Tema 7,8 y 9: Dinámica y presión.

Índice

1 Concepto de fuerza. Tipos de fuerza. Unidades....2
1.1 Concepto de fuerza 2
1.2 Tipos de fuerza....2
2 Principio de superposición de fuerzas....3
2.1 Descomposición de fuerzas....4
3 Las leyes de la Dinámica....4
3.1 Primer principio (1ª Ley de Newton)....4
3.2 Segundo principio de la dinámica (2ª Ley de Newton)....5
3.3 Tercer principio de la Dinámica. (3ª Ley de Newton)....5
4 Fuerzas comunes....6
4.1 Fuerza Gravitatoria (LGU):....6
4.1.1 Fuerza peso....6
4.2 Fuerza Electroestática (Ley de Coulomb)....7
4.3 Fuerza normal:....8
4.4 Tensión:....8
4.5 Fuerza recuperada de un muelle (Ley de Hooke)....8
4.6 Fuerza de rozamiento....9
5 Momento de una fuerza (torque)....10
5.1.1 Par de fuerzas....11
6 Movimiento de circular....11
7 Presión....12
8 Ley fundamental de la hidrostática....13
8.1 Fluidos....13
8.2 Equilibrio en fluidos....13
8.3 Presión hidrostática....13
8.3.1 Factores de los que depende la presión de un fluido....14
8.4 Vasos comunicantes. Manómetros....14
9 Principio de Arquímedes....15
10 Principio de Pascal....16
11 Presión atomosférica....16
12 Un poco de meteorología....17
13 Ejercicios....18

1 Concepto de fuerza. Tipos de fuerza. Unidades.

1.1 Concepto de fuerza .

Hasta ahora habíamos estudiado el movimiento pero no habíamos entrado en la causa que lo produce, esto es lo que en Física conocemos como fuerza.

La fuerza es una magnitud que refleja las interacciones entre dos o más sistemas materiales. Es una **magnitud vectorial.**

La fuerza no es una cualidad del sistema sino algo que puede ejercer el sistema, es decir, un sistema no posee una fuerza sino que la ejerce sobre otro u otros.

A causa de la fuerza los sistemas pueden verse deformados y/o variar su movimiento.

Su **unidad** en el Sistema Internacional es el Newton(**N**). $1\,N = kg \cdot m \cdot s^{-2}$

Su ecuaciones de dimensiones es: $[F] = M \cdot L \cdot T^{-2}$

Otras unidades son:

Kilopondio (Kp) → 1Kp = 9,8N

Dina (dina) →

1N = 10^5dina

1.2 Tipos de fuerza.

Según el **tipo de interacción** que se produzca ente los sistemas podemos hablar de varios tipos de fuerza:

- **De contacto**: los cuerpos que interaccionan están en contacto. (Ej: empujar un carro)

- **A distancia:** los cuerpos que interaccionan están separados una cierta distancia. (Ej: la fuerza de repulsión de los imanes)

También podemos clasificar las fuerzas según la **propiedad de los materiales** que interaccionan, se distinguen así:

- **Gravitatorias:** se relacionan con la masa de la materia. Un tipo de fuerza gravitatoria es la de atracción terrestre, conocida como peso.

- **Electromagnéticas:** se relacionan con las propiedades eléctricas y magnéticas de la materia. Su origen está en las cargas eléctricas de la materia. (Ej: las fuerzas que erizan nuestro pelo después de cepillarlo o las fuerzas de rozamiento)

- **Nucleares:** son las responsables de que exista el núcleo atómica y la radioactividad, su origen está en las partículas subatómicas. (Ej: fuerzas de repulsión entre electrones)

2 Principio de superposición de fuerzas.

Sobre un cuerpo podrán actuar más de una fuerza, tantas como sistemas estén interacción con él. Por ejemplo, cualquiera cosa que nos rodea está sometida a la fuerza gravitatoria y si aplicamos una fuerza más ya habría dos fuerzas actuando sobre ella.

Para poder analizar todas las fuerzas que actúan sobre un sistema usaremos el **principio de superposición:**

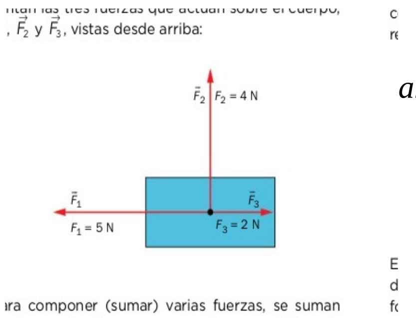
“El efecto que cada fuerza ejerce sobre un sistema es independiente al de otras fuerzas, por tanto, el efecto total sobre el sistema se puede obtener como suma de todos los efectos (fuerzas) que actúan sobre él”

A la suma de todas la fuerzas se le denomina **fuerza resultante o neta:**

$$\boxed{\sum_i^n \vec{F}=\vec{F}_R=\vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3+...+\vec{F}_n}$$

Hay que tener en cuenta que esta suma es una suma vectorial.

Ejemplo:Calcular la fuerza resultante que actúa sobre el objeto, dadas las fuerzas que actúan sobre él:



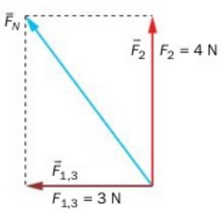
Si usamos el criterio de signos de los ejes cartesianos y analizamos el eje x:

$$\sum \vec{F}_x=\vec{F}_1+\vec{F}_3$$
$$\sum F_x=-F_1+F_3$$
$$F_x=-5+2\rightarrow F_x=-3\,N\rightarrow \vec{F}_x=\vec{F}_{1,3}=-3\,\vec{i}\,N$$

Para el eje y sólo tendremos una fuerza

$$F_y=4\,N\rightarrow \vec{F}_2=4\,\vec{j}\,N$$

Así pues la situación que tenemos es:



La fuerza resultante $\vec{F}_N$ *será la suma vectorial de las dos, para hacer esa suma necesitamos usar el teorema del coseno:* $F_N^2=F_{1,3}^2+F_2^2-2\cdot F_{1,3}\cdot F_2\cos\phi$

donde ϕ *es el ángulo que forman ambas fuerzas. En nuestro caso* $\phi=\frac{\pi}{2}$ *, por lo que:* $F_N^2=F_{1,3}^2+F_2^2$ *Haciendo los cálculos:*

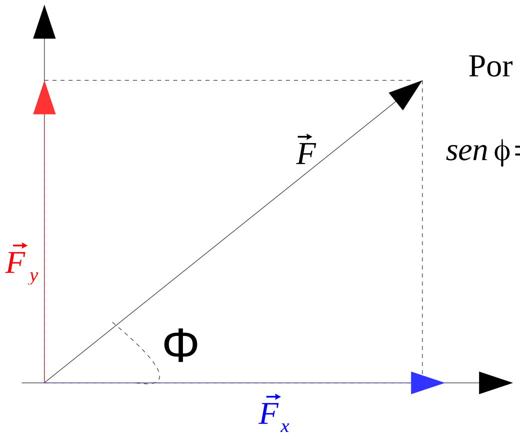
$$F_N^2=3^2+4^2\rightarrow F_N^2=25\rightarrow F_N=5\,N$$

Esta fuerza NETA o RESULTANTE es la que podemos decir que actúa sobre el objeto.

2.1 Descomposición de fuerzas.

A menudo las fuerzas que obtenemos como resultante de otras o alguna de las fuerzas que actúa sobre un cuerpo no está directamente sobre los ejes cartesianos de nuestro sistema de referencia.

Cuando esto ocurre es útil realizar una descomposición de fuerzas con ayuda del ángulo que forme la fuerza con alguno de los ejes coordenados.



Si estudiamos la fuerza resultante $\vec{F}$:

Por un lado vemos que $\vec{F}=\vec{F}_x+\vec{F}_y$

$$sen\,\phi=\frac{cateto\ \ opuesto}{hipotenusa} \qquad \cos\phi=\frac{cateto\ \ contiguo}{hiputenusa}$$

Por tanto podemos decir:

$sen\,\phi=\frac{F_y}{F}$ y $\cos\phi=\frac{F_y}{F}$ por tanto:

$$F_x=F\cdot\cos\phi \quad \text{y} \quad F_y=F\cdot sen\,\phi$$

3 Las leyes de la Dinámica.

La dinámica es el estudio de las causas que producen los movimientos o las deformaciones. Newton en el S.XVII enunció **tres principios** fundamentales que son conocidos como **Las leyes de Newton.**

3.1 Primer principio (1ª Ley de Newton)

Nos informa acerca de lo que sucede cuando sobre un sistema la resultante de las fuerzas que actúan sobre él es nula o no actúa ninguna fuerza.

