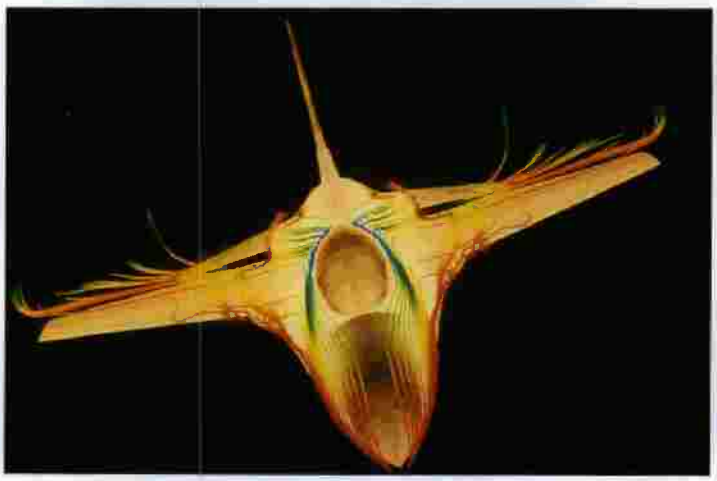
سلسلة ألفا العلمية

الحركة



إزابيل سماليس

مركز التعريب والترجمة بمكتبة العبيكان

مكتبة العبيكان

ⓒ مكتبة العبيكان، ١٤٢٢هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

سماليس، إزابيل

الحركة / ترجمة لجنة التعريب والترجمة بمكتبة العبيكان. - الرياض.

٤٤ ص، ٢١X ٢٨ سم - (سلسلة علوم ألفا؛ ٢)

ردمك: ٠- ١٣٤ - ٤٠ - ٩٩٦٠

١- الحركة. ٢- الطاقة. أ- العنوان ب - السلسلة

ديوي ٥٣٠,٠٣ ٢٢/٥٠٨٧

ردمك: ٠- ١٣٤ - ٤٠ - ٩٩٦٠ رقم الإيداع: ٢٢/٥٠٨٧

Published by Evans Brothers limited

2A Portman Mansions

Chiltern Street

London W1M 1LE

ISBN 0237 5177 4 4

جميع حقوق الطباعة والنشر محفوظة لمكتبة العبيكان

بموجب اتفاق رسمي مع الناشر الأصلي

الطبعة الأولى ١٤٢٣هـ/٢٠٠٢م

الناشـــر

مكتبة العبيكان

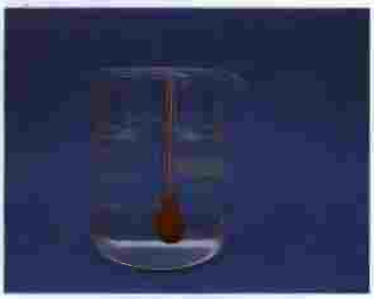
الرياض - العليا - طريق الملك فهد مع تقاطع العروبة

ص.ب ٦٢٨٠٧ الرمز ١١٥٩٥

هاتف ٤٦٥٤٤٢٤ فاكس ٤٦٥٠١٢٩

بسم الله الرحمن الرحيم

المحتويات



المقدمة ٤

الحركة على الأرض وفي الهواء والماء ٥

الحركه في الماء ٦

الطفو والغطس ٦

التحكم في العمق ٧

الحركة للأمام ٩

الأجسام الانسيابية ١٠

الانزلاق على أسطح الماء ١٢

التوتر السطحي ١٤

التحليق في الفضاء ١٦

تصميم الأجنحة ١٦

الانحدار ١٨

أشكال خاصة لمهام خاصة ١٩

التحكم في الطيران ٢٠

الطيران باستخدام الطاقة ٢٠

الإقلاع والهبوط ٢١

تركيبة الأجنحة ٢٢

المظلات والطائرات الهليكوبتر ٢٣

الحشرات والخفافيش ٢٥

أخف من الهواء ٢٦

التحرك على الأرض ٢٨

الجاذبية ٢٨

الاحتكاك ٢٩

مقاومة الهواء ٣٠

القوة المرنة ٣١

الروافع ٣٤

المفاصل في الحيوانات ٣٥

السوائل والمضخات ٣٦

كيفية عمل الأنظمة الهيدروليكية ٣٦

أنظمة الهيدروليك في الحيوانات ٣٧

المضخات ٣٨

القلب ، تلك المضخة الطبيعية ٣٩

الحركة داخل الأنابيب ٤٠

المستقبل ٤٢

المسرد ٤٤

فهرس الكلمات المستفادة ٤٥

المقدمة

يمكن لطائرة الكنكورد أن تطير أسرع من الصوت.

هناك طرق مختلفة للحركة؛ فالطيور والطائرات تطير في الهواء، والأسماك والغواصات تسبح في الماء، والقطط والسيارات تسير بسرعة على الأرض.

للحيوانات مقومات كثيرة مختلفة تساعدها على الحركة. عندما يصمم الناس الآلات المتحركة غالباً ما يأخذون الفكرة من الكائنات الحية... فعلى سبيل المثال: أجنحة غالبية الطائرات الحديثة لها نفس شكل أجنحة الطيور.

!

إن أقصى سرعة سُجلت لطائر تفوق ٢٩٠كم/ساعة وقد كانت للصقر الجوال وهو في حالة انقضاض.

لماذا تحتاج الكائنات إلى الحركة؟

تتحرك الحيوانات بحثًا عن الطعام، والمأوى، والهروب من الخطر. تحتاج النباتات إلى حركة الهواء والماء لنشر البذور، وتحتاج أيضاً إلى الطعام والماء كي تنمو السيقان من الجذور إلى الأوراق.

يستخدم الغواصون زعانف لدفعهم عبر الماء.

كيف تحدث الحركة؟

يظل الجسم ساكناً حتى تدفعه قوة ما، بمعنى أن يتم دفعه أو سحبه، وبعبارة أخرى يجب القيام بعمل ما لتحريك الجسم، ويتم إنجاز هذا العمل باستخدام الطاقة التي تتخذ أشكالاً متعددة.

الطاقة الحركية، والطاقة الكهربائية، والطاقة الكيميائية، والطاقة الحرارية.

تتضمن الحركة في الغالب تحويل أحد أشكال الطاقة لآخر، فمثلاً عندما تَجْري تتحول الطاقة الكيميائية الناجمة عن الطعام إلى طاقة حركة.

الحركة على الأرض وفي الهواء والماء.

الحركة على الأرض سهلة جداً؛ لأن الأرض صلبة. يمكنك الاندفاع باتجاه مضاد للأرض لتتحرك، ولكن الحركة في الهواء والماء أصعب بكثير حيث لا يوجد جسم صلب للاندفاع ضده.

ومع أن التحرك خلال الهواء أيسر من التحرك خلال الماء، إلا أن الماء يحمل المزيد من الأوزان؛ لذلك فإن بإمكان الحيوانات الضخمة أن تعيش في الماء. يشعر أي كائن يتحرك في الماء أو الهواء بقوة مضادة له يُطلق عليها المقاومة. يجب دفع الماء والهواء جانبًا حيث إنهما يُبَطِّئان الحركة. تُسمى هذه المقاومة السحب. تتغلب الحيوانات والآلات التي تتحرك على مشكلات السحب بطرق مختلفة.

هذا الكتاب سيعرفك كيف تتحرك الحيوانات والآلات، وسوف ترى في كل قسم بعض الحقائق المدهشة، وبعض التجارب التي تغريك على إجرائها، بالإضافة إلى بعض الأسئلة التي تحتاج الإجابة عنها نوعًا من التأمل، وقد تم توضيح الكلمات ذات الدلالة الخاصة داخل إطار محدد في نهاية النص، أما الكلمات الصعبة فبإمكانك البحث عنها في المسرد الوارد في ص٤٤.

!

إن أسرع الحيوانات في العالم (الطيور) وتوجد في الهواء. بينما تعيش أضخم الحيوانات في العالم (الحيتان) في المحيطات.

المقاييس :

يشتمل الكتاب على بعض المقاييس المختصرة

وحدات الطول

كم = كيلومتر

م = متر

سم = سنتيمتر

وحدات الحجم:

سم٣ = سنتيمتر مكعب

وحدات الوزن:

كج = كيلوجرام

ج = جرام

وحدات الزمن.

س = ساعة

تحرك الحية جسدها بشكل متموج لعبور المناطق الرملية

السَّحب: مقاومة الحركة. تدفق الهواء أو الماء فوق جسم متحرك يخفض حركته.

المقاومة: أي قوة تحدُّ من السرعة.

التحرك في الماء

يغطي الماء نصف الكوكب الذي نحيا عليه، ويعيش في الماء أنواع مختلفة من المخلوقات، بدءًا من البكتريا الدقيقة إلى أضخم الحيوانات، وهو الحوت الأزرق. وتحتاج الحيوانات والآلات التي تتحرك تحت الماء إلى القدرة على الطفو فوق السطح، كما يجب أن يكون شكلها انسيابيًا.

الطفو والغطس

لماذا تطفو السفينة المصنوعة من الصلب فوق الماء بينما تغطس كتلة صلبة من الفولاذ ؟

يرتبط كل من الطفو والغطس بالكثافة، فإذا كانت كثافة الجسم أكبر من كثافة الماء فإنه يغطس، وإن كانت أقل فإنه يطفو.

تطفو السفينة المصنوعة من الصلب؛ لأنها تحتوي على كثير من الهواء؛ لذلك تكون أقل كثافة من الماء، وتغطس كتلة الفولاذ لأنها أكبر كثافة من الماء.

تطفو السفن بمستويات مختلفة في الصيف والشتاء، وكذلك في المياه العذبة ومياه البحار؛ وذلك لأن كثافة مياه البحار تتغير بتغير درجات حرارتها، وكمية الأملاح الموجودة فيها.

عندما يُوضَع جسمٌ ما في الماء فإن الماء يدفعه إلى الأعلى، فإذا طفا هذا الجسم فيقال عنه قابل للطفو.

! *إن ماء البحر الميت كثيف جداً إلى الحد الذي يمكنك أن تطفو فيه جالسًا.*

يتم تحميل السفن بعناية بحيث لا تغطس بعمق في الماء.

؟ *تطفو السفن بمستويات مختلفة في المياه المالحة والمياه العذبة، لكن في أيهما تكون أكثر طَفْوًا؟*

تجـــربة

مقياس الثقل النوعي البسيط للسوائل (الهايدروميتر)

يمكنك مقارنة كثافة السوائل باستخدام مقياس الثقل النوعي للسوائل (الهايدروميتر) ستحتاج إلى: ماصة، ومادة لدائنية، وإناء زجاجي، وبعض الماء والملح.

١- قم بإعداد هايدروميتر بسيط عن طريق قطع عشرة سنتيمترات من الماصة، ثم ضع قطعة من المادة اللدائنية عند أحد طرفيها.

٢- ضع الهايدروميتر في إناء زجاجي ممتلئ بالماء، وتأكد أنه يطفو لأعلى (كما في الصورة) قد تحتاج إلى تغيير حجم المادة اللدائنية.

٣- علّم الماصة بقلم رصاص عند مستوى سطح الماء.

٤- ارفع الهايدروميتر، وأضف عشرة سنتيمترات مكعبة من الملح للماء، وحرّك الماء ليذوب الملح. ضع الهايدروميتر في الماء المالح، وضع علامة جديدة بالقلم الرصاص عند سطح الماء. انظر إلى الخطين، هل يطفو الهايدروميتر بدرجة أعلى أو أقل في الماء المالح؟

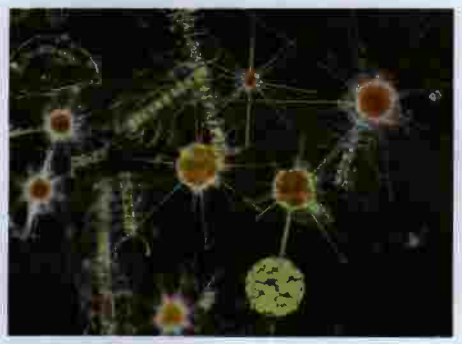
التحكم في العمق

تحتاج الحيوانات التي تعيش في الماء إلى أن تكون قادرة على التحكم في حركتها في الأعماق. تمكث بعض الحيوانات مثل عجول البحر والحيتان في نفس العمق فترة وجيزة عن طريق تحريك الأذرع والزعانف، وعند توقف الحركة تطفو لأعلى.

يستهلك استخدام الزعانف والأذرع طاقة كبيرة، ولا تستخدم الحيوانات التي تقضي فترة طويلة تحت الماء الزعانف أو الأذرع، فهي محايدة الطفو، بمعنى أن دفع الماء لهذه الحيوانات إلى أعلى يكفي لتكون في العمق نفسه.

تشتمل المخلوقات البحرية الصغيرة مثل العوالق على ألسنة أو أسنان صغيرة في جسمها مما يزيد من سطح أجسامها. فهي تغطس ببطء في الماء، ويمكنها البقاء بسهولة عند مستوى واحد من خلال القيام بحركات صغيرة.

هناك الآلاف من مختلف العوالق في البحر، تطفو هذه العوالق بسهولة من خلال القيام بحركات صغيرة.



تُعَدُّ الشحوم والزيوت أقل كثافة من الماء، ولأسماك القرش أكباد دهنية كبيرة تساعدها على أن تكون أكثر قابلية للطفو، لكن عليها أن تسبح طوال الوقت لتكون غاطسة. وللأسماك العظمية كيس هواء للسباحة، وهو عبارة عن كيس صغير مملوء بالهواء داخل أجسامها، يمكنها تغيير كمية الهواء في الكيس لتغيير قابليتها للطفو.

