

الموسوعة

العلمية الأولى
للاطفال



النجوم والمجرات



إذا ما نظرت الى السماء في ليلة صافية ، فإنك ستري ألوانا من النجوم - يشبه كل منها نقطة صغيرة متألئة من الضوء . على أن الكثير من هذه النجوم أقوى وأكبر من شمسنا عشرات الآلاف من المرات . وينتمي معظم النجوم التي نراها الى مجرتنا - درب اللبانة أو درب التبانة . ودرب التبانة عبارة عن قرص هائل مسطح من النجوم - يحتوى على ملايين وملايين من النجوم - التي تدور كلها معا مثل اطار دراجة عملاقة . أما شمسنا فهي نجم عادى يقع على نحو ثلثي المسافة بعيدا عن مركز المجرة . وتدور الشمس حول صرة المجرة بسرعة ٢٥٠ كيلومترا في الثانية الواحدة . ولكن درب التبانة شاسع لدرجة أن رحلة واحدة للشمس حول المجرة تستغرق ٢٢٥ مليون سنة .



وتوجد مجرات أخرى من النجوم خارج نطاق درب التبانة بمسافات بعيدة . وكلما استطاع الفلكيون أن يتوغلوا بأبصارهم من خلال أكبر التلسكوبات في أعماق الفضاء ، فأنهم يرصدون المزيد من المجرات . ويحتوى كل من هذه المجرات على آلاف الملايين من النجوم . وتقع هذه المجرات الهائلة على مسافات بعيدة للغاية بحيث تبدو أكثر خفوتا من النجوم المتفرقة في مجرتنا .



أن تلسكوبا ضخما كالمبين في الصورة - يمكنه أن « يرى » أعماقا بعيدة في الفضاء وهو يوجه الى أهدافه بواسطة الحاسبات الآلية (الكمبيوتر) ويتحرك بواسطة محركات كهربائية . ومن بين الأشياء التي يستطيع تمييزها ، تلك السحب الضخمة المكونة من غازات وأتربة ، والتي تخفى وراءها النجوم مثل سديم حدوة الفرس (١) والسديم الحلقي الذي يبعد مسافة ١٤٠٠ سنة ضوئية (٢) . وسديم سرطان البحر (٣) . وسديم كوكبة الجبار (الجوزاء) الذي تتكون بداخله النجوم الجديدة (٤) . وسديم الدمبل (٥) (الدمبل : عبارة عن كرتين حديديتين يربط بينهما قضيب ويستخدم لتمارين العضلات) وهي سحابة هائلة تغطي مايربو على ٢٠ مليون مليون كيلومتر .

الى اليمين من الجائز أن المادة الموجودة في الكون بأسره كانت محتواة داخل ما يعرف ، بالذرة البدائية ، التي انفجرت منذ ٢٠ ٠٠٠ مليون سنة . كما تقول نظرية الانفجار العظيم .

يولد نجم كالشمس عندما تنقلص سحابة من الغازات والأتربة ثم تبدأ في التوهج . وهناك مراحل متعددة في حياة أى نجم ، إذ تبدأ قوة الجاذبية أولا في اجتذاب مادة السحابة وضماها معا وتجعلها تسخن . وقد تستغرق هذه العملية عشرين مليونا من السنين . وتبدأ تفاعلات نووية اندماجية داخل النجم وتحفظ له درجة حرارته مستقرة لآلاف الملايين من السنين . وبعد ذلك تبدأ نجوم عديدة في التورم والانتفاخ ، فيبرد السطح الخارجي وتصبح النجوم عمالقة حمراء . أو أكبر من العمالقة . أما شمسنا فلن تصل الى مرحلة العمالق الأحمر لآلاف الملايين من السنين . وبعد عدة ملايين أخرى من السنين ينكمش النجم مرة أخرى لكي يصبح نجما قزما أبيض صغيرا ذا كثافة هائلة ، يصل حجمه الى حجم الكرة الأرضية تقريبا . وتكون كثافته من الكبر بحيث تزن ملعقة صغيرة من مادته عدة أطنان .

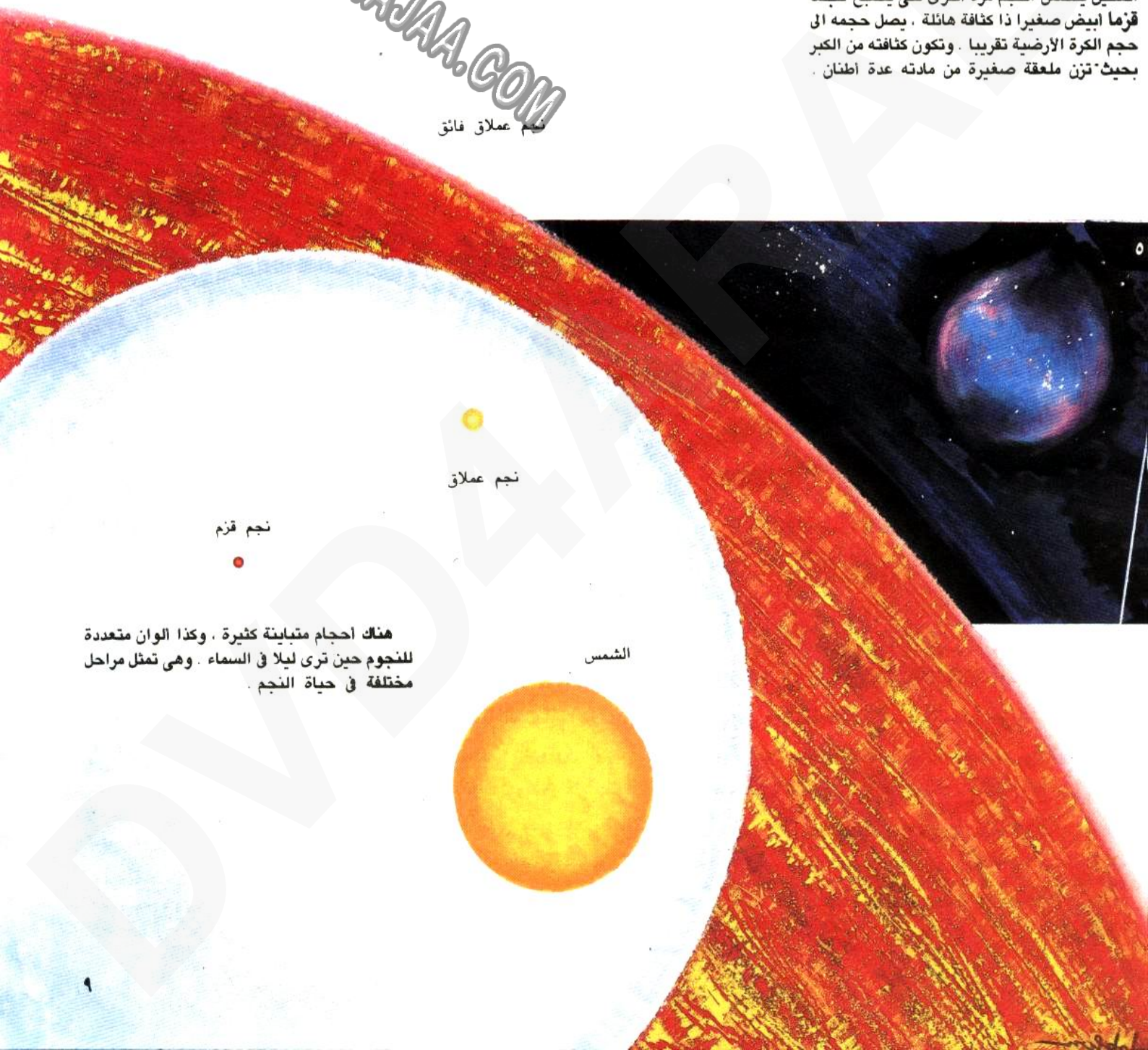
ويستغرق الضوء الذى نراه - صادرا من بعضها - حوالى ٨٠٠٠ مليون سنة لى يصل الينا ، علما بأن الضوء يتحرك بسرعة ٣٠٠ ٠٠٠ كيلومتر كل ثانية !

بل أن الفلكيين اكتشفوا أمرا غريبا . وهو أن المجرات البعيدة تطير بعيدا عنا ، وعن بعضها البعض . وكلما تباعدت ، بدا طيرانها بعيدا أشد سرعة . وعندما قام الفلكيون بتتبع مسارات فرار هذه المجرات الى الوراء ، استنتجوا أنه لابد وأن جميع هذه المجرات كانت قريبة جدا من بعضها البعض أو متصلة منذ ما يقرب من ٢٠ ٠٠٠ مليون سنة . وربما كان هذا هو زمن ما يسمى بالانفجار العظيم Big Bang عند بدء الكون كله .

ويجد الفلكيون أشياء غريبة تسمى أشباه النجميات . وتبعث هذه الأجسام - التى تقع على حافة الفضاء - موجات ضوئية - قوية للغاية لدرجة أن ضوءها أقوى من ضوء مئات المجرات ، على الرغم من صغر حجمها للغاية . وربما ساعدتنا هذه الأجسام على اكتشاف كيفية نشوء الكون الذى نعيش فيه .

MOURAJAA.COM

نجم عملاق فانق

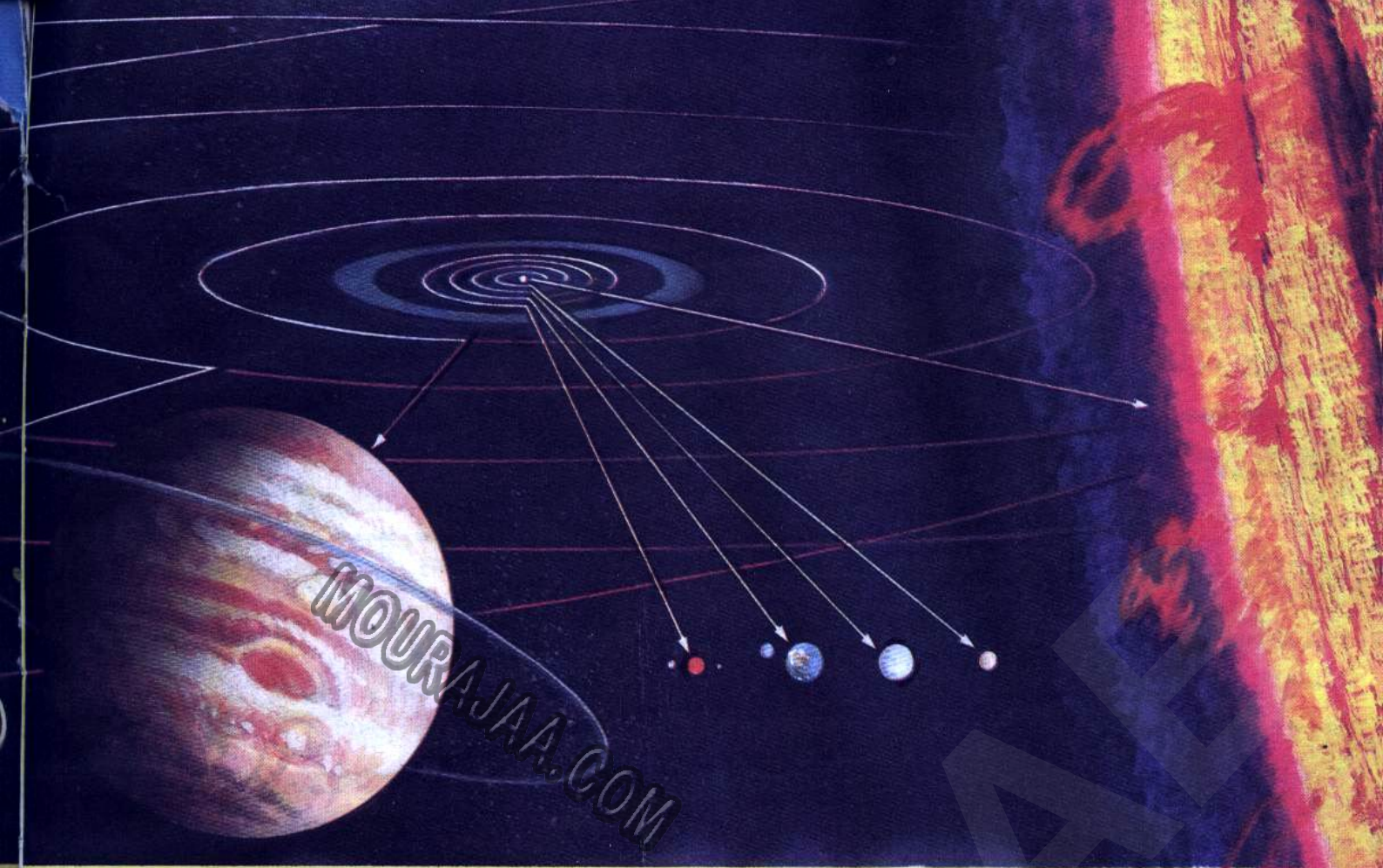


هناك احجام متباينة كثيرة ، وكذا الوان متعددة للنجوم حين ترى ليلا في السماء . وهى تمثل مراحل مختلفة في حياة النجم .

الشمس

نجم عملاق

نجم قزم



٥ ٤ ٣ ٢ ١

عائلة الشمس

الشمس

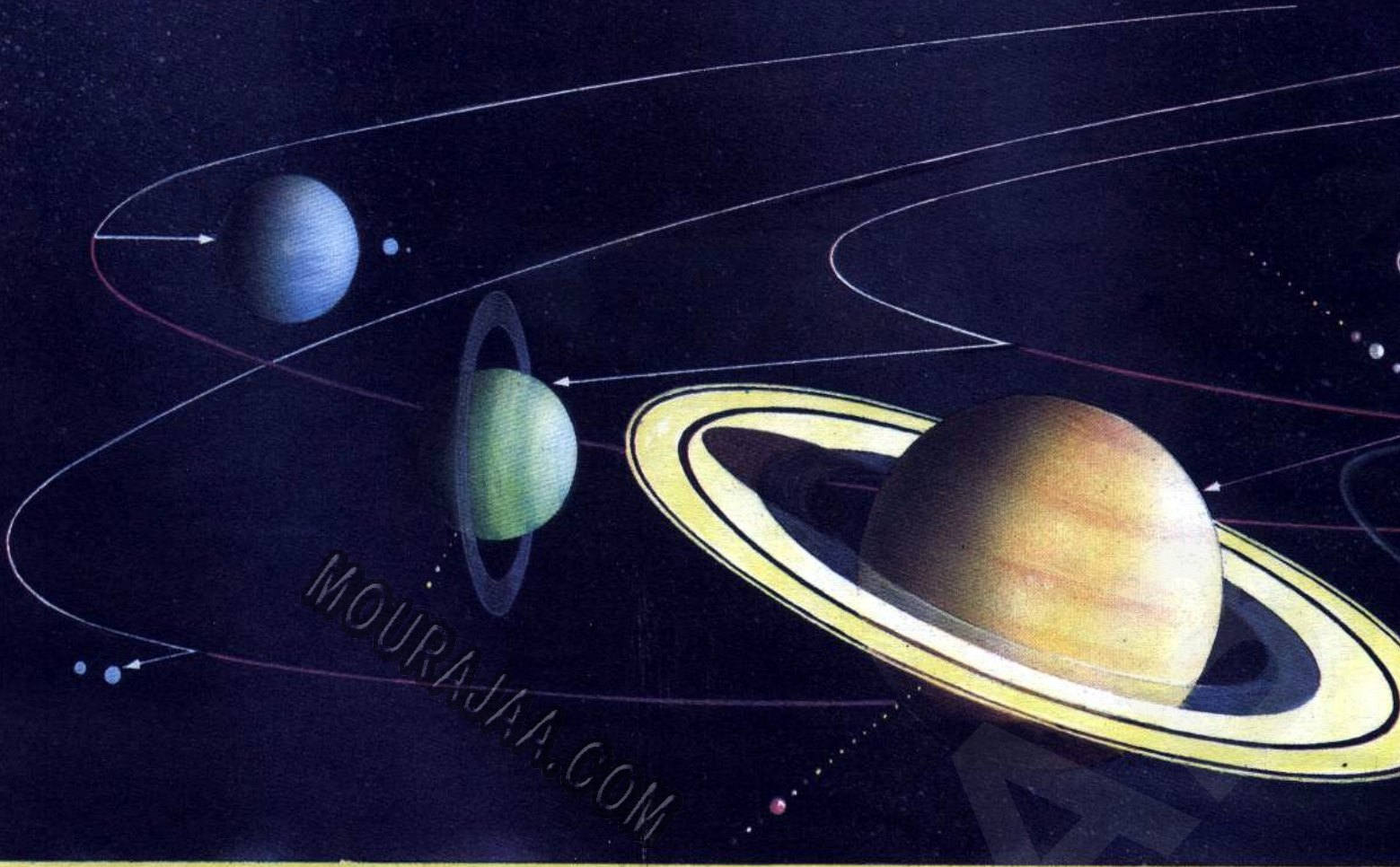
ينطلق كوكبنا الأرض متحركاً بأقصى سرعة في الفضاء وهو يقطع رحلته السنوية حول الشمس . كما تتحرك ثمانية كواكب أخرى ، وأقمارها ، وكتل أصغر من الصخور والثلوج حركة أبدية حول الشمس الضخمة الحارة . وكل هذه الأشياء معا تسمى « المجموعة الشمسية » نسبة الى الشمس .

والشمس كرة هائلة من الغاز الحار جدا ، وهي من الكبر بحيث تستوعب بداخلها مايزيد على مليون من الكرات الأرضية . وقوة جذب الشمس - قوة شدها عبر الفضاء - هي التي تحفظ الحركة الدائمة لجميع الكواكب والأجسام الأخرى في المجموعة الشمسية لتظل تدور حولها .

ويستغرق الكوكب الذي يعد موطننا لنا ، الكرة الأرضية ، مايزيد على ٣٦٥ يوما ليدور مرة واحدة حول الشمس . وهذه المدة هي مانسمية عاما كاملا . كذلك تدور الأرض حول نفسها كالنحلة (الخدروف) . فتتم دورة كاملة كل ٢٤ ساعة وهذا هو اليوم الكامل . والحركة الدوارة اليومية للأرض هي التي تجعل الشمس والنجوم تبدو وكأنها تشرق وتغرب . وتدور كل الكواكب الأخرى حول الشمس وحول نفسها ، كما تفعل الأرض . الا أنها تدور بسرعات متفاوتة وتلف في مدار حول الشمس في زمن متفاوت الأطوال . فكوكب بلوتو البعيد يستغرق نحو ٢٥٠ سنة لكي يدور مرة واحدة حول الشمس ، أما كوكب عطارد الصغير ، وهو أقرب الكواكب الى الشمس فانه يدور حولها في ثمانية وثمانين يوما فقط .

الشمس كرة هائلة من غاز حار للغاية . ويبلغ قطرها نحو ١٣٨٠ ٠٠٠ كيلومتر . الا انها لاتعدو كونها نجما واحدا من ملايين النجوم في الكون . وهي تبدو لنا كبيرة في الحجم نظرا لقربها منا . اما النجم الذي يلي الشمس في القرب منا فيبعد مسافة تبلغ نحو ٢٥٠ ٠٠٠ مرة قدر المسافة بيننا وبين الشمس . وكثيرا ما يمكن رؤية بقع داكنة على سطح الشمس . وهذه البقع الشمسية تذهب وتجيء ويختلف عددها من عام الى آخر . وهي تبدو داكنة لأنها أبرد من الغازات الحارة المحيط بها . وتقوم الشمس أيضا بقذف السنته ضخمة من اللهب من سطحها . وقد يمتد هذا الشواظ الشمسي لملايين الكيلومترات في الفضاء قبل ان يرتد عائدا الى الشمس .

ولايصح مطلقا ان ننظر الى الشمس مباشرة ، لا بالعين المجردة ، ولا من خلال عدسة تلسكوب ، او نظارة مقربة .



٩ ٨ ٧ ٦

حقائق حول الكواكب

عطارد ، وهو أصغر الكواكب ولايزيد حجمه كثيرا عن القمر . إذ يبلغ قطره ٤٨٥٠ كيلومترا بينما يبلغ قطر القمر ٣٤٧٦ كيلومترا (١) .

الزهرة ، الكوكب الثاني وهو أكثر الأجرام لمعانا في السماء بعد الشمس والقمر . ويعتقد العلماء أن الزهرة على هذا القدر من اللمعان لأنها محاطة بطبقة متصلة من السحب البيضاء (٢) .

المريخ ، وهو يسمى الكوكب الأحمر لأن صخور سطحه ضاربة إلى الحمرة وقد تمكنت سفن الفضاء المسماة « فايكنج » من الهبوط على سطحه ، لكنها لم تستطع أن تجد أى علامات تدل على الحياة فوق ذلك الكوكب (٤) .

المشتري (٥) ، وهو أكبر الكواكب ويتكون سطحه من سحب دوامة مع وجود بقعة حمراء ضخمة بشكل دائم .

زحل ، وهو الكوكب المشهور بالحلقات التي تحيط به . والتي تتكون من شظايا ثلجية دقيقة (٦) .

اورانوس (٧) ونبتون (٨) وهما كوكبان ثلجيان بعيدان ، ويبدوان كقرصين صغيرين يميلان للاخضرار ، حتى عندما يرصدان بأقوى التليسكوبات .

بلوتو (٩) ، وهو عادة إبعد الكواكب عن الشمس . ويعتقد بعض الفلكيين أنه ربما كان أصغر حتى من عطارد . ومداره من الغرابة بمكان بحيث أنه يقع حاليا على مسافة من الشمس أقصر من التي يبعدها نبتون عنها .



ومع ذلك لو كانت الأرض بنفس حجم المريخ ولو كان بعدها عن الشمس مثل بعد المريخ عنها لتحول بخار الماء إلى جليد ولتلاشى معظم الغلاف الجوي في الفضاء . أما إذا كانت الأرض على نفس بعد كوكب نبتون من الشمس ، لتحول الكوكب كله إلى هيدروجين متجمد يحيط بقلب من الصخور والثلوج وتوضح الصورة العليا مشهدا لما يمكن أن يكون عليه سطح نبتون .

كلما توغل العلماء في معرفة المزيد عن الكواكب الأخرى في المجموعة الشمسية ، أدركنا أكثر فأكثر كم هو مكان رائع كوكبنا الأرضي (٣) . فكل أمر يخص الأرض مناسب تماما لوجودنا . فالمسافة بينها وبين الشمس هي المسافة المناسبة . إذ لو كانت قريبة منها مثل الزهرة ، لكونت الحرارة وغاز ثاني أكسيد الكربون الخانق جوا كثيفا ، وحارا لدرجة الغليان . أما كوكب المريخ فهو أقرب الجيران إلينا ،

الكرة الأرضية في الفضاء

تدور الأرض حول محورها مرة كل ٢٤ ساعة . ومحور الأرض هو خط تخيل يمتد فيما بين القطبين الشمالي والجنوبي . ولما كان المحور مائلا ، أصبح لدينا الفصول الأربعة . فلو كان المحور مستقيما من أعلى إلى أسفل بالنسبة للشمس ، لتلقينا نفس المقدار من ضوء الشمس كل يوم . ولما كان هناك ربيع أو صيف أو خريف أو شتاء .

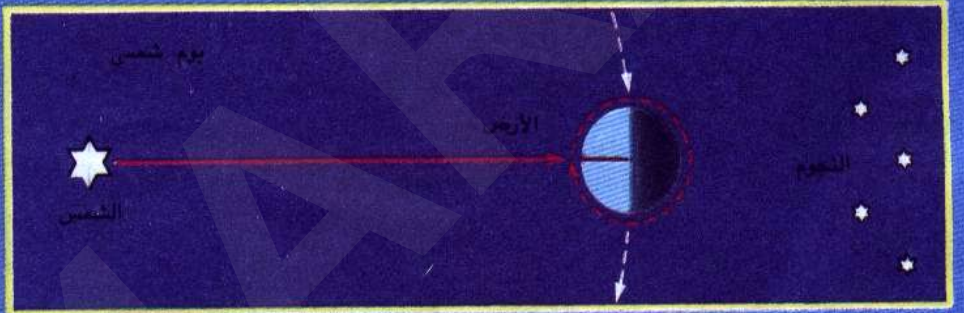
فحوالي نهاية شهر يونيه ، يكون الجزء الشمالي من الكرة الأرضية أشد ميلا نحو الشمس . ويسود ضوء الشمس لمدة ٢٤ ساعة يوميا حول القطب الشمالي أما الأجزاء الجنوبية من الكرة الأرضية فتلقى نصيبا أقل من ضوء الشمس في هذه الفترة لأن أشعة الشمس تسقط مائلة جدا على الأراضي الجنوبية . ويسود الظلام تماما طوال الوقت عند القطب الجنوبي . فإذا مرت ستة شهور بعد ذلك ، يميل محور الأرض في الاتجاه الآخر . وفي نهاية ديسمبر تنعكس الفصول . فتحصل الأراضي الجنوبية على معظم أشعة الشمس ، بينما تحصل الأراضي الشمالية على قدر قليل جدا . فيكون الوقت الصيف في أستراليا بينما هو شتاء في بريطانيا .

وهناك فترتان في العام ، عند نهاية مارس وسبتمبر ، تسطع فيهما الشمس مباشرة فوق خط الاستواء . ويكون الليل والنهار متساويين في كل بقاع الدنيا .



كيف نشأت الكواكب

ظل الفلكيون يتساءلون سنين عديدة حول كيفية نشأة الكواكب . إلا أن معظمهم يعتقد الآن أن الكواكب قد تشكلت من السحابة الهائلة التي كانت تحتوي على غازات وأتربة والتي كونت الشمس المركزية . وكانت هذه السحابة تتكون في معظمها من غاز الهيدروجين ، وهو أكثر العناصر شيوعا في الكون . وعلى مر ملايين السنين تكتف الغاز على هيئة كتل . وتكونت العناصر الثقيلة كالحديد والنيكل في قلب كل كوكب . أما العناصر الأخف ، فقد طفت فوق القلب المركزي مكونة فيما بعد صخور القشرة الأرضية . وعلى هذا تكون الأرض قد نشأت منذ ما يقرب من ٤٦٠٠ مليون سنة . إلا أنها كانت في البداية جحيما من الصخور المنصهرة لدرجة الاحمرار ، تحيط بها غازات ملتصقة ، ثم أخذت تبرد تدريجيا ، وأخذ المطر يملا المحيطات وصارت الأرض هي الكوكب الذي نعرفه .



إن حركة الشمس والكواكب الأخرى وأقمارها والنجوم معقدة للغاية . فالقمر يدور حول الأرض ، والأرض تدور حول الشمس ، والشمس تدور حول مجرتنا . وكل من هذه الأجرام تدور حول محاورها الذاتية في نفس الوقت . ونحن نحدد مواعيد ساعاتنا طبقا للزمن الذي تستغرقه الأرض لتدور حول محورها مرة واحدة بالنسبة للشمس . وهذا الزمن هو ٢٤ ساعة . على أن الأرض تتحرك خلال هذه الفترة مسافة معينة من رحلتها حول الشمس ، كما أنها تتحرك بالنسبة للنجوم .

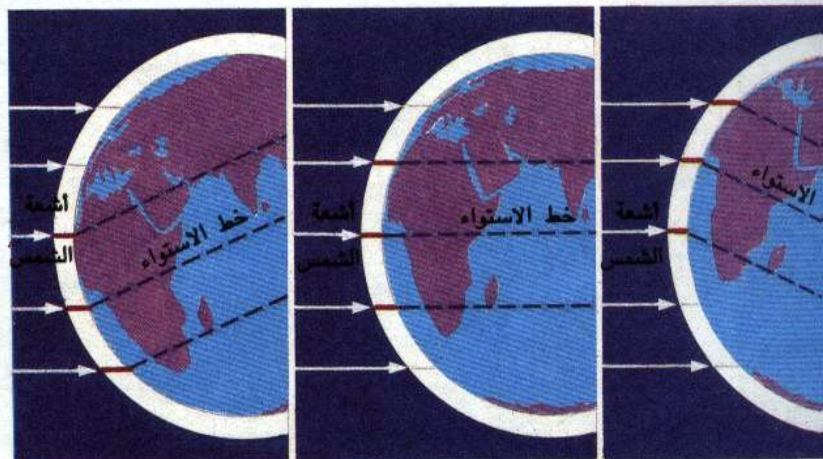
وتدور الأرض مرة واحدة ، بالنسبة للنجوم ، في ٢٣ ساعة و ٥٦ دقيقة ، أي بما تقل أربع دقائق عن اليوم الشمسي . ويعني هذا أن النجوم ستبدو وهي تشرق وتغرب مبكرة بمقدار أربع دقائق كل يوم . أي ما قيمته ٢٤ ساعة كل سنة . وتشرق النجوم وتغرب في ساعة محددة مرة واحدة في السنة ، في نفس التاريخ أو قريبا منه ، ويحدث هذا حين تعود الأرض إلى نفس النقطة في رحلتها حول الشمس . ويعمد الفلكيون إلى استخدام ما يسمى بالتوقيت النجمي - توقيت النجوم - لتسهيل مهامهم . وعلى هذا تشرق النجوم وتغرب في مقياس التوقيت النجمي هذا في نفس الوقت كل يوم .

توضح الصور الأربع نفس المكان في فصول مختلفة كلما دارت الأرض حول الشمس. والصورة إلى اليسار توضح أن هناك صيفا في الأرض الشمالية وشتاء في الجنوب. أما في الصفحة المقابلة فهناك خريف في الأرض الشمالية وربيع في الجنوب. وفي أسفل هذه الصفحة هناك شتاء في الشمال وصيف في الجنوب. وفي الختام توضح الصورة أسفل هذا الكلام وجود ربيع في الأرض الشمالية وخريف في الجنوب.



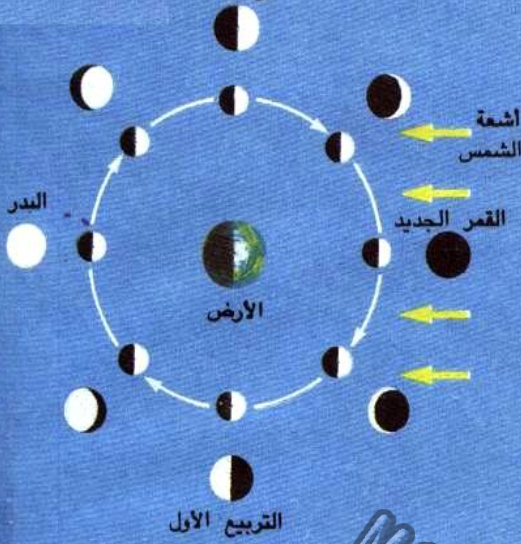
MOURAJA.COM

يكون الوقت صيفا في نصف الكرة الشمالي عندما يميل الجزء الشمالي للأرض نحو الشمس (١) . أما في مارس وسبتمبر فإن الشمس تسطع مباشرة نحو خط الاستواء فيكون الليل والنهار متساويين في كل بقاع الدنيا (٢) . ويكون الوقت شتاء في ديسمبر في الشمال وصيفا في الجنوب (٣)



القمر

التربيع الأخير

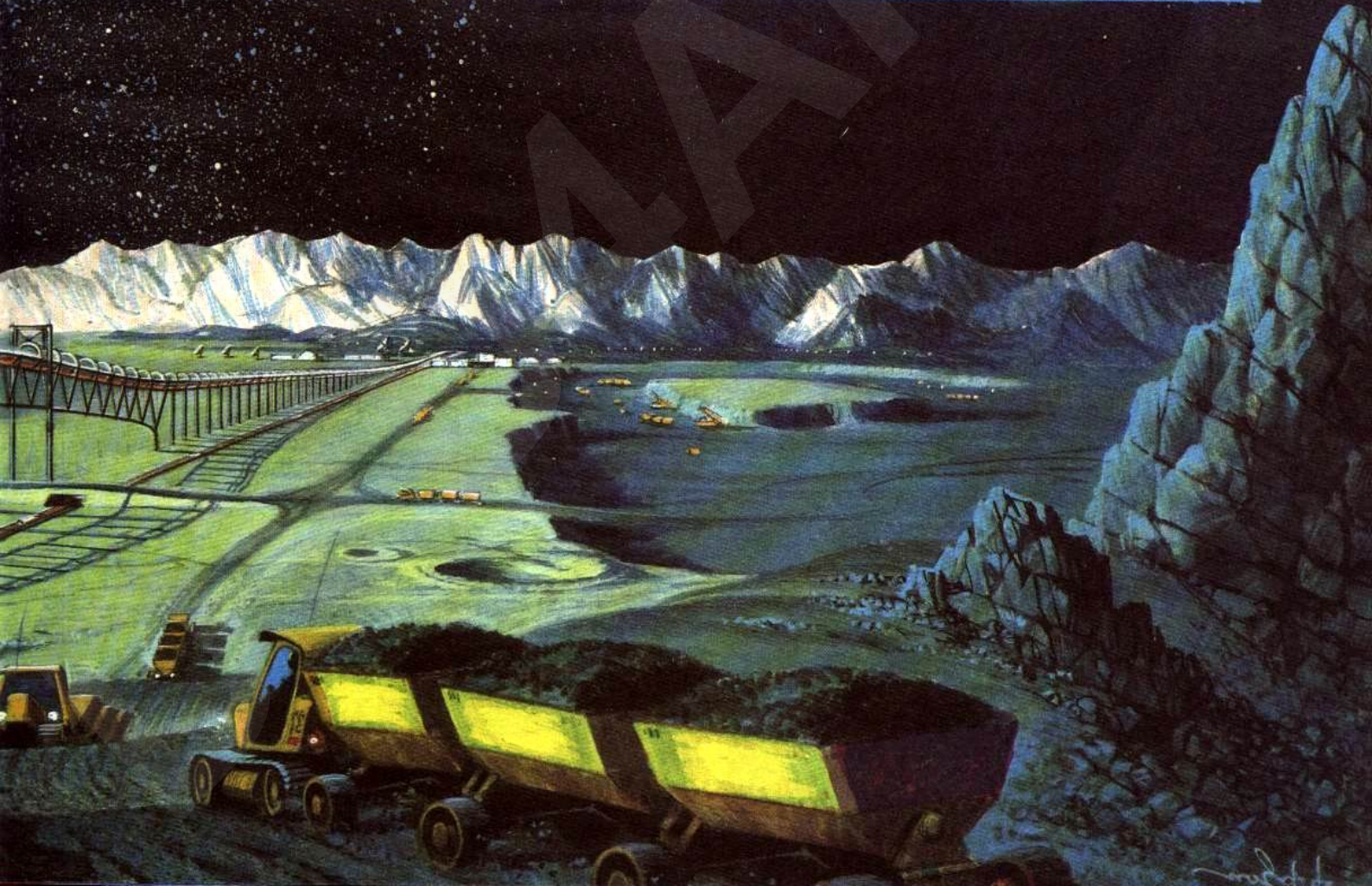


القمر هو أقرب الجيران إلينا في الفضاء . وهو يدور حول الأرض بسرعة تقترب من ٣٦٦٤ كيلومترا في الساعة . ويدور القمر حول الأرض مرة كل شهر تقريبا . وهو كالأرض يدور حول نفسه بشكل منتظم ، ويستغرق شهرا لاتمام دورة كاملة حول نفسه ويعنى هذا أننا نرى دائما نفس الوجه عندما ننظر الى القمر من الأرض .

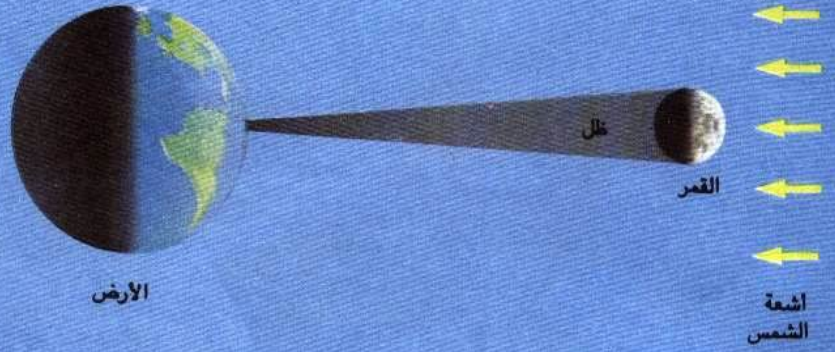
وحين تكون السماء صافية ليلا ، فإننا ندهش من درجة اللمعان التي يسطع بها القمر ومع ذلك فالقمر لايسطع بضوئه الخاص وماهو الا عاكس للضوء الساقط عليه من الشمس . وقد رأى رواد الفضاء الذين وصلوا الى القمر أن الأرض تشبه كرة ضخمة من الضياء ولم يكن ذلك - مرة أخرى - إلا انعكاسا لأشعة الشمس من على الأرض .

يسير القمر بدورة من الأوجه ، خلال ٢٩,٥ يوم في إنشاء دورانه حول الأرض . وتحدث هذه الأوجه ، لأننا لا نرى سوى نصف القمر الذي تضئته الشمس . فعندما يكون القمر في المحاق ، لايمكن أن نراه لأن وجهه المظلم يكون مواجهها للأرض . وبعد ذلك بيومين أو ثلاثة ، يكون قد تحرك بعيدا لدرجة أنه يبدو هلالا رفيعا في السماء وبعد سبعة أيام يصير على هيئة نصف دائرة تام ويسمى عندئذ ، 'التربيع الأول' . وبعد ذلك بأسبوع آخر يصير بدرا - دائرة كاملة من الضوء . ونرى من الأرض تلك الدائرة المضاءة بنور الشمس حين تقع في مواجهة الشمس في السماء . ثم تبدأ الأوجه في الانعكاس فيضمحل القمر الى أن يختفى مرة أخرى .

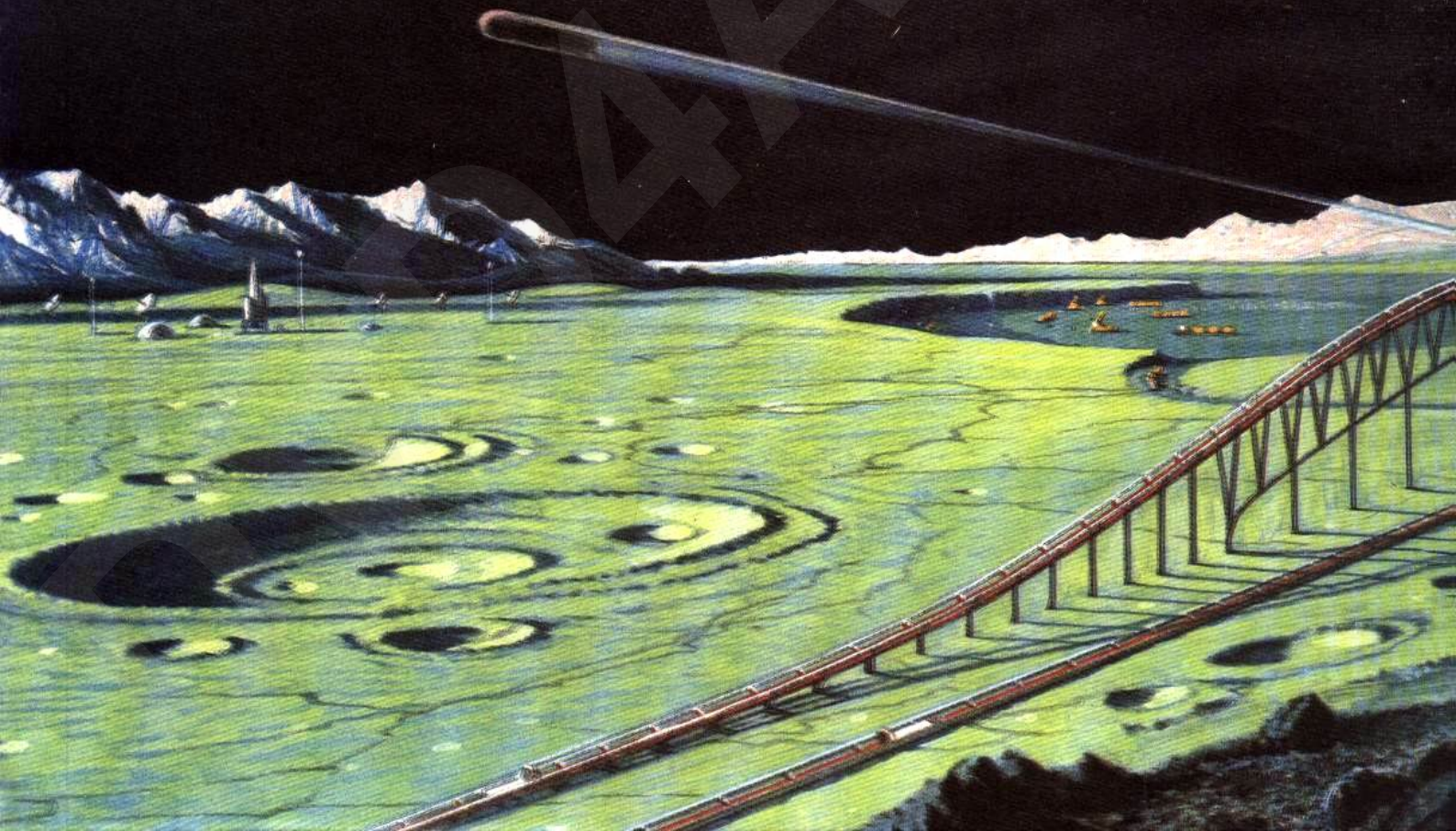
ان القمر يبدو لمن يراه من على سطح الأرض بنفس حجم الشمس تقريبا . وهذا بالطبع هو أن القمر قريب منا جدا ، والحقيقة أن القمر صغير جدا - يبلغ نفس حجم أستراليا تقريبا . وهو من الصغر بحيث لا يتمتع بجاذبية كافية تحتفظ له بغلاف جوى يحيط به وليس هناك هواء على القمر ولذا كان على رجال الفضاء أن يحملوا معهم الهواء الخاص بهم حين يهبطون عليه . وليس للقمر أى طقس . وليس له رياح . فخلال النهار تلهبه الشمس بحرارة شديدة ترفع درجة حرارته الى ١٢٠° م تقريبا - أى أشد حرارة من درجة غليان الماء . أما خلال الليل القمري ، فإن درجة الحرارة تهبط الى درجة تسبب التجمد ، حيث تكون ١٦٠° م تحت الصفر .

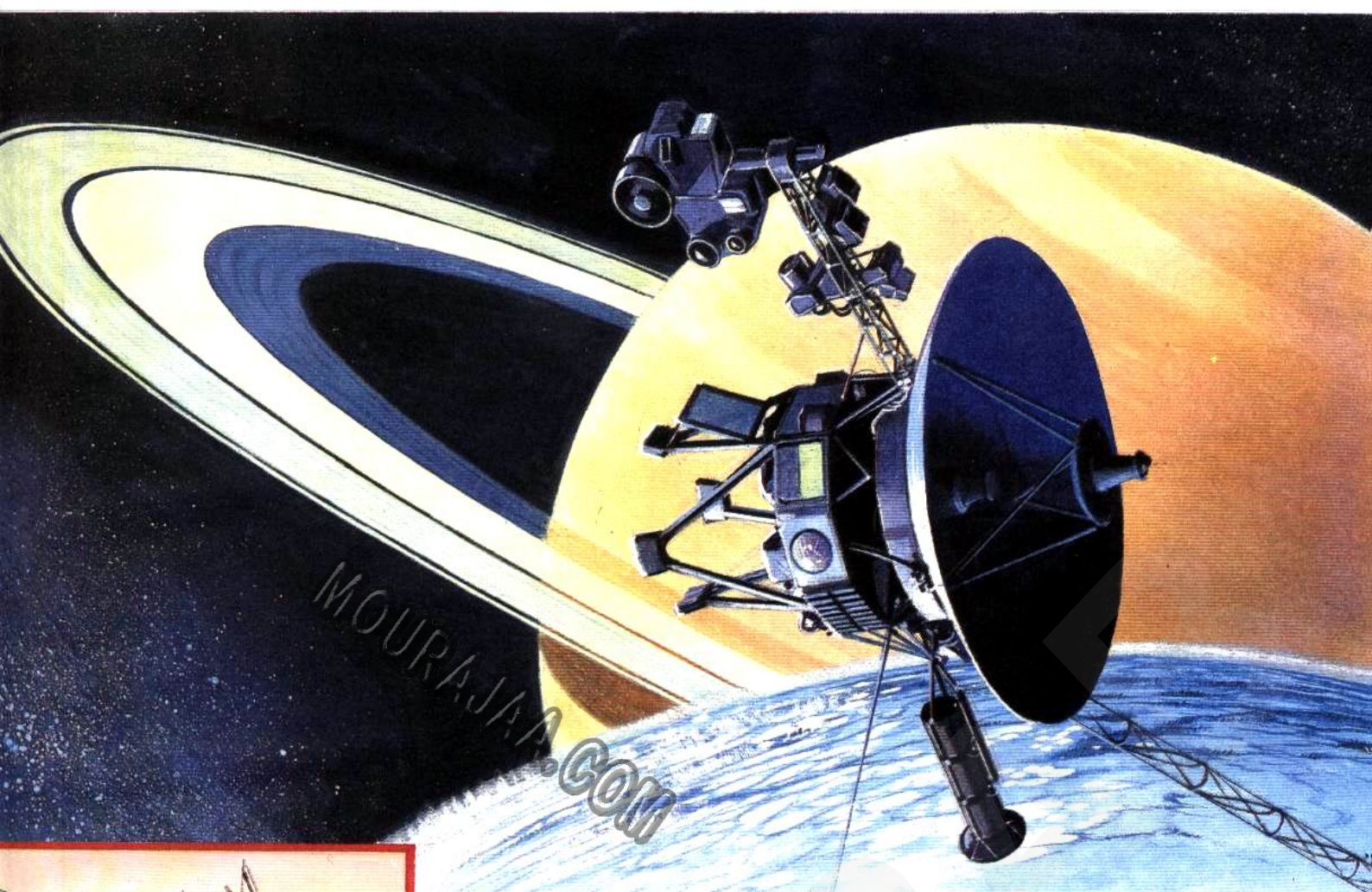


من العجيب ان الشمس والقمر يبدوان بنفس الحجم في السماء على الرغم من ان القمر في الواقع اصغر من الشمس ٤٠٠ مرة . وكل ما في الامر ان القمر اقرب اليها كثيرا . وحيثما يمر القمر امام الشمس ، فيحجب ضوءها عن الارض مما يتسبب في كسوف الشمس . ويكون ظل القمر عبارة عن مخروط كما يوضح الرسم . ولكي نرى كسوفاً كلياً للشمس لابد وان تكون داخل ذلك المخروط . وحين يصل طرف المخروط المستدق الى الارض فإنه يغطي مساحة قطرها لايزيد عن ٢٤٠ كيلومترا . ولايرى الكسوف الشمسي الكلي الا من كان موجودا في هذه الدائرة التي يبلغ عرضها ٢٤٠ كيلومترا فحسب .

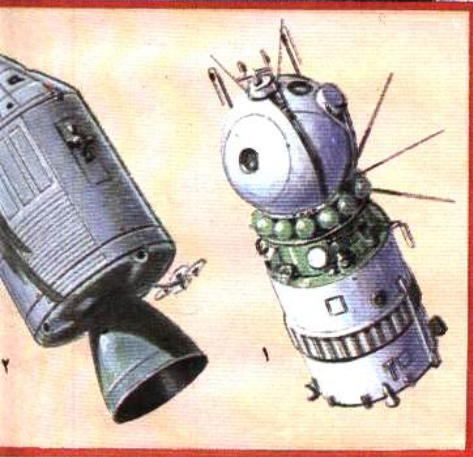


يحتوي القمر على كثير من المعادن القيمة والتي تزداد ندرة على سطح الارض . وربما امكن في السنوات القادمة تعدين تلك المعادن من على سطح القمر ونقلها الى الارض كما في الصورة السفلى . ولما كانت جاذبية القمر ليست سوى سدس جاذبية الارض ، لذا كان من الأسهل قذف اجسام من سطح القمر نحو الفضاء . ويمكن ان توضع المعادن في اوعية ضخمة ، ثم تطلق عبر خط حديدي خاص بواسطة موجات مغناطيسية . ويطلق على هذه الآلية ، نقل حركة الكتلة . ثم تلتقط المعادن في الفضاء بواسطة قاطرة فضائية (الى اليمين) ثم تحمل الى حيث تكون هناك حاجة اليها .





رحلات في الفضاء



في ١٦ مارس ١٩٢٩ ، أطلق العالم الأمريكي الدكتور روبرت جودارد أول صاروخ يعمل بالوقود السائل في الفضاء . ولم يرتفع صاروخ جودارد سوى ٦٠ مترا في الهواء ، ولكن تلك كانت هي الخطوة الصغيرة الأولى نحو إطلاق صواريخ أقوى وأعظم ، قادرة على نقل البشر الى القمر ونقل عربات السير الفضائية خارج نطاق مجموعتنا الشمسية .

وبعد احدى وثلاثين سنة فحسب من اطلاق صاروخ جودارد ، أطلق الروس سبوتنيك ١ ، وهو أول (تابع فضائي) قمر صناعي من صنع الانسان يدور حول الأرض . وحدث هذا يوم ٤ أكتوبر سنة ١٩٥٧ ، وكان هذا اليوم ايذانا ببداية عصر الفضاء . ومنذ ذلك التاريخ ، أطلقت مئات من التوابع الفضائية نحو الفضاء ، كما انطلق المكوك الفضائي نحو الفضاء ، ثم عاد سالما الى الأرض بصورة آمنة وسهلة بحيث بدأنا نعتبره أمرا مسلما به .

عربات المجس الفضائية المرسلة الى الكواكب

تعتبر عربات المجس الفضائية التي لا يديرها انسان ، من أكثر مشروعات الفضاء اثارة . وترسل هذه العربات لاكتشاف المزيد من الكواكب الموجودة في المجموعة الشمسية . ففي عام ١٩٧٦ هبطت سفينتا فضاء من طراز فايكنج على سطح المريخ . وقامتا بعمل عدة اختبارات لاكتشاف امكانية وجود أى لون من ألوان الحياة فوق الكوكب الأحمر ، الا أنهما لم تعثرا على شيء منها .

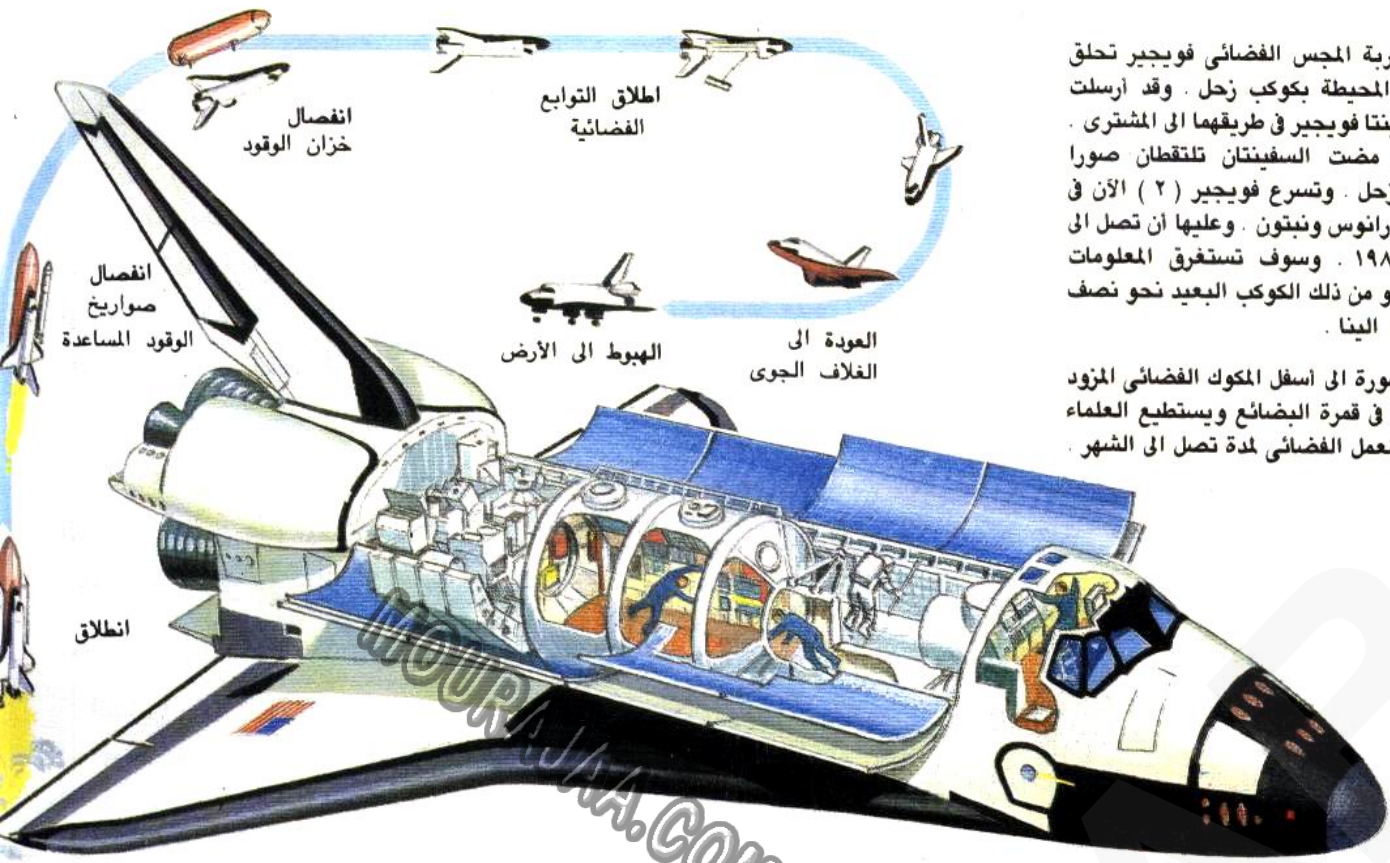
كانت فوستوك ١ هي أول سفينة فضاء روسية تحمل رجلا واحدا ، قام فيها يوري جاجارين بأول رحلة يقودها انسان في الفضاء (١) . وقد انطلقت هذه السفينة يوم ١٢ ابريل ١٩٦١ .

اما الأمريكيون الذين هبطوا على القمر ، فقد سافروا بسفينة الفضاء أبولو (٢) . وقد كانت حجرة القيادة التي يجلس بها الرجال في مقدمة سفينة الفضاء .

وكانت فينيرا ٤ (٣) واحدة من عدة سفن فضاء روسية ارسلت الى الزهرة واطلق منها كابسولة بالمظلة (الى اليمين) . وقد قامت سفن الفضاء فينيرا بإرسال معلومات هامة الى الأرض عن طريق الراديو .

كما استطاعت عربات المجس الفضائية بايونير الأمريكية (٤) ان تحلق قريبا من المشتري عامي ١٩٧٣ و ١٩٧٤ . وقد استطاعت ان تلتقط صورة قريبة جدا لسطح الكوكب العملاق .

ويرى في الرسم رقم (٥) صورة لسفينة الفضاء فايكنج التي ارسلت الى المريخ .



