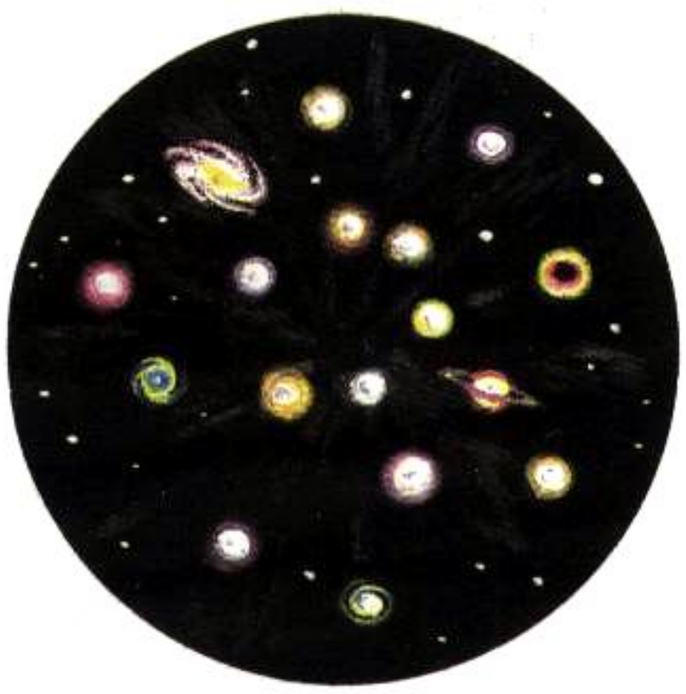
الموسوعة العلمية الأولى للأطفال

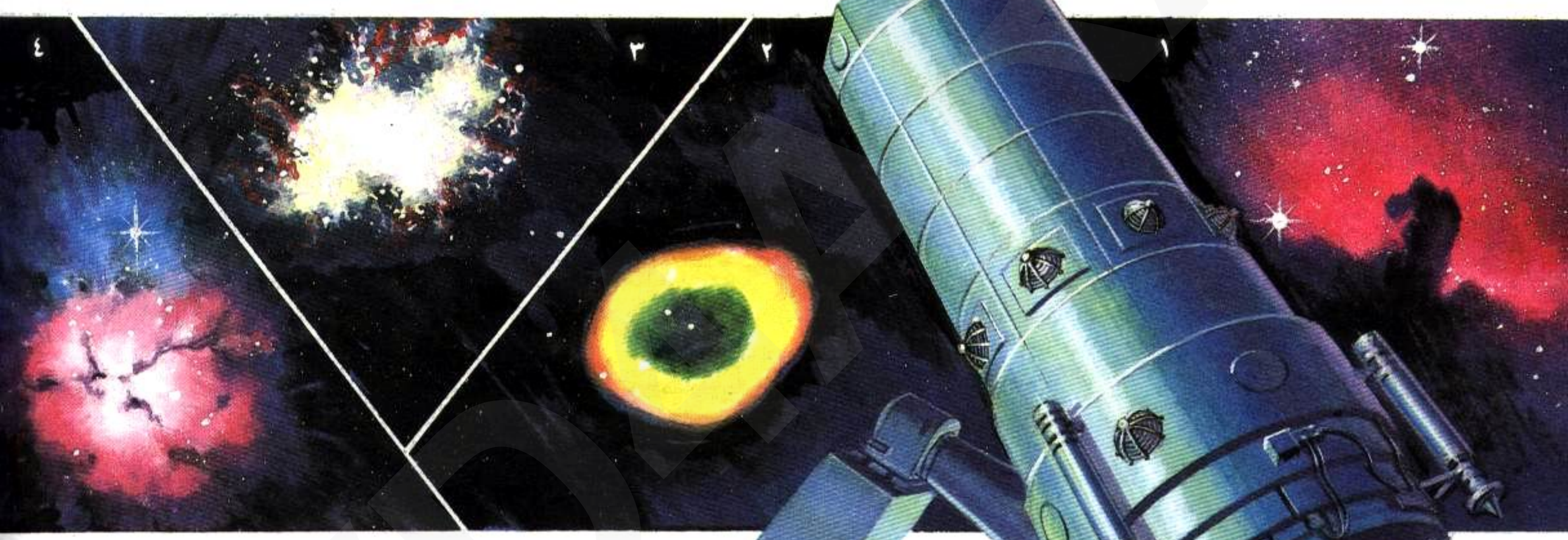
مركز الأهرام للترجمة والنشر
مؤسسة الأهرام

النجوم والمجرات



اذا مانظرت الى السماء فى ليلة صافية ، فإنك سترى ألوفا من النجوم ـ يشبه كل منها نقطة صغيرة متلألئة من الضوء . على أن الكثير من هذه النجوم أقوى وأكبر من شمسنا عشرات الآلاف من المرات . وينتمى معظم النجوم التى نراها الى مجرتنا ـ درب اللبانة أو درب التبانة . ودرب التبانة عبارة عن قرص هائل مسطح من النجوم ـ يحتوى على ملايين وملايين من النجوم ـ التى تدور كلها معا مثل اطار دراجة عملاقة . أما شمسنا فهى نجم عادى يقع على نحو ثلثى المسافة بعيدا عن مركز المجرة . وتدور الشمس حول صرة المجرة بسرعة ٢٥٠ كيلومترا فى 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 فى أعماق الفضاء ، فانهم 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 فى مجرتنا .



ان تلسكوبا ضخما كالمبين فى الصورة ـ يمكنه أن « يرى » أعماقا بعيدة فى الفضاء وهو يوجه الى اهدافه بواسطة الحاسبات الآلية (الكومبيوتر) ويتحرك بواسطة محركات كهربائية . ومن بين الأشياء التى يستطيع تمييزها ، تلك السحب الضخمة المكونة من غازات وأتربة ، والتى تخفى وراءها النجوم مثل سديم حدوة الفرس (١) والسديم الحلقى الذى يبعد مسافة ١٤٠٠ سنة ضوئية (٢) ، وسديم سرطان البحر (٣) ، وسديم كوكبة الجبار (الجوزاء) الذى تتكون بداخلة النجوم الجديدة (٤) ، وسديم الدمبل (٥) (الدمبل : عبارة عن كرتين حديديتين يربط بينهما قضيب ويستخدم لتمرين العضلات) وهى سحابة هائلة تغطى مايربو على ٢٠ مليون مليون كيلومتر .

ويستغرق الضوء الذى نراه ـ صادرا من بعضها ـ حوالى ٨٠٠٠ مليون سنة لكى 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 مايقرب من ٢٠ ٠٠٠ مليون سنة . وربما كان هذا هو زمن مايسمى بالانفجار العظيم Big Bang عند بدء الكون كله .

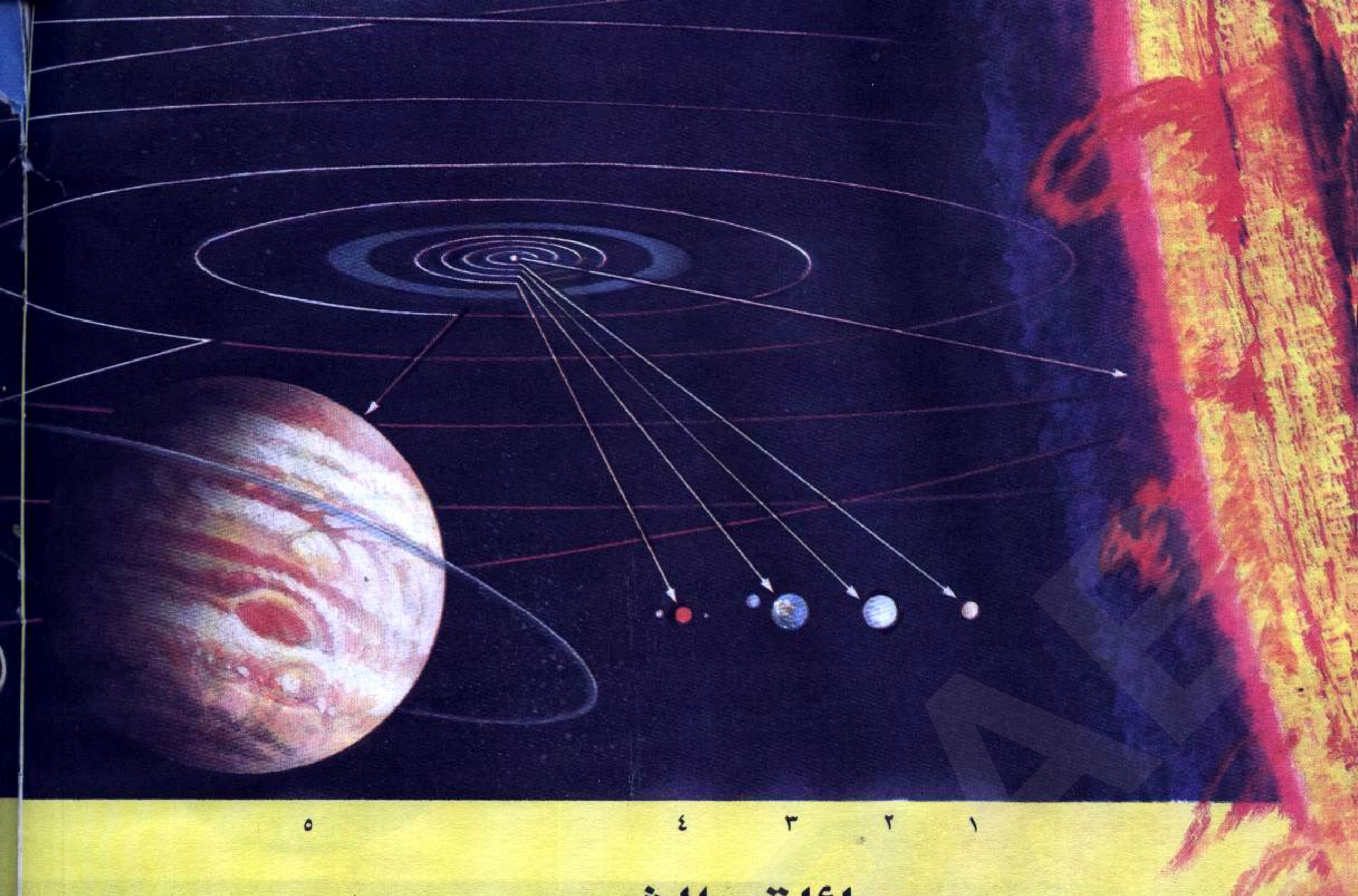
ويجد الفلكيون أشياء غريبة تسمى **أشباه النجميات** . وتبعث هذه الأجسام ـ التى تقع على حافة الفضاء ـ موجات ضوئية ـ قوية للغاية لدرجة أن ضوءها أقوى من ضوء مئات المجرات ، على الرغم من صغر حجمها للغاية . وربما ساعدتنا هذه الأجسام على اكتشاف كيفية نشوء الكون الذى نعيش فيه .

الى اليمين من الجائز أن المادة الموجودة فى الكون بأسره كانت محتواة داخل مايعرف « بالذرة البدائية » التى انفجرت منذ ٢٠ ٠٠٠ مليون سنة . كما تقول نظرية الانفجار العظيم .

يولد نجم كالشمس عندما تتقلص سحابة من الغازات والأتربة ثم تبدأ فى التوهج . وهناك مراحل متعددة فى حياة أى نجم ، اذ تبدأ قوة الجاذبية أولا فى اجتذاب مادة السحابة وضمها 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 فى التورم والانتفاخ ، فيبرد السطح الخارجى وتصبح النجوم عمالقة حمراء . أو أكبر من العمالقة . أما شمسنا فلن تصل الى مرحلة العملاق الأحمر لآلاف الملايين من السنين . وبعد عدة ملايين أخرى من السنين ينكمش النجم مرة أخرى لكى 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 .

نجم عملاق فائق

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



١ ٢ ٣ ٤ ٥

عائلة الشمس

الشمس

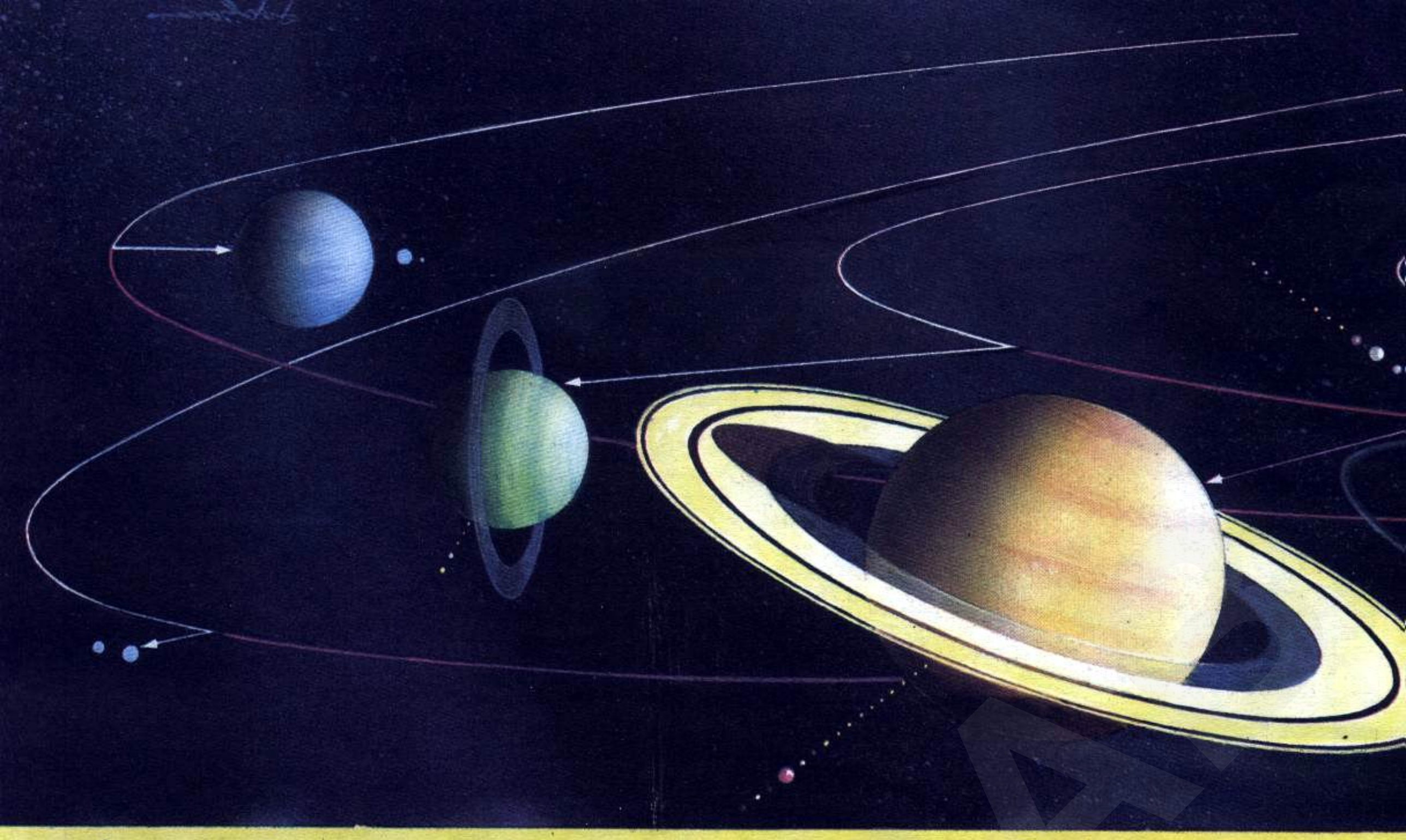
ينطلق كوكبنا الأرض متحركا بأقصى سرعة فى الفضاء وهو يقطع رحلته السنوية حول الشمس . كما تتحرك ثمانية كواكب أخرى ، وأقمارها ، وكتل أصغر من الصخور والثلوج حركة أبدية حول الشمس الضخمة الحارة . وكل هذه الأشياء معا تسمى « المجموعة الشمسية » نسبة الى الشمس .

والشمس كرة هائلة من الغاز الحار جدا ، وهى من الكبر بحيث تستوعب بداخلها مايزيد على مليون من الكرات الأرضية . وقوة جذب الشمس ـ قوة شدها عبر الفضاء ـ هى التى تحفظ الحركة الدائمة لجميع الكواكب والأجسام الأخرى فى المجموعة الشمسية لتظل تدور حولها .

ويستغرق الكوكب الذى يعد موطنا لنا ، الكرة الأرضية ، مايزيد على ٣٦٥ يوما ليدور مرة واحدة حول الشمس . وهذه المدة هى مانسميه عاما كاملا . كذلك تدور الأرض حول نفسها كالنحلة (الخذروف) . فتتم دورة كاملة كل ٢٤ ساعة وهذا هو اليوم الكامل . والحركة الدوارة اليومية للأرض هى التى تجعل الشمس والنجوم تبدو وكأنها تشرق وتغرب . وتدور كل الكواكب الأخرى حول الشمس وحول نفسها ، كما تفعل الأرض . الا أنها تدور بسرعات متفاوتة وتلف فى مدار حول الشمس فى زمن متفاوت الأطوال . فكوكب بلوتو البعيد يستغرق نحو ٢٥٠ سنة لكى يدور مرة واحدة حول الشمس ، أما كوكب عطارد الصغير ، وهو أقرب الكواكب الى الشمس فانه يدور حولها فى 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 فى الكون . وهى تبدو لنا كبيرة فى الحجم نظرا لقربها منا . اما النجم الذى يلى الشمس فى 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 وتجىء ويختلف عددها من عام الى آخر . وهى تبدو داكنة لأنها ابرد من الغازات الحارة المحيط بها . وتقوم الشمس ايضا بقذف السنة ضخمة من اللهب من سطحها . وقد يمتد هذا الشواظ الشمسى لملايين الكيلومترات فى الفضاء قبل ان يرتد عائدا الى الشمس .

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



كلما توغل العلماء فى معرفة المزيد عن الكواكب الأخرى فى المجموعة الشمسية ، أدركنا أكثر فأكثر كم هو مكان رائع كوكبنا الأرض (٣) . فكل أمر يخص الأرض مناسب تماما لوجودنا . فالمسافة بينها وبين الشمس هى المسافة المناسبة . اذ لو كانت قريبة منها مثل الزهرة ، لكونت الحرارة وغاز ثانى اكسيد الكربون الخانق جوا كثيفا ، وحارا لدرجة الغليان . أما كوكب المريخ فهو أقرب الجيران الينا ، ومع ذلك لو كانت الأرض بنفس حجم المريخ ولو كان بعدها عن الشمس مثل بعد المريخ عنها لتحول بخار الماء الى جليد ولتلاشى معظم الغلاف الجوى فى الفضاء . اما اذا كانت الأرض على نفس بعد كوكب نبتون من الشمس ، لتحول الكوكب كله الى هيدروجين متجمد يحيط بقلب من الصخور والثلوج وتوضح الصورة العليا مشهدا لما يمكن أن يكون عليه سطح نبتون .

حقائق حول الكواكب

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

الزهرة ، الكوكب الثانى وهو أكثر الأجرام لمعانا فى 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 الى 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) .

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

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

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

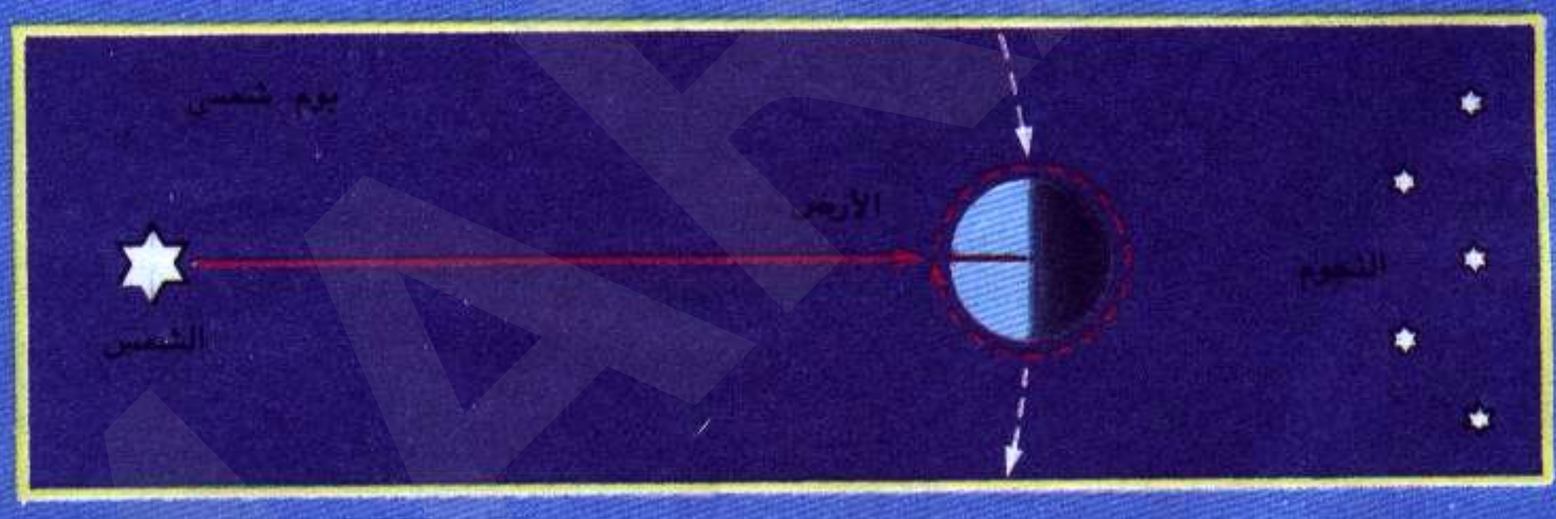
بلوتو (٩) ، وهو عادة أبعد الكواكب عن الشمس . ويعتقد بعض الفلكيين انه ربما كان أصغر حتى من عطارد . ومداره من الغرابة بمكان بحيث انه يقع حاليا على مسافة من الشمس أقصر من التى يبعدها نبتون عنها .

الكرة الأرضية فى الفضاء

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

فحوالى نهاية شهر يونيه ، يكون الجزء الشمالى من الكرة الأرضية أشد ميلا نحو الشمس . ويسود ضوء الشمس لمدة ٢٤ ساعة يوميا حول القطب الشمالى أما الأجزاء الجنوبية من الكرة الأرضية فتلقى نصيبا أقل من ضوء الشمس فى هذه الفترة لأن أشعة الشمس تسقط مائلة جدا على الأراضى الجنوبية . ويسود الظلام تماما طوال الوقت عند القطب الجنوبى . فاذا مرت ستة شهور بعد ذلك ، يميل محور الأرض فى الاتجاه الآخر . وفى نهاية ديسمبر تنعكس الفصول . فتحصل الأراضى الجنوبية على معظم أشعة الشمس ، بينما تحصل الأراضى الشمالية على قدر قليل جدا . فيكون الوقت صيفا فى استراليا بينما هو شتاء فى بريطانيا .

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



ان 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 فى نفس الوقت . ونحن نحدد مواعيد ساعاتنا طبقا للزمن الذى تستغرقه الأرض لتدور حول محورها مرة واحدة بالنسبة للشمس ـ وهذا الزمن هو ٢٤ ساعة . على أن الأرض تتحرك خلال هذه الفترة مسافة معينة من رحلتها حول الشمس ، كما أنها تتحرك بالنسبة للنجوم .

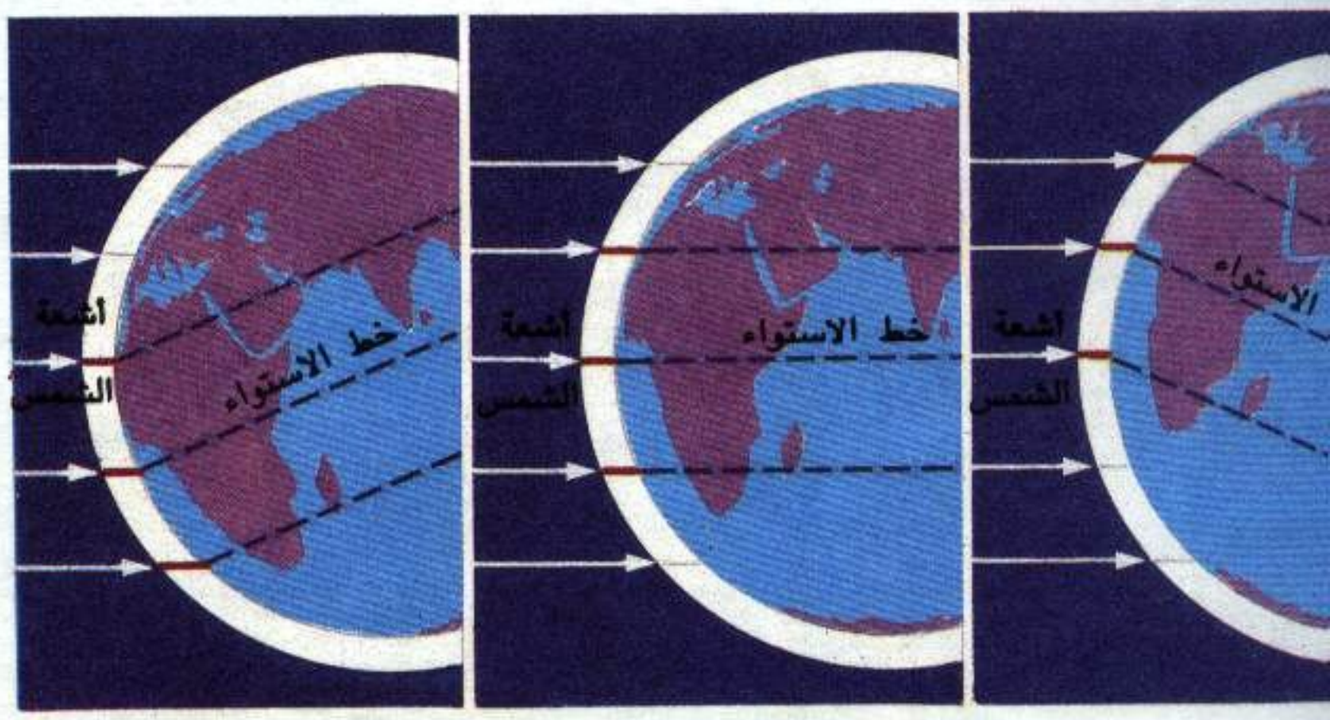
وتدور الأرض مرة واحدة ، بالنسبة للنجوم ، فى ٢٣ ساعة و ٥٦ دقيقة ، أى بما تقل أربع دقائق عن اليوم الشمسى . ويعنى هذا أن النجوم ستبدو وهى تشرق وتغرب مبكرة بمقدار أربع دقائق كل يوم . أى ماقيمته ٢٤ ساعة كل سنة . وتشرق النجوم وتغرب فى ساعة محددة مرة واحدة فى السنة ، فى نفس التاريخ أو قريبا منه ، ويحدث هذا حين تعود الأرض الى نفس النقطة فى رحلتها حول الشمس . ويعمد الفلكيون الى استخدام مايسمى بالتوقيت النجمى ـ توقيت النجوم ـ لتسهيل مهامهم . وعلى هذا تشرق النجوم وتغرب فى مقياس التوقيت النجمى هذا فى نفس الوقت كل يوم .

كيف نشأت الكواكب

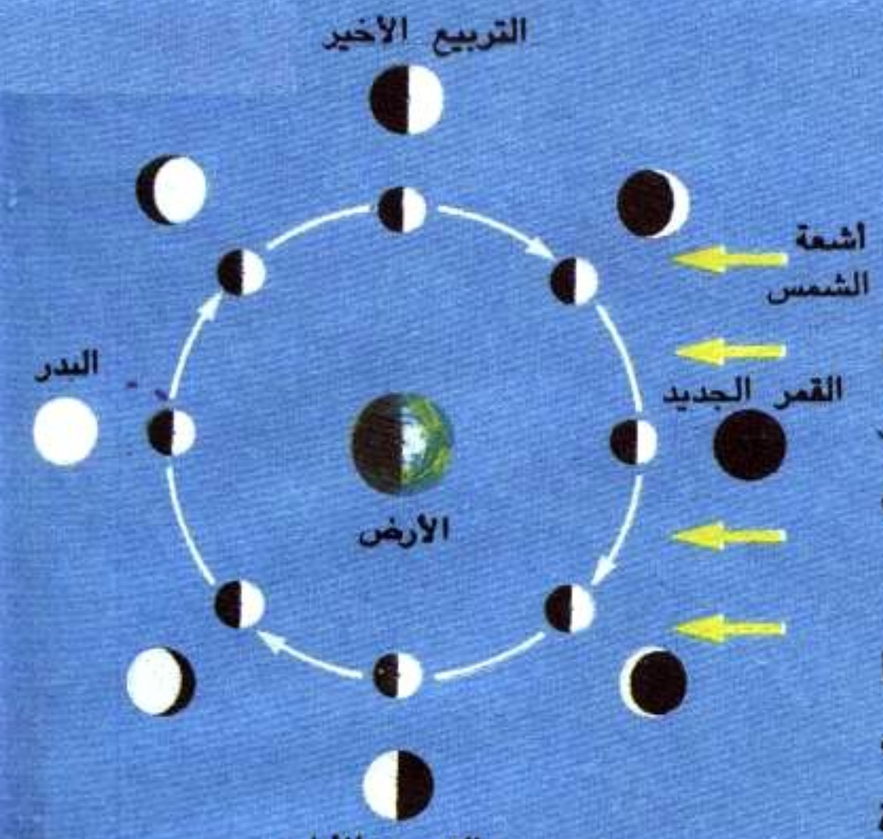
ظل الفلكيون يتساءلون سنين عديدة حول كيفية نشأة الكواكب . الا أن معظمهم يعتقد الآن أن الكواكب قد تشكلت من السحابة الهائلة التى كانت تحتوى على غازات وأتربة والتى كونت الشمس المركزية . وكانت هذه السحابة تتكون فى معظمها من غاز الهيدروجين ، وهو أكثر العناصر شيوعا فى الكون . وعلى مر ملايين السنين تكثف الغاز على هيئة كتل . وتكونت العناصر الثقيلة كالحديد والنيكل فى قلب كل كوكب . أما العناصر الأخف ، فقد طفت فوق القلب المركزى مكونة فيما بعد صخور القشرة الأرضية . وعلى هذا تكون الأرض قد نشأت منذ مايقرب من ٤٦٠٠ مليون سنة ، الا أنها كانت فى البداية جحيما من الصخور المنصهرة لدرجة الأحمرار ، تحيط بها غازات ملتهبة ، ثم أخذت تبرد تدريجيا ، وأخذ المطر يملأ المحيطات وصارت الأرض هى الكوكب الذى نعرفه .

توضح الصور الاربع نفس الاماكن فى فصول مختلفة كلما دارت الارض حول الشمس . والصورة الى اليسار توضح ان هناك صيفا فى الاراضى الشمالية وشتاء فى الجنوب . أما فى الصفحة المقابلة فهناك خريف فى الاراضى الشمالية وربيع فى الجنوب . وفى اسفل هذه الصفحة هناك شتاء فى الشمال وصيف فى الجنوب وفى الختام توضح الصورة اسفل هذا الكلام وجود ربيع فى الاراضى الشمالية وخريف فى الجنوب

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



القمـــــر



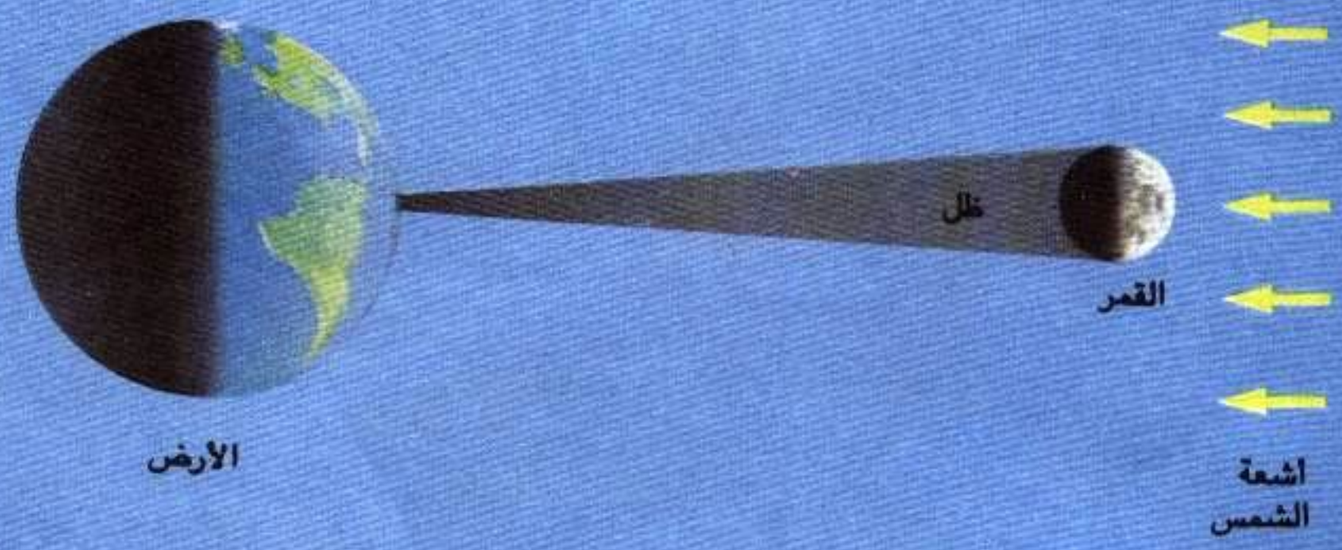
التربيع الأول

يمر القمر بدورة من « الأوجه » خلال ٢٩,٥ يوم فى أثناء دورانه حول الأرض. وتحدث هذه « الأوجه » لأننا لانرى سوى نصف القمر الذى تضيئه الشمس. فعندما يكون القمر فى المحاق، لايمكن ان نراه لأن وجهه المظلم يكون مواجها للأرض. وبعد ذلك بيومين او ثلاثة، يكون قد تحرك بعيدا لدرجة أنه يبدو هلالا رفيعا فى السماء وبعد سبعة أيام يصير على هيئة نصف دائرة تام ويسمى عندئذ « التربيع الأول ». وبعد ذلك باسبوع آخر يصير بدرا - دائرة كاملة من الضوء. ونرى من الأرض تلك الدائرة المضاءة بنور الشمس حين تقع فى مواجهة الشمس فى السماء. ثم تبدا الأوجه فى الانعكاس فيضمحل القمر الى ان يختفى مرة اخرى.

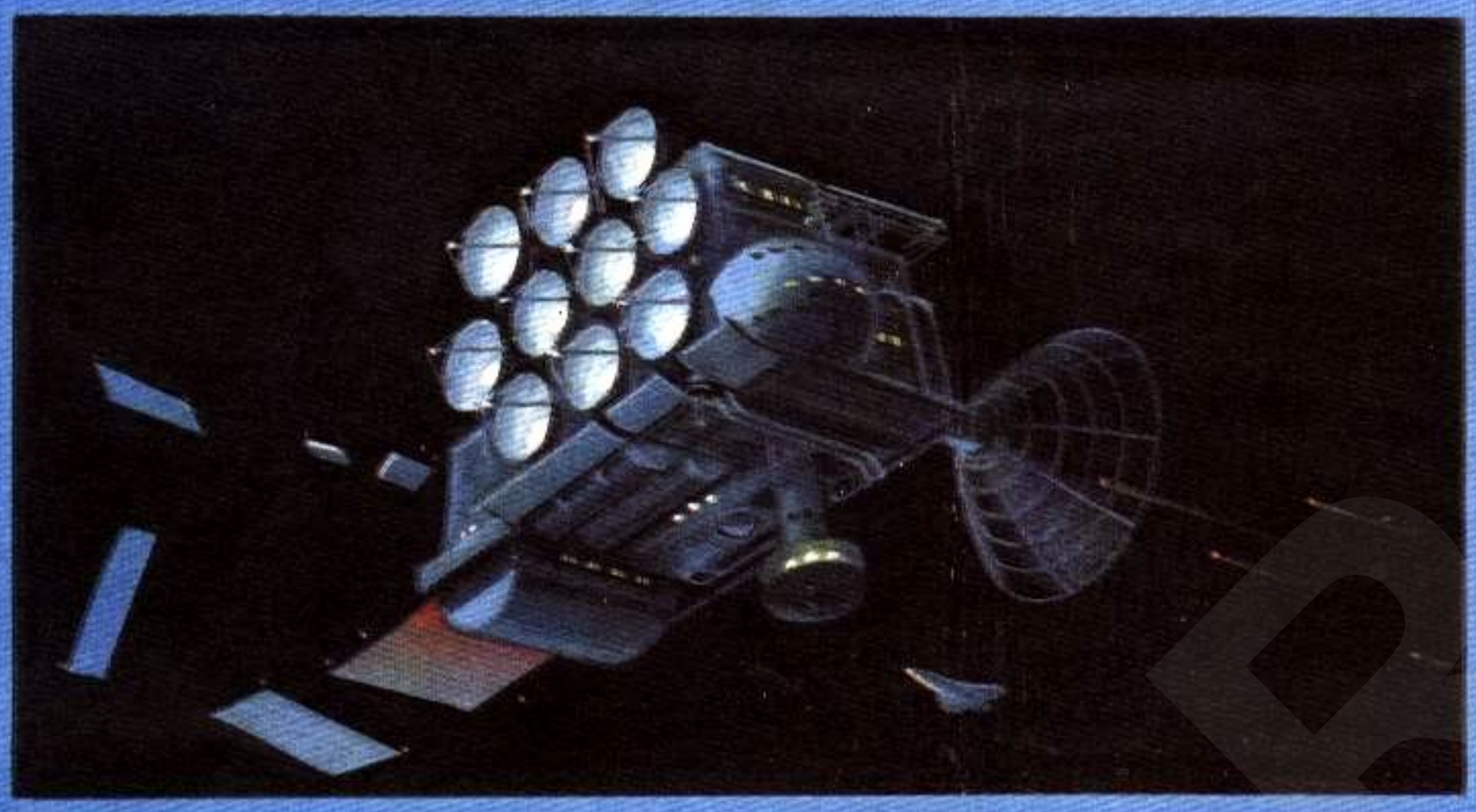
القمر هو أقرب الجيران الينا فى الفضاء. وهو يدور حول الأرض بسرعة تقترب من ٣٦٦٤ كيلومترا فى الساعة. ويدور القمر حول الأرض مرة كل شهر تقريبا. وهو كالأرض يدور حول نفسه بشكل منتظم، ويستغرق شهرا لاتمام دورة كاملة حول نفسه ويعنى هذا أننا نرى دائما نفس الوجه عندما ننظر الى القمر من الأرض.

وحين تكون السماء صافية ليلا، فإننا نندهش من درجة اللمعان التى 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 - ألا انعكاسا لأشعة الشمس من على الأرض.

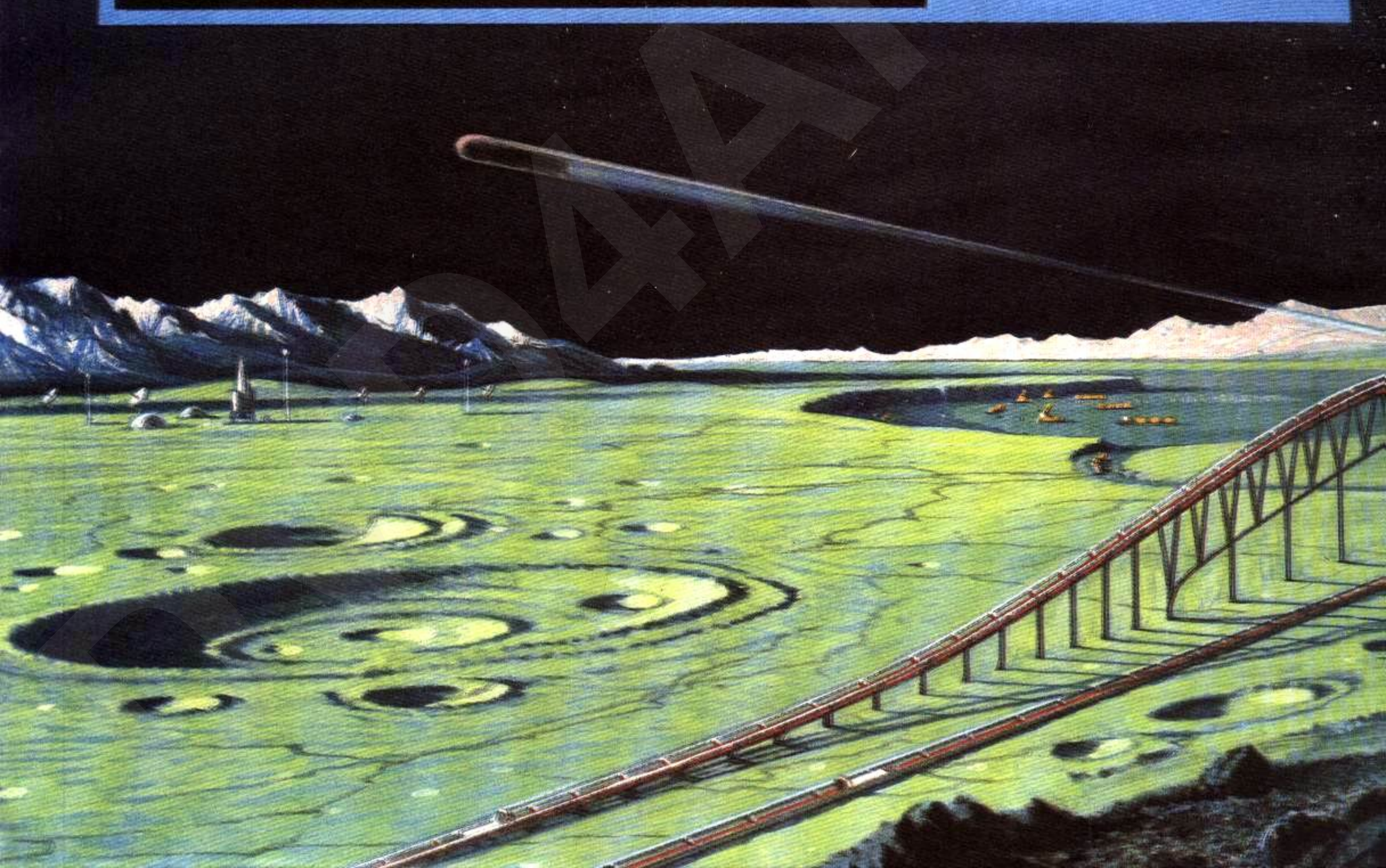
ان القمر يبدو لمن يراه من على سطح الأرض بنفس حجم الشمس تقريبا وسبب هذا بالطبع هو أن القمر قريب منا جدا، والحقيقة أن القمر صغير جدا - اذ يبلغ نفس حجم أستراليا تقريبا. وهو من الصغر بحيث لايتمتع بجاذبية كافية تحتفظ له بغلاف جوى يحيط به وليس هناك هواء على القمر ولذا كان على رجال الفضاء أن يحملوا معهم الهواء 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 القمرى، فإن درجة الحرارة تهبط الى درجة تسبب التجمد، حيث تكون ١٦٠° م تحت الصفر.

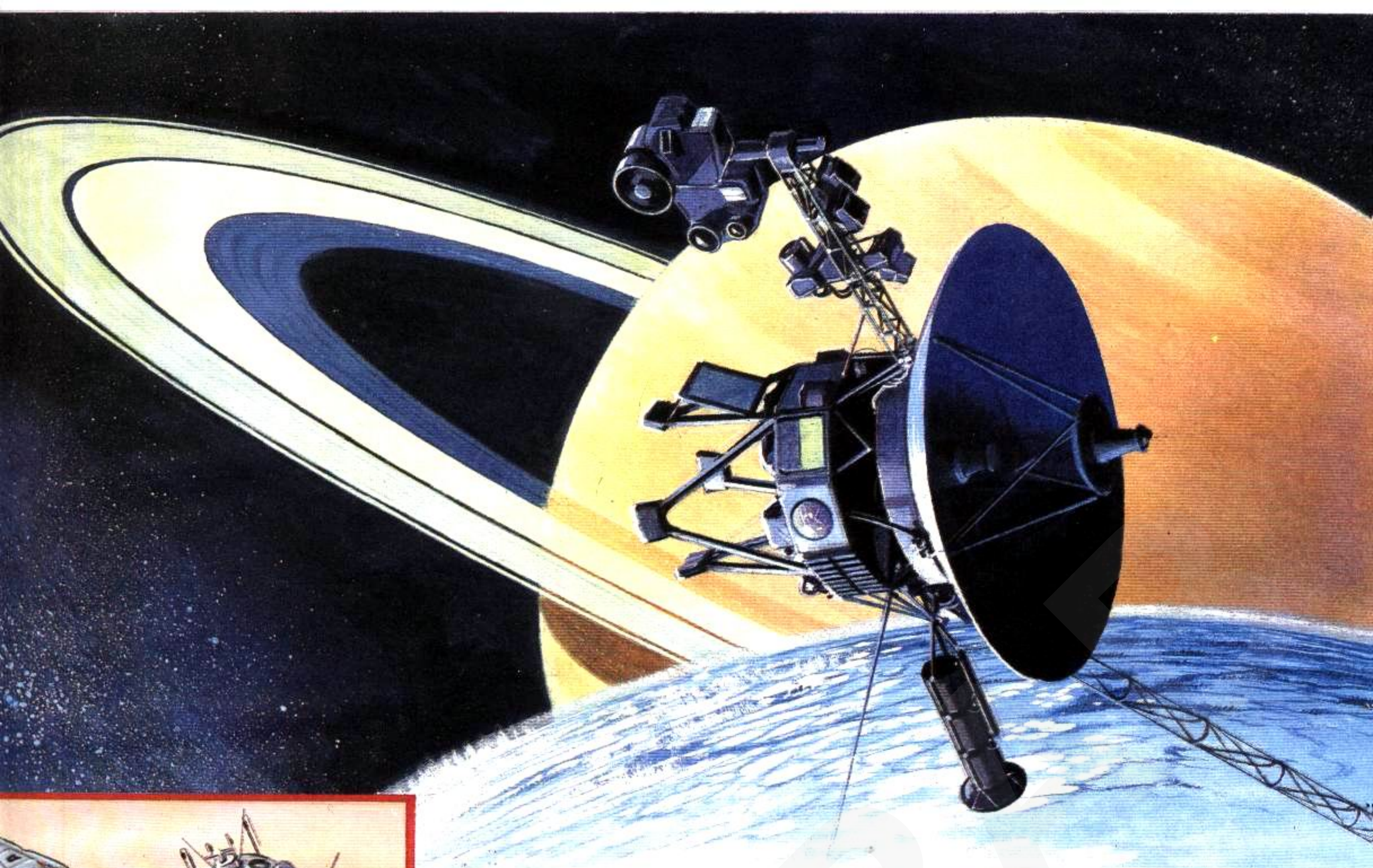


من العجيب أن الشمس والقمر يبدوان بنفس الحجم فى السماء على الرغم من أن القمر فى الواقع اصغر من الشمس ٤٠٠ مرة . وكل ما فى الأمر أن القمر اقرب الينا كثيرا . واحيانا يمر القمر امام الشمس ، فيحجب ضوءها عن الأرض مما يتسبب فى **كسوف الشمس** . ويكون ظل القمر عبارة عن مخروط كما يوضح الرسم . ولكى نرى كسوفا كليا للشمس لابد وان نكون داخل ذلك المخروط . وحين يصل طرف المخروط المستدق الى الأرض فإنه يغطى مساحة قطرها لايزيد عن ٢٤٠ كيلومترا . ولايرى الكسوف الشمسى الكلى الا من كان موجودا فى هذه الدائرة التى يبلغ عرضها ٢٤٠ كيلومترا فحسب .



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





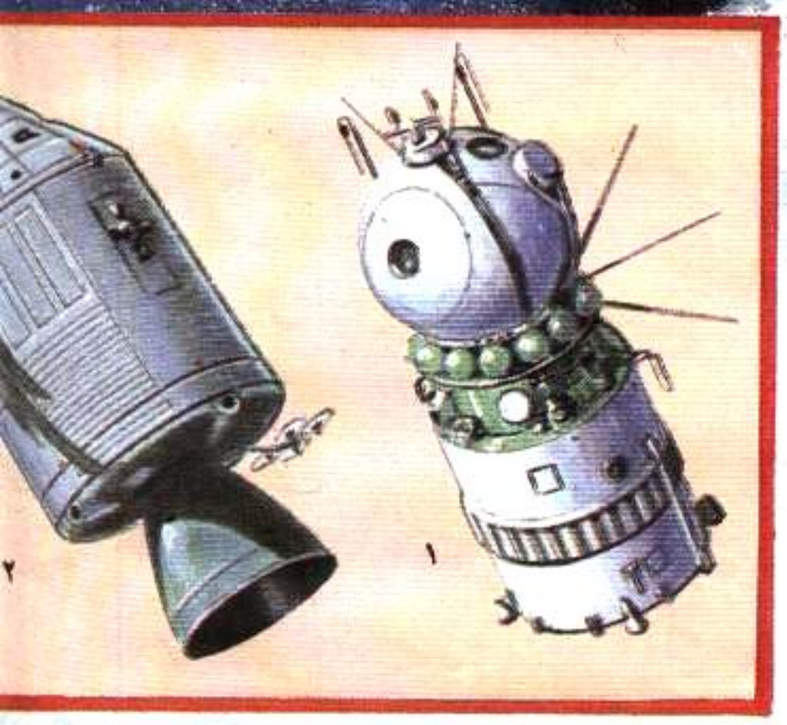
رحلات فى الفضاء

فى ١٦ مارس ١٩٢٩ ، أطلق العالم الأمريكى الدكتور روبرت جودارد أول صاروخ يعمل بالوقود السائل فى الفضاء . ولم يرتفع صاروخ جودارد سوى ٦٠ مترا فى الهواء ، ولكن تلك كانت هى الخطوة الصغيرة الأولى نحو اطلاق 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 فضائى) قمر صناعى من صنع الانسان يدور حول الأرض . وحدث هذا يوم ٤ أكتوبر سنة ١٩٥٧ ، وكان هذا اليوم ايذانا ببدء عصر الفضاء . ومنذ ذلك التاريخ ، أطلقت مئات من التوابع الفضائية نحو الفضاء ، كما انطلق المكوك الفضائى 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 التى لايديرها انسان ، من أكثر مشروعات الفضاء اثارة . وترسل هذه العربات لاكتشاف المزيد من الكواكب الموجودة فى المجموعة الشمسية . ففى 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 شىء منها .



كانت فوستوك ١ هى اول سفينة فضاء روسية تحمل رجلا واحدا ، قام فيها يورى جاجارين بأول رحلة يقودها انسان فى الفضاء (١) . وقد انطلقت هذه السفينة يوم ١٢ ابريل ١٩٦١ .

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

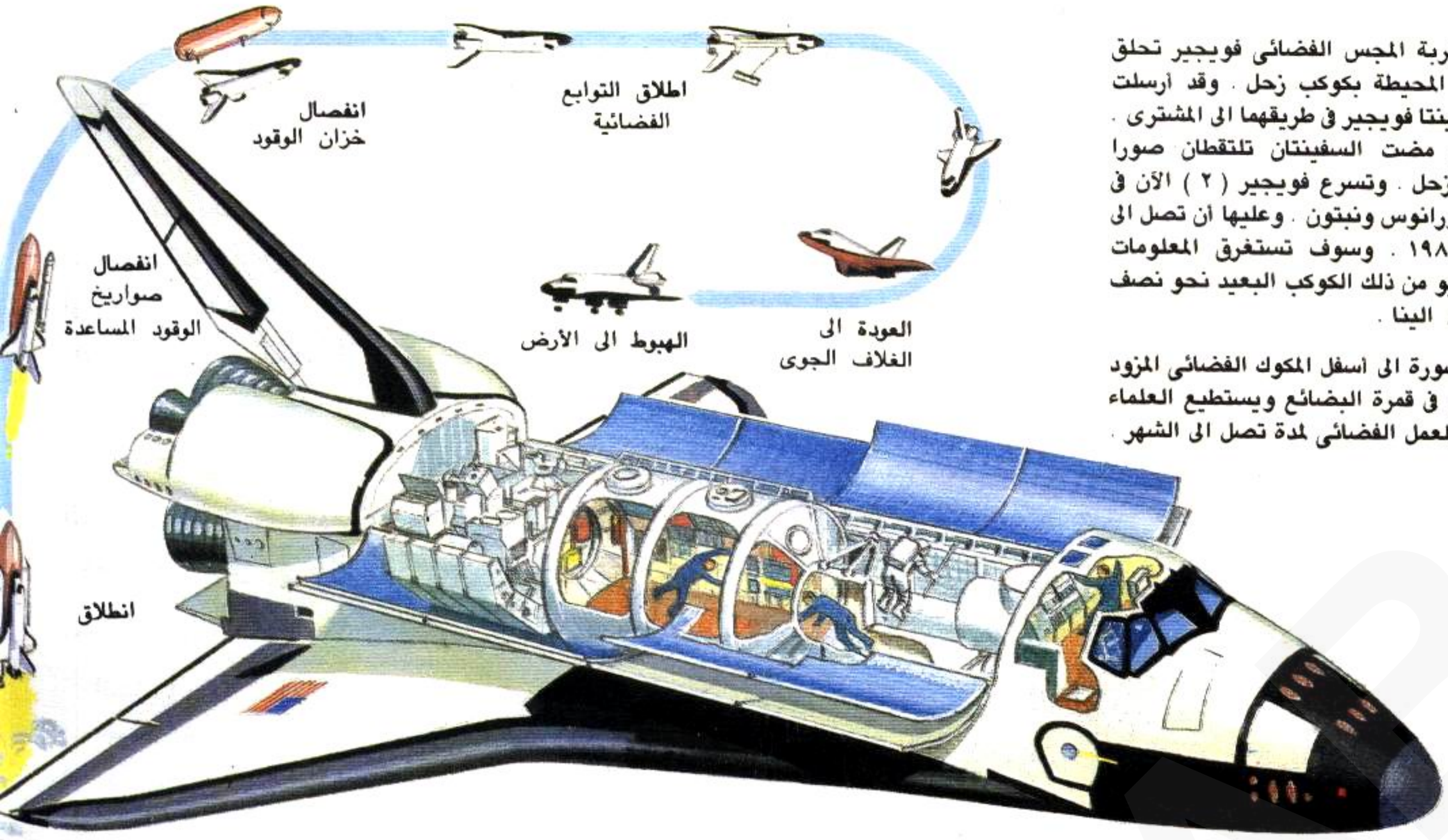
وكانت فينيرا ٤ (٣) واحدة من عدة سفن فضاء روسية ارسلت الى الزهرة واطلق منها كابسولة بالمظلة (الى اليمين) . وقد قامت سفن الفضاء فينيرا بارسال معلومات هامة الى الأرض عن طريق الراديو .

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

ويرى فى الرسم رقم (٥) صورة لسفينة الفضاء فايكنج التى ارسلت الى المريخ .

الى اليمين عربة المجس الفضائى فويجير تحلق فوق الحلقات المحيطة بكوكب زحل . وقد أرسلت عام ١٩٧٧ سفينتا فويجير فى طريقهما الى المشترى . ومن المشترى مضت السفينتان تلتقطان صورا مثيرة لكوكب زحل . وتسرع فويجير (٢) الآن فى طريقها نحو أورانوس ونبتون . وعليها أن تصل الى نبتون عام ١٩٨٩ . وسوف تستغرق المعلومات المرسلة بالراديو من ذلك الكوكب البعيد نحو نصف الساعة لتصل الينا .

توضح الصورة الى أسفل المكوك الفضائى المزود بمعمل فضائى فى قمرة البضائع ويستطيع العلماء العمل داخل المعمل الفضائى لمدة تصل الى الشهر .

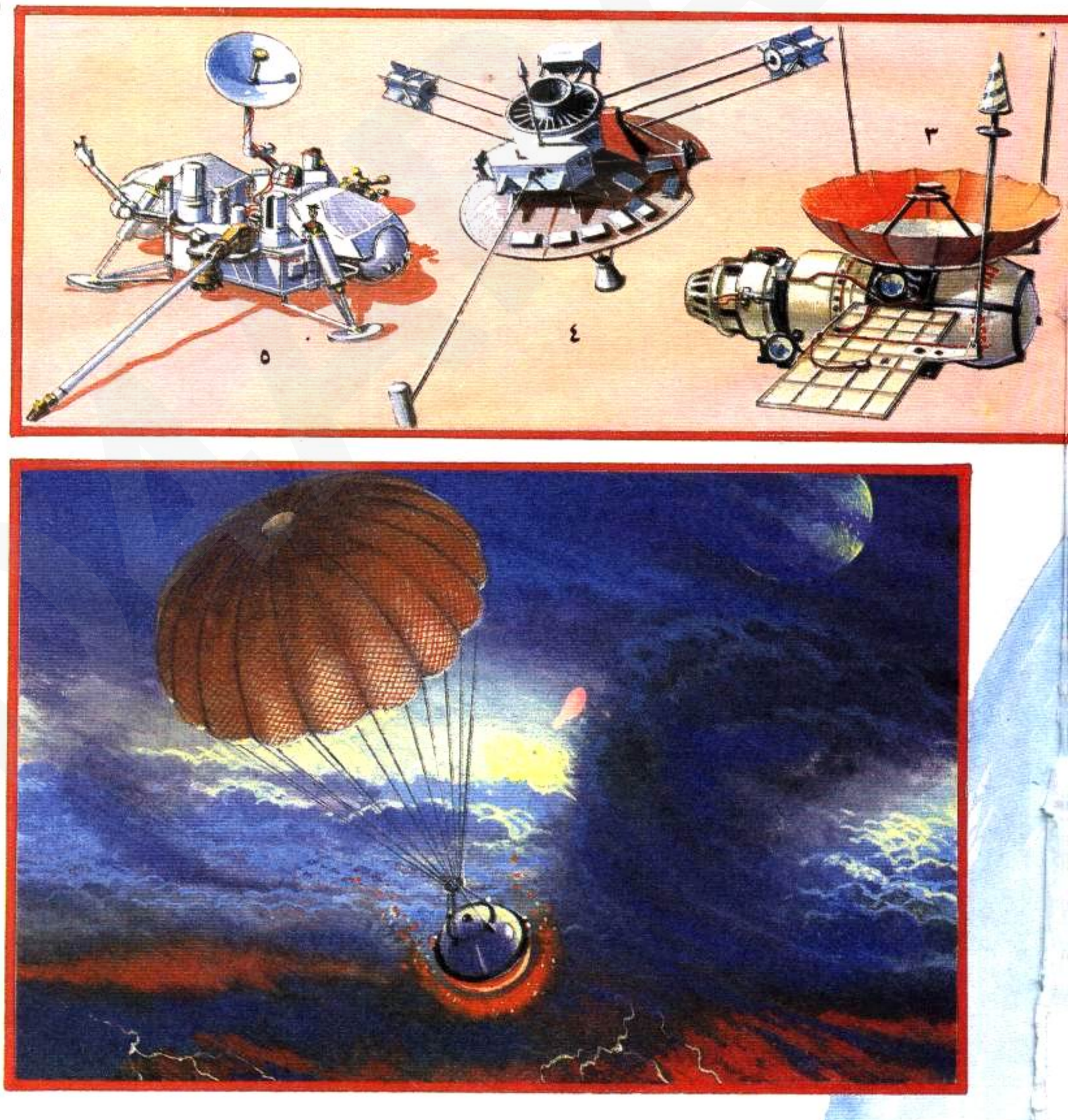


المكوك الفضائى

عندما انطلق المكوك الفضائى **كولومبيا** عام ١٩٨١ كان ذلك ايذانا ببدء نوع جديد من السفر فى الفضاء . وبعد أن حلق المكوك ٥٤,٥ ساعة فى الفضاء ، انزلق عائدا ليهبط هبوطا دقيقا وتاما على مهبط صحراوى .