هل رأيت السمكة الذهبية وهي تستنشق الهواء على سطح الماء؟ إنها تملأ المثانة الهوائية بالهواء حتى تتمكن من السباحة بسرعة وعندما ترغب السمكة الذهبية في الغطس فإنها تفرّغ فقاعات الهواء.

استوحى الأشخاص الذين صمموا الغواصة الفكرة من الأسماك التي تعيش تحت الماء. حيث تُزود الغواصات بخزانات يمكن ضخ الهواء بداخلها أو تعبئتها بماء البحر. وعند تعبئة هذه الخزانات

؟ *هل توجد أوجه شبه بين خزانات الغواصة والمثانة الهوائية في السمكة الذهبية.*

النوني: حيوان بحري (الموضح في الصورة أدناه) له جيوب غازية داخل قوقعته. تغيّر هذه الجيوب من كمية الغاز للتحرك لأعلى وأسفل في الماء. وتتحكم الغواصة (الصورة السفلية) في الغوص في العمق بالطريقة نفسها.

بالماء فإن الغواصة تغطس، وعندما تكون ممتلئة بالهواء تقل كثافة الغواصة عن كثافة الماء فتطفو على السطح.

تجـــربة

قابلية الطفو.

يمكننا ملاحظة كيف أن الضغط يغير قابلية الجسم للطفو عبر هذه التجربة. نحتاج في هذه التجربة إلى:

قارورة بلاستيكية بغطاء سعة ٢ لتر، قطارة عين، وكوب زجاجي طويل.

١- املأ الكوب الزجاجي بالماء.

٢- املأ قطارة العين بماء كاف حتى يطفو على الكوب بحيث يكون على الأقل رأسها فوق السطح.

٣- املأ القارورة بالماء، ثم قم بعناية شديدة بوضع قطارة العين داخلها، من المهم عدم فقدان أية كمية من المياه في القطارة.

٤- أقفل القارورة بإحكام.

٥- اضغط على الزجاجة ثم انظر ماذا يحدث للقطارة؟

التوضيح:

الضغط على الزجاجة يزيد ضغط الماء بالداخل، ولا يمكن للهواء الموجود بالداخل أن يخرج، ينحصر الهواء في مساحة أقل ويدخل المزيد من الماء. يقل حجم الهواء في القطارة، وتصبح القطارة أقل كثافة وبالتالي أقل قابلية للطفو؛ لذلك تغطس، وعندما يتوقف الضغط على الزجاجة، فيمكن للهواء أن يملأ الفراغ مرة أخرى ويدفع الماء خارج القَطَّارة فترتفع القَطَّارة مرة أخرى.

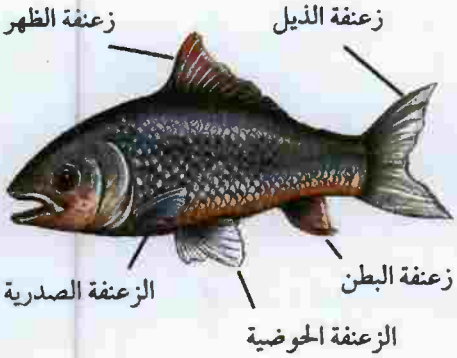
الحركة للأمام

تتحرك السمكة للأمام باستخدام عضلاتها المتموجة الممتدة على طول ظهرها. وهذا يحرك الذيل وزعانفه من جانب لآخر، وبالتالي يدفع السمكة للأمام. تستخدم السفن الرفاصات لتحركها للأمام. تُزود معظم السفن الضخمة برفَّاص بأربعة مجاديف على الأقل، تدفع المجاديف الماء للخلف فتتحرك السفينة للأمام. يتم تحريك المجاديف بواسطة آلات تسمى التربينات البخارية.

تستخدم الأسماك زعانف الذيل للتحرك للأمام، في حين تساعدها الزعانف الأخرى في السباحة بصورة مستقيمة والتوجيه وحفظ التوازن. يتم تزويد السفن بزعانف كبيرة تحت الماء يُطلق عليها أجهزة حفظ التوازن.

!

ظهرت أول سفينة تعمل بنظام التوربين- التوربينة - في عام ١٨٧٩ حيث وصلت سرعتها أكثر من ٦٠كم/ساعة.



وتستخدم هذه الزعانف في منع السفينة من التمايل من جانب إلى آخر خاصةً في ظل ظروف الجو السيئة كما يحدث لدى السمكة تمامًا.

تمنع زعنفة الظهر وزعنفة البطن السمكة من التحرك من جانب إلى آخر.

تتحكم الزعنفتان الصدرية والحوضية في الحركة لأسفل ولأعلى

تحول زعنفة الظهر وزعنفة البطن دون تدحرج السمكة

الأجسام الانسيابية

عندما يتحرك حيوان ما أو آلة في الماء تقل سرعتها بفعل المقاومة (راجع ص٥) وكلما تحرك الجسم بسرعة تزيد المقاومة. من الضروري لكل الحيوانات التي تعيش في البحر الحد من آثار المقاومة؛ لذلك تعتمد الأسماك والحيوانات البحرية الأخرى طرقاً مختلفة لحل هذه المشكلة. ومن هذه الطرق أن يكون الجسم أملس وزلقًا وانسيابيًا.

تجـــربة

الانسابية

يمكنك في هذ التجربة تشكيل أفضل الأشكال للتعرف على الانسيابية. ستحتاج إلى وعاء تخزين زجاجي طويل (ذلك النوع المستخدم للمعكرونة)، ولاصق ورق الحائط، ومادة لدائنية، وساعة توقيت.

١- *عبئ وعاء التخزين بمادة لصق ورق الحائط. سيقلل السائل اللاصق حركة الأجسام، وبذلك تتمكن من حساب زمن وصول الأجسام إلى القاع.*

٢- *اقسم المادة اللدائنية إلى جزأين بحيث يزن كل جزء ٢٠جم ثم شكل كلا القطعتين إلى شكلين مختلفين كما هو موضح في الصورة.*

٣- *استخدم ساعة التوقيت لتسجيل الوقت الذي يقطعه كل جسم للوصول من قمة إلى قاع الأسطوانة. سيكون الجسم الأكثر انسيابية هو الأسرع في الوصول. أيُّ الأجسام كان أكثر انسيابية؟ وأيهم كان الأقل؟*

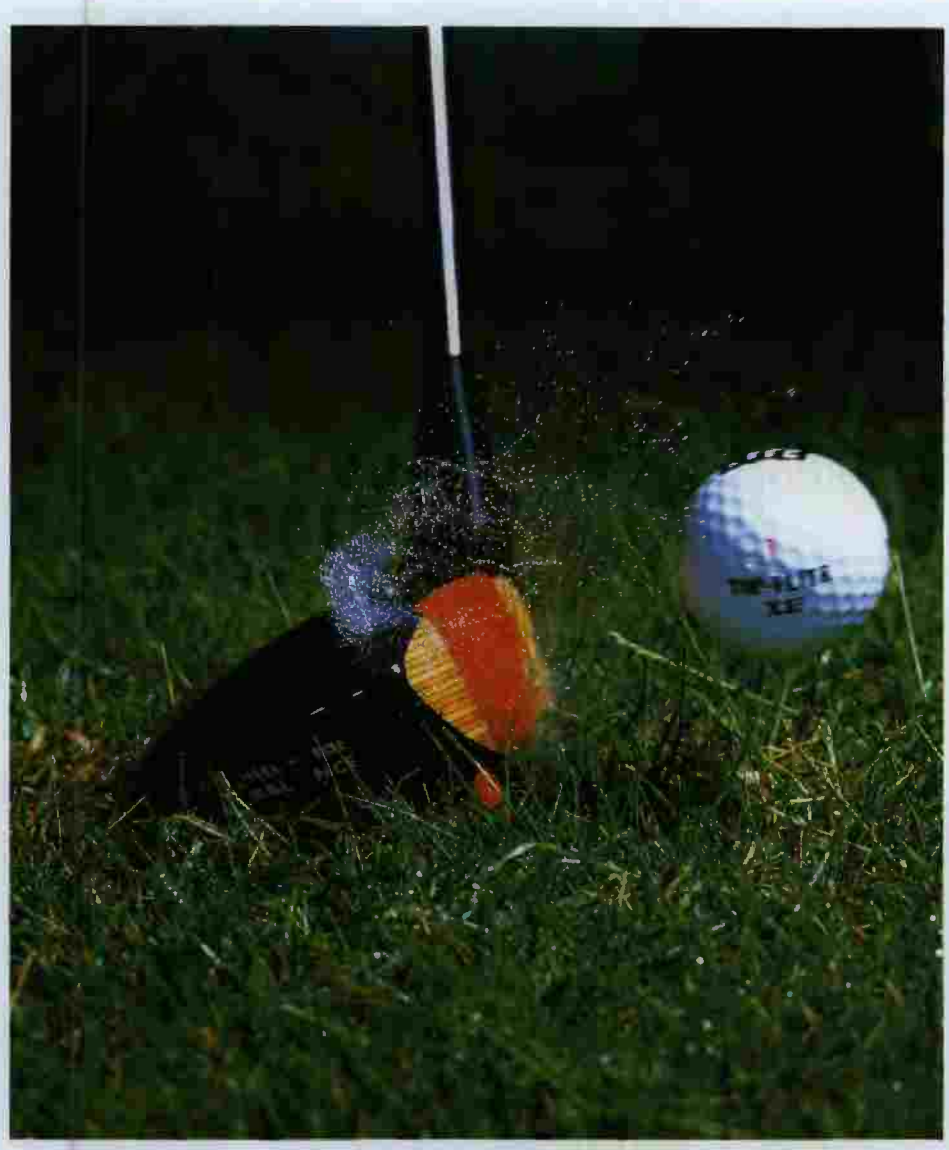
ويُطلق على هذه الظاهرة الانسيابية. وتُعد الانسيابية مهمة لكل من الآلات والحيوانات سواء أكانت للتحرك في الماء أم في الهواء. تتميز الأسماك بنهايات مدببة وسطح أملس؛ لذلك ينساب الماء بسهولة حولها، كما تغطي الحراشف مادة مخاطية لزجة تجعلها ملساء. وتحتاج الأسماك إلى زعانف للتحكم في الحركة، لكن الزعانف تبرز من الجسم، وتزيد من الأثر السيّئ للمقاومة. تتمتع الأسماك التي تسبح بسرعة للحصول على الطعام مثل التونا والبركودة بانسيابية كبيرة. ولهذه الأسماك خرطوم مدبب وزعانف صغيرة؛ لذلك يمكنها التحرك بسرعة في الماء.

بعض الثدييات مثل الدلفين تستطيع السباحة بسرعه تحت الماء، يساعدها في ذلك انسيابية الجسم إلى حد كبير، والبشرة الخاصة ذات النُّقَر الدقيقة، حيث تساعد هذه النُّقَر في التصاق الماء على سطح البشرة، فتكون المقاومة أقل.

؟ *ما أو جه الشبه بين سمك القرش ، والدلفين ، والطوربيد؟*

يمكن لأسماك مثل البركودة (أدناه) وثدييات مثل الدلفين (أسفل) التحرك خلال الماء بسرعة، لأنها انسيابية.

استفاد الإنسان من بعض أساليب الحيوانات للحد من المقاومة، حيث تنتشر بعض النُّقَر على سطح كرة الجولف لتشبه حرشفات بشرة الدلفين، وهذا يساعد كرة الجولف على الطيران بشكل أكثر سهولة في الهواء.



يساعد كل من سطح كرة الجولف وبشرة الدلفين على زيادة السرعة.

!

أسرع حيوان في البحر هو السلفيش (سمك له زعنفة ظهرية كبيرة) الذي يسبح بسرعة ١١٠ كم في الساعة في مسافة قصيرة

الانزلاق على أسطح الماء

تعيش بعض الحيوانات في الماء والهواء حيث يتوجب عليها أن تتحرك في كليهما. البط مثلاً له أقدام ذات نسيج بين الأصابع للسباحة، وريش للطيران، ويغطي الريش مادة زيتية طبيعية بحيث يكون مضاداً للماء. ويتميز البط بأجسام انسيابية تساعده على الطيران في الهواء والغطس تحت الماء بسرعة.

لم يتم اختراع القوارب الطائرة بعد، إلا أن الحوامات والزوارق المائية تنزلق على سطح الماء بدلاً من أن تغوص فيه، حيث يحدّ ذلك من المقاومة. ويمكن للحوّامات والزوارق السير بسرعة ٨٠ كم في الساعة. يتم تزويد زورق الماء بأجنحة صغيرة تُثبت على الأرجل من أسفل، تستخدم الأجنحة المجداف لبدء الحركة، وعندما تزداد السرعة ترفعه فوق سطح الماء. تبحر الحوامة المائية على وسادة هوائية؛ لذا يمكنها أن تعمل على الأرض وفي البحر أيضاً. إن سمكة (المحارب البرتغالي) سمكة هلامية ذات عوامات غازية تساعدها على الطفو على سطح الماء، وتعمل الأكياس عمل الأشرعة في جمع الرياح فتندفع السمكة الهلامية عبر البحر.

يتم تصميم الزوارق المائية (أعلاه) والحوامات (يمين) للتحرك عبر سطح الماء

تُستخدم عوامة سمك المحارب البرتغالي كالشراع في جمع الرياح.

