



# Ámbito científico tecnolóxico

Educación a distancia semipresencial

## Módulo 4

### Unidade didáctica 1

## Forzas e estruturas

# Índice

---

<b>1.</b>	<b>Introdución.....</b>	<b>3</b>
1.1	Descrición da unidade didáctica .....	3
1.2	Coñecementos previos .....	3
1.3	Obxectivos didácticos .....	3
<b>2.</b>	<b>Secuencia de contidos e actividades .....</b>	<b>4</b>
2.1	Que é unha forza? .....	4
2.1.1	Efectos das forzas sobre os corpos .....	4
2.1.2	Medida e unidades das forzas .....	6
2.1.3	A forza é unha magnitude vectorial.....	6
2.1.4	Suma de forzas (suma de vectores) .....	9
2.1.5	Forzas no noso contorno.....	13
2.2	Estruturas .....	21
2.2.1	Elementos das estruturas.....	21
2.2.2	Esforzos que soportan os elementos das estruturas .....	22
2.2.3	Triangulación de estruturas.....	24
2.3	Recuncho de lectura .....	26
<b>3.</b>	<b>Resumo de contidos .....</b>	<b>27</b>
<b>4.</b>	<b>Actividades complementarias .....</b>	<b>28</b>
<b>5.</b>	<b>Exercicios de autoavaliación .....</b>	<b>30</b>
<b>6.</b>	<b>Solucionarios.....</b>	<b>32</b>
6.1	Solucións das actividades propostas .....	32
6.2	Solucións das actividades complementarias.....	36
6.3	Solucións dos exercicios de autoavaliación .....	38
<b>7.</b>	<b>Glosario.....</b>	<b>40</b>
<b>8.</b>	<b>Bibliografía e recursos.....</b>	<b>41</b>

# 1. Introducción

---

## 1.1 Descrición da unidade didáctica

Probablemente a existencia das forzas sexa un dos conceptos físicos máis doadamente percibidos por todas as persoas, mesmo dun xeito intuitivo. Cos nosos músculos facemos forza sobre os obxectos; coas ferramentas modificamos estas forzas; os piares dun edificio ou os tirantes dunha ponte fan forza para soportar o peso da construción; os imáns atraense e repélense, etc. As forzas están no noso contorno por todas as partes.

Na primeira parte da unidade describiremos os efectos que as forzas poden causar nos corpos, o seu carácter vectorial e os procedementos para sumar forzas. Veremos deseguido as forzas máis salientables no noso contorno habitual: peso, normal, rozamentos, forzas eléctricas, magnéticas, elásticas...

Na segunda parte da unidade analizaremos os elementos básicos das estruturas máis frecuentes que atopamos (edificios, aparellos, pontes...) así como os esforzos aos que están sometidos.

## 1.2 Coñecementos previos

Pode vostede repasar o uso do teorema de Pitágoras na resolución de triángulos rectángulos, na unidade 6 do módulo 2.

## 1.3 Obxectivos didácticos

- Analizar algúns dos efectos que poden ocasionar sobre os corpos as forzas que actúan sobre eles.
- Identificar a existencia de forzas en situacións e obxectos do contorno habitual.
- Aceptar o carácter vectorial das forzas como un feito experimental.
- Sumar correctamente forzas (vectores) de distinta dirección, calculando analiticamente o módulo do resultado en caso de seren perpendiculares.
- Sinalar as características máis importantes das forzas máis frecuentes: peso, normal, rozamento, forzas elásticas, eléctricas e magnéticas.
- Observar e clasificar os elementos que compoñen estruturas próximas (edificios, portas, teitos, guindastres, valados, armazóns, material deportivo, etc.).
- Analizar os esforzos aos que están sometidos os elementos das estruturas e predicir os efectos que poden provocar neles.

## 2. Secuencia de contidos e actividades

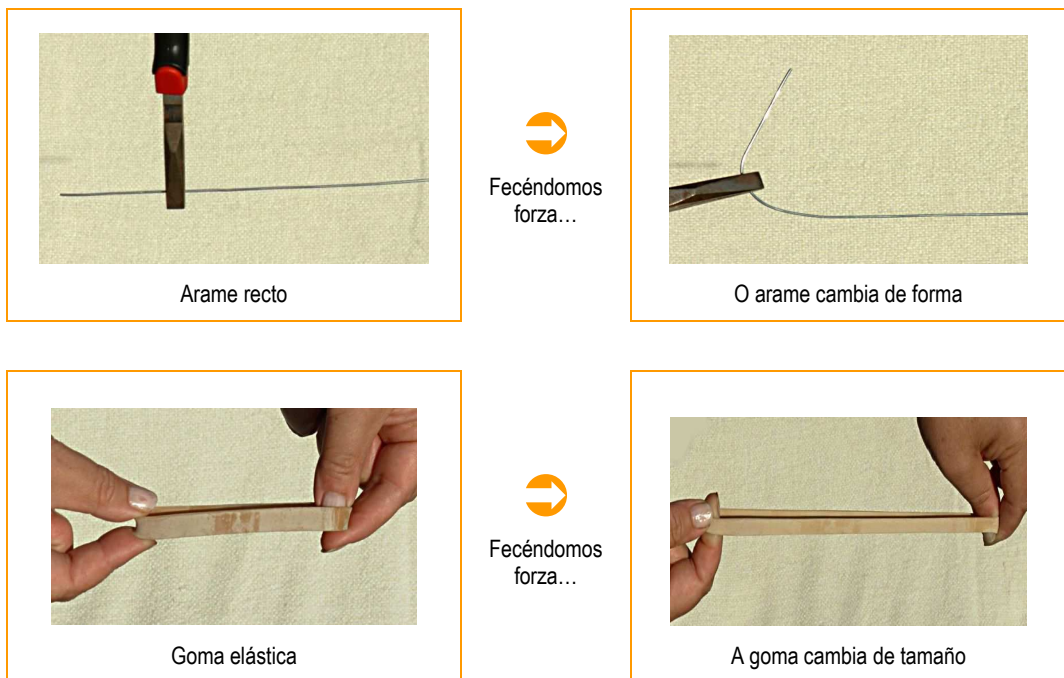
### 2.1 Que é unha forza?

Os libros de ciencias moitas veces poñen que unha forza é *o resultado da interacción entre dous corpos*. É certo, por suposto, pero pode non aclararnos moito. Así que máis que preocuparnos en saber o que é unha forza, imos mellor describir os efectos que as forzas poden causar cando actúan sobre os corpos.

#### 2.1.1 Efectos das forzas sobre os corpos

##### Deformar un corpo

Unha forza pode cambiar a forma ou o tamaño dun corpo:



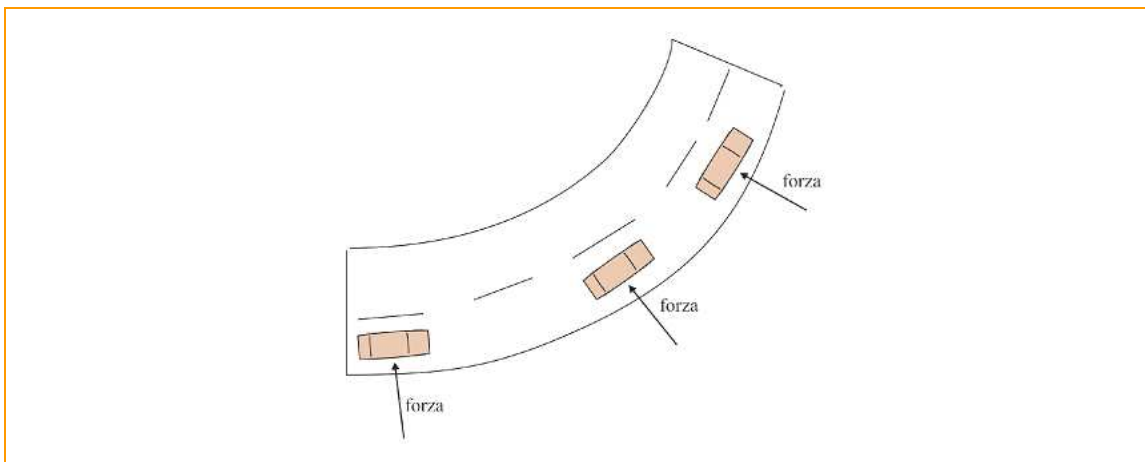
##### Cambiar a velocidade dun corpo

Unha forza pode modificar a velocidade dun móbil de tres formas:

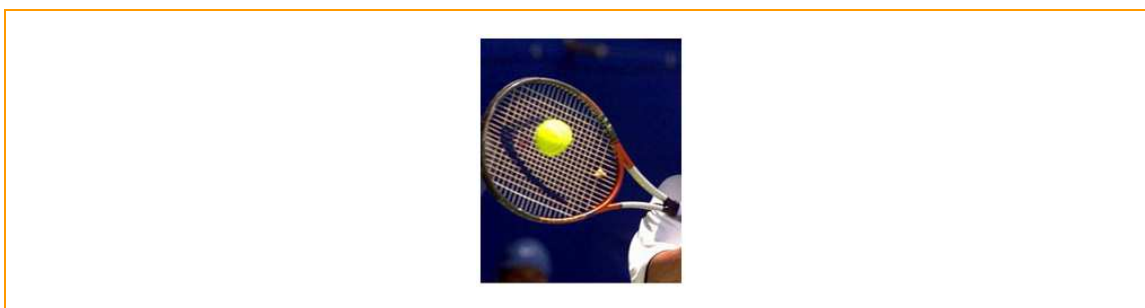
- **Cambiando o valor numérico da velocidade:** é dicir, facendo ir o corpo máis rápido ou máis lento. Se queremos que un coche aumente a velocidade, algo ten que facer forza sobre el; se queremos deter un balón, tamén temos que facer forza sobre el. Se non se fai forza ningunha, os corpos seguen a moverse coa mesma velocidade que tiñan.



- **Cambiando a dirección da velocidade:** é dicir, curvando a *traxectoria*. Se un corpo está en movemento, a súa traxectoria será rectilínea, agás que fagamos forza sobre el. Cando empurramos un carriño da compra moi cargado no supermercado, facelo ir de-reito é doado, pero se queremos dobrar unha esquina hai que facer moita forza sobre el.



- **Cambiando o sentido do movemento:** como cando unha pelota rebota contra unha parede ou cando a golpeamos cunha raqueta.



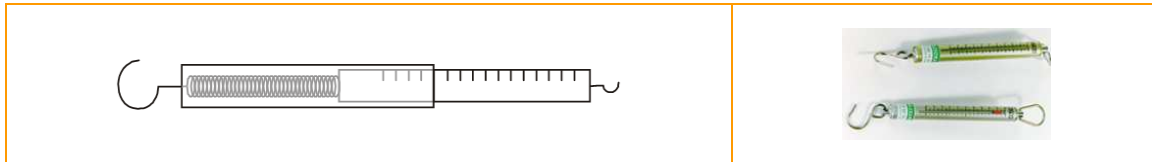
## Actividade resolta

Indique en que casos podemos asegurar que actúa algunha forza:

▪ Unha moto aumenta a velocidade de 50 km/h a 70 km/h.	<i>Hai forza sobre a moto xa que a súa velocidade aumenta. Se non houbera forza a velocidade non podería aumentar.</i>
▪ Comprimos un resorte.	<i>Actúa forza sobre o resorte porque se deforma.</i>
▪ Un coche colle unha curva a 45 km/h.	<i>Malia non cambiar o módulo da velocidade (45 km/h), a dirección do movemento si (a traxectoria é curva). Daquela actúa algunha forza sobre o coche</i>
▪ Unha pedra caendo logo de soltala no aire.	<i>A pelota cae cada vez máis rápido porque a Terra tira dela cara a abaixo: hai forza actuando sobre a pelota</i>
▪ A Lúa dando voltas arredor da Terra.	<i>A traxectoria da Lúa é curvilínea, logo o planeta Terra ten que facer algunha forza sobre a Lúa. Se a Terra non a fixese, a Lúa moveríase en liña recta</i>
▪ Dobramos unha chapa de aluminio.	<i>Hai forza, xa que o aluminio se deforma.</i>

### 2.1.2 Medida e unidades das forzas

Podemos medir as forzas cun aparello chamado *dinamómetro*. Ten un resorte no seu interior de xeito que canta máis forza fai máis se alonga.



No Sistema Internacional a unidade de forza é o newton (símbolo N). Na unidade didáctica seguinte veremos a que equivale un newton.