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

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



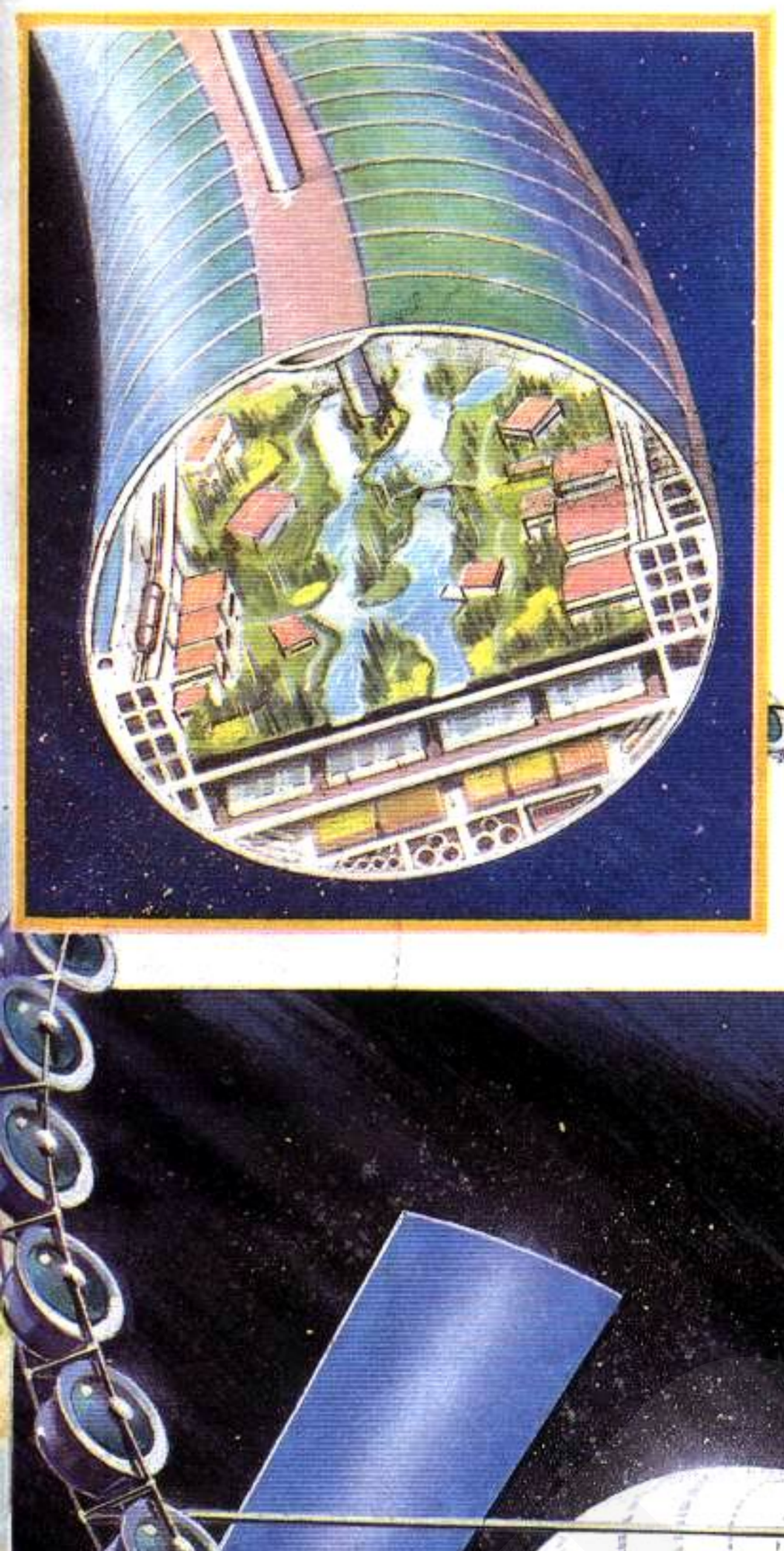
مدن فى الفضاء

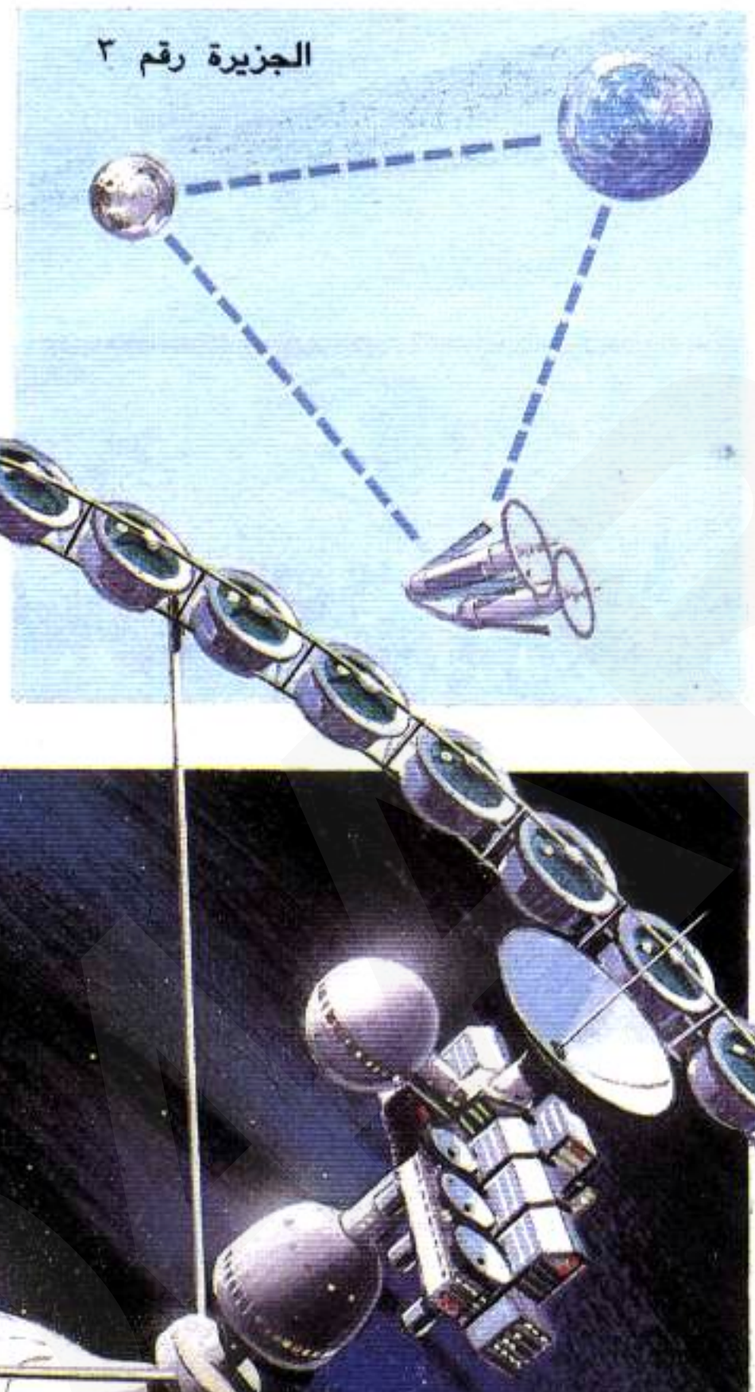
لعل أكبر مشكلة ستواجه العالم خلال العقود القليلة القادمة ، هى كيفية اطعام وايواء جميع سكانه . اذ أن عدد السكان يتزايد بسرعة ، وخاصة فى بلدان العالم الثالث . فقبل أن يحل عام ٢٠٨٠ فإن عدد سكان الكرة الأرضية سيصبح ثلاثة أمثال عددهم الحالى واذا لم نتمكن من ايقاف الانفجار السكانى وايجاد مصادر جديدة للغذاء 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 . وهى تتكون من اسطوانتين أو أكثر من الاسطوانات العملاقة الموضوعة على مسافة محددة من الأرض والقمر . ويبلغ طول هذه الأسطوانات ٣٠ كيلومترا ومحيطها نحو ٦ كيلومترات . وتقوم مرايا ضخمة بعكس أشعة الشمس لتنفذ من خلال ثلاث نوافذ ضخمة فى جوانب الاسطوانات . ويمكن التحكم فى زوايا ميل المرايا لانشاء ليل ونهار صناعيين وكذا لاحداث التغيرات المناسبة فى درجات الحرارة بل يمكن أيضا توفير فصول السنة المتغيرة . وسيكون بداخل الاسطوانات ثلاث مساحات أرضية طويلة حيث يمكن للناس أن يعيشوا ويزرعوا المحصولات 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 لمرافىء سفن الفضاء .

الجاذبية الصناعية

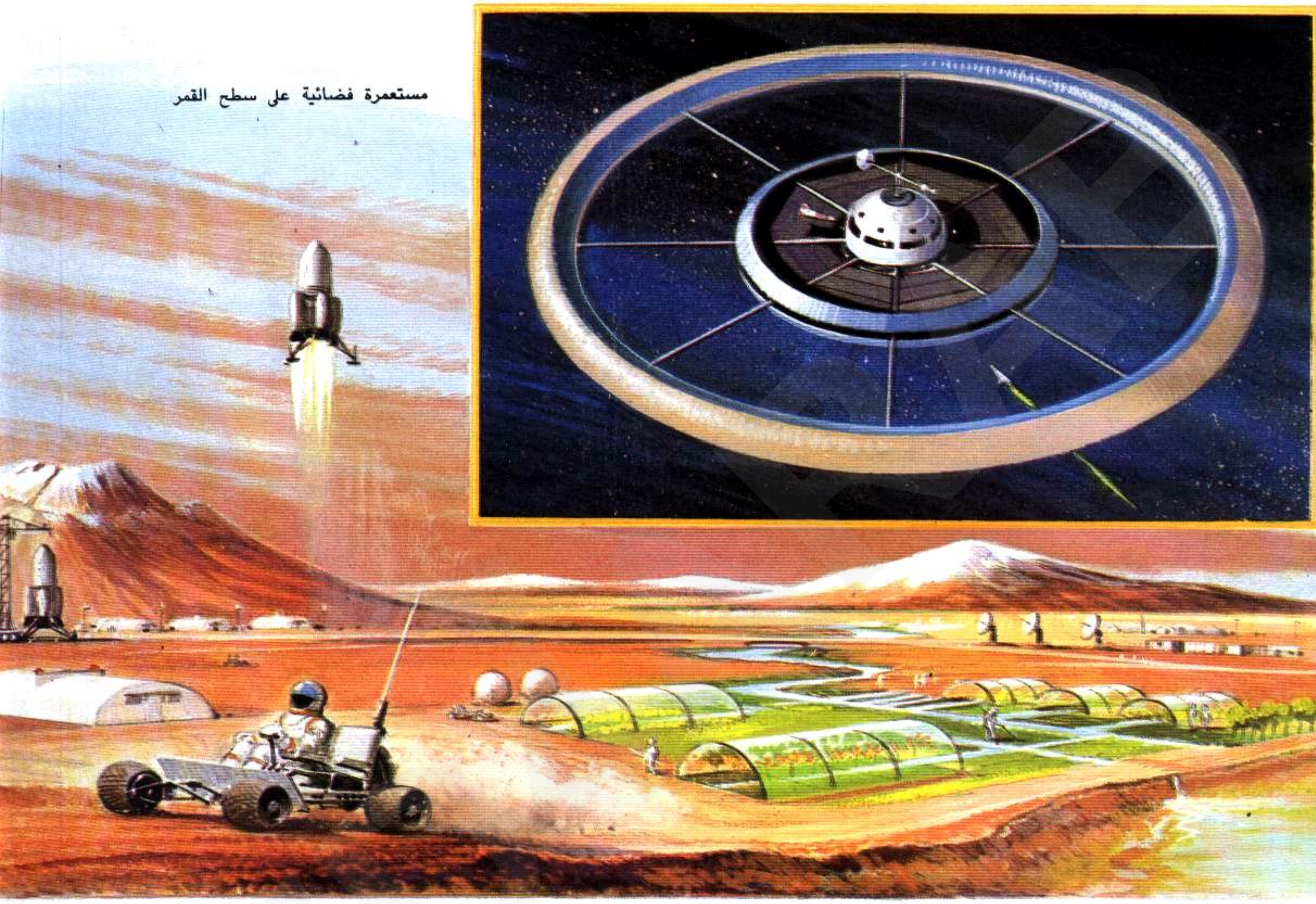
لكى تكون الحياة ممكنة بالنسبة للبشر فى الفضاء ، لابد من وجود جاذبية . فالجاذبية هى القوة التى تشدنا جميعا نحومركز الأرض - وهو مايجعل لنا وزنا . أما فى الفضاء فلا وجود للجاذبية . لذا فالبشر والأشياء يحلقون هنا وهناك .

يمكن ايجاد جاذبية صناعية وذلك بجعل السمتعمرة الفضائية بأسرها تدور حول

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

مستعمرة الحلقة

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



مستعمرة فضائية على سطح القمر

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 المستخدمه حاليا مايقرب من ١٠٠ ٠٠٠ سنة ، لكى تصل الى ذلك النجم ! ولذا فإن علينا أن نستحدث محركات صاروخية أسرع بكثير من الموجود حاليا .

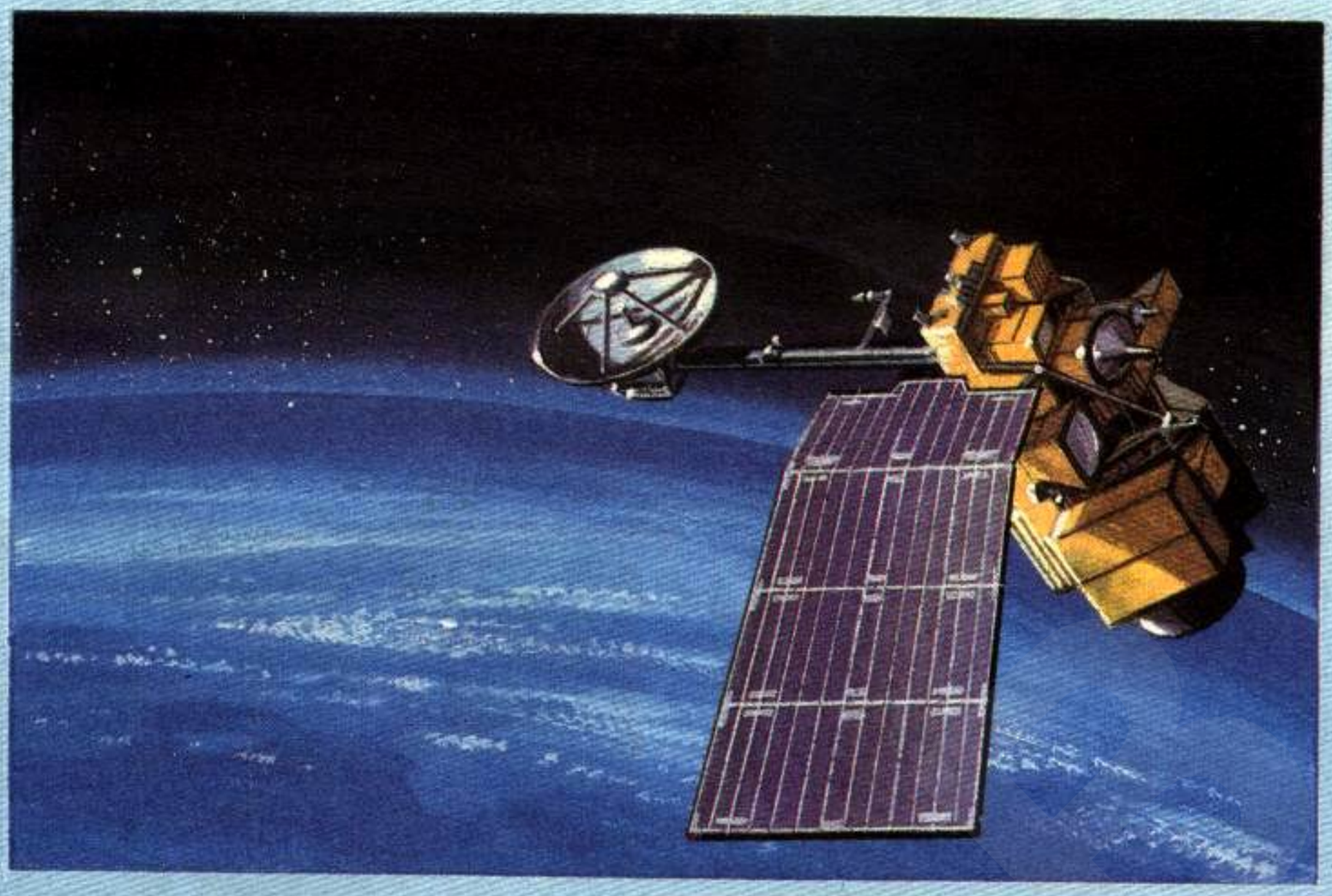
على أننا سنبدأ على نحو مؤكد تقريبا ، بوضع بشر فوق الكواكب والأقمار الموجودة فى مجموعتنا الشمسية . وتوضح الصورة العليا مستعمرة على سطح القمر . ولن تكون الحياة هناك سهلة بالنسبة للمستوطنين الأوائل . فسيستغرق الأمر قضاء بعض الوقت لكى يعتادوا على الجاذبية الضئيلة هناك ، وعلى ضرورة حمل هوائهم معهم أينما ساروا . أما الماء فهو اما أن يستورد من الكرة الأرضية ، أو يصنع على سطح القمر . وسيتم زراعة الأغذية اللازمة داخل صوبات ضخمة (بيوت زجاجية ضخمة تحفظ للنبات درجة حرارة مناسبة للنمو) .

الهواء الذى نتنفسه

يحيط بكوكبنا الأرضى غلاف من الهواء نسميه **الغلاف الجوى** . وهو يمتد الى أعلى لمسافة عدة مئات من الكيلومترات ، ويحتوى على غازات لازمة لجميع الكائنات الحية . وكلنا نعيش فى اتصال مع الهواء فى كل لحظة من حياتنا ، وان 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 . ولو لم يكن حولنا هواء لعشنا فى عالم صامت ، لأن الصوت يحتاج الى هواء ينتقل خلاله ، فهو لايمكن أن ينتقل فى الفراغ .

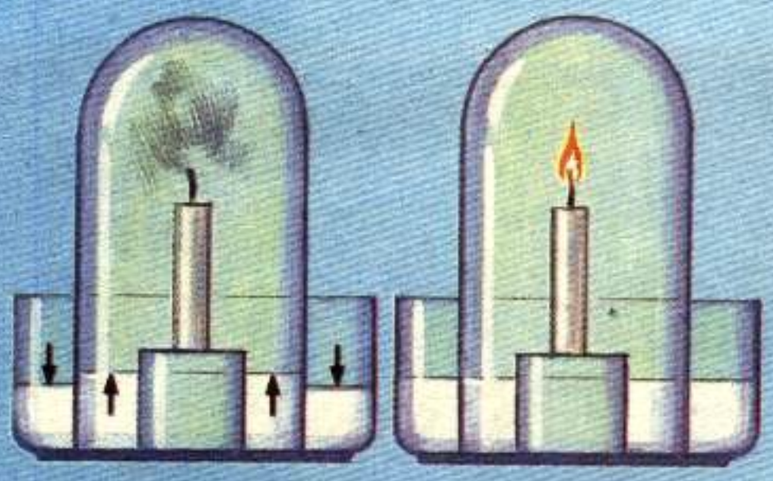
وعلى الرغم من أن الغلاف الجوى يبلغ سمكه عدة مئات من الكيلومترات ، الا أن مايزيد على ثلاثة أرباع الهواء بأسره يوجد فى طبقة تبلغ بضعة كيلومترات قريبا من سطح الأرض . وكلما أرتفعنا لأعلى ، يصير الهواء أخف فأخف . وعند قمة الجبل العالى ، يكون الهواء قليلا بدرجة يصبح التنفس معها صعبا . اذ لايوجد قدر كاف من الأوكسجين الذى يتيح الحياة ـ فى كل نفس نتنفسه . ولهذا كان على متسلقى جبل افرست أن يتزودوا بزاد 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 لانستطيع أن نرى الهواء ، الا أنه مادة مثلما أن الصخور مادة . وهو مشدود الى أسفل نحو الأرض بقوى الجاذبية . أى أن له وزنا . وحين نتحدث عن ضغط الهواء ، فإننا نتحدث عن وزن الهواء الذى يضغط علينا الى أسفل ، وللهواء وزن لابأس به . فهو يضغط على كل سنتيمتر مربع من أجسامنا بقوة تزيد على ١٠٠٠ جرام .



الغلاف الجوى هو سطح خارجى رفيع

على الرغم من أن الغلاف الجوى يمتد من الأرض الى اعلى لمسافة عدة مئات من الكيلومترات ، الا أنه حقيقة يشكل قشرة رقيقة جدا اذا قورن بحجم الكرة الأرضية . فلو كانت الكرة الأرضية بحجم برتقالة ، لما زاد سمك الغلاف الجوى عن القشرة . ويمكنك رؤية هذا فى الصورة التى إلى اليمين



لايمكن لشىء أن يحترق بدون أوكسجين . ويمكن البرهنة على ذلك بتجربة بسيطة : اشعل شمعة واجعلها تقف داخل حوض به ماء ثم غطها بناقوس زجاجى . تقوم الشمعة فى اثناء اشتعالها باستهلاك الأوكسجين الموجود داخل الناقوس ، وياخذ الماء فى اثناء ذلك فى الارتفاع ببطء ليحتل مكان الأوكسجين ، فإذا انطفأت الشمعة كان معنى هذا ان الأوكسجين قد نفذ .

لقد وجد فى تجربة الشمعة والناقوس ، ان الماء الفائض الذى أرتفع داخل الناقوس بلغ حجمه حوالى خمس حجم الناقوس . وهذا يدل على ان الأوكسجين يمثل خمس حجم الهواء تقريبا . فالهواء مكون من خليط من الغازات التى لانستطيع ان نراها . فالنيتروجين يمثل مايزيد على ثلاثة أرباع الهواء (٧٨ فى المائة) . وبما ان الأوكسجين يمثل الخمس تقريبا (٢١ فى المائة) ، لذا فان مايتبقى من الهواء هو ١ فى المائة فقط ، يتكون من كميات ضئيلة من الغازات الأخرى مثل الأرجون والهليوم وثانى اكسيد الكربون والهيدروجين والأوزون الخ . كما يحتوى الهواء ايضا على بعض بخار الماء ـ وهو جسيمات ضئيلة منفصلة من الماء أدق من ان ترى . وحين نتحدث عن الرطوبة فإننا نعنى بذلك كمية بخار الماء فى الهواء . وحين يحتفظ الهواء باكبر كمية من بخار الماء ولكنها لاتكفى لظهور الضباب ، فاننا نقول ان الرطوبة قد وصلت الى ١٠٠ فى المائة .

تبين اللوحة المرسومة الى اليمين كيف تتغير درجة الحرارة كلما توغلنا فى الغلاف الجوى لاعلى . ويمكنك ان ترى ان درجة الحرارة تنخفض حتى تصل الى ـ ٥٥° م عندما نرتفع الى ٨٠ كيلومترا لاعلى . ثم ترتفع مرة اخرى حين يبدا نشاط الحرارة العنيفة للشمس . وحيث لاتوجد سحب او هواء يخففان منها .

الضوء المرئى

تسمى السحب العالية بالسحب الليلية المضيئة وهى تتكون من اتربة الشهب التى احترقت فى غلافنا الجوى

سحب ليلية مضيئة

اشعة فوق بنفسجية

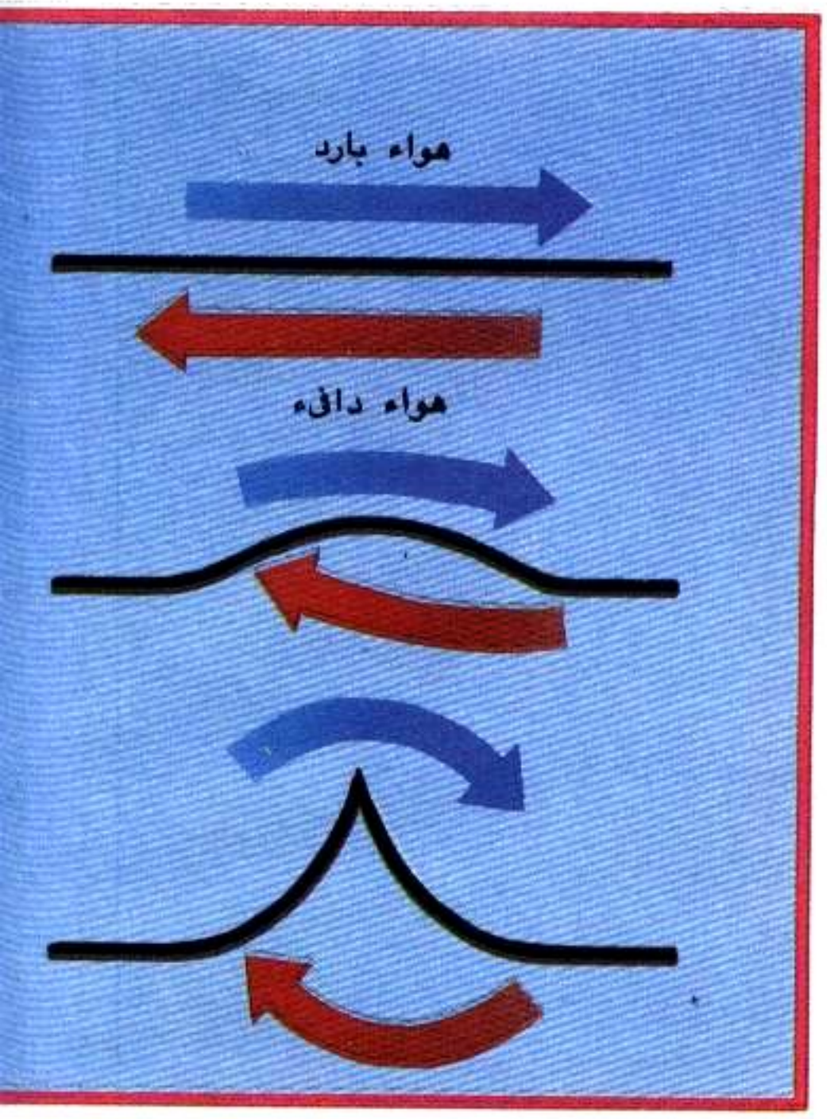
يقسم العلماء الغلاف الجوى الى عدة طبقات . والقرب هذه الطبقات من سطح الارض تسمى التروبوسفير (الطبقة السفلى) . وفيها يتكون معظم السحب . ثم تاتى فوق هذه الطبقة طبقة الستراتوسفير (الطبقة العليا للغلاف الزمهريرى) . وهى تمتد من نحو ١٠ كيلومترات وحتى نحو ٥٠ كيلومترا . وهناك طبقة من الهواء تسمى طبقة الاوزون بداخل طبقة الستراتوسفير . والاوزون هو نوع خاص من الاوكسجين يتكون بفعل اشعاع الشمس . ومن حسن حظنا ان الاوزون يقوم بايقاف الاشعاعات الخطيرة على الصحة مثل الاشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس .

الجو فى 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 ، فاذا 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 الأستواء .



يوضح الرسم المبين الى اليسار السبب وراء عدم انتظام التسخين الناتج عن اشعة الشمس فى كل اجزاء الكرة الأرضية . فلأن الأرض كرة ، فإن الاشعة تسقط مستقيمة عند خط الاستواء ، بينما تسقط مائلة عند القطبين ولهذا تنتشر الحرارة على مساحات اكبر .

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

يبين الرسم الواقع الى اليمين بعض التحركات الرئيسية للهواء حول الكرة الأرضية والتى تتسبب فى خلق الطقس . فالهواء الدافىء الصاعد عند خط الاستواء يتحرك نحو القطبين الشمالى والجنوبى . وعندما يبرد الهواء فى الغلاف الجوى الأبرد والمرتفع ، فانه يهبط مرة اخرى وينسحب عائدا نحو خط الاستواء ، حيث يحل مكان الهواء الدافىء الصاعد . ويتجه هواء جديد من خط الاستواء نحو القطبين مكونا تحركات دورانية اخرى للكتل الهوائية . وبالاضافة الى هذا ، يؤدى دوران الأرض حول نفسها الى سحب الرياح نحو الغرب . وهناك تحركات اخرى للهواء تنشأ عن الاختلافات بين اليابسة والماء والاختلاف فى درجة احتفاظ كل منهما بالحرارة . كما ان للفصول المتغيرة تاثيرا هاما على الكتل الهوائية الهائلة .

أما عند الأقطاب الباردة فإن نفس الكمية من حرارة الشمس تنتشر على مساحات أكبر . ولهذا كان الهواء حول خط الأستواء ادفأ من الهواء الموجود حول القطبين . والهواء الدافىء يصعد الى أعلى . ويتحرك الهواء الصاعد عند خط الاستواء نحو كل من القطب الشمالى والقطب الجنوبى ، كما أنه يزداد برودة كلما تصاعد . ولهذا فإن بعض الهواء يهبط فى 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 . وبالاضافة الى هذا فان دوران الأرض نفسها يدفع الرياح نحو الغرب . وتغدو 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 فى درجات حرارة الهواء الواقع فوق مختلف أجزاء العالم ، ويؤدى بالتالى الى حركة الهواء . والفصول المتغيرة تضيف تعقيدات أخرى الى خريطة الطقس .

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

القارات تتزحزح

ان اليابسة لاتشغل 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 الديناصورات الأولى فى الطواف بالعالم ، كانت اليابسة كلها متصلة ببعضها البعض على هيئة كتلة واحدة هائلة ، وقد أطلق على تلك الكتلة الهائلة من اليابسة اسم « بانجاى » . وقد أخذت كتلة البانجاى هذه تتحرك على مدار ملايين السنين ، وتتفتت لتكون القارات التى نعرفها الآن . ومازالت 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 **الأرصفة القارية** تحت البحر ، لوجدنا انطباقا أفضل فيما بين حوافها المشرشرة . (لكل القارات أرصفة تقع تحت البحر وتنحدر منها الى الخارج) . وعلى هذا فأمريكا وأفريقيا كانتا متصلتين معا فى وقت من الأوقات .

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

احدى الصفائح وقد وقعت أسفل الأخرى

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

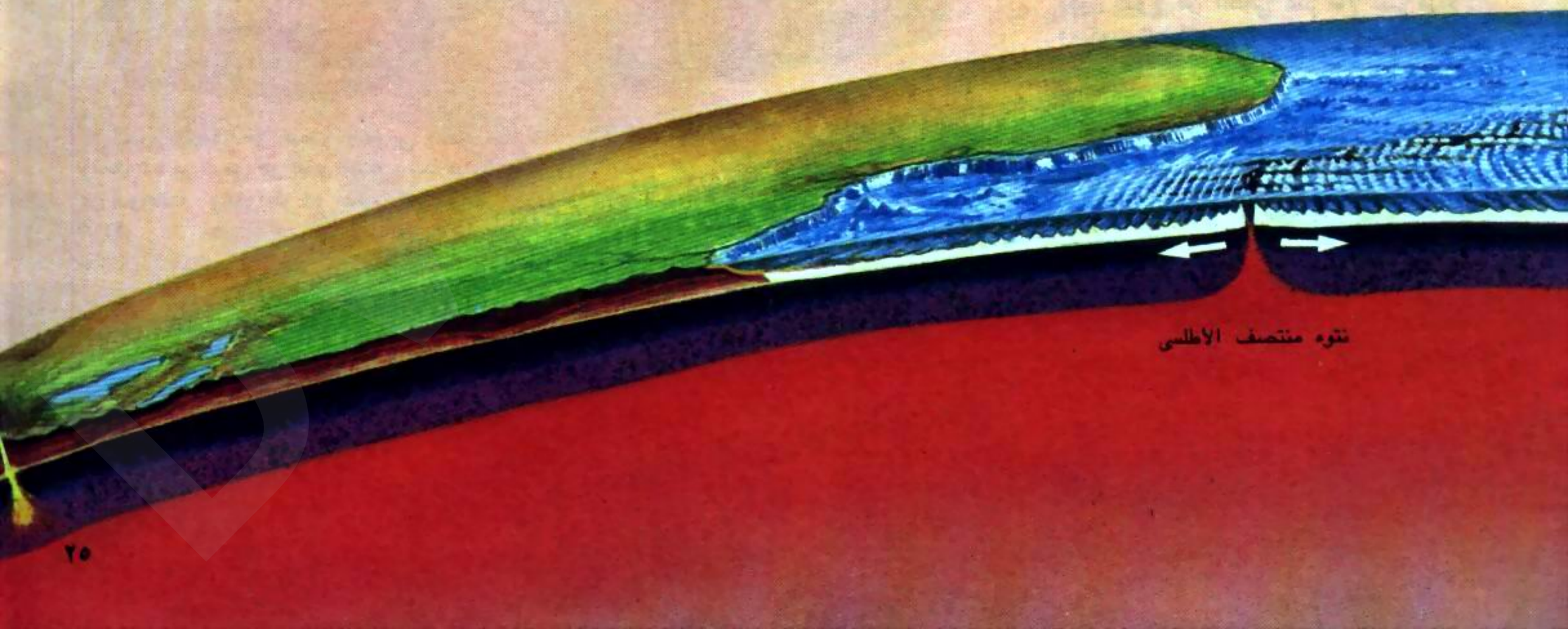
لقد انتقلت القارات عبر الزمن مسافات شاسعة . وقد تمكن العلماء بفحص الحفريات التى تكونت فى الصخور ، وبوسائل أخرى ، من معرفة تاريخ المناخ لمكان ما . فهم يعلمون مثلا أن القارة المتجمدة الجنوبية كانت تقع فى وقت من الأوقات فى المناطق الاستوائية . ومن الممكن أيضا التنبؤ بالتحركات المحتملة للقارات مستقبلا . فأفريقيا مثلا سوف تتزحزح نحو الشمال ، بحيث تغلق البحر الأبيض المتوسط ببطء . أما أستراليا فستواصل رحلتها نحو الشمال . وبدراسة اتجاهات المجال المغناطيسى الثابت فى صخور من عصور مختلفة ، تمكن الخبراء من تتبع زحزحة صخور البترول فى بحر الشمال فى بريطانيا منذ الفترة التى 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 فى أراضى تفصل بينها الآن آلاف الأميال من البحار .

منذ ٢٠٠ مليون سنة

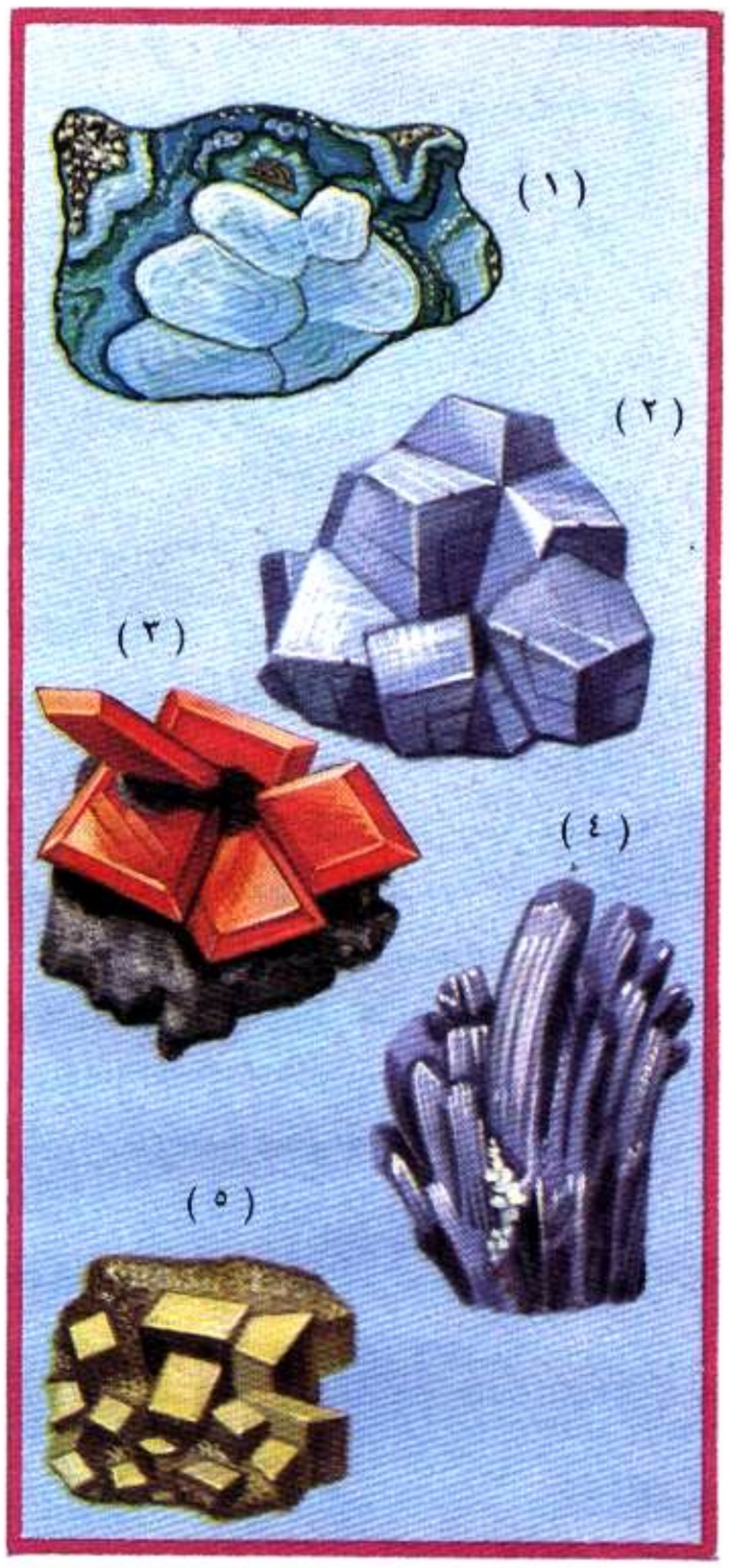
منذ ٦٠ مليون سنة

اليوم



نتوء منتصف الاطلسى

الصخور والمعادن



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

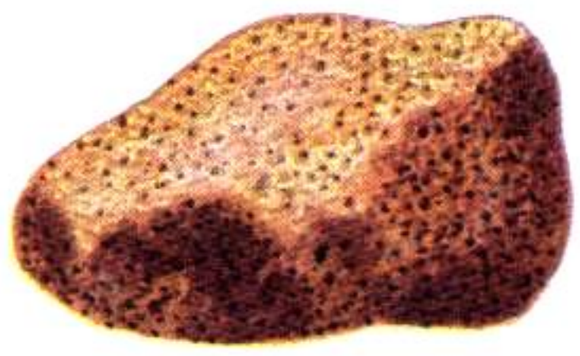
وأكثر العناصر شيوعا فى القشرة الأرضية هما الأوكسجين والسيليكون . والكوارتز ، وهو أكثر المعادن انتشارا ، ليس سوى خليط من هذين العنصرين .

الأنواع الثلاثة للصخور

هناك أنواع ثلاثة رئيسية للصخور الموجودة فى القشرة الأرضية ، وهى تسمى صخور **نارية ورسوبية ومتحولة** . وتتكون الصخور النارية من مادة ساخنة منصهرة مصدرها باطن الأرض . أما الصخور الرسوبية فتتكون من حبيبات دقيقة بما فى ذلك بقايا حفريات الكائنات الميكروسكوبية التى عاشت فى البحار منذ ملايين السنين . وعندما ماتت تلك الكائنات ، فان أصدافها سقطت فى قاع البحار وتراكمت ثم انضغطت حتى تحولت الى صخور . والحجر الجيرى والحجر الرملى والحجر الطباشيرى كلها صخور رسوبية . أما الصخور المتحولة فقد تكونت نتيجة لتغير الصخور الموجودة فعلا بالحرارة أو بالضغط . فالرخام صخر متحول .

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

الدملوك (الرصيص) هو خليط من شظايا الصخور التى تربطها معا حبيبات أدق . والحصى فى هذا الصخر مكون من صخور قاسية كالكوارتز ، أو الصوان .



الحجر الرملى هو صخر رسوبى شائع . وتاكل الحجر الرملى هو الذى انشأ جانبا كبيرا من شواطئنا . والكوارتز هو المكون الرئيسى فى الرمال .

المعادن

يبين الاطاران المبينان الى اليمين بعضا من المعادن الكثيرة التى توجد فى القشـرة الأرضية . والمعادن التى توجد فى الاطار الواقع الى أقصى اليمين تحتوى على فلزات . وتسمى المعادن التى تحتوى على كمية من الفلزات تسمح باستخراجها منها ، خامات . أما المعادن الموجودة فى الاطار الواقع الى أدنى اليمين فتشمل احجارا نصف ثمينة وجواهـر . ولايحتوى معظمها على فلزات .

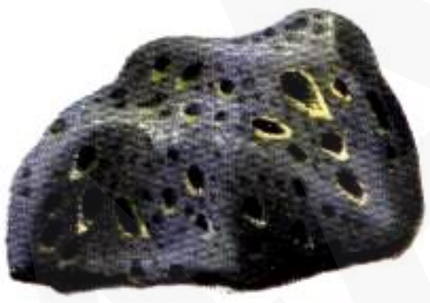
والمعادن المصورة هى : (١) ملاكيت وهو خام هام وجميل للنحاس ؛ (٢) الجالينا وهو أهم خام للرصاص ؛ (٣) الولفنيت وهو خام مثير الألوان لفلز قيم هو الموليبدنم ؛ (٤) الزنكيت وهو خام الزنك ؛ (٥) بيريت الحديد وهو مايسمى بذهب الحمقى لأن لونه دفع المنقبين عن الذهب فى الماضى الى الاعتقاد بأنهم عثروا على الذهب ؛ (٦) العقيق ، وهو صورة جذابة من صور الكوارتز ؛ (٧) بللورات الكوارتز ؛ (٨) أميثست (جمشت) وهو صورة أخرى للكوارتز ، ويستخدم بكثرة فى 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 فى صورها المقطوعة والمصقولة ، كما ترى عادة على هيئة مجوهرات .

ان بصمات الحفريات الموجودة فوق الصخور القديمة تدل العلماء كثيرا عما حدث فى الماضى . وهذه هى حفرية لنبات السرخس الذى كان ينبت منذ ٢٥٠ مليون سنة .

بركان

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

الاردواز هو صخر متحـول شائع . واذا نظرت الى قطعة منه بدقـة لتبينت علامـات الضغط الهائل الذى أدى الى تكوينه .



البازلت وهو حمم متبللورة خرجت وهى منصهرة من باطن بركان فى وقت من الأوقات .

المناظر الطبيعية

يتغير سطح الأرض والمناظر الطبيعية التى نراها حولنا ببطء طوال الوقت . فالمطر 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** .

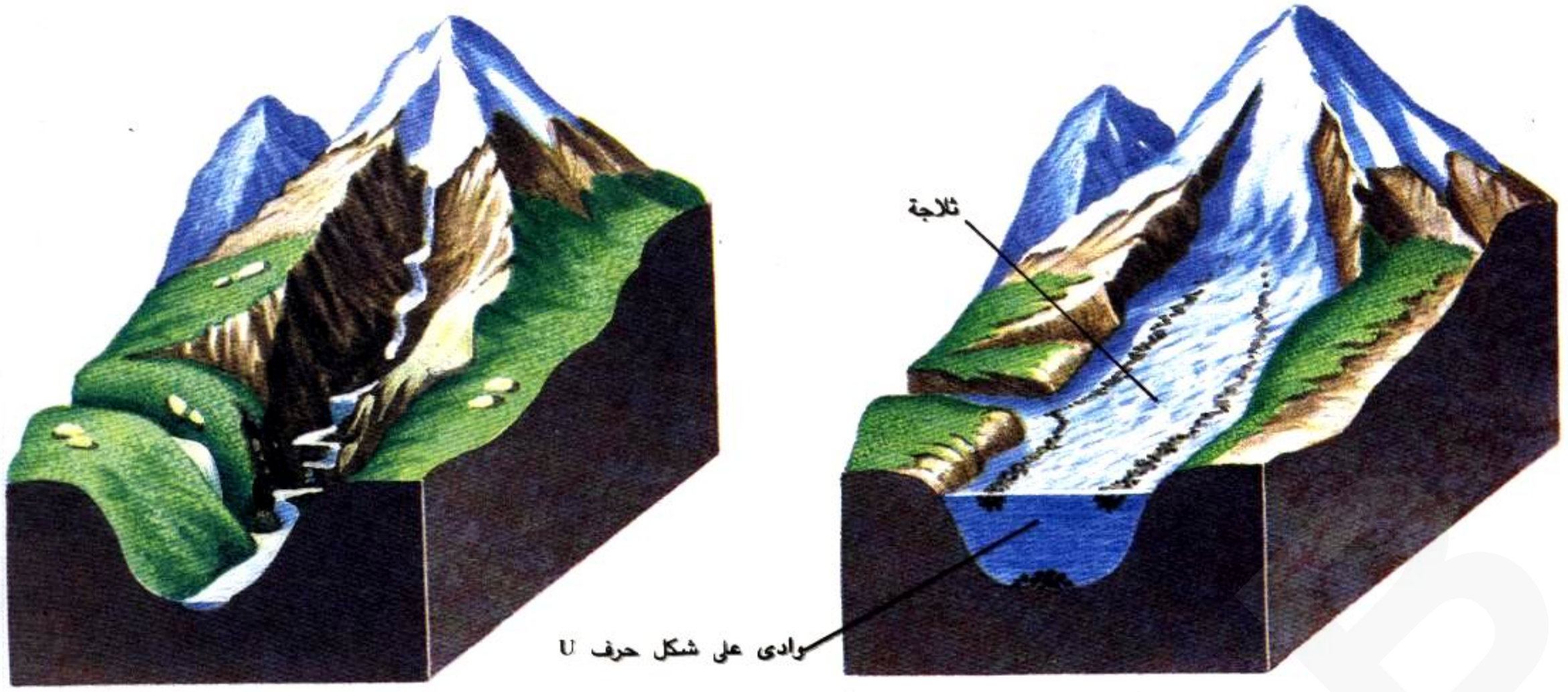
ان المياه الجارية هى أهم قوة مؤثرة فى تغيير اليابسة . فالمطر يجرف التربة من على جوانب التلال ويغوص داخل الأرض لكى يظهر فى مكان آخر على هيئة أنهار وجداول . وتندفع الأنهار لكى تقوم باقتطاع أجزاء من شطآنها وقاعها حاملة معها الأحجار والطمى الى أن تلقى بها فى البحار . وتجرى الجداول أحيانا تحت سطح الأرض وتحفر الكهوف .

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

على أن تأثير التعرية لايقتصر على مجرد تغيير صفحة الأرض ومناظرها ، فهى تكون التربة . فالتربة ليست سوى صخر سطحى تفتت تماما واختلط بالنباتات المتحللة .

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

تتسبب التعرية فى تاكل اليابسة ويحمل حطام الصخور نحو البحر . وفى وقت معين ، تتحول صفحة الأرض لتصبح مستوية ، أما النهر فيصير عريضا ويتلوى فى طريقة بتكاسل وعلى مر السنين يتراكم حطام الصخور عند قمم النهر مكونا دلتا .



خلال العصور الجليدية ، حولت الصخور المطمورة فى الثلاجات بصورة راسخة الثلاجة الى « مبرد » عملاق ينحت الصخور المحيطة بالثلاجة ويحولها الى واد سحيق .

تحطيم الجليد

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

انهار الجليد

يتراكم الجليد المتساقط عند القمم العالية للجبال مكونا ثلجا صلبا ، يبلغ سمكه أحيانا مئات الأمتار . وهذا هو مايسمى بالثلاجات ، أو الأنهار الجليدية التى تشق طريقها ببطء شديد نحو الوديان السحيقة بمعدل يصل الى متر فى اليوم الواحد . والثلاجات قوية للغاية ، فهى اذ تتحرك تجرف فى طريقها الأحجار والحطام ، وتنحت قاع الوادى وجوانبه .

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

البحر فى مواجهة اليابسة

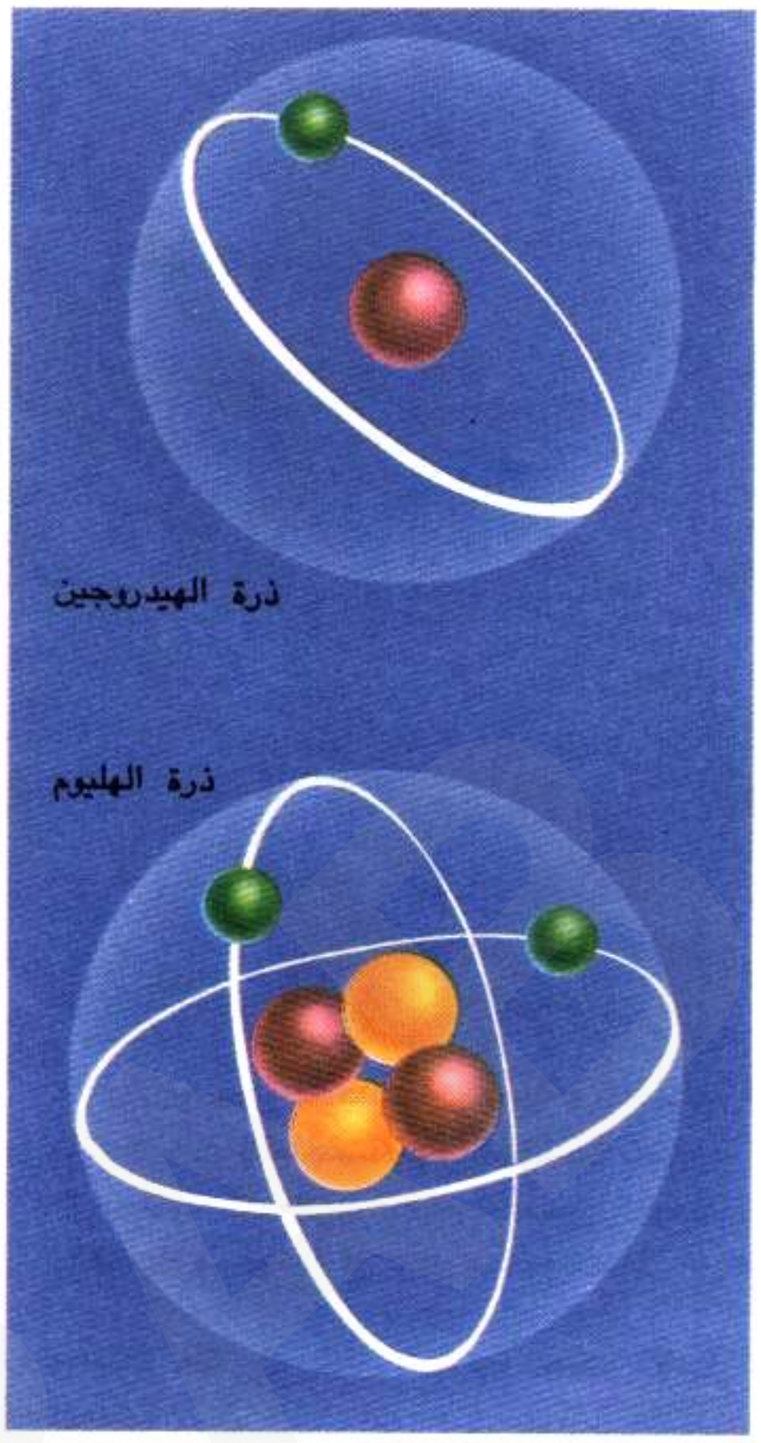
هناك صورة أخرى من صور التعرية يقوم بها البحر . فعند سواحلنا يأكل البحر الشواطىء بشكل دائم . بل انه يقطع فى بعض الأماكن جروفا صخرية شديدة الانحدار . كما أنه يحمل فى أماكن أخرى الرمال والحصى على طول الساحل ثم يلقى بها على الشطآن ذات الانحدار الطفيف ، وبهذا تتكون شطآن الرمال والحصى . وقد تلقى الرمال أحيانا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

وعندما انقضت تلك العصور حلت الانهار الجبلية محل الثلاجات .

تنسبب الموجات المتلاطمة فى تاكل اليابسة ، وتكون جروفا شديدة الانحدار .

تتكون الشطآن الرملية من شظايا دقيقة نتجت عن تاكل الجروف والسواحل الصخرية .

عالم من ذرات

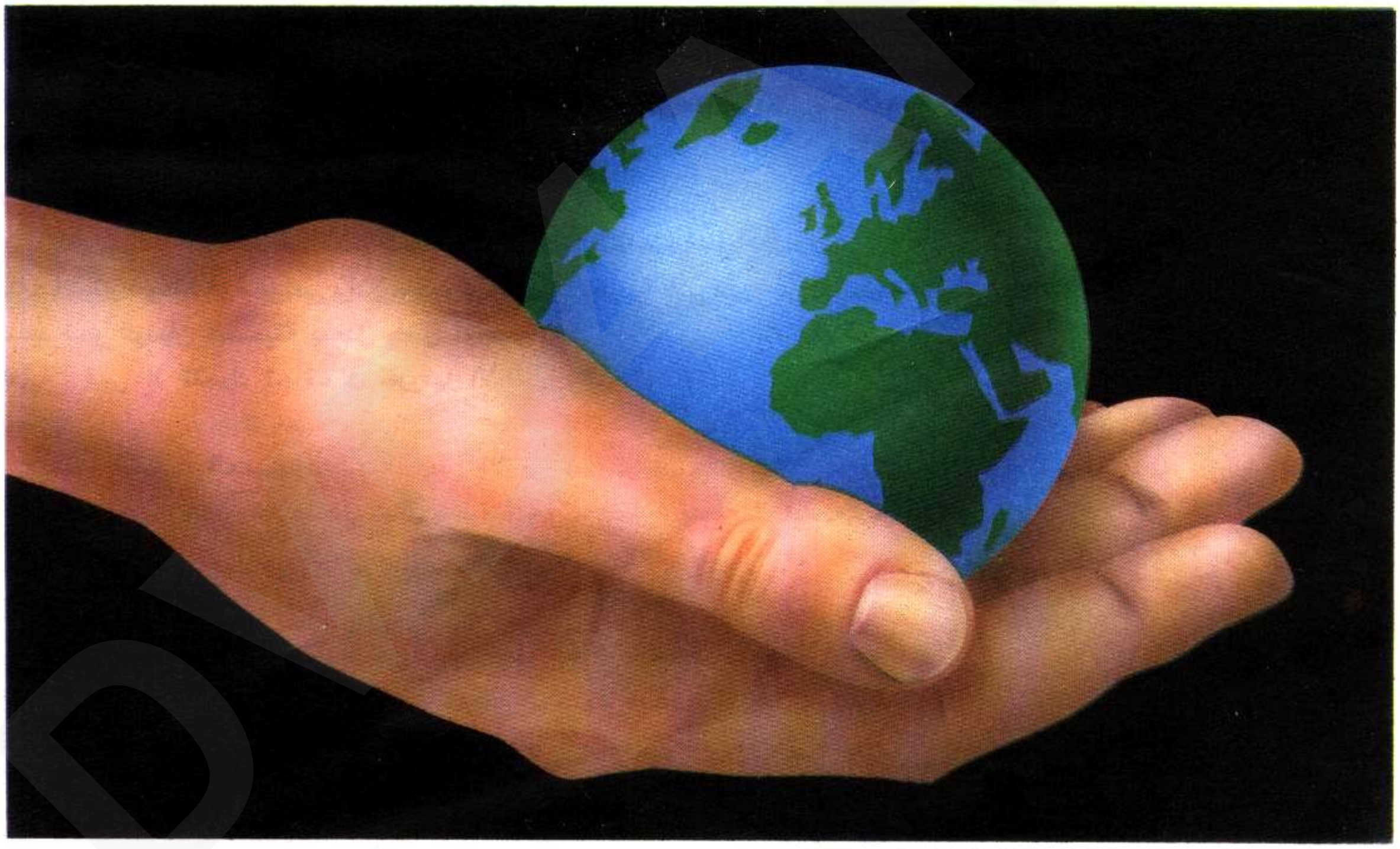


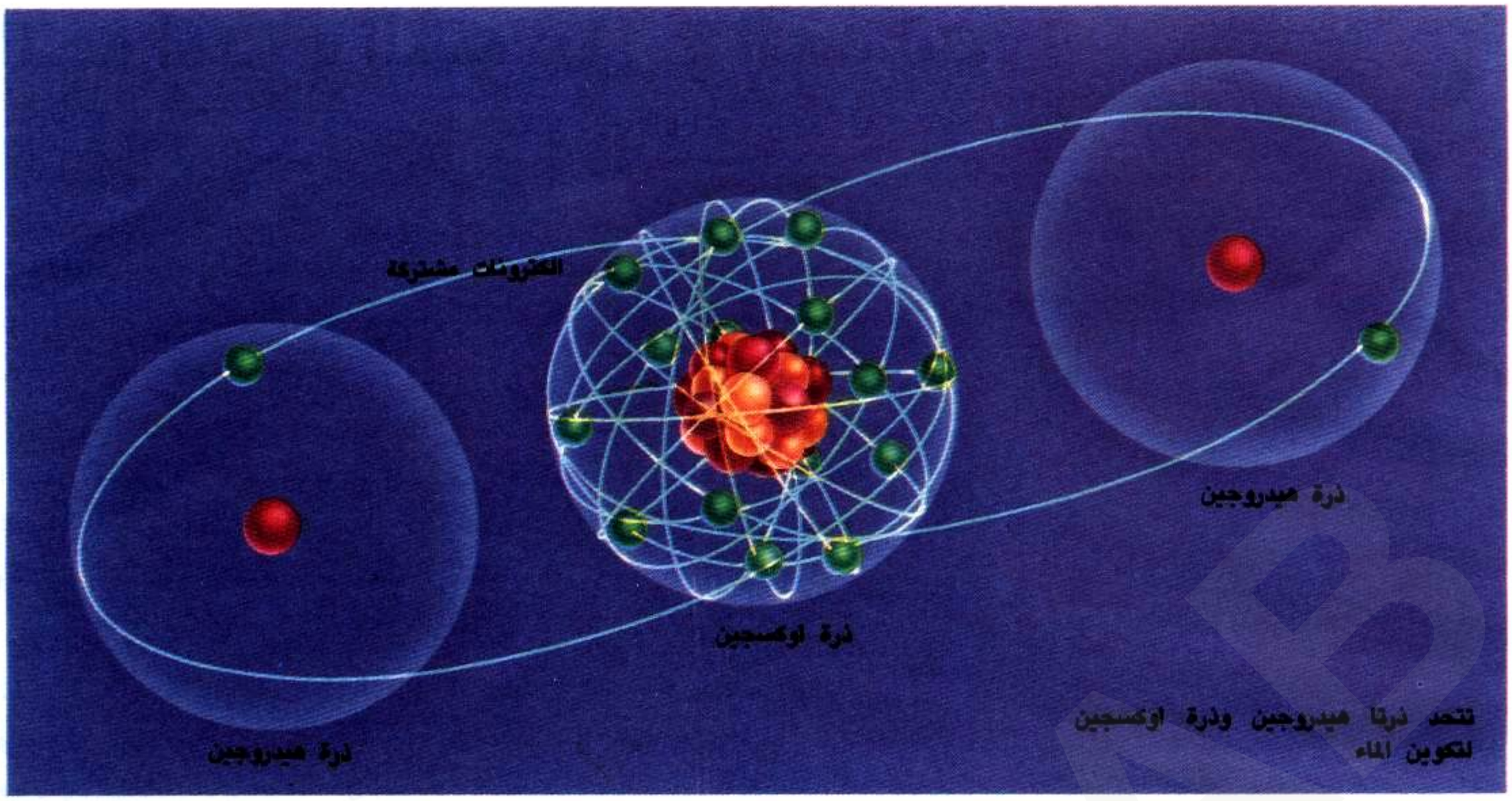
يتكون كل شىء فى الكون من ذرات . فالصخور ، والماء ، والهواء الذى نتنفسه ، والنبات ، والحيوان ، والناس كلها تحتوى ملايين وملايين من هذه الدقائق الصغيرة غير المرئية . واذا وضعنا ثلاثين مليونا من الذرات ، احداها بجانب الأخرى لامتدت المجموعة على رأس دبوس فقط .

على أنه حتى الذرة الدقيقة للغاية مكونة من أجزاء أصغر منها . وأبسط الذرات على الاطلاق هى ذرة غاز الهيدروجين الخفيف . وعند مركز ذرة الهيدروجين يوجد جسم صلب دقيق جدا يسمى **بروتون** . ويدور حول هذا البروتون جسم أصغر منه بكثير هو **الالكترون** . ويقوم الالكترون الدوار بقطع بلايين الرحلات فى دورانه حول البروتون فى جزء من مليون جزء من الثانية . وللبروتونات شحنة كهربائية موجبة ، أما الالكترونات فلها شحنة سالبة .

أما الذرات الأخرى فهى أعقد بكثير جدا من ذرة الهيدروجين . فذرة غاز خفيف آخر وهو الهليوم ، بها بروتونان ، والكترونان ، وجسيمان آخران هما **النيوترونان** ويوجدان عند مركز الذرة ، أو النواة مع البروتونين . وليس للنيوترونات أية شحنة كهربائية . وأكثر الذرات تعقيدا على الأطلاق هى ذرة اليورانيوم اذ أن بها ٩٢ الكترونا و ٩٢ بروتونا و ١٤٦ نيوترونا .

• الذرات صغيرة جدا بحيث لو كانت احدى الذرات فى حجم ظفر احدى الأصابع فى يدك ، لكانت يدك كبيرة بدرجة تكفى لكى تمسك بها الكرة الأرضية





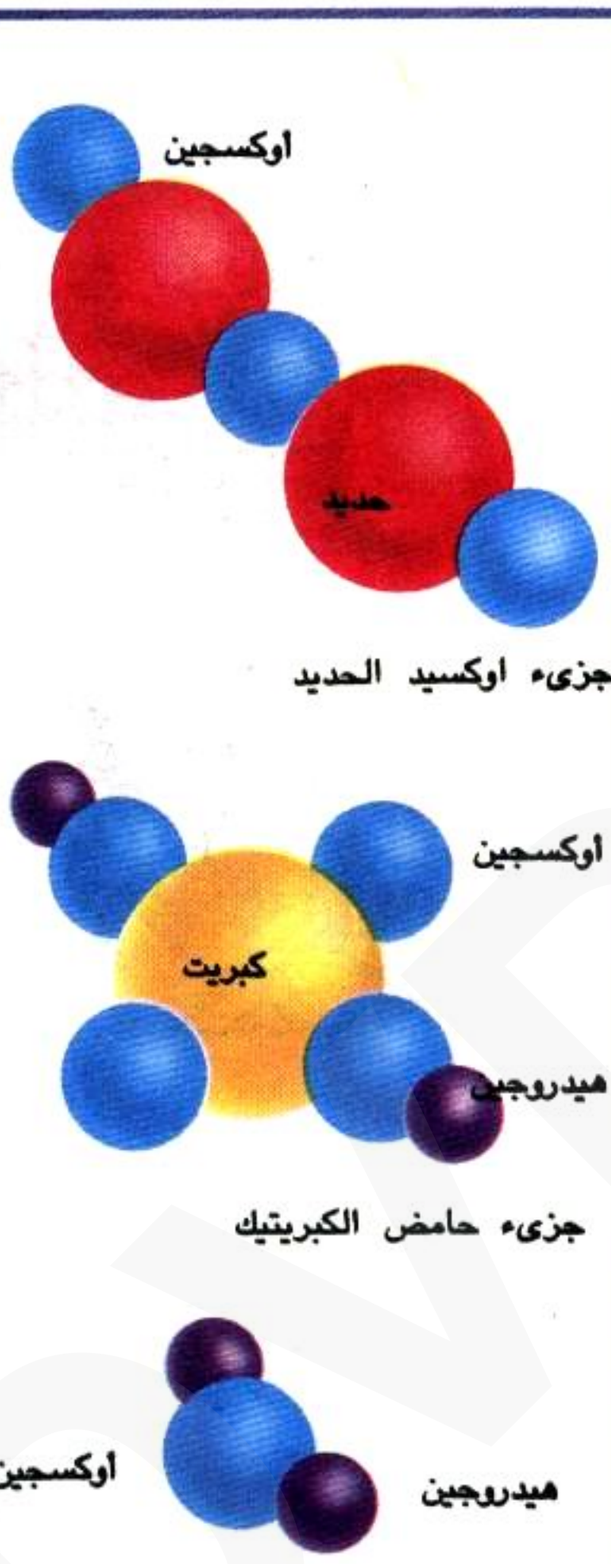
تتحد ذرتا هيدروجين وذرة اوكسجين لتكوين الماء

العناصر

تتكون ملايين المواد فى العالم من حوالى مائة من المواد البسيطة التى تسمى **العناصر** . فالذهب والفضة والنحاس عناصر ، وكذلك الغازات كالهيدروجين والأوكسجين . 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 الأوكسجين فان الناتج **جزىء** واحد من الماء . والجزىء هو أصغر جزء موجود من المادة .

