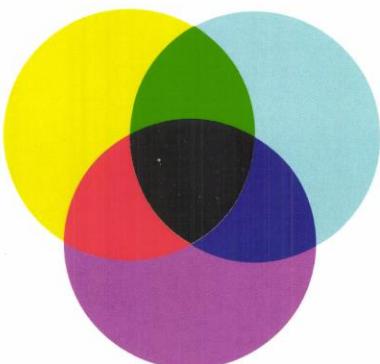
ونطلق اسم مزج الألوان المضافة additive color mixture حين يمتزج مصدران ضوئيان معاً. فمثلاً حين ينضم الضوء الأحمر إلى الضوء الأخضر فإنهما يتجانسان الأصفر. ويحدث مزج الألوان المطروحة subtractive color mixture حين يمزج وسطان عاكسان، كما يحدث حين نمزج الحبر أو الدهان. فمثلاً إذا مزجنا ألوان الحبر الأزرق والأصفر نحصل على حبر أخضر (وليس أبيض كما يحدث في حالة مزج الألوان المضافة).

### الألوان المنتامة

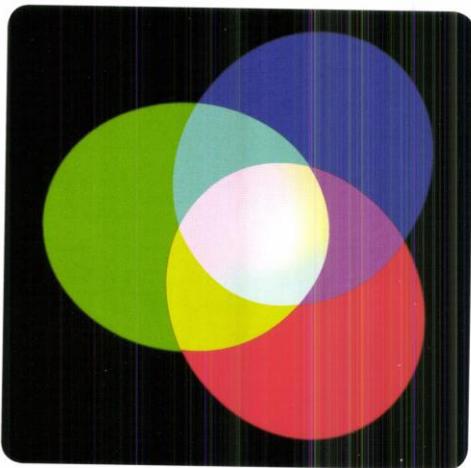
اللون المنتامة complementary colors هي الألوان المنتسبة مع ألوان نموذج ما بحيث أن مزجها معاً ينتج الضوء الأبيض.

### اللون المنسقط

اللون المنسقط subtractive color هو اللون الناتج عن اختزال بعض أطوال الموجات وعكس بعضها الآخر والألوان الرئيسية للمزج الطرحي للدهانات والأصبغة والمواد الملونة الأخرى هي: الأصفر، والأرجواني، والنيلي، تليها كالألوان ثانوية: الأحمر والأخضر والأزرق.



مزج الألوان الطرحي



مزج الألوان الجمعي

### الألوان المضافة

تعرف الألوان الناتجة عن انبعاث الضوء بشكل مباشر من مصدر أو مادة ساطعة بالألوان المضافة additive colors.

والألوان الثلاثة المضافة هي: الأحمر والأخضر والأزرق. ويمكن الحصول على جميع الألوان الأخرى تقريباً بمزج الألوان الأحمر والأخضر والأزرق بكميات متفاوتة. وبينما تمتزج الألوان الأحمر والأخضر والأزرق بكميات متساوية فإنها تنتج اللون الأبيض. والألوان الثانوية المباشرة من مزج الألوان المضافة هي: الأصفر والأرجواني والنيلي.

### مقاييس الألوان

يعتبر مقاييس الألوان colorimeter الشدة اللونية مستخدماً مجموعة من الوسائل. ومن أكثر هذه الوسائل تطوراً هو المضواط الطيفي spectrophotometer الذي يحلل الضوء من حيث كمية الطاقة الموجودة في كل طول موجة طيفية.

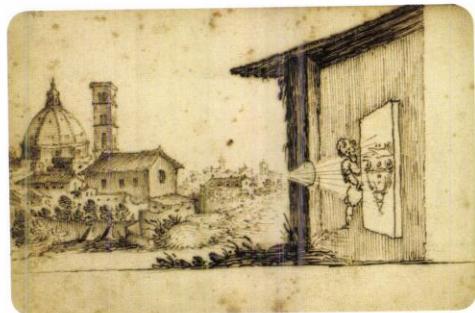
# التصوير الضوئي



يشمل التصوير **photography** تسجيل الإشعاعات على وسط حساس للإشعاع **radiation sensitive** كالفيلم الفوتوغرافي. أو بكلمات بسيطة التصوير هو: إنتاج صور للأشياء على سطح ذي حساسية إشعاعية.

## تاريخ التصوير

يمكن تتبع تاريخ التصوير بالعودة إلى القرنين الرابع والخامس قبل الميلاد الذين شهدا استخدام الكاميرات ذات الثقب pinhole camera، والتي وصفها كل من الفيلسوف الصيني ماو تي Mao Ti والفيلسوف الإغريقي أرسطو Aristotle. ثم شهد القرن السادس الميلادي ظهور الرياضي البيزنطي أنثيميوس ترايليس Anthemius of Tralles الذي استخدم القمرة أو الحجرة المظلمة camera obscura في اختباراته. وقد كان الاستعمال المتواضع لهذا النمط من الكاميرات خطوة مهمة في تطور اختراع الكاميرا الحديثة كما نعرفها اليوم.

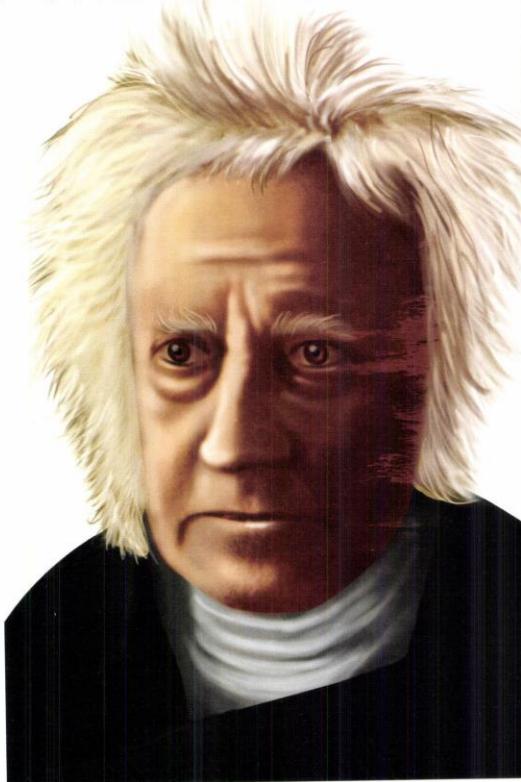


رسم قديم للحجرة المظلمة.

ثم حدثت اختبارات على التصوير بالألوان خلال القرن التاسع عشر. مع أن البداية كانت صوراً ذات ألوان مؤقتة بدلاً من الألوان الثابتة إلا أنه في سنة 1861 القط جيمس كلارك ماكسويل James Clark Maxwell صورة مسلالية ذات ألوان مضافة لقصاصة من القماش المقلم. ولم تصل أول لوحة عملية كاملة ذات ألوان أصلية إلى السوق إلا في سنة 1907.

## السير جون هرشل

اشتق السير جون هرشل Sir John Herschel سنة 1839 كلمتي "فotto" photo و"غراف" graph من اليونانية وصاغهما معًا لتشكيل كلمة "فوتوغراف" photograph التي تعني "رسم الضوء". ومن هنا أصبحت أي عملية أو نشاط أو فن إنتاج الصور الثابتة أو المتحركة تعرف باسم "الفوتوغرافيا" أو "التصوير" photography.



السير جون هرشل

## الفيلم

الفيلم film شكل من أشكال الفن يشمل الأفلام السينمائية، ويدخل في صناعة السينما. ويحدث إنتاج الفيلم إما بتسجيل الصور الفوتوغرافية بالكاميرات أو بصنع الصور باستخدام تقنيات الحركة والمؤثرات البصرية visual effects . والفيلم شكل فني مهم ومصدر شائع من مصادر الثقافة والتعليم والإيماع. والحركات الموجودة في الفيلم هي بواسطة اتصال. الأفلام تناج بشري تخلقه ثقافات الشعوب لكي تعبر عنها، وتعكس حياتها وأمالها، وتؤثر في المشاهدين.

## هل تعلم؟

أطلق جورج إيستمن George Eastman ، صاحب شركة كوداك Kodak ، هذا الاسم على شركته حين اعتقد أنه الصوت الناتج عن مغلق الكاميرا أثناء التقاط الصور.

## الصور الأولى ذات البعدين

أول من أنتج صورة بوساطة الكاميرا كان نيسفون نيبس عام 1826، ثم طرحت آلية إنتاج صور ثنائية الأبعاد two-dimentional images الإمكانية طرائق سميت بالزوروب zoetrope الصور بتدويرها ضمن أسطوانة) والموتوكوب mutoscope (تحريك الصور بالتكرار والاقتطاع) والبراكسينوكوب praxinoscope (تحريك الصور بواسطة مرايا).

وخلقت هذه التقنيات ظاهرة تدعى استمرار الأثر في العين عرضت سلاسل من الصور الثابتة بسرعات كافية، مما يعطي الإيحاء بأنها كانت تتحرك. وقد جعل اختراع فيلم السلولويد celluloid film أو التصوير الثابت (الذي تمكن من التقاط الصورة أثناء حركتها) إمكانية عرض الحركة في الزمن الواقعي لها. ثم أدى تطور الكاميرا السينمائية إلى الظهور السريع للملاسات السينمائي والفيديو المطبوع مما وضع الأفلام السينمائية على الشاشة ليشاهده جمهور أكبر من الناس.



أحد الأفلام الأولى يعرض بواسطة ملاسات ميك.

## بدايات الأفلام

قبل وجود الأفلام كان الناس يشاهدون المسرحيات ويمارسون الرقص كنوع من الترفيه. وكان للمسرحيات والرقصات والموسيقا العناصر نفسها التي تحويها الأفلام من سيناريو وأصوات وأزياء وموضوعات ومشاهدين وإنتاج غير ذلك. وفي حوالي سنة 1600 م قام جان باتيستا ديلا أنتيموس تراليس، وطورها الحسن بن الهيثم، وقد أدى ذلك إلى دخول الضوء من الخارج معكوساً عبر ثقب صغير أو عدسة، وسقوطه على سطح أو شاشة لخلق صورة متحركة. وقد تم الحفاظ على الصورة الناتجة في السجلات الموجودة في ذلك التاريخ.



صورة بالسينماكولور وهي إحدى الطرائق الأولى الناجحة في التصوير السينمائي بالألوان.

## الأفلام الملونة

أصبحت الأفلام الملونة شيئاً معتاداً عند صناع السينما في نهاية ستينيات القرن العشرين.

ومع اندثار نظام

الستوديو في ستينيات

القرن العشرين حدثت

تبديلات كبيرة في إخراج وطراز الفيلم في السنوات التالية.

واما أن دخلت التسعينيات والقرن الحادي والعشرين حتى أصبحت التكنولوجيا الرقمية هي التي تدير كافة الأعمال السينمائية.

## تصاعد شعبية الأفلام

يزغت الأفلام إلى الأضواء مع الأفلام الفوتوغرافية القديمة التي كانت أولى وسائل تسجيل وعرض الأفلام المتحركة. وتطور الفيلم تدريجياً من كونه بدعة احتفالية ليصبح من أهم وسائل التواصل والترفيه ووسائل الإعلام في القرن العشرين.

# الطاقة الصوتية

الصوت sound طاقة لا يمكنها الانتقال في الفراغ، وهي تحتاج دائمًا إلى وسط من أجل انتقالها. وتنتقل الموجات الصوتية من مكان إلى آخر بواسطة تفاعل الجسيمات التي تحدثها الاهتزازات الصوتية. وينتقل الصوت من المصدر في جميع الاتجاهات كما تنتقل تفاصيل الماء حين نلقي حجرًا في بركة. وكلما انتشر الصوت أبعد أصبح أضعف.

## خواص الطاقة الصوتية

يحدد الصوت بواسطة سعته وتردداته وطول موجته وطبقته وسرعته الاتجاهية.

والسعة amplitude هي مقياس الجهازة والرخاوة للصوت والموسيقى. والتتردد frequency هو معدل اهتزاز الصوت في الوحدة الزمنية، ويقاس بالهرتز hertz. ويساوي الهرتز دورة واحدة في الثانية.

وطول الموجة wavelength هو المسافة التي تقطعها دورة واحدة من دورات الموجة الصوتية.

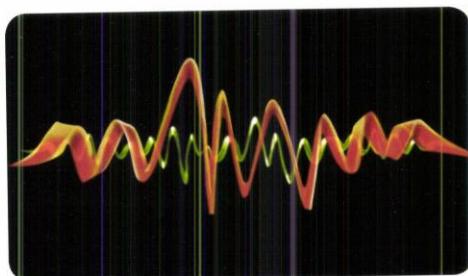
والطبقة pitch هي إحدى خواص الصوت المتعلقة باللغات الموسيقية، حيث يمكن للأصوات أن تكون ذات طبقة عالية أو طبقة منخفضة. وتعتمد الطبقة على تردد وطول موجة النطوة note الموسيقية.



تستخدم آلات موسيقية مختلفة لإصدار أصوات مختلفة

## ميزات الطاقة الصوتية

تُدعى الطاقة التي تتدفق في الموجات الصوتية بشدة الصوت intensity. والجهازة loudness هي كمية الطاقة التي يبذلها الصوت حين يصل إلى الأذن. وعادة ما تترافق الزيادة في جهازة الصوت مع شدته. وتقاس جهازة الصوت بالفون phon. وتعتمد سرعة الصوت على الوسط الذي ينتقل فيه. وينتقل الصوت بسرعة في الوسط الصلب، وتقل سرعته في الوسط السائل، وهو أبطأ سرعة في الغازات. وينتقل الصوت بسرعة 5950 م/ثا في الحديد، وبسرعة 1497 م/ثا في الماء المقطر، وبسرعة 316 م/ثا في الأكسجين.



رسم الموجات الصوتية على أحد الأجهزة الإلكترونية

الصوت تحت السمعي infrasound: الأصوات تحت السمعية هي أصوات ذات تردد شديد الانخفاض. ولا يمكن للناس أن يتسمى الأصوات تحت السمعية. وتهتز الأصوات تحت السمعية بترددات أقل من 20 هرتز. ومع أن الإنسان لا يستطيع أن يسمع هذه الأصوات إلا أنها تحدث فيه عدداً من التأثيرات كالقلق والأسى العميق والقشعريرة.



مرآتان صوتيتان تقعان في متحف نيوموسيكرو تاريخ الفضاء في الاممغوردي

المرايا الصوتية sound mirrors: المرايا الصوتية هي وسائل تستخدم للكشف عن الأصوات وقد استخدمت لأغراض عسكرية خلال الحرب العالمية الأولى، لاكتشاف طائرات العدو القادمة للإغارة وذلك بجمع موجاتها الصوتية، وكانت بمثابة أجهزة إنذار مبكر وتستخدم المرايا الصوتية هذه الأيام على نطاق واسع لتكبير أصوات الرياضيين والمدربيين في المنافسات الرياضية الحية. وتعرف المرايا الصوتية أيضاً بأسماء أخرى كالمرايا الصوتية concrete acoustic mirrors، والصحون البيتينية listening ears dishes، والأذان الصاغية..



استخدامات الطاقة الصوتية يساعد الصوت على التواصل بين الكائنات الحية، حيث يتواصل الناس والحيوانات والطير في فيما بينهم بواسطة الصوت. وقد أصبح لدراسة الصوت فوائد جمة في مختلف المجالات العلمية والتطبيقية، مما أدى إلى اكتشافات واختراعات كثيرة لاستغلال الطاقة الصوتية. السونار sonar: كلمة سونار هي اختزال للحروف الأولى من العبارة الإنكليزية "الملاحة وتحديد المجال الصوتي" Sound Navigation and Ranging. ويستخدم السونار الصدى لتحسين واكتشاف الأشياء. وتبث أجهزة السونار موجات صوتية في محيطها، فتتصطدم هذه الموجات بالأجسام الموجودة في ذلك المحيط. ثم تردد الموجات عائدة إلى الجهاز؛ فتمكنه من تحديد ماهية ومسافة واتجاه الجسم. وتستخدم الغواصات موجات السونار للكشف عن مسافة واتجاه السفن والأجسام الأخرى الموجودة في البحر.



حومة من نوع سيويك (س - ش - 60 ف) تنزل جهاز سونار في المحيط الهادئ

الصوت فوق السمعي ultrasound: تستخدم الأصوات فوق السمعية موجات صوتية ذات تردد عالي جداً. وتهتز الأصوات فوق السمعية بترددات أعظم من 20 كيلوهertz، فتخترق الماء والسوائل بسهولة أكبر من الأصوات ذات التردد المنخفض. وترتد الموجات فوق السمعية عن أجسامنا بعد أن تصطدم بأسطحها. ثم تتحول هذه الأصداء الصوتية المرتدة إلى صورة تدعى صورة الأمواج فوق الصوتية sonogram. ويسمى التصوير فوق السمعي ultrasound imaging (ويُدعى أيضاً تخطيط الصدى ultrasonography) للأطباء بأن يلقوا نظرة داخلية على أنسجة وأعضاء أجسامنا من دون اللجوء إلى تقنيات جراحية.



تخطيط الصدى

# الصوتيات تحت المائية

يدرس انتقال الصوت تحت الماء وال WAVES الميكانيكية المشكلة في الماء و نطاقه ضمن فرع من الفيزياء يعرف بالصوتيات تحت المائية underwater acoustics. وتتراوح الترددات الاعتيادية للصوتيات تحت المائية بين 10 هرتز و(1) ميجاهرتز.

## الملاحة والتعقب تحت الماء

خلافاً لباقي الإشارات التي يمكن امتصاصها بسهولة ينتقل الصوت تحت الماء بمعدل يمكن تقديره وقياسه بالضبط. لذلك underwater navigation and tracking تستخدم الملاحة والتعقب تحت الماء لقياس المسافات بين الهدف المطارد واحدى المحطات البحرية أو أكثر بتثليث موقع الهدف triangulating the target position of the target. وقد أدت هذه التقنية إلى ظهور نظام تحديد المواقع صوتيًا تحت سطح الماء underwater acoustics positioning system.

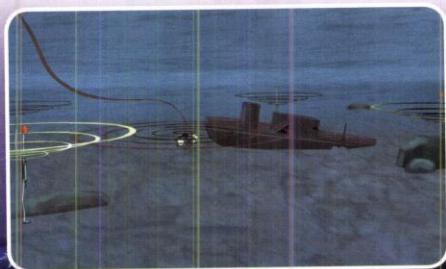
## الاتصالات الصوتية تحت الماء

تعرف طريقة إرسال واستقبال الصوت تحت الماء بالاتصالات الصوتية تحت الماء مع وجود طرائق عديدة للقيام بهذا الاتصال إلا أن أفضلها هي باستخدام المسماع المائي hydrophone. والمسماع المائي هو ميكروفون صمم خصيصاً للاستخدام تحت الماء ولأغراض تسجيل أو سماع الأصوات تحت الماء.



مسماع مائي

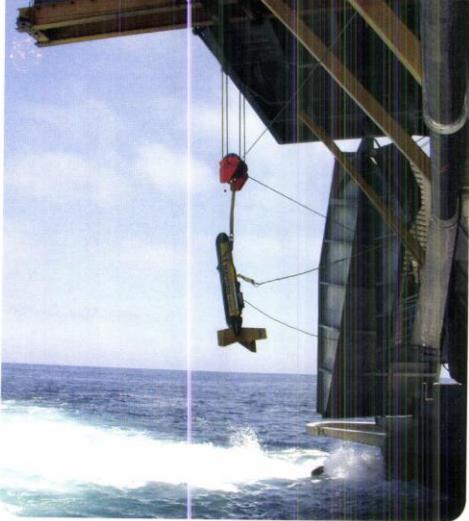
خط قاعدي طوويل لنظام تحديد المواقع صوتيًا تحت سطح الماء.





### الأحياء البحرية

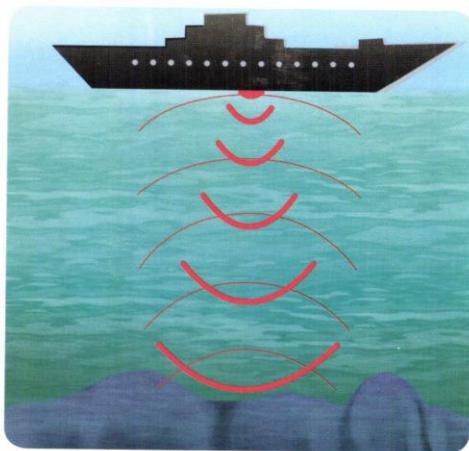
يمتلك الصوت القدرة على الانتقال السريع تحت الماء لذا فإنه يستخدم كأداة مساعدة لدراسة الحياة في البحار بدءاً من البلانكتون الدقيق وحتى الحوت الأزرق. وتتوفر المصوّرات الصوتية echo sounders المعلومات عن غزارة الحياة البحرية وتوزعها وسلوكها. كذلك فهي تستخدم في تحديد موقع السمك وكثيّاته وأحجامه وكتلته الحيوية.



وحدة سونار تنزل في الماء.

### السونار

وظائف السونار sonar هي نفسها وظائف الرادار: فأصداء النبضات الصوتية التي تستخدم لسبر غور البحر هي طريقة بحث عن معلومات عن البحر وأعماقه والأجسام المغمورة فيه. وتوجد طريقة بديلة هي السونار السلسلي sonar الذي يقوم بالوظيفة نفسها، ولكن بالاستماع إلى الأصوات المنبعثة من الأجسام الموجودة في البحر.



تستخدم المصوّرات الصوتية لدراسة الأحياء المائية.

### الاستكشاف بالطريقة الزلزالية

في الاستكشاف بالطريقة الزلزالية seismic exploration يتم استكشاف أعماق البحار باستخدام الأصوات ذات التردد المنخفض (أقل من 100 هرتز). وتعطى الأولوية للتردد المنخفض، مع ضعف أدائه، لأنّ موجات التردد العالي تضعف حين تنتقل عبر قعر البحر ومن المصادر الصوتية الأخرى التي يتم استخدامها: المدفع الهوائي air guns والاهتزاز الزلزالي vibroseis، والمنفجرات explosives.

### رصد الطقس والمناخ

يمكن أيضاً رصد الصوت الذي تصنّعه الريح والأمطار باستخدام المحسّنات الصوتية acoustic rain gauge التي وضعه جيفري نايستون Jeffery A. Nystuen. كذلك يمكن الكشف عن احتمالات حدوث البرق. وتستخدم أصوات التردد المنخفض لقياس درجات الحرارة صوتياً لمعرفة درجات حرارة المحيطات حول العالم.

### فيزياء الجسيمات

يحتاج النيوترينيو neutrino إلى درجة عالية من أجهزة الاستكشاف بسبب خاصيته بقلة التفاعل مع المواد الأخرى. لذلك تستخدم المحيطات لدراسة النيوترينيو. ويعتقد أنه يمكن الكشف عن النيوترينيات ذات الطاقة العالية جداً في ماء البحار بالطريق الصوتية.

# الكهرباء

الكهرباء electricity طاقة تنتج عن تدفق شحنة كهربائية على ناقل. وهي أحد الأشكال الأساسية للطاقة. ويوجد نوعان من الكهرباء بحسب طبيعة الشحنة الكهربائية هما: الكهرباء الساكنة أو المستاتيكية static electricity والكهرباء الجارية current electricity. وحين تكون الشحنات الكهربائية مستقرة فإنها تدعى بالكهرباء الساكنة، وتعد ظاهرة البرق من أفضل الأمثلة عنها. أما إذا كانت الشحنات الكهربائية تتحرك فتدعى بالكهرباء الجارية.



تستخدم بطاريات الخزن لانتاج الكهرباء.

**إنتاج الكهرباء**  
يمكن إنتاج الكهرباء بالاحتكاك friction (كما يحدث عندما نفرك البلاستيك بالصوف)، أو بفعل كيميائي chemical (الكهرباء المختزنة في البطاريات)، أو بطريقة الحث induction (كما يحدث في الدينامو والمحركات أو المولدات الكهربائية).

**الشحنة**  
الشحنة charge هي إحدى خواص الإلكترونات والبروتونات. وتدعى الشحنة الكهربائية للبروتون "موجبة" (+)، وتدعى الشحنة الكهربائية للإلكترون "سالبة" (-).

**انتقال الشحنة**  
تحدد القدرة على كسب أو خسارة الإلكترونات الطبيعية الكهربائية للذرة، فالذرة التي تحوي عدداً كبيراً من الإلكترونات في قشرتها الخارجية ستكتسـبـ الإلكترونات أخرى، أما الذرة ذاتـ الإلكتروناتـ الأقلـ فيـ قشرتهاـ الخارجيةـ فـستـقـدـ إـلـكتـرونـاتـهاـ. وـيـحـدـدـ هـذـاـ الـكـسـبـ وـالـخـسـارـةـ لـلـإـلـكتـرونـاتـ اـتـجـاهـ تـدـفـقـ التـيـارـ.

يحدث البرق في السماء نتيجة لتفريغ الشحنة بين الغيوم والررض.

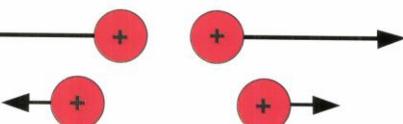


## وعاء ليدن

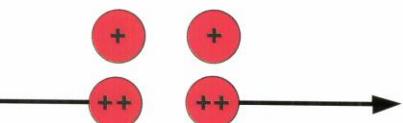
كان وعاء ليدن Leyden jar من أول الوسائل المعروفة لاحتزان الطاقة الكهربائية. وصمم هذا الوعاء سنة 1745 وأطلق عليه اسم "المكثف" condenser لأن الاعتقاد السائد في تلك الأيام هو أن الكهرباء كانت من المواتع، وأنه كان بالإمكان تكثيفها. وكان الوعاء مصنوعاً من الزجاج، ومتلئاً برقائق القصدير من الداخل والخارج. وقد استخدمت تكنولوجيا وعاء ليدن لصنع المكثفات السعودية الحديثة.



وعاء ليدن



مضاعفة المسافة تنقص القوة بمعدل 2



مضاعفة الشحنة تزيد القوة بمعدل 4

قانون كولوم

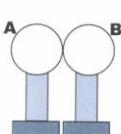
## الكهرباء الساكنة

الكهرباء الساكنة أو الستاتيكية static electricity هي الكهرباء التي تبقى في حالة خمود على سطح المواد المختلفة، ويمكن إنتاجها بمحرك مادتين معًا. وينتج عن ذلك انجذاب الجسمين إلى بعضهما وإطلاق أحدهما شرارة تفقر نحو الآخر. وسبب ذلك هو أن الإلكترونات أحد الجسمين تتفقز نحو الآخر. ويصبح الجسم الذي يستقبل الإلكترونات سلبي الشحنة. أما الجسم الذي يفقد الإلكترونات فيصبح إيجابي الشحنة.

## الشحن بالتحريض الكهربائي

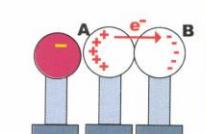
يمكن أحياناً لجسم مشحون كهربائياً أن يطلق شحنة كهربائية إلى جسم محايد من دون أي تماس بينهما. وتسمى هذه العملية بالتحريض أو الحث induction. فمثلاً إذا وضعنا جسمًا محايداً بالقرب من جسم ذي شحنة إيجابية فإنه الإلكترونات الجسم المحايد ستتجذب إلى الجسم المشحون إيجابياً، وتتدفع نحو الجانب الأقرب إلى ذلك الجسم . ويخرج عن ذلك أن يصبح هذا الجانب من الجسم ذات شحنة سلبية، ويصبح الجانب الآخر مشحوناً إيجابياً. ولكن الشحنة التي يحدّثها التحريض ليست دائمة.

المخطط 1



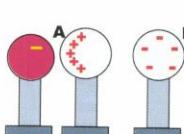
تركيب كرتان معدنيتان على مناصب عازلة.

المخطط 2



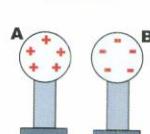
وجود الشحنة السلبية يحرض الإلكترون على الانتقال من الكرة A إلى الكرة B. وتصبح كلا الكرتين مستقطبيتين.