"Todo cuerpo permanece en estado de reposo o en movimiento rectilíneo y uniforme mientras no actúe sobre él una fuerza neta (varias fuerzas pueden estar actuando sobre el cuerpo, pero si la resultante es nula, no hay fuerza neta)"

$$\boxed{\sum\vec{F}=0}$$

Muchas veces hemos oído hablar de **fuerza de inercia**, hay que aclarar que en física inercia significa tendencia a permanecer en el estado que reposo o movimiento.

Ej: Cuando estamos parados en un autobús y este se pone en marcha parece como si algo tirara de nosotros hacía detrás aunque en realidad no hay nada y simplemente es la reacción de nuestro cuerpo para seguir en reposo (inercia).

Debemos de tener también presente que, según este principio, en ausencias de fuerzas nuestro estado de movimiento siempre sería el reposo o el MRU. Sin embargo observamos que en la vida real cuando un objeto se mueve acaba parándose, esto es debido a fuerzas que no vemos, como la **fuerza de rozamiento.**

3.2 Segundo principio de la dinámica (2ª Ley de Newton)

Con el segundo principio analizamos lo que ocurre cuando sobre un sistema actúan fuerzas netas, es decir la resultante de todas las fuerzas es distinta de cero. Así se puede enunciar como:

"La suma de todas las fuerzas aplicadas sobre un sistema (fuerza neta o resultante) es directamente proporcional a la aceleración que éste adquiere."

$$\boxed{\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}}$$

Esta ley también es conocida como la **ley fundamental de la dinámica** y gracias a ella se puede definir el Newton como la fuerza que hace posible que un cuerpo de 1Kg de masa adquiera una aceleración de $1 m/s^2$.

La aceleración que adquiera el cuerpo siempre irá en el mismo sentido y dirección que lo haga la fuerza resultante.

De esta segunda ley podemos obtener la primera:

Si $\vec{F}=0 \rightarrow m \cdot \vec{a}=0 \rightarrow \vec{a}=0 \rightarrow \vec{v}=cte$

Ejemplo: *Se empuja un carrito de 2,5kg con una fuerza de 5N durante 5s partiendo del reposo. ¿Qué velocidad adquiere después de dicho tiempo?*

Aplicando la segunda ley F=m·a → $a=\frac{F}{m} \rightarrow a=\frac{5}{2{,}5} \rightarrow a=2\frac{m}{s^2}$

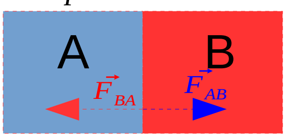
Como parte del reposo y sufre una aceleración realizará un MRUA, para saber su velocidad:

$$v=v_0+a \cdot t \rightarrow v=o+2 \cdot 5 \rightarrow v=10\, m/s$$

3.3 Tercer principio de la Dinámica. (3ª Ley de Newton).

Esta tercera ley también es conocida como el **principio de acción y reacción.** Este principio Newton lo enunció justificándose en el movimiento o deformación (reacción) que sufre un cuerpo cuando le aplicamos una fuerza (acción).

Newton enunció:
"Cuando dos cuerpos interaccionan, el primero ejerce una fuerza sobre el segundo (acción) al mismo tiempo que el segundo ejerce otra fuerza sobre el primero (reacción), simultánea y de idéntico módulo y dirección pero de sentido contrario."



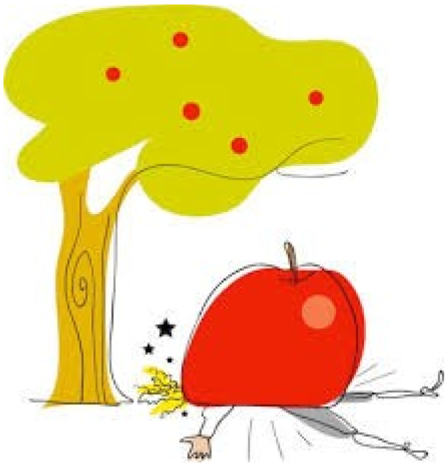
$$\boxed{\vec{F}_{AB}=-\vec{F}_{BA}}$$

Debemos tener presente que estas fuerzas nunca pueden anularse entre sí puesto que cada una actúa sobre un sistema diferente.

4 Fuerzas comunes.

A menudo estamos rodeados de interacciones o fuerzas que aunque no las vemos están presentes y nos ayudan en nuestro día a día. En este curso analizaremos algunas de ellas: fuerza gravitatoria, fuerza electroestática, la fuerza normal, la tensión, fuerza recuperada de un muelle y la fuerza de rozamiento.

4.1 Fuerza Gravitatoria (LGU):



Las masas que poseen los cuerpos tienen una propiedad muy característica y es la capacidad de atraerse. Esta atracción entre sistemas materiales (cuerpos) fue descubierta por el físico y matemático inglés Isaac Newton, en el S XVIII y lo enunció como **Ley de Gravitación Universal (LGU):**

“ La fuerza con la que se atraen dos cuerpos es directamente proporcional producto de sus masase inversamente proporcional al cuadrado de las distancia que las separa”.

$\boxed{F=G\frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}}$ *G es la contantes de gravitación universal*

$$G=6{,}67\cdot 10^{-11}\frac{N{\cdot}m^2}{kg^2}$$

Esta fuerza es la que está presente en todos los cuerpos y en especial se estudia para estudiar la interacción entre los cuerpos celestes.

Ejemplo:

Calcula la fuerza con la que la Tierra atrae a la Luna si la distancia que las separas es 384,400km, la masa de la Tierra es $5{,}972\cdot 10^{24}\,kg$ y la de la Luna $7{,}342\cdot 10^{22}\,kg$.

$$F=G\frac{m_1\cdot m_2}{r^2}=6{,}67\cdot 10^{-11}\frac{5{,}972\cdot 10^{24}\cdot 7{,}342\cdot 10^{22}}{(3{,}844\cdot 10^{8})^2}=\frac{2{,}92\cdot 10^{37}}{1{,}477\cdot 10^{17}}\rightarrow F=1{,}98\cdot 10^{20}\,N$$

4.1.1 Fuerza peso.

Como hemos visto la fuerza de la gravitación es la responsable de la atracción entre cuerpos.

Cuando analizamos cualquier objeto terrestre este siempre se verá sometido a una fuerza de atracción debida a la Tierra. Si decimos que desde la superficie de la tierra al centro de la Tierra la distancia es, aproximadamente, el radio de la Tierra r=6,370km y la masa de la tierra :

$F=G\frac{m\cdot m_T}{r^2}$ Si mes la masa de cualquier objeto terrestre tendremos tres valores que no cambiarán en esta expresión G, m_T y r. Llamando g a estos valores: nuestra expresión quedaría $\boxed{\boldsymbol{F=m\cdot g}}$

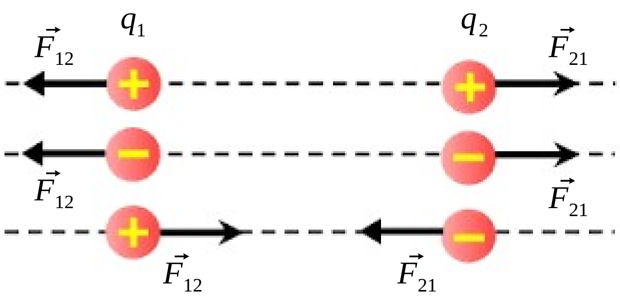
Esto es lo que se conoce como fuerza peso y g la aceleración de la gravedad de valor 9,8 m/s².

4.2 Fuerza Electroestática (Ley de Coulomb).

Es la fuerza que está presente entre dos cargas eléctricas. Debemos recordar que cargas hay de dos tipos: positivas y negativas, esto hace que la fuerza electroestática pueda ser de atracción, cuando intervienen cargas de distinto signo, o de repulsión cuando intervienen cargas del mismo signo.