ويتكون كل جزىء من مادة ما من نفس العدد من الذرات ، التى ترتبط معا على نفس النمط . والاختلاف الأساسى بين ذرات عنصر وآخر يكمن فى عدد البروتونات الموجودة فى النواة . فكل ذرة من ذرات الألمونيوم مثلا بها ١٣ بروتونا ، أما ذرة الرصاص ففيها ٨٢ بروتونا . واذا اكتسبت ذرة ما بروتونات أو فقدتها ، فانها تصبح ذرة لعنصر مختلف . وعدد البروتونات فى 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 : الأوكسجين - وهو أكثرها شيوعا - والألمونيوم ، والسيليكون ، والحديد ، والكالسيوم ، والبوتاسيوم ، والصوديوم ، والماغنسيوم . ويحتوى الكون بأسره على كميات من غاز الهيدروجين تفوق ماهو موجود من أى عنصر آخر ، وذلك لأن النجوم مصنوعة من هيدروجين .



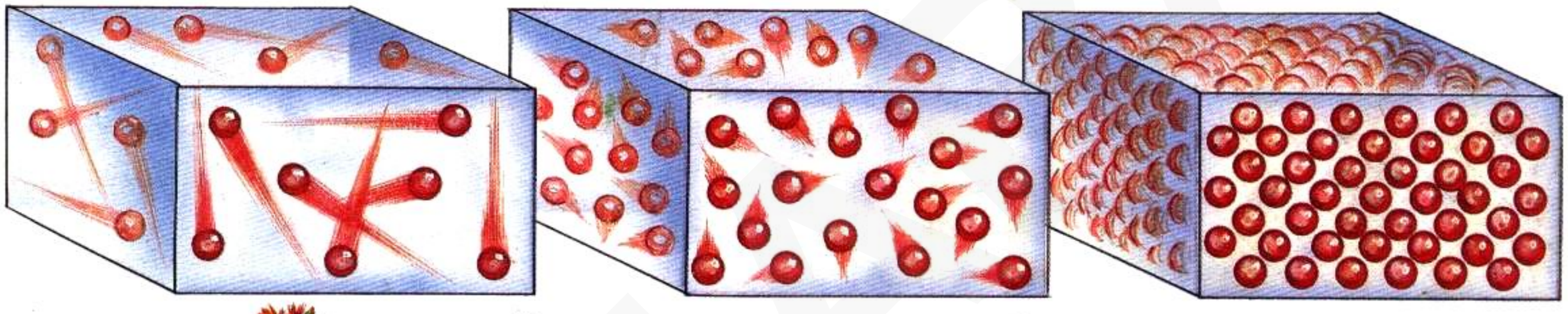
الجوامد والسوائل والغازات

حين يتحدث العلماء عن المادة ، فهم يعنون كل شىء فى العالم . ويمكن تقسيم المواد جميعها الى ثلاث مجموعات : الجوامد مثل الحديد أو الخشب ، والسوائل مثل الماء والزيت ، والغازات مثل الهواء أو البخار . والثلج هو ماء جامد . وحين يسخن لينصهر يصبح ماء سائلا . فاذا سخن السائل الى مائة درجة مئوية ، فانه يغلى ويصبح غازا ـ هو بخار الماء .

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

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

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



يحتفظ الجامد بشكله

السوائل متماسكة ، ولكنها تتخذ شكل الوعاء

حين تتحرر الغازات فانها تتمدد الى الأبد

يتوقف مدى جمود شىء ما على مدى احكام رص الذرات وترتيبها داخل هذا الجامد . ففى الجسم الجامد ، تكون الذرات قريبة جدا من بعضها البعض ومثبتة فى اماكنها . ولهذا كان من الصعب على الجسم الجامد ان يغير من شكله او حجمه . اما فى السوائل ، فان الذرات متراصة بشكل اقل احكاما ، ويمكنها ان تتحرك قليلا .

وحين يسخن جسم جامد ، فان حركة الذرات بداخله تتزايد الى ان تكون سائلا . والذرات تتحرك متباعدة عن بعضها البعض ، الا انها لاتفلت من بعضها البعض تماما . فاذا استمر تسخين السائل ، فان الجسيمات الموجودة فيه تتحرك أسرع فأسرع . وبعد فترة تصل السرعة الى الحد الذى يجعل الجسيمات تهرب من سطح السائل وتكون غازا .

وتسمى هذه العملية **البخر** . واذا استمر التسخين ، تهرب الجسيمات بسرعة اكبر بدرجة تجعل السائل يصدر فقاعات . وهذا مايسمى **بالغليان** . وحين يغلى الماء ، فانه يتحول الى غاز غير مرئى وهو البخار .

الجوامد

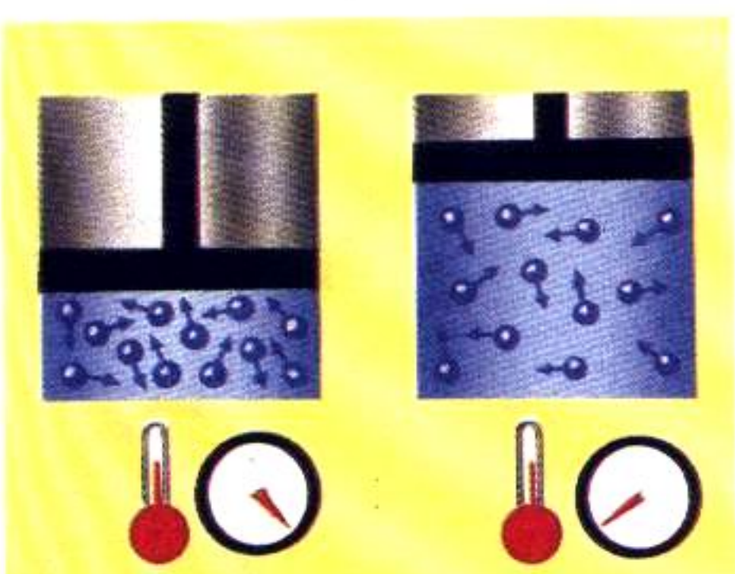
ليست الجوامد جامدة الا بسبب الطريقة التى تنتظم بها ذراتها وجزيئاتها . فالثلج ، والماء ، والبخار لها جميعا نفس الشكل من وجهة النظر الكيميائية ـ فجميعها تحتوى على نفس النوع من الذرات والجزيئات . ويكمن الاختلاف فى حركة الجزيئات . ففى الجليد ، تكون الجزيئات ممسوكة بشدة فى نمط محدد ـ أو مايسمى **شبيكة بللورية** ـ بواسطة قوى كبيرة من الجزيئات المتجاورة . والثلج عبارة عن كتل من البللورات الجليدية الجميلة ، لكل منها ستة أوجه ولايتشابه اثنان منها (أنظر الى أعلى) . وعلى الرغم من أن الجزيئات داخل الثلج لاتتجول بداخله ، الا أنها تتذبذب قليلا .

السوائل

بعض المواد كالماء ، والزيت ، والزئبق الفلزى هى 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 ماتنجذب 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 السطحى** » ، وهو السبب الذى يجعل بعض حشرات البرك قادرة على السير على سطح الماء .

الغازات



تسلك الغازات مسلكا يختلف تماما عن الجوامد والسوائل . فهى 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 ٢٩٠٠°م . 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 ماهو عليه . (أنظر الى أعلى) ، مع الاحتفاظ بدرجة الحرارة ثابتة .

الحرارة ـ الجزيئات فى حالة الحركة

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

وتقاس الحرارة **بالترمومترات** . فالماء يغلى حين يشير الترمومتر الى الرقم ١٠٠ على التدريج المئوى (١٠٠°م) ، وهو يتجمد عند الصفر المئوى . وتستخدم أجسادنا الطعام الذى نأكله كوقود يحفظ درجة حرارتنا عند ٣٧°م 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 ليغلى . ويعنى هذا أن كمية أكبر بكثير من الحرارة لابد وأن تعطى للوعاء المملوء لكى يصل الوعاءان لدرجة ١٠٠°م .

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

الحمل ينقل الحرارة وذلك بنشرها فى تيارات الحمل . فسخان الغرفة مثلا ، يدفىء 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 فى السوائل أيضا (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 الأشعة تحت الحمراء . والحرارة التى تصلنا من الشمس انتقلت الينا بالإشعاع بسرعة الضوء . ومن هنا فان موجات الحرارة وموجات الضوء هما نفس الشىء تماما ، فيما عدا اختلاف أطوال موجاتهما .

التوصيل هو انتقال الحرارة خلال المادة أو من جسم الى آخر اذا تلامس الجسمان . فاذا وضعنا احد طرفى ملعقة معدنية فى ماء يغلى . فان يد الملعقة سرعان ماتصبح أسخن 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 فى الكون

مركز الشمس ١٥ ٠٠٠ ٠٠٠ درجة مئوية (م°)

سطح الشمس ٥٥٠٠°م

انصهار الحديد ١٥٤٠°م

الجانب المضىء باشعة الشمس من عطارد ٣٧٥°م

اشتعال الورق ٢٨٤°م

غليان الماء ١٠٠°م

اشد المناطق حرارة على الأرض ٥٧,٧°م

تجمد الماء صفر°م

ابرد درجة حرارة على الأرض ـ ٨٨,٣°م

اسفلة الهواء ـ ٢٠٠°م

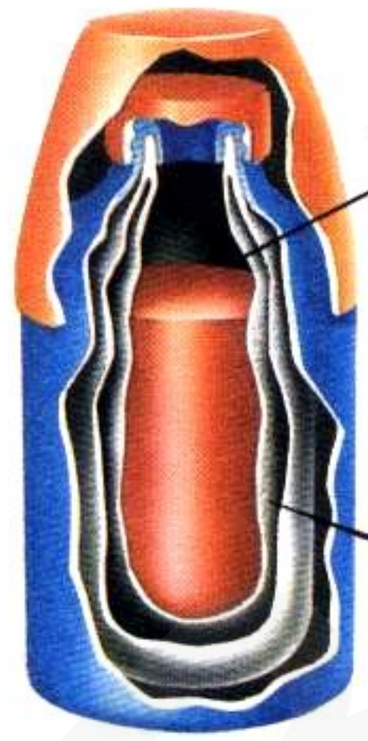
الصفر المطلق ـ ٢٧٣,١٦°م

ساخن وبارد

يبدأ الصلب فى الانصهار عند درجة حرارة ١٥٠٠°م تقريبا ، ولكن هذه الدرجة باردة جدا اذا قورنت بحرارة الشمس . وتبلغ درجة حرارة باطن الشمس حوالى ١٥ مليون درجة . بل ان نجوما أخرى أسخن من ذلك بكثير . ويبدو أنه لاحدود لمدى السخونة الممكن حدوثها .

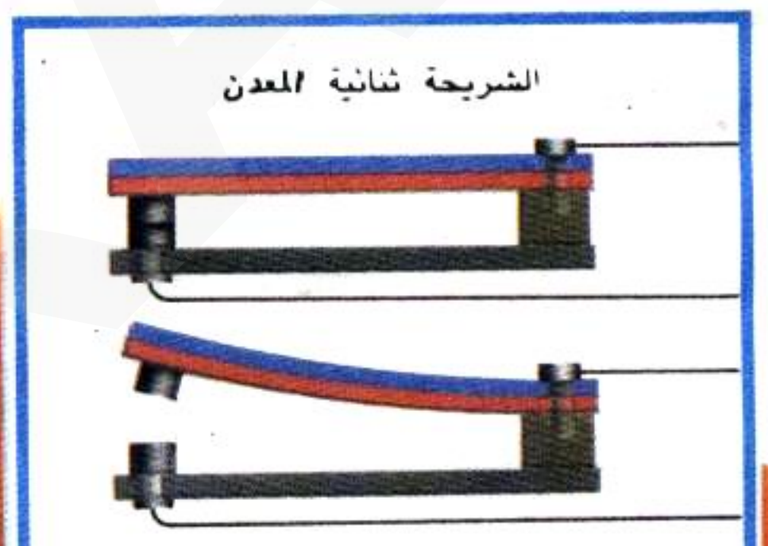
أما البرودة فشىء مختلف . ذلك أن أبرد مكان على سطح الأرض تبلغ درجة حرارته ـ ٨٨°م (أو ٨٨°م تحت الصفر) . على أن الترمومتر لابد وأن يهبط الى ـ ١٨٣° م قبل أن يبدأ الهواء فى التجمد . وعند ـ ٢٧٣°م نكون قد وصلنا الى **الصفر المطلق** . وعند هذه الدرجة يكون كل شىء صلبا متجمدا . ولن يتحرك أى شىء . وحتى الذرات ستتوقف عن الحركة . الا أنه من المستحيل الوصول الى درجة الحرارة تلك .

ان كل شىء تقريبا يزداد حجمه حين يسخن . فاذا وضعت ترمومترا فى ماء ساخن ، فان ذرات الزئبق تتحرك أسرع وأسرع وتشغل بهذا حيزا أكبر ، ولهذا يتمدد الزئبق ويتحرك الى أعلى داخل ساق الترمومتر .



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

يرتدى الاطفائى حلة خاصة حتى يتمكن من السير خلال اللهب دون ان يصاب باذى . وتصنع هذه الحلة من مادة الأسبستوس ، وهى مادة رديئة التوصيل جدا للحرارة . وسطح الحلة المفضض يعكس الحرارة بعيدا عنه .



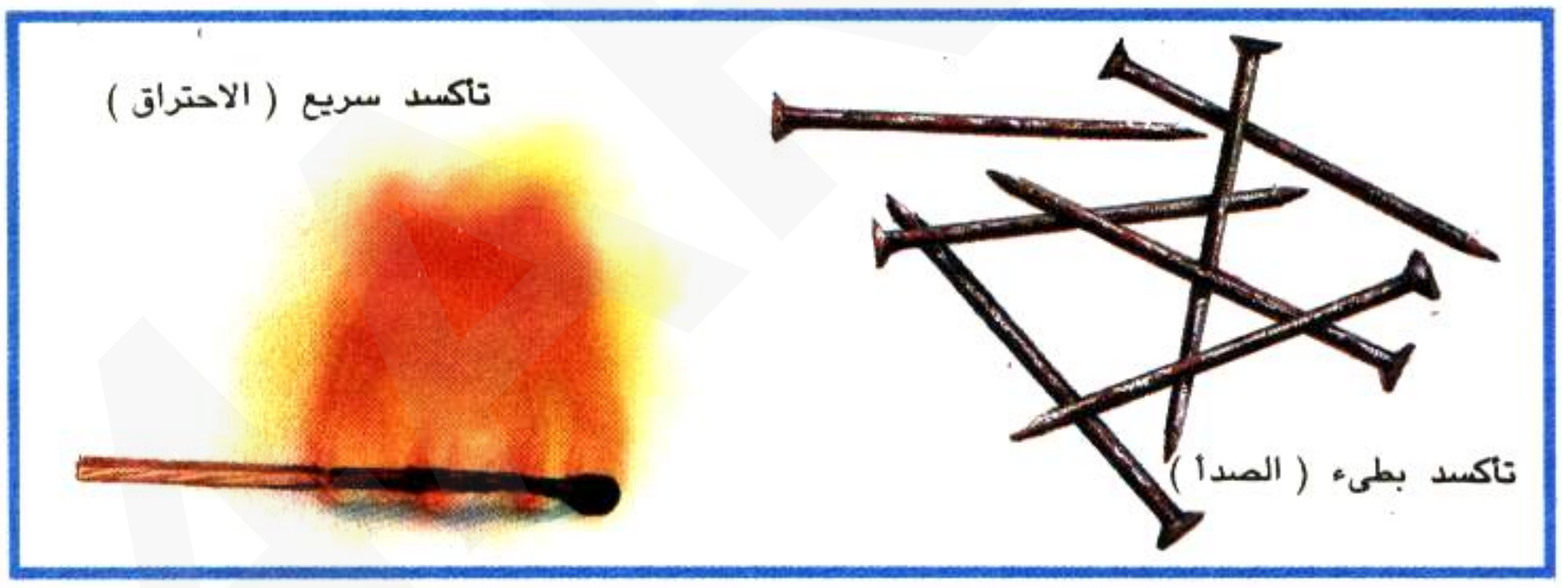
يستغل الثرموستات (وهو مثبت آلى لدرجة الحرارة) حقيقة أن بعض المواد تتمدد وتنكمش أكثر من البعض الآخر حين تسخن . والثرموستات يستخدم فى مجموعات التسخين ، كالمواقد والمكاوى لكى يسمح بالتسخين حين تنخفض درجة الحرارة أكثر من اللازم ، ويوقف التسخين مرة ثانية عند الوصول الى درجة الحرارة المطلوبة . وتستخدم أيضا فى المبردات (الثلاجات) .

ولكثير من الثرموستات **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 تنحنى الى أعلى . فينقطع الاتصال الكهربائى ، ويتوقف تيار التسخين عن السريان . وعندما تبرد الشريحة مرة ثانية ، فان النحاس الأصفر ينكمش حتى يصير للمعدنين نفس الحجم مرة أخرى . فيتم الاتصال الكهربائى ويسرى التيار من جديد .

التفاعلات الكيميائية

الكيمياء هى دراسة المواد . وهى تبحث فى مكوناتها وكيفية تفككها واتحادها مع مواد أخرى . وكل شىء حولنا مصنوع من مواد كيميائية . فالماء الذى نشربه ، والملح والسكر الذى نأكله ، كلها مواد كيميائية . والبروتين أيضا الذى 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 التى تختلف عن ذرات جميع العناصر الأخرى . وعندما تتحد ذرات عنصرين أو أكثر من العناصر المختلفة ، فانها تكون **مركبا** كيميائيا . فالماء مركب من عنصرى الهيدروجين والأوكسجين . اذ تتحد ذرتا هيدروجين مع ذرة واحدة من الأوكسجين ليكونوا **جزيئا** واحدا من الماء .



وبعض المركبات معقد للغاية . فكل جزىء 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 التى تتكون منها المواد . فرمز الهيدروجين مثلا هو H أما رمز الأوكسجين فهو O وصيغة الماء H_2O .

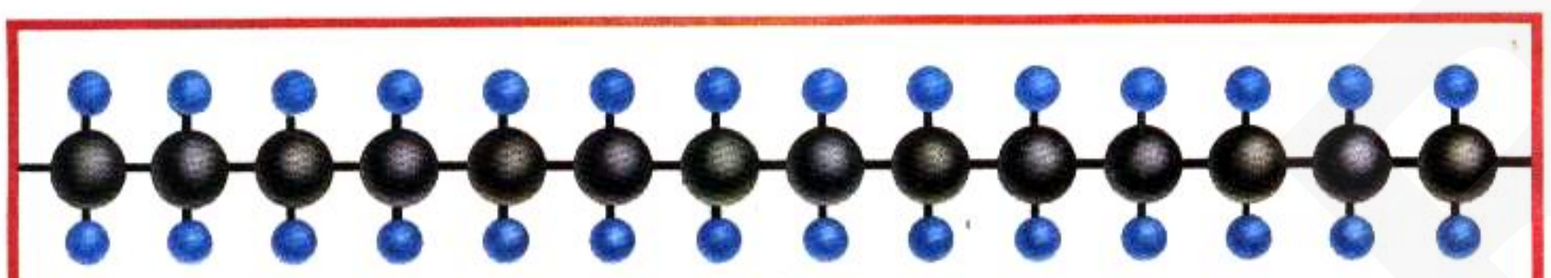
ويستخدم العالم الحديث اليوم كميات هائلة من الكيماويات . فأنواع الصابون المختلفة والمنظفات الصناعية ، والأصباغ والأحماض ، وأنواع الورنيش ، والألياف الصناعية والمتفجرات . كل هذه الأشياء وآلاف أخرى غيرها هى نواتج الصناعات الكيميائية الشاسعة .

حين يحترق شىء ما بسرعة كبيرة حقا ، فاننا نقول انه « ينفجر » . وقوة التفجير فى الألعاب النارية (الى اعلى) تنشأ عن الاحتراق السريع للبارود . والبارود هو مسحوق مكون من الكبريت ، وملح البارود (نترات البوتاسيوم) ، والفحم النباتى . وحين يحدث انفجار ، فان مقدارا ضئيلا من المتفجرات كالبارود تحترق فى ومضة واحدة وتتحول الى كمية ضخمة من الغاز الساخن . وهذا الغاز الساخن نفسه هوالذى يدفع بالصواريخ فى الهواء . اما الألوان البراقة للألعاب النارية ، فسببها بعض الأملاح الفلزية التى تضاف اليها . فاملاح الكالسيوم تعطى لونا احمر ، والصوديوم يعطى لونا اصفر ، والباريوم يعطى لونا اخضر ، اما النحاس فيعطى لونا ازرق واخضر .

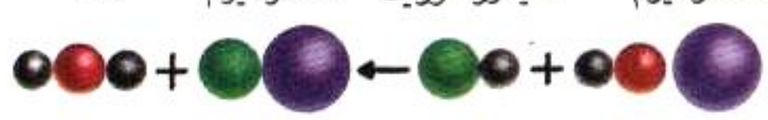
مسكبة الألياف
الصناعية (المغزال)

خيوط النايلون

تتكون الألياف التى من صنع الانسان من بوليمرات . وفى صناعة النايلون ، يصهر البوليمر ثم يدفع خلال ثقوب رفيعة لصنع خيوط النايلون . وعند خروج النايلون من الثقوب فانه يبرد ويتصلب . وغالبا ماتضفر الخيوط الدقيقة معا لصناعة خيط أقوى وامتن (انظر الى اليمين) . والصورة العليا تبين كيف يدفع النايلون خلال الثقوب فى مسكبة الألياف الصناعية (أو المغزال) .



البوليمرات هى اسم يطلق عادة على المواد التى تتكون من سلاسل طويلة من ذرات الكربون . والقطن عبارة عن بوليمر طبيعى لأن الياف مصنوعة من بوليمر يسمى سليولوز . والسليلولوز مركب كيميائى ذو سلاسل طويلة من ذرات الكربون . ويصنع الكيميائيون فى الوقت الحاضر كثيرا من البوليمرات الصناعية . فجزيئات غاز الايثلين مثلا ، تتحد مع بعضها مكونة سلسلة طويلة هى البولى اثيلين ـ وهو نوع من البلاستيك الذى نطلق عليه بوليثين . (انظر لأعلى) . وهناك الكثير من أنواع البلاستيك المختلفة ، والتى تعتمد على اتحاد ذرات الكربون معا . وللبلاستيك استخدامات لاحصر لها .



الأحماض هى مواد تغير لون ورق عباد الشمس الى الاحمر . والأحماض والقواعد يعادل كل منهما الآخر ـ اى يلاشى كل منهما الآخر تماما . والقواعد التى تذوب فى الماء تسمى **قلويات** . وعندما تتعادل قاعدة مع حامض ، فان الناتج يكون نوعا من الأملاح وماء فقط . واذا تناولنا محلولا من هيدروكسيد الصوديوم (وهو قاعدى) واضفنا اليه حامض الهيدروكلوريك بكمية مناسبة ، فان النتيجة هى التعادل وظهور كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) والماء (انظر لاعلى) .

الاحتراق البطىء والسريع

الأوكسجين هو أكثر العناصر توافرا فى الطبيعة . وعلى الرغم من أنه غاز لانستطيع أن نراه ، الا أنه مسئول عن نحو نصف وزن أغلب الصخور والمعادن . كما أنه يمثل خمس الهواء الذى 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 ، التى تسمى **أكاسيد** . **والأكسدة** هو اسم العملية الكيميائية التى تنشأ عنها هذه المركبات . وتحدث الأكسدة البطيئة حين يوجد الحديد فى جو به هواء رطب . فينشأ **أكسيد الحديد** ، الذى نسميه الصدأ . وحين يتحد الأوكسجين مع عنصر آخر بسرعة ، فان الضوء والحرارة ينبعثان . ونسمى الأكسدة السريعة **اشتعالا** أو احتراقا .

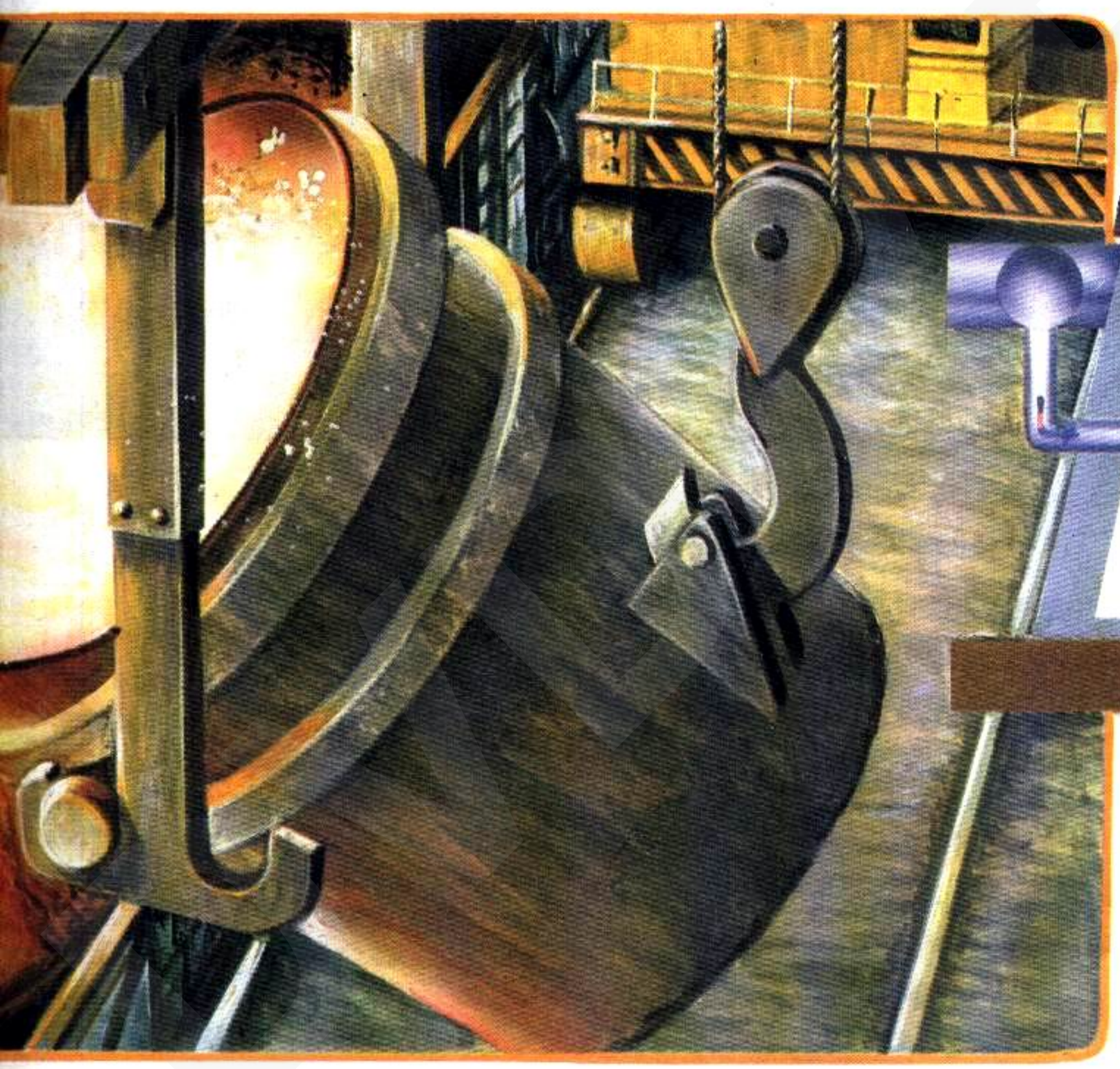
الحديد والصلب

تخيل عالمنا وقد أصبح بلا معادن ـ 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 ولاتوجد فى المواد الأخرى . وتختلف الفلزات فيما بينها كثيرا من حيث المظهر وطريقة السلوك ، الا أن معظمها فضى اللون وثقيل 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 فضيا ـ كالذهب والنحاس مثلا . والبعض الآخر خفيف تماما ـ 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 المخاليط هى **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 بسمر مايسمى بالفرن العالى . وقد وجد أن الهواء الساخن اذا نفخ خلال الحديد المنصهر ، فان 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 المندفع .

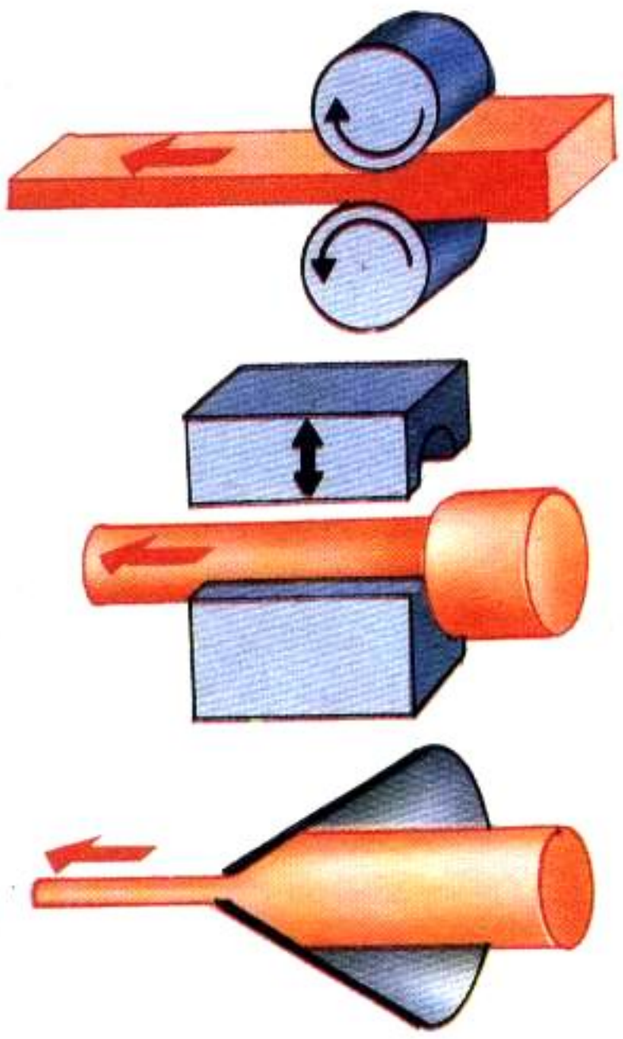
السبك والتنقية

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

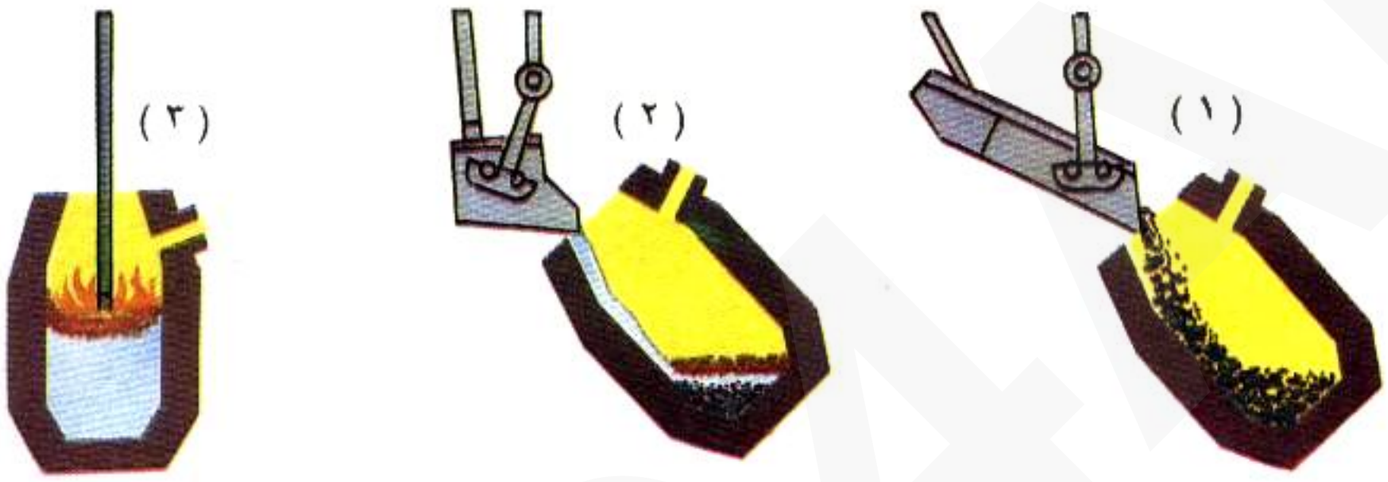
وخامات الفلزات المستخرجة من الأرض تبدو فى العادة على هيئة كتل من الصخور ، ولابد لهذه الكتل من المرور بمراحل مختلفة قبل الحصول على فلز نقى . فالمادة غير المطلوبة تزال أولا ، ويتم هذا بتهشيم الصخور وسحقها ، ثم غسلها وتسخينها ، ثم تعويم الخام فى سائل ذى رغوة . وبعد ذلك يتم تسخين كثير من الخامات الشائعة مثل خام الحديد فى وجود فحم الكوك فى فرن ضخم . وتسمى هذه العملية **السبك** ، وينشأ عنها فلز يظل غير نقى 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 كهربائى خلالها وهى فى المحلول .

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



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



يصنع الصلب عن طريق تسخين الصلب الخردة (١) ثم خلطة بالحديد المنصهر (٢) . وتحترق كل الشوائب تماما بواسطة الأوكسجين الذى يغذى به الفرن (٣) . ثم يمال الفرن وتؤخذ منه عينات (٤) . وبعد ذلك يفرغ الصلب السائل الى الخارج (٥) . واخيرا يزال الخبث المتبقى (٦) .

الى اليمين : شحن فرن الصلب بالحديد المنصهر . والصلب هو فى الأساس سبيكة من الحديد والكربون ، وان كانت كميات ضئيلة من الفلزات الأخرى تضاف خلال عمليات صناعة الصلب لانتاج انواع من الصلب ذات مواصفات خاصة . فاضافة الكروم والنيكل تؤدى الى انتاج صلب لايصدأ ، بيما تؤدى اضافة التنجستن الى انتاج صلب قاس جدا مناسب تماما لادوات القطع ذات السرعات العالية .

قوة الجاذبية

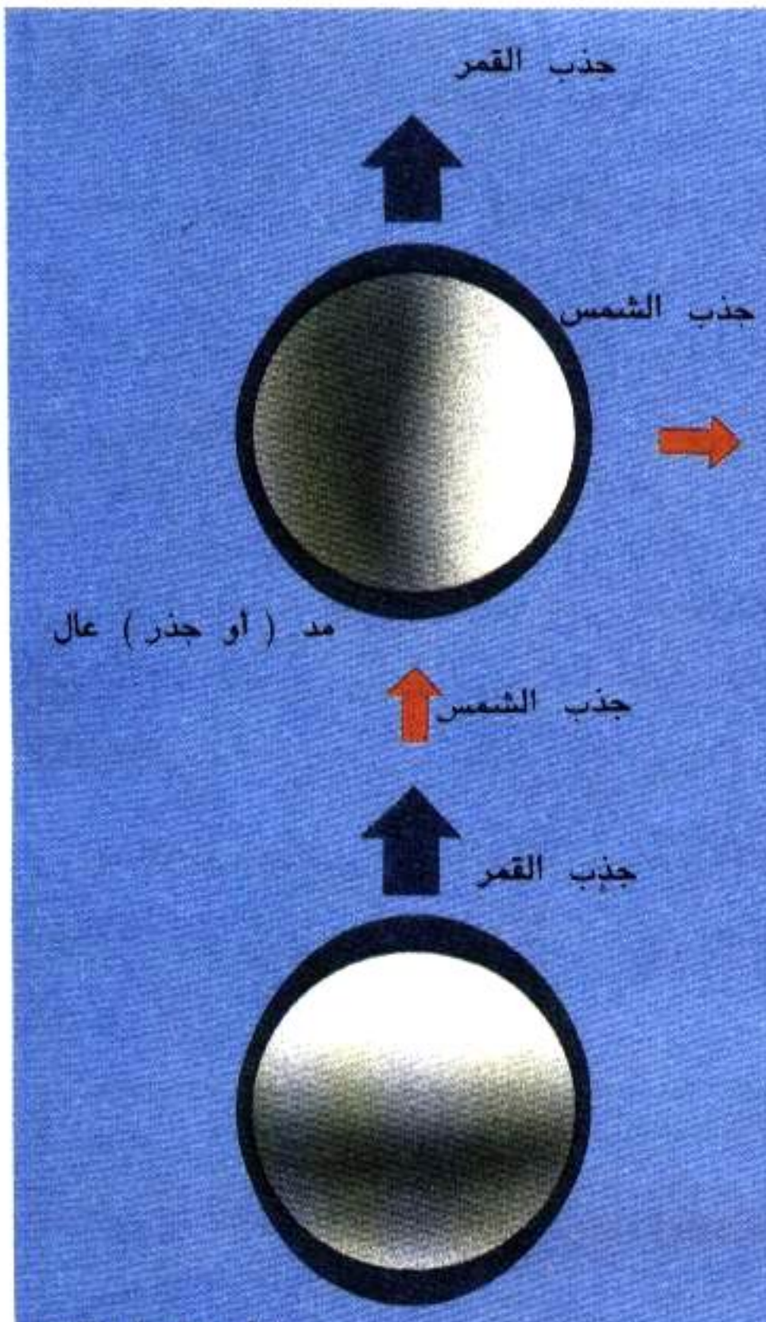
ان كل شيء على الأرض مشدود الى أسفل بقوة غريبة تسمى الجاذبية . وهى تتجه دائما نحو مركز الكرة الأرضية . فاذا سقط حجر من يد شخص ما فى انجلترا ، فانه يقع على الأرض بنفس الطريقة التى يسقطذ بها حجر فى نيوزيلندا الواقعة فى الجانب المقابل من الكرة الأرضية . أى أن كلا من الحجرين يسقط فى اتجاه مركز الكرة الأرضية . على أن الجاذبية ليست قوة مقصورة على الأرض وحدها . فكل شيء فى الكون منجذب الى شيء 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 .

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 . وبنفس الطريقة على وجه الدقة ، فإن جاذبية الأرض هى التى تمسك بالقمر فى مكانه أثناء رحلته الشهرية حولنا .

يكون الملاح الفضائى بلاوزن وهو يبعد عن الأرض مئات الأميال ، لأنه بعيد جدا عن مركز الجاذبية الأرضية . وهو يشعر بأنه يطفو ولايتحرك ، بالرغم من أنه هو وسفينته الفضائية يتحركان بسرعة ٣٠٠ ٠٠٠ كيلومتر فى الساعة . وقوة الجاذبية هى التى تمسك به فى مدار حول الأرض .

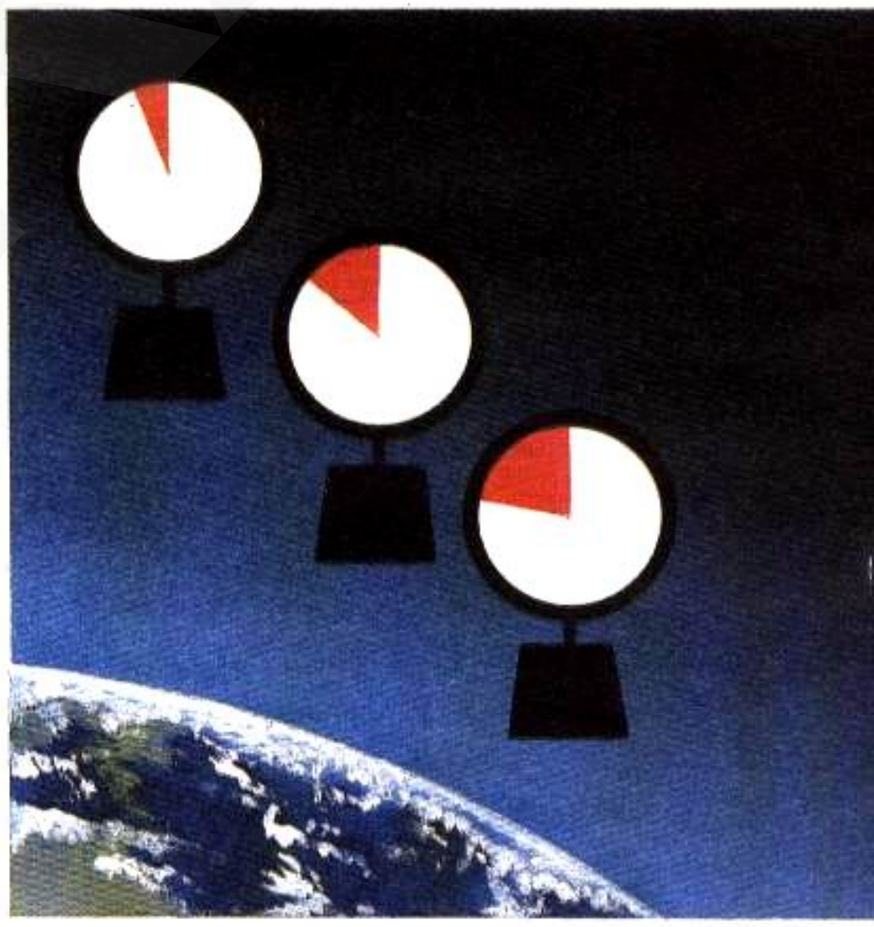
تتضاءل الجاذبية بازدياد بعد المسافة عن الأرض ، ولذا فان وزن نفس الجسم يتضاءل أكثر فاكثر .

المد والجذر



على الرغم من أن جاذبية القمر اقل كثيرا من جاذبية الأرض ، الا انها تؤثر فينا . فالمد والجذر يحدثان اساسا بسبب قوة الجاذبية القمرية ، والى درجة اقل بسبب الجاذبية الشمسية . فحين يكون القمر عموديا ، تنسحب مياه المحيطات ، نحوه مسببة نتوءا بارزا يعادلة نتوء آخر فى الجهة المقابلة من الكرة الأرضية . والمد والجذر او ذروة المد والجذر يسمى مدا او جذرا عاليا . وتحدث حينما تكون الأرض والقمر والشمس كلها على خط مستقيم واحد (انظر الرسم) . ويجعل اتحاد جاذبية القمر مع جاذبية الشمس المد أكثر ارتفاعا والجذر اكثر انخفاضا . واصغر انواع المد والجذر - يسمى مدا او جذرا ناقصا - وهو يحدث حين تكون جاذبية القمر متعامدة مع جاذبية الشمس . ويحدث المد العالى مرتين شهريا تقريبا ، اى عندما يكون القمر بدرا او محاقا تقريبا . أما المد الناقص فيحدث قرب كل من التربيع الأول والتربيع الأخير للقمر .

والمد والجذر يحدثان مرتين يوميا كل ٢٤ ساعة وخمسين دقيقة ، وهو الزمن الذى يستغرقه القمر فى قطع المسافة حول الأرض .



فقدان الجاذبية

تتضاءل قوة الجاذبية بين جسمين كلما زادت المسافة بينهما . وحين يصعد الانسان فى 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 فى حالة غريبة من الطفو حيث لايوجد بالنسبة لهم « فوق » أو « تحت » .

ولكن ما الذى يحدث اذا استمرت رحلة سفينة الفضاء واقتربت من القمر ؟ عندئذ يبدأ الملاحون الفضائيون وسفينتهم ، فى الدخول الى منطقة جذب جاذبية القمر . وحتى بدون الاستعانة باشعال صواريخ ، فان سفينة الفضاء ستنجذب 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 فى 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 المشترى 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 المشترى . أما اذا تمكنت من الوصول الى سطح الشمس فانك لن تستطيع أن تقفز حتى لارتفاع ٣ سنتيمترات !

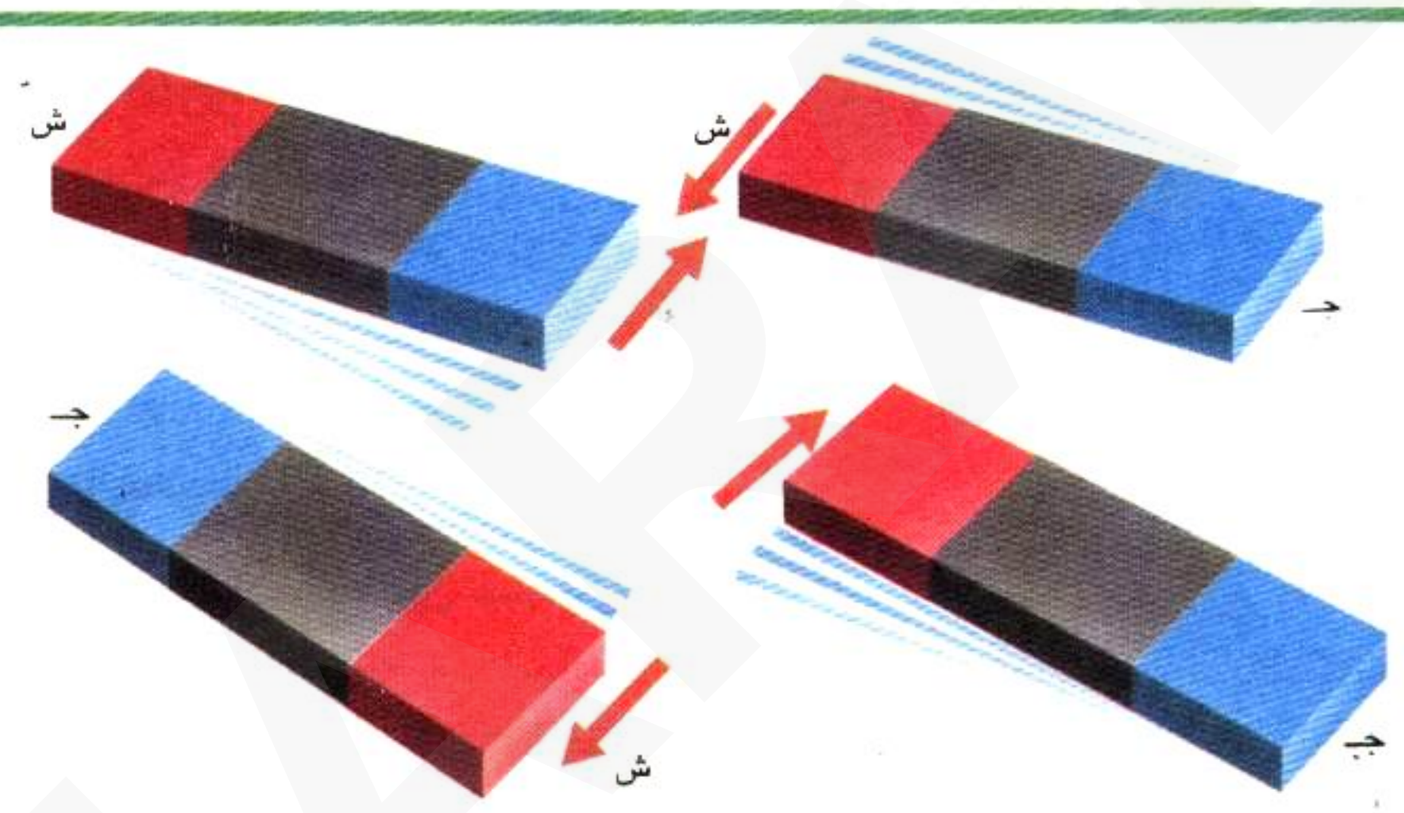
كان جاليليو العالم الايطالى العظيم الذى عاش فى القرن السادس عشر هو أول من اثبت أن كل الأجسام تسقط الى الأرض بنفس السرعة . فقد كان الناس يعرفون أن كرة حديدية تسقط أسرع من ريشه مثلا ، الا أن جاليليو اثبت ان السبب وراء هذا هو مقاومة للهواء للريشة ، مما يبطىء من سرعتها . وعلى سطح القمر حيث لايوجد هواء ، 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 فى 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** (جـ) .

والمغناطيسات هامة جدا ، فهى تستخدم يوميا فى التليفونات وفى مكبرات الصوت فى أجهزة التليفزيون والراديو . كما أنها جزء حيوى فى المولدات الضخمة التى تنتج لنا الكهرباء .

والمغناطيس المبين الى اليسار يسمى **مغناطيس « حدوة الفرس »** . واذا ألتصقت به مجموعة من الدبابيس ، فان كل دبوس يصبح مغناطيسا صغيرا ، وله قطب شمالى وآخر جنوبى .

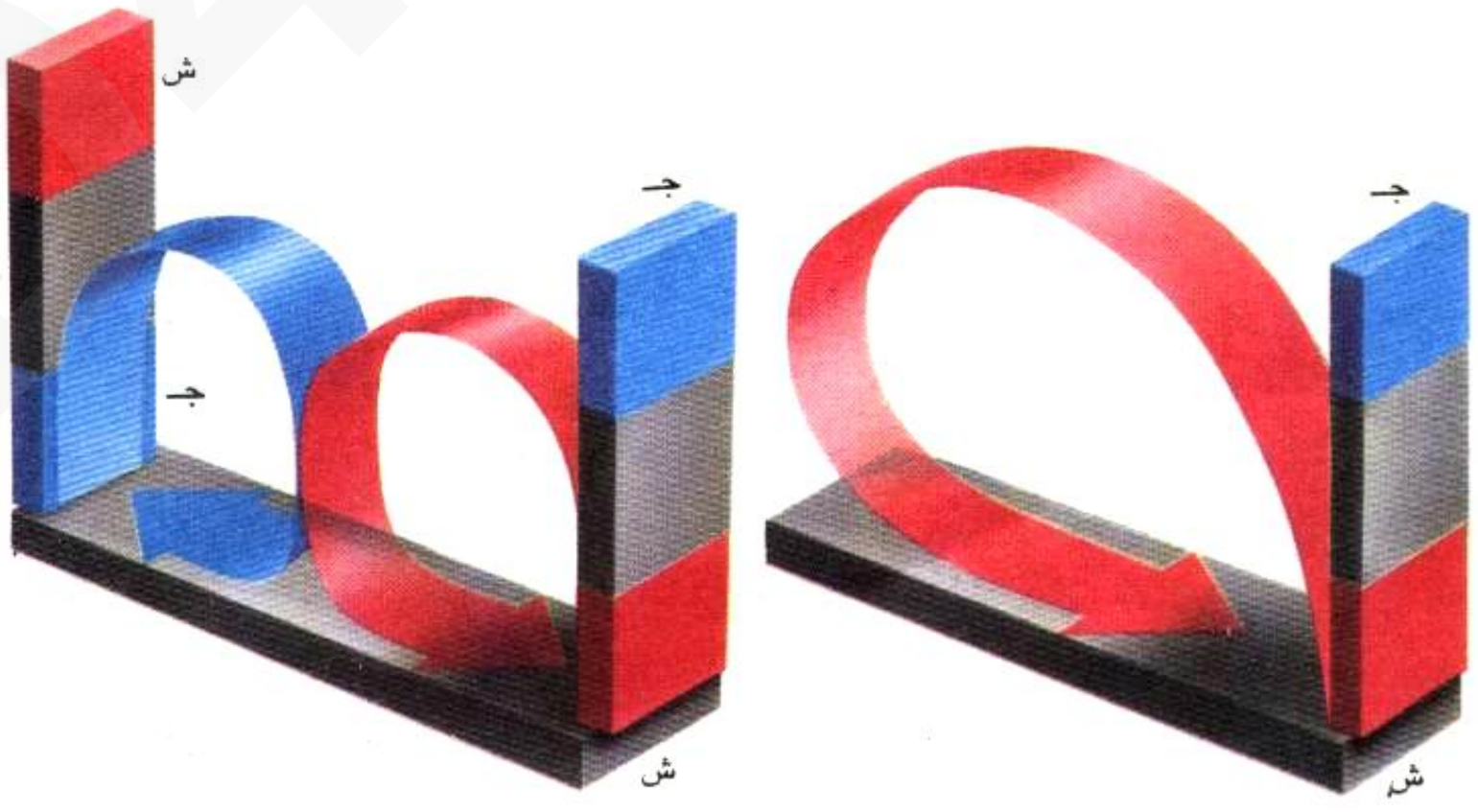


تسمى المغناطيسات المرسومة الى اليمين قضبان مغناطيسية ، وحين نضع القطب الجنوبى لأحد المغناطيسات بالقرب من القطب الشمالى للآخر ، فان المغناطيسين يتجاذبان لبعضهما البعض . أما اذا وضعنا القطب الشمالى لأحدهما بجوار القطب الشمالى للآخر ، فانهما يتنافران ويدفع كل منهما الآخر بعيدا . وهنا نقول ان الأقطاب المختلفة تتجاذب ، اما 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 أن 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 ، فانه يمغنطها .

وتفقد المغناطيسات مغناطيسيتها ، وذلك بطرقها او تسخينها فى لهب .

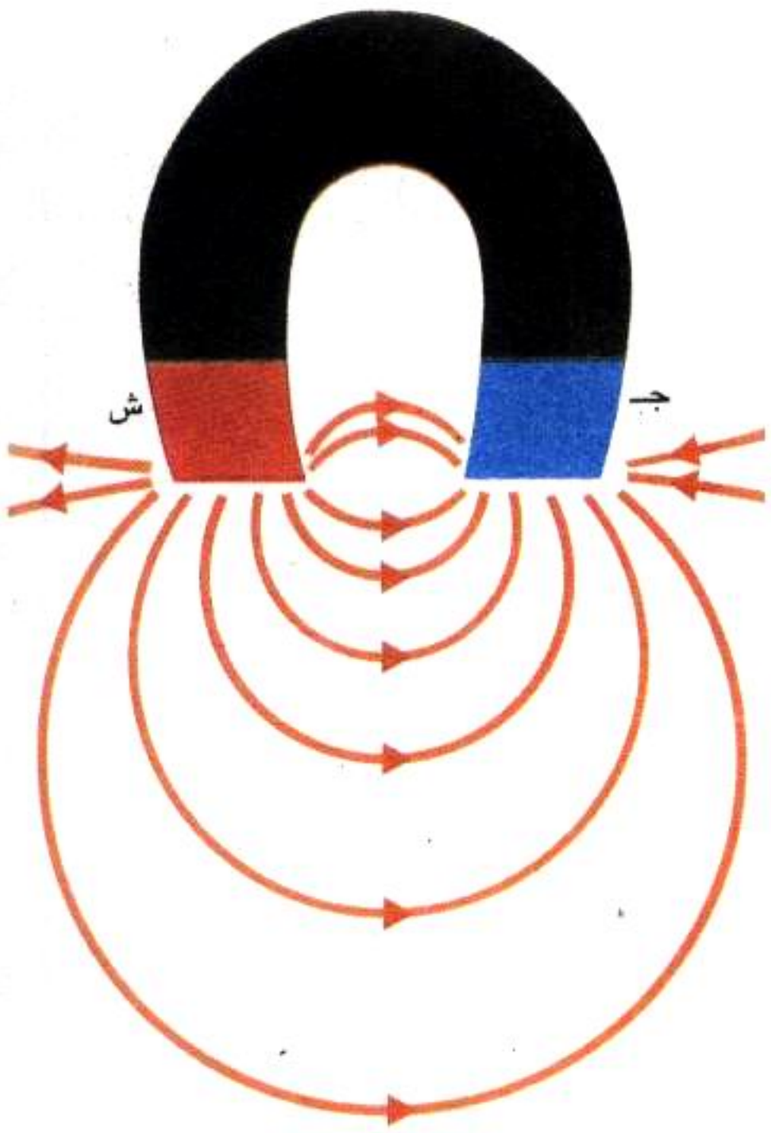


المجالات المغناطيسية

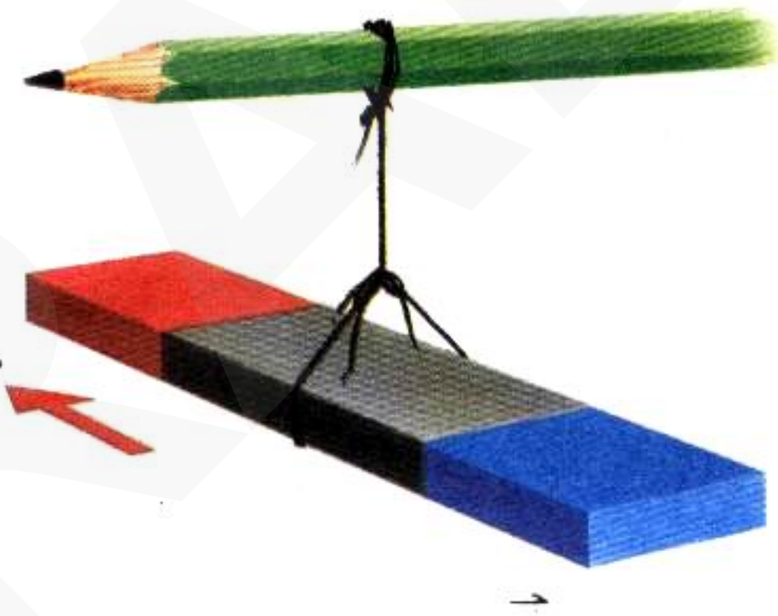
لكل مغناطيس **مجال مغناطيسى** غير مرئى يمر خلاله ومن حوله . ويمكننا رؤية المجال المغناطيسى الموجود حول قضيب مغناطيسى ، اذا وضعنا فوقه ورقة ثم نثرنا عليها برادة الحديد . وعندما نربت بخفة على الورقة ، فان برادة الحديد تتحرك فى صفوف تسمى **خطوط القوة** ، حول المغناطيس . وتتجمع أغلب الخطوط حول نهايتى القضيب المغناطيسى حيث تكون المغناطيسية أكبر مايمكن .

ويسمى المغناطيس المرسوم الى اليسار **مغناطيس « حدوة الفرس »** . واذا حركنا بوصلة صغيرة حول مجال مغناطيس « حدوة الفرس » ولاحظنا الاتجاه الذى تشير اليه ابرة البوصلة ، فاننا نستطيع أن نرسم نمط توزيع هذه الخطوط كما يبين الرسم .

ان للأرض مجالا مغناطيسيا ضعيفا ، وهو يشبه مجال قضيب مغناطيسى هائل الحجم . وتشير ابر البوصلات فى جميع أنحاء العالم نحو الشمال والجنوب بسبب المغناطيسية الأرضية .



مجال مغناطيسْ على شكل حدوة الفرس



المجال المغناطيسى للأرض

اذا علق قضيب مغناطيسى . كما هو مبين اعلاه . فانه يستقر دائما بحيث يتخذ اتجاه الشمال والجنوب . كما أن نفس الطرف من المغناطيس يشير دائما نحو الشمال والبوصلة (انظر اسفله) هى فى الواقع مغناطيس صغير . وخفيف الوزن . ويرتكز هذا المغناطيس على محور راسى يجعله يتحرك بحرية وسهولة . ويجذب القطب الشمالى للأرض باستمرار القطب الجنوبى للمغناطيس .

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

بوصلة

توليد الكهرباء

كان البشر قديما يفزعون عند رؤية ومضات البرق فى 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 دلكوا قطعة من الكهرمان فى قماش صوفى ، فان قطع القش والأوراق الجافة سرعان ماتنجذب الى الكهرمان .