Outra unidade de forza (non é do Sistema Internacional) é o quilopondio (kp), cada vez menos usada. A equivalencia entre newtons e quilopondios é  $1 \text{ kp} = 9,8 \text{ N}$ .

#### Actividade proposta

- S1.    a) Pase 100 N a quilopondios.  
      b) Converte 25 kp en newtons.

### 2.1.3 A forza é unha magnitude vectorial

As magnitudes pódense clasificar en escalares e vectoriais.

#### Magnitudes escalares

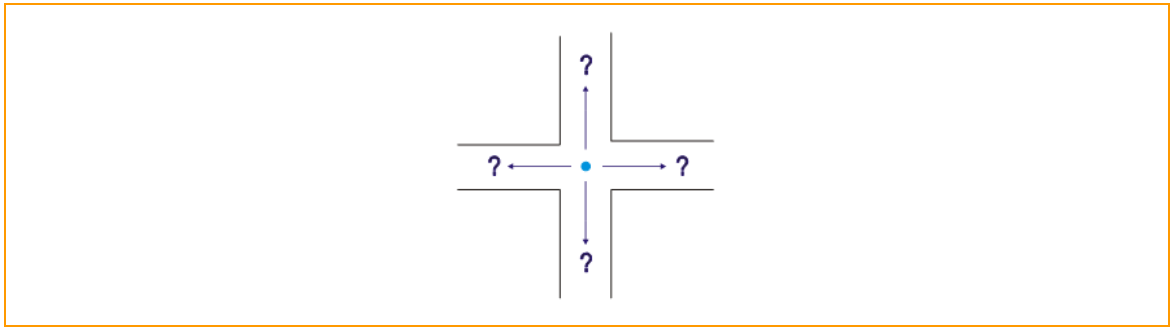
Son as que quedan totalmente determinadas (coñecidas) sabendo o seu valor numérico e a súa unidade.

Daquela, a masa é unha magnitude escalar, porque se dun corpo sabemos que ten 30 kg (número e unidade) xa sabemos todo o que hai que saber da súa masa; o volume tamén é unha magnitude escalar: se sabemos que un bloque de granito ten  $2 \text{ m}^3$  (número e unidade) o seu volume está perfectamente coñecido.

O mesmo pasa coa magnitude tempo: se dicimos que unha película dura 1,60 h (número e unidade), do tempo non hai máis nada que saber.

#### Magnitudes vectoriais

Son as magnitudes que, para coñecérmolas totalmente, cómpre sabermos ademais a súa dirección e o seu sentido. Un exemplo doado de magnitude vectorial é a velocidade. Se nos din que un coche está nun cruce de estradas e que se move a 60 km/h, non o sabemos todo da súa velocidade: falta coñecermos en que dirección se move e en que sentido:



Se dicimos que un corpo se move a 30 m/s, dirección vertical e sentido cara a arriba, daquela si sabemos todo sobre a súa velocidade.

- **Vectores.** As magnitudes vectoriais represéntanse na escritura con vectores. Un vector é unha porción de recta (un segmento) orientado; isto é, que ten unha orientación definida.



#### ■ Elementos dos vectores:

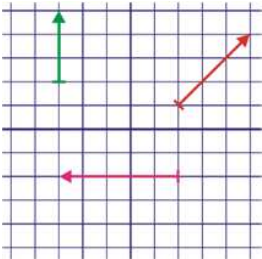
- *Módulo:* é o valor numérico do vector. Exemplo: 35 N; 22 m/s. O módulo dun vector sempre é un número positivo.
- *Dirección:* é a dirección da recta sobre a que está debuxado o vector. Podemos dar a dirección cun ángulo; así podemos dicir que a velocidade dun avión está inclinada  $30^\circ$  respecto da horizontal. En navegación a dirección tamén se indica cos puntos cardinais (suroeste, nordeste, etc.)
- *Sentido:* dentro de cada dirección pode haber dous sentidos, cara a un lado ou cara ao contrario. No exemplo do avión anterior, o sentido podería ser cara a arriba (o avión vai subindo) ou cara a abaixo (vai baixando).
- *Punto de aplicación ou orixe:* é o punto de inicio do vector.

Neste enderezo web pode ver máis sobre os elementos dun vector:

[[http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales\\_didacticos/EDAD\\_4eso\\_fuerzas/4quincena3/4q3\\_index.htm](http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/EDAD_4eso_fuerzas/4quincena3/4q3_index.htm)]

#### Actividade resolta

Para cada un dos vectores da figura indique cal é o seu módulo, a súa dirección, o seu sentido e a súa orixe:

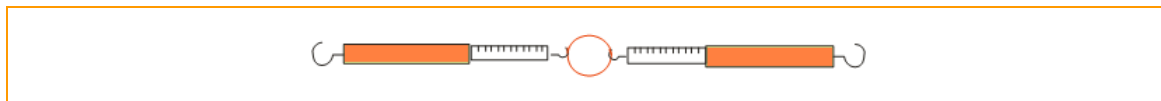


- **Vector verde:** módulo 3, dirección vertical, sentido cara a arriba, orixe no punto (-3, 2).
- **Vector vermello:** módulo  $\sqrt{3^2 + 3^2} = \sqrt{18} = 4,24$ , dirección  $45^\circ$ , sentido cara a arriba; orixe no punto (2, 1).
- **Vector rosa:** módulo 5, dirección horizontal, sentido cara á esquerda, orixe no punto (2, -2).

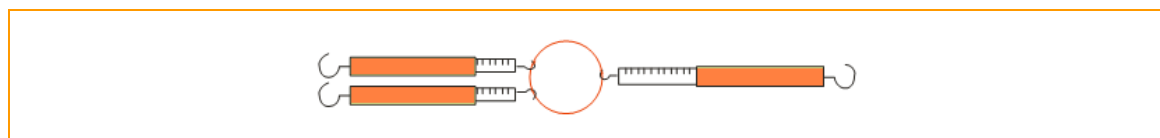
## Actividade práctica

As forzas tamén son vectores; ímolo comprobar nesta actividade. Collemos varios dinamómetros e un anel metálico e facemos as seguintes experiencias:

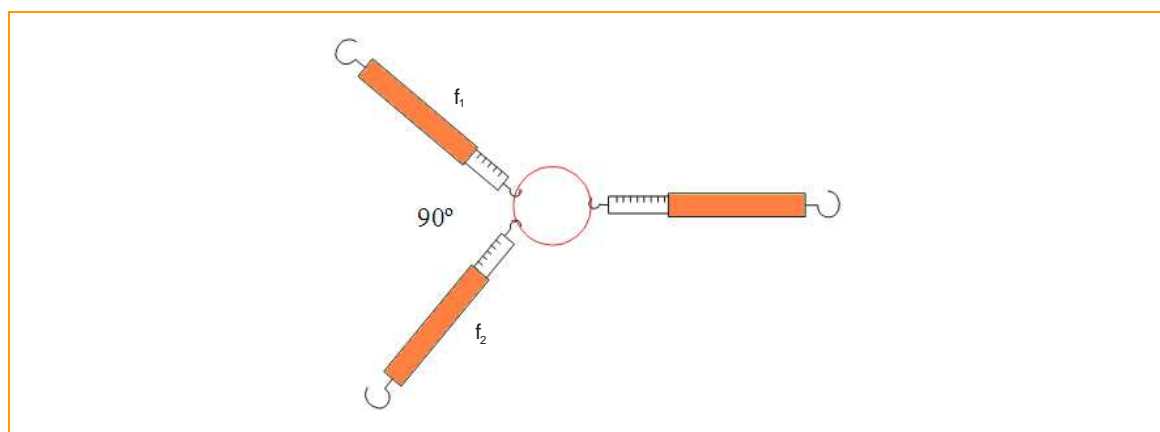
- Colocamos dous dinamómetros como indica a figura, ben aliñados. Comprobamos que ambos indican a mesma forza, dentro do erro experimental de medida e do ben calibrados que estean.



- Con tres dinamómetros medimos a forza que fai cada un deles na situación seguinte:







- Observamos que a suma das forzas dos dinamómetros da esquerda é igual que a forza que marca o da dereita.
- Colocamos dous dinamómetros en ángulo recto. Como temos que colocar un terceiro para equilibrar o conxunto? Fixámonos no que marcan os tres dinamómetros.

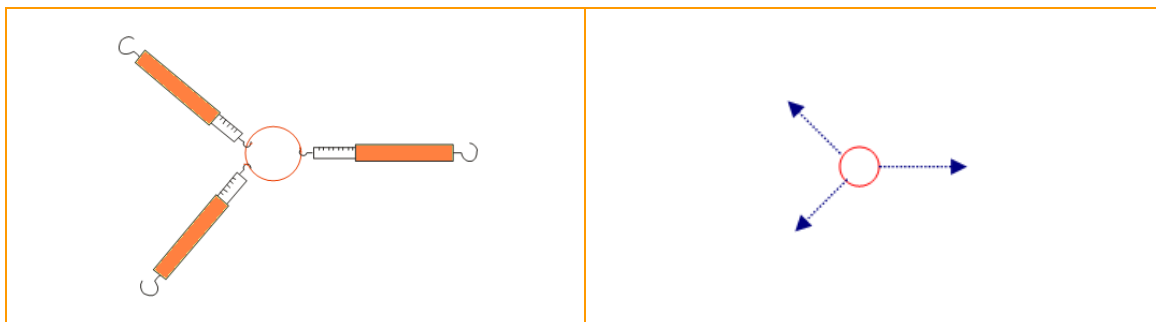


Vemos que a forza que indica o dinamómetro da dereita é igual a  $\sqrt{f_1^2 + f_2^2}$ , é dicir, as forzas súmanse mediante o teorema de Pitágoras neste caso.

Podemos explicar eses resultados aceptando que as forzas se comportan como vectores:

Experiencia	Esquema das forzas como vectores
	
	





## 2.1.4 Suma de forzas (suma de vectores)

Sumar números é moi doado, pero... e sumar vectores? Con números,  $2 + 2$  dá sempre 4, pero con vectores a operación  $2 + 2$  pode dar calquera resultado entre 0 e 4. Isto é así porque na suma de vectores hai que ter en conta tamén a súa dirección e o seu sentido.

### Suma de vectores con igual dirección

Empecemos polo máis sinxelo. Fíxese nos debuxos e aprenda a calcular a suma:

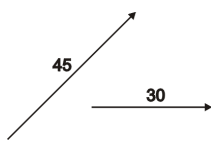
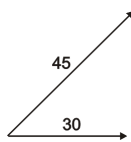
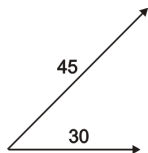
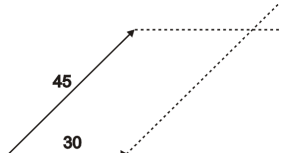
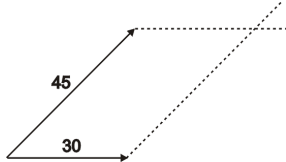
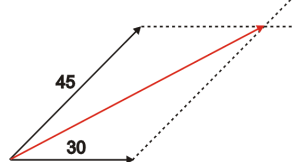
Sumar os vectores...	Vector resultante
	<ul style="list-style-type: none"> <li>O sentido do vector resultante é o sentido do maior dos dous vectores que se suman.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sumamos os vectores que teñen sentido cara á dereita, e dá 13; sumamos os que van cara á esquerda, que dan 7, e logo sumamos como no caso anterior.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un vector de módulo 5 cara a dereita máis un de módulo 9 cara a esquerda dá como resultado outro vector de módulo 4 á esquerda.</li> </ul>

Xa ve que a suma de vectores que teñen igual dirección dá outro vector que ten a mesma dirección que eles; o sentido depende dos módulos dos sumandos.

Sumar vectores que teñen distinta dirección é algo máis complicado. Imos ver dous métodos gráficos para sumalos: o método do *paralelogramo* e o método do polígono.