المخطط 3



تفصل الكرة A عن الكرة B عن الكرة B عن الكررة A عن الكررة A. واستخدام المنصب العازل، ويصبح للكرتين شحنات متعاكسة.

المخطط 4



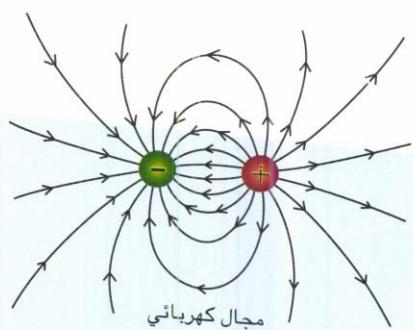
توزيع الشحنة الزائدة نفسها. بانتظام على سطح الكرات.

# الكهروسكونيات

الكهروسكونيات electrostatics هي فرع من الفيزياء، يدرس الظواهر التي تنشأ من وجود شحنات كهربائية ساكنة أو ذات حركة بطيئة جداً. وحين يصبح جسم ما في تماش مع جسم آخر يكسب شحنات تبدأ بال تكون على سطحه. وكلما مس الجسم بعضها أو انفصلا عن بعضهما فإنه يحدث تبادل للشحنات، ويمكن ملاحظة آثار تبادل هذه الشحنات حين يكون لأحد السطحيين على الأقل مقاومة عالية للدفق الكهربائي. ويحدث ذلك لأن الشحنات التي تنتقل من أو على السطح العالي مقاومة تنحصر هناك لفترة طويلة بحيث تصعب ملاحظة آثارها.



شُحن شعر الطفلة إيجابياً مما أدى إلى نبذ  
الشعرات لبعضها البعض.



**المجال الكهربائي**  
يعرف المجال الكهربائي (أو الحقل الكهربائي) electric field لنقطة ما بأنه عدد نيوتن لوحدة الشحنة مصروباً في عدد كيلوم لشحنة ما عند تلك النقطة.

## استعمالات الكهروسكونيات

الكهروسكونيات هي من أكثر القوى الشائعة التي تطلقها شحنات يمكن الشعور بها ورؤيتها في حياتنا اليومية. وفيما يلي بعض مظاهرها:

- الآلات الناسخة photocopiers والطابعات الليزرية laser.printers
- يستخدم مزيل الرجفان defibrillator لإعادة تدفئة القلب بتزويده بقولطية عالية بواسطة محارك paddles مشحونين ومنفصلين.
- يستخدم مرشّب الأتربة dust precipitator الكهروسكوني للتخلص من جسيمات الدخان التي تتشكل بعد احتراق الوقود.
- تُطلى السيارات باستخدام القوى الكهروسكونية. وتقوم مسدسات الرش spray guns المشحونة إيجابياً بجعل جزيئات الدهان تتبذل بعضها بعضاً مما يساعد على تمددتها، ولكنها تنجذب إلى جسم السيارة السلبي الشحنة.
- تستخدم مرشحات الأفران filters الكهروسكونية لإزالة جسيمات الغبار من الهواء باستخدامها القوة الكهروسكونية.



تتساوى قوة مجالين كهربائيين  
لصفيحتين متوازيتين باستثناء  
جوانبيهما.



تفریغ کهروسکونی

### التفريغ الكهروسکونی

الجهد الكهروسکونی electrostatic potential هو درجة تحدد كمية سلیمة يمكن التعبير من خلالها عن المجال الكهربائي. والصيغة الرياضية هي:

$$\vec{E} = -\nabla \phi$$

لذا يمكن تعريف الجهد الكهروسکونی في نقطة بأنه: كمية العمل بوحدة الشحنة، والمطلوب لنقل شحنة من الالا نهاية إلى نقطة معينة.

يدعى تدفق تيار كهربائي مفاجئ أو مؤقت بين جسمين ذوي مجالين كهربائيين مختلفين نتيجة لتحريض أو تماس مباشر بالتفريغ الكهروسکونی electrostatic discharge حيث إن الكهرباء الساکنة هي أحد أسباب التفريغ الكهروسکونی. وتستخدم هذه العبارة عادة في صناعة الإلكترونيات وسواءها لوصف التيارات المؤقتة غير المطلوبة والتي يمكن أن تسبب ضرراً في المعدات الإلكترونية. وكذلك يمكن للتحريض الكهروسکونی أن يتسبب في حدوث التلف الناتج عن التفريغ الكهروسکونی.

### قانون غاووص

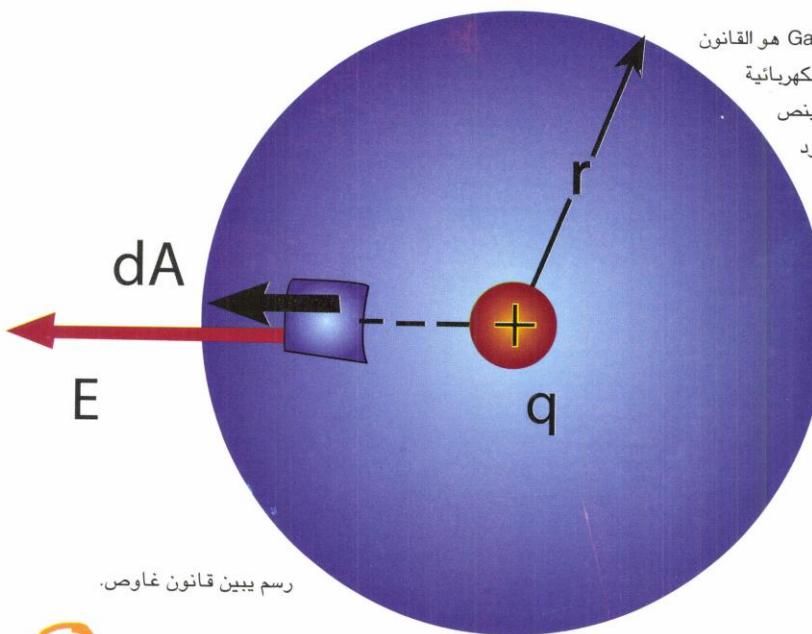
قانون غاووص Gauss' law هو القانون المتعلق بتوزيع الشحنات الكهربائية في المجالات الكهربائية. ينص هذا القانون على وجود علاقة مضطربة بين السطح المغلق وإجمالي الشحنات الكهربائية المحصورة على السطح. ويمكن تمثيل ذلك رياضياً كالتالي:

$$\int E \cdot dA = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

dA: سطح غمرى

Q: شحنة

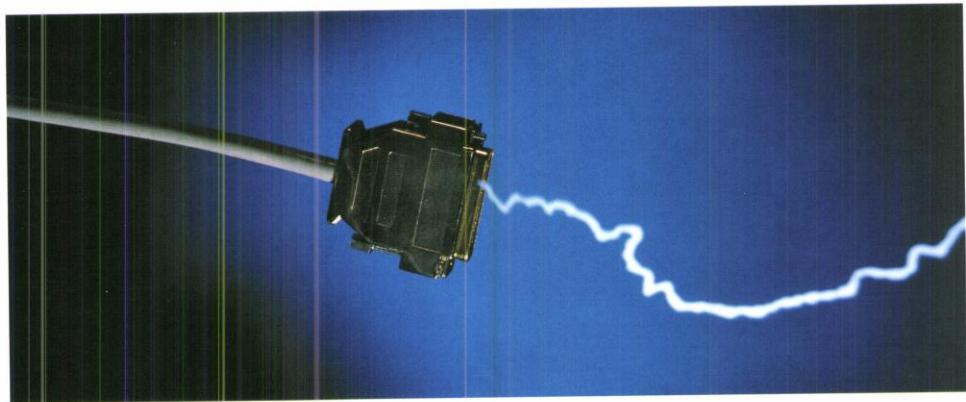
E: شدة الحقل



رسم يبين قانون غاووص.

# التيار الكهربائي

التيار الكهربائي electric current هو تدفق الإلكترونات. إلا أن هذا التدفق ليس عبئياً بل اتجاهياً. ويحدث تدفق الإلكترونات دائمًا من الشحنة السلبية إلى الشحنة الإيجابية. لذا يمكن القول أن التيار الكهربائي ينتقل من القطب السالب إلى القطب الموجب.



## حجم تدفق التيار

الكهرباء الجارية current electricity هي تدفق الإلكترونات الحرية. وتتناسب كمية التيار الذي يتدفق على سلك كهربائي مع كمية الطاقة الموجودة في السلك. وإن زادت طاقة الإلكترونات الحرية أو عددها فسيزيد تدفق التيار في السلك.

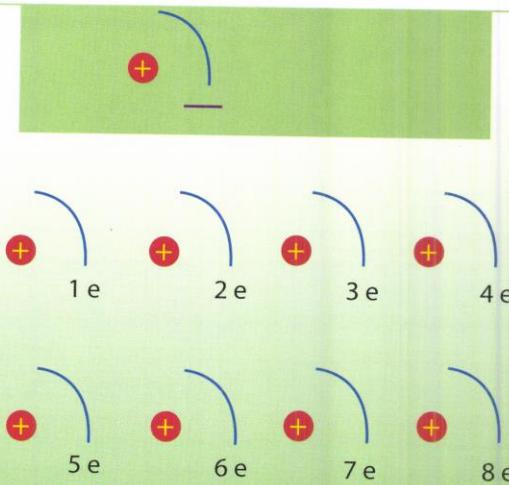
قياس الكهرباء  
تقاس الكهرباء بوحدات الفولط volt والأمبير ampere والواط watt.  
والفولط هو قياس الجهد الذي تتدفق الكهرباء تحته.  
والأمبير يقيس كمية التيار الكهربائي الذي يمر عبر سلك أو وسيلة ما.  
والواط هو كمية العمل الذي تقوم به كمية معينة من التيار ضمن جهد أو فولطية معينة. وتقاس كمية الكهرباء التي تستخدمها أية وسيلة كهربائية بوحدة كيلواط/ساعة kilowatt-hour.



محطة كهرومائية

## التكافؤ

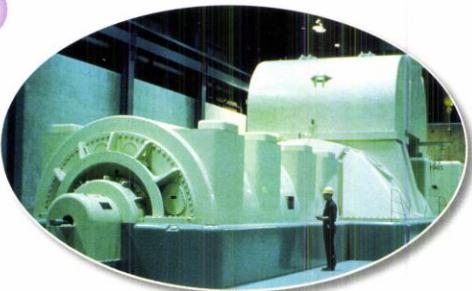
تكافؤ valence ذرة هو قدرتها على كسب أو خسارة إلكترون أو أكثر. وتحدد القدرة على كسب أو خسارة الإلكترونات بدورها الطبيعة الكهربائية للذرة. ويعتمد التكافؤ على عدد الإلكترونات في القشرة الخارجية للذرة. فالذرة ذات العدد الكبير نسبياً من الإلكترونات في قشرتها الخارجية ستكسب الإلكترونات الجديدة. أما إذا كان للذرة عدداً أقل من الإلكترونات في قشرتها الخارجية فإنها ستخسر هذه الإلكترونات.



## الكولوم والجول

الكولوم coulomb هي شحنة يحملها عدد من الإلكترونات قدره  $6.25 \times 10^{18}$ .

والجول joule هو مقياس للطاقة، وهو كمية الطاقة المستهلكة حين تعمل قوة واحد لثانية واحدة. ويعرف ذلك أيضاً بالواط/ثانية watt/second.



مولد عنفة بخارية حديث.

## الأمبير

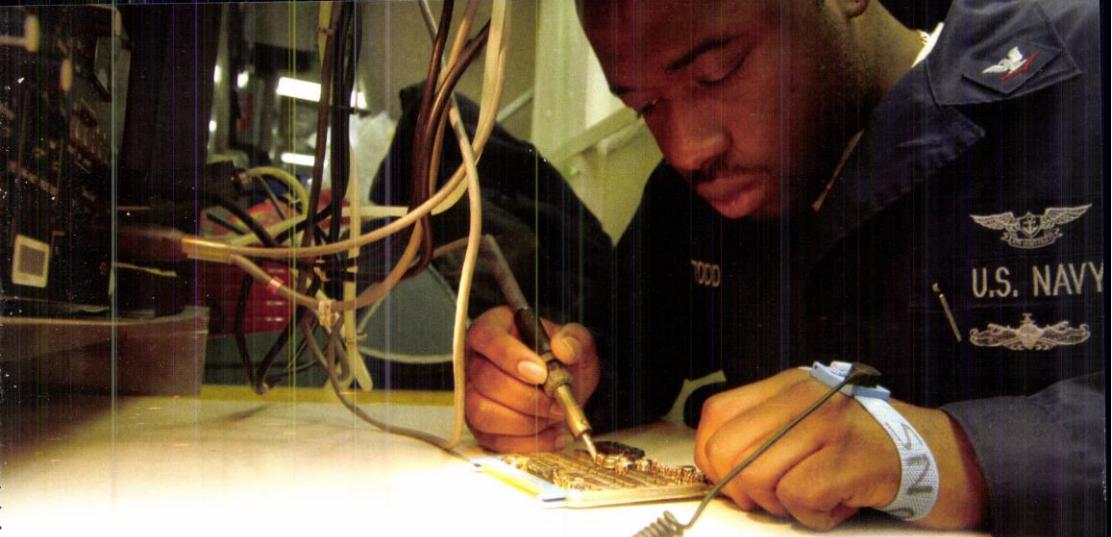
الأمبير ampere هو كمية التيار الكهربائي التي تتدفق على ناقل في ثانية واحدة. وهو وحدة قياس التيار الكهربائي.



بحسب قانون أمبير يولد التيار الكهربائي مجالاً مغناطيسيّاً.

## مصادر الكهرباء الجارية

توجد عدة مصادر للكهرباء كالمولدات generators والخلايا cells والخلايا الوقودية fuel cells. وتحول المولدات الطاقة الميكانيكية إلى كهرباء. وتتألف الخلية الكهربائية من خلية أو مجموعة من الخلايا المتصلة بعضها ببعض. وتستخدم الخلايا الوقودية الففاعلات الكيميائية لإنتاج الكهرباء. وهناك مصادر تحول الطاقة الحرارية إلى كهرباء.



خبرير يعمل على إحدى الدارات الكهربائية.

## الدارات الكهربائية

الدارة الكهربائية **electric circuit** هي نظام يحوي على مصدر تيار كهربائي، وأسلاك ناقلة يعبر عليها التيار بشكل مستمر، ووسيلة لاستخدام الطاقة الكهربائية. وتتنظم أقسام الدارة بطريقتين رئيسيتين. تدعى إحدى الطريقتين: بدارة التوالى، وتدعى الطريقة الأخرى: بالدارة الموازية. وتدعى الوسيلة التي تستخدم الطاقة الكهربائية الحمل.

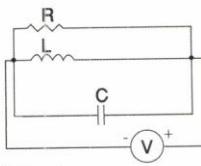
### ب - دارة التوالى الموازية

تعمل الكثير من الدارات على التوالى والموازاة **series-parallel circuits** في الوقت نفسه. فيمكن مثلاً أن يحوي أحد فروع الدارة الموازية عدة أحmal متصلة به في الوقت نفسه. أو يمكن لدارة توالى عند إحدى نقاطها أن تنقسم إلى فرعين متوازيين أو أكثر، ثم تعود هذه الفروع إلى الاتصال من جديد. في هذه الحال يجب التعامل مع الفروع الموازية بالمبادئ نفسها للدارات الموازية.

### الدارات الموازية

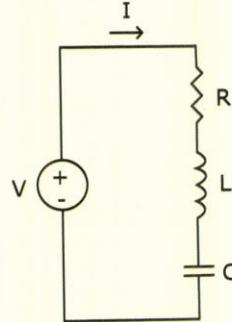
تسمى الدارات الموازية (المترفرعة) **parallel circuits** لتيار متزامن أن يتدفق عبر أكثر من مسار. وتوصل نقطتا حمل أو أكثر عند إحدى النقاط بمصدر فولطية واحد.

وتمتاز الدارة الموازية بأنه لو حدث انقطاع للتيار عند إحدى نقاطها فإن التيار لن يتوقف عن التدفق عبر الدارة الإجمالية.



دار موازية

### أ - دارة التوالى



تسمح دارات التوالى (أو التسلسل) **series circuits** للتيار بالتدفق في مسار واحد مستمر. ويحصل المصدر الحمل والنواقف بعضهم من خلال نهاياتهم حيث لا يوجد أمام التيار سوى مسار واحد يمر به عبر الدارة. فإذا ما انقطع أحد أقسام هذه الدارة يتوقف التيار عن

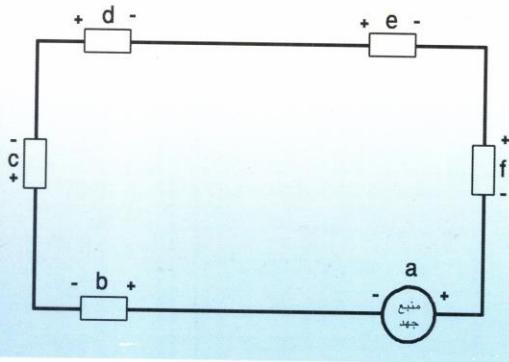
التدفق في الدارة كلها. ويستقبل كل الحمل في دارات التوالى قسمًا من إجمالي الفولطية التي يوفرها المصدر. فإذا كان لدينا مصباحان موصلان على التوالى يصل إلى كل مصباح نصف القدرة الموجودة في الدارة.

قانون كيرشوف

يمكن تحليل دارات التوازي الموازية المعقّدة بواسطة قاعدتين تسميان قوانين كيرشوف Kirchhoff's laws. وتساعدنا هاتان القاعدتين على إيجاد كمية التيار الكهربائي المتدفق عبر كل قسم من أقسام الدارة والفوولطية التي تمر عبرها.

ينص قانون كيرشوف الأول أنه عند أي نقطة اتصال يتدفق عبرها تيار مستمر فإن كمية التيار الوالصل إلى نقطة الاتصال تساوي كمية التيار الخارجى من نقطة الاتصال.

وينص القانون الثانى على أنه عند أي نقطة اتصال في دارة، ويتبع أي مسار مغلق عائداً إلى تلك النقطة، فإن المحصلة الصافية للفولطية التي تلاقيها تساوى المحصلة الصافية لقيمة المقاومة التي نجدها والتىارات التي تمر عبرها. ونستنتج أن قانون كيرشوف لا ينطبق فقط على الدارة كل، بل أيضاً على أي من أقسامها.



قانون كيرشوف الثاني  
 $a + b + c + d + e + f = 0$

### الفولطية

الفولطية voltage هي الفرق في الطاقة الكهربائية بين نقطتين. ونعرف أيضًا بأنها القدرة التي تدفع الشحنات الكهربائية عبر السلك.

### الفولطية الكهربائية

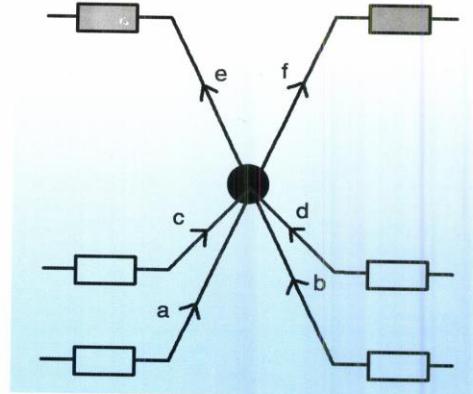
الفولطية الكهربائية electrical voltage هي الضغط المترافق عند إحدى نقاط السلك. وينتتج ذلك بسبب الزيادة في الإلكترونات المشحونة سلبًا. ويؤدي هذا الضغط إلى انتقال الإلكترونات نحو مناطق السلك ذات الشحنة الإيجابية. والفولط هو وحدة قياس الفولطية الكهربائية.

فولطmeter



الفولط  
 يعرف الفولط volt بأنه الفرق الكهرومكاني بين نقطتين حين يستخدم جول واحد من الطاقة لنقل كيلوم واحد من الشحنة من نقطة إلى أخرى.

الفولطметр  
 voltmeter هو وسيلة تستخدم لقياس الفروق الجهد بين مختلف نقاط الدارة الكهربائية.



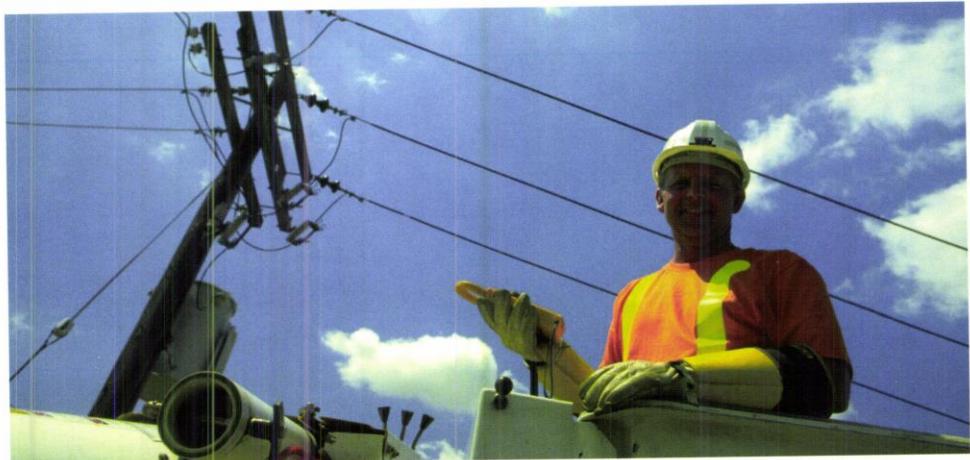
قانون كيرشوف الأول.  
 $a + b + c + d = e + f$



تنقل الكهرباء بسرعة 300.000 كم / ثا.  
 ولو كان نجري بهذه السرعة لدرنا حول العالم ثمانين مرات خلال الوقت اللازم لكيس زر المصباح الكهربائي.

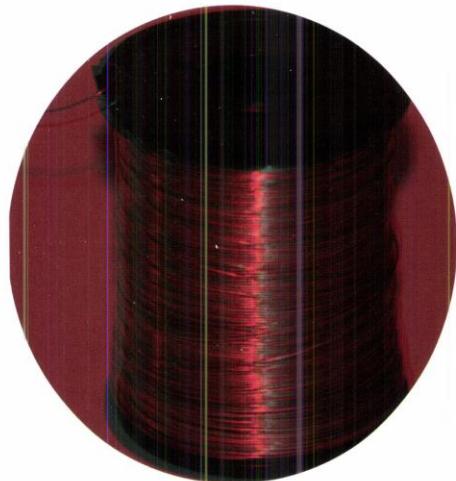
# النواقل

النواقل **conductors** هي مواد تسمح للتيار الكهربائي بالتدفق عبرها بسهولة. فالنحاس مثلاً يعد من النواقل الجيدة لأنه يسمح للتيار الكهربائي بالمرور عبره بسهولة. ومن المعادن الأخرى ذات الناقلة الجيدة للتيار الكهربائي: الفضة والذهب والألومنيوم. ولكن النحاس يعد من أكثر النواقل استخداماً بسبب سهولة نقله للكهرباء ورخص ثمنه مقارنة بالذهب والفضة.



## أنواع النواقل

للنواقل نوعان كما في الأسلك الكهربائية: الموصلات ذات السلك الواحد **solid conductors**، والموصلات المجدولة أو المضفرة **stranded conductors**. الموصلات ذات السلك الواحد، كما يدل اسمها، تصنع من سلك وحيد متين. أما الموصلات المجدولة فتصنع من عدة أسلاك رفيعة يجدر (أو يضفر) كل منها حول الآخر.



## الموصليات الفائقة

تعني الموصليات الفائقة **superconductivity** غياب أي مقاومة ضد تدفق الكهرباء. ولكن هذه الخاصية لا يمتاز بها إلا عدد قليل من المواد في درجات الحرارة المنخفضة. وقد اكتشف حديثاً أن الموصليات الفائقة ليست حكراً على المعادن والسبائك، بل إن بعض المواد الخزفية تبدي أيضاً موصليات فائقة.

الأسلاك النحاسية المقصردة هي أحد أنواع النواقل.

## المقاومة

المقاومة resistance هي إمكانية جمیع النواقل الكهربائية على مقاومة تدفق التيار الكهربائي وتحويل بعض طاقته إلى حرارة. تعتمد المقاومة على المقطع العرضي للناقل (كما كان المقطع العرضي صغيراً زادت المقاومة) ودرجة حرارة الناقل (كما زادت درجة حرارته زادت المقاومة).



تستخدم أسلاك الألومنيوم في نقل الكهرباء.

### أسلاك الألومنيوم

تستخدم أسلاك الألومنيوم aluminum wires في نقل وتوزيع الكهرباء. وتحوي أعمدة الكهرباء العالية أسلاكاً من الألومنيوم غير معزولة تساعده على نقل الكهرباء. وتفضل أسلاك الألومنيوم على أسلاك النحاس لسبعين؛ فهي أكثر مرنة، وأرخص ثمناً.

### الأوم

يعرف الأوم ohm بأنه كمية المقاومة الكهربائية الموجودة في دارة كهربائية، حين يمر في الدارة أمبير واحد من التيار، بجهد فولط واحد. ويمثل الأوم بالحرف اليوناني أوميغا ( $\Omega$ ).

### قانون أوم

يتصل قانون أوم Ohm's law بالعلاقة بين الفولطية والتيار والمقاومة في الكهرباء. وصاغ القانون جورج أوم Georg Ohm سنة 1827. وينص القانون على أن زيادة الفولطية تؤدي إلى زيادة التيار، بينما تؤدي زيادة المقاومة إلى نقص التيار ونعبر عنه بالعلاقة:

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



### أشباه النواقل

أشباه النواقل semiconductors هي مواد متوسطة بين النواقل والعوازل. ولا يمكن إلا لكمية محددة من الكهرباء أن تمر عبر أشباه النواقل، كما يمكن التحكم في الدفق الكهربائي فيها. ونتيجة لذلك تلعب أشباه النواقل دوراً مهماً في صناعة الإلكترونيات. وقد أدى التطور في تصميم أشباه النواقل إلى جعل الوسائل الإلكترونية أصغر وأسرع وأكثر نفعاً. ومن الأمثلة على أشباه النواقل: السيليكون، والجرمانيوم.

السيليكون هو أحد أشباه النواقل.

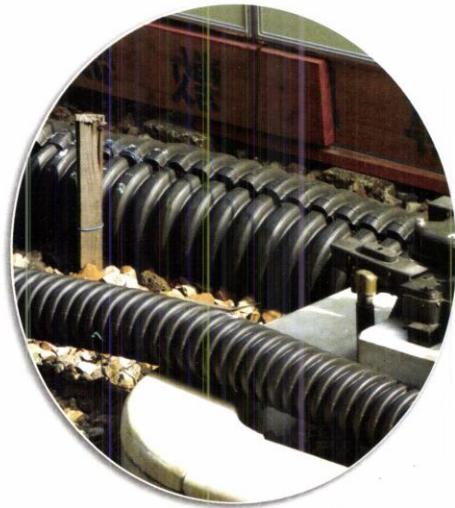


# العوازل

العوازل **insulators** هي مواد لا تسمح للتيار الكهربائي بالمرور عبرها بسهولة، وهي مهمة لأنها تزودنا بالوقاية الضرورية من أخطار التيار الكهربائي. ومن المواد العازلة المعروفة: الزجاج واللدائن والمطاط والخشب والهواء.



