

UNIDADE DIDÁCTICA 3: Forza e movemento

ÍNDICE DE CONTIDOS:

1. AS FORZAS.....	2
TIPOS DE FORZAS.....	2
2. REPRESENTACIÓN E MEDIDA DAS FORZAS.....	4
UNIDADES DE FORZA.....	5
3. FORZA E DEFORMACIÓN.....	6
LEI DE HOOKE.....	6
4. SISTEMAS DE FORZAS.....	7
SISTEMAS DE FORZAS CONCORRENTES.....	7
<i>Forzas da mesma dirección e sentido.....</i>	7
<i>Forzas da mesma dirección e de sentido contrario.....</i>	7
<i>Forzas concorrentes de distinta dirección.....</i>	8
SISTEMAS DE FORZAS PARALELAS.....	8
EQUILIBRIO DE FORZAS.....	9
5. MASA E PESO.....	10
LEI DA GRAVITACIÓN UNIVERSAL.....	10
O PESO DOS CORPOS.....	10
CENTRO DE GRAVIDADE DUN CORPO.....	12
6. FORZA E MOVEMENTO.....	12
VELOCIDADE MEDIA E VELOCIDADE INSTANTÁNEA.....	13
ACELERACIÓN.....	14
7. TIPOS DE MOVEMENTOS	15
MOVEMENTO RECTILÍNEO UNIFORME.....	16
MOVEMENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO.....	16
MOVEMENTO DE CAÍDA LIBRE.....	17
8. FORZA E PRESIÓN.....	18
9. A PRESIÓN NOS FLUÍDOS.....	19
A PRESIÓN NOS LÍQUIDOS: PRESIÓN HIDROSTÁTICA.....	19
VASOS COMUNICANTES.....	20
PRINCIPIO DE PASCAL.....	20
PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES.....	21
A PRESIÓN NOS GASES: PRESIÓN ATMOSFÉRICA.....	22

A forza é un dos conceptos físicos que nos resulta máis familiar xa que os seus efectos están permanentemente presentes na nosa vida diaria. Existen multitude de forzas de todo tipo que non podemos ver, pero si percibir os seus efectos.

Por exemplo, a Terra xira ao redor do Sol pola acción das mesmas forzas que nos manteñen suxeitos á cadeira onde estamos sentados; as máquinas moven os obxectos ao exercer algún tipo de forza sobre eles; os obxectos de uso cotián adquiren a súa forma pola acción das forzas que moldean, etc.

Comprender o que son as forzas significa tamén coñecer a causa dos movementos xa que as forzas determinan o tipo de movemento dos corpos, como demostrou no s. XVII o físico inglés Isaac Newton.

Outro efecto das forzas é a posibilidade de deformar os obxectos sobre os que actúan. A deformación producida non depende soamente da forza aplicada senón tamén do material de que está composto o corpo sobre o que actúa, podendo ser permanente ou non segundo o caso.

Cando as forzas actúan sobre líquidos ou gases, os seus efectos aprécianse mellor pola presión que producen. O estudo da presión servíranos para explicar un gran número de fenómenos como a presión atmosférica, a presión no interior dos líquidos, a flotabilidade dos corpos, etc.

1. AS FORZAS

O concepto de forza é un dos máis empregados na linguaxe cotiá, pero non sempre se lle dá o significado correcto. Así, a miúdo escoitamos frases como “esta pelota levaba moita forza”, “este motor ten moita forza”, e outras semellantes, que non son correctas.

Na natureza, os corpos exercen accións entre si chamadas interaccións, que son capaces de alterar a súa forma e o seu estado de repouso ou de movemento. Por exemplo, a influencia entre a Terra e o Sol, o choque de dúas bólas de billar, etc. A magnitude física utilizada para medir estas interaccións recibe o nome de forza. A acción das forzas sobre os corpos maniféstase modificando a súa forma ou o seu estado de movemento.

Definimos a **forza** como **toda causa capaz de modificar o estado de repouso ou de movemento dun corpo ou de deformalo.**

Tipos de forzas

As interaccións entre corpos pódense producir a distancia ou por contacto, segundo este criterio existen dous tipos de forzas:

a) Forzas de acción a distancia. Son aquelas nas que o seu efecto se pode apreciar sen que os corpos estean en contacto. Por exemplo, a forza da gravidade, a forza magnética que provoca a atracción do ferro por un imán, etc.

b) Forzas de contacto. Son aquelas que se producen soamente cando os corpos están en contacto. Por exemplo, as que permiten lanzar unha pelota, darlle forma a un obxecto de plastilina, etc.

As forzas están presentes na maior parte das situacións da vida cotiá. Cando movemos un obxecto, facemos deporte ou golpeamos un obxecto, están actuando forzas que, aínda que non se poden observar polos sentidos, detéctanse polos efectos que producen nos corpos sobre os que actúan.



Existen moitos tipos de forzas **segundo as súas características e os efectos que producen**. Algunhas delas son as seguintes:

- **Forzas gravitatorias.** Son as que se dan entre os corpos polo feito de ter masa e producen a súa atracción mutua. Por exemplo, o peso dun corpo é a forza gravitatoria que a Terra exerce sobre ese corpo.
- **Forzas eléctricas.** Son as que se producen entre os corpos polo feito de ter carga eléctrica. Poden ser de repulsión (cargas do mesmo signo) ou de atracción (cargas de signo contrario).
- **Forzas magnéticas.** Son as que se producen entre os corpos imantados. Poden ser de atracción ou de repulsión.
- **Forzas elásticas.** Son as que aparecen no interior dun corpo cando este se deforma pola acción dunha forza externa, facendo que tenda a recuperar a súa forma primitiva.
- **Forzas de rozamento.** Aparecen entre corpos en contacto que se desprazan entre si, opoñéndose ao movemento.



*Pedra imán do século XVIII conservada no Museo Nacional de Ciencia e Tecnoloxía (Madrid), que mostra desde aquela a súa **forza magnética** sostendo unha pesada peza de metal*

2. REPRESENTACIÓN E MEDIDA DAS FORZAS

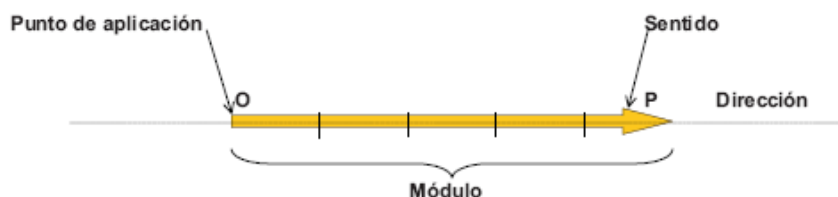
Existen dous **tipos de magnitudes¹ físicas** segundo os datos que se necesitan para determinalas:

a) Magnitudes escalares. Son aquelas que **quedan** perfectamente **definidas polo seu valor numérico**. Por exemplo, a temperatura, o volume ou a masa dun corpo.

b) Magnitudes vectoriais. Son aquelas que non se poden determinar soamente cun valor numérico, senón que **é preciso coñecer outros elementos** xa que os efectos que producen dependen tamén deles.

Son magnitudes vectoriais as forzas, a velocidade, etc.

As magnitudes vectoriais **representáanse por medio de vectores**. Un **vector** é un **segmento orientado e graduado** que ten unha orixe e un extremo.



Os **elementos** que é preciso coñecer para determinar unha forza, como calquera outra magnitude vectorial, son os seguintes:

- **Intensidade ou módulo.** É o valor numérico da forza. Correspóndese coa lonxitude do vector e é proporcional a ela.
- **Dirección.** É a recta sobre a que actúa a forza e coincide coa liña na que se debuxa o vector.
- **Sentido.** En cada dirección existen dous sentidos opostos que se diferenzan pola posición da frecha na que remata o vector.

Cómpre non confundir dirección e sentido. Por exemplo, unha rúa recta ten unha dirección, mentres que os vehículos poden circular por ela en dous sentidos, segundo se dirixan cara a un lado ou cara ao outro.

- **Punto de aplicación.** É o punto sobre o que actúa a forza, que se corresponde no debuxo co comezo do vector.

Non ten sentido falar da dirección, sentido ou punto de aplicación da temperatura ou da lonxitude dun obxecto, xa que son magnitudes escalares que se definen unicamente por medio dun número que é o módulo ou intensidade.

Sen embargo, ao golpear un balón co pé é imprescindible coñecer, ademais da intensidade da forza aplicada, a súa dirección, sentido e punto de aplicación, xa que deles dependen a dirección que adopte o balón, a traxectoria que siga e a distancia que poida alcanzar.