يستخدم الإنسان الأشرعة على القوارب لجمع الرياح، تقوم الأشرعة الكبيرة باستقبال كمية أكبر من الرياح؛ لذا تتحرك القوارب ذات الأشرعة الكبيرة أكثر من ذوات الأشرعة الصغيرة. إذا كانت الرياح خلف قارب، فإنه يتم تثبيت الشراع على القارب لجمع الرياح مما يدفع القارب للأمام. وإذا كانت الرياح تهب تجاه مقدمة القارب، فيجب الإبحار بطريقة متعرجة لجمع الرياح؛ حيث تسمى هذه العملية تغيير وجه القارب.

الإبحار والرياح خلف القارب
يتم تثبيت الشراع على القارب لجمع الرياح، فيندفع القارب للأمام.

الإبحار في الرياح
عند الإبحار بطريقة متعرجة عبر الرياح، يجمع الشراع بعض الرياح لدفع القارب.

؟ *في ظل الرياح القوية ، تستخدم القوارب الشراعية أشرعة صغيرة ، فلماذا يفعلون ذلك؟*

التوتر السطحي

تسير بعض الحيوانات الصغيرة على سطح الماء. وعلى الرغم من أن هذه الحيوانات أكثر كثافة من الماء لكنها لا تغطس حيث يساعدها في ذلك ظاهرة تُسمى التوتر السطحي.

يشكل التوتر السطحي قطرات الماء في شكل كرات.

إذا نظرت إلى قطرة ماء مثل قطرة المطر فإنها تبدو كأنها محاطة بغشاء يحتفظ بالماء في شكل كرة، وهذا يسمى التوتر السطحي. يتكون الماء من أجسام صغيرة تسمى جزيئات. تتجاذب جزيئات الماء بعضها إلى بعض وتكوّن روابط بحيث يصعب فصلها، وبذلك يظل الماء متماسكاً.

ترتبط الذرات بعضها مع بعض عند السطح فتكوّن سطحاً مشدوداً.

يستخدم عدد من الحيوانات الصغيرة الخفيفة كبق البرك الراكدة مثل هذه الأسطح المتوترة للتحرك عليها، حيث تشتمل أرجلها على شمع أسفل أقدامها يساعدها للوقوف على سطح الماء دون خرقِه.

إن التوتر السطحي قوي بشكل مدهش، حيث يمكن أن يدعم وزن هذا العنكبوت الكبير والذي يمكن أن ينمو بطول ١٠ سم في الماء.

قابلية الطفو: القدرة على الارتفاع أو الطفو فوق الماء.

الكثافة: مقياس لمعرفة مدى تقارب جزيئات المادة معاً علماً بأن كثافة المواد الصلبة والسائلة أعلى من الغازات.

الانسيابية: تصميم ناعم ومنزلق للشكل يقلل من المقاومة.

التوتر السطحي: قوة سحب الجزيئات بعضها لبعض في سائل ما بحيث يتكون التوتر السطحي.

؟ *ماذا يحدث لو حركت قطرة ماء على سطح مسطح كأن يكون حول أصبعك على سبيل المثال؟*

التحليق في الفضاء

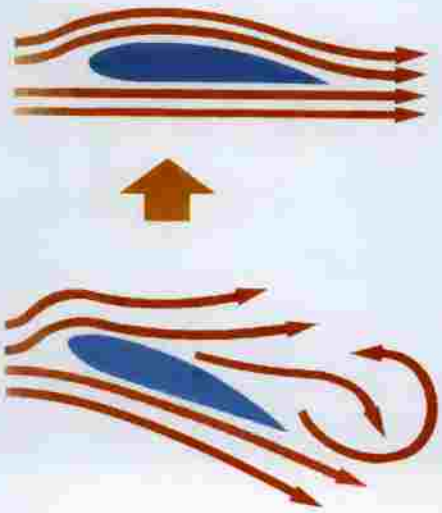
تحلق الحشرات والطيور والخفافيش في الفضاء منذ ملايين السنين، وقد حلقت أول طائرة في الهواء منذ حوالي ١٠٠ عام.

صورة كمبيوترية لتدفق الهواء فوق طائرة نفاثة.

تصميم الأجنحة

أنماط الهواء حول جناح

يتحرك الهواء الموجود تحت الجناح بشكل أبطأ من الهواء الموجود فوق الجناح؛ مما يجعل ضغط الهواء تحت الجناح أعلى مما هو موجود فوقه، وهذا الضغط الأعلى للهواء الموجود تحت الجناح يدفعه لأعلى، ويسمى ذلك الرفع. فإذا مال الجناح زاد الارتفاع، وإذا مال إلى حد كبير أصبح الهواء عاصفًا. ويُعرف هذا الأمر بالاضطراب حيث يبطئ الحركة.



عندما تطير البومة الصغيرة ترفرف الأجنحة لأسفل ومن هنا تندفع للأمام.

يجب أن يكون الحيوان أو الآلة قادرة على رفع نفسها في الهواء إن أرادت الطيران والتحرك للأمام، بحيث تقلل من قوة سحب جسمها (راجع ص ٥)؛ لأن السحب يشد الجسم لأسفل. تستخدم الحيوانات والطائرات الحديثة الأجنحة للطيران، حيث تشترك جميع الأجنحة في الشكل الرئيس الذي يطلق عليه الطبقة الهوائية، ويساعد هذا الشكل الأجنحة على الارتفاع للأعلى.

تجـــربة

تصميم جناح

ستحتاج إلى: بعض الورق الرقيق، وقلم رصاص، ومجفف شعر. اطلب مساعدة شخص أكبر إن احتجت إلى ذلك.

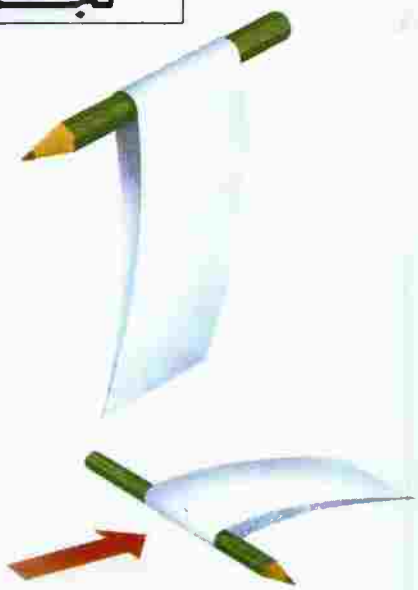
١ - اقطع قطعة من الورقة بعرض ٢٠سم وطول ٥ سم.

٢ - الصق الطرفين القصيرين للورقة الرقيقة معاً كما هو موضح في الصورة.

٣ - علّق الجناح فوق قلم رصاص.

٤ - شغّل مجفف الهواء لتوليد تيار من الهواء.

٥ - ثبت القلم الرصاص في مقابل تيار الهواء. سيطفو الجناح لأعلى كما هو موضح في الصورة. حرك مجفف الشعر بحيث يكون أقرب للجناح، ثم أبعده بعد ذلك، ماذا يحدث؟



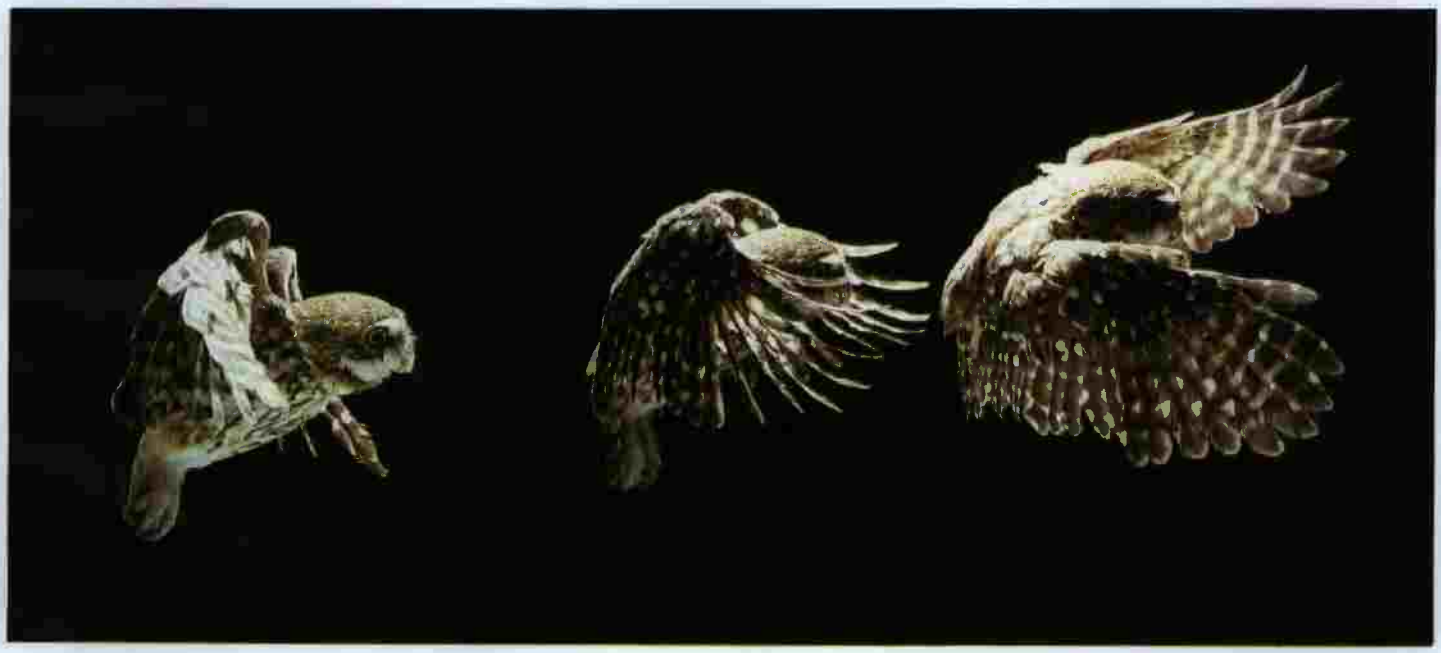
تيار الهواء من مجفف الهواء

يعمل جناح الطائر على رفعه في الهواء، ودفعه للأمام.

ويشتمل الجناح على أنواع مختلفة من الريش الذي يساعد الطائر في الطيران. فالريش الطويل الموجود عند مقدمة الجناح يساعد في دفع الطائر للأمام، وخلف الريش الطويل يوجد ريش يشكل الطبقة الهوائية التي ترفع الأجنحة.

!

تمكنت بعض الديناصورات من الطيران. وقد بلغت المسافة بين أقصى الجناح الأيمن والجناح الأيسر لطائرة تيرانودون ٨ أمتار وهو يمثل حجم طائرة صغيرة.



الطيور الطنانة تحوم عن طريق الرفرفة بأجنحتها بشكل سريع فيحدث الطنين.

يرفرف الطائر بجناحيه مستخدماً عضلات كبيرة في ذراعيه. ولا ترفرف الأجنحة لأعلى وأسفل فقط، ولكن بحركة دائرية أيضاً مما يساعد الريش ليندفع مقابل الهواء، فيتحرك الطائر لأعلى وللأمام. ويمكن للطيور الصغيرة أن تحوم أيضاً حيث ترفرف بأجنحتها بسرعة كبيرة جداً للخلف وللأمام (بمعدل ٥٠ مرة في الدقيقة). في حين تقوم بعض الطيور الصغيرة بذلك فإن عدداً من الطيور الكبيرة لا تستطيع أن ترفرف بسرعة كافية لتحوم.

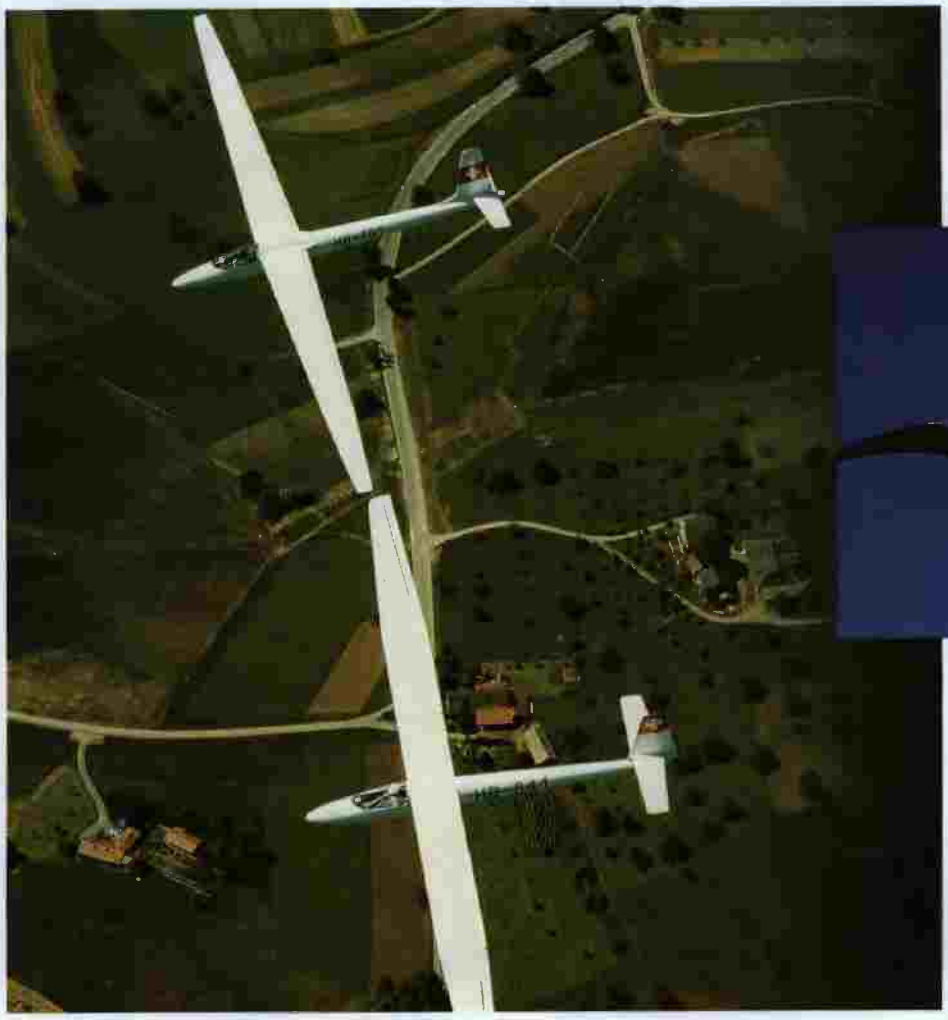
إن معظم الطيور صغيرة. ونظراً لثقل الطيور الكبيرة فإنها تحتاج إلى عضلات ذراع قوية جداً لترفرف بأجنحتها؛ لذا نرى معظم الطيور الكبيرة تطير عن طريق الانحدار والارتفاع بدلاً من الرفرفة. وهناك طائران لا يستطيعان الطيران نظراً لثقلهما وهما: النعامة والأمور (طائر أسترالي يشبه النعامة) حيث يتحركان بأرجلهما القوية.