## Suma de vectores polo método do paralelogramo

Supoña que queremos sumar dous vectores de módulos 45 e 30 que forman ángulo entre eles. Fíxese como se fai por este método do paralelogramo coa secuencia de pasos que se indican:

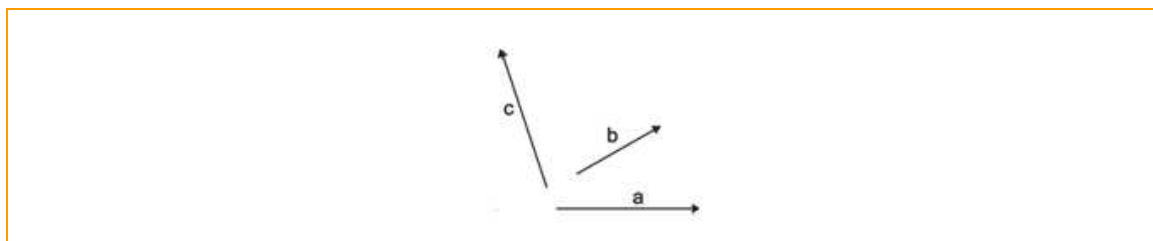
■ 1º. Movemos os vectores ata xuntar as súas orixes (sen xiralos nin cambiar o seu tamaño)	Resultado
	
■ 2º. Debuxamos liñas auxiliares paralelas aos vectores	Resultado
	
■ 3º. Debuxamos o vector resultante da suma	Resultado
	

O vector resultante da suma é outro vector cunha dirección diferente. Canto vale o seu módulo? Hai unha fórmula matemática que permite sabelo, pero é algo complicada; outro xeito de sabelo é debuxarmos os vectores a escala e medirmos cunha regra a lonxitude do vector resultante. No caso da figura, o módulo do resultado é 69,5. Compróbeo vostede mesmo.

## Suma de vectores polo método do polígono

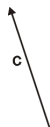
É un método útil cando hai que sumar máis de dous vectores con distintas direccións. Hai que ir pondo a orixe dun vector deseguido do extremo (o final) do vector anterior; o vector resultante é o que vai desde a orixe do primeiro ata o extremo do último que colocamos.

Vexámolo cun exemplo. Queremos sumar os vectores seguintes:

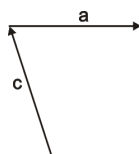


Collemos un vector calquera dos tres e desprazámolo para un novo debuxo. Logo imos engadindo os demais. Fíxese ben como é o proceso:

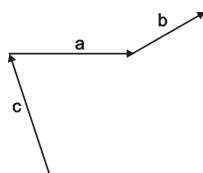
- 1º. Collemos un vector calquera, por exemplo o c.



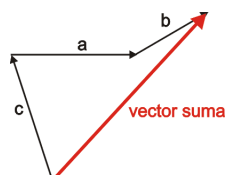
- 2º. No extremo do vector c colocamos outro vector, por exemplo o vector a.



- 3º. Engadimos o vector que falta do mesmo xeito.



- 4º. O vector resultante é o vector que vai desde a orixe do primeiro ata o extremo do último.



Para sabermos o módulo do vector resultante por este método do polígono, temos que facer o debuxo a escala e medir a lonxitude do vector suma.

No caso especial, e frecuente, de termos que sumar dous vectores perpendiculares, podemos calcular o módulo do vector suma usando o teorema de Pitágoras:

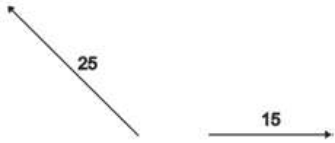
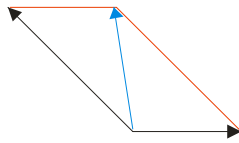
Vectores para sumar	Trazamos liñas auxiliares	Vector resultante

O módulo do vector da suma anterior é:

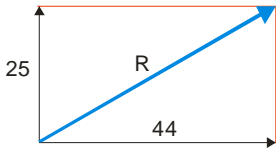
$$S = \sqrt{a^2 + b^2} \rightarrow S = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50$$

### Actividades resoltas

Suma polo método do paralelogramo os vectores que se indican, mediante un debuxo a escala medindo o módulo do vector resultante da suma:

Vectores	Resultado
	 <p>O módulo do vector resultante sabémolo medindo a lonxitude do vector suma (azul na figura). Debe darlle un módulo de 17,9 aproximadamente.</p>

Calcule a suma de dúas forzas perpendiculares, unha de 25 N e outra de 44 N. Debuxe os vectores e o vector suma.

	<p>O módulo do vector suma calculámolo usando o teorema de Pitágoras:</p> $R = \sqrt{25^2 + 44^2} = \sqrt{625 + 1936} = 50,61$
--	--

### Actividades propostas

**S2.** Debuxe e calcule o módulo do vector resultante de sumar os vectores seguintes:

- Un de módulo 4, vertical cara a arriba máis un de módulo 3 vertical cara a arriba e máis outro de módulo 9 vertical e sentido cara a abaixo.
- Tres vectores inclinados  $45^\circ$ , de módulos 3, 6 e 1 respectivamente, os dous primeiros dirixidos cara á dereita e o terceiro dirixido cara á esquerda.

**S3.** Suma as forzas polo método do polígono; logo mida o módulo da forza resultante.

	
---	--

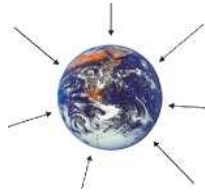
**S4.** O resultado de sumar dúas forzas perpendiculares é un vector de módulo 53,85 N. Se unha das forzas que se sumou vale 20 N, canto vale a outra forza?

### 2.1.5 Forzas no noso contorno

Os corpos exércense forzas entre si continuamente. Cando dous corpos se fan forza un ao outro dicimos que *interactúan*. Imos estudar algunhas das forzas máis frecuentes e, xa que logo, máis importantes no noso contorno.

#### Peso

A Terra atrae a todos os corpos que hai arredor dela cunha forza que chamamos *peso*. Esta forza está dirixida sempre cara ao centro do planeta; nun lugar calquera da superficie terrestre o peso está dirixido xusto cara ao chan, cara a abaixo.

O peso é unha forza, e daquela mídese en newtons. Na fala cotiá as persoas confunden con moita frecuencia peso con masa: non son o mesmo. Na táboa ten algunhas diferenzas entre estas dúas magnitudes:	Masa	Peso	
	Magnitude fundamental	Magnitude <i>derivada</i>	
	Magnitude escalar	Magnitude vectorial	
	Mídese en kg	Mídese en newtons	
	Constante	Variable	

O peso dun corpo calcúlase coa fórmula seguinte:

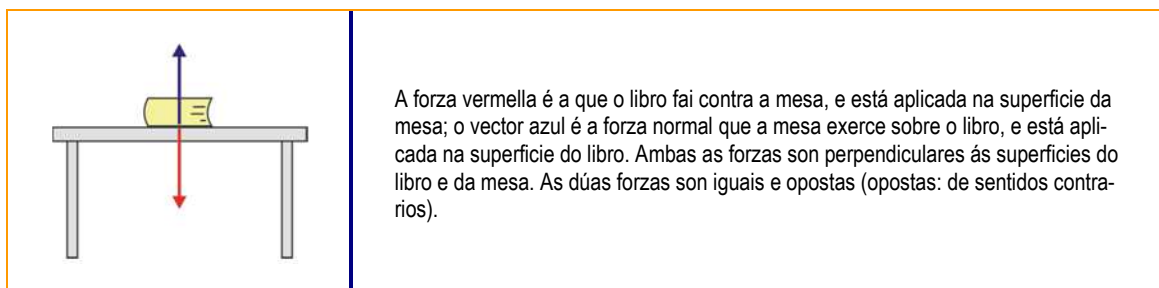
$$p = m g$$

onde  $m$  é masa do corpo (expresada en kg), e  $g$  é a aceleración da gravidade, que, como xa sabe, na superficie do noso planeta vale  $9,8 \text{ m/s}^2$ ; na Lúa e noutros planetas ten un valor diferente. O mesmo corpo pode pesar diferente en sitios distintos; na Lúa non pesamos o mesmo que na Terra, aínda que teñamos os mesmos quilogramos.

#### Forza normal

Sempre que dous corpos están en contacto fanse presión mutuamente, de xeito que se comprimen entre eles. A esta forza chamámola normal (en matemáticas *normal* significa *perpendicular*). Non hai fórmula para a calcular, e o seu valor depende de canto se compriman os dous corpos en contacto. As forzas normais son sempre perpendiculares ás superficies dos corpos no punto de contacto.

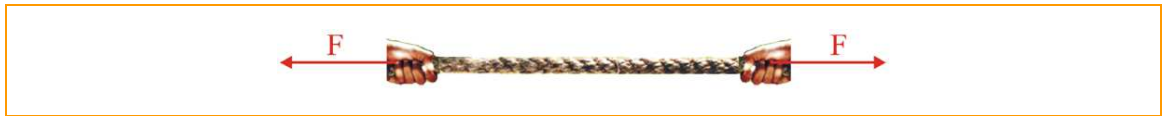
*Exemplo:* un libro está en repouso enriba dunha mesa. O libro preme na mesa debido ao seu peso, e como reacción a mesa comprime o libro. Fíxese como son as dúas forzas:



Neste exemplo podemos calcular o valor da forza normal. Como o libro está en repouso, a forza total que actúa sobre el ten que ser cero. E sobre o libro actúan dúas forzas: o peso cara a abaixo e a normal que lle fai a mesa cara a arriba; daquela, a normal e o peso, neste caso, valen o mesmo. Pero noutros casos non, así que non confunda o peso coa normal.

### Tensión en fíos, cables e resortes

Se collemos unha corda ou un fío coas mans e tiramos cara a fóra, a corda tensa:



Cando a corda ou o fío están tensos, sempre estiran un pouco (aínda que non se note a simple vista) e fan forza cara a dentro deles, intentando recuperar o seu tamaño inicial:

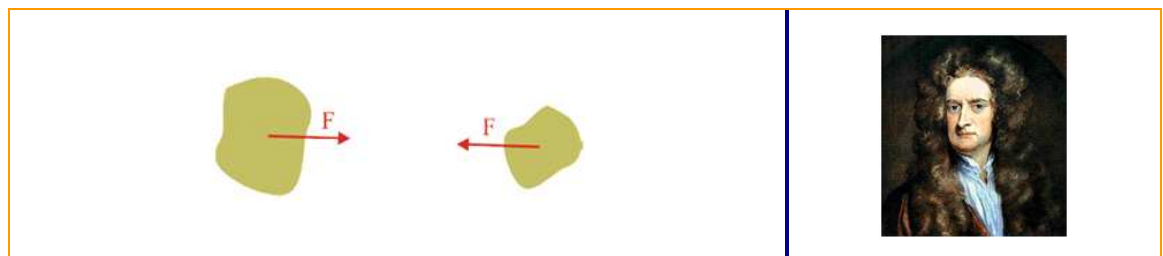


Cos resortes ocorre algo semellante, cando están estirados os extremos fan forza cara a dentro, pero cando están comprimidos fan forza cara a fóra:

Resorte sen comprimir nin estirar	Resorte estirado	Resorte comprimido

### Forzas gravitatorias

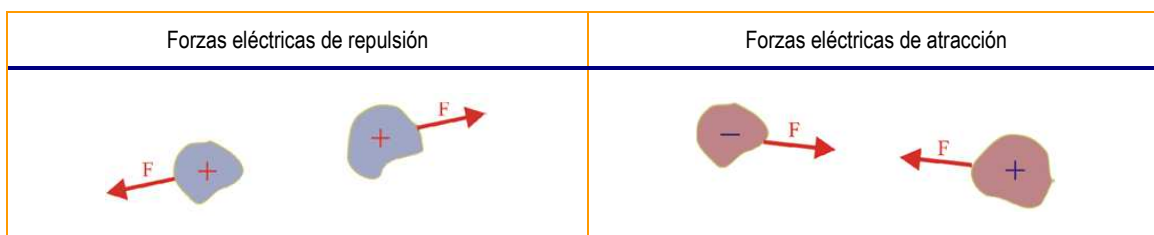
Isaac Newton (1643-1727) descubriu que dous corpos calquera, polo simple feito de teren masa, atraíense mutuamente entre eles. Estas forzas de atracción (nunca son de repulsión) chámanse forzas gravitatorias. Estudaremos con máis detalle estas forzas na unidade didáctica seguinte.



### Forzas eléctricas

En unidades anteriores vimos que a materia está formada por átomos, e que estes teñen protóns (con carga positiva) e electróns (con carga negativa). Se un átomo perde ou gaña algún electrón a súa carga total non é cero. E como os corpos están feitos de átomos, un corpo pode ter carga total positiva ou negativa.