الى اليمين : عربة المجس الفضائي فويجير تحلق فوق الحلقات المحيطة بكوكب زحل . وقد أرسلت عام ١٩٧٧ سفينة فويجير في طريقها الى المشتري . ومن المشتري مضت السفينتان تلتقطان صورا مثيرة لكوكب زحل . وتسرع فويجير (٢) الآن في طريقها نحو اورانوس ونبتون . وعليها أن تصل الى نبتون عام ١٩٨٩ . وسوف تستغرق المعلومات المرسلة بالراديو من ذلك الكوكب البعيد نحو نصف الساعة لتصل اليها .

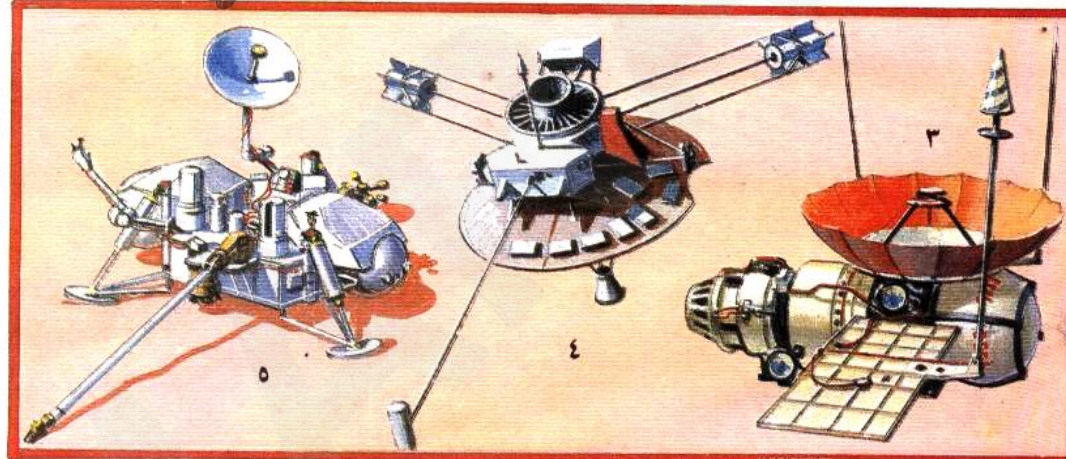
توضح الصورة الى أسفل المكوك الفضائي المزود بمعمل فضائي في قمرة البضائع ويستطيع العلماء العمل داخل المعمل الفضائي لمدة تصل الى الشهر .

المكوك الفضائي

عندما انطلق المكوك الفضائي كولومبيا عام ١٩٨١ كان ذلك ايزانا ببدء نوع جديد من السفر في الفضاء . وبعد أن حلق المكوك ٥٤,٥ ساعة في الفضاء ، انزل عائدًا ليهبط هبوطًا دقيقًا وتاما على مهبط صحراوي .

لقد كانت كل الصواريخ وسفن الفضاء التي تدار بواسطة الانسان تستخدم مرة واحدة فقط ، قبل ظهور المكوك الفضائي ، وقد جعل ذلك الرحلات الفضائية مكلفة للغاية . أما في المكوك الفضائي فيتم الجمع بين صاروخ اطلاق وسفينة فضاء يمكن استخدامها مرات عديدة .

ويتم اطلاق المكوك بواسط صاروخ مثل أي سفينة فضاء أخرى ، الا أنه يستطيع العودة مرة أخرى الى الأرض ليهبط على مدرج مثل أية طائرة . وللمكوك ثلاثة محركات صاروخية رئيسية تتم تغذيتها بالوقود من خزان ضخم . ويتم التخلص من هذا الخزان حين ينفذ منه كل الوقود . ويتصل بجانب المكوك صاروخان اضافيان لمساعدته في الفضاء . وهما يسقطان بعيدا عن السفينة عندما ترتقى في السماء ، ويهبطان بمظلات في المحيط . حيث يمكن التقاطهما واعادة استعمالهما مرة أخرى . وعندما ينزل المكوك عائدًا خلال الغلاف الجوي ، فإن بطانة خاصة تستخدم لتحميه من الحرارة الشديدة المتولدة بالاحتكاك .



مدن في الفضاء

الجاذبية الصناعية

لكي تكون الحياة ممكنة بالنسبة للبشر في الفضاء ، لابد من وجود جاذبية . فالجاذبية هي القوة التي تشدنا جميعا نحو مركز الأرض - وهو ما يجعل لنا وزنا . أما في الفضاء فلا وجود للجاذبية . لذا فالبشر والأشياء يحلقون هنا وهناك .
يمكن إيجاد جاذبية صناعية وذلك بجعل المستعمرة الفضائية بأسرها تدور حول

لعل أكبر مشكلة ستواجه العالم خلال العقود القليلة القادمة ، هي كيفية اطعام وايواء جميع سكانه . إذ أن عدد السكان يتزايد بسرعة ، وخاصة في بلدان العالم الثالث . فقبل أن يحل عام ٢٠٨٠ فإن عدد سكان الكرة الأرضية سيصبح ثلاثة أمثال عددهم الحالي وإذا لم نتمكن من إيقاف الانفجار السكاني وإيجاد مصادر جديدة للغذاء والمواد الخام ، فربما كان على الناس أن ينتقلوا الى الفضاء .

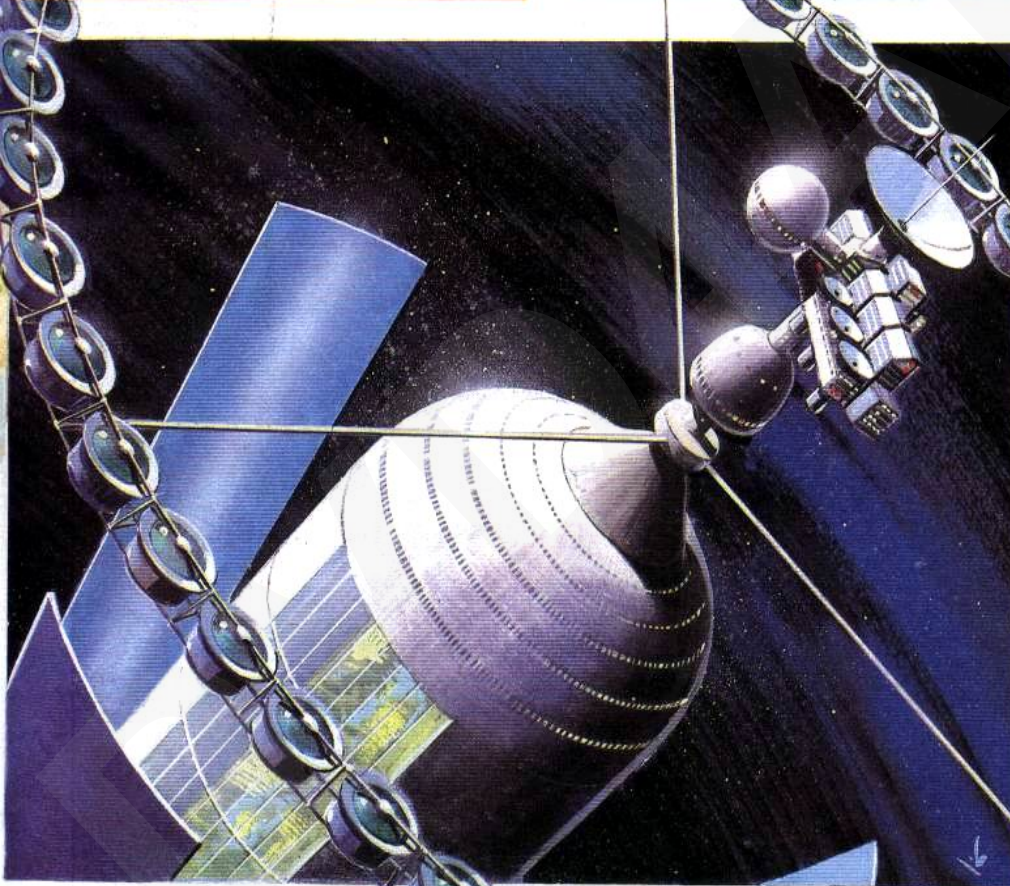
ولقد كان هناك العديد من التصميمات لمستعمرات فضائية عملاقة تتسع لآلاف من البشر . وستكون هذه المستعمرات على هيئة اسطوانات عملاقة أو كرات ، تدور وتدور لتخلق جاذبية تشبه جاذبية الأرض بالنسبة للبشر الذين سيعيشون عليها .

الجزيرة رقم ٣

الجزيرة رقم ٣ هو اسم احدى الأفكار الخاصة بمستعمرة فضائية . وهي تتكون من اسطوانتين أو أكثر من الاسطوانات العملاقة الموضوعة على مسافة محددة من الأرض والقمر . ويبلغ طول هذه الاسطوانات ٣٠ كيلومترا ومحيطها نحو ٦ كيلومترات . وتقوم مرايا ضخمة بعكس أشعة الشمس لتنفذ من خلال ثلاث نوافذ ضخمة في جوانب الاسطوانات . ويمكن التحكم في زوايا ميل المرايا لانشاء ليل ونهار صناعيين وكذا لاجداث التغيرات المناسبة في درجات الحرارة بل يمكن أيضا توفير فصول السنة المتغيرة . وسيكون بداخل الاسطوانات ثلاث مساحات أرضية طويلة حيث يمكن للناس أن يعيشوا ويزرعوا المحاصيل المختلفة كما يفعلون على الأرض تماما .

سيكون للجزيرة رقم ٣ محطة قوى شمسية عند احد اطرافها وحلقة من وحدات المصانع عند الطرف الآخر . كما ستكون هناك تسهيلات هائلة لمراقبة سفن الفضاء .

الجزيرة رقم ٣



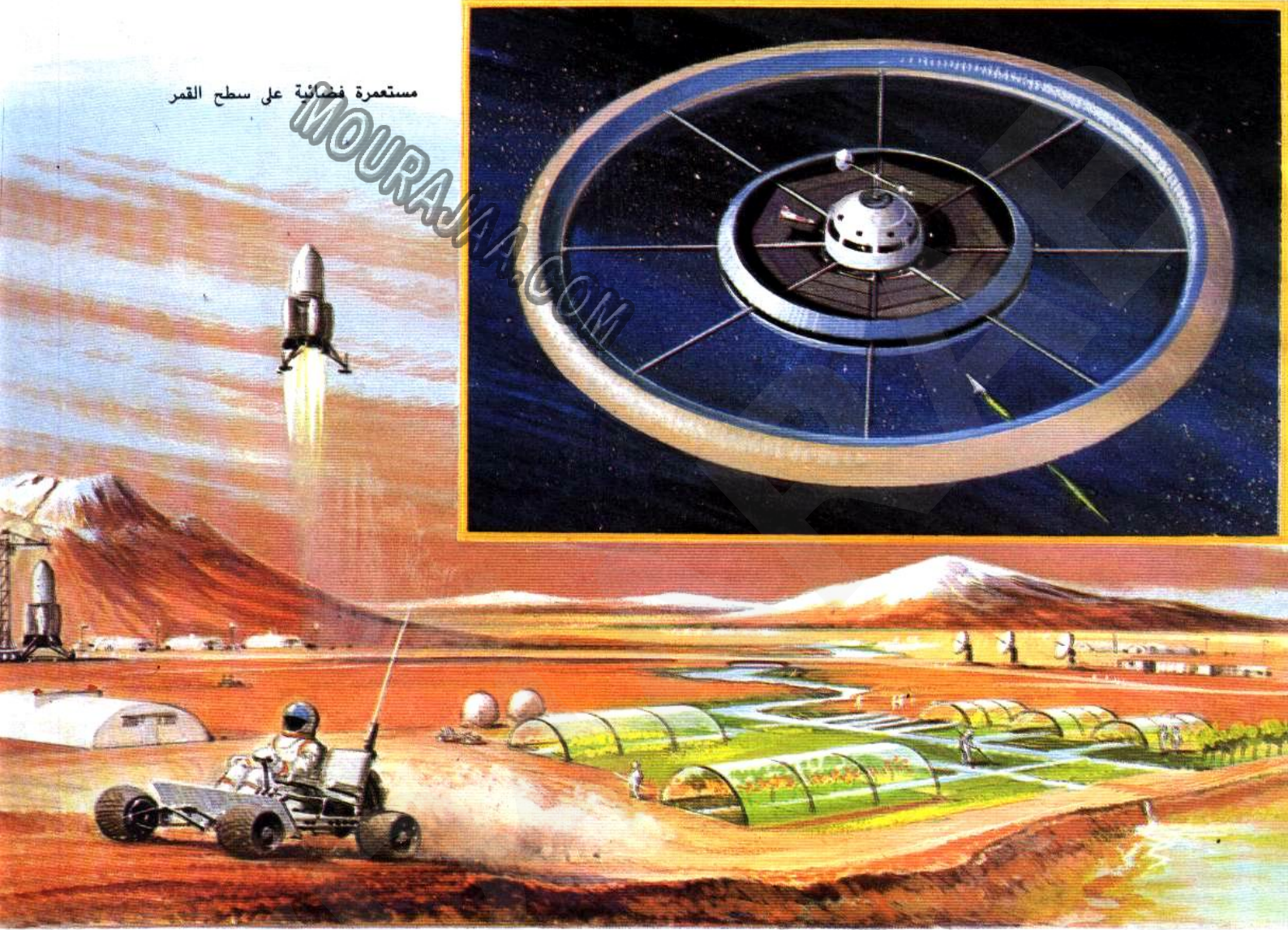
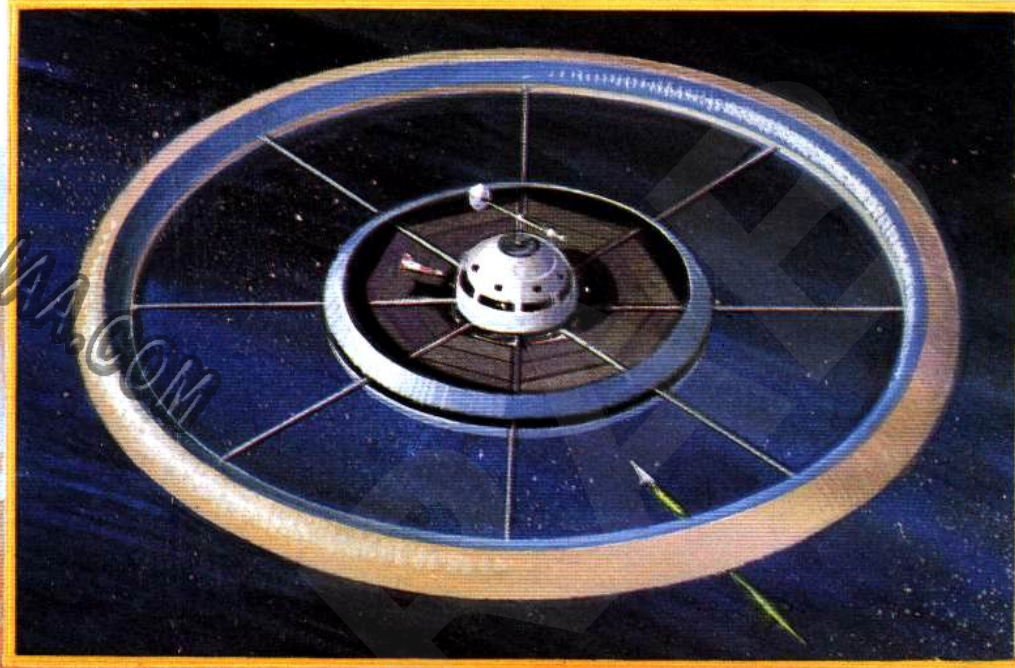
مستعمرة الحلقة

المركزية تقع محطة القوى الشمسية التي تمد المستعمرة بأسرها بالطاقة اللازمة لادارتها . كما تحتوى الصرة المركزية على مصانع يعمل بها كثير من قاطنى المستعمرة وقد يستخدمون مواد مستخرجة من القمر . وينبغى جعل الحياة داخل الأنبوبة أقرب ماتكون للحياة على سطح الكرة الأرضية بالنسبة للقاطنين .

وهناك فكرة أخرى للمستعمرة الفضائية وهى بناء حلقة (طارة) عملاقة أو عجلة كالمبينة هنا . وتدار العجلة حول الصرة المركزية دورة كاملة كل دقيقة ، مما ينشئ جاذبية صناعية تمسك بالأرض والماء والناس فى أماكنها داخل الأنبوبة الضخمة . ويبلغ قطر الأنبوبة نفسها ٢٠٠٠ متر . وعند الصرة

نفسها بالسرعة المناسبة . وعند ذاك تقوم قوة التدويم بدفع كل شئ نحو الخارج . ويصبح مفهوم « فوق » بالنسبة لأى شخص داخل المستعمرة الفضائية هو اتجاه الداخل ، أى أنه لو كان هناك شخصان موجودان فى جهتين متقابلتين داخل المستعمرة فإن كلا منهما سيكون مقلوبا بالنسبة للآخر .

مستعمرة فضائية على سطح القمر



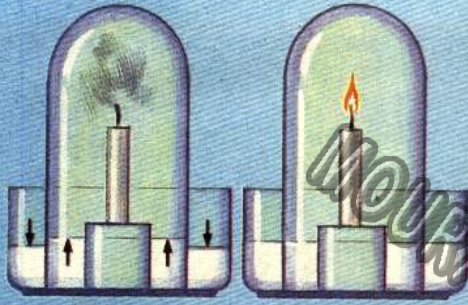
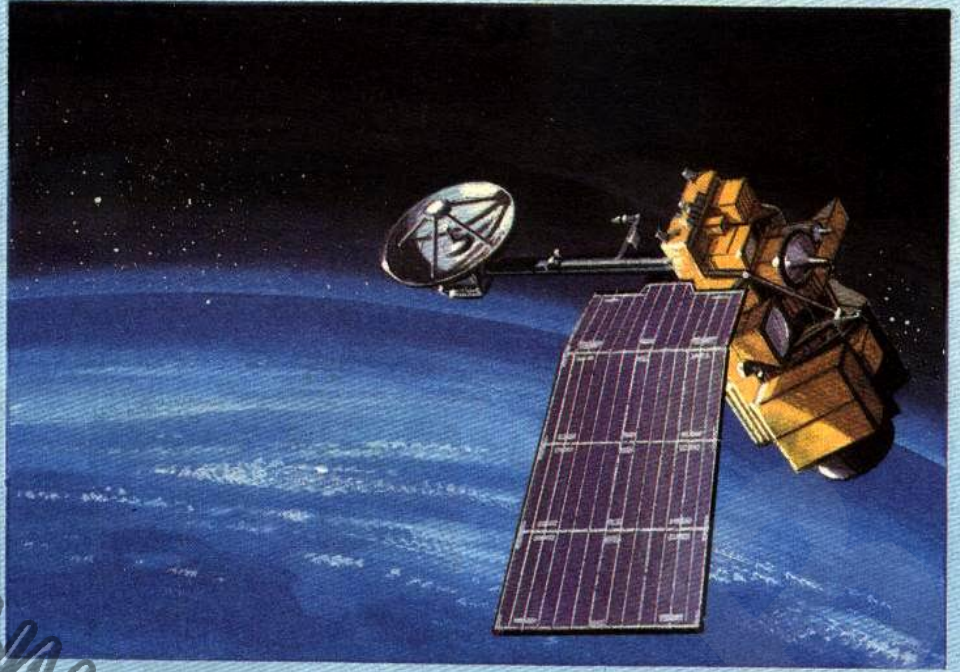
فسيستغرق الأمر قضاء بعض الوقت لكى يعتادوا على الجاذبية الضئيلة هناك ، وعلى ضرورة حمل هوائهم معهم أينما ساروا . أما الماء فهو اما أن يستورد من الكرة الأرضية ، أو يصنع على سطح القمر . وسيتم زراعة الاغذية اللازمة داخل صوبات ضخمة (بيوت زجاجية ضخمة تحفظ للنبات درجة حرارة مناسبة للنمو) .

الى ذلك النجم ! ولذا فإن علينا أن نستحدث محركات صاروخية أسرع بكثير من الموجود حاليا . على أننا سنبدأ على نحو مؤكد تقريبا ، بوضع بشر فوق الكواكب والأقمار الموجودة فى مجموعتنا الشمسية . وتوضح الصورة العليا مستعمرة على سطح القمر . ولن تكون الحياة هناك سهلة بالنسبة للمستوطنين الأوائل .

هل سنذهب الى نجوم أخرى ؟ قد يستطيع الانسان أن يذهب فى المستقبل الى مجموعات نجمية خارج نطاق مجموعتنا الشمسية . الا أننا لانعرف فى الوقت الحالى كيف سيكون ذلك ممكنا . ان أقرب نجم لنا ، بخلاف شمسنا ، هو ألفا قنطورس ، وتستغرق السفينة التى تحركها الصواريخ المستخدمة حاليا مايقرب من ١٠٠ ٠٠٠ سنة ، لكى تصل

الغلاف الجوى هو سطح خارجى رفيع

على الرغم من أن الغلاف الجوى يمتد من الأرض إلى أعلى لمسافة عدة مئات من الكيلومترات ، إلا أنه حقيقة يشكل قشرة رقيقة جدا إذا قورن بحجم الكرة الأرضية . فلو كانت الكرة الأرضية بحجم برتقالة ، لما زاد سمك الغلاف الجوى عن القشرة . ويمكن رؤية هذا في الصورة التى إلى اليمين



لا يمكن لشيء أن يحترق بدون أوكسجين . ويمكن البرهنة على ذلك بتجربة بسيطة : اشعل شمعة واجعلها تقف داخل حوض به ماء ثم غطها بناقوس زجاجى . تقوم الشمعة في أثناء اشتعالها باستهلاك الأوكسجين الموجود داخل الناقوس ، ويأخذ الماء في الارتفاع في الارتفاع ببطء ليحتل مكان الأوكسجين ، فإذا انطفأت الشمعة كان معنى هذا أن الأوكسجين قد نفذ .



نيتروجين
أوكسجين
غازات أخرى

لقد وجد في تجربة الشمعة والناقوس ، أن الماء الفاض الذى ارتفع داخل الناقوس بلغ حجمه حوالى خمس حجم الناقوس . وهذا يدل على أن الأوكسجين يمثل خمس حجم الهواء تقريبا . فالهواء مكون من خليط من الغازات التى لا نستطيع أن نراها . فالنيتروجين يمثل مايزيد على ثلاثة أرباع الهواء (٧٨ في المائة) . وبما أن الأوكسجين يمثل الخمس تقريبا (٢١ في المائة) ، لذا فإن مايتبقى من الهواء هو ١ في المائة فقط ، يتكون من كميات ضئيلة من الغازات الأخرى مثل الأرجون والهليوم وثانى أكسيد الكربون والهيدروجين والأوزون الخ . كما يحتوى الهواء أيضا على بعض بخار الماء - وهو جسيمات ضئيلة منفصلة من الماء أدق من أن ترى . وحين نتحدث عن الرطوبة فإننا نعنى بذلك كمية بخار الماء في الهواء . وحين يحتفظ الهواء بأكبر كمية من بخار الماء ولكنها لا تكفى لظهور الضباب ، فإننا نقول أن الرطوبة قد وصلت إلى ١٠٠ في المائة .

الهواء الذى نتنفسه

يحيط بكوكبنا الأرضى غلاف من الهواء نسميه الغلاف الجوى . وهو يمتد إلى أعلى لمسافة عدة مئات من الكيلومترات ، ويحتوى على غازات لازمة لجميع الكائنات الحية . ولكننا نعيش في اتصال مع الهواء في كل لحظة من حياتنا ، وأن كنا نادرا مانحس به . فهو لايرى ، وليس له طعم ، أو رائحة . ولكنك قد تحس الهواء حين تهب الرياح ، كما يمكنك رؤية السحب وهى تتحرك حين يدفعها الهواء . ويستطيع الهواء أن يحرك طواحين الهواء . ولولم يكن حولنا هواء لعشنا في عالم صامت ، لأن الصوت يحتاج إلى هواء ينتقل خلاله ، فهو لايمكن أن ينتقل في الفراغ .

وعلى الرغم من أن الغلاف الجوى يبلغ سمكه عدة مئات من الكيلومترات ، إلا أن مايزيد على ثلاثة أرباع الهواء بأسره يوجد في طبقة تبلغ بضعة كيلومترات قريبا من سطح الأرض . وكلما ارتفعنا لأعلى ، يصير الهواء أخف فأخف . وعند قمة الجبل العالى ، يكون الهواء قليلا بدرجة يصبح التنفس معها صعبا . إذ لا يوجد قدر كاف من الأوكسجين الذى يتيح الحياة - في كل نفس نتنفسه . ولهذا كان على متسلقى جبل أفرست أن يتزودوا بزيادة من الأوكسجين معهم . ولابد من الاحتفاظ بضغط الهواء داخل الطائرات ، كما هو على سطح الأرض حتى يستطيع الركاب أن يتنفسوا بشكل طبيعى .

وعلى الرغم من أننا لا نستطيع أن نرى الهواء ، إلا أنه مادة مثلما أن الصخور مادة . وهو مشدود إلى أسفل نحو الأرض بقوة الجاذبية . أى أن له وزنا . وحين نتحدث عن ضغط الهواء ، فإننا نتحدث عن وزن الهواء الذى يضغط علينا إلى أسفل ، وللحواء وزن لا بأس به . فهو يضغط على كل سنتيمتر مربع من أجسامنا بقوة تزيد على ١٠٠٠ جرام .

درجة الحرارة °م

كيلومتر

MOURAJAA.COM

تسمى السحب العالية بالسحب الليلية
المضيئة وهي تتكون من اترية الشهب التي
احترقت في غلافنا الجوي

سحب ليلية مضيئة

اشعة فوق بنفسجية

يلقسم العلماء الغلاف الجوي الى عدة طبقات
والرب هذه الطبقات من سطح الارض تسمى
التروبوسفير (الطبقة السفلى) وفيها يتكون
معظم السحب. ثم تأتي فوق هذه الطبقة طبقة
الستراتوسفير (الطبقة العليا للغلاف
الزمهيري) وهي تمتد من نحو ١٠ كيلومترات
وحتى نحو ٥٠ كيلومترا. وهناك طبقة من الهواء
تسمى طبقة الأوزون بداخل طبقة الستراتوسفير.
والأوزون هو نوع خاص من الاوكسجين يتكون
بفعل اشعاع الشمس. ومن حسن حظنا ان الأوزون
يقوم بابقاف الاشعاعات الخطيرة على الصحة مثل
الاشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس.

تبين اللوحة المرسومة الى اليمين كيف تتغير
درجة الحرارة كلما توغلنا في الغلاف الجوي لاعلى
ويمكنك ان ترى ان درجة الحرارة تنخفض حتى
تصل الى - ٥٥° م عندما ترتفع الى ٨٠ كيلومترا
لاعلى. ثم ترتفع مرة اخرى حين يبدأ نشاط الحرارة
العنيفة للشمس. وحيث لا توجد سحب او هواء
يخففان منها.

الضوء
المرئي

تروبوسفير

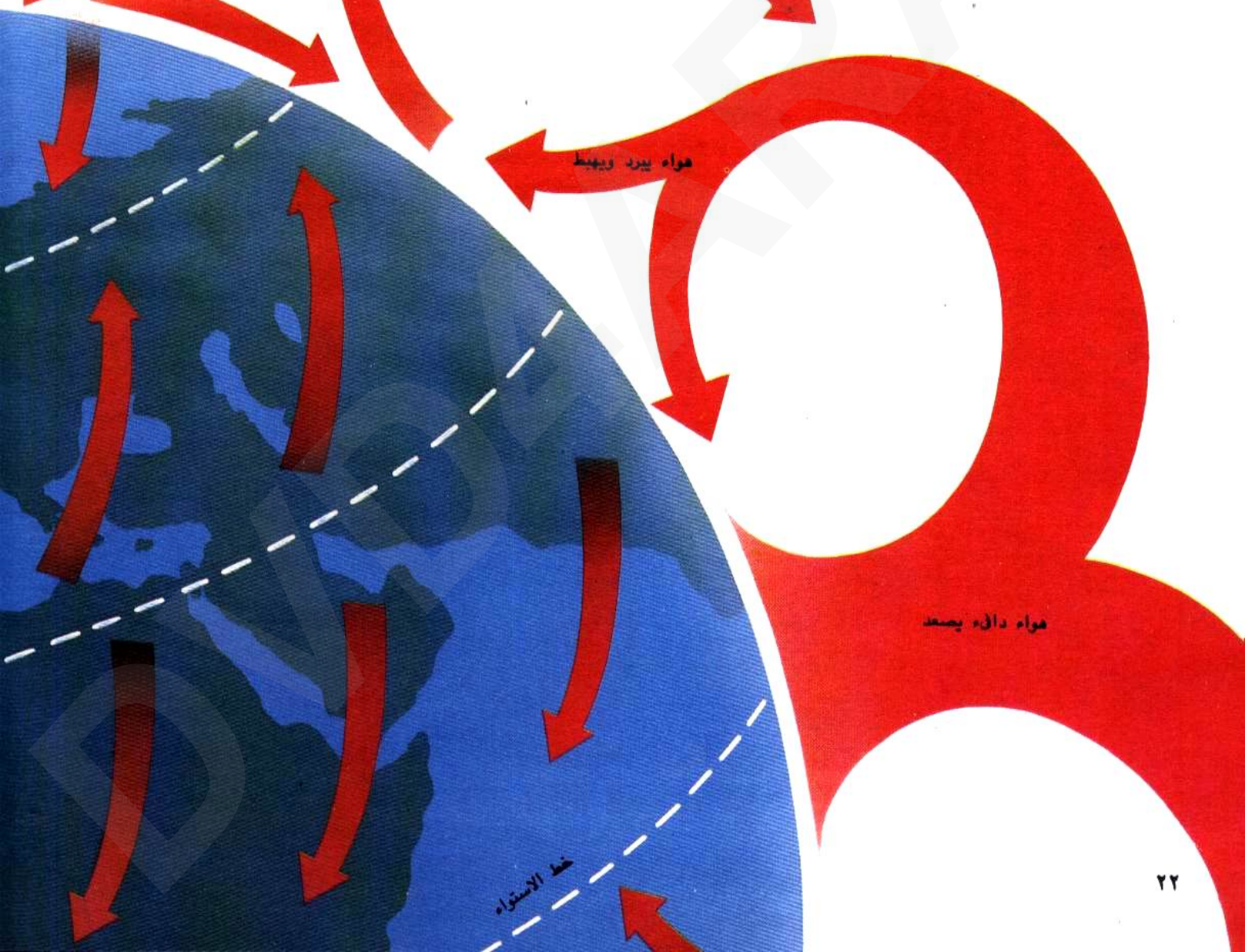
الجو في مرحلة التكوين

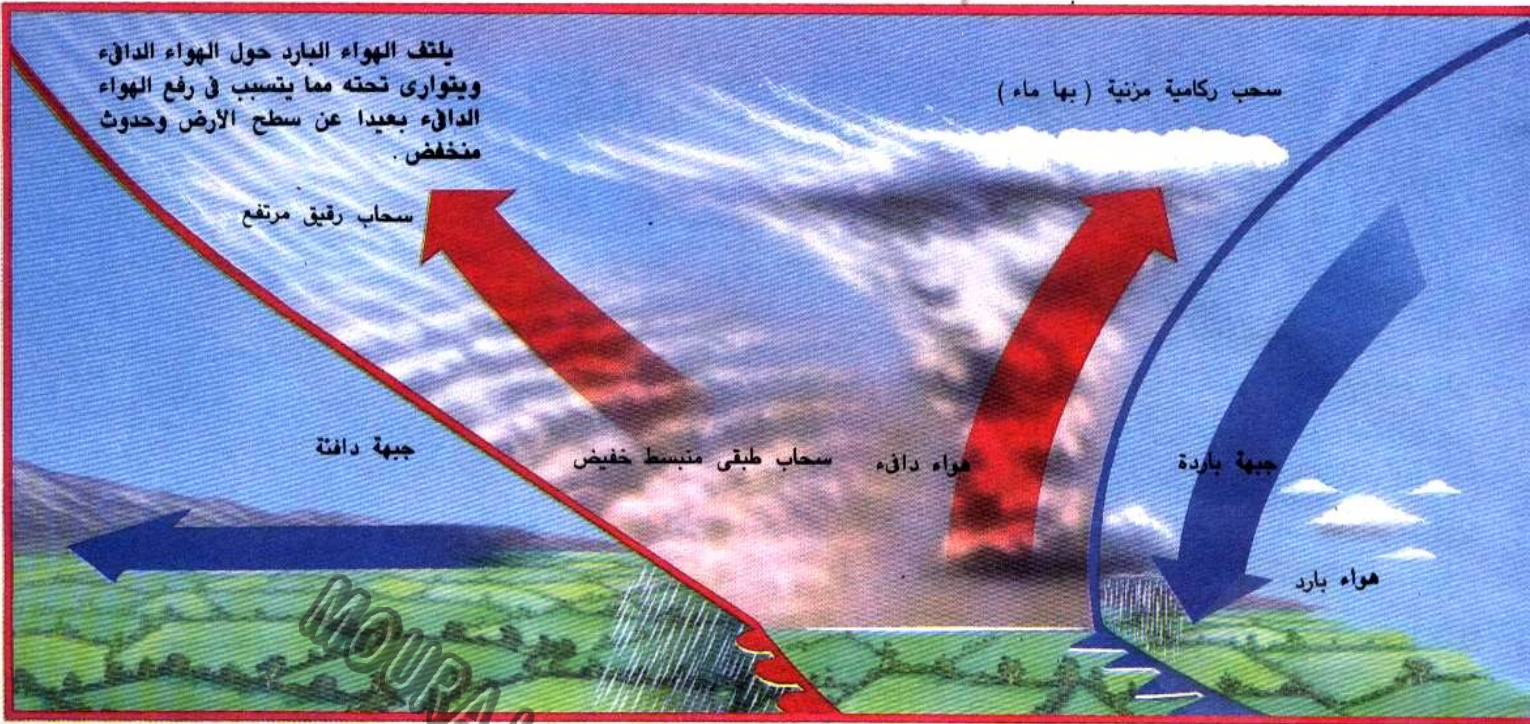
ان الحياة على ظهر الأرض ليست ممكنة الا بسبب طبقة الهواء التى تلتف حول الكرة الأرضية . وهى الطبقة التى نطلق عليها الغلاف الجوى . والغلاف الجوى هو الذى يحمينا من أشعة الشمس العنيفة ، كما أنه يمدنا بالهواء الذى نتنفسه . كما أنه يمدنا أيضا بالطقس الدائم التغير .

يعتمد الطقس على حركة الهواء التى نسميها رياحا . والسبب فى هذه الحركة هو التباين فى درجات حرارة الهواء ، فإذا سخن الهواء أو برد فانه يتحرك .

وهناك العديد من الأشياء التى تسبب الاختلاف فى درجات حرارة الهواء . فبعض أجزاء الكرة الأرضية تتلقى من حرارة الشمس أكثر مما يتلقى غيرها . ولأن الأرض منحنية ، فإن أشعة الشمس تكون أقوى مايمكن عند خط الاستواء .

يوضح الرسم المبين الى اليسار السبب وراء عدم انتظام التسخين الناتج عن اشعة الشمس فى كل أجزاء الكرة الأرضية . فلان الأرض كره ، فإن الأشعة تسقط مستقيمة عند خط الاستواء ، بينما تسقط مائلة عند القطبين ولهذا تنتشر الحرارة على مساحات أكبر .





تنشأ فترات عدم استقرار الجو المصحوبة بالأمطار ، والعواصف وأحيانا العواصف الثلجية عن وجود مراكز للضغط المنخفض للهواء تسمى منخفضات . وتحدث هذه المنخفضات عندما يتقابل هواء بارد قادم من القطبين مع هواء دافئ قادم من المناطق الاستوائية . وعندئذ يلتف الهواء البارد حول ظهر الهواء الدافئ وينتج عن ذلك ظهور منخفض .

أما عند الأقطاب الباردة فإن نفس الكمية من حرارة الشمس تنتشر على مساحات أكبر . ولهذا كان الهواء حول خط الاستواء أدفأ من الهواء الموجود حول القطبين . والهواء الدافئ يصعد الى أعلى . ويتحرك الهواء الصاعد عند خط الاستواء نحو كل من القطب الشمالي والقطب الجنوبي ، كما أنه يزداد برودة كلما تصاعد . ولهذا فإن بعض الهواء يهبط في جزء من الطريق نحو القطبين ويعود مرة أخرى الى خط الاستواء . مما ينشأ عنه حركة دورانية للهواء .

وهناك أيضا تحركات أخرى للهواء بين القطبين وخط الاستواء . وبالإضافة الى هذا فإن دوران الأرض نفسها يدفع الرياح نحو الغرب . وتعد خريطة توزيع الرياح هذه أكثر تعقيدا نظرا لأن سطح الأرض مكون من يابسة وبحار . فاليابسة تسخن أسرع من الماء ، كما أنها تفقد سخونتها بطريقة أسرع مما يخلق تباينا في درجات حرارة الهواء الواقع فوق مختلف أجزاء العالم ، ويؤدي بالتالي الى حركة الهواء . والفصول المتغيرة تضيف تعقيدات أخرى الى خريطة الطقس .

وتتسبب كل هذه الأمور في تحول كتل هوائية عظيمة فوق سطح الأرض . وهذه الكتل الهوائية المتجولة هي التي تؤدي الى ظهور الطقس المتغير . فهذه الكتل تتقابل مع بعضها البعض ، وتصعد وتهبط ، وهي تحمل بطبيعة الحال الأمطار . ويقوم الناس الذين يدرسون الطقس ويتكهنون بحالته ، بقياس درجة الحرارة والضغط وقوة الرياح واتجاهها ودرجة الرطوبة (أي كمية المياه التي يحملها الهواء) . وهم يرسمون خرائط للطقس ، ويقدمون تنبؤاتهم بمساعدة حاسبات آلية ضخمة .



يبين الرسم الواقع الى اليمين بعض التحركات الرئيسية للهواء حول الكرة الأرضية والتي تتسبب في خلق الطقس . فالهواء الدافئ الصاعد عند خط الاستواء يتحرك نحو القطبين الشمالي والجنوبي . وعندما يبرد الهواء في الغلاف الجوي الأبرد والمرتفع ، فإنه يهبط مرة أخرى وينسحب عائدا نحو خط الاستواء ، حيث يحل مكان الهواء الدافئ الصاعد . ويتجه هواء جديد من خط الاستواء نحو القطبين مكونا تحركات دورانية أخرى للكتل الهوائية . وبالإضافة الى هذا ، يؤدي دوران الأرض حول نفسها الى سحب الرياح نحو الغرب . وهناك تحركات أخرى للهواء تنشأ عن الاختلافات بين اليابسة والماء والاختلاف في درجة احتفاظ كل منهما بالحرارة . كما ان للفصول المتغيرة تأثيرا هاما على الكتل الهوائية الهائلة .

القارات تتزحزح

ان اليابسة لا تشغل سوى ربع سطح كوكبنا ، بينما يشغل البحر باقى المساحة ، ويقع أغلب اليابسة شمال خط الاستواء ، وهى مقسمة الى كتل تعرف « بالقارات » . على أنها لم تكن كذلك على الدوام . فمنذ أكثر من ٢٠٠ مليون سنة خلت ، حين بدأت الديناموسات الأولى فى الطواف بالعالم ، كانت اليابسة كلها متصلة ببعضها البعض على هيئة كتلة واحدة هائلة ، وقد أطلق على تلك الكتلة الهائلة من اليابسة اسم « بانجاي » . وقد أخذت كتلة البانجاي هذه تتحرك على مدار ملايين السنين ، وتفتتت لتكون القارات التى نعرفها الآن . وما زالت تلك الحركة مستمرة بمعدل يتراوح بين سنتيمتر واحد الى ١٢ سنتيمترا كل عام . وتسمى « زحزحة القارات » .

واذا قارنا أشكال سواحل غربى أفريقيا وشرقى أمريكا الجنوبية لوجدنا تطابقا تاما فيما بينها . ولو أننا طابقنا القارات ، ليس على خطوط الشطآن وانما عند الأرضفة القارية تحت البحر ، لوجدنا انطباقا أفضل فيما بين حوافها المشرشرة . (لكل القارات أرضفة تقع تحت البحر وتتحد منها الى الخارج) . وعلى هذا فأفريقيا وأفريقيا كانتا متصلتين معا فى وقت من الأوقات .

توضح الصورة التى الى اليمين ما يحدث داخل بركان . فكلما تعمقنا فى باطن الأرض ، تزداد الحرارة بشكل مطرد . وعند عمق يصل الى نحو ٣٠ كيلومترا تزداد الحرارة لدرجة ان بعض الصخور تنصهر ببساطة . وتسمى هذه الصخور المنصهرة ماجما (الصهارة) . ويندفع بعض من هذه الصهارة الى اعلى من خلال الشقوق والفجوات مكونة البراكين . والبراكين ذات انواع متعددة ، فبعضها يثور بهدوء وتنز منه الحمم او اللافا الى الخارج . وقد تنتشر هذه الحمم لمسافة عدة كيلومترات قبل ان تبرد وتتيبس . وتؤدى الحمم من هذا النوع تدريجيا الى ظهور جبال ذات ميل متدرج . اما البراكين المتفجرة فتقذف صخورا ممتزجة بالغازات والابخرة التى كانت حبيسة فى باطن الأرض .





منذ ٢٠٠ مليون سنة



منذ ٦٠ مليون سنة

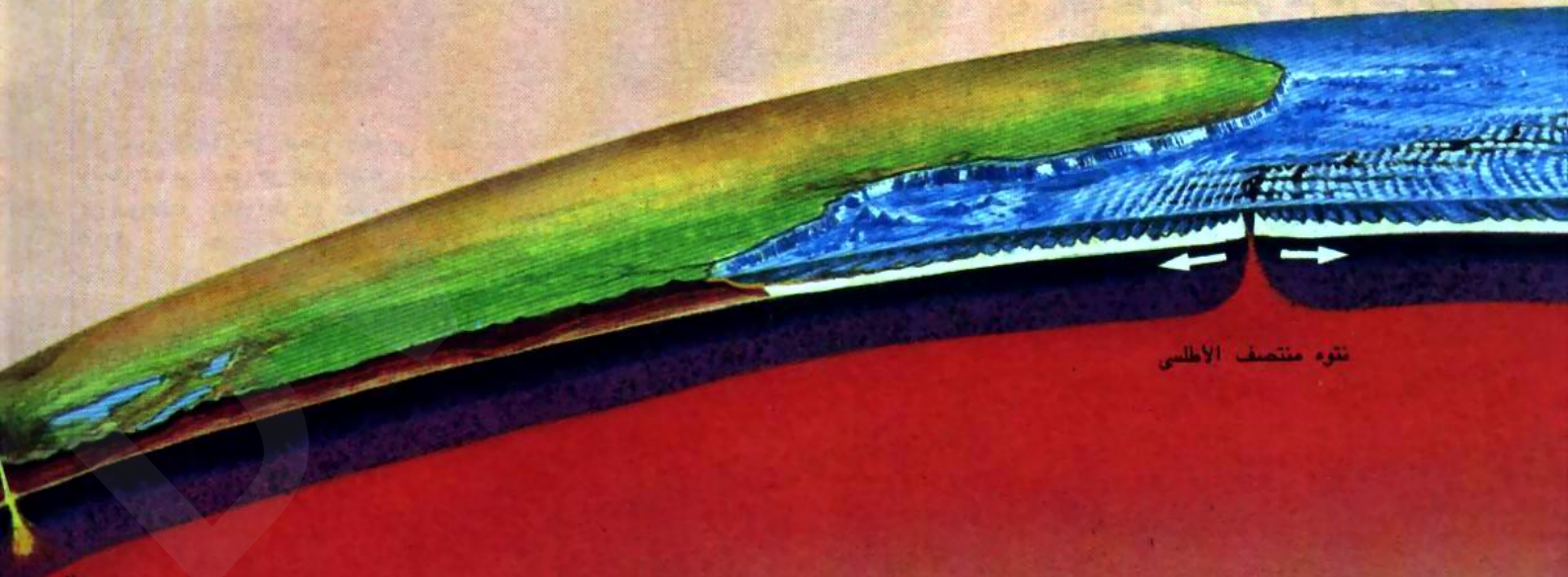


اليوم

ان القشرة الأرضية الموجودة تحت أقدامنا مكونة من نوعين رئيسيين من الصخور . فهناك كتل هائلة من صخور من نوع الجرانيت ، وهي مانسميه بالقارات ، وهي مطمورة في نوع أثقل من الصخور الحارة نصف السائلة . والقارات هي صفائح هائلة « تطفو » على صخور ساخنة تحتها . وهي تتحرك ببطء للغاية ، الا أن الكتلة الهائلة للصفائح تعنى أنها تتحرك بقوة ضخمة للغاية . وحين تتجه صفيحتان احدهما نحو الأخرى ، فإن القوة العظيمة للقائهما تدفع احدى الصفائح تحت الأخرى . وفي مثل هذا التصادم للصفائح ، فان سلاسل الجبال تدفع الى أعلى ببطء وقد يحدث زلزال .

لقد انتقلت القارات عبر الزمن مسافات شاسعة . وقد تمكن العلماء بفحص الحفريات التي تكونت في الصخور ، وبوسائل أخرى ، من معرفة تاريخ المناخ لمكان ما . فهم يعلمون مثلا أن القارة المتجمدة الجنوبية كانت تقع في وقت من الأوقات في المناطق الاستوائية . ومن الممكن أيضا التنبؤ بالتحركات المحتملة للقارات مستقبلا . فأفريقيا مثلا سوف تتزحزح نحو الشمال ، بحيث تغلق البحر الأبيض المتوسط ببطء . أما أستراليا فستواصل رحلتها نحو الشمال . وبدراسة اتجاهات المجال المغناطيسي الثابت في صخور من عصور مختلفة ، تمكن الخبراء من تتبع زحزحة صخور البترول في بحر الشمال في بريطانيا منذ الفترة التي كانت فيها هذه الصخور تقع جنوب خط الاستواء منذ ٤٠٠ مليون سنة مضت .

ان نظرية زحزحة القارات قد ساعدت أيضا على تفسير مدى القرابة بين حيوانات وجدت في أراضى تفصل بينها الآن آلاف الاميال من البحار .



نقطة منتصف الأطلسي

الصخور والمعادن



تتكون معظم الكرة الأرضية من الصخور . فالجبال والتلال مكونة من صخور . والتربة مكونة في معظمها من حبيبات دقيقة من الصخور . والأحجار والحصى ليست سوى قطع صغيرة من الصخور . وكل الصخور في القشرة الأرضية مكونة من مواد تسمى معادن . وهناك آلاف من المعادن المختلفة ، وهي ككل المواد مكونة من عناصر كيميائية . إلا أن هناك حوالي مائة عنصر فحسب - مثل الأوكسجين والحديد والكربون . ومعظم المعادن خليط من عناصر متعددة ، وإن كان قليل منها مكونا من عنصر واحد . فالماس مثلا هو صورة نقية من صور الكربون .

وأكثر العناصر شيوعا في القشرة الأرضية هما الأوكسجين والسيليكون . والكوارتز ، وهو أكثر المعادن انتشارا ، ليس سوى خليط من هذين العنصرين .

الأنواع الثلاثة للصخور

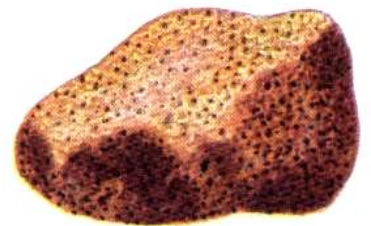
هناك أنواع ثلاثة رئيسية للصخور الموجودة في القشرة الأرضية ، وهي تسمى صخور نارية ورسوبية ومتحولة . وتتكون الصخور النارية من مادة ساخنة منصهرة مصدرها باطن الأرض . أما الصخور الرسوبية فتتكون من حبيبات دقيقة بما في ذلك بقايا حفريات الكائنات الميكروسكوبية التي عاشت في البحار منذ ملايين السنين . وعندما ماتت تلك الكائنات ، فإن أصدافها سقطت في قاع البحار وتراكمت ثم انضغطت حتى تحولت إلى صخور . والحجر الجيري والحجر الرملي والحجر الطباشيري كلها صخور رسوبية . أما الصخور المتحولة فقد تكونت نتيجة لتغير الصخور الموجودة فعلا بالحرارة أو بالضغط . فالرخام صخر متحول .



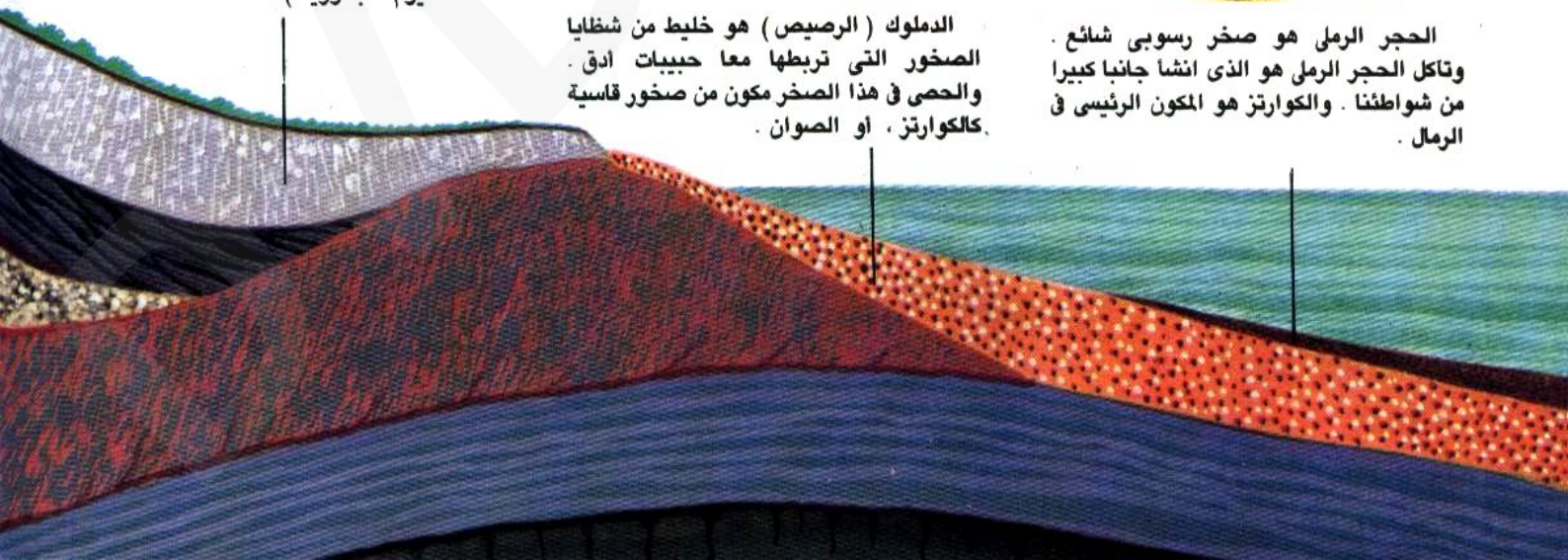
الطباشير هو حجر جيري طرى أبيض . وقد تكون كنوع من الطمي عند قاع بحر قديم . ويتكون الطباشير أساسا من أصداف دقيقة وبللورات من مادة الكالسيت (كربونات الكالسيوم البللورية) .



الدملوك (الرصيص) هو خليط من شظايا الصخور التي تربطها معا حبيبات أدق . والحصى في هذا الصخر مكون من صخور قاسية كالقوارتز ، أو الصوان .



الحجر الرملي هو صخر رسوبي شائع . وتاكل الحجر الرملي هو الذي انشأ جانبا كبيرا من شواطئنا . والكوارتز هو المكون الرئيسي في الرمال .



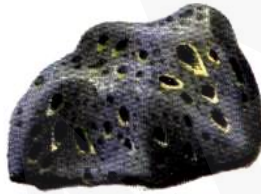


ان بصمات الحفريات الموجودة فوق الصخور القديمة تدل العلماء كثيرا عما حدث في الماضي . وهذه هي حفريات لنبات السرخس الذي كان يثبت منذ ٢٥٠ مليون سنة .

المعادن

يبين الاطاران المبيانان الى اليمين بعضا من المعادن الكثيرة التي توجد في القشرة الارضية . والمعادن التي توجد في الاطار الواقع الى أقصى اليمين تحتوى على فلزات . وتسمى المعادن التي تحتوى على كمية من الفلزات تسمح باستخراجها منها ، خامات . اما المعادن الموجودة في الاطار الواقع الى ادى اليمين فتشمل احجارا نصف ثمينة وجواهر . ولايحتوى معظمها على فلزات .

والمعادن المصورة هي : (١) ملاكيت وهو خام هام وجميل للنحاس : (٢) الجالينا وهو أهم خام للرصاص : (٣) الولفنتيت وهو خام مثير الألوان لفلز قيم هو الموليبدنم : (٤) الزنكيت وهو خام الزنك : (٥) بيريت الحديد وهو مايسمى بذهب الحمقى لأن لونه دفع المنقبين عن الذهب في الماضي الى الاعتقاد بأنهم عثروا على الذهب : (٦) العقيق ، وهو صورة جذابة من صور الكوارتز : (٧) بللورات الكوارتز : (٨) أميشت (حمضيت) وهو صورة أخرى للكوارتز ، ويستخدم بكثرة في صناعة المجوهرات : (٩) الماس وهو صورة نقية لأقصى حد من الكربون : (١٠) الزمرد ، وهو معدن معقد للغاية يحتوى على الزبرجد والألومنيوم . والمعادن الثلاثة الأخيرة مبينة في صورها المقطوعة والمصقولة ، كما ترى عادة على هيئة مجوهرات .



البازلت وهو حمم متبلورة خرجت وهي منصهرة من باطن بركان في وقت من الاوقات .

الاردواز هو صخر متحول شائع . واذا نظرت الى قطعة منه بدقة لتبينت علامات الضغط الهائل الذي أدى الى تكوينه .

الجرانيت هو أكثر الصخور النارية شيوعا . وهو يتكون اساسا من بللورات الكوارتز .

بركان



المناظر الطبيعية

يتغير سطح الأرض والمناظر الطبيعية التي نراها حولنا ببطء طوال الوقت . فالطر والشمس ، والرياح والجليد تفتت الصخور بشكل دائم . كما أن سلاسل الجبال العظيمة تبلى وتتآكل متحولة الى سهول منبسطة على مدى ملايين السنين . والصخور الصلبة تسحق وتتحول الى طين ، ويطلق على هذا التفتت والتآكل اسم التعرية .

ان المياه الجارية هي أهم قوة مؤثرة في تغيير اليابسة . فالطر يجرف التربة من على جوانب التلال ويغوص داخل الأرض لكي يظهر في مكان آخر على هيئة أنهار وجدول . وتندفع الأنهار لكي تقوم باقتطاع أجزاء من شطآنها وقاعها حاملة معها الأحجار والطمى الى أن تلتقي بها في البحار . وتجري الجدول أحيانا تحت سطح الأرض وتحفر الكهوف .

