



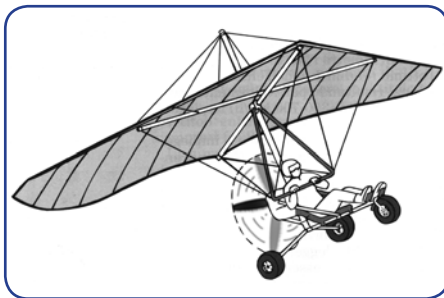
Manuale di Volo



AERODINAMICA

Ci sono molti tipi di aerei: dai leggerissimi “Ultra-Light” che pesano 50 chili e trasportano solo una persona, agli enormi “jumbo-jet” che trasportano 400 persone e varie tonnellate di carico, e pesano quasi 500 tonnellate. Tutti gli aerei pesano molto più dell’aria in contrasto con le mongolfiere che volano perché sono più leggere dell’aria. Quindi, come fanno a volare queste macchine tanto più pesanti dell’aria?

Ultraleggero

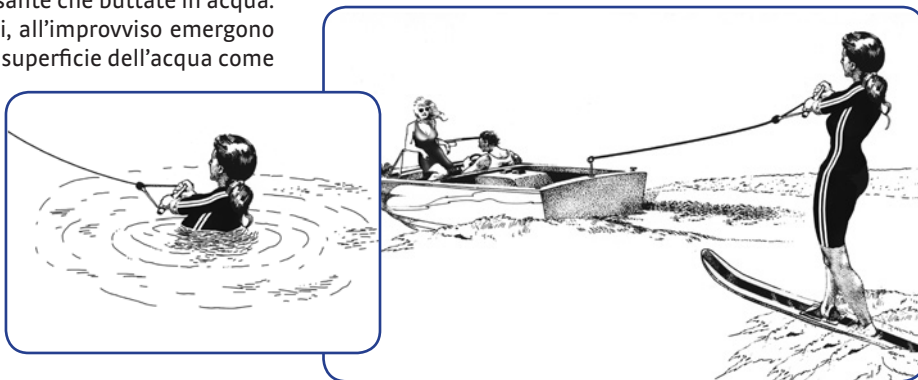


Boeing 747-Jumbo Jet



UNA SEMPLICE SPIEGAZIONE PER I BAMBINI PIÙ PICCOLI

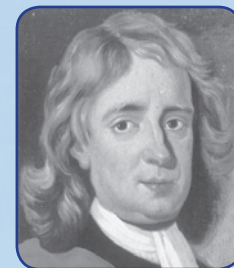
Facciamo un esempio: sapete che quando gli sciatori d’acqua stanno fermi affondano come qualsiasi altro oggetto pesante che buttate in acqua. Eppure, quando il motoscafo inizia a trainarli, all’improvviso emergono ed iniziano a manovrare elegantemente sulla superficie dell’acqua come se, magicamente, l’acqua fosse diventata solida. Il fatto è che ad una certa velocità l’acqua sembra veramente diventare solida e può far male a toccarla con la mano dal bordo di un motoscafo lanciato a tutta velocità. In pratica la stessa cosa avviene con l’aria (infatti scientificamente sono chiamate entrambe “fluidi”): ad alte velocità, intorno ai 200 kmh, l’aria diventa più spessa e consente agli aeroplani di appoggiarvi le ali e galleggiarvi sopra.



UNA SPIEGAZIONE SCIENTIFICA

Come vola un aeroplano? La risposta è data dalla scienza e precisamente dall'**AERODINAMICA**. Il termine aerodinamica proviene da due parole del greco antico: *aer* che significa aria e *dynamis* che significa forza. Questa scienza studia l'aria in movimento e le forze che agiscono su oggetti solidi che si muovono al suo interno.

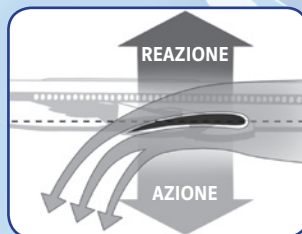
Allora, come fa un aeroplano a volare? La terza legge sul moto, formulata dallo scienziato Sir **Isaac Newton**, afferma che ad ogni azione deve corrispondere una reazione uguale e contraria. Nel caso di un aeroplano le ali deviano l'aria e la spingono verso il basso e conseguentemente (reazione) l'aria spinge le ali verso l'alto. Questa spinta verso l'alto viene definita **PORTANZA**.



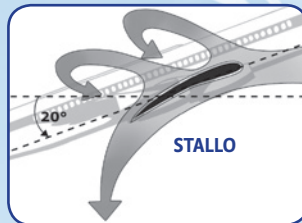
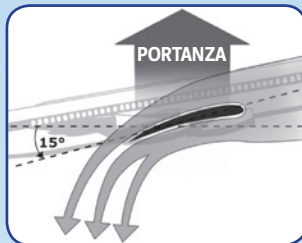
Isaac Newton



Potete facilmente sperimentare questo fenomeno tenendo la vostra mano orizzontale fuori del finestrino dell'auto: se inclinate leggermente la mano verso l'alto sentirete l'aria fare pressione sul palmo della vostra mano e spingerla verso l'alto. La vostra mano che devia l'aria è l'azione; l'aria che spinge in alto la vostra mano è la reazione.



Anche in un aeroplano le ali devono essere leggermente inclinate verso l'alto: questa inclinazione si chiama "angolo di attacco". Le ali devono anche avere una forma arcuata perché questa consente all'aria di seguire la superficie dell'ala in modo preciso (fenomeno che prende il nome di "effetto Coanda").



La portanza viene generata quando il flusso d'aria colpisce la parte inferiore dell'ala e viene deviata in basso. Ma anche l'aria che passa sopra all'ala viene deviata verso il basso seguendo il profilo alare. Quindi nel suo movimento attraverso l'aria, l'ala spinge una grande massa d'aria verso il basso e, come previsto dalla terza legge sul moto di Newton, la forza uguale e contraria che ne risulta è la portanza che sostiene l'aeroplano in volo. Un angolo di attacco più accentuato genera una portanza maggiore finché il flusso d'aria improvvisamente si scompone in piccoli vortici e l'ala perde portanza: questa pericolosa condizione si chiama "stallo" e causa la caduta dell'aereo. Gli aerei volano normalmente con angoli di attacco tra i 3 ed i 15 gradi; oltre i 20 gradi il rischio di stallo è molto elevato.

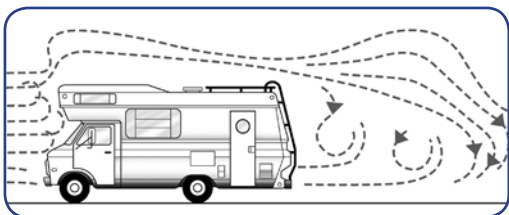
LE QUATTRO FORZE DEL VOLO

La **PORTANZA** è solo una delle quattro forze fondamentali che agiscono su un aeroplano.

Le altre sono il **PESO**, la **POTENZA** e la **RESISTENZA**.

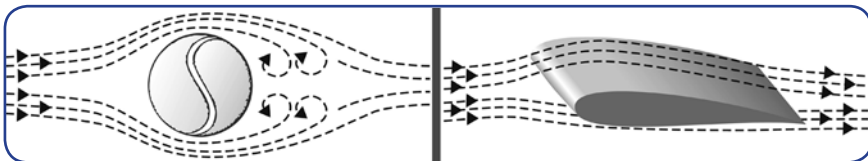
Il **PESO** è determinato dalla forza di gravità che agisce sull'aereo in direzione opposta alla portanza. Il peso di un aereo deve essere controbilanciato dalla portanza prodotta dalle sue ali. Per esempio se un aereo pesa 5 tonnellate allora la massa d'aria spinta verso il basso dalle ali deve produrre una forza verso l'alto di più di 5 tonnellate per consentire all'aereo di sollevarsi dal suolo e decollare.

La **POTENZA** è la forza che spinge un aeroplano in avanti attraverso l'aria. Questa forza è generata dal sistema propulsivo dell'aereo: motori a elica, motori a reazione od una combinazione di questi due sistemi.



La **RESISTENZA** è la forza che resiste all'avanzamento di qualsiasi oggetto attraverso un fluido, come un aereo nell'aria o una nave nell'acqua. La resistenza è causata dal fatto che ogni oggetto in movimento attraverso un fluido produce attrito con il fluido stesso ed inoltre deve spostare il fluido per poter avanzare.

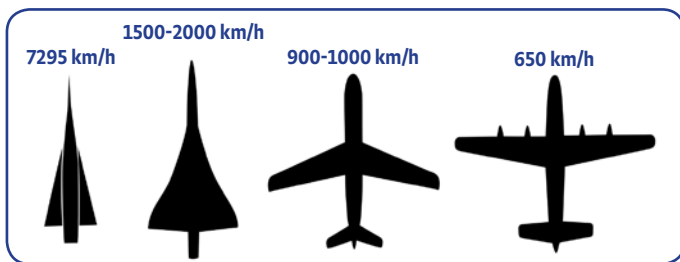
La forma di un oggetto influenza in maniera notevole la resistenza. Per esempio, forme squadrate ma anche forme sferiche, obbligano l'aria a prendere direzioni diverse dal flusso originale e questo rallenta gli oggetti. Un'ala invece disturba il flusso d'aria in maniera minima e quindi provoca poca resistenza. Oggetti che provocano poca resistenza sono definiti "aerodinamici".



I progettisti di aerei cercano sempre di disegnare le forme più aerodinamiche. Gli aerei con meno resistenza necessitano anche di meno potenza (quindi motori più piccoli e consumi ridotti) ed hanno prestazioni di volo migliori. Ali piccole minimizzano la resistenza ed è questo il motivo per cui veloci caccia e missili hanno ali molto piccole.

Al contrario pesanti aerei passeggeri o da carico hanno ali lunghe e spesse che li sostengono anche a basse velocità.

È interessante notare che alcuni tipi di volo non implicano forze aerodinamiche: per esempio i voli delle navette spaziali fuori dall'atmosfera terrestre, perché in orbita non c'è aria che produca forze aerodinamiche. Solo quando le navette ritornano a terra e rientrano nell'atmosfera terrestre (ma anche intorno a Marte, Giove e Venere esistono atmosfere) devono fare i conti con le forze aerodinamiche.