Mesmo, se o golpe se aplica contra o solo, pode que o balón non se desprace senón que soamente se deforme.

¹**Magnitude** é todo aquilo que se pode medir

Unidades de forza

Cando se aplica unha forza sobre un corpo pódese determinar o seu valor por medio do cálculo ou medíndoa.

Para medir as forzas utilízase un aparato chamado **dinamómetro**.

Este aparato consta dun resorte elástico colocado dentro dun tubo provisto dunha escala exterior numerada. Cando non se exerce ningunha forza o dinamómetro marca cero na escala, pero ao aplicar unha forza no extremo do resorte, este alóngase proporcionalmente á forza aplicada sinalando unha medida na escala graduada.



Dinamómetros.



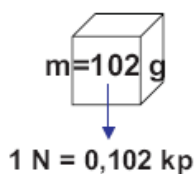
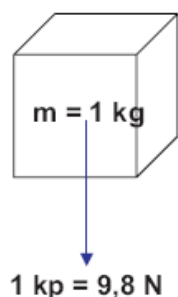
Utilización do dinamómetro.

A **unidade de forza** no Sistema Internacional é o **newton (N)**.

Outra unidade de forza moi utilizada é o quilopondio (kp), tamén chamado quilogramo-forza, que corresponde ao peso dun corpo de 1 kg de masa ao nivel do mar.

A equivalencia entre ambas unidades é a seguinte: **1 kp = 9,8 N**

e á inversa: **1 N = 1/9,8 kp = 0,102 kp**



3. FORZA E DEFORMACIÓN

Xa vimos que cando unha forza actúa sobre un corpo pode modificar a súa forma, é dicir, producir deformacións.

Non obstante, **non todos os corpos responden á forza do mesmo modo**. A deformación depende do tipo de corpo que se trate. **Así podemos distinguir:**

a) Corpos ríxidos. Son os que **se deforman** de maneira **moi pouco** apreciable pola acción dunha forza. Por exemplo, o granito, o vidro, etc.

b) Corpos elásticos. Son aqueles que se deforman pola acción da forza, **recuperando a forma inicial ao cesar a forza**. Por exemplo, unha goma, un resorte, unha esponxa, etc.

c) Corpos plásticos. Son os que **se deforman de xeito permanente** pola acción dunha forza e que non recuperan a forma inicial unha vez que cesa a forza que actúa sobre eles. Por exemplo, o barro, a plastilina, etc.

En certo sentido podemos considerar que todos os corpos teñen algo dos tres tipos, xa que o tipo de deformación producida depende tamén da intensidade da forza aplicada. Por exemplo, se empuxamos unha parede coa man non se aprecia ningunha deformación visible polo que podemos considerar a parede como un corpo ríxido. Non obstante, se a golpeamos cunha maza pesada de aceiro observamos que a parede vibra pola deformación producida polo golpe, xa que a forza aplicada agora é moito maior. Neste caso a parede compórtase como un corpo elástico.

De igual modo ao tensar un arco e lanzar unha frecha, o arco recupera a forma inicial comportándose como un corpo elástico. Pero se aplicamos unha forza excesiva ao tensar o arco podemos chegar a rompelo. Neste caso non recuperaría a forma inicial e o arco comportaríase como un corpo plástico.



Lei de Hooke

Para determinar os efectos das forzas sobre os corpos o científico inglés Robert Hooke estudou as deformacións producidas nun resorte pola acción de diferentes forzas.

Para determinar a relación entre a forza aplicada **F** e a deformación producida **x**, mídese a lonxitude inicial **l₀** do resorte e a lonxitude final **l**. A diferenza **x = l - l₀** é a deformación producida no resorte pola aplicación da forza **F**. Hooke observou que ao duplicar, triplicar, etc. o valor da forza, tamén se duplicaba, triplicaba, etc. a deformación do resorte. É dicir que a forza aplicada e a deformación producida eran proporcionais.

A partir destes resultados enunciou a seguinte lei, válida para todos os corpos elásticos, denominada **lei de Hooke**: **"A deformación experimentada por un corpo elástico é proporcional á forza que a produce"**.

Matematicamente exprésase por medio da seguinte fórmula:

$$F = k \cdot x$$

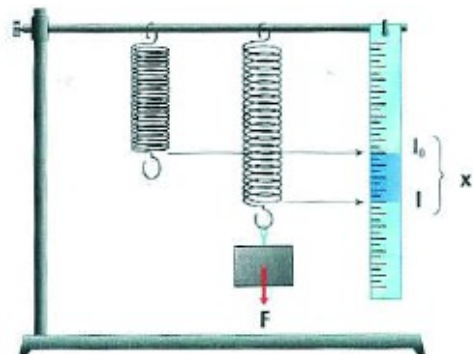
sendo:

F: Forza aplicada.

k: Constante de proporcionalidade.

x: Deformación producida.

A constante **k** denomínase constante elástica e ten un valor distinto para cada corpo que depende do material de que está constituído, da forma, etc.



Montaxe para o estudo da Lei de Hooke

Evidentemente non é posible alongar un resorte todo o que se queira, xa que existe un **límite** a partir do que o resorte se deforma pero non recobra a súa posición inicial. Este é o chamado **límite de elasticidade** que depende do material do que estea constituído o corpo. Se a forza supera o límite de elasticidade prodúcese unha deformación plástica no corpo e este queda deformado permanentemente. Se a forza segue a aumentar pode chegar a alcanzar o **límite de rotura** que é a **forza máxima** que pode soportar un corpo sen romperse. Calquera forza que supere este límite provoca a rotura do corpo.

4. SISTEMAS DE FORZAS

Cando sobre un corpo actúan dúas ou máis forzas simultaneamente forman o que se denomina un sistema de forzas. Por exemplo, cando dous animais tiran dun carro ambos aplican simultaneamente a súa forza sobre el, constituíndo un sistema de forzas.



A **forza** que pode substituír a todas as demais forzas que actúan sobre un corpo, producindo o mesmo efecto que elas, recibe o nome de **forza resultante** e as que forman parte do sistema de **forzas** son as **compoñentes**.

Cofecidas as compoñentes dun sistema de forzas podemos obter a forza resultante. Esta operación recibe o nome de **composición de forzas**.

A **forma de obter a resultante** é distinta en cada caso, segundo o sistema de forzas de que se trate, podendo presentarse varios casos. Os máis sinxelos son os seguintes:

a) Sistemas de forzas concorrentes. Son os formados por forzas que teñen o mesmo punto de aplicación e poden ser:

- Forzas concorrentes da mesma dirección.
- Forzas concorrentes de distinta dirección.

b) Sistemas de forzas paralelas. Son os formados por forzas que teñen distinto punto de aplicación pero que son paralelas e poden ser:

- Forzas paralelas do mesmo sentido.
- Forzas paralelas de sentido contrario.

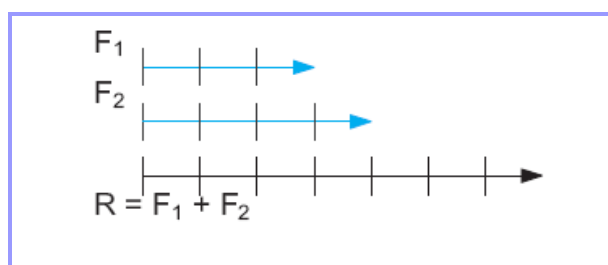
Sistemas de forzas concorrentes

Forzas concorrentes **son as que teñen o mesmo punto de aplicación**. Pódense dar dous casos: que sexan da mesma dirección ou de distintas direccións.

Forzas da mesma dirección e sentido

Neste caso as forzas teñen a mesma dirección, sentido e punto de aplicación. Por exemplo cando dúas ou máis persoas tiran dunha corda para arrastrar un obxecto.

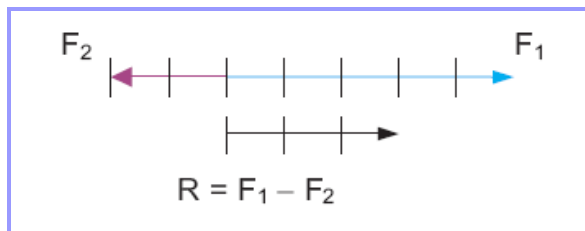
A **resultante** deste sistema de forzas **ten a mesma dirección, sentido e punto de aplicación que as compoñentes** e o seu **módulo** ou intensidade **obtense** sumando os módulos das forzas compoñentes.