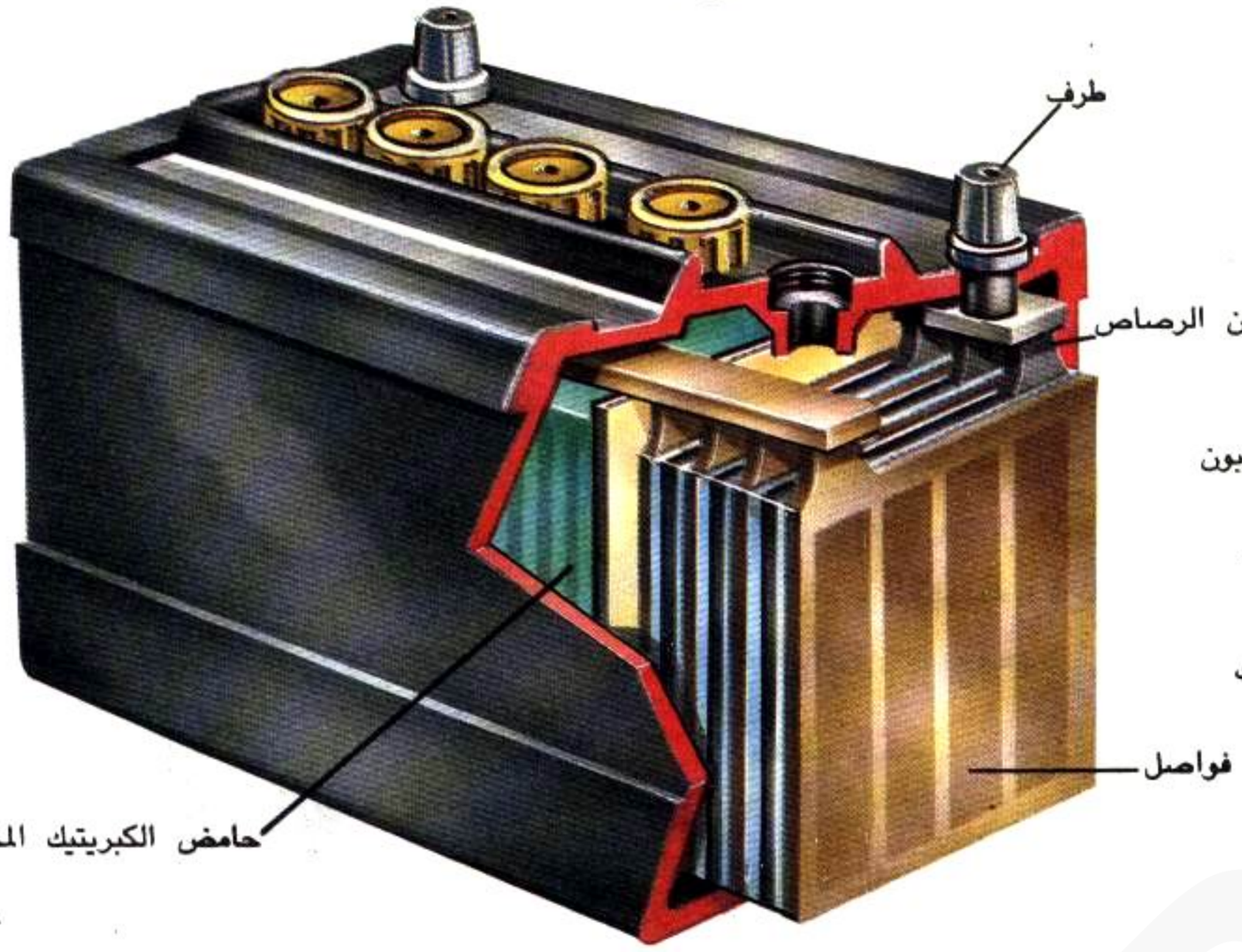
ونحن نعلم اليوم ، أن البرق وقوة جذب الكهرمان انما هما من صور الكهرباء . فالبرق يحدث عندما تختزن السحب كميات أكثر من اللازم من الكهرباء . فتنطلق الشرارات الكهربائية التى نسميها البرق ، من بعض السحب الى البعض الآخر ، أو الى الأرض .

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 .

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

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

يحتوى المركم أو البطارية على عدد من الخلايا المصنوعة من ألواح الرصاص المغمور فى حامض الكبريتيك المخفف . وتشتمل بطارية السيارة عادة على ست خلايا ، وكل منها تنتج ٢ فولت . ولذا فان الخلايا عندما توصل مع بعضها على التوالى تنتج ١٢ فولتا .



أما اذا وصل طرفا بطارية الى كل من طرفى قطعة من السلك ، فان الالكترونات تدفع من الذرة الأولى فى الصف الى الذرة التالية وهكذا عبر السلك كله ـ ويحدث هذا كله فى لمحة خاطفة من الزمن . وتصنع الأسلاك التى تحمل التيار عادة من النحاس ، لأن النحاس شأنه شأن معظم الفلزات ، **موصل** جيد للكهرباء ، وبه كميات ضخمة من الالكترونات الحرة .

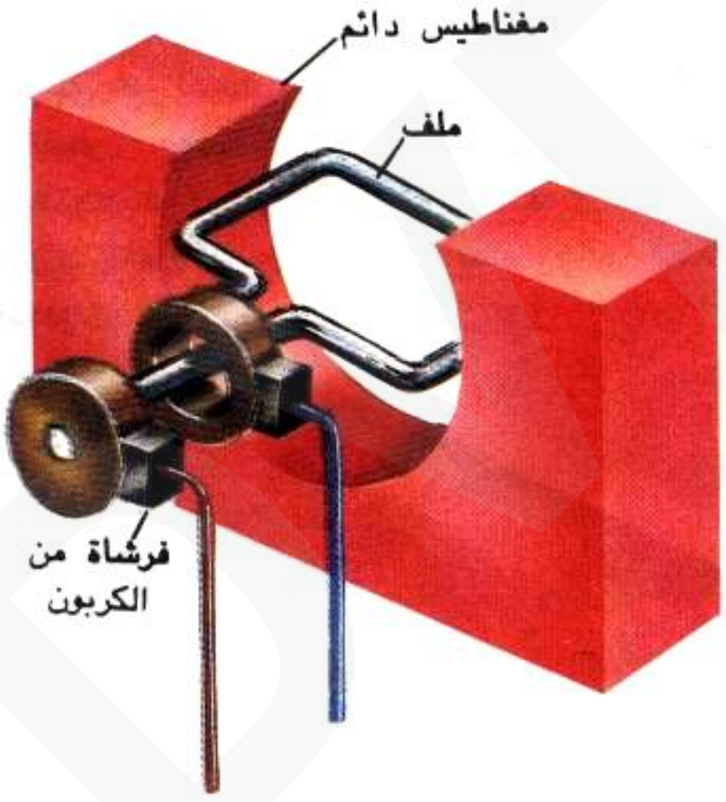
البطاريات والمولدات

تولد البطاريات الكهرباء عن طريق تفاعل كيميائى . وأكثر أنواع البطاريات شيوعا ، هو ذلك المستخدم فى مصباح البطارية اليدوى ، وهو فى الواقع **خلية جافة** . وحين تستنفذ الكيماويات الموجودة فى الخلية ، فانها تصبح خامدة وتلقى . والبطارية مكونة من خليتين أو أكثر من هذه الخلايا التى تعمل معا .

أما بطارية السيارة فهى مختلفة . انها تملأ بحامض الكبريتيك المخفف الذى يتخلل ألواحا من الرصاص . وحين تستنفذ مثل هذه البطارية ، فانه يمكن شحنها مرة ثانية عن طريق توصيلها بمصدر للتيار الكهربائى . وهذا من شأنه جعل التفاعل الكيميائى يتم فى اتجاه عكسى . أى أن الالكترونات تعاد مرة أخرى الى حيث كانت من قبل وتصبح البطارية جاهزة لانتاج التيار مرة أخرى .

والمولد المكهربائى هو آلة تحول الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربائية . وأبسط المولدات يتكون من عروة من السلك تدار بين قطبى مغناطيس . وعندما يقطع السلك خطوط القوى الموجودة بين قطبى المغناطيس ، فان تيار كهربائيا ينتج فى السلك . وهذا هو مبدأ المولد الكهربائى .

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



استخدام الكهرباء

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

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

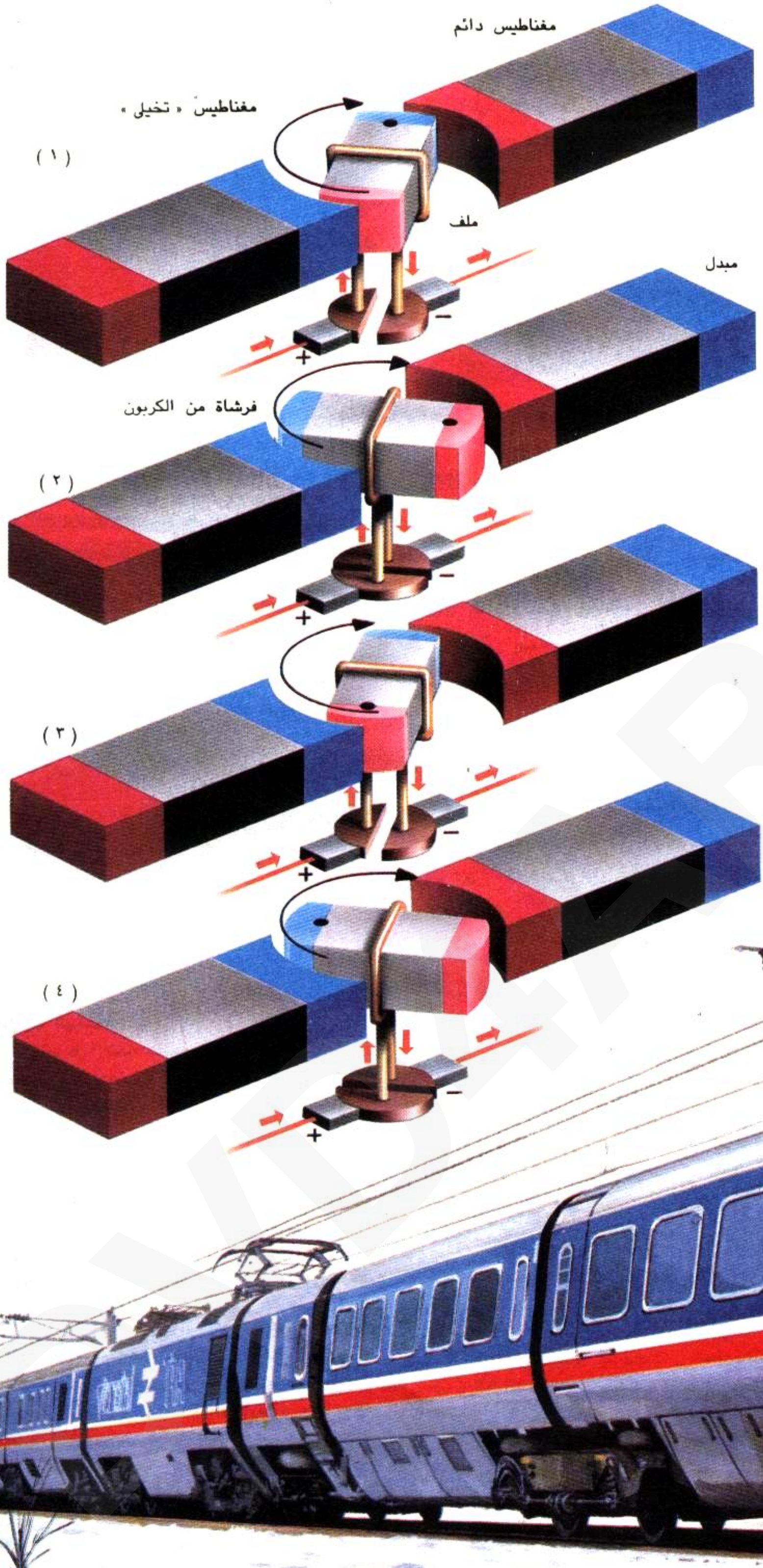
ان معظم الكهرباء تستخدم فى تحريك الأشياء . فما هو الشىء المشترك فى المكنسة الكهربائية وخلاطات الأغذية والمسجلات ؟ انها جميعا تشترك فى وجود **محرك كهربائى** داخل كل منها يقوم بجعل الأشياء تدور (أنظر الصفحة المقابلة) .

عندما يمر تيار كهربائى خلال السلك الدقيق الملتف على هيئة فتيلة داخل مصباح ضوئى ، فان الفتيلة تحمر ثم تتوهج بالضوء . وتصنع الفتيلة من مادة التنجستين ، وهو فلز لاينصهر بسهولة حين يكون ساخنا . والمصباح لايحتوى على هواء بداخله ، وانما به غازات أخرى من شانها المساعدة على ايقاف احتراق الفتيلة .

يستخدم بعض من أقوى المحركات الكهربائية فى تسيير القطارات الكهربائية . ويمكن نقل الكهرباء الى محركات القطار بطرق مختلفة . فبعض السكك الحديدية لها أسلاك معلقة فى الهواء فوق الخط الحديدى . وهناك قضيب معدنى مثبت أعلى القطار وينزلق عبر السلك لكى ينقل التيار الكهربائى الى القطار . وهذا هو مايسمى بالمنساخ (بانتوجراف) . وهناك قطارات أخرى تستمد القوى الكهربائية من خط ثالث يمتد بجانب الخط الحديدى .

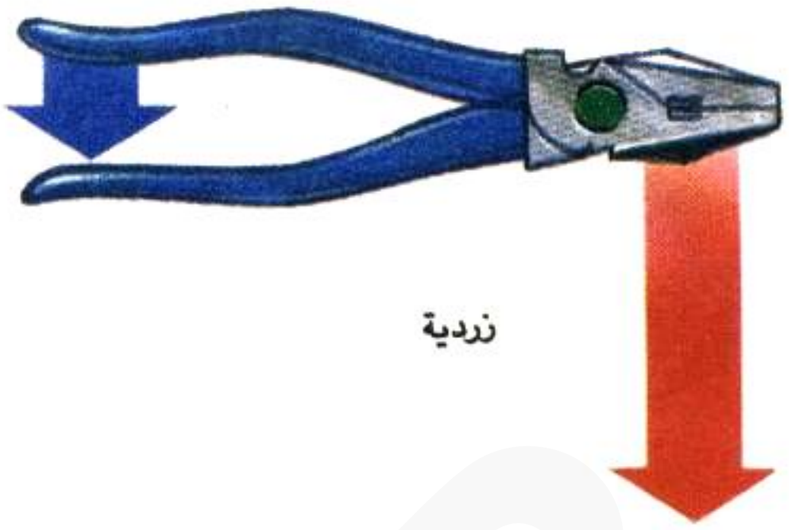
كيف يعمل المحرك الكهربائى

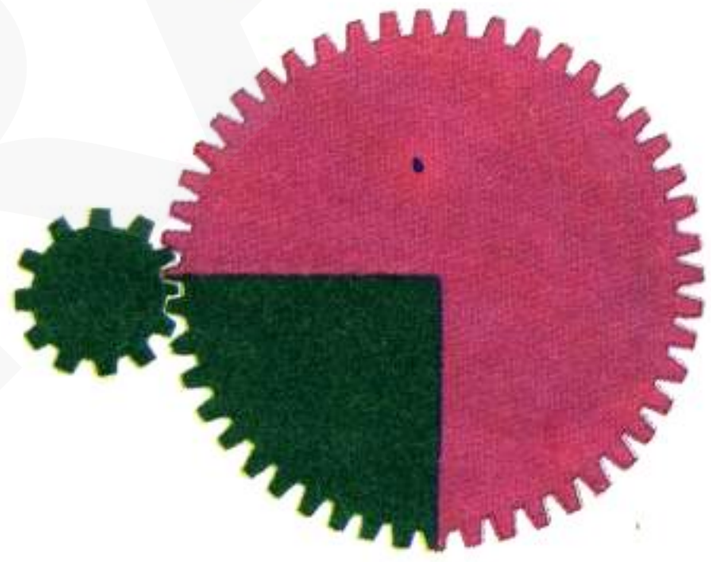
توضح الأشكال كيف يعمل محرك بسيط . فعندما يمر تيار خلال الملف ، فانه ينشىء مجالا مغناطيسيا . أى أن الملف يصبح ذا قطب شمالى وآخر جنوبى ، كما هو موضح بالمغناطيس « التخيلى » المرسوم كما لو كان موجودا داخل الملف . وتخلق المغناطيسات الدائمة مجالا مغناطيسيا يتحرك فيه الملف . وقوى التجاذب والتنافر بين المجالين هى التى تجعل الملف يدور وعند دوران الملف تحتك فرش من الكربون مع قطع المبدل المنفصلة لكى تحمل التيار الى الملف كما هو مبين . وعندما يكون قطبا الملف بمحاذاة قطبى المغناطيس الدائم تقريبا ، فان الفرشاتين تكونان عند طرفى قطعتى المبدل تقريبا (١) . على ان الملف المتحرك لايستطيع التوقف عند هذا الحد وانما يستمر بعد هذه النقطة . وفى الوقت نفسه يقوم المبدل بعكس التيار المار خلال الملف ، وهو بهذا يعكس قطبى الملف (٢) . (يوضح هذا الامر فى الشكل بواسطة المغناطيس التخيلى . فالطرف الذى عليه نقطة سوداء قد تغير من الازرق الى الاحمر) . وتجعل قوى التجاذب والتنافر بين الملف والمغناطيس الدائم . الملف يستمر فى الدوران (٣) حتى يغير المبدل الاقطاب مرة أخرى (٤) وبهذه الطريقة يظل الملف ، او المحرك دائرا .



الانسان والآلات

لقد استخدم المصريون القدماء فكرة المستوى المائل لكى يرفعوا الكتل الحجرية الضخمة المستخدمة فى بناء الأهرامات الى المستوى الذى يريدون . وقد كان هذا أيسر من رفع هذه الكتل الى أعلى مباشرة .

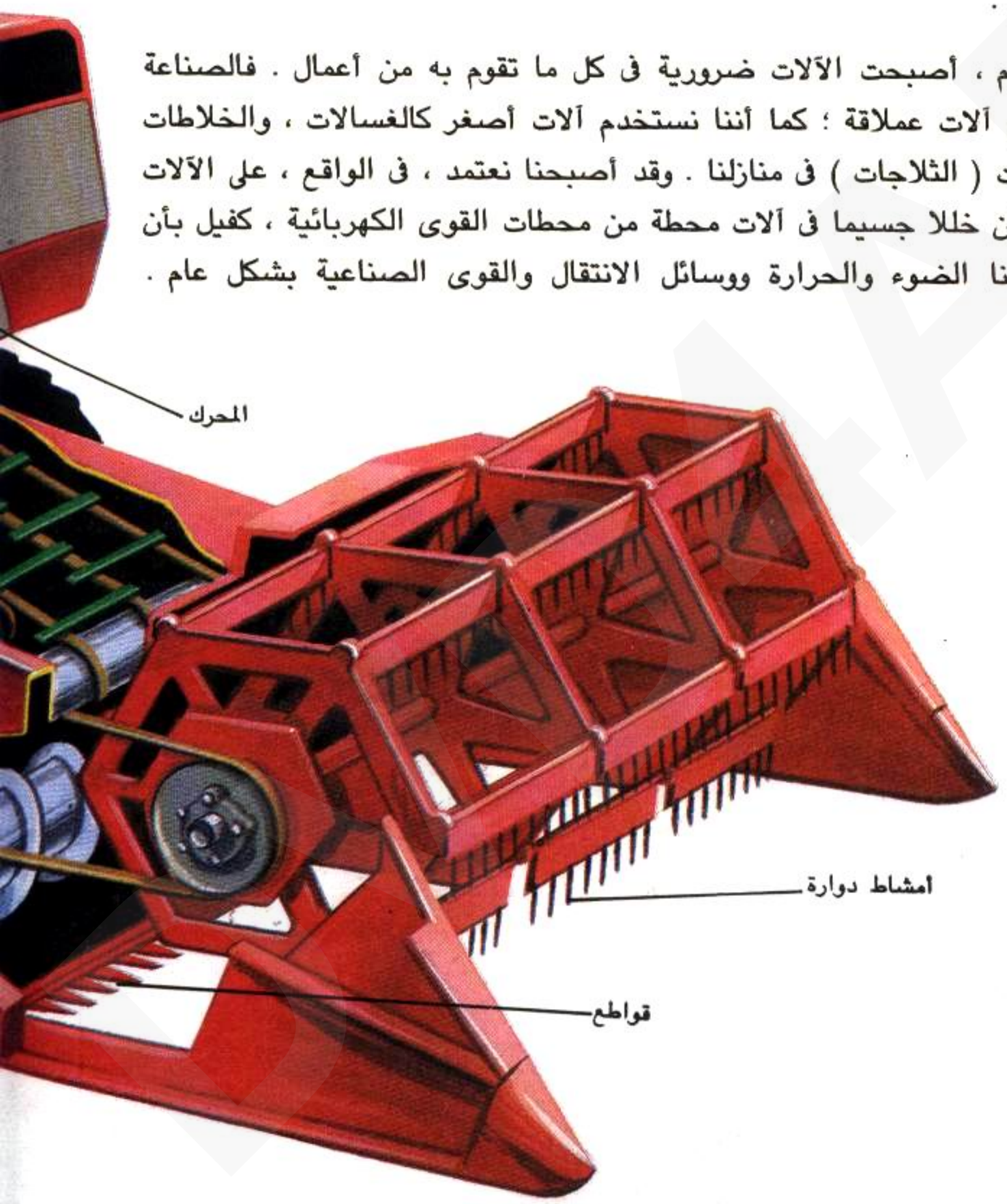




الآلة هى ذلك الشىء الذى صنعه الانسان ليساعده فى أداء الأعمال بطريقة أكثر سهولة . وقد تكون الآلة كبيرة بعجلات ضخمة ، وأجزاء أخرى متحركة مثل القاطرة أو السيارة ، أو قد تكون بسيطة للغاية . فالمقص مثلا آلة ، وكذلك المفك .

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 .

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

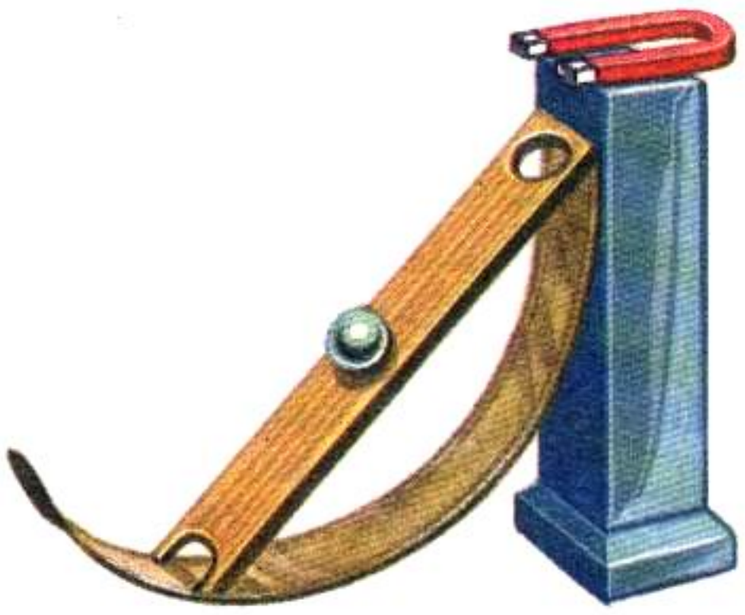


الآلات البسيطة

تعتبر كل الأشياء الموجودة فى الصور العليا آلات بسيطة . فالرافعة آلة بسيطة . ويوجد منها انواع كثيرة جدا . فالمقص رافعة ، وكذا كسارة البندق . والزردية رافعة . ونظرا لأنها ترتكز على محور بالقرب من أحد اطرافها ، فان ضغطة بسيطة على مقبضها تنشىء ضغطا كبيرا بالطرف الآخر .

ويعتبر السن الحلزونى فى أى مسمار محوى نوعا من المستوى المائل . وعند ادارة مثل هذا المسمار ، فان الأسنان تجذبه داخل الحائط .

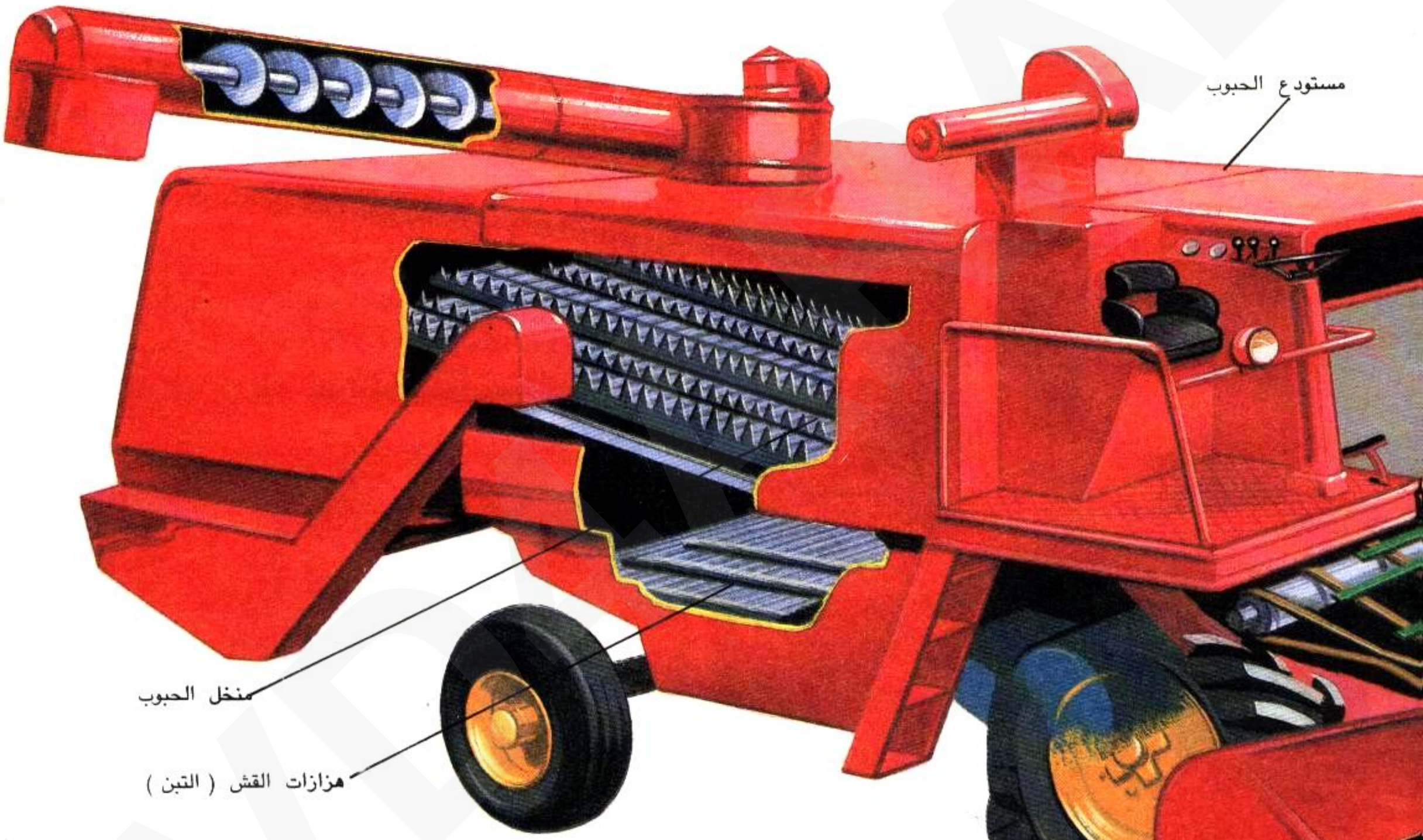
والتروس ايضا آلات تساعد على تغيير سرعة العجلات وتيسر أداء العمل . فاذا دارت العجلة الصغيرة ذات الاثنى عشر سنا مرة واحدة ، تدور العجلة الكبيرة ذات الثمانية والأربعين سنا ربع دورة فقط ـ ولكن قوتها الدورانية تكون أربعة اضعاف قوة العجلة الصغيرة .



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 لآخر . 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 الموضوعة بها . ولذا فهى عادة تحول نوعا من الطاقة ، كالكهرباء ، الى نوع آخر ـ 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 لابد 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 أية طاقة ـ أى آلة الحركة الدائمة . وفى الآلة الموضحة أعلاه ، افترض أن يقوم المغناطيس بجذب الكرة لأعلى المنحدر . ثم تقع الكرة من الثقب لتجرى الى أسفل ، حيث تجذب الى أعلى مرة أخرى ـ وهكذا الى الأبد . الا أن هذه الآلة فشلت بسبب الاحتكاك .



من أهم الآلات وأشهرها آلة الحصاد والدراس . فقد اعتاد المزارعون حصاد القمح بأيديهم فهم يقطعون المحصول ، ثم يجمعونه ويفصلون الحب عن التبن ببطء . أما اليوم ، فان الحصادة ـ 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 المضارب المثبته على الاسطوانة بالضرب على الحبوب لنزعها من السيقان ، وتنخل الحبوب لكى 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 .

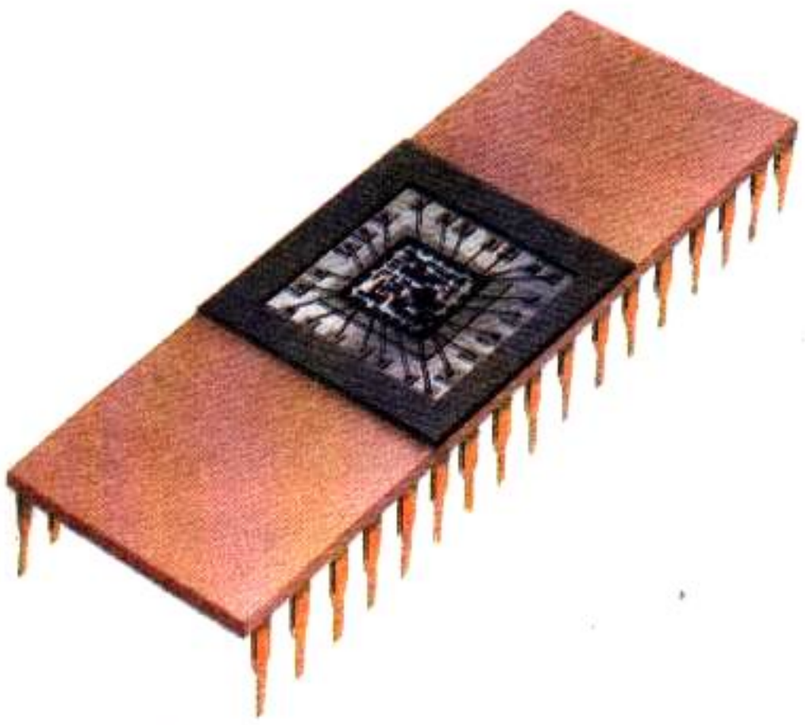
الحاسبات الآلية (الكومبيوتر) والانسان الآلى (الروبوت)

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

والأمر الغريب هو أن الحاسب الآلى يستطيع أن يؤدى 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 فى سرعة خاطفة كالبرق . اذ يمكنه انجاز ملايين العمليات الحسابية فى ثانية واحدة .

وعلى الرغم من أن الحاسب الآلى يتعامل بالأرقام ، الا أن المعلومات التى يستخدمها ، ليس من الضرورى 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 . فنحن نستعمل الأرقام من صفر الى ٩ . أما كل الأرقام التى يحتاجها الحاسب الآلى فهى صفر و ١ . أى أنه فى الحقيقة لايستطيع العد الا الى واحد (١) ، وهذا هو مايسمى **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 صفرا .



يوجد فى قلب كل حاسب آلى ، أو حسابة 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 الميكروسكوبية والأجزاء الكهربائية الأخرى التى يمكن وضعها على الشريحة بسرعة هائلة من سنة الى اخرى . وأصبح ممكنا اليوم وضع أكثر من مليون منها على شريحة صغيرة منفردة . ولأن شريحة السليكون على هذا القدر من الصغر والرخص ، فان الحاسب الآلى أيضا صار أصغر وارخص بكثير من ذى قبل . ويمكن استخدام الحاسب الآلى الدقيق المنزلى بشكل جيد اذا وصل بجهاز التيفزيون العادى .

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

طريقة الاتصال بالحاسب الآلى

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

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

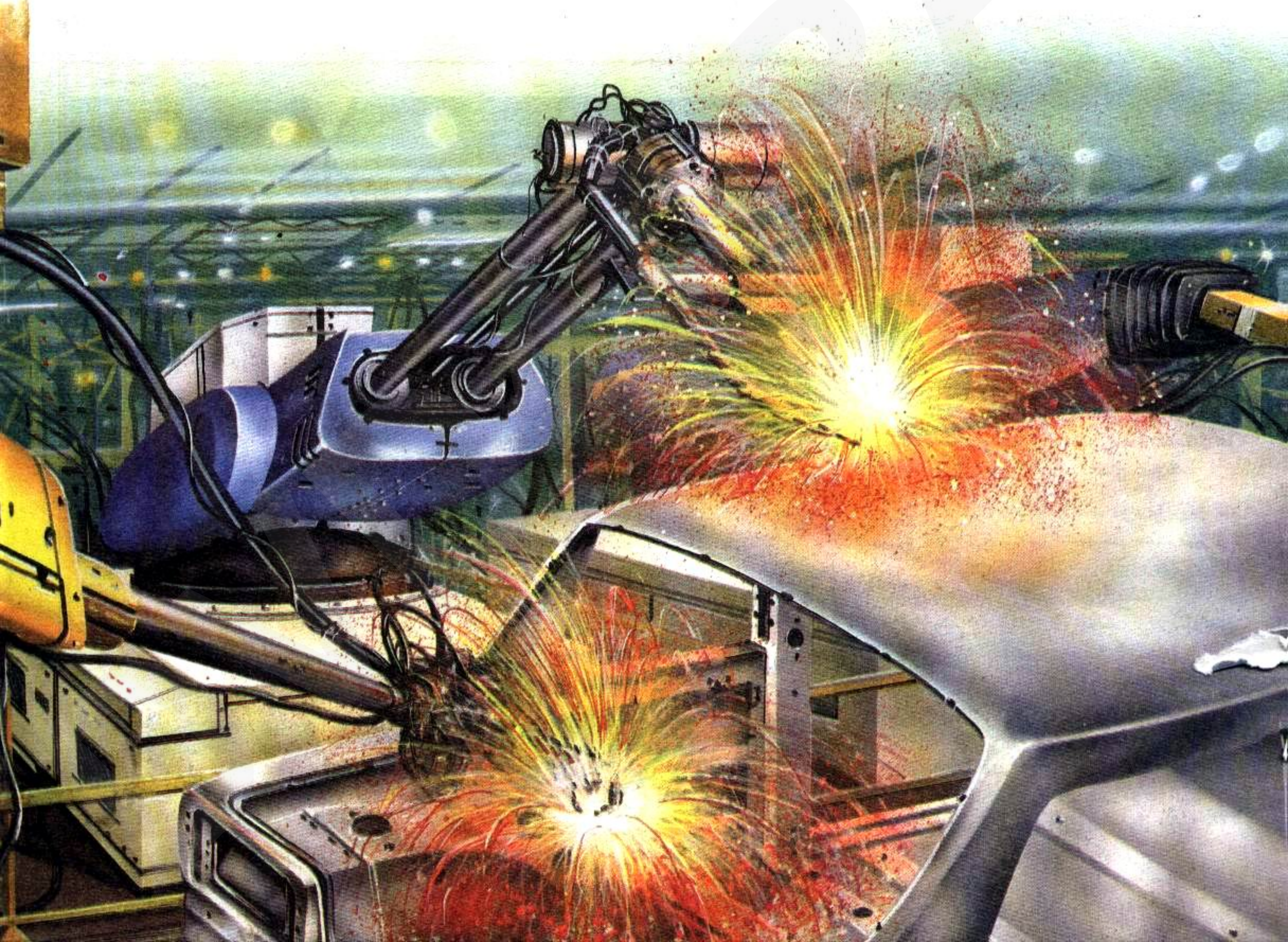
ولكى نقوم بالاتصال بالحاسب الآلى ، فإننا نكتب الحروف والأرقام عادة كما نفعل على الآلة الكاتبة العادية ، ولكن مع إستخدام بعض الأوامر الخاصة بالحاسب الآلى .

ماهو الانسان الآلى (الروبوت) ؟

الروبوت هو آلة يمكن برمجتها لكى تؤدى واجبات مختلفة . وأغلب أنواع الروبوت لها ذراع ، أو أذرع لكى تؤدى العمل نيابة عنا . والروبوت ياخذ الأوامر من الحاسب الآلى .

وهناك أعداد متزايدة من الروبوت تعمل فى المصانع فى جميع أنحاء العالم . فهى تقوم برش الألوان ، ورفع الأحمال الثقيلة ، وتلحم الأشياء معا . وحين يتم تعليم الروبوت تأدية هذه الأشياء ، فإنه يؤديها أفضل من الانسان عادة . واذا ماضغطنا زر تشغيل الروبوت فإنه يظل يعمل لمدة ٢٤ ساعة فى اليوم دون التوقف لأخذ قسط من الراحة . وهو قادر على العمل فى أماكن لايمكن أن يوجد فيها الانسان ، ولايكاد يصيبه أى مرض من جراء هذا .

وتوضح الصورة الى أسفل ، قيام الروبوت بلحام السيارات وهى تتحرك على خط التجميع . ولاشك أن برمجة دقيقة للغاية تقف وراء خط انتاج كهذا . ويقوم الحاسب الآلى بالتحكم فى الروبوت بحيث يقوم بلحام أجزاء معينة فى كل سيارة ، دون أن يتداخل فى عمل أو فى طريق روبوت آخر .

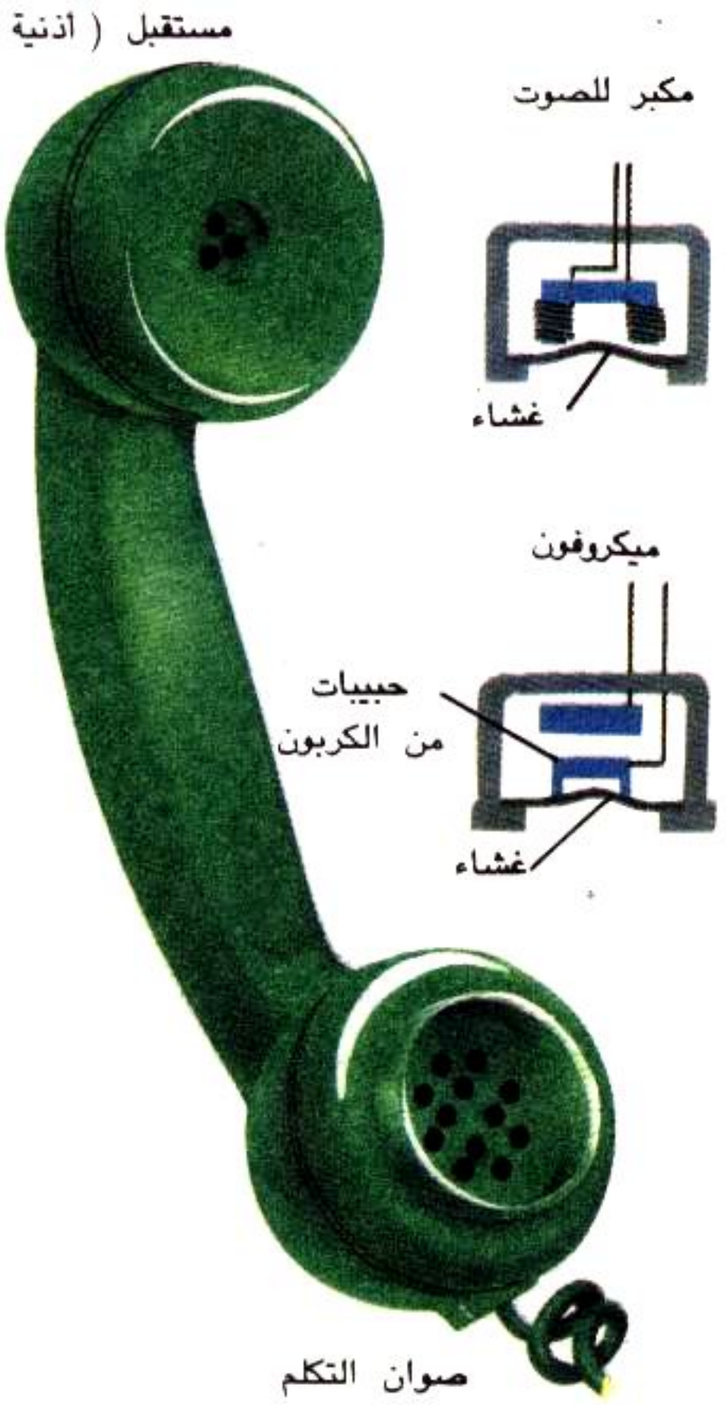


تسجيل الصوت

ينتقل الصوت بطيئا جدا ، اذا قورن بالضوء ، فهو ينتقل فى الهواء بسرعة تبلغ ٣٣٠ مترا فى الثانية تقريبا . أما الضوء فينتقل أسرع من هذا مليون مرة تقريبا . معنى هذا أن المشاهدين فى لقاء رياضى يرون الدخان الصادر من اطلاق المسدس الذى يشير الى بداية السباق ، وبعدها بنصف دقيقة تقريبا يسمعون صوت الاطلاق . ويحتاج الصوت الى وسط ينتقل خلاله ـ شىء كالهواء أو الماء . وعلى القمر مثلا لايوجد هواء ، وبالتالى لايوجد أى صوت . ولكن الضوء وموجات الراديو يمكنها الانتقال خلال الفضاء الفارغ ، ولهذا يتبادل رواد الفضاء الحديث بواسطة الراديو (اللاسلكى) .

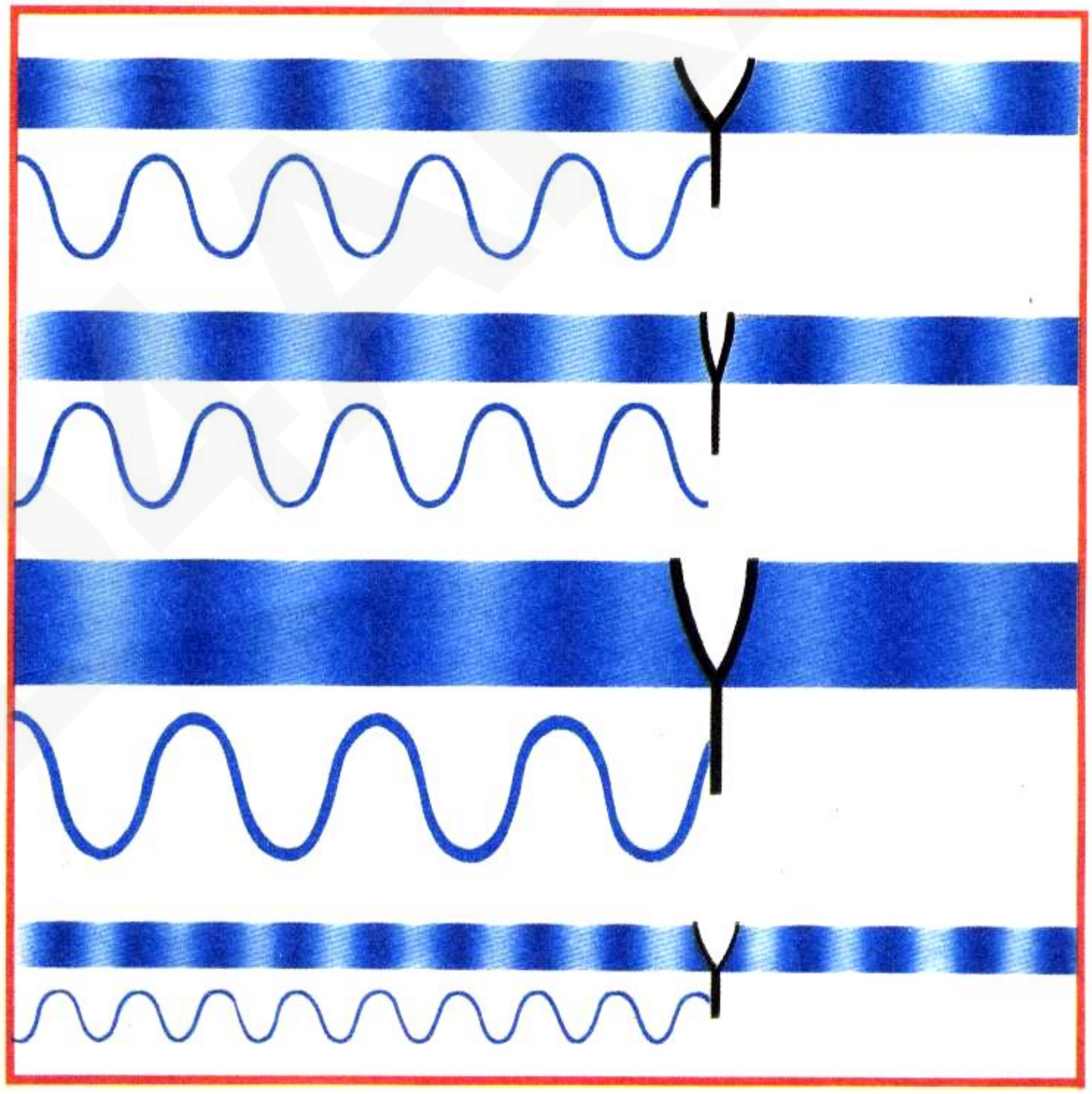
والصوت مفيد جدا تحت الماء . فيقوم جهاز دراسة الأعماق بطريقة الصدى (مسبار بالصدى) فى سفينة ما ، بارسال نبضات من الموجات الصوتية من أسفل السفينة . ثم ينتقل الصوت الى أسفل نحو قاع البحر ثم يرتد عائداً الى السفينة مرة أخرى . ويقوم المسبار (المجس) بالصدى عندئذ بحساب الزمن الذى استغرقه الصوت فى الذهاب الى القاع والعودة مرة أخرى الى السفينة . ومن هنا يمكن حساب عمق الماء تحت السفينة

ولكى يحدث الصوت ، لابد أن نجعل شيئا ما يتذبذب ـ مثل وتر الكمان . فإذا تذبذب شىء ما ، فإنه يجعل الهواء المحيط به يتذبذب . وتصل ذبذبات الهواء هذه الى طبلة الأذن وتجعلها تتذبذب بدورها وعندئذ نسمع الصوت .



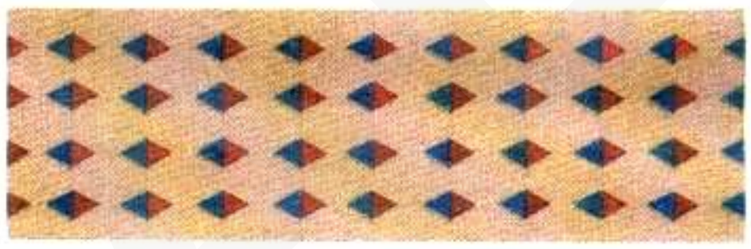
يحتوى الجزء الخاص بالكلام فى سماعة التليفون (صوان التكلم) على ميكرفون صغير بداخله . وموجات الصوت الصادرة من فم المتكلم تجعل غشاء رقيقا يتذبذب . وهذه الذبذبة تضغط على حبيبات من الكربون فى الميكروفون . وهناك تيار كهربائى يسرى فى الميكروفون تتغير شدته بواسطة هذه الحبيبات كلما تحدثنا . ويسرى هذا التيار المتغير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

ينتج الصوت حينما يتذبذب شىء ما . ولو أننا طرقنا شوكة رنانة ، فإن شعبتيها سوف تهتزان ، وعندما تتحركان الى الخارج فى الهواء فإن جزيئات الهواء تتضاغط . وتتكون منطقة **تضاغط** (١) . وحين ترتد الشعبتان الى الداخل ، فإن جزيئات الهواء تتباعد . وتتولد منطقة **تخلخل** (٢) . وتتحرك مناطق التضاغط والتخلخل هذه خلال الهواء . وينشأ مانسمية بموجات الصوت . واذا طرقنا الشوكة الرنانة بصورة أكثر عنفا ، فإن التضاغطات تكون أكبر ويكون الصوت أعلى (٣) . اما اذا طرقنا شوكة أصغر من الأولى ، فإن تردد الذبذبة يكون أعلى ويسمع صوت عال حاد (٤) .



التسجيل على شريط

في اى 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 راس المحو بازالة أى تسجيل قديم من على الشريط ، ذلك بجعل الشريط يمر بتيار سريع التغير . أما راس التسجيل فينشىء تيارا متغيرا يناظر الصوت أو الموسيقى المراد تسجيلها . ويقوم هذا التيار بمغنطة الشريط وحين يعاد تشغيل الشريط ، فان راس التشغيل (الاستماع) تلتقط الاشارات المغناطيسية من على الشريط . وتتحول هذه الاشارات الى تيار كهربائى يتم تكبيره فيصبح نسخة من الصوت الاصلى . ولمعظم المسجلات فى البيوت راسان فقط ـ راس للمحو ، وراس يقوم بعمليتى التسجيل واعادة التشغيل (الاستماع) .



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

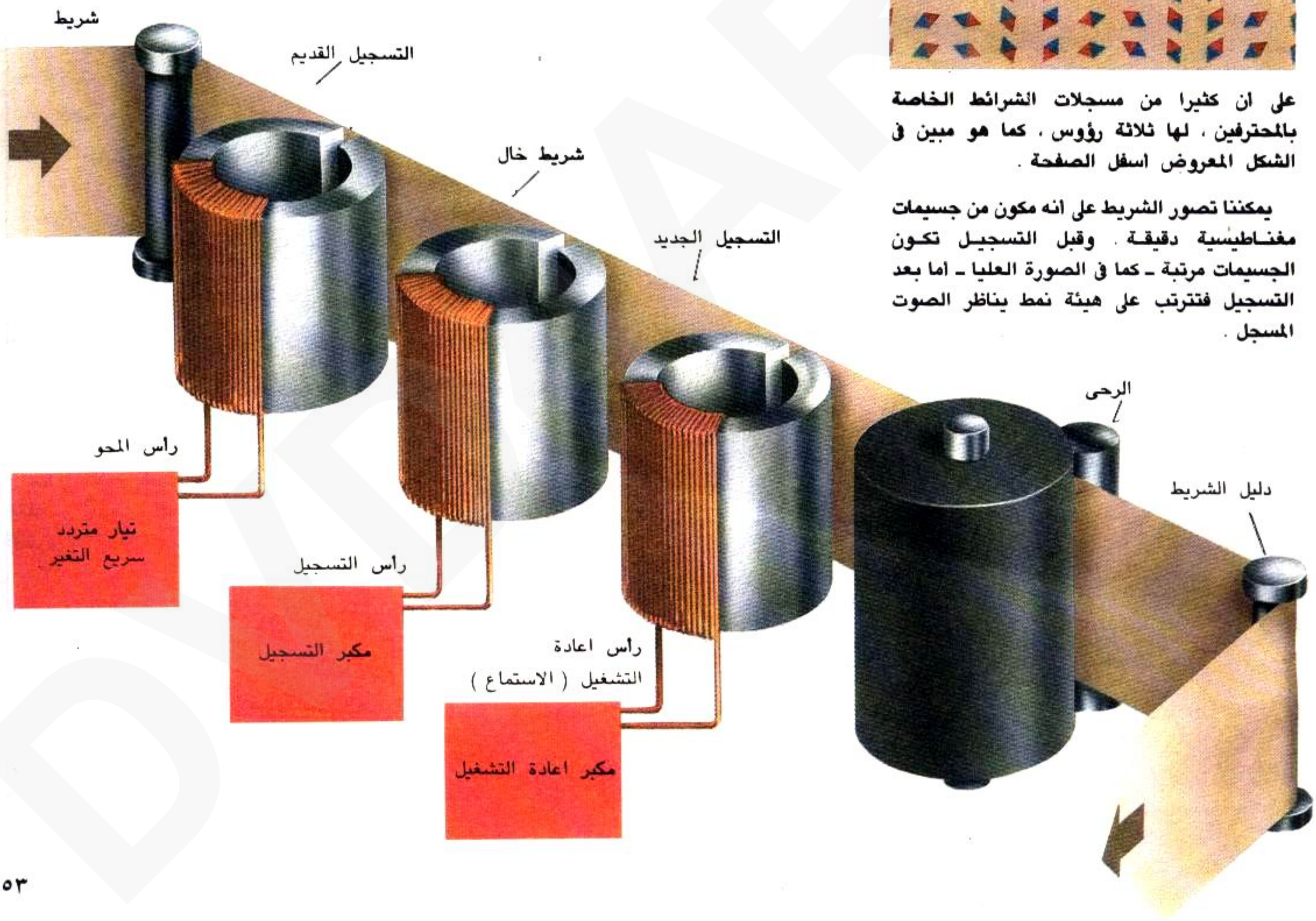
يمكننا تصور الشريط على انه مكون من جسيمات مغناطيسية دقيقة . وقبل التسجيل تكون الجسيمات مرتبة ـ كما فى الصورة العليا ـ أما بعد التسجيل فتترتب على هيئة نمط يناظر الصوت المسجل .

تسجيل الصوت على اسطوانة

فى عام ١٨٧٧ ، أنشد توماس اديسون المخترع الأمريكى العظيم أنشودة « مارى وحملها الصغير » (وهى من أغانى الأطفال الشهيرة) داخل أنبوبة . وكان طرف الأنبوبة ينتهى بقرص معدنى رقيق يهتز كلما تكلم اديسون . وكان القرص يتصل بابرة تهتز بدورها مع القرص وقد وضعت الأبرة 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 « مارى وحملها الصغير » لقد اكتشف اديسون كيفية تسجيل الصوت .

أما اليوم ، فإن الاسطوانات الفوتوغرافية تصنع ويعاد تشغيلها بواسطة الكهرباء . والأخاديد المحفورة على سطح الأسطوانة ، دقيقة جدا وتستمر فى الشتغيل 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 اللاكيه الأملس . ويستخدم هذا القرص الأصلى فى صناعة عدد كبير من اسطوانات الفوتوغراف .

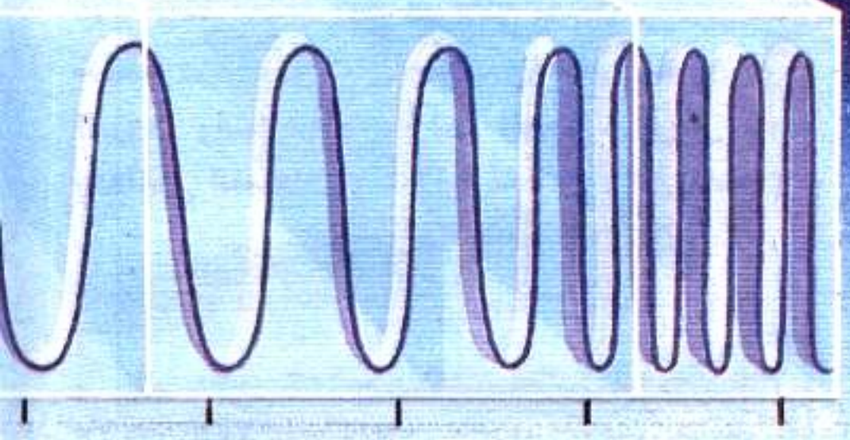
وتصنع الاسطوانات ذات الصوت المجسم باستخدام ميكروفونين ، يقوم كل منهما بالتقاط أصوات معينة . وتحفر هذه الأصوات المنفصلة على كل من جانبى أخاديد الأسطوانة . وتكون النتيجة صوتا أتم وأغنى .

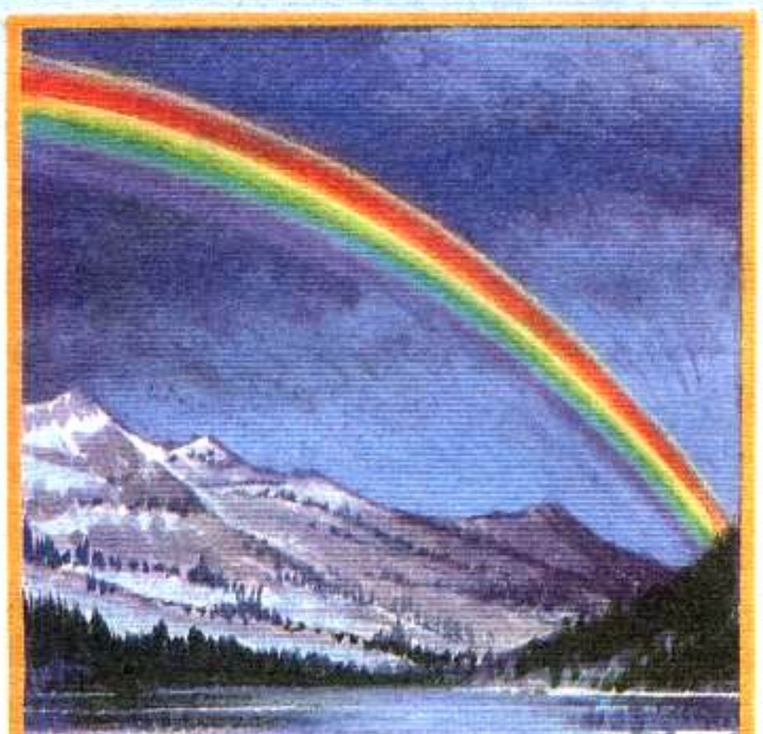


عبر الطيف

تصدر الشمس بشكل مستمر ، كميات هائلة من الطاقة على هيئة موجات . وتشمل هذه الموجات أشعة الضوء المرئية التى نستطيع رؤيتها . والأشعة الأخرى هى الأشعة تحت الحمراء (الحرارة) ، والأشعة فوق البنفسجية ، وموجات الراديو ، والأشعة السينية (أشعة X) وأشعة جاما . وكل هذه الموجات صور مختلفة من **الاشعاع الكهرمغناطيسى** وتنتقل كلها بنفس السرعة ـ وهى ٣٠٠ ٠٠٠ كيلومتر فى الثانية ـ أى بسرعة الضوء .

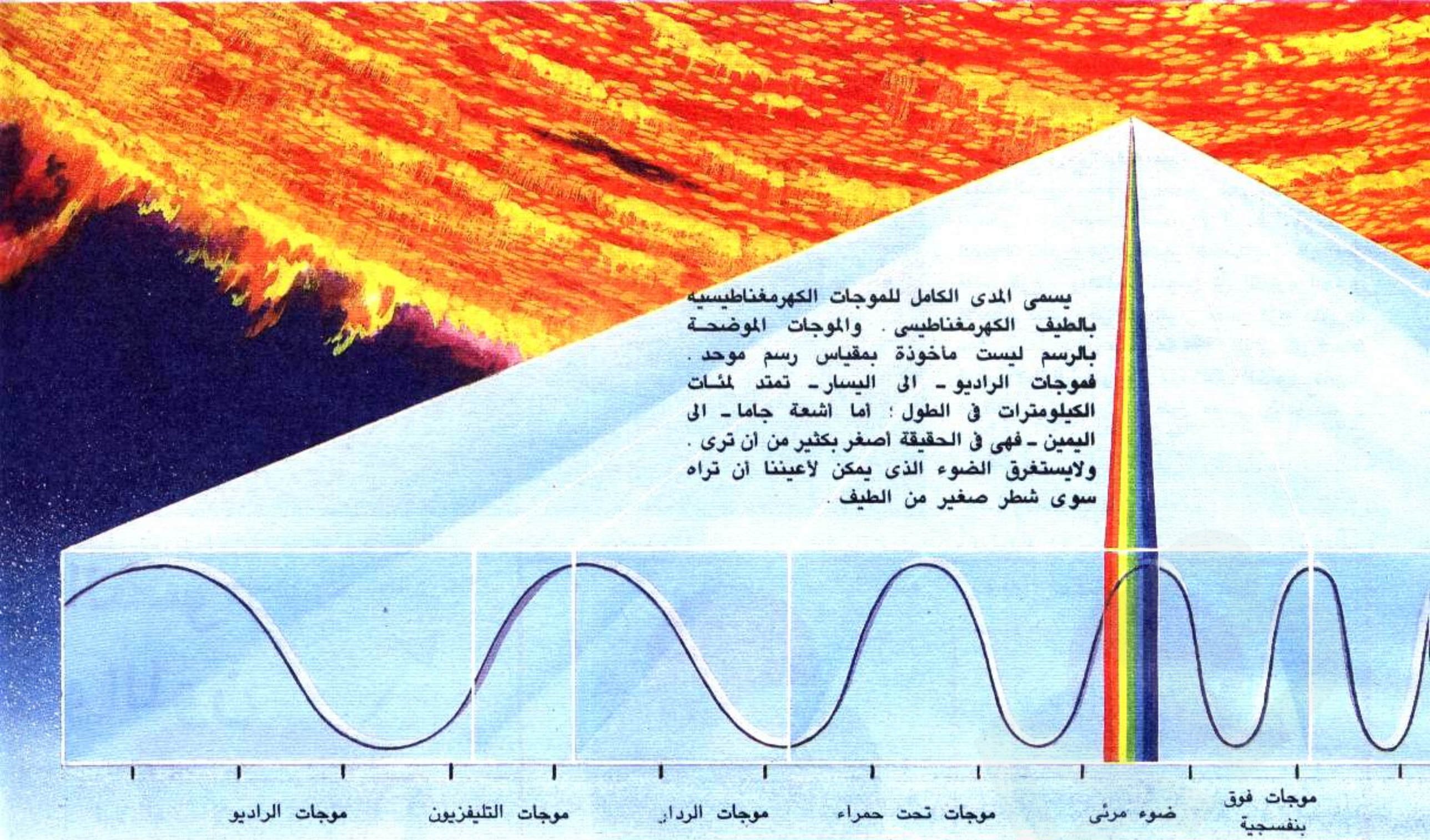
على أن هناك اختلافا هاما واحدا بين هذه الموجات المتعددة : فلكل منها **طول موجى** مختلف ـ وهو المسافة بين بداية موجة معينة وبداية الموجة التى تليها . وأشعة جاما لايزيد طول موجتها عن جزء من بليون جزء من السنتيمتر ، أما موجات الراديو ، فقد يصل طولها الى عدة كيلومترات .