Dous obxectos que teñan carga eléctrica fanse forza mutuamente. Se as cargas son do mesmo signo (as dúas positivas ou as dúas negativas) os corpos repélense, e se son de distinto signo atraíense:



- A fórmula para calcular a forza coa que se atraen ou repelen dúas cargas eléctricas é semellante a das forzas gravitatorias; foi deducida por Charles-Augustin de Coulomb (1736-1806) no ano 1785:

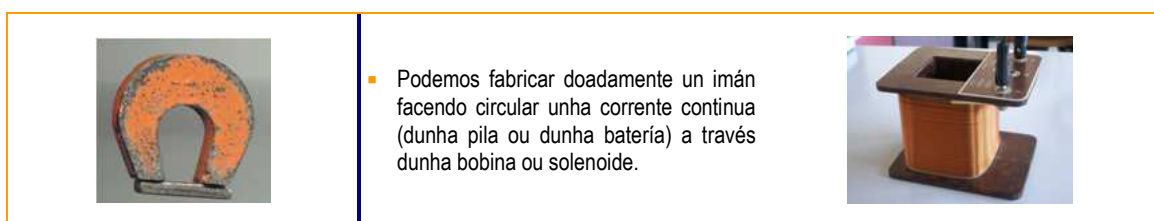
$$F = K \frac{Q_1 \times Q_2}{d^2}$$



A unidade de carga eléctrica é o coulomb, de símbolo C. Equivale á carga total de  $6,25 \cdot 10^{18}$  electróns. O valor da constante  $K$  depende da substancia que haxa entre as cargas; se non hai nada, ou aire,  $K$  vale  $9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ ; se hai auga, por exemplo, vale 80 veces menos.

### Forzas magnéticas

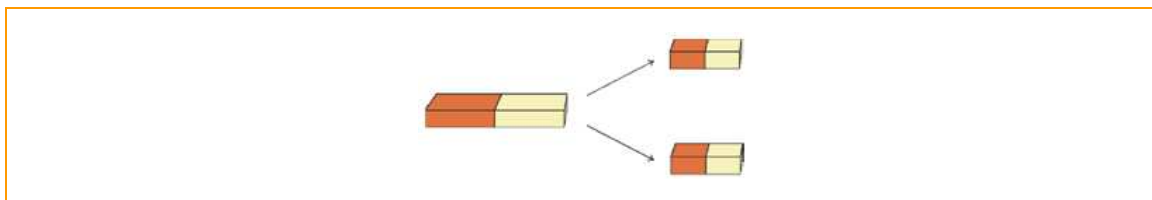
Son coñecidas desde moi antigo; o imán natural (a *magnetita*) é un mineral que atrae a outros imáns e a anacos de ferro. Hoxe sabemos que o magnetismo é producido por cargas eléctricas en movemento, isto é, por correntes eléctricas. Nos imáns naturais estas correntes son debidas ao movemento organizado dos electróns.



Os imáns sempre teñen dous polos, chamados polo norte e polo sur. Os polos distintos atraíense entre si, e os polos iguais repélense. As forzas magnéticas diminúen ao afastar os imáns ou o imán e o ferro. As fórmulas para calcular o valor das forzas magnéticas son algo complicadas, non as vemos aquí.



Un imán sempre ten un polo norte e un sur, é imposible separalos; se un imán rompe, os dous anacos resultantes teñen, cada un deles, os seus polos norte e sur:



Os imáns e as correntes eléctricas fanse forza entre si mutuamente. Este é o fundamento dalgúns aparellos eléctricos moi utilizados, como os relés e os motores eléctricos.

O planeta Terra compórtase como un imán. Na actualidade, o polo Norte xeográfico está moi preto do polo sur magnético, e o polo sur xeográfico preto do polo norte magnético. Pero ao longo da historia do planeta a posición dos polos magnéticos cambiou moitas veces, e segue a cambiar. As perigosas partículas atómicas con carga eléctrica procedentes do Sol e do espazo exterior son desviadas polo campo magnético cara aos polos magnéticos, que son zonas deshabitadas, non producindo por tanto danos nas persoas.

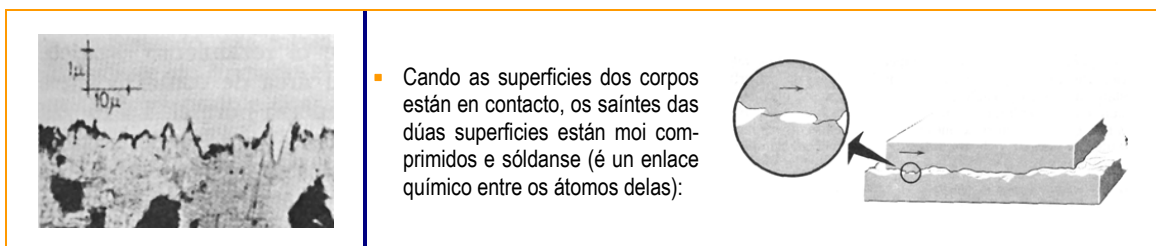
Unha das utilidades dos imáns é a produción de correntes eléctricas alternas. Busque información en internet sobre o tema, como por exemplo nesta páxina web:

- [<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0226-01/capitulo2.html>]

## Forzas de rozamento

Cando intentamos arrastrar un armario sabemos que temos que facer bastante forza. A xente cre que é debido a que o armario *pesa moito*, pero isto non é de todo certo. Se pomos uns panos entre as patas do armario e o chan, temos que facer menos forza para o mover, e o armario segue a pesar o mesmo!

Sempre que dous corpos están en contacto apertados un contra o outro e queremos mover un deles aparece unha forza que dificulta este movemento: é a forza de rozamento. É debida a que as superficies dos corpos nunca son totalmente lisas, polo menos a nivel microscópico; obsérveo na fotografía do corte dun aceiro puído:

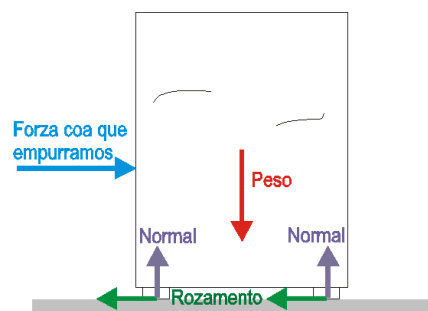


Para conseguir que o armario comece a moverse temos que empurralo e romper estas soldaduras. Logo de estar en movemento, terá observado que para que siga movéndose hai que empurrar con menos forza: é debido a que os saíntes teñen pouco tempo para acabar de soldarse de todo entre eles, e o armario roza menos.

Canto máis apertados estean os dous corpos un contra o outro (a forza normal, lembre), maior é o número de puntos soldados entre eles, razón pola que a forza de rozamento é directamente proporcional á forza normal e escribímolo así:  $F = \mu N$ , sendo  $\mu$  o *coeficiente de rozamento*, cuxo valor depende das características das superficies en contacto, e  $N$  é a forza normal. Os coeficientes de rozamento adoitan valer entre 0 e 1; non teñen unidades, son números sen unidades (son o cociente de dúas forzas:  $\mu = F/N$ ).

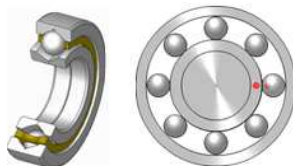


- A forza de rozamento sempre é paralela ás superficies en contacto, e de sentido contrario ao movemento do corpo:



Hai dous tipos de forzas de rozamento: a forza de rozamento estática e a forza de rozamento dinámica (ou cinética). A primeira é a que hai entre dous corpos cando están en repouso, e a segunda é a forza de rozamento entre dous corpos cando un deles se move sobre o outro. A forza de rozamento estática adoita ser maior que a dinámica, polo que o coeficiente de rozamento estático tamén é maior que o coeficiente de rozamento dinámico.

- Os rozamentos son ás veces prexudiciais, como nas pezas móbiles dos motores; o rozamento entre pezas metálicas é moi grande e pode desgastalas, por iso hai que lubricalas con graxas, aceites ou grafito. Os rodamentos e as chumaceiras son outros mecanismos para diminuír o rozamento.



- Pero outras veces as forzas de rozamento son moi útiles: se non as houberse non poderíamos camiñar (esvariaríamos!) nin coller un bolígrafo para escribir; os parafusos non apertarían e os cravos saírían do seu sitio. Os embragues dos automóviles tamén usan o rozamento no seu funcionamento.

## Actividades resoltas

Calcule o seu peso en newtons. Se non sabe a súa masa, calcule o peso dunha persoa de 60 kg.

$$\text{peso} = m \cdot g = 60 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 588 \text{ N}$$

Realice os seguintes cálculos:

a) Calcule as forzas coas que se atraen unha carga de 1,5 C e unha de 0,2 C que están separadas 1 km de distancia (entre elas hai aire).

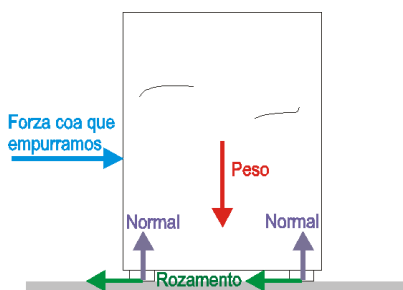
b) Calcule a distancia a que teñen que estar dúas cargas de 5  $\mu\text{C}$  para que se repelan cunha forza de 1 N no baleiro.

$$\text{a) Usamos a lei de Coulomb: } F = K \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1,5 \cdot 0,2}{1000^2} = 2700 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } F &= K \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2} \Rightarrow 1 \text{ N} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{d^2} \Rightarrow d^2 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{1} = 0,225 \Rightarrow \\ &\Rightarrow d = \sqrt{0,225} = 0,47 \text{ m} = 47 \text{ cm} \end{aligned}$$

Do resultado das actividades anteriores dedúcese que unha carga de 1 C é moi grande; as forzas eléctricas diminúen rápido ao aumentar a distancia entre cargas.

O armario do debuxo ten unha masa de 90 kg, e o coeficiente de rozamento entre as patas e o chan é de 0,26.



- a) Calcule o peso do armario.
- b) Ache o valor da forza normal entre as patas e o chan.
- c) Calcule o valor da forza de rozamento.
- d) Con canta forza teremos que empurrar nós o armario se queremos que empece a moverse?
- e) Se baleiramos o armario de roupa e outras cousas, a súa masa descende ata 70 kg. Canto valerá agora a forza de rozamento?

- a) peso do armario =  $m \cdot g = 90 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 882 \text{ N}$
- b) A forza normal ten que igualar ao peso; a normal vale entón 882 N.
- c) A forza de rozamento é  $F_{roz} = \mu \cdot N = 0,26 \cdot 882 \text{ N} = 229,32 \text{ N}$
- d) Para que o armario comece a ser mover temos que empurralo cunha forza igual ou maior que a forza de rozamento, é dicir, 229,32 N.
- e) Peso do armario baleiro =  $m \cdot g = 70 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 686 \text{ N}$ ; a forza de rozamento é entón  $F_{roz} = \mu \cdot N = 0,26 \cdot 686 \text{ N} = 178,36 \text{ N}$

Cando arrastramos unha lavadora de 60 kg observamos que para que empece a moverse temos que empurrala cunha forza de 490 N, e para que siga en movemento sen parar temos que empurrala cunha forza de 410 N.

- a) Canto valen as forzas de rozamento estática e dinámica?
- b) Canto valen os coeficientes de rozamento estático e cinético?
- c) Se cargamos a lavadora con 6 kg de roupa e queremos movela, con canta forza teremos que empurrala?

- a) A forza de rozamento estática é igual á forza necesaria para empezar a moverse, daquela vale 490 N. E a forza de rozamento dinámica é igual á forza que hai que facer para que a lavadora siga en movemento: 410 N.

b)

$$\mu_{estático} = \frac{F_{roz\ est}}{N} = \frac{490 \text{ N}}{peso} = \frac{490 \text{ N}}{60 \cdot 9,8 \text{ N}} = 0,83$$

$$\mu_{dinámico} = \frac{F_{roz\ din}}{N} = \frac{410 \text{ N}}{peso} = \frac{410 \text{ N}}{60 \cdot 9,8 \text{ N}} = 0,70$$

c)

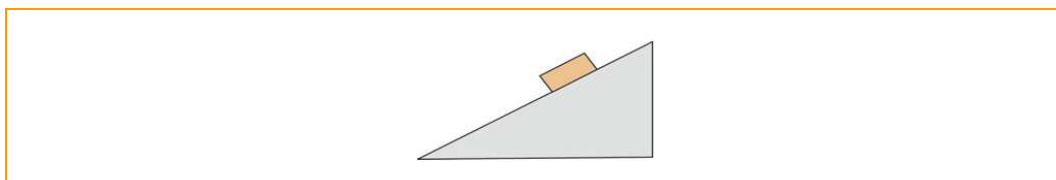
$$\text{Peso da lavadora} = 66 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 646,8 \text{ N}$$

$$F_{roz} = \mu N = 0,26 \cdot 646,8 \text{ N} = 168,2 \text{ N}$$

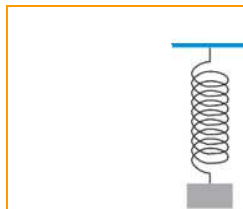
Observe que neste exercicio o peso da lavadora é igual á forza normal coa que o chan a empurra cara a arriba.