Esto fenómenos de atracción/repulsión fue descubierto por Coulomb que enunció lo que conocemos como **Ley de Coulomb** *"La fuerza que existe entre dos cargas es directamente proporcional al producto de sus cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa".*

$\boxed{F=K\frac{|q_1|\cdot|q_2|}{r^2}}$ Donde K es la constante eléctrica que depende del tipo de materia. $K=9\cdot10^9\frac{N\cdot m^2}{C^2}$.



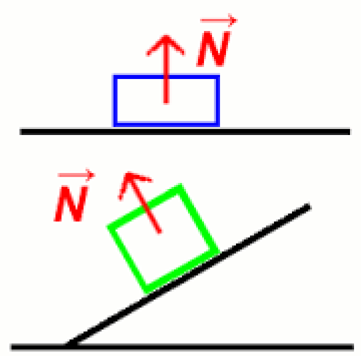
Ejemplo: Comparar el valor de la fuerza electrostática con el valor de la fuerza gravitatoria para dos masas de 1kg y de cargas de 1C y -1C. Las masas están separadas 1m.

$$F_g=6{,}67\cdot10^{-11}\frac{1\cdot1}{1^2}=6{,}67.10^{-11}\ N$$

Para la fuerza electroestática tendremos:

$F_e=9\cdot10^9\frac{1\cdot1}{1^2}=9\cdot10^9\ N$ *Vemos que la atracción electroestática es mucho mayor que la gravitatoria, es por esto que la atracción electroestática se ve a simple vista y sin embargo la gravitatoria no.* $\frac{F_e}{F_g}=1{,}35\cdot10^{20}$

4.3 Fuerza normal:

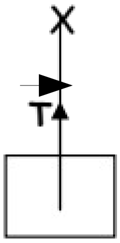


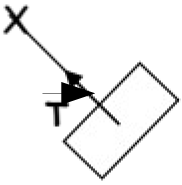
Una de las propiedades de la materia es la impenetrabilidad, es decir, el espacio que ocupa un cuerpo no puede ser ocupado por otro simultáneamente.
Debido a esto cuando dos cuerpos entran en contacto aparece una fuerza

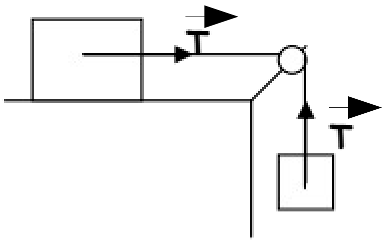
de origen electromagnético, **la fuerza normal ($\vec{N}$).**
Es una fuerza que siempre es perpendicular a la superficie.

4.4 Tensión:

Esta fuerza aparece siempre que tiremos de un objeto haciendo uso de una cuerda. Al tirar el objeto de la cuerda ésta responde, como reacción, intentando permanecer en su estado inicial. La **tensión** $\vec{T}$ es esta fuerza de reacción de la cuerda. Siempre va dirigida desde el objeto al punto de sujeción de la cuerda.







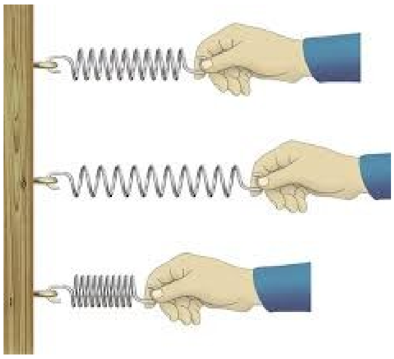
4.5 Fuerza recuperada de un muelle (Ley de Hooke).

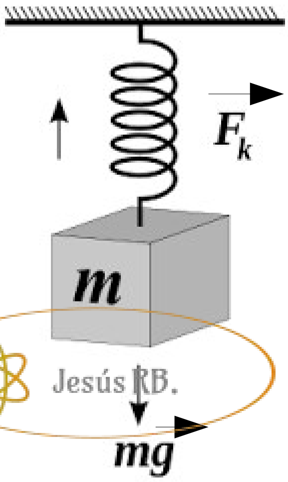
Todos hemos observado como un muelle después de estirarlo vuelve a su posición original. Este fenómeno fue estudiado por el inglés Robert Hooke enunciando lo que conocemos como **Ley de Hooke:**

“La deformación que sufre un muelle es proporcional a la fuerza que se le aplica”

$\boxed{F=k(l-l_0)=k\Delta l}$ *k: cte recuperadora del muelle, depende del tipo de material se mide en N/m*

l: longitud final del muelle, tras la deformación, l_0: longitud inicial del muelle.





Ejemplo:De un muelle de 10cm se cuelga una pesa de 100g alargándose 5cm. Calcular la constante recuperadora del muelle.

Si aplicamos la 2ª Ley de Newton: $\sum \vec{F}=m\cdot\vec{a}$ *, justo en el equilibrio la no se moverá* $\vec{a}=0\rightarrow\sum\vec{F}=0$.

Por otro lado podemos observar que todo ocurre en el eje y, luego:

$$F_k - mg = 0 \rightarrow F_k = mg$$

Si pasamos los datos al SI → l_o=0,1cm , l=0,15m, m=0,1kg y sustituyendo en nuestras ecuaciones

$$F_k = k \cdot (l - l_0) \rightarrow k(l - l_0) = m \cdot g$$ *por tanto despejando k:*

$$k = \frac{mg}{l - l_0} \rightarrow k = \frac{0{,}1 \cdot 9{,}8}{0{,}15 - 0{,}1} = 19{,}6\ N/m$$

4.6 Fuerza de rozamiento.

Cuando vimos el primer principio de la dinámica vimos que un sistema tienen a permanecer en MRU o en reposo, según su estado inicial.

Sin embargo vemos que en la realidad esto no se cumple. Esto es debido a las fuerzas de rozamiento.

La **fuerza de rozamiento** aparece siempre que dos sistemas entran en contacto y es la fuerza que se opone al movimiento de un sistema debido a estar en contacto con otro.

Según el material con el que se entre en contacto el rozamiento podrá ser menor o mayor, esto se mide gracias a una magnitud que es el **coeficiente de rozamiento (μ). (No tiene unidades)**

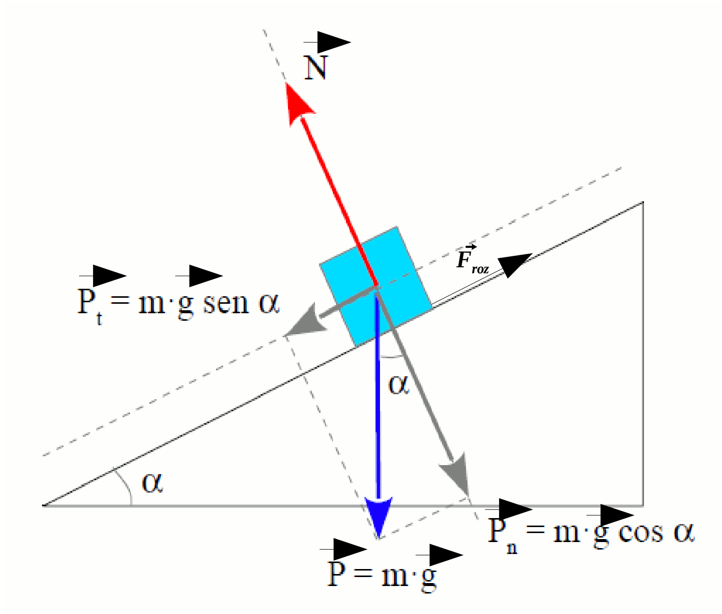
$$\boxed{\vec{F}_{roz} = \mu \cdot \vec{N}}$$

Como vemos para poder calcular la fuerza de rozamiento debemos de poder calcular la fuerza normal, debido a que el rozamiento sólo aparece entre cuerpos en contacto. Por tanto, el valor de la fuerza de rozamiento depende de la fuerza normal.

Se pueden distinguir **dos tipos de rozamiento: estático y dinámico.**

El **rozamiento estático (μ_e)** es el que se opone a que el cuerpo comience a moverse desde el reposo. (Cuando intentamos arrastrar algo que está parado en el suelo). Llamamos **rozamiento dinámico (μ_d)** al responsable del frenado de los objetos que están en movimiento (Cuando lanzamos una bola por el suelo).

Ejemplo: Calcular el coeficiente de rozamiento en el siguiente plano inclinado teniendo en cuenta que se da por conocido el valor de la masa m y el ángulo α.