Forzas da mesma dirección e de sentido contrario

Neste caso as forzas teñen a mesma dirección e punto de aplicación, pero sentido contrario. Por exemplo cando dúas persoas tiran dunha corda en sentido contrario para ver quen ten tira con máis forza.

A **resultante** deste sistema de forzas ten a mesma dirección e punto de aplicación que as compoñentes, pero neste caso o **módulo obtense** restando os módulos das compoñentes e o sentido coincidirá co sentido da maior.



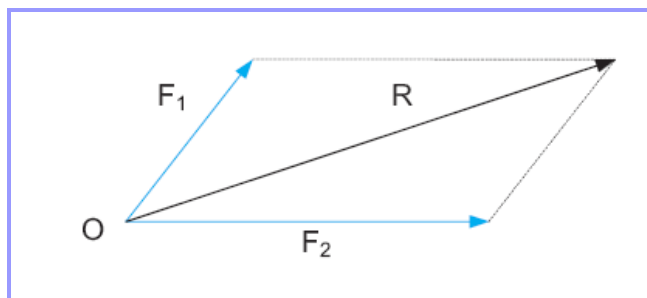
No caso de que existan máis de dúas forzas, súmanse as forzas que actúan en cada sentido para reducilas a dúas únicas forzas de sentido contrario e, finalmente, réstanse os módulos de ambas. A resultante terá o sentido da maior destas forzas.

Forzas concorrentes de distinta dirección

As forzas que actúan sobre un mesmo punto e teñen distinta dirección forman un ángulo entre si, polo que tamén reciben o nome de **forzas angulares**.

Para determinar a resultante de dúas forzas F_1 e F_2 de distinta dirección utilízase un **método gráfico** chamado regra do paralelogramo que consiste en trazar polo extremo de cada forza unha recta paralela á outra forza, obtendo como resultado un paralelogramo.

A forza **resultante** R será a diagonal do paralelogramo trazado e o seu punto de aplicación coincidirá co punto de aplicación das forzas dadas.



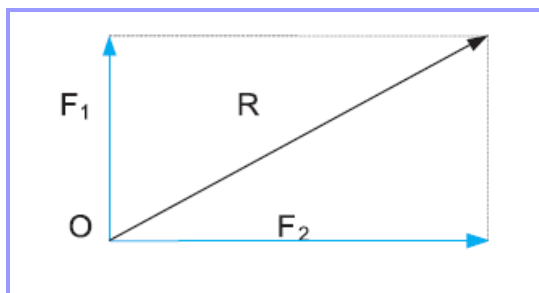
Para que este método sexa efectivo cómpre debuxar as forzas a escala e o ángulo coa máxima precisión posible.

O **módulo** da resultante **obtense** medindo a lonxitude da diagonal coa escala utilizada para representar as forzas dadas.

Se as **forzas concorrentes forman un ángulo de 90°** podemos calcular o **módulo da forza resultante** sen recorrer ao método gráfico utilizando **o teorema de Pitágoras**, xa que a forza resultante e as compoñentes dadas son os lados dos dous triángulos rectángulos nos que se divide o rectángulo ao trazar a diagonal. As compoñentes son os catetos e a resultante é a hipotenusa

Polo tanto, de acordo co teorema de Pitágoras, o módulo da resultante será:

$$\text{Mód. } F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

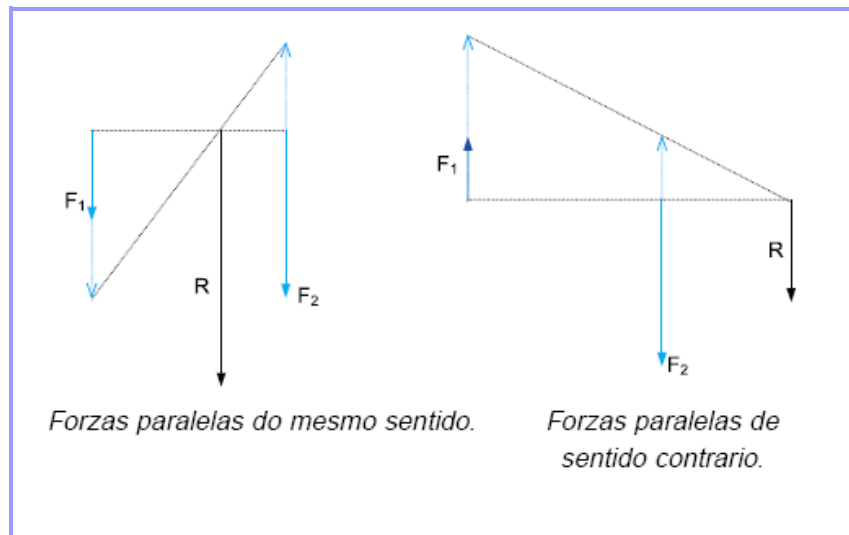


Sistemas de forzas paralelas

Son aquelas que **actúan coa mesma dirección sobre un corpo pero que non teñen o mesmo punto de aplicación**.

Polo tanto non son forzas concorrentes. Poden ser do mesmo sentido ou de sentidos contrarios.

- Se as forzas paralelas **teñen o mesmo sentido**, a forza resultante ten como módulo a suma dos módulos das compoñentes. A dirección da resultante é paralela e ten o mesmo sentido que as compoñentes e o seu punto de aplicación está situado entre os puntos de aplicación das compoñentes. A forma de obtelo explícase no debuxo.
- Se as forzas **son de distinto sentido** a resultante terá un módulo igual á diferenza dos módulos das compoñentes. A dirección é paralela ás compoñentes pero no sentido da forza maior, e o punto de aplicación estará situado na prolongación da recta que une os puntos de aplicación das compoñentes polo extremo máis próximo á maior.



Equilibrio de forzas

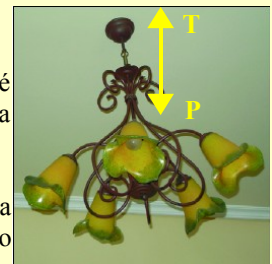
Un dos efectos das forzas é modificar o movemento dos corpos. Mais, *que ocorre cando un corpo se encontra en repouso?*

Para que un corpo estea en repouso non debe existir ningunha forza que actúe sobre el ou, en caso de existir, a acción das forzas débese compensar entre si de xeito que a resultante de todas elas sexa nula, é dicir, de módulo igual a cero.

Observemos, por exemplo, unha lámpada en repouso pendurada do teito por unha cadea.

Sobre a lámpada actúa a gravidade terrestre aplicando unha forza de atracción sobre ela que é o seu peso (P), de sentido cara ao centro da Terra. Pero existe tamén outra forza que a compensa en sentido contrario, cara arriba, que é a tensión (T) da cadea que a suxeita.

Como ves, actúan dúas forzas sobre o mesmo corpo que se anulan entre si de xeito que a súa resultante é cero. Neste caso dicimos que ambas forzas están en equilibrio e, como consecuencia, o corpo encóntrase en repouso.



Polo tanto, a **condición de equilibrio dun corpo** pódese expresar dicindo que a **forza resultante de todas as forzas que actúan sobre el debe ser nula.**

5. MASA E PESO

Todos os corpos que nos rodean están compostos de materia. Existen moitos tipos de materia e os corpos poden estar compostos dun só tipo ou de varios tipos de materia.

A **cantidade de materia que posúe un corpo** recibe o nome de **masa**. En consecuencia, todos os corpos, polo feito de selo, teñen masa.

Lei da gravitación universal

A finais do s. XVII, a partir de datos astronómicos recollidos por el mesmo e polos astrónomos que o precederon, o científico inglés Isaac Newton enunciou a chamada lei de gravitación universal que se pode enunciar así:

“Todos os corpos do Universo atraense mutuamente cunha forza que é directamente proporcional ao produto das súas masas e inversamente proporcional ao cadrado da distancia que os separa”.

Matematicamente exprésase por medio da seguinte fórmula:

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2}$$

sendo:

F: Forza de atracción entre os dous corpos.

M, m: Masas dos corpos.

d: Distancia entre os corpos.

G: Constante de gravitación universal².



Isaac Newton

A partir dos descubrimentos de Copérnico, Kepler, Galileo e outros astrónomos, o físico e matemático inglés Isaac Newton (1642-1727) enunciou a lei da gravitación universal e a teoría matemática que explicaba os movementos dos astros. Tamén resolveu cuestións relativas á luz e á óptica e formulou as leis do movemento.