## Actividades propostas

- S5.** Na Lúa a gravidade vale  $1,6 \text{ m/s}^2$  aproximadamente. Canto pesaría vostede na superficie lunar?
- S6.** Faga un debuxo da Terra e debuxe o vector peso para un corpo que estea no Polo Sur. Os corpos alí caen cara a arriba? Explíqueo.
- S7.** Que pesa máis, un quilo de palla ou un quilo de chumbo? Terá oído algunha vez esta pregunta. A resposta dos listos é pesan o mesmo, pero realmente é así? Depende do lugar en que estean a palla e o chumbo?
- S8.** Estando de pé, canto valen as forzas normais entre os seus zapatos e o chan?
- S9.** Un bloque de pedra está en repouso enriba dunha costa. Razoe se neste caso o peso da pedra e a normal entre ela e a costa valen o mesmo. Teña en conta a dirección e o sentido de cada unha desas forzas.



- S10.** Un corpo de  $4 \text{ kg}$  está pendurado dun resorte. O conxunto está en repouso.



- Debuxe as forzas que actúan sobre o corpo.
- Calcule o peso do corpo.
- Calcule canto forza está a facer o resorte sobre o corpo.

- S11.** Un camión remolca un coche cunha corda.

- Debuxe as forzas:
  - Que actúan sobre o camión.
  - Que actúan sobre o coche.
  - Que actúan sobre a corda.

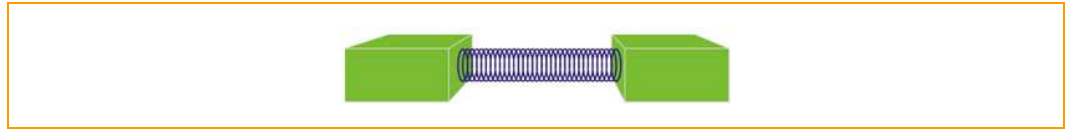


- S12.** Entre na páxina web que se indica e observe como vai aumentando a forza que exerce un resorte cando se estira.

[http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales\\_didacticos/estatica/estatic2.htm](http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/estatica/estatic2.htm)



- S13.** Dous corpos están unidos mediante un resorte comprimido. Debuxe as forzas que o resorte lle fai a cada un dos corpos:



- S14.** Debuxe as forzas eléctricas que se exercen os dous corpos cargados da figura:



### Actividade de internet

Consulte as páxinas web que se indican, onde poderá repasar e aprender máis sobre o rozamento.

- [<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/rozamiento/general/rozamiento.htm>]
- [[http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales\\_didacticos/rozamiento/index.htm](http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/rozamiento/index.htm)]

## 2.2 Estruturas

Unha estrutura é un conxunto de elementos que poden soportar cargas e pesos sen romper e sen case deformarse. O noso contorno está cheo de estruturas, algunhas naturais (esqueletos dos seres vivos, árbores, cunchas...) e outras artificiais (edificios, pontes, acuedutos, guindastres, cadeiras, antenas, bicicletas...)



As estruturas serven para moitos propósitos: soportar pesos (piases, trabes...), salvar distancias (pontes, guindastres, *teleféricos*...), protexer obxectos (embalaxes) ou dar rixidez a outros elementos. Unha estrutura debe ser resistente, ríxida e estable: resistente para soportar as cargas sen romper, ríxida para o facer sen deformarse apreciablemente e estable para se manter en equilibrio.

### 2.2.1 Elementos das estruturas

#### Piares e columnas

Son estruturas verticais coa función de soportaren cargas ou o peso doutras partes da estrutura global. Poden ser de materiais diversos: madeira, formigón, aceiro, pedra, ladrillos, etc. Os piares adoitan ter forma xeométrica regular cadrada ou rectangular, e as columnas son de sección circular.

#### Trabes ou vigas e viguetas

- Son pezas horizontais.
- Forman parte dos forxados nas construcións.



#### Arcos

- Son elementos moi utilizados ao longo da historia para soportar cargas e transmitilas cara aos elementos que soportan a estrutura (muros, piares...)



## Tirantes

- Son cables que unen dous puntos distantes dunha estrutura e que están sometidos a esforzos de tracción (veremos isto máis adiante).



## Cimentos ou alicerces

Son os encargados de soportar e repartir no chan o peso da estrutura. Normalmente son de formigón, ferro ou aceiro.

## Forxado

É a estrutura horizontal ou algo inclinada formada por trabes, viguetas, bovedillas e formigón, que serve de chan e teito.

## 2.2.2 Esforzos que soportan os elementos das estruturas

Os elementos dunha estrutura deben soportar o seu propio peso e ademais outras forzas e cargas que actúan sobre eles. Isto orixina esforzos neles, que vemos de contado.

### Tracción

- Son forzas que tenden a estirar o elemento.
- Os tirantes están sempre sometidos a traccións nas estruturas, como nas pontes, guindastres, antenas...



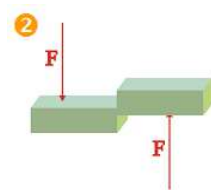
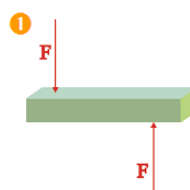
### Compresión

- Son esforzos que tenden a comprimir o elemento.
- Os piares e columnas soportan esforzos de compresión



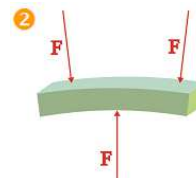
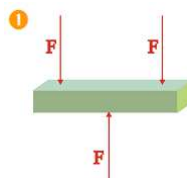
### Cisalla ou cortadura

- Prodúcese cando se aplican forzas perpendiculares ao elemento que tenden a rompelo.
- O puntos de apoio das trabes están sometidas a este tipo de esforzos.



## Flexión

- É unha combinación de tracción e compresión.
- No exemplo a parte superior do elemento estira (aumenta a lonxitude) polo esforzo de tracción, e a inferior diminúe polo esforzo de compresión. Un andel con libros está sometido a un esforzo de flexión.



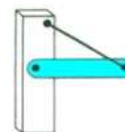
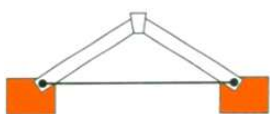
## Torsión

- Os esforzos de torsión son os que fan retorcer a unha peza arredor do seu eixe central.
- Os eixes, as manivelas e os cegoñais están sometidos a esforzos de torsión.



## Actividade resolta

Analice o tipo de esforzos a que están sometidos os elementos das estruturas:



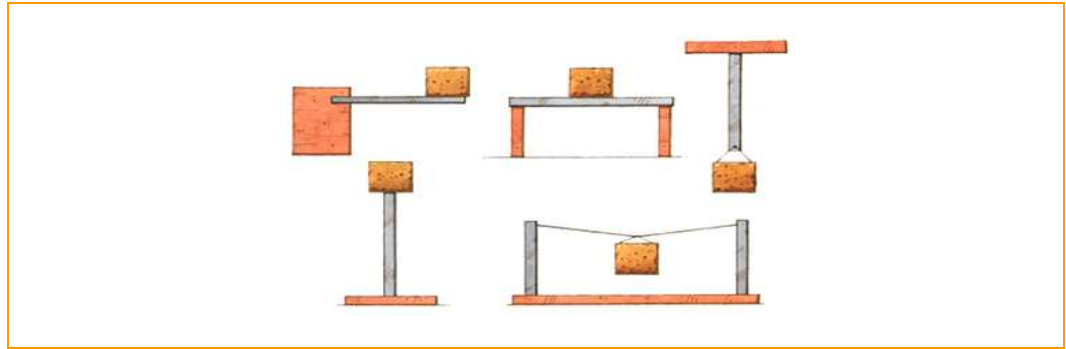
- a) Figura da esquerda. O elemento horizontal está sometido a tracción; os inclinados a compresión.  
b) O tirante inclinado está sometido a tracción, e o elemento azul horizontal a compresión.

## Actividades propostas

**S15.** Determine o tipo de esforzo ao que están sometidos os elementos seguintes; no caso de que sexan varios, escolla o máis importante:

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>O cable dun guindastre.</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>A trabe nunha casa.</li> </ul>                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>O extremo do trampolín dunha piscina.</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>A chave dentro da fechadura ao intentarmos xirala.</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>O fémur (óso da perna) cando está de pé.</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>A columna dun edificio.</li> </ul>                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>As zapatas dun edificio.</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Un parafuso cando o estamos apertando.</li> </ul>             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>E os cables da ponte de Rande, sobre a ría de Vigo...</li> </ul> |  |

**S16.** Determine a que tipo de esforzo están sometidas as barras grises nestes casos:



### Experiencia práctica

<ul style="list-style-type: none"> <li>Coa serra de marquetaría constrúa a peza que amosa a figura con cortiza ou outro material flexible, e apóiea en dous soportes:</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Exerza unha forza vertical cara a abaixo no centro da peza. <ul style="list-style-type: none"> <li>Como cambia a separación entre os dentes superiores? <i>Diminúe.</i></li> <li>Como cambia a distancia entre os dentes da parte inferior? <i>Aumenta.</i></li> <li>A que tipo de esforzo estamos sometendo a peza? <i>A unha flexión.</i></li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pegue unha tira de papel na parte superior e outra na inferior (ve a figura) e repita a experiencia. <ul style="list-style-type: none"> <li>Explique o que ocorre agora. <i>A tira de papel inferior impide que os dentes inferiores se separen, daquela a peza enteira defórmase moito menos.</i></li> </ul> </li> </ul>	

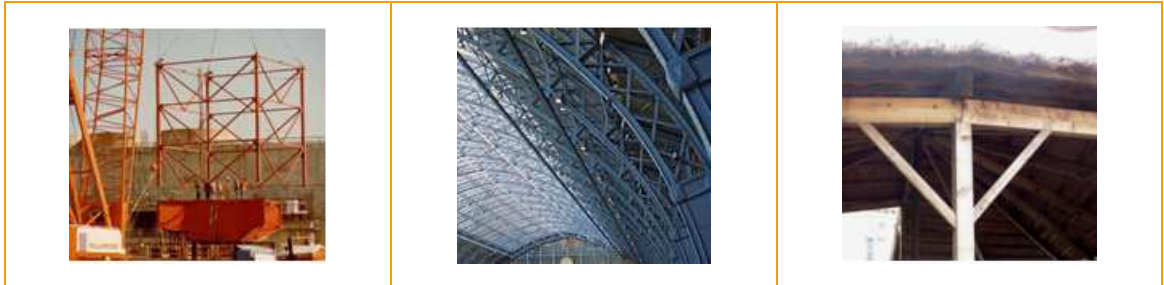
## 2.2.3 Triangulación de estruturas

### Experiencia práctica

<ul style="list-style-type: none"> <li>Con pezas tipo <i>mecano</i> constrúa un triángulo, un cadrado, un pentágono e un hexágono, sen apertar demasiado os parafusos. Probe logo a intentar deformar cada unha das pezas. <ul style="list-style-type: none"> <li>Que observa?</li> </ul> </li> </ul>	
---	--

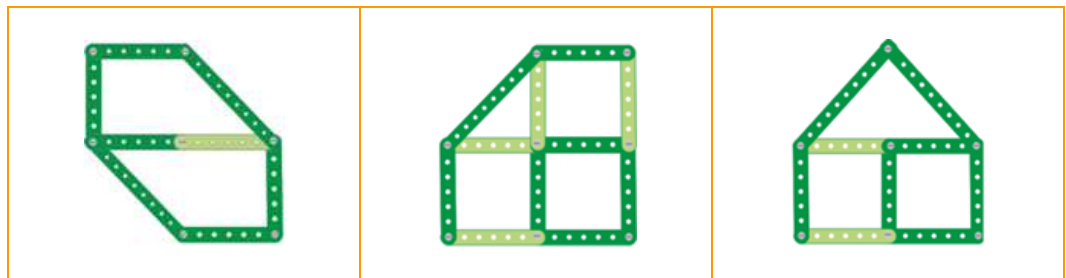


Xa ve que a única estrutura que non se deforma cando se lle fai forza é o triángulo. Esta é a razón pola que se utiliza a *triangulación* para construír estruturas ríxidas. As estruturas trianguladas, tanto planas como espaciais (tetraedros) empréganse sobre todo na construción de estruturas metálicas como guindastres, naves industriais, postes de alta tensión, cubertas de edificios, etc. Actualmente estanse a utilizar tamén outro tipo de estruturas.