Si aplicamos la 2ª Ley de Newton $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$ *. Suponemos equilibrio a=0*

Para cada eje vemos que:

$$\begin{cases} Eje\ \ x \rightarrow -mgsen\alpha + F_{roz} = 0 \\ Eje\ \ y \rightarrow N - mgcos\alpha = 0 \end{cases}$$

por otro lado sabemos que $F_{roz} = \mu \cdot N$ *, por lo que nuestro sistema a resolver sería:*

$$\begin{cases} -mgsen\alpha + \mu N = 0 \\ N - mgcos\alpha = 0 \end{cases}$$

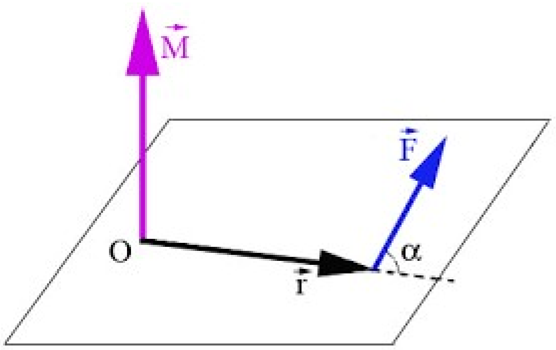
despejando la normal en la segunda ecuación y sustituyendo en la primera:

$$-mgsen\alpha + \mu\, mgcos\alpha = 0 \rightarrow \mu = tag\,\alpha$$

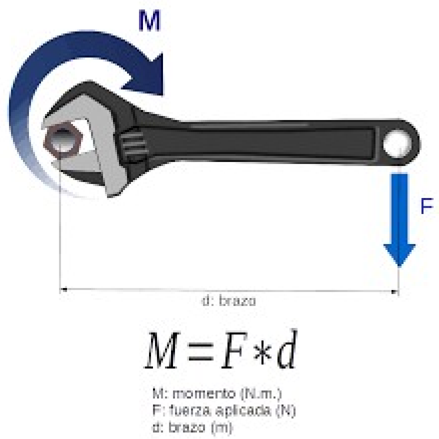
5 Momento de una fuerza (torque).

Hay situaciones en las que un objeto que esté en reposo en un instante dado pueda acabar cambiando su estado, esto es porque no está en equilibrio. Esta situación puede ocurrir cuando las fuerzas que actúan sobre el sistema tienen como resultante una fuerza neta cero pero así mismo pueden hacer que el cuerpo rote.

Cuando se produce una rotación es por una magnitud que denominamos **momento de la fuerza** aplicada. Es una magnitud vectorial que depende de la distancia de aplicación y el ángulo que formen la fuerza y la distancia donde se aplica la fuerza:



$\boxed{M = r \cdot F \cdot sen(\alpha)}$



Cuando se produce el giro o **rotación** es porque las fuerzas que hacen girar al sistema en un sentido prevalecen sobre las que lo hacen girar en el otro.

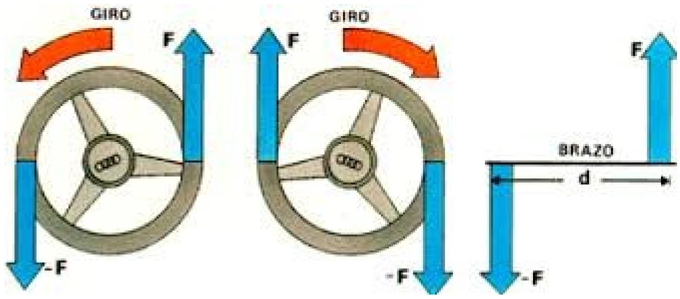
Por convenio cuando giro se produce en sentido de las agujas del reloj (horario) se le da valor negativo, al antihorario se le atribuye un signo positivo.

Debemos de tener en cuenta que hasta ahora el equilibrio que hemos estudiado es debido al movimiento de traslación. De esta manera podemos decir que el **equilibrio de un sistema será:**

$$\begin{cases} \sum \vec{F}=0 \quad (traslación) \\ \sum \vec{M}=0 \rightarrow \sum M_{horario}=\sum M_{antihorario} (rotación) \end{cases}$$

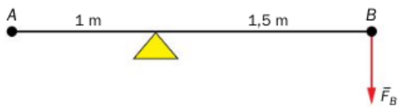
5.1 Par de fuerzas.

Cuando se produce giro o rotación es porque surge lo que se denomina un **par de fuerzas.**



En el par de fuerzas la fuerzas que hacen girar al sistema en algún sentido predominan sobre el otro y se produce la rotación. En una situación ideal, en ausencias de rozamientos, los sistemas podrían rotar indefinidamente, pero esto no ocurre en la realidad y para mantener la rotación debemos de aplicar alguna fuerza que venza el rozamiento.

Ejemplo: Calcular la fuerza que hay que aplicar en A para que se mantenga el equilibrio en el siguiente sistema si la fuerza ahora aplicada es de 350N:



Si aplicamos el equilibrio de momentos

$M_A=M_B$ *como sabemos el momento de una fuerza es* $M=r{\cdot}F{\cdot}sen\alpha$ *, en nuestro caso el ángulo que forman la fuerza y los brazos es* $\pi/2$ *así pues:*

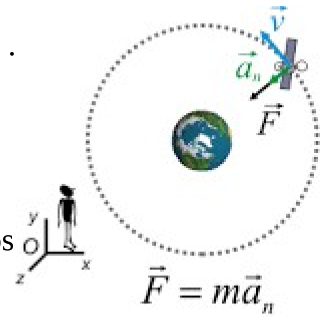
$$r_A \cdot F_A=r_B \cdot F_B \rightarrow F_A=\frac{r_B \cdot F_B}{r_A} \rightarrow F_A=\frac{1,5 \cdot 350}{1} \rightarrow F_A=525\,N$$

6 Movimiento de circular.

Cuando estudiamos Cinemática vimos que existían dos tipos de aceleración la tangencial y la normal o centrípeta.

La fuerza responsables de esta aceleración es la que hace posible que un objeto que gire permanezca en su trayectoria sin salirse, **fuerza centrípeta,** y toma la forma:

$\boxed{F_c = m \cdot \frac{v^2}{R}}$ es decir la aceleración normal toma la forma $a_n = \frac{v^2}{R}$.
R es el radio de giro y "v" la velocidad que adquiere el sistema.



Este tipo de fuerza es la presente en todos los movimientos planetarios y en cualquier sistema que gire.

Ejemplo: Un coche circula por una carretera de radio 5m a una velocidad de 100Km/h ¿Podrías calcular la fuerza centrípeta que sufre el coche en la curva? La masa del coche es 700kg.

La velocidad debemos pasarla a unidades del SI $v = 100\frac{km}{h} = 27.78\ \frac{m}{s}$ *Ahora usando la expresión de la fuerza centrípeta* $F_c = m \cdot \frac{v^2}{R} \rightarrow F_c = 700 \cdot \frac{27{,}78^2}{5} \rightarrow F_c = 108024{,}69\,N$

7 Presión.

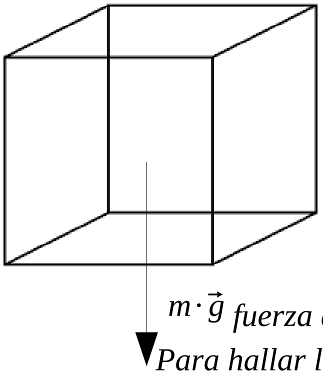
Hemos visto que la fuerza provoca un cambio en el estado de movimiento de un sistema pero también puede provocar deformaciones.
Si aplicamos, por ejemplo, una cierta fuerza con nuestro dedo a un trozo de arcilla nuestro dedo penetra en la arcilla, sin embargo la misma fuerza y el mismo dedo en una pared no producirá una deformación. Por tanto podemos deducir que la deformación no solo depende de la fuerza que

aplicamos sino también de la superficie en la que se aplica.

Si volvemos al caso de la arcilla, si aplicamos la misma fuerza que con un dedo pero con la palma de la mano al completo no penetraremos la arcilla, como si ocurría con el dedo. Podemos deducir también que la deformación va a depender del tamaño de la superficie sobre la que aplicamos la fuerza.
Necesitamos una magnitud que contemple estas consideraciones, esta es, la **presión.**

"Presión es la fuerza que se ejerce por unidad de superficie" $\boxed{P = \frac{F}{S}}$ *Unidad Pascal → 1Pa = 1N/m²*

Ejemplo: Calcular la presión que se ejerce sobre la cara de un cubo de 4cm de arista y densidad 2g/cm³.