Esta forza de atracción recibe tamén o nome de **forza de gravidade** e non é posible apreciála cando se trata de corpos pequenos xa que é unha forza moi débil. Pero se un dos corpos ten unha masa moi grande como, por exemplo, un planeta ou un satélite, a forza que exerce sobre calquera corpo que estea situado nas súas proximidades é apreciable.

Esta lei explica tamén a **caída dos corpos**. Os obxectos caen porque a Terra os atrae debido á existencia da forza da gravidade. O feito de que sexan os obxectos os que caen sobre a Terra e non á inversa débese a que a súa masa é desprezable comparada coa masa da Terra.

Outra consecuencia visible da lei da gravitación universal é a **existencia das mareas**. Estas débense á atracción que exerce a Lúa sobre a auga dos océanos.

O peso dos corpos

Unha das forzas a distancia máis importantes que nos afectan é o peso. O peso é a **forza coa que un corpo é atraído cara ao centro da Terra** e é unha consecuencia da forza gravitatoria que a Terra exerce sobre el.

Todos os corpos son atraídos pola Terra, pero non coa mesma intensidade. De acordo co enunciado da lei da gravitación universal, canto maior sexa a masa do corpo maior será a súa forza de atracción e, como consecuencia, maior será o seu peso. Polo tanto, a masa e o peso dun corpo están directamente relacionados e podemos escribir que: **P = m · g**

sendo:

P: Peso do corpo, **m**: masa do corpo e **g**: aceleración da gravidade.

² O valor da constante de gravitación universal é **G = 6,67 x 10⁻¹¹ N·m²/kg²**.

A partir da expresión matemática da lei da gravitación universal, substituíndo F polo peso do corpo ($m \cdot g$), M e d pola masa e o radio da Terra respectivamente, e m pola masa do corpo, obtense o valor da aceleración da gravidade g , que é: **$g = 9,8 \text{ m/s}^2$**

Isto significa que, independentemente da súa masa, todo corpo cae á Terra cunha aceleración g chamada aceleración da gravidade, que na superficie da Terra ten sempre o mesmo valor: $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Este é un valor medio de g xa que a forza da gravidade diminúe a medida que nos separamos do centro da Terra.

No cumio dunha montaña será algo menor e nos polos, debido ao achatamento da Terra, será algo maior.

O valor da aceleración da gravidade tamén se pode expresar como:

$$g = 9,8 \text{ N/Kg}$$

Valores de g no sistema solar (N/kg)	
Terra	9,81
Mercurio	3,70
Venus	8,87
Marte	3,72
Xúpiter	25
Saturno	10,6
Urano	9
Neptuno	11,5
Plutón	0,5
Sol	274

Así, o peso na superficie da Terra dunha persoa 50 kg de masa será: $P = m \cdot g = 50 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/Kg} = \underline{490 \text{ N}}$

Expresando esta forza en quilopondios obtemos: $490 \text{ N} = 490 : 9,8 \text{ kp} = \underline{50 \text{ kp}}$

Polo tanto, o valor da masa dun obxecto expresada en kg é igual ao seu peso na superficie da Terra expresado en kp.

Non debemos confundir a masa dun corpo co seu peso. Aínda que sexan dúas magnitudes relacionadas, existen moi claras diferencias entre ambas magnitudes:

DIFERENZAS MASA - PESO

MASA

- Expresa a cantidade de materia dos corpos
- É unha propiedade característica de cada corpo
- Exprésase en gramos ou en calquera outra unidade de masa
- É invariable
- Todos os corpos teñen masa
- É unha magnitude escalar
- Mídese coa balanza

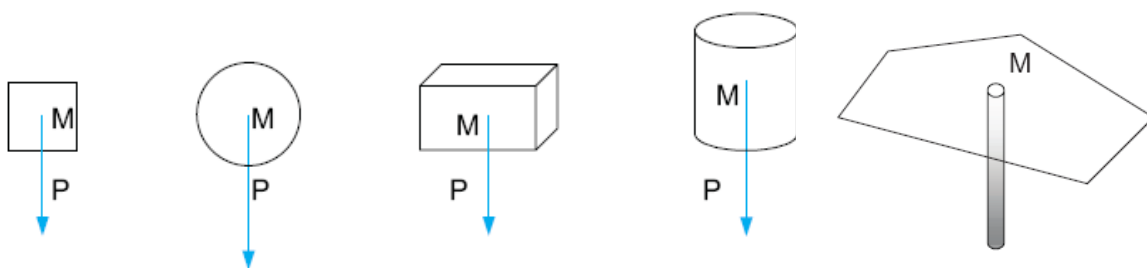
PESO

- Expresa a forza coa que a Terra atrae aos corpos
- É unha forza
- Exprésase en Newtons ou en quilopondios
- Depende da masa do corpo e da gravidade
- No espazo os corpos non teñen peso
- É unha magnitude vectorial
- Mídese co dinamómetro

Centro de gravidade dun corpo

O centro de gravidade M dun corpo é o **punto de aplicación da forza que representa o peso do corpo** e se comporta como se toda a masa do corpo estivese concentrada neste punto.

- **Se o corpo ten un centro xeométrico** e a súa composición é homoxénea, o centro de gravidade coincide co centro do corpo.
- **Se o corpo carece de centro xeométrico** é máis difícil determinar a súa posición. No caso de figuras planas podemos determinalo de xeito aproximado buscando o punto sobre o que está en equilibrio se o apoiamos nel.



6. FORZA E MOVEMENTO¹

O movemento é un fenómeno que podemos observar a miúdo. Viaxar en coche, tren ou avión, transportar mercadorías de todo tipo ou cambiar un obxecto de posición son actividades que adoitamos realizar todos os días.

Como vimos anteriormente, as forzas, ademais de producir deformacións, son capaces de modificar o estado de movemento ou de repouso dos corpos. Por exemplo, se golpeamos unha pelota que está en repouso a pelota comezará a moverse. Para deter un corpo que está en movemento tamén será necesario aplicarlle unha forza.

Para estudar o movemento dos corpos, coñecer a súa posición nun momento determinado, determinar a velocidade, etc., **é preciso coñecer algúns conceptos:**

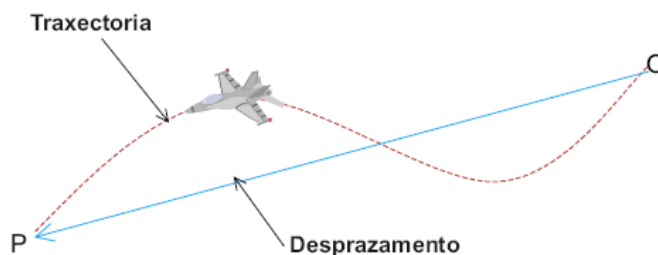
- **Sistema de referencia.** Para que exista movemento é necesario determinar con relación a que elemento considerado fixo se move o corpo. O **elemento que se considera fixo** recibe o nome de sistema de referencia.
- **Posición.** É o **lugar onde está situado o corpo con relación ao sistema de referencia**. Se a posición non varía co tempo diremos que o corpo se encontra en repouso.
- **Traxectoria.** É a liña definida polo conxunto de posicións que ocupa un móbil ao longo do tempo, ou tamén a **liña que describe o móbil no seu percorrido**.

A traxectoria dun movemento pode ser rectilínea ou curvilínea (circular, elíptica, parabólica, etc.).

- **Desprazamento.** É a **distancia que existe entre dúas posicións, inicial e final, medida en liña recta**. O desprazamento é unha **magnitude vectorial**.

¹ Dicimos que un corpo está en movemento cando cambia de lugar no espazo con respecto a un punto que se considera fixo e que se toma como referencia. Por exemplo, un tren en marcha cambia de posición respecto dos postes situados ao pé da vía, mentres que estes permanecen en repouso, que é o oposto ao movemento.

Para non referirnos a ningún obxecto en concreto cando estudamos o movemento, a todo corpo que se mova designarémolo co nome de “móbil”.



Espazo. É a lonxitude total percorrida polo móbil, medida sobre a traxectoria, nun intervalo de tempo.

Se o movemento é rectilíneo o valor do desprazamento coincide co espazo percorrido.

Velocidade media e velocidade instantánea

O significado do termo velocidade está relacionado coa rapidez coa que se produce un movemento. Mais pódense considerar distintos tipos de velocidade segundo o que se queira expresar con este termo.

A partir de aquí consideraremos unicamente movementos rectilíneos, polo que o desprazamento e o espazo percorrido polo móbil serán equivalentes.