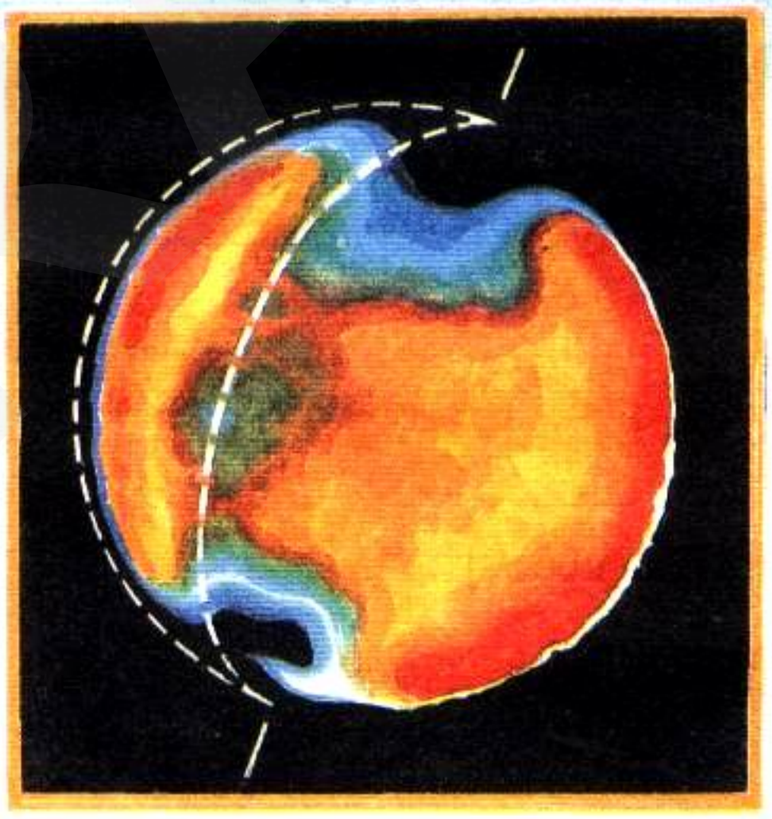


عندما تنفجر قنبلة ذرية ، ينتج عنها كميات هائلة من الموجات الحرارية والاشعاعات الخطيرة الاخرى .

أسفل يسار : يتمثل أحد الاستخدامات العديدة للأشعة فوق البنفسجية فى الكشف عن التزييف فهناك مواد فلورية موجودة دائما فى مواد مثل الأحبار ، واذا حدث اختلاف ولو طفيف ، فإنه يظهر بوضوح فى الضوء فوق البنفسجى .



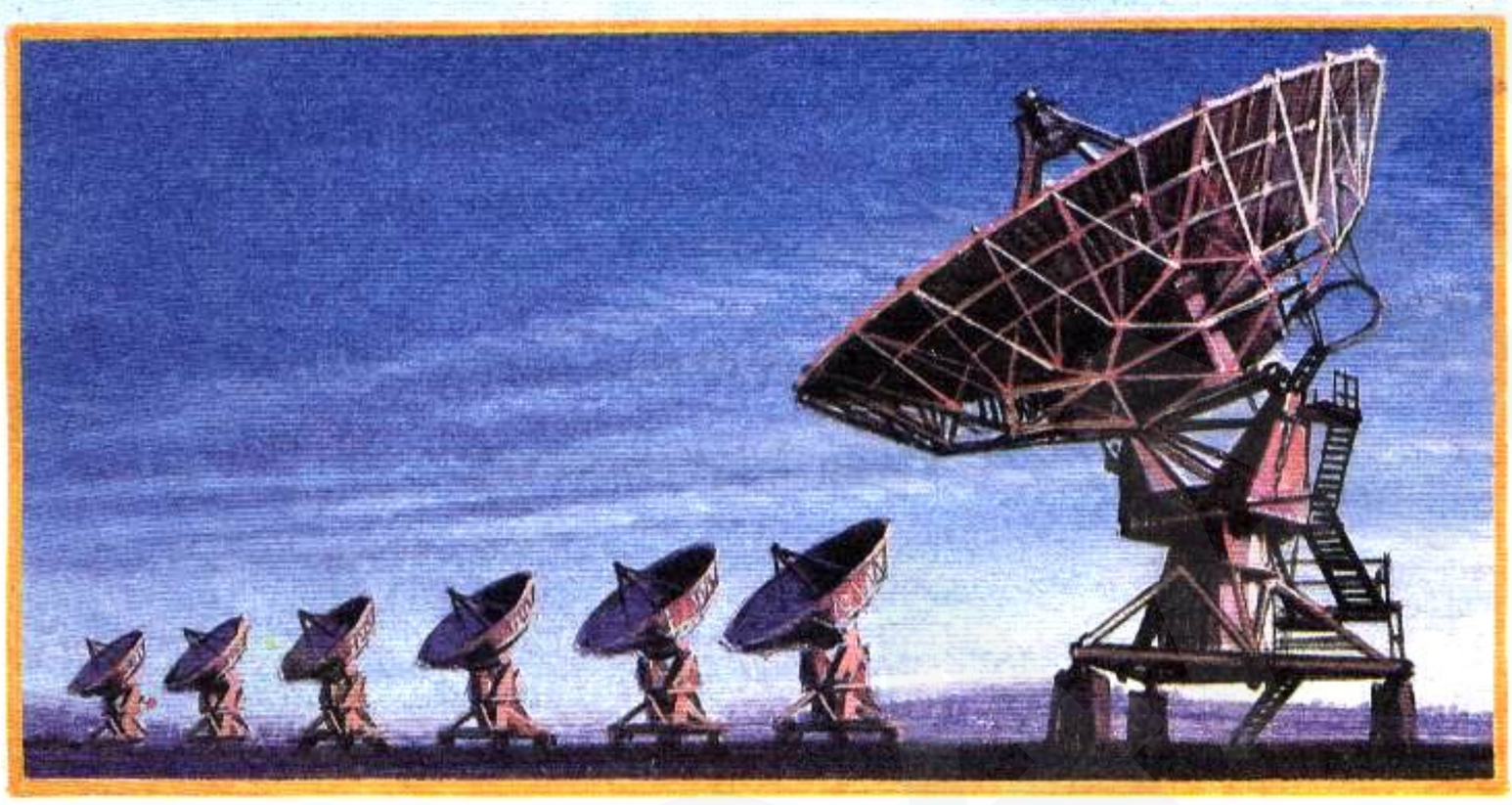
يسمى المدى الكامل للموجات الكهرمغناطيسيه بالطيف الكهرمغناطيسى . والموجات الموضحة بالرسم ليست مأخوذة بمقياس رسم موحد . فموجات الراديو ـ الى اليسار ـ تمتد لمئات الكيلومترات فى الطول ؛ أما أشعة جاما ـ الى اليمين ـ فهى فى الحقيقة أصغر بكثير من أن ترى . ولايستغرق الضوء الذى يمكن لأعيننا أن تراه سوى شطر صغير من الطيف .



فوق : صورة بالأشعة تحت الحمراء مأخوذة للأرض من الفضاء .

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

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



تعتبر تليسكوبات اللاسلكى هامة جدا فى الفلك . اذ تلتقط صفحتها الضخمة اشارات اللاسلكى من السماء .

يتحلل الضوء المرئى القادم من الشمس الى ألوان قوس قزح ـ من البنفسجى فى طرف من الأطراف الى الأحمر فى الطرف الآخر . وتسمى منطقة الاشعاع التى تعلو الأحمر مباشرة بالمنطقة تحت الحمراء . حيث يكون الطول الموجى أطول من الضوء الأحمر ولايمكن رؤيتها . وان كان يمكننا الاحساس بها على هيئة حرارة . ثم تأتى موجات الراديو بعد الموجات تحت الحمراء .

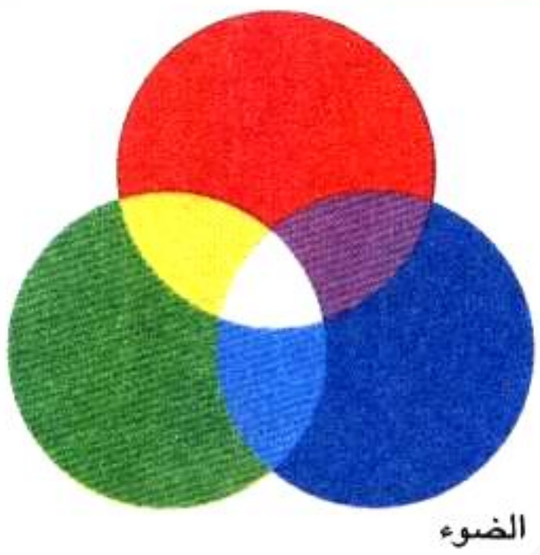
ويأتى الاشعاع فوق البنفسجى تحت الضوء البنفسجى . والأشعة فوق البنفسجية تصدر عن الشمس . وهذه الأشعة تنفذ من جلودنا وتصل الى الأعصاب التى تقع تحت سطح الجلد ، ثم تأتى الأشعة السينية ، أو أشعة أكس (X) تحت الأشعة فوق البنفسجية وهذه الأشعة يستخدمها الأطباء لرؤية ما بداخلنا .

كان اسحق نيوتن هو أول من درس الضوء وأخبر الناس عن كيفية عمله . ففى عام ١٦٦٥ وجه العالم الكبير شعاعا من الضوء ليمر خلال منشور زجاجى ، كالمرسوم الى اليمين فى الشكل . ووجد أن الضوء الخارج من المنشور قد تحلل الى كل ألوان قوس قزح . واكتشف نيوتن أن الضوء العادى 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 موجى خاص به .

الضوء واللون

لولا الضوء لانتهت 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 **كهرمغناطيسية** 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 الموجى هام جدا لأنه هو الذى يحدد حجم الأشياء التى نستطيع أن نراها خلال الميكروسكوب . فإذا نظرنا الى أى جسم له تقريبا نفس أبعاد الطول الموجى للضوء من خلال ميكروسكوب قوى ، فإنه يبدو مشوشا .



مزج الضوء

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

مزج الألوان

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

الضوء غير المرئى

تستطيع بعض الحيوانات رؤية أنواع مختلفة من الضوء . وأغلب البشر يستطيعون رؤية كل الألوان من الأحمر مرورا 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 زجاجى . وقد وجدوا أن الترمومتر حين يتحرك من الطرف البنفسجى الى الطرف الأحمر ، فإن درجة الحرارة ترتفع ارتفاعا طفيفا . ولكن مايثير الدهشة أكثر هو أن الترمومتر حين وضع فيما بعد الأحمر ، حيث لايوجد ضوء مرئى ، فإن درجة الحرارة صارت أعلى . أى أن هناك 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 لايستطيع الانسان ذلك .

وينتقل الضوء فى خطوط مستقيمة بسرعة تبلغ ٣٠٠٠٠٠ كيلومتر فى الثانية . وان كانت هناك طرق عديدة لجعل الضوء يغير اتجاهه .

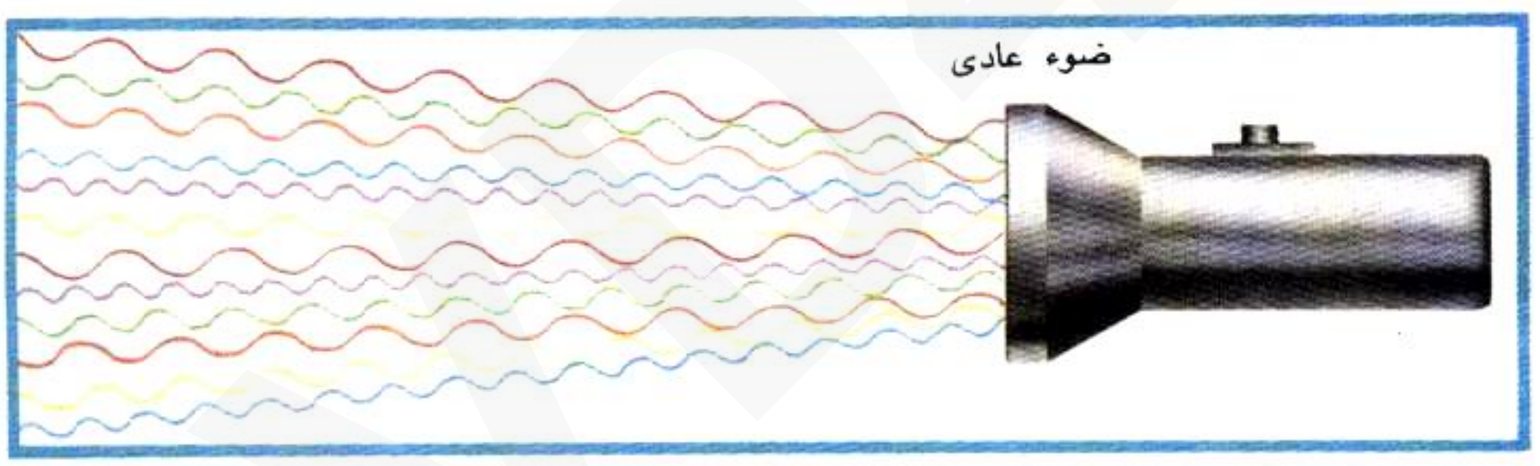
واحدى هذه الطرق هى فى جعله يرتد من سطح شىء ما . وهذا مايسمى **بالانعكاس** . ونحن نستطيع أن نرى القمر والكواكب الأخرى لأنها تعكس ضوء الشمس . اذ أنها لاتصدر ضوءا خاصا بها .

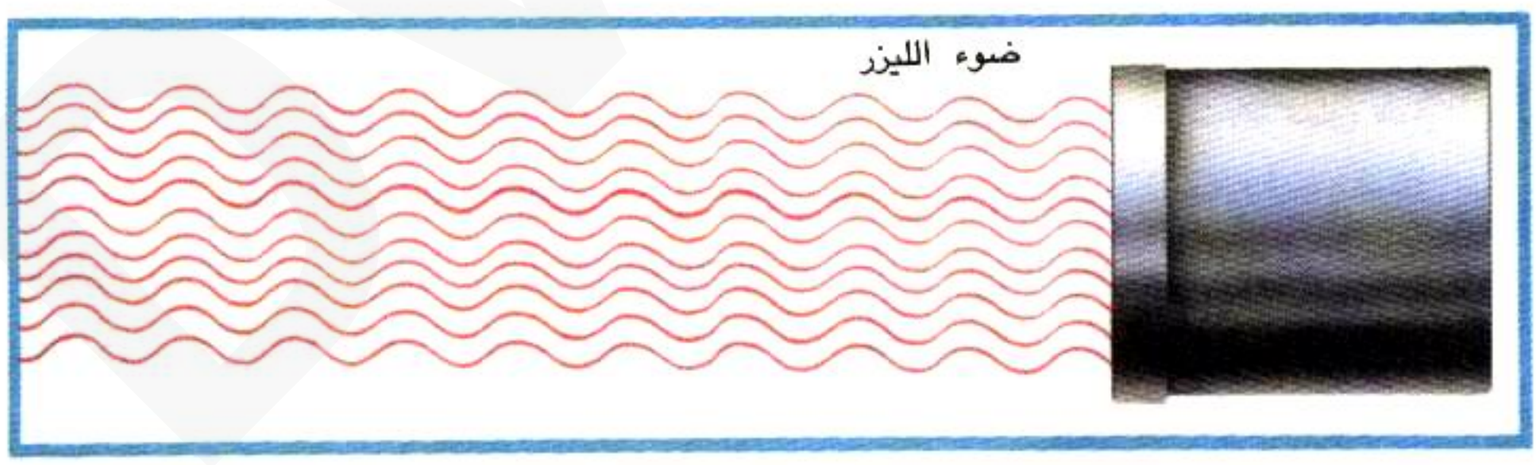
انه يبدو مستقيما

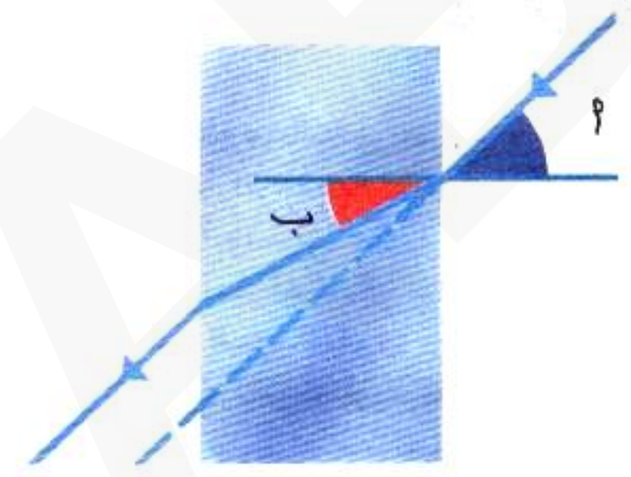
ضع قطعة عملة داخل فنجان ثم حرك رأسك الى الوراء حتى تختفى القطعة ، ولا تستطيع عيناك أن ترياها . والآن : احتفظ برأسك ثابتا فى موضعه ثم صب بعض الماء فى الفنجان . وستجد لدهشتك أن القطعة ظهرت . ان السبب فى هذا السحر انما هو **الانكسار** . فالانكسار يجعل شعاع الضوء ينحنى عندما يمر من مادة الى أخرى . وعندما يغادر شعاع الضوء الصادر من القطعة المعدنية الماء ويدخل فى الهواء ، فإنه ينحنى بحيث يمكنك أن ترى قطعة العملة . وتبدو القطعة كما لو كانت تقع على امتداد الخط المنقط المرسوم فى الشكل الأسفل . وتعتمد درجة انكسار الضوء على أمرين : الزاوية التى يسقط بها الضوء على المادة الثانية ، والسرعة التى ينتقل بها الضوء . واذا انتقل الضوء مستقيما من مادة الى أخرى وبزوايا قائمة فانه لن يكون هناك انكسار . ولو أنك وضعت العملة فى الفنجان ثم نظرت اليها من أعلى عموديا عليها فى أثناء صب الماء فان العملة لن يبدو عليها أنها تتحرك . والضوء ينتقل أسرع ما يمكن فى الفراغ (فضاء فارغ) . وهو ينتقل فى الهواء بنفس السرعة تقريبا . أما فى الماء والزجاج ، فان الضوء يبطىء قليلا من سرعته . وينتقل الضوء خلال بعض أنواع الزجاج ـ فى الواقع ـ بنصف سرعته فى الفراغ التى هى ٣٠٠٠٠٠ كيلومتر فى الثانية .

ضوء خاص جدا

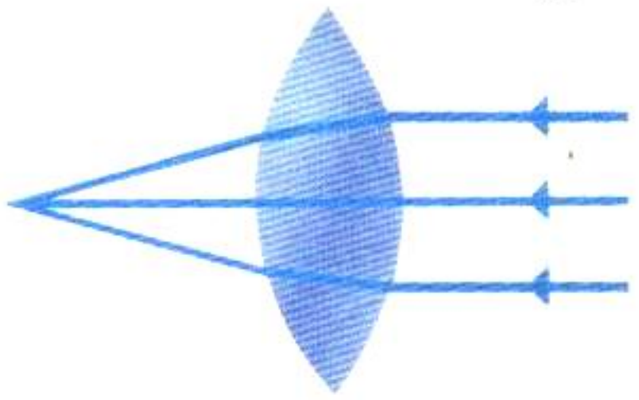
الليزر هو واحد من أهم اختراعات القرن العشرين . وشعاع الليزر هو شعاع من ضوء فائق النقاء . وقد رأينا كيف أن الضوء العادى يتكون من كل ألوان قوس قزح . ولكل لون طول موجى مختلف . أما شعاع الليزر فموجاته كلها لها نفس الطول . وترتفع موجاته وتنخفض كلها معا . وهذا مايجعل شعاع الليزر الضيق قويا للغاية . وقد كانت قوة الليزر ودقته هى السبب فى جعله يستخدم فى كثير من التطبيقات . فهو قادر على عمل ثقب صغير جدا فى قطعة من الماس ، وأن يقطع الصلب الى شرائح ، وأن يساعد فى العمليات الجراحية الدقيقة ، وأن يحمل آلاف المكالمات التليفونية داخل ألياف دقيقة من الزجاج .



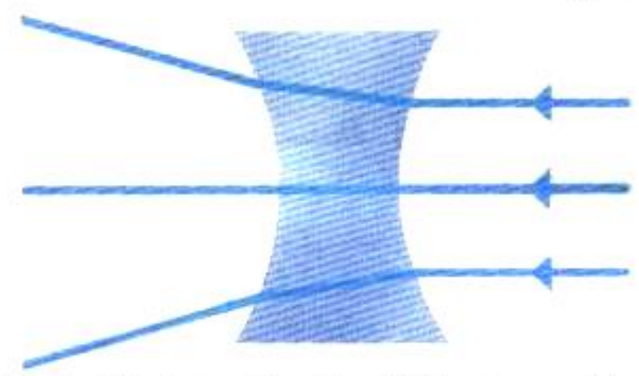




عندما يمر الضوء خلال قطعة من الزجاج فإنه **ينكسر** . وتسمى الزاوية (أ) **زاوية السقوط** . أما الزاوية (ب) **زاوية الانكسار** (وهى الزاوية التى ينحنى بها الشعاع) .



ينحنى الضوء فى **العدسات** . وعدسة لها شكل كالتى بالرسم الى أعلى (عدسة محدبة) تجعل أشعة الضوء تتجمع فى نقطة تسمى **البؤرة** . وعدسة التكبير تكون عادة عدسة **محدبة** .



العدسات المقعرة كالتى تراها فوق هذا الكلام تجعل أشعة الضوء تتفرق . واذا نظرت خلال احدى هذه العدسات ، لرأيت الأشياء تبدو أصغر . وتستخدم العدسات من هذا النوع بصورة دائمة تقريبا ، مع عدسات اخرى .

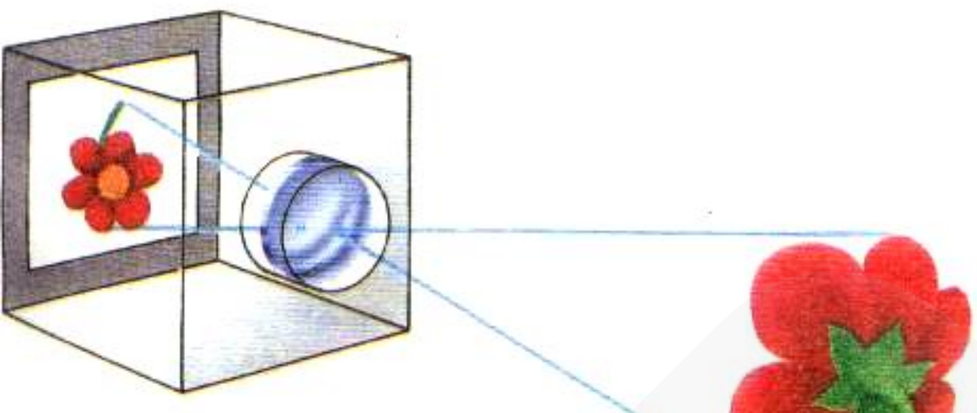
الكاميرا المبينة الى اليمين هى كاميرا من نوع الريفليكس (ذات المرآة العاكسة) وبها عدسة منفردة قطرها ٣٥ مم . كما أن بها مجموعة من المرايا والعدسات تسمح للشخص الذى يلتقط الصور أن يرى الموضوع المراد تصويره خلال عدسة الكاميرا . ويمكن فك عدسة الكاميرا ووضع عدسة اخرى مكانها كالتى تستخدم لالتقاط مناظر ذات زوايا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

والیوم تحتوى الكاميرات الحديثة على العديد من العدسات الزجاجية (فوق) . وهى تسمى عدسات مركبة وتعطى صورا معالمها أكثر وضوحا من صور العدسة المنفردة . ولمعظم الكاميرات أداة خاصة لضبط البعد البؤرى . وهذه الأداة هى التى تجعل العدسة تقترب أو تبتعد عن الجسم المراد تصويره . ونحن « نضبط البعد البؤرى » للكاميرا على الجسم لكى نحصل على صورة محددة المعالم وواضحة ، وذلك بلف العدسة الى الداخل أو 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 ـ يلزمنا شيئان هما الضوء ، ومادة حساسة للضوء .

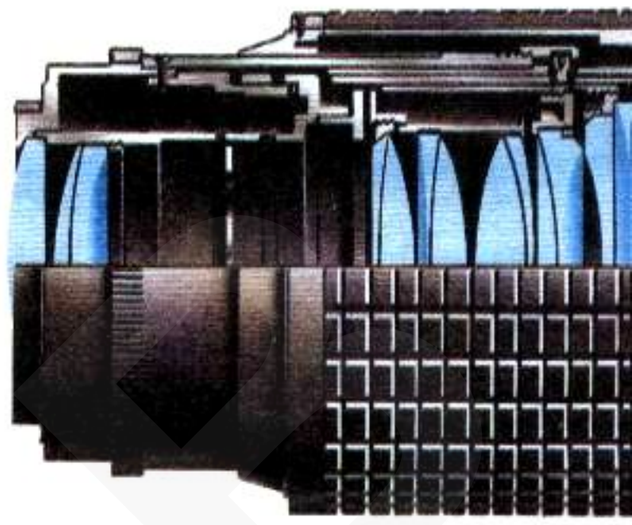
ولكى نحصل على صورة بالأبيض والأسود بواسطة آلة تصوير (كاميرا) بسيطة ، فاننا نضع بداخلها فيلما . والفيلم هو فى العادة لفافة من البلاستيك المغطى بطبقة رقيقة من مادة تتغير حين يسقط عليها الضوء . وتمد لفافة البلاستيك بين بكرتين داخل الكاميرا . وعند جذب رافعة أو ادارة مفتاح فاننا نلف جزءا لم يتعرض للضوم من الفيلم ليصبح فى الوضع الصحيح داخل ظلام الكاميرا (أنظر 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 لكى 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 .

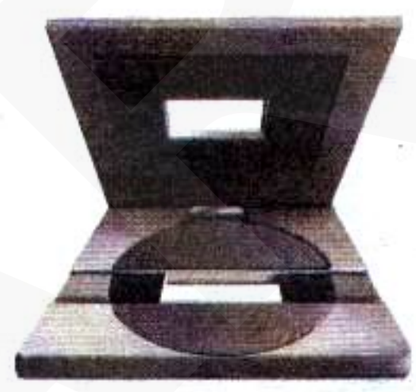
هناك طريقة بسيطة لالتقاط الضوء والتحكم فيه ، وذلك باستخدام الكاميرا ذات الثقب الصغير . وهى مجرد صندوق محكم لايتسرب الضوء الى داخله ، وبأحد أطرافه ثقب صغير جدا . والضوء المنعكس من زهرة مثلا (انظر للصورة) ينتقل خلال الثقب فيكون صورة مقلوبة للزهرة عند ظهر الصندوق . على أن الصورة تكون معتمة الى حد ما ، ولذا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

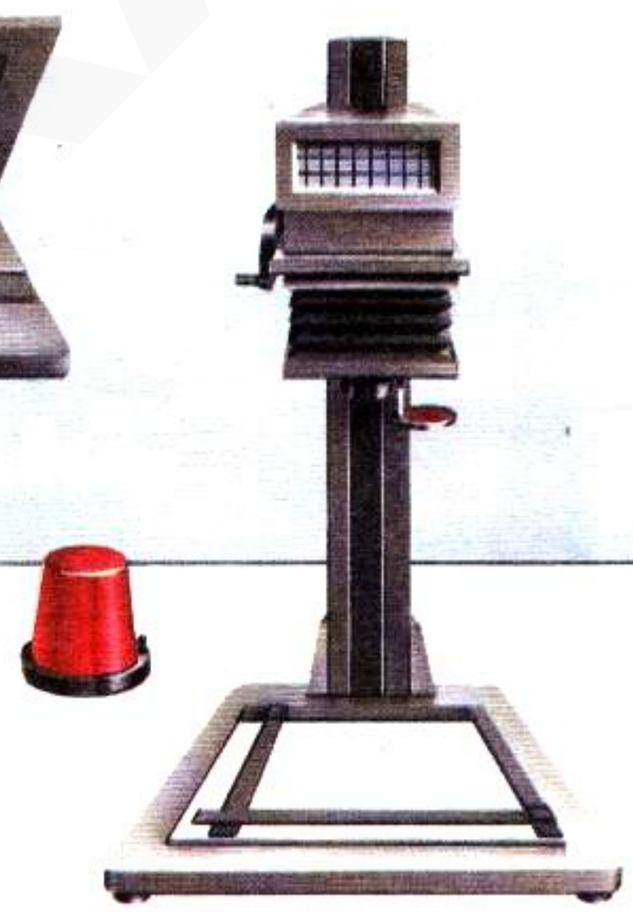


فتحة العدسة

الفتحة هى حجم ثقب الحاجز . ويمكن فى معظم الكاميرات تغيير حجم هذا الثقب بل ويمكن اغلاق الحاجز لكى نسمح بقدر ضئيل فقط من الضوء داخل الكاميرا (١) . وحين يكون الحاجز مفتوحا تماما (٤) ، فإن كمية ضخمة من الضوء تمر خلاله . وتقاس قيمة الفتحة « بأرقام ب » ـ وحين يكون الرقم صغيرا ـ ٢ مثلا ـ فان معنى ذلك أن الفتحة واسعة جدا . أما الرقم الكبير ـ ١٦ مثلا ـ فيعنى فتحة صغيرة جدا وهناك مزايا فى استخدام فتحة صغيرة . فالجسم البعيد عن الكاميرا يصبح محدد المعالم ، وواضحا تماما لأنه يكون فى البؤرة . ونفس الشىء يحدث بالنسبة للشىء القريب جدا من الكاميرا . أما اذا استخدمت فتحة كبيرة ، فإن الأجسام الواقعة فى مقدمة الصورة وخلفيتها تبدو مشوشة.

يتم تحميض الصور بمجرد التقاطها فى غرفة مظلمة ـ ويستخدم ضوء احمر صغير فقط يسمى ضوء الأمان . ويلزم فى غرفة التحميض عادة ثلاث صوان . تحتوى الأولى على المظهر (الذى يظهر الصورة) ، أما الثانية فتحتوى على محلول يوقف عمل المظهر ، والثالثة تحتوى على المثبت الكيماوى الذى يجعل الفيلم غير حساس للضوء . والشىء المبين إلى اليمين هو اطار ذو قناع يستخدم لتثبيت الورقة الحساسة أثناء الطبع . أما الى اقصى اليمين فيظهر المكبر الذى يستخدم فى طبع صور أكبر من السلبى (النيجاتيف) .





فتبدأ الصور فى الظهور . ويصبح الفيلم الآن « سلبيا » ـ أى أن المساحات الداكنة فى الصورة تكون فاتحة والمساحات الفاتحة فى الصورة تظهر قاتمة .

ولطبع الفيلم فاننا نجعل الضوء يسطع على الفيلم السلبى (النيجاتيف) ويتخلله ، ليسقط على ورق الطبع . والكيماويات الموجودة فى ورق الطبع هى التى تجعل الصور تبدو كما رأتها الكاميرا تماما .

الراديو والتليفزيون

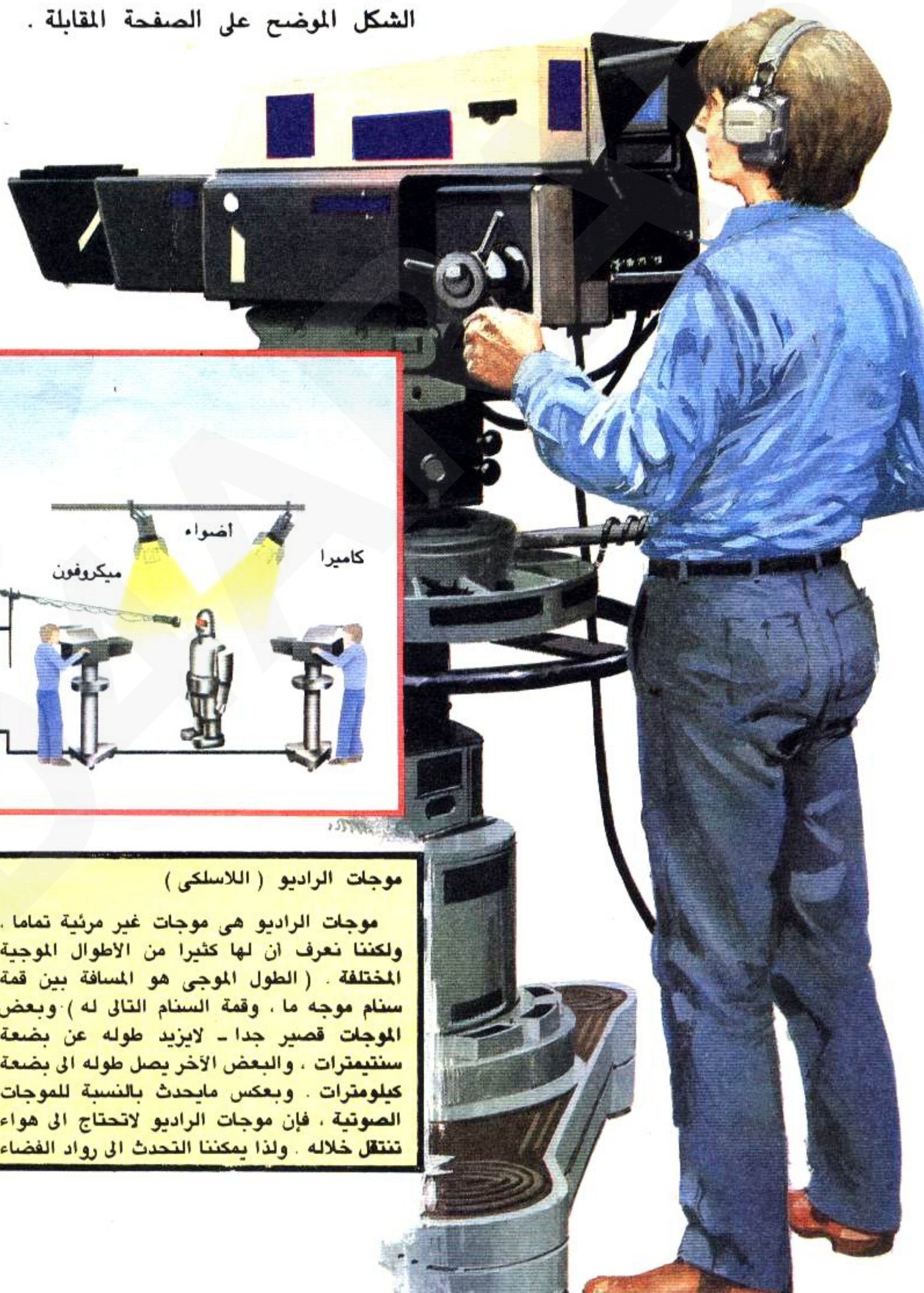
داخل الكاميرا

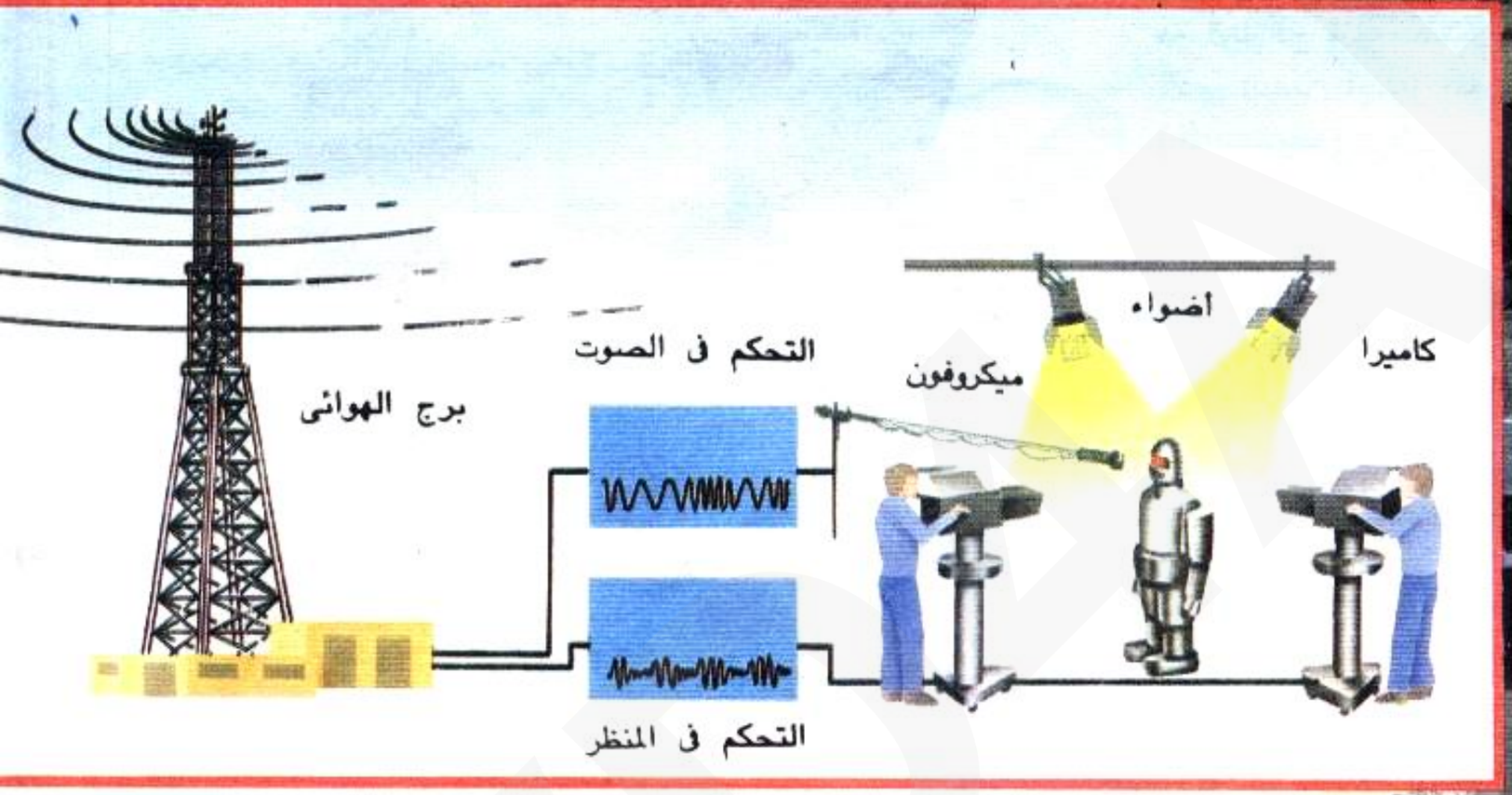
ان عمل كاميرا التليفزيون هو تحويل الصورة التى نراها الى اشارات كهربائية يمكن ارسالها . وتحتوى الكاميرا فى التليفزيون الملون عادة على ثلاثة أنابيب منفصلة بداخلها . وتقوم هذه الأنابيب بتفريق الضوء الصادر من الصورة الى ثلاثة أجزاء ـ جزء أحمر وجزء أخضر وجزء أزرق . وتتم عملية التفريق هذه بواسطة مرايا خاصة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

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

من الأستديو الى المنزل

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





موجات الراديو (اللاسلكى)

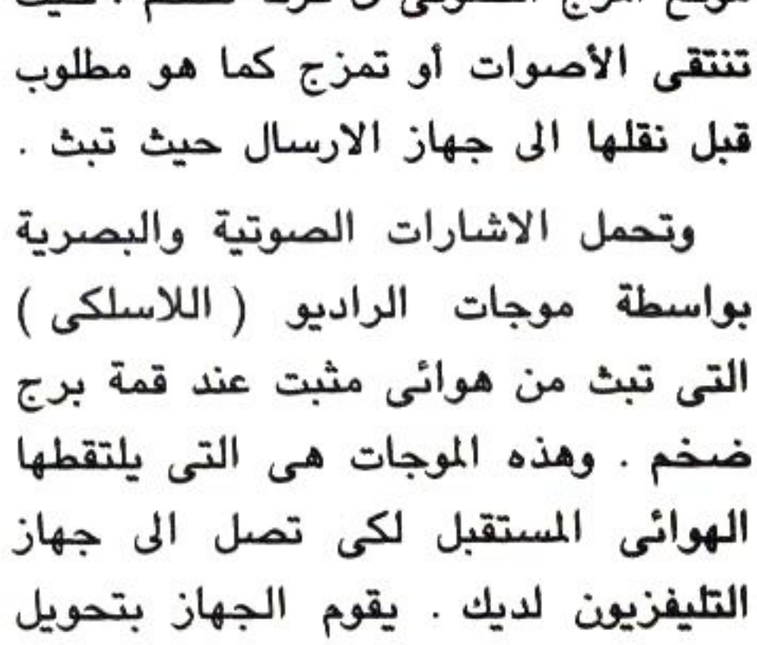
موجات الراديو هى موجات غير مرئية تماما . ولكننا نعرف أن لها كثيرا من الأطوال الموجية المختلفة . (الطول الموجى هو المسافة بين قمة سنام موجه ما ، وقمة السنام التالى له) وبعض الموجات قصير جدا ـ لايزيد طوله عن بضعة سنتيمترات ، والبعض الآخر يصل طوله الى بضعة كيلومترات . وبعكس مايحدث بالنسبة للموجات الصوتية ، فإن موجات الراديو لاتحتاج الى هواء تنتقل خلاله . ولذا يمكننا التحدث الى رواد الفضاء 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 فى الجهاز تتخلص من الموجة الحاملة ثم تقوم بنقل الاشارات الخاصة باصوات الأشخاص او الموسيقى الى مكبر الصوت لتصبح مسموعة .

شاشات التليفزيون . وتعرض كل شاشة الصورة الواردة من كل كاميرا على حدة .

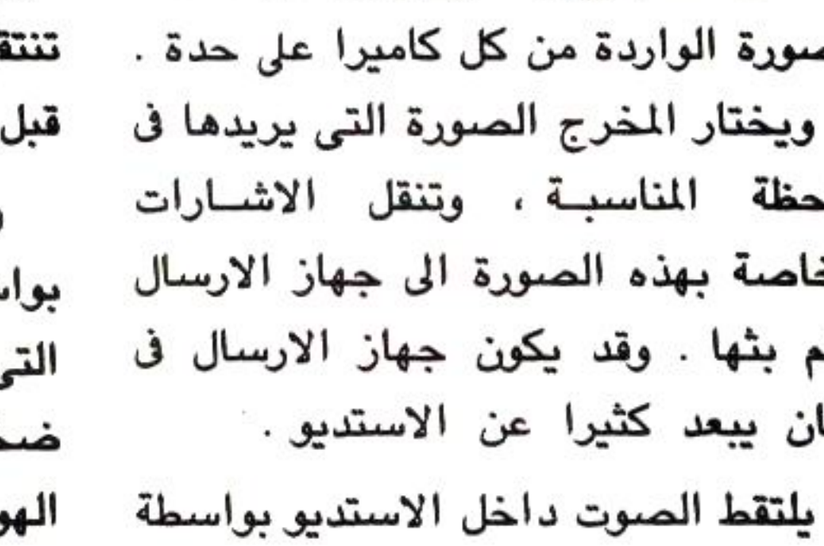
ويختار المخرج الصورة التى يريدها فى اللحظة المناسبة ، وتنقل الاشارات الخاصة بهذه الصورة الى جهاز الارسال ليتم بثها . وقد يكون جهاز الارسال فى مكان يبعد كثيرا عن الاستديو .

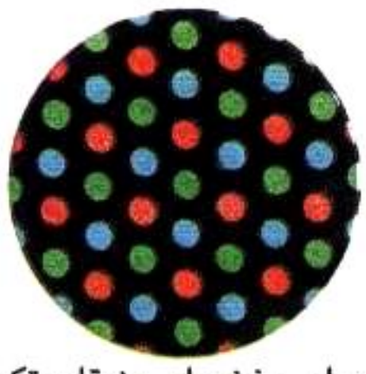
يلتقط الصوت داخل الاستديو بواسطة ميكروفونات . وهى أيضا قد تكون متعددة . وتقوم الميكروفونات بتحويل الصوت الى اشارات كهربائية تنتقل الى موقع المزج الصوتى فى غرفة تحكم ، حيث تنتقى الأصوات أو تمزج كما هو مطلوب قبل نقلها الى جهاز الارسال حيث تبث .

وتحمل الاشارات الصوتية والبصرية بواسطة موجات الراديو (اللاسلكى) التى تبث من هوائى مثبت عند قمة برج ضخم . وهذه الموجات هى التى يلتقطها الهوائى المستقبل لكى تصل الى جهاز التليفزيون لديك . يقوم الجهاز بتحويل الاشارات مرة أخرى الى صورة وصوت يمكنك رؤيتها وسماعها .

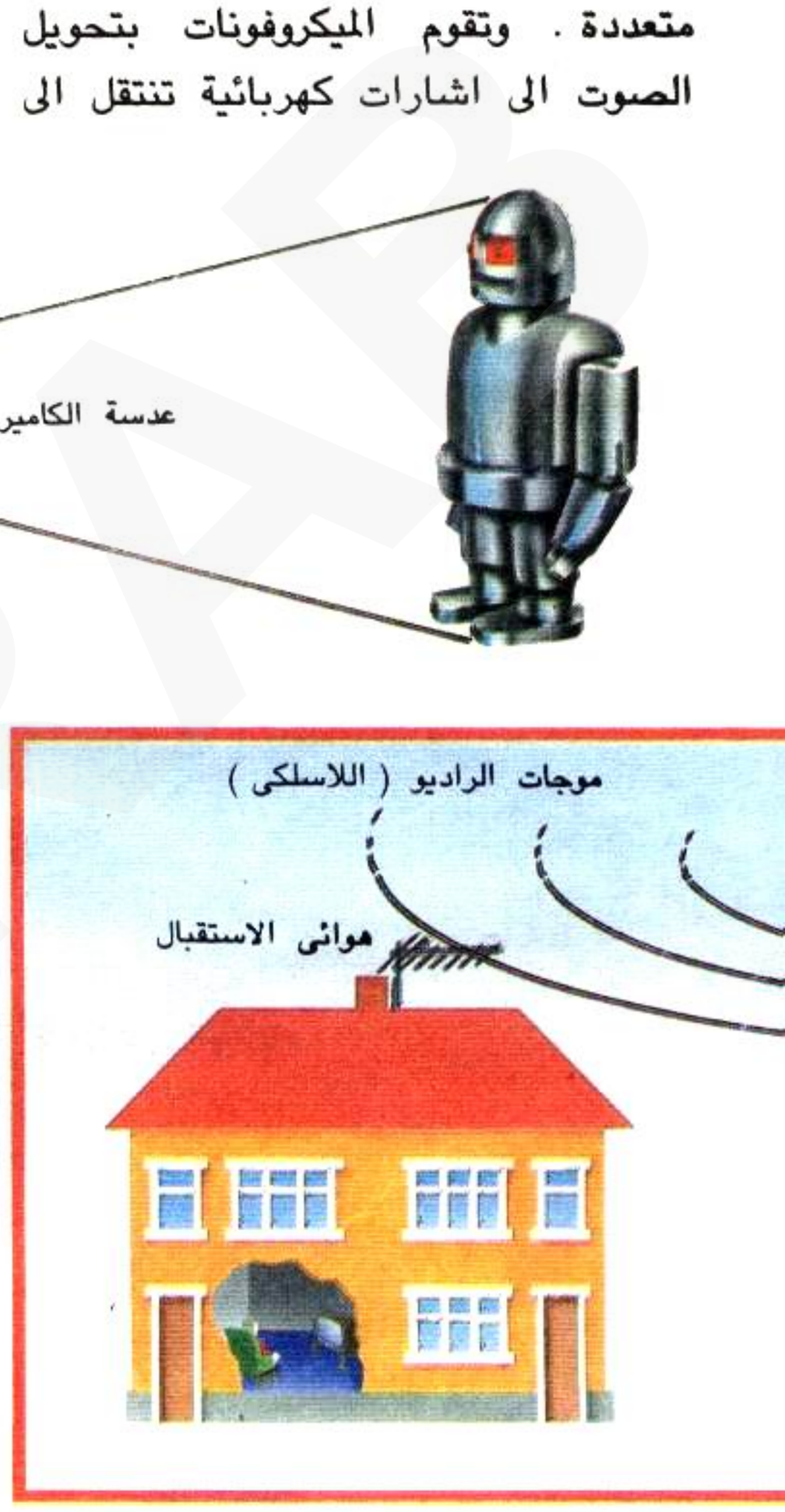


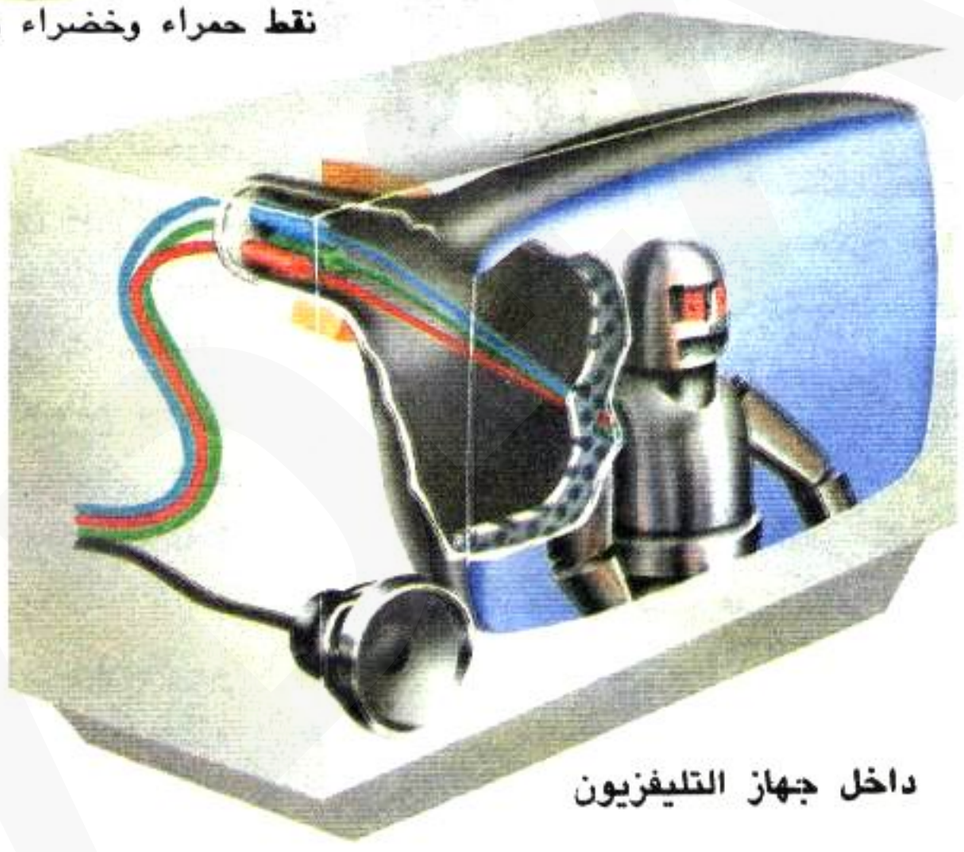
داخل كاميرا التليفزيون





نقط حمراء وخضراء وزرقاء تكون الصورة

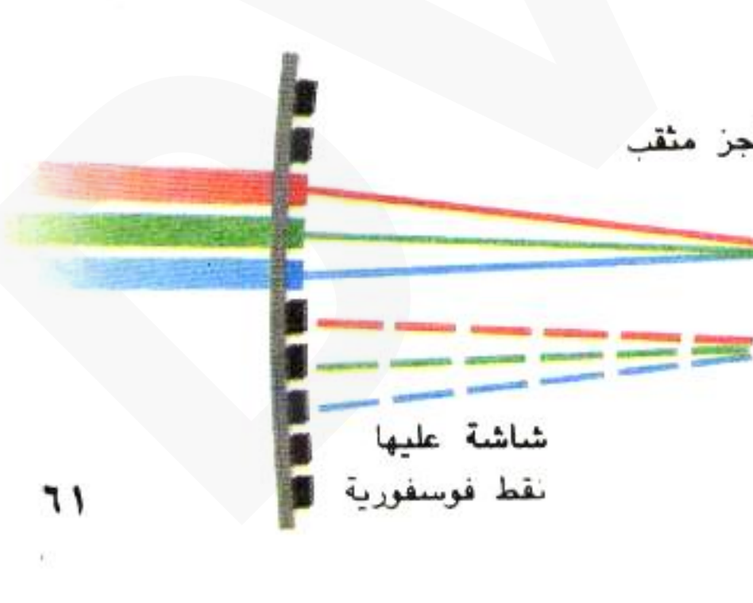




داخل جهاز التليفزيون

داخل جهاز التليفزيون

عندما تصل اشارات الصورة الى جهاز التليفزيون لديك فإنها تفصل عن الموجات اللاسلكية التى حملتها ثم توجه نحو أنبوبة أشعة المهبط . وواجهة هذه الأنبوبة هى فى الواقع ماتنظر اليه حينما تجلس لمشاهدة التليفزيون (أو شاشة التليفزيون) . يوجد مدفع الكترونى لكل لون ويقوم بقذف الالكترونات التى تسقط على ظهر الشاشة المغطى بأنواع مختلفة من النقط الفوسفورية الدقيقة ، والتى 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 النقط . وبمرور الأشعة بسرعة كبيرة فوق الشاشة ، فإن أعيننا ترى صورا كالتى توجد فى أستديو التليفزيون.

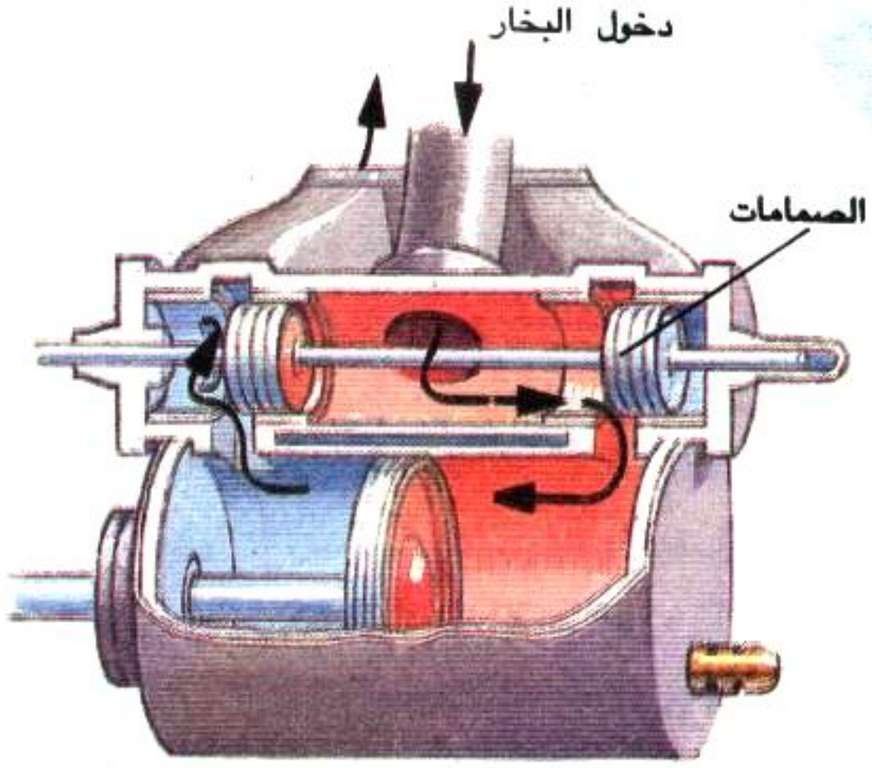


داخل انبوبة التليفزيون

المحركات الحرارية

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

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



ينزلق المكبس فى محرك بخارى بسيط داخل اسطوانة مجوفة وخارجها . وتعمل مجموعة من الصمامات على السماح للبخار بالاندفاع داخل الأسطوانة من احد الأطراف ، ثم من الطرف الآخر وبهذا يتحرك المكبس أماما وخلفا .

كيف يعمل المحرك البخارى

يقوم البخار المتمدد فى محرك بخارى بدفع مكبس الى الأمام والى الخلف داخل أنبوبة تسمى الأسطوانة . 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 الأسطوانة حتى تحرك المكبس فى اتجاه معين ثم فى الاتجاه المضاد . ويسمى مثل هذا المحرك **ترددیا** . وقد كان المحرك الترددى هو المصدر الأساسى للقوى فى بداية القرن العشرين . وقد كانت هذه المحركات تدير قاطرات السكك الحديدية ، والسفن ، وآلات المصانع وحتى محركات السيارات . ولكنها تكاد تختفى هذه الأيام 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 فى انبثاق قوى ليصطدم بالريش ويجعل التوربين يدور . والتوربينات الدوارة يمكن استخدامها فى توليد الكهرباء وفى ادارة مراوح السفن .

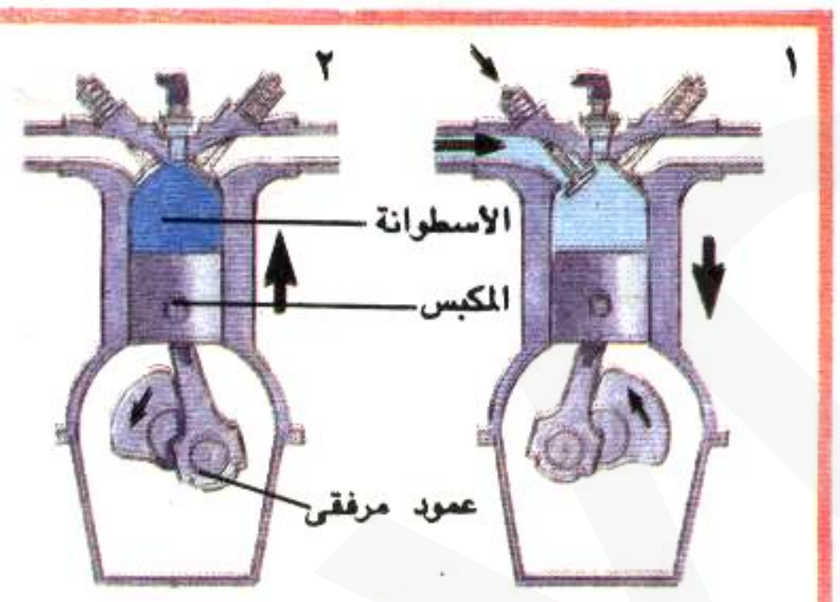
الاحتراق الداخلى

يسمى محرك السيارة بمحرك **الاحتراق الداخلى** لأن الوقود يحترق داخل المحرك . (أما فى 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 - فى أسطوانة مجوفة . وعندما يتحول الوقود الى غاز ، فإنه يتمدد ويدفع مكبس مثبت باحكام الى أسفل الاسطوانة .

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



لاتقوم المحركات البترولية بتقديم القوى فى كل شوط للمكبس . والرسوم الموضحة أعلى الكلام تشرح مايحدث . ففى الصورة الأولى (١) يفتح صمام الدخول ويمتص مزيج من البترول والهواء داخل الاسطوانة . ثم يغلق الصمام وعندما يتحرك

محرك وانكل

محرك وانكل هو محرك احتراق داخلى يشبه المحرك البترولى العادى ، الا أنه لاتوجد أية مكابس متحركة داخل الاسطوانات . وبدلا من المكابس فان محرك وانكل به عضو دوار مركزى على هيئة مثلث ذى جوانب منحنية . وعندما يدور العضو الدوار حول غرفة الاحتراق ، فان المحرك يمر بمراحل السحب ثم الضغط ثم القوى ثم العادم التى تمر بها لمحركات العادية .

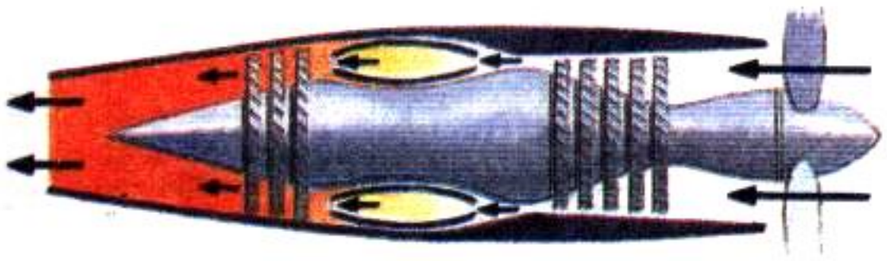
المحركات النفاثة

هناك عدة أنواع من المحرك النفاث . وأول ما أبتكر من هذه المحركات ولايزال يستخدم بكثرة هو **المحرك التوربينى النفاث** الذى يصوره الشكل السفلى . وهو يعمل بأن يلتهم كميات هائلة من الهواء ـ اذ أنه يحتاج الى أوكسجين الهواء لاحراق الوقود كما يجب . فيمتص الهواء عند مقدمة المحرك بواسطة مجموعة من الريش التى تلف بسرعة كبيرة ونتيجة لهذا ينضغط الهواء فى حيز ضئيل . ويجب أن يضغط الهواء للحصول على كمية كبيرة من الأوكسجين فى غرفة الاحتراق .

ويرش نوع خاص من البارافين داخل غرفة الاحتراق ، ويستمر هذا الوقود المرشوش طوال الوقت الذى يعمل فيه المحرك . ويتم اشعال المحرك فى البداية بواسطة شرارة كهربائية وعندما يحترق الوقود فان درجة حرارته ترتفع الى مافوق ١٠٠٠°م . وتتمدد الغازات الساخنة وتندفع بشدة من الخلف الى الجو الخارجى . وهذا التدفق القوى من الغاز الساخن المندفع خارجا يدفع الطائرة الى الامام .