وتعمل عوامل التعرية أيضا في الصحراء . حيث تكوم الرياح الرمال السائبة على هيئة كثبان هائلة متحركة . وتلطم الرياح المحملة بالرمال الصخور العارية وتقوم بصقلها ونحتها في صور غريبة .

على أن تأثير التعرية لا يقتصر على مجرد تغيير صفحة الأرض ومناظرها ، فهي تكون التربة . فالتربة ليست سوى صخر سطحي تفتت تماما واختلط بالنباتات المتحللة .



يمكن رؤية بعض التأثيرات شديدة الغرابة للتعرية في الصحارى ، حيث تهب الرياح المحملة بحبيبات الرمال الحادة . وحين تلطم الرمال الصخور الثابتة ، فإنها تنحت الصخور مكونة اشكالا خيالية .

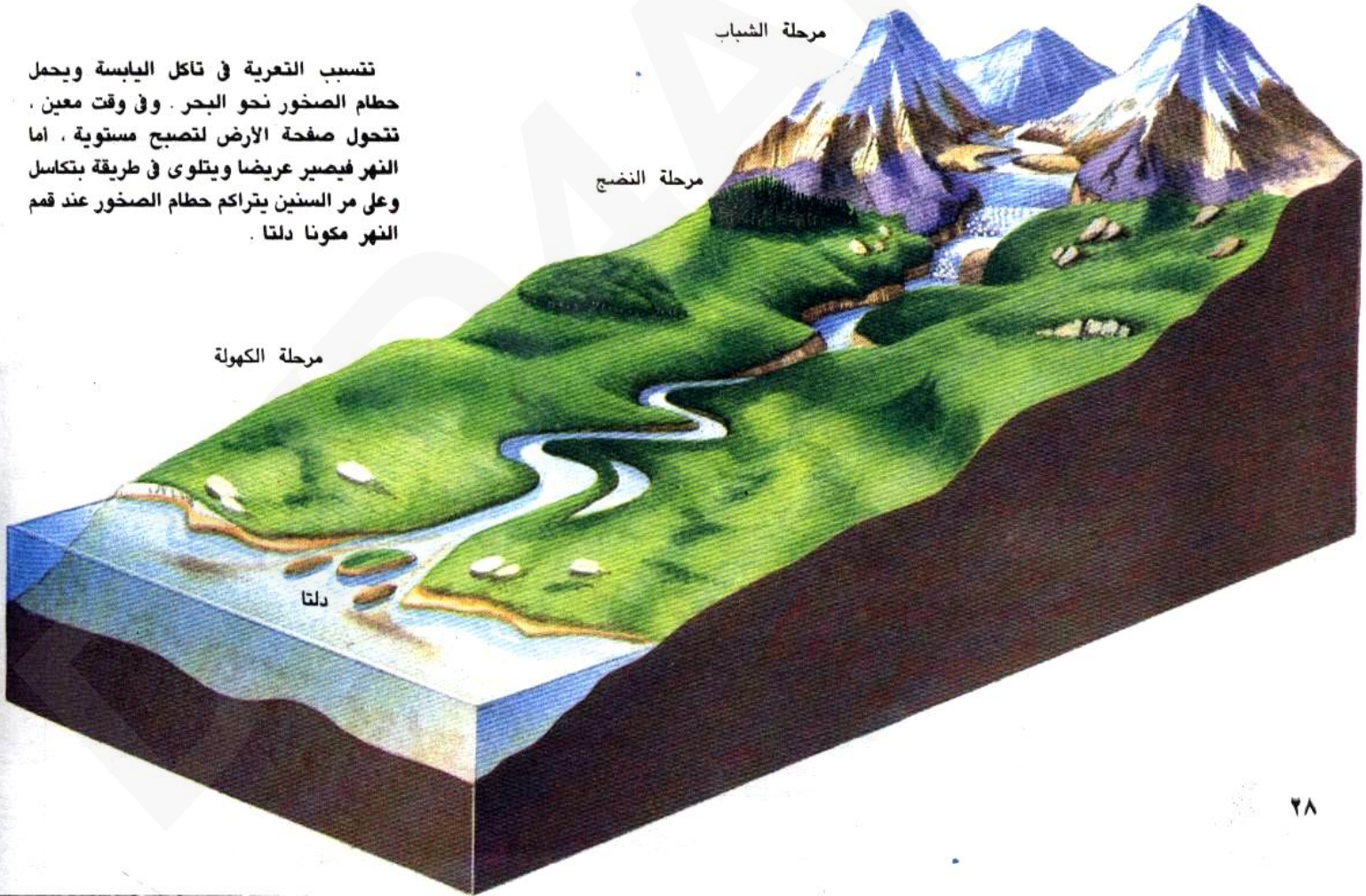
تسبب التعرية في تآكل اليابسة ويحمل حطام الصخور نحو البحر . وفي وقت معين ، تتحول صفحة الأرض لتصبح مستوية ، اما النهر فيصير عريضا ويتلوى في طريقة بتكاسل وعلى مر السنين يتراكم حطام الصخور عند قمع النهر مكونا دلتا .

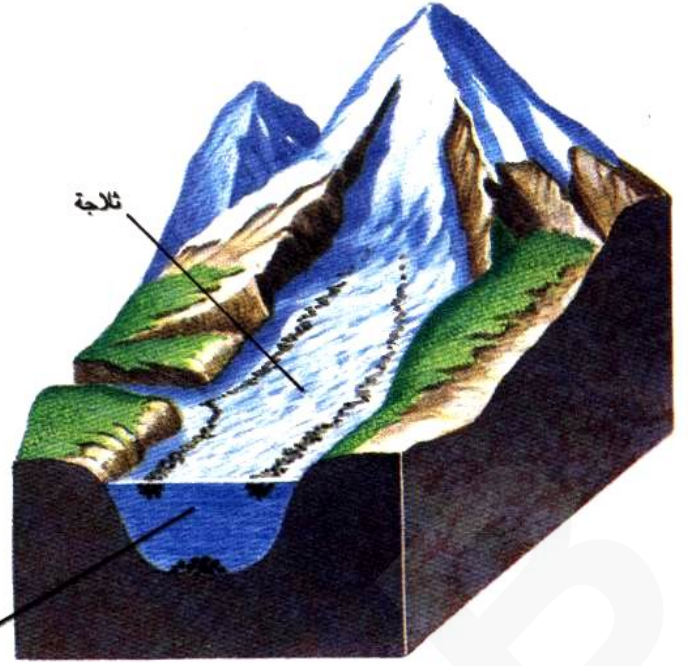
مرحلة الشباب

مرحلة النضج

مرحلة الكهولة

دلتا





خلال العصور الجليدية ، حولت الصخور المطورة في الثلجات بصورة راسخة الثلجة الى «ميرد» عملاق ينحت الصخور المحيطة بالثلجة ويحولها الى وادٍ سحيق .

وعندما انقضت تلك العصور حلت الأنهار الجبلية محل الثلجات .



تنسحب الموجات المتلاطمة في تآكل اليابسة ، وتكون جروفا شديدة الانحدار .



تتكون الشيطان الرملية من شظايا دقيقة نتجت عن تآكل الجروف والسواحل الصخرية .

تحطيم الجليد

يقوم الثلج في المناطق الباردة بدور هام في تشكيل المناظر الطبيعية ، أو صفحة الأرض . فالمياه الجارية على منحدرات الجبال تتسرب من خلال الشقوق داخل الصخور . فإذا تجمد الماء ، فإنه يتمدد بقوة كافية لأن تشطر الصخور الى أجزاء منفصلة . (يحدث نفس الشيء حين تتجمد المياه في الأنابيب في المنازل الواقعة في البلاد الباردة ، وتجعلها تنفجر) وهناك ملايين الأطنان من الصخور التي مزقتها الثلوج مبعثرة على المنحدرات الجبلية .

أنهار الجليد

يتراكم الجليد المتساقط عند القمم العالية للجبال مكونا ثلجا صلبا ، يبلغ سمكه أحيانا مئات الأمتار . وهذا هو ما يسمى بالثلجات ، أو الأنهار الجليدية التي تشق طريقها ببطء شديد نحو الوديان السحيقة بمعدل يصل الى متر في اليوم الواحد . والثلجات قوية للغاية ، فهي اذ تتحرك تجرف في طريقها الأحجار والحطام ، وتنحت قاع الوادي وجوانبه .

وبعدما انقضت العصور الجليدية ، فإن الأرض تغيرت الى حد كبير بفعل هذه الثلجات وتكونت وديان عظيمة على شكل الحرف U ، كما غطيت مساحات شاسعة من اليابسة بالأحجار والرمال والطمى ، التي حركتها أنهار الجليد .

البحر في مواجهة اليابسة

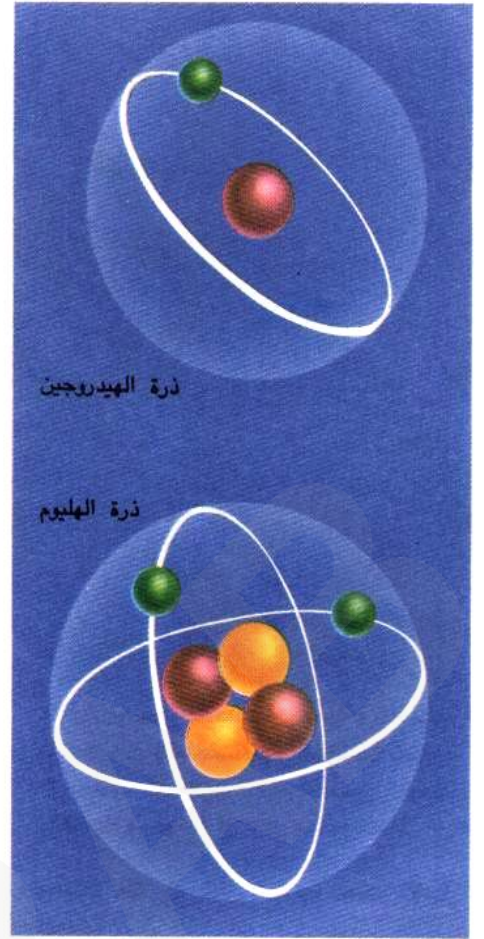
هناك صورة أخرى من صور التعرية يقوم بها البحر . فعند سواحلنا يأكل البحر الشواطئ بشكل دائم . بل انه يقطع في بعض الأماكن جروفا صخرية شديدة الانحدار . كما انه يحمل في أماكن أخرى الرمال والحصى على طول الساحل ثم يلقي بها على الشيطان ذات الانحدار الطفيف ، وبهذا تتكون شيطان الرمال والحصى . وقد تلقى الرمال أحيانا عند مدخل خليج ما حيث يتكون بالتدريج حاجز أو لسان يعزل الخليج عن البحر .

عالم من ذرات

يتكون كل شيء في الكون من ذرات . فالصخور ، والماء ، والهواء الذي نتنفسه ، والنبات ، والحيوان ، والناس كلها تحتوى ملايين وملايين من هذه الدقائق الصغيرة غير المرئية . وإذا وضعنا ثلاثين مليونا من الذرات ، احداها بجانب الأخرى لامتدت المجموعة على رأس دبوس فقط .

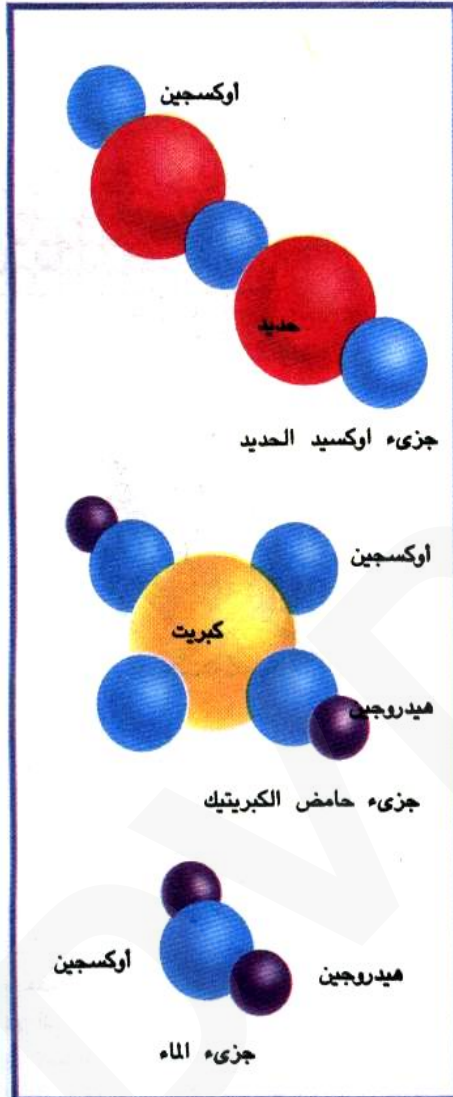
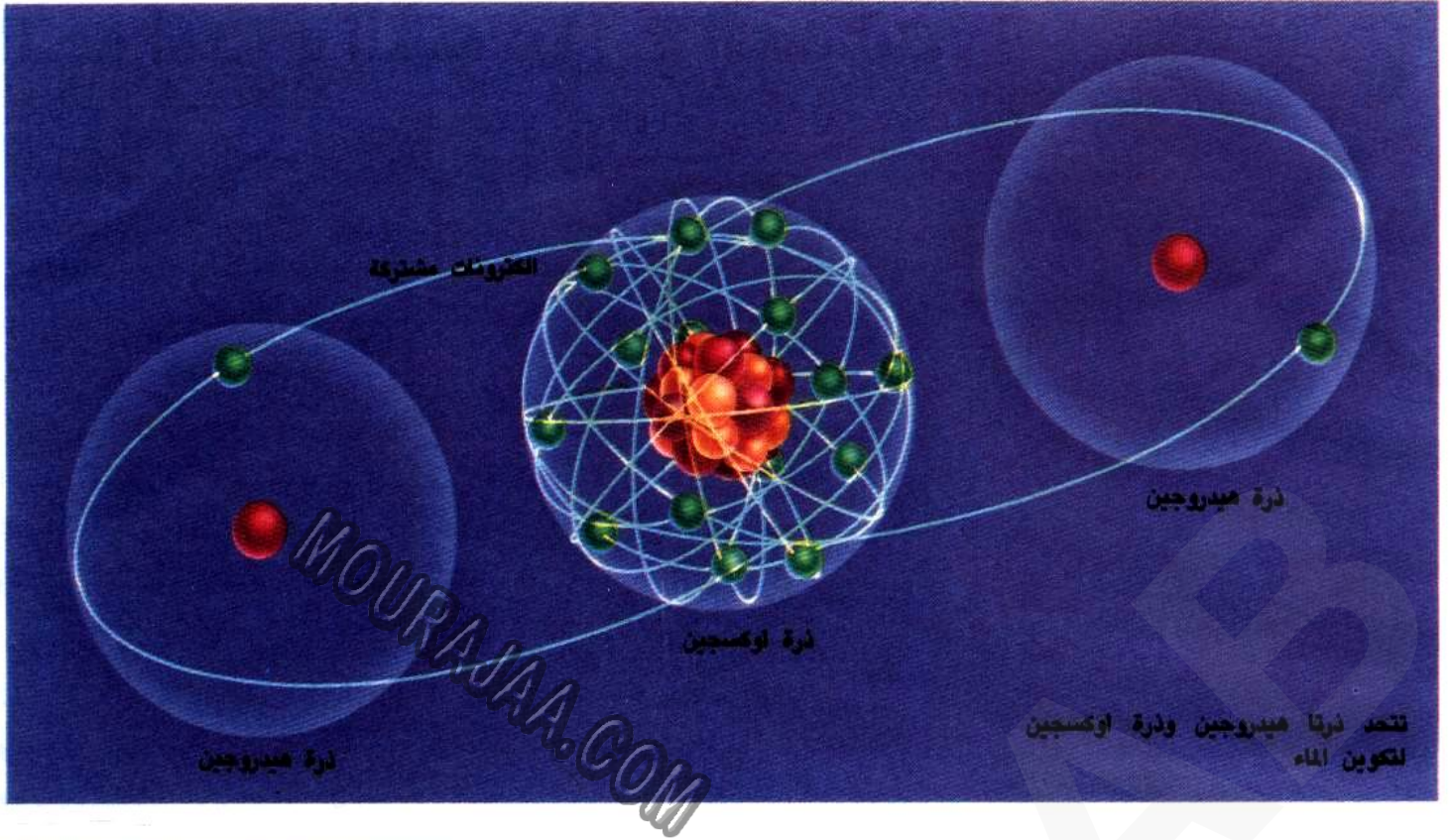
على أنه حتى الذرة الدقيقة للغاية مكونة من أجزاء أصغر منها . وأبسط الذرات على الإطلاق هي ذرة غاز الهيدروجين الخفيف . وعند مركز ذرة الهيدروجين يوجد جسم صلب دقيق جدا يسمى بروتون . ويدور حول هذا البروتون جسم أصغر منه بكثير هو الإلكترون . ويقوم الإلكترون الدوار بقطع بلايين الدورات في دورانه حول البروتون في جزء من مليون جزء من الثانية . وللبروتونات شحنة كهربائية موجبة ، أما الإلكترونات فلها شحنة سالبة .

أما الذرات الأخرى فهي أعقد بكثير جدا من ذرة الهيدروجين . فذرة غاز خفيف آخر وهو الهيليوم ، بها بروتونان ، وإلكترونان ، وجسيمان آخران هما النيوترونان ويوجدان عند مركز الذرة ، أو النواة مع البروتونين . وليس للنيوترونات أية شحنة كهربائية . وأكثر الذرات تعقيدا على الإطلاق هي ذرة اليورانيوم إذ أن بها ٩٢ الكترونا و ٩٢ بروتونا و ١٤٦ نيوترونا .



الذرات صغيرة جدا بحيث لو كانت إحدى الذرات في حجم ظفر إحدى الأصابع في يدك ، لكانت يدك كبيرة بدرجة تكفي لكي تمسك بها الكرة الأرضية .





العناصر

تتكون ملايين المواد في العالم من حوالى مائة من المواد البسيطة التى تسمى **العناصر**. فالذهب والفضة والنحاس عناصر، وكذلك الغازات كالهيدروجين والأكسجين. وكثيرا ماتتحد ذرات العناصر المختلفة معا مكونة بذلك مواد مختلفة تسمى **المركبات**. والملح الذى تضيفه الى الطعام مكون من ذرات عنصرى الصوديوم والكلور. وحين تتحد ذرتان من الهيدروجين مع ذرة واحدة من الأكسجين فان الناتج **جزء** واحد من الماء. والجزء هو أصغر جزء موجود من المادة.

ويتكون كل جزء من مادة ما من نفس العدد من الذرات، التى ترتبط معا على نفس النمط. والاختلاف الأساسى بين ذرات عنصر وآخر يكمن في عدد البروتونات الموجودة في النواة. فكل ذرة من ذرات الألومنيوم مثلا بها ١٣ بروتونا، أما ذرة الرصاص ففيها ٨٢ بروتونا. وإذا اكتسبت ذرة ما بروتونات أو فقدتها، فانها تصبح ذرة لعنصر مختلف. وعدد البروتونات في نواة ذرة ما يسمى **العدد الذرى للعنصر**.

وعلى الرغم من وجود نحو مائة عنصر، الا أن كل القشرة الأرضية تقريبا، والغلاف الجوى والمحيطات مكونة من ثمانية عناصر فحسب تقريبا. وهذه العناصر هى: الأكسجين - وهو أكثرها شيوعا - والألمونيوم، والسيليكون، والحديد، والكالسيوم، والبوتاسيوم، والصوديوم، والمغنسيوم. ويحتوى الكون بأسره على كميات من غاز الهيدروجين تفوق ما هو موجود من أى عنصر آخر، وذلك لأن النجوم مصنوعة من هيدروجين.

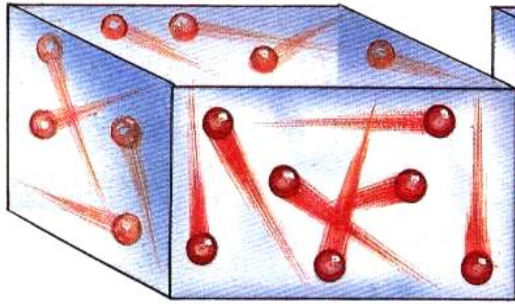
الجوامد والسوائل والغازات

حين يتحدث العلماء عن المادة ، فهم يعنون كل شيء في العالم . ويمكن تقسيم المواد جميعها الى ثلاث مجموعات : الجوامد مثل الحديد أو الخشب ، والسوائل مثل الماء والزيت ، والغازات مثل الهواء أو البخار . والتلج هو ماء جامد . وحين يسخن لينصهر يصبح ماء سائلا . فاذا سخن السائل الى مائة درجة مئوية ، فإنه يغلي ويصبح غازا - هو بخار الماء .

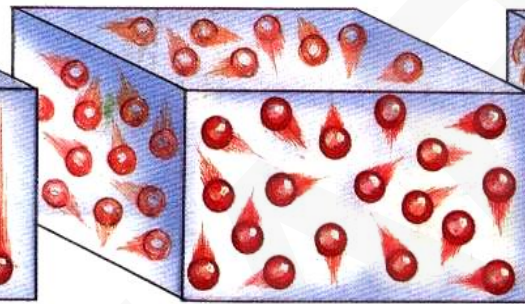
والجوامد تقاوم الشد والجذب اللذين من شأنهما تغيير الشكل ، ولذا تحتفظ الجوامد عادة بنفس الحجم والشكل ، بغض النظر عن المكان الذي توجد فيه . أما السوائل فليس لها شكل خاص بها . وهى لهذا تتخذ شكل الوعاء الذي تصب فيه . والغازات لا تحتفظ بشكلها أو بحجمها . إذ تتمدد لى تملأ تماما أى حيز توجد فيه .

والسبب وراء أن المواد المختلفة تسلك طرقا مختلفة يكمن في الذرات الدقيقة التي تكونها . فالحديد يختلف عن الذهب لأنه مكون من نوع مختلف من الذرات . والطريقة التي تترتب بها الذرات جنبا الى جنب هى التي تقرر ما اذا كانت المادة ستصبح جامدة ، أو سائلة أو غازية .

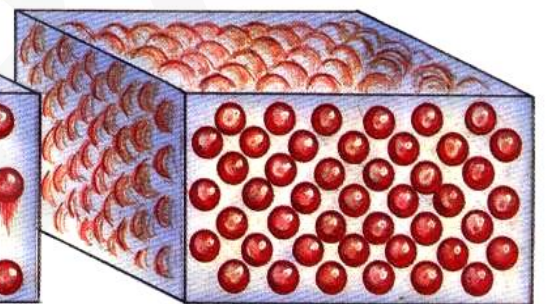
الماء سائل غريب . فهو واحد من الأشياء القليلة التي تصبح اكبر (تتمدد) حين تتجمد . وهذا هو السبب وراء طفو جبال الثلج بالرغم من أن معظمها مغمور تحت السطح .



غاز



سائل



جامد



حين تتحرر الغازات فإنها تتمدد الى الأبد



السوائل متماسكة ، ولكنها تتخذ شكل الوعاء



يحتفظ الجامد بشكله

وتسمى هذه العملية البخر . وإذا استمر التسخين ، تهرب الجسيمات بسرعة أكبر بدرجة تجعل السائل يصدر فقاعات . وهذا ما يسمى بالغليان . وحين يغلي الماء ، فإنه يتحول الى غاز غير مرئي وهو البخار .

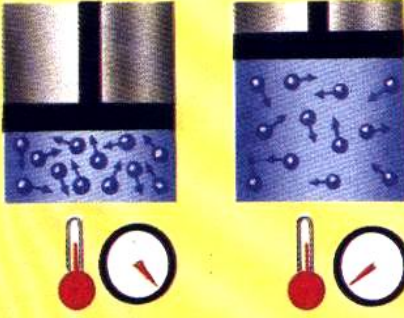
وحين يسخن جسم جامد ، فإن حركة الذرات بداخله تتزايد الى أن تكون سائلا . والذرات تتحرك متباعدة عن بعضها البعض ، إلا أنها لا تفلت من بعضها البعض تماما . فاذا استمر تسخين السائل ، فإن الجسيمات الموجودة فيه تتحرك أسرع فأسرع . وبعد فترة تصل السرعة الى الحد الذي يجعل الجسيمات تهرب من سطح السائل وتكون غازا .

يتوقف مدى جمود شيء ما على مدى احكام رص الذرات وترتيبها داخل هذا الجامد . ففي الجسم الجامد ، تكون الذرات قريبة جدا من بعضها البعض ومثبتة في أماكنها . ولهذا كان من الصعب على الجسم الجامد أن يغير من شكله أو حجمه . أما في السوائل ، فإن الذرات مترامصة بشكل أقل احكاما ، ويمكنها أن تتحرك قليلا .

الغازات

السوائل

الجوامد



تسلك الغازات مسلكا يختلف تماما عن الجوامد والسوائل . فهي أخف صور المادة وأكثرها قدرة على الحركة . ويمكن تحويل أى مادة على سطح الأرض الى غاز اذا سخنت الى ما فوق درجة غليانها . فالحديد يتحول الى غاز اذا سخن الى درجة 2900°C . ودرجة حرارة الشمس من الكبر بحيث أن كل المادة التى بها فى الحالة الغازية .

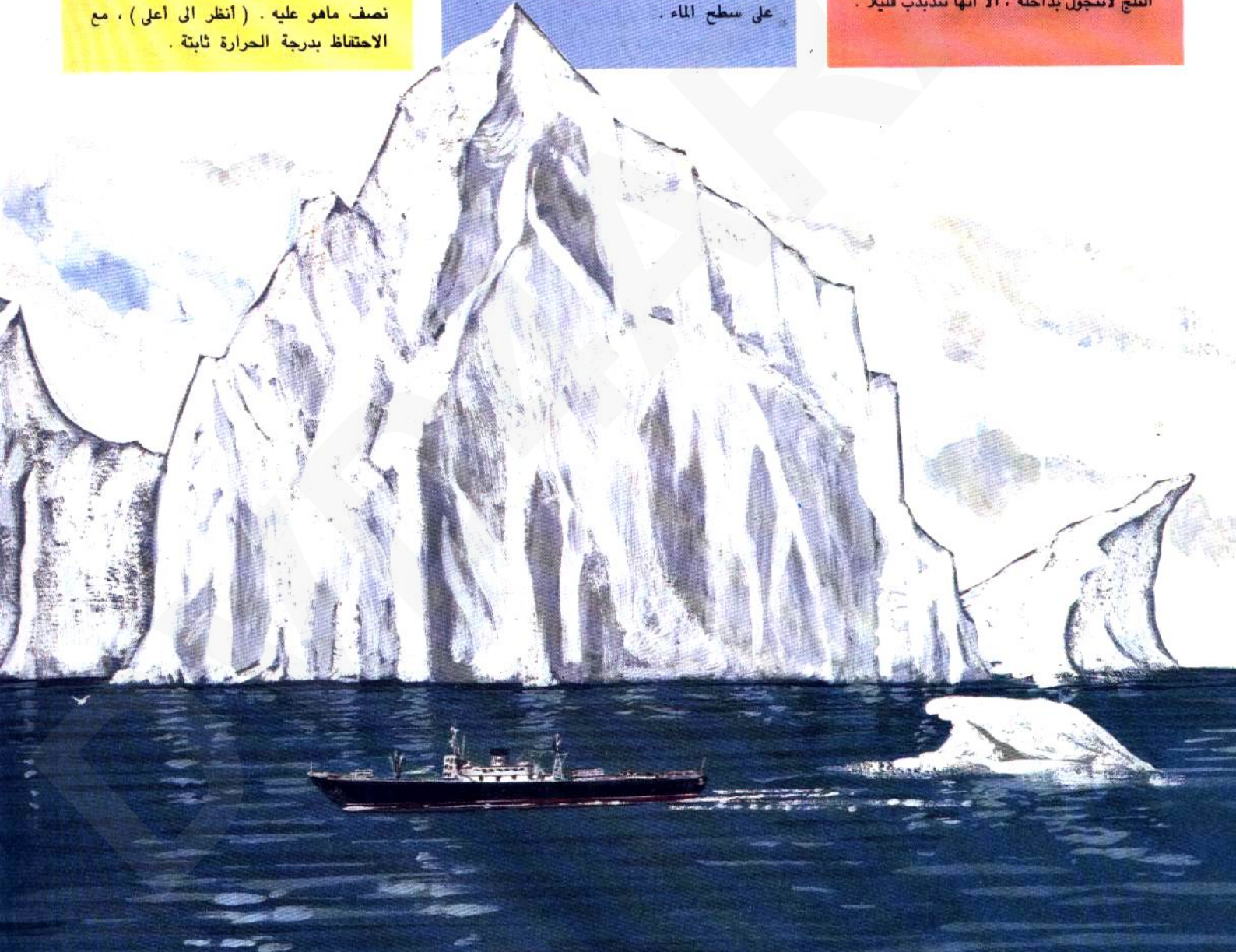
يتكون كل غاز من جزيئات تتطاير هنا وهناك وتتصادم مع بعضها البعض . ويتضاعف ضغط كمية معينة من الغاز اذا صار حجمها نصف ما هو عليه . (انظر الى أعلى) ، مع الاحتفاظ بدرجة الحرارة ثابتة .

بعض المواد كالماء ، والزيت ، والزئبق الفلزى هي سوائل فى درجة حرارة الغرفة العادية . والسائل يشبه الغاز فى أن ذراته وجزيئاته ليست مثبتة الى بعضها البعض بأى شكل محدد . ومع ذلك فالسائل يشبه الجسم الجامد لأن له حجما محددا .

وكثيرا ماتتجذب جزيئات السائل الى جزيئات المواد الأخرى . وهذا التجاذب أكبر من تجاذب جزيئات السائل المتجاورة فيما بينها . ولهذا ترتفع السوائل داخل الأنابيب الضيقة فيما يسمى بالخاصية الشعرية . وللماء أيضا « جلد » أو سطح خارجى يسمى « التوتر السطحي » ، وهو السبب الذى يجعل بعض حشرات البرك قادرة على السير على سطح الماء .



ليست الجوامد جامدة الا بسبب الطريقة التى تنتظم بها ذراتها وجزيئاتها . فالثلج ، والماء ، والبخار لها جميعا نفس الشكل من وجهة النظر الكيميائية - فجميعها تحتوى على نفس النوع من الذرات والجزيئات . ويمكن الاختلاف فى حركة الجزيئات . ففي الجليد ، تكون الجزيئات ممسوكة بشدة فى نمط محدد - أو ما يسمى بشبكة بللورية - بواسطة قوى كبيرة من الجزيئات المتجاورة . والثلج عبارة عن كتل من البلورات الجليدية الجميلة ، لكل منها ستة أوجه ولايتشابه اثنان منها (انظر الى أعلى) . وعلى الرغم من أن الجزيئات داخل الثلج لا تتجول بداخله ، الا انها تتذبذب قليلا .



الحرارة - الجزيئات في حالة الحركة

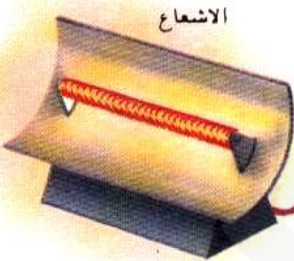
ماهى الحرارة ؟ يقول العلماء : انها صورة من صور الطاقة - وأنها طاقة الذرات والجزيئات المتحركة ، التى يتكون منها كل شىء . وما دامت الجزيئات والذرات في حالة حركة دائمة ، فان حرارة أى شىء انما هى مقياس لمدى سرعة تلك الذرات والجزيئات . فكلما أسرع في حركتها كان الجسم أكثر سخونة .

وتقاس الحرارة بالترمومترات . فالماء يغلي حين يشير الترمومتر الى الرقم ١٠٠ على التدريج المئوى ($^{\circ}\text{C}$) ، وهو يتجمد عند الصفر المئوى . وتستخدم أجسادنا الطعام الذى نأكله كوقود يحفظ درجة حرارتنا عند 37°C تقريبا . على أن الحرارة ودرجة الحرارة ليست شيئا واحدا . فاذا وضعنا وعاءين على الموقد ، وكان أحدهما مملوءا بالماء ، والآخر به كمية ضئيلة من الماء ، فان الوعاء المملوء سيستغرق وقتا أطول ليغلي . ويعنى هذا أن كمية أكبر بكثير من الحرارة لابد وأن تعطى للوعاء المملوء لكى يصل الوعاءان لدرجة 100°C .

الحمل



الاشعاع



التوصيل



تنتقل الحرارة من مكان الى آخر بثلاث طرق مختلفة ، وهى الحمل والاشعاع والتوصيل

الحمل ينقل الحرارة وذلك بنشرها في تيارات الحمل . فسخان الغرفة مثلا ، يدفئ الهواء الذى حوله . فيتمدد هذا الهواء ويرتفع ليحل محله هواء ابرد . ثم يسخن هذا الهواء الجديد الأكثر برودة ويصعد . ويعنى هذا وجود تيار دائم من الهواء الذى يحمل الحرارة الى كل أرجاء الغرفة . وتحدث تيارات الحمل في السوائل ايضا (الى اليسار) .

تنتقل الحرارة خلال الفراغ بواسطة الاشعاع ، فحين يصير جسم ما ساخنا . تصدر ذراته وجزيئاته المتحركة موجات غير مرئية من الطاقة المشعة . وتسمى هذه الموجات ايضا الاشعة تحت الحمراء . والحرارة التى تصلنا من الشمس انتقلت اليها بالاشعاع بسرعة الضوء . ومن هنا فان موجات الحرارة وموجات الضوء هما نفس الشئ تماما . فيما عدا اختلاف اطوال موجاتهما .

التوصيل هو انتقال الحرارة خلال المادة أو من جسم الى آخر اذا تلامس الجسمان . فاذا وضعنا احد طرفي ملعقة معدنية في ماء يغلي . فان يد الملعقة سرعان ماتصبح اسخن من أن يمكن مسكها . فقد انتقلت الحرارة من الماء خلال الملعقة بالتوصيل . وبعض المواد كالفلزات موصلات جيدة . أى توصيل الحرارة بسهولة . والبعض الآخر مثل الخشب موصلات رديئة .

الى اليمين : مثال للمدى الهائل لدرجات الحرارة الموجودة في الكون

مركز الشمس ١٥٠٠٠٠٠٠ درجة مئوية ($^{\circ}\text{C}$)

سطح الشمس 5500°C

انصهار الحديد 1540°C

الجانب المضيء بأشعة الشمس من عطارد 375°C

اشتعال الورق 284°C

غليان الماء 100°C

أشد المناطق حرارة على الأرض 57.7°C

تجمد الماء صفر 0°C

أبرد درجة حرارة على الأرض -88.3°C

اسفلق الهواء -200°C

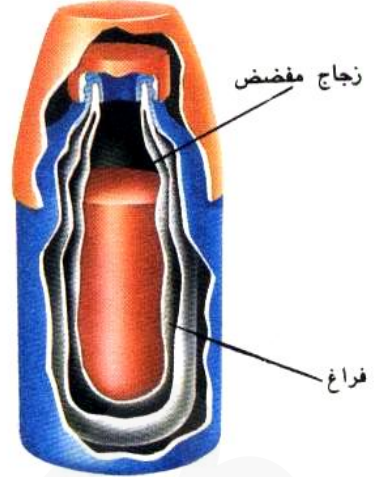
الصفر المطلق -273.15°C

ساخن وبارد

يبدأ الصلب في الانصهار عند درجة حرارة 1500°C تقريبا ، ولكن هذه الدرجة باردة جدا اذا قورنت بحرارة الشمس . وتبلغ درجة حرارة باطن الشمس حوالى 15 مليون درجة . بل ان نجوما أخرى أسخن من ذلك بكثير . ويبدو أنه لحدود لدى السخونة الممكن حدوثها .

أما البرودة فشيء مختلف . ذلك أن أبرد مكان على سطح الأرض تبلغ درجة حرارته -88°C (أو -88°C تحت الصفر) . على أن الترمومتر لابد وأن يهبط الى -183°C قبل أن يبدأ الهواء في التجمد . وعند -273°C نكون قد وصلنا الى الصفر المطلق . وعند هذه الدرجة يكون كل شيء صلبا متجمدا . ولن يتحرك أى شيء . وحتى الذرات ستتوقف عن الحركة . الا أنه من المستحيل الوصول الى درجة الحرارة تلك .

ان كل شيء تقريبا يزداد حجمه حين يسخن . فاذا وضعت ترمومترا في ماء ساخن ، فإن ذرات الزئبق تتحرك أسرع وأسرع وتشغل بهذا حيزا اكبر ، ولهذا يتمدد الزئبق ويتحرك الى أعلى داخل ساق الترمومتر .



تحتفظ القارورة المفرغة بالأشياء ساخنة او باردة لفترة طويلة من الوقت . فالفراغ بين الجدران المزدوجة للقارورة يمنع فقد الحرارة بالتوصيل . كما ان الوعاء قد فُضض ليساعد في منع فقد الحرارة بالاشعاع .

يرتدى الاطفائي حلة خاصة حتى يتمكن من السير خلال اللهب دون أن يصاب بأذى . وتصنع هذه الحلة من مادة الاسبستوس ، وهي مادة رديئة التوصيل جدا للحرارة . و سطح الحلة المفضض يعكس الحرارة بعيدا عنه .

MOURAJAA.COM

الشريحة ثنائية المعدن



يستغل الترموستات (وهو مثبت الى لدرجة الحرارة) حقيقة أن بعض المواد تتمدد وتنكمش أكثر من البعض الآخر حين تسخن . والترموستات يستخدم في مجموعات التسخين ، كالمواقد والمكاوي لكي يسمح بالتسخين حين تنخفض درجة الحرارة أكثر من اللازم ، ويوقف التسخين مرة ثانية عند الوصول الى درجة الحرارة المطلوبة . وتستخدم أيضا في المبردات (الثلاجات) .

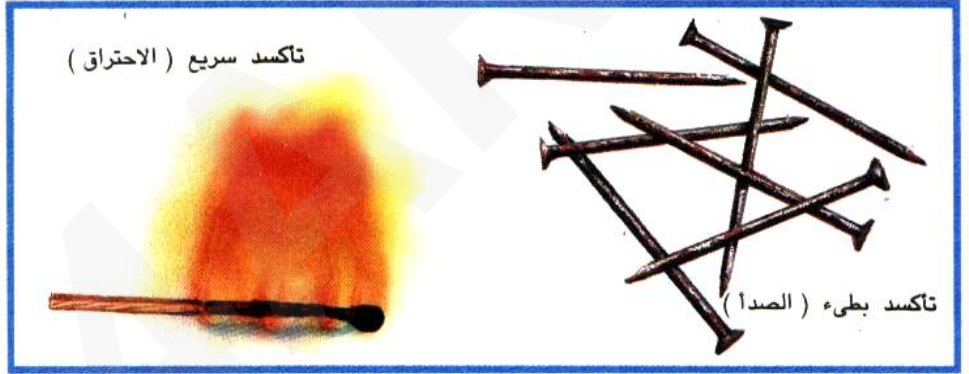
ولكثير من الترموستات شريحة ثنائية المعدن مصنوعة من معدنين مختلفين كالنحاس الأصفر والحديد وقد ثبتا معا . وعندما ترتفع درجة الحرارة ، يتمدد النحاس الأصفر أسرع من الحديد ، مما يجعل الشريحة تنحني الى أعلى . فينقطع الاتصال الكهربائي ، ويتوقف تيار التسخين عن السريان . وعندما تبرد الشريحة مرة ثانية ، فإن النحاس الأصفر ينكمش حتى يصير للمعدنين نفس الحجم مرة أخرى . فيتم الاتصال الكهربائي ويسرى التيار من جديد .

التفاعلات

الكيميائية

الكيمياء هي دراسة المواد . وهي تبحث في مكوناتها وكيفية تفككها واتحادها مع مواد أخرى . وكل شيء حولنا مصنوع من مواد كيميائية . فالماء الذي نشربه ، والملح والسكر الذي نأكله ، كلها مواد كيميائية . والبروتين أيضا الذي يكون معظم النباتات والحيوانات هو الآخر مادة كيميائية .

وهناك مايزيد على مائة مادة كيميائية أساسية تسمى **العناصر** . وكل المواد مبنية من هذه العناصر . والحديد ، والأوكسجين ، والكربون ، والذهب ، والفضة كلها عناصر . والعناصر بدورها مبنية من ذرات دقيقة . ولكل عنصر نوعه الخاص من الذرات التي تختلف عن ذرات جميع العناصر الأخرى . وعندما تتحد ذرات عنصرين أو أكثر من العناصر المختلفة ، فإنها تكون مركبا كيميائيا . فالماء مركب من عنصرى الهيدروجين والأوكسجين . إذ تتحد ذرتا هيدروجين مع ذرة واحدة من الأوكسجين ليكونوا جزيئا واحدا من الماء .



وبعض المركبات معقد للغاية . فكل جزيء من جزيئات السكر مثلا ، يحتوى على ٢٢ ذرة هيدروجين ، و ١١ ذرة أوكسجين ، و ١٢ ذرة كربون . وللسكر والنشا والكحول جميعا ، جزيئات تحتوى على الهيدروجين والأوكسجين والكربون ولكن بنسب متفاوتة . واختلاف النسب هذا هو الذى ينتج ثلاث مواد مختلفة .

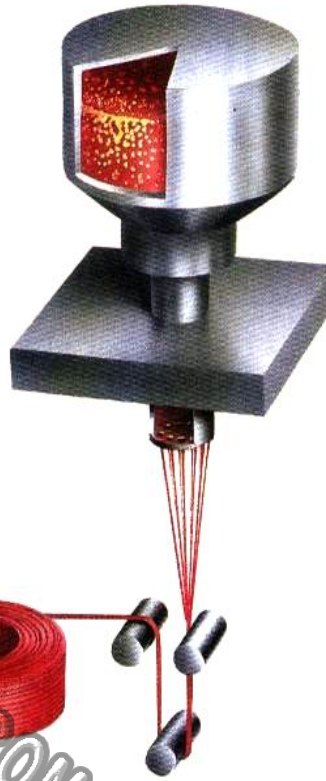
ويستخدم الكيميائيون رموزا لتسمية المواد . وتبين الصيغ الكيميائية العناصر التي تتكون منها المواد . فرمز الهيدروجين مثلا هو H أما رمز الأوكسجين فهو O وصيغة الماء H_2O .

ويستخدم العالم الحديث اليوم كميات هائلة من الكيماويات . فأنواع الصابون المختلفة والمنظفات الصناعية ، والأصبغ والأحماض ، وأنواع اللورنيس ، والألياف الصناعية والمتفجرات . كل هذه الأشياء وآلاف أخرى غيرها هي نواتج الصناعات الكيميائية الشاسعة .

حين يحترق شيء ما بسرعة كبيرة حقا ، فإننا نقول انه «ينفجر» . وقوة التفجير في الألعاب النارية (الى اعلى) تنشأ عن الاحتراق السريع للبارود . والبارود هو مسحوق مكون من الكبريت ، وملح البارود (نترات البوتاسيوم) ، والفحم النباتي . وحين يحدث انفجار ، فإن مقدارا ضئيلا من المتفجرات كالبارود تحترق في ومضة واحدة وتتحول الى كمية ضخمة من الغاز الساخن . وهذا الغاز الساخن نفسه هو الذى يدفع بالصواريخ في الهواء . اما الألوان البراقة للألعاب النارية ، فسببها بعض الاملاح الفلزية التي تضاف اليها . فاملاح الكالسيوم تعطي لونا احمر ، والصوديوم يعطي لونا اصفر ، والباريوم يعطي لونا اخضر ، اما النحاس فيعطي لونا ازرق واخضر .



مسكبة الألياف
الصناعية (المغزال)



خيوط النايلون

تتكون الألياف التي من صنع الإنسان من بوليمرات وفي صناعة النايلون ، يصهر البوليمر ثم يدفع خلال ثقب رفيعة لصنع خيوط النايلون . وعند خروج النايلون من الثقب فإنه يبرد ويتصلب . وغالبا ماتضفر الخيوط الدقيقة معا لصناعة خيط أقوى وامتن (انظر الى اليمين) . والصورة العليا تبين كيف يدفع النايلون خلال الثقب في مسكبة الألياف الصناعية (او المغزال) .



البوليمرات هي اسم يطلق عادة على المواد التي تتكون من سلاسل طويلة من ذرات الكربون . والقطن عبارة عن بوليمر طبيعي لأن البافه مصنوعة من بوليمر يسمى سليولوز . والسليولوز مركب كيميائي ذو سلاسل طويلة من ذرات الكربون . ويصنع الكيميائيون في الوقت الحاضر كثيرا من البوليمرات الصناعية . فجزينات

الاحتراق البطيء والسريع

الأوكسجين هو أكثر العناصر توافرا في الطبيعة . وعلى الرغم من أنه غاز لانستطيع أن نراه ، الا أنه مسئول عن نحو نصف وزن أغلب الصخور والمعادن . كما أنه يمثل خمس الهواء الذي نتنفسه ، وتحتاجه كل الكائنات الحية تقريبا .

والأوكسجين نشيط جدا من الناحية الكيميائية . فهو يتحد مع كثير من العناصر الكيميائية الأخرى مكونا عددا كبيرا جدا من المركبات ، التي تسمى أكاسيد . والأكسدة هو اسم العملية الكيميائية التي تنشأ عنها هذه المركبات . وتحدث الأكسدة البطيئة حين يوجد الحديد في جوبه هواء رطب . فينشأ أكسيد الحديد ، الذي نسميه الصدأ . وحين يتحد الأوكسجين مع عنصر آخر بسرعة ، فان الضوء والحرارة ينبعثان . ونسمى الأكسدة السريعة اشتعالا أو احتراقا .



الاحماض هي مواد تغير لون ورق عباد الشمس الى الاحمر . والاحماض والقواعد يعادل كل منهما الآخر - اي يلاشى كل منهما الآخر تماما . والقواعد التي تذوب في الماء تسمى قلويات . وعندما تتعادل قاعدة مع حامض ، فان الناتج يكون نوعا من الاملاح وماء فقط . واذا تناولنا محلولاً من هيدروكسيد الصوديوم (وهو قاعدي) واضفنا اليه حامض الهيدروكلوريك بكمية مناسبة ، فان النتيجة هي التعادل وظهور كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) والماء (انظر لأعلى) .

الحديد والصلب

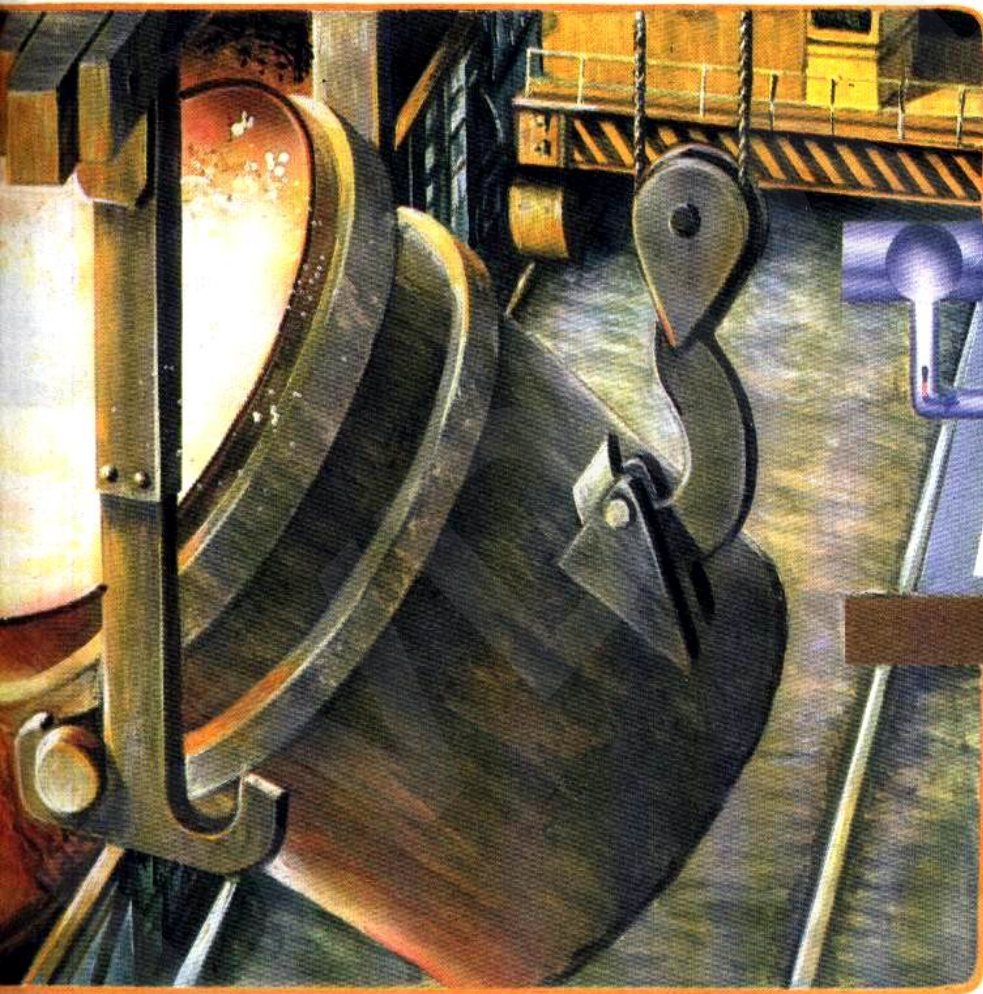
تخيل عالمنا وقد أصبح بلا معادن - لاسيارات ولا عملات ولا أوعية للطعام ولا أدوات أو آلات معدنية . ببساطة ان المدنية التى نعيشها لم تكن لتوجد بدون الفلزات والمعادن . والفلزات تنبع فائدتها من تلك الصفات الهامة التى تتمتع بها ولا توجد فى المواد الأخرى . وتختلف الفلزات فيما بينها كثيرا من حيث المظهر وطريقة السلوك ، الا أن معظمها فضى اللون وثقليل بدرجة محسوسة . وكثير منها براق ويوصل الحرارة والكهرباء بشكل جيد . وأغلب الفلزات يمكن سحبه على هيئة أسلاك دقيقة ، أو طرقه ليصبح صفائح مستوية . على أن قليلا من الفلزات مختلف . فالبعض ليس قسويا - كالذهب والنحاس مثلا . والبعض الآخر خفيف تماما - فالبوتاسيوم قادر على الطفو فوق الماء . والزئبق يوجد فى الحالة السائلة عند درجات الحرارة العادية .

ويطلق لفظ « المعادن » أيضا على أى خليط من المعادن المختلفة . وهذه الخليط هي السبائك مثل النحاس الأصفر ، والبرونز ، والبيوتر (وهو سبيكة من القصدير والرصاص) . ويطلق على السبائك والمعادن (الفلزات) الأخرى التى لاتحوى حديدا اسم الفلزات اللاحديدية .

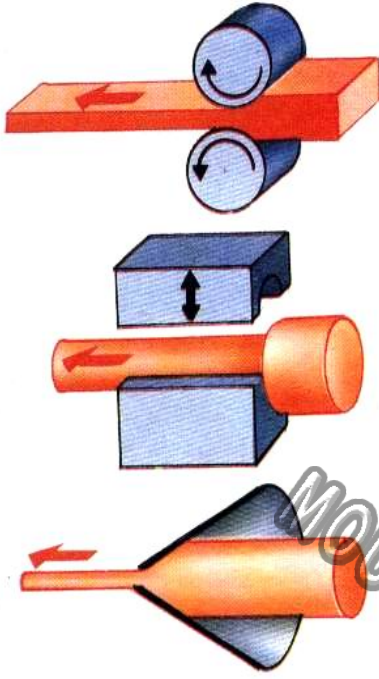
ان مايقرب من ربع القشرة الأرضية تحت أقدامنا مكونة من فلزات .



ابتكر هنرى بيسمر مايسمى بالفرن العالى . وقد وجد أن الهواء الساخن اذا نفخ خلال الحديد المنصهر ، فإن الكربون والشوائب الأخرى الموجودة بالحديد تتطاير بعيدا على هيئة غازات . ويشحن الفرن العالى بالخام والمواد الأخرى . وتنصهر هذه الشحنة فى وجود اندفاع هوائى عنيف . وتتحول الى حديد منصهر ، وخبث من النفايات ، وغاز ساخن . ويستغل الغاز الساخن غير المستخدم فى تسخين تيار الهواء المدفع .



السبك والتنقية



نادرا ماتوجد الفلزات في الأرض في حالتها النقية . لأنها عادة ماتختلط بعناصر أخرى وبمواد ترابية . وهذا الخليط يسمى خاما . ويعنى علم المعادن بعمليات فصل الفلزات عن خاماتها واعدادها للاستخدامات المختلفة .

وخامات الفلزات المستخرجة من الأرض تبدو في العادة على هيئة كتل من الصخور ، ولا بد لهذه الكتل من المرور بمراحل مختلفة قبل الحصول على فلز نقي . فالمادة غير المطلوبة تزال أولا ، ويتم هذا بتفشيخ الصخور وسحقها ، ثم غسلها وتسخينها ، ثم تعويم الخام في سائل ذى رغوة . وبعد ذلك يتم تسخين كثير من الخامات الشائعة مثل خام الحديد في وجود فحم الكوك في فرن ضخمة . وتسمى هذه العملية السبك ، وينشأ عنها فلز يظل غير نقي وتلزمه عمليات التنقية .

وهناك طرق عديدة لتنقية الفلزات . فالفلز قد يسخن أحيانا مع مواد من شأنها ازالة الشوائب . والصلب يصنع بهذه الطريقة . أما بعض الفلزات الأخرى ، كالنحاس مثلا فيتم امرار تيار كهربائي خلالها وهي في المحلول .

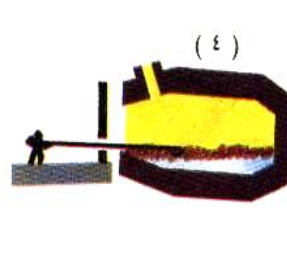
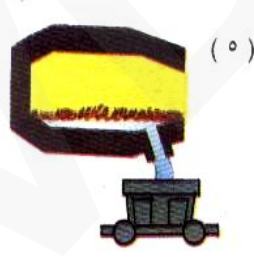
وعندما تتم تنقية الفلز ، يمكن أما أن يستخدم في صورته النقية ، وأما أن يخلط مع فلزات أخرى لتكوين سبيكة مفيدة . ويمكن للفلز أن يشكل بصبه في قالب ، أو يدلفن ليصبح الواحا وصفائح ، أو يسحب ليتحول الى أسلاك .

تبين الرسوم العليا ثلاث طرق لتشكيل الفلزات ، فالدفنة (الرسم العلوى) هي طريقة لصناعة الألواح من الفلز ، وذلك باماراه وهو ساخن بين اسطوانتين اما التشكيل بالطرق (في الوسط) فيتم بضغط الفلز الساخن بين كتلتين ثقيلتين ليتخذ الشكل المطلوب . أما في السحب على البارد فان الفلز البارد يجذب من خلال ثقب ضيقة ليتحول الى أسلاك مختلفة السمك .