Defínese a **velocidade media** dun móbil nun intervalo de tempo como o cociente entre o desprazamento e o tempo empregado. Como xa se indicou, neste caso o desprazamento coincide co espazo total percorrido polo móbil.

$$v_m = \frac{\text{Desprazamento}}{\text{Tempo}} = \frac{e}{t}$$

No Sistema Internacional² a velocidade exprésase en metros por segundo (m/s), aínda que se poden utilizar tamén outras unidades: km/h, km/min, m/min, cm./s, etc.

Por exemplo, supoñamos que un vehículo percorre un espazo de 270 km en 3 h. Para determinar a súa velocidade expresaremos os datos en unidades do Sistema Internacional:

$$270 \text{ km} = 270 \cdot 1.000 \text{ m} = 270.000 \text{ m}$$

$$3 \text{ h} = 3 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 10.800 \text{ s}$$

e obteremos:

$$v = \frac{e}{t} = \frac{270.000 \text{ m}}{10.800 \text{ s}} = 25 \text{ m/s}$$

Polo tanto, a velocidade do vehículo será de 25 m/s.

Se efectuásenos o cociente directamente coas unidades dadas obteríamos:

$$v = \frac{e}{t} = \frac{270 \text{ km}}{3 \text{ h}} = 90 \text{ km/h}$$

En consecuencia ambas velocidades, 25 m/s e 90 km/h, son equivalentes: a velocidade dun móbil que percorre 25 m nun segundo equivale á velocidade doutro móbil que percorre 90 km nunha hora.

² As unidades nas que se expresan as magnitudes fundamentais do Sistema Internacional son as seguintes:

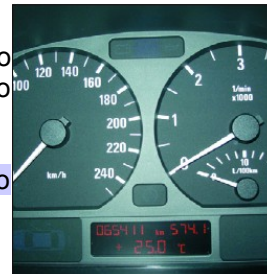
- Lonxitude: metro (m).
- Masa: quilogramo (kg).
- Tempo: segundo (s).

Para comprobar esta equivalencia soamente temos que efectuar un cambio de unidades:

$$90 \text{ km/h} = \frac{90 \cdot 1000 \text{ m}}{1 \cdot 3600 \text{ s}} = \frac{90.000 \text{ m}}{3.600 \text{ s}} = 25 \text{ m/s}$$

Seguidamente imaxina que viaxas conducindo un automóbil. Se observas o velocímetro verás que a velocidade varía seguido. A velocidade que sinala o velocímetro en cada momento recibe o nome de velocidade instantánea.

Polo tanto a **velocidade instantánea** é a velocidade que posúe un móbil nun punto da súa traxectoria.



Aceleración

A velocidade dun móbil pode experimentar cambios durante o percorrido. Repara na táboa seguinte na que se expresa a velocidade dun móbil ao longo do tempo:

Velocidade	10 m/s	13 m/s	16 m/s	19 m/s	22 m/s	25 m/s
Tempo	0 s	1 s	2 s	3 s	4 s	5 s

Como ves, a velocidade non permanece constante no tempo senón que se incrementa progresivamente en cada intervalo. Partindo do repouso, a velocidade ao cabo de 1 segundo pasa a 13 m/s, despois de outro segundo aumenta a 16 m/s, e así sucesivamente. Observa que cada segundo a velocidade se incrementa sempre na mesma cantidade, 3 m/s.

Cando a velocidade dun movemento non permanece constante senón que varía, dicimos que o movemento posúe aceleración.

A **aceleración** é a variación que experimenta a velocidade na unidade de tempo e obtense efectuando o cociente entre a variación da velocidade e o tempo investido.

$$a = \frac{v_f - v_0}{t}$$

sendo:

a: aceleración.

t: tempo.

v_f: velocidade final.

v₀: velocidade inicial.

No exemplo anterior teríamos que: $v_0 = 10 \text{ m/s}$, $v_f = 25 \text{ m/s}$, $t = 5 \text{ s} - 0 \text{ s} = 5 \text{ s}$.

Polo tanto, a aceleración será:

$$a = \frac{v_f - v_i}{t} = \frac{25 \text{ m/s} - 10 \text{ m/s}}{5 \text{ s}} = \frac{15 \text{ m/s}}{5 \text{ s}} = 3 \text{ m/s}^2$$

En consecuencia, o valor da aceleración coincide coa variación experimentada pola velocidade en cada segundo.

As **unidades** nas que se expresa a aceleración obtéñense a partir da propia definición, dividindo a unidade de velocidade entre a unidade de tempo:

$$a = \frac{\text{velocidade}}{\text{tempo}} = \frac{\text{m/s}}{\text{s}} = \text{m/s}^2$$

No exemplo, unha aceleración de 3 m/s^2 significa que a velocidade aumenta 3 m/s cada segundo.

A aceleración pode ser positiva ou negativa:

- A aceleración é positiva cando a velocidade aumenta.
- A aceleración é negativa cando a velocidade diminúe.

Por exemplo, unha aceleración negativa de 5 m/s^2 significa que a velocidade do móbil diminúe a razón de 5 m/s cada segundo.

7. TIPOS DE MOVEMENTOS

Existen moitos tipos de movementos segundo os criterios que se consideren para clasificalos. A finalidade desta clasificación é a de agrupar os movementos que se rexen pola mesmas leis, para estudalos con maior profundidade.

Así, podemos clasificar os movementos:

a) Segundo a traxectoria. Existen tantos tipos de movementos como formas poida ter a traxectoria. Por exemplo:

- **Movemento rectilíneo:** é aquel no que a traxectoria é unha liña recta. Por exemplo, a luz.
- **Movemento curvilíneo:** é aquel no que a traxectoria é unha liña curva. Pode ser circular (as agullas dun reloxo), parabólico (unha pelota lanzada coa man), elíptico (o movemento da Terra ao redor do Sol), etc.

b) Segundo a velocidade. A velocidade dun movemento pode ser constante ou variable. Segundo isto, o movemento pode ser:

- **Movemento uniforme:** cando a velocidade non varía en toda a traxectoria do móbil. Por exemplo, a luz no baleiro, un barco, etc.
- **Movemento variado:** cando a velocidade non permanece constante senón que aumenta ou diminúe, é dicir, cando existe aceleración. Por exemplo, un vehículo que parte do repouso ata que alcanza unha determinada velocidade, un corpo que cae libremente, unha moto que frea para deterse, etc.

Para que se produza un movemento variado é preciso que actúe unha forza que aumente ou diminúa a velocidade do móbil.

c) Segundo a aceleración. Cando un movemento posúe aceleración, esta pode ter sempre o mesmo valor ou pode ser variable. Polo tanto, segundo este criterio o movemento pode ser:

- **Movemento uniformemente variado:** cando a aceleración é constante, é dicir, cando a velocidade experimenta sempre a mesma variación en todo o percorrido. Pode ser uniformemente acelerado ou uniformemente retardado, segundo que a aceleración sexa positiva ou negativa, respectivamente.

Os movementos que realizan habitualmente os obxectos adoitan ser unha mestura de distintos tipos de movemento: uniforme, variado, rectilíneo, curvilíneo, etc. Por exemplo, un avión acelera ao despegar, desprázase cun movemento uniforme na parte máis alta da traxectoria e diminúe progresivamente a velocidade para aterrar.

Cada tipo de movemento réxese por leis diferentes polo que os distintos tipos de movementos serán obxecto de estudo por separado.

Movemento rectilíneo uniforme

Un móbil realiza un movemento rectilíneo e uniforme cando se despraza cunha traxectoria en liña recta e a velocidade constante ao longo de todo o percorrido. Por exemplo, a luz que viaxa no baleiro a unha velocidade constante de 300.000 km/s, un barco durante a maior parte da súa travesía, unha escaleira mecánica, etc.

As **características** do movemento rectilíneo uniforme son as seguintes:

- A súa traxectoria é unha liña recta.
- A velocidade é constante, é dicir, non varía.
- Como consecuencia do anterior, non ten aceleración.

Neste tipo de movemento, ao ser a velocidade sempre a mesma, en calquera parte do percorrido **o móbil percorrerá espazos iguais en tempos iguais**.

Por exemplo, se un automóbil percorre 240 km en 3 horas, cada hora percorre o mesmo espazo, é dicir, $240 \text{ km} : 3 = 80 \text{ km}$.

Cofecida a velocidade é doado calcular o espazo percorrido nun tempo determinado.