PRENDERE LE “TERMICHE”

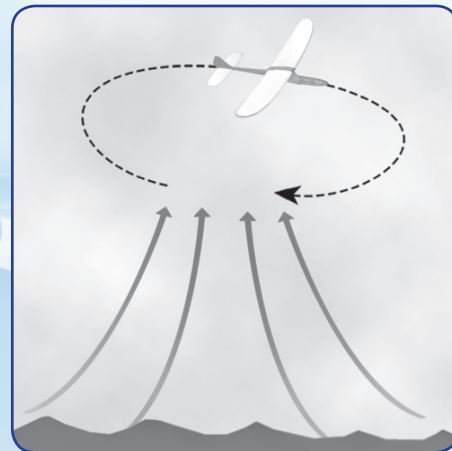
Una delle esperienze più esaltanti per piloti di aliante e aeromodelli è “prendere una termica”: questo significa salire di quota ed andare sempre più in alto senza l'aiuto del motore ma sfruttando correnti d'aria ascensionali. Una “termica” è una corrente d'aria che sale come in una grande colonna dopo essere stata riscaldata dal contatto con parti surriscaldate del terreno. Grandi superfici secche e piatte o scure, come aree asfaltate o campi arati o aree desertiche, assorbono molto calore dal sole e l'aria immediatamente a contatto con la superficie diventa calda, più leggera e sale finché si meschia con aria più fredda negli strati più alti dell'atmosfera. Bianche nuvole cumuliformi spesso indicano la cima di una termica. Altre possibili indicazioni sono nubi di polvere che salgono e specialmente uccelli che veleggiano e s'innalzano senza battere le ali.

Altre correnti ascensionali possono verificarsi ai lati delle montagne. Quando un forte vento soffia contro una catena di montagne o colline, possono svilupparsi potenti correnti ascendenti che arrivano fino a grandi altezze (anche 20.000 metri). Nuvole lenticolari spesso indicano la presenza di queste correnti.

Ora che sai cos'è una termica, esci e vai a cercarne una. Quando l'hai trovata, prendi il tuo aliante o aereo ad elica e lancialo più alto che puoi proprio nel mezzo della termica. Per sfruttare al meglio la corrente ascensionale dovresti regolare le ali in modo che l'aereo produca un ampio volo circolare (vedi le istruzioni di montaggio e volo). Se il tuo aereo prende bene la termica potrebbe rimanervi dentro per un tempo considerevole, volando per parecchi minuti e persino sparando alla tua vista. L'ora migliore per le correnti termiche è nel pomeriggio quando il sole è brillante e c'è poco vento.
BUONA FORTUNA E... BUON VOLO!



Volo in “termica”

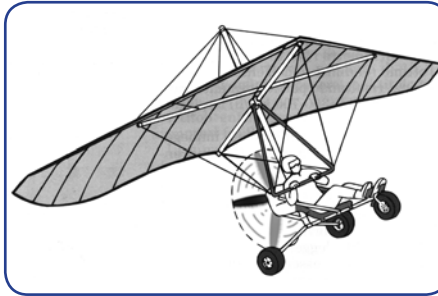




AERODYNAMICS

There are many kinds of airplanes: from small ultra-light planes that weigh less than 50 kg (100 lb) and can carry only one person, to huge jumbo jets that can carry 400 people, their luggage and several tons of cargo, weighing almost 500 tons. All these aircrafts are much heavier than air in contrast to hot-air balloons that fly because they are lighter than air. So how can these heavy vehicles fly?

Ultra-Light

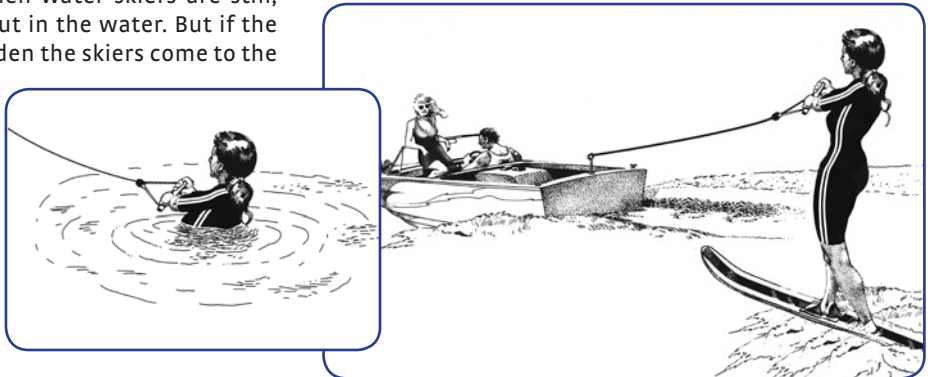


Boeing 747-Jumbo Jet



A SIMPLE EXPLANATION FOR YOUNGER CHILDREN

Let's make an example: you know that when water skiers are still, they sink like any other heavy object you put in the water. But if the motorboats starts pulling them, all of a sudden the skiers come to the surface and can elegantly maneuver as if, magically, the water had become solid. The fact is that at a certain speed water really feels solid and can hurt you if you touch it with your hand while speeding on a motorboat. Basically the same thing happens with the air (in fact scientifically they are both called "fluids"): at high speeds, around 200 km/h (120 m/h), the air becomes thicker and allows airplanes to float in it.



A SCIENTIFIC EXPLANATION

How can an airplane fly? The answer is explained by the science called AERODYNAMICS. The name Aerodynamics comes from the Greek words *aer*, meaning “air”, and *dynamis*, meaning “power”. This is the study of the air in motion and of the forces that act on solid objects moving through the air.

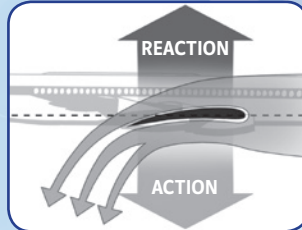
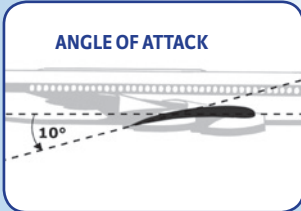
So how does an airplane fly? Physicist Sir **Isaac Newton** stated in his third law of motion that for every action there must be an equal and opposite reaction. In an airplane the wings deflect the air and push it downward and in reaction the air pushes the wing upward. This upward force is called **LIFT**.



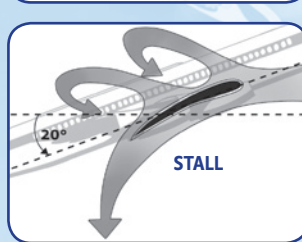
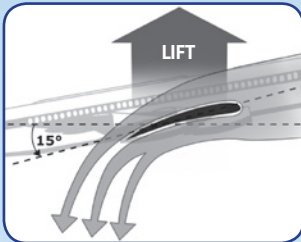
Sir Isaac Newton



You can easily experiment this by holding your hand horizontal in a strong wind (for example out of your car window): if you tilt your hand up a little you can feel the air on the palm of your hand pushing it up. Your hand deflecting the air down is the action, the air pushing your hand up is the reaction.



Also on an airplane the wing must be tilted slightly upward: this tilt is called “angle of attack”. The wing must also have a curved shape that causes the air to smoothly follow the surface of the wing (this is an important phenomenon called the “Coanda” effect).



LIFT is created when air strikes the bottom of the wing and is pushed downward. But also the air flowing past the top of the wing is pushed downward as it follows the wing’s curve due to the Coanda effect. As the wing moves through the air it deflects a mass of air downward, causing a downward force. Following the Newton’s third law, the equal and opposite upward force is the lift that keeps the airplane in the air.

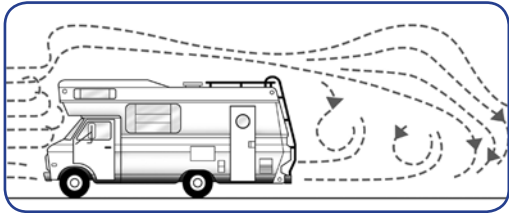
A steeper angle of attack generates more lift until the flow of air suddenly breaks into small whirlpools and the wing loses its lift: this dangerous condition is called “stall” and causes the airplane to drop toward the ground. Planes fly normally at an angle ranging from 3 to 15 degrees; if the angle becomes 20 degrees or more the risk of stall is high.

THE FOUR FORCES OF FLIGHT

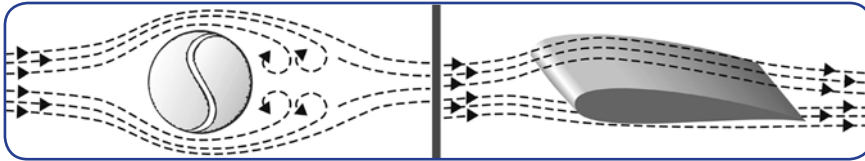
LIFT is only one of the four primary forces acting on airplanes. The others are **WEIGHT**, **THRUST**, and **DRAG**.

WEIGHT is the force of gravity that offsets lift because it acts in the opposite direction. The weight of the airplane must be overcome by the lift produced by the wings. For example if a plane weighs 5 tons, then the mass of air pushed down by the wings must have an upward force of more than 5 tons to allow the plane to leave the ground and take-off.

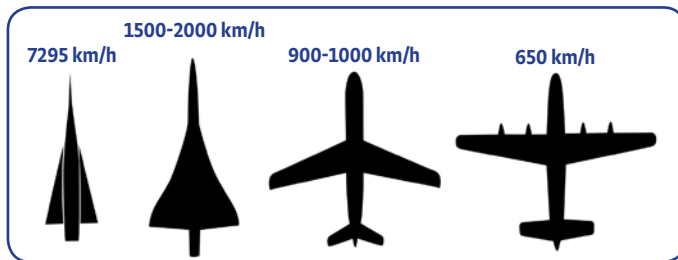
THRUST is the force that propels an airplane forward through the air. It is provided by the propulsion system of the airplane: propeller engines, jet engines or even a combination of the two.



DRAG or resistance, is a force that resists the forward motion of any object through a fluid, such as an airplane through air or a boat through water. Drag is created because any object moving through a fluid produces friction as it interacts with that fluid and because it must move the fluid out of its way to move forward. The shape of an object dramatically influences the amount of drag. For example squares, but also spheres, force the air to redirect itself, slowing the objects down. A wing minimally disturbs the air flow so it experiences little drag. Objects shaped to produce as little drag as possible are called streamlined or aerodynamic. Aircraft designers build planes to reduce drag to a minimum.



Planes with low drag need less thrust (engine power) to fly, and low drag improves a plane's performance. Drag is a complex subject because there are four kind of drags (friction drag, form drag, induced drag and supersonic drag) but it's not necessary to explain them here. One day, in engineering courses, you will find out everything about it.



For now we can just say that fast fighter-planes or missiles have smaller wings because they need to minimize drag; large passenger or cargo planes on the contrary have big thick wings that help them fly at relatively low speed and carry heavy loads. It is interesting to note that some type of flight does not involve aerodynamics: for example a spacecraft flying through space, because there is no air in space to produce aerodynamic forces.

Only when the spacecraft returns to Earth and enters the atmosphere (but also around other planets like Mars, Venus and Jupiter there are atmospheres) it has to deal with aerodynamic forces.