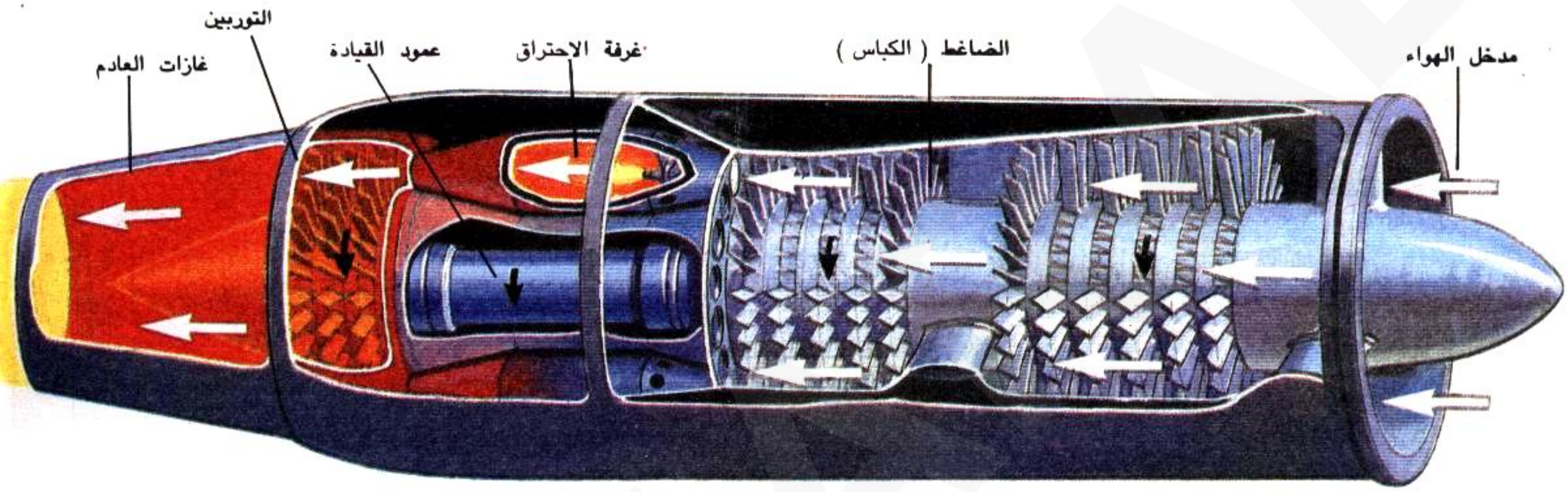
والغازات الساخنة تدير عجلة أخرى تسمى **التوربين** . وهناك عمود يصل ما بين التوربين والضاغط . ويعنى هذا أن الضاغط سيظل دائرا وضاغطا على مزيد من الهواء الى داخل المحرك .

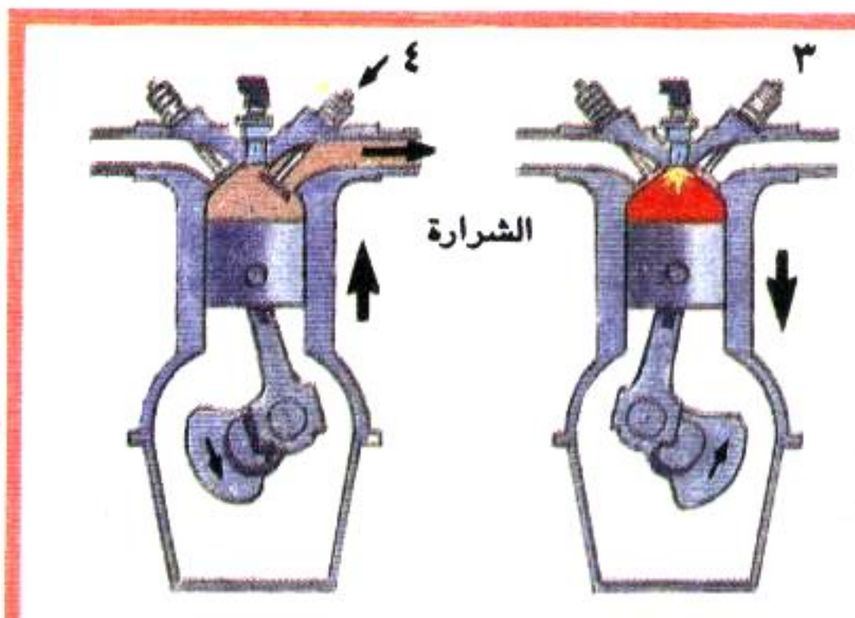
وسرعات النفث يمكن أن تزاد أحيانا بواسطة احراق مزيد من الوقود بين التوربين وفوهة الخروج وتسمى هذه العملية **بالاحتراق اللاحق** .



المحرك الموضح اعلاه : هو **المحرك المروحى التوربينى** . ويستخدم النفاث التوربينى فى هذا المحرك لكى يدير مروحة تقوم بدفع الطائرة الى الامام . ويستعمل المحرك المروحى التوربينى فى الطائرات الاصغر حيث يكون اكثر كفاءة .

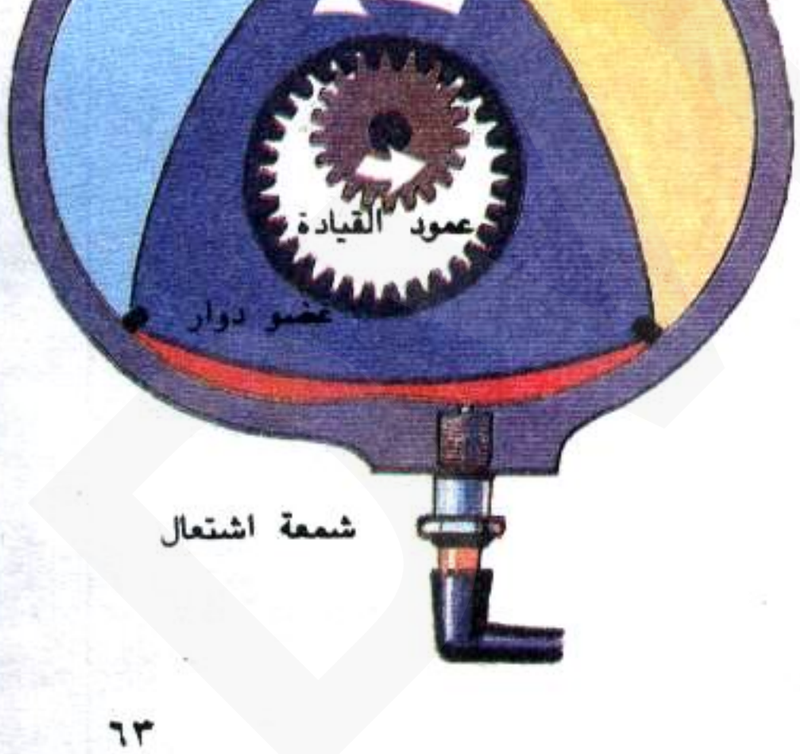
محرك المروحة التوربينية : هو الموضح بالرسم اسفل الكلام ، وهو المحرك الذى يوفر القوى اللازمة لأكبر طائرات الركاب الحديثة . ولهذه المحركات مراوح عملاقة فى المقدمة لكى تدفع بكميات هائلة من الهواء الى الخلف حيث تدخل الى الضاغط (الكباس) . وينقسم الهواء الى تيارين ، ينتقل احدهما خلال غرفة الاحتراق ، بينما يسرى الآخر ليمر بالمحرك نفسه ، ثم يتحد التياران فى المؤخرة ليعطيا قوة دفع اكبر .





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

محرك وانكل

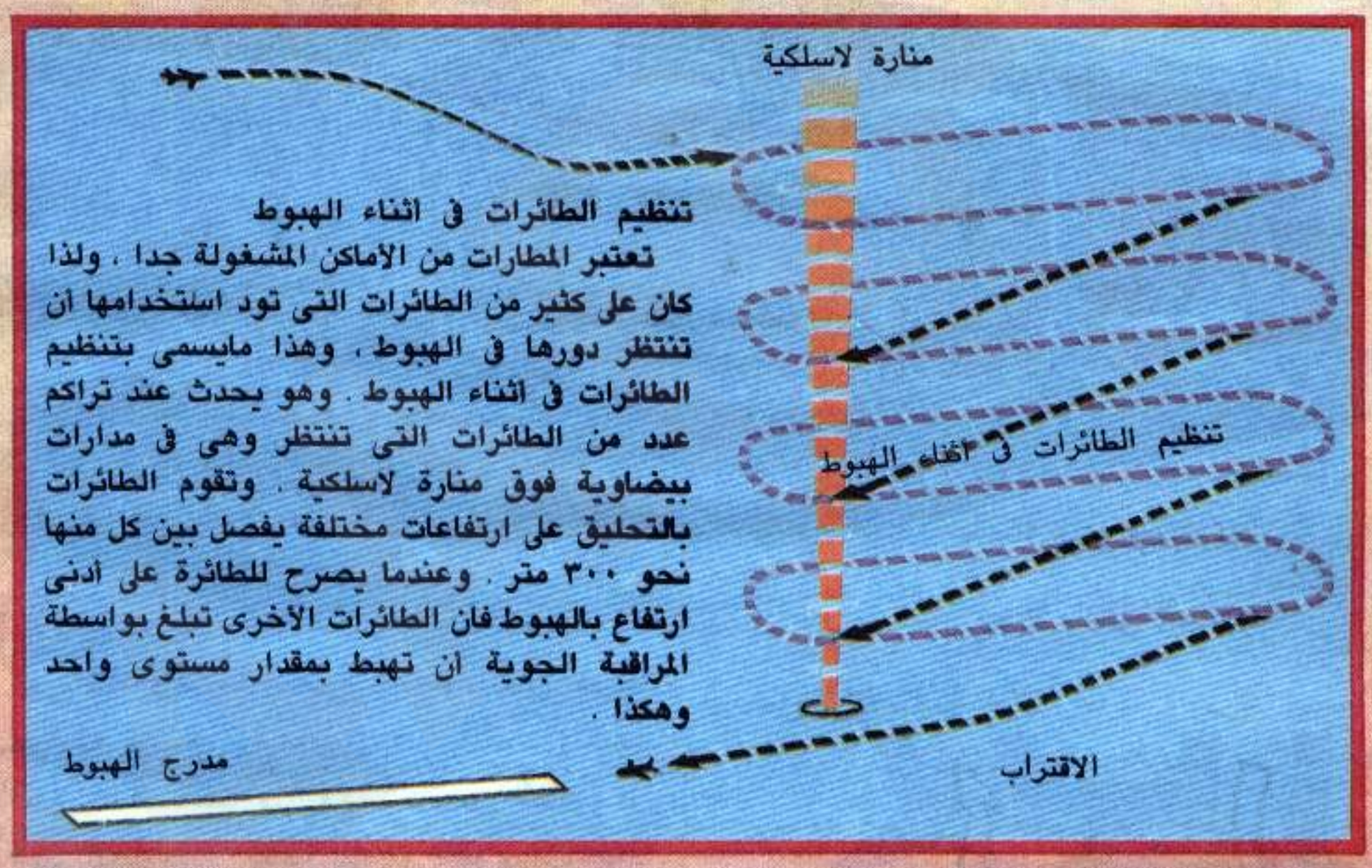


العـــلم فى الهـــواء

ان غرفة قيادة أى طائرة ركاب حديثة هى كتلة من الالكترونيات . ويواجه الطيار فى كابينته مجموعة متلالئة 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 ، فان 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 ان كثيرا من الطائرات تستطيع الآن أن تهبط دون أن يمس الطيار أية أجهزة للتحكم على الاطلاق .

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

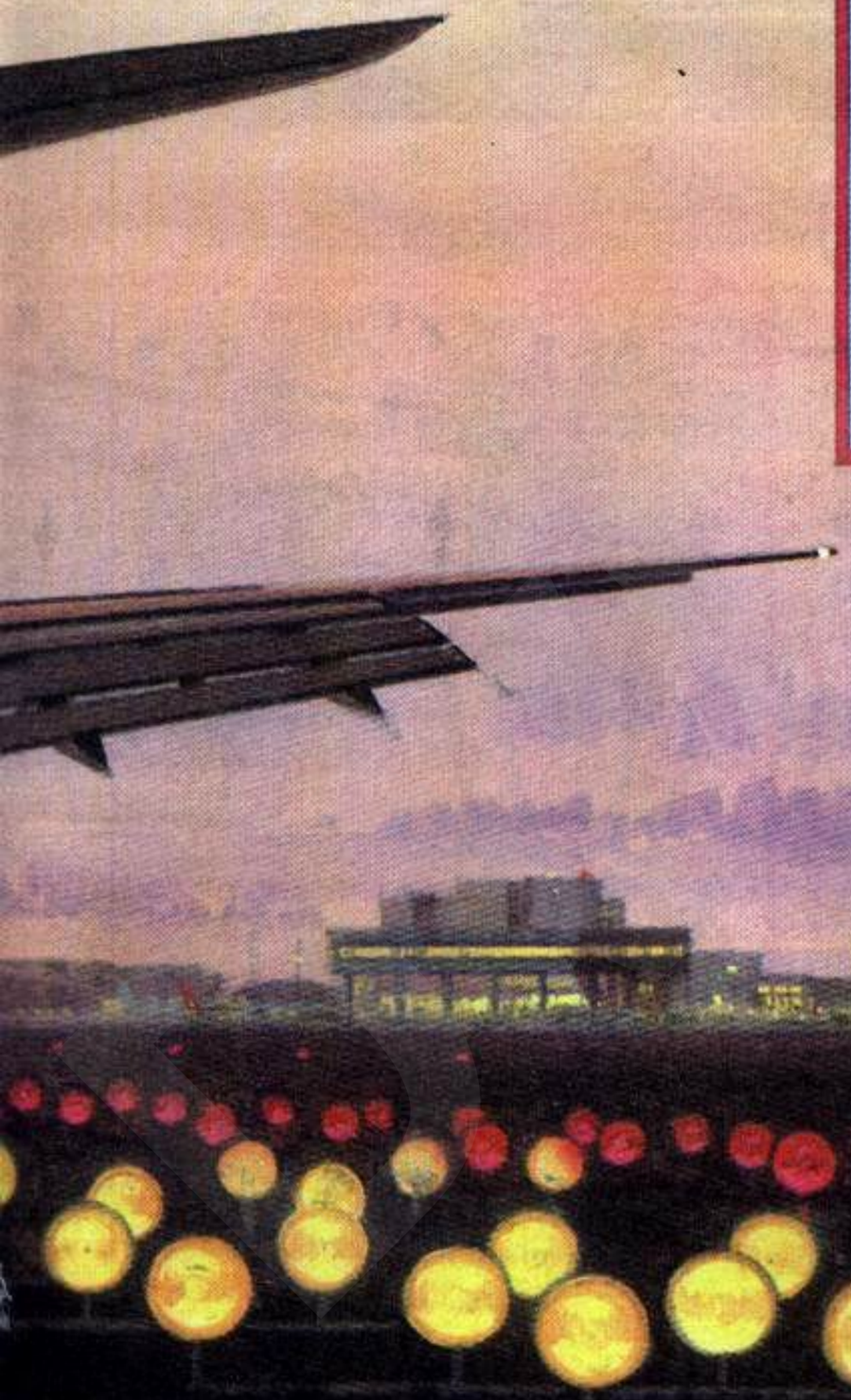


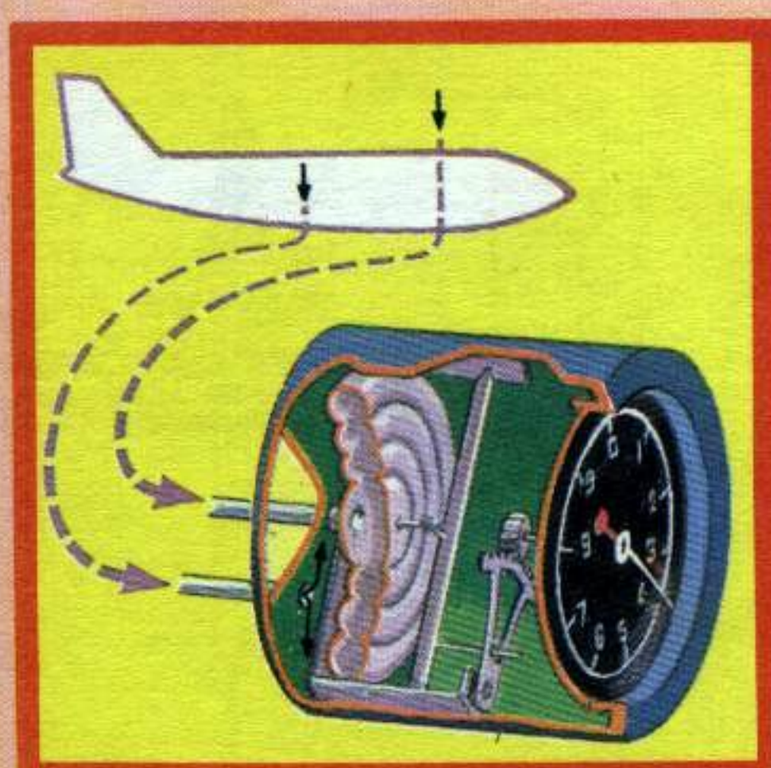
جهاز قياس الأرتفاع

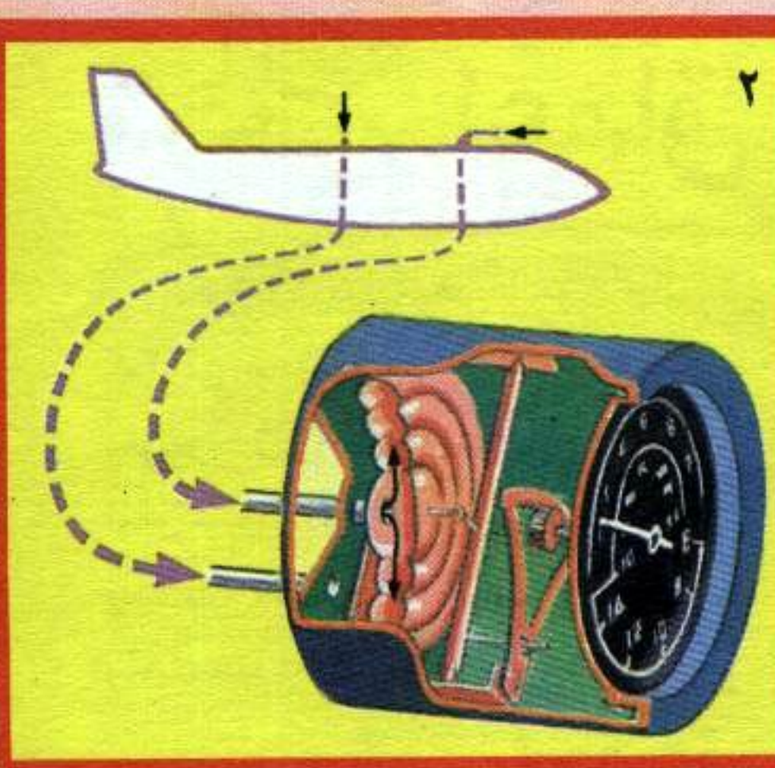
يقوم جهاز قياس الارتفاع الذى يعتمد على الفرق فى الضغط الجوى (فى المقابل) بابلاغ الطيار عن ارتفاع الطائرة عن سطح البحر . ويحتوى هذا الجهاز على كبسولة مغلقة من معدن رقيق وقد ملئت بالهواء . ومعنى هذا أن الضغط داخل الكبسولة ثابت لايتغير . أما حين ترتفع الطائرة فان ضغط الهواء حولها يأخذ فى الهبوط وفى هذه لحالة فان 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 .

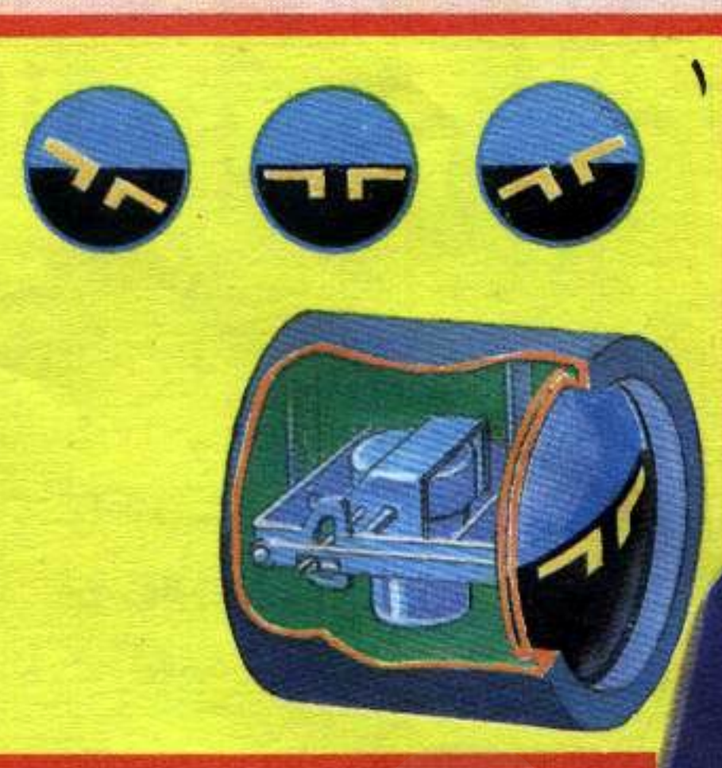
سطح الانسياب الهوائى

لابد للطائرة كى تطير من أن ترفع نفسها بطريقة او باخرى فوق سطح الأرض ضد قوى الجاذبية الأرضية . ويتم الرفع بواسطة اندفاع الهواء فوق اجنحة الطائرة . وللأجنحة شكل خاص يسمى بسطح الانسياب الهوائى . والأجنحة محدبة عند قمتها ومسطحة عند قاعها . ويعنى هذا أن الهواء المار فوق قمة الجناح عليه أن ينتقل أسرع لأن عليه ان يقطع مسافة أطول ، ولهذا يكون ضغط الهواء فوق الجناح أقل من ضغط الهواء أسفله ، ولهذا فان الجناح يرفع الى أعلى .







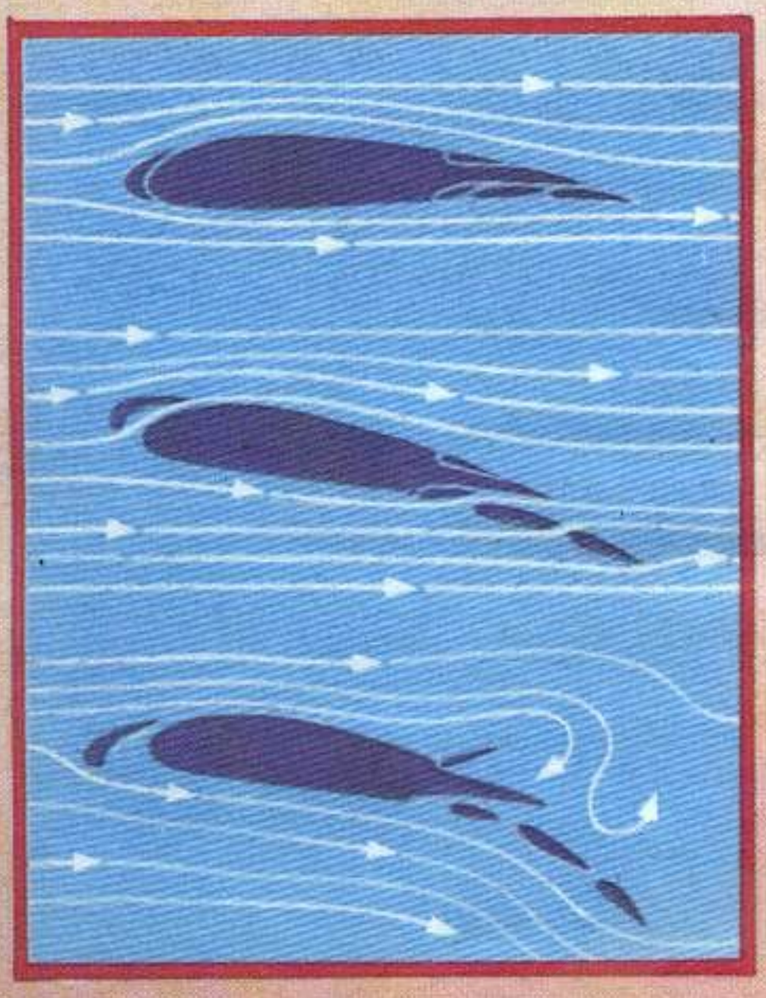


١ الأفق الصناعى

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

٢ عداد سرعة الطائرة

عداد سرعة الطائرة من اهم الأجهزة على الاطلاق . وهو يعمل بأن يقيس الفرق بين ضغط الهواء عند مقدمة الطائرة وعل الجانبين . وكلما اسرعت الطائرة كان هذا الفرق كبيرا . ويظهر هذا الفرق على تدريج داخل غرفة القيادة . ويقاس ضغط الهواء فى المقدمة بواسطة الهواء الداخل الى **أنبوبة بيتو** خاصة (انبوبة لقياس سرعة السوائل) تبرز من الطائرة فى تيار الهواء .



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

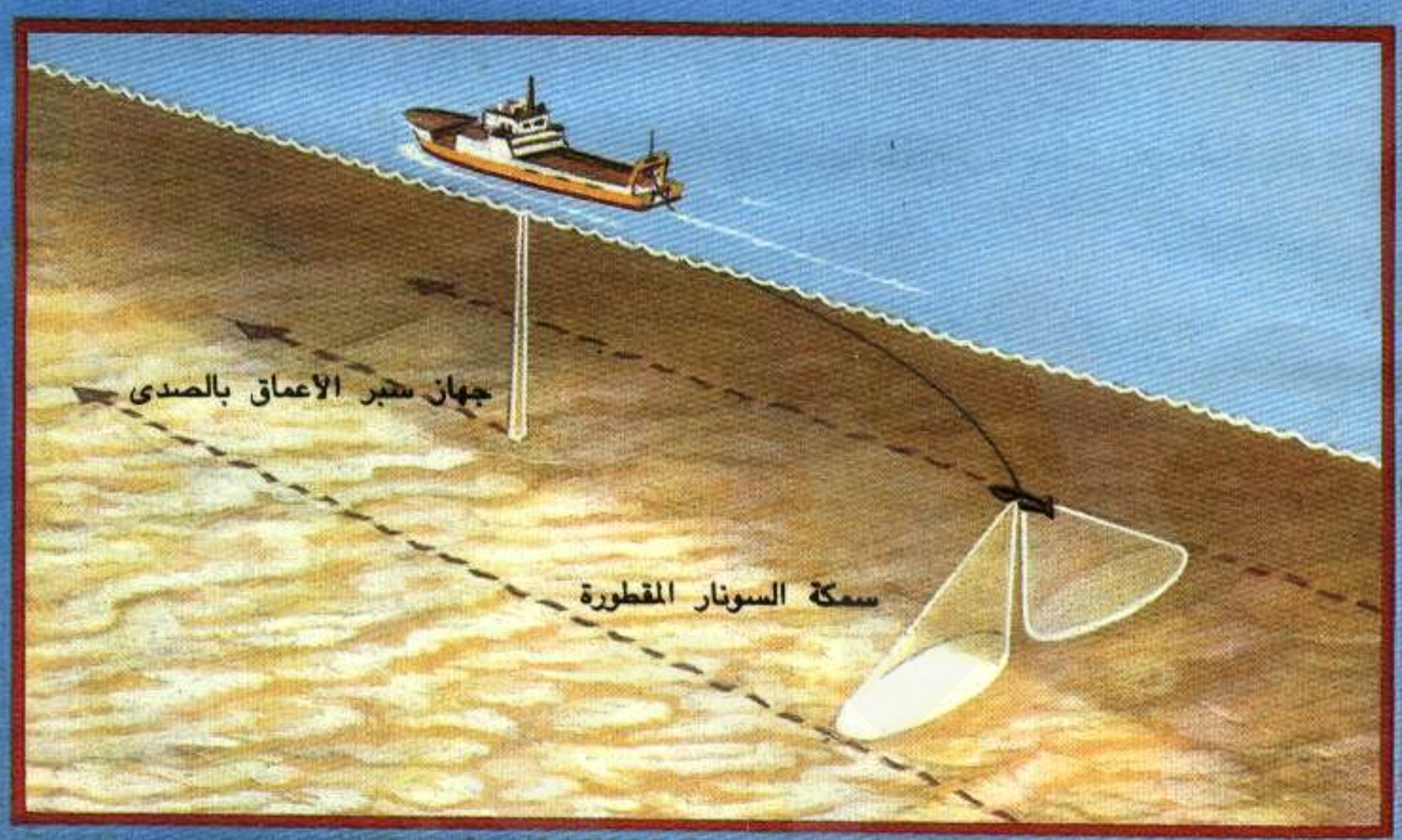
تحت أعماق البحر

الكرة الأرضية هى الكوكب الوحيد فى المجموعة الشمسية الذى به محيطات . كما أن مايزيد على ثلاثة أرباع سطحه من الماء . ولقد ظل الانسان لعدة قرون يغوص فى أعماق البحار ليصطاد أشياء مثل الأسفنج واللآلىء . وقد كان الغواصون الأوائل يندفعون داخل الماء وقد كتموا أنفاسهم . أما اليوم ، فان العلم يساعد البشر على اكتشاف المزيد والمزيد عن عالم ماتحت البحار العظيم . وأصبحنا نكتشف أسراره ببطء كما بدأنا فى 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 . ولايمكن الهبوط الى تلك الأعماق الا بسفن خاصة أو بمركبات ليس بها بشر .

ان بالمحيطات كثيرا من المواد التى نحتاجها . فهناك مستودعات هائلة من خامات المعادن عند الرصيف القارى بالقرب من شواطىء أمريكا . كما أن هناك كتلا فى 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 اعماق تصل الى ٥٠٠٠ متر تحت السطح ، وقد يكون من المتيسر فى المستقبل انزال جرافات خاصة لاستخراج هذه المعادن . وستحمل هذه الجرافات اضاءة قوية وسيتم ارشادها بواسطة كاميرات التليفزيون من سفينة على السطح .

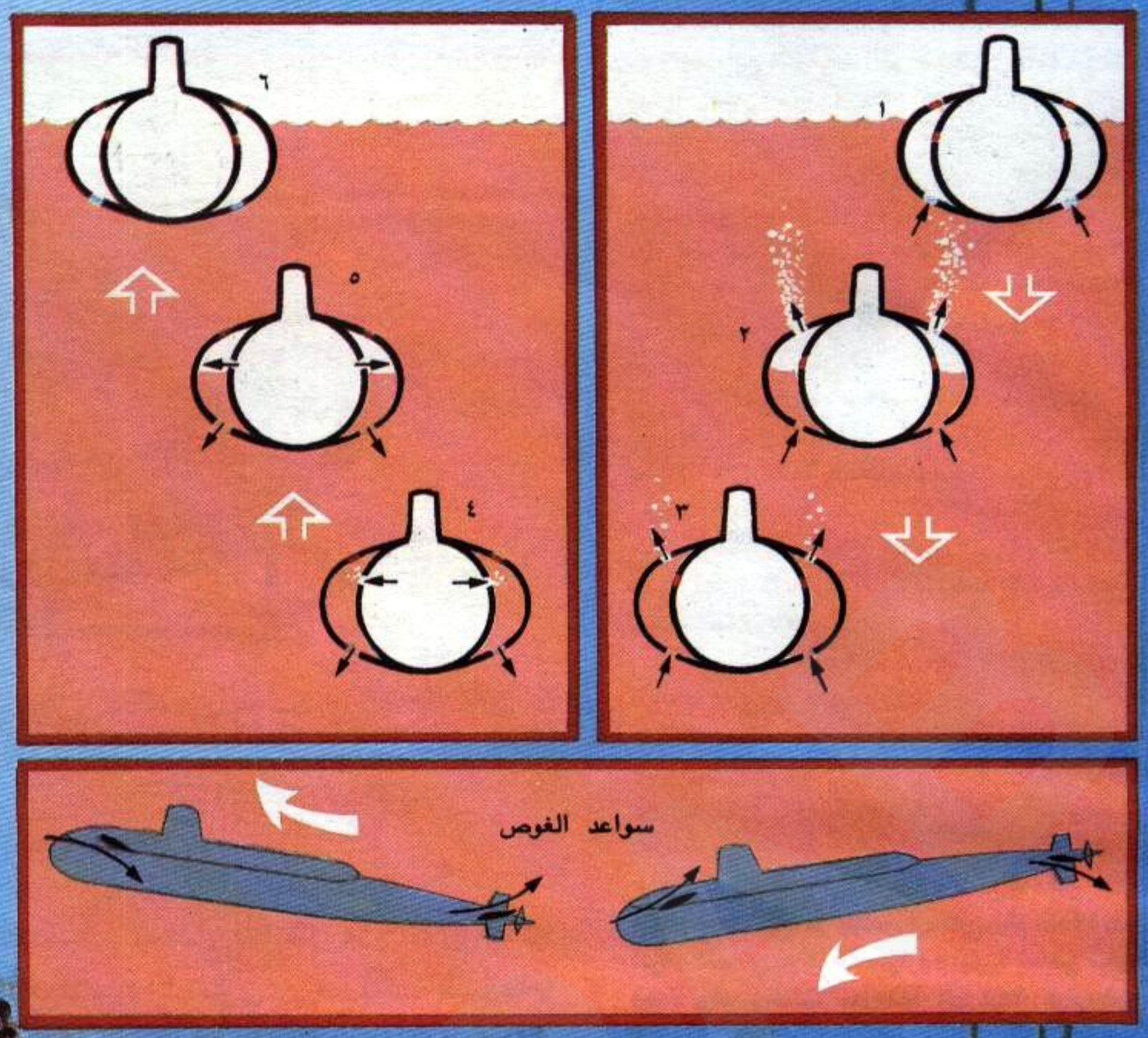


يستخدم السونار (* جهاز سبر الاعماق) لاكتشاف ماهية قاع البحر وماذا يشبه . واحدى طرق هذا الاستكشاف هى جر « سمكة » معدنية خلف سفينة الاستكشاف . وتعطى اجهزة السونار المثبتة فى السمكة صورة صادقة لقاع البحر . كما ان مسبار (مجس) الاعماق بالصدى والموجود على ظهر السفينة الام يقوم برسم خريطة للاعماق .

كيف تعمل الغواصة

حين تكون الغواصة على السطح ، فان خزانات التوازن الأساسية تكون فارغة تماما (١) . ولكى تغوص فى الماء فإن هذه الخزانات تملأ بالماء (٢) ، (٣) . ولكى تطفو الغواصة مرة ثانية الى السطح فان المضخات تدفع الهواء داخل الخزانات ليطرد المياه خارجها (٤) . وحين تصل الى السطح فان هواء متجددا يدفع داخل الخزانات (٥) ، (٦) . على ان الغواصة لابد ايضا ان تتمكن من المناورة تحت الماء ، ولذا فهى تحتوى على خزانات صغيرة هى خزانات الموازنة الى جانب الخزانات الأساسية ويمكن دفع الماء داخل هذه الخزانات أو طرده منها حتى تظل الغواصة مستوية على صالب القاعدة فى اثناء وجودها تحت الماء . وعندما يود الملاحون رفع الغواصة الى اعلى او الهبوط بها ، فانهم يستخدمون سواعد الغوص التى 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 التى تجرى تحت الماء ، الا ان أهم طلب على هذه الغواصات هو فى حقول البترول المغمورة تحت البحر حيث تلعب الغواصات دورا حيويا فى التفتيش على التجهيزات البترولية تحت الماء واصلاحها .



عـــالم الســـرعـة

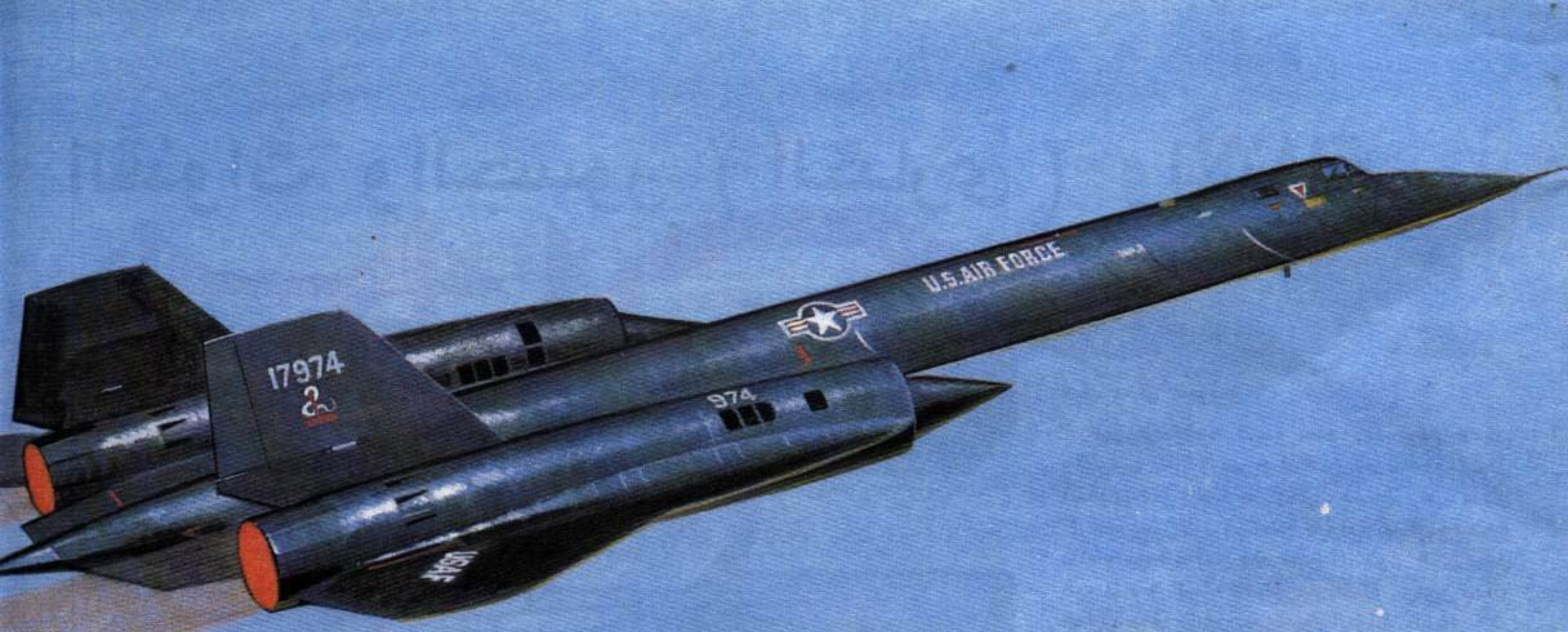
منذ مايقرب من مائة وخمسين عاما ، كانت أسرع وسائل الأنتقال هى الحصان . ولقد ظلت كذلك لآلاف السنين حتى تم اختراع المحرك البخارى . وقد كانت السرعة القصوى لقاطرة ستيفنسون المسماة **بالصاروخ** (روكيت) هى ٤٦ كيلومترا فى الساعة وذلك عام ١٨٢٩ وهى سرعة أكبر قليلا من السرعة القصوى لمركبة صغيرة يجرها حصان . الا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

أما 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

لاتستطيع السفينة التى تسافر فى الماء ان تنتقل بسرعة اكبر من ٩٠ كيلومترا فى الساعة . ولكن السفينة التى تنزلق على سطح الماء تستطيع الانتقال بسرعة اكبر من هذه . والهيدروفويل (سفينة ذات زعانف تسهل الحركة على سطح الماء) (المبين الى اليمين) يستقر فوق الماء اذا كانت سرعته بطيئة وعندما تزداد سرعته ، فانه يرتفع الى أن ينزلق بخفة على رجلين طويلتين كما لو كان شخصا يتزحلق على الماء بزحافتين . وهذا مايقلل من « مقاومة » الماء مما يجعل الهيدروفويل ينتقل بسرعة تبلغ ١١٠ كيلومترات فى الساعة تقريبا ، اذا ضمنا ان البحر ليس هائجا . ولمعظم سفن الهيدروفويل الحديثة رقائق « تخترق السطح » وهى على شكل حرف V مفتوح . وهذه الرقائق هى التى تحفظ السفينة ثابتة عندما تلتف بحدة او تسرع خلال الأمواج .

والحوّامة (مركبة تسير على الماء فوق وسائد هوائية) تنتمى ايضا الى المنزلقات . وهى تنتقل على وسادة هوائية ترفعها فوق الماء تماما . وتستطيع الحوامات الضخمة المستخدمة لنقل الركاب أن تزيد من سرعتها الى مايزيد على ١٤٠ كيلومترا فى الساعة .

ان الرقم القياسى العالمى للسرعة على الأرض يتقدم ببطء على مر السنين ، ففى عام ١٩٠٧ سجّل الرقم القياسى بواسطة سيارة بخارية تسمى « فوجل بج » ، وقد وصلت سرعتها الى ٢٤١ كيلومترا فى الساعة . أما الرقم القياسى العالمى الآن فقد سجله البريطانى ريتشارد نوبل ، وقد وصل عام ١٩٨٣ الى سرعة مقدارها ١٠١٩,٤٧ كيلومتر فى الساعة فى سيارته ذات المحرك النفاث والمسماه « ترست ٢ » (اسفل) .



لقد كانت الطائرات الأولى بطيئة وثقيلة الحركة ، وكانت محركاتها الصغيرة لاتكفى الا لمجرد بقائها طائرة فى الجو . ولكن بمرور الوقت ، اصبحت الطائرة تحلق اسرع فاسرع حتى وصلت الى سرعات هى اقصى ماتصل اليه طائرة تطير بمراوح - وهى ١٨٠٠ كيلومتر فى الساعة وقد كان للطائرات النفاثة الفضل فى الوصول الى سرعات اكبر .

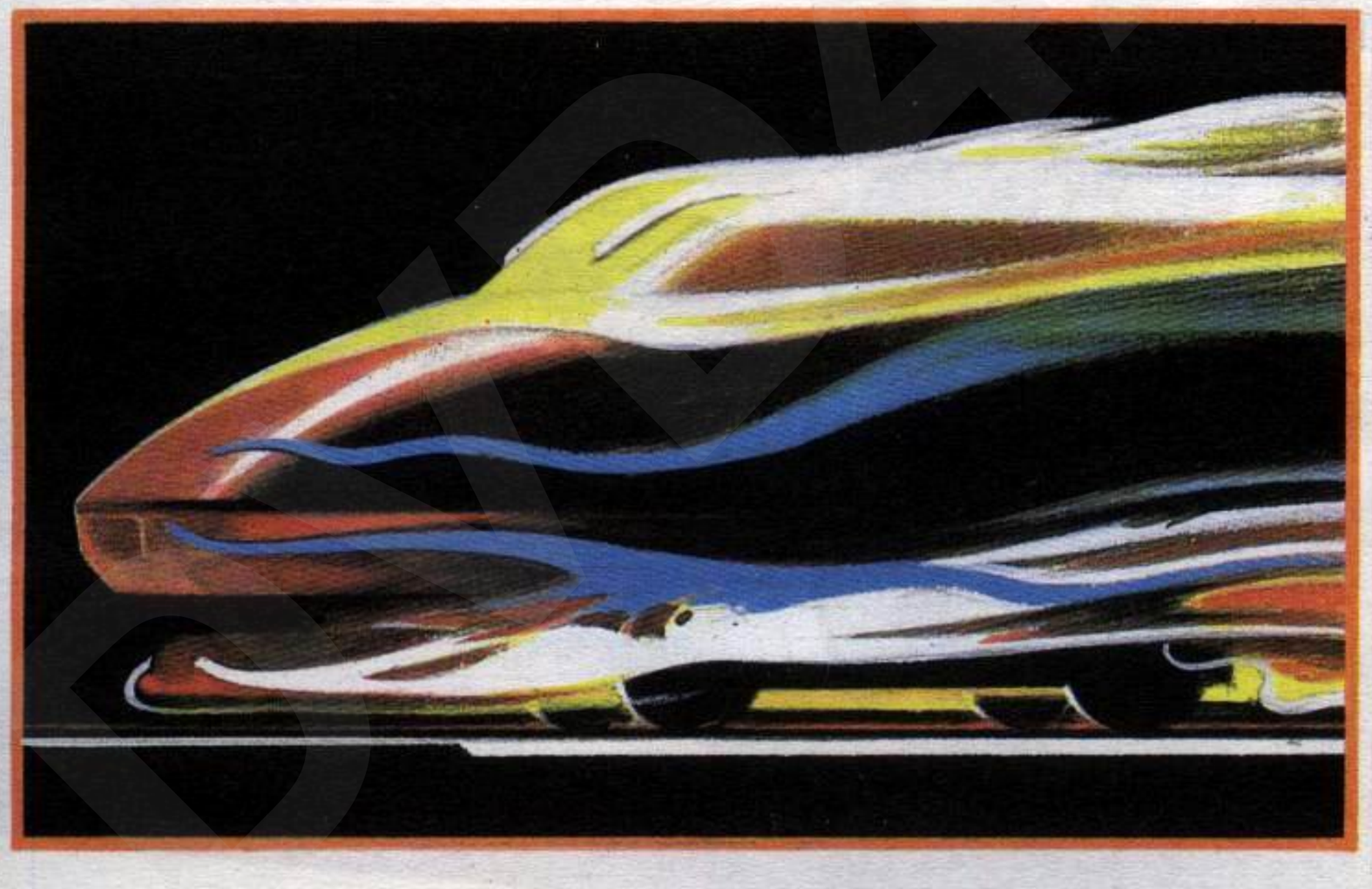
لقد كانت اول طائرة تطير اسرع من الصوت (نحو ١١٠٠ كيلومتر فى الساعة) هى الطائرة الصاروخية « بل X — 1 » عام ١٩٤٧ . ، اما اليوم فان طائرات مثل « بلاك بيرد » SR — 71A (فوق) تستطيع الطيران بسرعات تصل الى ٣٥٠٠ كيلومتر فى الساعة تقريبا كما انها تستطيع التحليق على ارتفاعات شاهقة للغاية ، وقد وصلت هذه الطائرة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

تستخدم الأنفاق الهوائية لاختبار تاثير الهواء ضد المركبات . فالريح تدفع داخل النفق بسرعات مختلفة لكى يدرس العلماء ردود فعل الطائرة او القطار . اما فى الانفاق فوق الصوتية (السوبرسونيك) فان اجهزة خاصة تبين التغيرات التى تطرأ على كثافة الهواء حين يمر حول الأنموذج (أسفل الى اليسار) .

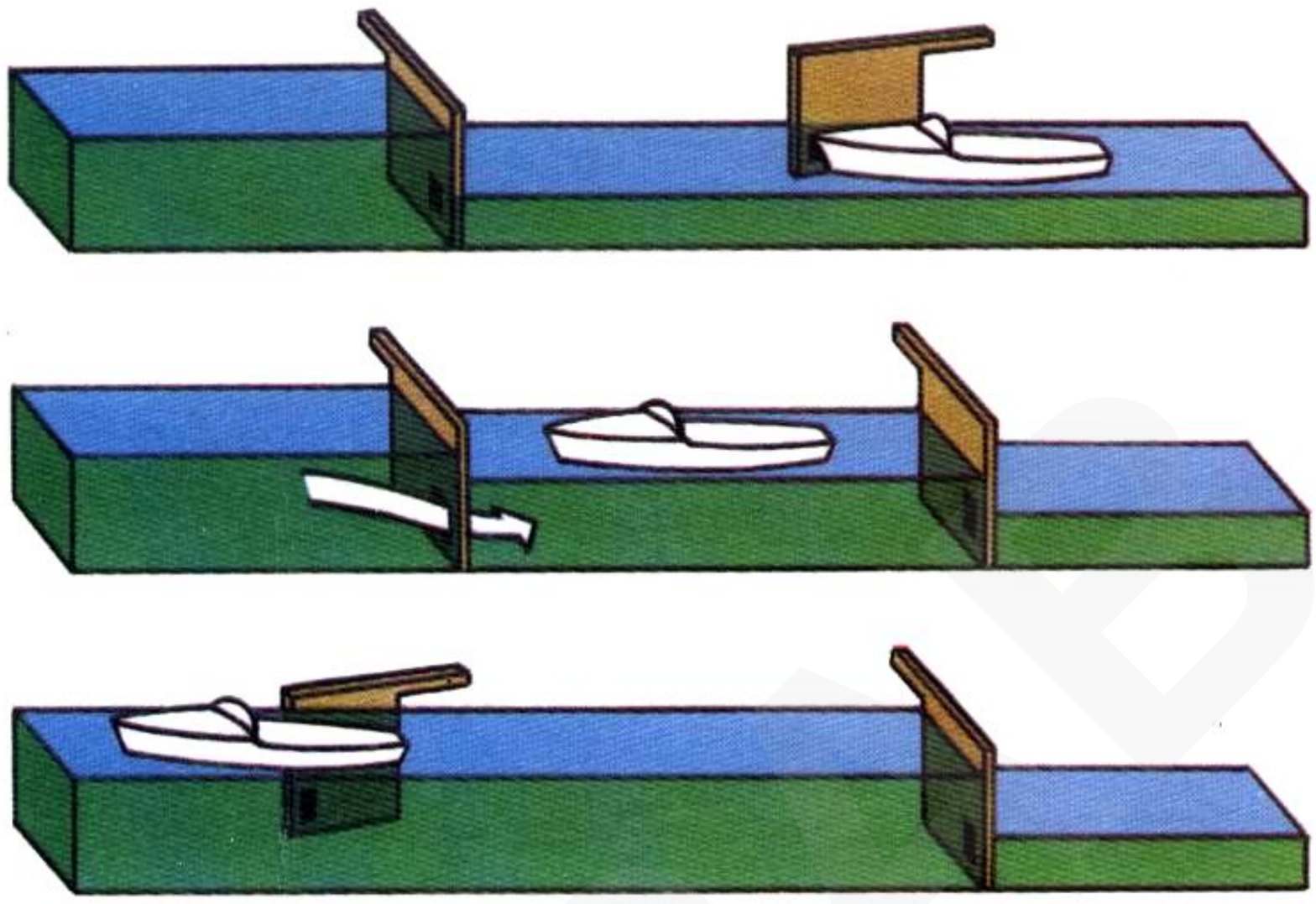
٣٠٠ كيلو متر فى الساعة . أما الطائرة « كونكورد » فتومض عبر الأطلنطى بسرعة تبلغ ضعف سرعة الصوت . وأصبحت الطرق الجيدة للسيارات تيسر لنا الانتقال من مكان الى مكان بسهولة وسرعة .

ان أسرع المسافرين الى الآن هم رواد الفضاء ، وذلك لأن سفن الفضاء التى يستقلونها والتى تزود بقوى صاروخية لابد وأن تصل الى سرعة تقترب من ٤٠٠٠٠ كيلومتر فى الساعة حتى تنفذ من جاذبية الأرض . ونحن نشاهد صور ملاحى الفضاء فى المكوك الفضائى فى أثناء وجوده فى الفضاء ، وهم يتسللون ببطء وحذر هنا وهناك بأمتعتهم الفضائية ، وان كان من الصعب علينا أن نقدر أنهم وسفينتهم لايزالون يسافرون بسرعة تبلغ عشرين ضعفا سرعة الكونكورد . وفى الفضاء عاليا ، ليس هناك هواء أوأى 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 فى الثانية الواحدة فقط .



القنوات والجسور (الكبارى) والأنفاق

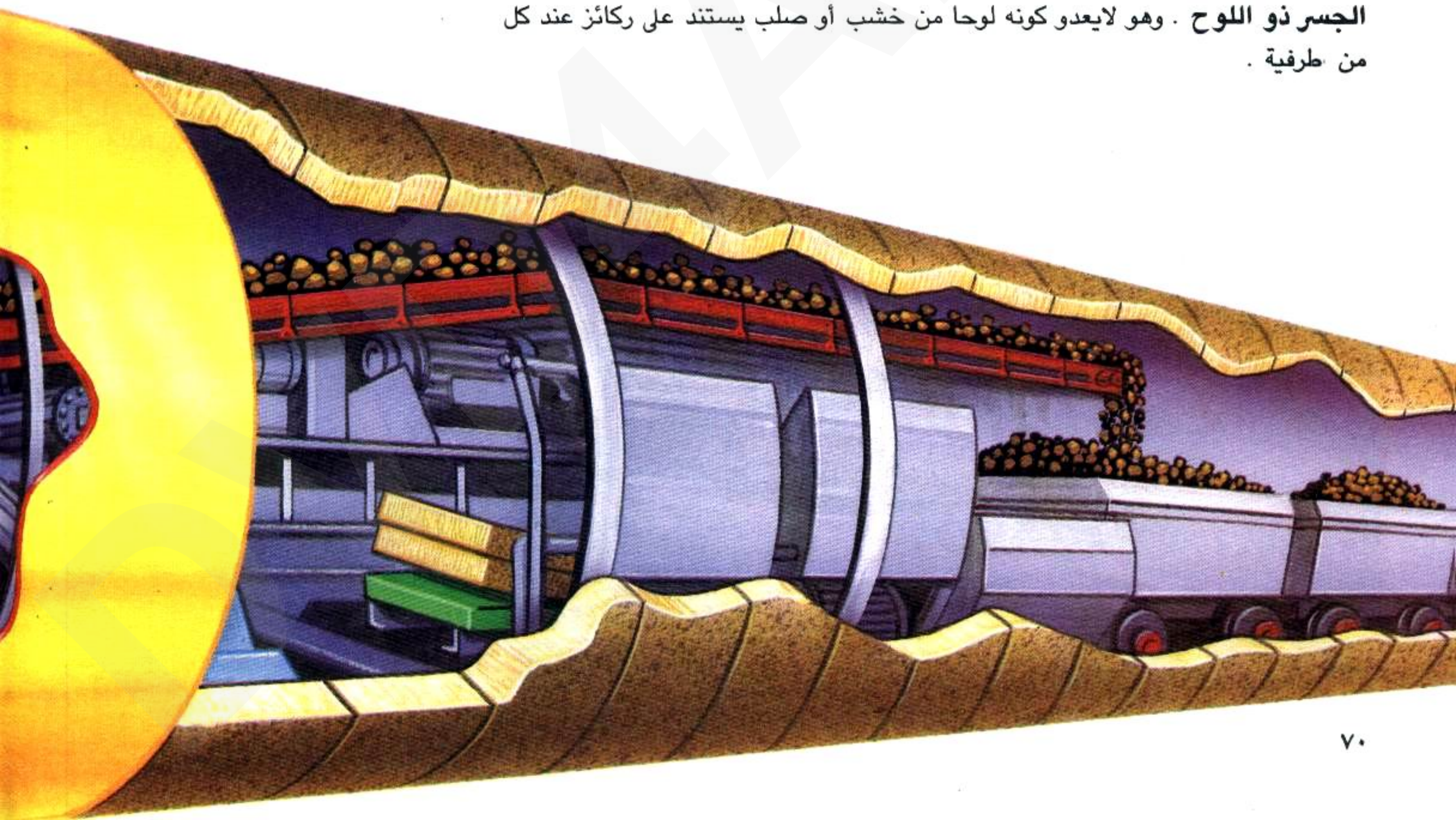


كيف يعمل الهويس

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

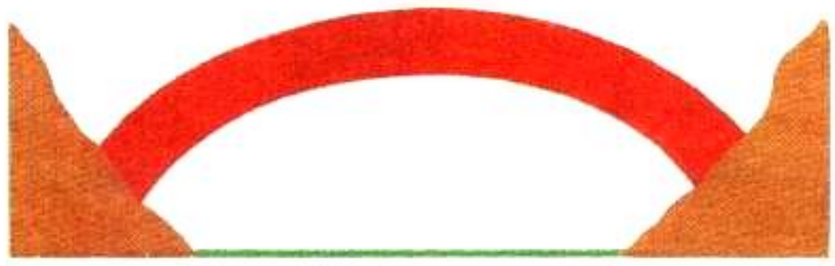
كثيرا مايصل بناة الطرق والسكك الحديدية الى جبال أو أنهار ويجدون أن عليهم أن **يحفروا** انفاقا فى الجبال ، أو يقيموا جسورا على الأنهار . والمهندسون المدنيون هم الذين **يبنون** الجسور ، ويحفرون الأنفاق والقنوات .

والجسور من بين أروع الأنشاءات التى شيدها الانسان وأبسط أنواعها وأقدمها هو **الجسر ذو اللوح** . وهو لايعدو كونه لوحا من خشب أو صلب يستند على ركائز عند كل من طرفية .

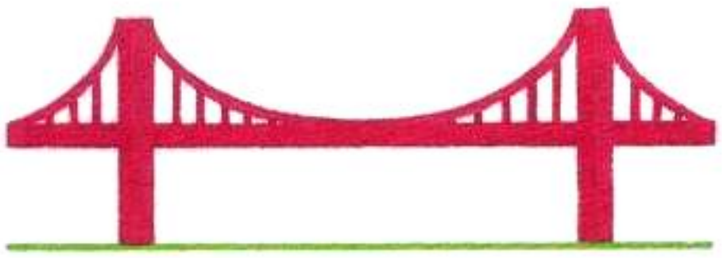


جسر ذو لوح

جسر ذو قنطرة



جسر معلق



وامتداد هذا الجسر أو طوله لا يجب أن يكون أكبر من اللازم حتى لاينحنى اللوح وينهار عند منتصفه ، أما الجسور الأطول من نفس النوع فلابد 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 فى بناء مثل هذه الجسور ذات القنطرة .

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

بعض الجسور الشهيرة

أن امتداد أطول جسر منفرد فى العالم هو امتداد الجسر المبنى على المصب الخليجى لنهر همبر اذ يبلغ طوله ١٤١٠ مترا وهو يستند الى برجين هائلين يبلغ ارتفاع كل منهما ١٦٢ مترا .

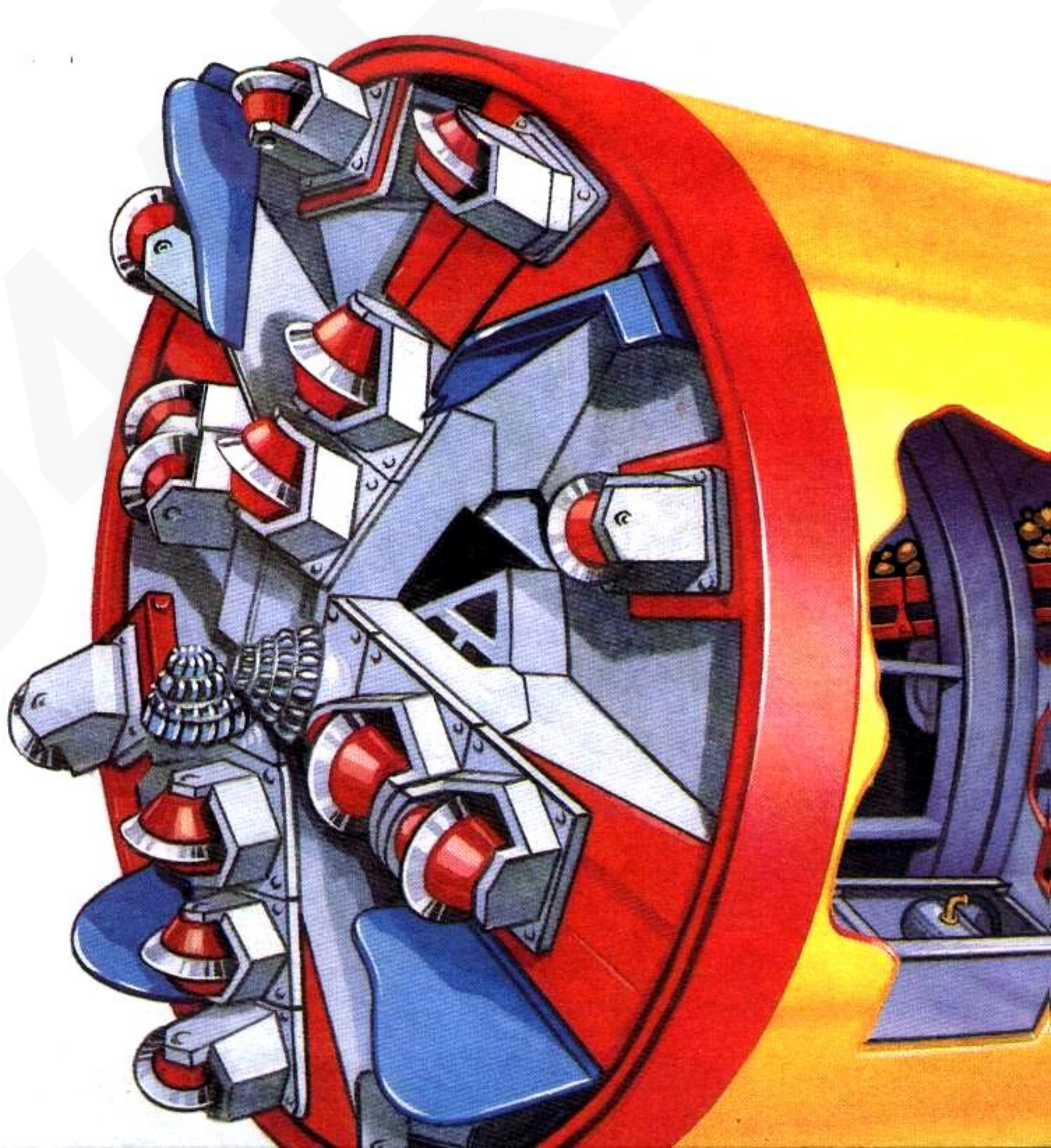
وأطول جسر معلق مقاسا بين نقطتى التثبيت عند كل من الطرفين هو جسر مضيق ماكيناك فى ولاية متشيجان بالولايات المتحدة . وتبلغ هذه المسافة ٢٥٤٠ مترا .

وأطول جسر ذى قنطرة هو جسر نيوريفر جورج فى مدينة فايتفيل بفرجينيا الغربية بالولايات المتحدة ويبلغ مداه ٥١٨ مترا .

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

ويربط جسر مضايق 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 .