La presión es P = F/S . La fuerza que actúa es la del peso del cubo, para hallarlo necesitamos su masa. Como conocemos su densidad y su volumen

$V=l^3 \rightarrow l=4\,cm=0{,}04\,m \rightarrow V=(4)^3 \rightarrow V=64\,cm^3$

Por otro lado la densidad es

$\rho=\frac{m}{V} \rightarrow m=\rho\cdot V \rightarrow m=64\cdot 2=128\,g \rightarrow m=0{,}128\,kg$ *Por tanto ahora la fuerza aplicada sobre una cara del cubo es* $F=m\cdot g \rightarrow F=0{,}128\cdot 9{,}8=1{,}25\,N$

Para hallar la presión nos hace falta calcular el área de una cara del cubo, que es un cuadrado, luego $S=l^2 \rightarrow S=4\cdot 4=16\,cm^2\cdot\frac{1\,m^2}{10^{-4}\,cm^2} \rightarrow S=1{,}6\cdot 10^{-3}\,m^2$

Ahora si podemos calcular la presión $P=\frac{F}{S} \rightarrow P=\frac{1{,}25}{1{,}6\cdot 10^{-3}} \rightarrow P=781{,}25\,Pa$

8 Ley fundamental de la hidrostática.

8.1 Fluidos.

Un fluido es toda sustancia que no mantiene su forma bajo la acción de la fuerza gravitatoria y es capaz de adaptarse al recipiente que lo contiene. Dentro de este tipos de sustancias están los líquidos y los gases.

Los sólidos son sustancias incompresibles, es decir, mantienen su volumen constante, los líquidos son prácticamente incompresibles y los gases son totalmente compresibles.

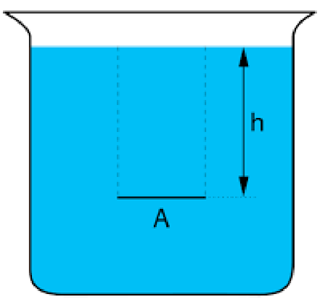
8.2 Equilibrio en fluidos.

Diremos que un líquido está en equilibrio cuando la suma de todas las fuerzas que se ejercen, sobre una de las partes del fluido, es nula.

La **hidrostática** es la rama de la física que estudia el equilibrio en los fluidos.

8.3 Presión hidrostática.

Cuando tenemos un fluido encerrado en un recipiente, al sumergirnos en dicho fluido notaremos una presión por encima de nuestra posición.



La presión en esta posición la podemos calcular:

$$p=\frac{F}{S}\rightarrow p=\frac{m_f\cdot g}{S}=\frac{V\cdot\rho_F\cdot g}{S}=\frac{S\cdot h\cdot\rho_F\cdot g}{S}$$

Por tanto nos queda:

$\boxed{P=\rho_F\cdot g\cdot h}$ donde ρ_F es la densidad del fluido.

Esta expresión es conocida como **LEY FUNDAMENTAL DE LA HIDROSTÁTICA.** Esta ley puede nos dice que la presión en cualquier punto del fluido puede obtenerse por el producto de su densidad, la gravedad y altura a la que se encuentra.

8.3.1 Factores de los que depende la presión de un fluido.

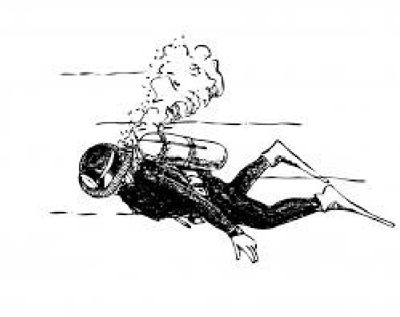
- La presión ejercida en un punto del fluido incompresible es la misma en todas las direcciones.

- La presión ejercida por el fluido depende de la profundidad a la que esté sumergido el cuerpo.

- La presión que ejerce un fluido depende de su densidad.

- La presión que ejerce un fluido no depende ni de la forma ni de la anchura del recipiente que lo aloja.

Ejemplo: determinar la presión que soporta un buzo que quiere ver un banco de corales a 20m de profundidad bajo el mar. Dato: densidad del agua de mar $1{,}025\,g/cm^3$.



$$P=\rho_F\cdot g\cdot h$$

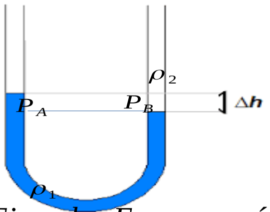
Como $\rho_F=1{,}025\,\frac{g}{cm^3}\cdot\frac{1\,kg}{1000\,g}\cdot\frac{10^6\,cm^3}{1\,m^3}=1025\,kg/cm^3.$

$$P=1025\cdot 9{,}8\cdot 20=20090\,Pa$$

8.4 Vasos comunicantes. Manómetros.

Aprovechando la propiedad de los fluidos de trasladar la presión a todos sus puntos se han ideado unos dispositivos muy sencillos pero que nos ayudan a conocer la presión en gases o líquidos.

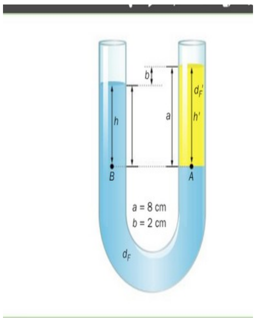
Estos instrumentos se denominan **manómetros**. Consiste en un tubo en forma de U donde en su interior se aloja un fluido.



Se debe cumplir que $P_A=P_B$

$$\rho_1\cdot g\cdot h_1=\rho_2\cdot g\cdot h_2$$
$$\Delta h=h_1-h_2$$
$$h_1=\frac{h_2\cdot g_2}{\rho_1}$$

Ejemplo: En un manómetro en U se vierte agua pura y en otra de las ramas otro líquido, del que queremos saber su densidad. En el equilibrio los líquidos quedan:



$$P_A = P_B \rightarrow \rho_F \cdot g \cdot h' = \rho_{agua} \cdot g \cdot h$$

$$\rho_F = \rho_{agua} \cdot \frac{h}{h'}$$

$$\rho_F = 10^3 \frac{kg}{m^3} \cdot \frac{8-2}{8} = 750\, kg/m^3$$

9 Principio de Arquímedes.

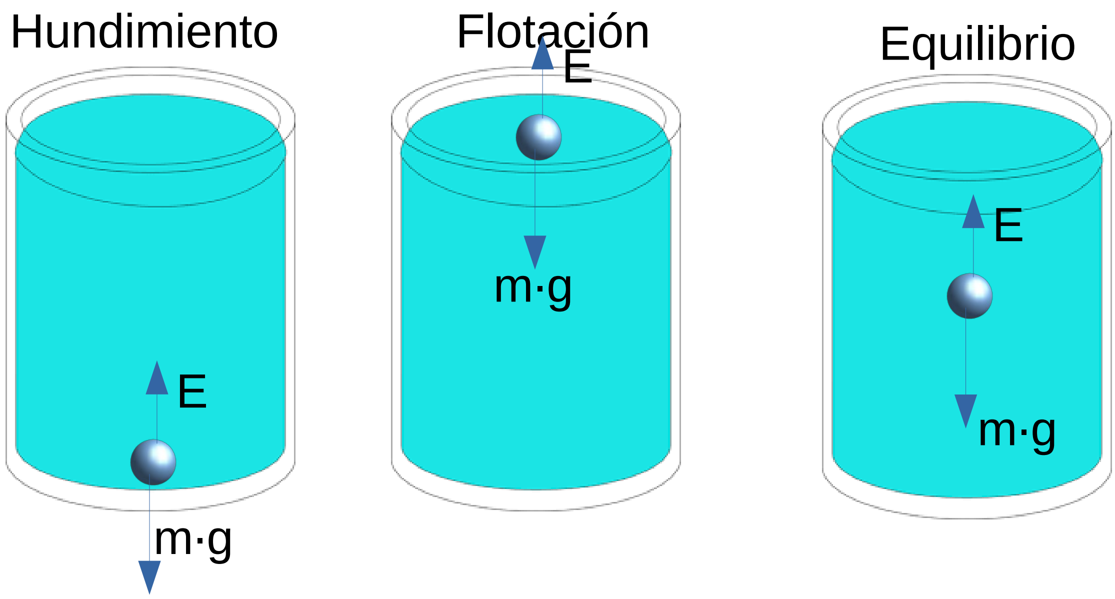
Cuando estamos sumergidos en el agua tenemos la impresión de que tenemos menos peso, cuando intentamos sumergir una pelota en el agua, sin embargo, notamos una fuerza que no nos lo pone fácil.