CATCHING “THERMALS”

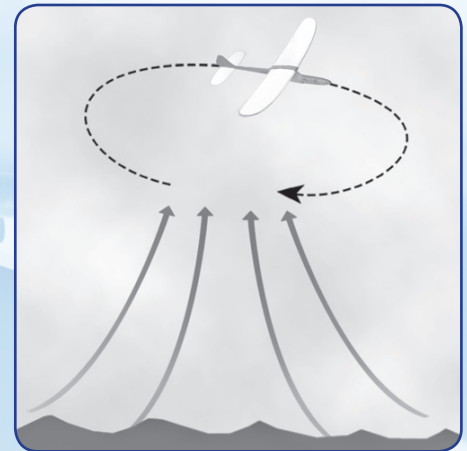
One of the most exciting things for real glider pilots or aeromodellers is to “catch thermals”: this means to climb higher and higher without the power of an engine but only with the help of ascending air currents. A thermal is a current of air that rises in a column after being warmed by contact with heated areas of the ground. Dry surfaces that are dark or flat, such as blacktop roads, plowed fields or deserts, absorb much heat from the sun and the air immediately above these surfaces becomes warm and lighter and rises until it mixes with cooler air high in the atmosphere. White puffy cumulus clouds may indicate the top of a thermal. Other signs include rising dust and birds soaring upward without flapping their wings. Other ascending currents may develop at the side of mountains. When a steady wind blows against a ridge or a range of hills powerful upward air currents occur that may reach very high altitudes (even 60,000 feet). Lenticular clouds often indicate the presence of mountain thermals.



Now that you know what a thermal is, go out and try to find one. Then launch your glider or propeller plane right into it as high as you possibly can. If you want your plane to make the best use of a thermal you should adjust its wings to make it fly in a circular pattern (see assembly and flight instructions). If your plane catches the thermal well it could remain inside it for a considerable amount of time, flying for several minutes and perhaps even disappearing from your sight. Best time for thermals is in the afternoon when the sun is shining and there is little or no wind.

GOOD LUCK AND... GOOD FLIGHT!

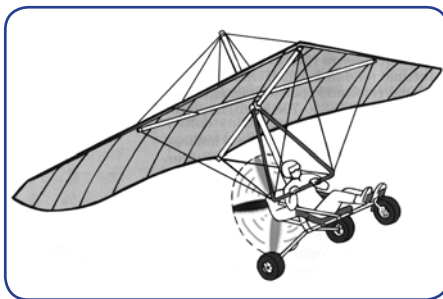
Flying in Thermals





AERODYNAMIQUE

Il existe de nombreuses sortes d'avions: des plus légers pesant moins de cinquante kg et ne pouvant transporter qu'une seule personne, aux énormes "Jumbo jets" qui peuvent transporter 400 personnes, leurs bagages et plusieurs tonnes de combustible et pèsent jusqu'à 500 tonnes. Tous ces avions sont bien plus lourds que l'air contrairement aux mongolfières qui, elles, volent car elles sont plus légères que l'air. Alors comment vole un avion?



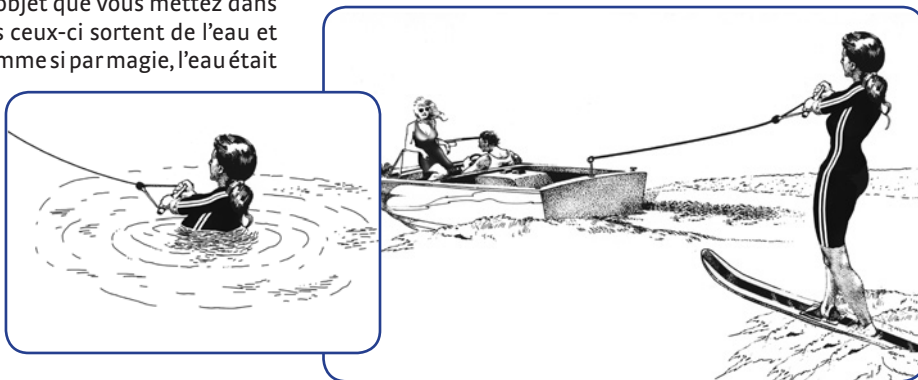
U.L.M.



Boeing 747-Jumbo Jet

UNE EXPLICATION SIMPLE POUR LES PLUS JEUNES ENFANTS

Prenons un exemple: vous savez que lorsque des skieurs nautiques sont immobiles, ils coulent comme n'importe quel objet que vous mettez dans l'eau. Mais si un hors-bord les remorque, alors ceux-ci sortent de l'eau et peuvent élégamment manoeuvrer leurs skis comme si par magie, l'eau était devenue solide. Le fait est qu'à une certaine vitesse, l'eau semble vraiment solide et peut même blesser si vous la touchez avec la main tandis que vous naviguez à bord d'un hors-bord. En réalité, le même phénomène se produit avec l'air. (En effet, du point de vue scientifique, ils sont tous les deux considérés comme des "fluides"): à grande vitesse, autour de 200 km/h (soit 120m/h), l'air devient plus dense et permet aux avions de flotter dans l'air.



UNE EXPLICATION SCIENTIFIQUE

Comment un avion vole-t-il? La réponse est donnée par la science de l'aérodynamique. Le mot "aérodynamique" vient des mots grecs "aer" qui signifie "air" et "dynamis" qui signifient "puissance". Il s'agit de l'étude de l'air en mouvement et des forces qui agissent sur les objets qui se déplacent dans l'air.

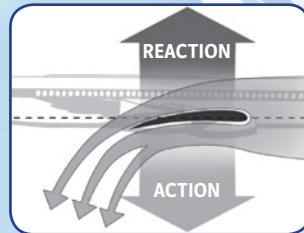
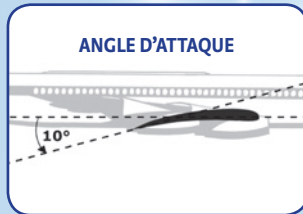
Donc comment vole un avion? Le physicien **Isaac Newton** a établi dans sa troisième loi des dynamiques que pour chaque action, il existe en contrepartie une réaction égale et opposée. Dans le cas d'un avion, les ailes dévient le vent et poussent l'avion vers le bas, en réaction l'air pousse les ailes vers le haut. Cette poussée vers le haut est appelée la **PORTANCE**.



Sir Isaac Newton



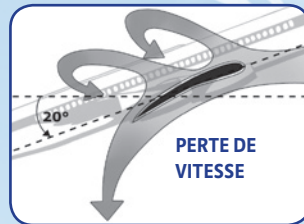
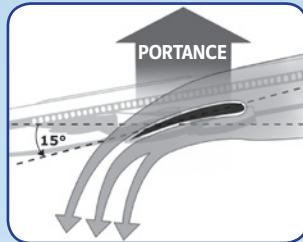
Vous pouvez facilement expérimenter ce phénomène en tenant votre main à l'horizontal lorsqu'il y a beaucoup de vent (par exemple, par la fenêtre de votre voiture) : si vous inclinez légèrement votre main vers le haut, vous sentirez l'air faire pression sur la paume de votre main et la pousser vers le haut. Votre main qui dévie l'air vers le bas est l'action, l'air poussant votre main vers le haut est la réaction.



De même, dans un avion, les ailes doivent être légèrement inclinées vers le haut: cette inclinaison est appelée "l'angle d'attaque".

Les ailes doivent aussi avoir une forme incurvée qui permettent à l'air de suivre facilement la forme de l'aile (ceci est un important phénomène appelé l'effet "Coanda").

La portance est la force résultant de la déviation de l'air autour de l'aile. La portance se genère quand l'air percute la partie arrière de l'aile et vient devier vers le bas. D'autre part, l'air qui passe sur l'aile est également déviée vers le bas suivant le profil de l'aile (effet "Coanda"). Ainsi dans son mouvement à travers l'air, l'aile déplace une grande masse d'air vers le bas créant une force vers le bas.



D'après la troisième loi de Newton, la force égale et contraire qui en résulte est la portance. Celle-ci permet à l'avion de se maintenir dans les airs.

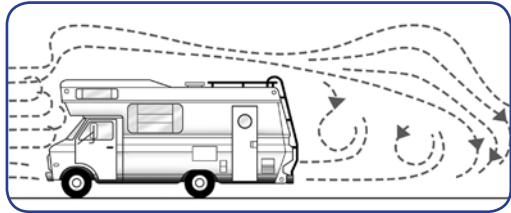
Un angle d'attaque plus accentué génère plus de portance. Si l'angle d'attaque est trop important, le flot d'air se décompose en petits tourbillons, l'aile perd de sa portance : ce phénomène est appelé "perte de vitesse" et peut provoquer la chute de l'avion. D'ordinaire, les avions volent à un angle compris entre 3 et 15 degrés, au-delà de 20 degrés, le risque de "perte de vitesse" est très élevé.

LES QUATRE FORCES DU VOL

La **PORTANCE** est seulement une des quatre forces primaires qui agit sur les avions. Les autres sont le **POIDS**, la **PROPULSION** et la **TRAÎNÉE**.

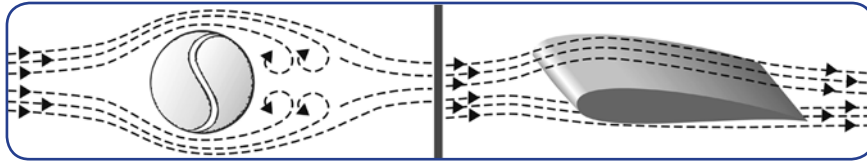
Le **POIDS** est la force dûe à la gravitation universelle qui s'oppose à la portance car elle agit dans la direction opposée. Le poids de l'avion doit être inférieur à la portance produite par les ailes. Par exemple, si l'avion pèse 5 tonnes alors la masse d'air poussée vers le bas par les ailes doit avoir une force supérieure à 5 tonnes pour permettre à l'avion de quitter le sol et décoller.

La **PROPULSION OU POUSSÉE** est la force qui propulse un avion dans les airs. Elle est produite par le système de propulsion de l'avion: moteur à hélices, moteur à réaction ou une combinaison de ces deux systèmes.

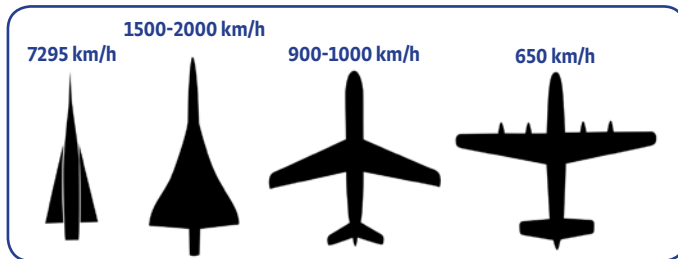


La **TRAÎNÉE** est une force qui s'oppose au déplacement d'un corps dans un fluide tel qu'un avion dans l'air ou un bateau sur l'eau. Elle dépend de la forme, de l'état des surfaces, de la vitesse de l'objet et des caractéristiques de l'air. La traînée est créée, car, chaque objet se mouvant dans un fluide produit un frottement lorsqu'il entre en contact avec ce fluide. En outre, il doit déplacer ce fluide pour avancer. Par exemple, les carrés mais aussi les sphères obligent l'air à prendre des directions différentes de son flux originel, ralentissant les objets dans leurs chutes.