ان الأرض التى نمشى عليها كثيرا ماتكون مليئة بالأنفاق على الرغم من اننا نادرا ماندرك ذلك . وهذه الأنفاق تحمل كابلات الكهرباء وانابيب الغاز والماء والمجارى . أما الأنفاق الكبرى فتستوعب السكك الحديدية تحت الأرضية ؛ وهناك انفاق تتخلل التلال والجبال ، وتمر بها القطارات والسيارات . وهناك طرق متعددة لحفر الأنفاق . فاذا كان يراد للنفق أن يكون قريبا من السطح ، فان المهندسين يستطيعون حفر خندق عميق ، ثم يضعون انبوبة فى ذلك الخندق ، ثم يغطون الأنبوبة مرة أخرى . وهذه الطريقة تسمى « اقطع ثم غط » . أما الطريقة الأحدث لحفر نفق فهى تستخدم حفارا للانفاق كالمبين 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 التى تحمل الأنقاض خارج النفق . وهناك درع واقية من الصلب لحماية الرجال الذين يعملون بالقرب من الرأس القاطع . وكلما تقدم حفر النفق الى الأمام تمت تغطية جدرانه الداخلية بشكل مستمر اما بالصلب ، أو بالخرسانة .

الوقـــود الأحفورى

الوقود هو الشىء الذى يمكن أن يحرق فيمدنا بالحرارة ، أو الضوء أو القوى . أى أنه مخزن للطاقة . والطاقة تأتى فى المقام الأول من الشمس . فالنباتات تجمع الطاقة من الشمس . والنفط ، والغاز والفحم تكونت من النباتات التى عاشت منذ ملايين السنين وكلها تسمى **الوقود الأحفورى** .

ان الحفر سعيا وراء النفط يعتبر عملية باهظة التكاليف . وقبل كل شىء ، يتعين العثور على النفط . ولذلك يقضى الجيولوجيون وقتا طويلا فى فحص طبقات الصخور الراقدة تحت سطح الأرض ، او تحت قاع البحر . وعندما يعتقدون بأن النفط قد يكون موجودا ، فان بئرا استكشافية تحفر . فاذا وجد النفط ، فان عددا آخر من الآبار يحفر لاكتشاف ما اذا كانت كميات النفط من الكبر بحيث تبرر العمل على اوسع نطاق . ثم توضع منصة انتاج فى الموقع ، وعندئذ فقط يبدأ النفط الثمين فى التدفق . وفى بحر الشمال العاصف ، قد تكون المنصات فى ٣٠٠ متر من الماء ، كما أن النفط نفسه قد يكون على عمق ٣٠٠٠ متر تحت قاع البحر .

كلما مضت البريمة فى تفتيت الصخور ، فان نوعا خاصا من « الطمى » يضخ الى داخل الأنبوبة . ويعود الطمى مرة أخرى الى اعلى الى خزانة ، حيث ينظف من الحطام. ووظيفة هذا الطمى هى حفظ البريمة باردة وتغطيـة الجدران الـداخليـة للفجـوة المحفورة .

كيف تكّون الفحم

لقد تكّون الفحم ، مثل النفط ، من كائنات حية . فقد بدأ منذ ملايين السنين كأشجار ونباتات فى الغابات القديمة . ثم أخذت الغابات تهبط ببطء فى المستنقعات وغطيت بطبقات من الطمى الذى تحوّل بعد ذلك الى صخور صلبة . وبدأ الضغط الهائل لهذه الصخور ، مع حرارة الأرض فى تغيير بقايا النباتات .

ويمكن رؤية المراحل الأولى لتكوين الفحم فى بعض مناطق المستنقعات والسنجات الرطبة حيث تكّون النباتات المتحللة خشبا صخريا نصف متفحم (فحم المستنقعات) ، وهى مادة يمكن قطعها وتجفيفها لانتاج وقود يمكن حرقه .

واذا ترك فحم المستنقعات فى الأرض لمدة طويلة كافية ، فانه يتحول الى الليجنايت أو الفحم البنى . ومع مرور عدة ملايين أخرى من السنين ، فان هذا الفحم يتحول الى فحم قارى وهو المادة السوداء التى نحرقها عادة . أما آخر مرحلة فى تكوين الفحم فهو فحم الأنثراسيت (الفحم الصلب) ، وهو صخر أسود لامع وتناوله باليد لايسودها . والأنثراسيت يكاد يكون كربونا نقيا .

كيف يتكون النفط تحت الأرض

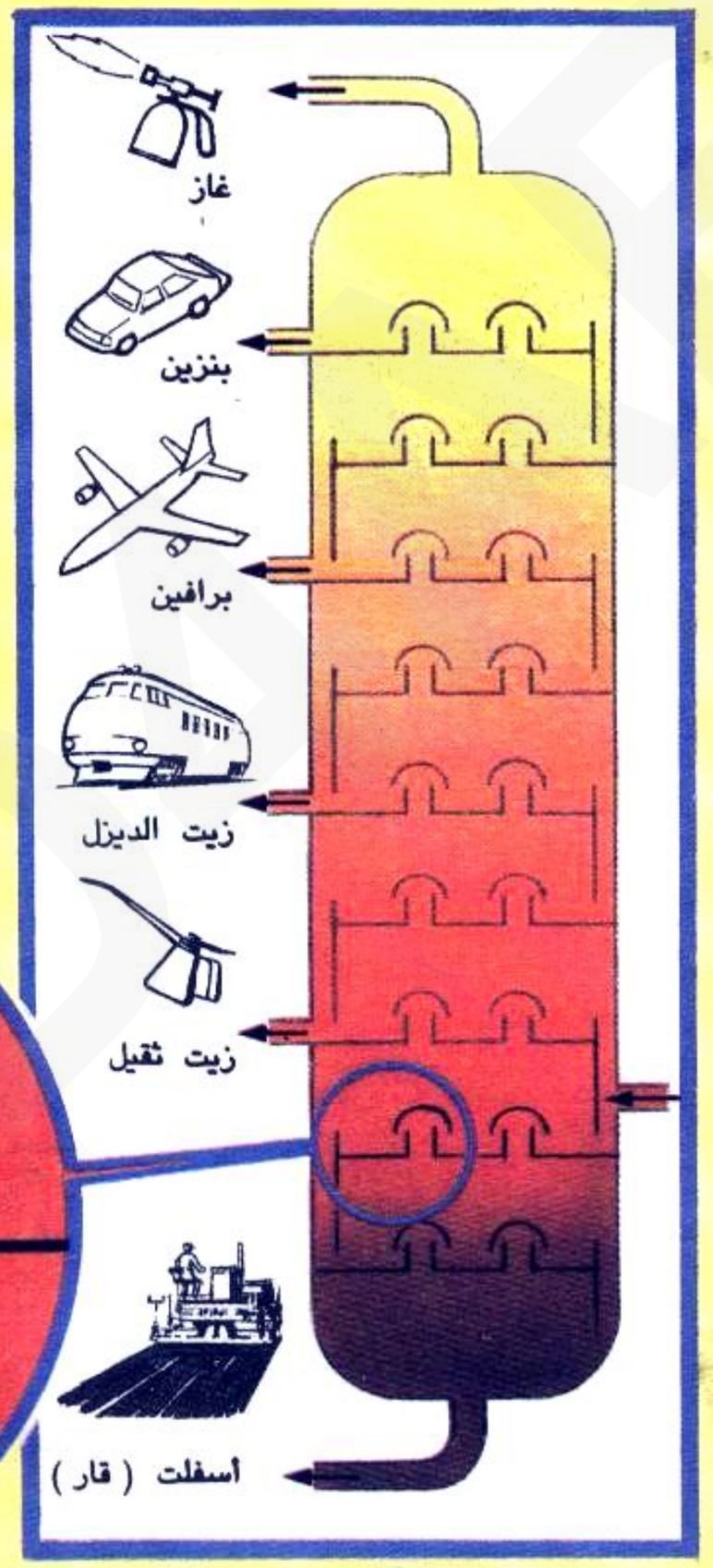
ربما كان النفط الذى نستعمله اليوم ، قد تكون من النباتات والحيوانات المتحللة التى هبطت الى قاع المحيط منذ ٥٠٠ مليون سنة خلت . ثم غطيت بقايا النبات والحيوان بطبقات وطبقات من الرمل والطين ببطء شديد ، وعلى مدى آلاف القرون . وتسبب الضغط الناتج عن هذه الطبقات فى نشوء حرارة عالية ، أدت هى والتفاعلات الكيميائية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

كل أنواع النفط

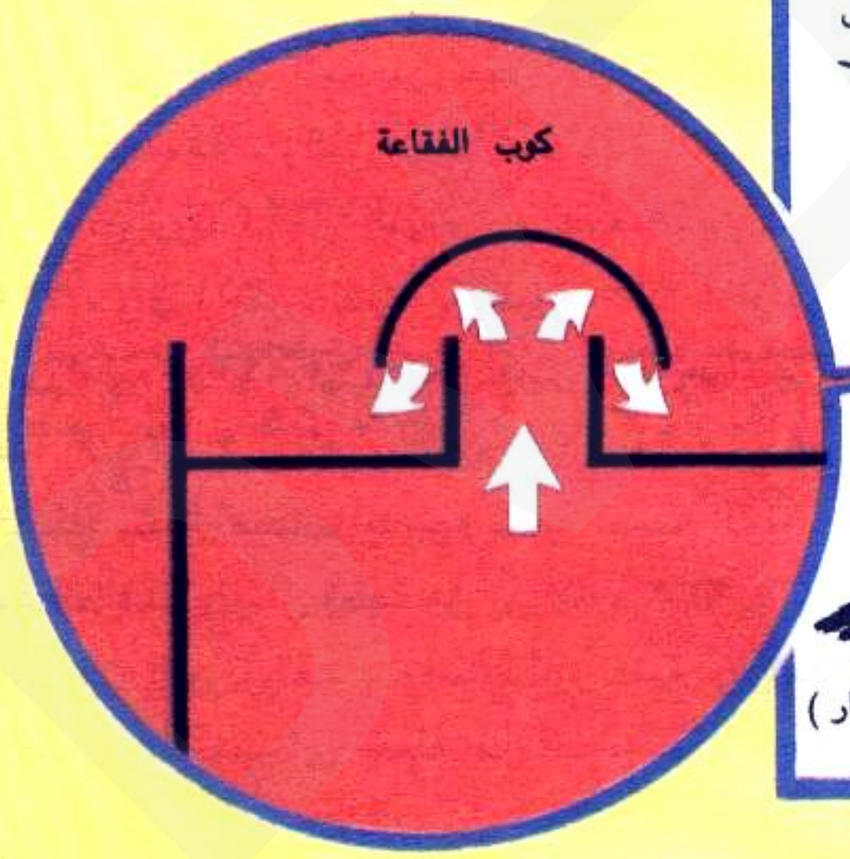
يسمى البترول الناتج من الأرض عادة « بالنفط الخام » لأنه خليط معقد من الكيماويات التى يجب تصنيفها وفرزها قبل أن يمكن استخدام كل المواد التى به . ويتم هذا التصنيف والفصل فى معمل تكرير النفط . ومعمل التكرير هذا عبارة عن متاهة من الأبراج والأنابيب ، الا أن من أهم المعدات به **الأعمدة المجزئة** الطويلة .

يسخن الزيت النفط حتى يتحول الى بخار داخل فرن . ثم ينتقل البخار داخل أنبوبة الى مدخل قريب من قاع العمود . وبداخل العمود مجموعة من الصوانى مرتبة احداها فوق الأخرى (أنظر أسفل اليمين) . والصوانى تكون أحر مايمكن عند قاع برج التجزئة وأبرد مايمكن عند قمته . ومع صعود بخار الزيت فانه يمر خلال فتحات ويحاط به بواسطة **اكواب الفقاقيع** وهى تشبه أكوابا مقلوبة رأسا على عقب (أنظر الرسم التوضيحى المكبر) وتجبر هذه الأكواب البخار على الاتجاه الى أسفل مرة أخرى خلال السوائل التى تم تكثفها بالفعل فى الصوانى . مما يساعد على تكثف المزيد من البخار .

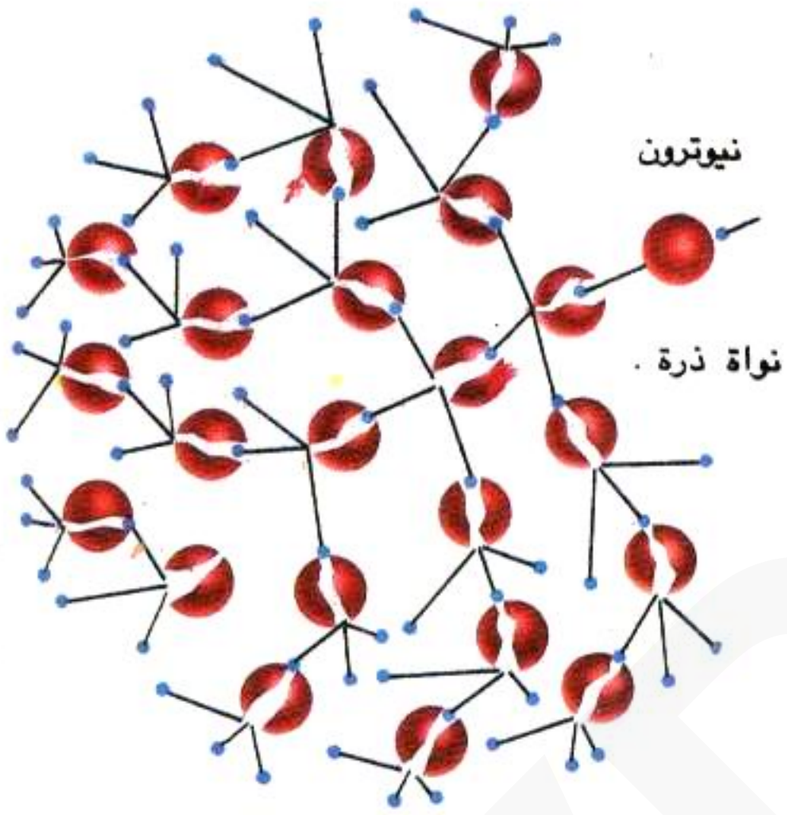
وتتكثف منتجات النفط المختلفة الى سوائل عند درجات حرارة مختلفة . وتتجمع أثقل السوائل عند قاع البرج - وهى مواد مثل الأسفلت المستخدم لرصف الطرق . ثم يأتى فوق ذلك زيت الديزل ، وفوقه مرة أخرى يأتى البرافين المستخدم فى الطائرات النفاثة والسخانات المنزلية . وقرب القمة يظهر بنزين السيارات ، أما عند القمة تماما فيأتى الغاز المستخدم فى المطابخ والسخانات .



يستخدم هذا النوع من المثاقيب للحفر خلال الصخور الصلدة . لأن اسنانة المصنوعة من الصلب تسحق وتطحن الصخور .



طاقة الذرّة



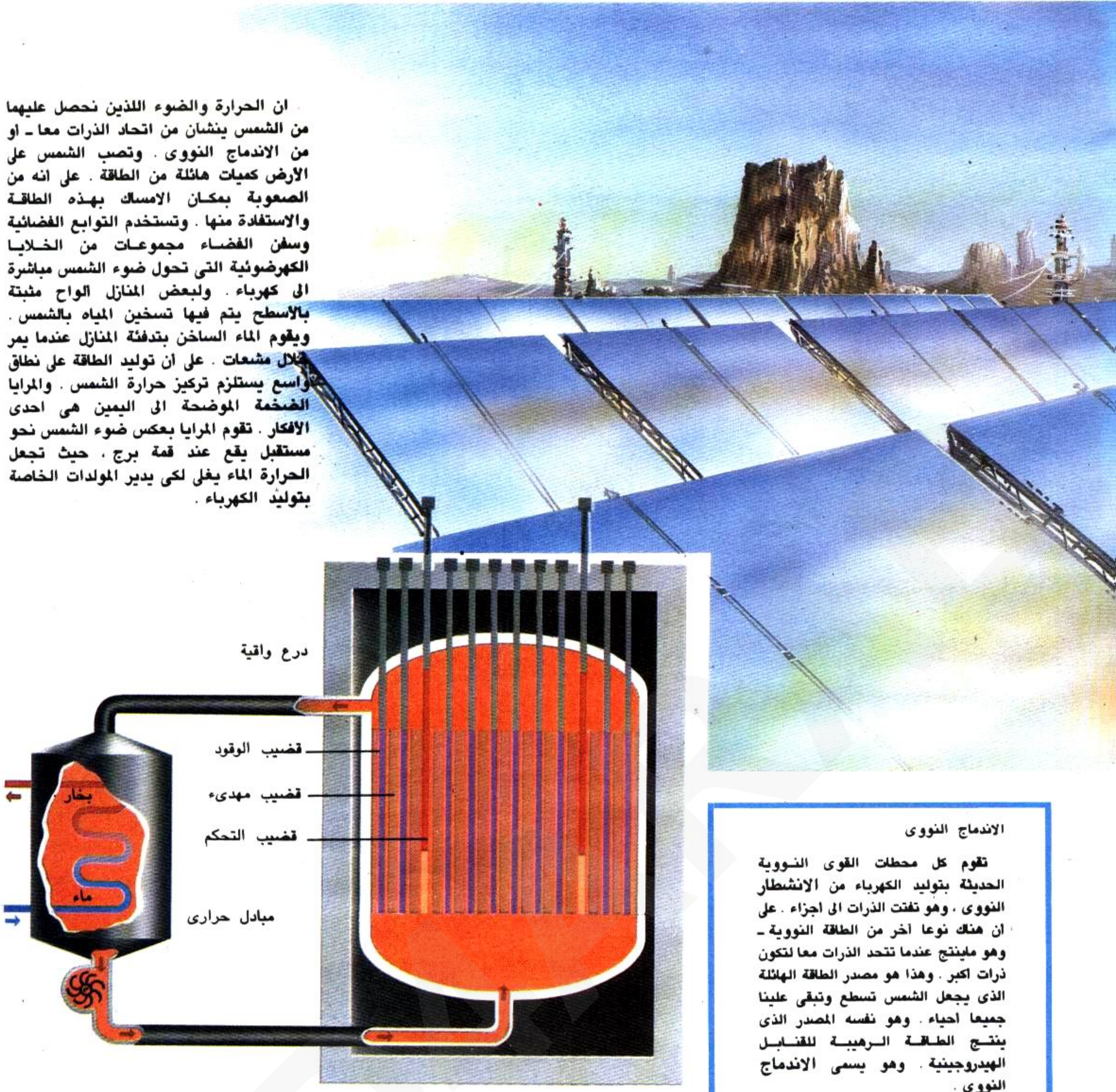
اكتشف العلماء كيفيه الحصول على كميات هائلة من الطاقة من الذرة . ويمكن استخدام هذه المعرفة لصالح البشرية ـ لتوليد الكهرباء . كما يمكن استخدامها أيضا فى صناعة الأسلحة النووية .

تتكون نواة الذرّة (مركزها) من جسيمات تسمى بروتونات ونيوترونات ، وهى ممسوكة الى بعضها البعض بقوى 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 فى اليورانيوم ـ 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 فورا . ولايمكن عندها السيطرة على التفاعل وينتج انفجار رهيب ـ أى قنبلة ذرية .

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

ان الحرارة والضوء اللذين نحصل عليهما من الشمس ينشآن من اتحاد الذرات معا ـ او من الاندماج النووى . وتصب الشمس على الأرض كميات هائلة من الطاقة . على انه من الصعوبة بمكان الامساك بهذه الطاقة والاستفادة منها . وتستخدم التوابع الفضائية وسفن الفضاء مجموعات من الخلايا الكهرضوئية التى 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 أن توليد الطاقة على نطاق واسع يستلزم تركيز حرارة الشمس . والمرايا الضخمة الموضحة الى اليمين هى احدى الأفكار . تقوم المرايا بعكس ضوء الشمس نحو مستقبل يقع عند قمة برج ، حيث تجعل الحرارة الماء يغلى لكى يدير المولدات الخاصة بتوليد الكهرباء .



الاندماج النووى

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

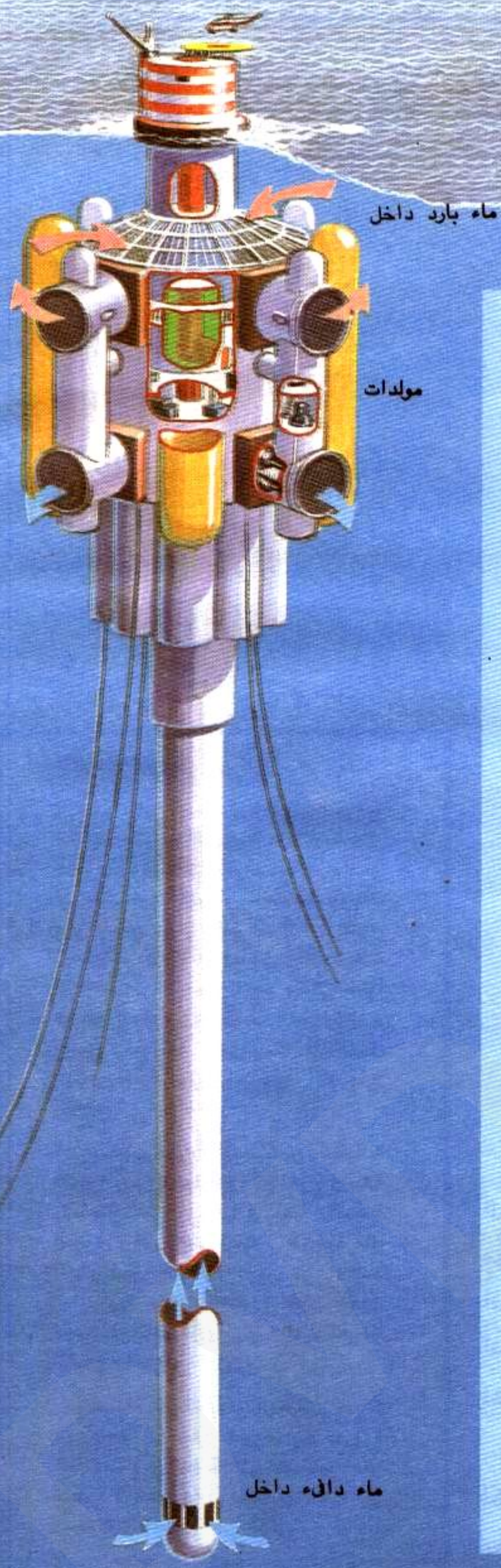
وتنشطر ذرات العناصر الثقيلة كاليورانيوم والبلوتونيوم الى اجزاء فى حالة الانشطار النووى ، اما فى حالة الاندماج النووى ، فان ذرات العناصر الخفيفة مثل الهيدروجين والهليوم تجبر على الاتحاد معا . وفى داخل الشمس يكون تحول الهيدروجين الى هليوم هو الذى ينتج لنا الضوء والحرارة .

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

ويخضع التفاعل المتسلسل للتحكم فيه ، فى محطات القوى النووية . ويحتوى المفاعل النووى على عدد من القضبان تحتوى بعض اليورانيوم ٢٣٥ . وتوضع هذه القضبان فى **مهدىء للنيوترونات** . وهذا المهدىء عادة مايكون من الجرافيت أو الماء . وفى حالة ما اذا بدأ التفاعل المتسلسل فى الحدوث بسرعة أكبر من اللازم ، فان **قضبان التحكم** يتم ادخالها هى الأخرى فى 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 لكى يحمل هذه الحرارة الى **مبادل حرارى** حيث تولد الحرارة بخارا يدير توربينات بخارية . وهذه التوربينات تولد الكهرباء .

طاقـــة البحـــار



ان آبار النفط فى العالم ستأخذ فى النضوب فى 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 التى يمكن الحصول عليها من البحار .

ولو أنك كنت على شاطىء البحر يوما عندما تتقدم نحوك أمواج كبيرة فستدرك القوى الضخمة وراء هذه الكتل المتحركة من الماء . ويمكن فى الواقع أن يكون هناك نحو ٨٠ كيلووات 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 والى 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 ، فان كميات هائلة من المياه تتحرك بشكل منتظم خلال المحيطات ، وهى تتبع دائما نفس المسار . وتيار الخليج الذى يقطع المحيط الأطلنطى نحو أوربا الشمالية هو أحد هذه التيارات . وقد عكف العلماء على تصميم آلات لاستغلال هذه الكتلة الهائلة للمياة المتحركة ، الا أن تيارات المحيط تتحرك ببطء ، ولذا كان على الآلات أن تكون كبيرة للغاية لكى تعمل جيدا (أنظر الصفحة المقابلة) .

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

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

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

الى اليسار : أنموذج 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 . ويمكنك معرفة حجم التوربين عند مقارنته بالغواصة المصورة الى جانبه .

وهناك آلة أخرى تستغل طاقة الأمواج وتسمى **العمود المائى المهتز** . وهو ببساطة عبارة عن انبوبة راسية طويلة مفتوحة للهواء عند قمتها ، أما قاعها فيقع تحت السطح . وعندما تمر موجة فان الماء داخل الأنبوبة يعلو ويهبط . وارتفاع الماء وهبوطه داخل الأنبوبة يشبه حركة المكبس داخل اسطوانة ، وهو بهذا قادر على ادارة توربين هوائى لتوليد الكهرباء .

الى اليمين : محطة قوى حرارية عائمة تستغل فيها فروق درجات حرارة الماء فى ادارة مولدات للكهرباء .

ان كل هذه النماذج تمثل امكانيات مستقبليه . والطريقة التى استغلت بها طاقة البحر فعلا تتمثل فى محطات القوى التى تعتمد على المد والجذر حيث يستخدم اختلاف منسوب الماء فى حالتى المدر والجذر فى ادارة التوربينات .

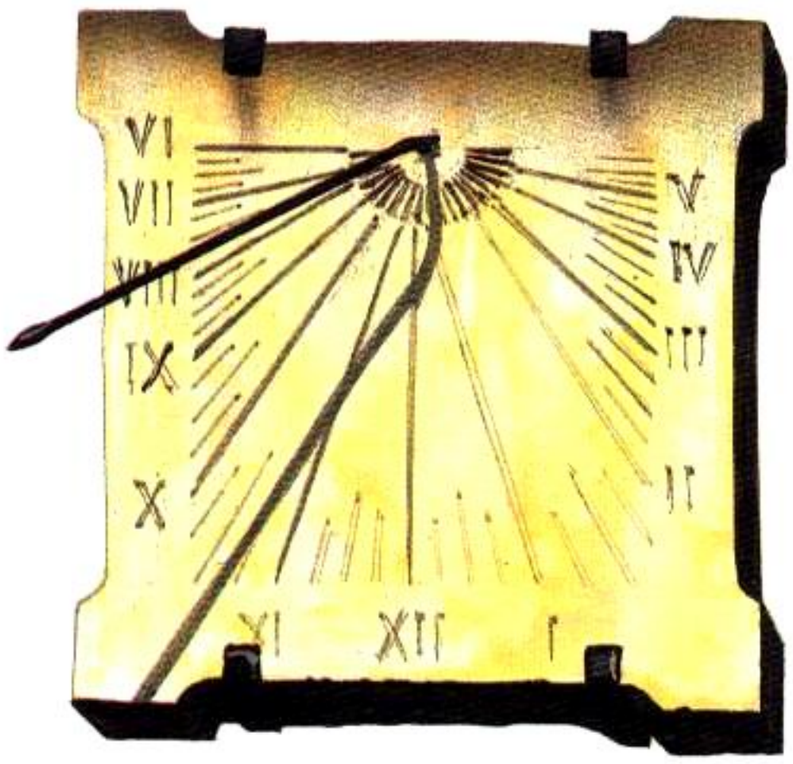
قيـــــاس الـــزمن

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 باثنى عشر قسما ينقسم اليها لعام . وأهم من هذا هو أن الأرض تدور حول محورها مرة واحدة كل ٢٤ ساعة ، ولهذا يتعاقب الليل والنهار بانتظام .

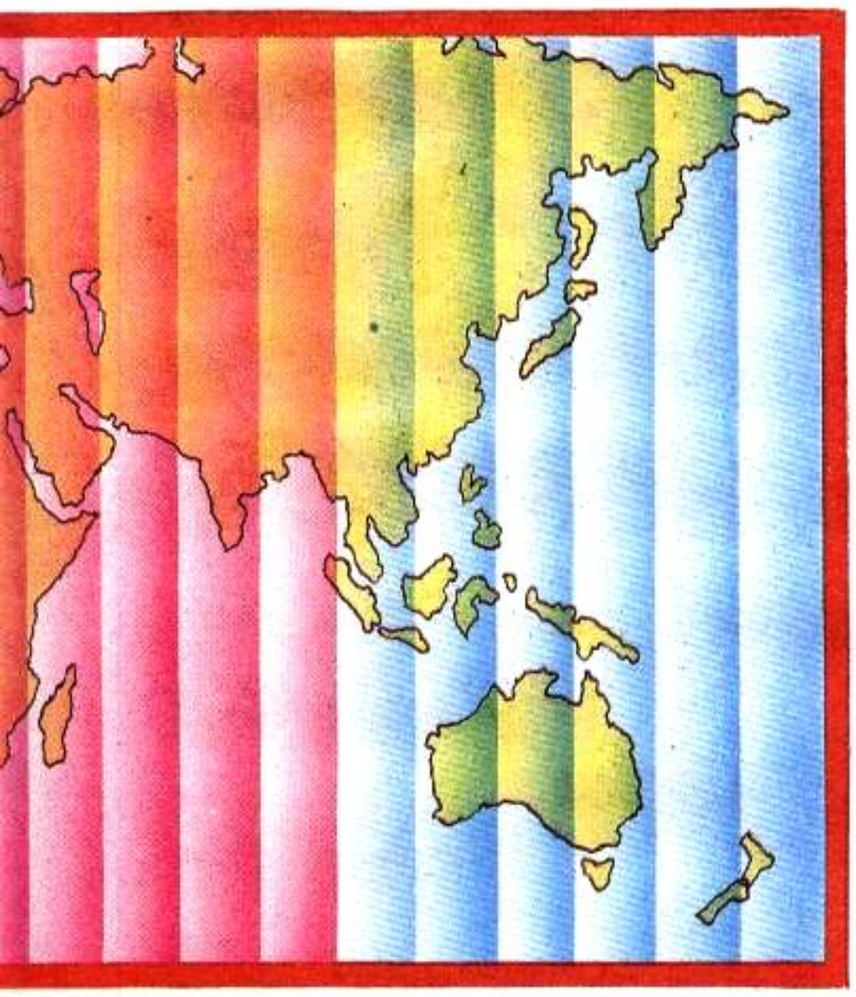
وقد كانت هذه التقسيمات التقريبية للزمن دقيقة بما فيه الكفاية ، لآلاف السنين ، حتى ظهرت المزولة والساعة المائية والساعة الرملية .

أما أول ساعة ميكانيكية فقد ظهرت قرب نهاية القرن الثالث عشر ، الا 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 الى شيء اكتشفه العالم الايطالى العظيم جاليليو فى وقت سابق . فحين كان جاليليو صبيا كان يراقب تأرجح مصباح معلق فى سقف كاتدرائية بيزا . وقد لاحظ أن كل أرجحة للمصباح جيئة وذهابا كانت تستغرق نفس الوقت تماما . بغض النظر عما اذا كانت الأرجحة كبيرة أم صغيرة . وهناك كثير من الساعات البندولية مازالت تستخدم الى اليوم .

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



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



كانت الساعات الميكانيكية الأولى ، تدار بواسطة أثقال متدلية . اذ كانت هذه الأثقال تربط بحبل يتم لفه حول اسطوانة . وعندما يتدلى احد هذه الأثقال ، تدور الأسطوانة ، ويؤدى هذا الى ادارة مجموعة من البكرات المسننة تسمى تروسا . وكان أحد هذه التروس يدير الساعة ، فى حين كان ترسا آخرا يدير رافعة تسمى مضبط الانفلات (لضبط حركة الساعة) . وكان هذا المضبط يتأرجح للخلف وللأمام متحكما فى سرعة التروس .

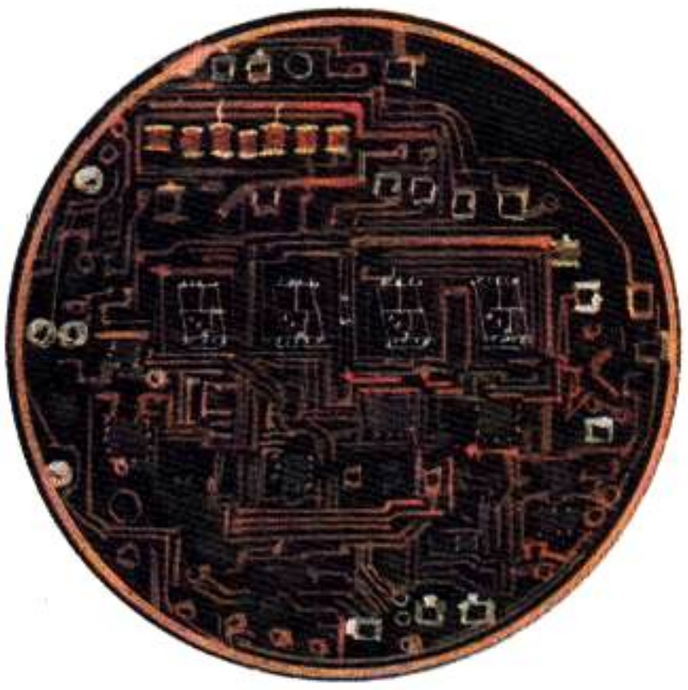
وظهرت الساعات التى يديرها الزنبرك فى القرن الخامس عشر ، وكانت أكثر دقة من الساعات التى تديرها الأثقال .

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

تحتوى الساعة الرملية على وعاءين متصلين بواسطة ساق ضيقة . وتستغرق الرمال فترة زمنية محددة لكى تنتقل من احد الوعاءين الى الآخر .

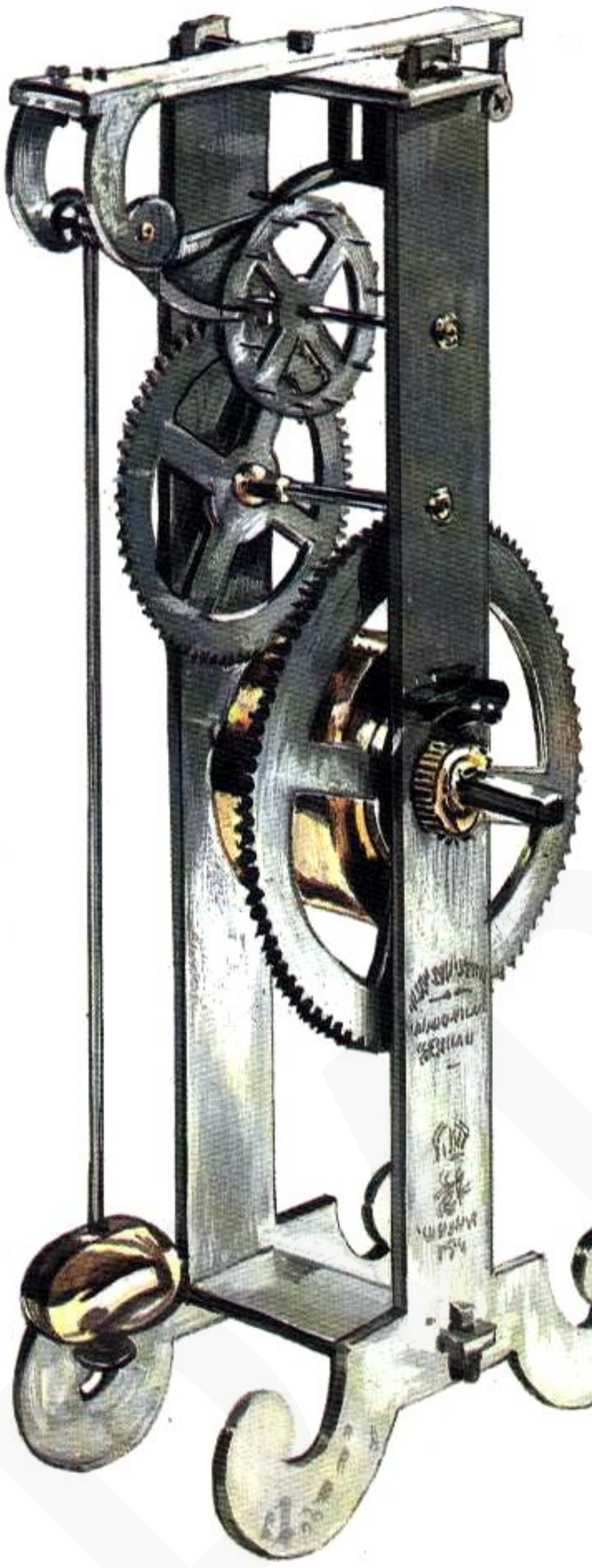
كانت الحاجة ماسة الى التسجيل الدقيق للغاية للوقت فى البحر ، وقد صنع جون هاريس أول ساعة محكمة الضبط (كرونومتر) . والساعة الموضحة اعلاه يتم ضبطها بواسطة زنبرك الموازنة .

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



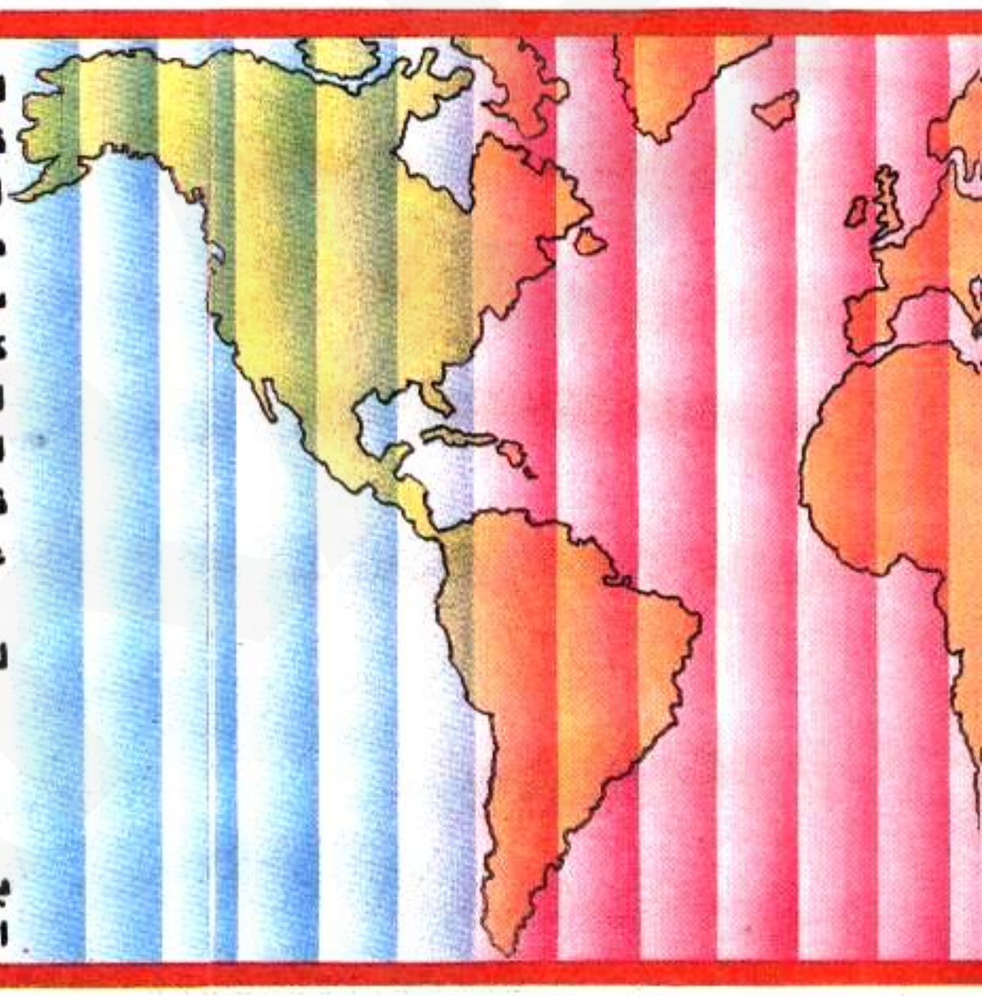
منظر من داخل ساعة الكترونية .

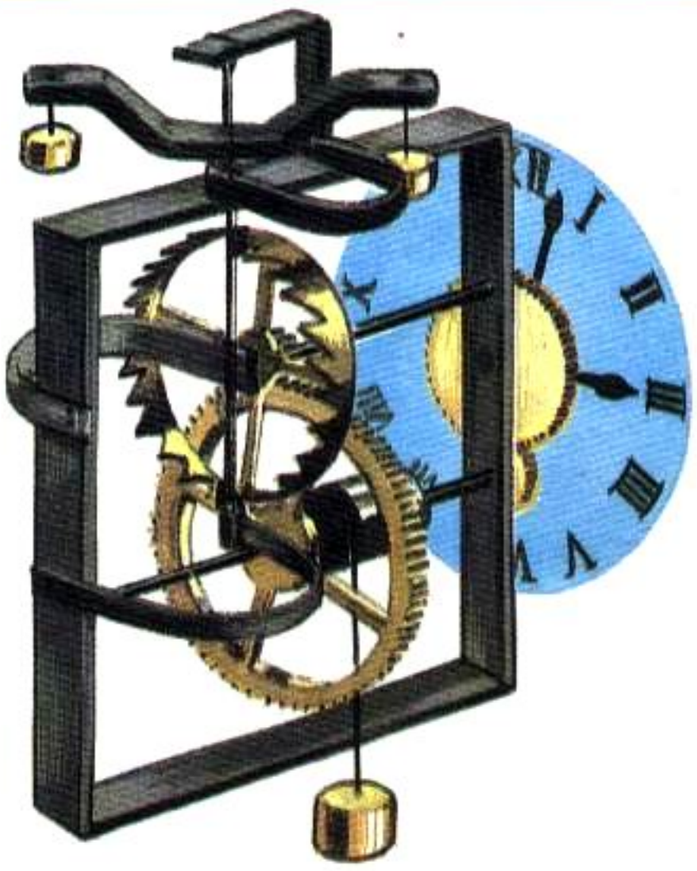
ساعة صنعت عام ١٥٨٠ .



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

تعبر الطائرة الكونكورد الاطلنطى بسرعة كبيرة لدرجة انها « تسبق » الساعة .





كانت الساعات الكبيرة الأولى تدار بواسطة ثقل متدل ، وتضبط حركتها بواسطة قضيب متارجح ، يسمح لترس متصل بعقارب الساعة بالدوران سنة واحدة فى المرة الواحدة .

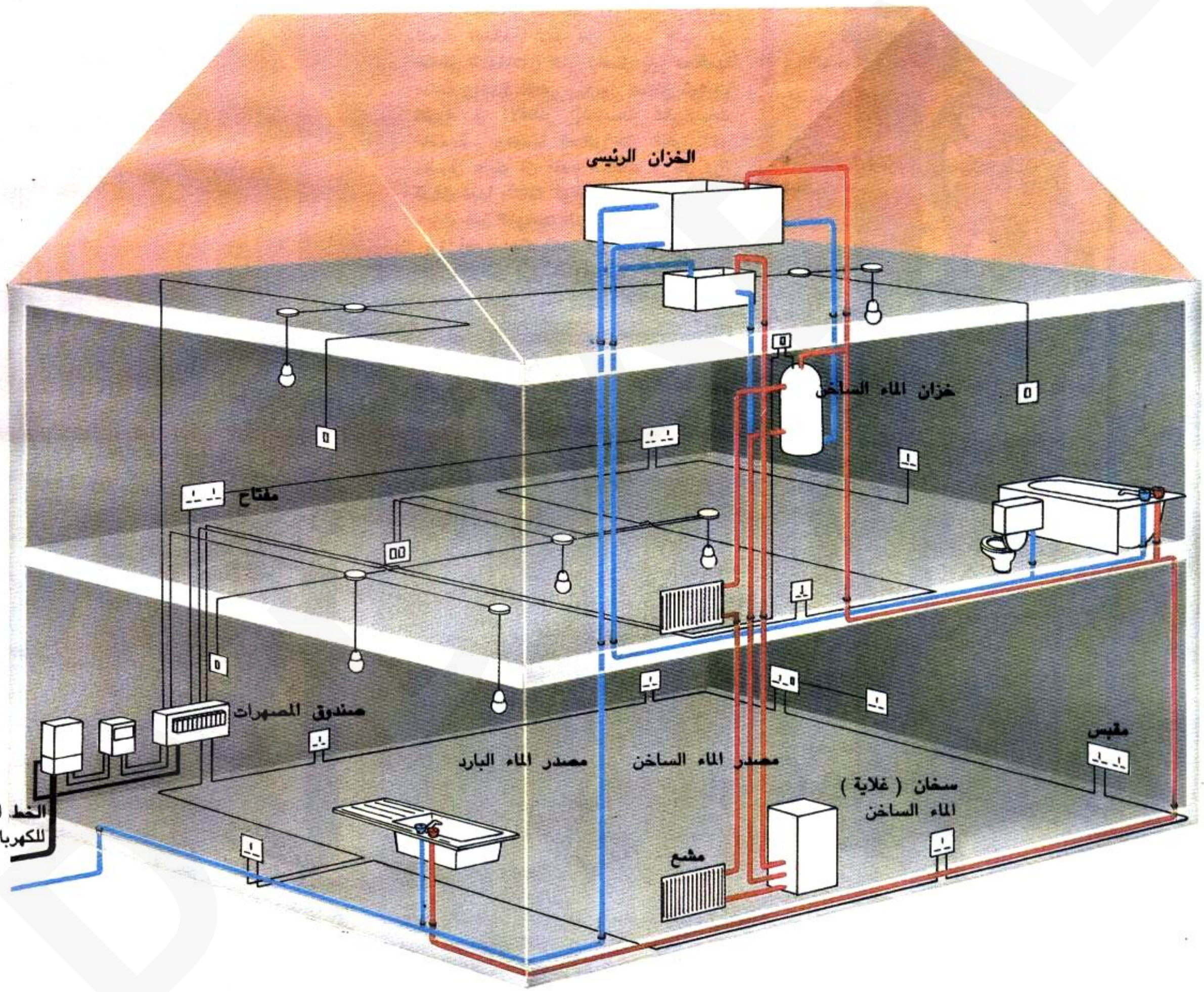
يوجد بالساعات البندولية مضبط الانفلات (لضبط حركة الساعة) كالموضح اعلاه . وهو يتكون من زوج من الأسنان يتصل بالبندول ، ويسمح للترس بأن يدور مسافة سنة واحدة كل مرة .

العلم داخل البيت

لعب العلم دورا كبيرا فى جعل بيوتنا مريحة وسهلة الادارة . 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 التى ظهرت على مدى المائة سنة الأخيرة ، يشكل جزءا من حياتنا اليومية لدرجة أننا نادرا مانتوقف لنفكر فيها . فأول طعام محفوظ ومعلب مثلا ، نزل الى الأسواق فى عشرينيات القرن الماضى . ولو أن أول فتاحة للمعلبات لم تبتكر الا فى الستينيات من نفس القرن . وقد اعتاد الناس قبل ذلك ، أن يفتحوا المعلبات بواسطة مطرقة وازميل !

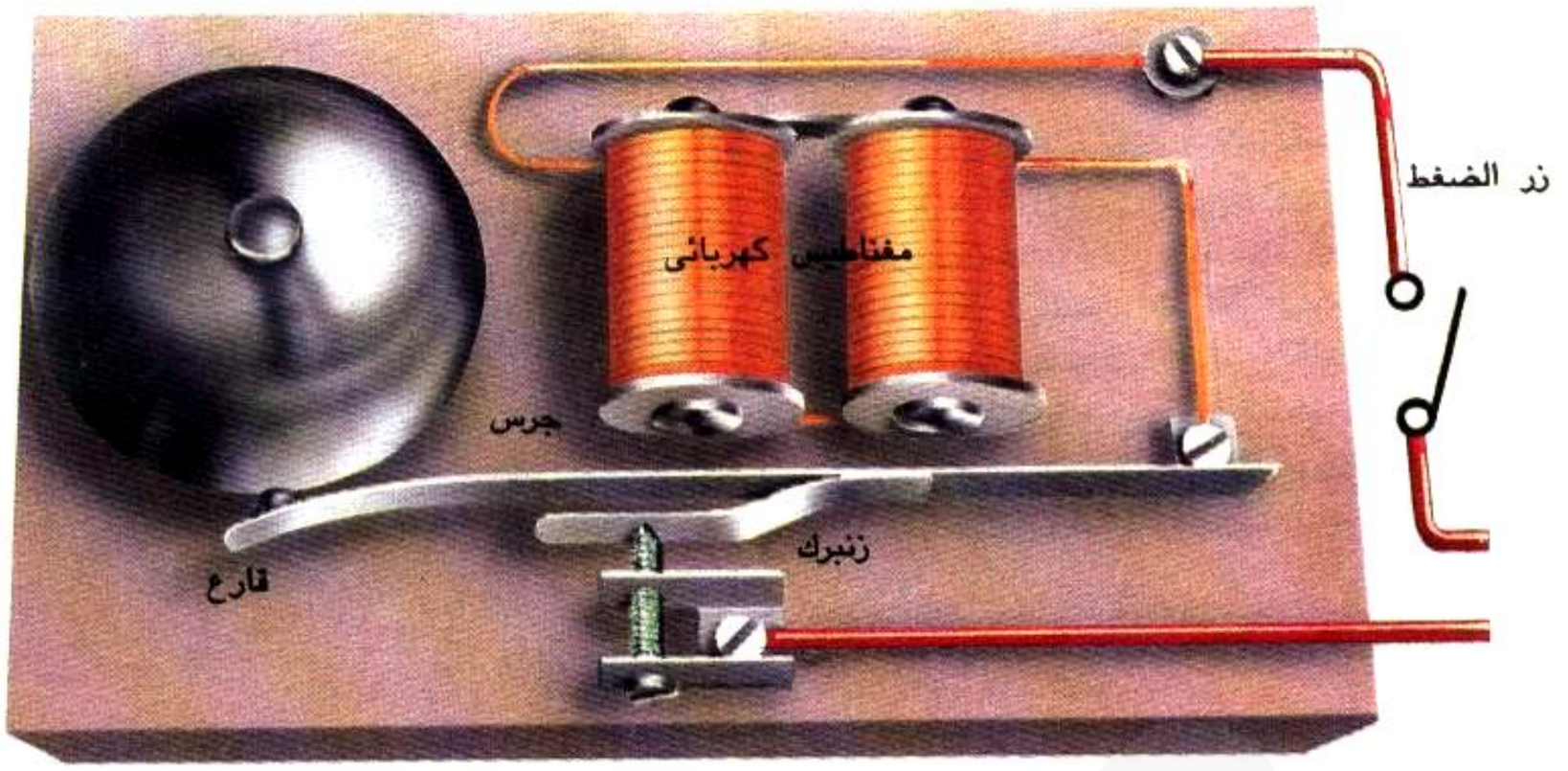
وكان الغسيل والتنظيف عادة من الأعمال الشاقة ، وكثيرا مايحتاج الى خدم مسلحين بالمكانس والمماسح . ثم خف العلم الى مساعدتنا فابتكرت مكنسة السجاد عام ١٨٧٦ ، وسرعان ماتبعتها مكنسة أخرى بالتفريغ ، وان كانت تعمل بذراع تدوير يدوية ومنفاخ .

من النادر جدا ان نفكر فى كل الأسلاك والمواسير والخزانات ، المختبئه خلف الجدران وتحت الأرضيات او فى العلية (السندره) الموجودة فى منازلنا . وتبين الصورة بعضا من هذه الأشياء . فيقوم الخزان الكبير بتغذية كل مواسير المياه بالمنزل . أما الخزانات الأصغر فتتغذى منه ، وهى مخصصة للماء الساخن . وسخان الماء (الغلاية) الموجود بالطابق الأرضى ، 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 الأسلاك من المصهر (فيوز) خلال جميع المقابس الكهربائية فى غرفة ما ثم تعود مرة أخرى الى صندوق المصهرات .



الجرس الكهربائى

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

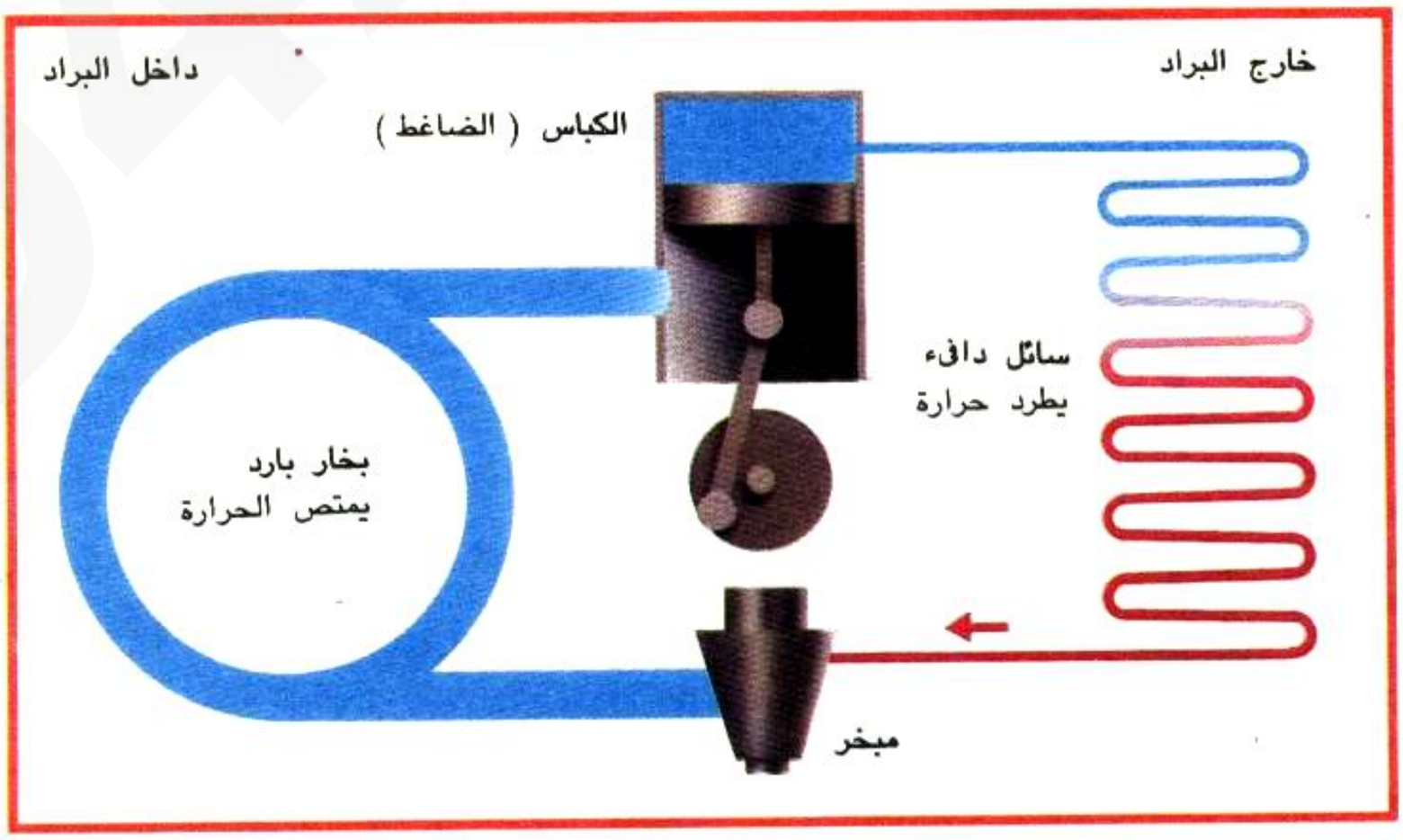


وبحلول عام ١٩٠١ أضيف اليها محرك كهربائى ومرشح للهواء فتحولت الى المكنسة الكهربائية المألوفة .

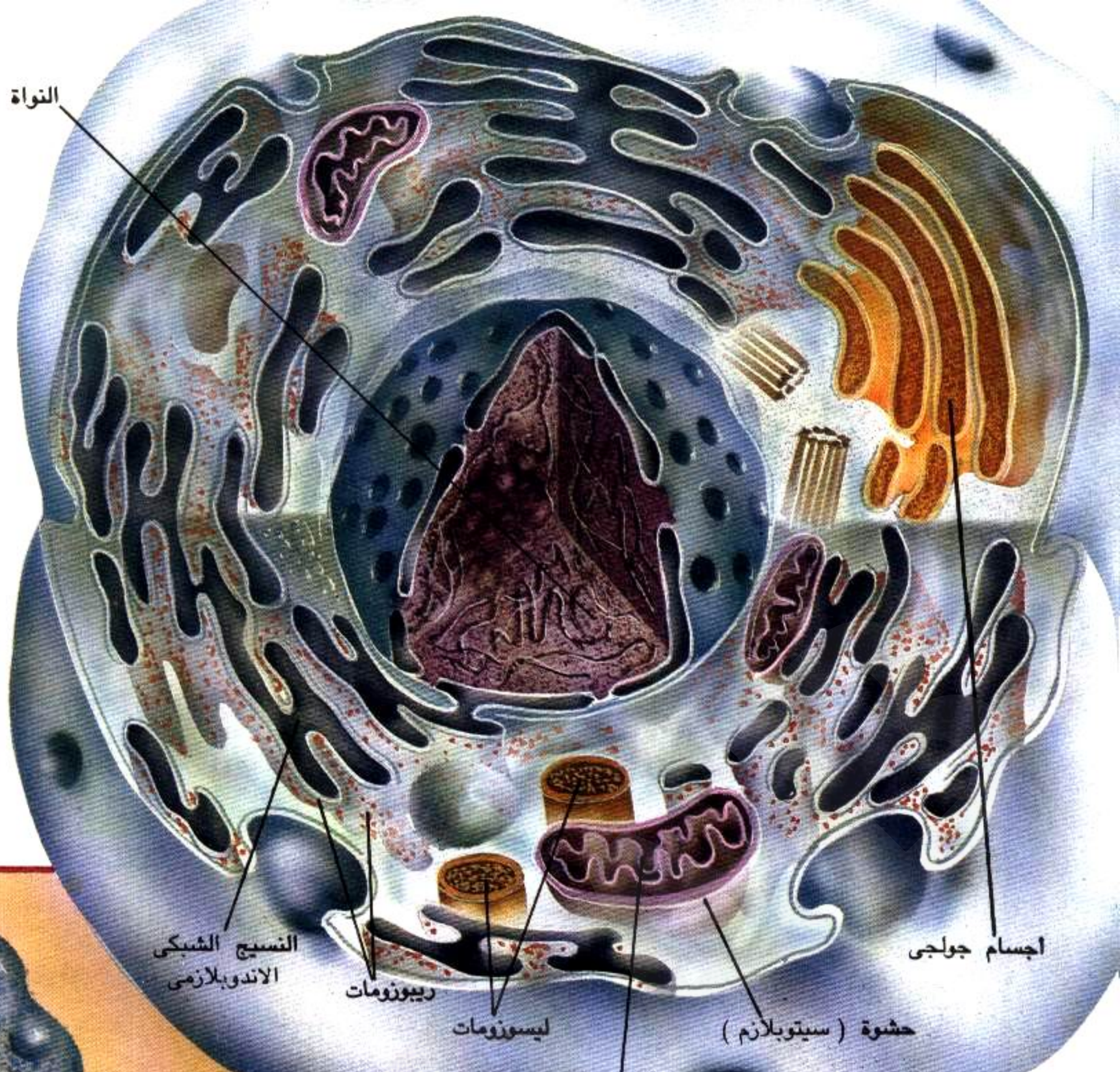
وقد كانت الغسالات أيضا يدوية . ولم تستعمل المحركات الكهربائية بها الا عام ١٩١٤ . وعلى الرغم من أن المنظفات الصناعية كانت قد ابتكرت منذ عام ١٩١٦ ، الا أن استعمالها العام لم يتحقق الا عام ١٩٤٥ .

وكان مصباح الزيت ، مثل الشموع ، أحد الابتكارات المبكرة العظيمة الفائدة . ثم بدأ استخدام الغاز فى بداية القرن التاسع عشر ، ولكن ضوء الغاز كان واهنا الى حد ما الى أن ابتكرت الرتينة المتوهجة عام ١٨٨٥ . وكانت الرتينة عبارة عن كم اسطوانى صغير من القطن الجيد والمشبع بالكيماويات . وكانت الرتينة تثبت عند فوهة شعلة الغاز ، وكان اشتعالها يزيد من الضوء ويجعله ينتشر . أما المصباح الكهربائى ذو الفتيلة الكربونية والذى ابتكر عام ١٨٧٨ تقريبا ، فقد كان بشيرا بمصباح فتيلة التنجستن وأنبوبة الفلورسنت اللذين يستخدمان هذه الأيام . ان كثيرا من الأبتكارات سواء منها الكبير أو الصغير يعين على جعل حياتنا أكثر يسرا ، ومن هذه الأشياء دبابيس الأمان ، وسوست الملابس ، وماكينات الخياطة ، وأمواس الحلاقة الآمنة ودورات المياه وأوانى القلى التى لايلتصق بها الطعام .

لابد للقابس الكهربائى (الى اعلى) من مصهر بداخله لدواعى الأمان . وبداخل انبوبة المصهر يوجد سلك دقيق لينصهر اذا مر خلاله تيار اكبر من اللازم ، مما يفصل الكهرباء قبل أن يحدث اى ضرر . ولولا هذا المصهر (الفيوز) ، لأدى أى خلل كهربائى الى ارتفاع التيار ويسبب تسخينا شديدا واشتعالا بالمكان . وتصنف المصهرات حسب وحدات الأمبير ، وهو وحدة التيار الكهربائى . وعدد الأمبيرات المطبوع على المصهر يدل على كمية التيار التى يسمح بها المصهر لتمر خلاله الى أى جهاز يراد تشغيله دون أن « ينصهر » .