Estos dos fenómenos cotidianos son los que ayudaron a Arquímedes a enunciar su famoso **principio**:

"Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una fuerza de EMPUJE vertical y hacia arriba igual al peso del fluido que desaloja,"

$E = m_{F \cdot g} \rightarrow E = \rho_F \cdot V_{des} \cdot g$ Donde ρ_F es la densidad del fluido y V_{des} es el volumen del fluido desalojado.

De acuerdo con Arquímedes al sumergir un cuerpo en un fluido podemos tener tres situaciones:



Para explicar el que un cuerpo se hunda o suba hacía arriba la diferencia entre Empuje y Fuerza peso será la que lo determine.

Esto se definir como **fuerza aparente:** $F_A = E - m \cdot g$

- Si la fuerza aparente es positiva el objeto flotará, si es cero el objeto estará en equilibrio y si es negativa el objeto se hundirá.

Ejemplo: Una persona de unos 75kg ocupa un volumen aproximado de 79L. Si la densidad del aire es 1,19g/L. ¿Cuál es la fuerza aparente que hay entre el aire y el cuerpo?

$F_A = E - m \cdot g$ *El empuje del aire es* $E = \rho_{aire} \cdot V_{cuerpo} \cdot g$

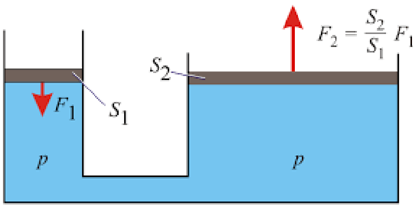
Sustituyendo los datos: $E = 1{,}19 \cdot 10^{-3} \cdot 79 \cdot 9{,}8 \rightarrow E = 0{,}9\,N$

El peso del cuerpo será: $m \cdot g = 75 \cdot 9{,}8 = 735\,N \rightarrow F_A = 735 - 0{,}9 = 734{,}01\,N$

10 Principio de Pascal

Como vimos anteriormente la presión que se ejerce sobre un fluido incompresible se transmite a todas las partes de dicho fluido.
Esta propiedad se utiliza en lo que se llama un **sistema hidráulico** que está formado por dos émbolos, uno pequeño y otro grande. En estos sistemas la presión ejercida sobre el émbolo pequeño se transmite al grande en la misma magnitud.

$$P_1 = P_2$$
$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$



Ejemplo:Si con una prensa hidráulica queremos multiplicar la fuerza por 16 ¿Qué relación deben cumplir sus émbolos?

$F_2 = 16 F_1 \rightarrow P_1 = P_2 \rightarrow \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$ Si suponemos los émbolos circulares $S_1 = \pi R_1^2$ y $S_2 = \pi R_2^2$

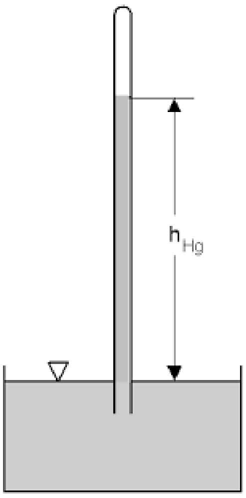
Como $F_2 = 16 F_1 \rightarrow \frac{F_1}{\pi R_1^2} = \frac{F_2}{\pi R_2^2} \rightarrow \frac{F_1}{\pi R_1^2} = \frac{16 F_1}{\pi R_2^2} \rightarrow R_2 = 4 R_1$

11 Presión atmosférica.

La atmósfera es la capa de externa de la Tierra que la envuelve completamente. Su composición varía con la altura y es una mezcla de gases como oxígeno, nitrógeno, etc.

Al ser una capa de aire tiene una cierta masa que provoca una determinada presión sobre todos los cuerpos presentes en el interior de la Tierra. A esta presión se le conoce como **presión atmosférica.** El primer científico que midió esta presión fue **Evangelista Torricelli** en 1643.

Usó un tubo de vidrio y un recipiente ancho. En el recipiente vertió mercurio y el tubo de vidrio lo puso boca a bajo.



Observó que al aire libre el mercurio subía por el tubo de vidrio hasta la altura de 76mm.

Torricelli observó que si este dispositivo se lo llevaba a distintas alturas la altura del mercurio variaba.

Así pues definió la presión atmosférica como 76mm de Hg, lo que también llamamos Torr en su honor.

En el SI utilizamos el Pascal para medir la presión con la cual las equivalencias serían:

$$760\,mm\,Hg = 760\,Torr = 1\,atm = 101325\,Pa$$

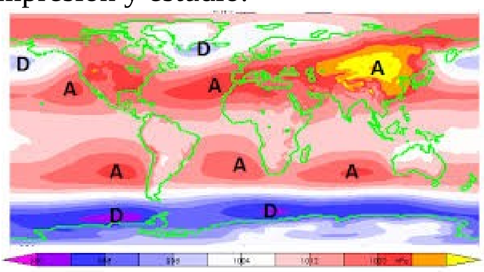
Valor que puede obtenerse por la expresión de la presión hidrostática:

$$P = \rho_{Hg} \cdot g \cdot h = 13600\,kg/m^3 \cdot 9{,}8\,m/s^2 \cdot 0{,}76\,m = 101325\,\frac{kg \cdot m \cdot m}{m^3 \cdot s^2} = 101325\,\frac{N}{m^2} = 101325\,Pa$$

12 Un poco de meteorología.

El estudio de la atmósfera y su comportamiento se realiza con la meteorología.

Definiremos aquí algunos conceptos para ayudar en su compresión y estudio.



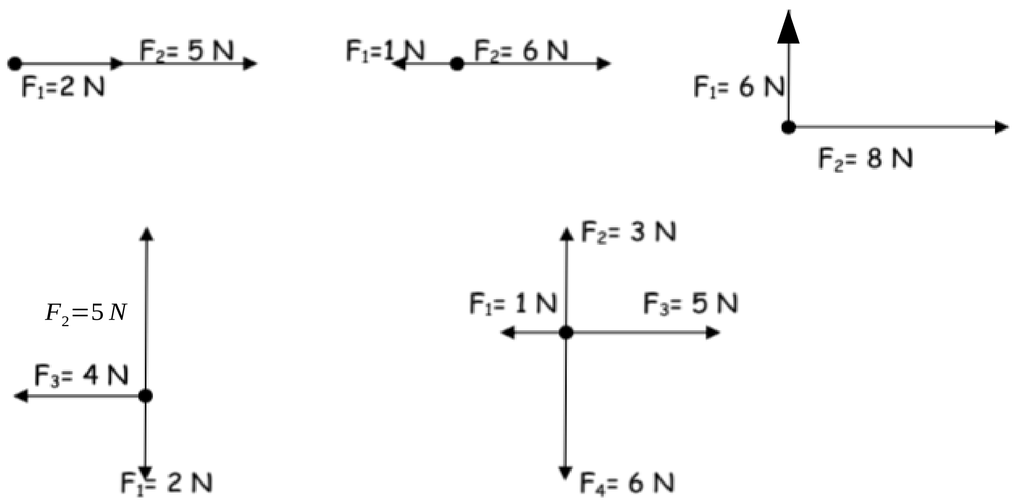
Centros de acción: son aquellas zonas de la atmósfera donde hay una presión distinta de lo normal. Cuando es más alta se les denomina **anticiclones** y son más bajas se les llama **borrascas**.

En el **anticiclón** las masas de aire más densas bajan y provocan una alta diferencia de presión. Este aire que desciende es frío, más denso, lleva poco vapor de agua y es poco húmedo, lo que se traduce en cielos despejados.

En la **borrasca** , down pressure en inglés, las masas de aire más cálido suben a capas más altas. En esta subida el aire baja su temperatura y va condensando el vapor de agua y formando nubes. Esto conlleva cielos cubiertos, lluvias y fuertes rachas de viento.

13 Ejercicios.

1. Calcula la fuerza resultante de estos sistemas:



2. Se aplica una fuerza de 50 N sobre un bloque de 200 kg. Si se considera despreciable la fuerza de rozamiento, ¿qué aceleración se le comunica al bloque?