Une aile détourne l'air de façon minimale et subit donc peu la traînée de l'air. Les objets qui produisent peu de traînée sont appelés aérodynamiques. Les ingénieurs d'avions cherchent toujours à dessiner des formes plus aérodynamiques. Les avions qui ont moins de résistance



nécessitent par conséquent moins de puissance (donc moteur plus petit et consommation réduite) et ont une prestation de vol meilleure. La traînée est un sujet très complexe car il existe différentes sortes de traînée (la traînée frictionnelle, la traînée due à la forme, la traînée provoquée et la traînée supersonique) mais il n'est pas nécessaire de les examiner dans ce cas de figure. Un jour, lors d'un cours d'ingénierie, vous apprendrez tout de cela. Pour l'instant nous pouvons



juste dire que les avions de combat ou les missiles ont de plus petites ailes car ils doivent minimiser la traînée, les avions de transport de personnes ou les cargos ont au contraire de grosses ailes épaisses qui les aident à voler à une vitesse relativement faible et à transporter des charges lourdes.

Il est intéressant de noter que certains types de vol n'impliquent pas l'aérodynamique. Par exemple, les navettes spatiales volent dans l'espace car il n'y a pas d'air pour produire de forces aérodynamiques. C'est seulement quand la navette spatiale retourne sur terre et entre dans l'atmosphère (mais aussi autour de certaines planètes comme Mars, Venus et Jupiter où il existe des atmosphères) qu'elle a à faire avec les forces aérodynamiques.

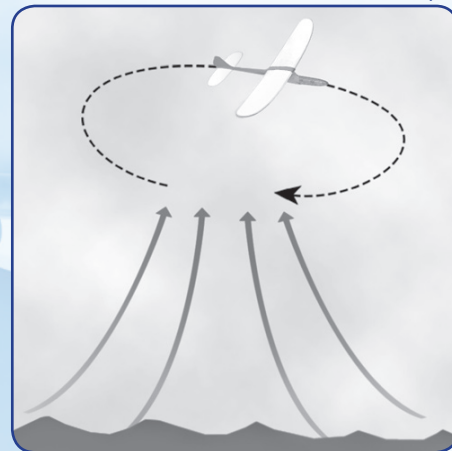
COURANTS THERMIQUES

Une des expériences les plus excitantes pour les pilotes de planeurs ou pour les modélistes est de réussir à “capturer les courants thermiques”: ceci signifie escalader de plus en plus haut sans la propulsion du moteur mais seulement avec l'aide des courants montants. Un “courant thermique” est un courant d'air qui s'élève d'une colonne après avoir été rechauffé en entrant en contact avec le sol. Les surfaces sèches, noires ou plates, comme le goudron sur les routes, les champs labourés ou les déserts, absorbent beaucoup de chaleur du soleil. L'air au contact de ces surfaces devient chaud, léger et s'élève jusqu'à se mélanger avec l'air frais des couches supérieures de l'atmosphère. Des nuages blancs cumuliformes indiquent souvent le sommet d'une colonne. En outre, des nuages de poussière ou encore des oiseaux planant dans les airs et prenant de l'altitude sans battre des ailes sont d'autres indications possibles. D'autres colonnes peuvent se développer près des montagnes. Quand un vent fort souffle contre une chaîne de collines ou de montagnes, il peut arriver que se produisent de puissants courants d'air montants, qui peuvent atteindre de très hautes altitudes (20.000 mètres). Des nuages lenticulaires indiquent la présence de colonnes d'air de montagne.



Vol dans une Thermique

A présent que vous savez ce qu'est une colonne d'air, sortez et essayez d'en trouver une. Puis lancez votre avion à hélice ou votre planeur à l'intérieur du courant thermique le plus haut possible. Si vous voulez que votre avion vole le mieux possible dans cette colonne d'air, vous devez ajuster ses ailes afin de le faire voler de façon circulaire (voir instructions d'assemblage et de vol). Si votre avion réussit à entrer dans une colonne d'air, il peut y rester pour un laps de temps considérable, volant plusieurs minutes et disparaissant même de votre vue. Le meilleur moment pour les colonnes d'air sont dans l'après-midi quand le soleil brille et qu'il y a peu de vent. Bonne chance et... Bon vol!

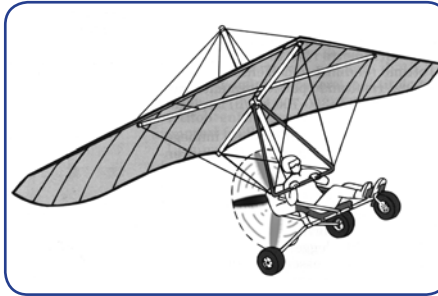




AERODYNAMIK

Es gibt viele Flugzeugarten: Von den ultra-leichten, die weniger als 50 kg wiegen (100 Pfund) und in denen höchstens eine Person Platz hat, bis zu den riesigen Jumbo-Jets, die 400 Personen transportieren inklusiv deren Gepäck und mehrerer Tonnen sonstiger Fracht. Diese Flugzeuge wiegen fast 500 Tonnen. Sie sind viel schwerer als Luft, im Vergleich zu Heißluftballons, die leichter als Luft sind. Es stellt sich nun folgende Frage: Wie können diese schweren Objekte fliegen?

Ultra-Leicht

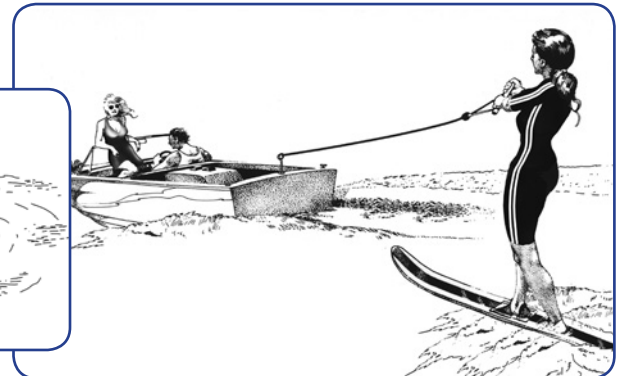


Boeing 747-Jumbo Jet



EINE EINFACHE ERKLÄRUNG FÜR KINDER

Nehmen wir ein Beispiel: Du weißt, dass Wasserskifahrer wie jedes schwere Objekt sinken, wenn sie einfach nur ins Wasser gehen. Wenn jetzt aber ein Motorboot den Wasserskifahrer zieht, geht er wie durch Zauber an die Oberfläche und kann sich elegant darauf bewegen, wie wenn fester Boden unter seinen Füßen wäre. Die Erklärung ist, dass sich Wasser bei einer großen Geschwindigkeit tatsächlich hart anfühlt, und wenn du deine Hand ins Wasser hältst, kannst du dich sogar verletzen (in der Wissenschaft spricht man von Strömungen). Bei einer Geschwindigkeit von ungefähr 200 km/h (120 Meilen/Std) wird die Luft dicker und erlaubt den Flugzeugen, darin zu schweben.



EINE WISSENSCHAFTLICHE ERKLÄRUNG

Wie kann ein Flugzeug fliegen? Die Antwort liegt in der Wissenschaft, die sich AERODYNAMIK nennt. Der Name "Aerodynamik" kommt aus dem Griechischen, das Wort *aer* bedeutet Luft und *dynamis* bedeutet Kraft. Es handelt sich hier um die Forschung der Bewegung und der Kraft von festen Gegenständen, die sich in der Luft fortbewegen.

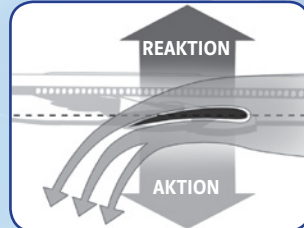
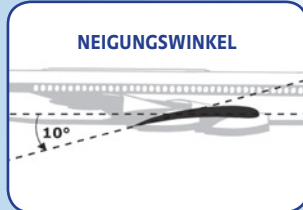
Nun, wie fliegt ein Flugzeug? Der Physiker Sir **Isaac Newton** hat in seinem dritten Gesetz über die Bewegung bewiesen, dass es für jede Handlung eine gleichwertige und eine gegensätzliche Reaktion gibt. Bei einem Flugzeug weisen die Flügel die Luft ab und stoßen sie nach unten und als Gegenreaktion stößt die Luft die Flügel nach oben. Dieser Aufdruck nennt sich **STEIGKRAFT**.



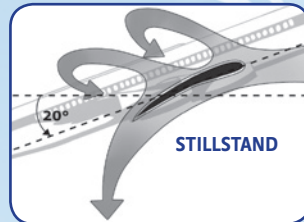
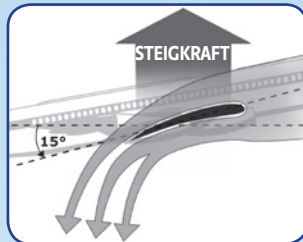
Sir Isaac Newton



Du kannst das leicht selbst ausprobieren, indem du die Hand waagrecht in einen starken Luftstrom hältst (z.B. aus dem Autofenster bei schneller Fahrt). Wenn du die Hand schräg nach oben hältst, kannst du die Luft an der Handinnenfläche spüren. Deine Hand drückt die Luft nach unten und die Luft stößt deine Hand nach oben.



Auch bei einem Flugzeug müssen die Flügel in geneigter Position stehen; diese Position nennt sich Neigungswinkel. Außerdem wird die Luft, die über die Flügelspitzen hinausfließt nach unten abgestoßen, da sie der Kurve des Flügels folgt. Wir sprechen hier von dem COANDA-Effekt.



Da sich der Flügel durch die Luft bewegt, stößt dieser eine große Luftmasse nach unten ab (Senkkraft).

Aufgrund Newtons drittem Gesetz ist die gleichwertige und gegensätzliche Steigkraft der Grund, weshalb ein Flugzeug in der Luft bleibt.

Ein stark geneigter Neigungswinkel erzeugt mehr Schub, so dass sich der Luftstrom in viele kleine Wirbel zerteilt. Bei diesem gefährlichen Zustand kann der Motor zu einem plötzlichen Stillstand kommen und das Flugzeug stürzt ab. Normalerweise fliegen Flugzeuge in einem Neigungswinkel von 3 bis 15 Grad.

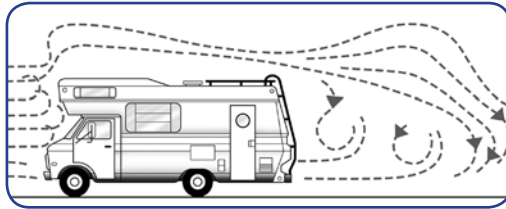
Wenn der Winkel aber 20 Grad oder mehr erreicht, ist die Gefahr groß, dass es zu einem plötzlichen Stillstand kommt.

DIE VIER KRÄFTE DES FLUGES

Die **STEIGKRAFT** ist nur eine von den vier grundlegenden Kräften, die auf Flugzeuge einwirken. Die anderen sind **GEWICHT**, **TRIEBKRAFT** und **WIDERSTAND**.