إن أصغر طائر طنان في العالم هو النحل، حيث يزن حوالي جرامين، ويبلغ عرض جناحيه أقل من ٣ سم.

الانحدار

يمكن لبعض الطيور أن تطير دون أن ترفرف بجناحيها. ويمكن للطائرة الشراعية التي يصممها الإنسان أن تطير دون محرك، ويُسمى ذلك الانحدار. وتحتاج الطائرات الشراعية والطيور المنحدرة أن تقوم بعمل الكثير من حركات الارتفاع حتى تبقى في السماء. وتُعد الأجنحة الطويلة أفضل الأجنحة المستخدمة في عملية الانحدار حيث تُحدث أقصى ارتفاع ممكن.

يمكن للطيور المنحدرة والطائرات الشراعية أن تطير لأعلى بسبب وجود الهواء الدافئ القادم من الأرض أو البحر. يستخدم طائر القطرس الجوال الهواء الدافئ للانحدار فوق البحر، ومع أن لهذا الطائر أجنحة بعرض يزيد على ٣ أمتار، إلا أنه من الصعوبة بمكان أن يرفرف بها.



لكل من القطرس (أسفل) والطائرات الشراعية (يسار) أجنحة طويلة تساعدها على الانحدار.

! يمكن للقطرس أن ينحدر طوال ٦ أيام دون أن يرفرف بجناحيه الكبيرين على الإطلاق.

أشكال خاصة لمهام خاصة

للطيور المختلفة أجنحة متنوعة الأشكال تساعدها على الطيران بطرق متعددة بحيث يمكن للطيور أن تغير أشكال أجنحتها. كما يمكن للطائر أن يرتفع في الهواء عن طريق تمديد جناحيه للخارج ويمكنه أن ينقض بطيّ أجنحته للخلف. تطوي الصقور أجنحتها على أجسامها تماماً مما يساعدها على النزول بسرعة للإمساك بفريستها، أما الطائرات فإنها لا يمكن أن تفعل ذلك.

؟ انظر صور الطيور والطائرات أسفل. باعتقادك ما هو نوع الطيران المصمم لكل واحد منها؟ اختر من الآتي:

١ . طيران سريع بسرعة عالية.

٢ . طيران بطيء منحدر.

٣ . إقلاع بطيء مع طيران طويل وبطيء.

٤ . طيران سريع كثيراً ما يغير الاتجاه.

أ

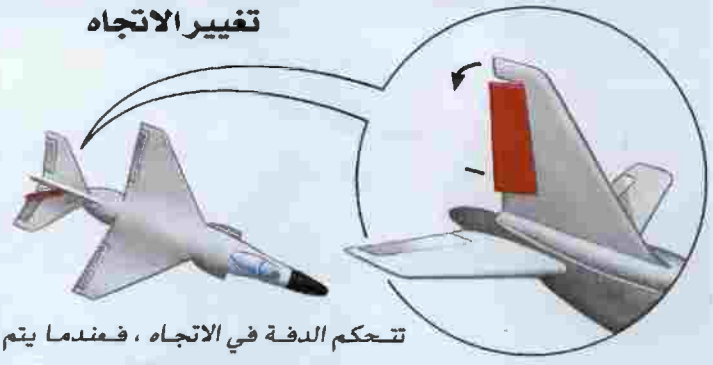
ب

ج

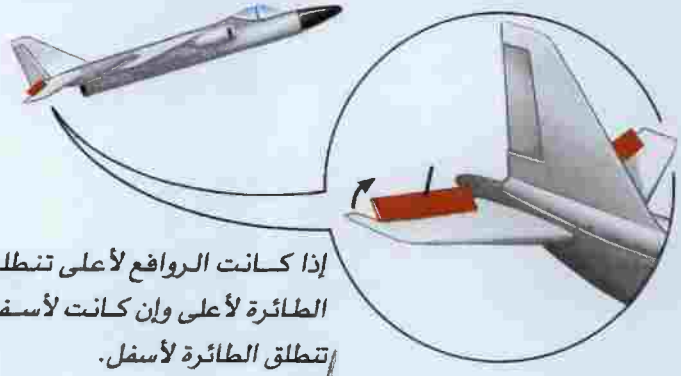
د

التحكم في الطيران

تغيير الاتجاه



تتحكم الدفة في الاتجاه ، فعندما يتم تحريكها لليمين تتحرك الطائرة لليمين .



إذا كانت الروافع لأعلى تنطلق الطائرة لأعلى وإن كانت لأسفل تنطلق الطائرة لأسفل.

تتحرك الجنيحات لتتحدر الطائرة من جانب إلى آخر ، وعندما يكون أحدهم لأعلى ، يكون الآخر لأسفل.

يمكن للطيور والطائرات أن تستدير لليسار واليمين وتتحرك لأعلى ولأسفل في السماء حيث يساعدها في ذلك وجود جنيحات خاصة في الأجنحة والذيل. تستخدم الطيور العضلات لتغيير شكل وزاوية أجنحتها وذيلها.

تجربة

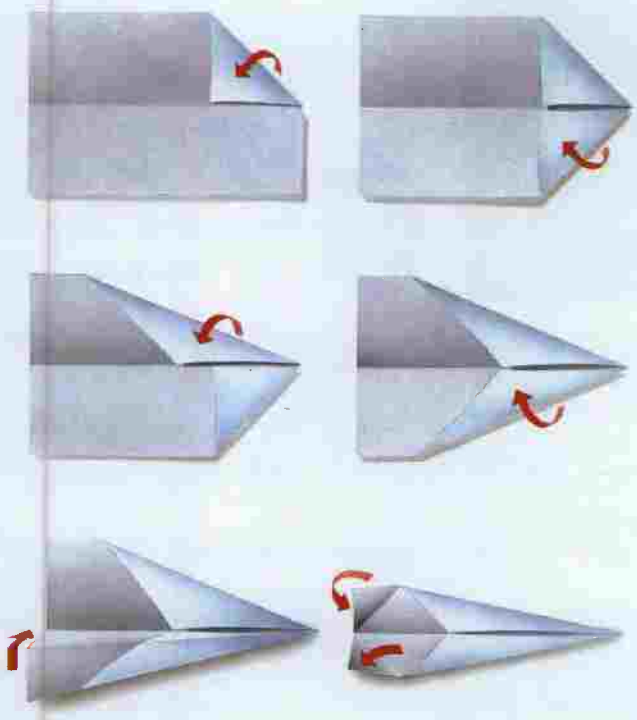
اصنع ورقة مطوية للطيران

يمكنك أن تقوم بعمل طائرة شراعية تنحدر تماماً في أثناء طيرانها . ستحتاج إلى بعض الورق المقوى والصمغ.

١ . اطو قطعة من الورق المقوى بالطريقة الموضحة في الشكل.

٢ . الصق جانبي الطي معاً .

٣ . إذا طويت طرف أحد الجناحين لأعلى والآخر لأسفل ستنحدر الطائرة الشراعية. لماذا يؤدي ثني الأجنحة إلى انحدار الطائرة الشراعية؟

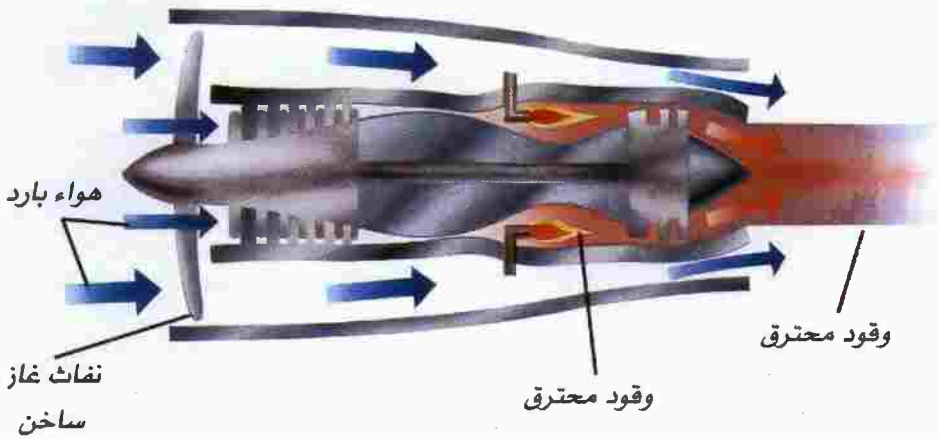


الطيران باستخدام الطاقة

تشتمل معظم الطائرات على محركات تزودها بالطاقة، وبالتالي تتحرك. وهناك أنواع مختلفة من المحركات، وعادة تحتوي طائرات الركاب على محركات نفاثة.

كيف يعمل المحرك النفاث؟

محرك نفاث حديث



إذا قمت بنفخ بالون، ثم تركته فإن البالون سيطير؛ لأن الهواء يهرب إلى الخارج من فتحة البالون الموجودة أسفله ويندفع للأمام. يدفع المحرك النفاث الغازات الحارة للخارج من خلف المحرك فيندفع المحرك للأمام.

ليس الهواء فقط هو الذي يدفع بالأشياء للأمام؛ لأنه يمكن لانبثاق الماء أن يحرك الأشياء أيضاً، فالحبار مثلاً يتحرك عن طريق اندفاع الماء من جسمه من خلال فتحة في جسمه مما يدفعه للأمام.

يتم سحب الهواء البارد إلى المحرك بواسطة المروحة حيث يتم تسخين بعض منه. ينشر رذاذ الوقود في الهواء الحار، ويحترق الوقود مما يجعل الغاز حاراً، ثم يندفع الغاز الحار وبعض الهواء البارد من خلف المحرك، وعندئذ تتحرك الطائرة للأمام.

يستخدم الحبار دفع الماء للتحرك للأمام.

الإقلاع والهبوط

يمكن لبعض الطيور الصغيرة أن تقلع من الثبات في حين تسير الطيور الكبيرة لمسافة لتحقيق سرعة تؤهلها للارتفاع فوق الأرض. ويحتاج الإقلاع من الماء إلى مزيد من البراعة، فطيور مثل الإوز تستخدم أجنحتها الكبيرة وأقدامها النسيجية للعدو فوق سطح الماء، وهي ترفرف بأجنحتها حيث يساعدها ذلك في تحقيق سرعة كافية للإقلاع.

وإن كان الإقلاع كذلك فإن الهبوط أكثر صعوبة.

يتحتم على الطيور أن تقلل من سرعتها قبل أن تهبط، ثم تنشر أجنحتها بحيث توجه الأجنحة لأعلى وتبسط أقدامها أيضاً. أما طيور الماء فإنها تستخدم أقدامها النسيجية كمكابح (فرامل).

الإوز الطائر وهو يقلع

عندما تقلع طائرة كبيرة تكون المحركات في كامل طاقتها لإعطاء الطائرة دفعة كبيرة فوق الأرض. وتشتمل أجنحة الطائرة الكبيرة على جنيحات يمكن أن تتحرك للخارج ليصبح حجم الجناح أكبر ليعطي مزيدًا من الارتفاع ؛ لذلك ترتفع الطائرة بسرعة، أما عند الهبوط فإنها تخفض من سرعتها، وهنا يتم توجيه الجنيحات للأعلى لإيجاد مقاومة (راجع صفحة ٥) تحدّ من سرعة الطائرة.

يحتاج كثير من الطائرات إلى مدرجات طويلة للحصول على سرعة كافية للإقلاع. ومع ذلك فإن لبعض الطائرات النفاثة أجنحة خاصة تساعدها في الارتفاع بسرعة عندما تكون سرعتها منخفضة. أما طائرة الهارير جمب جت النفاثة فإنها ترتفع في الهواء باستخدام نفاثات الغاز التي تخرج من المحركات مندفعة لأسفل.

؟ *هل يمكن أن ترى أي أوجه شبه بين طائرة الهارير جمب جت النفاثة والحبار؟*

طائرة الهارير جمب جت النفاثة أثناء الطيران.