### Actividade proposta

- S17.** As estruturas articuladas da figura seguinte non son ríxidas. Determine o número mínimo de elementos que ten que engadir a cada unha para facelas indeformables, e o lugar onde debe colocalos:



## 2.3 Recuncho de lectura

No século XX os físicos pensaban que na natureza había catro forzas fundamentais: a gravitatoria, a electromagnética, a forza débil e a forza forte. A forza gravitatoria, descuberta por Newton, é a responsable dos movementos de planetas, galaxias, satélites, etc. A forza eléctrica e a forza magnética, que foron descubertas como independentes, quedaron unificadas nunha única forza electromagnética ao descubrir que o magnetismo e a electricidade tiñan unha orixe común. As forzas gravitatoria e electromagnética son de longo alcance e por iso notámolas na nosa vida cotiá. As forzas débil e forte (así chamadas porque a primeira é máis débil que a electromagnética e a segunda máis forte) son de moi curto alcance (aproximadamente 10-15 m), polo que non as apreciamos; a forza débil é a responsable da desintegración das partículas subatómicas, e a forza forte é a que mantén unidos a protóns e neutróns.

Os físicos levan anos traballando para intentar unificar estas catro forzas. Xa o conseguiron coas forzas electromagnética e débil: a enerxías suficientemente altas as dúas forzas son a mesma, a forza electrodébil. Pero a forza gravitatoria resístese a ser unificada: son necesarias novas teorías ou novos achados.

Hai poucos anos os astrónomos descubriron que as galaxias e cúmulos de galaxias están separándose cada vez máis apresa. Isto non ten explicación dentro das forzas coñecidas ata hoxe; postúlase a existencia dunha enerxía escura, xa imaxinada por Einstein pero logo rexeitada por el mesmo, ou unha forza “gravitatoria” repulsiva. O 1% do universo coñecido está formado pola materia “ordinaria”, é dicir, a que coñecemos; o 30% é materia escura (que non sabemos que é aínda) e o 70% corresponde á enerxía escura. Se todo segue así, os astrónomos dentro de 100 000 millóns de anos non verán máis que a nosa galaxia, o resto do universo estará demasiado lonxe.

A teoría actual candidata a ser a teoría fundamental unificadora é a teoría de cordas, pero carece de verificación experimental. Propón que o noso universo ten dez dimensións (tres espaciais, unha temporal e as outras microscópicas ou inobservables) e que as partículas da materia corresponden a diversos modos de vibración destas cordas. Nesta teoría de cordas, a gravidade emerxe de forma natural. O noso universo coñecido non sería máis que unha “membrana” de poucas dimensións. Outras membranas son posibles, é dicir, outros universos son posibles paralelos ao noso.

### 3. Resumo de contidos

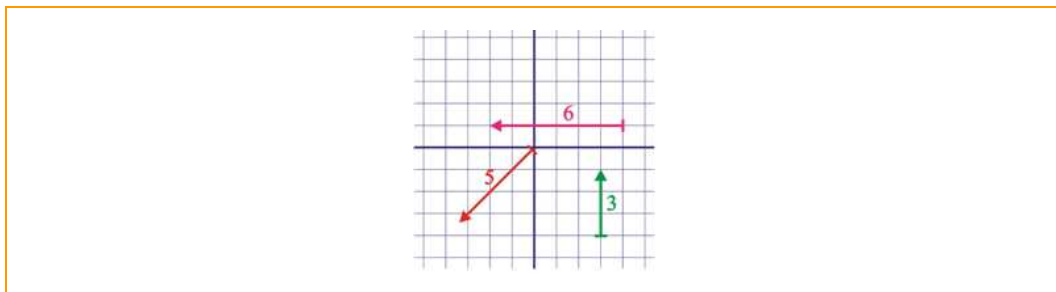
---

- **Forza.** Unha forza pode deformar un corpo ou ben cambiar algo no seu vector velocidade: cambiar a dirección do movemento (facendo a traxectoria curvilínea), cambiar o módulo (acelerar ou frear), ou cambiar o sentido do movemento (como nos rebotes). As forzas mídense en newtons no Sistema Internacional de unidades.
- **A forza é unha magnitude vectorial.** Non se suman como os números; aprenda as técnicas descritas na unidade para sumar vectores (métodos do paralelogramo e do polígono), e o cálculo do vector resultante no caso de seren perpendiculares (co teorema de Pitágoras).
- **Forzas no contorno.** As que máis frecuentemente atopamos son:
  - *Peso.* É a forza coa que o noso planeta atrae cara ao seu centro (“cara a abaixo”) todos os corpos. O peso calcúlase así:  $\text{peso} = m \cdot g$
  - *Normal.* É a forza coa que dous corpos en contacto se apertan mutuamente. As forzas normais son perpendiculares ás superficies dos corpos na zona de contacto.
  - *Tensión.* É a forza que hai nun fío tenso, é dicir, que está sometido a tracción.
  - *Forzas eléctricas.* As cargas eléctricas de igual signo (++ ou --) repélense, as de distinto signo (+ -) atráense. A forza calcúlase coa lei de Coulomb:  $F = K \frac{Q_a \cdot Q_b}{d^2}$ .
  - *Forzas magnéticas.* Son producidas polos imáns ou as correntes eléctricas (cargas en movemento).
  - *Forzas elásticas.* Os corpos ríxidos fan forza para intentar recuperar a súa forma orixinal. Esta forza é a forza elástica, e é proporcional á deformación sufrida polo corpo; canto maior é a deformación maior é forza que fai o sólido.
  - *Rozamento.* Cando un corpo se move en contacto con outro hai rozamento entre eles, o que dificulta o movemento relativo.  $F_{\text{roz}} = \mu \cdot N$
- **Elementos das estruturas.**
  - *Piares e columnas.* Soportan esforzos de compresión.
  - *Trabes ou vigas.* Están sometidos a esforzos de flexión e cisalla.
  - *Arcos.* Transmiten as cargas cara aos muros e os piares da estrutura. Soportan esforzos de compresión.
  - *Tirantes.* Son fíos que soportan tensións ou esforzos de tracción.
  - *Alicerces.* Reparten no chan o peso da estrutura.
- **Triangulación.** O triángulo é a única estrutura que non se deforma; a triangulación permite construír estruturas suficientemente ríxidas.

## 4. Actividades complementarias

### Forzas

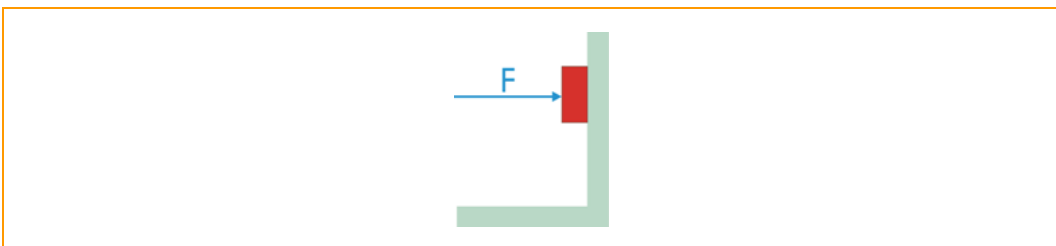
S18. Calcule a suma das forzas da figura:



S19. Remolcamos un coche tirando del con dúas cordas que forman ángulo recto entre si. Unha das forzas é de 150 N e a outra é de 200 N. Cal é a forza neta total que tira do coche?

S20. Calcule o peso dun corpo de 100 kg na Lúa se na Terra pesa 100 N. Datos:  $g$  na Terra:  $9,8 \text{ m/s}^2$  ;  $g$  na Lúa:  $1,67 \text{ m/s}^2$ .

S21. Debuxe en forma de vectores as forzas que actúan sobre o corpo vermello, que está apertado contra unha parede vertical.



S22. Razoe se son certas ou falsas estas afirmacións:

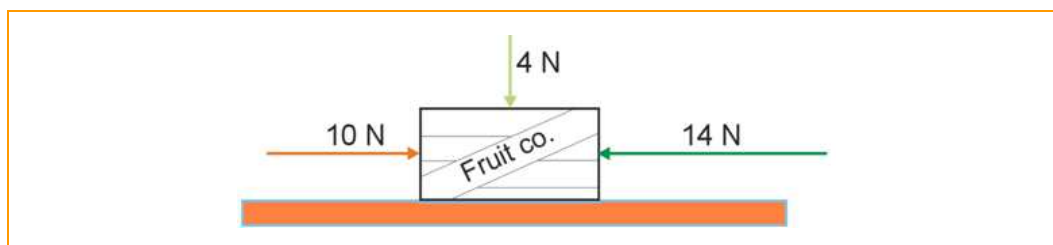
- A forza de rozamento está exercida na dirección e sentido do movemento do corpo.
- O peso é unha forza constante.
- As forzas normais entre corpos sempre van por parellas.

S23. Se non houberse rozamento entre os pneumáticos e o pavimento da estrada, podería avanzar un coche? Depende a resposta da potencia do motor?

S24. O coeficiente de rozamento entre unha mesa e o chan horizontal é de 0,45. Se a mesa ten 30 kg, que forza horizontal cómpre facer sobre ela para que se mova?

S25. Temos dúas forzas de 60 N e de 80 N que forman entre si  $60^\circ$ . Debuxe o vector forza resultante e calcule o seu módulo.

- S26.** Dous grupos de nenos tiran da mesma corda en sentidos contrarios. Un grupo de alumnos fai unha forza de 290 N, e o outro grupo fai outra de 310 N. Cal é a forza total que move a corda?
- S27.** Sobre unha caixa de froita exercemos as forzas que amosa a figura, ademais do peso da caixa (37 N). Supoña que non hai rozamento contra o chan.



- Calcule o valor, dirección e o sentido da forza total resultante sobre a caixa.
- Moverase a caixa ou non?

## Estruturas

- S28.** Coloque unha folla de cartolina enriba de dous libros separados entre si.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vaia pondo enriba da cartolina cargas ata que se deforme e non soporte a carga.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Agora dobre a cartolina en forma de arco e colóquea entre os dous libros. Póña de novo cargas sobre a cartolina. Soporta máis carga agora?</li> </ul>

## 5. Exercicios de autoavaliación

---

1. As pezas que compoñen un arco chámanse doelas. A doela superior (a que está enriba de todo) é a clave. Debuxe as forzas as que está sometida a clave nun arco.
- 

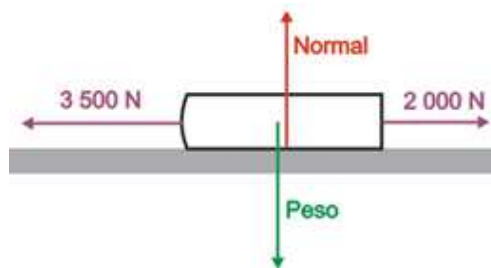
2. Unha lámpada colga de dúas cordas do teito. Debuxe todas as forzas que actúan sobre as cordas e sobre a lámpada:
- 



3. A suma de dúas forzas perpendiculares de 40 N e 60 N respectivamente dá como resultado outra forza de módulo:
- 

- ☐ 100 N
- ☐ 20 N
- ☐ 72 N
- ☐ 80 N

4. Sobre o corpo da figura (100 kg) actúan as forzas que ve nela. O coeficiente de rozamento vale 0,30. Calcule o módulo das forzas que faltan e debuxe a forza total que sofre o corpo:
- 



5. Chanta na terra un poste de ferro alto e estreito. Para lle dar estabilidade decide unirle á súa parte superior varias cordas atadas a estacas no chan. Cantos tirantes como mínimo debe usar:
- 

- ☐ 2
- ☐ 4
- ☐ 3
- ☐ 1

6. Que elementos lle engadiría ao moble da figura (un moble de andeis) para lle dar rixidez?

---

- ☐ Tirantes.
- ☐ Triángulos.
- ☐ Zapatas.
- ☐ Escuadras.



7. A forza eléctrica entre un protón (carga positiva) e un neutrón (sen carga) é:

---

- ☐ Repulsiva.
- ☐ Atractiva.
- ☐ Non hai forza entre eles.
- ☐ Cos datos que temos non se pode saber.