No exemplo anterior o automóbil percorre 80 km cada hora. Polo tanto a súa velocidade é de 80 km/h. Para calcular o espazo que percorre en 5 horas, bastará multiplicar a velocidade por 5 h, é dicir: $e = 80 \text{ km/h} \cdot 5 \text{ h} = 400 \text{ km}$.

Polo tanto, a **fórmula para calcular o espazo** é a seguinte:

$$e = v \cdot t$$

Despexando, respectivamente, a velocidade e o tempo na fórmula anterior, obtemos as expresións que nos permiten calcular estas magnitudes nun movemento uniforme:

$$e = v \cdot t \longrightarrow t = \frac{e}{v} \qquad e = v \cdot t \longrightarrow v = \frac{e}{t}$$

Movemento rectilíneo uniformemente variado

Movemento rectilíneo uniformemente variado é o que realiza un móbil que se despraza ao longo dunha traxectoria recta con aceleración constante, é dicir, que a súa velocidade aumenta ou diminúe gradualmente. Se a aceleración é positiva a velocidade aumenta e se a aceleración é negativa a velocidade diminúe.

Se a aceleración é positiva o movemento denomínase **uniformemente acelerado** e se a aceleración é negativa, **uniformemente retardado**.

As **características** do movemento rectilíneo uniformemente variado son as seguintes:

- A súa traxectoria é unha liña recta.
- A aceleración é constante.
- Como consecuencia do anterior, a velocidade varía uniformemente.

Neste tipo de movemento a **aceleración** desempeña un papel fundamental. Para determinala, soamente hai que aplicar a **fórmula** que se deduce da súa definición:

$$a = \frac{v_f - v_0}{t}$$

Se na fórmula da aceleración desdexamos a velocidade, obtemos a **fórmula que nos permite calcular a velocidade final**:

$$v_f = v_0 + a \cdot t$$

Se a velocidade inicial é nula, $v_0 = 0$, a fórmula redúcese á seguinte:

$$v_f = a \cdot t$$

Lembremos que o signo da aceleración pode ser positivo ou negativo, segundo que o movemento sexa acelerado ou retardado.

A dedución da **fórmula para o cálculo do espazo percorrido** por un móbil con movemento uniformemente acelerado que parte do repouso realízase por procedementos matemáticos que non son obxecto de estudo neste curso, polo que nos limitaremos unicamente a aplicala. A fórmula é a seguinte:

$$e = \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

En caso de que o móbil non parta do repouso senón que leve unha velocidade inicial v_0 , determinaremos o espazo utilizando a seguinte fórmula:

$$e = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

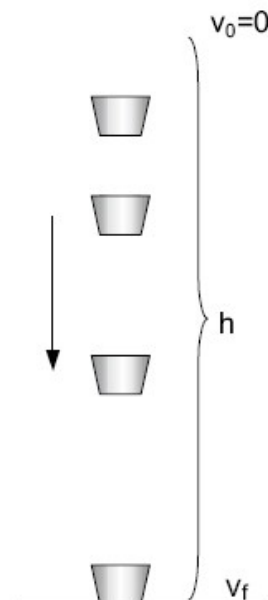
Como nas fórmulas anteriores, se o movemento é uniformemente retardado o signo da aceleración é negativo e o termo correspondente da fórmula será negativo.

Movemento de caída libre

Os movementos uniformemente variados están presentes en numerosas situacións cotiás. Unha delas prodúcese cando un corpo cae libremente desde unha certa altura.

Neste movemento obsérvase que o corpo incrementa a súa velocidade de maneira uniforme ata que chega ao chan. Este aumento de velocidade débese á atracción gravitatoria que a Terra exerce sobre todos os corpos. En caída libre maniféstase producindo unha aceleración igual para todos eles, chamada aceleración da gravidade, que se representa pola letra **g**. O seu valor medio ao nivel do mar é **g = 9,8 m/s²**.

Dado que a velocidade aumenta de forma constante e que a traxectoria é rectilínea, o movemento de caída libre é un movemento rectilíneo uniformemente acelerado con aceleración **g = 9,8 m/s²**.



As **fórmulas do movemento de caída libre** son as mesmas que se indicaron anteriormente para o movemento uniformemente acelerado, tendo en conta que a aceleración é a aceleración da gravidade, **g**, a velocidade inicial é cero e o espazo percorrido é a altura desde a que cae o corpo, **h**.

Polo tanto, as fórmulas serán:

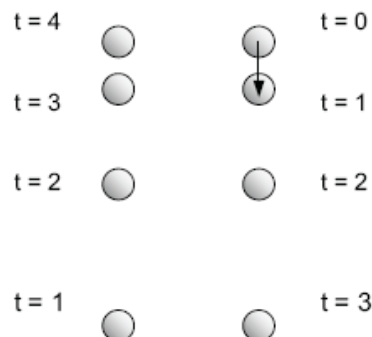
$$v = g \cdot t$$

$$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

Se, en lugar do movemento de caída, se produce un **movemento vertical ascendente** debido a un impulso inicial, trátase dun movemento rectilíneo uniformemente retardado semellante ao de caída libre pero no que a aceleración da gravidade é negativa, $g = -9,8 \text{ m/s}^2$.

Neste tipo de movemento, debido a que o vector velocidade ten sentido cara arriba e a aceleración da gravidade actúa cara abaixo, a velocidade do móbil diminúe progresivamente ata que o corpo se detén, polo que a velocidade final deste movemento é cero. A partir deste intre o corpo cae libremente describindo un movemento semellante ao realizado durante o ascenso.

As fórmulas polas que se rexe este movemento son as mesmas que as do movemento de caída libre, tendo en conta que o **signo da aceleración é negativo**.



Semellanza entre o movemento de ascenso e o movemento de caída libre.

8. FORZA E PRESIÓN

O efecto que pode producir unha forza non depende soamente do seu valor, senón tamén da dirección e o sentido en que actúa.

En ocasións, o efecto dunha forza depende tamén do tamaño da superficie sobre a que se aplica. Por exemplo, para desprazarnos pola neve sen afundirnos utilizamos esquís que teñan unha superficie moito maior que a planta dos pés, mentres que para cortar utilizamos obxectos afiados que teñen moi pouca superficie.

Repara nas fotografías. Na primeira estase a introducir un cravo de punta na madeira, mentres que na segunda estase a facer o mesmo pero pola cabeza do cravo.

É doado decatarse de que no primeiro caso penetrará máis facilmente na madeira. Ao introducirse nela prodúcese unha deformación que está directamente relacionada coa forza aplicada por medio do martelo, pero tamén coa superficie do cravo: canto menor sexa esta, máis penetrará na madeira, e á inversa, canto maior sexa a superficie, menos se introducirá nela. Polo tanto, a superficie está inversamente relacionada coa deformación producida.

O mesmo sucede ao andar sobre a madeira ou o parqué: se os zapatos teñen os tacóns moi finos poden estragar o solo porque o peso do corpo se concentra nunha superficie moi pequena, mentres que, se a superficie dos tacóns é grande, o peso repártese nunha superficie máis grande e a deformación producida no solo é pequena.



A **magnitude que relaciona a forza coa superficie sobre a que actúa** é a presión. A **presión** é a **forza que actúa sobre a unidade de superficie** e obtense por medio da fórmula:

$$P = \frac{F}{S}$$

Por experiencia sabemos que co mesmo esforzo conséguense maiores presións canto máis pequenas sexan as superficies, e á inversa. Sobre unha mesma superficie conséguense maiores presións canto maior sexan as forzas que actúan. Polo tanto, a presión está relacionada directamente coa forza exercida e inversamente coa superficie sobre a que actúa a forza.

Despexando na fórmula da presión, obtéñense as expresións que nos permiten calcular o valor da forza e da superficie:

$$F = P \cdot S$$

$$S = \frac{F}{P}$$

As **unidades** de presión veñen dadas polas unidades de forza e de superficie. No Sistema Internacional a unidade de forza é o newton e a unidade de superficie é o metro cadrado. O seu cociente é o N/m^2 , tamén chamado **pascal (Pa)**, que é a unidade de presión no Sistema Internacional.

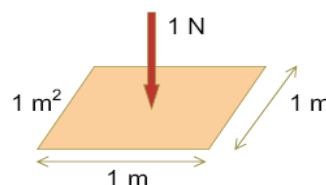
O pascal é a presión que exerce unha forza dun newton ao actuar sobre unha superficie dun metro cadrado.

Esta unidade é moi pequena para moitas aplicacións polo que tamén se usan outras unidades como, por exemplo, o kp/cm^2 , kp/m^2 , g/cm^2 , etc.