تركيبة الأجنحة

يجب أن تكون الأجسام التي تطير خفيفة جداً وقوية جداً. هيكل الطائر وإطار الطائرة لهما شكل متشابه، فكلاهما خفيف وقاسٍ وقوي. وكما أن للطيور عظاماً مجوفة كالأنابيب، ورئتين كبيرتين مليئتين بالهواء، مما يجعلها خفيفة، فإن للطائرة أجنحة مجوفة تماماً، مثل عظام الطائر، ومغطاة بطبقة من معدن رقيق. وأيضاً فإن هيكل الطائرة يُصنع من مادة تشبه مادة قرص العسل تماماً، فعلى الرغم من أن قرص العسل قوي جداً إلا أنه خفيف.

! *تزيد المسافة بين أقصى الجناح الأيمن والجناح الأيسر لطائر الفرقاط عن مترين ، في حين يزن الهيكل ١٢٥ جرامًا فقط.*

قرص العسل قوي جداً إلا أنه خفيف

المظلات والطائرات الهليكوبتر

يستخدم الناس المظلات (البراشوت) للهبوط ببطء على الأرض. وفي أثناء نزول المظلة يندفع الهواء لأعلى مقابل المظلة فيدعم ثقل الشخص، وهناك فتحة هواء في أعلى المظلة تسمح بمرور الهواء من خلالها. وإذا لم تتوافر هذه الفتحة لهروب الهواء، فإن الهواء يهرب من الحافات مما يجعل المظلة تتأرجح من جانب إلى آخر.

تشتمل كثير من النباتات على مظلات في بذورها حيث تسقط البذور في مهب الرياح وتُحمل بعيداً.

يسقط الشخص بدون مظلة بسرعة تعادل عشرة أضعاف الشخص الذي يهبط بمظلة.

كثير من النباتات مثل الطرخشون لها مظلات في بذورها.

تجربة

اصنع مظلتك

ستحتاج إلى قطعة من مادة قطنية بمساحة ٢٥×٢٥ سم٢، وخيط قطني وقطعة من مادة لدائنية.

١ - *اقطع الخيط القطني إلى ٤ قطع متساوية بحيث يكون طول كل منها نحو ٥٠ سم.*

٢ - *اربط كل قطعة من الخيط بكل ركن من أركان المادة القطنية، ثم اربط جميع الأطراف معاً.*

٣ - *ضع المادة اللدائنية على العقدة التي شكلتها حالاً.*

٤ - *اطو المظلة بعناية بحيث يكون تَكَوُّن المادة اللدائنية للداخل.*

٥ - *اطرح المظلة في الهواء وراقبها وهي تُفتَح، وتسقط على الأرض.*

هل تسقط المظلة بشكل مستقيم؟ هل تتأرجح من جانب إلى آخر؟

حبوب اللقاح تسقط من شجرة جار الماء

يستخدم الكثير من الأزهار الرياح لنشر لقاح الذكر إلى زهرة أنثوية، وبذلك تتكون البذور، فحبوب اللقاح خفيفة جداً، ويمكن حملها عدة كيلومترات بفعل الرياح.

تتكون مروحة الطائرة الهليكوبتر من شفرات تدور بسرعة لترفع الطائرة بعيداً عن الأرض. ويتم تصميم كل شفرة بحيث تكون كالجناح. يدور كثير من البذور بسرعة عندما تهبط مثل طائرة الهليكوبتر مما يؤدي إلى خفض سرعتها. لأشجار الجميز بذور مثل ذلك.

تستخدم طائرة الهليكوبتر الشفرات الدوارة لترفعها بعيداً عن الأرض.

بذور الجميز مزدوجة. تدور هذه البذور عندما تسقط كالهليكوبتر.

تجـــربة

البذور الحوامة

ستحتاج إلى: بعض بذور شجر الجميز، وقطعة من الورق المقوى، وقطعة من مادة لدائنية، وساعة ميقات.

١ - أمسك ببذور شجرة الجميز.

٢ - استخدم ساعة الميقات لحساب الزمن الذي تأخذه البذرة عند إسقاطها من مسافة مترين على سبيل المثال.

ماذا يحدث إذا قسمت أحد البذور المزدوجة إلى النصف وحاولت مرة أخرى؟

٣ - حاول أن تصمم شكلاً لبذور حوامة باستخدام الورق المقوى والمادة اللدائنية.

الحشرات والخفافيش

إن الطيور ليست هي الكائنات الوحيدة التي تطير؛ فالخفافيش والحشرات يمكنها أن تطير أيضاً. ورغم أن للطيور والحشرات والخفافيش أجنحة تبدو متشابهة، إلا أن الله عز وجل قد صمم هذه الأجنحة في أشكال ثلاثة مختلفة؛ لذا نجد أن هناك فوراق بينها.

وتبدو أجنحة الحشرات غير عادية، فهي مخلوقة من مادة تشبه الجلد الرقيق تسمى الغشاء. وتشتمل أجنحة الحشرات على عروق بدلاً من العظام. إن اليعسوب حشرة كبيرة تطير بقوة كما يمكنها أن تتحدر أيضاً.

ونظراً لأن الحشرات الصغيرة لا يمكنها أن تتحدر، فإن عليها أن تخفق بأجنحتها طوال الوقت لتبقى في الهواء. وبعض الحشرات تضرب بجانحيها حتى ١٠٠٠ مرة في الثانية.

يختلف جناح الخفاش عن أجنحة الطيور إلى حد كبير، فهو يتكون من طبقة جلدية رقيقة. ويمتد الجلد عبر ذراع وإصبع الخفاش، ويرتبط مع قدمه الخلفية. وكما هو الحال في الطيور، فإن للخفاش عظاماً رقيقة وخفيفة، ويمكن للخفاش أن يغير من سرعته التي يطير بها بأن يجعل جلد أجنحته أكثر شدة أو رخاوة.

نقل الناس فكرة أجنحة الخفافيش والطيور لعمل الزلاقات المعلقة. وهذه الأجنحة خفيفة الوزن جداً، وتتكون الأجنحة من تلك المادة الرقيقة التي تمتد عبر إطار من أنابيب معدنية مجوفة.

لحشرة السوبار زوجان من الأجنحة عندما يخفق الزوج الأول لأسفل يخفق الثاني لأعلى.

لقد كانت حشرة السوبار (اليعسوب) هي أضخم الحشرات الطائرة على الإطلاق وقد كانت تعيش قبل أكثر من ثلاثمائة مليون سنة

يمكن للذبابة الصغيرة أن تضرب بجناحيها ما يزيد على ٥٧٠٠٠ مرة في الدقيقة.

تشبه أجنحة الخفافيش الزلاقات المعلقة ، فكلاهما يشتمل على جلد رقيق يمتد فوق إطار خفيف.

أخف من الهواء

إن بالونات الهواء الحار تتكون من جراب كبير مصنوع من مادة خفيفة الوزن ومربوط بسلة. ويتم تركيب موقد غاز تحت هذا الجراب لتسخين الهواء في البالون، وبذلك تزيد الحرارة من حجم الهواء، فتصبح الكثافة أقل، ويصبح الهواء الحار داخل البالون أخف من الهواء المحيط، وهنا يرتفع البالون لأعلى.

هناك غازات مثل الهليوم أخف من الهواء؛ ولهذا فإن البالون المملوء بالهليوم يرتفع بسهولة في السماء، على أنه يجب أن يكون البالون محكماً حتى لا يتسرب الهليوم للخارج.

؟ *ماذا تقول عن بالون يتحرك لأعلى ولأسفل في السماء؟*

لكن توجد مشكلة في البالونات، هي أنك لا تستطيع أن توجهها، فهي تذهب إلى حيثما توجهها الرياح، على أن الأمر يختلف بالنسبة للمنطاد حيث بإمكانك أن توجهه. وعادة تكون المناطيد أكبر بكثير من بالونات الهواء الحار، فهي على شكل السيجار ومملوءة بغاز الهليوم. تتحرك المناطيد عن طريق مراوح مركبة في الخلف، ويمكن استخدام هذه المراوح لتوجيه المناطيد أيضاً. وتُعدّ المحركات أثقل جزء في المنطاد، حيث تُصنع جميع الأجزاء الأخرى من مواد خفيفة الوزن، ويمكن للمناطيد أن تمكث في الهواء فترة طويلة.

! *لقد كان ريتشارد برونسون وبير لنستراند أول من عبرا المحيط الأطلنطي باستخدام بالون الهواء الحار، في يوليو عام ١٩٨٧م.*

يحتاج كل من بالونات الهواء الحار (أسفل) والمناطيد (أسفل يمين) إلى الغاز للارتفاع.

! *كانت أول مناطيد معبأة بغاز الهيدروجين، لكن هذا الغاز كان يحترق في الهواء فانفجرت بعض المناطيد الأولى لكن الهليوم لا يحترق في الهواء، لذا فمن السلامة استخدامه في المناطيد.*

رقيقة هوائية: رقيقة على شكل جناح يمكن أن يقطع في الهواء ويسبب الرفع.

الرفع: قوة الهواء المتجه لأعلى الذي يجعل جسماً ما يرتفع لأعلى في الهواء.

التحرك على الأرض

يستخدم كثير من الآلات العجلات لتتحرك على الأرض ، إلا أنها لا يمكن أن تتحرك فوق جميع الأسطح.

تتحرك جميع الحيوانات التي تعيش على الأرض تقريبًا مستخدمة أذرعًا أو أرجلاً ذات مفاصل. تقوم عضلات هذه الحيوانات بدفع الأذرع أو الأرجل للخلف مقابل الأرض مما يجعل الحيوان يتحرك للأمام.

تستخدم معظم الآلات التي تتحرك على الأرض عجلات، أما الحيوان فإنه لا يتحرك على عجلات، وتُعد العجلات مفيدة للتحرك على الأسطح المستوية. ويمكن للوصلات المفصلية كالأذرع والأرجل أن تفعل أكثر من ذلك، حيث تتيح للحيوانات أن تتسلق الأشجار والجبال، وهذا العمل لا تقوم به العربة ذات العجلات؛ ولهذا السبب اقتضت حكمة الخالق سبحانه أن يكون للحيوانات وصلات مفصلية وليس عجلات.

وعلى الرغم من الاختلاف الشديد بين الوصلات المفصلية والعجلات إلا أنهما يتأثران بنفس القوى في طريقة العمل، وتُعد الجاذبية والاحتكاك أهم قوتين تؤثران في الحركة، فمقاومة الهواء تؤثر في الحيوانات والآلات التي تتحرك بسرعة عالية إلى حد كبير.

يمكن للسناجب أن تركض، وتتسلق، وتقفز.

هذا الإنسان الآلي يشبه الحشرة ، وله أرجل مفصلية ويمكن له أن يتحرك فوق الأسطح الوعرة.

الجاذبية

تتجذب جميع الأجسام ناحية بعضها بفعل قوة تسمى قوة الجاذبية، وتكون الجاذبية للجسم الأكبر أكثر قوة من الجسم الأصغر.

إن الجاذبية ضعيفة؛ لذا يلزم أن تكون الأجسام كبيرة جداً كي نشعر بآثارها. وهناك قوة جذب بين شخصين يقف أحدهما تلو الآخر، إلا أنها ضعيفة إلى الحد الذي يجعلها غير محسوسة.

ونظراً لأن كوكب الأرض ضخم جداً فإنه يحتوي على قوة جذب كبيرة، حيث تكفي هذه الجاذبية لتثبيتنا على الأرض، إن قوة الجاذبية تلك هي التي تحفظ القمر في مدار حول الأرض، والأرض في مدار حول الشمس.

إذا أسقطنا جسماً ما فإنه يسقط على الأرض ، وذلك بسبب أن الجسم يُسحب بفعل قوة الجاذبية نحو الأرض.

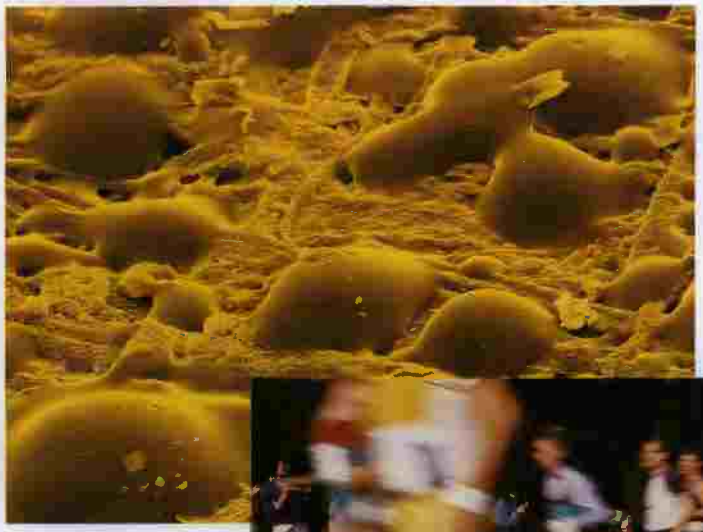
الاحتكاك

عندما يحتك سطحان معاً فإنهما يولدان قوة تُسمى قوة الاحتكاك، وهذه تجعل الحركة أكثر صعوبة.

حاول أن تدفع قطعة من المطاط فوق طاولة، فإذا ضغطت بقوة على المطاط، فمن الصعوبة أن يتحرك المطاط وهذه هي قوة الاحتكاك.

من الصعب أن تقوم بحك سطحين خشنين أكثر من سطحين رقيقين؛ لأن الاحتكاك يكون أكثر بين الأسطح الخشنة. وحتى لو كانت الأسطح ناعمة جداً، فإن قوة الاحتكاك تظل قائمة بين هذه الأسطح. ونحن بحاجة إلى الاحتكاك في كثير من الأشياء التي نفعلها كل يوم، وما لم يكن هناك احتكاك بين عجلات العربة والطريق فستدور العجلات بسرعة ولا يمكننا السيطرة عليها.