عوازل لدانينية مختلفة



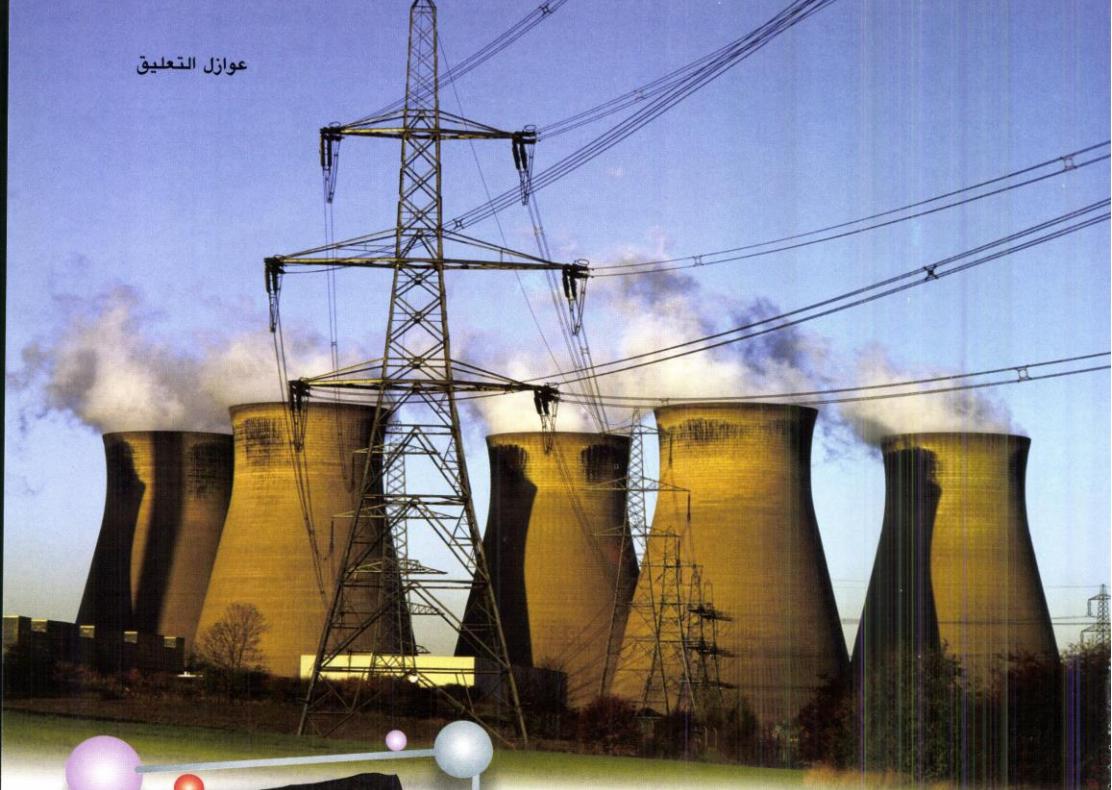
تستخدم اللدانن كاغطية عازلة.

## استخدام العوازل

تستخدم العوازل لوقايتنا من الآثار الخطيرة للكهرباء، إذ يمكن لتيار كهربائي يعمل بفولطية عالية أن يكون خطيراً ومميتاً. وجسم الإنسان ناقل جيد للكهرباء، وإذا تدفق التيار في الجسم فإنه يسبب تلفاً في أعضاء الجسم، لذا كان من الضروري أن ننقى أنفسنا من الكهرباء باستخدام العوازل.

## التغطية العازلة

تصنع معظم الأغطية العازلة **insulation coverings** للأسلاك الكهربائية من اللدانن أو اللدانن الحرارية، وهي عوازل جيدة الفعالية وتدمد لفترة طويلة. في المراحل الأولى لتطور الكهرباء استخدم النسيج كعوازل. وكان المطاط عازلاً جيداً إلا أنه لم يعد يستخدم بسبب تقدّمه وتلفه مع الزمن.



### هل تعلم؟

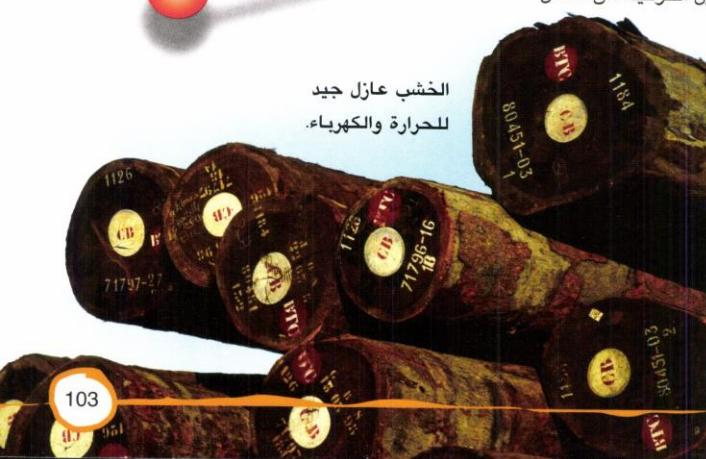
تساعدنا العوازل على جعل منازلنا أكثر راحة لأنها تحافظ على درجة حرارة منتظمة في جميع أرجاء المنزل.

**عوازل التعليق** suspension insulators هي عوازل تشبك في كبل وتعلق على أبراج كهربائية كبيرة. وهي تصنع عادةً من الخزف (البورسلان). وتستخدم عوازل التعليق للتيارات الكهربائية العالية الفولطية، وحيث لا يمكن استخدام عوازل أخرى.

### أنواع العوازل

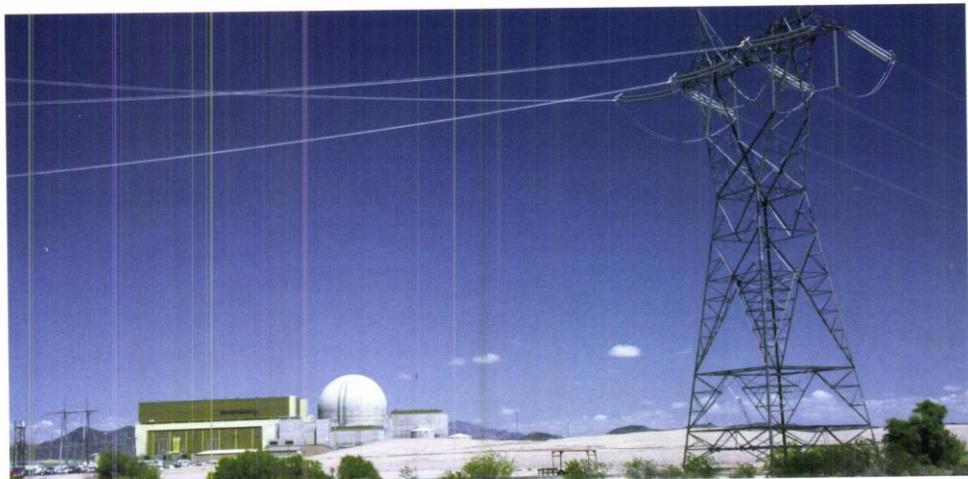
تصنع العوازل من مختلف المواد كالخزف porcelain واللادات rubber والمطاط plastics. وتعد العوازل الخزفية من أفضل العوازل، ولكنها باهظة الثمن لذا كان استعمالها قليلاً. وتصنع العوازل اللدانية من مادتي البولي بروبيلين polypropylene أو البولي إثيلين polyethylene، وهي ليست بجودة العوازل الخزفية نفسها، ولكنها أقل تكلفة، لذا كانت أكثر استخداماً. ولم يعد المطاط يستخدم كعوازل للأسلاك الكهربائية، ولكن مازال بعض الكهربائيين يستخدمونه حين يعملون على أسلاك ينتقل عبرها تيار ذو جهد عالي.

الخشب عازل جيد  
للحرارة والكهرباء.



# التيار المستمر والتيار المتناوب

التيار المستمر (DC) هو تيار كهربائي يتدفق باستمرار في اتجاه واحد. وهو يختلف عن التيار المتناوب (AC) الذي يعبر جيئة وذهاباً على الناقل. ونحصل عادةً على تيار كهربائي مستمر من البطارية ومولدات التيار المستمر. ومن مميزات التيار الكهربائي المستمر في الدارة: الفولطية والتيار والمقاومة. مع استخدام التيار المستمر لتشغيل بعض الأجهزة، إلا أنه لا يستخدم في كهرباء المنازل.

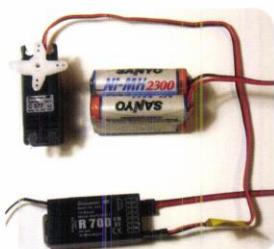


تيار متناوب ينقل على أسلاك عالية الشدة.

## مصادر التيار المستمر

تعد البطاريات batteries مصدرًا جيداً للتيار المستمر وكمية التيار الذي تنتجه البطارية أكبر بكثير من الكهرباء

أشكال متعددة من البطاريات.



السكنوية. وتستخدم البطاريات الطاقة الكيميائية لصنع الجهد الكهربائي. وتتألف البطارية عادةً من لفافات سلكية تدور حول مغناطيسين شمالي وجنوبي.

## التيار المتناوب

التيار المتناوب alternating current هو تيار كهربائي يغير من اتجاهه في فترات منتظمة. يمر التيار أولاً في اتجاه واحد، ثم يتراكم إلى حده الأعلى ثم ينهاه إلى الصفر. بعد ذلك يعود للتدفق في الاتجاه المعاكس. كذلك يتراكم هنا أيضاً إلى الذروة، ثم يعود لينهاه إلى الصفر، ليبدأ من جديد في الاتجاه المعاكس. يدعى هذان الجيئشانان surges في الاتجاهين بالدوران. ويدعى عدد الدورات التي ينفذها التيار الكهربائي في الثانية الواحدة بتردد التيار.

## استخدام التيار المتناوب في المنازل

في الأيام الأولى لانتشار الكهرباء كان الناس يستخدمون التيار المستمر في المنازل، ولكن العلماء والمهندسين وجدوا أنه للتيار المتناوب فضائل أكبر من التيار المستمر، فتحول استهلاك الكهرباء إلى التيار المتناوب نتيجة لذلك.



تستخدم الوسائل الحديثة التيار المتناوب الذي يسهل من تدفق الكهرباء.

### الخلية الفولطية الضوئية photovoltaic cell

تصنع الخلية الفولطية الضوئية (أو الخلية الشمسية solar cell) من السيليكون، وهي قادرة على تحويل ضوء الشمس مباشرةً إلى كهرباء ذات تيار متناوب. ويمكن لكل خلية أن تنتج كمية صغيرة من الكهرباء، ولكن حين نصل الخلايا بعضها، ونضعها على لوحات أكبر؛ فإننا نحصل على كمية كبيرة من التيار الكهربائي. ويمكن استخدام هذا التيار بشكل مباشر في الوسائل الكهربائية المختلفة، أو في تحويله ضمن بطاريات أو بتحويله إلى تيار متناوب.

### هل تعلم؟

في الولايات المتحدة يعود التيار المتناوب بالزمن ثانية واحدة حتى يمكن 60 دورة كاملة في الثانية إلى 120 دورة.



### فوائد التيار المتناوب

يمتاز التيار المتناوب عن التيار المستمر بمزايا عديدة، ويستخدم بوجه عام كمصدر للقدرة الكهربائية في المنشآت الصناعية وفي المنازل. وأهم ميزات التيار المتناوب: هو أنه يمكن تحويل الفولطية أو التيار إلى أي قيمة مطلوبة بواسطة جهاز كهرطيسي يسمى المحول transformer. وتعمل على هذا المبدأ عدة وسائل لتوليد الكهرباء المنتجة شكلاً متذبذباً من التيار هو التيار المتناوب.



خلية فولطية ضوئية

# توليد وتوزيع الكهرباء

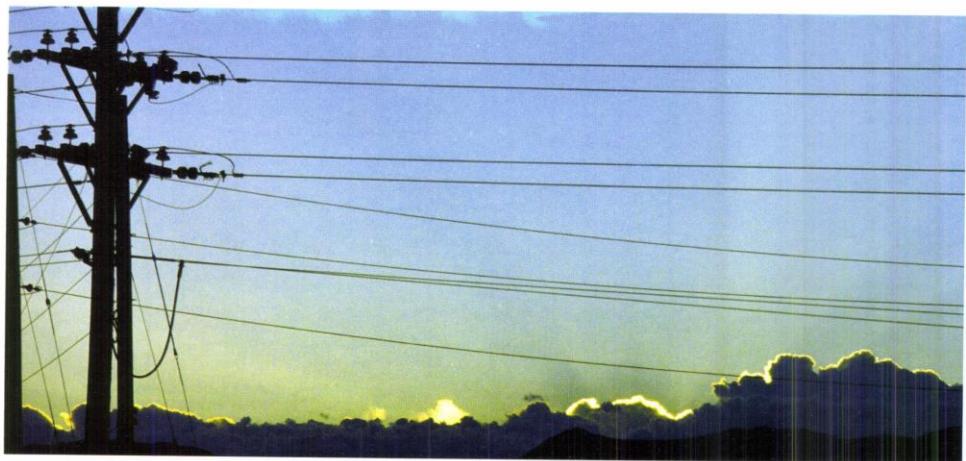
يتم توليد **generation** الكهرباء في محطات القدرة. وتستخدم هذه المحطات عنفة أو محركاً أو عجلة مائية أو أي آلة مشابهة لتشغيل المولد الكهربائي **generator** لتحول الطاقة الميكانيكية أو الكيميائية إلى كهرباء. ويحرق الفحم والبترول والغاز الطبيعي في أفران عالية لتسخين الماء وتوليد البخار، هذا البخار بدوره يدبر العنفات التي تولد الكهرباء.



## توزيع الكهرباء

ومع انخفاض الفولطية تنقسم القدرة في عدة اتجاهات. وتمتد الأسلاك الصادرة عن المحولات إلى المستهلكين (المنازل والمخازن والمكاتب ومختلف الأماكن الأخرى). ويعتمد آخر توزع للفولطية على حاجات المستهلك. ويوجد في كل منزل أسطوانة تحويل **transformer drum** ترتبط بمعدود الكهرباء، ووظيفتها هي تخفيض الكهرباء إلى 240 فول特 وتدخل الكهرباء إلى المنزل مارة بعداد يعمل على الواط الساعي.

تُنقل الكهرباء وتوزع عبر شبكات توزيع **grids**. ويجب عادةً تخفيض الفولطية العليا للكهرباء قبل توزيعها إلى المستهلكين عبر شبكة توزيع الكهرباء. ويحدث التحول من نقل إلى توزيع في محطات القدرة الكهربائية **power stations**. وتوجد في المحطات الفرعية **substations** وسائل تدعى المحولات النازلة تخفيض فولطية الكهرباء من عشرات أو مئات الآلاف من الفولطات إلى أقل من 10.000 فول特. ثم تخفيض هذه الفولطية أكثر من ذلك في محطات فرعية أخرى.



تنقل الكهرباء المنزلية عبر العديد من أعمدة الكهرباء.

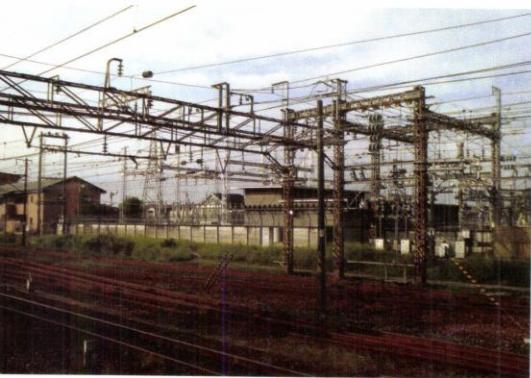
### محطة النقل الفرعية

تعمل محطة النقل الفرعية transmission substation على تحويل فولطية المولد إلى فولطية عالية لنقلها إلى مسافات بعيدة على شبكة التقل grid من three phases، وترسل القدرة الكهربائية إلى محطات القدرة الكهربائية الفرعية على ثلاثة أطوار من المولدات.

### المسار التجميعي

.distribution bus تزود القدرة من المحول إلى المسار التجميعي ويوفر المسار التجميعي القدرة على مجموعتين مختلفتين من خطوط التوزيع بفولطيتين مختلفتين، وتُخفض المحولات الصغرى المركبة على مسار التجميع الفولطية إلى فولطية الخط القياسي standard line voltage (حوالي 7200 فول特) لمجموعة واحدة من الخطوط، بينما تترك القدرة في الاتجاه الآخر ضمن فولطية عالية.

### محطة نقل فرعية



هل تعلم؟

تنقل الغازات المتآكلة ionized gases التيار الكهربائي باستخدام الأيونات الموجبة والسلبية والإلكترونات.

### الكهرباء في المنزل

يتم نقل الكهرباء إلى المنازل عبر مجموعة من أعمدة الكهرباء electricity poles تتصل هذه الأعمدة بكل منزل بطور واحد من القدرة، وسلك أرضي ground wire، ولكن أحياناً قد يوجد طورين أو ثلاثة على العمود بحسب موقع المنزل على شبكة التوزيع. ويمكن أن توجد محولات مركبة على الأعمدة لتخفيض قدرة الكهرباء إلى 240 فول特، حيث تشكل قدرة 240 فول特 الخدمات الكهربائية الاعتيادية للمنازل.

# الإلكترونيات

تهيمن الوسائل الإلكترونية **electronic devices** على التقنية **technology**، وتعتمد التقنيات على النظريات الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية، إلا أن المنتجات النهائية هي وسائل إلكترونية يحتاجها الناس.

إن مجالات الوسائل الإلكترونية في يومنا هذا أصبحت هائلة، إلى درجة أنه قبل عشر سنوات لم يكن تصور التقدم في هذه المجالات. وقد أصبحت بعض الوسائل مثل تلفاز البلازما وأفران الموجات الصغرية (ميكررويف) وأجهزة الـ (DVD) وكاميرات الفيديو وحتى الهواتف الخلوية متواجدة في كل مكان ولجميع الناس.

جهاز فاكس



## الإلكترونيات في المكتب

من أكثر الوسائل الإلكترونية استخداماً في المكاتب أجهزة الفاكس والناسخات والهواتف الداخلية (الإنتركون) والمسلاط والآلات الحاسبة والحواسيب (الكمبيوتر). ولجميع هذه الوسائل أجهزة تشغيل ذاتية مما يجعلها مفيدة وفعالة.

## الإلكترونيات في المنزل

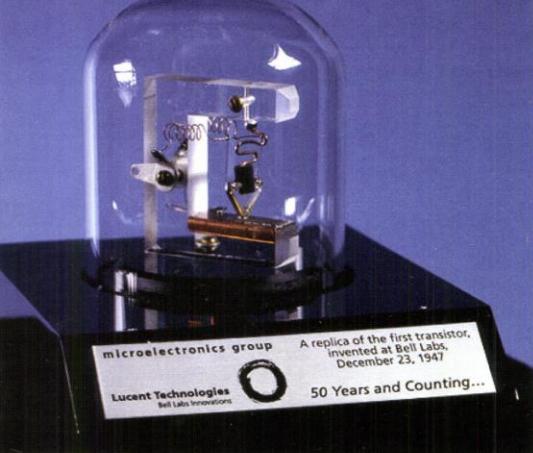
نستخدم في منازلنا أنواعاً أخرى من الأجهزة الإلكترونية بدءاً من أجراس الباب الموسيقية إلى أنظمة الإنذار العالية التقنية. ومن الوسائل الإلكترونية المنزلية المعروفة: أجهزة المذياع والتلفاز، والهاتف، والتلفون، والساعة الرقمية، والثلاجة، والغسالة، ومكيف الهواء.



استخدام الغسالة لغسل الملابس في المنزل.

## تطور الإلكترونيات

في بدايات القرن التاسع عشر كانت الإلكترونيات في مرحلتها الوليدة. وقد تركّزت معظم البحوث في النصف الأول من القرن التاسع عشر على صادرات الكهرباء المختلفة، ونتج عن ذلك أن اخترع Alessandro Volta أليساندرو فولتا البطارية الكهربائية. وبعد خمسينيات القرن التاسع عشر أدى البحوث في الإلكترونيات إلى اختراع مصباح الأشعة cathode tube وبعض الوسائل المشابهة الأخرى.



### اختراع الترانزistor والمعالج الصغيري

ينظر إلى اختراع أول ترانزistor سنة 1947 في مختبرات بيل Bell Laboratories على أنه أهم اختراعات القرن العشرين الذي شكل مستقبل الإلكترونيات. وقد تم تصميم معالج صغيري وحيد الرقاقة single-chip processor وهي إنتل 4004 من قبل تيد هوف وفرديكرو فاغين. وكان إنتل 4004 أول معالج صغيري متاح تجاريًا.

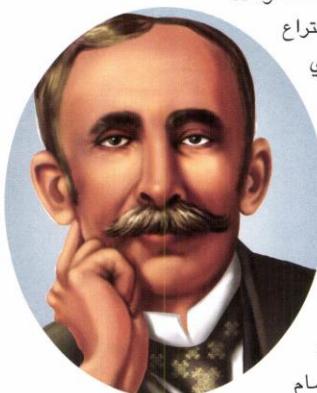
### هل تعلم؟

يعد الحاسوب والشاشة ولوحة الأزرار الموجودة على مكتبك من التقنيات الخطرة بعد الاستخدام لأنها تحتوي على الرصاص الذي يجب أن يحفظ بعيداً عن مرامي التقنيات.



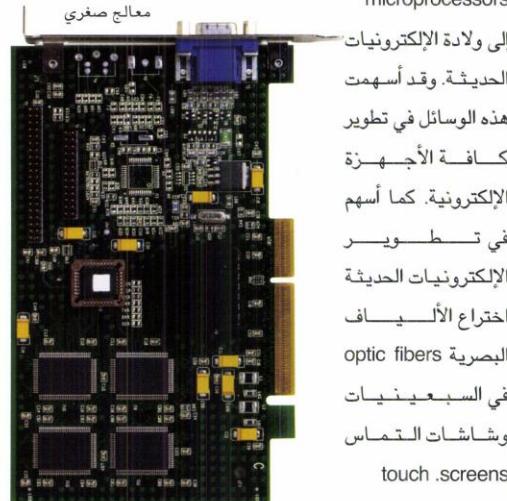
### اختراعات القرن العشرين

تعد 1904 هي سنة ولادة الإلكترونيات باختراع الصمام الأيوني الحراري thermionic valve أو المعروف باسمه الآخر الصمام الثنائي diode. وقد اخترعه جون أمبروز فلينمنج John Ambrose Fleming. وبعد عدة سنوات تقدّم الأميركي لي دي فورست Lee De Forest بالصمام triode. وفي سنة 1947 السير جون باردين John Bardeen ووالتر براتين William Shockley وأول مذيع ترانزistor من ماركة ريجنسي Regency TR1 سنة 1954.



### ولادة الإلكترونيات الحديثة

أدى اختراع الدارة المدمجة integrated circuit ومعالجات الصغرية microprocessors



معالج صغيري

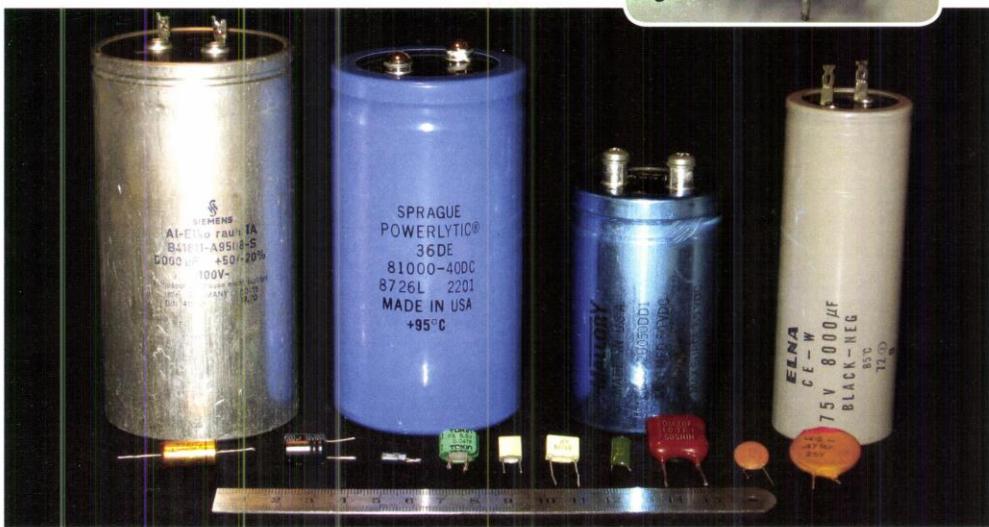
إلى ولادة الإلكترونيات الحديثة. وقد أسهمت هذه الوسائل في تطوير كافة الأجهزة الإلكترونية. كما أسهم في تطوير الإلكترونيات الحديثة، اختراع الألياف البصرية optic fibers في السبعينيات وشاشات التماس touch screens.

# العناصر الإلكترونية

توجد أنواع مختلفة من العناصر الإلكترونية **electronic components**. وتعمل هذه العناصر على ضبط تدفق الإلكترونات أو الجسيمات الأخرى المشحونة كهربائياً في بعض المعدات مثل الصمام الأيوني الحراري **thermionic valve** وأشباه النواقل **semiconductors**. وهي توجد في ألوان وأحجام وأشكال مختلفة.

## المحرض

المحرّضات (أو الحثّات) هي أسلاك على شكل لفافة. ويخلق هذا الشكل مجالاً مغناطيسياً أقوى مما ينتجه سلك مستقيم. وتتشكل بعض المحرّضات بأسلاك على شكل لفافة ذاتي التثبيت. وتحتوي المحرّضات على بعض المقاومة وبعض المواسعة capacitance الموزعة. وتعني المواسعة أنه يوجد في المحرّضات تردد ذاتي الرنين self-resonant frequency.



مواسعات مختلفة الأشكال والأحجام والوظائف.

## المواسع

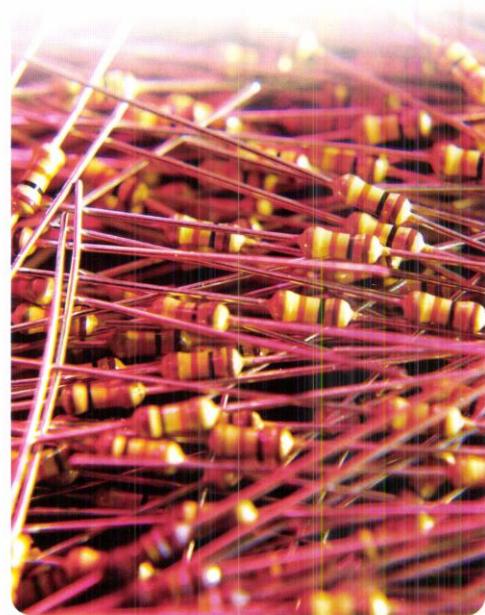
المواسع **capacitor** أو المكّاف هو أداة تخزن الشحنة الكهربائية مؤقتاً وتطلقها عند الحاجة. وتستخدم المواسع للحفاظ على مستوى الفولطية في خطوط القدرة الكهربائية، ولتحسين كفاءة النظام الكهربائي. ويتألف المواسع في شكله البسيط من سطحين ناقلين يفصل بينهما عازل.

ال الثنائي **diode** هو وسيلة شبه ناقلة تمرر الكهرباء في اتجاه واحد، وهو يتكون من قطبين كهربائيين مصعد **anode** ومهبط **cathode**. وتستخدم الثنائيات المصدرة للضوء **LEDs** (light emitting diodes) في العرض الرقمي numeric displays على أجهزة الميكرويف والفيديو والليزر.

## المقاوم

المقاوم resistor (أو المقاومة) هو عنصر إلكتروني يتحكم بالتيار عن طريق تزويد him بالمقاومة ويفقس بالأوم. وللمقاومات رمز لوبي يدل على قيمة المقاوم ودرجة تحمله. وتستخدم المقاومات في جميع الدارات الإلكترونية بلا استثناء.

وتوجد فئتان من المقاومات: مقاومات ثابتة fixed resistors، ومقاومات متغيرة variable resistors. للمقاومة الثابت قيمة أوم ثابتة، أما المقاوم المتغير فيمكن تعديل قيمته. ويصنع المقاوم عادةً من غشاء كربوني أو معدني.



مقاييس

**الثانيات**  
تصنع diodes من مواد شبه ناقلة كالسيликون أو الجيرانيوم أو السليانيوم، وتستخدم كمنظمات للفولطية ومقومات الإشارات ومذبذبات ومعدلات أو مبدلات الإشارات. وتقسم الثنائيات عادةً إلى فئتين: الإشارات الثنائية signal diodes وهي تمرر تيارات كهربائية صغيرة بقدر 100 أمبير أو أقل، والمقومات rectifier diodes وهي تمرر تيارات كهربائية أكبر.