En determinados ámbitos científicos e técnicos utilízanse outras unidades específicas como a atmosfera (atm), o milibar (mb), o milímetro de mercurio (mm Hg), etc.

A equivalencia entre atmosferas, milibares e milímetros de mercurio é a seguinte:

$$1 \text{ atm.} = 101.300 \text{ Pa} = 1.013 \text{ mb} = 760 \text{ mm. Hg}$$



A presión de 1 Pa é a presión que exerce unha forza de 1 N sobre unha superficie de 1 m².

9. A PRESIÓN NOS FLUÍDOS

A materia pódese presentar en tres estados, sólido, líquido e gasoso. Os sólidos teñen forma e volume propio, os líquidos teñen volume pero carecen de forma e adoptan a forma do recipiente que os contén, mentres que os gases non teñen nin forma nin volume propios.

Os corpos que se adaptan á forma do recipiente reciben o nome de fluídos. Os líquidos e os gases son fluídos, pero mentres que os gases se poden expandir e comprimir, os líquidos son incompresibles.

A presión nos líquidos: presión hidrostática

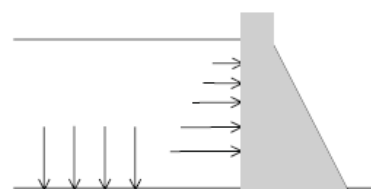
Algunha vez que te mergullaches na auga terás observado a presión que esta exerce sobre o teu corpo. Isto é debido a que en calquera punto situado no interior dun líquido en repouso existe unha presión chamada **presión hidrostática**, debida ao peso do líquido situado por riba dese punto.

A presión hidrostática **actúa en todas direccións no interior do líquido, exercéndose perpendicularmente contra as paredes do recipiente que o contén.**

A presión hidrostática nun punto calquera situado no interior dun líquido **depende soamente do peso do líquido** situado por riba dese punto e este **depende de** dous factores, a **profundidade** e o **tipo de líquido**:

■ A presión nun punto é directamente proporcional á profundidade: a dobre profundidade existe dobre presión, etc. Por este motivo os encoros de auga se constrúen de xeito que as súas paredes son máis grosas na súa base, xa que a presión aumenta coa profundidade.

■ A presión nun punto depende do tipo de líquido de que se trate xa que ao ter distinta densidade tamén é distinto o seu peso. Canto maior é a densidade do líquido maior é a presión que exerce.

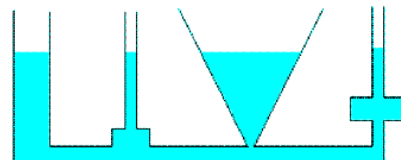


Esquema da presión hidrostática nun encoro.

Vasos comunicantes

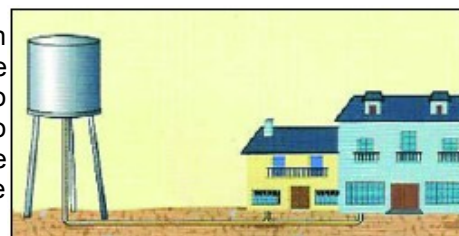
Experimentalmente compróbase que, en ausencia de forzas externas, a superficie libre dun líquido permanece plana e horizontal.

Polo tanto obsérvase que cando existen varios recipientes conectados entre si pola base, sexa cal sexa a súa forma, a auga alcanza a mesma altura en todos eles, xa que a presión tamén é a mesma. Este feito coñécese como **principio dos vasos comunicantes** e ten moitas aplicacións na vida cotiá.



Vasos comunicantes.

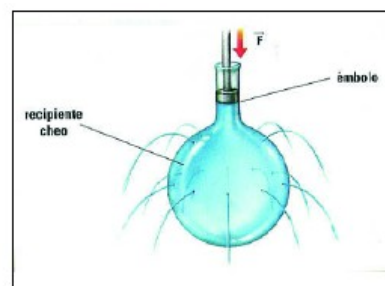
Unha delas é o abastecemento de auga aos núcleos urbanos. En moitas localidades existe un encoro ou un depósito coa finalidade de asegurar a subministración de auga á poboación e que está situado a maior altura que os edificios. A súa eficacia baséase no principio dos vasos comunicantes, asegurando a subministración sempre que o nivel de auga no depósito estea máis alto que os puntos aos que se pretende levar a auga.



Principio de Pascal

Observa a ilustración, na que se representa un recipiente cheo de líquido sobre o que se exerce unha presión. Podes reproducir esta experiencia cunha botella ou un globo cheos de auga, practicando previamente algúns pequenos buratos repartidos por toda a superficie.

Ao exercer presión sobre o líquido coa axuda dun émbolo ou soprando pola boca do recipiente, poderás observar que a auga sae coa mesma forza por todos os buratos, poñendo de manifesto que a presión exercida sobre o líquido se transmite ao mesmo en todas direccións.



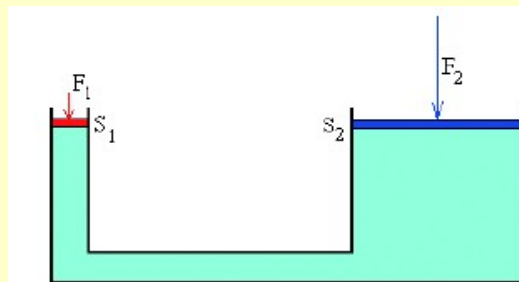
Esta propiedade foi descuberta polo científico francés Blaise Pascal que, baseándose en experiencias semellantes a esta, enunciou o que actualmente se denomina principio de Pascal: **“A presión exercida sobre un líquido en equilibrio transmítese coa mesma intensidade a todos os puntos do líquido”**.

Un aparello que basea o seu funcionamento no principio de Pascal é o **elevador hidráulico**:

● Consiste en dous cilindros de distintas seccións, S_1 , S_2 , comunicados entre si e cheos de líquido.

● Ao exercer unha forza F_1 no cilindro pequeno, conséguese exercer sobre o líquido unha presión F_1/S_1 que, de acordo co principio de Pascal se transmite a través do líquido ao cilindro de maior sección.

● Como a sección deste cilindro S_2 é maior, para que a presión F_2/S_2 sexa igual á do cilindro pequeno, a forza F_2 ten que ser tamén maior, multiplicando así o efecto da forza F_1 .



- O valor do cociente S_2/S_1 é o factor polo que se multiplica no cilindro grande a forza F_1 exercida no cilindro pequeno.

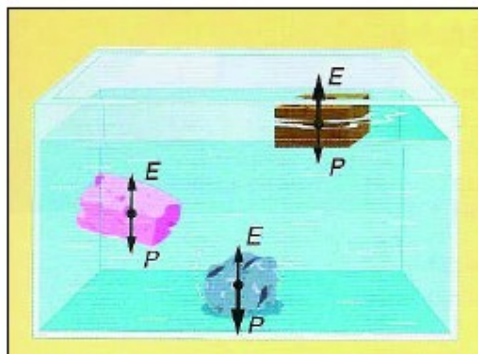
Outro mecanismo de funcionamento semellante ao do elevador hidráulico é o **freo hidráulico**. Cando se acciona o pedal do freo, exerceuse unha presión sobre un circuíto recheo de líquido de freos, presión que se transmite a través de todo o circuíto hidráulico ata os pistóns situados nas zapatas, multiplicando a forza exercida sobre o pedal. Finalmente as zapatas actúan sobre os tambores das rodas producindo unha forza de rozamento que reduce a velocidade do vehículo.

Principio de Arquímedes

Observa a ilustración situada á marxe na que se representan tres obxectos do mesmo volume pero de diferente material, de xeito que os seus pesos son diferentes.

Un dos obxectos aboia na superficie, outro flota mergullado no interior do líquido e outro cae ata o fondo, onde queda afundido.

A flotabilidade dos corpos explícase pola existencia dunha forza de empuxe no interior do líquido. Esta forza actúa cara arriba opoñéndose ao peso do corpo que actúa cara abaixo.



A existencia da forza de empuxe pódese comprobar de moitos xeitos. Por exemplo, se introduces unha pelota na auga e a soltas, a pelota sae despedida cara arriba. Tamén podes comprobar que se suxeitas na man un obxecto calquera mergullado na auga tes que realizar un esforzo menor debido a que, aparentemente, o corpo pesa menos dentro da auga que fóra dela.