## 6. Solucionarios

### 6.1 Solucións das actividades propostas

S1.

a) Multiplicamos os 100 N polo factor de conversión 1 kp/9,8 N para pasalos a quilopondios:

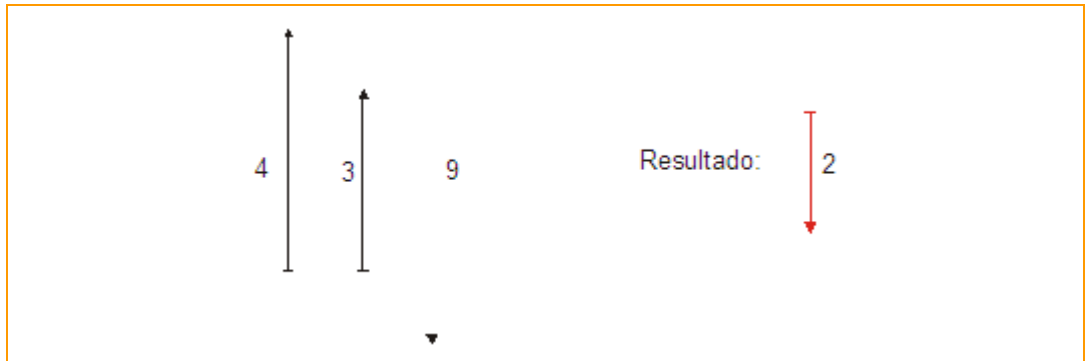
$$100\text{ N} \cdot \frac{1\text{ kp}}{9,8\text{ N}} = 10,2\text{ kp}$$

b) Do mesmo xeito ao caso anterior,

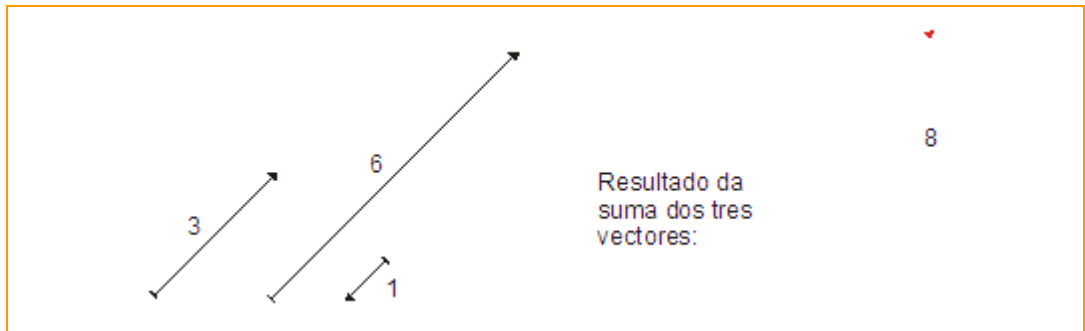
$$25\text{ kp} \cdot \frac{9,8\text{ N}}{1\text{ kp}} = 245\text{ N}$$

S2.

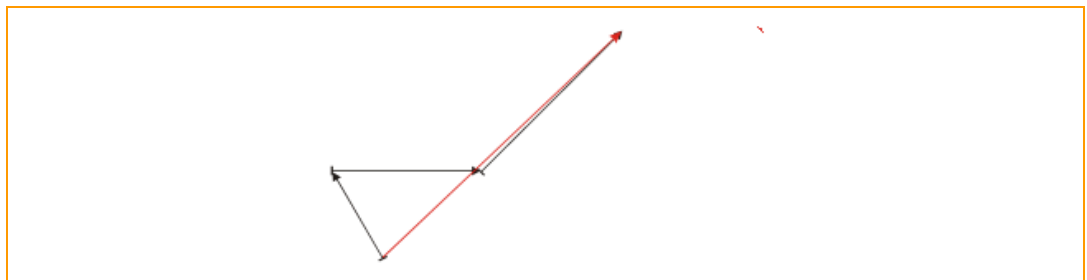
a)



b)



S3.





S4.

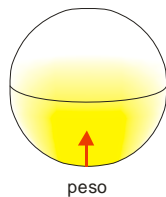
$$53,85 = \sqrt{F^2 + 20^2} \rightarrow 53,85 = \sqrt{F^2 + 400}. \text{ Elevamos ao cadrado os dous membros}$$

$$\text{da ecuación para eliminar a raíz: } 53,85^2 = \left(\sqrt{F^2 + 400}\right)^2 \rightarrow 2899,8 = F^2 + 400 \rightarrow$$

$$F^2 = 2899,8 - 400 = 2499,8 \rightarrow F = \sqrt{2499,8} = 50 \text{ N}$$

S5.  $\text{peso} = m g = 60 \text{ kg} \cdot 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 96 \text{ N}$

S6.



- O vector peso está sempre dirixido cara ao centro da Terra.
- No Polo Sur os corpos tamén caen “cara a abaixo”, xa que “abaixo” significa “en dirección cara ao centro da Terra”.

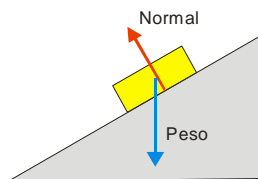
S7.

Se a palla e o chumbo están no mesmo sitio da Terra si que pesan o mesmo. Pero se estivesen en puntos distintos do planeta, non pesarían exactamente igual os dous, xa que o valor da gravidade varía duns puntos a outros na Terra. Por exemplo, os dous corpos non pesarían o mesmo se un deles estivese en Santiago de Compostela e o outro en París.

S8.

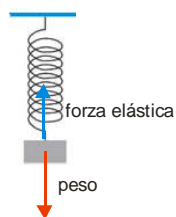
Os zapatos e o chan apértanse cunha forza igual ao noso peso.

S9.



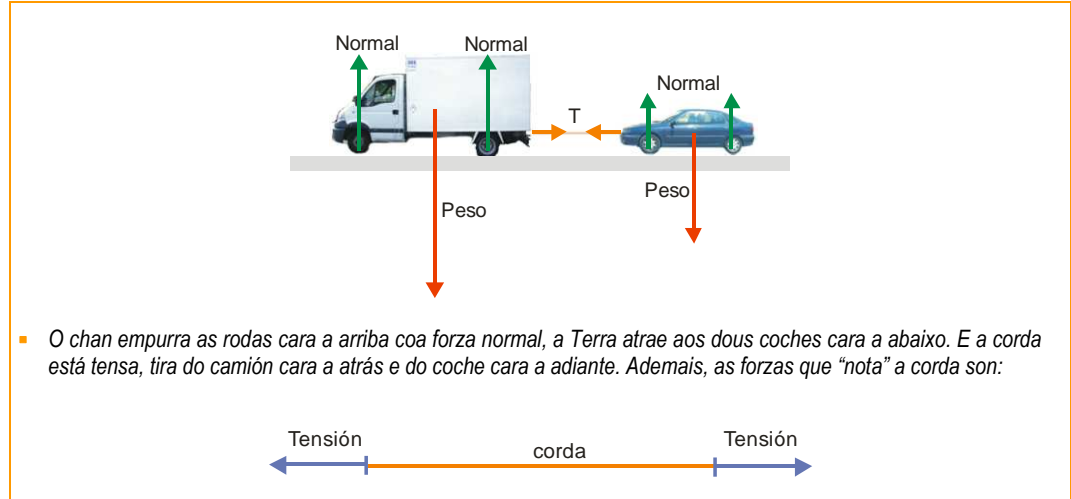
- O peso é unha forza vertical dirixida cara a abaixo, entanto que a normal é perpendicular á costa inclinada e non é vertical. Por iso os dous vectores non poden ser iguais. Ademais os seus módulos tamén son diferentes.

S10.



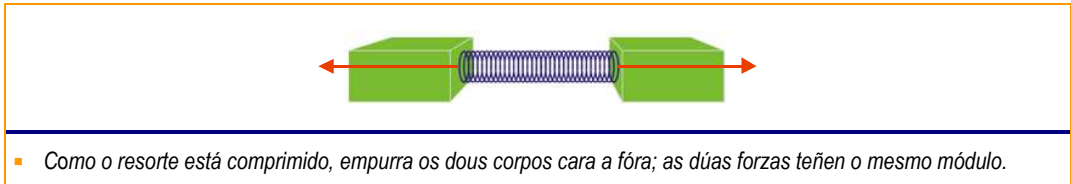
- a) Hai dúas forzas: a que fai o resorte cara a arriba e a do peso cara a abaixo.
- b)  $\text{peso} = m g = 4 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 39,2 \text{ N}$
- c) Como o corpo non se move, a forza total sobre el ten que ser cero; daquela a forza que fai o resorte cara a arriba ten que ter igual módulo que o peso cara a abaixo; a forza do resorte vale tamén 39,2 N.

S11.

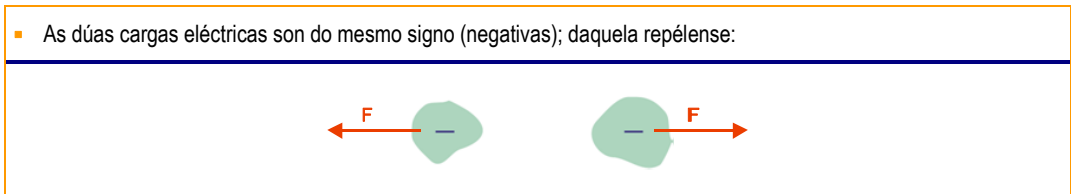


S12.

S13.



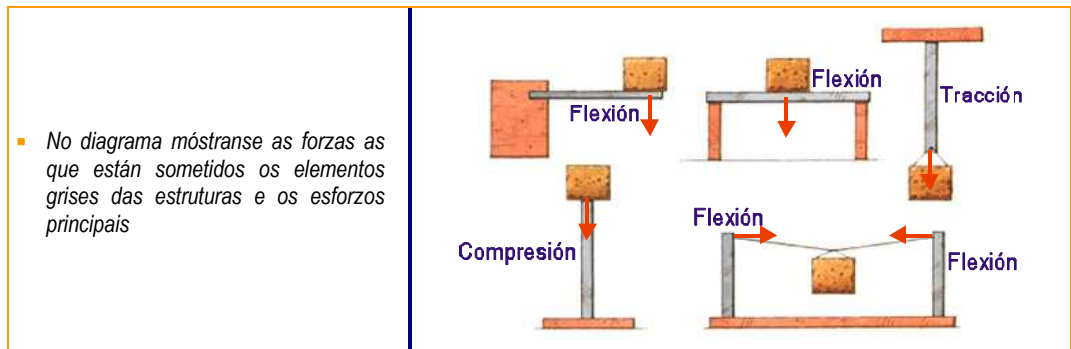
S14.



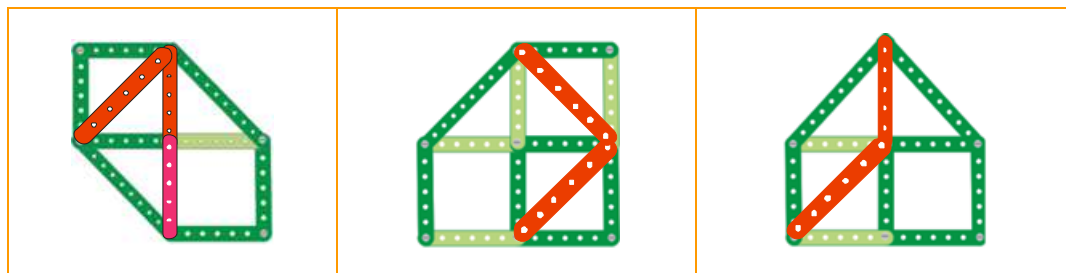
S15.

▪ Cable do guindastre: tracción.	▪ Chave: torsión.	▪ Zapatas: compresión.
▪ Trabe dunha casa: flexión e cisalla.	▪ Fémur: compresión.	▪ Parafuso: torsión.
▪ Extremo dunha táboa: flexión e cisalla.	▪ Columna: compresión.	▪ Cables da ponte: Tracción.

S16.



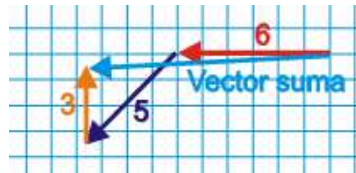
**S17.** Os elementos engadidos represéntanse en vermello:



## 6.2 Solucións das actividades complementarias

S18.

- Utilizamos o método do polígono para sumar as tres forzas. Desprazamos os vectores de xeito que situamos un de seguido do anterior:



S19.

- Como as forzas son perpendiculares sumámoslas usando o teorema de Pitágoras:

$$F = \sqrt{150^2 + 200^2} = \sqrt{22500 + 40000} = 250 \text{ N}$$

S20.