## الترازنيستور

الترازنيستور transistor هو وسيلة إلكترونية تضبط تدفق التيار، وهو من الوسائل شبه الناقلة، وله ثلاثة مرابط terminals. ويستخدم أحد المرابط للتحكم بتدفق التيار إلى المربطين الآخرين. وتدعى المرابط الثلاث بالنبع source والبواقة gate والمصرف drain. وعندما تطلق فولطية على البواقة يننظم تدفق التيار بين المنبع والمصرف. ويستخدم الترازنيستور لغرضين أساسيين: تضخيم إشارة كهربائية، والعمل كمقاطعة فتح وإغلاق. ويشكل الترازنيستور أحد العناصر الرئيسية في الدارات الرقمية. ويحوي الحاسوب الشخصي على ملايين الترازنيستورات. ويمكن الآن إيجاد الترازنيستور في كل شيء بدءاً من المذياع وحتى (الروبوت) robot.

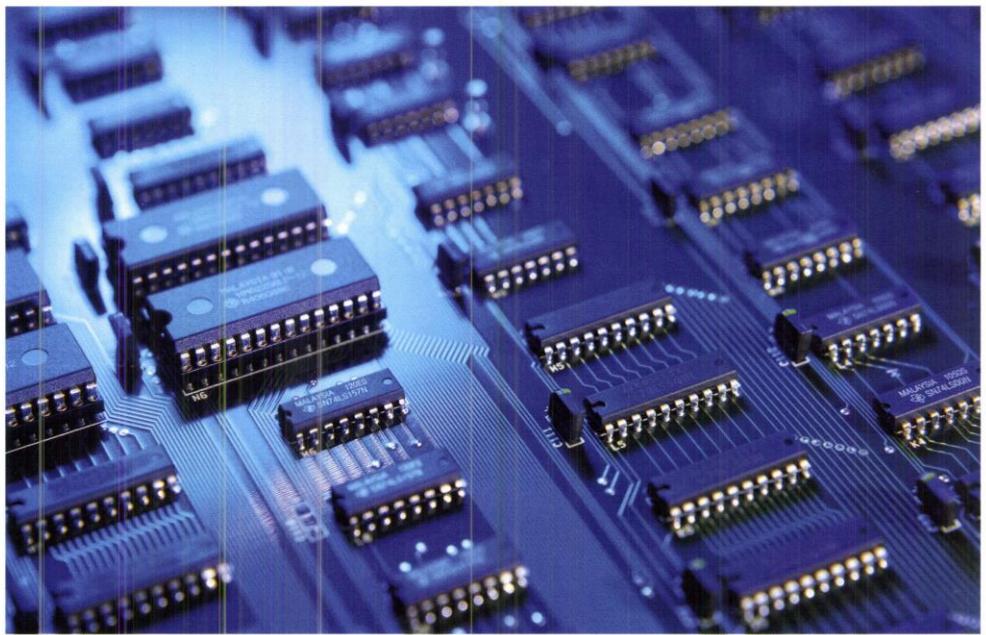
ترازنيستور



هل تعلم؟

إذا وضع المقاوم بشكل موازي فإنه يقلل من مقاومة الدارة.





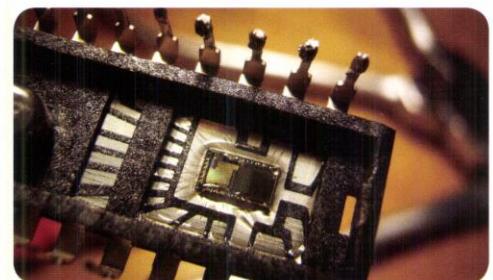
معالجات متعددة في دارة مدمجة على نطاق واسع.

## الدارة المدمجة

الدارة المدمجة **integrated circuit** هي رقاقة رقيقة تتتألف من وسيليكون شبه ناقلتين على الأقل تتصلان ببعضهما هما ترانزistorات وأدوات أخرى كالمقاومات. صمم جاك كيلبي **Jack Kilby** من مؤسسة تكساس لصناعة الأدوات **Texas Instruments** وروبرت نويس **Robert Noyce** من مؤسسة فيرشايد لأنظمة النواقل **Fairchild Semiconductor** أول دارة مدمجة في خمسينيات القرن الماضي. وتستخدم الدارات المدمجة في الكثير من الوسائل كالمعالجات الصغرية والمعدات السمعية والبصرية والسيارات.

### وظيفة الدارة المدمجة

يمكن للدارة المدمجة أن تحوي من واحد إلى مليون من الدارات (أو البوابات) المنطقية logic gates والدارات القلابة flip-flops ووحدات الاتصال التعددية multiplexers والدارات الأخرى، في مساحة لا تتعدي عدة مليمترات مربعة. ويؤدي صغر حجم هذه الدارات إلى سرعة عالية، وقلة تبديد القدرة، وانخفاض كلفة التصنيع. وتنجز الدارات النظيرة المدمجة وظائف نظرية كالتضخيم amplification والترشيح الفعال active filtering وإزالة التضمين demodulation والمزج mixing وما إلى ذلك.



دارة مدمجة

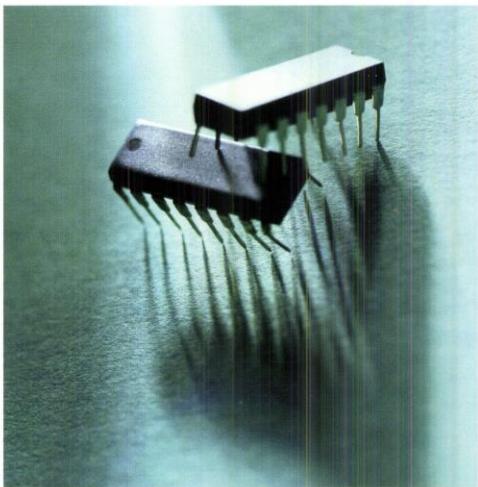
## أشبه النواقل في رقاقات الحاسوب

تستخدم أشباه النواقل في رقاقات الحاسوب computer chips. ويتصرف شبه الناقل كغاز في درجات الحرارة المنخفضة، وله ناقلة كهربائية مقبولة في درجة حرارة الغرفة، مع أن ناقليته أقل من النواقل الكهربائية الأخرى.

هل تعلم؟

تعود أصول الدارات المدمجة إلى اختراع الترانزistor من قبل ويليام شوكلي وزميليه سنة 1947.

**الدمع الكبير المدى**  
الدمع الكبير المدى هو المستوى الحالى لتصغير رقاقة الحاسوب. يسمح الدمع الكبير المدى بإدخال حتى مليون ترانزistor على رقاقة واحدة. وكانت المستويات السابقة كما يلى: استطاع الدمع الكبير المدى أن يضم آلاف الترانزستورات على رقاقة صغيرة microchip واحدة، وتمكن الدمع المتوسط المدى أن يحوى مئات الترانزستورات في الرقاقة الصغيرة، بينما حوى الدمع الخشن المدى عشرات الترانزستورات على الرقاقة الصغيرة.

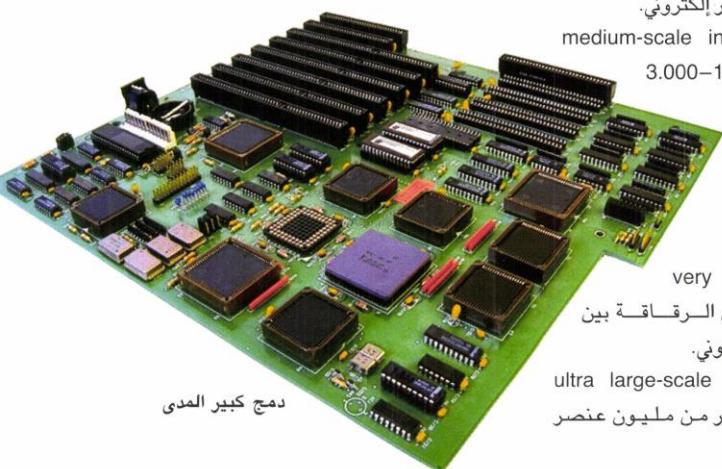


دمع ضئيل المدى

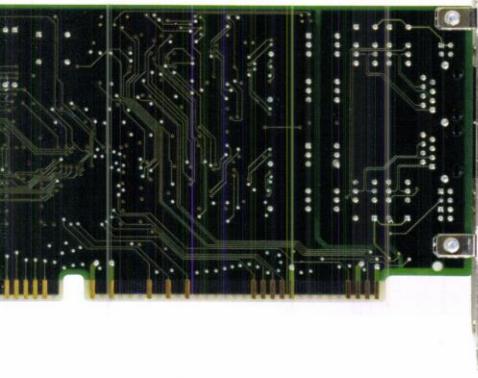
## التصنيف

- تصنف الدارات المدمجة بعدد الترانزستورات العناصر الإلكترونية الأخرى التي تحويها:
- الدمع الضئيل المدى (SSI): small-scale integration حيث تحوي الرقاقة حتى 100 عنصر إلكتروني.
- الدمع المتوسط المدى (MSI): medium-scale integration حيث تحوي الرقاقة بين 100-3.000 عنصر إلكتروني.
- الدمع الكبير المدى (LSI): large-scale integration حيث تحوي الرقاقة بين 3.000-100.000 عنصر إلكتروني.
- الدمع العظيم المدى (VLSI): very large-scale integration حيث تحوي الرقاقة بين 100.000-1.000.000 عنصر إلكتروني.
- الدمع الفائق المدى (ULSI): ultra large-scale integration حيث تحوي الرقاقة أكثر من مليون عنصر إلكتروني.

دمع كبير المدى



# لوحة الدارة المطبوعة



printed circuit board (PCB) هي صفيحة رقيقة توضع عليها الرقاقة والمكونات الإلكترونية الأخرى. ويتألف الحاسوب من لوحة دارة مطبوعة واحدة أو أكثر تدعى غالباً البطاقات cards أو adapters المهايئات. وتشكل هذه اللوحات: اللوحة الأم motherboard، واللوحة الموسعة expansion board، والبطاقة الوليدة daughter card، ولوحة التحكم network controller board، وبطاقة تماس الشبكة video adapter، والهياكل البصرية interface card.

## مميزات لوحات الدارات المطبوعة

تتألف لوحات الدارات المطبوعة من أسلاك "مطبوعة" printes wires تتصل بركيزة عازلة insulator sheet. وتدعى الأسلاك المطبوعة الناقلة بالمازنات traces أو المسالك tracks، ويدعى العازل substrate بالركيزة التحتية substrate. وتصنف بعض لوحات الدارات المطبوعة بالإضافة لمسارات إلى الركيزة التحتية. وتصنف معظم لوحات الدارات المطبوعة بطبقة من النحاس فوق الركيزة كلها، ثم إزالة النحاس غير المطلوب وترك المسارات التحاسية المطلوبة فقط.



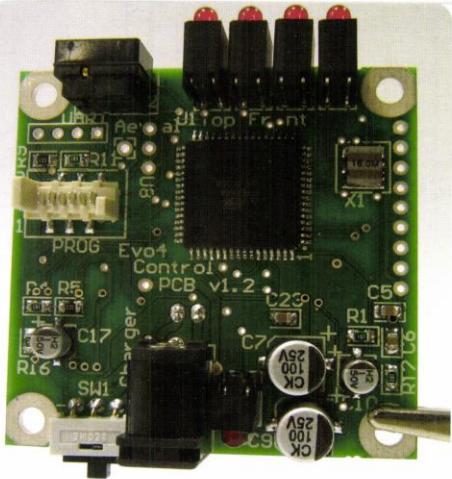
لوحة دارة مطبوعة مرنة

## الاستخدامات

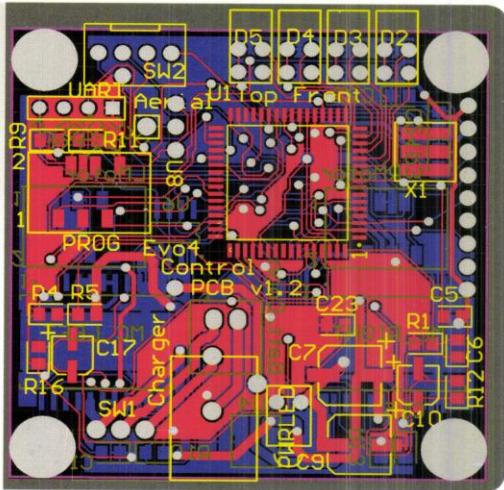
توجد في لوحات الدارات المطبوعة المصممة للعمل في الفراغ أو في الجاذبية الصفرية لب تخين من النحاس أو الألومنيوم لتبييض الحرارة من المكونات الكهربائية. وتتضمن بعض لوحات الدارات المطبوعة لتكون مرنة بالكامل أو جزئياً، وتدعى بالدارات المرنة flex circuits. ولوحات الدارات المطبوعة الموجودة في الكاميرات أو الأجهزة السمعية تكون دائماً مرنة بحيث يمكن طيها لكي تتناسب في الحيز الموجود.

## النشوء والتطور

بعد المهندس النمساوي بول آيسيلر Paul Eisler (1907-1995) مخترع لوحات الدارات المطبوعة. فقد صنع آيسيلر لوحات مطبوعة في سنة 1936 عندما كان يعمل في إنكلترا كجزء من جهاز مذيع. ثم بدأت الولايات المتحدة باستخدام هذه التقنية على نطاق واسع سنة 1943 لصنع أجهزة إرسال واستقبال radios لاستخدامها في الحرب العالمية الثانية. وبعد انتهاء الحرب طرحت الولايات المتحدة هذا الاختراع سنة 1948 للاستخدام التجاري لهذا الاختراع التجاري، إلا أن الاستخدام التجاري لهذا الاختراع لم يصبح سائداً حتى خمسينيات القرن الماضي.



## لوحة دارات مطبوعة جاهزة .PCB



## مخطط لوحة الدارات المطبوعة PCB

التصدير

يضم مهندسو الإلكترونيات أو الكهرباء الدارات، أما خططاتها فيضمها مختصون بالخططات إذ إن لوحة الدارات المطبوعة تعد مهارة تخصصية. وتحوي معظم لوحات الدارات المطبوعة من واحدة إلى سبعة عشرة طبقة ناقلة صفاتية (ملتحمة ببعضها). وتستخدم عدة تقنيات ومعايير لتصميم لوحة الدارات المطبوعة بحيث تكون سهلة التصنيف وصغرى الحجم وقليلة التكلفة.

## مكونات لوحة الدارات المطبوعة

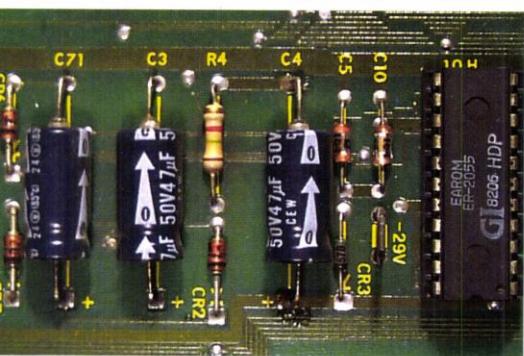
المواد الأساسية: اللوحة هي صفيحة صلبة من راتنج الزجاج الليفي مغطاة بصفائح نحاسية على جانبها.

مادة التقوية التحضيرية pre-preg material وهي تشبه المادة الأساسية وتأتي على شكل صفائح رقيقة ذات حجم معياري.

الرقاقة النحاسية copper foil: هي صفيحة رقيقة توضع فوق أو بين مادة التقوية التحضيرية بطرفها الاصق.

الطلاء النحاسي copper plating: وهو ثخانة إضافية من النحاس تضاف إلى اللوحة أثناء تصفيح جدار الثقوب المصممة في اللوحة الحازنة.

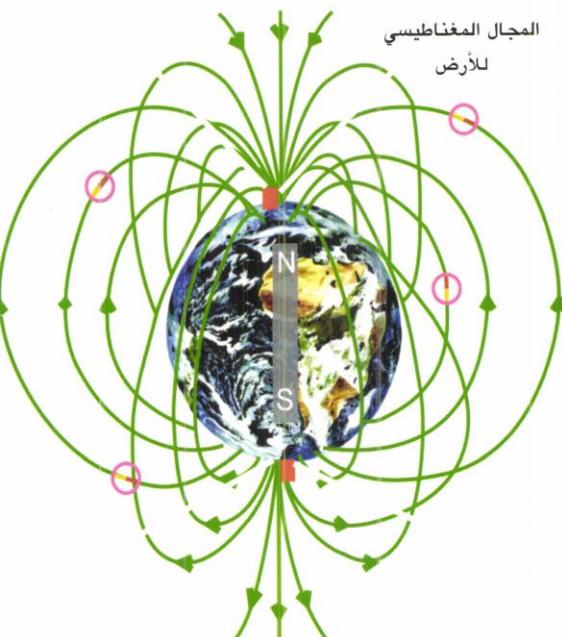
صفحة الوقاية من اللحام solder mask: وهي مادة تستخدم لتزود اللوحة بعزل كهربائي، وتنقيتها من آثار اللحام.



## عناصر لوحه الدارات المطبوعة PCB.

# المغناطيسية

المغناطيسية **magnetism** هي خاصية تملكها بعض المواد لجذب أو نبذ مواد أخرى. وتبدي بعض المواد ميزات مغناطيسية كالحديد والفولاذ والحجر المغناطيسي **Iodestone**.



## الاختراعات الأولى

### البوصلة المغناطيسية:

يمكن عد البوصلة المغناطيسية **magnetic compass** كأحد أول الأدوات التي تعمل على مبدأ المغناطيسية. وكان الصينيون أول من استخدم بوصلاة مغناطيسية، حين وجدوا أن المغناطيس كان يشير دائمًا إلى اتجاه شمال—جنوب. ثم تعلم الأوروبيون ذلك بعد فترة أطول. وكان أول أوربي يستخدم البوصلة المغناطيسية هو راهب إنكليزي يدعى ألكساندر نكمان Alexander Neckham في القرن الثاني عشر الميلادي.

### القوى المغناطيسية للأرض

وجد ويليام جلبرت في القرن السابع عشر أن الأرض تملك قوى مغناطيسية، كما وجد أن للأرض قطبين مغناطيسيين **magnetic poles** هما: القطب الشمالي **North Pole**، والقطب الجنوبي **South Pole**.

### نظريات وأختراعات

كان اليونانيون أول من اكتشفوا أنه حين يفرك العنبر بالفراء فإنه يمتلك القدرة على جذب جسيمات القش. وقد بقي هذا الأمر الغريب غامضًا لأكثر من ألفي عام. وفي حوالي سنة 1600 م تمكن ويليام جلبرت William Gilbert من تفسير رد فعل العنبر والمغناطيسات، ونشر تقارير عن نظرية المغناطيسية، وقد مهدت اختباراته الطريق لعدد من الاختراعات والاكتشافات في مجال المغناطيسية.

### وليام جلبرت

بعد ويليام جلبرت أُب المغناطيسية. وقد أصبح رئيساً لكلية الطب الملكية سنة 1600، وعين طبيبًا خاصًا للملكة إليزابيث الأولى. قام جلبرت بعدة اختبارات على الخواص المغناطيسية للحجر المغناطيسي، وحاول فهم العلاقة بين العنبر والفراء، ونشر اكتشافاته في كتاب أسمه "المغناطيس" *The Magnet*، وفيه شرح الخواص المغناطيسية للأرض.



وليام جلبرت

## المجال المغناطيسي

المجال (أو الحقل) المغناطيسي magnetic field هو المنطقة المحيطة بالمغناطيس التي تعمل فيها القوى المغناطيسية، وهو يتمثل بخطوط محيطة بالمغناطيس. وتدعى هذه الخطوط بخطوط القوة المغناطيسية magnetic lines of force، وهي خطوط وهمية، تستخدم لشرح النزوح المغناطيسي. وتمتد خطوط القوة المغناطيسية من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي ضمن حلقة مغلقة closed loop.

## هل تعلم؟

ينتزع عن طرق المغناطيس أن يفقد مغناطيسيته، لأن الجزيئات تفقد اصطفافها الشمالي- الجنوبي، وتتجه أقطابها بشكل عشوائي في مختلف الاتجاهات.

### بطاقات الائتمان والبطاقات المصرفية

تحوي جميع أنواع بطاقات الائتمان credit cards والخصم debit cards والصرف الآلي ATM cards شريطة مغناطيسية على أحد جانبيها تحوي كل المعلومات الضرورية عن حساب صاحب البطاقة. وتستخدم هذه الشريطة المغناطيسية على البطاقة في كافة أنحاء العالم.

### قطارات ماغليف

تعمل قطارات ماغليف Maglev trains على خواص الرفع التي تملكتها المغناطيسات. ويمكن لجسم ما أن يرفع بالتحكم بمجالاته المغناطيسية. وتترفع قطارات ماغليف

بواسطة لفافات معدنية قوية. وما أن يرفع القطار حتى تزود اللفافات بالقدرة الكهربائية؛ فتخلق مجالاً مغناطيسياً يمكن أن يسحب أو يدفع القطار. ويمكن لهذه القطارات أن تصسل إلى سرعات تقارب 500 كم/س.

قطار يعمل على الرفع المغناطيسي.

### التخطيط بالرنين المغناطيسي

يعتمد التخطيط بالرنين المغناطيسي magnetic resonance imaging (MRI) على مبدأ أن المواد المختلفة ترجع الصدى في مجالات مغناطيسية مختلفة. وقد صمم هذه التقنية فريق من العلماء الإكليليرزائهم بول لاوتيربر Paul Lauterbur. ويستخدم التخطيط بالرنين المغناطيسي لرؤية ما يدخل الجسم من دون استخدام الأشعة السينية. ويساعد التخطيط بالرنين المغناطيسي في الكشف عن الأورام والأنسجة الطيرية في أجسامنا كالدماغ والجبل الشوكي.

المغناطيسات magnets هي قطع من الحديد أو المواد الأخرى تجذب قطع أخرى من الحديد أو الفولاذ. وتمتاز المواد التي يمكن للمغناطيس أن يجذبها - كالحديد والفولاذ والنikel والكوبالت - magnetized، بقدرتها على أن تتمثّل (تصبح مغناطيسية) magnetic materials. وتدعي هذه المواد مواداً مغناطيسية nonmagnetic materials ولا يمكن مغناطستها.

### تطبيقات المغناطيس

توجد عدة تطبيقات لخواص المغناطيس. كان أول استخدام حقيقي للمغناطيس هو الووصلة التي ساعدت كثيراً في الملاحة البحرية. ولكن مع تطور وفهم المجالات المغناطيسية وخواصها انتشرت تطبيقات المغناطيسات أكثر. وتستخدم المغناطيسات هذه الأيام في كل جانب من جوانب حياتنا.

### العلاج المغناطيسي

استخدمت الكثير من الحضارات القديمة القدرات الشفائية healing properties للмагناطيس كالهند والصينيين والمصريين والإغريق. وحتى في يومنا هذا يستخدم الكثير من الناس المغناطيس لمعالجة العديد من الأمراض. وتعمل خاصية المغناطيس الشفائية على مبدأ التتفق المغناطيسي. ويفيد المغناطيس في علاج عدة حالات كزيادة دفق الدم في الجسم، وتنظيم مسار الكالسيوم، وتغيير الخواص الحمضية للدم، والتأثير على إنتاج الهرمونات.



إسورة مغناطيسية

# الكهربائية

يدعى الجسم الملفوف بسلك كهربائي والذي يتصرف كالمغناطيس بالمغناطيس الكهربائي **electromagnet**. إلا أنه في المغناطيس الكهربائي تقوم الكهرباء بصنع القوة المغناطيسية والتحكم بها. وحين نلف سلكاً معزولاً حول قطعة من الحديد ثم نمر تياراً كهربائياً في السلك يصبح الحديد ممغنطاً. ويحدث ذلك لأن التيار الكهربائي الذي مر بالسلك قد خلق حوله مجالاً مغناطيسياً. وتعمل الكهربائية **electromagnetism** على مبدأ توليد التيار الكهربائي العابر للسلك مجالاً مغناطيسياً. ولهذا المجال المغناطيسي القوة نفسها التي تحويها قطع معدنية ملتصقة بمغناطيس دائم. وتستخدم المغناطيسات الكهربائية لتوليد الكهرباء واختزان الذاكرة في الحاسوب، وإسقاط الصور على شاشة التلفاز، وتشخيص الأمراض، وتدخل في تركيب أي آداة تعمل على الكهرباء.

## الأثار المغناطيسية للكهرباء

من المعروف أن المجال الكهربائي يوجد حول شحنة كهربائية. وحين تتحرك الشحنات الكهربائية فمن البديهي أنها تشكل تياراً كهربائياً. ويحدث الأثر المغناطيسي للكهرباء من حقيقة أنه يوجد مجال مغناطيسي حول كل تيار كهربائي، ويمكن الكشف عن ذلك عندما ت靠近 مغناطيساً من الناقل الذي يمر به التيار. ويمكن النظر إلى المجال المغناطيسي حول التيار الكهربائي على شكل خطوط منقوى المغناطيسية التي تشكل حلقات دائرية مغلقة حول السلك الناقل للتيار.

## الأثار الكهربائية للمغناطيس

عندما يمر سلك حول مجال مغناطيسي ويقطع خطوط القوى المغناطيسية تخلق فولطية عبر السلك. ويحدث ذلك لأن التيار الكهربائي يمر بالسلك حين تتصل نهايته بناقل مشكلاً دارة. ويدعى هذا التيار بالتيار المحرض أو المستحدث **induced current**. ويدعى تحرير التيار بهذه الطريقة التحرير المغناطيسي **electromagnetic induction**.



سلك ناقل قوي كهربائي.

## الواشائط

حين يلف سلك ما ليشكّل عدّة حلقات شبّيّهة بلفافة حلزونية طولية فإن خطوط القوة المغناطيسية تمرّ وسط تلك اللفافة من إحدى نهايّتها إلى النهايّة الأخرى، بدلاً من أن تحيط بحلقات السلك نفسها. تدعى مثل تلك اللفافة بالوشائط أو الملف اللوليبي solenoid.



### قاعدة اليد اليمنى

تستخدم قاعدة اليد اليمنى right-hand rule لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي. وفقاً لهذه القاعدة فإن إصبع السبابة يمثل الناقل الحامل للتيار في اليد اليمنى ويشير إلى اتجاه التيار الكهربائي، من الموجب إلى السالب.

قاعدة اليد اليمنى



### القوة الكهربائية

يمكننا تحديد القوة الكهربائية electromagnetic force أو قوة المجال المغناطيسي من كمية التيار، وعدد لفات السلك وطول السلك. وهي متناسبة طرداً مع التيار الذي يعبر السلك.

## الوسائل الكهربائية

تستخدم المحركات والمولدات الكهربائية مغناطيسات كهربائية وتُحرِّيضاً كهربطيّساً لكي تعمل. ويحول المحرك الكهربائي الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية، بينما يحول المولد الكهربائي الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية.



جهاز التخطيط بالرنين المغناطيسي.

اكتشف العالم الدانمركي هانز كريستيان أورستد Hans Christian Orsted المغناطيسي سنة 1820. أما الاختراع المغناطيسي الكهربائي فينسب إلى العالم البريطاني ويليام ستورجيون William Sturgeon سنة 1823.

### هل تعلم؟



## استخدامات المغناطيسات الكهربائية

تستخدم المغناطيسات الكهربائية في المحركات الكهربائية التي تشغّل البرادات والماكينات الكهربائية والغسّالات وأجهزة السيديات. وهي تستخدم أيضاً في المحوّلات التي تحول الكهرباء العالية الفولطية إلى كهرباء منخفضة الفولطية.

وتلعب المغناطيسات الكهربائية دوراً مهمّاً في تسيير القطارات، وحافلات المترو، والtram، والحافلات أحاديث السكة monorail، والسلام المتحركة، والمصاعد. كذلك تستخدم المغناطيسات الكهربائية في الأغراض الطبية، ومعدات التخيّص كالتحفيظ بالرنين المغناطيسي.