يمال الفرن وتؤخذ منه عينات (٤) . وبعد ذلك يفرغ الصلب السائل الى الخارج (٥) . واخيرا يزال الخبث المتبقى (٦) .

يصنع الصلب عن طريق تسخين الصلب الخردة (١) ثم خلطة بالحديد المنصهر (٢) . وتحترق كل الشوائب تماما بواسطة الاوكسجين الذى يغذى به الفرن (٣) . ثم



الى اليمين : شحن فرن الصلب بالحديد المنصهر . والصلب هو في الأساس سبيكة من الحديد والكربون . وان كانت كميات ضئيلة من الفلزات الأخرى تضاف خلال عمليات صناعة الصلب لانتاج انواع من الصلب ذات مواصفات خاصة . فإضافة الكروم والنيكل تؤدي الى انتاج صلب لا يصدأ . فيما تؤدي اضافة التنجستن الى انتاج صلب قاس جدا مناسب تماما لادوات القطع ذات السرعات العالية .



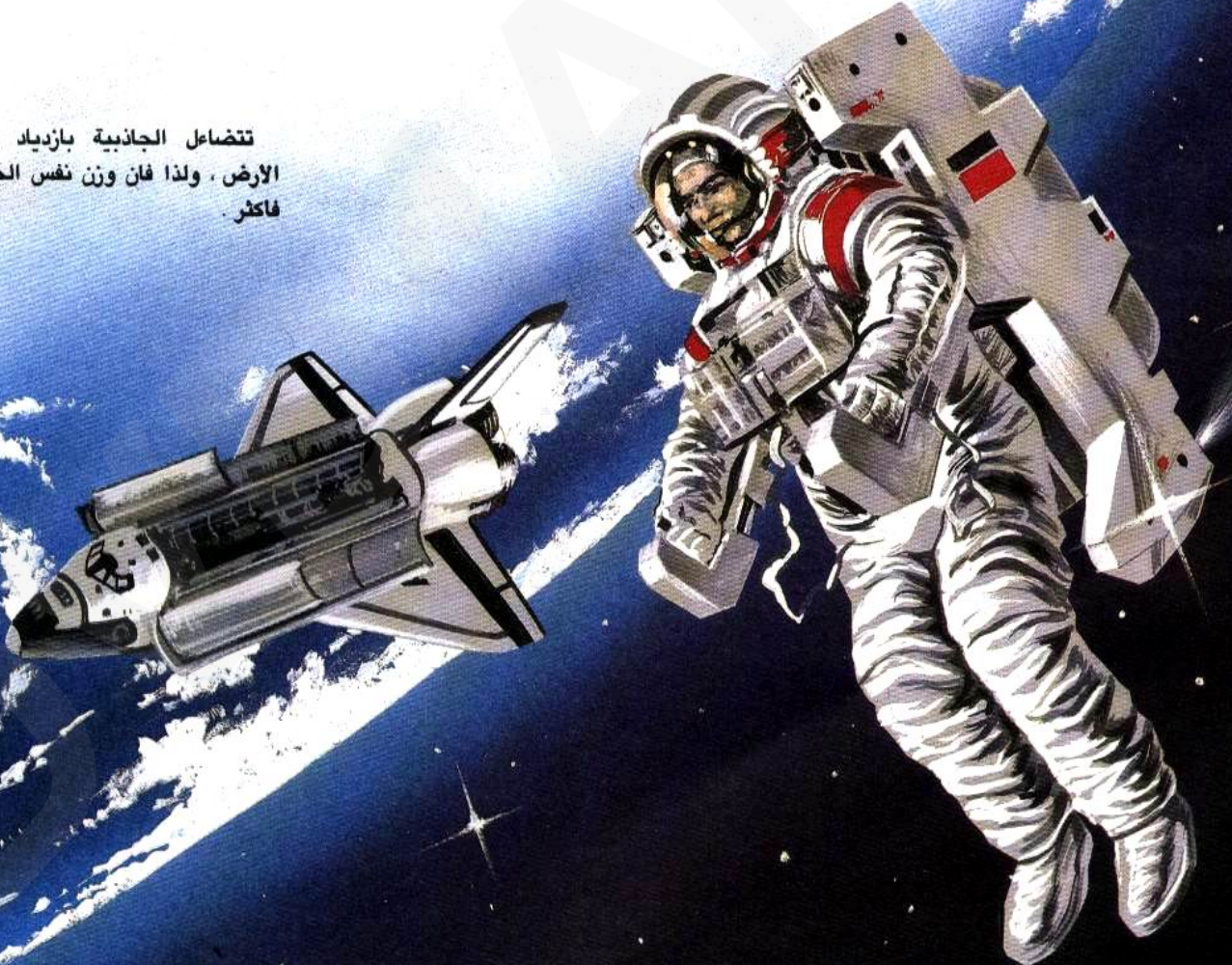
قوة الجاذبية

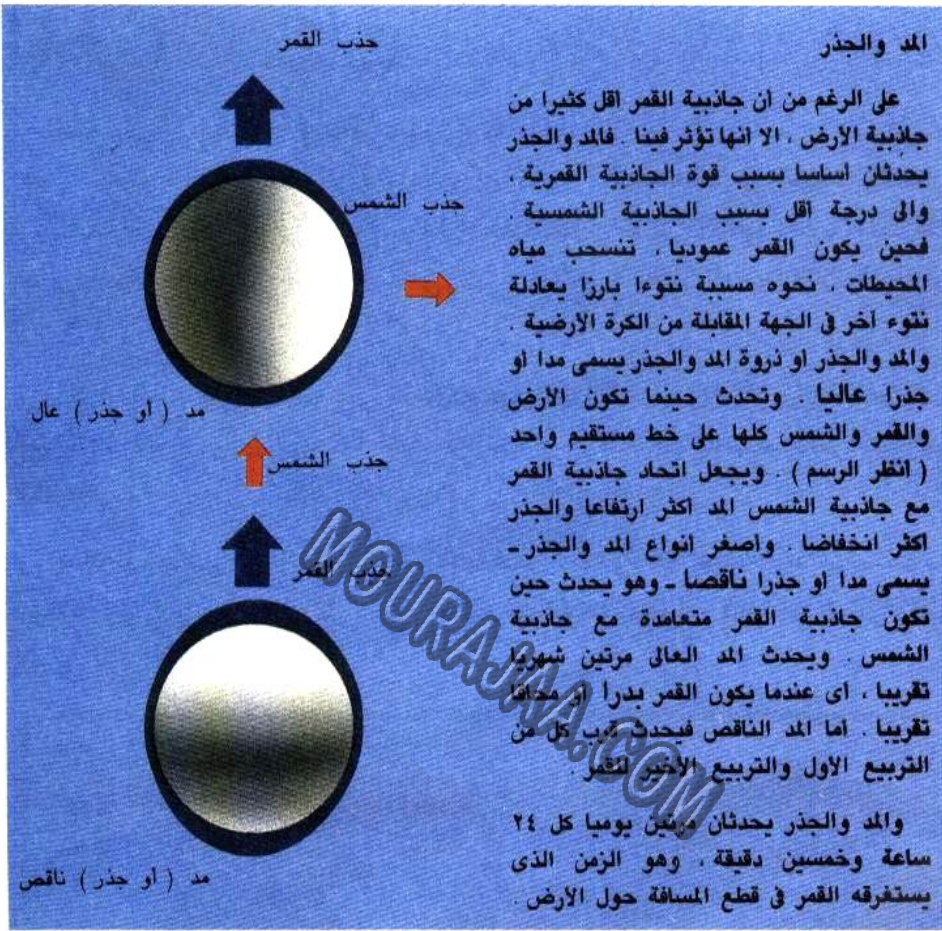
ان كل شىء على الأرض مشدود الى أسفل بقوة غريبة تسمى الجاذبية . وهى تتجه دائما نحو مركز الكرة الأرضية . فاذا سقط حجر من يد شخص ما فى انجلترا ، فانه يقع على الأرض بنفس الطريقة التى يسقط بها حجر فى نيوزيلندا الواقعة فى الجانب المقابل من الكرة الأرضية . أى أن كلا من الحجرين يسقط فى اتجاه مركز الكرة الأرضية . على أن الجاذبية ليست قوة مقصورة على الأرض وحدها . فكل شىء فى الكون منجذب الى شىء آخر . وكل ما فى الأمر أن الأرض كبيرة جدا وقريبة جدا بالنسبة لنا مما يجعلنا نشعر بالجاذبية . وكلما زادت كتلة الجسم ، زادت كمية المادة المحتواه فيه ، وزادت جاذبيته للأجسام الأخرى .

يكون الملاح الفضائى بلا وزن وهو يبعد عن الأرض مئات الأميال ، لأنه بعيد جدا عن مركز الجاذبية الأرضية . وهو يشعر بأنه يطفو ولا يتحرك ، بالرغم من أنه هو وسفينته الفضائية يتحركان بسرعة ٣٠٠٠٠٠ كيلومتر فى الساعة . وقوة الجاذبية هى التى تمسك به فى مدار حول الأرض .

وللشمس كتلة أكبر بكثير جدا من كتلة الأرض وكل الكواكب الأخرى مجتمعة . ولهذا فان قوة الجاذبية الهائلة للشمس تمسك بكل الكواكب فى مداراتها وهى تسعى حول الأب الأكبر لها وهو الشمس . ومن المدهش أن نتصور أن أرضنا الهائلة ، وهى تجرى بسرعة ٣٠ كيلومترا فى الثانية ، ممسوكة فى مدارها بهذه الرابطة غير المرئية . وبفس الطريقة على وجه الدقة ، فإن جاذبية الأرض هى التى تمسك بالقمر فى مكانه أثناء رحلته الشهرية حولنا .

تتضاءل الجاذبية بازدياد بعد المسافة عن الأرض ، ولذا فإن وزن نفس الجسم يتضاءل أكثر فأكثر .

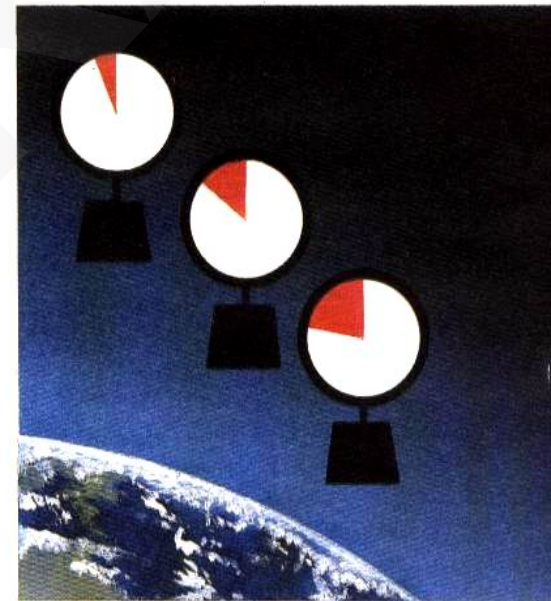




فقدان الجاذبية

تتضاءل قوة الجاذبية بين جسمين كلما زادت المسافة بينهما. وحين يصعد الانسان في سفينة فضاء، فان قوة شد الجاذبية الأرضية تتضاءل كلما ارتقت السفينة لمسافات أكبر. وبعد فترة، يكون جذب الأرض ضئيلا لدرجة أن ملاحى الفضاء لايشعرون به. أى يصبحون بلا وزن ويعيشون عندئذ في حالة غريبة من الطفو حيث لا يوجد بالنسبة لهم « فوق » أو « تحت ».

ولكن ما الذى يحدث اذا استمرت رحلة سفينة الفضاء واقتربت من القمر؟ عندئذ يبدأ الملاحون الفضائيون وسفينتهم، في الدخول الى منطقة جذب جاذبية القمر. وحتى بدون الاستعانة باشعال صواريخ، فان سفينة الفضاء ستجذب بسرعة متزايدة نحو القمر. واذا هبط الملاحون على سطح القمر، فانهم يكتشفون أنهم قادرون على صنع أشياء لم يكونوا قادرين عليها وهم على الأرض. اذ يستطيعون رفع صخور أثقل ست مرات. ويستطيعون حتى وهم في حللهم الفضائية الضخمة أن يقفزوا لأعلى بكثير. وهذا لأن جاذبية القمر تبلغ سدس جاذبية الأرض لأن كتلة القمر تبلغ سدس كتلة الأرض. أى لو أن ملاحا وزنه ٦٥ كيلوجراما على ظهر الأرض، ووزن نفسه على سطح القمر لاشار الميزان الى ١١ كيلو جراما فقط. ومن ناحية أخرى، لو تسنى للانسان أن يصل الى كوكب المشتري العملاق، لوجد هناك أشياء أكثر صعوبة. فاذا كنت تستطيع أن تقفز مترا الى أعلى وأنت على سطح الأرض، فانك لن تقفز سوى ٢٨ سنتيمترا على سطح المشتري. أما اذا تمكنت من الوصول الى سطح الشمس فانك لن تستطيع أن تقفز حتى لارتفاع ٣ سنتيمترات!



كان جاليليو العالم الايطالى العظيم الذى عاش في القرن السادس عشر هو اول من اثبت ان كل الأجسام تسقط الى الأرض بنفس السرعة. فقد كان الناس يعرفون أن كرة حديدية تسقط أسرع من ريشه مثلا، إلا أن جاليليو اثبت ان السبب وراء هذا هو مقاومة للهواء للريشة، مما يبطئ من سرعتها. وعلى سطح القمر حيث لا يوجد هواء، فان الكرة الحديدية والريشة تسقطان بنفس السرعة تماما.

المغناطيسات

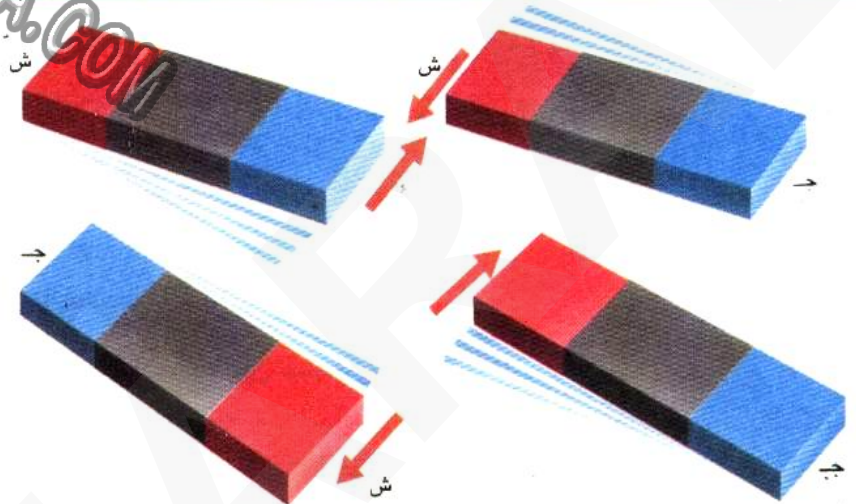
المغناطيس هو أية قطعة من فلز تجذب أو تشد نحوها قطعة من الحديد ، و الصلب أو بعض الفلزات القليلة الأخرى . ويمكن أن تكون المغناطيسات في أحجام وأشكال مختلفة ، وقد تكون قوية أو ضعيفة . وأطراف المغناطيس تسمى أقطابا ، فأحد الأطراف يسمى القطب الباحث عن الشمال (ش) والآخر القطب الباحث عن الجنوب (ج) .

والمغناطيسات هامة جدا ، فهي تستخدم يوميا في التليفونات وفي مكبرات الصوت في أجهزة التليفزيون والراديو . كما أنها جزء حيوى في المولدات الضخمة التى تنتج لنا الكهرباء .

والمغناطيس المبين الى اليسار يسمى مغناطيس « حدوة الفرس » . وإذا ألصقت به مجموعة من الدبابيس ، فإن كل دبوس يصبح مغناطيسا صغيرا ، وله قطب شمالى وآخر جنوبى .



تسمى المغناطيسات المرسومة الى اليمين قضبان مغناطيسية ، وحين نضع القطب الجنوبي لأحد المغناطيسات بالقرب من القطب الشمالى للآخر ، فإن المغناطيسين يتجاذبان لبعضهما البعض . أما اذا وضعنا القطب الشمالى لأحدهما بجوار القطب الشمالى للآخر ، فإنهما يتنافران ويدفع كل منهما الآخر بعيدا . وهنا نقول ان الأقطاب المختلفة تتجاذب ، أما الأقطاب المتشابهة فتتنافر . وتكون قوة الجذب المغناطيسية للمغناطيسات أقوى مايمكن عند الأطراف عنها عند المنتصف .



هناك طرق عديدة لصنع المغناطيسات . واحدى هذه الطرق هى تدليك مغناطيس دائم بقطعة من الفلز لمغنطتها ، وهى عادة قطعة من الحديد . ان مغنطة الحديد المطاوع اسهل من مغنطة الصلب القاسى . ولابد ان يكون الدلك فى اتجاه واحد فقط ، كما يرى فى الصور التى الى اليمين .

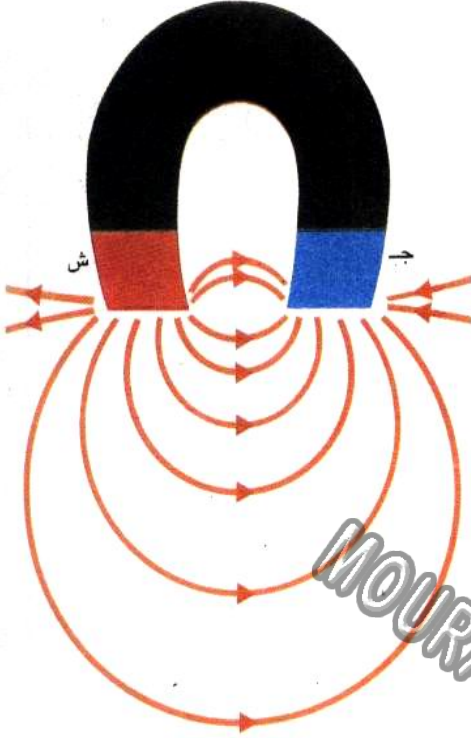
ويمكن صنع مغناطيس ضعيف ، وذلك بوضع قطعة من الحديد محاذية للمجال المغناطيسى للأرض ثم طرقها . كما ان التيار الكهربائى حين يسرى فى ملف يحيط بقطعة الحديد ، فإنه يمغنطها . وتنفد المغناطيسات مغناطيسيتها ، وذلك بطرقها أو تسخينها فى لهب .



المجالات المغناطيسية

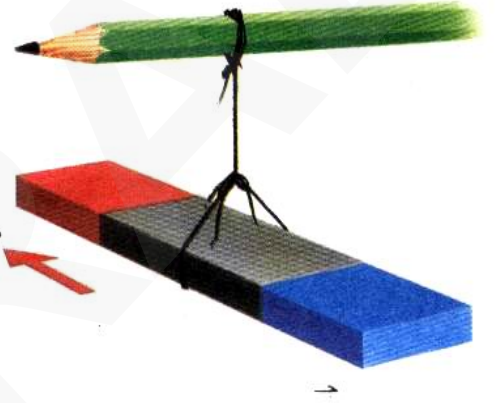
لكل مغناطيس مجال مغناطيسي غير مرئي يمر خلاله ومن حوله . ويمكننا رؤية المجال المغناطيسي الموجود حول قضيب مغناطيسي ، اذا وضعنا فوقه ورقة ثم نثرنا عليها برادة الحديد . وعندما نربت بخفة على الورقة ، فان برادة الحديد تتحرك في صفوف تسمى خطوط القوة ، حول المغناطيس . وتتجمع أغلب الخطوط حول نهايتي القضيب المغناطيسي حيث تكون المغناطيسية أكبر ما يمكن .

ويسمى المغناطيس المرسوم الى اليسار مغناطيس « حدوة الفرس » . واذا حركنا بوصلة صغيرة حول مجال مغناطيس « حدوة الفرس » ولاحظنا الاتجاه الذي تشير اليه ابرة البوصلة ، فاننا نستطيع أن نرسم نمط توزيع هذه الخطوط كما يبين الرسم . ان للأرض مجالا مغناطيسيا ضعيفا ، وهو يشبه مجال قضيب مغناطيسي هائل الحجم . وتشير ابر البوصلات في جميع أنحاء العالم نحو الشمال والجنوب بسبب المغناطيسية الأرضية .



مجال مغناطيسي على شكل حدوة الفرس

المجال المغناطيسي للأرض



اذا علق قضيب مغناطيسي . كما هو مبين اعلاه . فإنه يستقر دائما بحيث يتخذ اتجاه الشمال والجنوب . كما أن نفس الطرف من المغناطيس يشير دائما نحو الشمال والبوصلة (انظر اسفله) هي و الواقع مغناطيس صغير . وخفيف الوزن . ويرتكز هذا المغناطيس على محور راسي يجعله يتحرك بحرية وسهولة . ويجذب القطب الشمالي للأرض باستمرار القطب الجنوبي للمغناطيس .

ويسمى طرف المغناطيس الذي يشير نحو الشمال بقطب المغناطيس الباحث عن الشمال .





الكترونات



عندما يوصل طرفا بطارية بواسطة سلك ، فإن تيارا كهربائيا يسرى من أحد الأطراف الى الآخر . ومعظم الفلزات موصلات جيدة للكهرباء - وعلى وجه الخصوص النحاس والفضة . وتصنع الأسلاك عادة من النحاس . ان لذرات النحاس الكترونات حرة يمكن دفعها من ذرة للتالية في نفس الصف . ثم يدفع الكترون حر آخر من تلك الذرة وهكذا الى ان يصل الالكترون الى الطرف الآخر للبطارية . وهذا هو مايسمى بالتيار الكهربائى .

توليد الكهرباء

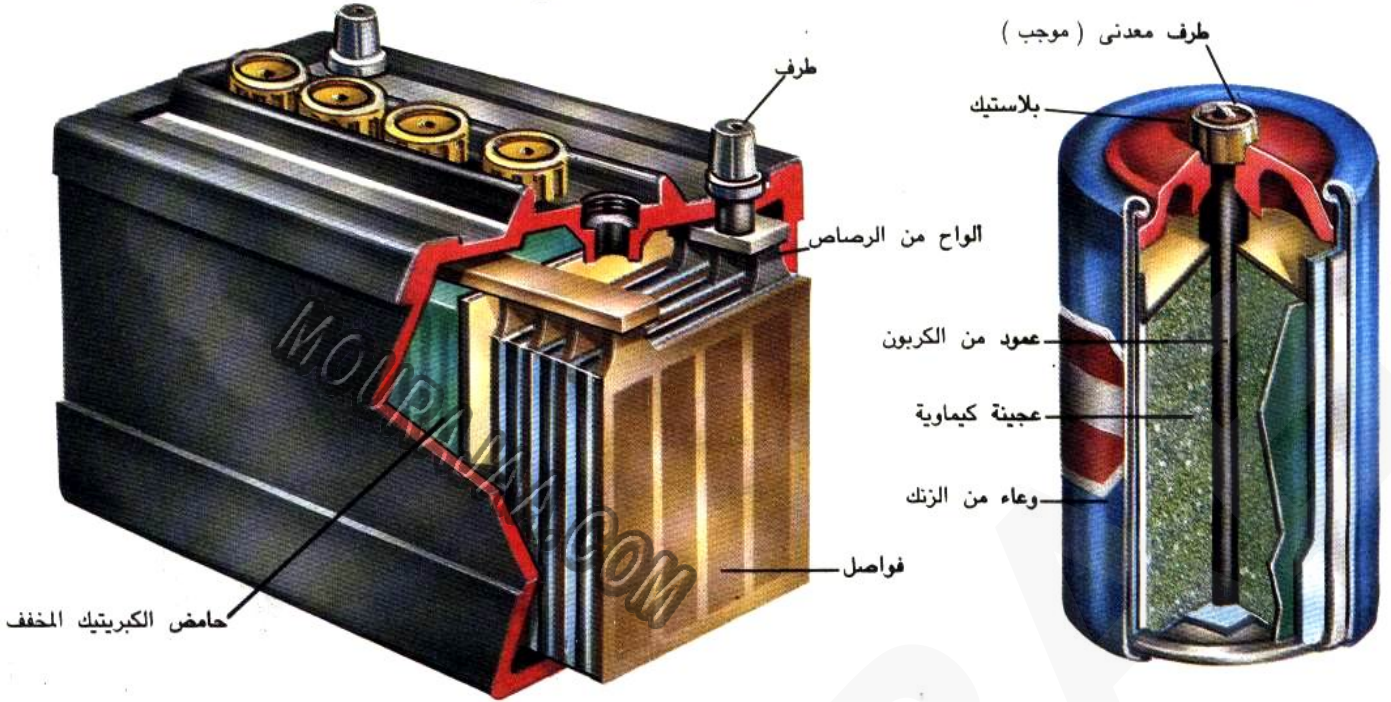
كان البشر قديما يفزعون عند رؤية ومضات البرق في السماء ، ويظنون أن الآلهة غاضبة ولم يكونوا يعرفون شيئا عن الكهرباء ، على أنهم لاحظوا أن بعض الأشياء تبدو أحيانا وكأنها تجذب أشياء أخرى . فالاغريق القدامى علموا أنهم اذا دلخوا قطعة من الكهرمان في قماش صوفى ، فان قطع القش والأوراق الجافة سرعان ماتنجذب الى الكهرمان .

ونحن نعلم اليوم ، أن البرق وقوة جذب الكهرمان انما هما من صور الكهرباء . فالبرق يحدث عندما تختزن السحب كميات أكثر من اللازم من الكهرباء . فتتطلق الشرارات الكهربائية التى نسميها البرق ، من بعض السحب الى البعض الآخر ، أو الى الأرض .

أما التيار الكهربائى فهو حركة ، أو سريان ، دقائق ضئيلة تسمى الكترونات . وهذه الالكترونات هى دقائق ذات كهرباء سالبة تدور حول كل ذرة من ذرات المادة . وفى بعض المواد ، تكون قلة من هذه الالكترونات مرتبطة ارتباطا ضعيفا بالذرات المناظرة . وهى بهذا تكون حرة فى أن تقفز من ذرة الى أخرى . واذ تفعل هذا ، فان تيارا كهربائيا يسرى . ويمكن امرار تيار كهربائى باستخدام بطارية أو مولد كهربائى .

يحتوى المركب او البطارية على عدد من الخلايا المصنوعة من الواح الرصاص المغمور في حامض الكبريتيك المخفف . وتشتمل بطارية السيارة عادة على ست خلايا ، وكل منها تنتج ٢ فولت . ولذا فان الخلايا عندما توصل مع بعضها على التوالي تنتج ١٢ فولتا .

يمكن انتاج الكهرباء بواسطة وضع محلول موصل للكهرباء بحيث يفصل بين فلزين (معدنين) مختلفين . والبطارية « الجافة » ليست جافة في الواقع . فهي مملوءة بعجينة كيميائية رطبة . والقطب الموجب فيها عمود من الكربون . اما الغلاف المصنوع من الزنك فهو القطب السالب .



اما اذا وصل طرفا بطارية الى كل من طرفي قطعة من السلك ، فان الالكترونات تدفع من الذرة الاولى في الصف الى الذرة التالية وهكذا عبر السلك كله - ويحدث هذا كله في لمحة خاطفة من الزمن . وتصنع الاسلاك التي تحمل التيار عادة من النحاس ، لأن النحاس شأنه شأن معظم الفلزات ، موصل جيد للكهرباء ، وبه كميات ضخمة من الالكترونات الحرة .

البطاريات والمولدات

تولد البطاريات الكهرباء عن طريق تفاعل كيميائي . وأكثر أنواع البطاريات شيوعا ، هو ذلك المستخدم في مصباح البطارية اليدوي ، وهو في الواقع خلية جافة . وحين تستنفذ الكيماويات الموجودة في الخلية ، فانها تصبح خاملة وتلقى . والبطارية مكونة من خليتين أو أكثر من هذه الخلايا التي تعمل معا .

اما بطارية السيارة فهي مختلفة . انها تملأ بحامض الكبريتيك المخفف الذي يتخلل الواح الرصاص . وحين تستنفذ مثل هذه البطارية ، فانه يمكن شحنها مرة ثانية عن طريق توصيلها بمصدر للتيار الكهربائي . وهذا من شأنه جعل التفاعل الكيميائي يتم في اتجاه عكسي . أى أن الالكترونات تعاد مرة أخرى الى حيث كانت من قبل وتصبح البطارية جاهزة لانتاج التيار مرة أخرى .

والمولد الكهربائي هو آلة تحول الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربائية . وأبسط المولدات يتكون من عروة من السلك تدار بين قطبي مغناطيس . وعندما يقطع السلك خطوط القوى الموجودة بين قطبي المغناطيس ، فان تيارا كهربائيا ينتج في السلك . وهذا هو مبدأ المولد الكهربائي .

يبين الشكل الى اسفل مولدا كهربائيا بسيطا للغاية . فهناك عروة من السلك تدار بين قطبي مغناطيس دائم . وعندما يقوم السلك بقطع خطوط القوى المغناطيسية الموجودة بين قطبي المغناطيس ، فان تيارا كهربائيا ينتج في السلك . ويتم اخذ هذا التيار من عروة السلك خلال فرشيتين من الكربون تحتك مع حلقتين معدنيتين . والمولدات الكبيرة تحتوى عادة على آلاف العرى السلكية وتنتج تيارا ثابتا كبيرا جدا .



استخدام الكهرباء

الكهرباء هي أعظم صور الطاقة فائدة . ويمكن نقلها بسهولة بواسطة الكابلات الى المنازل ، والمصانع ، والمكاتب حيث تستخدم في انتاج الضوء أو الحرارة أو ادارة الآلات .

والكهرباء التي نستخدمها تولد في محطات القوى بواسطة مولدات ضخمة . وهذه (المولدات هي آلات تدار بالقوى المستمدة من الفحم ، أو البترول لانتاج الكهرباء التي تسرى عبر الأسلاك على هيئة تيار . والتيار الكهربائي لا بد له من مسار غير مقطوع على الإطلاق . ولو أمكننا تتبع التيار منذ توليده في مولد ، لوجدناه ينتقل عبر البلاد كلها خلال أسلاك نحاسية معلقة في الهواء وعبر كابلات ممتدة تحت الأرض الى أن تصل الى منازلنا . وهناك لا بد أن يمر التيار على عداد يقيس كمية التيار المارة خلاله ، كما يمر التيار خلال المصهرات (الفيوز) متجها الى مصباح الإضاءة . وبعد أن يمر التيار خلال المصباح وينتج الكهرباء ، فإنه يقطع الطريق كله عائدا عن طريق سلك منفصل الى المولد في محطة القوى . ويحدث هذا الأمر كله في ومضة خاطفة .

ان معظم الكهرباء تستخدم في تحريك الأشياء . فما هو الشيء المشترك في المكينة الكهربائية وخلطات الأغذية والمسجلات ؟ انها جميعا تشترك في وجود محرك كهربائي داخل كل منها يقوم بجعل الأشياء تدور (أنظر الصفحة المقابلة) .

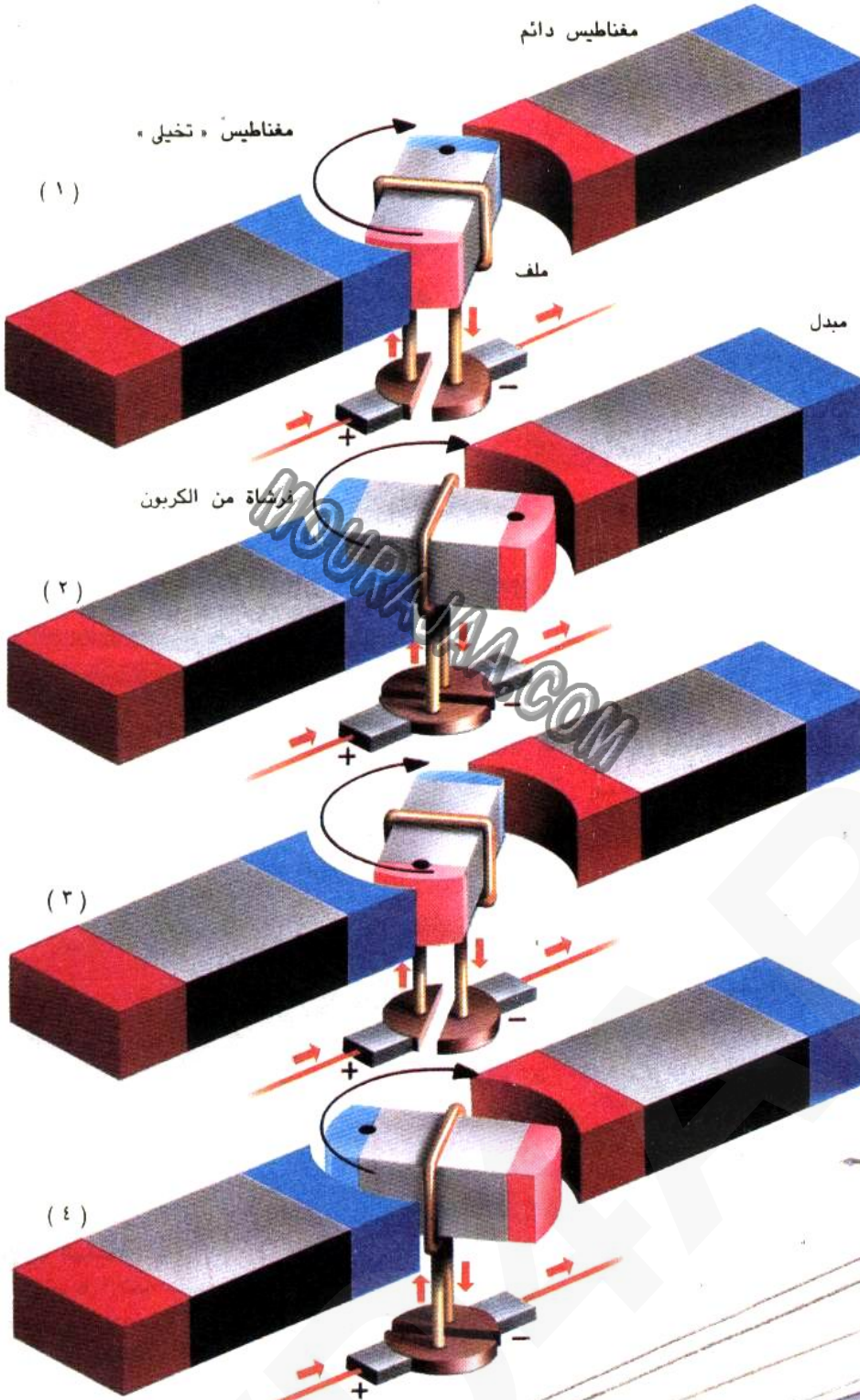


عندما يمر تيار كهربائي خلال السلك الدقيق الملف على هيئة فتيلة داخل مصباح ضوئي ، فإن الفتيلة تحمر ثم تنوهج بالضوء . وتصنع الفتيلة من مادة التنجستين ، وهو فلز لا ينصهر بسهولة حين يكون ساخنا . والمصباح لا يحتوى على هواء بداخله ، وإنما به غازات أخرى من شأنها المساعدة على إيقاف احتراق الفتيلة .

يستخدم بعض من أقوى المحركات الكهربائية في تسيير القطارات الكهربائية . ويمكن نقل الكهرباء الى محركات القطار بطرق مختلفة . فبعض السكك الحديدية لها أسلاك معلقة في الهواء فوق الخط الحديدي . وهناك قضيب معدني مثبت أعلى القطار وينزل عبر السلك لكي ينقل التيار الكهربائي الى القطار . وهذا هو ما يسمى بالمنساح (باننوجراف) . وهناك قطارات أخرى تستمد القوى الكهربائية من خط ثالث يمتد بجانب الخط الحديدي .



كيف يعمل المحرك الكهربائي



توضح الأشكال كيف يعمل محرك بسيط . فعندما يمر تيار خلال الملف ، فإنه ينشئ مجالاً مغناطيسياً . أي أن الملف يصبح ذا قطب شمالي وآخر جنوبي ، كما هو موضح بالمغناطيس «التخيل» المرسوم كما لو كان موجوداً داخل الملف . وتخلق المغناطيسات الدائمة مجالاً مغناطيسياً يتحرك فيه الملف . وقوى التجاذب والتنافر بين المجالين هي التي تجعل الملف يدور . وعند دوران الملف تحتك فرش من الكربون مع قطع المبادل المنفصلة لكي تحمل التيار إلى الملف كما هو مبين . وعندما يكون قطبا الملف بمحاذاة قطبي المغناطيس الدائم تقريبا ، فإن الفرشتين تكونان عند طرفي قطبي المبادل تقريبا (١) . على أن الملف المتحرك لا يستطيع التوقف عند هذا الحد وإنما يستمر بعد هذه النقطة . وفي الوقت نفسه يقوم المبادل بعكس التيار المار خلال الملف . وهو بهذا يعكس قطبي الملف (٢) . (يوضح هذا الأمر في الشكل بواسطة المغناطيس التخيلي . فالطرف الذي عليه نقطة سوداء قد تغير من الأزرق إلى الأحمر) . وتجعل قوى التجاذب والتنافر بين المجالين والمغناطيس الدائم . الملف يستمر في الدوران (٣) حتى يغير المبادل الأقطاب مرة أخرى (٤) وبهذه الطريقة يظل الملف . أو المحرك دائراً .

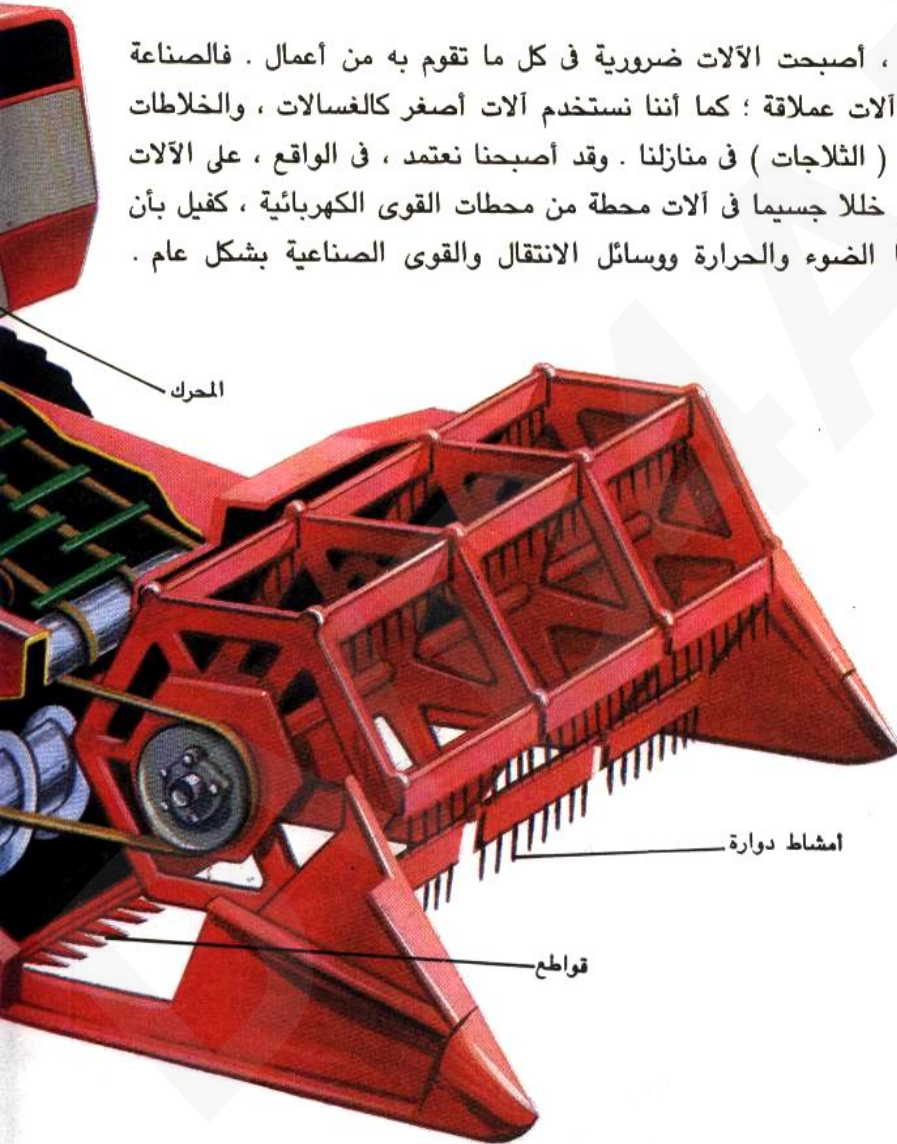


لقد استخدم المصريون القدماء
فكرة المستوى المائل لكي يرفعوا
الكتل الحجرية الضخمة المستخدمة
في بناء الأهرامات الى المستوى الذى
يريدون . وقد كان هذا ايسر من رفع
هذه الكتل الى اعلى مباشرة .



الآلة هى ذلك الشيء الذى صنعه الانسان لمساعدته فى أداء الأعمال بطريقة أكثر
سهولة . وقد تكون الآلة كبيرة بعجلات ضخمة ، وأجزاء أخرى متحركة مثل
القاطرة أو السيارة ، أو قد تكون بسيطة للغاية . فالمقص مثلاً آلة ، وكذلك المفك .
وقد بدأ الانسان يستعمل الآلات منذ قرون لأنه أراد أن يجعل عمله أسهل .
لقد أراد أن يسخر القوى التى تفوق قوة عضلاته بكثير كما تفوق قوة عضلات
الحيوان .

واليوم ، أصبحت الآلات ضرورية فى كل ما تقوم به من أعمال . فالصناعة
تستخدم آلات عملاقة ؛ كما أننا نستخدم آلات أصغر كالمغسالات ، والخلاطات
والمبردات (الثلاجات) فى منازلنا . وقد أصبحنا نعتمد ، فى الواقع ، على الآلات
لدرجة أن خلا جسيما فى آلات محطة من محطات القوى الكهربائية ، كقيل بأن
يقطع عنا الضوء والحرارة ووسائل الانتقال والقوى الصناعية بشكل عام .



المحرك

امشاط دوارة

قواطع

الانسان والآلات

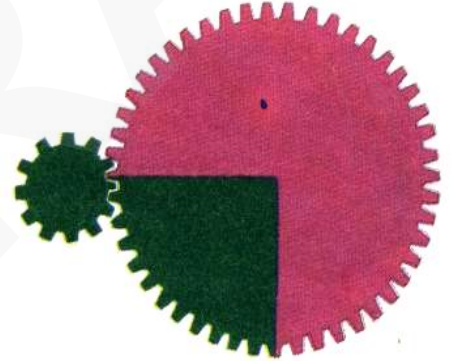


زردية

مسمار محوى (قلاووظ)



عجلة مسننة (ترس)



الآلات البسيطة

تعتبر كل الأشياء الموجودة فى الصور العليا آلات
بسيطة . فالرافعة آلة بسيطة . ويوجد منها أنواع
كثيرة جدا . فالمقص رافعة ، وكذا كسارة البندق .
والزردية رافعة . ونظرا لأنها تتركز على محور
بالقرب من أحد أطرافها ، فإن ضغطة بسيطة على
مقبضها تنشئ ضغطا كبيرا بالطرف الآخر .

ويعتبر السن الحزوني فى أى مسمار محوى
نوعا من المستوى المائل . وعند إدارة مثل هذا
المسمار ، فإن الأسنان تجذبه داخل الحائط .

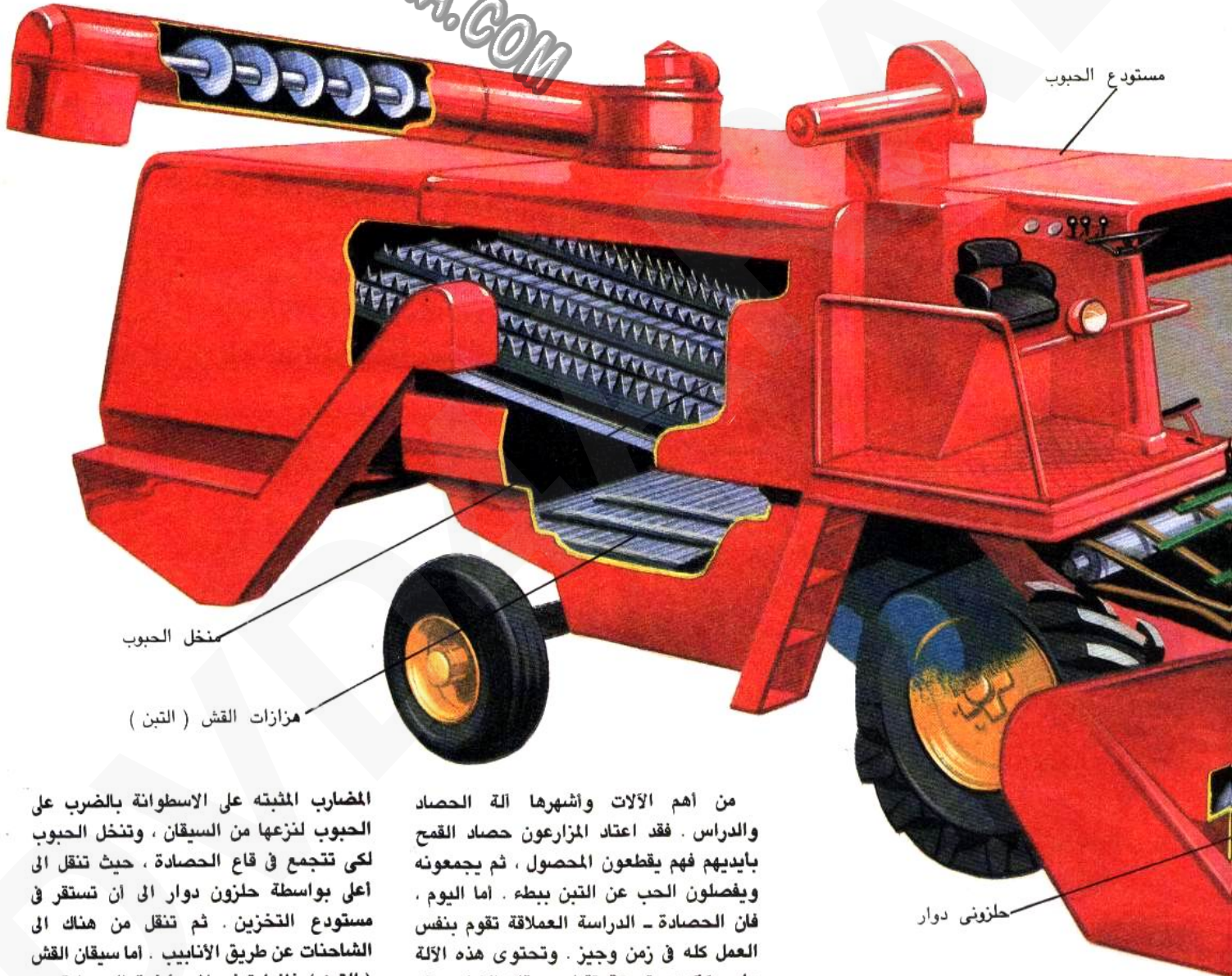
والتروس أيضا آلات تساعد على تغيير سرعة
العجلات وتيسر أداء العمل . فإذا دارت العجلة
الصغيرة ذات الاثنى عشر سنا مرة واحدة ، تدور
العجلة الكبيرة ذات الثمانية والأربعين سنا ربع
دورة فقط . ولكن قوتها الدورانية تكون أربعة
أضعاف قوة العجلة الصغيرة .



توفر الآلات للانسان القدرة على أداء أعمال أكبر بكثير مما يمكنه عمله اعتمادا على قوته وحدها . تصور أنك تريد تحريك صخرة وزنها ٥٠ كيلوجراما من مكان الى آخر . ان رفعها وحملها سيكون مستحيلا ، اذ سيكون عليك أن تبذل قوة رفع قدرها ٥٠ كجم . أما اذا استخدمت لوحا طويلا كرافعة ، فقد تستطيع تحريك الصخرة بقوة لاتزيد على ١٠ كيلوجرامات فقط . فالرافعة ، التى هى آلة بسيطة ، تجعل عملك أسهل .

والآلة لايمكن أن تؤدى شغلا أكبر من الطاقة الموضوعه بها . ولذا فهى عادة تحول نوعا من الطاقة ، كالكهرباء ، الى نوع آخر - كالطاقة الميكانيكية التى تدير العجلات ، أو تحرك أجزاء الآلات بصورة أو بأخرى . وتقاس كفاءة الآلة بالنسبة بين الطاقة التى تنتجها الى الطاقة التى وضعت بها . والآلة النموذجية لا بد وأن تكون كفاءتها مائة فى المائة ، الا أن هذا مستحيل عمليا لأن كل آلة بها قدر من الاحتكاك بين أجزائها المتحركة . وكثير من الآلات لاتزيد كفاءتها عن نحو ١٠ فى المائة وقليل من الآلات تستطيع أن تؤدى بكفاءة أحسن من ٣٠ فى المائة .

حاول الانسان على مدى قرون من الزمن أن يصنع آلة اذا ما بدأت العمل ، فانها تستمر فيه الى الأبد دون ما حاجة الى اية طاقة - أى آلة الحركة الدائمة . وفى الآلة الموضحة اعلاه ، افترض أن يقوم المغناطيس بجذب الكرة لأعلى المنحدر . ثم تقع الكرة من الثقب لتجربى الى أسفل ، حيث تجذب الى أعلى مرة أخرى - وهكذا الى الأبد . الا أن هذه الآلة فشلت بسبب الاحتكاك .



المضارب المثبته على الاسطوانة بالضرب على الحبوب لنزعها من السيقان ، وتنخل الحبوب لكي تتجمع فى قاع الحصادة ، حيث تنقل الى أعلى بواسطة حلزون دوار الى أن تستقر فى مستودع التخزين . ثم تنقل من هناك الى الشاحنات عن طريق الأنابيب . أما سيقان القش (التبن) فانها تدفع الى مؤخرة الحصادة عن طريق الهز حيث تلقى الى الأرض .

من أهم الآلات وأشهرها آلة الحصاد والدراس . فقد اعتاد المزارعون حصاد القمح بايديهم فهم يقطعون المحصول ، ثم يجمعونه ويفصلون الحب عن التبن ببطء . أما اليوم ، فإن الحصادة - الدراسة العملاقة تقوم بنفس العمل كله فى زمن وجيز . وتحتوى هذه الآلة على سكاكين متحركة تقطع سيقان النبات . ثم تجمعها تحت اسطوانة متحركة ، ثم تقوم

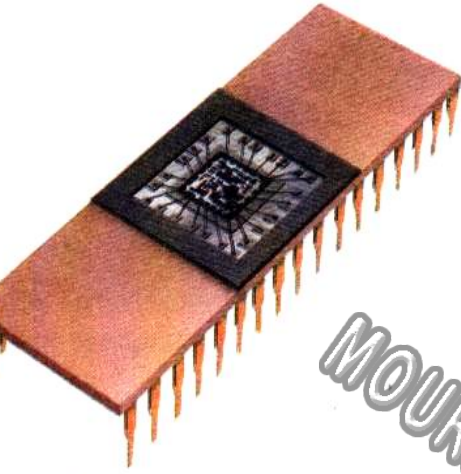
الحاسبات الآلية (الكمبيوتر) والانسان الآلى (الروبوت)

تلعب الحاسبات الآلية دورا هاما يتزايد يوما بعد يوم في كل شئون حياتنا ، سواء أدركنا هذا أو لم ندركه . فدوائر الأعمال كلها ، سواء كانت كبيرة أم صغيرة ، أصبحت تستخدم الحاسبات (الكمبيوتر) لتنظيم الحسابات ، ودفع الأجور ومراقبة موقف المخزون السلعي . كما تستخدم الحاسبات الآلية في المدارس ، وفي دوائر الشرطة ، والمصارف والقوات المسلحة ، وفي شركات الطيران ويستخدمها العلماء .

والامر الغريب هو أن الحاسب الآلى يستطيع أن يؤدي واجبات بسيطة قليلة فقط . فهو يستطيع أن يجمع ، وأن يطرح ، وأن يقارن رقما بآخر . لماذا اذن صارت للحاسب الآلى هذه الخصوصية . والاجابة هى أنه يقوم بهذه العمليات الثلاث في سرعة خاطفة كالبرق . اذ يمكنه انجاز ملايين العمليات الحسابية في ثانية واحدة .

وعلى الرغم من أن الحاسب الآلى يتعامل بالأرقام ، الا أن المعلومات التى يستخدمها ، ليس من الضروري أن تبدأ على هيئة أرقام . انه قادر على أن يلعب معك الشطرنج ، وأن يرشد طائرة ، وأن يفحص بصمات الأصابع ، وأن يرسم خريطة لاستراليا . على أنه قبل أن يشرع فى أداء أى من هذه المهام ، فانه يحول المعلومات الى أرقام . على أن أرقامه التى يستخدمها ليست نفس أرقامنا تماما . فلنحس نستعمل الأرقام من صفر الى ٩ . أما كل الأرقام التى يحتاجها الحاسب الآلى فهى صفر و ١ . أى أنه فى الحقيقة لا يستطيع العد الا الى واحد (١) ، وهذا هو ما يسمى بالنظام الثنائى .

ويستخدم الحاسب الآلى النظام الثنائى لأنه مصمم ليعمل بالتيارات الكهربائية . وهو لهذا يستطيع أن يفرق بين حالة مرور تيار وحالة عدم مرور تيار . فاذا مر تيار فانه يسجل ١ ، أما اذا لم يمر تيار فانه يسجل صفر .



يوجد فى قلب كل حاسب آلى ، او حاسبة صغيرة للجيب او حتى ساعة رقمية ، شريحة رقيقة من السليكون . ويمكن ان تكون شريحة رقيقة لاتتجاوز مساحتها ٥ ملليمترات مربعة ، هى الجزء الأساسى فى حاسب آلى . ولقد تزايد عدد الترانزستورات الميكروسيكوبية والاجزاء الكهربائية الأخرى التى يمكن وضعها على الشريحة بسرعة هائلة من سنة الى أخرى . واصبح ممكنا اليوم وضع أكثر من مليون منها على شريحة صغيرة منفردة . ولأن شريحة السليكون على هذا القدر من الصغر والرخيص ، فان الحاسب الآلى ايضا صار اصغر وارخص بكثير من ذى قبل . ويمكن استخدام الحاسب الآلى الدقيق المنزلى بشكل جيد اذا وصل بجهاز التلفزيون العادى .



حين نضغط على مفاتيح الحاسب الآلى لتصدر اوامر له ، فان الحاسب الآلى يترجم هذا الامر الى لغته الثنائية الخاصة به ، ويقوم بالتعامل معه . ثم تظهر النتيجة على شاشة التلفزيون .

الروبوت هو آلة يمكن برمجتها لكي تؤدي واجبات مختلفة . واغلب انواع الروبوت لها اذراع ، او اذرع لكي تؤدي العمل نيابة عنا . والروبوت يأخذ الاوامر من الحاسب الآلى .