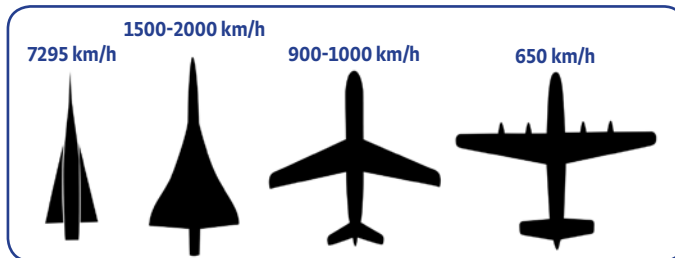
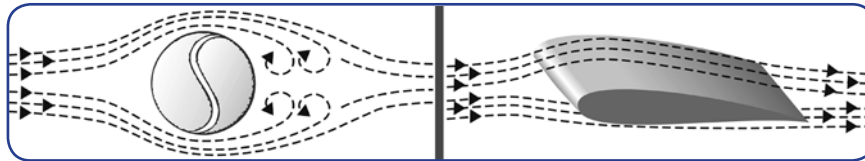
GEWICHT ist die Schwerkraft, die von der Steigkraft ausgeht, weil sie in die entgegengesetzte Richtung reagiert. Das Gewicht des Flugzeuges muss die von den Flügeln verursachte Steigkraft überwinden. Wenn zum Beispiel ein Flugzeug 5 Tonnen wiegt, so muss die Luftmasse, die von den Flügeln abgestossen wird, eine Steigkraft von über 5 Tonnen erreichen, damit das Flugzeug abheben kann.

TRIEBKRAFT ist die Kraft, die das Flugzeug durch die Luft treibt. Diese Arbeit übernimmt das Triebwerk des Flugzeuges. Wir kennen folgende Arten: Propeller-Triebwerk, Jet-Triebwerk oder die Kombination von beiden.



WIDERSTAND ist die Kraft, die dem Antrieb eines Objektes in einer Strömung standhält, wie ein Flugzeug durch die Luft oder ein Schiff durch das Wasser. Die Menge des Widerstandes hängt sehr von der Form des Objektes ab. Z.B. Quadrate oder Kugeln, zwingen die Luft, dieselben zurückzusteuern und somit zu verlangsamen. Ein Flügel dagegen stört die Luft nur minimal, da er in Bewegung ist und der Widerstand so in jedem Fall gering bleibt. Flugzeuge mit geringem Widerstand brauchen weniger Triebkraft (Motorkraft), um fliegen zu können. Dieser geringe Widerstand verbessert die Leistung des Flugzeuges.

Der Widerstand ist ein komplizierter Faktor, da er sich aus vier Bestandteilen zusammensetzt: Reibungswiderstand, Widerstandsform, herbeigeführtem Widerstand und Ultraschallwiderstand. Aber wir werden auf dieses Thema nicht weiter eingehen, denn du wirst es bei deinen Ingenieurkursen eingehend kennenlernen. Wir können an dieser Stelle bloß sagen, dass Kampfflugzeuge und Raketen kleinere Flügel haben, um den Widerstand so gering wie möglich zu halten.



Große Passagier- oder Frachtflugzeuge dagegen haben dicke und große Flügel, die es erlauben, bei einer relativ geringen Geschwindigkeit zu fliegen und gleichzeitig schwere Gewichte zu tragen. Es ist interessant festzustellen, dass einige Flugzeugarten nicht von Aerodynamik abhängig sind. So zum Beispiel eine Rakete, die durch das All fliegt. Es gibt dort nämlich keine Luft die Aerodynamik produzieren könnte.

Wenn aber die Rakete zur Erde zurückkehrt und somit in die Atmosphäre eindringt (aber auch bei anderen Planeten wie Mars, Venus und Jupiter), so muss sie sich mit der Aerodynamik auseinandersetzen.

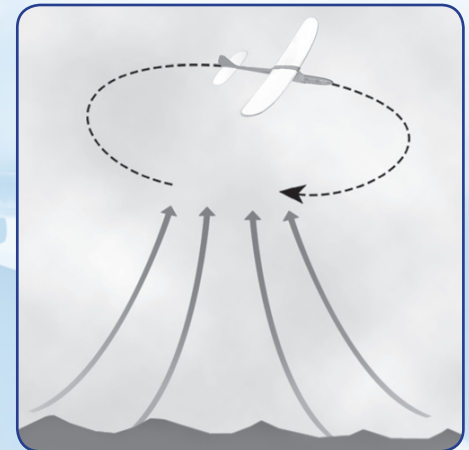
WARMLUFTSTROM ERREICHEN

Eine von den interessantesten Dingen für einen Segelflugzeugpiloten oder einen Flugzeugmodellbauer ist das "Erwischen" eines Warmluftstroms. Das bedeutet, ein Flugzeug ohne die Kraft eines Motors so hoch wie möglich steigen zu lassen, nur mit Hilfe des Aufstromes. Warmluftstrom ist ein Luftstrom der senkrecht Höhe gewinnt, nachdem er mit warmen am Boden wehenden Winden in Kontakt getreten ist. Trockene Oberflächen, die dunkel und flach sind, wie zum Beispiel asphaltierte Straßen oder gepflügte Felder und Wüsten nehmen viel Wärme von der Sonne und von der Luft

auf, die sich unmittelbar oberhalb dieser Oberflächen befinden. Die Luft wird warm und somit leichter, steigt bis sie sich mit der kalten Luft der Atmosphäre vermischt. Die weißen Kumuluswolken sind das beste Beispiel für den Warmluftstrom. Ein weiteres Beispiel ist Staub, der vom Wind aufgewirbelt wird, oder die Vögel, die auffliegen ohne mit den Flügeln zu schlagen. Andere Warmluftströme können sich in den Bergen entwickeln, wenn ein regelmäßiger Wind starke Luftströme gegen eine Bergkette bläst. Diese Luftströme können eine Höhe von 20'000 m (60'000 Fuß) erreichen. Linsenförmige Wolken weisen oft auf das Vorhandensein von Bergluftströmen hin.



Fliegen in Thermal



Jetzt, wo du weißt, was ein Warmluftstrom ist, geh' ins Freie und suche einen. Nun wirf' dein Segel- oder Propellerflugzeug so hoch wie möglich. Damit dein Flugzeug den Warmluftstrom am Besten ausnutzen kann, stelle die Flügel so ein, dass das Flugzeug im Kreis fliegen kann (vgl. Zusammenbau- und Fluganleitungen). Wenn dein Flugzeug den Warmluftstrom sauber erwischt, kann es darin lange Zeit schweben. Die beste Uhrzeit, um den Warmluftstrom auszunutzen, ist der Nachmittag, wenn die Sonne scheint und ein bisschen oder gar kein Wind weht. Viel Glück...und viel Erfolg!

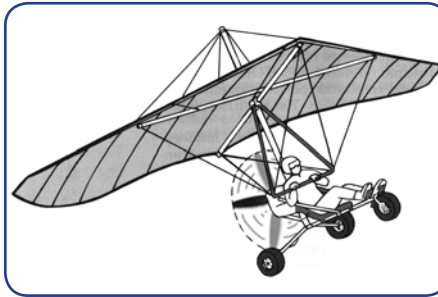
AERODINÁMICA

Existen muchos tipos de aviones: de los más ligeros, “ultra ligero” que pesan 50 kilos y transportan solo a una persona, hasta los enormes “jumbo-jet” que transportan a 400 personas y varias toneladas de carga pesando así casi 500 toneladas. Todos los aviones pesan mucho más que el aire en contraste con los globos aerostáticos que consiguen volar porque son más ligeros que el aire. Entonces, ¿cómo lo hacen para volar estas máquinas mucho más pesadas que el aire?

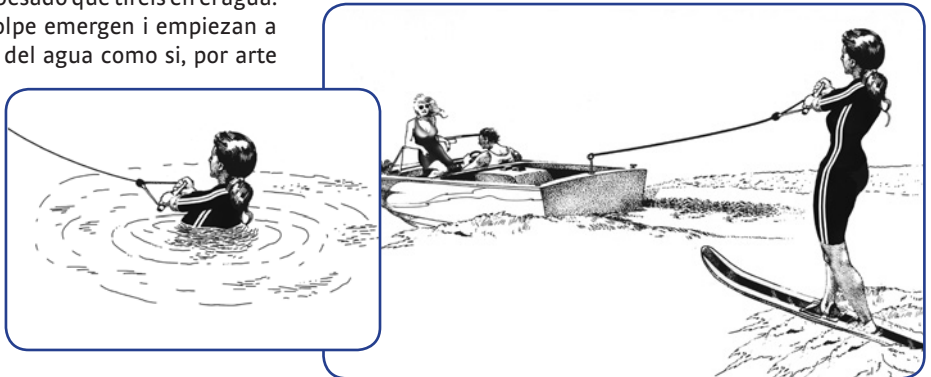
UNA SENCILLA EXPLICACIÓN PARA LOS NIÑOS MÁS PEQUEÑOS

Pongamos un ejemplo: Sabéis que cuando los esquiadores de agua están quietos se hunden como cualquier otro objeto pesado que tiréis en el agua. Después, cuando la lancha tira de ellos, de golpe emergen i empiezan a maniobrar elegantemente sobre la superficie del agua como si, por arte de magia, el agua se hubiera convertido en sólida. El hecho es que a una cierta velocidad el agua parece realmente que sea sólida y puede hacer daño al tocarla con la mano desde una lancha lanzada a toda velocidad. En la practica, la misma cosa sucede con el aire (de hecho, científicamente son llamados “fluidos”): A altas velocidades, hacia los 200 Km/h, el aire parece más espeso y permite a los aeroplanos apoyar las alas y desplazarse por encima de el.

Ultra ligero



Boeing 747-Jumbo Jet



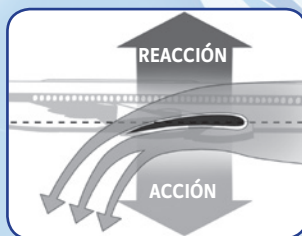
UNA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA

¿Cómo vuela un avión? La respuesta la da la ciencia, concretamente la AERODINÁMICA. El término Aerodinámica proviene de dos palabras del Griego antiguo: *aer* que significa aire y *dynamis* que significa fuerza. Esta ciencia estudia el aire en movimiento y las fuerzas que actúan sobre los cuerpos sólidos que se mueven en su interior.

Entonces, ¿cómo lo hace un aeroplano para volar? La tercera ley formulada por el científico Sir **Isaac Newton**, afirma que a cada acción tiene que corresponder una reacción igual y en dirección contraria. En el caso de un avión las alas desvían el aire y lo aprietan hacia abajo y consecuentemente (reacción) el aire aprieta hacia arriba. A esta fuerza hacia arriba se le llama **SUSTENTACIÓN**.