3. Determina la masa de un cuerpo sobre el que actúa una fuerza de 500 N, si sabemos que consigue comunicarle una aceleración de 5 m/s^2.

4. Si un cuerpo de masa 10 kg varía su velocidad de 2 m/s a 4 m/s en 1 s, ¿qué fuerza resultante actúa sobre él?

5. Un coche de 900 kg pasa de 54 km/h a 72 km/h en 15 s.

   a) ¿Cuál es su aceleración supuesta constante?

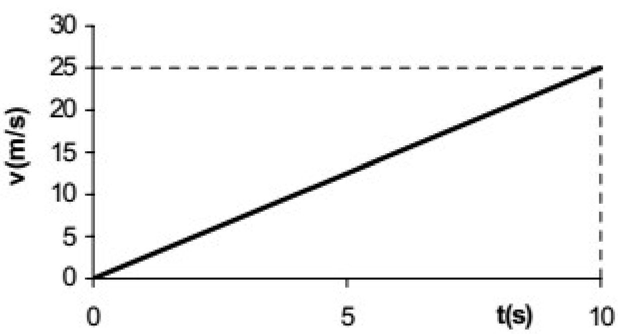
   b) ¿Qué fuerza resultante ha actuado sobre el coche? Representa la fuerza frente al tiempo.

6. La gráfica v-t de un coche de 1000 kg es la siguiente:

   a) Calcula la fuerza resultante que actúa sobre el coche.

   b) Dibuja de forma aproximada la gráfica v-t si la fuerza hubiese sido mayor.

   c) Haz lo mismo si la fuerza hubiese sido menor.



7. Una determinada fuerza que actúa sobre un cuerpo de 2 kg de masa le produce una aceleración de 3m/s^2. Si esta misma fuerza se aplica sobre un cuerpo de 4 kg de masa, ¿qué aceleración le produce?

8. Dos bueyes tiran, en línea recta, de una carreta de 400 kg de masa y al arrancar le comunican una aceleración de 1 m/s^2. La fuerza con la que tira uno de los bueyes es ¼ de la del otro. Calcula ambas fuerzas.
9. Se arrastra un bloque de 50 kg de masa tirando con una fuerza de 100 N. Si al aplicar esta fuerza se le da una aceleración de 0'5 m/s^2, ¿cuánto vale la fuerza de rozamiento?
10. Sobre un cuerpo de 5 kg que se mueve con velocidad constante en un plano horizontal, se aplica una fuerza de 50 N. Calcula la aceleración que adquiere si el coeficiente de rozamiento dinámico vale: μ_d= 0'2.
11. Se empuja a una vagoneta de 200 kg con una fuerza de 300 N. Sobre la vagoneta actúa también una fuerza de rozamiento con el suelo de 200 N.

    a) ¿Cómo será el movimiento de la vagoneta? ¿Qué velocidad llevará a los 10 s, suponiendo que antes de empezar a empujar, la vagoneta se encontraba parada?

    b) Si desde el segundo 10 se empuja durante 5 s con una fuerza de 200 N, ¿qué velocidad llevará en el segundo 15?

    c) Si a partir del segundo 15 dejamos de empujar, ¿qué le ocurrirá al movimiento de la vagoneta?¿Cuánto tiempo tardará en pararse?
12. Tiramos de un bloque con una fuerza de 50 N que forma 65° con la horizontal. Si la masa del objeto es de 20 kg y suponemos nulo el rozamiento:

    a) ¿Qué aceleración se le proporciona al bloque?

    b) ¿Cuánto vale la fuerza normal?
13. Queremos mover un bloque de 500 kg de masa arrastrándolo con un coche grúa. Si el coeficiente de rozamiento que hay entre el suelo y el bloque es de μ_e= 0'5:

    a) ¿Qué fuerza paralela al suelo hay que hacer para conseguir moverlo?

    b) ¿Qué fuerza hay que hacer si ésta forma 30° con el suelo?
14. Se aplica una fuerza de 30 N, que forma 30° con la horizontal, sobre un bloque de 10 kg de masa. Si el coeficiente de rozamiento entre el bloque y el suelo es μ_e= 0'5, ¿se consigue desplazarlo? ¿Cuánto vale, en este caso, la fuerza normal y la fuerza de rozamiento?
15. Un chico y una chica están patinando sobre hielo unidos por una cuerda. El chico de 60 kg de masa, ejerce una fuerza sobre la chica de 10 N; la masa de la chica es de 40 kg:

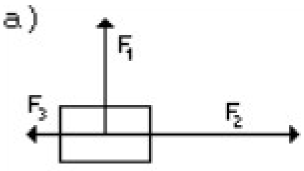
    a) ¿Cuál es la aceleración que el chico comunica a la chica?

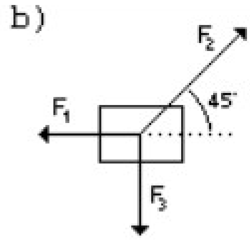
    b) ¿Qué fuerza actúa sobre el chico? ¿Y qué aceleración sufre?
16. Se considera una esfera de 10 kg de masa:

    a) ¿Con qué fuerza atrae la Tierra a la esfera?

b) ¿Y con qué fuerza la esfera atrae a la Tierra?

17. Halla la fuerza resultante de cada uno de los sistemas de fuerzas representados:

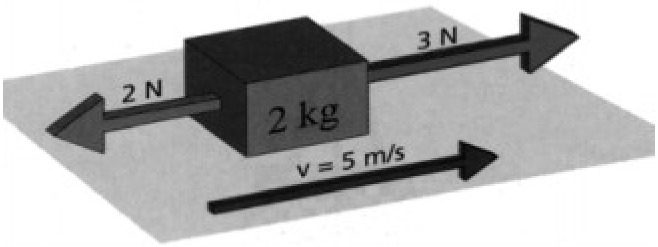




a) F1= 3 N, F2= 5 N y F3= 2 N

b) F1= 4 N, F2= 6 N y F3= 4 N

18. Observa el dibujo y contesta:



a) ¿Qué fuerza hay que hacer en la dirección del movimiento si queremos que se mueva con una aceleración de 2 m/s^2?

b) ¿Y para que disminuya la velocidad con una aceleración de 2 m/s^2?

c) ¿Y para que vaya con movimiento uniforme?

19. Un coche de 1000 kg se ha quedado sin batería en una calle horizontal. Tres personas lo empujan para tratar de ponerlo en marcha; cada una ejerce una fuerza de 150 N paralela al suelo. La fuerza de rozamiento que se opone al deslizamiento del coche vale 100 N.

a) ¿ Durante cuánto tiempo tienen que empujar para que el coche adquiera una velocidad de 9 km/h?

b) ¿ Qué espacio habrá recorrido?

20. Un muelle se alarga 20 cm cuando ejercemos sobre él una fuerza de24 N.

a) Calcula el valor de la constante elástica del muelle.

b) Calcula el alargamiento del muelle al aplicar una fuerza de 60N.

21. Un muelle cuya constante elástica vale 150 N/m tiene una longitud de 35 cm cuando no se aplica ninguna fuerza sobre él. Calcula:

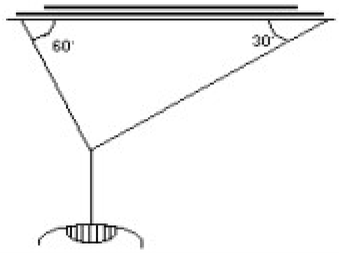
a) La fuerza que debe ejercerse sobre el muelle para que su longitud sea de 45 cm.

b) La longitud del muelle cuando se aplica una fuerza de 63 N.

22. Una lámpara de 10 kg de masa cuelga de un cable que la une al techo. Dibuja las fuerzas que actúan sobre la lámpara y calcula el valor de la tensión que soporta el cable.

23. Una lámpara de 100 N de peso cuelga de dos cuerdas que forman un ángulo de 60° con el techo. Dibuja las fuerzas que actúan y calcula el valor de la tensión de cada cuerda.

24. Una lámpara cuelga del techo tal como se muestra a continuación:



Calcula la tensión de cada una de las cuerdas si la masa de la lámpara es de 15 kg.

25. Un cuerpo está apoyado sobre un plano inclinado 30° sin rozamiento.

a) Dibuja las fuerzas que actúan sobre el cuerpo y las correspondientes reacciones.

b) Calcula la aceleración con que cae.