# أنواع المغناطيسات

تدعى المواد التي تجذب أو تنبذ بعضها بالمغناطيسات أو المواد المغناطيسية. ومن بعض المواد التي تبدي المغناطيسية: الحديد والفولاذ والنikel والماغنتيت والكوبالت. وتعد بعض هذه المواد مغناطيسات طبيعية كالحجر المغناطيسي، أما بعضها الآخر كالحديد والفولاذ والكوبالت فيمكن مغناطسته صناعياً.



استخدام المغناطيس لفصل  
الحديد عن المواد الأخرى.

## المغناطيسات الدائمة والمؤقتة

تدعى المغناطيسات المصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ وبعض السباكة التي تبدي كمية كبيرة من المغناطيسية بالمغناطيسات الدائمة permanent magnets. وعملية مغناطة هذه المواد هي عملية باللغة الصعوبة، وذلك لأن المواد تبدي مقاومة عالية لخطوت القوة المغناطيسية حين تحاول هذه أن توزع نفسها على كل أجزاء المادة. وتدعى هذه المقاومة بالمانعة reluctance. وتتألف المغناطيسات الدائمة من مواد ذات ممانعة عالية. أما المواد ذات الممانعة الخبيثة كالحديد اللين أو فولاذ السيليكون المليئ فهي سهلة المغناطة نسبياً، وليس لديها القدرة على الحفاظ على مغناطيسيتها لفترة طويلة. وتدعى مثل هذه المواد بالمغناطيسات المؤقتة temporary magnets.



## مغناطيسات الأتربة النادرة

مغناطيسات الأتربة النادرة rare earth magnets هي مغناطيسات دائمة تحوي أعلى مجالات الطاقة المغناطيسية. ويمكن استخدام هذه المغناطيسات بشكل مثالي في التطبيقات التي تحتاج طاقة عالية، ولكنها محصورة مكانياً.



الحجر المغناطيسي  
هو مغناطيس طبيعي

## المغناطيسات الطبيعية

الأحجار الطبيعية التي تملك القدرة على جذب قطع صغيرة من الحديد بطريقة تشبه المغناطيسات تدعى بالمغناطيسات الطبيعية natural magnets، وقد اكتشفها اليونانيون والصينيون القدماء. وكان الصينيون على دراية بالمغناطيسية منذ سنة 2600 ق.م. وتوجد المغناطيسات الطبيعية حالياً في الولايات المتحدة والترويج والسويد، ولكنها لم تعد تستخدم لأنها أصبحت من السهل إنتاج المغناطيسات القوية.



مغناطيس النيوديميوم  
هو أحد مغناطيسات  
الأتربة النادرة.

## المواد البارامغناطيسية

بعض المواد القدرة على الحفاظ على مغناطيسيتها حين توضع بالقرب من المغناطيس فقط. وتدعى هذه المواد بالمواد البارامغناطيسية paramagnetic materials. فالمعادن مثل الكروم والبلاatin والألومنيوم تكتسب بعض المغناطيسية الضعيفة حين تكون على مقربة من المغناطيس، فإذا أزيل المغناطيس فقدت هذه المعادن مغناطيسيتها.



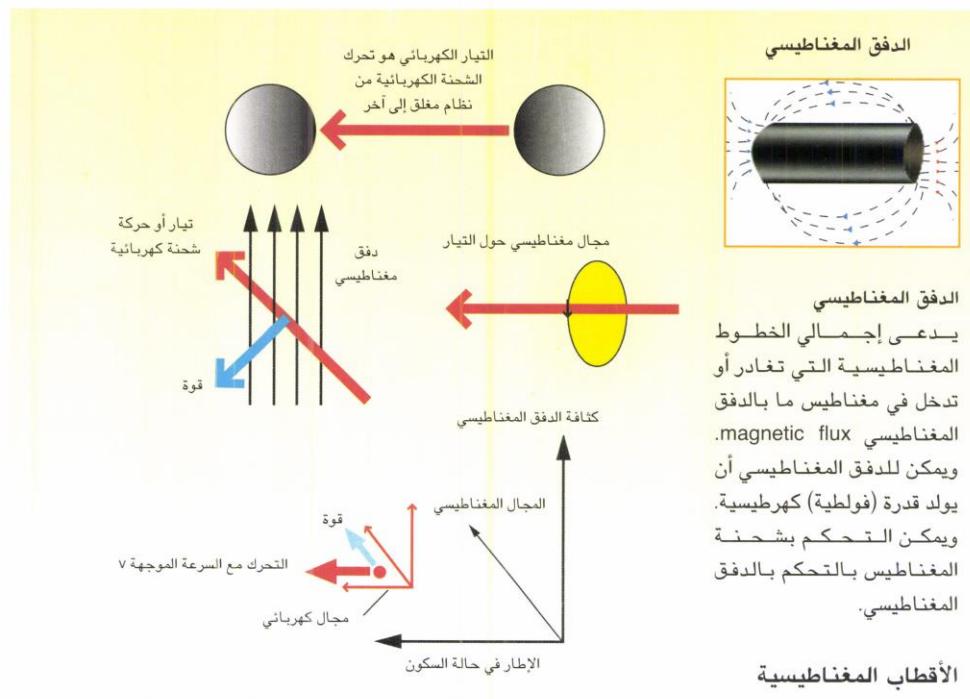
جسم مغناطيسي حديدي يطفو على  
سطح جسم مغناطيسي آخر.

## المواد المغناطيسية الحديدية

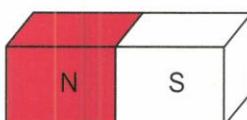
المواد المغناطيسية الحديدية ferromagnetic materials القادرة على مغناطنة مواد أخرى كالحديد والفولاذ والكوبالت والسبائك كالألنيكو alnico والخلية النفاذة (أو البرمالوي) permalloy وهذه المواد قدرة كبيرة على الانجداب نحو المجالات المغناطيسية، وهي قادرة على أن تحافظ على خواصها المغناطيسية حتى بعد أن يزال المجال المغناطيسي الخارجي. هذه المواد من أهم مجموعات المغناطيسات التي لها صلة بالكهرباء والإلكترونيات.

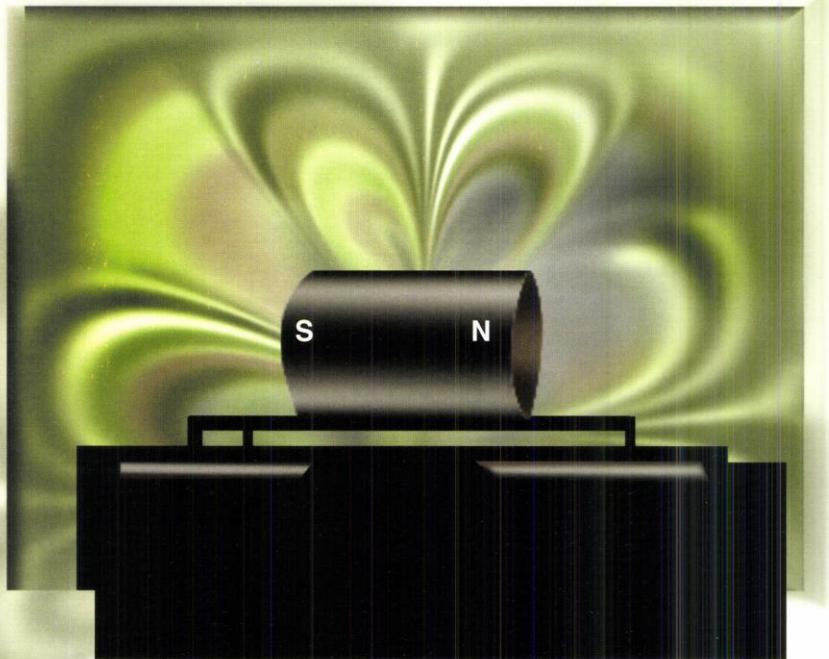
# المجال المغناطيسي

تدعى المنطقة المحيطة بالمغناطيس حيث يوجد تأثيره المغناطيسي بال المجال (أو الحقل) المغناطيسي magnetic field. ويمثل المجال المغناطيسي لمغناطيس ما بخطوط منقطة حوله. وتحوي المغناطيسات مجالات مغناطيسية قوية لا سيما عند أقطابها، وكلما كان المغناطيس أكبر زادت قوة مجاله المغناطيسي. وينتج المجال المغناطيسي عن دوران الإلكترونات حول النواة، أو عن التيار الكهربائي الذي يعبر سلكاً.



يدعى الجانب الشمالي منه بالقطب الشمالي north pole، ويدعى جانبه الجنوبي بالقطب الجنوبي south pole. وتجذب أقطاب المغناطيس المتعاكسة بعضها البعض، أما الأقطاب المتشابهة فتبتعد بعضها بعضًا.





مجال مغناطيسي

### الأقطاب المغناطيسية للأرض:

تعد الأرض مغناطيسياً عملاقاً، وكجميع المغناطيسات يحوي المجال المغناطيسي للأرض على قطبين: قطب شمالي وقطب جنوبي. كما تحوي الأرض محوراً مغناطيسياً يقع على بعد 15 درجة من محورها الجغرافي. ويمتد المجال المغناطيسي للأرض إلى عدة آلاف من الكيلومترات في الفضاء.



أسباب المجال المغناطيسي  
المغناطيسية هي ظاهرة ترتبط بحركة الشحنات الكهربائية.  
وتعتمد قوة المجال المغناطيسي على سرعة وحجم الجسم  
المشحون.



مايكل فاراداي

**مايكل فاراداي**  
اكتشف مايكل فاراداي Michael Faraday الكهرومغناطيسي سنة 1831، عندما كان يجري اختبارات على تحرير حقل المجال المغناطيسي؛ حيث لف سلكاً حول أسطوانة ورقية ليصنع لفافة ووصل السلك بمقاييس غالفاني galvanometer، ثم راح يحرك مغناطيسيّاً نحو الأمام ونحو الخلف داخل الأسطوانة، مما جعل الإبرة في مقاييس غالفاني تتحرك، مما دل على تحرير التيار في اللفافة، وبين توقف حركة المغناطيسي توقفت الإبرة عن التحرك أيضاً. واستنتج فاراداي أن التحرير الكهرومغناطيسي أو تحرير التيار في الدارة حدث بسبب المجال المغناطيسي المتحرك.



الحاسوب **computer** وسيلة قابلة للبرمجة **programmable** تستقبل المعلومات (المدخلات) **input** وتخزنها، وتعالج معطياتها، وتنتج شيئاً مفيداً (المخرجات) **output**. وتستخدم الحاسوب في كل مكان بما في ذلك المنزل والمكتب والمشفى والمدرسة والمصرف. وتساعد الحاسوب في إنجاز الحسابات الرياضياتية والعمليات المنطقية والوظائف المفيدة الأخرى.

## الحاسبات الشخصية

اخترعت شركة أنظمة القياس البعدي للألات الصغرية Micor Instrumentation Telemetry Systems (MITS) الشخصية personal computer سنة 1974. وصمم مدير الشركة مع فريق من مهندسي معدات الحاسوب أول حاسوب شخصي واسمه MITS Altair 8800. واحتوت وحدة الحاسوب على وحدة المعالجة المركزية 8080 CPU، وبطاقة ذاكرة RAM card قدرها 256 بايت وتصنيماً جديداً. إلا أن شركة آبل Apple اخترعت أحد أكثر الحاسوبات انتشاراً وهو آبل II سنة 1977.



استخدامات وأقسام الحاسوب.



حاسوب شخصي

تاریخ الحاسوب الحديثة  
اخترعت أولى الحاسوبات الحديثة في ثلاثينيات وأربعينيات القرن الماضي في الولايات المتحدة. اخترع المهندس الألماني كونراد زوس Konrad Zuse أول حاسوب قابل للبرمجة Z1 سنة 1937. ثم اخترع جون متشلي John Mauchly وج. بريسيبر إيكارت J. L. Presper Eckert أول حاسوب إلكتروني متعدد الأغراض وسمى الحاسوب الداجم العددي الإلكتروني (إينياك) Electronic Numerical Integrator Computer (ENIAC) سنة 1945. وغرض هذا الجهاز في جامعة بنسلفانيا في 14 شباط 1946.

## مكونات الحاسوب

يتتألف الحاسوب من عنصرين رئيسيين: العتاد الصلب hardware، والبرامج software. ويعني العتاد الصلب المكونات الفيزيائية لجهاز الحاسوب، ويشمل الجهاز الفعلي والأسلاك والدورات وما إلى ذلك. أما البرامج فيه مجموعة البرامج والبيانات المتعلقة بها التي تأمر الحاسوب بما يجب أن يقوم به، وهي منتج غير ملموس يضم معلومات وتعليمات.

## الشبكة العالمية

الشبكة العالمية (WWW) هي نظام اتصال نصي ومقدرات إعلامية تجعل الإنترن特 متاحةً للجميع. وتساعد الشبكة العالمية مستخدمي الحاسوب على رؤية ومشاركة واستعمال مختلف المعلومات. وقد اخترع الشبكة العالمية العالم البريطاني السير تيموثي جون بيرنرلي John Timothy Berners-Lee في سنة 1989. وقد صممت الشبكة في سيرن CERN، وهو أكبر مختبر عالمي لفيزياء الجسيمات، ويقع إلى الشمال الغربي من مدينة جنيف السويسرية. ولكله يتبادل المعلومات مع علماء الفيزياء حول العالم وضع لي لغة الحاسوب الأساسية وسماها لغة النص الفائق (HTML Hyper Text Mark-up Language). وشكل أدوات بحث موقع عالمية لتحديد موقع كل صفحة من صفحات الشبكة.



حاسوب مبكر

## بداية الحاسوب

استخدمت الكلمة حاسوب لأول مرة سنة 1643 لتدل على الشخص قادر على إجراء العمليات الحسابية. وصاغ تشارلز باجنج Charles Babbage، المسمى "أب الحاسوب"، مفهوم الحاسوب الآلي، وصمم أول حاسوب ميكانيكي يمكن برمجته في سنة 1822، إلا أن تصميمه لم يكتمل حينها بسبب الافتقار إلى التمويل وأسباب أخرى.

## الشبكة (الإنترنت)

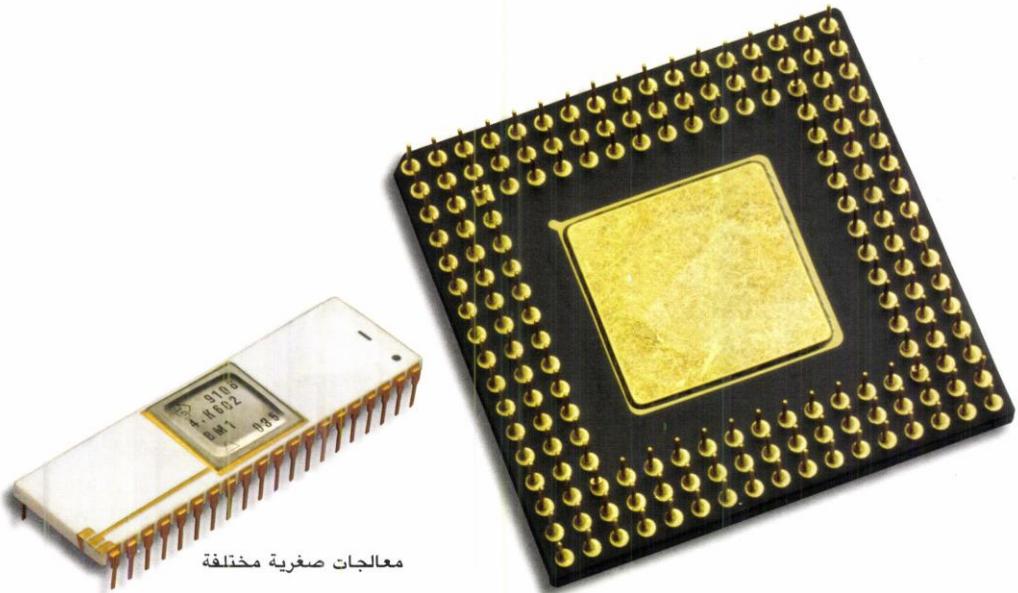
الشبكة (الإنترنت) internet هي شبكة اتصال إلكترونية تصل بين ملايين الحاسوبات، وتشارك عالمياً بالمعلومات. تُعرف الشبكة أيضاً بأنها أم جميع الشبكات. وقد بدأت خدمات الشبكة في ثمانينيات القرن الماضي، ثم اتسعت عالمياً في التسعينيات. وكانت بداية الإنترنت طريقة إلى حد ما، ففي سنة 1957 أطلق الاتحاد السوفييتي أول قمر صناعي من صنع الإنسان هو "سبوتنيك" Sputnik، وكانت الولايات المتحدة أحد أكبر منافسي الاتحاد السوفييتي، فقررت أنه من الضروري أن تكون متقدمة تكنولوجياً على باقي الدول، واستجابت لذلك بتأسيس وكالة مشاريع البحث المتقدمة Advanced Research Projects Agency (ARPA) سنة 1958. وفي سنة 1965 بدأت وكالة البحث تصل بين الحاسوبات عبر شبكة تدعى آరپانيت ARPANET، وفي سنة 1980 كان يوجد أكثر من 200 موقع يمكن للمستخدمين أن يتصلوا بهم، وأخيراً في سنة 1982 ومع وضع بروتوكول اللغة الشائعة common language protocol اتصلت أربانت بالحواسيب ومكتبهم من الاتصال ببعضهم بعضاً.



تصل الشبكة العالمية بأسره عبر شبكتها العالمية.

هل تعلم؟

حصل محرك البحث الشهير ياهو Yahoo على اسمه من قصة جوناثان سويفت Jonathan Swift رحلات غليفير Gulliver's Travels حين وصف الناس ذو السخنة الشنيعة بأنهم "yahoo".



## المعالِجات الصُّغُرِيَّة

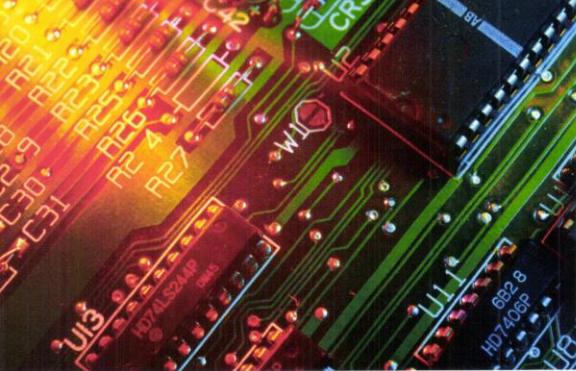
المعالج الصُّغُرِيُّ microprocessor هو دارة مكونة من الترانزistorات والعناصر الكهربائية وهي تشكل وحدة المعالجة المركزية في جهاز الحاسوب. وهي رقاقة من السيليكون silicon chip تقرأ وتتذكرة وتعالج وتتجزأ تعليمات البرامج من مصدر ذاكرة آخر. بمعنى آخر، المعالج الصُّغُرِيُّ هو دماغ وقلب الحاسوب.

### أول معالج صغير



احتَرَعَتْ شَرْكَة إِنْتَلْ أَوْلَى مُعَالِجَاتِ صُغُرِيَّ وَحِيدِ الرِّقَاقَةِ إِنْتَلْ 4004 Intel 4004 فِي سَنَةِ 1971، وَوُضِعَ ثَلَاثَةً مِنْ مُهَنْدِسِيِّ إِنْتَلْ، وَهُمْ: تِدْ هُوفْ، وَفَدِيرِيكُو فَاغِيُّن، وَسِتانْ مِيزِرْ، جَمِيعَ أَقْسَامِ الْحَاسُوبِ بِمَا فِي ذَلِكِ وَحدَةِ الْمُعَالِجِ الْمُرْكَبِيَّةِ وَالذَّاكرَةِ وَضَوَابِطِ الْمُخْرَجَاتِ عَلَى رِقَاقَةِ صُغُرِيَّةٍ. وَكَانَ عَرْضُ الرِّقَاقَةِ 3 مِمٌ، وَطُولُهَا 4 مِمٌ، وَكَانَتْ تَتَأَلَّفُ مِنْ 2300 ترانزistor (مِنْ أَشْيَاهِ نِوَاقِلِ أَكْسِيدَاتِ الْمَعَادِنِ). وَقَدْ أَعْطَتْ إِنْتَلْ 4004 القدرةِ الْحَاسُوبِيَّةِ نَفْسَهَا التِّي أَعْطَاهَا الْحَاسُوبُ الْإِلْكْتَرُونِيِّ إِنِيَّاِكَ ENIAC الَّذِي كَانَ يَمْلأُ غَرْفَةَ كَامِلَةً. وَتَسْتَخدِمُ الْحَاسُوبُاتِ الصُّغُرِيَّةِ فِي الْحَاسُوبِ الصُّغُرِيِّ، وَفِي الْأَسْلَحَةِ الْعَسْكَرِيَّةِ وَالْوَسَائِلِ الْمُنْزَلِيَّةِ.

## عناصر المعالج الصغيري



تنتمي المعالجات الصغرية المختلفة ببعضها باستخدام لوحة دارة مطبوعة.

### المعالج الصغيري الحديث

تعد الرقاقة **الثانية** 17 أكثر المعالجات الصغرية المتقدمة حالياً، وقد صنعتها شركة إنتل سنة 2008. وهي تضم حجماً ممتازاً من الذاكرة السريعة، وترددات أعلى، مما يجعلها تقوم بأفضل إنجاز لأصعب المهام. وهي تسرع عمل المعالج، وتحسن أداءه بشكل تلقائي. وتساعد معالجتها ذات الطرق الأربع أو الطرق الثمانية المتعددة المهام في تنفيذ أعمال أكثر ضمن فترة زمنية أقصر.



آلات حاسبة إلكترونية

## الاستخدامات

- استخدمت المعالجات الصغرية الأولى كآلات حاسبة calculators. وقد استخدمت الحساب العشري decimal arithmetic المرقّز ثنائياً binary coded ضمن كلمات تتألف كل منها من 4 أرقام ثنائية (بيتات) bits.
- ثم استخدمت المعالجات الصغرية ذات الأربع والثمانى أرباع ثنائية في مختلف أنواع الأداء التلقائي كالطيرفيات (محطات تلقي أو إرسال البيانات) terminals والطابعات printers.
- ثم انخرطت المعالجات الصغرية ذات الاثنى عشر رقمًا ثنائياً في الاستخدامات العسكرية.
- واستخدمت أخيراً المعالجات الصغرية ذات 16 و32 و64 رقمًا ثنائياً في الأغراض العامة، حيث دخلت في الحاسوبات الصغرية personal computers والشخصية micro computers.

تستخدم المعالجات الصغرية اليوم في الأسلحة العسكرية، والسيارات، وكاميرات الفيديو، والهواتف الخلوية، والكاميرات الرقمية، والحواسيب المحمولة، ومختلف أنواع الوسائل المنزلية كأفران الموجات الضئفية (الميكرويف).

# الاتصال عن بعد

تعرف طريقة الاتصال لنقل الإشارات عبر مسافات بعيدة بالاتصال عن بعد **telecommunication**. ويستخدم العصر الحديث الكهرباء كثيراً لغرض الاتصال عن بعد؛ فقد استبدل الدخان والإشارات البرقية وأعلام الإشارة التي كانت أدوات الاتصال عن بعد، بالاتصال بال摩وجات الصغرية والإنترنت والألياف البصرية. وقد انتشرت وسائل الاتصال البعدية هذه في القرن التاسع عشر عبر العالم، ووصلت القارات بكميات متعددة تحت الأرضي والمحيطات، وهي تستخدم أسلاكاً معدنية ناقلة. وقد أحدث الاتصال اللاسلكي الذي اخترعه **Guglielmo Marconi** ثورة في حقل الاتصالات اللاسلكية في العقد الأول من القرن العشرين.



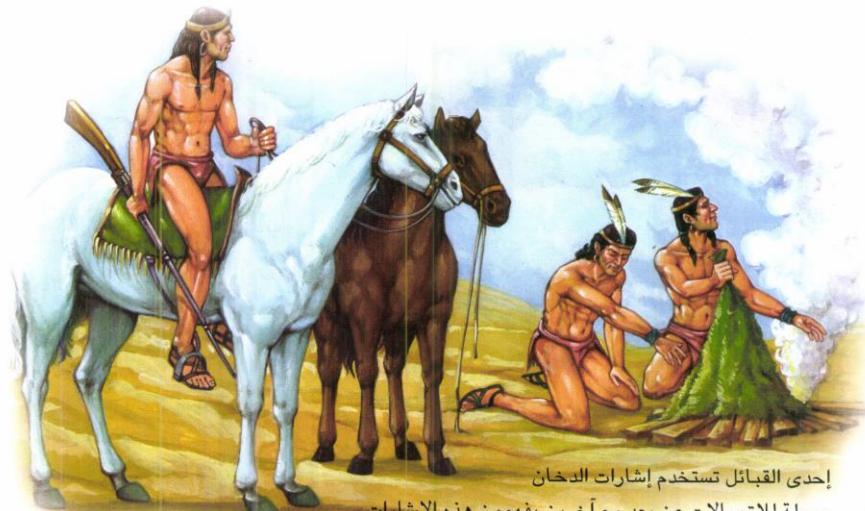
المبرقة الأولى

أصبح التلغراف (أو الإبراق) **telegraph** في أواسط القرن التاسع عشر أعظم وسائل الاتصال. والتلغراف آلة ترسل إشارات على مسافات طويلة. وتمثل هذه الإشارات رسائل مكتوبة وأرقام وأحرف مرمرة. وقد ابتكر المخترع الأميركي صامويل مورس **Samuel Morse** أبيجديته البرقية سنة 1835. وفي سنة 1865 تم تمديد 134.000 كم من الأسلاك الموصولة بالتلغراف. في هذا المراحل وضع أول تصميم للهاتف.

## التلغراف

## تاريخ الاتصالات

كانت وسائل الاتصال البدائية تتألف من الدخان، وأعلام الاتصال، ودقائق الطبلول المرفرزة. ثم بدأت جذور الاتصالات الحديثة بالانتشار مع اختراع التلغراف على يد المهندس الفرنسي **Claude Chappe**.



إحدى القبائل تستخدم إشارات الدخان وسيلة للاتصالات عن بعد مع آخرين يفهمون هذه الإشارات.

## الهاتف

لعل الهاتف (أو التلفون) telephone هو أشهر أشكال التواصل عن بعد. فقد اخترع ألكساندر غراهام بيل Alexander Graham Bell في الهاتف سنة 1876. ويساعد الهاتف على التواصل الصوتي عبر مسافات طويلة، ويحول الكلام إلى إشارات، ويرسلها عبر أسلاك إلى مسافات بعيدة. وتتصل هذه الأيام ملايين الهواتف بشبكة اتصالات بعيدة معقدة.



هاتف مبكر من القرن التاسع عشر

## التلفاز

يُبَثُّ التلفاز (أو الرائي أو التلفزيون) television صوراً متحركة وأصواتاً. وبث المخترع الإسكتلندي جون لوجي بيرد John Logie Baird أول صور تلفزيونية في 2 تشرين الأول 1925. ثم ابتكر المخترع الأميركي فايولو تيلور فارنزوورث Philo Taylor Farnsworth سنة 1927. واشتهر فارنزوورث لاحقاً كـ"آب للتلفاز". تسجل محطات التلفاز الصور والأصوات وتحولها إلى موجات لاسلكية. وتحوي أجهزة التلفاز هوائيات تستقبل هذه الموجات اللاسلكية، ثم تحولها من جديد إلى صور متحركة وأصوات في جهاز التلفاز. وقد بدأت هيئة الإذاعة البريطانية BBC بثها المنتظم سنة 1930.

## الحاسوب

الحاسوب وسيلة إلكترونية تعالج المعلومات، وتتحكم بها. وهو من أهم التطورات التي طرأت على مجال الاتصالات. وقد صمم كونراد زوس أول حاسوب عملي سنة 1941. ثم اخترع الحاسوب المعتمد على التخزين المغناطيسي سنة 1955. وقد ضمت الحاسوبات الرقمية الإلكترونية الأولى في أربعينيات القرن الماضي. ويُشتهر جورج ستيببيتس George Stibitz عالمياً بأنه "آب للحاسوب الرقمي". هذا ويتم استبدال الأشكال التقنية المعروفة للاتصالات عن بعد تدريجياً بخدمات الاتصال عن بعد المعتمدة على الحاسوب.