؟ *لماذا يقوم الرياضيون بحك أيديهم بالبودرة قبل العمل على القضبان أو الحلقات؟*



تبدو الأسطح الناعمة جداً خشنة جداً إذا وضعتها تحت الميكروسكوب. هذا هو سطح قطعة من ورق لاصق.

يحتاج العداؤون إلى الاحتكاك لمنعهم من الانزلاق.

تجـــربة

النظر للاحتكاك

ستحتاج إلى قطعتين من رقائق الخشب، قطعة من شريط لاصق قوي، وبعض اللباد، رقاقة من البلاستيك لتغطية رقاقة الخشب، وكتلة صغيرة من الخشب، ومادة لاصقة زرقاء، ومنقلة.

١ - *اربط قطعتي الخشب معاً باستخدام الشريط اللاصق.*

٢ - *غط الخشب باللباد.*

٣ - *ضع المنقلة بعد الوصلة بين قطعتي الخشب ثم ثبتها بالمادة اللاصقة الزرقاء. ارفع إحدى القطع الخشبية بحيث تكون زاوية الانحدار ١٠ درجات على المنقلة.*

٤ - *ضع كتلة الخشب على أعلى المنحدر. هل تتحرك؟*

٥ - *زد من زاوية الانحدار ببطء حتى تتحرك كتلة الخشب. ما هي زاوية الانحدار التي بدأت عندها الكتلة الخشبية في التحرك؟*

حاول إجراء هذه التجربة مرة أخرى مع استخدام البلاستك لتغطية الخشب. هل تنحدر قطعة الخشب على المنحدر نفسه بشكل أكثر سهولة عندما تغطي الخشب بالبلاستيك؟ هل يولد البلاستيك احتكاكاً أكثر أو أقل؟

عندما تستخدم سيارة الفرامل يتولد الاحتكاك الذي يحدّ من سرعة السيارة. يساعد الاحتكاك في منع أقدامنا من التزحلق عندما نمشي، كذلك يساعد الاحتكاك الأجسام على الثبات في المكان عندما نضعها.

أما بالنسبة للآلات فإن الاحتكاك يُضيع الطاقة، ويتلف القطع التي تتحرك وتحتك معاً. والسبيل الوحيد لمنع الأجزاء المتحركة من الاحتكاك هو وضع زيت أو شحم بين السطحين حيث يساعد ذلك على زلق الأسطح بعضها فوق بعض بشكل أكثر سهولة.

مقاومة الهواء

كما سبق أن رأينا فإن الاحتكاك يجعل حركة الأشياء أكثر صعوبة. وهناك احتكاك بين الجسم المتحرك والهواء المحيط به، ويحدّ هذا الاحتكاك من الحركة خلال الهواء، وهذا ما يُسمى بمقاومة الهواء.

؟ *يمكن للفهد الصياد ان يعدو أسرع من اي حيوان آخر على الأرض، كيف يساعد شكل الفهد الصياد على العدو بسرعات عالية؟*

وكلما كان الجسم أسرع، كانت مقاومة الهواء أكبر.

تحدّ مقاومة الهواء من سرعة أي شخص يعدو؛ ولتحقيق المزيد من السرعة يرتدي العداؤون بدلة محكمة على الجسم، حيث يساعدهم هذا اللباس في الحد من مقاومة الهواء أكثر من القمصان والبنطلونات القصيرة العادية. ولا تؤثر مقاومة الهواء كثيراً على سرعات المشي، ولأن جميع الحيوانات تتحرك بسرعة المشي فلا تواجه مشكلة مع مقاومة الهواء.

تحدّ مقاومة الهواء من سرعات السيارات التي تسير بسرعة أيضاً. إن أفضل شكل للسيارة أن تكون انسيابية (راجع الصفحة ١٠) لأن الهواء يتدفق بطريقة أكثر سلاسة فوقها.

تتميز سيارة السباق بركس بشكل انسيابي مما يمكنها من الانطلاق بسرعات عالية جداً.

! *حقق أسرع شخص على الإطلاق سرعة ١٠٠م في ٩,٨٦ ثوانٍ.*

تتميز هذه السيارة بشكل انسيابي جداً.

القوى المرنة

تغير بعض الأجسام من شكلها عندما تتمدد أو تُعصر، وإذا عاد الجسم لشكله السابق بعد زوال سبب التمدد أو العصر، فإننا نقول عن هذا الجسم إنه مرن، وهناك عدد من الأجسام المرنة مثل الرباط المطاطي والسستة (السحاب)، ويُقال عن الجسم إنه ارتد عندما يعود لشكله الأصلي.

تشتمل السيارة على عدد من السست (المقصات)، عندما تمر السيارة فوق طريق وعرة فإن السست (المقصات) تنكمش.

وحالما تنتهي السيارة من المرور فوق المنطقة الوعرة، تعود السست لشكلها الأصلي، وهذا الذي يجعل السيارة تتحرك بشكل أكثر يسرًا. وكذلك فإن العضلات والأوتار (التي تربط العضلات والعظام) الموجودة في أجسام الحيوانات مرنة أيضاً.

لحيوان الكنغر أوتار مرنة جداً في الأرجل الخلفية تساعده على القفز.

تجـــربة

انحناء الركبة:

تساعد أجزاء أجسامنا المرنة في استعادة الجسم لشكله أثناء الحركة، يبين لك التمرين البسيط هذا كيفية ذلك:

١ - قف مع ضم القدمين معاً.

٢ - اثن ركبتك ببطء، مع الحفاظ على الظهر مستقيماً حتى تلامس يداك الأرض.

٣ - استمر على هذا الوضع ثواني قليلة، ثم قف.

٤ - نفذ الخطوات من ١ إلى ٣ تسع مرات أخرى.

٥ - استرح قليلاً.

٦ - نفذ الخطوات من ١ إلى ٤، لكن هذه المرة لا تتوقف عند نهاية كل ثنية. هل ذلك أسهل مع التوقف أو من دونه؟

إذا لم تتوقف عند نهاية كل ثنية تعود أوتار وعضلات قدمك إلى شكلها، وهذا يساعدك على النهوض بسرعة مرة أخرى.

!

يبلغ طول ظبي كلبسبرنجر وهو ظبي إفريقي ٥٠ سم ويمكنه أن يقفز مسافة ١٠ أمتار لأعلى فوق منحدر صخري.

تستخدم ضفدع الأشجار عضلات أرجل قوية لدفعها للأمام عندما تقفز.

يمكن لحيوانات الكنغر أن تقفز بشكل جيد لاحتواء أرجلها الخلفية على أوتار طويلة جداً، تعمل كأربطة مطاطية ضخمة جداً، تمتد وتنكمش في كل مرة يقفز فيها الكنغر.

يمكن للبراغيث والجراد أن تقفز ٥٠ مرة مثل طول جسمها. وللبراغيث مادة مرنة كالمطاط عند نهاية أقدامها الخلفية. ويستخدم البرغوث عضلاته لضغط المادة المرنة التي تشبه المطاط ثم رفع الضغط عنه، فينطلق البرغوث في الهواء.

للجراد أرجل خلفية طويلة جداً تعدّ مثالية للقفز.

إذا ضغطت على خنفساء مستلقية على ظهرها فإنها تطير في الهواء محدثة صوتاً يستمر حتى تستقر في وضعها الصحيح. ويمكن لهذه الخنفساء أن تقفز مسافة ٣٠سم. لكن كيف يتم ذلك؟

هناك على ظهر الخنفساء كُلّاب يمتد بشكل أفقي، وعندما تستلقي الخنفساء على ظهرها فإنها تسمح لنابض الكُلّاب أن ينفتح للخارج، فيبدو كالمطرقة. يصطدم النابض بالأرض فيلقي بالخنفساء لأعلى في الهواء.

تشتمل أحذيةُ العَدْو الحديثة على جيوب هوائية في النعل تعملَ كمخدة للقدم.

عندما يقوم شخص ما بالعَدْوِ، تصطدم قدماه بالأرض بقوة، ويمكن أن يؤدي ذلك إلى حدوث إصابات، ولهذا السبب يتم تصميم أحذية العَدْوِ من مادة مرنة عند النعل، وتمنع هذه المادة المرنة اصطدام قدم العَدَّاءِ بالأرض بقوة.

الروافع

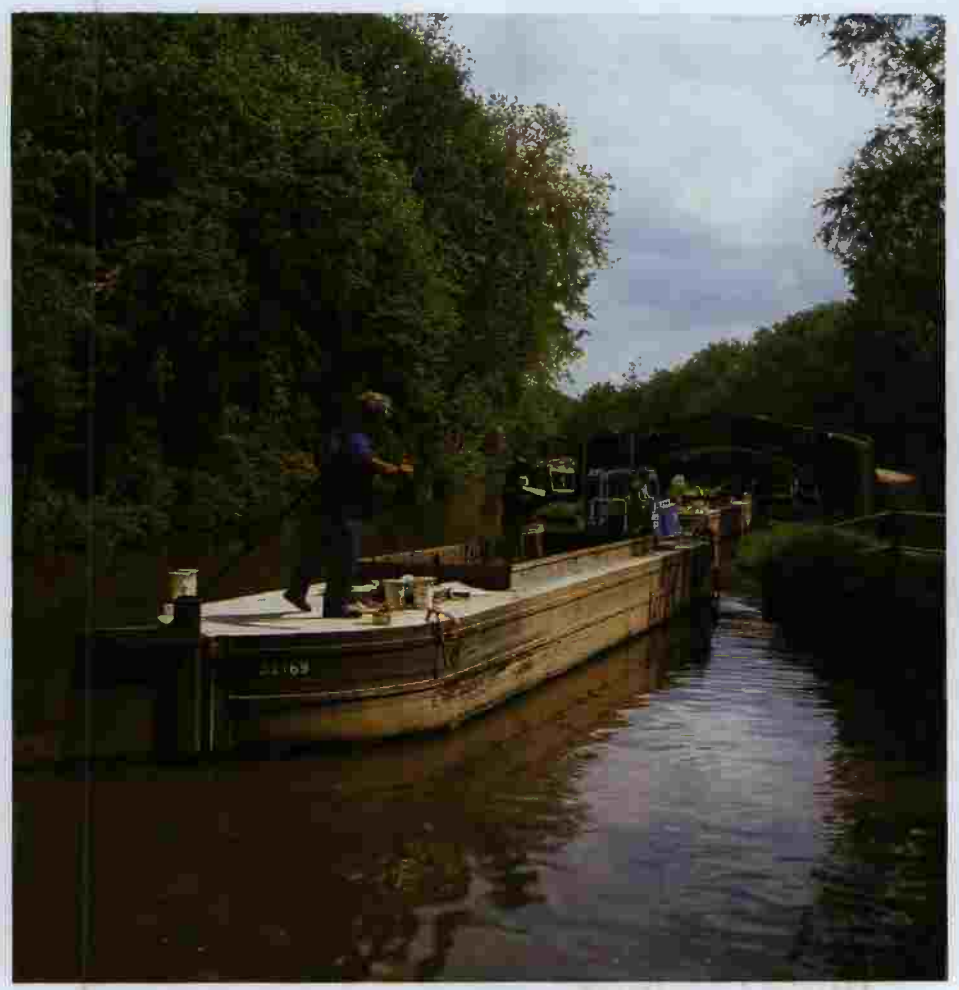
تساعد العتلات، والمقصات، والكسارات، وعجلات اليد في إنجاز بعض الأعمال لأنها كلها رافعات. وكذلك العضلات في أجسامنا رافعات أيضاً. الرافعة هي قضيب مثبت عند أحد طرفيه، ولو قمت بدفع القضيب أو سحبه فإنه يتحرك حول النقطة الثابتة التي يُطلق عليها محور الارتكاز. يستخدم الإنسان الروافع للقيام بأعمال مختلفة، حيث يمكن للروافع أن تغير قوة صغرى لتصبح قوة كبرى.

فعلى سبيل المثال أنت لست بحاجة أن تدفع العتلة بقوة لتحريك حمل ثقيل مسافة قصيرة. وكلما كانت العتلة طويلة كان تحريك الحمل أيسر.

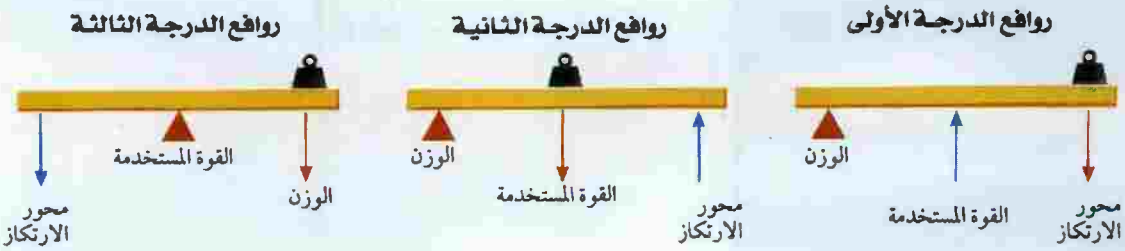
تنقسم الروافع إلى درجات ثلاث: روافع الدرجة الأولى، وهي الأكثر كفاءة، وهي المقصات، والعتلات، ثم تأتي كسارة البندق، وعربات اليد في روافع الدرجة الثانية، ثم روافع الدرجة الثالثة، وهي الأقل كفاءة، وتتمثل في ساعد الإنسان.