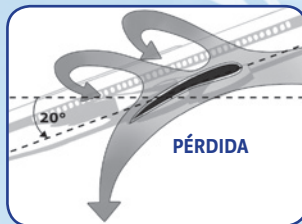
Podéis experimentar fácilmente este fenómeno poniendo vuestra mano en un viento fuerte (por ejemplo sacándola por la ventana de un coche en marcha): Si inclináis ligeramente la mano hacia arriba notareis que el aire hace presión en la palma de la mano y la aprieta hacia arriba. Vuestra mano que desvía el aire es la acción; el aire que aprieta hacia arriba vuestra mano es la reacción.



También en un avión las alas tienen que estar ligeramente inclinadas hacia arriba: Esta inclinación se llama “ángulo de ataque”.

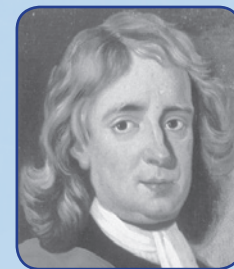
Las alas tienen que tener también una forma arqueada porque esta consiente al aire de seguir la superficie del ala de modo preciso.

La Sustentación viene generada cuando el flujo de aire choca con la parte inferior del ala y es desviado hacia abajo. Pero el aire que pasa por encima del ala también es desviado hacia abajo siguiendo el perfil del ala.



Entonces, en su movimiento a través del aire, el ala desvía una gran masa de aire hacia abajo creando así una fuerza hacia abajo, y, tal como decía Newton en su tercera ley, la fuerza igual y de sentido contrario resultante es la sustentación que mantiene el avión en vuelo.

Un ángulo de ataque más acentuado genera una sustentación mayor hasta que el flujo de aire se descompone en pequeños torbellinos y el ala pierde sustentación: esta peligrosa condición se llama “pérdida” y causa la caída del avión. Los aviones vuelan normalmente con ángulos de ataque entre 3 y 15 grados; hacia los 20 grados el riesgo de entrar en pérdida es muy elevado.



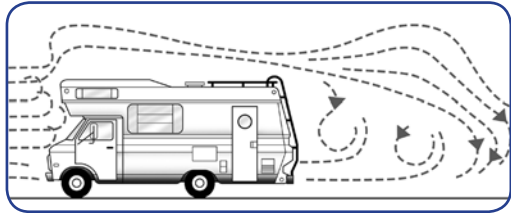
Sir Isaac Newton

LAS CUATRO FUERZAS DEL VUELO

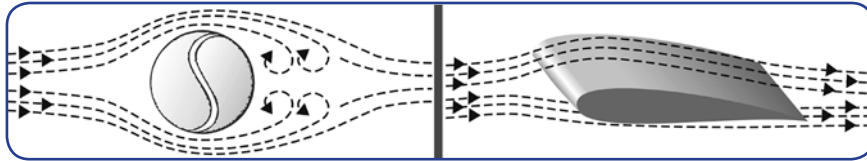
La **SUSTENTACIÓN** es solo una de las cuatro fuerzas fundamentales que actúan sobre un avión. Las otras son el **PESO**, la **POTENCIA** y la **RESISTENCIA**.

El **PESO** está determinado por la fuerza de gravedad que actúa sobre el avión en dirección opuesta a la Sustentación. El peso de un avión tiene que ser contrarrestado por la sustentación producida por sus alas. Por ejemplo, si un avión pesa 5 toneladas entonces la masa de aire desviada hacia abajo por las alas tiene que producir una fuerza hacia arriba de más de 5 toneladas para que el avión pueda levantarse del suelo.

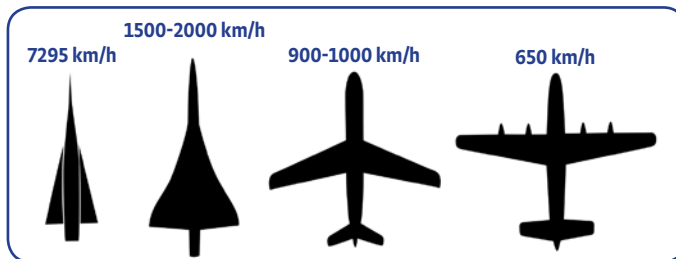
La **POTENCIA** es la fuerza que empuja a una avión hacia delante a través del aire. Esta fuerza es generada por el sistema de propulsión del avión: motor de hélices, motor a reacción o una combinación de estos dos sistemas.



La **RESISTENCIA** es la fuerza que frena el avance de cualquier objeto dentro de un fluido, como un avión en el aire o un barco en el agua. La resistencia se produce porque cada objeto dentro de un fluido provoca un choque con el fluido mismo y tiene que apartarlo para poder avanzar. La forma de un objeto influye de manera notable en la resistencia que provoca. Por ejemplo, formas cuadradas y también esféricas, obligan al fluido a tomar direcciones distintas al flujo original y esto frena los objetos. Una ala interrumpe el flujo de aire de manera mínima provocando así poca resistencia. Los objetos que provocan poca resistencia se denominan aerodinámicos. Los proyectistas de aviones siempre procuran crear formas lo más aerodinámicas posibles porque un objeto que produce poca



resistencia necesita también menos potencia (o sea, motores mas pequeños y consumos reducidos) y tienen prestaciones de vuelo mejores. La resistencia es un concepto muy complejo y existen muchos tipos distintos pero no es el momento de examinarlos en detalle en este apartado. Un día, en algún curso de ingeniería descubriréis todos estos conceptos.



Por ahora podemos decir que las alas pequeñas minimizan la resistencia, por eso los veloces cazas y los misiles tienen alas tan pequeñas. Al contrario, los aviones pesados de pasajeros o de carga tienen las alas largas y anchas para que les sostengan aunque vayan a baja velocidad. Es interesante notar que algunos tipos de vuelo no implican fuerzas aerodinámicas: Por ejemplo los vuelos de las naves espaciales fuera de la atmósfera terrestre, porque en órbita no hay aire que produzca fuerzas aerodinámicas.

Solo cuando vuelven a entrar en la atmosfera de la Tierra o de algún otro planeta que también tenga atmosfera deberán tener en cuenta la aerodinámica.

CORRIENTES TERMICAS

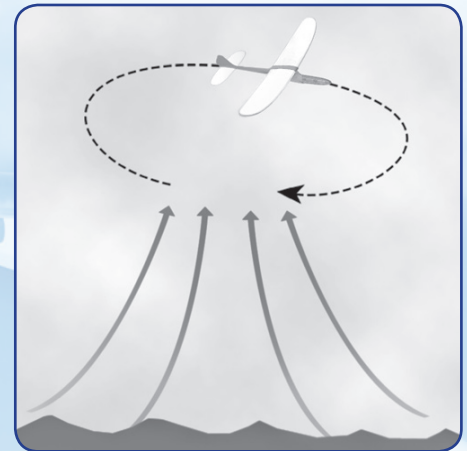
Una de las cosas mas emocionantes para un verdadero piloto o de aeroplanos es “coger las corrientes térmicas”: es decir, escalar más y más alto sin la fuerza de un motor y solamente aprovechando las corrientes de aire. Un termal es una corriente de aire originada en una columna que se calienta después de entrar en contacto con las areas calientes de la tierra. Las superficies secas o planas, como una carretera, campos o desiertos, absorben mucho calor del sol y el aire sobre estas superficies se calienta inmediatamente y se vuelve mas ligero hasta que se mezcla con aire mas frio en la atmosfera, los cumulos indican el final de un termal. Otras señales son las nubes de polvo que ascienden y especialmente los pájaros que navegan y se mantienen en el aire sin batir las alas. Otros termal se pueden originar en las laderas de las montañas. Cuando un viento sopla contra una colina, el aire asciende y puede alcanzar grandes alturas (20,000 metros). Las nubes lenticulares indican la presencia de los termal en las montañas.



Vuelos Termicos

Ahora que sabes lo que es un termal, sal e intenta encontrar uno. Entonces lanza tu aeroplano dentro de el, lo mas alto que puedas. Si quieres que tu avion aproveche al maximo el termal tienes que ajustar sus alas para hacerlo volar en circulo. Si tu avion coge un termal, puede quedarse dentro un buen espacio de tiempo, volando durante varios minutos y quizas incluso desapareciendo de tu vista. El mejor periodo para los termal es por la tarde cuando el sol brilla y casi no hay viento.

Buena suerte y buen vuelo!

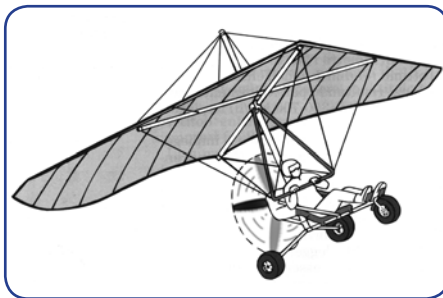




AERODINAMICA

Existem muitos tipos de aviões: levíssimos “Ultra-Light” que pesam 50 quilos e transportam somente uma pessoa, aos enormes “Jumbo-jet” que transportam 400 pessoas e várias toneladas de carga e pesam quase 500 toneladas. Todos os aviões pesam muito mais que o ar, ao contrário dos balões de ar quente, que voam porque são mais leves do que o ar. Então como fazem para voar essas máquinas tão mais pesadas que o ar?

Ultra-Light

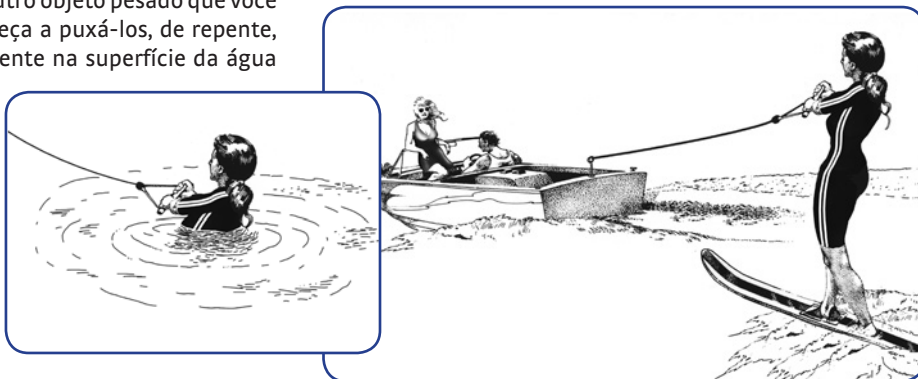


Boeing 747-Jumbo Jet



EXPLICAÇÃO SIMPLES PARA CRIANÇAS PEQUENAS

Damos um exemplo: vocês sabem que quando os esquiadores na água estão parados eles afundam, como qualquer outro objeto pesado que você jogar na água. E ainda, quando a lancha começa a puxá-los, de repente, emergem e começam a manobrar elegantemente na superfície da água como se, magnificamente, a água se tornasse sólida. O fato é que, em uma certa velocidade, a água parece tornar-se sólida de verdade e pode machucar se tocá-la com a mão de uma lancha em alta velocidade. Na prática, a mesma coisa acontece com o ar (na verdade, cientificamente ambos são chamados “fluidos”): em alta velocidade, próximo a 200km/h, o ar se torna mais denso e permite aos aviões de apoiarem as asas e flutuarem sobre ele.