## (الشابةكة)

(الشابةكة) هي شبكة الحاسوب الإلكترونيّة التي تصل ملايين الحاسوبات ببعضها في العالم. وقد بدأ مهندسو البحث عبر الولايات المتحدة سنة 1970 يصلون حاسوباتهم بتكنولوجيا الاتصال البعدي. وأصبحت الاتصالات البعدية المعتمدة على الحاسوب بما يشمله من نقل للصوت والبريد الإلكتروني والمحادثات على الشبكة ذات شعبية كبيرة في العالم عبر (الشابةكة) وشبكة الاتصالات العالمية. فهي من أسرع طرائق التواصل وأكثرها فاعلية.

## المذيع

المذيع (أو الراديو) radio هو وسيلة ترسل وتستقبل الإشارات اللاسلكية. وتنقل الموجات اللاسلكية في الهواء عبر ألواف الكيلومترات، وتنقل المعلومات والأصوات والموسيقى. ويمكن للمذيع أن يذيع البرامج الحية والمسجلة. وقد صنع المخترع الإيطالي غوليبيلما ماركوني آلةً يمكنها أن ترسل وتستقبل الموجات اللاسلكية. وفي سنة 1906 أذاع ريجinald Fessenden أول برنامج إذاعي يحوي أصواتاً بشريّة وموسيقى عبر المذيع، ثم أصبح المذيع في العشرينات المصدر الرئيس للترفيه العائلي. وأنشأت الكثير من المحطات الإذاعية التي بدأت ببث الموسيقا والأخبار والبرامج الأخرى للعلوم على الهواء.



فتاة تستمع إلى مذيع قديم.



محطة قدرة نووية

## الطاقة النووية

الطاقة النووية **nuclear energy** هي مصدر طاقة متجدد. وهي تصنع من مواد مشعة في الطبيعة **كاليورانيوم uranium** الذي يستخرج من الصخور. والطاقة النووية هي الطاقة التي يحررها انشطار أو التحام نوى الذرات على شكل حرارة وضوء ونواتج أخرى. ويمكن استخدام الطاقة النووية لتوليد الكهرباء.

### طرق إنتاج الطاقة النووية

يمكن إنتاج الطاقة النووية بطريقتين مختلفتين هما: الانشطار النووي، والاندماج النووي.

#### أ - الانشطار النووي

الانشطار النووي **nuclear fission** هو طريقة تقسم فيها نوى كبيرة لإنتاج الطاقة. وحين تنقسم نوى الذرات فإنها تصدر كمية هائلة من الطاقة النووية. وتعمل القنبلة الذرية والمفاعلات النووية بطريقية الانشطار. ويستخدم عنصر اليورانيوم على نطاق واسع كوقود لإنتاج الطاقة بواسطة الانشطار النووي.

### إنتاج الطاقة النووية

يمكن أن يكون حدوث الطاقة النووية طبيعياً أو من صنع الإنسان: حيث تطلق الشمس والنجم آخرى طاقة على شكل ضوء وحرارة، وهذه الطاقة هي طاقة نووية طبيعية. أما الطاقة النووية التي يصنعها الإنسان فهي الطاقة المترسبة أثناء التفاعلات النووية التي تحدث بمساعدة أجهزة كالمفاعلات النووية **nuclear reactors**. كذلك فإن الطاقة الناتجة عن انفجار القنابل الذرية **atomic bombs** والهيدروجينية **hydrogen bombs** هي أشكال من الطاقة النووية التي هي من طرائق إنتاج الطاقة النووية.

## الاندماج النووي

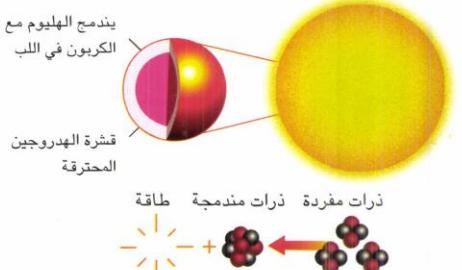
الاندماج (أو الانصهار) النووي nuclear fusion هو طريقة تنضم فيها نوى نووية إلى بعضها لتنتج طاقة. وحين تلتقط نوى الذرات مع بعضها في ظروف حرارية عالية فإنها تطلق كمية هائلة من الطاقة النووية؛ مما يؤدي إلى انفجار هائل. وتطلق الشمس والنجموم الأخرى حرارة وضوءاً نتيجة للاندماج النووي. كما أن أعظم الأسلحة التي صنعها الإنسان وأكثرها دميراً وهي القنبلة الهيدروجينية، تعمل على مبدأ الاندماج النووي.



يمكن لانفجار النووي أن يتسبب في الكثير من الضرر والخسارة.

## مضار الطاقة النووية

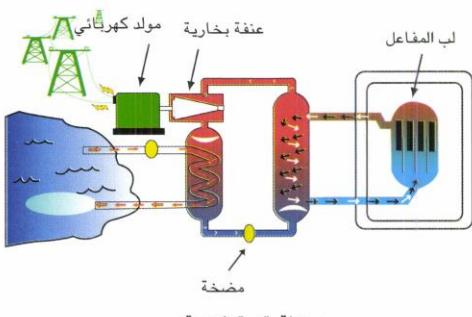
- بعد إنتاج الأسلحة النووية مهدداً لحياة الإنسان على الأرض؛ إذ إن القنابل النووية يمكن أن تنهي كل شكل من أشكال الحياة.
- يمكن أن تحدث كوارث كالانصهار. أثناء تفاعل الانشطار النووي؛ مما يؤدي إلى انفجار كبير، وإطلاق كمية كبيرة من الإشعاع. وتحدث مثل هذه الكوارث حين تفقد السيطرة على التفاعل. ومن أمثلة كوارث المفاعلات انفجار المفاعل النووي في جزيرة ثري مайл Three Mile Island سنة 1979، من هاريسبرغ في ولاية بنسلفانيا الأميركية سنة 1979، وكارثة محطة تشنوبيل Chernobyl للقدرة النووية في روسيا سنة 1986.
- التفافيات النووية خطيرة جداً؛ لأنها تطلق إشعاعات ضارة يمكن أن تؤدي إلى وفاة الناس القريبين منها.
- للمفاعلات النووية عمر زمني محدد حيث يمكن استخدامها لأربعين أو خمسين عاماً فقط.



رسم يبين الاندماج النووي في النجوم.

## فوائد الطاقة النووية

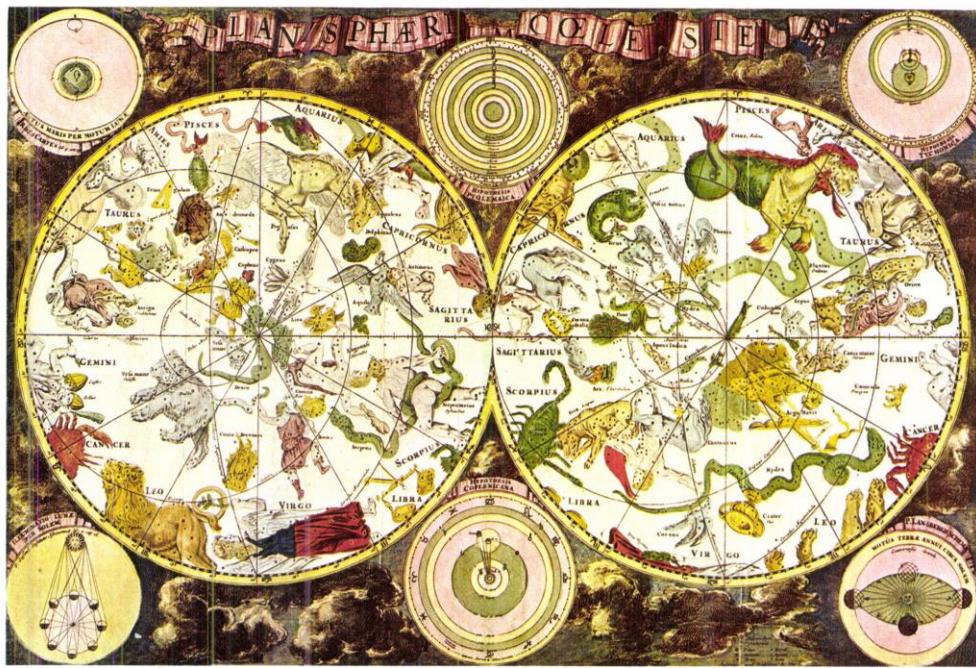
- الطاقة النووية هي أحد مصادر الطاقة المتعددة، لذا فإنها قادرة على إنتاج الكهرباء حتى بعد أن ينتهي الفحم والبترول.
- تستهلك محطات القدرة النووية وقوداً أقل مقارنة بطرائق إنتاج الطاقة الأخرى؛ فكمية طن واحد من اليورانيوم يمكنها أن تنتج ما يعادل إنتاج ملايين البراميل من النفط أو عدة ملايين الأطنان من الفحم.
- كثيارات تلوث البيئة الناتجة عن محطات القدرة النووية أقل بالمقارنة مع الطرائق الأخرى كالفحم وحرق النباتات التي تلوث البيئة أكثر.



محطة قدرة نووية

# علم الكون - 1

علم الكون (أو الكوزمولوجيا) هو الدراسة العلمية للكون. واشتقت كلمة "كوزمولوجيا" من اليونانية القديمة حيث "كوزموس" **cosmos** تعني "الكون" و"لوغوس" **logos** تعني "دراسة". ويدرس علماء الفضاء أصل الكون وتطوره وشكله وحجمه، وما سيؤول إليه.



خريطة للسماء من القرن السابع عشر.

## تاريخ علم الكون

تعود أول دراسات الكون إلى حوالي 1900-1200 ق م وكان يعرف حينها بعلم الكون البابلي Babylonian cosmology. ويحسب علم الكون البابلي كانت الأرض والسماء كلاً فضائياً متكاملاً، بل حتى أن لهما شكلاً دائرياً، وكانا يدوران حول موقع الآلهة، وكانت هناك عدة طبقات من السماء والأرض.

ويعد علم الفضاء في الهند إلى حوالي 1500-1200 ق م حيث اعتقد عالم الكون الهندي براهماندا Brahmanda أن الكون توسيع من شكل مكثف يدعى Bindu. وأنه من صنع الإله الهندي براهما Brahma. ويعتقد أن عمر الكون يبلغ حوالي 311 تريليون و40 مليار عام، وأنه يستمر في دورته من الولادة إلى الموت إلىبعث من جديد.

وتداوم هذه النظريات المتعلقة بأصل وتطور الكون في الظهور، وما زال علماء الكون مشغولين في البحث فيها.

## فروع علم الكون

اقترح كل من فريد هوبل وهرمان بوندي وتوماس غولد نظرية حالة الاستقرار Steady state theory في سنة 1948. وهي نظرية بديلة لتفسير منشأ العالم. تنص هذه النظرية على أن الكون في توسيع، إلا أنه لا يغير من شكله مع الزمن.

يدعى فرع الفيزياء الذي يدرس طبيعة الكون وأصله وتطوره بعلم الكون الفيزيائي physical cosmology. وكانت الميكانيكا السماوية celestial mechanics تدرس دراسة للسموّات في أشكالها الأولى. وقد اشتهر فلاسفة مثل أرسطو Aristarchus of Samos من ساموس، وأرسطو Aristotle وبطليموس Ptolemy بصياغتهم لنظريات كونية مختلفة، حتى قدم العلماء والفلسفه الحديثون مثل نيكولا كوبيرنيكوس Nicolaus Copernicus، ويوهان كبلر Johannes Kepler، وغاليليو غاليلي Galilei وطرحوا نظرية مركزية الشمس في الكون heliocentric theory of the universe.

## علم الكون الغيبي

يتحدث علم الكون الغيبي metaphysical cosmology عن العالم من حيث كثيّة الفضاء والزمن والظواهر. وقد كان علم الكون الغيبي شائعاً عند الشعوب القديمة. ولكنه حديثاً بدأ يشكل أسلة عن الكون بعيدة عن مجال العلم؛ حيث تشكل الأسللة حول غرض وأسباب ومكونات الكون جزءاً من علم الكون الغيبي.



عالمة فضاء تحاول دراسة جرم فضائي.

## نظرية الانفجار العظيم

توحد عدة نظريات لشرح مولد الكون، وأكثر هذه النظريات شهرة واقناعاً هي نظرية الانفجار العظيم Big Bang theory. فوفقاً لهذه النظرية خلق الكون أثناء انفجار كوني حدث قبل 20-10 مليار سنة. أما ما قبل الانفجار الكوني فقد كانت كل المادة مترکزة على شكل غيمة كثيفة من الغازات. ثم أدى الانفجار إلى بعثرتها، وهي ما زالت تتسع مع الزمن.





يستطيع الثقب الأسود أن يبتلع نجماً

## علم الكون-2

### منحي (الزمكان)

الثقب الأسود black hole هو بقعة داكنة كثيفة من الفراغ ذات جاذبية عظيمة. ويعتقد العلماء بوجود ثقب أسود هائل في منتصف كل مجرة. وقد تشكلت الثقوب السوداء حين تفتق نجم سوبرنوفا Supernova الهائل مشكلاً نجوماً كبيرة (تبليغ كتلة كل منها حوالي 10-15 ضعف كتلة الشمس)، وأن هذه النجوم تتقلص بسبب جاذبيتها. وتبدو الثقوب السوداء مظلمة؛ لأن مجال جاذبيتها قوي جداً إلى حد أن الضوء لا يمكن أن يتسرّب منه.

وتقسم الثقوب السوداء إلى منطقتين: النقطة المنفردة singularity وأفق الحدث event horizon. والنقطة المنفردة هي

نقطة لا متناهية الصغر والكثافة، تقع في مركز كتلة الثقب الأسود. ويحيط بالنقطة المنفردة أفق الحدث، وهو يمثل حدود الثقب الأسود. وأفق الحدث مظلم تماماً، ويحوي على قوة جذب عالية جداً.

ثقب أسود ينبع من أفق حدثه  
كتلة هائلة من الغازات.

تصف النظرية النسبية العامة general theory of relativity التي وضعها ألبرت آينشتاين Albert Einstein كيف تصنع المادة والطاقة منحي (زمكان) space-time curve. فيحسب النظرية يمكن لشكل الكون أن يكون منحيّاً كسطح السرج أو سطح الكرة، ولكن الملاحظات تشير إلى أنه يقع بين هذين المستويين، وأقرب إلى التسطيح.

وتقول نظرية أخرى أنه عند ذلك الجزء من الثانية حين نشأ الكون في البداية فإن توسيع الفضاء قد حدث بسرعة مفاجئة، بحيث أطاح بكل ما صادفه من انحرافات أصلية. وتعرف هذه النظرية theory of inflation.

ثم هناك نظرية النبض pulsating theory التي تعتقد بأن الكون يتمدد ويقلص بالتناوب. وتؤكد الملاحظات الأخيرة هذه الأيام أن منشاً الكون هو رقعة دقيقة من كرة نارية أصلية.

## المادة المظلمة

نشأت المادة المظلمة dark matter من المجرات التي تدور بسرعة كبيرة بحيث لا يمكنها التماسك ما لم توجد قوى جاذبية إضافية، ويوجد في المادة المظلمة ما يكفي من الجاذبية لتشكيل بنية الكون المرئية لنا. ويعتقد بأن المادة المظلمة دخيلة وقد تكونت أثناء اللحظات الحارة الأولى للانفجار العظيم. كما يعتقد أن المادة المظلمة تتتألف من جسيمات كالجسيمات الهائلة الضئيلة التفاعل weakly interacting massive particles (WIMPs)، والجسيمات الافتراضية الخفيفة دون الذرية axions، والثقوب السوداء primordial black holes، والبدانية.

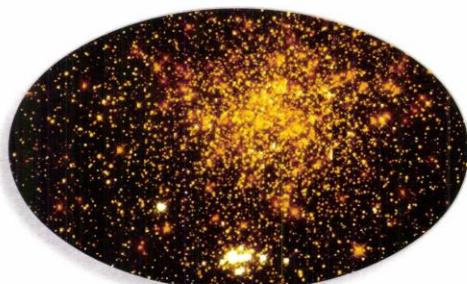
تنشر سحب الغازات كثيراً في المجرات.

## توسيع الكون

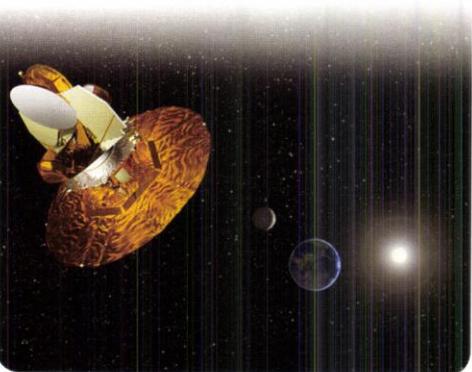
بحسب قانون هابل فإن الكون يتسع، وهو يتسع بعيداً عنا بحيث ترى كل مجرة المجرات الأخرى، وهي تبتعد عنها. ولكن بحسب قانون هابل Hubble law لا يوجد مركز للكون. وإن اكتشاف علاقة الإزاحة نحو الأحمر red-shift (التي تعرف بأنها توسيع طول موجات المجرات البعيدة التي أجبرتها على الانزياح نحو الطرف الأحمر من الطيف) يمكن تفسيرها على أنها إحدى علامات توسيع الكون.

عرفت الطاقة المظلمة dark energy بأنها القوة النابذة أو المضادة للجاذبية antigravity التي تسيطر على العالم. ويمكن تصورها ك مجال طاقة متبدل كثابت جوهري أو كوني (أو طاقة فراغية vacuum energy)، والتي يمكن أن تكون قد نشأت من الخواص الغريبة للنيوترينو، أو أنها يمكن أن تكون تبدلاً آخر للجاذبية.

وضع القمر الصناعي وامب WAMP صورة مثالية للكون تحدد عمره بحوالي 13.7 مليار عام، ويهوي على 4% من المادة العادلة، و22% مادة مظلمة، و74% طاقة مظلمة. وتتنبأ نظرية الكم أن كثافة الطاقة المظلمة أقل من الطاقة الفراغية. ويمكن تسمية ذلك بالتعديل الكوني حيث حدث مع لتشكل النجوم في قيم أعلى مما أدى بعض علماء الكون إلى تبني المبدأ شبه البشري بأن الكون خواص ملائمة للحياة، ولو لا ذلك لما كان بإمكاننا أن نراقبه.



حشد من النجوم



القمر الصناعي (وامب) مغادراً الأرض و القمر.

# قوانين الفيزياء - 1

تعرّف قوانين الفيزياء laws of physics بأنها مجموعة من الحقائق العالمية الثابتة، وهي تصف كيفية تغير وتطور العالم الفيزيائي. وقد وضع بعض أهم القوانين الفيزيائية على أيدي نيوتن وأينشتاين وأرخميدس والكثيرين غيرهم.

## مبدأ أرخميدس

ينص مبدأ أرخميدس Archimedes' principle أنه حين يغمر جسم ما جزئياً أو كلياً في مائع (سائل أو غاز) فإنه يواجه قوة دافعة نحو الأعلى (قوة الطفو buoyant force) تساوي وزن المائع المزاح. ويطبق هذا المبدأ على الأجسام من جميع الكثافات. ويغرق جسم إذا كانت كثافته أعلى من وزن المائع، ويطفو جسم إذا كانت كثافته أقل من وزن المائع. أما حين تكون كثافة جسم متساوية لوزن المائع فهو لن يتعرض للغرق ولا للطفو.

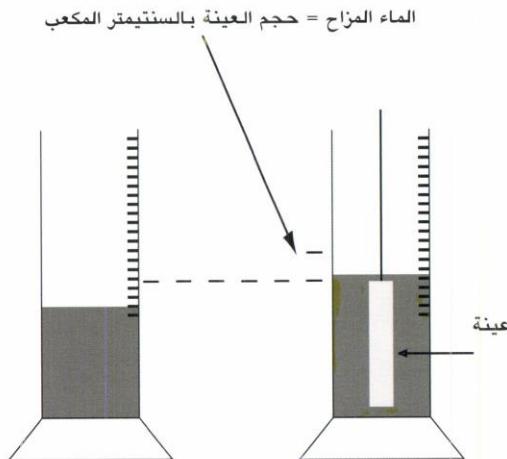
## قوانين نيوتن في الحركة

تشرح قوانين الحركة الثلاث three laws of motion التي وضعها إسحق نيوتن القواعد الأساسية لكيفية تبدل جسم فيزيائي. وينص قانون الحركة الأول على أن أي جسم في حالة السكون سيبقى في حالة السكون ما لم تطبق عليه قوة غير متوازنة من مصدر ما. كما أن أي جسم في حالة الحركة سيبقى متحركاً في السرعة نفسها، وفي الاتجاه نفسه، ما لم تطبق عليه قوة غير متوازنة.

وينص القانون الثاني للحركة بأن التسارع يحدث حين تطبق قوة على جسم ما ذي كتلة معينة، وكلما كانت كتلة الجسم أكبر احتاجنا إلى قوة أكبر لتسريمه. وينص القانون الثالث للحركة ببساطة أنه لكل فعل رد فعل معاكس ومساوي له في المقدار.

## قانون حفظ الكتلة

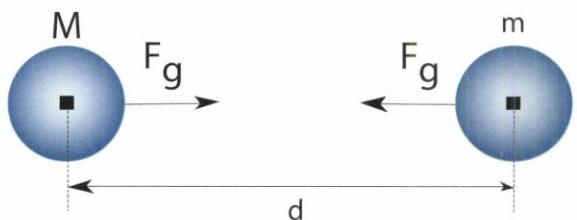
ينص قانون حفظ الكتلة the law of conservation of mass على أن كتلة جسم أو مادة ما تبقى ثابتة. وأن المادة لا يمكن أن تصنع أو تدمر إلى العدم. ولكن يمكن إعادة تنظيم المادة وتبدلها إلى أشكال أخرى. وصاغ أنطوان لافوازير Antoine Lavoisier هذا القانون لأول مرة سنة 1789.



أسطوانة مرقمة بالمليليترات 1 م ل = 1 سم

## قانون نيوتن في الجاذبية

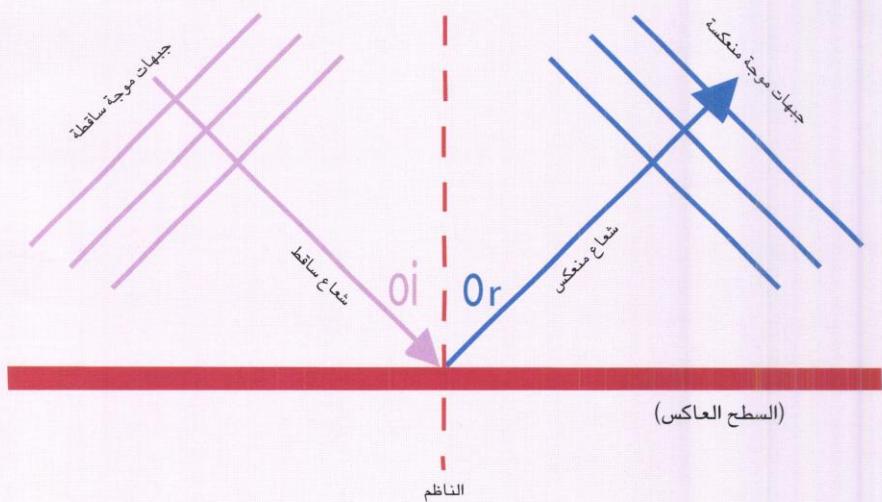
أهم ما يفيدنا به قانون نيوتن في الجاذبية هو أن Newton's law of gravity هو أن كل كتلة في العالم تجذب الكتلة الأخرى. وقد وضع العالم الإنكليزي إسحق نيوتن قانون الجاذبية العام، وأقر بأن كل جسم في العالم يبذل قوة من الجذب على الأجسام الأخرى. وتُعرَف هذه القوة بقورة الجاذبية. وتزداد قوة الجاذبية مع زيادة كتلة الجسم، وتتنفس مع نقص المسافة بين الجسمين. ويوجد اتجاه الجاذبية على طول الخط الواصل بين مركزي ثقل الجسمين.



$$F_g = \frac{GMm}{d^2}$$

## قانون الانعكاس

ينص قانون الانعكاس law of reflection أن زاوية السقوط (الزاوية الحاصلة بين الشعاع الساقط والناظم المرسوم عمودياً على السطح) تساوي زاوية الانعكاس (وهي الزاوية الحاصلة بين الشعاع المنعكَس والناظم). وتظهر المرايا صوراً واضحة لأن زاوية الانعكاس متساوية لزاوية السقوط.



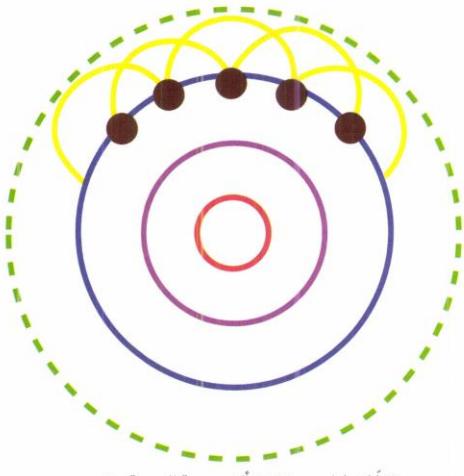
## قوانين الفيزياء - 2

### قانون أوام

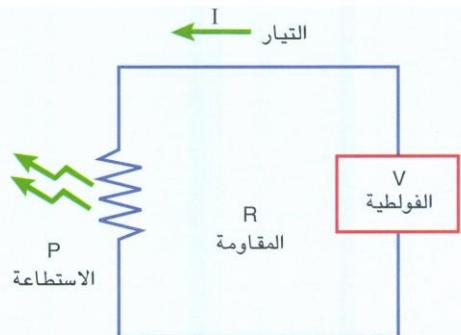
طرح الفيزيائي الهولندي كريستيان هويفنز Christiaan Huygens مبدأ المعروف بمبدأ هويفنز principle حول نظرية الموجة بعد أن قام بتحليل حركة وطبيعة الموجات. وينص هذا المبدأ على أن أية نقطة في موجة يمكن عدّها كنقطة البدء لموجات جديدة ثانوية تتدلى إلى جميع الاتجاهات، وتنتقل بسرعة متساوية لسرعة انتقال الموجات.

يحدد قانون أوام Ohm's law العلاقة بين القدرة  $P$  والفوطلية  $V$  والتيار  $I$  والمقاومة  $R$ . وينص أنه لكي يمرر تياراً عبر مقاومة ما فيجب أن توجد فوطلية عند تلك المقاومة، وبحسب هذا القانون، فإن التيار المار على ناقل بين نقطتين يتنااسب عكساً مع المقاومة بينهما، وطرداً مع فرق الجهد أو الفوطلية في النقطتين.

ويمكن كتابة قانون أوام كالتالي:  $I = V/R$ .



وفقاً لتحليل هويفنز تتألف جبهة الموجة من عدد لا حصر له من الموجات.



### قانون أفوغادرو

**قانون غاليليوا للأجسام الساقطة**  
اعتقد غاليليوا أن سرعة سقوط جسم ما مستقلة عن وزنه، وأن تسارع الأجسام ثابت، وينص قانون سقوط القطع المكافئ the law of parabolic fall على أن المسافة التي يقطعها الجسم الساقط تتناسب مباشرةً مع مربع الزمن الذي يستغرقه السقوط. مثلًا الكثرة التي تسقط خلال ثلث ثوانٍ تنتقل تسعة أضعاف المسافة التي ينتقلها جسم يسقط خلال ثانية واحدة. وصاغ غاليليوا المعادلة التالية لجسم يسقط ضمن تسارع منتظم:  $d = \frac{gt^2}{2}$ .