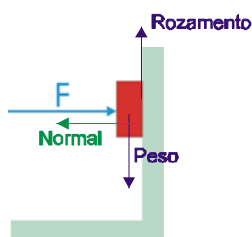
- Peso na Terra: 100 N. Sabéndomos este peso podemos calcular a masa do corpo:

$$\text{peso} = m \cdot g \rightarrow m = \frac{\text{peso}}{g} = \frac{100 \text{ N}}{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 10,2 \text{ kg}$$

- A masa do corpo é a mesma na Terra que na Lúa, pero o peso non; calculamos o peso na Lúa:

$$\text{peso} = m \cdot g = 10,2 \text{ kg} \cdot 1,67 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 17 \text{ N}$$

S21.



- As forzas que actúan sobre o bloque son:
  - A normal que lle fai a parede.
  - O peso co que a Terra atrae ao bloque cara a abaixo.
  - O rozamento da parede, que impide que o bloque esvare parede abaixo.

S22.

- a) Falso: a forza de rozamento sempre ten sentido contrario ao movemento.
- b) Falso: peso dun corpo depende do sitio onde estea situado. Este corpo non pesa igual en Santiago que en París ou no Polo Norte, por exemplo.
- c) Certo: os corpos cando están apertados fanse forza un ao outro mutuamente.

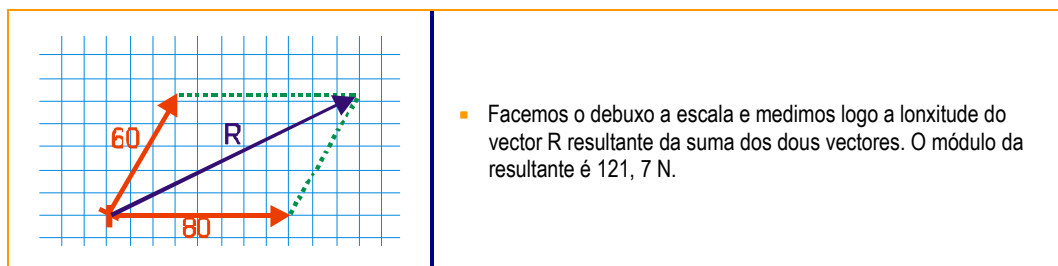
S23.

- Non podería avanzar, as rodas xirarían no mesmo sitio sen moverse o coche. E non depende da potencia do motor. Por iso o estado dos pneumáticos é importante, para que rocen ben contra o pavimento da estrada e non esvaren.

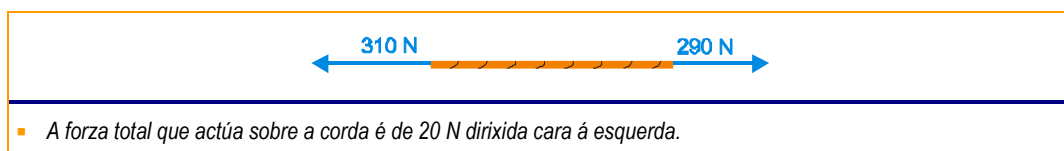
S24.

- $\text{Peso da mesa} = 30 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 294 \text{ N}$ .
- *Forza Normal entre a mesa e o chan: igual que o peso, xa que a mesa está en equilibrio, daquela  $N = 294 \text{ N}$ .*
- $\text{Forza de rozamento} = \mu \cdot N = 0,45 \cdot 294 \text{ N} = 132,3 \text{ N}$
- *Para que a mesa comece a se mover temos que empurrala cunha forza de 132,3 N ou maior.*

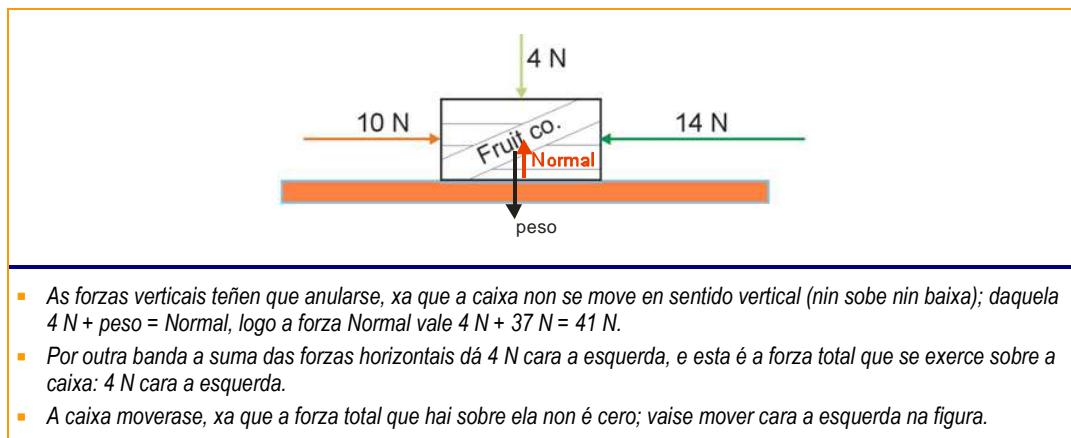
S25.



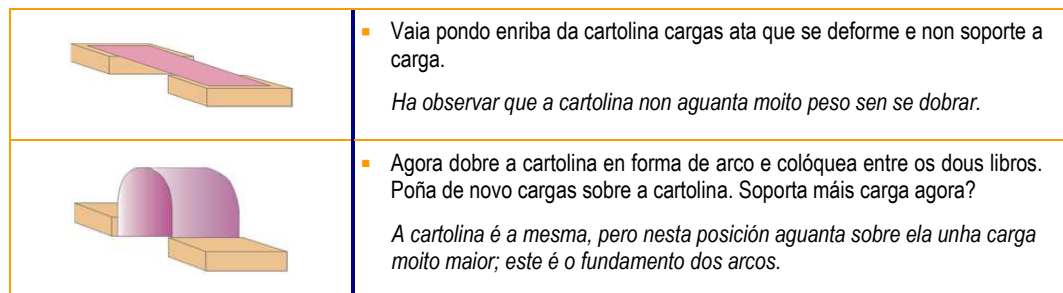
S26.



S27.

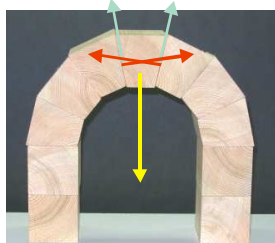


S28.



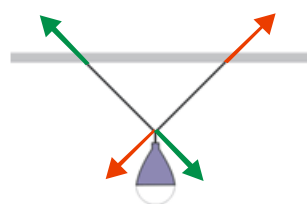
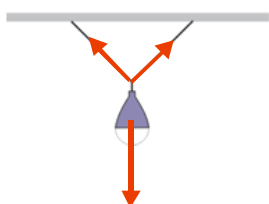
## 6.3 Solucións dos exercicios de autoavaliación

1. As pezas que compoñen un arco chámanse doelas. A doela superior (a que está enriba de todo) é a *clave*. Debuxe as forzas as que está sometida a clave nun arco.



- A clave está sometida ao seu propio peso (vector amarelo na figura), ás forzas de compresión das doelas veciñas (vectores vermellos) e ao rozamento das doelas contiguas (vectores verdes).

2. Unha lámpada colga de dúas cordas do teito. Debuxe todas as forzas que actúan sobre as cordas e sobre a lámpada:



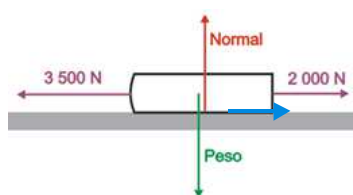
- A lámpada está sometida a tres forzas: o seu peso (vector vertical cara a abaixo) e as dúas tensións das dúas cordas. A suma das tres forzas ten que dar cero, xa que a lámpada está en equilibrio (en repouso).

- Cada corda está tensa (esfuerzo de tracción), daquela nos dous extremos de cada corda hai forzas que tiran dela cara a fóra, tensándoa.

3. A suma de dúas forzas perpendiculares de 40 N e 60 N respectivamente dá como resultado outra forza de módulo:

- ☐ 100 N  
☐ 20 N  
☒ 72 N  
☐ 80 N

4. Sobre o corpo da figura (100 kg) actúan as forzas que ve nela. O coeficiente de rozamento vale 0,30. Calcule o módulo das forzas que faltan e debuxe a forza total que sofre o corpo:



- $\text{Peso} = 100\text{ kg} \cdot 9,8\text{ m/s}^2 = 980\text{ N}$
- Normal: neste caso é igual que o peso, xa que son as únicas forzas verticais que hai e o corpo non se move na vertical.  $\text{Normal} = 980\text{ N}$ .
- Forza de rozamento: vector azul da figura. Dirixido á dereita, xa que o corpo va moverse á esquerda.  $F_{\text{roz}} = \mu \cdot N = 0,30 \cdot 980\text{ N} = 294\text{ N}$ .
- Forza total =  $3500\text{ N} - 2000\text{ N} - 294\text{ N} = 1206\text{ N}$

5. Chanta na terra un poste de ferro alto e estreito. Para lle dar estabilidade decide unirlle á súa parte superior varias cordas atadas a estacas no chan. Cantos tirantes como mínimo debe usar:
- 

- ☐ 2
- ☐ 4
- ☒ 3
- ☐ 1

6. Que elementos lle engadiría ao moble da figura (un moble de andeis) para lle dar rixidez?
- 

- ☐ Tirantes.
- ☒ Triángulos.
- ☐ Zapatas.
- ☐ Escuadras.



7. A forza eléctrica entre un protón (carga positiva) e un neutrón (sen carga) é:
- 

- ☐ Repulsiva.
- ☐ Atractiva.
- ☒ Non hai forza entre eles. (O neutrón non ten carga eléctrica)
- ☐ Cos datos que temos non se pode saber.

## 7. Glosario

---

### C

- Coeficiente de rozamento

Relación entre a forza de rozamento e a forza normal coa que se apertan os dous corpos que rozan. Non ten unidades.  $\mu = F_{roz} / N$

### D

- Derivada
- Dinamómetro

Magnitude derivada é a que depende doutras magnitudes fundamentais.

Aparello capaz de medir forzas. Baséase normalmente na deformación dun corpo elástico, como a dun resorte.

### F

- Forza

Calquera acción que pode deformar un corpo ou cambiar o seu vector velocidade. Médese en newtons.

### G

- Granito

Rocha habitual en Galicia composta de seixo, feldespato e mica.

### M

- Módulo
- Magnetita

Nun vector o módulo é o seu valor numérico.

Mineral constituído por un óxido de ferro de fórmula  $Fe_3O_4$  que debe o seu nome a cidade grega de Magnesia.

### P

- Paralelogramo (método)
- Polígono (método)

Método para sumar dous vectores graficamente. Xúntanse as orixes dos dous vectores a sumar e trázanse paralelas a eles.

Método para sumar varios vectores.

### T

- Teleférico
- Traxectoria

Sistema de transporte formado por cabinas penduradas de cables metálicos.

Liña seguida por un móbil no seu desprazamento. A traxectoria pode ser rectilínea ou curvilínea.



## 8. Bibliografía e recursos

---

### Bibliografía

- *Tecnoloxía e Deseño. Educación secundaria a distancia para persoas adultas*. Xunta de Galicia (1999). Páxinas 197-200.
- *A auga e o aire. Educación secundaria a distancia para persoas adultas*. Xunta de Galicia (2007). Páxinas 70 - 84.
- *Física e Química 4º ESO*. Ed. Anaya (2008). Páxinas 28 - 37.
- *Física e Química 4º ESO*. Ed. Edebé (2008). Páxinas 31 - 35; 40; 42 - 46.
- *Investigación y Ciencia*. Xaneiro 2008. Páxinas 68 - 75.
- *Física e Química 4º ESO*. Ed. Santillana (2008). Páxinas 32 - 40; 43; 60 - 70.
- *Física e Química 4º ESO*. Ed. Vicens Vives (2008). Páxinas 32 - 37; 42.
- *Física e Química 4º ESO*. Ed. SM (2008). Páxinas 46; 51; 63.

### Ligazóns de internet

- [[http://www.walter-fendt.de/ph14s/resultant\\_s.htm](http://www.walter-fendt.de/ph14s/resultant_s.htm)] Nesta páxina web poderá facer sumas de vectores.
- [[http://usuarios-lycos.es/pefeco/plano\\_incl/fuerzas\\_indice.htm](http://usuarios-lycos.es/pefeco/plano_incl/fuerzas_indice.htm)] Nesta páxina de nivel un pouco máis avanzado pode ver as forzas que actúan sobre un bloque nunha costa inclinada.