EXPLICAÇÃO CIENTÍFICA

Como voa um avião? A resposta é dada pela ciência e, precisamente, pela AERODINÂMICA. O termo aerodinâmica provém de duas palavras do grego antigo: aer que significa ar e dynamis que significa força. Esta ciência estuda o ar em movimento e as forças que agem sobre objetos sólidos que se movem dentro dele.

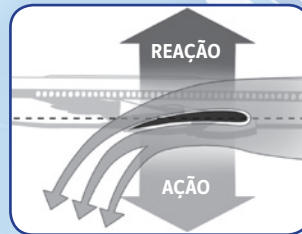
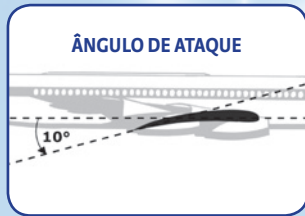
Mas então como faz um avião para voar? A terceira lei formulada pelo cientista **Isaac Newton**, afirma que, para cada ação corresponde uma reação igual e contrária. No caso de um avião, as asas desviam o ar e o empurram para baixo e, consequentemente (reação), o ar empurra as asas para cima. Esse impulso para cima é chamado **SUSTENTAÇÃO**.



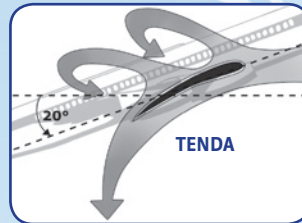
Sir Isaac Newton



Vocês podem experimentar facilmente esse fenômeno mantendo a mão horizontalmente para fora da janela do carro: se inclinarem ligeiramente a mão para cima sentirão o ar fazendo pressão na palma da sua mão, empurrando-a para cima.



A mão que desvia o ar é a ação; o ar que impulsiona para cima a mão é a reação. Também em um avião as asas devem ser ligeiramente inclinadas para cima: essa inclinação se chama “ângulo de ataque”. As asas também devem ter uma forma arqueada para permitir que o ar passe pela superfície da asa de maneira precisa (fenômeno chamado de efeito “Coanda”).



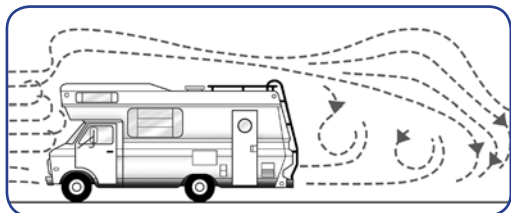
A sustentação é criada quando o fluxo de ar atinge a parte inferior da asa e é desviado para baixo. O ar que passa por cima da asa também é desviado para baixo, seguindo o perfil da asa. Portanto, em movimento no do ar, a asa empurra uma grande massa de ar para baixo e, como previsto pela terceira lei de Newton, a força igual e contrária que resulta é a sustentação que sustenta o avião enquanto voa. Um ângulo de ataque maior gera uma sustentação maior até que o fluxo de ar de repente se decompõe em pequenos vórtices e a asa perde a sustentação: essa perigosa condição se chama “tenda” e causa queda do avião. Os aviões voam normalmente com ângulo de ataque entre 3 e 15 graus; acima de 20 graus o risco de queda é muito elevado.

AS QUATRO FORÇAS DO VOO

A **SUSTENTAÇÃO** é só uma das quatro forças fundamentais que agem sobre um avião. As outras são **PESO**, **TRACÃO** e **ARRASTO**.

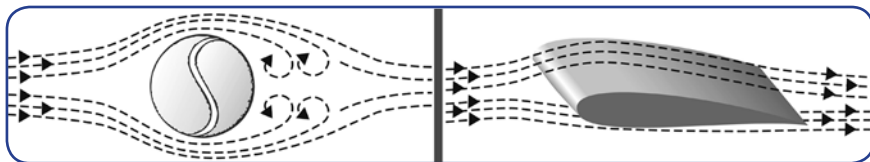
O **PESO** é determinado pela força da gravidade que atua sobre o avião na direção oposta à sustentação. O peso de um avião deve ser contrabalanceado com a sustentação produzida pelas suas asas. Por exemplo, se um avião pesa 5 toneladas, a massa de ar empurrada para baixo das asas deve produzir uma força para cima de mais de 5 toneladas para permitir ao avião de levantar voo e decolar.

A **TRACÃO** é a força que empurra o avião para frente através do ar. Esta força é gerada pelo sistema propulsor do avião: motor à hélice, motor à reação ou uma combinação desses dois sistemas.

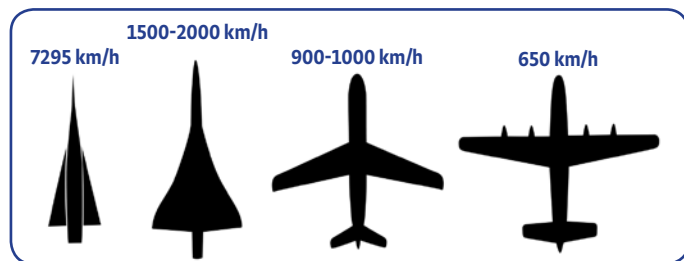


O **ARRASTO** é a força que resiste ao movimento de qualquer objeto através de um fluido, como um avião no ar ou um navio na água. O arrasto é causado pelo fato de que qualquer objeto em movimento através de um fluido produz atrito com este mesmo fluido e deve deslocá-lo para poder avançar.

A forma de um objeto influencia bastante o arrasto. Por exemplo, formas quadradas ou mesmo esféricas obrigam o ar a tomar direções diversas do fluxo original e isso desacelera o objeto. A asa, ao invés disso, perturba minimamente o fluxo de ar e, portanto, provoca pouca resistência. Objetos que provocam pouca resistência são definidos como “aerodinâmicos”.



Os desenhistas de avião procuram sempre desenhar formas aerodinâmicas. Aviões com menos resistência precisam também de menos tração (portanto, motores menores e consumo reduzido) e tem melhor desempenho de voo. Asas pequenas minimizam o arrasto e é este o motivo pelo qual os caças velozes e os mísseis tem asas muito pequenas. Ao contrário, aviões pesados de passageiros ou de carga tem asas longas e



grossas que os sustentam mesmo à pouca velocidade.

É interessante notar que alguns tipos de voo não necessitam de força aerodinâmica: por exemplo voos de naves espaciais fora da atmosfera terrestre, porque, em órbita, não existe ar que produz força aerodinâmica. Somente quando as naves retornam à terra e entram na atmosfera terrestre (também ao redor de Marte, Júpiter e Vênus existe atmosfera) devem calcular as forças aerodinâmicas.

SEGURAR A “TÉRMICA”

Uma das experiências mais emocionantes para um piloto de planadores e aeromodelos é “segurar uma térmica”: significa subir sempre mais alto sem a ajuda de um motor, mas desfrutando de correntes de ar ascendentes. Uma “térmica” é uma corrente de ar que sobe como uma grande coluna depois de ser esquentada pelo contato com partes superaquecidas do terreno. Grandes superfícies, secas e planas ou escuras, como áreas asfaltadas, campos arados ou áreas desertas, absorvem muito calor do sol e o ar imediatamente em contato com a superfície

se torna quente, mais leve e sobe até que se mistura com o ar frio das camadas mais altas da atmosfera. Nuvens brancas cumulus geralmente indicam o topo de uma térmica. Outras possíveis indicações são nuvens de pó que sobem e, especialmente, pássaros que velejam e sobem sem bater as asas.

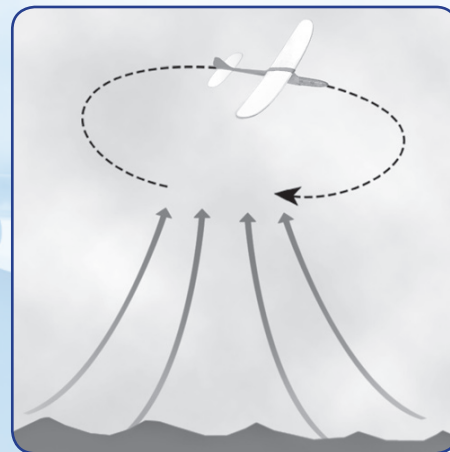
Outras correntes ascendentes podem ocorrer ao lado de montanhas. Quando um vento forte sopra contra uma cadeia de montanhas ou colinas, podem desenvolver-se potentes correntes ascendentes que alcançam altas altitudes (até 20.000 metros). Nuvens lenticulares geralmente indicam a presença destas correntes.

Agora que você sabe o que é uma térmica, saia e vá procurar uma. Quando encontrá-la, pegue o seu planador ou aeromodelo à hélice e lance-lo o mais alto que puder no meio da térmica. Para desfrutar do melhor da corrente ascendente você deve regular as asas em modo que o avião faça um amplo voo circular (veja as instruções de montagem e voo). Se o seu avião acertar em cheio a térmica pode ficar nela por um tempo considerável, voando por vários minutos e ainda desaparecer do seu campo de visão. A melhor hora para as correntes térmicas é à tarde, quando o sol é brilhante e tem pouco vento.

BOA SORTE E... BOM VOO!



Voos térmicos

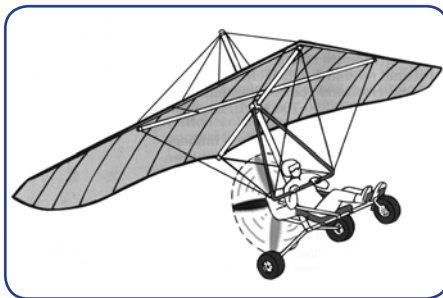




AERODYNAMIKA

Istnieje wiele rodzajów samolotów: od tych bardzo małych i często ważących mniej niż 50 kg mogących unieść jedynie jedną osobę to wielkich jumbo jetów, które mogą unieść ponad 400 ludzi z bagażem oraz wiele ton ładunku, co razem waży około 500 ton. Wszystkie te statki powietrzne są znacznie cięższe niż powietrze w przeciwnieństwie do balonów, które latają ze względu na swoją niewielką wagę. Jak więc takie ciężkie maszyny mogą latać?

superlekki



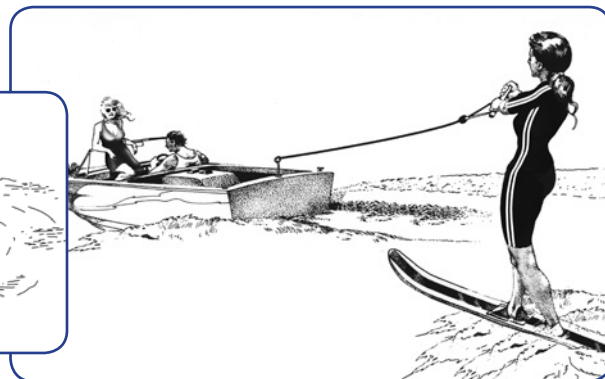
Boeing 747-Jumbo Jet



PROSTE WYTŁUMACZENIE DLA MŁODSZYCH DZIECI

Wicie przecież, że kiedy narciarze wodni się nie poruszają to toną, podobnie jak jakikolwiek inny ciężki przedmiot w wodzie. W momencie, gdy motorówka zaczyna ich ciągnąć, narciarze wznoszą się na powierzchnię i mogą się po niej poruszać, jakby woda zmieniła stan w stałą.