؟ *إذا أردت فك صامولة ، فأيهما أيسر أن تستخدم مفتاح ربط بمقبض طويل أم قصير؟*

تُستخدم الروافع لتحريك الدفة التي تحرك هذه البارجة.



أنواع الروافع الثلاثة



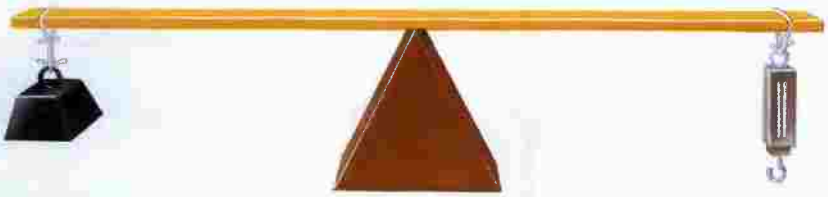
تجـــربة

ستحتاج إلى مسطرة طويلة، وأثقال مختلفة، وميزان زنبرك صغير، وقطعة خشب مثلثة الشكل.

١ - *انصب الأدوات كما هو موضح في الصورة. علّق ثقلاً في أحد الأطراف وميزان الزنبرك في الطرف الآخر.*

٢ - *علّق أثقالاً في ميزان الزنبرك لقياس القوة التي يجب استخدامها لرفع الثقل. حرك الميزان ليكون بالقرب من محور الارتكاز. الآن هل أصبح رفع الثقل أيسر أم أصعب؟*

الأرجوحة



المفاصل في الحيوانات

يمكن لهؤلاء الذين يعانون من تلف المفاصل استبدالها بأخرى بلاستيكية أو معدنية

تتكون المفاصل في الحيوانات حيثما تلتقي من عظمتين، ويحتاج الحيوان إلى المفاصل لكي يتحرك. هناك ثلاثة أنواع رئيسة لمفاصل الحركة: النوع الأول وهو المفصل الكروي، حيث يكون الجزء العلوي لأحد العظام كالكرة تدخل في فراغ في العظمة الثانية (التجويف)، وتُعد مفاصل الكتف والورك مفاصل كروية. أما النوع الثاني فيُطلق عليه المفصل الرُّزي، ومثال على ذلك مفاصل المرفق والركبة. ثم يأتي النوع الثالث وهو الذي يمكن أن يتحرك قليلاً ويوجد هذا النوع في عمودك الفقري.

قد تتلف المفاصل بفعل الإرهاق أو التمزق. يعاني الكثير من كبار السن من مرض يُسمى التهاب المفاصل، حيث تنتفخ المفاصل وتتصلب، وهو مرض مؤلم جداً. يشيع انتشار التهاب المفاصل في الورك والركب والأصابع. ويمكن استبدال المفصلات التي لحقها الضرر بصورة كبيرة بأخرى بلاستيكية أو معدنية.

الاحتكاك: تلك القوة التي تجعل الحركة أكثر صعوبة عندما يحتك سطحان معاً.

الجاذبية: الانجذاب بين جسمين. تثبتنا الجاذبية نحو الأرض.

مرن: يُقال عن الجسم إنه مرن إذا عاد لشكله الطبيعي بعد أن يتم تمديده أو ضغطه.

السوائل والمضخات

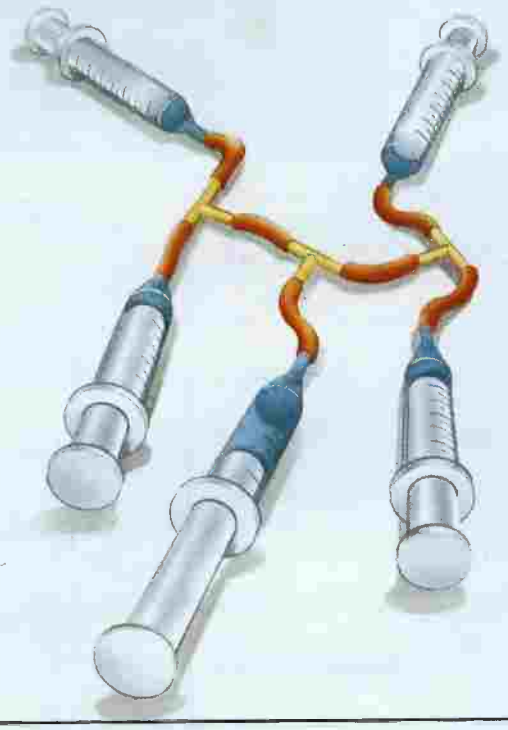
كيفية عمل الأنظمة الهيدروليكية

تشتمل الأنظمة الهيدروليكية على حركة سوائل داخل الأنابيب، وهي تعمل لأنه لا يمكن ضغط السوائل لتصبح في حيز أصغر. ولو قمنا بوصل مكبسين بحجم واحد معاً باستخدام أنبوب معبأ بسائل، فإن دفع أحد المكبسين للداخل يؤدي إلى دفع الآخر للخارج بالقدر نفسه.

تُستخدم أنظمة الهيدروليك في كثير من الآلات الثقيلة. يعمل ذراع هذا الحفار عن طريق دفع السائل في الأنابيب.

تُستخدم أنظمة الهيدروليك في كثير من الآلات، فمثلاً مكابح السيارة هي نظام هيدروليكي؛ لأنه عندما يضغط السائق على دواسة الفرامل، فإنها تدفع مكبسًا صغيرًا يقوم بدفع أربعة مكابس أخرى كبيرة.

تجـــربة



تقليد نظام الفرامل

ستحتاج إلى أربع سرنجات صغيرة وسرنجة كبيرة، وبعض الأنابيب المطاطية، وبعض قطع الأنابيب على شكل حرف T لوصل الأنابيب معاً.

١ - أوصل السرنجات ووصلات السرنجات معاً كما هو موضح في الشكل.

٢ - عبئ السرنجات الصغيرة بالماء باستخدام السرنجة الكبيرة على أن يكون مكبس السرنجات الأربعة الصغيرة للداخل.

٣ - ادفع مكبس السرنجة الكبيرة داخل السرنجة، ماذا يحدث لمكابس السرنجات الأربعة الصغيرة الأخرى؟

ويقوم كل مكبس من هذه المكابس بكبح إحدى عجلات السيارة.

ومع أن أنظمة الهيدروليك قوية جداً، إلا أنه من السهل التحكم فيها؛ لذا فهي مفيدة في إنجاز الأعمال الشاقة كبناء الطرق.

؟ *لماذا من الضروري أن يخلو نظام الهيدروليك من فقاعات الهواء؟*

أنظمة الهيدروليك في الحيوانات

تُستَخدَم أنظمة الهيدروليك من قبل الكثير من الحيوانات. تستخدم العناكب نظاماً هيدروليكياً لدفع الأرجل للخارج، حيث إن أقدامها معبأة تماماً بسائل. تستخدم العناكب عضلات أجسامها لضغط السائل الذي يدفع بأرجلها، إذا أُصيب العنكبوت أو مات، فإنه لا يستطيع ضغط السائل، فتتقوس الأرجل وتنحني.

يتحرك نجم البحر باستخدام مئات من الأقدام الأنبوبية الصغيرة معبأة بسائل، ويمكن دفعها عن طريق الضغط على السائل.

يتحرك نجم البحر باستخدام مئات من الأقدام الأنبوبية الصغيرة والتي يقوم بدفعها عن طريق ضغط السائل فيها.

هل سبق أن رأيت دودة أرض وهي تتحرك؟ إنها تستخدم نظامًا هيدروليكيًا أيضاً. تدفع ديدان الأرض الجزء الأمامي من جسمها للأمام، ثم تسحب الجزء الخلفي بعد ذلك. وتقوم الديدان بفعل ذلك باستخدام العضلات الموجودة في الجزء الخارجي لأجسامها لدفع السائل داخل أجسامها.

تتحرك دودة الأرض عن طريق دفع السائل داخل جسمها.

المضخات

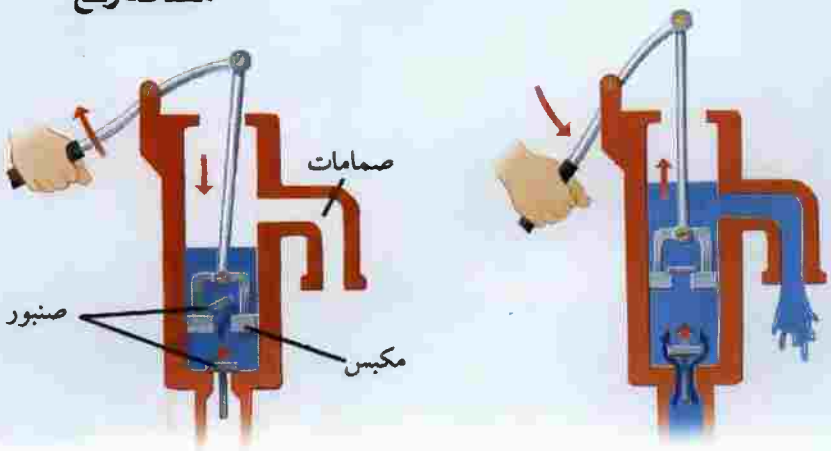
تُستخدم المضخات لتحريك السوائل من مكان إلى آخر، فقلب الإنسان ما هو إلا مضخة تحرك الدم حول الجسم.

يمكن للمضخة أن تزيد من قوة تدفق السائل، ويمكنها أيضاً أن ترفعه لمستوى أعلى. وتحتاج المضخات إلى طاقة مثل موتور أو عضلة لتشغيلها.

يستخدم الناس المضخات منذ حوالي ٥٠٠٠ سنة. ولقد استخدمها الفلاحون الأوائل لضخ الماء لأعلى من الآبار وذلك لري محاصيلهم.

في المضخة اللولبية، يتم استخدام مقبض لتدوير اللولب، وعندما يتحرك اللولب، فإنه يحرك الماء من أسفل إلى أعلى.

مضخة رفع



تُستخدم مضخة الرفع لرفع الماء لمستوى أعلى، فعندما يتم دفع المكبس لأسفل، يُغلق الماء الصمام الموجود في قاع المضخة ويفتح الصمام الموجود في أعلاها حيث يسمح ذلك باندفاع الماء لأعلى المكبس. وعندما يتم سحب المكبس لأعلى، ينغلق الصمام العلوي، ومن ثم يتدفق الماء إلى خارج الصنبور، وفي الوقت نفسه ينفتح الصمام السفلي حيث يتم سحب المزيد من الماء.

القلب، تلك المضخة الطبيعية

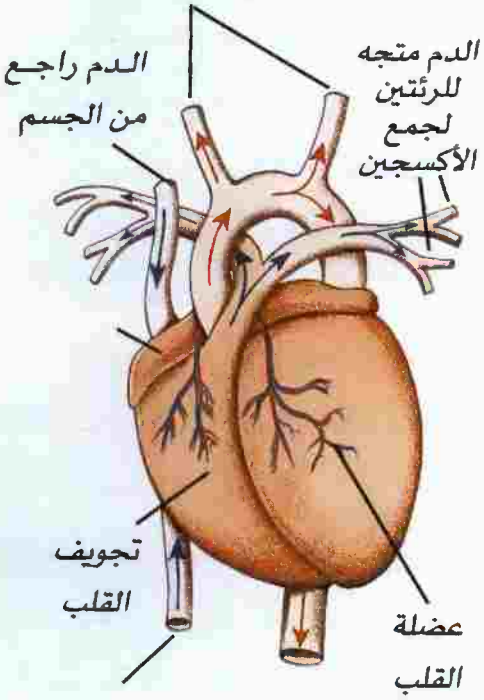
خلق الله القلب لكثير من الحيوانات. وفي حين أن للحشرات والديدان قلوباً بسيطة جداً، فإن للثدييات كالإنسان - مثلا - قلوباً معقدة التركيب جداً.

لماذا نحتاج إلى وجود القلب؟ يقوم قلبك بضخ الدم عبر الجسم من خلال أنابيب تُسمى الأوعية الدموية. ويحمل دمك الطعام والهواء الذي تتنفسه (الأكسجين) إلى مختلف أجزاء جسمك. ولو قمت بعمل تمارين، فإن جسمك يحتاج إلى المزيد من الأكسجين؛ لذا يتوجب على القلب أن يضخ بشكل أسرع.

! *يضرب قلب الإنسان أكثر من ٢٠٠٠ مليون مرة على مدى عمره*

قلب الإنسان

الدم المحتوي على الأكسجين والطعام في طريقه إلى الجسم



تجـــربة

قياس النبض

ستحتاج إلى: ساعة ميقات أو ساعة معصم لها عقرب ثوان.

١ - اجلس واسترح مدة خمس دقائق، ثم قس نبضك، تحسس نبضك على معصمك، أو على جانب رقبتك أسفل الفك مباشرة، قُمْ بعَدِّ الضربات التي تحسها في ٢٠ ثانية.

٢ - انهض ثم اركض دقيقتين، ثم قس نبضك على الفور.

هل كان معدل نبضك أسرع أم أبطأ بعد أن قمت بالركض؟

لكن كيف يعمل القلب؟ إن القلب عضلة تتكون من أربعة تجاويف، في كل جنب من جوانب هذه العضلة يقع تجويفان. يتدفق الدم من الجسم إلى التجاويف العلوية للقلب.