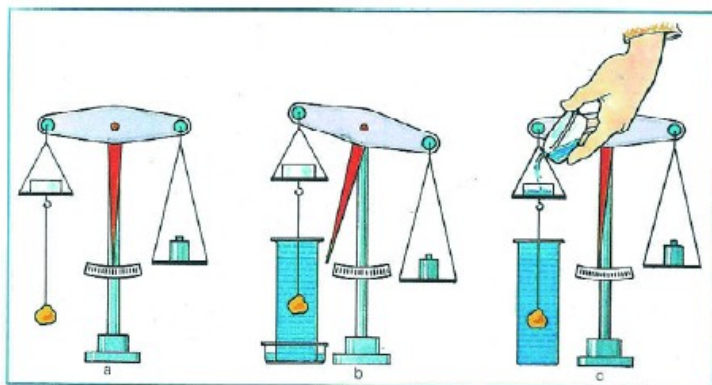
Na experiencia anterior descrita máis arriba **existen tres casos distintos**:

- O primeiro obxecto aboia na auga porque a forza de empuxe, E , é maior que o peso do corpo.
- O segundo flota entre dúas augas porque ambas forzas, empuxe e peso, están equilibrados.
- O terceiro afúndese porque o seu peso é superior á forza de empuxe, E .

No século III a. C., o pensador grego Arquímedes descubriu a relación existente entre o empuxe que experimenta un corpo mergullado nun líquido e o volume da parte mergullada.

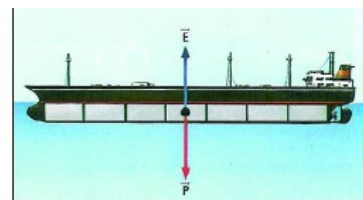
Esta relación explícase no chamado **principio de Arquímedes**: “Cando se mergulla un corpo dentro dun líquido, experimenta un empuxe vertical cara arriba que é igual ao peso do líquido desalojado”.

Pódese medir experimentalmente a forza de empuxe utilizando unha balanza hidrostática, tal e como se indica na figura.



Comprobación do principio de Arquímedes.

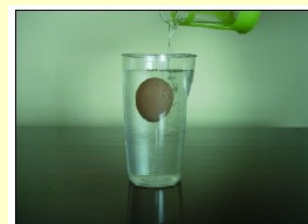
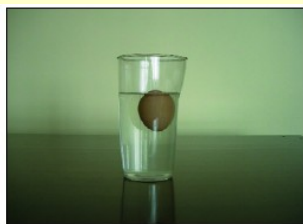
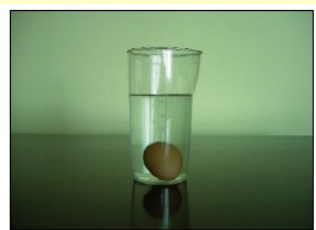
A flotabilidade dos corpos explícase polo principio de Arquímedes. Para que unha embarcación flote é preciso que o empuxe, que é igual ao peso da auga que desaloxa, sexa superior ao peso da embarcación.



Un sólido totalmente mergullado nun líquido afundirá, estará en equilibrio entre dúas augas ou aboiará segundo que a súa densidade sexa maior, igual ou menor, respectivamente, que a densidade do líquido.

Realiza seguidamente esta experiencia. Enche dous vasos con auga da billa e engádelle pouco a pouco sal a un deles, removendo coa culler ata disolver a maior cantidade posible de sal.

- Coloca un ovo no vaso que contén soamente auga e verás que afunde.
- Coloca o ovo seguidamente no vaso no que disolviches sal e observa como aboia.
- Engádelle auga da billa pouco a pouco a este último vaso e conseguirás que o ovo quede entre dúas augas.



A explicación deste feito consiste en que, ao disolver sal na auga, aumenta a densidade do líquido e, en consecuencia, a forza de empuxe, facendo que supere o peso do ovo. No caso da auga doce, o peso supera á forza de empuxe, por iso o ovo afunde.

Así tamén se pode explicar o feito de que sexa máis doado flotar na auga do mar que na auga dos ríos e das piscinas, xa que a auga de mar, por ser salgada, ten unha densidade maior que a auga doce.

O funcionamento do submarino baséase tamén no principio de Arquímedes. Como calquera outra embarcación os submarinos navegan pola superficie do mar porque o seu peso é inferior ao empuxe vertical da auga. Para mergullarse deben vencer a forza de empuxe, para o que dispoñen no seu interior dunhas cámaras ou tanques que se poden encher de auga de mar para que o peso aumente ata superar a forza de empuxe. Para saír de novo á superficie deben expulsar de novo a auga dos tanques ao exterior, diminuíndo así o seu peso, de xeito que este sexa menor que a forza de empuxe.

A presión nos gases: presión atmosférica

Aínda que os gases son fluídos, as presións que exercen teñen características peculiares. As **presións debidas ao peso dos gases** son menores que nos líquidos xa que a súa densidade é moito menor, tendo unha relevancia especial no caso da atmosfera xa que os gases que a compoñen están sometidos á atracción gravitatoria da Terra. Polo tanto pesan e exercen presión sobre todos os obxectos situados nela, presión que recibe o nome de **presión atmosférica**.



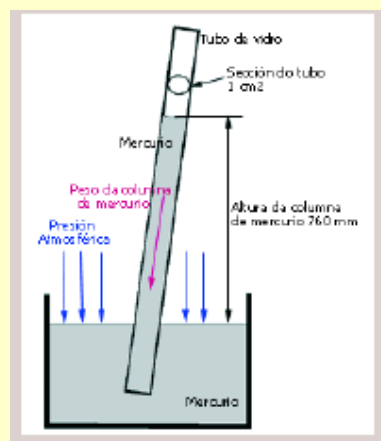
Ilustración das famosas esferas de Magdeburgo.

No século XVII Otto von Guericke conseguiu extraer o aire e facer o baleiro no interior de dous hemisferios metálicos que encaixaban perfectamente. Para separalos cumpriron oito parellas de cabalos, demostrando así a existencia da presión atmosférica e o valor significativamente alto da mesma.

É evidente que a presión atmosférica é maior canto máis próximos esteamos ao nivel do mar, descendendo progresivamente a medida que aumenta a altitude, xa que temos menos aire por riba.

O físico italiano do s. XVII Evanxalista Torricelli, conseguiu determinar o **valor da presión atmosférica**. Este valor ao nivel do mar é igual ao peso dunha columna de mercurio de 76 cm. de altura (760 mm.) e 1 cm² de sección.

Tamén se decatou de que a altura da columna de mercurio variaba dos días calmos aos días de tempestade, feito que lle permitiu asociar a variación dos valores da presión atmosférica aos cambios de tempo. É importante coñecer o valor da presión atmosférica xa que, canto máis baixo sexa, máis inestable será o tempo, mentres que valores altos da presión significan máis estabilidade.

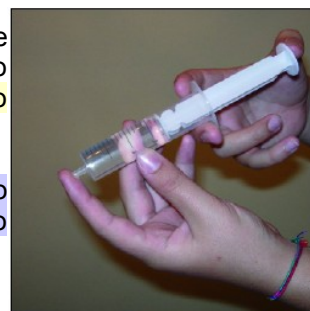


Os **barómetros** son os aparatos utilizados para medir a presión atmosférica. Poden ser basicamente de dous tipos:

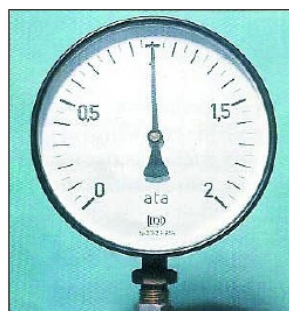
- **Barómetros de mercurio.** Son tubos de Torricelli cunha escala vertical graduada que se utilizan sobre todo en laboratorios e estacións meteorolóxicas.
- **Barómetros aneroides.** Utilízanse para determinar a altitude e teñen menos precisión.

Se colles aire cunha xiringa e empuxas o émbolo tapando cun dedo o buraco de saída, observarás que o aire contido no interior da xiringa se pode comprimir. Isto é debido a que os gases non teñen volume propio senón que se adaptan ao volume do recipiente que os contén, volume que pode ser moi variable.

O volume do recipiente está relacionado coa presión no interior do gas: canto menor é o volume do recipiente, maior é a presión do gas e, canto maior é o volume, menor é a presión.



A presión dun gas contido nun recipiente pechado mídese co **manómetro**.



Manómetro

O principio de Arquímedes tamén é de aplicación nos gases pero, neste caso, o valor da forza de empuxe é menor que nos líquidos debido a que a densidade dos gases é moito menor.