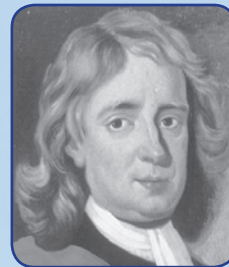
Prawdą jest, że poruszając się z pewną prędkością i dotykając wodę, będzie ona jakby twarda, a dotykanie jej podczas szybkiego pływania na motorówce może spowodować zranienie. Dokładnie to samo dzieje się z powietrzem (naukowo są one nazywane płynami) - w wysokiej prędkości, około 200 km/h, powietrze staje się gęstsze i pozwala samolotom się unosić.



NAUKOWE WYŁUMACZENIE

Jak to możliwe, że samoloty latają? Odpowiedź można wyjaśnić dzięki nauce nazywanej AERODYNAMIKĄ. Jej nazwa pochodzi od greckiego słowa aer, czyli "powietrze" oraz dynamis czyli "moc". Aerodynamika to nauka o powietrzu w ruchu i o siłach, które oddziałują na obiekty poruszające się w powietrzu.

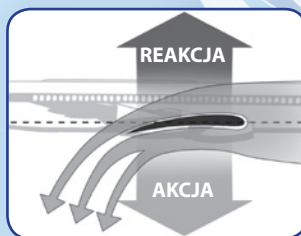
Jak więc to możliwe, że samolot lata? Fizyk **Izaak Newton** w swojej trzeciej zasadzie dynamiki stwierdził, że dla każdej akcji musi istnieć odpowiednia kontr-reakcja. W samolocie skrzydła odpierają powietrze popychając je w dół - dzięki temu powstaje reakcja popychająca skrzydła w górę. Ta siła zwrócona ku górze nazywana jest **SIŁĄ NOŚNĄ**.



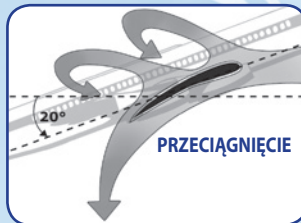
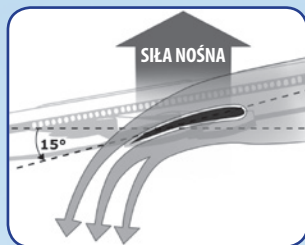
Sir Isaac Newton



Łatwo możesz zrozumieć to dzięki eksperymentowi - podczas silnego wiatru trzymaj rękę w pozycji horyzontalnej (np. podczas jazdy samochodem). Jeśli nieco przechylisz rękę, możesz poczuć powietrze wypychające dłoń w górę. Twoja ręka odpychająca powietrze w dół jest akcją, natomiast powietrze wypychające rękę w górę to reakcja.



Dodatkowo, skrzydła w samolocie muszą być lekko pochylone w górę - to pochYLENIE nazywane jest "kątem natarcia". Skrzydło musi mieć także lekko zakrzywiony kształt który powoduje, że powietrze gładko przepływa przez powierzchnię skrzydła (jest to bardzo ważny fenomen, zwany efektem Coandy).



Siła nośna powstaje, gdy powietrze dociera do spodu skrzydła i jest wypychane w dół. Równocześnie powietrze przepływające przez górną powierzchnię skrzydła jest wypychane w dół, dzięki kształtowi skrzydła i efekcie Coandy. W momencie gdy skrzydło porusza się przez powietrze, odpycha masę powietrza w dół, tworząc siłę skierowaną w dół. Zgodnie z trzecią zasadą dynamiki Newtona, identyczną siłą jest siła skierowana w górę, czyli siła nośna, która umożliwia latanie.

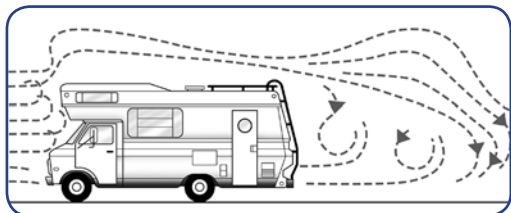
Bardziej stromy kąt natarcia tworzy silniejszą siłę nośną do momentu, gdy ciąg powietrza rozdziela się na wiele małych wirów, a skrzydło traci swoją siłę nośną. Jest to bardzo niebezpieczne zjawisko nazywane przeciągnięciem i powoduje, że samolot drastycznie spada w kierunku ziemi. Samoloty zwykle latają pod kątem między 3 do 15 stopni. Jeśli zwiększy się on do 20 lub więcej, występuje wysokie ryzyko przeciągnięcia.

CZTERY SIŁY LATANIA

SIŁA NOŚNA jest jedynie jedną z czterech głównych sił działających na samoloty.

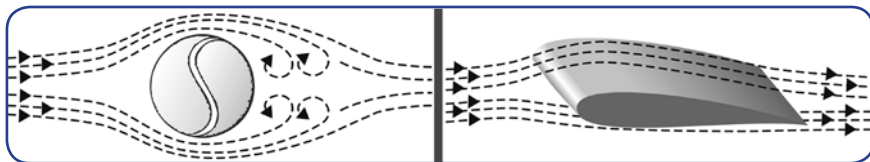
Pozostałe to: **SIŁA CIĘŻKOŚCI**, **SIŁA CIĄGU** I **SIŁA OPORU**.

SIŁA CIĘŻKOŚCI jest siłą grawitacyjną która równoważy siłę nośną. Ciężar samolotu musi być przewyżniony przez siłę nośną wytwarzaną przez skrzydła. Przykładowo, jeśli samolot waży 5 ton to masy powietrza wypychanego w dół muszą posiadać siłę większą niż 5 ton by samolot mógł wystartować.



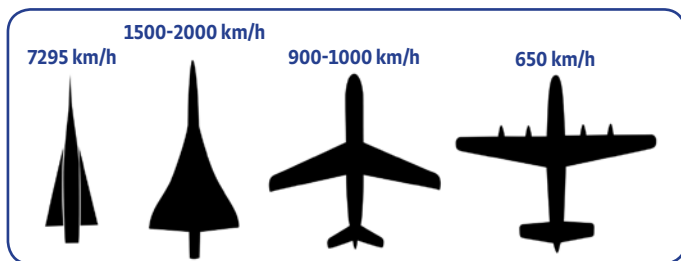
SIŁA CIĄGU to siła która popycha samolot do przodu przez powietrze. Dostarczana jest przez systemy w samolocie - silniki napędowe, odrzutowe lub nawet przez kombinację dwóch.

SIŁA OPORU jest siłą, która stawia opór ruchowi jakiegokolwiek obiektu przez ciecz - samolotu przez powietrze lub łódki przez wodę. Siła oporu wytwarza się, ponieważ jakikolwiek przedmiot poruszający się przez ciecz wytwarza tarcie, które wchodzi w reakcję z tym płynem, ponieważ musi ten płyn odsunąć, by móc się poruszać.



Kształt przedmiotu drastycznie wpływa na tę siłę. Przykładowo kwadraty, ale także okręgi zmuszają powietrze do skierowania w inną stronę, zwalniając ruch danego obiektu. Skrzydło minimalnie zaburza ruch powietrza, więc wytwarza niewielką siłę oporu. Obiekty stworzone w taki sposób by wytwarzać jak najniższą siłę oporu nazywane są aerodynamicznymi. Inżynierowie, którzy budują

samoloty w taki sposób by maksymalnie zredukować siłę oporu. Samoloty z niewielką siłą oporu potrzebują mniejszej siły ciągu (silnika) by latać, a mniejsza siła oporu poprawia wyniki samolotu. Siła oporu jest skomplikowaną siłą, ponieważ występują jej 4 rodzaje - ale ich wyjaśnianie nie jest w tym wypadku konieczne. Pewnego dnia nauczysz się wszystkiego na kursach z inżynierii.



ŁAPANIE KOMINÓW TERMICZNYCH

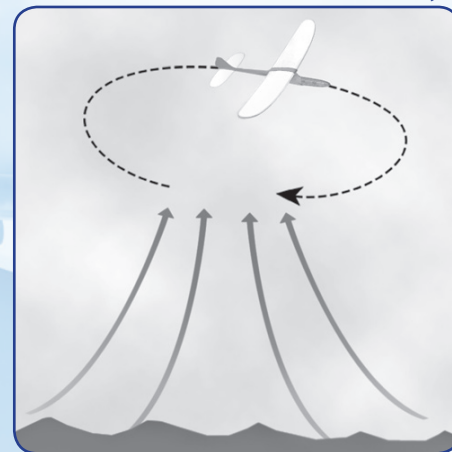
Jedną z najbardziej ekscytujących rzeczy dla prawdziwych pilotów szybowca lub modelarzy jest "łapanie komików termicznych": oznacza to wspinanie się wyżej i wyżej bez siły silnika, jedynie z pomocą wspinających się mas powietrza. Komin termiczny jest prądem powietrza, który wznosi się w kolumnie po tym jak wszedł w kontakt z gorącymi obszarami na ziemi. Suche powierzchnie, które są ciemne lub płaskie, takie jak drogi betonowe, zaorane pola lub pustynie, absorbują dużo ciepła ze słońca, co powoduje, że powietrze nad nimi automatycznie staje się cieplejsze i lżejsze. Efektem tego jest unoszenie tego powietrza oraz jego mieszanie się z zimniejszym. Białe puszyste chmury kłębiaste mogą symbolizować szczyt komina termicznego. Inne znaki to wznoszący się pył oraz szybujące ptaki, które nie potrząsają skrzydłami. Inne wznoszące się prądy mogą rozwinąć się na zboczach gór. Kiedy wiatr jednostajnie wieje w krawędź góry lub łańcuch górski, wytwarza się prąd, który może osiągnąć wysokość nawet do 60.000 stóp. Chmury soczewkowate często symbolizują obecność górskich kominów termicznych.

Teraz, gdy już wiesz czym jest komin termiczny, spróbuj taki znaleźć. Wtedy wystrzel swój szybowiec jak najwyżej możesz. Jeśli chcesz by Twój samolot jak najlepiej wykorzystał komin termiczny, powinieneś dopasować skrzydła w taki sposób, by latał w sposób kolisty (zobacz instrukcję latania i montażu). Jeśli Twój samolot złapie komin termiczny, może w nim pozostać przez jakąś chwilę, latając przez kilka minut, a nawet znikając z Twojego zasięgu wzroku. Najlepszą porą na komin termiczny jest popołudnie, gdy świeci słońce i jest niewielki wiatr (lub wcale go nie ma).

POWODZENIA I ... DOBREGO LOTU!



Latanie w kominie termicznym



Saetta



Sirius



Mini Sirius



Tor Evo



Libella





© 2019 Quercetti & C.S.p.A. Corso Vigevano, 25 - 10152 Torino Italy - cod.57988