يحتوى 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 ضغطة ويصبح بخارا . والتحول من سائل الى بخار يجعل البخار باردا . ثم يمر هذا البخار البارد خلال الأنابيب الموجودة داخل البراد . وعند مغادرته للبراد ينتقل الى المكثف مما يرفع من ضغطه ، ويتحول مرة أخرى الى سائل ، وهو بهذا يتخلص من الحرارة . وبهذه الطريقة تختزل الحرارة من داخل البراد وتطرد خارجه .

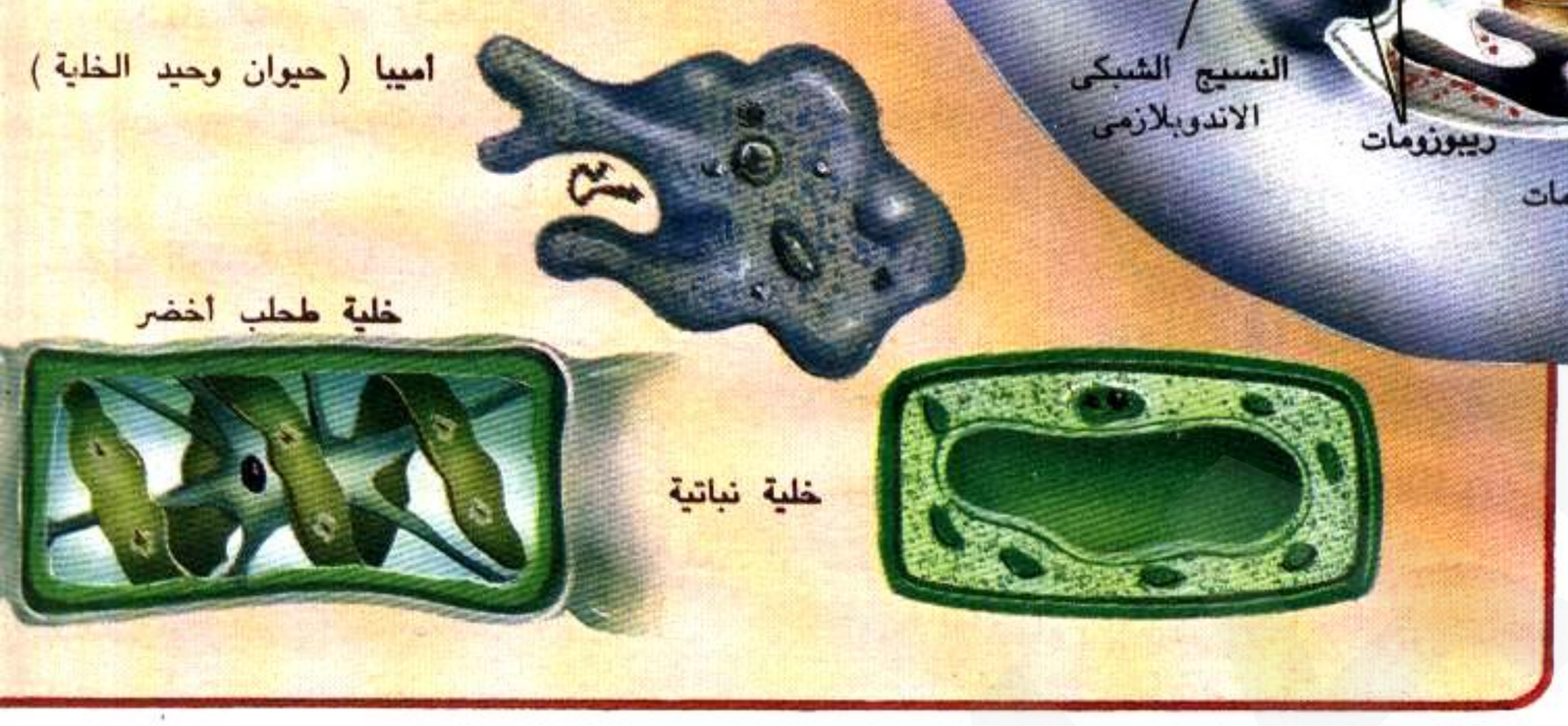


اجزاء الخلية

الغشاء هو « جلد » الخلية لأنه يمسك بكل أجزائها معا . والسيتوبلازم هو كل مابداخل الخلية فيما عدا النواة . أما النواة فهى مركز التحكم الذى يهيمن على كل أوجه نشاط الخلية . والأجسام المسبحية هى التى تنتج الطاقة للخلية . اذ أنها تمتص الطعام ثم تقدم الطاقة لكل أجزاء الخلية . والليسوزومات هى أجسام مستديرة تحلل الطعام الذى يدخل الى الخلية . وأجسام جولجى هى أكداس من الأقراص الرقيقة وليس العلماء على يقين مما تفعل هذه الأجسام .

والريبوزومات هى أشياء تشبه النقط وتقوم بعمل البروتين اللازم للخلية .

والنسيج الشبكى الاندوبلازمى هو قناة تصل بين غشاء الخلية والغشاء المحيط بالنواة .



علم الحيـــاة

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 لايزيد قطرها عن ١/٢٠٠ من **المليمتر** . وهناك خلايا أخرى ، كالعضلات ، والخلايا العصبية ، تتميز بالطول والنحافة . وقد يصل طول الخلايا العصبية أحيانا الى متر تقريبا .

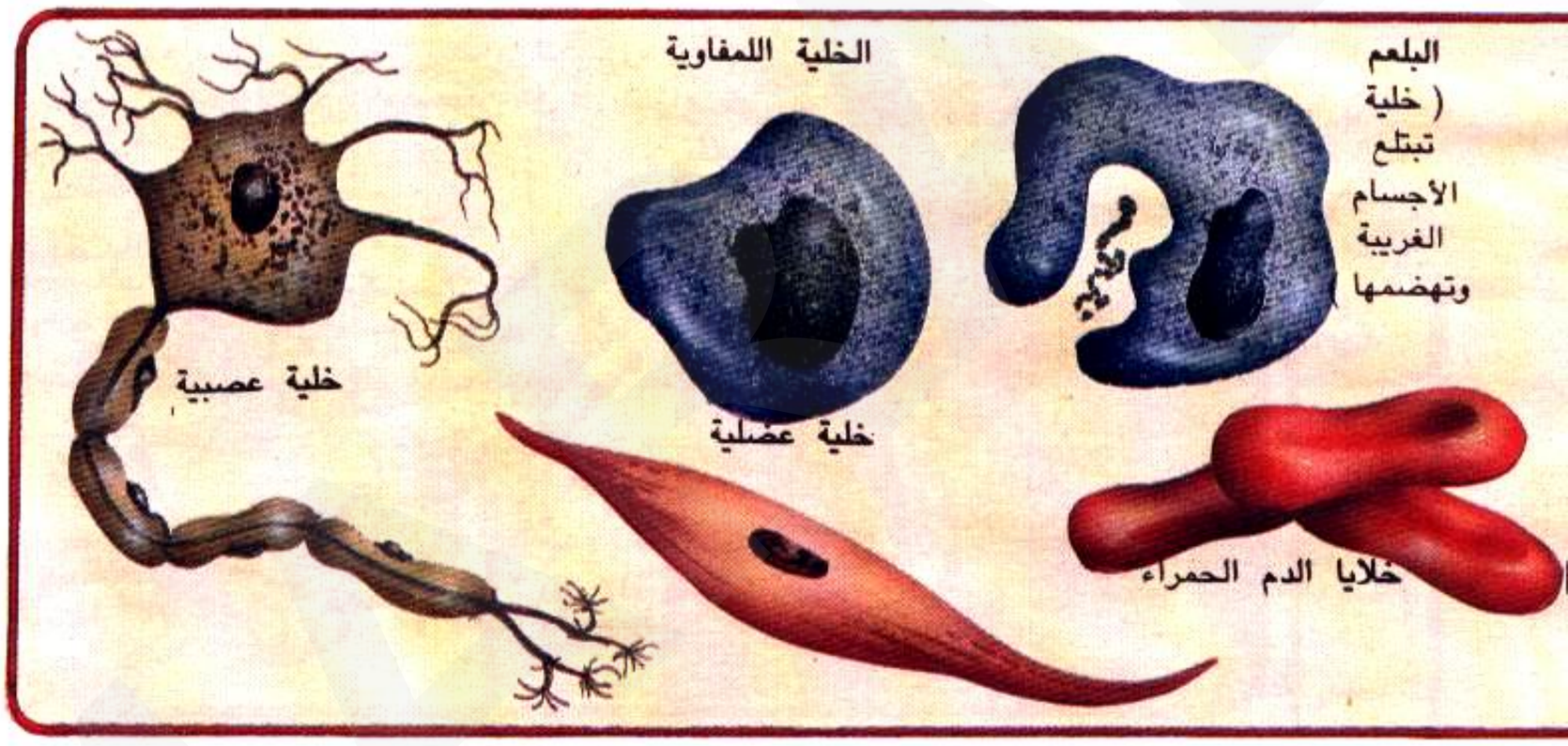
على أن جميع الخلايا تعتبر متشابهة من بعض الوجوه . فجميعها محاطة بغشاء رقيق . ويوجد بداخل هذا الغشاء حشوة (**السيتوبلازم**) ؛ وهو مادة تشبه الهلام (الجيلاتين) وتحتوى على تراكيب مختلفة ، لكل منها وظيفة معينة يؤديها . ويحتوى قلب الخلية على **نواتها** وهذه النواه هى « مخ » الخلية الذى يتحكم فى كل ماتفعله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

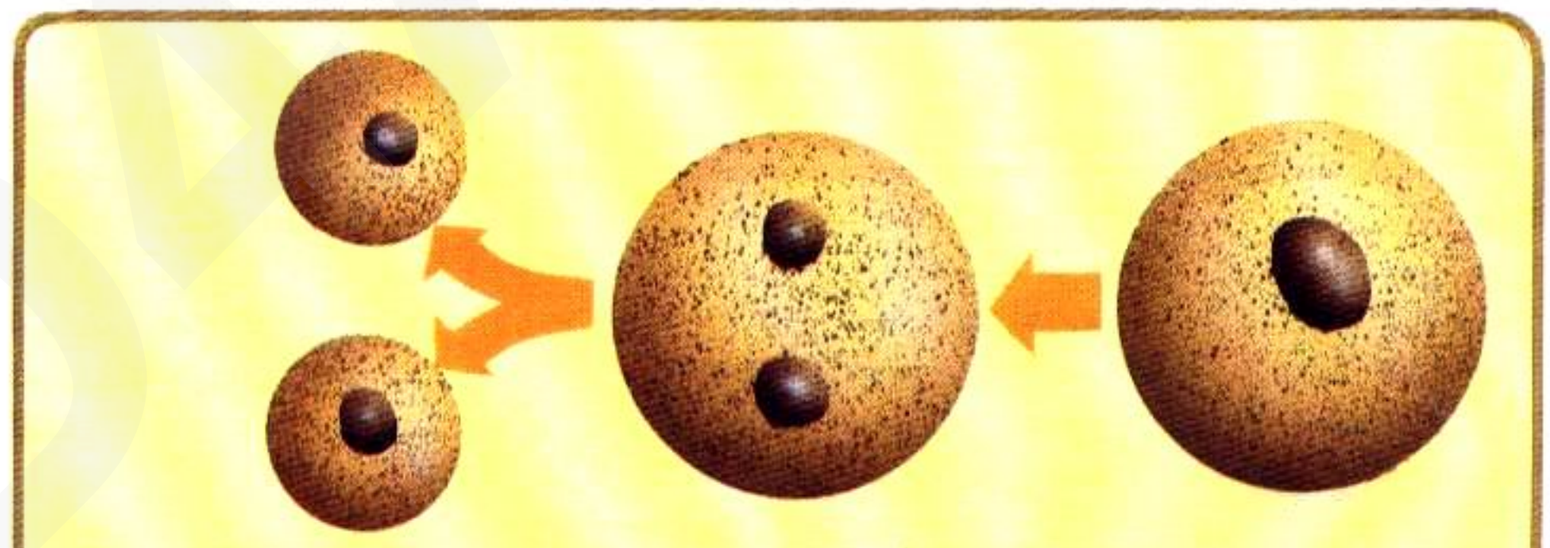
النواة هى غرفة التحكم فى الخلية ويتناثر بداخلها بعض الجدائل الدقيقة التى تسمى كروموزومات (صبغيات) ، وتتكون الكروموزومات من نوعين من المواد وهما الحمض النووى DNA والبروتينات . اما الحمض النووى فهو مادة كيميائية تتحكم فى كل ماينتقل من جيل الى جيل . فهى التى تحكم لون شعرنا ، اشقرا ام اسود ، ولون عيوننا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

الخلايا وهى تعمل

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 تحمينا من الأمراض . وتتخذ **الخلايا العصبية** شكلها المميز لكى تتمكن من حمل الرسائل الى الأجزاء المختلفة من أجسامنا . أما **الخلايا الليمفاوية وخلايا البلعم** فهما نوعامن الخلايا التى « تلتهم » البكتريا الضارة فى أجسامنا . فحين نجرح أنفسنا ، فان البكتريا سرعان ماتهاجم الجرح . وعندئذ تهرع خلايا البلعم أو البلاعم وتهاجم البكتريا وتحاصرها . فاذا ظلت البكتريا أو الطفيليات الغازية قوية ولم تهزم ، فان الخلايا الليمفاوية تتقدم وتفرز **أجساما مضادة** تجعل الغزاة بلا ضرر اطلاقا .

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





صنع خلية جديدة

ان السبيل الوحيد لتكوين نسيج جديد هو انقسام الخلايا . فالنواة تنشطر الى نصفين مكونة نواتين متشابهتين تماما ، وبكل منهما مجموعة كاملة من الكروموزومات . ثم تنقسم الخلية نفسها لتكون خليتين .

وهناك نوع أخر 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 ، فان كل خلية تعطى نصف مجموعة من الكروموزومات الى الخلية الجديدة ، التى لابد أن تكون بها مجموعة كاملة من الكروموزومات ، نصفها قد أتى من الأب ، والنصف الآخر من الأم .

نقل المعلومات

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

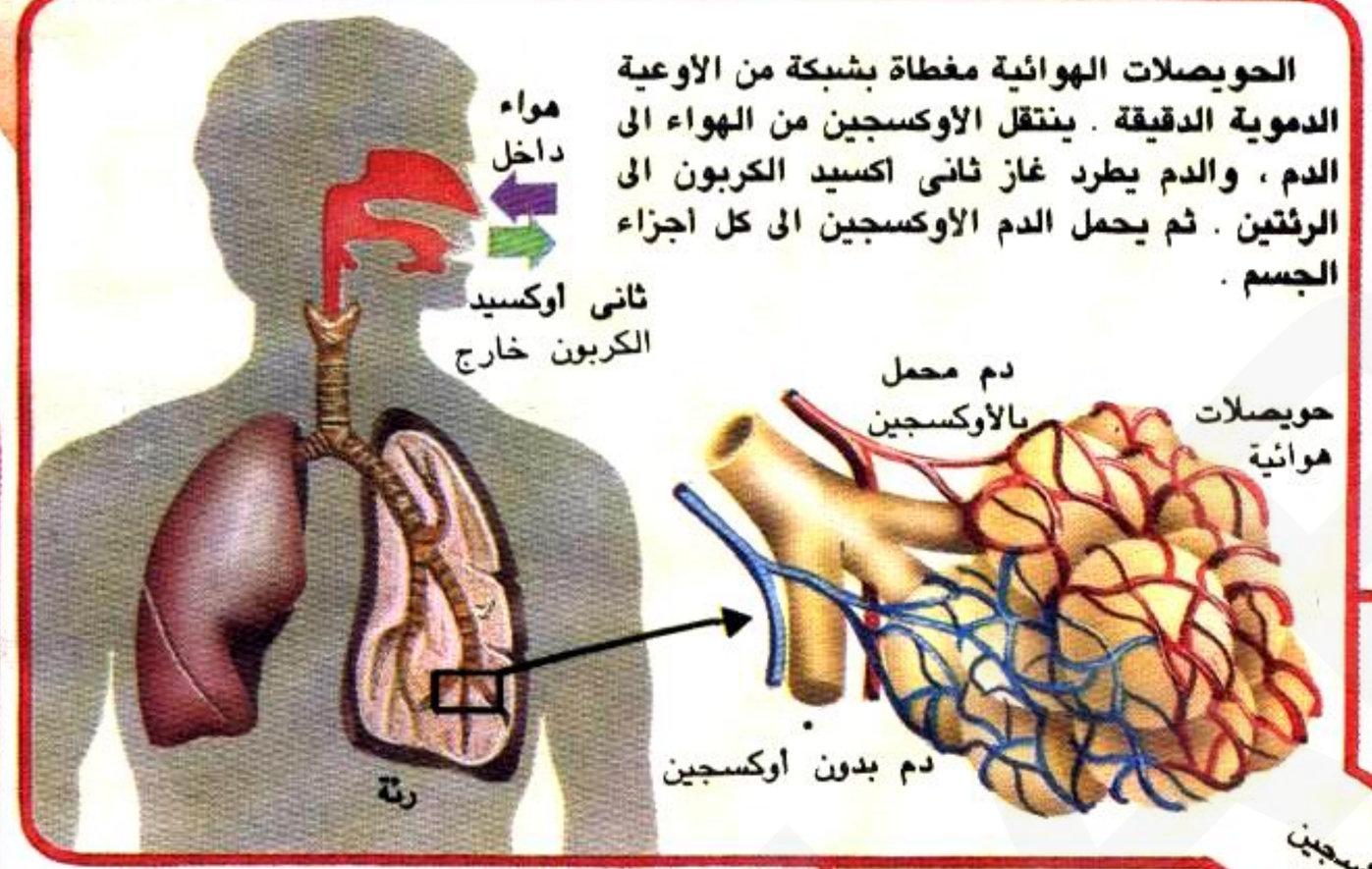
ان كل كروموزوم فى نواة الخلية انما هو سلسلة من اشياء تسمى **مورثات** (جينات) . وقد يكون بكل كروموزوم نحو ١٠٠٠ من هذه المورثات . وتتحكم هذه المورثات فى لون اعيننا وشعرنا وكل صفاتنا الأخرى . والمورثات بدورها تتكون من DNA . وكل جزىء من جزيئات DNA منتظم فى حلزونين تربطهما المواد الكيميائية ، وهو فى هذا يشبه السلم النقالى ودرجاته (أنظر لأسفل) . وهناك أربعة كيمياويات مختلفة فقط تقوم بدور الربط (كدرجات السلم) ، الا انها يمكن أن تترتب بطرق ومجموعات مختلفة لاحصر لها لكى تعطى فى النهاية كل الصفات المختلفة للبشر .

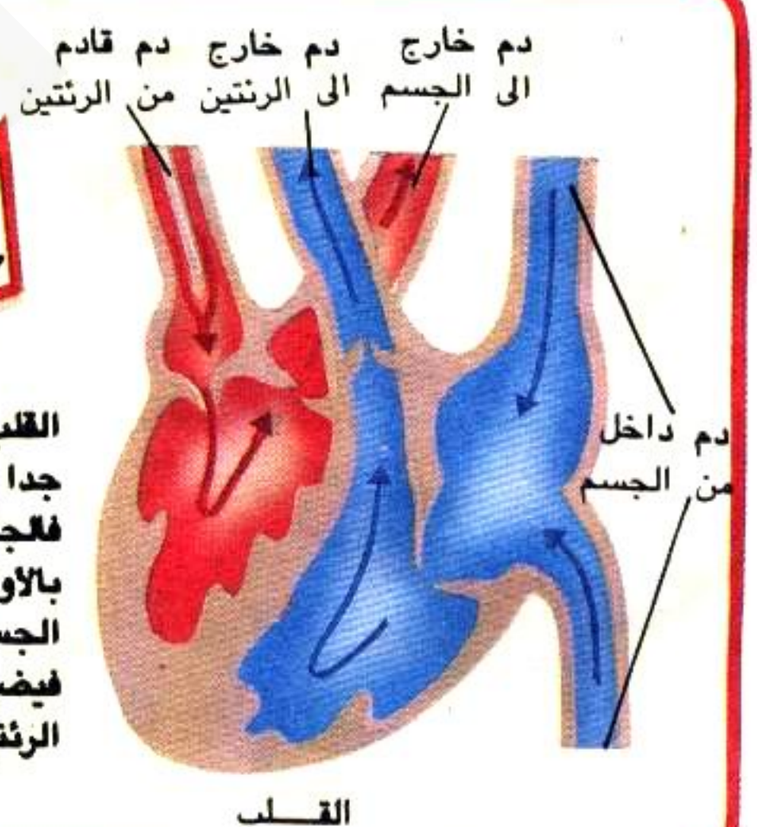
الآلة الجسدية

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

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

تشبه رئتانا زوجا من المنافيخ 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 ، فانه يمر خلال أنابيب أدق فأدق حتى يدخل الأكياس الهوائية الدقيقة التى تسمى الحويصلات الهوائية .



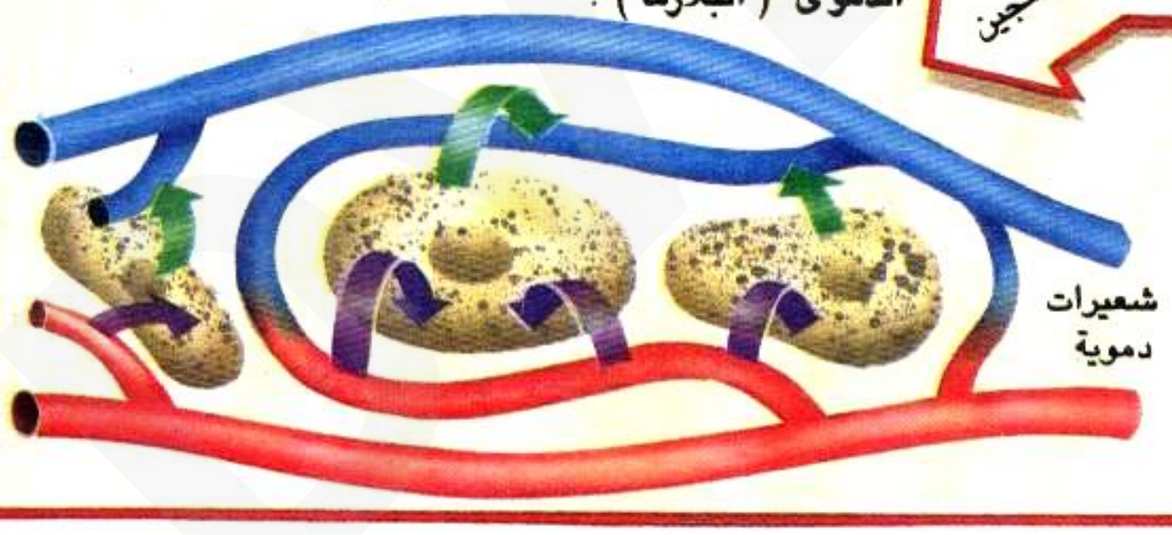


القلب مضخة ، ولكن من نوع خاص جدا ، وله مجموعتا ضخ منفصلتان . فالجانب الأيمن يضخ الدم المحمل بالأوكسجين الى شراييننا والى انحاء الجسم المختلفه . اما الجانب الأيسر فيضخ الدم الخالى من الأوكسجين الى الرئتين ثانية .

ينتقل الدم فى جميع انحاء الجسم خلال شبكة شاسعة من الأوعية الدموية . وهو ينتقل اولا خلال شراييننا ثم ينتقل خلال أنابيب أدق وأدق حتى يصل الى اوعية رفيعة جدا تسمى الشعيرات الدموية . وهذه الشعيرات الدموية تنقل الغذاء والأوكسجين من الدم الى كل خلايا الجسم . وفى المقابل ، فان الخلايا تعطى للشعيرات الدموية غاز ثانى اوكسيد الكربون والنفايات الأخرى التى تنقل عائدة الى القلب خلال الأوردة .

الطعام

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



الجهاز العصبى

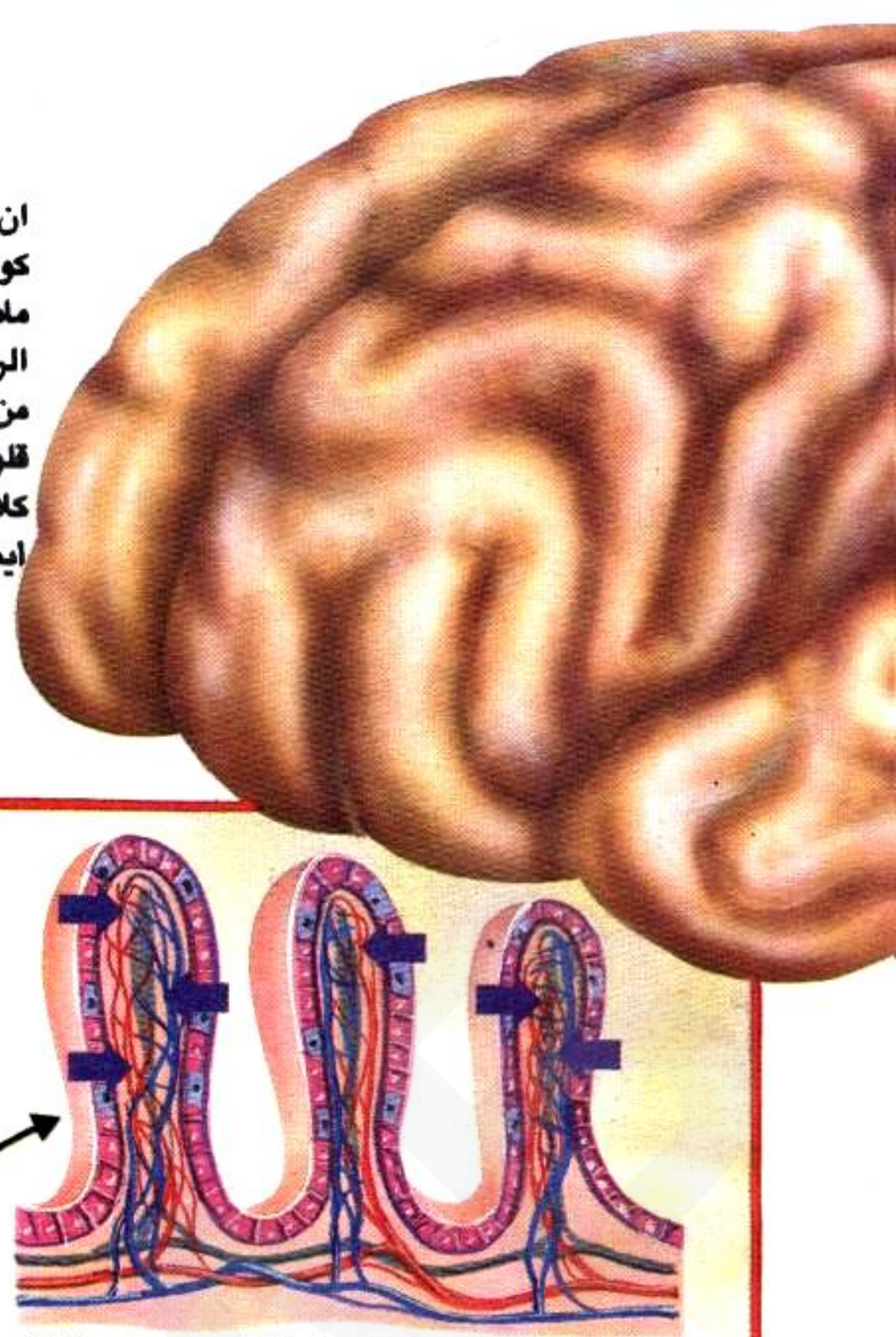
يتحكم الجهاز العصبى فى جميع الأجهزة الأخرى فى أجسامنا . ولهذا الجهاز جزءان رئيسيان . يتكون الجزء الأول من المخ والحبل الشوكى الذى يمتد خلف ظهورنا داخل العمود الفقرى . أما الجزء الآخر من الجهاز العصبى فيتكون من أعصاب تتفرع من الحبل الشوكى والمخ وتتجه الى الأجزاء المختلفة من الجسم .

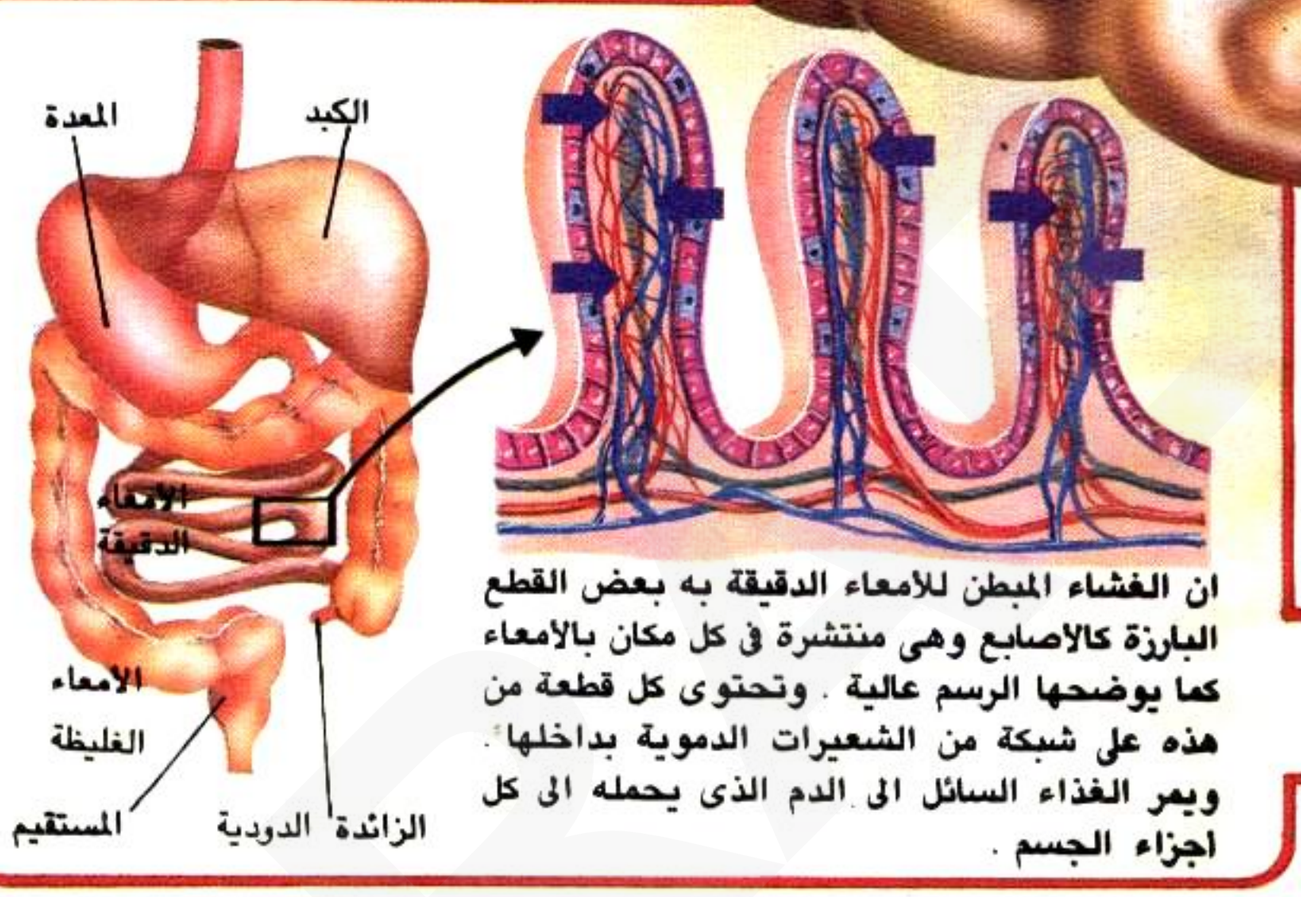
والأعصاب تشبه أسلاك التليفون . وحين يقرع جرس الباب فى المنزل ، فان رسالة تنتقل من آذاننا الى مخنا . ويقرر المخ ماذا علينا أن نفعل ازاء هذه الرسالة ويقوم بارسال رسائل الى مختلف أجزاء جسمنا ، لابلاغها بالعمل معا والقيام من على الكرسى . وعندئذ تتقلص عضلاتنا بالشكل الصحيح ، فنقوم الى الباب ونفتحه .

الأفعال المنعكسة (اللاارادية)

على أن أفعالنا ليست كلها صادرة عن أوامر من المخ . فلو لمست سطحا ساخنا جدا ، فانك تجذب يدك بعيدا فى التو واللحظة دون أن يكون عليك أن تفكر فى ذلك . وهذا مايسمى **بالفعل المنعكس** أو اللاارادى . اذ تكتشف أعصاب اليد السخونة فتقذف برسالة الى المركز العصبى بالحبل الشوكى ، فيقوم المركز العصبى فورا برد الرسالة الى اليد لكى تسحب نفسها بعيدا .

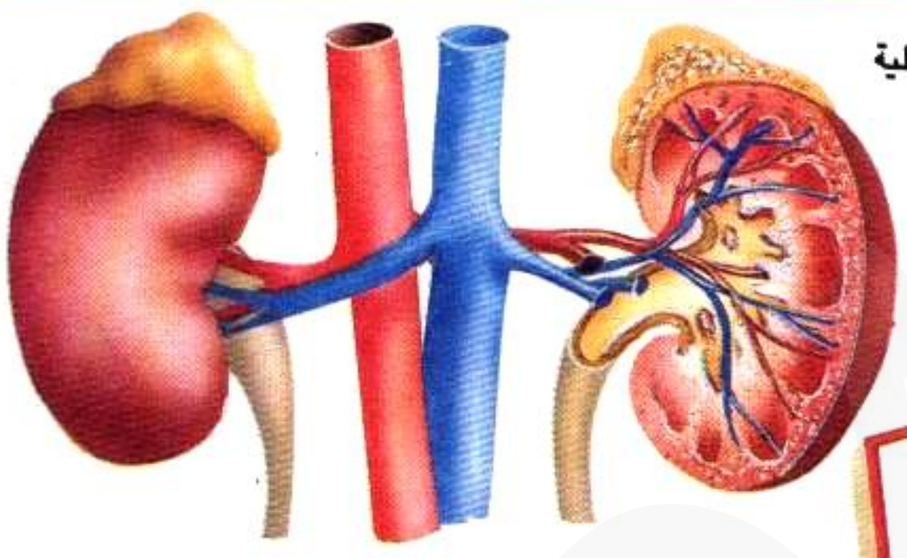
ان المخ اكثر تعقيدا من اى كومبيوتر ضخم . انه يتحكم فى كل مانقوم به من الاعمال ، حتى على الرغم من اننا قد لاندرك ذلك فى كثير من الأحيان . فهو يتحكم فى ضربات قلوبنا ، وفى جوعنا وعطشنا ، وفى كلامنا ، بل وفى كل حركة . وهو ايضا يختزن كل ذكرياتنا .





ان الغشاء المبطن للأمعاء الدقيقة به بعض القطع البارزة كالاصابع وهى منتشرة فى كل مكان بالأمعاء كما يوضحها الرسم عالية . وتحتوى كل قطعة من هذه على شبكة من الشعيرات الدموية بداخلها . ويمر الغذاء السائل الى الدم الذى يحمله الى كل اجزاء الجسم .

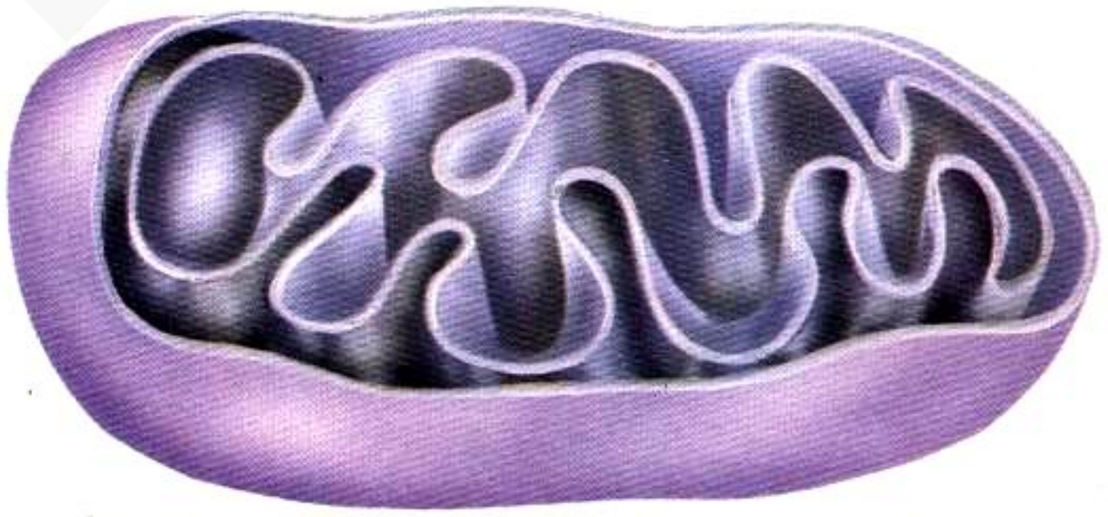
يظل غذاؤنا فى المعدة لبعض الوقت . وهناك يعتصر ويخض ويمزج بالعصارات . ثم ينتقل ببطء الى الأمعاء الدقيقة ، وهى انبوبة ملفوفة يبلغ طولها نحو ستة أمتار . ويتصل بالأمعاء الدقيقة غدتان وهما الكبد ، والبنكرياس . والكبد يصب سائلا يسمى الصفراء فى الأمعاء الدقيقة . وهذا السائل يساعد على هضم الدهون . أما البنكرياس فيفرز موادا تسمى خمائر الهضم (الانزيمات) . وهى أيضا تساعد فى تحلل الغذاء .



الكلية

النفايات

تسمى عملية التخلص من النفايات من أجسادنا اخراج الفضلات . وتعمل عدة أجهزة هامة فى أجسادنا للتخلص من النفايات . فنحن نفقد الماء على هيئة عرق من خلال جلودنا . كما اننا نتنفس فنطرد غاز ثانى أوكسيد الكربون وبخار الماء خارج رئتينا .



الغذاء والأوكسجين

تحتوى الخلايا فى أجسادنا على مئات من الأجسام التى تشبه « السجق » بداخلها . وتسمى هذه الأجسام بالأجسام المسبحية . والجسم المسبحى المصور اعلاه مكبر تكبيرا شديدا) . وهذه الأجسام المسبحية تعتبر محطات للقوى ، فهى تحرق الغذاء الذى نأكله لكى تمدنا بالطاقة . وقد يصل عددها الى ٨٠٠ جسم داخل خليه صغيرة واحدة .

طاقة

تقوم الكليتان (المصورتان أعلاه) بالتخلص من معظم الماء الزائد والنفايات الأخرى لدينا . وهما ترشحان الدم فتتخلص من الشوائب على هيئة بول . اما الكبد فهو أكبر غدة فى جسدنا . وعندما تمر الدماء بالكبد ، يستبعد مابها من سموم ونفايات . والكبد يختزن أيضا المواد التى يستخدمها جسدنا عند الاحتياج اليها .

حركة الحيوانات

الهياكل العظيمة لكل الحيوانات مهيأة لتناسب طريقتها فى الحياة . فالسمكة لها عمود فقرى « منحن » . اما الطائر فعظامة خفيفة للطيران . واطراف الكلب تستطيع الحركة للأمام وللخلف ، وان تنحنى وتستقيم وتلتف . ولجراد البحر هيكل خارجى صلب .

لو كان علينا أن نفكر فى كل الأمور التى 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 لكى تجعل كل هذه المفاصل تعمل فى اللحظة المناسبة تماما . وتقوم عضلات أخرى بجعلنا نتنفس على نحو أعمق . والواقع أننا نستخدم حين نجرى ، مايزيد على مائة عضلة مختلفة .

الهيكل العظمى

يتكون هيكلنا العظمى من أكثر من ٢٠٠ عظمة حية . وهذه العظام هى التى تسند الجسم ، وتحمى الأعضاء بداخله ، وان كانت تسمح لنا بالحركة الحرة هنا وهناك . وتلتقى العظام عند مفاصل متحركة وتتماسك معا بواسطة شرائط من نسيج متين تسمى اربطة . ولكى تتحرك العظام بسهولة بالنسبة لبعضها البعض ، فان أطرافها مغطاة بوسادة من نسيج يسمى **الغضروف** (القرقوشة) . كما أن المفصل يظل دائما فى حالة « تزييت » بسائل خاص .

العضلات

تعتمد كل تحركاتنا على العضلات . فهى التى تحرك أذرعنا وأرجلنا ، وهى التى تجعلنا نبتسم ، وندير أعيننا ونمضغ الطعام . والعضلات هى أيضا التى تضخ الدم فى أجسادنا وتخض الطعام فى جهازنا الهضمى .

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

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

الهيدره مخلوق مائى صغير يستطيع الحركة هنا وهناك عن طريق « التشقلب » .

للطائرة عظام خفيفة جدا وعضلات طيران قوية .

فهرست

(ا)

الاثيلين ، ٣٧
اجسام جولجى ، 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 فى الفضاء ، ١٢ ، ١٣
الارقام القياسية للسرعة ، ٦٨ ، ٦٩
الاسبستوس ، ٣٥
استكشاف الفضاء ، ١٦ ، ١٧
الاسطوانات ذات الصوت المجسم ، ٥٣
الاسفلت (القار) ، ٧٣
اشباه الموصلات ، ٩١
اشباه النجميات ، ٩
الاشعاع ، ٣٤ ، ٣٥
الاشعاع الكهرمغناطيسى ، ٥٤ ـ ٥٧
الاشعة تحت الحمراء ، ٥٤ ـ ٥٦ ، ٩٠
اشعة جاما ، ٥٤
الاشعة الحرارية ، ٥٤ ، ٥٥
الاشعة السينية (اشعة اكس) ، ٥٤ ، ٥٥
الاشعة فوق البنفسجية ، ٥٤ ـ ٥٦
الاشعة الكونية ، ٥٤ ، ٥٩
اطوار القمر ، ١٤
الأفق الاصطناعى ، ٦٥
الاكاسيد ، ٣٧
الالات ، ٤٨ ، ٤٩
الالعاب النارية ، ٣٦ ، ٣٧
الالكترون ، ٣٠ ، ٣١ ، ٩٠
الالومنيوم ، ٣١
امداد المنازل بالماء ، ٨٠
الاميبا ، ٨٣
اميلست (جمشت) ، ٢٧
انبوبة بيتو ، ٦٥
الانبوبة الفلورسنت ، ٨١
الانثراسيت ، ٧٣
الاندماج (النووى) ، ٧٥ ، ٩٠
الانزيمات ، ٨٥
الانسان الآلى (الروبوت) ، ٥١
الانشطار ، ٩٠
انعكاس الضوء ، ٥٧ ، ٩١
الانهار ، ٢٨
اورانوس ، ١١
الاوزون ، ٢٠ ، ٢١
الاوكسجين ، ٢٠ ، ٢٦ ـ ٣٧
الايون ، ٩١

(ب)

الباريوم ، ٣٦
البازلت ، ٢٧
بانجاى ، ٢٤ ، ٢٥
البترول ، ٧٣
البث الاذاعى ، ٦٠ ، ٦١
البخار ، ٩٦
بخار الماء ، ٣٢ ، ٨٨
البخر ، ٣٢
البراد (الثلاجة) ، ٨١
البرافين ، ٧٣
البرق ، ٤٤
البركان ، ٢٤
البروتون ، ٣٠ ، ٣١ ، ٩١
البروتينات ، ٨٢
بسمر ، هنرى ، ٣٨
بصريات الألياف ، ٥٧
بطارية (كهربائية) ، ٤٥
بطارية العمود الجاف ، ٤٥
البقع الشمسية ، ١٨
البلازما ، ٨٤ ، ٨٥
البلاستيك ، ٩١
بلاك بيرد SR-71A ، ٦٨
البللورة ، ٩٠
بلوتو ، ١٠ ، ١١
البوتاسيوم ، ٣١
البوصلة ، ٤٣
البول ، ٨٥
البوليثين ، ٣٧
البوليمر ، ٣٧
البلوليمرات القطنية ، ٣٧
البويضة ، ٨٩
بيريت الحديد ، ٢٦ ، ٢٧
بئر البترول ، ٧٢
بيولوجيا (علم الحياة) ، ٨٢ ـ ٨٩

(ت)

التاكسد ، ٣٦ ، ٣٧
تحطم الجليد ، ٢٩
التحليل الكهربائى ، ٩٠
تحميض الفيلم الفوتوغرافى ، ٥٨ ، ٥٩
التدريج المئوى ، ٣٤
الترانزستور ، ٩١
التربة ، ٢٨
التروبوسفير ، ٢١
التروس ، ٤٨
التزحزح القارى ، ٢٤ ، ٢٥
تسجيل الصوت ، ٥٢ ، ٥٣
التسجيل على شريط ، ٥٣
التصوير الفوتوغرافى ، ٥٨ ، ٥٩
التعدين تحت الماء ، ٦٦
التعرية ، ٢٨ ، ٢٩
تعرية الرياح ، ٢٨
التفاعلات الكيميائية ، ٣٦ ، ٣٧ ، ٧٤
التفاعل الكيميائى ، ٩١
تكديس الطائرات على ارتفاعات مختلفة ، ٦٤
تكرير البترول ، ٧٣
التلقيح ، ٨٩
التليسكوب ، ٨
التليفزيون ، ٦٠ ، ٦١
التليفون ، ٥٢
التمثيل الضوئى ، ٨٨
التنجستن ، ٤٦
التوتر السطحى ، ٣٣ ، ٩١
التوصيل الحرارى ، ٣٤ ، ٣٥
توصيل الكهرباء ، ٤٥
التوقيت النجمى ، ١٢
التيار المتردد ، ٩٠
تيار المحيط ، ٦٦ ، ٦٧

(ث)

ثانى أوكسيد الكربون ، ٢٠
« ثرست ٢ » ، ٦٤
الثرموستات ، ٣٥
الثرمومتر ، ٣٤
الثغيرات ، ٨٨
الثلاجات ، ٢٩
الثلج ، ٣٢ ، ٣٣

(جـ)

الجاذبية ، ٤٠ ، ٤١ ، ٩٠
الجاذبية الصناعية ، ١٨ ، ١٩
جاجارين ، يورى ، ١٦
جاليليو ، ٤١ ، ٧٨
الجالينا ، ٢٦ ، ٢٧
الجبهة الباردة ، ٢٣
الجبهة الدافئة ، ٢٣
الجذور ، ٨٨
الجرانيت ، ٢٧
الجرس الكهربائى ، ٨١
الجروف ، ٢٩
الجزىء ، ٩١
جزىء السكر ، ٣٦
جزىء الكبريت ، ٣١
جزء الكحول ، ٣٦
جزىء الماء ، ٣١
جزىء النشا ، ٣٦
جزيئات أوكسيد الحديد ، ٣١
جسر بوغاز الهمبر ، 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 ، ٧١
جسر ميناء سيدنى ، ٧١
الجسور ، ٧٠ ، ٧١
الجهاز العصبى ، ٨٥
جهاز قياس الارتفاع ، ٦٤ ، ٦٥
جهاز الهبوط ، ٦٤
الجوامد ، ٣٢ ، ٣٣
جودارد ، دكتور روبرت ، ١٦
الجيروسكوب ، ٦٥
الجينات ، ٨٣

(حـ)

الحاجز المثقب ، ٦١
الحاسبات الالكترونية الدقيقة (الميكروكومبيوتر) ، ٥٠ ، ٥١
حامض ، ٣٧ ، ٩٠
حامض السيتريك (الليمونيك) ، ٩٠
حامض الكبريتيك ، ٩٠
حامض الهيدروكلوريك ، ٣٧
حبوب اللقاح ، ٨٩
الحجر الجيرى ، ٢٦
الحجر الرملى ، ٢٦
الحديد ، ٣١ ، ٣٨ ، ٣٩
الحرارة ، ٣٤ ، ٣٥
الحركة الدائمة ، ٤٩
الحصادة ـ الدراسة ، ٤٩
حفر الانفاق ، ٧٠ ، ٧١
الحفريات (الأحافير) ، ٢٧
الحمض النووى ، ٨٢ ، ٨٣
الحمل ، ٣٤
الحواس ، ٨٤ ، ٨٥
الحوامة ، ٦٩
الحويصلات الهوائية ، ٨٤ ، ٨٥
الحيود ، ٨٠

(خـ)

الخاصية الشعرية ، ٣٣
خام الرصاص ، ٢٦ ، ٢٧
خام الزنك ، ٢٦ ، ٢٧
خام المولبيدنم ، ٢٦ ، ٢٧
خام النحاس ، ٢٦ ، ٢٧
خط التوقيت الدولى ، ٧٨
خلايا البلعم ، ٨٣
الخلايا البيولوجية ، ٨٢ ، ٨٣
خلايا الجنس ، ٨٣
الخلايا الكهرضوئية ، ٧٥
الخلايا الليمفاوية ، ٨٣

(د)

درب التبانة ، ٨
درجة الحرارة ، ٣٤
درفلة المعادن ، ٣٩
الدم ، ٨٤ ، ٨٥
الدلتا ، ٢٨
الدملوك (الرصيص) ، ٢٦

(ذ)

ذرة ، ٣٠
ذرة الأوكسجين ، ٣١
ذرة الهليوم ، ٣٠
ذرة الهيدروجين ، ٣٠ ، ٣١
ذرة اليورانيوم ، ٣٠
الذهب ، ٣١
ذهب الحمقى ، ٢٦ ، ٢٧

(ر)

الرافعة ، ٤٨
الرتينة المتوهجة ، ٨١
الرخام ، ٢٦
رطوبة الهواء ، ٢٠
الرصيف القارى ، ٢٤
رقائق الجليد ، ٧٢
الرقم القياسى للسرعة الأرضية ، ٦٩
الرموز الكيميائية ، ٣٦
الرواسب الرملية ، ٢٩
« روكيت » ، ٦٨
الريبوزومات ، ٨٢
الرئتان ، ٨٤ ، ٨٥
الريح ، ٢٢ ، ٢٣

(ز)

زحل ، ١٠ ـ ١١
الزردية ، ٤٨
الزلازل ، ٢٤
الزمرد ، 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
الستراتوسفير ، ٢١
ستيفنسون ، جورج ، ٦٨
سحاب رقيق مرتفع ، ٢٣
سحاب ركامى ، ٢٣
سحاب طبقى منبسط خفيض ، ٢٣
السحب ، ٢٣
سحب الفلزات ، ٣٩
السحب الليلية المضيئة ، ٢١ ،
السداة ، ٨٩
السديم ، ٨ ، ٩
سديم أوريون (الجبار) ، ٨
سديم حدوة الفرس ، ٨
سديم « الدمبل » ، ٨ ، ٩
سديم سرطان البحر ، ٨
سطح انسياب هوائى ، ٦٤ ، ٦٥
سفينة الفضاء ابوللو ، ١٦
السليكون ، ٢٦ ، ٣١
السليلوز ، ٣٧
السنة ، طولها ، ١٠ ، ١٢
السواحل ، ٢٩
سواعد الغوص ، ٦٧
السوائل ، ٣٢ ، ٣٣
السونار (جهاز سبر الأعماق) ، ٦٦
السيتوبلازم ، ٨٢

(ش)
الشبكية البللورية ، ٣٣
شريان ، ٨٤
شريحة ثنائية المعدن ، ٣٥
شريحة السليكون ، ٥٠ ، ٥١
الشمس ، ٨ ـ ١١
الشواطىء ، ٢٩
الشواظ الشمسى ، ١٠
الشوكة الرنانة ، ٥٢

(ص)
الصابون ، ٣٦
الصحارى ، ٢٨
الصخور ، ٢٦ ، ٢٧
الصخور الرسوبية ، ٢٦
الصخور المتحولة ، ٢٦ ، ٢٧
الصخور النارية ، ٢٦ ، ٢٧
الصدا ، ٣٦ ، ٣٧
الصفر المطلق ، ٣٤ ، ٣٥ ، ٩٠
صلب التنجستن ، ٣٩
صلب لايصدا ، ٣٩
الصناعات البترولية ، ٧٢ ، ٧٣
صناعة الصلب ، ٣٨ ، ٣٩
الصواريخ ، ١٦ ، ١٧
الصوت ، ٥٢ ، ٥٣
الصوديوم ، ٣١ ، ٣٦

(ض)
ضبط فتحة العدسة ، ٥٨ ، ٥٩
ضغط الهواء ، ٢٠ ، ٦٤ ، ٦٥
الضوء ، ٥٤ ـ ٥٧
الضوء ، سرعته ، ٩

(ط)
الطاحونة المائية (كالساقية) ، ٦٢
الطاحونة الهوائية ، ٦٢
الطاقة ، ٧٢ ـ 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 ، ٣٩
الطقس (الجو) ، ٢٢ ، ٢٣
الطول الموجى ، ٩١
الطيران ، ٦٤ ، ٦٥
الطيران الأسرع من الصوت ، ٦٨
طيف الضوء ، ٥٦
الطيف الكهرمغناطيسى ، ٥٤ ـ ٥٥

(ع)
العازل ، ٩١
العامل المساعد ، ٩٠
العدد الذرى ، 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 الارادية ، ٨٧
العضلات اللاإرادية
عضلات الهيكل العظمى ، ٨٧
العضلة ثلاثية الرؤوس ، ٨٧
العضلة ثنائية الراس ، ٨٧
عطارد ، ١٠ ، ١١
العقيق ، ٢٧
علم الفلك ، ٨ ـ ١١
علم المعادن ، ٣٨ ، ٣٩
عمود التجزئة ، ٧٣
العمود المائى المهتز ، ٧٧
عمود المرفق ، ٦٣
العناصر المشعة ، ٧٤
العنصر ، ٣١

(غ)
الغازات ، ٣٢ ، ٣٣
الغسالات ، ٨١
الغضروف ، ٨٦
الغلاف الجوى ، ٢٠ ـ ٢٣
الغواصة ، ٦٦ ، ٦٧

(ف)
الفحم ، ٧٣
فحم المستنقعات ، ٧٣
الفحم النباتى ، ٣٦
الفراغ ، ٩١
القرن العالى ، ٣٨ ، ٣٩
الفصول ، ١٢ ، ١٣
الفضة ، ٣١
الفطر ، ٨٩
الفعل المنعكس ، ٨٥
الفلزات ، ٣٨ ، ٣٩
الفوتون ، ٩١
فوستوك (١) ، ١٦

(ق)
القابس الكهربائى ، ٨١
قارورة التفريغ ، ٣٥
القاطرة ، ٤٦ ، ٤٧
قاعدة (كيميائية) ، ٣٧
القشرة الأرضية ، ٢٤ ، ٢٥
القضيب المغناطيسى ، ٤٢ ، ٤٣
القلب ، ٨٤
القلوى ، 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 الثقب ، ٥٨
الكبد ، ٨٥
الكبريت ، ٣٦
الكتلة ، ٩١
الكثبان الرملية ، ٢٨
الكروم ، ٣٩
الكروموزومات ، ٨٢ ، ٨٣
الكرونومتر (ساعةمحكمة جدا) ، ٥٠ ، ٥١
كسوف الشمس ، ١٥
الكلوروفيل (اليخضور) ، ٨٨ ، ٨٩
كلوريد الصوديوم ، ٣٧
الكلية ، ٨٥
الكهرباء ، ٤٤ ، ٤٧
الكهوف ، ٢٨
الكوارتز ، ٢٦ ، ٢٨
الكواكب ـ نشاتها ، ١٢
كوب الفقاعة ، ٧٣
الكومبيوتر ، ٥٠ ، ٥١
الكون ، اصله ، ٨ ، ٩
الكونكورد (طائرة) ، ٦٨

(ل)
اللافا (الحمم) ، ٢٤
اللون ، ٥٦ ، ٥٧
الليزر ، ٥٧ ، ٩١
الليسوزومات ، ٨٢
اللولب ، ٤٨

(م)
الماجما ، ٢٤
الماس ، ٢٦ ، ٢٧
الماغنسيوم ، ٣١
المبادل الحرارى ، ٧٥
مبين سرعة الهواء ، ٦٥
المتك ، ٨٩
المجال الكهربائى ، ٩٠
المجال المغناطيسى ، ٤٣
المجرات ، ٨ ، ٩
مجسات الفضاء بايونير ، ١٦ ، ١٧
مجسات الفضاء فايكنج ، ١٦
مجسات الفضاء فويجير ، 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 الداخلى ، ٦٢ ، ٦٣
المحرك البترولى ، ٦٢ ، ٦٣
المحرك البخارى الترددى ، ٦٢
المحرك التوربينى البخارى ، ٦٢
المحرك الكهربائى ، ٤٦ ، ٤٧
محرك المروحة التوربيتى ، ٦٣
محرك وانكل ، ٦٣
المحطة الفضائية ـ الجزيرة رقم ٣ ، ١٨ ١٩
محطة القوى النووية ، ٧٥
المحول ، ٨١
المخ ، ٨٤ ، ٨٥
المد والجزر ، ٤١
المد (والجزر) العالى ، ٤١
المد (والجذر) الناقص ، ٤١
المدفع الالكترونى ، ٦١
المرايا ثنائية اللون ، ٦
المركب (الكيميائى) ، ٣١ ، ٩٠
المركبات المنزلقة على السطح ، ٦٩
المركم ، ٤٥ ، ٩٠
المروحة التوربينية ، ٦٣
المريخ ، ١٠ ، ١١
المريخ ، استكشافة ، ١٦ ، ١٧
المزولة ، ٧٨
مسبار الأعماق بالصدى ، ٥٢ ، ٦٦
المستعمرة الفضائية ، ١٨ ، ١٩
المستعمرة الفضائية الحلقية ، ١٩
المستوى المائل ، ٨١
مسحوق البارود ، ٣٦
المشترى ، ١٠ ، ١١
مصادر الكهرباء ، ٨٠ ، ٨١
المصباح الكهربائى ، ٤٦
المصهر (الكهربائى) ، ٨١
مضبط الانفلات ، ٧٩
المطار ، ٦٤ ، ٦٥
المطر ، ٢٣
المعادن ، ٢٦ ، ٢٧
المغزل ، ٣٧
المغناطيسات ، ٤٢ ، ٤٣
مغناطيس حدوة الفرس ، ٤٢ ، ٤٣
المغناطيس الكهربائى ، ٩٠
المفاصل ، ٨٧
المفاعل النووى ، ٧٥
المفصل الكروى ، ٨٧
المقاومة ، ٩١
مكافحة النيران ، ٣٥
المكبر ، ٩٠
مكبر الصوت ، ٥٢ ، ٥٣
المكثف ، ٩٠
مكنسة تعمل بالتفريغ ، ٨١
المكوك الفضائى ، ١٧
ملاحو الفضاء ، ٤٠ ، ٤١
الملاكيت ، ٢٦ ، ٢٧
الملح ، ٣٧ ، ٩١
الملح الصخرى ، ٣٦
ملح المائدة ، ٣٧
مناطق التوقيت ، ٧٨ ، ٧٩
المناظر الطبيعية ، ٢٨ ، ٢٩
المنخفضات ، ٢٣
المنساخ (البانتوجراف) ، ٤٦
المنشور ، ٩١
مواقع الذاكرة ، ٥١
الموجات الدقيقة ، ٩١
موجات اللاسلكى (الراديو) ، ٥٤ ، ٥٥
موجة حاملة ، ٦٠ ، ٦١
الموصل ، ٩٠
المولد ، ٤٥
المولد الكهربائى ، ٤٥
الميتوكوندريا (محطات القوى داخل الخلايا) ، ٨٢ ، ٨٥
المبسم ، ٦٥
الميكروفون ، ٥٢ ، ٥٣

(ن)
النايلون ، ٣٧
النباتات ، ٨٨ ، ٨٩
نبتون ، ١١
النجوم ، ٨ ـ ١٠
النحاس ، ٣١ ، ٣٦ ، ٤٤ ، ٤٥
نسيج شبكى اندوبلازمى ، ٨٢
النشاط الاشعاعى ، ٩١
النظام الثنائى ، ٥٠ ، ٥١
نظرية ألانفجار العظيم ، ٨ ، ٩
النفاث التوربينى ، ٦٣
النقط الفوسفورية ، ٦١
نقطة الغليان ، ٣٢ ، ٣٣ ، ٩٠
نواة الذرة ، ٣٠ ، ٩١
نوبل ، ريتشارد ، ٦٩
النيتروجين ، ٢٠
النيكل ، ٣٩
النيوترون ، ٣٠ ، ٣١ ، ٩١
نيوتن ، اسحق ، ٥٦

(هـ)
هاريسون ، جون ، ٧٩
الهضم ، ٨٥
الهليوم ، ٢٠
الهواء ، ٢٠ ، ٢١
الهويس ، ٧٠
الهيدرا ، ٨٦
الهيدروجين ، ٢٠ ، ٣١
الهيدروفويل ، ٦٩
هيدروكلوريد الصوديوم ، ٣٧
الهيكل العظمى ، ٨٦ ، ٨٧

(و)
وحدة العمليات المركزية (كمبيوتر) ، ٥١
ورق عباد الشمس ، ٣٧ ، ٩٠
الوريد ، ٨٤
الوزن ، ٤١ ، ٩١
الوزن النوعى ، ٩١
الوصلة المفصلية ، ٨٧
الوقود الأحفورى ، ٧٢ ، ٧٣
الوولفنيت ، ٢٦ ، ٢٧

(ى)
اليورانيوم ، ٧٤
اليوم ، طوله ، ١٣
اليوم الشمسى ، ١٢

الموسوعة العلمية الأولى للأطفال

حقوق النشر والتاليف © وورلد انترناشيونال بيلشنج ليمتد ١٩٨٣
Copyright © MCMLXXXIII by World International Publishing Limited.

الطبعة العربية : مركز الأهرام للترجمة والنشر
مؤسسة الأهرام

التوزيع فى الداخل والخارج : وكالة الأهرام للتوزيع
ش الجلاء ـ القاهرة

مطابع الأهرام التجارية القاهرة ـ مصر