؟ *هل تتوقع أن قلبك يضرب أسرع أم أبطأ من الرجل البالغ؟*

تجـــــربة

تفقد القلب

ستحتاج إلى أن تشتري قلب خروف أو بقرة، وهو متوافر عند كثير من القصابين وأسواق المواد الغذائية. وستحتاج أيضاً إلى لوح تقطيع ومقص. اطلب المساعدة من شخص كبير إن احتجت إلى ذلك.

١ - انظر بدقة لداخل القلب. هل يمكن أن ترى الأوعية الدموية منتشرة في أعلى القلب، إنها تشبة الأنابيب المطاطية.

٢ - باستخدام المقص اقطع جدار القلب بعناية ثم انظر داخله. هل يمكن أن ترى التجاويف الكبيرة في أسفل القلب؟

عندما تكون التجاويف مملوءة بالدم تتقلص العضلات الموجودة حول التجاويف العلوية (تصبح أصغر)، وتدفع الدم في التجاويف السفلية، ثم تتقلص العضلات الموجودة حول التجاويف السفلية فتدفع الدم إلى خارج القلب وحول الجسم. إنه تقلص العضلات الذي يمكن أن نشعره عندما يضرب القلب.

يبلغ عدد ضربات القلب عند البالغين من ٦٥ - ٧٠ مرة في الدقيقة، في حين أن معدل الضربات عند الثدييات الأصغر مثل الفئران يكون أسرع حيث يصل إلى حوالي ٢٠٠ ضربة في الدقيقة.

الحركة داخل الأنابيب

لو وضعت بعض الماء في أنبوب زجاجي رفيع جداً، سيرتفع الماء في الأنبوب. وكلما كان الأنبوب أرفع تحرك الماء لأعلى. وهذا ما يُعرف بالخاصية الشَّعرية. ويمكن أن تلاحظ عمل الخاصية الشَّعرية عندما تستخدم منشفة ورقية لامتصاص الماء حيث ينساب الماء بين ألياف المنشفة.

يتكون الماء من جسيمات صغيرة تسمى الجزيئات، وتحدث الخاصية الشَّعرية لأن جزيئات الماء الموجودة بالقرب من حافة الأنبوب تنجذب إلى جانبي الأنبوب مما يجعلها تندفع لأعلى، هذا وتُعد الخاصية الشَّعرية مهمة جداً للنباتات؛ لأن النباتات تحتاج إلى دفع الماء من جذورها إلى أوراقها. ينتقل الماء عبر أنابيب دقيقة في جذع النبات بفعل ظاهرة الخاصية الشَّعرية.

!

يمكن لما يزيد عن ٢٠٠ لتر ماء أن تنتقل من جذور شجرة بلوط إلى أوراقها يومياً.

تجـــــربة

الماء أثناء التـــحـــرك

تبين هذه التجربة الخاصية الشَّعرية في النباتات. ستحتاج إلى زهرة بيضاء كزهرة الربيع أو القرنفل، وبعض ألوان الطعام ووعاء ماء.

١ - أضف بعض ألوان الطعام إلى ماء الوعاء.

٢ - ضع ساق الزهرة في الماء الملون واتركه ساعات قليلة. وعندما تعود بعد ذلك ستجد أن اللون قد انتقل إلى البتلات حيث تبدو مخططة كما تظهر في الصورة. تساعدك التجربة التالية على أن ترى الأنابيب الدقيقة في الساق التي تحمل الماء.

٣ - خذ قطعة من الكرفس وضع الطرف المقطوع في الماء الملون. اتركه ساعة، ثم ارفعه من الماء.

٤ - اطلب من شخص كبير أن يساعدك على قطع ٢ سم من أسفل. هل بإمكانك أن ترى مكان انتقال الماء الملون في أنابيب الساق؟

تُعد شجرة السكوية العملاقة أطول شجرة بين الأشجار الحية. يمكن أن يصل طول هذه الشجرة إلى ١٠٠ متر. يجب أن يُحمل الماء من الجذور إلى أعلى الأوراق.

الخاصية الشعرية. عندما يرتفع الماء في أنبوب بسبب انجذاب جزيئات الماء نحو جانبي الأنبوب.

النظام الهيدروليكي. نظام يتحرك بفعل تحرك سائل في أنابيب.

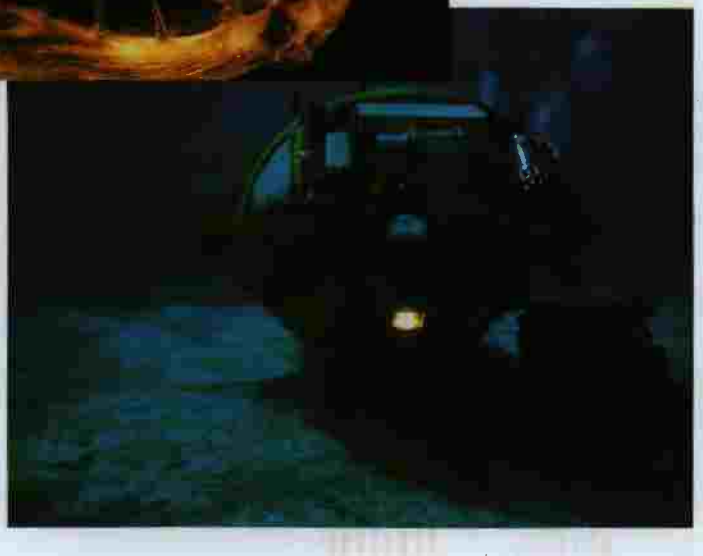
المضخة. آلة تُستخدم لتحريك السوائل من مكان إلى آخر.

الصمام. منفذ يسمح بمرور السائل في اتجاه واحد فقط.

المستقبل

يمكن أن نؤكد الآن أن الناس في المستقبل سيطورون سفناً، وطائرات، وسيارات أفضل وأسرع مما هو عليه الآن.

إن الأجزاء الوحيدة في العالم التي لا يستطيع الناس الذهاب إليها هي أعماق المحيط. ومن المعروف أن الحيوانات الغريبة تعيش في عمق المحيطات، إلا أن العلماء حتى الآن لم يصمموا مركبة يمكنها أن تعمل عند أعماق كبيرة وفترة طويلة. وكلما استخدم الناس المزيد والمزيد من الثروات الطبيعية الموجودة على الأرض، فإننا نبحث عن ثروات مثل الزيت والغاز في البحر.



يمكن لكثير من الأسماك مثل ذي المخالب (فانجتوث) هذا (أعلى) أن يعيش عند أعماق بعيدة في المحيطات. يمكن للغواصة (يمين) أن تصل إلى عمق ١٣٠٠ متر، مع أن أعمق أجزاء المحيط تبعد حوالي ١١٠٠٠ متر تحت سطح البحر.

يتعذر على الغواصين البقاء في أعماق المحيطات؛ لذا يصمم العلماء مركبات تعمل بواسطة الإنسان الآلي لجمع الزيت والغاز عند أعماق بعيدة. وفي مجال الجو، فإنه يجري الآن استخدام مواد جديدة لصناعة طائرات أقوى وأخف. ومع أن معظم الطائرات ذات شكل انسيابي جداً (راجع ص ١٠)، إلا أن أحدث مقاتلات الشبح ليست انسيابية إلى حد كبير، فهي ذات أسطح منبسطة منحدرة للحيلولة دون رصد الرادار لها. ومع أن طائرة الجامبو النفاثة يمكن أن تحمل على متنها ٤٠٠ راكب إلا أن العلماء يسعون لتطوير طائرات تحمل ٧٠٠ راكب.

مع أن طائرات الشبح انسيابية إلى حدٍّ مَا ، فإنها مصممة لتكون غير مرئية من قبل الرادار.

ويصمم علماء آخرون طائرة أسرع من الصوت تعمل بمحرك صاروخ تطير في أعلى الغلاف الجوي للأرض، ولسوف يكون بإمكان هذه الطائرة أن تطير إلى أستراليا في ٥ ساعات فقط بدلاً من ٢٠ ساعة.

وفي المجال البحري، يتم تصميم القوارب التي تحمل الركاب على متنها بحيث تسير بشكل أسرع وبانسيابية. يصمم اليابانيون مركبة لها شكل ما بين قارب وطائرة وهي تسير مسافة أمتار قليلة فوق سطح الأمواج.

يرتفع قطار ماجلف مسافة ملليمترات قليلة فوق القضبان؛ حيث لا يكون هناك احتكاك لأن القطار لا يلامس القضبان.

وبالنسبة للمجال البري، يتم تصنيع مركبات بحيث تستخدم وقودًا أقل للحد من التلوث. ويجري الآن استخدام الكهرباء لتشغيل المزيد من المركبات كعربات الترام، والقطارات الفائقة السرعة. لقد طرأ الكثير من التغيرات فيما يتعلق بطريقة التعامل مع مشكلات الحركة بالنسبة إلى الإنسان نفسه أيضاً. ففي مجال الجراحة يساعد استخدام مواد جديدة وتصميمات كمبيوترية في عمل مفاصل بديلة. وأصبح استخدام منظم ضربات القلب شائعاً، وهو يساعد القلب على العمل، وقد يتم اختراع قلب صناعي في القريب العاجل.

وهكذا يخترع العلماء تصاميم أفضل وجديدة في جميع الأوقات، ومع ذلك فهناك بعض أفضل التصاميم جاهزة تنتظر من يكتشفها في عالم الطبيعة.

المسرد

رقاقة طيران: رقاقة على شكل جناح تنطلق في الهواء، وتعمل على الارتفاع لأعلى في الهواء.

قابلية الطفو: كون الشي قادراً على الارتفاع أو الطفو فوق الماء.

الخاصية الشعرية: عندما يرتفع الماء في أنبوب بفعل انجذاب جزيئاته إلى جانبي الأنبوب.

الكثافة: مقياس لمعرفة مدى تقارب ذرات مادة ما علماً بأن للمواد الصلبة والسائلة كثافة أعلى من الغازات.

السحب: مقاومة الحركة نتيجة تدفق الهواء أو الماء فوق جسم متحرك فيحدّ من حركته.

مرن: يُقال عن جسم ما إنه مرن إذا عاد إلى شكله الطبيعي بعد أن يكون قد تمدد أو انكمش.

الطاقة: القدرة على إنجاز العمل.

القوة: الدفع أو السحب.

الاحتكاك: القوة التي تزيد من صعوبة الحركة عندما يحتك سطحان معاً.

الجاذبية: الانجذاب بين جسمين. الجاذبية هي التي تثبتنا على الأرض.

النظام الهيدروليكي: النظام الذي يعمل عن طريق تحريك السوائل في الأنابيب.

الهيدروميتر: جهاز يستخدم لقياس كثافة السائل.

الرافعة: ساق يتم تثبيته عند نقطة وتعدّ العتلة رافعة.

الرفع: قوة الهواء المتجه لأعلى، وترفع الجسم في الهواء.

المضخة: آلة تُستخدم لتحريك السوائل من مكان إلى آخر.

الارتداد: يُقال عن الجسم إنه مرن عندما يستعيد جسم مرن شكله الأصلي بعد أن يكون قد تم ضغطه أو تمديده.

المقاومة: أي قوة تحدّ من الحركة.

الدفة: جسم يُستخدم لتوجيه القارب أو الطائرة.

جهاز حفظ التوازن: جُنيحات تُستخدم في السفن للحيلولة دون حدوث دحرجة من جانب إلى آخر في ظل ظروف الطقس السيئة.

الانسيابية: الشكل الناعم الزلق الذي يحدّ من المقاومة.

التوتر السطحي: قوة دفع تسحب جزيئات السائل معًا فيتكون سطح .

الصمام: قطعة تسمح بمرور السائل باتجاه واحد.

امتداد الجناحين: المسافة بين أطراف الجناحين.

فهرس الكلمات المستفادة

طائرة ..... ٤، ١٦، ١٩-٢٣، ٤٢-٤٣
منطاد ..... ٢٦، ٢٧
بالون ..... ٢٦، ٢٧
خفاش ..... ١٦، ٢٥
طائر ..... ٤، ٥، ١٦-١٩، ٢١، ٢٢، ٢٥
قابلية الطفو ٦-٩
الخاصية الشعرية ..... ٤٠، ٤١
الكثافة ..... ٦، ٨، ٢٦
سحب ..... ٥، ١٣، ١٦، ٣٠، ٣١
المرونة ..... ٣١، ٣٢
زعنفة ..... ٧، ٩، ١٠
سمك ..... ٤، ٨-١٠، ٤٢
طيران ..... ١٦-٢٧، ٤٢
احتكاك ..... ١١، ٢٩، ٣٠، ٣٥، ٤٣
جاذبية ..... ٢٨، ٢٩
قلب ..... ٣٩-٤٠، ٤٣
هليكوبتر ٢٤
حوامة ١٣
زورق مائي ١٣
أنظمة الهيدروليك ٣٦
حشرة ..... ١٦، ٢٥
مفصل ..... ٣٤، ٣٥
قفز ..... ٣٢، ٣٣
رافعة ..... ٣٤، ٣٩
الرفع ..... ١٣، ١٦-١٨، ٢٢، ٢٧
مظلة (باراشوت) ٢٣
مروحة ٢٧
مضخة ٣٨
العَدْو ٣٠-٣١
شِرَاع ..... ١٣، ١٤
سفينة ..... ٦، ٩، ٤٢
انسيابية ..... ١٠، ١٢، ٣١، ٤٢
غواصة ..... ٨، ٩
توتر سطحي ١٤-١٥
السباحة ..... ١١، ١٢
عجلة ٢٨-٢٩
جناح ..... ٤، ١٦-٢٣، ٢٥-٢٦

Printing & Packaging
Tel: (01) 265 1144