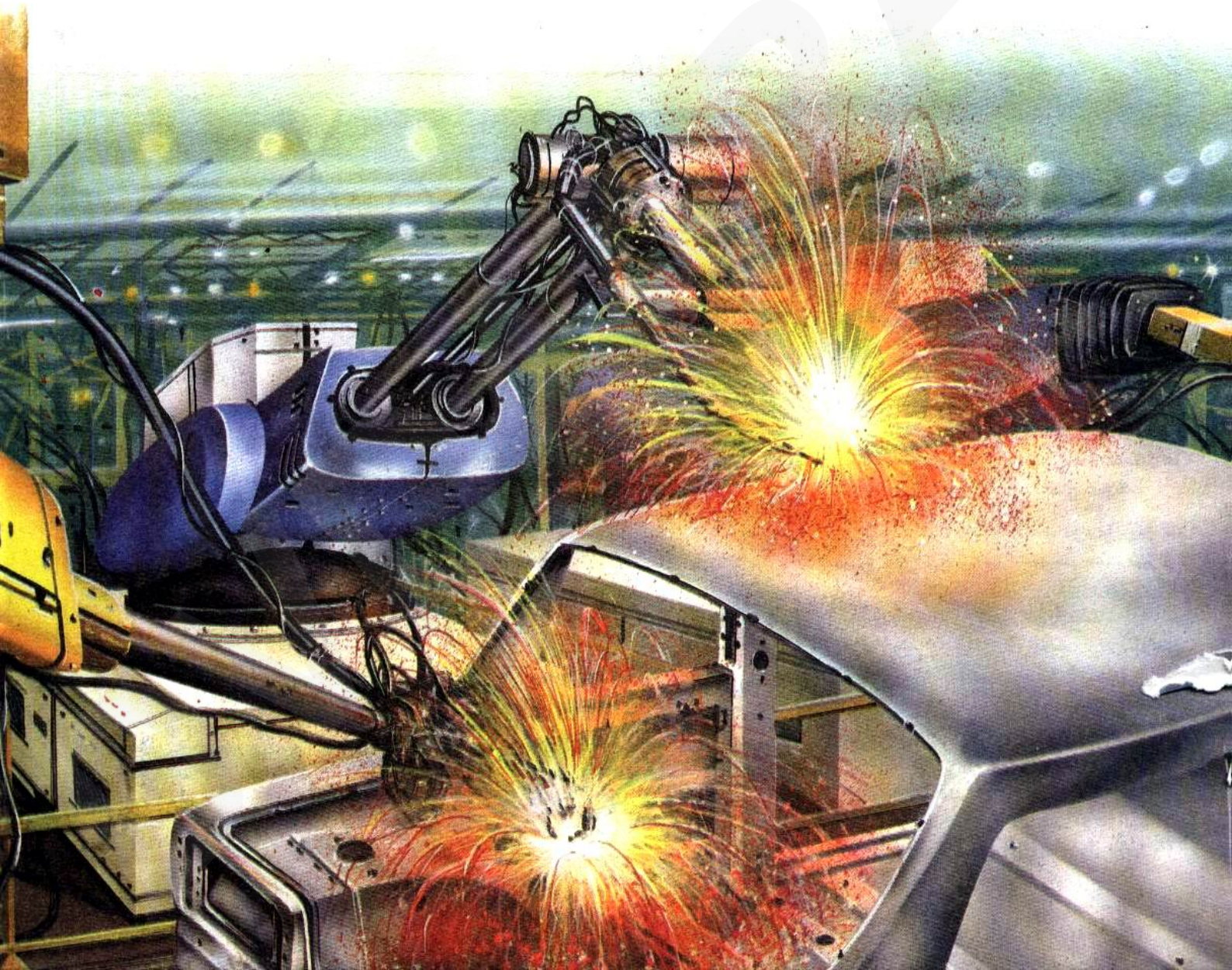
وهناك اعداد متزايدة من الروبوت تعمل في المصانع في جميع انحاء العالم . فهي تقوم برش الألوان ، ورفع الاحمال الثقيلة ، وتلحم الاشياء معا . وحين يتم تعليم الروبوت تادية هذه الاشياء ، فإنه يؤديها افضل من الانسان عادة . واذا ماضغطنا زر تشغيل الروبوت فإنه يظل يعمل لمدة ٢٤ ساعة في اليوم دون التوقف لأخذ قسط من الراحة . وهو قادر على العمل في أماكن لا يمكن ان يوجد فيها الانسان ، ولايكاد يصيبه اى مرض من جراء هذا .

وتوضح الصورة الى اسفل ، قيام الروبوت بلحام السيارات وهي تتحرك على خط التجميع . ولأن برمجة دقيقة للغاية تقف وراء خط انتاج كهذا . ويقوم الحاسب الآلى بالتحكم في الروبوت بحيث يقوم بلحام اجزاء معينة في كل سيارة ، دون ان يتداخل في عمل او في طريق روبوت آخر .

لكي تبلغ الى الحاسب الآلى (الكومبيوتر) تعليمات بعمل شيء ما ، لابد من كتابة برنامج . وكتابة برنامج بواسطة الأرقام الثنائية قد يستغرق زمنا طويلا وجهدا كبيرا . فالأرقام الثنائية المعبرة عن رقم ٨ العادى هي ١٠٠٠ أما الحرف T فهو بالنسبة للكمبيوتر ٠١٠١٠١٠٠ . ولذا تم التوصل الى حل بسيط . فقد تمت برمجة الحاسب الآلى نفسه لكي يترجم تعليماتنا الى اللغة الثنائية . وعلينا أن نكتب برنامجنا بلغة نستطيع فهمها . ثم يقوم الحاسب الآلى بترجمة لغتنا الى لغته الخاصة ويبدأ في التعامل بها .

ويؤدي الحاسب الآلى كل حساباته داخل الجزء الأساسى به - ويسمى وحدة التجهيز المركزية أو و . ت . م (CPU) للاختصار . كما أنه يحتفظ بكل المعلومات التى يغذى بها داخل ذاكرة . انه يخزن قدرا صغيرا من المعلومات في مواقع منفصلة للذاكرة أو « صناديق » . وكل ما علينا عمله هو أن نبلغ الحاسب الآلى بعنوان أى موقع للذاكرة ، ويقوم هو بإيجاد المعلومات المخزنة في ذلك الموقع في جزء من مليون من الثانية .

ولكى نقوم بالاتصال بالحاسب الآلى ، فإننا نكتب الحروف والأرقام عادة كما نفعل على الآلة الكاتبة العادية ، ولكن مع إستخدام بعض الأوامر الخاصة بالحاسب الآلى .



تسجيل الصوت

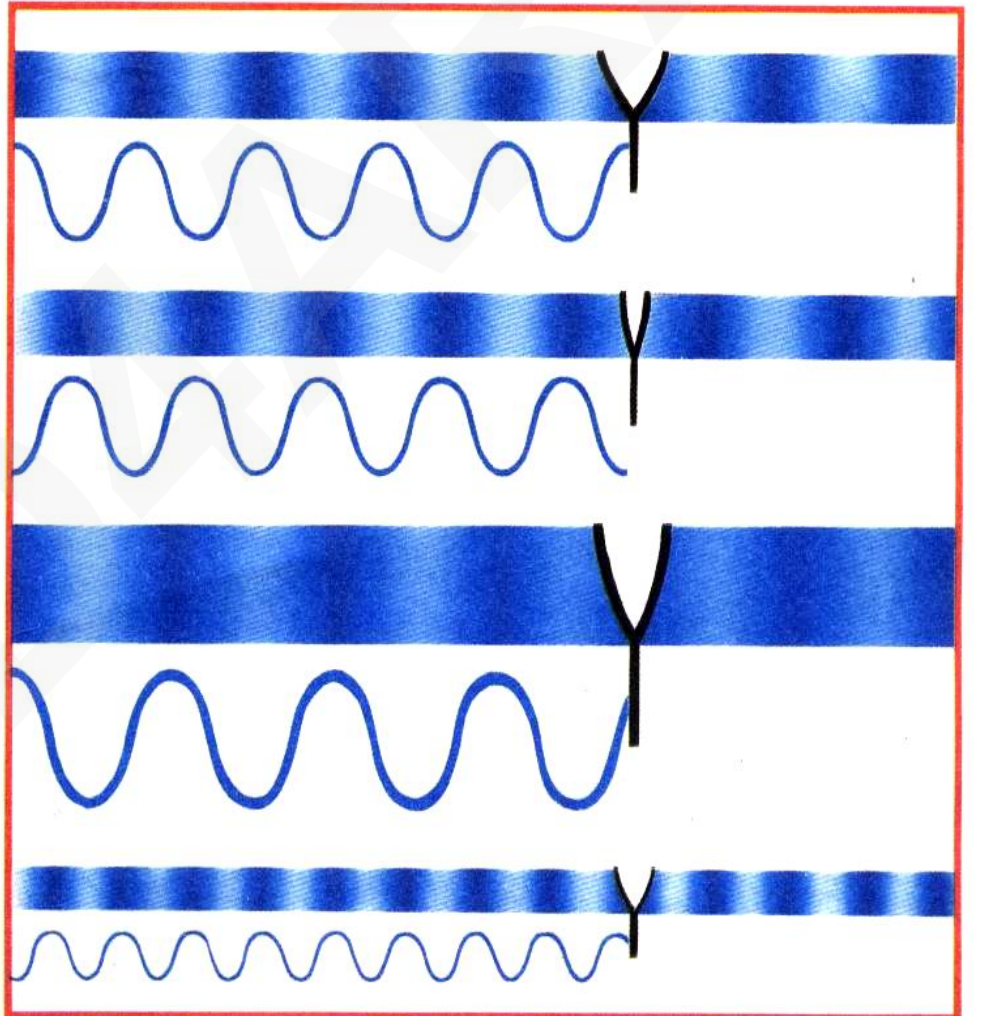
ينتقل الصوت ببطيئاً جداً ، اذا قورن بالضوء ، فهو ينتقل في الهواء بسرعة تبلغ ٣٣٠ متراً في الثانية تقريباً . أما الضوء فينتقل أسرع من هذا مليون مرة تقريباً . معنى هذا أن المشاهدين في لقاء رياضي يرون الدخان الصادر من اطلاق المسدس الذي يشير الى بداية السباق ، وبعدها بنصف دقيقة تقريباً يسمعون صوت الاطلاق . ويحتاج الصوت الى وسط ينتقل خلاله - شيء كالهواء أو الماء . وعلى القمر مثلاً لا يوجد هواء ، وبالتالي لا يوجد أى صوت . ولكن الضوء وموجات الراديو يمكنها الانتقال خلال الفضاء الفارغ ، ولهذا يتبادل رواد الفضاء الحديث بواسطة الراديو (اللاسلكى) .

والصوت مفيد جداً تحت الماء . فيقوم جهاز دراسة الأعماق بطريقة الصدى (مسبار بالصدى) في سفينة ما ، بإرسال نبضات من الموجات الصوتية من أسفل السفينة . ثم ينتقل الصوت الى أسفل نحو قاع البحر ثم يرتد عائداً الى السفينة مرة أخرى . ويقوم المسبار (المجس) بالصدى عندئذ بحساب الزمن الذي استغرقه الصوت في الذهاب الى القاع والعودة مرة أخرى الى السفينة . ومن هنا يمكن حساب عمق الماء تحت السفينة ولكي يحدث الصوت ، لابد أن نجعل شيئاً ما يتذبذب - مثل وتر الكمان . فإذا تذبذب شيء ما ، فإنه يجعل الهواء المحيط به يتذبذب . وتصل ذبذبات الهواء هذه الى طبلة الأذن وتجعلها تتذبذب بدورها وعندئذ نسمع الصوت .



يحتوى الجزء الخاص بالكلام في سماعة التليفون (صوان التكم) على ميكروفون صغير بداخله . وموجات الصوت الصادرة من فم المتكلم تجعل غشاء رقيقاً يتذبذب . وهذه الذبذبة تضغط على حبيبات من الكربون في الميكروفون . وهناك تيار كهربائى يسرى في الميكروفون تتغير شدته بواسطة هذه الحبيبات كلما تحدثنا . ويسرى هذا التيار المتغير الشدة خلال الأسلاك الى السنترال (مركز التبادل التليفونى) ، حيث يرسل من هناك الى الطرف الخاص بالأذن إلى مستقبل (أو اذنيه) في سماعة التليفون الآخر . ويحتوى هذا المستقبل على مكبر صغير للصوت يقوم بإنتاج صوتك .

ينتج الصوت حينما يتذبذب شيء ما . ولو أننا طرّقنا شوكة رنانة ، فإن شعبيتها سوف تهتز ، وعندما تتحرك الى الخارج في الهواء فإن جزيئات الهواء تتضاغط . وتكون منطقة تضاعط (١) . وحين تترد الشعبتان الى الداخل ، فإن جزيئات الهواء تتباعد . وتتولد منطقة تخلخل (٢) . وتتحرك مناطق التضاعط والتخلخل هذه خلال الهواء . وينشأ مانسمية بموجات الصوت . وإذا طرّقنا شوكة الرنانة بصورة أكثر عنفاً ، فإن التضاعطات تكون أكبر ويكون الصوت أعلى (٣) . أما اذا طرّقنا شوكة أصغر من الأولى ، فإن تردد الذبذبة يكون أعلى ويسمع صوت عالٍ حاد (٤) .



تسجيل الصوت على اسطوانة

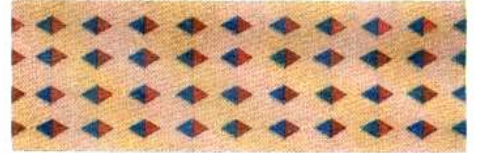
التسجيل على شريط

في عام ١٨٧٧ ، أنشد توماس اديسون المخترع الأمريكي العظيم أنشودة « ماري وحملها الصغير » (وهى من أغاني الأطفال الشهيرة) داخل أنبوبة . وكان طرف الأنبوبة ينتهى بقرص معدنى رقيق يهتز كلما تكلم اديسون . وكان القرص يتصل بآلة تهتز بدورها مع القرص وقد وضعت الآلة بحيث تصنع أخدودا متموجا على سطح طارة مغطاة برقائق القصدير . وكان ذلك الأخدود المتموج عبارة عن نسخة من ارتفاع ودرجة صوت اديسون . وحين ثبت اديسون بوقا أمام فتحة الأنبوبة ، ثم أدار الطارة ثانية ، صدر صوت ذو صرير يغنى أنشودة « ماري وحملها الصغير » لقد اكتشف اديسون كيفية تسجيل الصوت .

أما اليوم ، فإن الاسطوانات الفوتوغرافية تصنع ويعاد تشغيلها بواسطة الكهرباء . والأخاديد المحفورة على سطح الاسطوانة ، دقيقة جدا وتستمر في التشغيل لمدة طويلة . وتلتقط الأصوات بواسطة ميكروفون يقوم بتحويل موجات الصوت الى موجات كهربائية . ثم تنتقل هذه الموجات الى ابرة من السفير (الياقوت الأزرق) تقوم هى الأخرى بالاهتزاز وتصنع أخاديد محفورة على قرص من اللاكية الأملس . ويستخدم هذا القرص الأصلي في صناعة عدد كبير من اسطوانات الفوتوغراف .

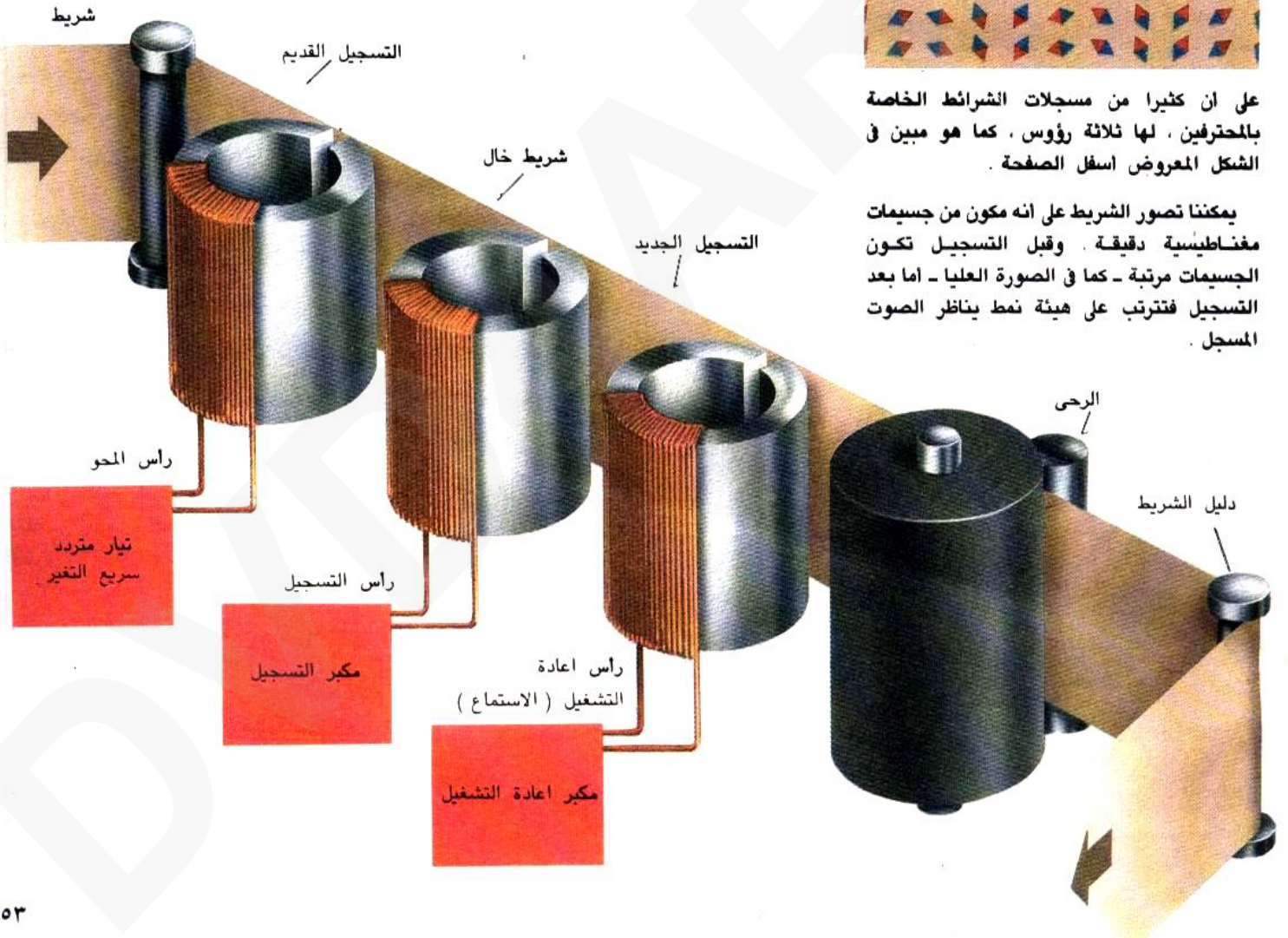
وتصنع الاسطوانات ذات الصوت المجسم باستخدام ميكروفونين ، يقوم كل منهما بالتقاط أصوات معينة . وتحفر هذه الأصوات المنفصلة على كل من جانبي أخاديد الاسطوانة . وتكون النتيجة صوتا أتم وأغنى .

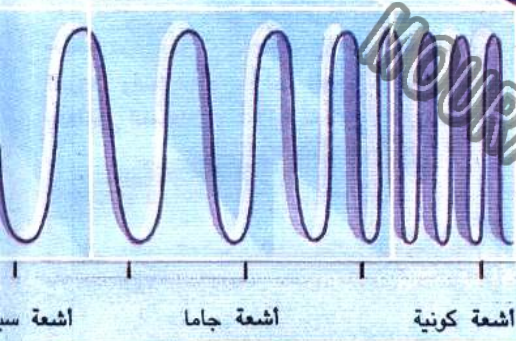
في أى عملية تسجيل ، يتم تسجيل الصوت على هيئة نمط مغناطيسى فوق شريط من البلاستيك . وهذا الشريط مغطى بطبقة من اكسيد الحديد المغناطيسى فوق أحد وجهيه . وتدور الرحى (أو الرحوية) لكى تجذب الشريط فيمر أمام الرؤوس . ويقوم رأس المحو بإزالة أى تسجيل قديم من على الشريط ، ذلك بجعل الشريط يمر بتيار سريع التغير . أما رأس التسجيل فينشئ تيارا متغيرا يناظر الصوت أو الموسيقى المراد تسجيلها . ويقوم هذا التيار بمغنطة الشريط وحين يعاد تشغيل الشريط ، فإن رأس التشغيل (الاستماع) تلتقط الإشارات المغناطيسية من على الشريط . وتتحول هذه الإشارات الى تيار كهربائى يتم تكبيره فيصبح نسخة من الصوت الأصلي . ولعظم المسجلات فى البيوت راسان فقط - رأس للمحو ، ورأس يقوم بعملية التسجيل وإعادة التشغيل (الاستماع) .



على أن كثيرا من مسجلات الشرائط الخاصة بالمحترفين ، لها ثلاثة رؤوس ، كما هو مبين فى الشكل المعروض أسفل الصفحة .

يمكننا تصور الشريط على أنه مكون من جسيمات مغناطيسية دقيقة . وقبل التسجيل تكون الجسيمات مرتبة - كما فى الصورة العليا - أما بعد التسجيل فتتربط على هيئة نمط يناظر الصوت المسجل .





عبر الطيف

تصدر الشمس بشكل مستمر ، كميات هائلة من الطاقة على هيئة موجات . وتشمل هذه الموجات أشعة الضوء المرئية التي نستطيع رؤيتها . والأشعة الأخرى هي الأشعة تحت الحمراء (الحرارة) ، والأشعة فوق البنفسجية ، وموجات الراديو ، والأشعة السينية (أشعة X) وأشعة جاما . وكل هذه الموجات صور مختلفة من الإشعاع الكهرومغناطيسي وتنتقل كلها بنفس السرعة - وهي ٣٠٠ ٠٠٠ كيلومتر في الثانية - أي بسرعة الضوء .

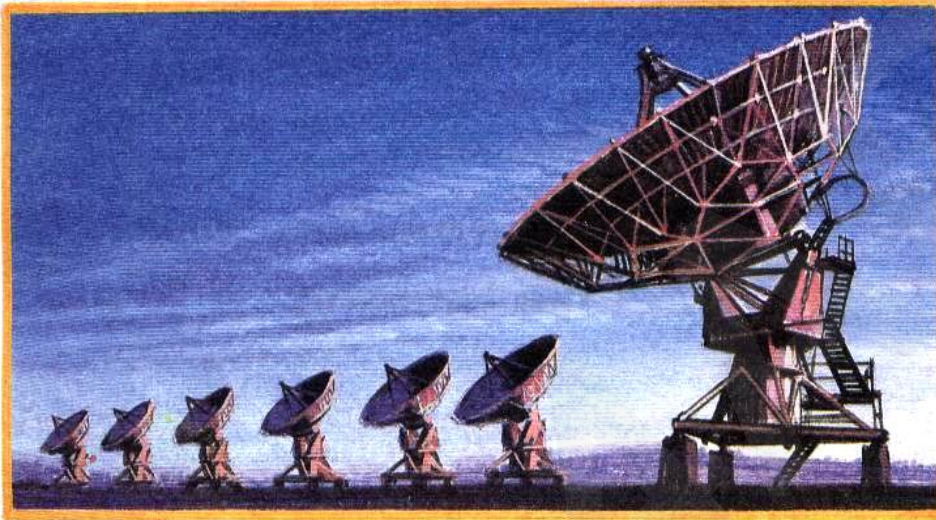
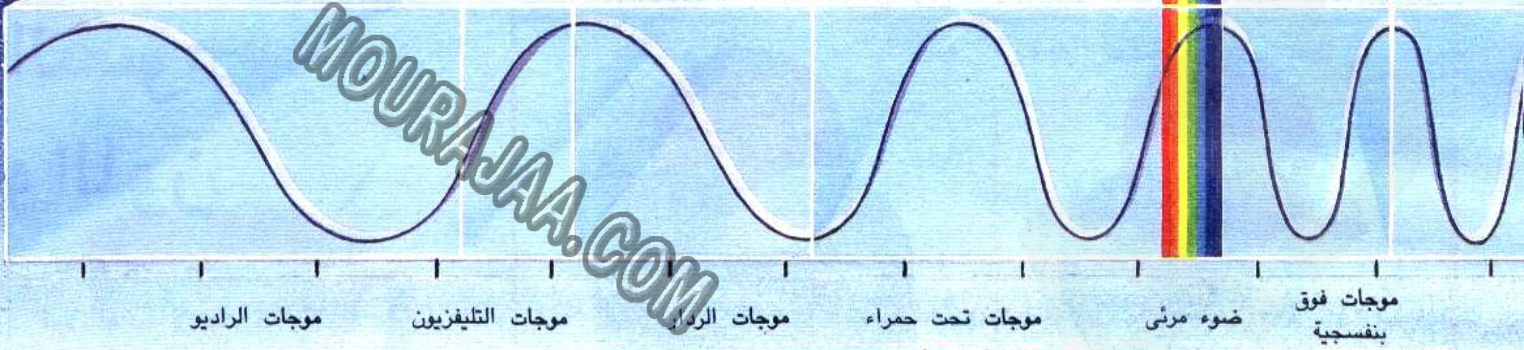
على أن هناك اختلافا هاما واحدا بين هذه الموجات المتعددة : فلكل منها طول موجي مختلف - وهو المسافة بين بداية موجة معينة وبداية الموجة التي تليها . وأشعة جاما لايزيد طول موجتها عن جزء من بليون جزء من السنتيمتر ، أما موجات الراديو ، فقد يصل طولها الى عدة كيلومترات .



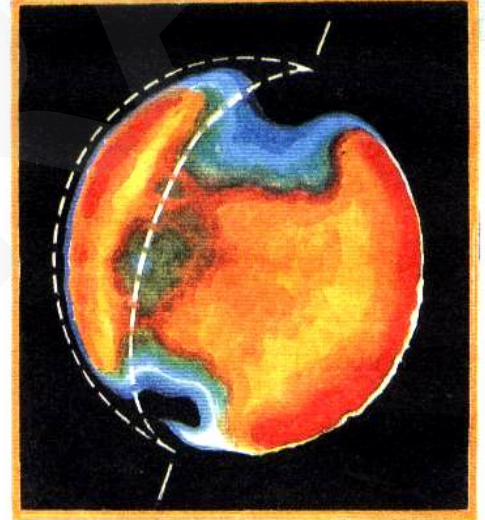
عندما تنفجر قنبلة ذرية ، ينتج عنها كميات هائلة من الموجات الحرارية والإشعاعات الخطيرة الأخرى .

اسفل يسار : يتمثل أحد الاستخدامات العديدة للأشعة فوق البنفسجية في الكشف عن التزييف فهناك مواد فلورية موجودة دائما في مواد مثل الأحبار ، وإذا حدث اختلاف ولو طفيف ، فإنه يظهر بوضوح في الضوء فوق البنفسجي .

يسمى المدى الكامل للموجات الكهرومغناطيسية بالطيف الكهرومغناطيسي . والموجات الموضحة بالرسم ليست مأخوذة بمقياس رسم موحد . فموجات الراديو - الى اليسار - تمتد لمئات الكيلومترات في الطول : اما اشعة جاما - الى اليمين - فهي في الحقيقة اصغر بكثير من ان ترى . ولايستغرق الضوء الذي يمكن لآعيننا ان نراه سوى شطر صغير من الطيف .



تعتبر تليسكوبات اللاسلكي هامة جدا في الفلك . اذ تلتقط صفحتها الضخمة اشارات اللاسلكي من السماء .



فوق : صورة بالأشعة تحت الحمراء مأخوذة للأرض من الفضاء .

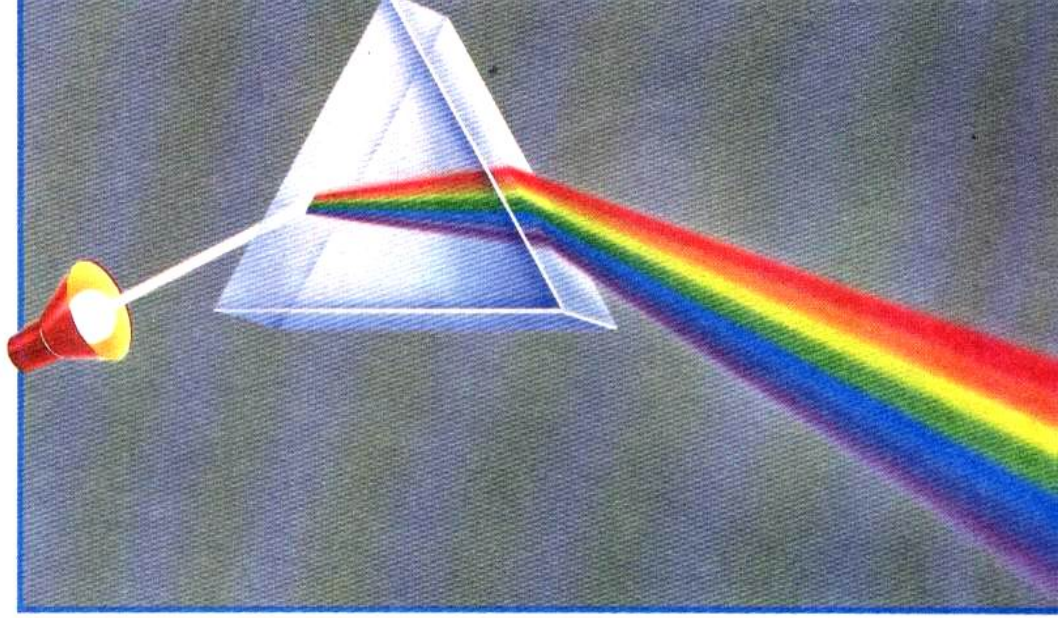
يتحلل الضوء المرئي القادم من الشمس الى ألوان قوس قزح - من البنفسجي في طرف من الأطراف الى الأحمر في الطرف الآخر . وتسمى منطقة الاشعاع التي تلو الأحمر مباشرة بالمنطقة تحت الحمراء . حيث يكون الطول الموجي أطول من الضوء الأحمر ولايمكن رؤيتها . وان كان يمكننا الاحساس بها على هيئة حرارة . ثم تأتي موجات الراديو بعد الموجات تحت الحمراء .

ويأتي الاشعاع فوق البنفسجي تحت الضوء البنفسجي . والأشعة فوق البنفسجية تصدر عن الشمس . وهذه الأشعة تنفذ من جلودنا وتصل الى الأعصاب التي تقع تحت سطح الجلد ، ثم تأتي الأشعة السينية ، أو أشعة أكس (X) تحت الأشعة فوق البنفسجية وهذه الأشعة يستخدمها الأطباء لرؤية ما بداخلنا .

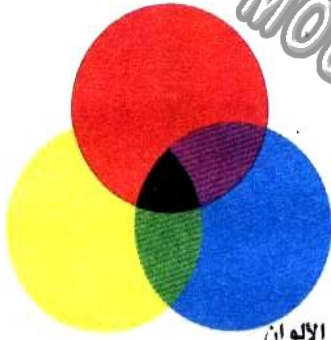
الى اليمين : عندما تسقط اشعة الشمس على المطر او على رذاذ ، فإننا نرى أحيانا قوس قزح : حيث تقوم قطرات الماء بتحليل ضوء الشمس الى ألوان الطيف . وتكون الألوان مرتبة دائما بنفس الترتيب من الأحمر حتى البنفسجي .

يستخدم الأطباء الأشعة السينية لينظروا داخل اجسامنا . وتمر هذه الموجات شديدة القصر خلال بعض الأشياء بسهولة أكبر من مرورها خلال أشياء أخرى - فالعظام مثلا توقف هذه الأشعة بشكل كبير . ويعني هذا أنه عندما تمر الأشعة السينية داخلنا وتسقط بعد ذلك على لوح فوتوغرافي ، فإن الأطباء يستطيعون بدراسة هذا اللوح ان يروا العظام المكسورة وأشياء أخرى معطوبة بداخلنا .

كان اسحق نيوتن هو أول من درس الضوء واخبر الناس عن كيفية عمله . ففي عام ١٦٦٥ وجه العالم الكبير شعاعا من الضوء ليمر خلال منشور زجاجي ، كالمرسوم الى اليمين في الشكل . ووجد ان الضوء الخارج من المنشور قد تحلل الى كل ألوان قوس قزح . واكتشف نيوتن أن الضوء العادي الأبيض يتكون من كل ألوان قوس قزح ممزوجة معا . ونحن نرى مجموعة من الألوان لأن أعيننا ترى الأطوال الموجية المختلفة للضوء كألوان مختلفة . وكل لون له طول موجي خاص به .



الضوء واللون



مزج الألوان

عندما تمزج ألوان الدهان ، أو الأحبار أو الأصباغ معا ، فإن الألوان الأساسية تكون هي الأزرق السيانيدى والأحمر القرمزى والأصفر . والأزرق السيانيدى والأصفر يعطيان الأخضر . أما إذا مزجت الألوان الأساسية الثلاثة معا فالنتيجة هي اللون الأسود .



مزج الضوء

ان الألوان الأولية للضوء هي الأحمر والأخضر والأزرق . ويمكن صناعة أى لون آخر بمزج هذه الألوان . فحين تمزج الألوان : الأحمر والأخضر والأزرق معا فإن النتيجة هي ضوء أبيض .

الضوء غير المرئى

اشعاعا حارا غير مرئى ويقع تحت الأحمر مباشرة . ويسمى هذا الأشعاع بالأشعة تحت الحمراء . وبعض الحيوانات كحية الحفرة الخبيثة تستطيع مثلا أن « ترى » هذه الأشعة تحت الحمراء التى هى فى الواقع أشعة حرارية .

أما فى الطرف الآخر من طيف الضوء فهناك أشعة أخرى من « ضوء » لانستطيع رؤيته . وهذه الأشعة تقع فوق البنفسجى مباشرة ، ولذا فهى تسمى الأشعة « فوق البنفسجية » . ويستطيع النحل أن يرى الضوء فوق البنفسجى بينما لا يستطيع الانسان ذلك .

وينتقل الضوء فى خطوط مستقيمة بسرعة تبلغ ٣٠٠.٠٠٠ كيلومتر فى الثانية . وان كانت هناك طرق عديدة لجعل الضوء يغير اتجاهه .

تستطيع بعض الحيوانات رؤية أنواع مختلفة من الضوء . وأغلب البشر يستطيعون رؤية كل الألوان من الأحمر مروراً بالبرتقالى ، والأصفر ، والأخضر ، والأزرق ، الى البنفسجى .

ولقد حاول العلماء منذ مائة عام أن يكتشفوا شيئا حول ألوان الطيف ، وذلك بوضع ترمومتر عند كل لون يخرج من منشور زجاجي . وقد وجدوا أن الترمومتر حين يتحرك من الطرف البنفسجى الى الطرف الأحمر ، فإن درجة الحرارة ترتفع ارتفاعا طفيفا . ولكن ماثير الدهشة أكثر هو أن الترمومتر حين وضع فيما بعد الأحمر ، حيث لا يوجد ضوء مرئى ، فإن درجة الحرارة صارت أعلى . أى أن هناك

لولا الضوء لانتهدت كل الحياة على ظهر الأرض لأن كل النباتات والأشجار ستموت . وقد أدرك الانسان ذلك الأمر دائما وعرف أهمية الضوء ، ولذا كانت محاولاته لاكتشاف ماهية الضوء . وقد ظن البعض أنه مكون من دقائق ضئيلة جدا ، وظن الآخرون أنه سلسلة من الموجات . ويعتقد علماء اليوم أن الضوء ليس موجات تماما ولا هو فيض من الدقائق تماما ، بل هو هجين من الاثنين . الا أنهم لا يزالون غير متأكدين تماما من حقيقة الضوء . وان كانوا يعلمون أن موجات الضوء هى موجات كهرومغناطيسية كموجات الراديو ، وأشعة أكس .

وقد يصل طول موجات الراديو الى الكيلومترات . اما موجات الضوء فقصيرة جدا يبلغ طولها جزءا من خمسمائة ألف جزء من السنتيمتر . وهذا الطول الموجي هام جدا لأنه هو الذى يحدد حجم الأشياء التى نستطيع أن نراها خلال الميكروسكوب . فإذا نظرنا الى أى جسم له تقريبا نفس أبعاد الطول الموجي للضوء من خلال ميكروسكوب قوى ، فإنه يبدو مشوشا .

الفنجان ثم نظرت اليها من أعلى عموديا عليها في أثناء صب الماء فان العملة لن يبدو عليها أنها تتحرك . والضوء ينتقل أسرع ما يمكن في الفراغ (فضاء فارغ) . وهو ينتقل في الهواء بنفس السرعة تقريبا . أما في الماء والزجاج ، فان الضوء يبطئ قليلا من سرعته . وينتقل الضوء خلال بعض أنواع الزجاج - في الواقع - بنصف سرعته في الفراغ التي هي ٣٠٠٠٠٠ كيلومتر في الثانية .

ضوء خاص جدا

الليزر هو واحد من أهم اختراعات القرن العشرين . وشعاع الليزر هو شعاع

الانكسار . فالانكسار يجعل شعاع الضوء ينحني عندما يمر من مادة الى أخرى . وعندما يغادر شعاع الضوء الصادر من القطعة المعدنية الماء ويدخل في الهواء ، فإنه ينحني بحيث يمكنك أن ترى قطعة العملة . وتبدو القطعة كما لو كانت تقع على امتداد الخط المنقط المرسوم في الشكل الأسفل . وتعتمد درجة انكسار الضوء على أمرين : الزاوية التي يسقط بها الضوء على المادة الثانية ، والسرعة التي ينتقل بها الضوء . وإذا انتقل الضوء مستقيما من مادة الى أخرى وبزاوية قائمة فإنه لن يكون هناك انكسار . ولو أنك وضعت العملة في

واحدى هذه الطرق هي في جعله يرتد من سطح شيء ما . وهذا ما يسمى بالانعكاس . ونحن نستطيع أن نرى القمر والكواكب الأخرى لأنها تعكس ضوء الشمس . اذ أنها لاتصدر ضوءا خاصا بها .

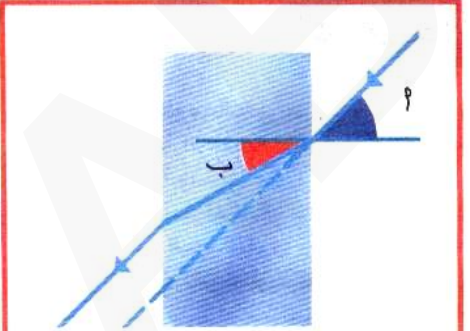
انه يبدو مستقيما

ضع قطعة عملة داخل فنجان ثم حرك رأسك الى الوراء حتى تختفي القطعة ، ولا تستطيع عينك أن تراها . والآن : احتفظ برأسك ثابتا في موضعه ثم صب بعض الماء في الفنجان . وستجد لدهشتك أن القطعة ظهرت . ان السبب في هذا السحر انما هو

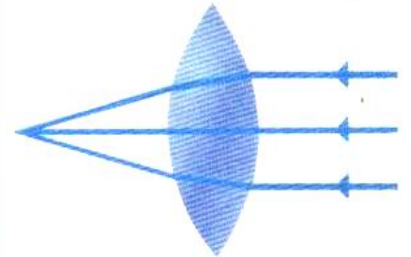


هي السبب في جعله يستخدم في كثير من التطبيقات . فهو قادر على عمل ثقب صغير جدا في قطعة من الماس ، وأن يقطع الصلب الى شرائح ، وأن يساعد في العمليات الجراحية الدقيقة ، وأن يحمل آلاف المكالمات التليفونية داخل ألياف دقيقة من الزجاج .

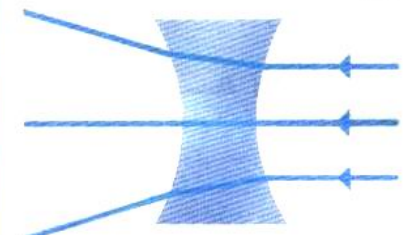
من ضوء فائق النقاء . وقد رأينا كيف أن الضوء العادي يتكون من كل ألوان قوس قزح . ولكل لون طول موجي مختلف . أما شعاع الليزر فموجاته كلها لها نفس الطول . وترتفع موجاته وتنخفض كلها معا . وهذا ما يجعل شعاع الليزر الضيق قويا للغاية . وقد كانت قوة الليزر ودقته



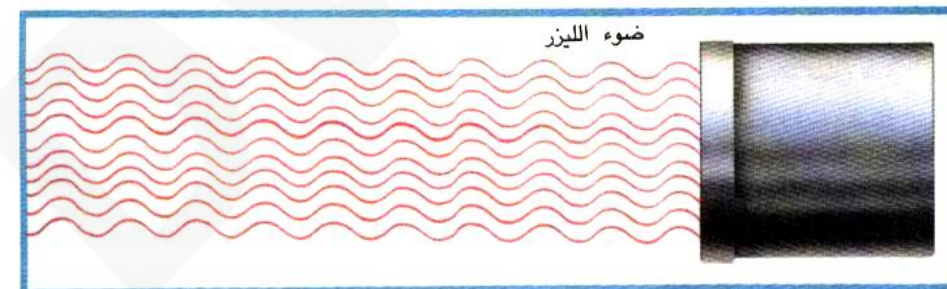
عندما يمر الضوء خلال قطعة من الزجاج فإنه ينكسر . وتسمى الزاوية (ا) زاوية السقوط . اما الزاوية (ب) زاوية الانكسار (وهي الزاوية التي ينحني بها الشعاع) .



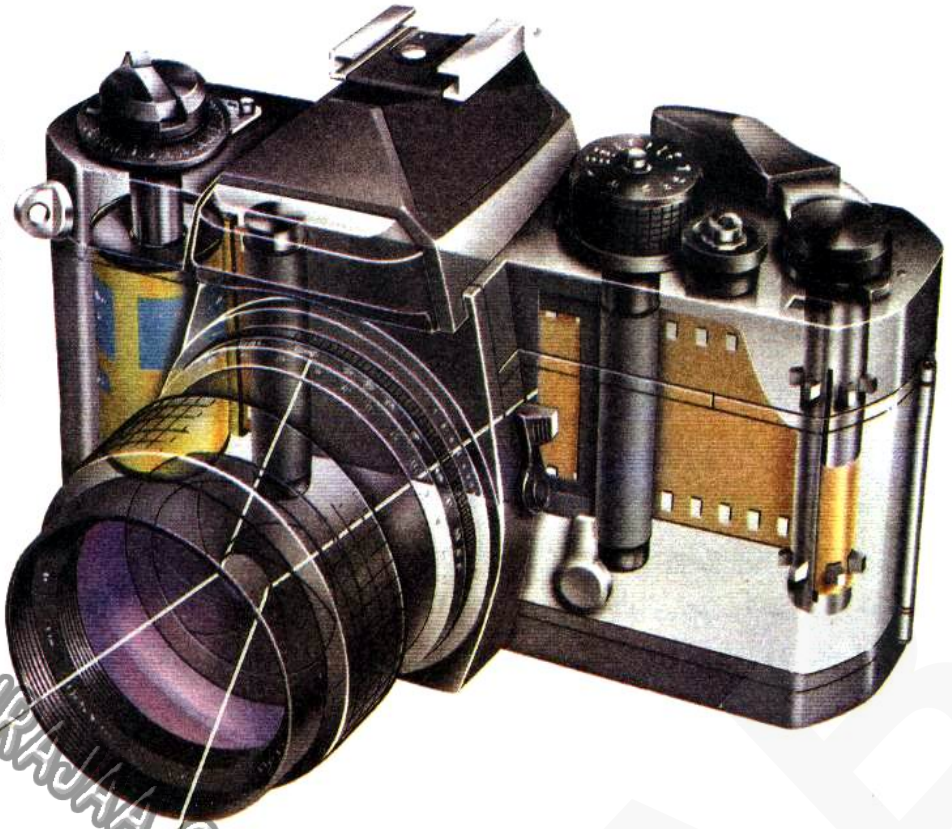
ينحني الضوء في العدسات . وعدسة لها شكل كالتي بالرسم الى اعلى (عدسة محدبة) تجعل اشعة الضوء تتجمع في نقطة تسمى البؤرة . وعدسة التكبير تكون عادة عدسة محدبة .



العدسات المقعرة كالتي تراها فوق هذا الكلام تجعل اشعة الضوء تتفرق . واذا نظرت خلال احدى هذه العدسات ، لرأيت الأشياء تبدو اصغر . وتستخدم العدسات من هذا النوع بصورة دائمة تقريبا ، مع عدسات أخرى .



الكاميرا المبيّنة الى اليمين هي كاميرا من نوع الريفليكس (ذات المراة العاكسة) وبها عدسة منفردة قطرها ٣٥ مم . كما ان بها مجموعة من المرايا والعدسات تسمح للشخص الذى يلتقط الصور ان يرى الموضوع المراد تصويره خلال عدسة الكاميرا . ويمكن فك عدسة الكاميرا ووضع عدسة اخرى مكانها كالتى تستخدم لالتقاط مناظر ذات زوايا عريضة او عدسة من نوع التليفوتو (مقربة) لالتقاط صور اجسام بعيدة .



واليوم تحتوى الكاميرات الحديثة على العديد من العدسات الزجاجية (فوق) . وهى تسمى عدسات مركبة وتعطى صورا معالمها اكثر وضوحا من صور العدسة المنفردة . وللمعظم الكاميرات اداة خاصة لضبط البعد البؤرى . وهذه الاداة هى التى تجعل العدسة تقترب او تباعد عن الجسم المراد تصويره . ونحن « نضبط البعد البؤرى » للكاميرا على الجسم لى نحصل على صورة محددة المعالم وواضحة ، وذلك بلف العدسة الى الداخل او الى الخارج . ولكى نحصل على صور واضحة المعالم لمنظر قريب ، فاننا نحرك العدسة بعيدا عن الفيلم . اما اذا اردنا ضبط الكاميرا لالتقاط صورة جسم بعيد ، فاننا نحرك العدسة لتصبح قريبة من الفيلم .

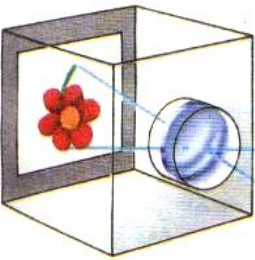
التصوير الفوتوغرافى

ان كلمة « التصوير الفوتوغرافى » تعنى « الكتابة أو الرسم بالضوء » . ولكى نحصل على صور - يلزمننا شيئان هما الضوء ، ومادة حساسة للضوء .

ولكى نحصل على صورة بالأبيض والأسود بواسطة آلة تصوير (كاميرا) بسيطة ، فاننا نضع بداخلها فيلما . والفيلم هو فى العادة لفافة من البلاستيك المغطى بطبقة رقيقة من مادة تتغير حين يسقط عليها الضوء . وتمد لفافة البلاستيك بين بكرتين داخل الكاميرا . وعند جذب رافعة أو ادارة مفتاح فاننا نلف جزءا لم يتعرض للضوء من الفيلم ليصبح فى الوضع الصحيح داخل ظلام الكاميرا (انظر الصورة الى أعلى) . والآن يصبح كل شىء معدا لالتقاط الصورة . عليك أن توجه الكاميرا نحو الموضوع ثم تضغط الزر الذى يشغل غالقا يفتح ثم يغلق بسرعة لى يسمح بدخول الكمية الصحيحة من الضوء فقط الى داخل الكاميرا . ويتركز هذا الضوء على الفيلم بواسطة عدسة زجاجية .

تحميض الفيلم

على أننا حتى بعد أن نلتقط كل الصور الممكنة على لفافة الفيلم ، فإننا نظل غير قادرين على رؤيتها . ولهذا فإننا ننتزع الفيلم من الحاوية التى تضمه داخل غرفة مظلمة أو قد يكون بها ضوء أحمر خافت فقط . ثم يظهر الفيلم بوضعه فى محلول خاص من شأنه تغيير الكيماويات الموجودة على سطح الفيلم .

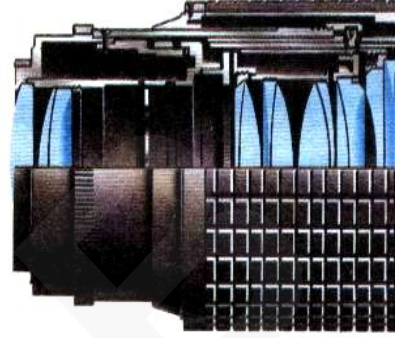


هناك طريقة بسيطة لالتقاط الضوء والتحكم فيه ، وذلك باستخدام الكاميرا ذات الثقب الصغير . وهى مجرد صندوق محكم لايتسرب الضوء الى داخله ، وبأحد أطرافه ثقب صغير جدا . والضوء المنعكس من زهرة مثلا (انظر للصورة) ينتقل خلال الثقب فيكون صورة مقلوبة للزهرة عند ظهر الصندوق . على أن الصورة تكون معتمة الى حد ما ، ولذا تلزمننا عدسة لجعل الصورة اكثر وضوحا . كما اننا نحتاج ايضا الى غالق وحاجز للعدسة للتحكم فى كمية الضوء التى تصل الى الفيلم فى الخلف .

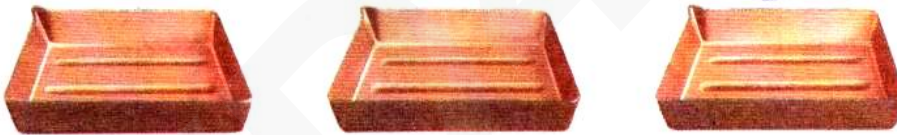


فتحة العدسة
 الفتحة واسعة جداً . أما الرقم الكبير - ١٦ مثلاً - فيعني فتحة صغيرة جداً وهناك مزايا في استخدام فتحة صغيرة . فالجسم البعيد عن الكاميرا يصبح محدد المعالم ، وواضحاً تماماً لأنه يكون في البؤرة . ونفس الشيء يحدث بالنسبة للشيء القريب جداً من الكاميرا . أما إذا استخدمت فتحة كبيرة ، فإن الأجسام الواقعة في مقدمة الصورة و خلفيتها تبدو مشوشة .

فتحة العدسة هي حجم ثقب الحاجز . ويمكن في معظم الكاميرات تغيير حجم هذا الثقب بل ويمكن اغلاق الحاجز لكي نسمح بقدر ضئيل فقط من الضوء داخل الكاميرا (١) . وحين يكون الحاجز مفتوحاً تماماً (٤) ، فإن كمية ضخمة من الضوء تمر خلاله . وتقاس قيمة الفتحة « بأرقام ب » - وحين يكون الرقم صغيراً - ٢ مثلاً - فإن معنى ذلك أن



يتم تضيئ الصور بمجرد التقاطها في غرفة مظلمة - ويستخدم ضوء أحمر صغير فقط يسمى ضوء الأمان . ويلزم في غرفة التحميض عادة ثلاث صوان . تحتوي الأولى على المظهر (الذي يظهر الصورة) ، أما الثانية فتحتوى على محلول يوقف عمل المظهر ، والثالثة تحتوى على المثبت الكيميائي الذي يجعل الفيلم غير حساس للضوء . والشيء المميز إلى اليمين هو اطار ذو قناع يستخدم لتثبيت الورقة الحساسة أثناء الطبع . أما إلى أقصى اليمين فيظهر المكبر الذي يستخدم في طبع صور أكبر من السلبى (النيجاتيف) .



فتبدأ الصور في الظهور . ويصبح الفيلم الآن « سلبياً » - أى أن المساحات الداكنة في الصورة تكون فاتحة والمساحات الفاتحة في الصورة تظهر قاتمة .

ولطبع الفيلم فإننا نجعل الضوء يسقط على الفيلم السلبى (النيجاتيف) ويتخلله ، ليسقط على ورق الطبع . والكيمائيات الموجودة في ورق الطبع هي التي تجعل الصور تبدو كما رأتها الكاميرا تماماً .