ينص قانون أفوغادرو Avogadro's law على أن الأحجام المتساوية من غازات مختلفة تحوي عدداً متساوياً من الجزيئات في كل منها، ضمن ظروف متساوية من درجة الحرارة والضغط. وسمى عدد الجسيمات الموجودة في جزء غرامي mole من مادة بعدد أفوغادرو Avogadro's number وهو يساوي  $6.02252 \times 10^{23}$ . وينطبق هذا القانون على الغازات الحقيقة عند درجات الضغط المنخفضة ودرجات الحرارة العالية بشكل ملائم. ويصاغ القانون رياضياً كالتالي:  $V/n = k$  حيث  $V$  هي حجم الغاز،  $n$  كمية المادة في الغاز،  $k$  ثابت التناسب.

## قانون ستيفان-بولتزمان Stefan's law

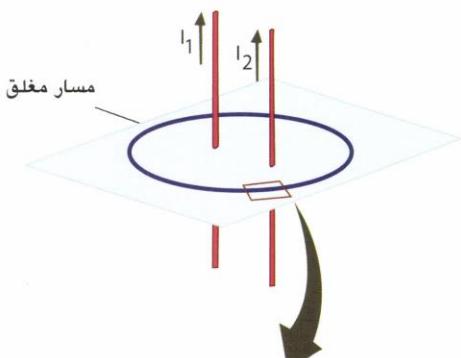
ويدعى أيضاً قانون ستيفان وهو يدرس العلاقة بين طاقة إشعاع جسم أسود ودرجة حرارته. وبحسب هذا القانون فإن الطاقة المشعة من مساحة سطح جسم أسود في الوحدة الزمنية لسطح هذا الجسم تتناسب مع قدرة درجة حرارته الدينامية مرفوعة إلى أربعة. ويمكن القول تقنياً: إن إجمالي الطاقة الحرارية المشعة من وحدة مساحة السطح في الثانية زمنية واحدة تتناسب طرداً مع درجة حرارته المطلقة مرفوعة للقوة 4. ورياضياً إذا كانت  $E$  هي الطاقة المشعة من وحدة المساحة في الثانية، و $T$  هي درجة الحرارة المطلقة، فإن:

$$E = sT^4$$

وينطبق هذا القانون على الأجسام السوداء القادرة على امتصاص كل الإشعاع الحراري الساقط.

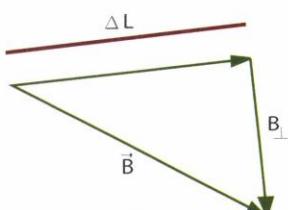
## نظرية بلانك في الكم

طرح الفيزيائي ماكس بلانك Max Planck في سنة 1900 نظرية في الكم quantum theory التي تفسّر طبيعة سلوك المادة والطاقة على المستوى الذري دون الذري. وقد اكتشف سبب تحول لون الإشعاع الصادر عن جسم متوجّه من اللون الأحمر إلى البرتقالي، وأخيراً إلى الأزرق، مع ارتفاع درجة حرارته.



## قانون أمبير Ampere's law

يتعرض قانون أمبير Ampere's law للعلاقة بين التيار والمجال المغناطيسي. وقانون أمبير هو علاقة رياضياتية بين كمية المجال المغناطيسي حول مسار مختار عشوائياً، وإجمالي كمية التيار الكهربائي التي يحصرها المسار. وينص القانون على أن التكامل الخطى line integral للمسار المغلق يتناسب مع التيار الكهربائي الصافي الذي يحصره المسار.



# فروع الفيزياء

يمكن الفصل بين فروع الفيزياء وتوزيعها على نوعين رئيسيين هما: "الفيزياء النظرية" theoretical physics و"الفيزياء التجريبية" experimental physics. وحيث إن علم الفيزياء يضم كلاً من النظريات والاختبارات العملية فإن الفيزيائيين يمارسون كلا النوعين في أي حقل من حقول الفيزياء. وفيما يلي مختلف الفروع الفيزيائية.

الديناميات الكهربائية electrodynamics: ويدرس هذا الفرع من الفيزياء العلاقات بين الظواهر المغناطيسية والكهربائية والميكانيكية.

نظرية المجال field theory: وهي الدراسة التقليدية للمجالات من حيث التعرف على معادلات المجالات. ميكانيكا الموائع fluid mechanics: وهي دراسة الحالة المائعة للمادة وسلوكها وخصائصها كما تعرفها ميكانيكا الموائع.



الفيزياء الأرضية geophysics: وهي فرع من الفيزياء يعني بدراسة الأرض وبنيتها، ومختلف الحقول المتعلقة بها، كعلم الأرصاد meteorology، وعلم البيئات seismology، وعلم الزلازل oceanology، والهيدروديناميكا hydrostatics/hydrodynamics، وهي دراسة الخواص الميكانيكية للموائع والأجسام الصالبة المغمورة فيها في حالات التوازن السكوني equilibrium static.

فيزياء الصوتات acoustic physics: وهي تدرس الصوت وتوليداته وانتقاله واستقباله.

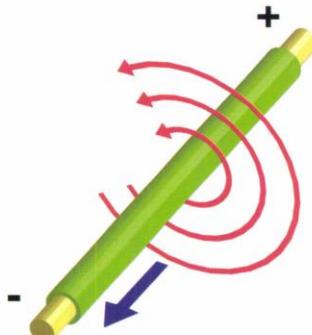
الفيزياء الفلكية astrophysics: وهي فرع الفيزياء الأكثر شمولًا من الفروع الأخرى، وهي تتعلق بدراسة الخواص الفيزيائية والكميائية للكون. وتفسّر الفيزياء الفلكية جميع الظواهر التي تحدث في الكون.

الفيزياء الذرية والجزئية atomic and molecular physics: وهي تتعلق بدراسة خواص المادة وبنية الذرات والجزئيات، وتفاعل الإلكترونات، والقوى التي تؤثر في نواة والكترونات الذرة.

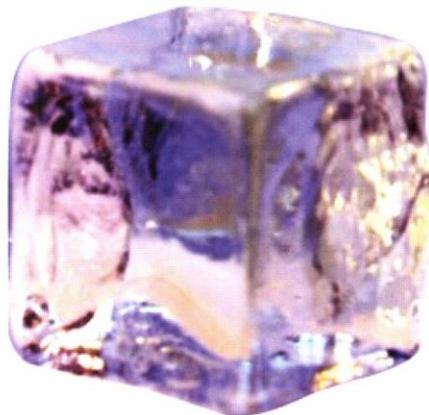
علم الكون cosmology: وهي تدرس الكون من حيث نشوئه وتطوره وبنيته.

الديناميات dynamics: وهي دراسة سلوك المواد حين تقع تحت تأثير قوى خارجية.

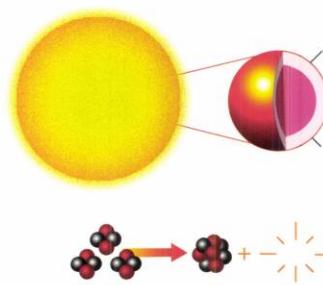
الكهرباء electricity: وهي دراسة خواص وسلوك الشحنات الكهربائية، وال المجالات التي تشكلها في محيطها.



فيزياء المادة المكثفة condensed matter physics وتعنى أيضاً بفيزياء الحالة الصلبة solid state physics، وهي تدرس سلوك المواد في حالاتها الصلبة.



الفيزياء النووية nuclear physics: تعنى هذه الدراسة بخواص وسلوك وبنية النوى الذرية. البصريات optics: وهي دراسة الضوء والرؤية. وأيضاً تدرس الإشعاع الكهرومغناطيسي وموجات البصريات الإلكترونية وبصريات النيوترون وغيرها.



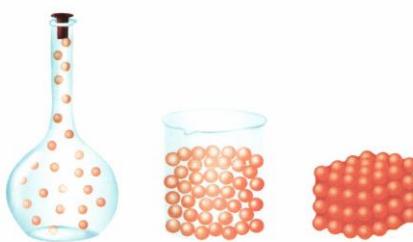
فيزياء الجسيمات particle physics: وهي دراسة سلوك الجسيمات الأولية. الفيزياء الكوكبية planetary physics: وهي دراسة منشأ وتطور الكواكب ومجموعاتها. فيزياء البلازما plasma physics: وهي دراسة سلوك المادة في حالة البلازما.



ديناميات الكم الكهربائية quantum electrodynamics: وهي دراسة نظرية الإشعاع الكهرومغناطيسي التي تتعلق بتفاعل الإشعاع بجسيمات مشحونة كهربائياً كالذرات والكتروناتها. ميكانيكا الكم quantum mechanics: وهي النظرية التي تعرف الجسيمات المادية كموجات، وال WAVES الموجات. كجسيمات.

فيزياء الفضاء space physics: تعنى هذه الدراسة بالظواهر المغناطيسية والكهربائية في الفضاء الخارجي. وهي تدرس الظواهر التي تحدث في طبقات الجو العليا للكواكب وعلى الشمس. السكونيات statics: تعنى بدراسة توازن القوى الخارجية المؤثرة على المواد.

الفيزياء السطحية surface physics: وهي دراسة الظواهر الفيزيائية والكميائية التي تحدث بين المواد الصلبة والأشكال الغازية أو السائلة لما حولها من أجسام.



الديناميات الحرارية thermodynamics: هي دراسة تحول الطاقة الحرارية للمادة إلى أشكال أخرى من الطاقة وخصائصها الميكانيكية المختلفة.



## وحدات القياس

يستخدم العلماء والفيزيائيون والرياضياتيون وغيرهم من الخبراء والمهندسين ومبرمجو الحاسوب وحدات قياس أثناء تعاملهم مع الأشياء في العالم الواقعي. ويستخدم النظام العالمي للمقاييس SI النظام المترى metric system على نطاق واسع، لاسيما من قبل العلماء والفيزيائيين في قياساتهم اليومية. وفيما يلي قائمة بمختلف الوحدات المستخدمة في عالم المقاييس والحسابات.

وحدة القياس	اختصار الاسم	الاسم
المتر (m)	$x$ (لمسافة)	الطول
الكيلوجرام (kg)	M, m	الكتلة
الثانية (s)	t	الزمن
الكلفن (K)	T	درجة الحرارة
الأمبير (A)	I	التيار الكهربائي

وحدة القياس	اختصار الاسم	الاسم
$(\text{م}/\text{s}^2)$	a	التسارع
راديان	$\theta, \text{e}$	الزاوية
C/V، فاراد (F)، أو شحنة على الجهد	C	المواسعة (السعة)
A.s، كولوم (C)، أو أمبير في الثانية	E, q, Q	الشحنة
$(\text{kg}/\text{m}^3)$	p	الكثافة
متر (m)	d, s	الارتفاع
V/m	E	المجال الكهربائي
V.m	$\phi, \text{e}$	الدفق الكهربائي
(V)	$\xi, \epsilon$	القوة الدافعة الكهربائية (emf)
e.J	eV	إلكترون فولط
$\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$ أو الجول (J)	E	الطاقة
J/K	S	القصور الحراري
J/m	F	القوة
(Hz)	f, v	التردد
الجول (J)	Q	الحرارة
Wb/m <sup>2</sup> أو التسلا (T)	B	المجال المغناطيسي
kg m <sup>2</sup> /A s <sup>2</sup> أو الويبير (Wb)	$\phi, \text{m}$	الدفق المغناطيسي
kg m/s	p	الزخم (الاندفاع)
J/C أو فولط (V)	x V	الجهد (الكهربائي)
W، واط	P	الاستطاعة
N/m <sup>2</sup> أو الباسكال (Pa)	P	الضغط
V/A، أو	R	المقاومة
N.m	$\tau$	العزم
N.m أو الجول (J)	W	العمل

# الخط الزمني للاكتشافات والاختراعات الفيزيائية

ساهمت مختلف التطورات والاختراعات في الفيزياء منذ حوالي سنة 1780 في التقدم العلمي. وخلال هذه الفترة ظهر الكثير من العلماء الذين ساهموا في فهمنا الحالي للفيزياء كأحد أهم الفروع العلمية. ولم يقتصر دور هذه الاكتشافات والاختراعات في التقدم التكنولوجي، ولكنها أثرت أيضاً على طريقة حياتنا وأفكارنا. ويتبع الخط الزمني التالي تسلسل ظهور الاختراعات الفيزيائية والعقول النيرة التي توصلت إليها.

المكتشف / المخترع	الاكتشاف / الاختراع	السنة
لافازيبه	الحفظ على المادة	1782
كولوم	البرهنة على القانون المربع العكسي للشحنات	1785
يونغ	نظرية الموجات الضوئية	1801
دالتون	النظيرية الذرية للمادة	1803
يونغ	الطاقة الحركية	1806
فرينيل	الداخل	1814
أمبير، بيو، سافار	الدليل على التفاعلات الكهرومغناطيسية	1820
سادي كارنو	التحليل النموذجي لدورة الغاز، محرك الاحتراق الداخلي	1824
أوم	المقاومة وأمور أخرى	1827
فاراداي	خطوط القوة، المجالات	1838
ويبر	المجال المغناطيسي للأرض	1838
جوليوس روبرت ماير، ويليام ثومسون	حفظ الطاقة	1843–1842
دوبلر	أثر دوبلر	1842
فاراداي	دوران فاراداي (الضوئي والكهربائي)	1845
جول، فون هلمهولتز	احتزان الطاقة	1847

الاكتشاف / المخترع	الاكتشاف / الاكتشاف	السنة
رودولف كلاوزيوس، كلفن	القانون الثاني للديناميات الحرارية	1851–1850
كلاوزيوس، جيمس كلارك ماكسويل	النظرية الحركية	1859–1857
كيرشوف	الجسم الأسود	1861
كلاوزيوس	القصور الحراري (إحصائي)	1863
ماكسويل	النظرية الدينامية للمجال الكهرومغناطيسي	1864
ماكسويل	النظرية الدينامية للغازات	1867
بولتزمان، جيبس	الميكانيكا الإحصائية	1889–1871
بولتزمان	تمهيد بولتزمان لقانون ستيفان للإشعاع	1884
هنريش هرتز	الموجات الكهرومغناطيسية	1887
فين	قانون فين للإشعاع	1893
ويليام كونراد رونتغن	الأشعة السينية	1895
ج. ج. تومبسون	الإلكترون	1897
بلانك	صيغة بلانك للإشعاع	1900
آينشتاين	النسبية الخاصة، الأثر الكهرومغناطيسي، الحركة البراونية	1905
آينشتاين رذرфорد هايكه كاميلينغ أونس	مبدأ التكافؤ اكتشاف التلوّث التأقليدية الفائقة	1911
نيلز بور	نموذج بور الذري	1913
آينشتاين	النسبية العامة	1916
السير آرثر إدینقتون وفريقيه	تأكيد انحناء الضوء	1919
فريدمان	الكون المتوسط لفريدمان	1922
شترين-غرلاش لويس دي بروイ هابل كومبتوون	اختبار شترين-غرلاش موجات المادة الجرات تأكيد الطبيعة الجسيمية للفوتون	1923
ورنر هايزنبرغ وماكس بورن	ميكانيكا الكم	1927–1925
لوميتروجورج غاموف	افتراض نظرية الانفجار العظيم	1927

الاكتشاف / المخترع	الاكتشاف / الاختراع	السنة
بول ديراك	التنبؤ بمضاد المادة	1928
هابل	توسيع الكون	1929
كير أندرسون جيمس تشاودويك	تأكيد وجود مضاد المادة اكتشاف النيوترون	1932
فريتز زويكي	اكتشاف المادة المظلمة	1933
كير أندرسون	اكتشاف الميون	1937
كابيتزا هـ. أـ. بيـهـ	اكتشاف الميوعة الفائقة فهم إطلاق النجوم للطاقة	1938
أوتو هان وفريتز شتراسمان	اكتشاف انشطار اليورانيوم	1939
أنساغر	نظرية المغناطيسية في نموذج آيسنخ	1944
لاتس وأوكاليين وسيسييل باول	اكتشاف البيون	1947
جـ. شـوـينـغـرـ	الديناميات الكهربائية لكم	1948
كلـاـيدـ كـوـانـ، فـرـيـدـرـيـكـ رـايـنـزـ	اكتشاف نيوتروينو الإلكترون	1956
وـوـ، إـمـيـرـ روـ، هـيـوارـدـ، دـدـ. هـوـيـسـ، رـبـ. هـدـسـوـنـ	اكتشاف انتهاء الكثافة	1957–1956
نيـكـوليـ بـوـغـولـيـوبـوـفـ	تفسير الناقلة الفائقة	1957
يـ. أـبرـامـوـفـ وـدـ. بـومـ	دور الطوبولوجيا في فيزياء الكم، التنبؤ بها وتأكيدها	1960–1959
جيـلـ-ـمانـ ليـونـ لـيدـرـمانـ وـمـيلـ شـوارـتزـ وـجاـكـسـتـاـينـ بـيرـغرـ	نظـرـيـةـ SU3ـ عنـ التـفـاعـلـاتـ القـوـيـةـ اكتـشـافـ نـيـوـتـرـينـوـ المـيـونـ	1962
جيـلـ-ـمانـ	التـنبـؤـ بالـكـوارـكـ	1963
ستـيفـنـ وـاـينـبرـغـ جـ.ـ بـاكـالـ وـهــأـ.ـ بـيـثـ بـيلـ وـهـيـويـشـ	توـحـيدـ التـفـاعـلـاتـ الضـعـيـفـةـ وـالـكـهـرـطـيـسـيـةـ اكتـشـافـ مـشـكـلـةـ الـنـيـوـتـرـينـوـ الشـمـسـيـ	1967
موريـ جـيـلـ-ـمانـ وـغـيـورـغـ زـفـايـغـ	اكتـشـافـ الدـلـلـ الـتجـريـبـيـ لـلـكـوارـكـ	1968
أـوـشـروـفـ وـرـيـتـشـارـدـسـونـ	انـتـاقـلـةـ الفـائـقـةـ لـلـهـلـيـوـمـ 3ـ	1971
ستـيفـنـ هوـكـيـنـغـ بـيرـتونـ رـيـشـتـرـ وـفـرـيقـهـ وـصـامـوـيلـ تـيـنـغـ وـفـرـيقـهـ	التـنبـؤـ بـإـشعـاعـ الثـقـبـ الأـسـوـدـ اكتـشـافـ الـكـوارـكـ المـفـتوـنـ	1974

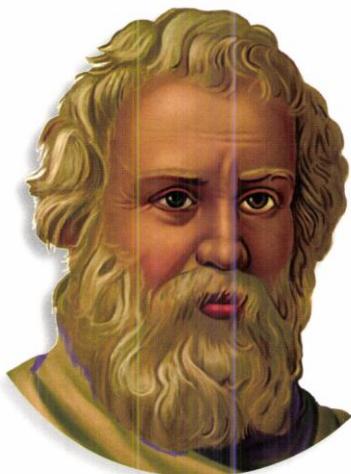
المكتشف / المخترع	الاكتشاف / الاختراع	السنة
مارتن بيرل وفريقه	اكتشاف لبتون تاو	1975
ليون ليدرمان	اكتشاف الكوارك السفلي	1977
كلاوس فون كليتزينغ	أثر هول الكمومي	1980
ألان غوث	اقتراح نظرية الانفصال الكوني	1981
شتورمر وتسوبي	أثر هول الكمومي الكسوري	1982
بوزه	اكتشاف تكافث بوزه-آينشتاين	1985
العلماء في مسرع مختبر فيرمي الوطني.	اكتشاف نيوترينو التاو	2000
وكالة الفضاء الأميركية (ناسا)	اكتشاف خلفية الموجات الصغرية الكونية	2003

### الاكتشافات الأخيرة

أدت الاكتشافات والبحوث الأخيرة إلى تسريع خطى العلماء وال فلاسفه نحو التطور في عالم العلوم. إلا أنه ما تزال بعض المشروعات قيد الدراسة، ومنها حل مشكلة النيوتريينو الشمسي solar neutrino الذي ربما يحدث في السنوات القادمة، ومشروع التنبيء بالطقس على المدى الطويل، ومشروع تمثيل وظائف الدماغ على شكل روبوتات، واكتشاف موجة الجاذبية gravity wave التي قد تفتح نافذة جديدة على العالم، والبحث في كفاءة الفوتونيات photonics للتقوم بعمل الإلكترونيات حيث سيصبح بالإمكان استخدام الحاسوبات البصرية competency لـ photonic integrated circuits optical computers ذات الدارات الفوتونية المدمجة.

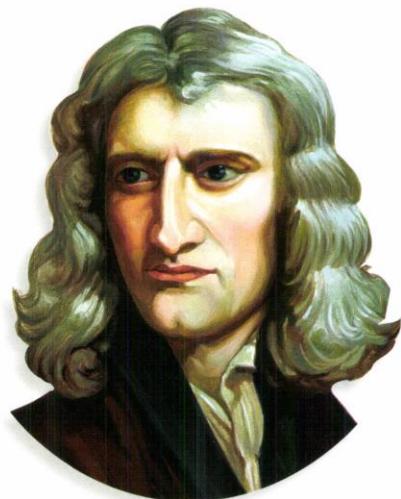
# فيزيائيون مشاهير - 1

تدخل تطبيقات الفيزياء في جميع جوانب الطبيعة. ولم تكن الفيزياء لتوجد لولا العلماء الذين توصلوا إلى حل القوانين الغامضة للأنظمة الفيزيائية. وقد كرس الكثير من العباقرة العظام حياتهم لدراسة الفيزياء واكتشاف القوانين التي تحكم عالمنا. وقد حلت الفيزياء فعلياً الكثير من مشكلاتنا، وساهمت في التقدم العلمي والتقني حول العالم.



أرخميدس

ولد أرخميدس Archimedes سنة 287 ق.م في مدينة سيراكوزا الساحلية بجزيرة صقلية. وكان أرخميدس رياضياتياً وفيزيائياً وفلكياً. وتبخرنا قصة التاج الذهبي الشهيرة كيف اخترع طريقة ليحسب حجم ما ذا شكل غير منتظم. ويشرح أرخميدس ذلك في مبدئه المعروف بقوله: إن الجسم المغمور في مائع يواجه قوة طفو تعادل وزن المائع المزاح.

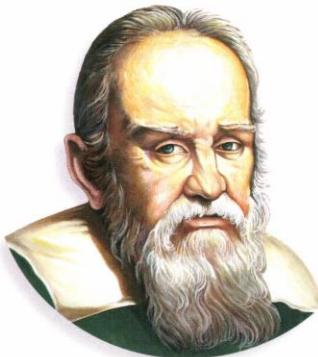


إسحاق نيوتن

ولد إسحاق نيوتن Isaac Newton في 4 كانون الثاني 1643 في بلدة ولثورب بإنكلترا، ويعتبر الكثير من طالبي العلم أحد أكثر الشخصيات تأثيراً. وأضاف اكتشافه للجاذبية بعدها جديداً عالم الفيزياء. ثم أثبت قوانينه الثلاثة للحركة التي تعد المبادئ الأساسية لعلم الفيزياء الحديث إلى صياغة قانون الجاذبية العام. كما أسهم نيوتن في حقل البصريات حين لاحظ تبعثر الضوء الأبيض إلى مختلف الألوان عند مروره في موسور.

## غاليليو غاليلي

كان غاليليو غاليلي Galileo Gali فيزيائياً إيطالياً، وبعد "آب الفيزياء الحديثة". ولد في بيزا في 15 شباط 1564، وأمن بنظرية أن الشمس هي مركز الكون. ولكن اعتقاده هذا أغضب الكنيسة الكاثوليكية، فحكم عليه بالسجن مدى الحياة. كما ساهم غاليليو باختراع التلسكوب الذي كانت قوته تكبيره أعلى بعشرة أضعاف ما كان موجوداً في حينها.



غاليليو غاليلي

## هاینریش رودولف هرتز

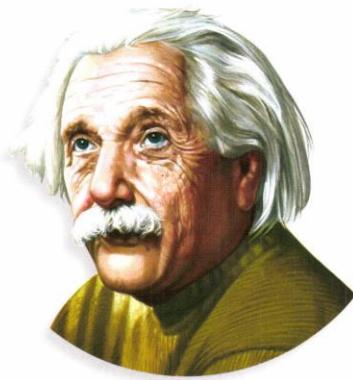
تنسب وحدة الهرتز الذي نستعمله لوصف ترددات المذيع والكهرباء إلى هاینریش رودولف هرتز Heinrich Rudolf Hertz. وقد ولد هرتز في 22 شباط 1857 في مدينة هامبورغ الألمانية. وقد عرف بإبااته الفيزيائي لوجود الموجات الكهرومغناطيسية موسعاً بذلك التصور الذي طرحته جيمس كلارك ماكسويل. وتمكن بفضل تجاربه العديدة إلى الكشف عن انتقال الكهرباء على شكل موجات كهرومغناطيسية. وقد أدت تجاربه على الموجات الكهرومغناطيسية إلى تطور الإلتراتلاني والراديو.



هاینریش رودولف هرتز

## أوبرت آينشتاين

ولد أوبرت آينشتاين Albert Einstein في مملكة فورتمبرغ التابعة للأمبراطورية الألمانية في 14 آذار 1879، وبعد أشهر فيزيائي العالم على الإطلاق. ومنح آينشتاين جائزة نوبل سنة 1921 على طرحه لنظرية الأثير الكهرومغناطيسي. وتقر النظرية النسبية بأن سرعة الضوء في الفراغ ثابتة، وهي الحد الفيزيائي المطلق للحركة. و Ashton منها معادله المشهورة  $E = mc^2$  التي تبين تكافؤ الكتلة والطاقة.



أوبرت آينشتاين

## جيمس جول

كان جيمس جول James Joule، المولود في 24 كانون الأول 1818، المتوفى في 11 تشرين الأول 1889 فيزيائياً وصانع جعة إنكليزياً، وقد اشتهر بتطويره للقانون الأول في الديناميات الحرارية. ووضع جول مبدأ مصونية الطاقة والتكافؤ الحراري وأشكال الطاقة الأخرى بدراساته لطبيعة الحرارة وعلاقتها بالعمل الميكانيكي. ويبين قانونه العلاقة بين التيار والمقاومة والحرارة الناتجة في ناقل.



جيمس بريسكوت جول

## فيزيائيون مشاهير-2

### نيكولا تيسلا

ولد نيكولا تيسلا Nicola Tesla في 10 تموز 1856 في كرواتيا. وكان تيسلا مخترعاً ومهندساً ميكانيكياً وكهربائياً، ويعرف بإسهامه في انتشار استخدام الكهرباء التجارية، وتطوراته الثورية في مجال الكهرومغناطيسية في أواخر القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين. وقد اخترع تيسلا محرك تحريض التيار المتناوب، وجعل من الممكن نقل وتوزيع الكهرباء.



نيكولا تيسلا



جورج أوه

### جورج أوه

ولد جورج سيمون أوه Georg Simon Ohm في 1787، في مدينة إيرلانغن الألمانية. ونُتَج قانون أوه الشهير عن اختراعه للبطارية الكيميائية الكهربائية، ويحدد هذا القانون العلاقة بين الفولطية والتيار والمقاومة. وتستخدم وحدة الأوم (R) لقياس المقاومة الكهربائية، وهي تعادل مقاومة نقطتين على ناقل حين ينتج فولط واحد من فارق الجهد بينهما أمبيراً واحداً.



بليز باسكال

ولد بليز باسكال Blaise Pascal في 19 حزيران 1623، وكان فيزيائياً فرنسياً، اشتهر بإنجازاته المهمة في الفيزياء والرياضيات. وقد درس باسكال على يد أبيه في مدينة روان، وعمل في سن مبكرة في العلوم الطبيعية والتطبيقية، وكانت له إسهامات كبيرة في دراسة المائع ومفهومي الضغط والفراغ. واشتهر باسكال باختراعه لأول آلة حاسبة رقمية لمساعدة والده في جمع الضرائب. واستهerta هذه الآلة باسم باسكالين Pascaline وكانت شبيهة بالحاسبة الميكانيكية التي اخترعت في الأربعينيات من القرن العشرين.