26. Un niño de 30 kg se tira por un tobogán de 4 m de longitud y 45° de inclinación. Despreciando el rozamiento, calcula cuánto tiempo tardará en llegar al suelo.

27. Un cuerpo de 25 kg de masa desciende por un plano inclinado 30° con la horizontal. Calcula:

a) La aceleración del cuerpo si no se considera el rozamiento.

b) La aceleración del cuerpo si el coeficiente de rozamiento dinámico entre el cuerpo y la superficie del plano es μ_d=0’35.

28. Un cuerpo de 15 kg se encuentra sobre una superficie horizontal. Calcula los coeficientes de rozamiento estático y dinámico si hay que aplicar paralelamente a dicho plano una fuerza de 51,45 N para que comience a deslizarse y otra de 36,75 N para que mantenga un MRU.

29. A un objeto de 3 kg de masa, inicialmente en reposo, y situado sobre un plano horizontal sin rozamiento, se le aplica una fuerza de 8 N paralela al plano. Calcula:

a) La aceleración que adquiere.

b) El espacio recorrido si la fuerza está actuando durante 5 s.

c) Su cantidad de movimiento en ese instante.

30. Juana y Juan están patinando sobre una pista de hielo. Estando ambos en reposo, Juana empuja a Juan con una fuerza de 70 N. Explica que sucede y calcula la aceleración que adquiere cada uno, si las masas de Juana y Juan son 58 kg y 50 kg, respectivamente. Considera que entre la pista de hielo y los patines el rozamiento es despreciable.

31. Para arrastrar con velocidad constante un carrito cargado de 25 kg de masa total, situado en un plano horizontal, una persona hace una fuerza de 40 N tirando de una cuerda que forma un ángulo de 30° por encima de la horizontal.

a) Calcula el coeficiente de rozamiento.

b) ¿Qué fuerza debería hacer si tirase horizontalmente de la cuerda?.

32. Calcula la resistencia mínima que debe tener una cuerda para levantar un objeto de 50 kg:

    a) Con velocidad constante.

    b) Con una aceleración de 2 m/s2.

33. Calcula el peso de un cuerpo que experimenta una fuerza normal de 35 N cuando está apoyado sobre una superficie inclinada 45° respecto a la horizontal.

34. Determina el valor de la fuerza normal que actúa sobre un automóvil de 1200 kg de masa en los siguientes casos:

    a) El automóvil circula por una carretera horizontal.

    b) El automóvil sube una rampa inclinada 30° respecto a la horizontal.

35. Un coche todo terreno de 1200 kg de masa sube una pendiente de 40° con velocidad constante. Calcula la fuerza que debe realizar el motor. Se considera despreciable el rozamiento.

36. Para arrastrar con velocidad constante un piano de 150 kg de masa sobre el suelo horizontal hay que realizar una fuerza de 600 N. Calcula el coeficiente de rozamiento.

37. Calcula la masa de una caja colocada sobre una superficie horizontal, si se sabe que cuando se tira de ella con una fuerza de 100 N (también horizontal) se mueve con velocidad constante. Como dato se conoce el coeficiente de rozamiento entre la caja y el suelo: μ_d= 0’5.

38. Se quiere elevar un cubo cargado de cemento, de 20 kg de masa, utilizando una polea y una cuerda de masa despreciable.

    a) ¿Qué fuerza debe ejercer una persona para subirlo a velocidad constante?

    b) ¿Y si se quiere subir con una aceleración de 0’2 m/s^2?

39. A lo largo de una rampa inclinada 30° sobre la horizontal se sube una carretilla de 10 kg de masa aplicándole una fuerza de 100 N paralela a la rampa. Si el coeficiente dinámico de rozamiento es de μ_d= 0’5, haz un esquema detallando las fuerzas que actúan y calcula:

    a) La fuerza normal que ejerce la superficie.

    b) La fuerza de rozamiento.

    c) Calcula la aceleración con la que sube la carretilla.

40. Una grúa mantiene colgado un contenedor de masa m= 1’2 t. Determina la tensión del cable cuando:

    a) Baja el contenedor con una aceleración constante de 1’4 m/s^2.

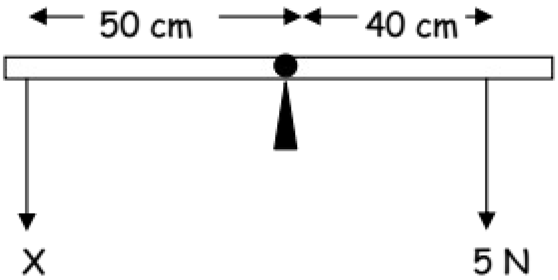
    b) Sube el contenedor con una aceleración constante de 2 m/s^2.

41. Al lanzar con una honda una piedra de 100 g ejercemos sobre las correas una fuerza de 200 N. Si la piedra describe círculos de 80 cm de radio:

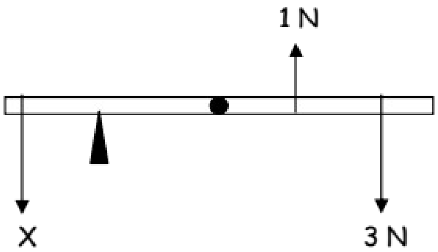
    a) ¿con que velocidad saldrá cando la soltemos?

    b) ¿Que sucedería si describiese con la misma celeridad círculos de radio 50 cm?

42. Calcular la fuerza X que hay que aplicar al siguiente sistema para que se mantenga el equilibrio, si la tabla de la que tiran las fuerzas mide 1m y su masa es 300g:



43. Calcula la masa que hay que colgar en X para que el siguiente sistema permanezca en equilibrio. La tabla mide 1m y su masa es 200g. ¿Influye el peso de la tabla para que el sistema esté en equilibrio? ¿Por qué?



44. Por una tubería hueca de agua ($\rho = 1\,kg/m^3$) pasan 3L por segundo. Un fontanero necesita saber de que material pone la tubería para lo que necesita saber la presión que puede ejercer el agua sobre las paredes. Para ayudarle supón que la masa de agua que cae por segundo es la misma masa que deben soportar las paredes. Ten en cuenta que la tubería tiene un diámetro de 6cm.

45. Suponiendo que la superficie de la escotilla de un submarino es de 1.2 m^2 y que se encuentra a 600 metros de profundidad ¿Qué fuerza total ejerce el agua sobre ella? *Dato; densidad agua del mar 1030 kg/m*^{3}

46. Si la presión que soporta la base de un cubo de 0,43 cm de arista relleno de un líquido es de 0,5 hPa, ¿cuál es la densidad del líquido?

47. ¿Qué presión existe en el fondo de una piscina olímpica de 4 m de profundidad? Recuerda que la presión atmosférica a nivel del mar es de 1 000 mb, aproximadamente.
    Dato: Densidad del agua de la piscina: d =1,03 kg/L.

48. La presión atmosférica más baja registrada en la Tierra fue de 870 mb el 12 de octubre de 1979, en la cola del huracán Tip, en la isla de Guam. Calcula la altura que alcanzaría en ese instante, allí, una columna de mercurio que ejerciese una presión en el fondo igual a la

atmosférica.
Datos: Densidad del mercurio a 0 °C: d = 13,59 g/cm^3. 1 atm = 1 013,25 mb.

49. ¿Qué masa deberemos colocar sobre un émbolo cuya sección es un cuadrado de 6 cm de arista para elevar otra masa de 50 kg situada sobre un émbolo cilíndrico de la misma sección?

50. Se sumerge totalmente en agua una esfera de aluminio de 100 mm de radio. Calcula:

    a) El empuje que experimenta.

    b) Su peso aparente en el agua.

    Densidad del aluminio: 2,7 g/cm^3; densidad del agua: 1 g/cm^3

51. Tenemos un tubo de 1 cm de radio lleno de mercurio con el que vamos a realizar la experiencia de Torricelli. Cuando se introduce en una cubeta llena también de mercurio y se destapa, este desciende hasta alcanzar una altura de equilibrio. Miramos en la página del tiempo, donde dice que en el lugar donde nos encontramos, en ese momento, hay una presión atmosférica de 1 004 mb. ¿Cuál es la masa de la columna de mercurio que hay en el tubo?

    Datos: densidad del mercurio 13,6 g/cm^3