الراديو والتليفزيون

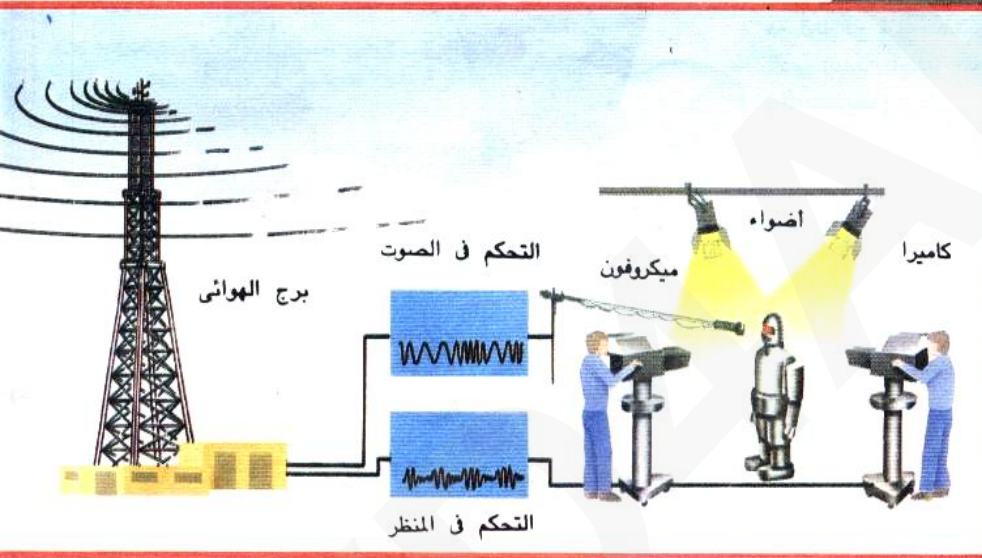
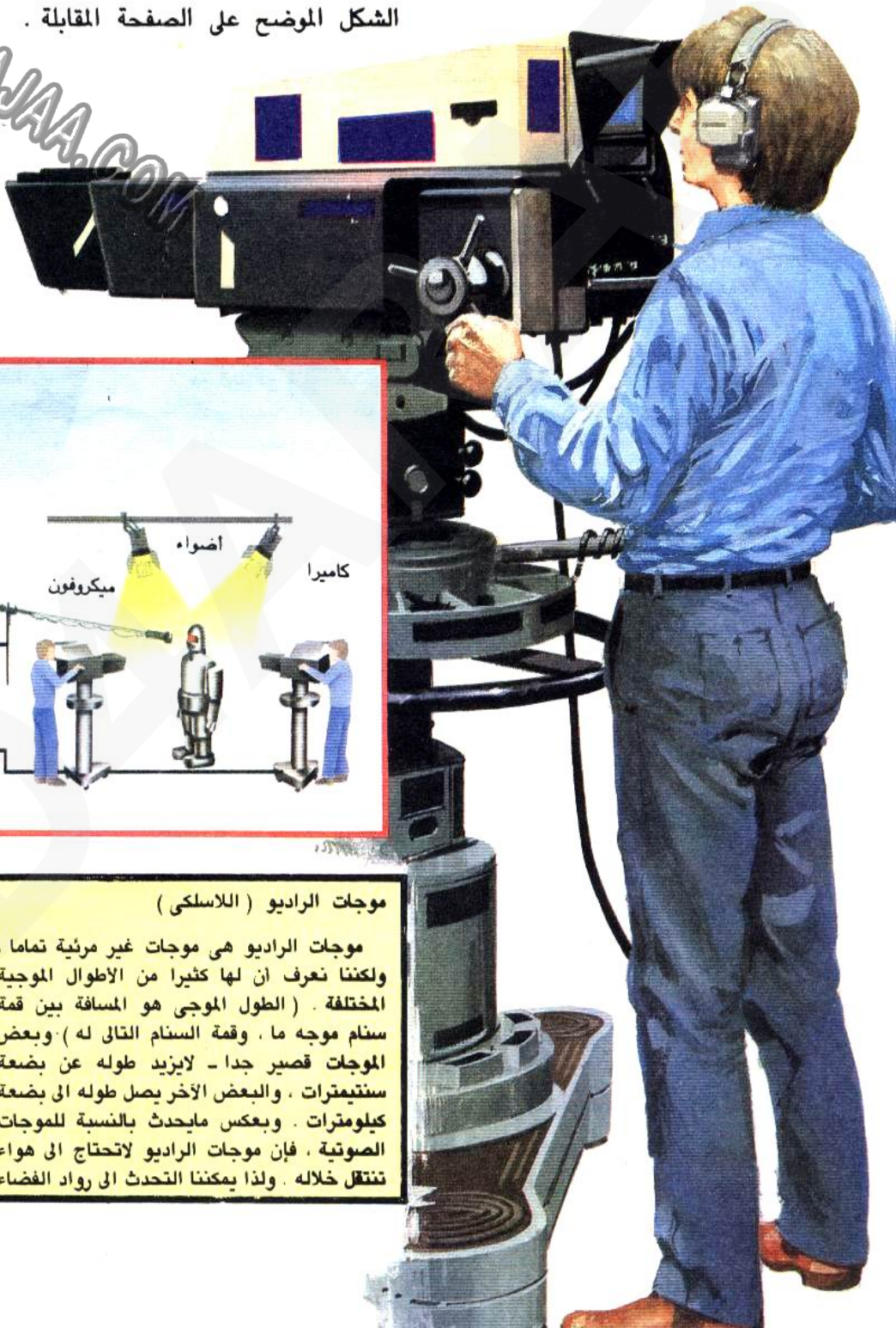
داخل الكاميرا

ينتقل كل لون ضوئي في أنبوبة خاصة داخل الكاميرا . وتقوم هذه الأنابيب بعمل نمط من الشحنات الكهربائية حالما يقع الضوء عليها . ثم يمر شعاع من الالكترونات سريعا في كل من الأنابيب فوق هذا النمط من الشحنات الكهربائية ، منتقلا من اليسار الى اليمين ومن أعلى الى أسفل فيما يسمى بعملية المسح . ويتم في هذه العملية احداث فيض من الاشارات الكهربائية التي تعبر كل منها عن مدى سطوع ، أو اظلام جزء صغير من الصورة الكلية

ان عمل كاميرا التليفزيون هو تحويل الصورة التي نراها الى اشارات كهربائية يمكن ارسالها . وتحتوى الكاميرا في التليفزيون الملون عادة على ثلاثة أنابيب منفصلة بداخلها . وتقوم هذه الأنابيب بتفريق الضوء الصادر من الصورة الى ثلاثة أجزاء - جزء أحمر وجزء أخضر وجزء أزرق . وتتم عملية التفريق هذه بواسطة مرآيا خاصة تسمى مرآيا ثنائية اللون . ويمكنك رؤية طريقة عملها من الشكل الموضح على الصفحة المقابلة .

من الاستديو الى المنزل

تستخدم عدة كاميرات لتقديم الزوايا المختلفة لأى مشهد يتم تصويره تليفزيونيا . وتقوم الكاميرات بتحويل صورة ماتراه الى اشارات كهربائية . ثم تغذى هذه الاشارات الى غرفة التحكم حيث يجلس مخرج البرنامج أمام صف من



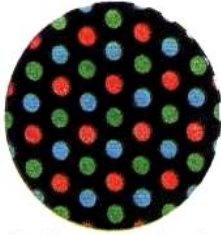
موجات الراديو (اللاسلكى)

على ظهر القمر لأن موجات الراديو تنتقل بسهولة تامة خلال الفضاء الفارغ تماما . وعندما تتقابل موجة من موجات الراديو مع هوائى جهاز الراديو لديك ، فإنها تخلق تيارا كهربائيا ضئيلا . فإذا كان جهاز الراديو مضبوطا على الطول الموجى لموجة الراديو ، فإن الدوائر الكهربائية في الجهاز تتخلص من الموجة الحاملة ثم تقوم بنقل الاشارات الخاصة بصوت الأشخاص أو الموسيقى الى مكبر الصوت لتصبح مسموعة .

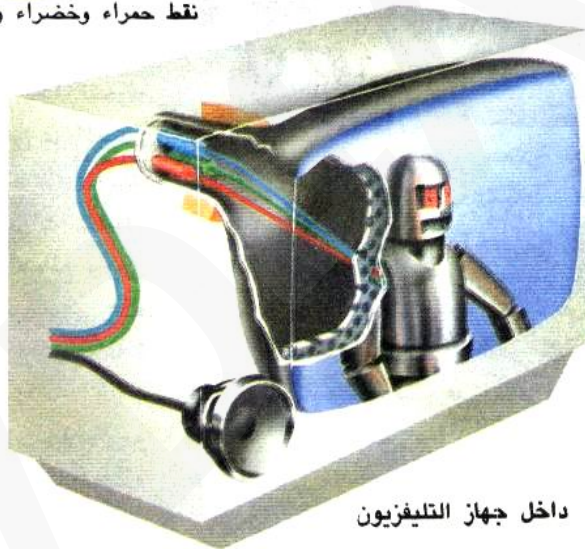
موجات الراديو هي موجات غير مرئية تماما . ولكننا نعرف ان لها كثيرا من الاطوال الموجية المختلفة . (الطول الموجى هو المسافة بين قمة سنام موجة ما ، وقمة السنام القالى له) . وبعض الموجات قصيرة جدا - لايزيد طولها عن بضعة سنتيمترات ، والبعض الآخر يصل طولها الى بضعة كيلومترات . وبعكس ما يحدث بالنسبة للموجات الصوتية ، فإن موجات الراديو لاتحتاج الى هواء تنتقل خلاله . ولذا يمكننا التحدث الى رواد الفضاء

داخل جهاز التلفزيون

عندما تصل اشارات الصورة الى جهاز التلفزيون لديك فإنها تفصل عن الموجات اللاسلكية التي حملتها ثم توجه نحو أنبوبة أشعة المهبط . وواجهة هذه الأنبوبة هي في الواقع ماتنظر اليه حينما تجلس لمشاهدة التلفزيون (أو شاشة التلفزيون) . يوجد مدفع الكتروني لكل لون ويقوم بقذف الالكترونات التي تسقط على ظهر الشاشة المغطى بأنواع مختلفة من النقاط الفوسفورية الدقيقة ، والتي تتوهج بلون أزرق أو أحمر أو أخضر عند اصطدام الالكترونات بها . ثم تنتقل الأشعة خلال حاجز مثقب يضمن أن كل شعاع سيسقط على نوع واحد فقط من النقاط . وبمرور الأشعة بسرعة كبيرة فوق الشاشة ، فإن أعيننا ترى صوراً كالتي توجد في أستديو التلفزيون .



نقط حمراء وخضراء وزرقاء تكون الصورة



داخل جهاز التلفزيون

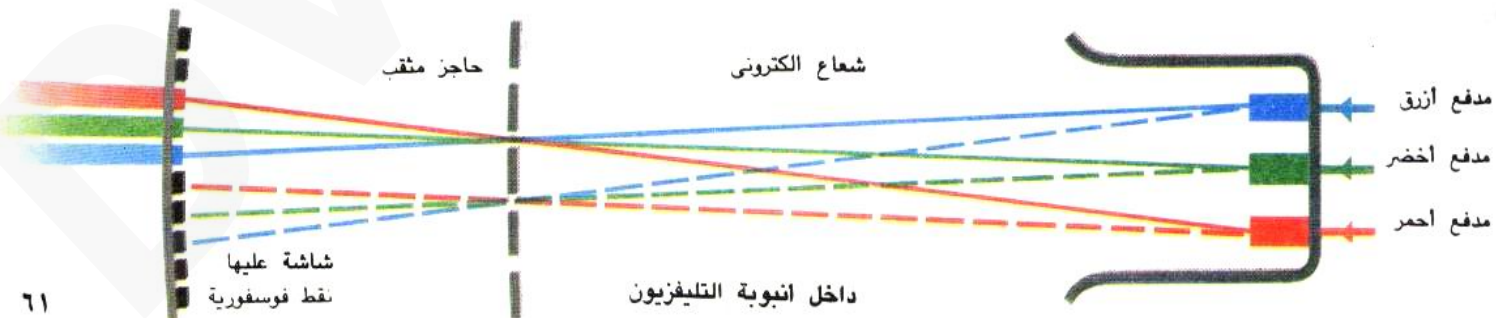
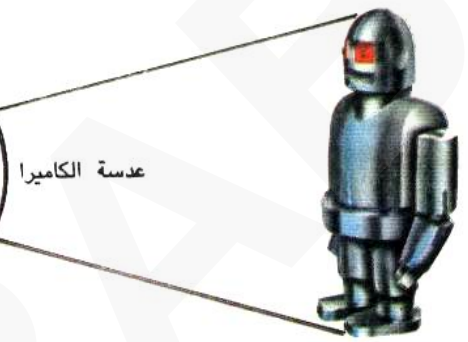
موقع المزج الصوتي في غرفة تحكم ، حيث تنتقى الأصوات أو تمزج كما هو مطلوب قبل نقلها الى جهاز الارسال حيث تبث . وتحمل الاشارات الصوتية والبصرية بواسطة موجات الراديو (اللاسلكي) التي تبث من هوائي مثبت عند قمة برج ضخمة . وهذه الموجات هي التي يلتقطها الهوائي المستقبل لكي تصل الى جهاز التلفزيون لديك . يقوم الجهاز بتحويل الاشارات مرة أخرى الى صورة وصوت يمكنك رؤيتها وسماعها .



داخل كاميرا التلفزيون

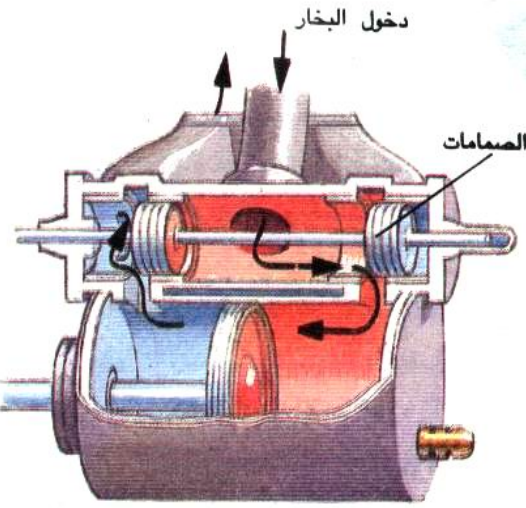
شاشات التلفزيون . وتعرض كل شاشة الصورة الواردة من كل كاميرا على حدة . ويختار المخرج الصورة التي يريد في اللحظة المناسبة ، وتنقل الاشارات الخاصة بهذه الصورة الى جهاز الارسال ليتم بثها . وقد يكون جهاز الارسال في مكان يبعد كثيراً عن الاستديو .

يلتقط الصوت داخل الاستديو بواسطة ميكروفونات . وهي أيضاً قد تكون متعددة . وتقوم الميكروفونات بتحويل الصوت الى اشارات كهربائية تنتقل الى



داخل أنبوبة التلفزيون

المحركات الحرارية



المحرك هو أية آلة تستمد الطاقة من الحرارة أو الماء أو الريح ، ثم تحول هذه الطاقة الى شغل مفيد . فتواحين الهواء والسواقي (النواعير) تعتبر صورا بسيطة للمحركات ، ولا يزال الانسان يسعى لجعل هذه الآلات أكثر كفاءة . لقد احتلت المحركات البخارية مكان طواحين الهواء والسواقي ، ولدينا اليوم المحركات البترولية ، ومحركات الديزل ، والمحركات النفاثة ، والتوربينات .

ينزلق المكبس في محرك بخارى بسيط داخل اسطوانة مجوفة وخارجها . وتعمل مجموعة من الصمامات على السماح للبخار بالاندفاع داخل الاسطوانة من أحد الاطراف ، ثم من الطرف الآخر وبهذا يتحرك المكبس اماما وخلفا .

والمحرك البخارى هو محرك حرارى . فالحرارة الناتجة من احتراق الفحم ، أو النفط أو الغاز تستخدم لتحويل الماء داخل غلاية الى بخار . وعندما يغلي الماء ليتحول الى بخار فإنه يتمدد الى ١٧٠٠ ضعف حجمه الأصلي . وتستخدم المحركات البخارية طاقة تمدد البخار في ادارة العجلات أو في أداء أى شغل آخر .

كيف يعمل المحرك البخارى

يقوم البخار المتمدد في محرك بخارى بدفع مكبس الى الامام وإلى الخلف داخل أنبوبة تسمى الاسطوانة . ويتصل المكبس بذراع المكبس التى تتحرك مع المكبس الى الداخل والخارج . وتتصل ذراع المكبس بذراع أخرى أطول منها تسمى ذراع التوصيل التى ترتبط بعجلة القيادة (أو بترس الادارة) ويجعلها تدور .

وهناك مجموعات متعددة من الصمامات التى تسمح للبخار بالاندفاع داخل الاسطوانة حتى تحرك المكبس في اتجاه معين ثم في الاتجاه المضاد . ويسمى مثل هذا المحرك تردديا . وقد كان المحرك الترددي هو المصدر الاساسى للقوى في بداية القرن العشرين . وقد كانت هذه المحركات تدير قاطرات السكك الحديدية ، والسفن ، وآلات المصانع وحتى محركات السيارات . ولكنها تكاد تختفى هذه الايام لأن كثيرا من الأنواع ذات الكفاءة العالية من المحركات قد ابتكرت .

وهناك نوع آخر من المحركات البخارية وهو التوربين البخارى . والتوربين عجلة ضخمة بها عشرات من الريش المعدنية حولها . ويندفع البخار في انبثاق قوى ليصطدم بالريش ويجعل التوربين يدور . والتوربينات الدوارة يمكن استخدامها في توليد الكهرباء وفي ادارة مراوح السفن .

الاحتراق الداخلى

يسمى محرك السيارة بمحرك الاحتراق

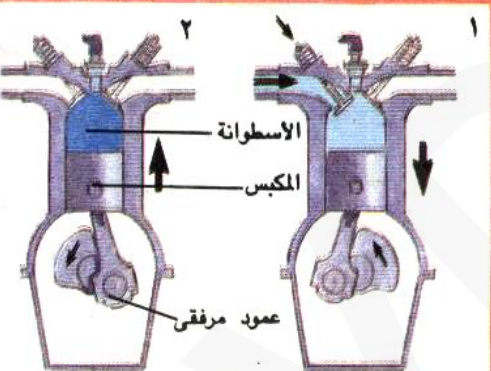


الداخلى لأن الوقود يحترق داخل المحرك . (أما في المحرك البخارى فإن الوقود يحترق خارجا ، بعيدا عن الأجزاء المتحركة) . ومحرك الاحتراق الداخلى أكثر كفاءة من المحرك البخارى فهو ينتج قدرا أكبر من القوى بالنسبة للطاقة التى يغذى بها .

كيفية عمل الاحتراق الداخلى

يحترق الوقود - بترول أو زيت الديزل - في اسطوانة مجوفة . وعندما يتحول الوقود الى غاز ، فإنه يتمدد ويدفع مكبس مثبت باحكام الى أسفل الاسطوانة .

وعندما يدفع المكبس الى أسفل ، فإنه يحرك عمودا مرفقيا ، ويقوم هذا بدوره بادارة عجلات السيارة .



لاتقوم المحركات البترولية بتقديم القوى في كل شوط للمكبس . والرسوم الموضحة أعلى الكلام تشرح ما يحدث . ففي الصورة الأولى (١) يفتح صمام الدخول ويمتص مزيج من البترول والهواء داخل الاسطوانة . ثم يغلّق الصمام وعندما يتحرك

محرك وانكل

محرك وانكل هو محرك احتراق داخلي يشبه المحرك البترولي العادي ، الا أنه لا توجد أية مكابس متحركة داخل الاسطوانات . وبدلاً من المكابس فان محرك وانكل به عضو دوار مركزي على هيئة مثلث ذي جوانب منحنية . وعندما يدور العضو الدوار حول غرفة الاحتراق ، فان المحرك يمر بمراحل السحب ثم الضغط ثم القوى ثم العادم التي تمر بها لمحركات العادية .

المحركات النفثية

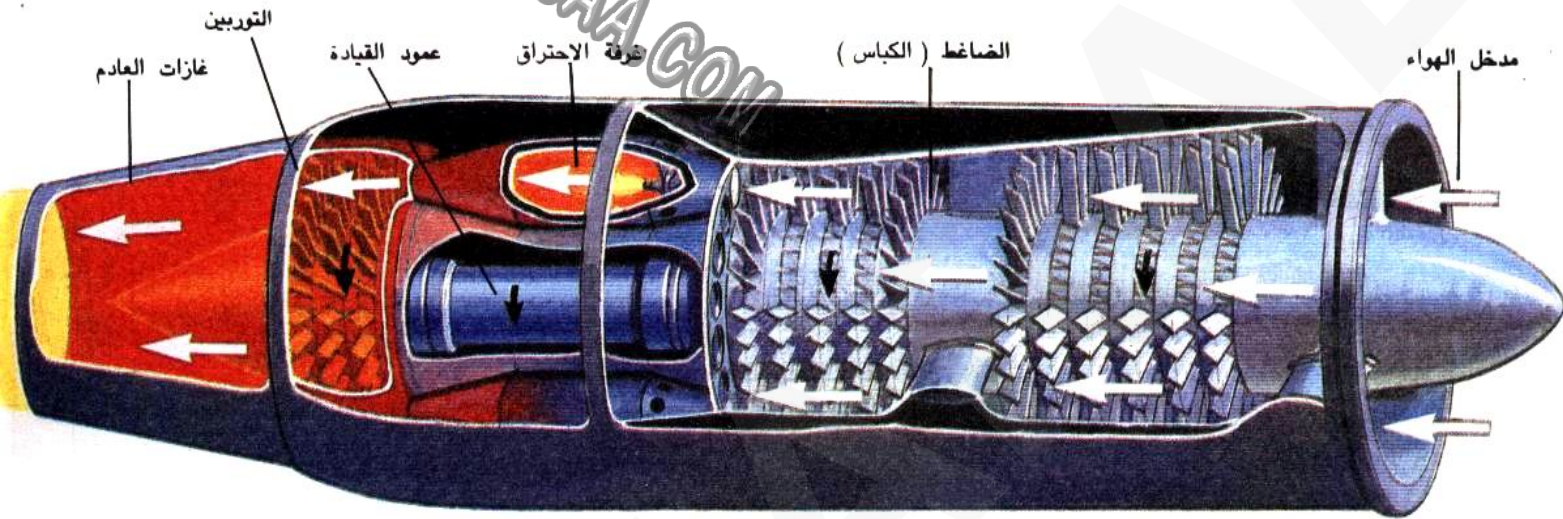
هناك عدة أنواع من المحرك النفثي . وأول

ما ابتكر من هذه المحركات ولا يزال يستخدم بكثرة هو المحرك التوربيني النفثي الذي يصوره الشكل السفلي . وهو يعمل بأن يلتهم كميات هائلة من الهواء - اذ أنه يحتاج الى أوكسجين الهواء لاحتراق الوقود كما يجب . فيمتص الهواء عند مقدمة المحرك بواسطة مجموعة من الريش التي تلف بسرعة كبيرة ونتيجة لهذا ينضغط الهواء في حيز ضئيل . ويجب أن يضغط الهواء للحصول على كمية كبيرة من الأوكسجين في غرفة الاحتراق . ويرش نوع خاص من البارافين داخل غرفة الاحتراق ، ويستمر هذا الوقود المرشوش طوال الوقت الذي يعمل فيه المحرك . ويتم اشعال المحرك في البداية بواسطة شرارة

ويرش نوع خاص من البارافين داخل غرفة الاحتراق ، ويستمر هذا الوقود المرشوش طوال الوقت الذي يعمل فيه المحرك . ويتم اشعال المحرك في البداية بواسطة شرارة

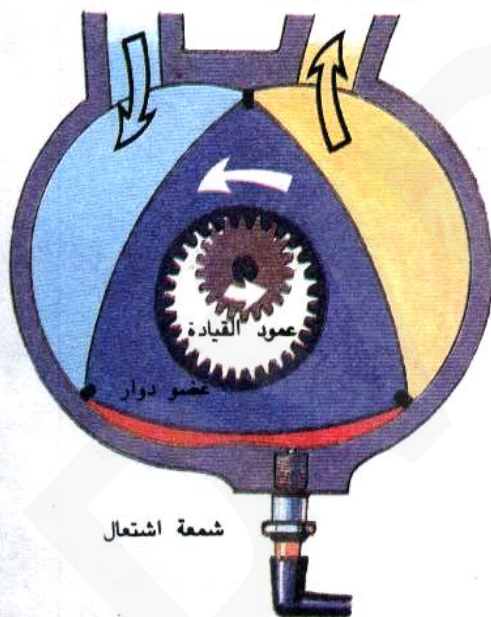
المحرك الموضح اعلاه : هو المحرك المروحي التوربيني . ويستخدم النفث التوربيني في هذا المحرك لكي يدير مروحة تقوم بدفع الطائرة الى الامام . ويستعمل المحرك المروحي التوربيني في الطائرات الاصغر حيث يكون أكثر كفاءة .

محرك المروحة التوربينية : هو الموضح بالرسم اسفل الكلام . وهو المحرك الذي يوفر القوى اللازمة لأكبر طائرات الركاب الحديثة . ولهذه المحركات مراوح عملاقة في المقدمة لكي تدفع بكميات هائلة من الهواء الى الخلف حيث تدخل الى الضاغط (المكبس) . وينقسم الهواء الى تيارين ، ينتقل احدهما خلال غرفة الاحتراق ، بينما يسرى الآخر ليدير المحرك نفسه ، ثم يتحد التياران في المؤخرة ليحطيا قوة دفع أكبر .



محرك وانكل

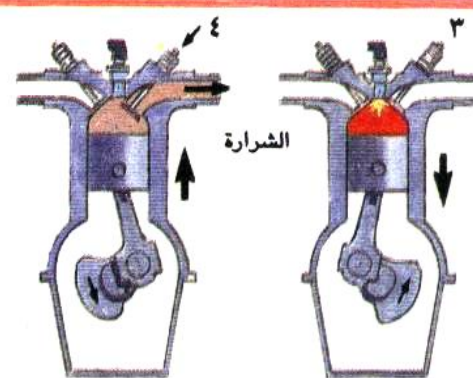
مزيج الوقود والهواء العادم



كهربائية وعندما يحترق الوقود فان درجة حرارته ترتفع الى ما فوق 1000°C . وتتمدد الغازات الساخنة وتندفع بشدة من الخلف الى الجو الخارجى . وهذا التدفق القوى من الغاز الساخن المندفع خارجا يدفع الطائرة الى الامام .

والغازات الساخنة تدير عجلة أخرى تسمى التوربين . وهناك عمود يصل ما بين التوربين والضاغط . ويعنى هذا أن الضاغط سيظل دائراً وضاعطاً على مزيد من الهواء الى داخل المحرك .

وسرعات النفث يمكن أن تزداد أحياناً بواسطة احراق مزيد من الوقود بين التوربين وفوهة الخروج وتسمى هذه العملية بالاحتراق اللاحق .



المكبس الى أعلى فانه يعصر الوقود ويدفعه نحو قمة الاسطوانة (٢) . ثم تحدث شرارة ويحترق المزيج بقوة هائلة فيدفع المكبس الى أسفل الاسطوانة (٣) . ثم يفتح صمام العادم وتندفع الغازات المحترقة الى الخارج (٤) .

العلم في الهواء

جهاز قياس الارتفاع

يقوم جهاز قياس الارتفاع الذي يعتمد على الفرق في الضغط الجوي (في المقابل) بإبلاغ الطيار عن ارتفاع الطائرة عن سطح البحر . ويحتوى هذا الجهاز على كبسولة مغلقة من معدن رقيق وقد ملئت بالهواء . ومعنى هذا أن الضغط داخل الكبسولة ثابت لا يتغير . أما حين ترتفع الطائرة فإن ضغط الهواء حولها يأخذ في الهبوط وفي هذه الحالة فإن الهواء الذى بداخل الكبسولة يقوم بدفع المعدن الرقيق الى الخارج وهذا يدير رافعة تحرك مؤشرا . ويتصل جهاز قياس الارتفاع بالهواء الموجود خارج الطائرة بواسطة أنابيب .

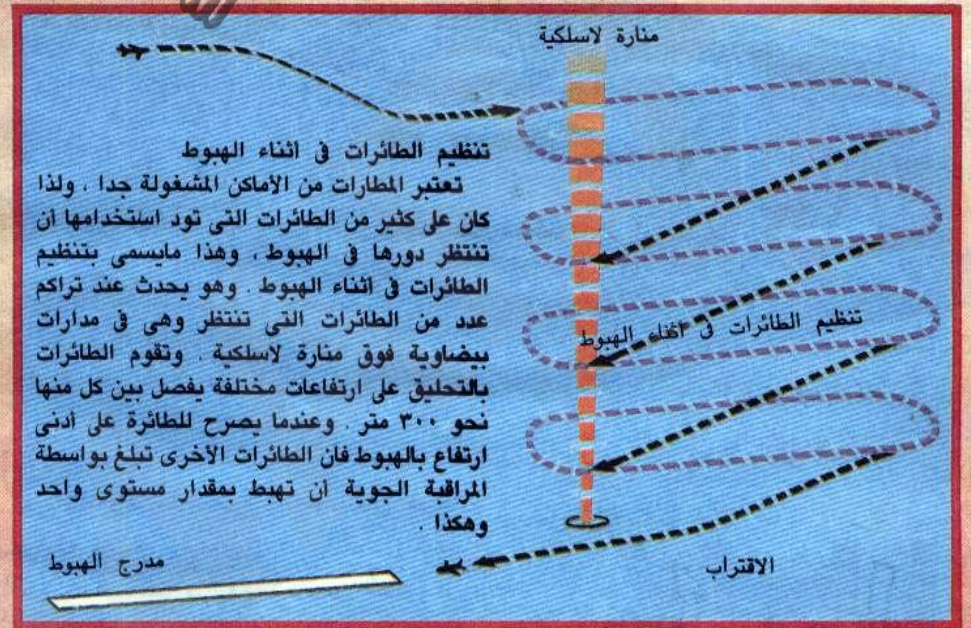
سطح الانسياب الهوائى

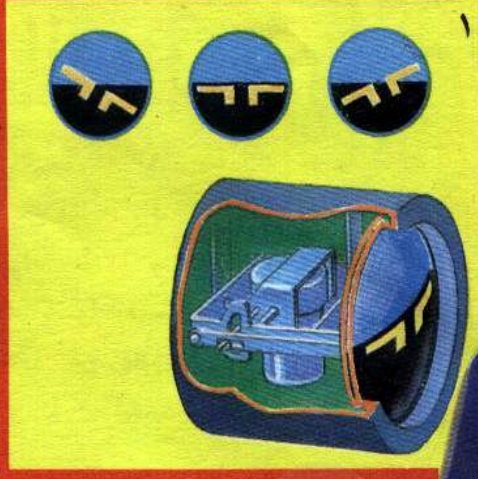
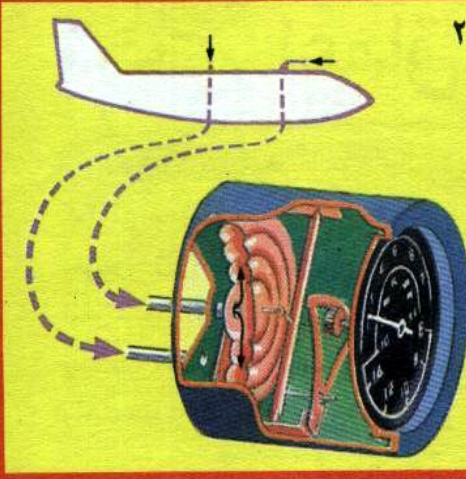
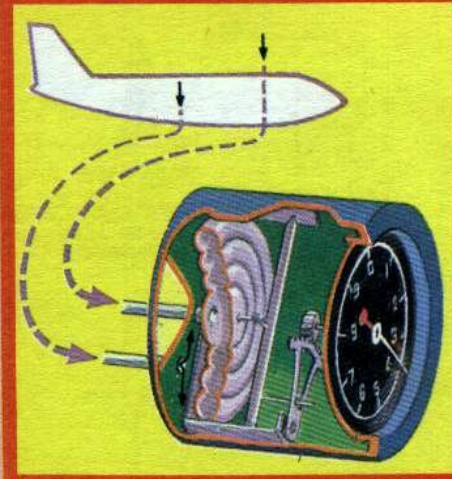
لا بد للطائرة كي تطير من أن ترفع نفسها بطريقة او بأخرى فوق سطح الأرض ضد قوى الجاذبية الأرضية . ويتم الرفع بواسطة اندفاع الهواء فوق أجنحة الطائرة . وللأجنحة شكل خاص يسمى بسطح الانسياب الهوائى . والأجنحة محدبة عند قممتها ومسطحة عند قاعها . ويعنى هذا أن الهواء المار فوق قمة الجناح عليه أن ينتقل أسرع لأن عليه أن يقطع مسافة أطول ، ولهذا يكون ضغط الهواء فوق الجناح أقل من ضغط الهواء أسفله ، ولهذا فإن الجناح يرفع الى أعلى .

إن غرفة قيادة أى طائرة ركاب حديثة هى كتلة من الالكترونيات . ويواجه الطيار فى كابينته مجموعة متلاثلة من العدادات وأضواء التحذير ، التى تجعله يحيط بمعلومات عن كيفية عمل كل أجزاء الطائرة وأجهزتها ، وعما اذا كانت الطائرة تسير فى الاتجاه الصحيح وما الى ذلك .

وعندما تقترب الطائرة من مطار ما ، فإن مجموعة أجهزة الهبوط الآلى ترشدها فى ذلك . وتتولى المراقبة الأرضية امداد قائد الطائرة باتجاه الاقتراب . وعادة ماتبدأ الطائرة فى محاذاة مدرج الهبوط على مسافة من ٧ الى ١٠ كيلومترات من المطار ؛ ثم تتبع الموجات اللاسلكية حتى تهبط . وقد أصبح الهبوط تلقائيا أكثر فأكثر ، بل إن كثيرا من الطائرات تستطيع الآن أن تهبط دون أن يمس الطيار أية أجهزة للتحكم على الاطلاق .

وعلى الرغم من كل هذه الأجهزة الالكترونية المعاونة ، فإن الطائرات لاغنى لها عن الطيارين . وفى طائرات الركاب توجد دائما مجموعتان من كل المعدات اللازمة لكيلا تتعطل احدهما فتعمل الأخرى . وبالرغم من ذلك فلو تعطلت كلتاها فإن طاقم الطائرة يكون جاهزا لأن يعود بالطائرة سالمة الى الأرض .

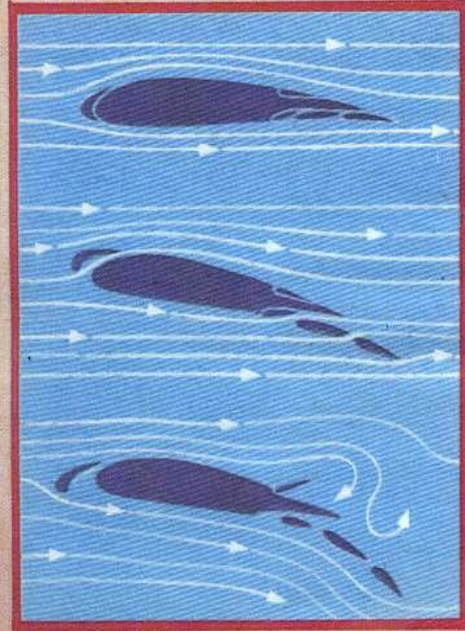




٢ عداد سرعة الطائرة

١ الأفق الصناعي
وهو جهاز يبلغ قائد الطائرة عما إذا كانت الطائرة تطير مستوية ، ويوجد بداخله جيروسكوب يلف حول نفسه بسرعة كبيرة ويبقى مستويا مع الأفق بغض النظر عن وضع الطائرة . ويستطيع قائد الطائرة ان يعرف حالة الطائرة وعما إذا كانت مائلة ، او صاعدة ، او هابطة وذلك بمجرد لمحة منه الى الأفق الصناعي .

عداد سرعة الطائرة من اهم الاجهزة على الاطلاق . وهو يعمل بان يقيس الفرق بين ضغط الهواء عند مقدمة الطائرة وعمل الجانبين . وكلما اسرعت الطائرة كان هذا الفرق كبيرا . ويظهر هذا الفرق على تدريج داخل غرفة القيادة ويقاس ضغط الهواء في المقدمة بواسطة الهواء الداخل الى أنبوبية بيتو خاصة (أنبوبية لقياس سرعة السوائل) تبرز من الطائرة في تيار الهواء .



يستطيع قائد الطائرة ان يغير من شكل الأجنحة باستخدام « الرفارف » . فجزء من الحافة المنسحبة او غالبا الحافة الأمامية للجناح تستطيع الدوران بواسطة مفصلات الى أسفل . وهذا يتيح رفعا اكبر عند السرعات المنخفضة اثناء الاقلاع او الهبوط .



تحت أعماق البحر

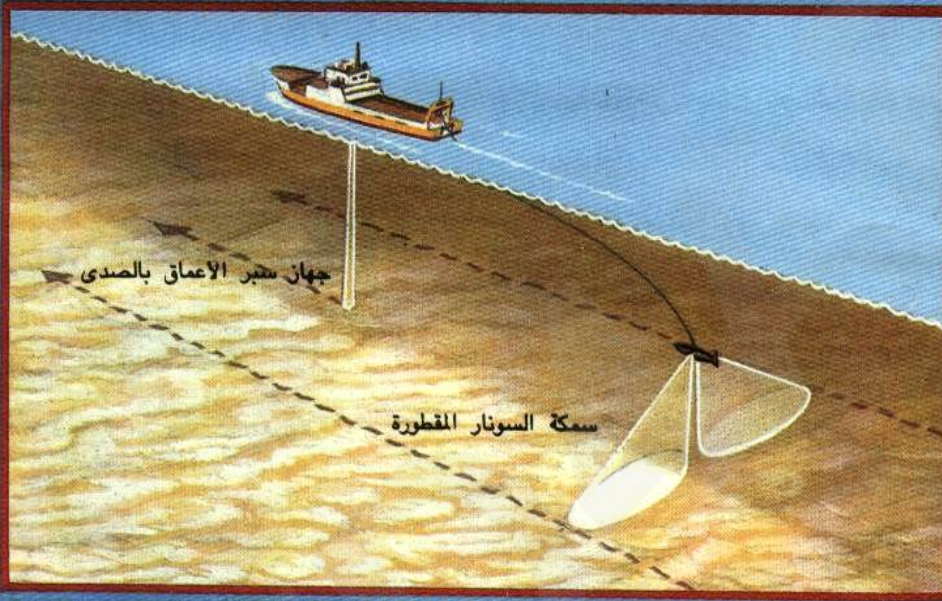
الكرة الأرضية هي الكوكب الوحيد في المجموعة الشمسية الذي به محيطات . كما أن مايزيد على ثلاثة أرباع سطحه من الماء . ولقد ظل الانسان لعدة قرون يغوص في أعماق البحار ليصطاد أشياء مثل الأسفنج واللآلئ . وقد كان الفواصون الأوائل يندفعون داخل الماء وقد كتموا أنفاسهم . أما اليوم ، فإن العلم يساعد البشر على اكتشاف المزيد والمزيد عن عالم ماتحت البحار العظيم . وأصبحنا نكتشف أسرارهِ ببطء كما بدأنا في استخراج ثرواته .

على أن استكشاف قاع البحر ليس بالعمل السهل ، فمتوسط عمق المحيطات يبلغ ٤٠٠٠ متر تقريبا ، مع وجود جبال شاهقة ووديان سحيقة تحت مياه البحر . ولا يمكن الهبوط الى تلك الأعماق الا بسفن خاصة أو بمركبات ليس بها بشر .

ان بالمحيطات كثيرا من المواد التي نحتاجها . فهناك مستودعات هائلة من خامات المعادن عند الرصيف القاري بالقرب من شواطئ أمريكا . كما أن هناك كتلا في حجم كرة الكريكت من الفلزات المفيدة مثل النحاس والنيكل والمنجنيز والكوبالت ترقد عند قاع البحار العميقة . على أن تجريف كميات مفيدة من هذه الكنوز لم يتم بعد .

هناك كتل من المعادن المسماة بالعقيدات ترقد عند قاع المحيط على أعماق تصل الى ٥٠٠٠ متر تحت السطح . وقد يكون من المتيسر في المستقبل انزال جرافات خاصة لاستخراج هذه المعادن . وستحمل هذه الجرافات اضاءة قوية وسيتم ارشادها بواسطة كاميرات التلفزيون من سفينة على السطح .

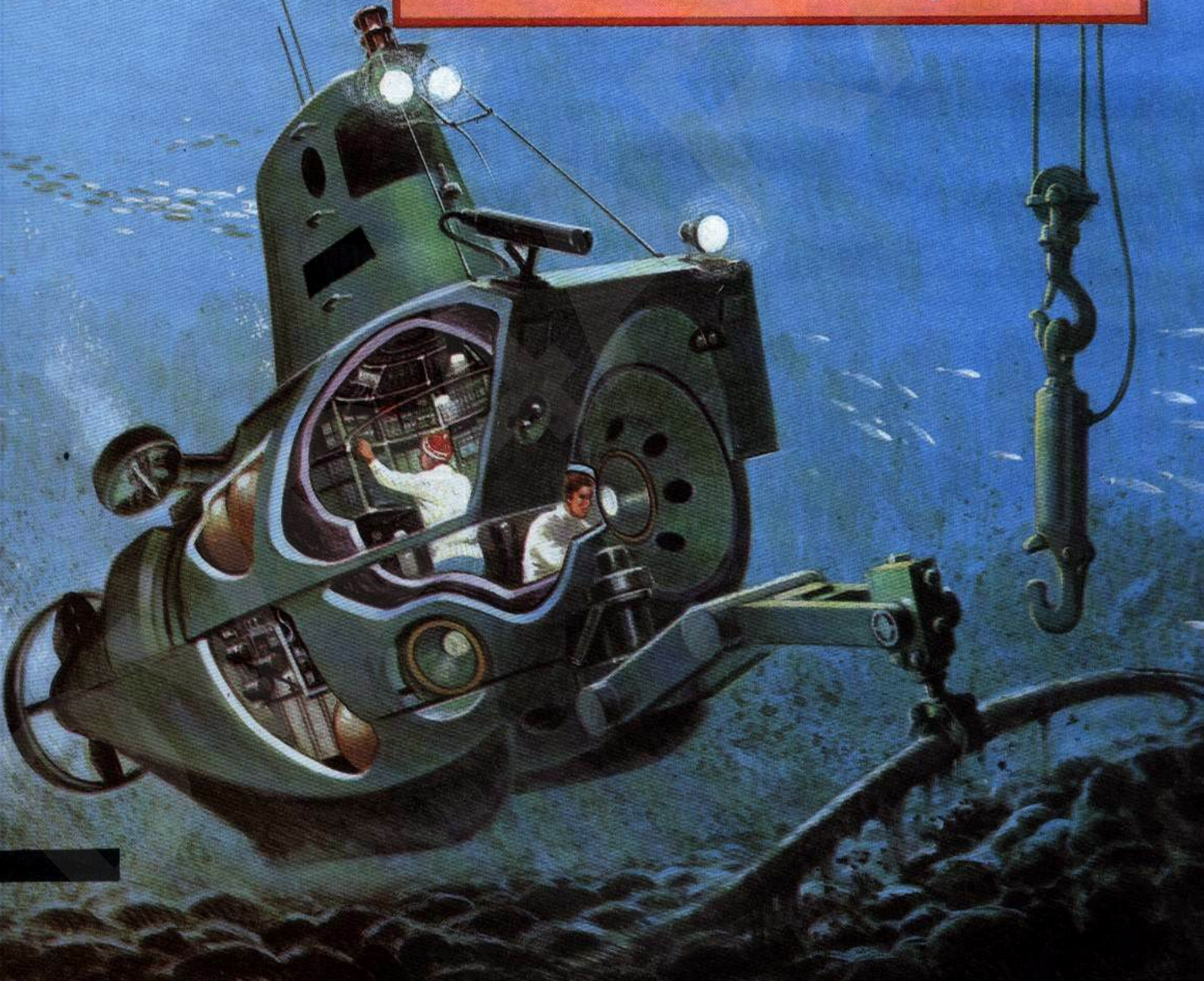
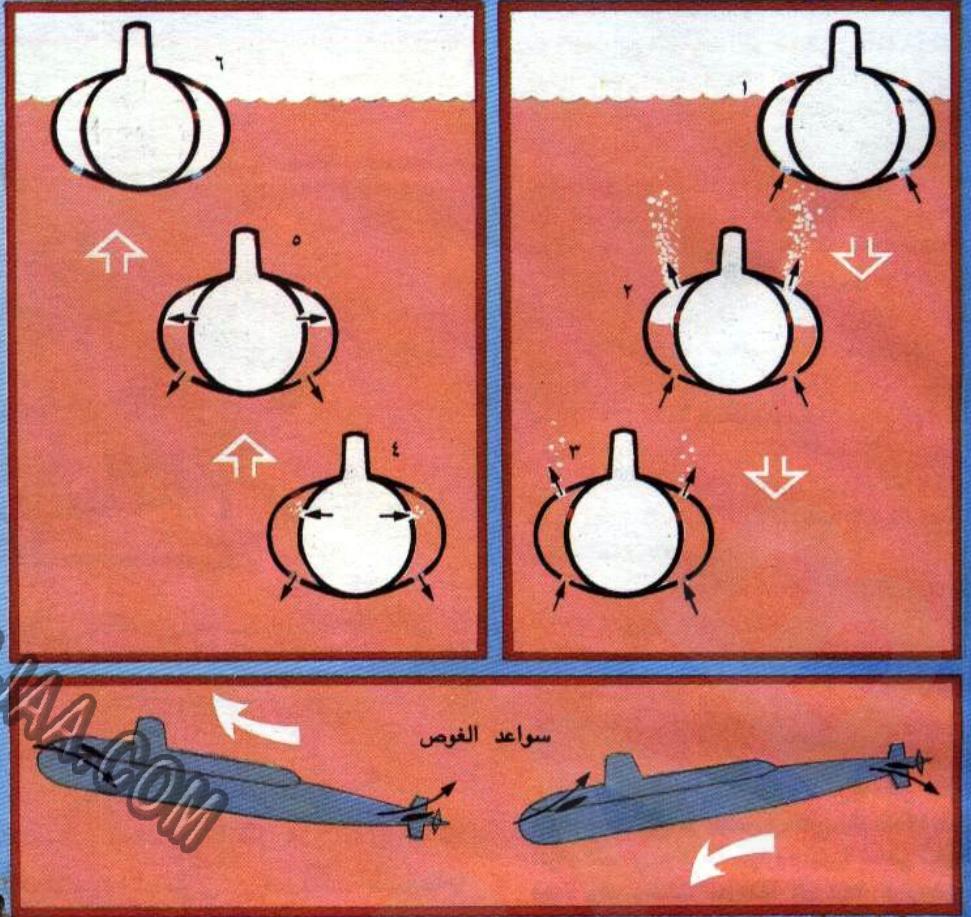
يستخدم السونار (* جهاز سبر الأعماق) لاكتشاف ماهية قاع البحر ولماذا يشبه واحد . طرق هذا الاستكشاف هي جر سمكة ، معدنية خلف سفينة الاستكشاف . وتعطي أجهزة السونار المثبتة في السمكة صورة صادقة لقاع البحر . كما ان مسبار (مجس) الأعماق بالصدى والموجود على ظهر السفينة الام يقوم برسم خريطة للأعماق .



كيف تعمل الغواصة

حين تكون الغواصة على السطح ، فإن خزانات التوازن الأساسية تكون فارغة تماما (١) . ولكي تغوص في الماء فإن هذه الخزانات تملأ بالماء (٢) . ولكي تطفو الغواصة مرة ثانية الى السطح فإن المضخات تدفع الهواء داخل الخزانات ليطرده المياه خارجها (٤) . وحين تصل الى السطح فإن هواء متجددا يدفع داخل الخزانات (٥) ، (٦) . على أن الغواصة لابد أيضا أن تتمكن من المناورة تحت الماء ، ولذا فهي تحتوى على خزانات صغيرة هي خزانات الموازنة الى جانب الخزانات الأساسية ويمكن دفع الماء داخل هذه الخزانات أو طرده منها حتى تظل الغواصة مستوية على صالبي القاعدة في أثناء وجودها تحت الماء . وعندما يود الملاحون رفع الغواصة الى أعلى أو الهبوط بها ، فإنهم يستخدمون سواعد الغوص التي تشبه الى حد كبير رافعات ذيل الطائرة.

يعمل هذه الأيام كثير من الغواصات تحت سطح البحر وبعض هذه الغواصات خاص بالأبحاث العلمية ، والبعض الآخر مصمم لعمليات الانقاذ التي تجرى تحت الماء ، إلا أن أهم طلب على هذه الغواصات هو في حقول البترول المغمورة تحت البحر حيث تلعب الغواصات دورا حيويا في التفقيش على التجهيزات البترولية تحت الماء واصلاحها.



لاستطيع السفينة التي تسافر في الماء أن تنتقل بسرعة أكبر من ٩٠ كيلومترا في الساعة . ولكن السفينة التي تنزلق على سطح الماء تستطيع الانتقال بسرعة أكبر من هذه . والهيدروفويل (سفينة ذات زعانف تسهل الحركة على سطح الماء) (المبين الى اليمين) يستقر فوق الماء اذا كانت سرعته بطيئة وعندما تزداد سرعته ، فإنه يرتفع الى أن ينزلق بخفة على رجلين طويلتين كما لو كان شخصا ينزلق على الماء بزحافتين . وهذا مايقال من « مقاومة » الماء مما يجعل الهيدروفويل ينتقل بسرعة تبلغ ١١٠ كيلومترات في الساعة تقريبا . اذا ضمنا أن البحر ليس هائجا . ولعظم سفن الهيدروفويل الحديثة رقائق « تخترق السطح » وهي على شكل حرف V مفتوح . وهذه الرقائق هي التي تحفظ السفينة ثابتة عندما تلتف بحدة أو تسرع خلال الأمواج .

والحزام (مركبة تسير على الماء فوق وسائل هوائية) تنتمي أيضا الى المنزلقات . وهي تنتقل على وسادة هوائية ترفعها فوق الماء تماما . وتستطيع الحوامات الضخمة المستخدمة لنقل الركاب أن تزيد من سرعتها الى مايزيد على ١٤٠ كيلومترا في الساعة .

ان الرقم القياسي العالمي للسرعة على الأرض يتقدم ببطء على مر السنين ، ففي عام ١٩٠٧ سجل الرقم القياسي بواسطة سيارة بخارية تسمى « فوجل بيغ » ، وقد وصلت سرعتها الى ٢٤١ كيلومترا في الساعة . اما الرقم القياسي العالمي الآن فقد سجله البريطاني ريتشارد نوبل . وقد وصل عام ١٩٨٣ الى سرعة مقدارها ١٠١٩.٤٧ كيلومتر في الساعة في سيارته ذات المحرك النفث والمسماه « ترست ٢ » (اسفل) .



عالم السرعة

منذ مايقرب من مائة وخمسين عاما ، كانت أسرع وسائل الانتقال هي الحصان . ولقد ظلت كذلك لآلاف السنين حتى تم اختراع المحرك البخاري . وقد كانت السرعة القصوى لقاطرة ستيفنسون المسماة بالصاروخ (روكيت) هي ٤٦ كيلومترا في الساعة وذلك عام ١٨٢٩ وهي سرعة أكبر قليلا من السرعة القصوى لمركبة صغيرة يجرها حصان . الا أن المحرك البخاري صار « ملك السرعة » خلال القرن التاسع عشر في جميع أنحاء العالم ، وبحلول عام ١٨٥٠ كانت القطارات تسافر بسرعة تزيد على مائة كيلومتر في الساعة ، وكان السفر بالسكك الحديدية متاحا لأي فرد .

اما اليوم ، فقد أصبح الانتقال بسرعة عالية جزءا من حياتنا اليومية . وأصبح كثير من الناس مفتونين بالسرعة ويستمتعون برياضات السرعة كسباق السيارات . كما صارت القطارات الكهربائية الحديثة تندفع بعنف على مسارات خاصة بسرعات تربو على





٣٠٠ كيلومتر في الساعة . أما الطائرة « كونيورد » فتتومض عبر الأطلنطي بسرعة تبلغ ضعف سرعة الصوت . وأصبحت الطرق الجديدة للسيارات تيسر لنا الانتقال من مكان الى مكان بسهولة وسرعة .

ان أسرع المسافرين الى الآن هم رواد الفضاء ، وذلك لأن سفن الفضاء التي يستقلونها والتي تزود بقوة صاروخية لا بد وأن تصل الى سرعة تقترب من ٤٠٠٠٠ كيلومتر في الساعة حتى تنفذ من جاذبية الأرض . ونحن نشاهد صور ملاحى الفضاء في المكوك الفضائى في أثناء وجوده في الفضاء ، وهم يتسللون ببطء وحذر هنا وهناك بامتعتهم الفضائية ، وان كان من الصعب علينا أن نقدر أنهم وسفينتهم لا يزالون يسافرون بسرعة تبلغ عشرين ضعفا سرعة الكونيورد . وفي الفضاء عاليا ، ليس هناك هواء أو أى شىء آخر قد يعطى الرواد أية فكرة عن السرعة .

على أنه حتى ملاحى الفضاء يعتبرون بطيئى الحركة جدا اذا قورنوا بأسرع شىء نعرفه وهو سرعة الضوء . ان الضوء ينتقل مسافة ٢٩٩٧٩٢ كيلومترا في الثانية الواحدة فقط .

لقد كانت الطائرات الاولى بطيئة وثقيلة الحركة ، وكانت محركاتها الصغيرة لا تكفى الا لمجرد بقائها طائرة في الجو . ولكن بمرور الوقت ، أصبحت الطائرة تحلق أسرع فأسرع حتى وصلت الى سرعات هي اقصى ماتصل اليه طائرة تطير بمراوح - وهي ١٨٠٠ كيلومتر في الساعة وقد كان للطائرات النفثة الفضل في الوصول الى سرعات اكبر .

لقد كانت اول طائرة تطير أسرع من الصوت (نحو ١١٠٠ كيلومتر في الساعة) هي الطائرة الصاروخية « بل X-1 » عام ١٩٤٧ . اما اليوم فلن طائرات مثل « بلاك بيرد » SR-71A (فوق) تستطيع الطيران بسرعات تصل الى ٣٥٠٠ كيلومتر في الساعة تقريبا كما انها تستطيع التحليق على ارتفاعات شاهقة للغاية . وقد وصلت هذه الطائرة الى ارتفاع يزيد على ٢٤٠٠٠ متر .

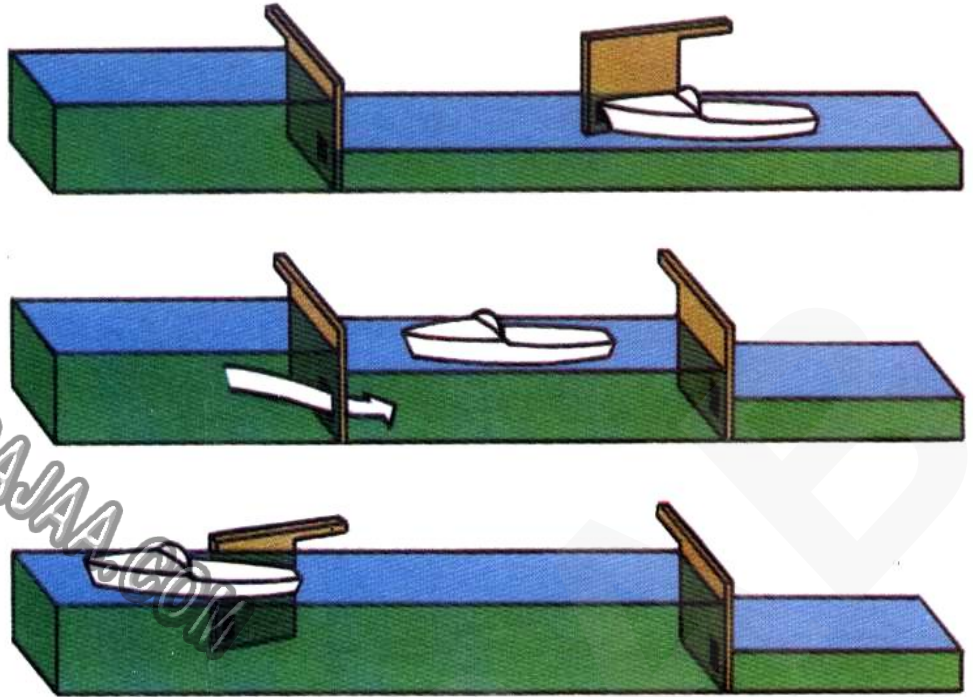
تستخدم الانفاق الهوائية لاختبار تأثير الهواء ضد المركبات . فالرياح تدفع داخل النفق بسرعات مختلفة لكي يدرس العلماء ردود فعل الطائرة او القطار . اما في الانفاق فوق الصوتية (السوبرسونيك) فان اجهزة خاصة تبين التغيرات التي تطرأ على كثافة الهواء حين يمر حول الانموذج (اسفل الى اليسار) .