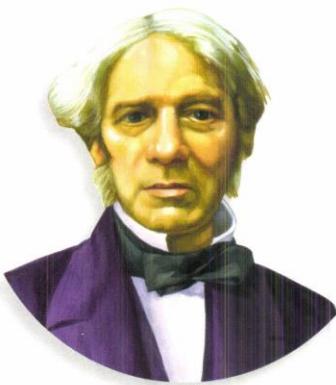
بليز باسكال

## جيمس واط



جيمس واط

ولد جيمس واط James Watt في 19 كانون الثاني 1736م، وكان مهندساً ميكانيكياً ومخترعاً إسكتلندياً، وقد ساهمت تحسيناته وتطوره اللاحق للمحرك البخاري في الثورة الصناعية. حيث وضع واط تحسينات في تصميم المحرك حين ابتكر غرفة تكثيف منفصلة separate condensing chamber لتجنب فقدان الطاقة وخسارة البخار في الأسطوانة، وعمل على تحسين ظروف الفراغ والقدرة والكفاءة وفعالية الكفالة للمحركات البخارية.



## مايكل فارادي

كان مايكل فارادي Michael Faraday كيميائياً وفيزيائياً إنكليزياً، ولد في 22 أيلول 1791م، وعرف فارادي بمساهماته في حقل الكهرومغناطيسيات والكهروكيميائيات؛ حيث وضع الأساس لمفهوم المجال الكهرومغناطيسي في الفيزياء، بدراساته وعمله المتركز على المجال المغناطيسي المحيط بناقل يحمل تياراً مباشراً. وقد شكلت اكتشافاته في التحرير الكهرومغناطيسي وقوانين الكهرباء electrolysis الأساسية لتقنيات المحرك الكهربائي، وبفضل جهوده أصبحت الكهرباء اليوم سهلة الاستخدام.



شارل أوغستان دو كولوم

## شارل كولوم

كان شارل أوغستان دو كولوم Charles Augustin de Coulomb فيزيائياً فرنسيّاً، وقد ولد في 14 تموز 1736م. عُرف كولوم بقوى الجذب والبناد الكهروسكونية، و Ashton بوضعه لقانون كولوم Coulomb's law وينص قانونه على أن القوى بين شحتتين كهربائيتين تتناسب طرداً مع قيمة الشحتين، وعكساً مع مربع المسافة بينهما.

ولد لورنزو رومانو أفوغادرو Lorenzo Romano Avogadro في 9 آب 1776، وكان رياضياً وفيزيائياً فرنسيّاً. و Ashton أفوغادرو بإسهاماته المهمة في النظرية الجزيئية، وبقانون أفوغادرو الذي ينص على أنه: تحت ظروف درجة حرارة وضغط جوي متحكم بها تحوي الأحجام المتساوية من الغازات أعداداً متساوية من الجزيئات.

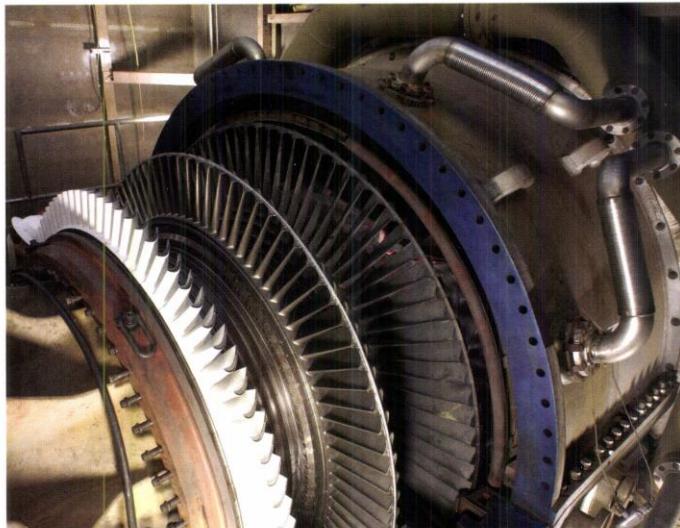


أفوغادرو

# حقائق وأرقام-1

## الميكانيك

1. الميكانيكا (أو علم الميكانيك) هي دراسة التفاعل بين القوى والمادة.
2. الوزن والكتلة ليسا متساويين، فالوزن هو نتاج الكتلة والجاذبية.
3. صاغ السير إسحاق نيوتون قوانين الحركة الثلاث التي تشكل الأساس لعلم الميكانيك.
4. ينتج التسارع عن القوى غير المتوازنة.
5. تعطى صيغة القوة كما يلي:  $F = ma$ .
6. القوى هي المسؤولة عن تحريك جسم وتوقيفه.
7. العطالة هي خاصية جسم ما لأن يبقى في وضعه الحالى، إلى أن تطبق عليه قوة خارجية.
8. في حالة التصادم يحدث مصونية للرخم في النظام.
9. يعطى التسارع في مخطط الزمن-السرعة الاتجاهية، بينما يتم تحديد السرعة الاتجاهية بمخطط المسافة-السرعة الاتجاهية.



## الطاقة

1. تعرف الطاقة بأنها القدرة على إنجاز عمل.
2. ينتج عن الطاقة الكامنة والطاقة المتحركة طاقة ميكانيكية.
3. الطاقة المتحركة هي طاقة جسم في حالة الحركة، والطاقة الكامنة هي طاقة جسم في حالة السكون.
4. يمكن للطاقة أن تكون متعددة أو غير متعددة.
5. تقاس الطاقة بالجول، ورمزه (J).
6. تدعى قيمة التغير بالقدرة، وتقاس بالجول/ثا.
7. للبخار والماء السائل طاقات حرارية متساوية في درجة 100 مئوية.
8. يؤدي أي تغير في الطاقة الكامنة إلى تغير في الطور.
9. يحدث تدفق الطاقة الداخلية من درجة الحرارة الأعلى إلى درجة الحرارة الأخفض.
10. كمية الطاقة ثابتة في العالم، ولا يمكن خلق الطاقة أو تدميرها إلى العدم. ولكن يمكن تحويل الطاقة من شكل إلى آخر.



## الموجات

- يمتد شعاع الضوء ليشكل طيفاً من الألوان المختلفة، وكل من هذه الألوان تردد وطول موجة مختلف.
- يوجد الضوء ضمن حزم من الجسيمات الصغيرة تدعى الفوتونات، ويمكن التثبت من سلوكه بواسطة الظاهرة الكهرومagnetostaticية.



3. تنص نظرية دي برووي للموجات أنه لا يمكن تعقب الأجسام الكبيرة المتحركة كموجات لأن لها أطوال موجات بالغة الصغر أثناء تحركها.

4. يحدد سلوك الموجة بخواصها كالانعراج (الحيود) والتدخل والاستقطاب.

5. ينص تأثير دوبلير على أن مصدر الموجة يولد طول موجة أقصر وتزداد أعلى حين يتحرك باتجاه شخص.

6. يربط الطيف الكهرومagneticي الموجات الموجودة فيه بالترتيب التصاعدي لطاقتها.

7. سرعة الموجات الكهرومagneticية في الفراغ هي  $3.0 \times 10^8$  م/ث.

8. تؤدي الزيادة في تردد الموجة إلى زيادة في طاقتها، ولكنها تنقص من طول الموجة.

9. للموجات الأقصر أطوال أقصى إذا كان ترددتها أعلى.

10. الموجات الصوتية هي موجات طولانية وميكانيكية، بينما الموجات الضوئية هي موجات مستعرضة وكهرطيسية.

## التيار الكهربائي

- تقاس الشحنة بالكولوم، ويقاس التيار بالأمبير، بينما يقاس الجهد بالفولط، ويعطي بالجول / كولوم.
- تدفق كمية متساوية من التيار في المقاومات المرتبة على شكل سلسلة، وتحوي فولطية متساوية حين توضع بالتوازي.
- يمكن زيادة إجمالي مقاومة دارة بوصل المقاومات على شكل سلسلة.
- تساوي كل من كمية شحنة الإلكترون والبروتون  $1.6 \times 10^{-19}$  كولوم.
- حدد اختبار ميليكان لنقطة الزيت شحنة الإلكترون الواحد.
- يتم إنتاج الكهرباء عموماً من القدرة المائية التي تستخدم قوة الماء لإدارة العنفات الموصولة بمولد.



7. البرق الذي يحدث في السماء هو تفريغ كهربائي في الغلاف الجوي.



8. تطلق شحنات سمك الأنقلليس صدمة كهربائية تصل شدتها 500 فولط للدفاع عن نفسها أو لصيد طرائدها.

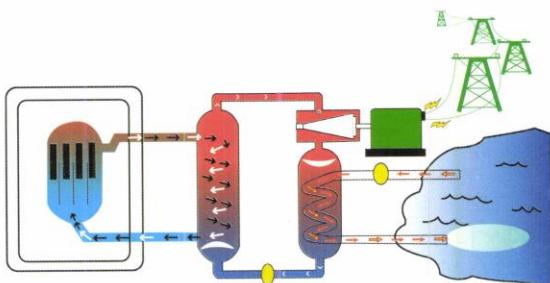
9. تزيد شحنتان سلبيتان أو شحنتان إيجابيتان بعضهما بعضاً، بينما يحدث الانجداب حين تكون الشحنتين متضادتين.

10. الفحم الحجري من أحد مصادر إنتاج الكهرباء.

## حقائق وأرقام-2

### الطاقة النووية

1. الطاقة النووية هي مصدر طاقة متعدد.
2. أدى اختبار رذرفورد للرقيقة الذهبية إلى اكتشاف النواة الموجبة.
3. القوى النووية هي قوى عظيمة، ولكنها قصيرة المدى.
4. نوى الهليوم هي جسيمات ألفا، أما جسيم بيتا فهو الإلكترون.
5. العدد الذري لعنصر يساوي عدد البروتونات التي يحويها هذا العنصر.
6. يزيد العدد الذري عندما يحدث نقص في جسيمات بيتا.
7. تدع أشعة ألفا وبيتا وغاما إشعاعات طبيعية.
8. النقصان الكتلي mass defect الموجود في جميع النوى يجعلها تزن أقل من أقسامها يتتحول إلى طاقة ترابط binding energy.
9. يدعى إنتاج الطاقة النووية السلمي بالمفاعل النووي، أما إن لم يكن سلمياً فيدعى بالقنبلة الذرية.



1. الصور الحقيقية مقلوبة دائمة، أما الصور الافتراضية فهي مستقيمة.
2. تعطي الأسطح الخشنة انعكاساً متناهراً، أما سطح المرايا وما يشبهها فتعطي انعكاساً اعميادياً.
3. يمكن للطفل البوري لعدسة متقاربة (محدبة) أن يصبح أقصر في العدسات ذات القيمة العالية أو حين يحدث استبدال للضوء الأزرق بالضوء الأحمر.

### أشهر الثوابت الفيزيائية

الوحدة	القيمة العددية	الرمز	الوصف
$m/s^2$	9.806	$g_n$	التسارع المعياري للسقوط الحر
Pa	$1.0132 \times 10^5$	$P_0$	الضغط الجوي المعياري
Kg	$1.6066 \times 10^{-27}$	u	وحدة الكتلة الذرية
Mol <sup>-1</sup>	$6.0220 \times 10^{23}$	$N_A$	ثابت أفوغادرو
J/T, Am <sup>2</sup>	$9.2741 \times 10^{-24}$	$M_B$	مغنطيون بور
J/K	$1.3807 \times 10^{-23}$	k	ثابت بولتزمان
C	$1.6022 \times 10^{-19}$	-e	شحنة الإلكترون
Kg	$9.1095 \times 10^{-31}$	$m_c$	كتلة
C/kg	$1.7588 \times 10^{11}$	e/me	نسبة الشحنة إلى الكتلة
C/mol	$9.6485 \times 10^4$	F	ثابت فارادي
F/m	$8.8542 \times 10^{-12}$	$E_6$	الثابت الكهربائي
$\Omega$	376.7	$Z_0$	المعاواقة الذاتية
H/m	$4 \text{ ps } 10^{-7}$	$M_0$	الثابت المغناطيسي
m/s	$2.9979 \times 10^8$	c	سرعة الموجات الكهرومغناطيسية
Nm <sup>2</sup> /kg <sup>2</sup>	$6.6732 \times 10^{-11}$	G	ثابت الجاذبية
J/(mol.K)	8.3144	R	الثابت المولى أو الجزيئي للغاز
M <sup>3</sup> /mol	$2.2414 \times 10^{-2}$	$V_m$	الحجم المولى أو الجزيئي للغاز
Kg	$1.6748 \times 10^{-27}$	$M_n$	كتلة سكون النيوترون
Js	$6.6262 \times 10^{-34}$	h	ثابت بلانك
Js	$1.0564 \times 10^{-34}$	$h/2\pi$	العدد المسوى
C	$1.6022 \times 10^{-19}$	+e	شحنة البروتون
Kg	$1.6726 \times 10^{-27}$	$m_p$	كتلة السكون
Wm <sup>2</sup>	$3.74388 \times 10^{-2}$	$C_1$	ثوابت الإشعاع
mK	$1.4388 \times 10^{-2}$	$C_2$	
m <sup>-1</sup>	$1.0968 \times 10^7$	$R_H$	ثوابت رايدبيرغ
J/(m <sup>2</sup> k <sup>4</sup> )	$5.6703 \times 10^{-8}$	$\sigma$	ثابت ستيفان-بولتزمان
mK	$2.8978 \times 10^{-3}$	$K_w$	ثابت فين

# تعريفات مهمة

الأشعة الكونية cosmic rays: إشعاعات عالية الطاقة تصل إلى الأرض من الفضاء الخارجي.

الاصطدام collision: حالة تحدث بين جسمين حين يتماساً فيبذل كل منهما قدرًا مساوياً من القوة على الآخر لفترة زمنية قصيرة. و يؤدي الاصطدام إلى تبادل الطاقة بين جزيئات الجسمين.

الألنيكو alnico: تتألف هذه الكلمة من الحروف الأولى لمعادن الألومنيوم والنيكل والكوبالت التي تصهر معاً لصنع سبيكة، مع إضافة الحديد والنحاس وأحياناً التيتانيوم. وتعد هذه السبيكة من المغناطيسات القوية الدائمة.

الانتشار أو الانشار diffusion: تبعثر الضوء في مختلف الاتجاهات نتيجة لسقوطه على سطح خشن أو غير مستوي، أو عندما يسقط على سطح شفافي (شبه شفاف).

بطارية الاحتزان storage battery: وهي بطارية قابلة للشحن تتألف من خلية أو أكثر لإنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الكيميائية المختزنة.

الترانزistor transistor: أداة إلكترونية ضئيلة القدرة تتألف من شبه ناقل وثلاثة أقطاب على الأقل تستخدم كمضخمة ومقومة، وغالباً ما تدخل في تركيب رقاقات الدارات المدمجة.

القصور الحراري entropy: مقياس للطاقة غير الموجودة في نظام أو عملية لكي تقوم بالعمل. ويعبر عن القصور الحراري في العمليات الديناموحرارية المتعكسة بأنها الحرارة الممتصة أو المتحررة مقسمة على درجة الحرارة المطلقة، ورمزاً  $S$ .

التوازن equilibrium: هو حالة تلغى فيها القوى بعضها البعض لكي تخلق استقراراً.

التوتر السطحي surface tension: إحدى ميزات السوائل، ويصبح فيها سطح السائل مناً وقدراً على تشكيل السائل في قطرات منفصلة. ويحدث التوتر السطحي بتفاعل الجزيئات الموجودة على السطح أو القريبة منه بحيث يلتزم السطح ويقتصر إلى أقل مساحة ممكنة.

الثابت constant: هو قيمة رقمية ثابتة لا تتغير مهما كانت الظروف أو العمليات الحسابية التي يدخل فيها. مثلاً  $\pi$  وهو نسبة محيط الدائرة إلى نصف قطرها. وفيزيائياً هو الكمية الثابتة في نظرية أو اختبار، كسرعة الضوء.

الحجر المغناطيسي أو المغنتيت magnetite: فلز له مغناطيسية طبيعية دائمة، يمكنه أن يجذب أو ينجدب مغناطيسياً عبر قطبيه. حساس للضوء photosensitive: يتفاعل مع الأشعة الكهرومغناطيسية، لاسيما الأشعة المرئية وتحت الحمراء وفوق البنفسجية.

الخلية الفولط الضوئية photovoltaic cell: هي خلية كهروضوئية تكشف وتقيس شدة الضوء باستخدام فرق الجهد الذي ينشأ بين المواد غير المشابهة حين تتعرض إلى إشعاع كهرومغناطيسي.

الدينامو dynamo: آلة تولد الكهرباء بتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية على شكل تيار مستمر.

السرعة الاتجاهية (أو الموجة) velocity: هي سرعة انتقال جسم ما في اتجاه معين، مقارنة بسرعة الجسم العادي speed التي

تحسب بغض النظر عن الاتجاه.

سرعة الصوت speed of sound: وهي السرعة التي ينتقل بها الصوت في وسط ما، وهي تختلف بحسب الوسط.

سرعة الضوء speed of light: وهي السرعة التي ينتقل بها الضوء في الفراغ، وهي ثابتة وعالمية، ينتقل فيها الإشعاع الكهرومغناطيسي

بسرعة  $2.988 \times 10^8$  م / ثا.

السقوط الحر fall free: هو الحركة غير المقيدة نحو حقل الجاذبية الأرضية. وفي هذه الحالة لا يخضع الجسم الساقط إلا إلى قوة

الثقالة أو الجاذبية الأرضية.

الصدى echo: تكرار الصوت الذي يحدث بانعكاس الموجات الصوتية عن سطح ما.

الصف المطلق absolute zero: وهو أخفض درجة حرارة ممكنة، والتي يفترض أن تتوقف عندها أية حركة للجسيمات، وهي تعادل

(0) كلفن، أو ما  $-273.16$  مئوية أو  $-459.69$  فهرنهايت.

الطيف الكهرومغناطيسي electromagnetic spectrum: وهو المدى الكامل للإشعاع الكهرومغناطيسي من أقصر موجات أشعة غاما إلى أطول

الموجات اللاسلكية.

العطلة inertia: تعرف بأنها مقاومة التغيير، وهي خاصية بقاء الجسم في حالة سكون، أو استمراره بالتحرك في خط مستقيم، ما لم

يُعرض لقوة خارجية اتجاهية.

العنفة turbine: آلة ذات أنصاف دوار، تعمل على البخار أو الماء أو الرياح أو أي مصدر قدرة، بحيث تؤدي الحركة الدورانية إلى توليد

طاقة ميكانيكية أو كهربائية.

القطع المكافى parabola: شكل متقوس يحدث عندما يتقطع سطح مع أحد جوانب مخروط.

الكالوري أو السُّعرة أو الحُزيرة calorie: وحدة قياس الطاقة وتساوي  $4.1855$  جول، وهي كمية الحرارة اللازمة لتسخين  $1$  غرام من

الماء النقي بمقدار درجة مئوية واحدة. ولكن يستعارض الآن عن الكالوري بالجول في البحث العلمية.

المرونة elasticity: قدرة المادة على العودة إلى شكلها وحجمها الأصلي بعد أن تحنى أو تشتد أو تضغط.

المعامل coefficient: ثابت رقمي تمقاس به خاصية مادة ما.

الممانعة reluctance: مقاومة الدارة المغناطيسية للدفق المغناطيسي.

النفايات السامة toxic wastes: نواتج ثانوية خطيرة لمختلف العمليات الصناعية والتلوية، وهي تمثل خطراً على الإنسان والبيئة.

نقطة الارتكاز fulcrum: النقطة أو موقع الاستناد الذي تتحرك أو تدور عليه الرافعة.

النيوترينيو neutrino: جسيم أولي حيادي وثابت من مجموعة الليتون، كتلته صفر في حالة السكون، وليس له شحنة.

المهابي adapter: أداة إلكترونية تستخدم لتحويل الميزات المتعارضة بين مادتين إلى ميزات متوافقة.

الوقود الحيوي biofuel: وقود متجدد مصنوع من مواد عضوية، ومن أنواعه: дизيل الحيوي، والغاز الحيوي والميثان.

# الفهرس

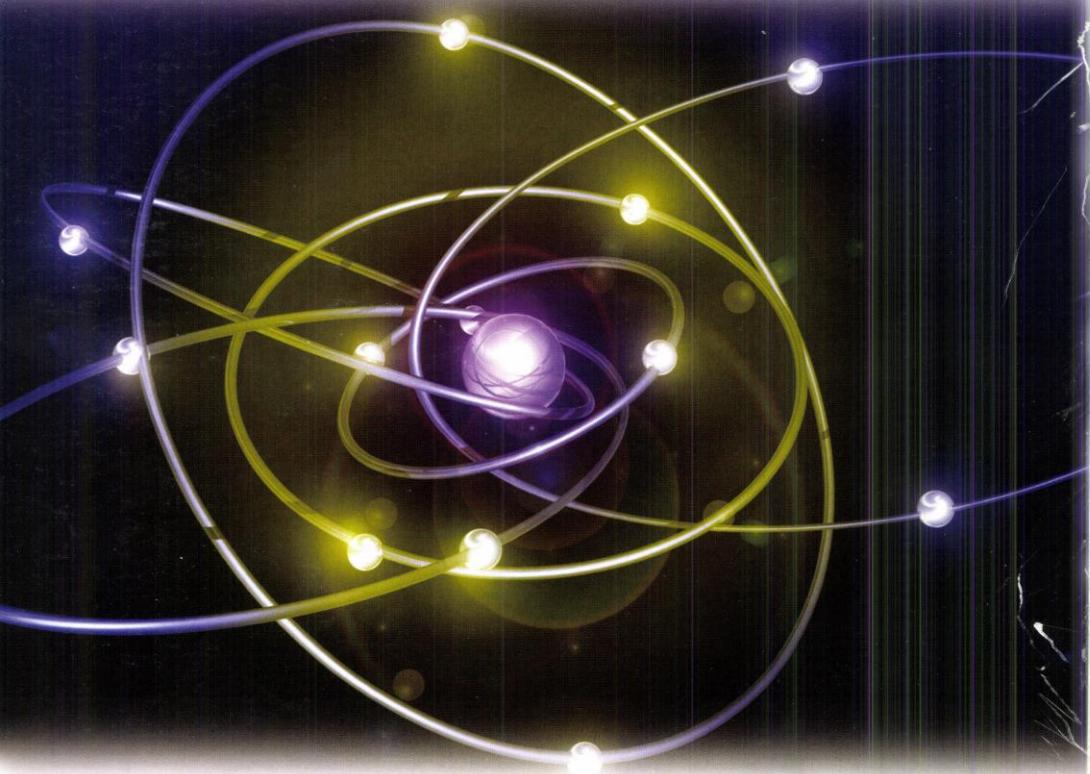
الحركة الخطية 23	141	البصريات الموجية 78	129	أب التلفاز
الحركة الدائرية 41	66	البكراط 66	128	الاتصالات اللاسلكية
الحركة الروحية 41	123, 119–118, 95, 93–92	التحريض 129	31	الاحتراق السريع
الحمل الحراري 24	151–150	التحريض الكهروطيسي 118–119, 123	30	الاحتراق الكامل
الخزف 103	123, 119–118	التحريض الكهروطيسي 118–119, 123	30	الاحتراق غير الكامل
الخلايا الفولط الضوئية 35	151	الاحتكاك الحركي 43	43	
درجة اللون 84	84, 79–78, 72, 68, 48–47	التردد 148, 136, 67, 65–64, 60	60	أرخميدس
الدفق حول الصوتي 63	153, 110, 104, 91, 89–88	إزالة التضمين 112	112	
الدوفق دون الصوتي 62	53, 38, 23–22	التسارع التجاذبي 82, 72, 68, 25–24, 15, 7	15	الإشعاع
دفق الطاقة 68	45, 22	التسارع المنظم 82, 72, 68, 25–24, 15, 7	15	
الدفق فوق الصوتي 36	23	التسارع المنظم 23	23	الأشعة تحت الحمراء
الدفق المغناطيسي 117	82	التصوير التجمسي 72	72	الأشعة فوق البنفسجية
الرافعة 66–67	112, 83	تضخيماً 72	72	أشعة غاما
الرفع 117	97	الاكتناف 110	110	الأقطاب
زاوية الانعكاس 137	81	الإلكترونيات 8, 39, 69, 73, 93–92	92	الإلكترونيات
الزجاجة المكبرة 81	27	التمدد الحجمي 99, 97–96	96	
الزخم الخطى 19	27	التمدد الخطى 144, 142, 139, 97–96	96	أمبير
الساعات 64	10	التوتر السطحي 144, 142, 139, 97–96	96	
السطح الانسيابي 64	68, 47	ثابت بلانك 75	75	الانعكاس المنتشر
السطح المائل 66	108	جهاز الفاكس 133	133	الانفجار الكوني
السطوع 84	95	الجهد الكهروسكوني 73, 68, 49, 48	48	الاهتزاز
السعة 110	120	الحجر المغناطيسي 27	27	الإيثانول
السقوط الحر 56–57	87–86	الحجرة المظلمة 106, 97, 65, 36, 34, 31	31	البخار
سقوط القطع المكافى 139	145, 41	الحركة البراونية 151–150	150	

القدرة المائية	80	العدسة المحدبة	107–106, 37
القطب الجنوبي	80	العدسة المقعرة	77, 75–74
القطب الشمالي	132	علماء الفلك	الشعا
قوة الطفل	65–64	العنفات	الشعاع المنعكس
القوة الكهرومغناطيسية	33–32	غاز الطبيعي	الصفر المطلق
الكباس الهدروليكي	33	غاز الطبيعي السائل	الصوتيات المائية
كتلة التجاذبية	33	غاز الطبيعي المضغوط	ضد الظل
كتلة العطالة	149, 133, 44	غاليليو غاليلي	الضوء أحادي اللون
الكهرباء الستاتيكية	72	فوتونات الأشعة الكونية	الضوء المرئي
كوارث المفاعلات	109	فرديكو فاغين	الطاقة الحركية
اللب	6	الفيزياء الحديثة	الطاقة الصوتية
اللائئن الحرارية	7	فيزياء القوى	الطاقة الكامنة
الزوجة	6	الفيزياء النووية	المنة
اللوحة الأم	119	قاعدة اليد اليمنى	طاقة المشعة
اللولب	151, 139, 13	قانون أفوغادرو	الطاقة المغناطيسية
ليزر الهليوم والنيون	13	قانون بوويل	الطاقة الميكانيكية
مبدأ باسكال	136	قانون الجاذبية العام	الطاقة النووية
مبدأ برنولي	137	قانون الديناميات الحرارية	طبقة التحتية
المجال الكهربائي	25	قانون شارل	طنبور أرخميدس
المحركات الحرارية	138, 95	قانون غاوص	طول الموجة
محور	99	قانون كيرشوف	الطيف
المرأة	135	قانون هايل	سويداء الظل
المُزووجية	34	القدرة الحرارية	الظليل
المساع	36	القدرة الحرارية الأرضية	الجلة
المصعد	34	القدرة الشمسية	العدسة

نقطة الغليان 11–12, 25	مهيط 109–110	المضخات الحرارية 65–66
الهيدروكربونات 32	مواد صلبة متبلورة 9	المضغفات والمضخات 64
الهزاز التوافقي 49	مواد صلبة غير متبلورة 9	المعالجات الصغرية 127
الوشيعة 119	الموجات الضوئية 110, 72	معدل السرعة الاتجاهية 21
المهایيات 114	الموجات الطولانية 47	المغناطيس الكهربائي 118–119
وعاء ليدن 93	الميتان 32	مقياس سلزيوس 25
الوقود الأحفوري 32	الميكانيكا السمائية 133	مقياس فهرنهait 25
	النقلية 24, 8	مقياس كلفن 25
	الناقلية الفائقة 100, 145–146	المكونات الميكانيكية 64–65
	النظرية الحركية 13, 145	مناظير 81



# اطلس الفيزياء



شركة  
دار الشروق العربي

يغطي أطلس الفيزياء معظم الموضوعات التي يحتاجها كل قارئ يريد التبحر في علم الفيزياء بأسلوب منهجي لا يخلو من الفائدة والمتعة، وذلك من خلال النصوص التفصيلية المبسطة والصور الملونة المميزة التي تكسب الكتاب حالة قشيبة قلما توجد في الكتب الأخرى.