القنوات والجسور (الكبارى) والأنفاق

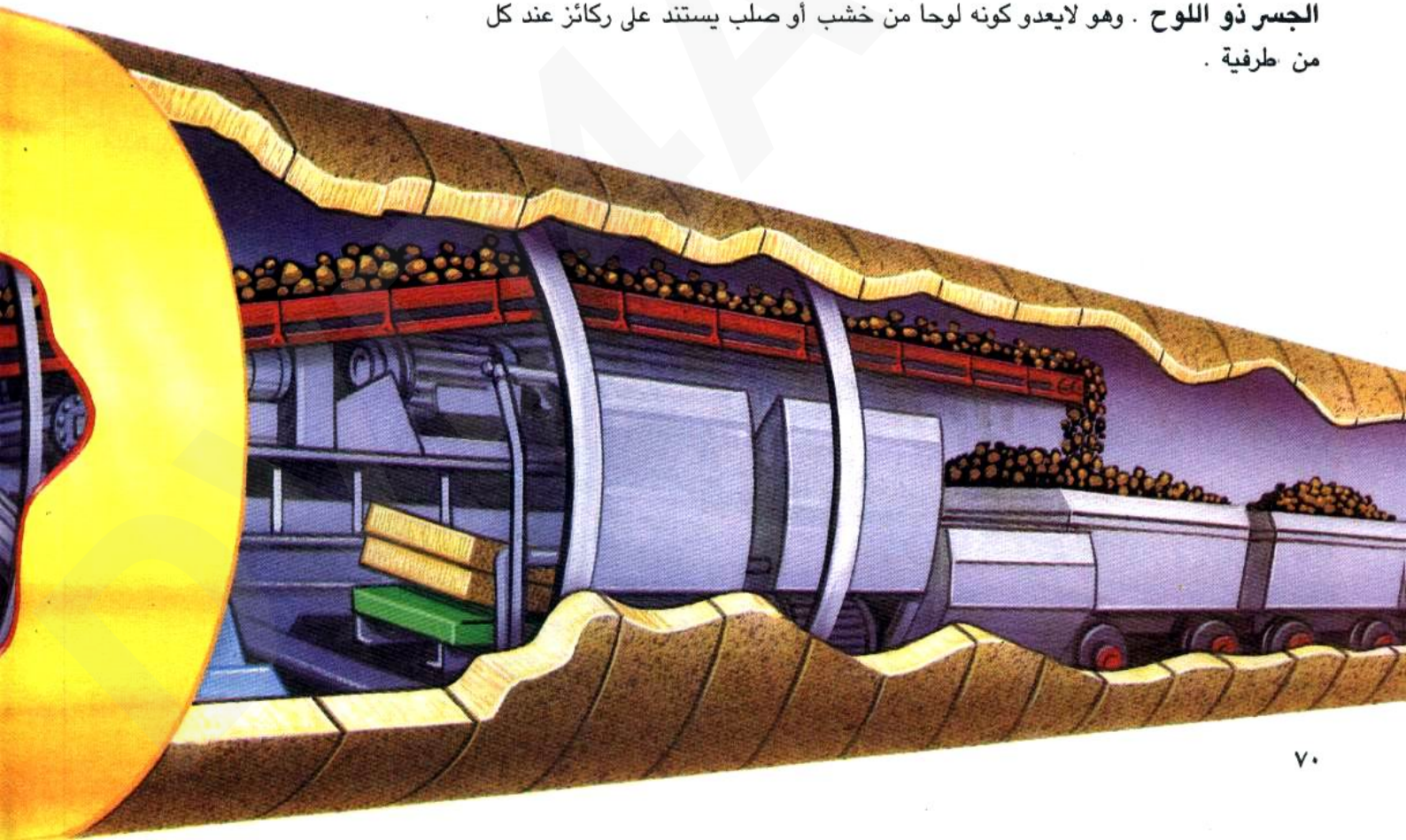
كيف يعمل الهويس

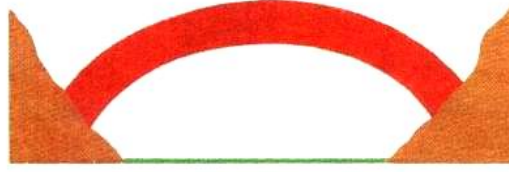
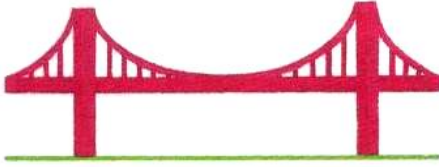
الهويس يشبه درجة سلم لأنه يرفع السفن والقوارب المارة في نهر أو قناة من أحد المستويات الى مستوى آخر . فإذا كان القارب يصعد ، فإنه يدخل الى الهويس الأول ثم تفتح البوابة السفلى ويصبح الماء داخل الهويس عند نفس المستوى الذى يصل اليه الماء في الجزء السفلى من القناة . وحين يصير القارب داخل الهويس تغلق البوابة السفلى . ثم تفتح فتحة صغيرة (زعنفة) في البوابة العليا فيفيض الماء الى أسفل ويرتفع القارب بارتفاع مستوى الماء . وعندما يصير مستوى الماء هو نفس المستوى الأعلى فإن البوابة العليا تفتح لينطلق القارب في طريقه . أما السفن فتستطيع المرور من سلسلة من الأهوسة لكي ترتفع الى المستوى المطلوب . ويحدث هذا في القنوات الكبيرة كقناة بنما بين أمريكا الشمالية والجنوبية . ولقناة بنما مجموعات ثلاثة من الأهوسة مبنية أزواجا حتى يتسنى للسفن أن تعبر القناة في اتجاهين في نفس الوقت . ويبلغ طول كل هويس نحو ٣٠٠ متر وعرضه ٣٣ مترا . وتقوم القاطرات الكهربائية بسحب السفن خلال مجموعة الأهوسة .



كثيرا مايصل بناطة الطرق والسكك الحديدية الى جبال أو أنهار ويجدون أن عليهم أن يحفروا انفاقا في الجبال ، أو يقيموا جسورا على الأنهار . والمهندسون المدنيون هم الذين يبنون الجسور ، ويحفرون الأنفاق والقنوات .

والجسور من بين أروع المنشآت التي شيدها الانسان وأبسط أنواعها وأقدمها هو الجسر ذو اللوح . وهو لا يعدو كونه لوحا من خشب أو صلب يستند على ركائز عند كل من طرفية .





بعض الجسور الشهيرة

أن امتداد أطول جسر منفرد في العالم هو امتداد الجسر المبنى على المصب الخليجي لنهر همير اذ يبلغ طوله ١٤١٠ مترا وهو يستند الى برجين هائلين يبلغ ارتفاع كل منهما ١٦٢ مترا .
وأطول جسر معلق مقاسا بين نقطتي التثبيت عند كل من الطرفين هو جسر مضيق ماكيناك في ولاية ميشيغان بالولايات المتحدة . وتبلغ هذه المسافة ٢٥٤٠ مترا .

وأطول جسر ذو قنطرة هو جسر نيوريفر جورج في مدينة فاييتفيل بفرجينيا الغربية بالولايات المتحدة . ويبلغ مداه ٥١٨ مترا .

وقد يكون أشهر جسر في العالم هو جسر جولدن جيت (البوابة الذهبية) في سان فرانسيسكو ويبلغ امتداده ١٢٨٠ مترا .

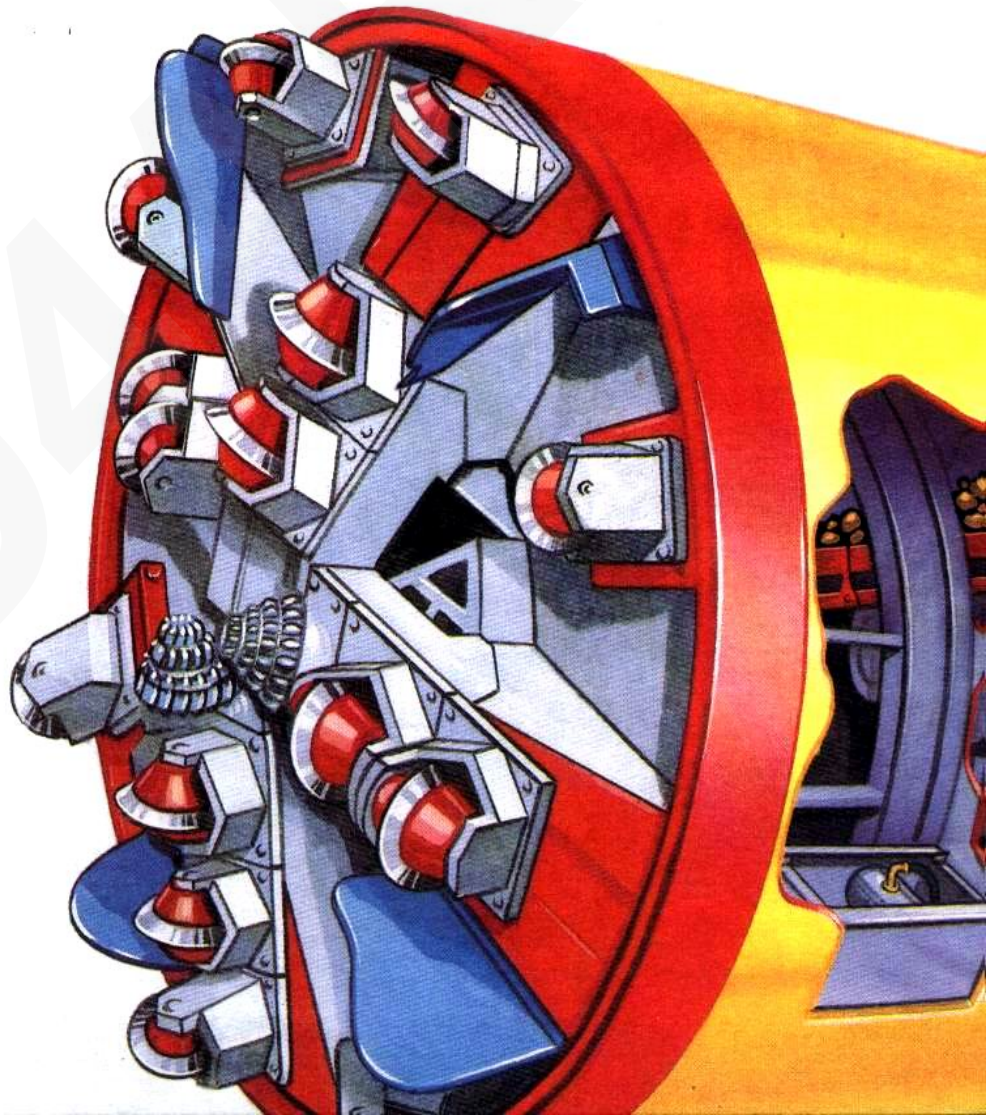
ويربط جسر مضائق فيرازانو بين بروكلين وجزيرة ستاتن عند مدخل مرفأ نيويورك . ولهذا الجسر الضخم مستويان بكل منهما ست حارات لمرور السيارات .

ولعل أعرض الجسور ذوات الامتداد الطويل هو جسر ميناء سيدنى اذ يبلغ عرضه ٤٨ مترا ، وبه ثمانى حارات لمرور السيارات ، وحارة للمشاة .

وامتداد هذا الجسر أو طوله لا يجب أن يكون أكبر من اللازم حتى لا ينحني اللوح وينهار عند منتصفه ، أما الجسور الأطول من نفس النوع فلا بد وأن تكون لها ركائز متعددة بطول جسم الجسر .

والجسر ذو القنطرة يمكن أن يكون ذا مدى أطول من الجسر ذى اللوح لأن وزن الجسر يتجه الى جوانب القنطرة ، ومنها الى الدعامات الموجودة عند كل طرف . وقد كان الرومان القدماء خبراء في بناء مثل هذه الجسور ذات القنطرة .

وأطول الجسور يمكن تنفيذه في حالة **الجسر المعلق** . والطريق في هذا النوع من الجسور معلق في الهواء بزوج من الكابلات المعلقة بين برجين مرتفعين عند كل طرف . ويصنع الكابلان من الآلاف من أسلاك الصلب المجدولة معا لى تصنع في النهاية كابلا يقترب سمكه من المتر . وتمر هذه الكابلات الى أعلى فوق البرجين ، ثم يهبطان الى نقطتي تثبيت متينتين على الأرض .



إن الأرض التي نمشى عليها كثيرا ماتكون مليئة بالانفاق على الرغم من أننا نادرا ما ندرك ذلك . وهذه الانفاق تحمل كابلات الكهرباء وانابيب الغاز والماء والمجارى . أما الانفاق الكبرى فتستوعب السكك الحديدية تحت الأرضية ؛ وهناك انفاق تتخلل التلال والجبال ، وتمر بها القطارات والسيارات . وهناك طرق متعددة لحفر الانفاق ، فإذا كان يراد للنفق أن يكون قريبا من السطح ، فإن المهندسين يستطيعون حفر خندق عميق ، ثم يضعون انبوبة في ذلك الخندق ، ثم يغطون الانبوبة مرة أخرى . وهذه الطريقة تسمى « اقطع ثم غط » . أما الطريقة الاحدث لحفر نفق فهي تستخدم حفارا للانفاق كالمبنيين الى اليمين ولهذه الآلة رأس قاطع هائل مصنوع من عجلات من الصلب ، ويدفع للأمام ويدار بواسطة محركات كهربائية هائلة . ويقوم الرأس القاطع بسحق التراب والصخور ونقلها للخلف حيث يحملها سير متحرك الى الشاحنات التي تحمل الانقاض خارج النفق . وهناك درع واقية من الصلب لحماية الرجال الذين يعملون بالقرب من الرأس القاطع . وكلما تقدم حفر النفق الى الامام تمت تغطية جدرانه الداخلية بشكل مستمر اما بالصلب ، او بالخرسانة .

الوقود الأحفوري

الوقود هو الشيء الذي يمكن أن يحرق فيمدنا بالحرارة ، أو الضوء أو القوى . أى أنه مخزن للطاقة . والطاقة تأتي في المقام الأول من الشمس . فالنباتات تجمع الطاقة من الشمس . والنفط ، والغاز والفحم تكونت من النباتات التي عاشت منذ ملايين السنين وكلها تسمى الوقود الأحفوري .

إن الحفر سعياً وراء النفط يعتبر عملية باهظة التكاليف . وقبل كل شيء ، يتعين العثور على النفط . ولذلك يقضى الجيولوجيون وقتاً طويلاً في فحص طبقات الصخور الراكدة تحت سطح الأرض ، أو تحت قاع البحر . وعندما يعتقدون بأن النفط قد يكون موجوداً ، فإن بثراً استكشافية تحفر . فإذا وجد النفط ، فإن عدداً آخر من الآبار يحفر لاكتشاف ما إذا كانت كميات النفط من الكبر بحيث تبرر العمل على أوسع نطاق . ثم توضع منصة إنتاج في الموقع ، وعندئذ فقط يبدأ النفط الثمين في التدفق . وفي بحر الشمال العاصف ، قد تكون المنصات في ٣٠٠ متر من الماء ، كما أن النفط نفسه قد يكون على عمق ٣٠٠٠ متر تحت قاع البحر .



كلما مضت البريمة في تفتيت الصخور ، فإن نوعاً خاصاً من « الطمي » يضخ إلى داخل الأنبوبة . ويعود الطمي مرة أخرى إلى أعلى إلى خزانة ، حيث ينظف من الحطام . ووظيفة هذا الطمي هي حفظ البريمة باردة وتغطية الجدران الداخلية للفجوة المحفورة .

كيف يتكون النفط تحت الأرض

ربما كان النفط الذي نستعمله اليوم ، قد تكون من النباتات والحيوانات المتحللة التي هبطت الى قاع المحيط منذ ٥٠٠ مليون سنة خلت . ثم غطيت بقايا النبات والحيوان بطبقات وطبقات من الرمل والطين ببطء شديد ، وعلى مدى آلاف القرون . وتسبب الضغط الناتج عن هذه الطبقات في نشوء حرارة عالية ، أدت هي والتفاعلات الكيميائية ، الى حدوث تغير في البقايا القديمة حولها الى المواد التي نسميها النفط والغاز . ويمرور مزيد من الزمن ، أخذ النفط والغاز يتسربان الى أعلى خلال الصخور الهشة . وبعد فترة وصلا الى صخور صلبة لايمكن التغلغل فيها . فوقها في مصيدة تجمع فيها النفط والغاز والماء . وهذه المصائد هي التي يبحث عنها اليوم رجال النفط .

كل انواع النفط

يسمى البترول الناتج من الأرض عادة « بالنفط الخام » ، لأنه خليط معقد من الكيماويات التي يجب تصنيفها وفرزها قبل أن يمكن استخدام كل المواد التي به . ويتم هذا التصنيف والفصل في معمل تكرير النفط . ومعمل التكرير هذا عبارة عن متاهة من الابراج والانابيب ، الا أن من أهم المعدات به الأعمدة المجزئة الطويلة .

يسخن الزيت النفط حتى يتحول الى بخار داخل فرن . ثم ينتقل البخار داخل أنبوبة الى مدخل قريب من قاع العمود . وبداخل العمود مجموعة من الصواني مرتبة احداها فوق الأخرى (انظر أسفل اليمين) . والصواني تكون أحر مايمكن عند قاع برج التجزئة وأبرد مايمكن عند قمته . ومع صعود بخار الزيت فإنه يمر خلال فتحات ويحاط به بواسطة اكواب الفقائيع وهي تشبه اكوابا مقلوبة رأسا على عقب (انظر الرسم التوضيحي الكبير) وتجبر هذه الاكواب البخار على الاتجاه الى أسفل مرة أخرى خلال السوائل التي تم تكثفها بالفعل في الصواني . مما يساعد على تكثف المزيد من البخار .

وتتكثف منتجات النفط المختلفة الى سوائل عند درجات حرارة مختلفة . وتتجمع أثقل السوائل عند قاع البرج - وهي مواد مثل الاسفلت المستخدم لرصيف الطرق . ثم يأتي فوق ذلك زيت الديزل ، وفوقه مرة أخرى يأتي البرافين المستخدم في الطائرات النفاثة والسخانات المنزلية . وقرب القمة يظهر بنزين السيارات ، أما عند القمة تماما فيأتي الغاز المستخدم في المطابخ والسخانات .



كيف تكوّن الفحم

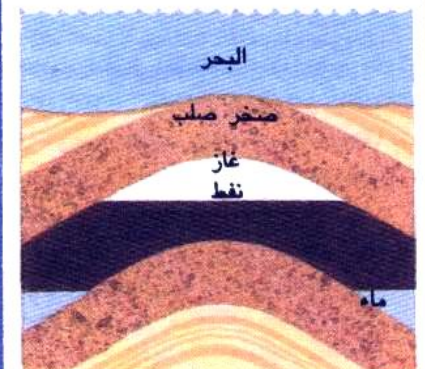
لقد تكوّن الفحم ، مثل النفط ، من كائنات حية . فقد بدأ منذ ملايين السنين كأشجار ونباتات في الغابات القديمة . ثم أخذت الغابات تهبط ببطء في المستنقعات وغطيت بطبقات من الطمي الذي تحول بعد ذلك الى صخور صلبة . وبدأ الضغط الهائل لهذه الصخور ، مع حرارة الأرض في تغيير بقايا النباتات . ويمكن رؤية المراحل الأولى لتكوين الفحم في بعض مناطق المستنقعات والسبخات الرطبة حيث تكوّن النباتات المتحللة خشبا صخوريا نصف متفحم (فحم المستنقعات) ، وهي مادة يمكن قطعها وتجفيفها لانتاج وقود يمكن حرقه .

وإذا ترك فحم المستنقعات في الأرض لمدة طويلة كافية ، فإنه يتحول الى الليجنايت أو الفحم البنى . ومع مرور عدة ملايين أخرى من السنين ، فإن هذا الفحم يتحول الى فحم قارى وهو المادة السوداء التي نحرقها عادة . أما آخر مرحلة في تكوين الفحم فهو فحم الانثراسيت (الفحم الصلب) ، وهو صخر أسود لامع وتناوله باليد لايسودها . والانثراسيت يكاد يكون كربونا نقيا .



يستخدم هذا النوع من المثاقيب للحفر خلال الصخور الصلبة . لأن اسنانه المصنوعة من الصلب تسحق وتطحن الصخور .

كيف يحبس الزيت



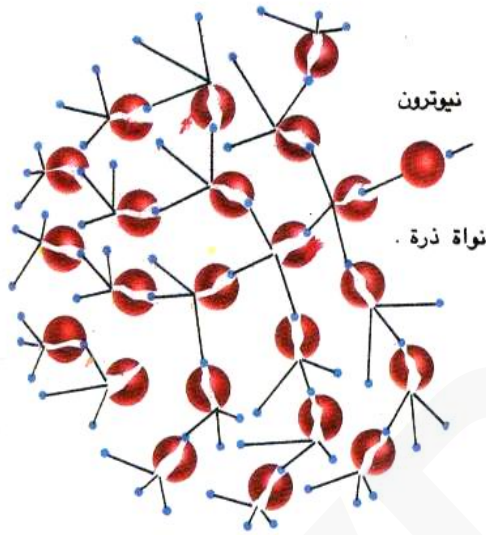


طاقة الذرة

اكتشف العلماء كيفية الحصول على كميات هائلة من الطاقة من الذرة . ويمكن استخدام هذه المعرفة لصالح البشرية - لتوليد الكهرباء . كما يمكن استخدامها أيضا في صناعة الأسلحة النووية .

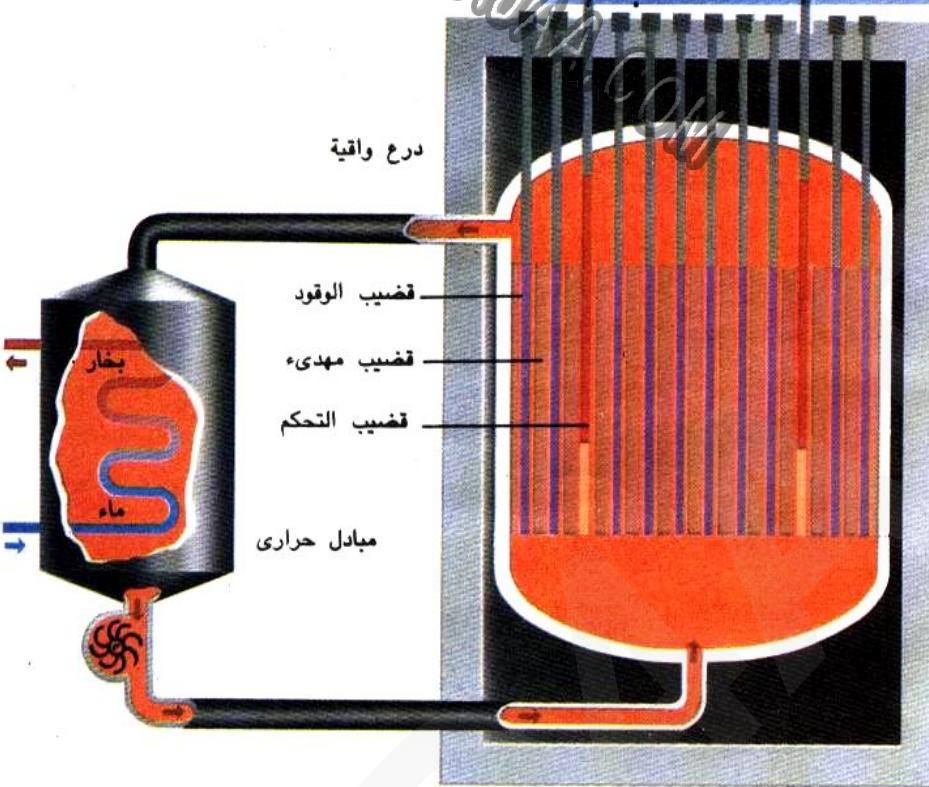
تتكون نواة الذرة (مركزها) من جسيمات تسمى بروتونات ونيوترونات ، وهي ممسكة الى بعضها البعض بقوة تجاذب هائلة . وعندما تتفتت النواة الى أجزاء ، فان هذه القوى تنطلق من اسارها كطاقة على شكل اشعاع .

وذرات بعض العناصر تنحل من تلقاء نفسها بشكل دائم . وهذه العناصر تسمى **عناصر مشعة** ، واليورانيوم أحد هذه العناصر . ولأحد أنواع اليورانيوم ٩٢ بروتونا و ١٤٣ نيوترونا داخل النواة . ونجمع هذين الرقمين معا ، ونسمى هذا « اليورانيوم ٢٣٥ » ، ولهذا يكون لدينا يورانيوم ٢٣٥ (أو $U - 235$ للاختصار . ويحدث أحيانا في اليورانيوم - ٢٣٥ أن ينطلق نيوترون من داخل النواة . ويحدث أحيانا أيضا أن يضرب هذا النيوترون نواة يورانيوم ٢٣٥ أخرى ويحرر نيوترونا آخر . فاذا استمرت هذه العملية بشكل مستمر بدرجة كافية أصبح لدينا « **تفاعل متسلسل** » وأنطلقت كمية هائلة من الطاقة . ولو أن قطعة من يورانيوم ٢٣٥ كانت من الكبر بدرجة كافية ، فان عددا كبير جدا من النيوترونات سوف يتطاير فوراً . ولا يمكن عندها السيطرة على التفاعل وينتج انفجار رهيب - أي قنبلة ذرية .



يحدث التفاعل المتسلسل عندما يشطر نيوترون ذرة يورانيوم . وينتج نيوترونين آخرين على الأقل . وهذان النيوترونان يقومان بدورهما بشطر ذرات أخرى . ويحدث التفاعل المتسلسل غير المتحكم فيه انفجارا نوويا .

ان الحرارة والضوء اللذين نحصل عليهما من الشمس ينشآن من اتحاد الذرات معا - او من الاندماج النووي . وتصيب الشمس على الارض كميات هائلة من الطاقة . على انه من الصعوبة بمكان الإمساك بهذه الطاقة والاستفادة منها . وتستخدم التوابع الفضائية وسفن الفضاء مجموعات من الخلايا الكهروضوئية التي تحول ضوء الشمس مباشرة الى كهرباء . ولبعض المنازل الواح مثبتة بالأسطح يتم فيها تسخين المياه بالشمس . ويقوم الماء الساخن بتدفئة المنازل عندما يمر خلال مشعات . على ان توليد الطاقة على نطاق واسع يستلزم تركيز حرارة الشمس . والمرآيا الضخمة الموضحة الى اليمين هي احدى الأفكار . تقوم المرآيا بعكس ضوء الشمس نحو مستقبل يقع عند قمة برج ، حيث تجعل الحرارة الماء يغلي لكي يدير المولدات الخاصة بتوليد الكهرباء .



ويخضع التفاعل المتسلسل للتحكم فيه ، في محطات القوى النووية . ويحتوى المفاعل النووى على عدد من القضبان تحتوى بعض اليورانيوم ٢٣٥ . وتوضع هذه القضبان في مهدئ للنيوترونات . وهذا المهدئ عادة مايكون من الجرافيت أو الماء . وفي حالة ما اذا بدأ التفاعل المتسلسل في الحدوث بسرعة أكبر من اللازم ، فان قضبان التحكم يتم ادخالها الى الأخرى في العملية . وتصنع قضبان التحكم من فلزات تمتص النيوترونات ، ويمكن تحريكها الى داخل أو خارج المفاعل .

وتتولد الحرارة من التفاعل النووى ولذا فان سائلا أو غازا مبردا يمر خلال المفاعل لكي يحمل هذه الحرارة الى مبادل حرارى حيث تولد الحرارة بخارا يدير توربينات بخارية . وهذه التوربينات تولد الكهرباء .

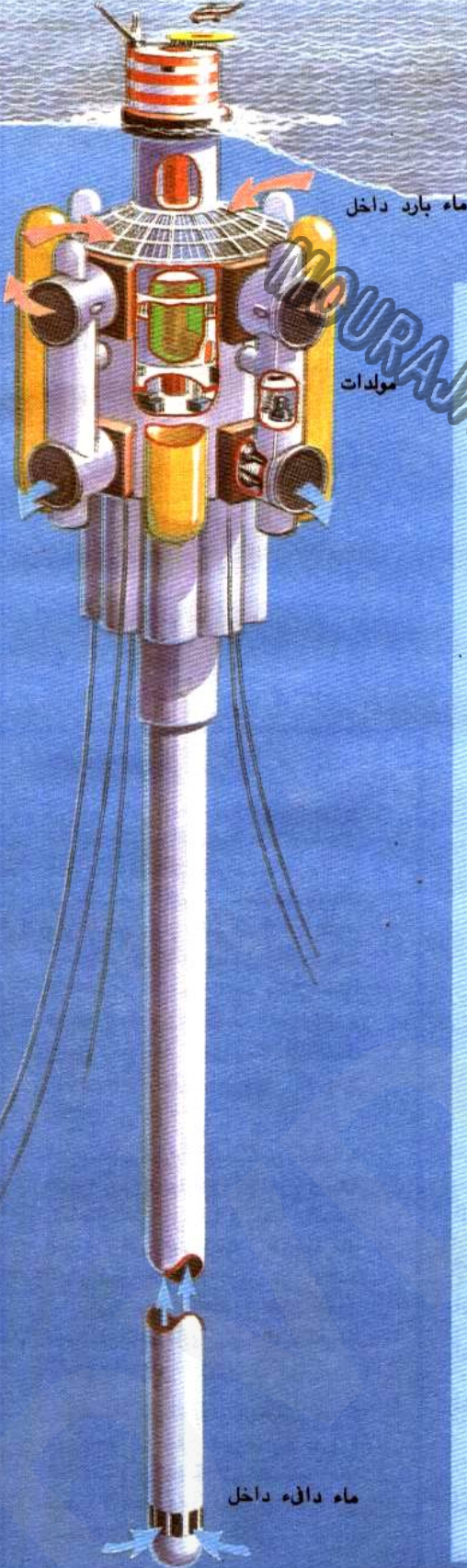
الاندماج النووى

تقوم كل محطات القوى النووية الحديثة بتوليد الكهرباء من الانشطار النووى . وهو تفتت الذرات الى اجزاء . على ان هناك نوعا آخر من الطاقة النووية - وهو ماينتج عندما تتحد الذرات معا لتكون ذرات اكبر . وهذا هو مصدر الطاقة الهائلة الذى يجعل الشمس تسطع وتبقى علينا جميعا احياء . وهو نفسه المصدر الذى ينتج الطاقة الرهيبة للقبائل الهيدروجينية . وهو يسمى الاندماج النووى .

وتتسطر ذرات العناصر الثقيلة كالسيوم ونيوم والبلوتونيوم الى اجزاء في حالة الانشطار النووى . اما في حالة الاندماج النووى ، فان ذرات العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين والهليوم تجبر على الاتحاد معا . وفي داخل الشمس يكون تحول الهيدروجين الى هليوم هو الذى ينتج لنا الضوء والحرارة .

ولقد اخذ العلماء يحاولون لسنين عديدة ان يجعلوا الاندماج النووى يتم بصورة امنة لانتاج كل الطاقة التى نحتاجها . فلذا نجحوا في ذلك ، فانهم سيضعون حدا لكل مشكلات الطاقة ونقص الوقود .

طاقة البحار



ان آبار النفط في العالم ستأخذ في النضوب في السنوات القليلة القادمة وسيصبح علينا أن نجد صورا أخرى من الطاقة ، ولهذا حوّل العلماء انتباههم نحو بعض مصادر الطاقة « المجانية » للأرض . ومن بين هذه المصادر « المجانية » الطاقة التي يمكن الحصول عليها من البحار .

ولو أنك كنت على شاطئ البحر يوما عندما تتقدم نحوك أمواج كبيرة فستدرك القوى الضخمة وراء هذه الكتل المتحركة من الماء . ويمكن في الواقع أن يكون هناك نحو ٨٠ كيلوات من القدرة لكل متر من الأمواج عبر طولها . وقد جربت طرق مختلفة كثيرة لتجميع هذه الطاقة من الأمواج ، الا أن واحدة منها لم يكتب لها النجاح التام حتى الآن . وقد حاول بعض الناس تعويم « أرصفة » تتحرك الى أعلى وإلى أسفل مع الأمواج ، لتحول الآلات الموجودة داخل هذه « الأرصفة » الحركة الاهتزازية الى كهرباء . كما حاول البعض الآخر استخدام أطواف مفصلية تتحرك مع الأمواج وتدير التوربينات .

وتعتبر تيارات المحيطات مصدرا آخر ممكنا للطاقة . وبمرور السنوات ، فإن كميات هائلة من المياه تتحرك بشكل منتظم خلال المحيطات ، وهي تتبع دائما نفس المسار . وتيار الخليج الذي يقطع المحيط الأطلنطي نحو أوروبا الشمالية هو أحد هذه التيارات . وقد عكف العلماء على تصميم آلات لاستغلال هذه الكتلة الهائلة للمياه المتحركة ، الا أن تيارات المحيط تتحرك ببطء ، ولذا كان على الآلات أن تكون كبيرة للغاية لكي تعمل جيدا (أنظر الصفحة المقابلة) .

وهناك فكرة أخرى مصورة الى اليسار ، وهي تعتمد على محطة قوى عائمة هائلة الحجم . فعندما تسطع الشمس على مياه المحيط ، تسخن المياه الموجودة عند السطح بينما تظل المياه الموجودة في الأعماق باردة جدا . ويمكن استغلال هذا الفرق في درجات الحرارة بين طبقتي المياه لتشغيل محرك حراري . فالماء البارد ينتقل الى الداخل عند القاع بينما ينتقل الماء السطحي الدافئ الى الداخل عند القمة . ويمكن جعل الفرق بين درجتى الحرارة يدير محركات توربينية لتوليد الكهرباء .



فوق : صفوف من الأطواف المفصلية وقد القيت مراسيها في مواجهة الاتجاه الذي تهب منه الرياح عادة . وعندما تمر الأمواج تحتها ، فإن هذه الأطواف تعلو وتهبط فتعمل (المفصلات) كمضخات . وتنتج هذه المضخات سائلا تحت ضغط مرتفع يدير مولدا كهربائيا .

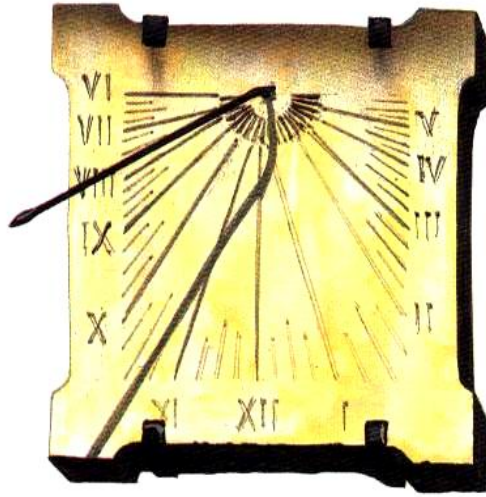
وفي الصورة العليا الى اليسار ، تبدو محطة قوى عائمة . حيث تتحول الطاقة المستمدة من الأطواف الى كهرباء مباشرة قبل أن ترسل الى الشاطئ بواسطة الكابلات .

الى اليسار : نموذج ممكن للحصول على الطاقة من تيار الخليج ، أو أية تيارات أخرى بالمحيط . وهو عبارة عن توربين هائل يعمل تحت الماء ، وله ريش يصل طولها الى مئات الأمتار . ولابد أن يكون التوربين كبير جدا ، لأن تيارات المحيط تتحرك ببطء شديد . ويمكن معرفة حجم التوربين عند مقارنته بالغواصة المصورة الى جانبه .

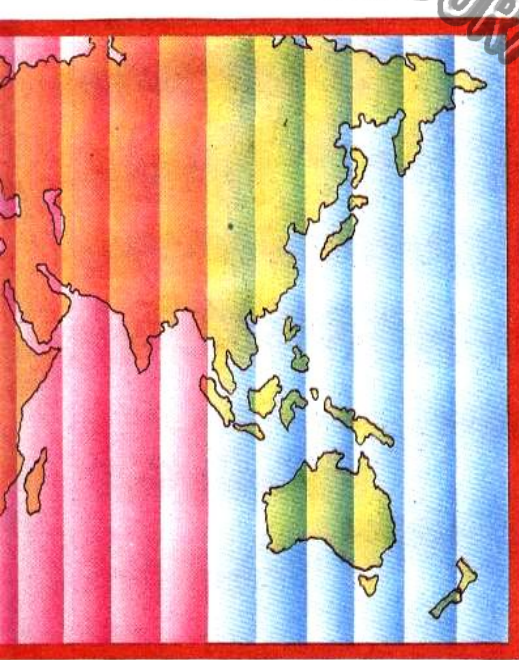
وهناك آلة أخرى تستغل طاقة الأمواج وتسمى العمود المائي المهتز . وهو ببساطة عبارة عن أنبوبة راسية طويلة مفتوحة للهواء عند قمته ، أما قاعها فيقع تحت السطح . وعندما تمر موجة فإن الماء داخل الأنبوبة يعلو ويهبط . وارتفاع الماء وهبوطه داخل الأنبوبة يشبه حركة المكبس داخل اسطوانة ، وهو بهذا قادر على إدارة توربين هوائي لتوليد الكهرباء . الى اليمين : محطة قوى حرارية عائمة تستغل فيها فروق درجات حرارة الماء في إدارة مولدات للكهرباء .

ان كل هذه النماذج تمثل امكانيات مستقبلية . والطريقة التي استغلت بها طاقة البحر فعلا تتمثل في محطات القوى التي تعتمد على المد والجزر حيث يستخدم اختلاف منسوب الماء في حالتي المد والجزر في إدارة التوربينات .

قياس الزمن



كان المصريون هم أول من استخدموا المزولة .
فعندما تتحرك الشمس عبر السماء ، يشير ظل
المزولة إلى الوقت .



اعتاد الناس لقرون عديدة أن يستعملوا الشمس ، والقمر والنجوم لحساب الزمن .
فحين تدور الأرض دورة كاملة واحدة حول الشمس . يكون قد مضى عام واحد . أما أوجه
القمر الشهرية ، فقد أمدتنا باثني عشر قسما ينقسم اليها لعام . وأهم من هذا هو أن
الأرض تدور حول محورها مرة واحدة كل ٢٤ ساعة ، ولهذا يتعاقب الليل والنهار
بانتظام .

وقد كانت هذه التقسيمات التقريبية للزمن دقيقة بما فيه الكفاية ، لآلاف السنين ،
حتى ظهرت المزولة والساعة المائية والساعة الرملية .

أما أول ساعة ميكانيكية فقد ظهرت قرب نهاية القرن الثالث عشر ، إلا أنها لم تكن
دقيقة تماما . ولم يكن هناك أحد يستطيع معرفة الوقت على وجه اليقين ، حتى ابتكرت
الساعة ذات البندول عام ١٦٥٦ . وتستند الساعة ذات البندول إلى شيء اكتشفه العالم
الايطالي العظيم جاليليو في وقت سابق . فحين كان جاليليو صبيا كان يراقب تارجح
مصباح معلق في سقف كاتدرائية بيزا . وقد لاحظ أن كل أرجحة للمصباح جبهة وذهابا
كانت تستغرق نفس الوقت تماما . بغض النظر عما إذا كانت الأرجحة كبيرة أم صغيرة .
وهناك كثير من الساعات البندولية مازالت تستخدم إلى اليوم .

أما ساعات اليوم الكبيرة وكذا ساعات اليد الفائقة الدقة فليست ميكانيكية . إذ تدار
ساعات اليد الكهربائية بواسطة بطاريات دقيقة . وهناك مثلا ساعات الكوارتز الكبيرة ،
التي تدار بواسطة ذبذبات ضئيلة تصدرها بللورات الكوارتز عندما يطبق عليها تيار
كهربائي . أما الساعات الذرية الكبيرة فتدار بواسطة حركة الذرات والجزيئات . وهذه
الساعات يمكن أن تصل دقتها إلى أقل من جزء من الألف من الثانية كل عام .



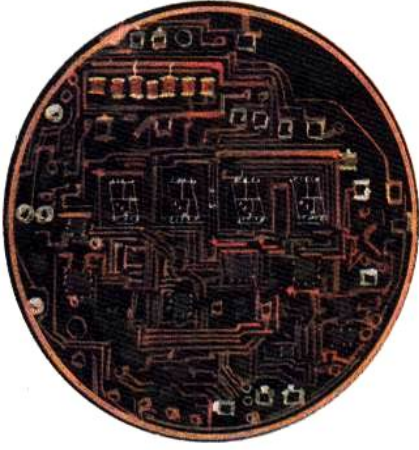
تحتوي الساعة الرملية على وعاءين متصلين
بواسطة ساق ضيقة . وتستغرق الرمال فترة
زمنية محددة لكي تنتقل من أحد الوعاءين إلى
الأخر .

كانت الساعات الميكانيكية الأولى ، تدار
بواسطة أثقال متدلية . إذ كانت هذه الأثقال
ترتبط بحبل يتم لفه حول أسطوانة . وعندما
يقطع أحد هذه الأثقال ، تدور الأسطوانة ،
ويؤدي هذا إلى إدارة مجموعة من البكرات
المسنة تسمى تروسا . وكان أحد هذه التروس
يدير الساعة ، في حين كان ترسا آخر يدير
رافعة تسمى مضبط الانفلات (لضبط حركة
الساعة) . وكان هذا المضبط يتأرجح للخلف
وللأمام متحكما في سرعة التروس .

وظهرت الساعات التي يديرها الزنبرك في
القرن الخامس عشر ، وكانت أكثر دقة من
الساعات التي تديرها الأثقال .



ابتكر المصريون الساعة المائية عام ١٤٠٠ قبل
الميلاد تقريبا . ولهذه الساعة ثقوب في القاع تسمح
للماء بأن يتسرب ببطء خارجها . وقد وضعت
علامات لمناسيب المياه لتبين الوقت .



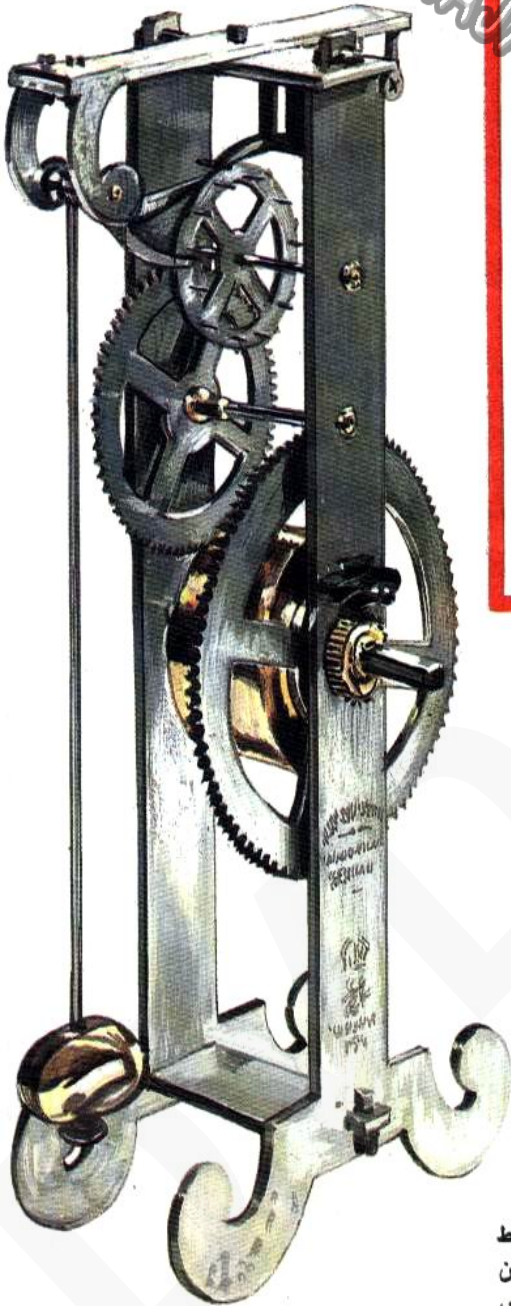
منظر من داخل ساعة إلكترونية .

تبين الساعات الرقمية الحديثة الوقت بالأرقام . ويوجد في قلب الساعة بلورة من الكوارتز ، تغذيها بطارية صغيرة بالتيار الكهربائي . ويجعلها هذا تهتز بتردد ثابت مصدرة اشارات كهربائية لها هذا التردد . وتنقل الاشارات الى الشريحة الدقيقة داخل الساعة . وتقوم الشريحة الدقيقة بعد هذه الاشارات ، وترسل اشارة أخرى كل ثانية ، وكل دقيقة ، وساعة الى الشاشة الرقمية . وقد تبين هذه الساعة التاريخ أيضا .



كانت الحاجة ماسة الى التسجيل الدقيق للغاية للوقت في البحر ، وقد صنع جون هاريس اول ساعة محكمة الضبط (كرونومتر) . والساعة الموضحة اعلاه يتم ضبطها بواسطة زنبرك الموازنة .

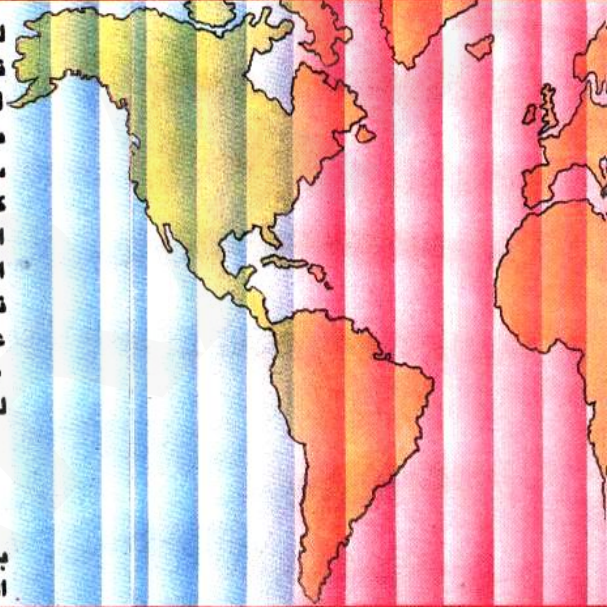
ساعة صنعت عام ١٥٨٠ .



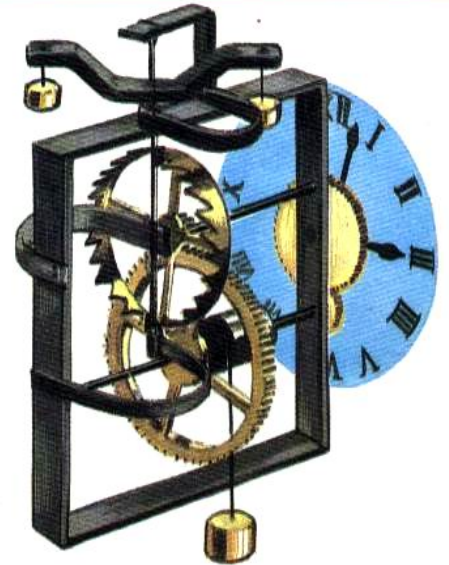
لكي يحل الفجر والغروب في نفس التوقيت تقريبا مقاسا في الساعات الموجودة في جميع انحاء العالم ، لابد من وجود كثير من مناطق التوقيت ، التي يفصل بين معظمها ساعة واحدة فقط . وتوجد مناطق توقيت كثيرة في الاقطار الشاسعة كالولايات المتحدة . وعندما تسافر من الغرب الى الشرق عليك ان تقدم ساعتك في كل مرة تدخل فيها منطقة توقيت جديدة . اما اذا عبرت خط التوقيت الدولي عند خط الزوال ١٨٠° فان ساعتك تعود الى الوراء ٢٤ ساعة لكي تعوض فرق التوقيت .



تعبر الطائرة الكونكورد الاطلنطي بسرعة كبيرة لدرجة انها ، تسبق ، الساعة .



يوجد بالساعات البندولية مضبط الانفلات (لضبط حركة الساعة) كالوضع اعلاه . وهو يتكون من زوج من الاسنان يتصل بالبندول ، ويسمح للترس بان يدور مسافة سنة واحدة كل مرة .



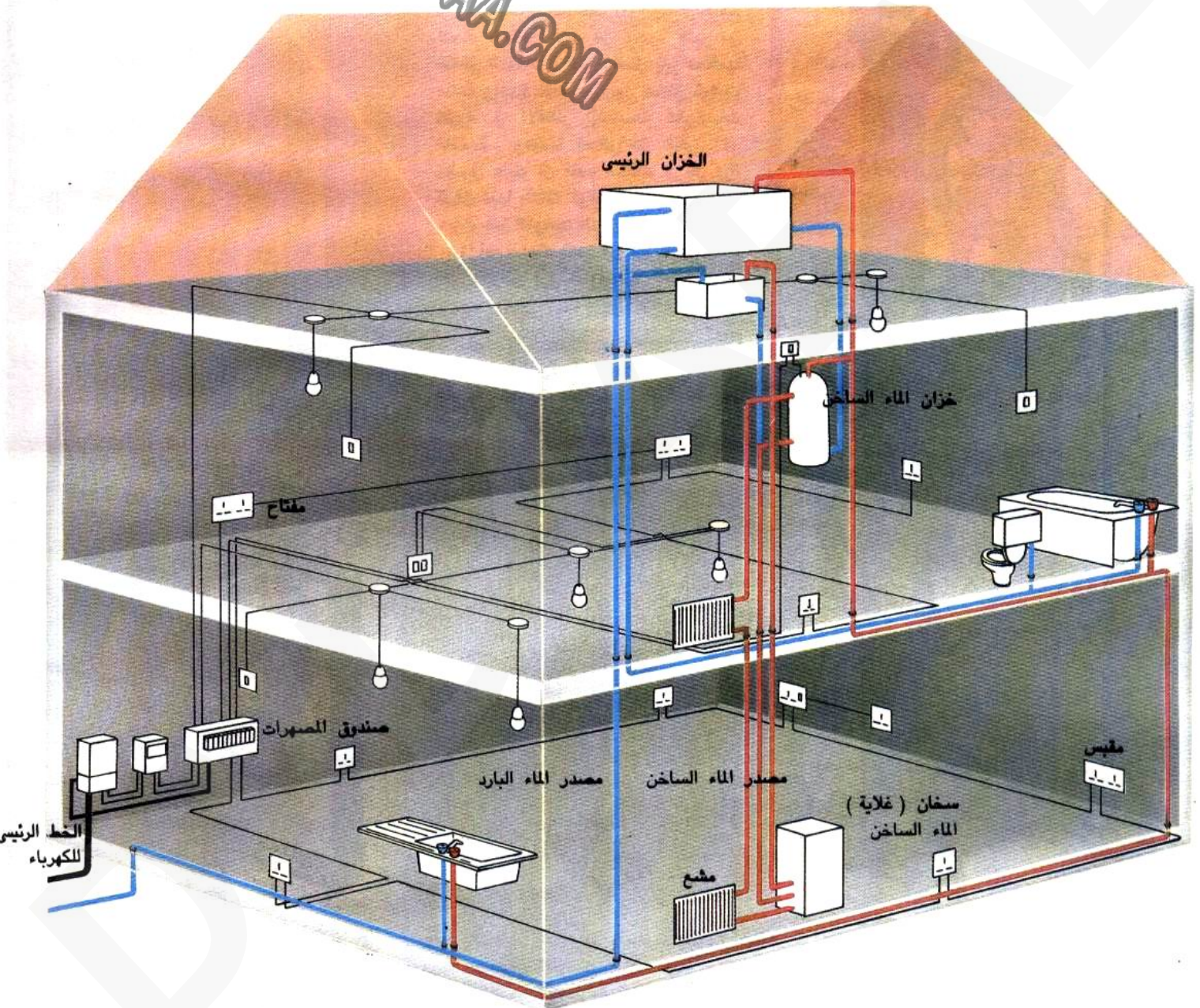
كانت الساعات الكبيرة الاولى تدار بواسطة نقل مثل ، وتضبط حركتها بواسطة قضيب متارجح ، يسمح لترس متصل بعقارب الساعة بالدوران سنة واحدة في المرة الواحدة .

العلم داخل البيت

لعب العلم دورا كبيرا في جعل بيوتنا مريحة وسهلة الإدارة . وحتى لو تناسينا أشياء مثل أجهزة التليفزيون والراديو والثلاجات وخلاطات الطعام . فانه لاتزال هناك أمور أخرى يعمل فيها العلم من أجلنا . وقد أصبح الكثير من الابتكارات المنزلية التي ظهرت على مدى المائة سنة الأخيرة ، يشكل جزءا من حياتنا اليومية لدرجة أننا نادرا ما نتوقف لنفكر فيها . فأول طعام محفوظ ومعلب مثلا ، نزل الى الأسواق في عشرينيات القرن الماضي . ولو أن أول فتاحة للمعلبات لم تبتكر الا في الستينيات من نفس القرن . وقد اعتاد الناس قبل ذلك ، أن يفتحوا المعلبات بواسطة مطرقة وازميل !

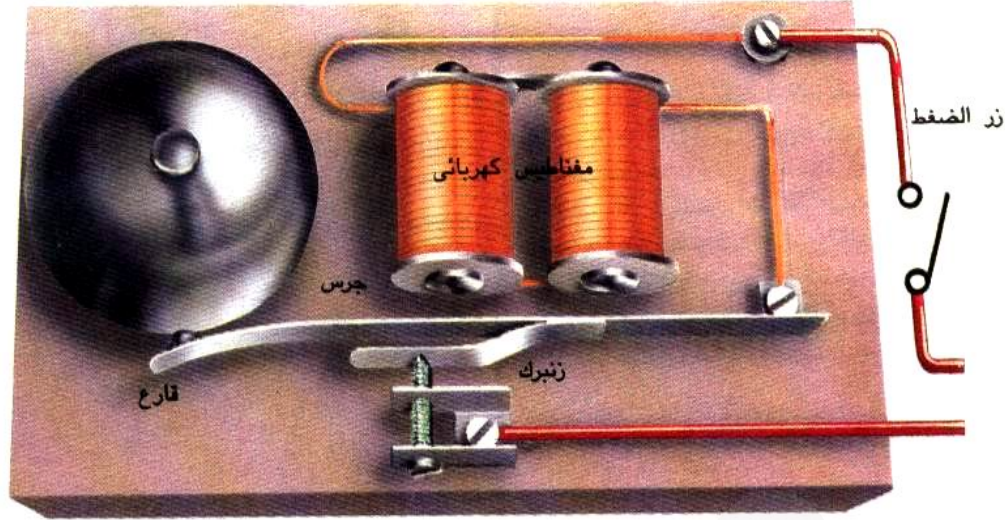
وكان الغسيل والتنظيف عادة من الأعمال الشاقة ، وكثيرا مايحتاج الى خدم مسلحين بالمكانس والمماسح . ثم خف العلم الى مساعدتنا فابتكرت مكنسة السجاد عام ١٨٧٦ ، وسرعان ماتبعتها مكنسة أخرى بالتفريغ ، وان كانت تعمل بذراع تدوير يدوية ومنفاخ .

من النادر جدا ان نفكر في كل الاسلاك والمواسير والخزانات ، المختبئة خلف الجدران وتحت الارضيات او في العلبة (السندره) الموجودة في منازلنا . وتبين الصورة بعضا من هذه الأشياء . فيقوم الخزان الكبير بتغذية كل مواسير المياه بالمنزل . اما الخزانات الاصغر فتتغذى منه ، وهي مخصصة للماء الساخن . وسخان الماء (الغلاية) الموجود بالطابق الارضى ، قد يستخدم به غاز ، او فحم ، او بترول لتسخين الماء . ويتم امداد المنزل بالكهرباء من خلال صندوق المصهرات الرئيسى . ولعلك تستطيع ان تتبع كيف تمتد الاسلاك من المصهر (فيوز) خلال جميع المقابس الكهربائية في غرفة ما ثم تعود مرة اخرى الى صندوق المصهرات .



الجرس الكهربائي

عندما تضغط على زر جرس كهربائي فانك في الواقع تقفل مفتاحا يجعل التيار يمر خلال مغناطيس كهربائي . والمغنطة الحادثة تحرك قارعا معدنيا ليضرب الجرس . وعندما يتحرك هذا القارع ، فانه يفتح الاتصال الذي يمرر التيار الى المغناطيس الكهربائي ، فلا تعود هناك اية مغناطيسية ، ويعود القارع الى مكانه بواسطة زنبرك فيغلق الاتصال مرة اخرى ، ويمر التيار مرة ثانية في المغناطيس الكهربائي . فيقرع الجرس ويفتح الاتصال ثانية . وبهذه الطريقة يظل الجرس يبدق طالما كان الزر مضغوطا .



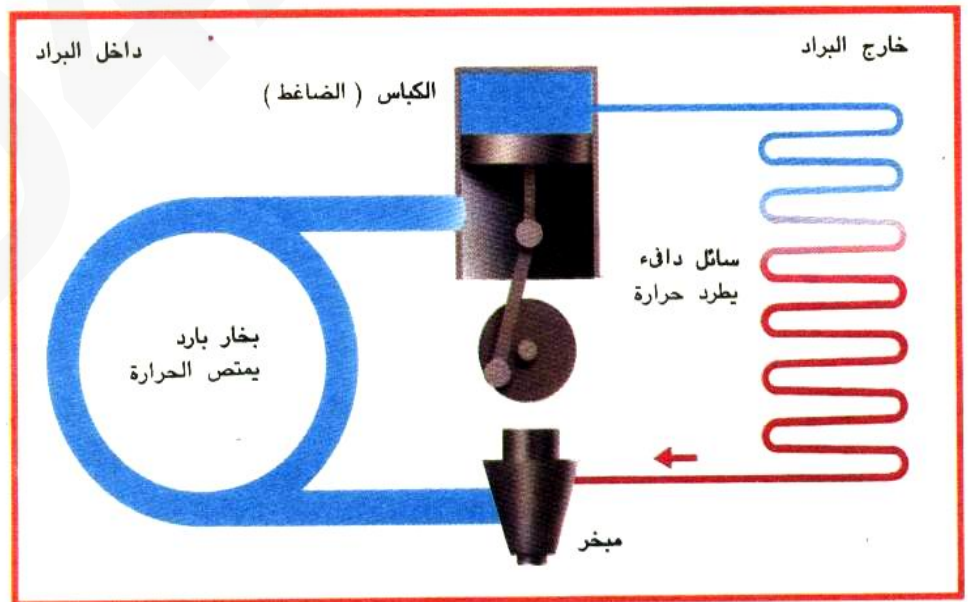
وبحلول عام ١٩٠١ أضيف اليها محرك كهربائي ومرشح للهواء فتحوّلت الى المكنتسة الكهربائية المألوفة .

وقد كانت الغسالات أيضا يدوية . ولم تستعمل المحركات الكهربائية بها الا عام ١٩١٤ . وعلى الرغم من أن المنظفات الصناعية كانت قد ابتكرت منذ عام ١٩١٦ الا ان استعمالها العام لم يتحقق الا عام ١٩٤٥ .



لابد للقابس الكهربائي (الى اعلى) من مصهر بداخله لدواعي الامان . وبداخل انبوبة المصهر يوجد سلك دقيق لينصهر اذا مر خلاله تيار اكبر من اللازم ، مما يفصل الكهرباء قبل ان يحدث اي ضرر . ولولا هذا المصهر (الفوز) ، لادى اي خلل كهربائي الى ارتفاع التيار ويسبب تسخيناً شديداً واشتعالاً بالمكان . وتصنف المصهرات حسب وحدات الامبير ، وهو وحدة التيار الكهربائي . وعدد الامبيرات المطبوع على المصهر يدل على كمية التيار التي يسمح بها المصهر لتمر خلاله الى اي جهاز يراد تشغيله دون ان « ينصهر » .

يحتوي البراد (الثلاجة) على انابيب بداخله يمر بها سائل بارد . ويتحول هذا السائل بسهولة الى بخار . وعند دخوله الى البراد يكون سائلا ويتم ضخه الى مبخر ، مما يخفض من ضغطه ويصبح بخارا . والتحول من سائل الى بخار يجعل البخار بارداً . ثم يمر هذا البخار البارد خلال الانابيب الموجودة داخل البراد . وعند مغادرته للبراد ينتقل الى المكثف مما يرفع من ضغطه ، ويتحول مرة اخرى الى سائل ، وهو بهذا يتخلص من الحرارة . وبهذه الطريقة تختزل الحرارة من داخل البراد وتطرد خارجه .



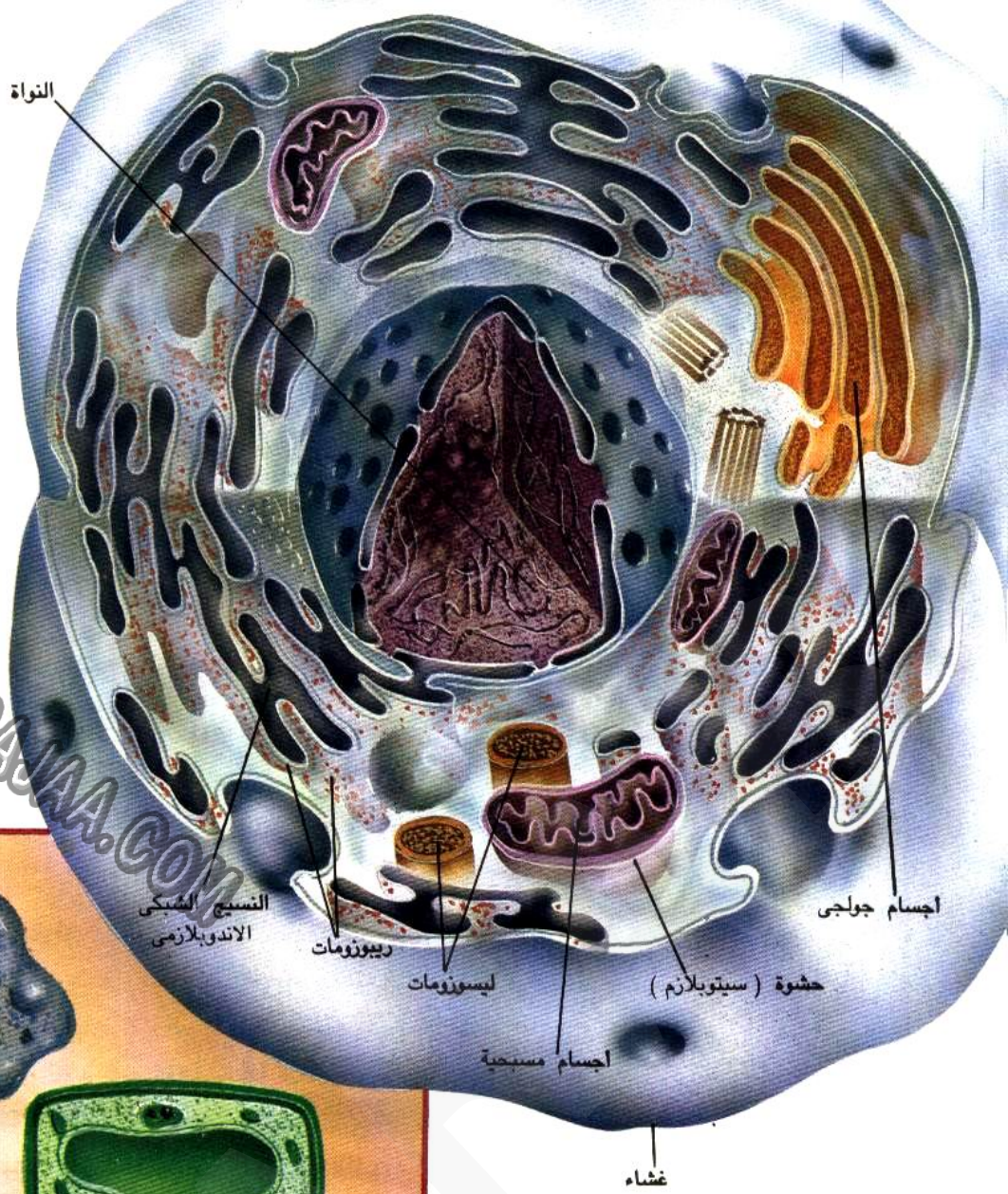
اجزاء الخلية

الغشاء هو « جلد » الخلية لأنه يمسك بكل أجزائها معا . والسيتوبلازم هو كل ما بداخل الخلية فيما عدا النواة . أما النواة فهي مركز التحكم الذي يهيمن على كل أوجه نشاط الخلية . والأجسام المسبحية هي التي تنتج الطاقة للخلية . إذ أنها تمتص الطعام ثم تقدم الطاقة لكل أجزاء الخلية . والليسوزومات هي أجسام مستديرة تحلل الطعام الذي يدخل الى الخلية . وأجسام جولجي هي أكاداس من الأقراص الرقيقة وليس العلماء على يقين مما تفعل هذه الأجسام .

والريبوزومات هي أشياء تشبه النقط وتقوم بعمل البروتين اللازم للخلية .

والنسيج الشبكي الاندوبلازمي هو قناة تصل بين غشاء الخلية والغشاء المحيط بالنواة .

النواة



أجسام جولجي

حشوة (سيتوبلازم)

أجسام مسبحية

غشاء

الليسوزومات

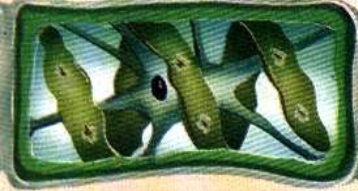
النسيج الشبكي الاندوبلازمي

ريبوزومات

اميبا (حيوان وحيد الخلية)



خلية طحلب أخضر



خلية نباتية



علم الحياة

تتكون أجسادنا من ملايين وملايين من الخلايا الدقيقة . وتنمو كل هذه الخلايا من خليتين اثنتين فقط تتحدان عند حدوث الحمل ، عندما تبدأ حياة جديدة . وتوجد الخلايا بأشكال وأحجام عديدة . فبعض خلايا المخ لا يزيد قطرها عن $\frac{1}{20}$ من المليمتر . وهناك خلايا أخرى ، كالعضلات ، والخلايا العصبية ، تتميز بالطول والنحافة . وقد يصل طول الخلايا العصبية أحيانا الى متر تقريبا .

على أن جميع الخلايا تعتبر متشابهة من بعض الوجوه . فجميعها محاطة بغشاء رقيق . ويوجد بداخل هذا الغشاء حشوة (السيتوبلازم) : وهو مادة تشبه الهلام (الجيلاتين) وتحتوى على تراكيب مختلفة ، لكل منها وظيفة معينة يؤديها . ويحتوى قلب الخلية على نواتها وهذه النواة هي « مخ » الخلية الذى يتحكم فى كل ماتفعله الخلية .



النواة هي غرفة التحكم فى الخلية ويتناثر بداخلها بعض الجداول الدقيقة التي تسمى كروموزومات (صبغيات) ، وتتكون الكروموزومات من نوعين من المواد وهما الحمض النووى DNA والبروتينات . اما الحمض النووى فهو مادة كيميائية تتحكم فى كل ماينتقل من جيل الى جيل . فهي التي تحكم لون شعرنا ، اشقرا ام اسود ، ولون عيوننا ، زرقاء او بنية . والحمض النووى يفعل هذا بواسطة التحكم فى انتاج مواد اخرى تسمى البروتينات .

الخلايا وهى تعمل

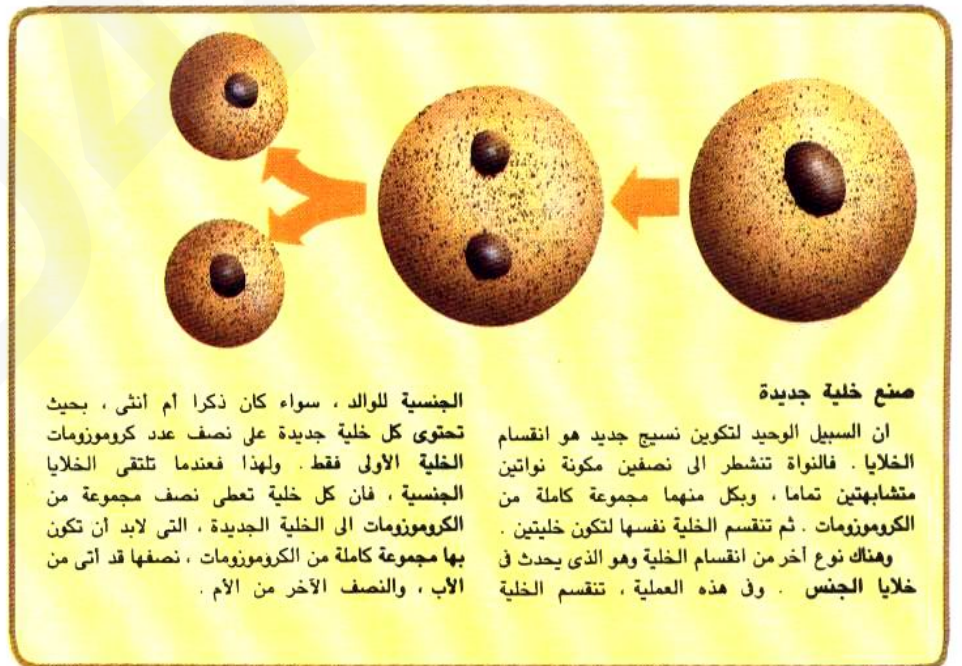
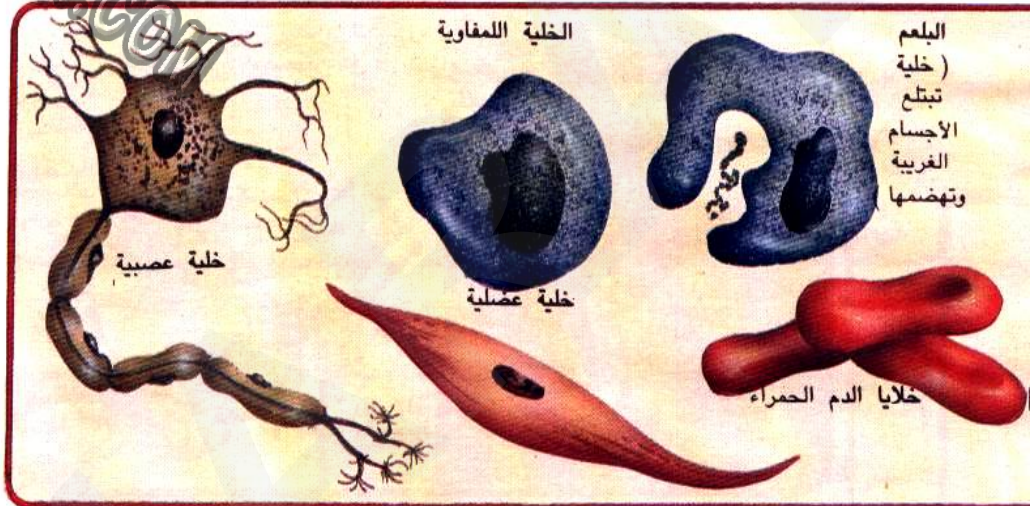
نقل المعلومات

تبدأ حياة جديدة حينما تتحد خليتان لتكوين خلية جديدة . ولابد لهذه الخلية الجديدة ان تحتوى بداخلها على كل الصفات التى يرثها الشخص من أبويه . ولابد أيضا للخلية من ان تحتوى على كل المعلومات اللازمة لبناء جسم بشرى .

ان كل كروموزوم فى نواة الخلية انما هو سلسلة من اشياء تسمى **مورثات** (جينات) . وقد يكون بكل كروموزوم نحو ١٠٠٠ من هذه المورثات . وتتحكم هذه المورثات فى لون عيننا وشعرنا وكل صفاتنا الأخرى . والمورثات بدورها تتكون من DNA . وكل جزء من جزيئات DNA منتظم فى حلزونين تربطهما المواد الكيميائية ، وهو فى هذا يشبه السلم النقال ودرجاته (انظر لاسفل) . وهناك اربعة كيميائيات مختلفة فقط تقوم بدور الربط (كدرجات السلم) ، الا انها يمكن ان تتوحد بطرق ومجموعات مختلفة لاحصر لها لكى تعطى فى النهاية كل الصفات المختلفة للبشر .

ترى أسفل هذا الكلام بعض الأنواع المختلفة من الخلايا الحية . فخلايا الدم الحمراء (أو كرات الدم الحمراء) هى الخلايا المسئولة عن اللون الأحمر لدمائنا . وهى التى تحمل الأوكسجين من الرئتين الى كل أنحاء أجسامنا . أما كرات الدم البيضاء فهى التى نحتاجها لكى نحمينا من الأمراض . وتتخذ الخلايا العصبية شكلها المميز لكى تتمكن من حمل الرسائل الى الأجزاء المختلفة من أجسامنا . أما الخلايا الليمفاوية و**خلايا البلعم** فهما نوعان من الخلايا التى « تلتهم » البكتريا الضارة فى أجسامنا . فحين نجرح أنفسنا ، فإن البكتريا سرعان ماتهاجم الجرح . وعندئذ تهرع خلايا البلعم أو **البلاعم** وتهاجم البكتريا وتحاصرها . فاذا ظلت البكتريا أو الطفيليات الغازية قوية ولم تهزم ، فإن الخلايا الليمفاوية تتقدم وتفرز أجساما مضادة تجعل الغزاة بلا ضرر اطلاقا .

والأميبيا مخلوقات دقيقة للغاية وتتكون من خلية واحدة . وتتمثل داخل الأميبيا كل آليات الحياة ومظاهرها . فعلى الرغم من صغر حجمها ، الا انها قادرة على الحركة هنا وهناك ، وأن تطعم نفسها ، وأن تتكاثر .



صنع خلية جديدة
ان السبيل الوحيد لتكوين نسيج جديد هو انقسام الخلايا . فالنواة تنشط الى نصفين مكونة نواتين متشابهتين تماما ، وبكل منهما مجموعة كاملة من الكروموزومات . ثم تنقسم الخلية نفسها لتكوين خليتين . وهناك نوع آخر من انقسام الخلية وهو الذى يحدث فى خلايا الجنس . وفى هذه العملية ، تنقسم الخلية الجنسية للوالد ، سواء كان ذكرا أم انثى ، بحيث تحتوى كل خلية جديدة على نصف عدد كروموزومات الخلية الأولى فقط . ولهذا فعندما تلتقى الخلايا الجنسية ، فإن كل خلية تعطى نصف مجموعة من الكروموزومات الى الخلية الجديدة ، التى لابد ان تكون بها مجموعة كاملة من الكروموزومات ، نصفها قد أتى من الأب ، والنصف الآخر من الأم .

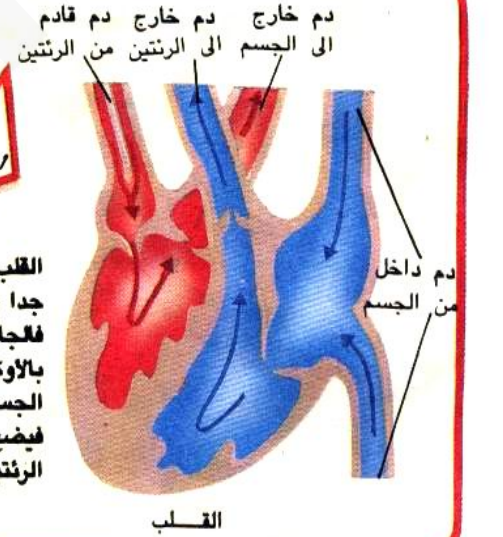
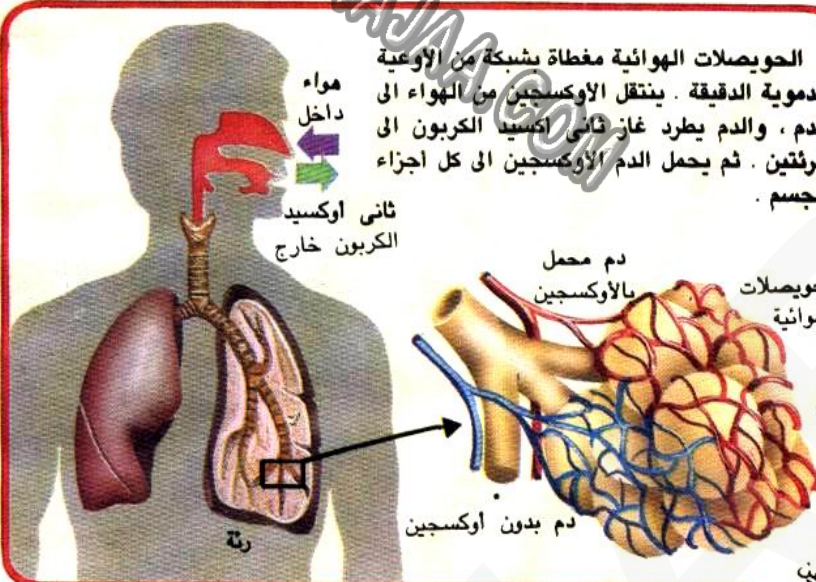
ان السبيل الوحيد لتكوين نسيج جديد هو انقسام الخلايا . فالنواة تنشط الى نصفين مكونة نواتين متشابهتين تماما ، وبكل منهما مجموعة كاملة من الكروموزومات . ثم تنقسم الخلية نفسها لتكوين خليتين . وهناك نوع آخر من انقسام الخلية وهو الذى يحدث فى خلايا الجنس . وفى هذه العملية ، تنقسم الخلية

الآلة الجسدية

الجسم البشرى آلة عجيبة . فهو مكون من ملايين وملايين من الخلايا الدقيقة التى تتجمع معا لتكون الأعضاء مثل القلب والرئتين . ويمكن داخل اطار الجلد الرقيق والهيكل العظمى ، كل الأجزاء المختلفة التى تتيح لنا الحركة والتنفس والكلام والأكل . وعيوننا وأذاننا والحواس الأخرى هى التى تبلغ المخ عما يجرى خارج أجسادنا . أما المخ فهو الذى يتحكم فى كل شيء نفعله .

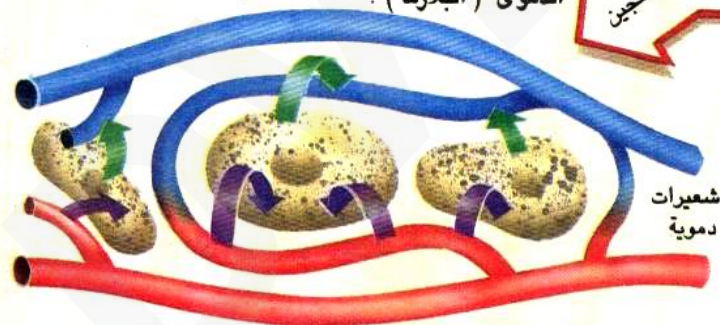
اننا نتنفس الهواء حتى يتوفر لأجسادنا مدد دائم من الأوكسجين . الذى لولاه لماات كل خلايانا بسرعة . كما أننا نأكل لنمد أجسادنا بالوقود .

تشبه رئتانا زوجا من المناخير المثبتة داخل صدورنا . وهناك صفحة من العضلات تسمى الحجاب الحاجز عبر الجزء الأسفل من صدورنا . وعندما ينقبض الحجاب الحاجز وكذا عضلات الضلوع ، يتسع الحيز الموجود بصدورنا فيندفع الهواء خلال الأنف متجها الى الرئتين . وعندما يندفع الهواء الى الرئتين ، فإنه يمر خلال انابيب ادق فادق حتى يدخل الاكياس الهوائية الدقيقة التى تسمى الحويصلات الهوائية .



القلب مضخة ، ولكن من نوع خاص جدا ، وله مجموعتا ضخ منفصلتان . فالجانب الأيمن يضخ الدم المحمل بالاكسجين الى شراييننا والى انحاء الجسم المختلفة . اما الجانب الأيسر فيضخ الدم الخالى من الاوكسجين الى الرئتين ثانية .

لون الدم احمر لانه يحتوى على ملايين الاقراص الصغيرة التى نسميها كرات الدم الحمراء . وهذه الكرات هى التى تحمل الاوكسجين الى جميع انحاء اجسامنا . ويحتوى الدم ايضا على خلايا بيضاء تساعد على الدفاع عن أجسادنا ضد الأمراض . وتطفو الكرات الحمراء والبيضاء فى سائل مائى يسمى السائل الدموى (البلازما) .



ينتقل الدم فى جميع انحاء الجسم خلال شبكة شاسعة من الاوعية الدموية . وهو ينتقل أولا خلال شراييننا ثم ينتقل خلال انابيب ادق وادق حتى يصل الى اوعية رفيعة جدا تسمى الشعيرات الدموية . وهذه الشعيرات الدموية تنقل الغذاء والاكسجين من الدم الى كل خلايا الجسم . وفى المقابل ، فإن الخلايا تعطى للشعيرات الدموية غاز ثنائى اوكسيد الكربون والنفايات الأخرى التى تنقل عائدة الى القلب خلال الاوردة .

الجهاز العصبي

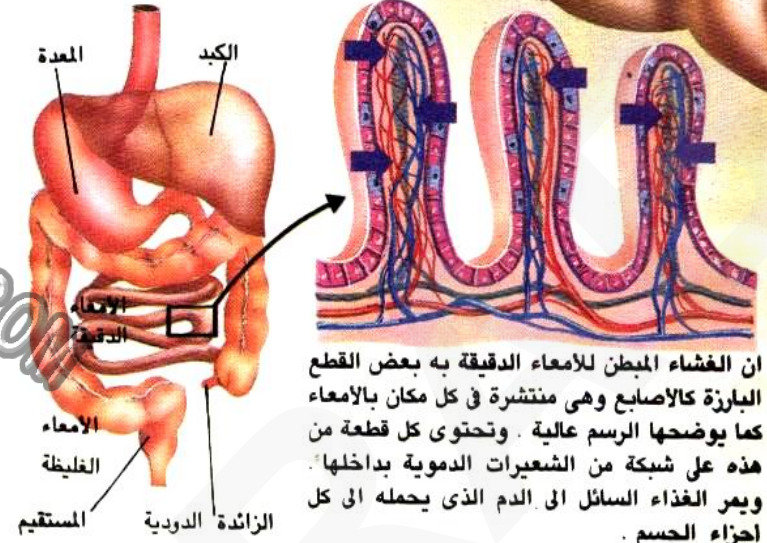
يتحكم الجهاز العصبي في جميع الأجهزة الأخرى في أجسامنا . ولهذا الجهاز جزآن رئيسيان . يتكون الجزء الأول من المخ والحبل الشوكي الذي يمتد خلف ظهورنا داخل العمود الفقري . أما الجزء الآخر من الجهاز العصبي فيتكون من أعصاب تتفرع من الحبل الشوكي والمخ وتتجه الى الأجزاء المختلفة من الجسم .

والأعصاب تشبه أسلاك التليفون . وحين يقرع جرس الباب في المنزل ، فإن رسالة تنتقل من أذاننا الى مخنا . ويقرر المخ ماذا علينا أن نفعل ازاء هذه الرسالة ويقوم بإرسال رسائل الى مختلف أجزاء جسمنا ، لإبلاغها بالعمل معا والقيام من على الكرسي . وعندئذ تتقلص عضلاتنا بالشكل الصحيح ، فنقوم الى الباب ونفتحه .

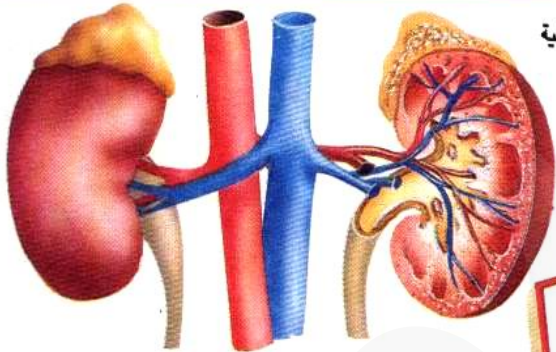
الافعال المنعكسة (اللاارادية)

على أن أفعالنا ليست كلها صادرة عن أوامر من المخ . فلو لمست سطحاً ساخناً جداً ، فانك تجذب يدك بعيداً في التو واللحظة دون أن يكون عليك أن تفكر في ذلك . وهذا ما يسمى **بالفعل المنعكس** أو **اللاارادي** . إذ تكتشف أعصاب اليد سخونة فتقذف برسالة الى المركز العصبي بالحبل الشوكي ، فيقوم المركز العصبي فوراً ببرد الرسالة الى اليد لكي تسحب نفسها بعيداً .

إن المخ أكثر تعقيداً من أي كومبيوتر ضخم . إنه يتحكم في كل منقوم به من الأعمال ، حتى على الرغم من أننا قد لاندرك ذلك في كثير من الأحيان . فهو يتحكم في ضربات قلوبنا ، وفي جوعنا وعطشنا ، وفي كلامنا ، بل وفي كل حركة . وهو أيضاً يخترن كل ذكرياتنا .



إن الغشاء المبطن للأمعاء الدقيقة به بعض القطع البارزة كالأصابع وهي منتشرة في كل مكان بالأمعاء كما يوضحها الرسم عالية . وتحتوي كل قطعة من هذه على شبكة من الشعيرات الدموية بداخلها . ويمر الغذاء السائل الى الدم الذي يحمله الى كل أجزاء الجسم .



يظل غذاؤنا في المعدة لبعض الوقت . وهناك يعتصر ويخض ويمزج بالعصارات . ثم ينتقل ببطء الى الأمعاء الدقيقة ، وهي أنبوبة ملفوفة يبلغ طولها نحو ستة أمتار . ويتصل بالأمعاء الدقيقة غدتان وهما الكبد ، والبنكرياس . والكبد يصب سائلاً يسمى الصفراء في الأمعاء الدقيقة . وهذا السائل يساعد على هضم الدهون . أما البنكرياس فيفرز مواداً تسمى خمائر الهضم (الإنزيمات) . وهي أيضاً تساعد في تحليل الغذاء .

تسمى عملية التخلص من النفايات من أجسادنا إخراج الفضلات . وتعمل عدة أجهزة هامة في أجسادنا للتخلص من النفايات . فنحن نفقد الماء على هيئة عرق من خلال جلودنا . كما أننا نتنفس فنطرد غاز ثاني أوكسيد الكربون وبخار الماء خارج رثتينا .

تقوم الكليتان (المصورتان اعلاه) بالتخلص من معظم الماء الزائد والنفايات الأخرى لدينا . وهما ترشحان الدم فتتخلص من الشوائب على هيئة بول . أما الكبد فهو أكبر غدة في جسدينا . وعندما تمر الدماء بالكبد ، يستبعد ما بها من سموم ونفايات . والكبد يخترن أيضاً المواد التي يستخدمها جسدينا عند الاحتياج اليها .



تحتوي الخلايا في أجسادنا على مئات من الأجسام التي تشبه السجق ، بداخلها . وتسمى هذه الأجسام بالأجسام المسبحية . والجسم المسبحي المصور اعلاه كبير تكبيراً شديداً . وهذه الأجسام المسبحية تعتبر محطات للقوى ، فهي تحرق الغذاء الذي نأكله لكي تمدنا بالطاقة . وقد يصل عددها الى ٨٠٠ جسم داخل خلية صغيرة واحدة .

طاقة

الغذاء
والأوكسجين

حركة الحيوانات

لو كان علينا أن نفكر في كل الأمور التي تحدث لأجسادنا عندما نجرى ، لما كنا قادرين على أن نقوم بهذا أبدا ! ولنحاول أن نتدبر قليلا من هذه الأمور . اننا نفرد ونثنى مفاصل القدمين ، والكاحلين ، والركبتين ، والردفين ، والكتفين ، والمرفقين والرسغين . ويتم شد العضلات بالصورة المناسبة لكي تجعل كل هذه المفاصل تعمل في اللحظة المناسبة تماما . وتقوم عضلات أخرى بجعلنا نتنفس على نحو أعمق . والواقع أننا نستخدم حين نجرى ، مايزيد على مائة عضلة مختلفة .

الهيكل العظمي

يتكون هيكلنا العظمي من أكثر من ٢٠٠ عظمة حية . وهذه العظام هي التي تسند الجسم ، وتحمي الأعضاء بداخله ، وان كانت تسمح لنا بالحركة الحرة هنا وهناك وتلتقي العظام عند مفاصل متحركة وتتماسك معا بواسطة شرائط من نسيج مرن يسمى **أربطة** . ولكي تتحرك العظام بسهولة بالنسبة لبعضها البعض ، فإن أطرافها مغطاة بوسادة من نسيج يسمى **الغضروف** (القرقوشة) . كما أن المفصل يظل دائما في حالة « تزييت » بسائل خاص .

العضلات

تعتمد كل تحركاتنا على العضلات . فهي التي تحرك أذرعنا وأرجلنا ، وهي التي تجعلنا نبتمس ، وندير أعيننا ونمضغ الطعام . والعضلات هي أيضا التي تضخ الدم في أجسادنا وتخض الطعام في جهازنا الهضمي .

وتتكون العضلات من آلاف من الألياف الطويلة الدقيقة . وهذه الألياف مرتبة على هيئة حزم مغلقة داخل غمد . وتتقلص ألياف العضلة عندما تتلقى إشارة من عصب . وتعمل العضلات أزواجا ؛ أي تقوم عضلة بالشد في اتجاه معين وتقوم الأخرى بالشد في الاتجاه المضاد .

الهيكل العظمي لكل الحيوانات مهيةا لتناسب طريقتها في الحياة . فالسمكة لها عمود فقري « منحن » . أما الطائر فعظامه خفيفة للطيران . وأطراف الكلب تستطيع الحركة للأمام وللخلف . وان تنحني وتستقيم وتلتف . ولجراد البحر هيكل خارجي صلب .



في الحيوانات ذات الحوافر كالخيل ، تستطيع الأرجل الحركة للأمام وللخلف فقط .

الهيدرة مخلوق مائي صغير يستطيع الحركة هنا وهناك عن طريق « التشقلب » .

للطائرة عظام خفيفة جدا وعضلات طيران قوية .

فهرست

(١)

- الافلين . ٣٧
اجسام جولجي . ٨٢
اجسام مضادة . ٨٣
الاحتراق . ٣٦ ، ٣٧ ، ٩٠
الاحتراق اللاحق . ٦٣
اختبارات الرياح داخل النفق . ٦٨
الاخراج . ٨٥
اديسون . توماس . ٥٣
الاربطة . ٨٦
الارجون . ٢٠
الاردواز . ٢٧
ارشميدس . ٩٠
الارض في الفضاء . ١٣ ، ١٢
الارقام القياسية للسرعة . ٦٨ ، ٦٩
الاسيستوس . ٣٥
استكشاف الفضاء . ١٦ ، ١٧
الاسطوانات ذات الصوت المجسم . ٥٣
الاسفلت (القار) . ٧٣
اشباه الموصلات . ٩١
اشباه النجيمات . ٩
الاشعاع . ٣٥ ، ٣٤
الاشعاع الكهرومغناطيسي . ٥٤ - ٥٧
الاشعة تحت الحمراء . ٥٤ - ٥٦ ، ٩٠
اشعة جاما . ٥٤
الاشعة الحرارية . ٥٤ ، ٥٥
الاشعة السينية (اشعة اكس) . ٥٤ ، ٥٥
الاشعة فوق البنفسجية . ٥٤ - ٥٦
الاشعة الكونية . ٥٤ ، ٥٩
اطوار القمر . ١٤
الافق الاصطناعي . ٦٥
الأكسيد . ٣٧
الاتلات . ٤٨ ، ٤٩
الاعباب النارية . ٣٦ ، ٣٧
الالكترونون . ٣٠ ، ٣١ ، ٩٠
الاليونوم . ٣١
امداد المنازل بالماء . ٨٠
الاميبيا . ٨٣
اميلست (جمشت) . ٢٧
انثوية بيتو . ٦٥
الانثوية الفلورسنت . ٨١
الانتراسيت . ٧٣
الاندماج (النوى) . ٧٥ ، ٩٠
الانزيمات . ٨٥
الانسان الآلي (الروبوت) . ٥١
الانسطار . ٩٠
انعكاس الضوء . ٥٧ ، ٩١
انتكاس الضوء . ٥٧ ، ٩١
الانهار . ٢٨
اورانوس . ١١
الاوزون . ٢٠ ، ٢١
الأكسجين . ٢٠ ، ٢٦ ، ٣٧
الايون . ٩١
- بطارية (كهربائية) . ٤٥
بطارية العمود الجاف . ٤٥
البقع الشمسية . ١٨
البلازما . ٨٤ ، ٨٥
البلاستيك . ٩١
بلاك بيرد SR-71A . ٦٨
البلولرة . ٩٠
بلوتو . ١٠ ، ١١
البوتاسيوم . ٢١
البوصلة . ٤٣
البول . ٨٥
البوليئين . ٢٧
البوليمر . ٣٧
البوليبرمات القطنية . ٣٧
البويضة . ٨٩
بيريت الحديد . ٢٦ ، ٢٧
بنز البترول . ٧٢
بيولوجيا (علم الحياة) . ٨٢ - ٨٩
- (ت)
التاكسد . ٣٦ ، ٣٧
تحطم الجليد . ٢٩
التحليل الكهربائي . ٩٠
تحميض الفيلم الفوتوغرافي . ٥٨ ، ٥٩
التدريج المؤوى . ٣٤
الترانزستور . ٩١
القرية . ٢٨
التروبوسفير . ٢١
التروس . ٤٨
التزحزح القاري . ٢٤ ، ٢٥
تسجيل الصوت . ٥٢ ، ٥٣
التسجيل على شريط . ٥٣
التصوير الفوتوغرافي . ٥٨ ، ٥٩
التعدين تحت الماء . ٦٦
التعرية . ٢٨ ، ٢٩
تعرية الرياح . ٢٨
التفاعلات الكيميائية . ٣٦ ، ٣٧ ، ٧٤
التفاعل الكيميائي . ٩١
تكديس الطائرات على ارتفاعات مختلفة . ٦٤
تكرير البترول . ٧٣
التلقيح . ٨٩
التقليسكوب . ٨
التليفزيون . ٦٠ ، ٦١
التليفون . ٥٢
التمثيل الضوئي . ٨٨
التنجستن . ٤٦
التوتر السطحي . ٣٣ ، ٩١
التوصيل الحراري . ٣٤ ، ٣٥
توصيل الكهرباء . ٤٥
التوقيت النجمي . ١٢
القيار المتردد . ٩٠
تيار المحيط . ٦٦ ، ٦٧
- (ث)
ثاني أكسيد الكربون . ٢٠
ثرست . ٢ ، ٦٤
الترموستات . ٣٥
الترموتر . ٣٤
الثغيرات . ٨٨
الثلاجات . ٢٩
الطلع . ٣٢ ، ٣٣
- (جـ)
الجاذبية . ٤٠ ، ٤١ ، ٩٠
الجاذبية الصناعية . ١٨ ، ١٩
جارجارين . يوري . ١٦
جاليليو . ٤١ ، ٧٨
الجالينا . ٢٦ ، ٢٧
الجهة الباردة . ٢٣
الجهة الدافئة . ٢٣
الجدور . ٨٨
الجرانيت . ٢٧
- (د)
درب القنابة . ٨
درجة الحرارة . ٣٤
درفلة المعادن . ٣٩
الدم . ٨٤ ، ٨٥
الدقا . ٢٨
الدملك (الرصاص) . ٢٦
- الجرس الكهربائي . ٨١
الجروف . ٢٩
الجزء . ٩١
جزء السكر . ٣٦
جزء الكبريت . ٣١
جزء الكحول . ٣٦
جزء الماء . ٣١
جزء النشا . ٣٦
جزئيات أكسيد الحديد . ٣١
جسر بولغاز الهيمر . ٧١
جسر جولدن جيت . ٧١
جسر ذو قنطرة . ٧٠ ، ٧١
جسر ذو لوح . ٧٠ ، ٧١
جسر مضائق فيرازانو . ٧١
جسر مضيق ماكيناك . ٧١
الجسر المعلق . ٣١ ، ٧١
جسر ميناء سيدني . ٧١
الحصور . ٧٠ ، ٧١
الجهاز العصبي . ٨٥
جهاز قياس الارتفاع . ٦٤ ، ٦٥
جهاز البسوط . ٢٤
الجوامد . ٣٠ ، ٣٣
جودارد . دكتور روبرت . ١٦
الجيوسكوب . ٦٥
الجيئات . ٨٣
- (حـ)
الحاجز المنقب . ٦١
الحاسبات الالكترونية الدقيقة
(الميكروكمبيوتر) . ٥٠ ، ٥١
حامض . ٣٧ ، ٩٠
حامض الستريك (الليمونيك) . ٩٠
حامض الكبريتيك . ٩٠
حامض الهيدروكلوريك . ٣٧
حبوب اللقاح . ٨٩
الحجر الجيري . ٢٦
الحجر الرملي . ٢٦
الحديد . ٣١ ، ٣٨ ، ٣٩
الحرارة . ٣٤ ، ٣٥
الحركة الدائمة . ٤٩
الحصادة - الدراسة . ٤٩
حفر الانفاق . ٧٠ ، ٧١
الحفريات (الاحافير) . ٢٧
الحضض النووي . ٨٢ ، ٨٣
الحمل . ٣٤
الحواس . ٨٤ ، ٨٥
الحوامة . ٦٩
الحويصلات الهوائية . ٨٤ ، ٨٥
الحيود . ٨٠
- (خـ)
الخاصية الشعرية . ٣٣
خام الرصاص . ٢٦ ، ٢٧
خام الزئبق . ٢٦ ، ٢٧
خام الموليبدنم . ٢٦ ، ٢٧
خام النحاس . ٢٦ ، ٢٧
خط التوقيت الدولي . ٧٨
خلايا البلعم . ٨٣
الخلايا البيولوجية . ٨٢ ، ٨٣
خلايا الجنس . ٨٣
الخلايا الكهروضوئية . ٧٥
الخلايا الليمفاوية . ٨٣
- (ذ)
ذرة . ٣٠
ذرة الاوكسجين . ٣١
ذرة الهليوم . ٣٠
ذرة الهيدروجين . ٣٠ ، ٣١
ذرة اليورانيوم . ٣٠
الذهب . ٣١
ذهب الحمقى . ٢٦ ، ٢٧
- (ز)
زحل . ١٠ - ١١
الزبدية . ٤٨
الزلازل . ٢٤
الزئبر . ٢٧
الزمن . قياسه . ٧٨ ، ٧٩
الزهرة . ١٠ ، ١١
الزهور . ٨٩
الزئبق (عنصر) . ٣٣
زيت بحر الشمال . ٧٢
الزيت الخام . ٧٣
زيت الديزل . ٧٣
- (س)
الساعات . ٢٣
الساعة ذات البندول . ٧٨ ، ٧٩
الساعة الذرية . ٧٨ ، ٧٩
الساعة الرقمية . ٧٩
الساعة الرملية . ٧٨
ساعة الكوارتز . ٧٨ ، ٧٩
الساعة المائية . ٧٨
سائق الكتلة . ١٤ ، ١٥
سبك الفلزات . ٣٨ ، ٣٩
السفراوسفير . ٢١
ستيفنسون . جورج . ٦٨
سحاب رقيق مرتفع . ٢٣
سحاب ركاسي . ٢٣
سحاب طبقي منبسط خفيض . ٢٣
السحب . ٢٣
سحب الفلزات . ٣٩
السحب الليلية المضيفة . ٢١ ، ٢٢
السداة . ٨٩
السديم . ٨ ، ٩
سديم اوريون (الجبار) . ٨
سديم حدوة القوس . ٨
سديم « الدمل » . ٨ ، ٩
سديم سرطان البحر . ٨
سطح انسياب هوائي . ٦٤ ، ٦٥
سفينة الفضاء ابولو . ١٦
السليكون . ٢٦ ، ٣١
السليولوز . ٣٧
السنة . طولها . ١٠ ، ١٢
السواحل . ٢٩
سواعد الفوص . ٦٧
السوائل . ٣٢ ، ٣٣
السواتر (جهاز سبر الاعماق) . ٦٦
السيبولازم . ٨٢
- (ب)
الباريوم . ٣٦
البارزات . ٢٧
بانجاي . ٢٤ ، ٢٥
البترول . ٧٣
البيث الاذاعي . ٦٠ ، ٦١
البخار . ٩٦
بخار الماء . ٣٢ ، ٨٨
البخر . ٣٢
البراد (الثلجية) . ٨١
البرافين . ٧٣
البرقي . ٤٤
البركان . ٢٤
البروتون . ٣٠ ، ٣١ ، ٩١
البروتينات . ٨٢
بسمر . هنري . ٣٨
بصريات الالياف . ٥٧

(ش)

الشبكة البلورية ٣٣
شويلان ٨٤
شريحة ثنائية المعدن ٣٥
شريحة السليكون ٥١، ٥٠
الشمس ٨ - ١١
الشواطيء ٢٩
الشواظ الشمسي ١٠
الشوكة الرناتة ٥٢

(ص)

الصابون ٣٦
الصحارى ٢٨
الصحور ٢٧، ٢٦
الصحور الرسوبية ٢٦
الصحور المتحولة ٢٧، ٢٦
الصحور النارية ٢٧، ٢٦
الصدأ ٣٧، ٣٦
الصفير المطلق ٣٤، ٣٥، ٩٠
صلب التنجستن ٣٩
صلب لايفدا ٣٩
الصناعات البترولية ٧٣، ٧٢
صناعة الصلب ٣٨، ٣٩
الصواريخ ١٦، ١٧
الصوت ٥٣، ٥٢
الصوديوم ٣٦، ٣١

(ض)

ضبط فتحة العدسة ٥٨، ٥٩
ضغط الهواء ٢٠، ٦٤، ٦٥
الضوء ٥٤ - ٥٧
الضوء، سرعته ٩

(ط)

الطاحونة المائية (كاساقية) ٦٢
الطاحونة الهوائية ٦٢
الطاقة ٧٢ - ٧٧، ٩٠
الطاقة الشمسية ٧٤، ٧٥
الطاقة الميكانيكية ٤٩
طائرة Bell X-1 ٦٨
طائرة بلاك بيرد SR-71A ٦٨
طائرة ركاب ٦٤، ٦٥
الطباشير ٢٦
طرق المعادن ٢٩
الطقس (الجو) ٢٢، ٢٣
الطول الموجي ٩١
الطيران ٦٤، ٦٥
الطيران الأسرع من الصوت ٦٨
طيف الضوء ٥٦
الطيف الكهرمغناطيسي ٥٤ - ٥٥

(ع)

العازل ٩١
العامل المساعد ٩٠
العدد الذري ٣٠، ٣١
العدسات ٥٧، ٩١
عدسة التصوير المقربة (تليفوتو) ٥٨، ٥٩
العدسة المحدبة ٥٧
العدسة المقعرة ٥٧
العدسة المكبرة ٥٧
العصور الجيولوجية ٢٩
العضلات ٨٦، ٨٧
العضلات الإرادية ٨٧
العضلات اللاإرادية
عضلات الهيكل العظمي ٨٧
العضلة ثلاثية الرؤوس ٨٧
العضلة ثنائية الرأس ٨٧
عطارد ١٠، ١١
العقيق ٢٧
علم الفلك ٨ - ١١
علم المعادن ٣٨، ٣٩

عمود التجزئة ٧٣

العمود المائي المهتز ٧٧
عمود المرفق ٦٣
العناصر المشعة ٧٤
العنصر ٣١

(غ)

الغازات ٣٢، ٣٣
الغسالات ٨١
الغضروف ٨٦
الغلاف الجوي ٢٠ - ٢٣
الغواصة ٦٦، ٦٧

(ف)

الفحم ٧٣
فحم المستنقعات ٧٣
الفحم النباتي ٣٦
الفراغ ٩١
الفرن العالي ٣٨، ٣٩
الفصول ١٢، ١٣
الفضة ٣١
الفطر ٨٩
الفعل المنعكس ٨٥
الفلزات ٣٨، ٣٩
الفوتون ٩١
فوستوك (١) ١٦

(ق)

القابس الكهربائي ٨١
قارورة التفريغ ٣٥
القاطرة ٤٦، ٤٧
قاعدة (كيميائية) ٣٧
القشرة الأرضية ٢٤، ٢٥
القضبب المغناطيسي ٤٢، ٤٣
القلب ٨٤
القلوب ٣٨، ٣٩
القمر ١٤
قناة بنما ٧٠
القنبلة الذرية ٥٤
قوس قزح ٥٤، ٥٥
قوى المد والجزر ٧٧

(ك)

الكالسيوم ٣١
الكاميرا ٥٨، ٥٩
الكاميرا ذات النقب ٥٨
الكبد ٨٥
الكبريت ٣٦
الكتلة ٩١
الكتبان الرملية ٢٨
الكروم ٣٩
الكروموزومات ٨٢، ٨٣
الكرونومتر (ساعة محكمة جدا) ٥١، ٥٠
كسوف الشمس ١٥
الكلوروفيل (الخيضور) ٨٨، ٨٩
كلوريد الصوديوم ٣٧
الكلية ٨٥
الكهرباء ٤٤، ٤٧
الكهوف ٢٨
الكوارتز ٢٦، ٢٨
الكواكب - نشأتها ١٢
كوب الفقاعة ٧٣
الكمبيوتر ٥٠، ٥١
الكون أصله ٨، ٩
الكونكورد (طائرة) ٦٨

(ل)

اللافا (الحمم) ٢٤
اللون ٥٦، ٥٧
الليزر ٥٧، ٩١
الليبوزومات ٨٢
اللؤلؤ ٤٨

(م)

الماجما ٢٤
الماس ٢٦، ٢٧
الماغنسيوم ٣١
المبادل الحراري ٧٥
مبين سرعة الهواء ٦٥
المثاق ٨٩
المجال الكهربائي ٩٠
المجال المغناطيسي ٤٣
المجرات ٨، ٩
مجسات الفضاء بايونير ١٦، ١٧
مجسات الفضاء فايكنج ١٦
مجسات الفضاء فوجير ١٦، ١٧
المجموعة الشمسية ١٠، ١١، ١٦، ١٧
المحركات ٦٢، ٦٣
المحركات البخارية ٦٢، ٦٣
المحركات الحرارية ٦٢، ٦٣
محركات قوى الأمواج ٧٦، ٧٧
المحركات النفاثة ٦٣
محرك الاحتراق الداخلي ٦٢، ٦٣
المحرك البترولي ٦٢، ٦٣
المحرك البخاري التوربيني ٦٢
المحرك التوربيني البخاري ٦٢
المحرك الكهربائي ٤٦، ٤٧
محرك المروحة التوربيني ٦٣
محرك وانكل ٦٣
المحطة الفضائية - الجزيرة رقم ٣، ١٨

(ن)

محطة القوى النووية ٧٥
المحول ٨١
المخ ٨٤، ٨٥
المد والجزر ٤١
المد (والجزر) العالي ٤١
المد (والجزر) الناقص ٤١
المدفع الإلكتروني ٦١
المرآيا ثنائية اللون ٦
المركب (الكيميائي) ٣١، ٩٠
المركبات المنزقة على السطح ٦٩
المركم ٤٥، ٩٠
المروحة التوربينية ٦٣
المرخ ١٠، ١١
المرخ، استكشافه ١٦، ١٧
المنزلة ٧٨

(هـ)

مسبار الأعماق بالصدى ٥٢، ٦٦
المستعمرة الفضائية ١٨، ١٩
المستعمرة الفضائية الحلقية ١٩
المستوى المائل ٨١
مسحوق البارود ٣٦
المشتري ١٠، ١١
مصادر الكهرباء ٨٠، ٨١
المصباح الكهربائي ٤٦
المصهر (الكهربائي) ٨١
مضبط الانفلات ٧٩

(و)

المطار ٦٤، ٦٥
المطر ٢٣
المعادن ٢٦، ٢٧
المغزل ٣٧
المغناطيسات ٤٢، ٤٣
مغناطيس حدود الفرس ٤٢، ٤٣
المغناطيس الكهربائي ٩٠
المفاصل ٨٧

(ي)

المفاعل النووي ٧٥
المفصل الكروي ٨٧
المقاومة ٩١
مكافحة النيران ٣٥
المكبر ٩٠
مكبر الصوت ٥٢، ٥٣
المكثف ٩٠
مكنسة تعمل بالتفريغ ٨١
المكوك الفضائي ١٧
ملاحو الفضاء ٤٠، ٤١
الملاكيث ٢٦، ٢٧

الملح ٣٧، ٩١

الملح الصخري ٣٦

ملح المائدة ٣٧

مناطق التوقيت ٧٨، ٧٩

المنظر الطبيعية ٢٨، ٢٩

المخفضات ٢٣

المساح (البانوجراف) ٤٦

المنشور ٩١

مواقع الذاكرة ٥١

الموجات الدقيقة ٩١

موجات اللاسلكي (الراديو) ٥٤، ٥٥

موجة حاملة ٦٠، ٦١

الموصل ٩٠

المولد ٤٥

المولد الكهربائي ٤٥

المتوكونديريا (محطات القوى داخل

الخلايا) ٨٢، ٨٥

المجسم ٦٥

الميكروفون ٥٢، ٥٣

(ن)

النابليون ٣٧
النباتات ٨٨، ٨٩
نبتون ١١
النجوم ٨ - ١٠
النحاس ٣١، ٣٦، ٤٤، ٤٥
نسيج شبكي اندوبلازمي ٨٢
النشاط الإشعاعي ٩١
النظام الثنائي ٥٠، ٥١
نظرية ألانفجار العظيم ٨، ٩
النفاث التوربيني ٦٣
النقط الفوسفورية ٦١
نقطة الغليان ٣٢، ٣٣، ٩٠
نواة الذرة ٣٠، ٩١
نوبل، ريتشارد ٦٩
النيتروجين ٢٠
النيتروك ٣٩
النيترون ٣٠، ٣١، ٩١
نيوتن، اسحق ٥٦

(هـ)

هاريسون، جون ٧٩
الهضم ٨٥
الهليوم ٢٠
الهواء ٢٠، ٢١
الهويوس ٧٠
الهيديرا ٨٦
الهيديروجين ٢٠، ٣١
الهيديروفيل ٦٩
هيدروكلوريد الصوديوم ٣٧
الهيكل العظمي ٨٦، ٨٧

(و)

وحدة العمليات المركزية (كمبيوتر) ٥١
ورق عباد الشمس ٣٧، ٩٠
الوريد ٨٤
الوزن ٤١، ٩١
الوزن النوعي ٩١
الوصلة المفصليية ٨٧
الوقود الاحفوري ٧٢، ٧٣
الوولفيت ٢٦، ٢٧

(ي)

اليورانيوم ٧٤
اليوم، طوله ١٣
اليوم الشمسي ١٢

الموسوعة العلمية الأوفى للأطفال

MOURAJAA.COM

حقوق النشر والتأليف © وورلد انترناشيونال ببلشنج ليمتد ١٩٨٣

Copyright © MCMLXXXIII by World International Publishing Limited.

الطبعة العربية : مركز الأهرام للترجمة والنشر
مؤسسة الأهرام

التوزيع في الداخل والخارج : وكالة الأهرام للتوزيع
ش الجلاء - القاهرة