

## DINÁMICA

Es la parte de la Física que estudia las fuerzas como causantes de movimientos o deformaciones en los cuerpos.

### 1.FUERZA.DEFINICIÓN .UNIDAD

*Es toda causa capaz de alterar el estado de reposo o de movimiento de los cuerpos, o de producir deformaciones en ellos.*

Así, decimos que si arrastramos una caja por el suelo se ejerce una fuerza sobre la caja, *se pone en movimiento*, y si cogemos un globo y lo apretamos con las manos ejercemos una fuerza que *deforma* el globo.

En el *S.I.* utilizaremos como *unidad* de fuerza el *Newton, N*

### 2. CLASES DE FUERZAS

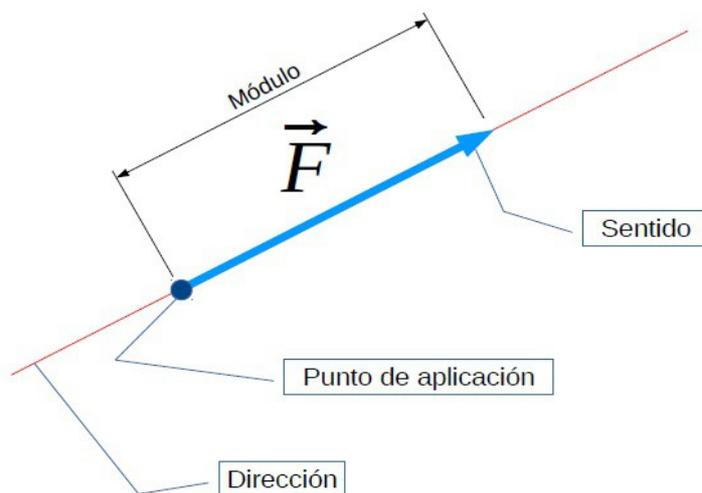
Las fuerzas, *según su forma de actuación*, se dividen en:

a) **Fuerzas de contacto**: Son aquellas que para ser ejercidas se requiere que haya contacto entre los cuerpos. Ej. La fuerza ejercida por una grúa sobre un cuerpo, la ejercida por un muelle estirado o comprimido sobre un cuerpo, etc.

b) **Fuerzas de acción a distancia**: Son aquellas que tienen lugar entre dos cuerpos sin necesidad de que haya contacto entre ellos. Ej. La fuerza con la que la Tierra atrae a los cuerpos (*peso*), la fuerza de atracción o repulsión entre dos imanes, las fuerzas eléctricas.. etc

### CARÁCTER VECTORIAL DE LAS FUERZAS

Las fuerzas son magnitudes vectoriales, por lo tanto, se representan mediante vectores. Para definir las hay que conocer su módulo, dirección, sentido y punto de aplicación.



### 3. COMPOSICIÓN DE FUERZAS DE UN SISTEMA

Veamos varios conceptos:

#### SISTEMA DE FUERZAS

Conjunto de fuerzas que actúan sobre un mismo cuerpo de modo simultáneo.

#### RESULTANTE DE UN SISTEMA DE FUERZAS

Es otra fuerza que tiene el mismo efecto que todas las anteriores y por lo tanto puede sustituirlas.

#### COMPONER UN SISTEMA DE FUERZAS

Es hallar la resultante.

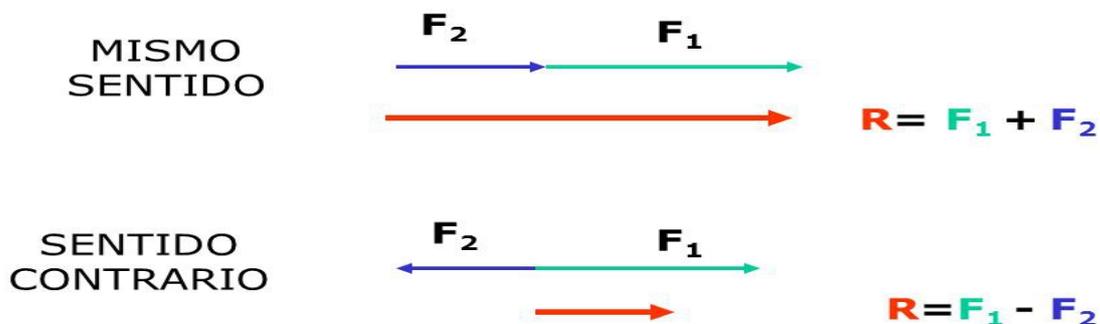
Lo podemos hacer de dos modos

-**Analíticamente**: mediante ecuaciones matemáticas

-**Gráficamente**: mediante técnicas de dibujo.

## COMPOSICIÓN DE FUERZAS DE LA MISMA DIRECCIÓN

Para componer o sumar dos fuerzas no podemos operar como si fueran números. La fuerza RESULTANTE de la suma de otra depende de la dirección y sentido de estas.



La *fuerza resultante de fuerzas de la misma dirección y sentido* posee las siguientes características:

- Módulo*: La suma de los módulos de las fuerzas del sistema.
- Dirección*: La de las fuerzas del sistema.
- Sentido*: El de las fuerzas del sistema.

La *fuerza resultante de fuerzas de la misma dirección y sentido contrario* posee las siguientes características:

- Módulo*: La diferencia de los módulos de las fuerzas del sistema.
- Dirección*: La de las fuerzas del sistema.
- Sentido*: El de la fuerza de mayor módulo.

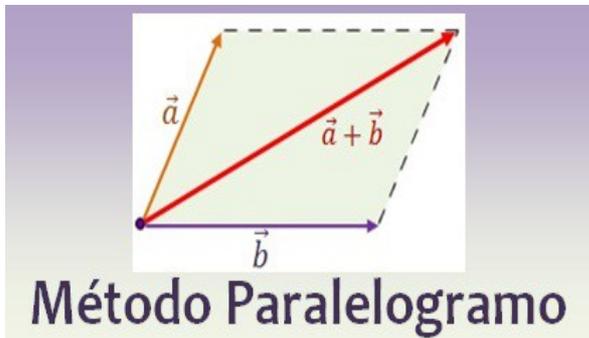
#### FUERZAS EN DISTINTA DIRECCIÓN

En este caso, la *fuerza resultante* ya no tendrá la misma dirección y sentido que

las fuerzas que componen el sistema. Para obtener la fuerza resultante podemos hacerlo

### GRÁFICAMENTE

#### a) Método del paralelogramo

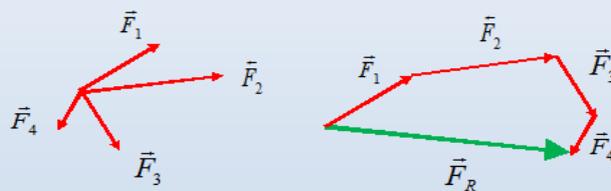


Este método se basa en trazar rectas paralelas a las fuerzas del sistema por sus extremos, de tal modo que estas rectas intersecten en un punto; la fuerza resultante será aquella que parte del origen común de las fuerzas y termina en el punto de intersección anteriormente citado. Se trata de construir un paralelogramo.

#### b) Método del Polígono

##### - El método del polígono:

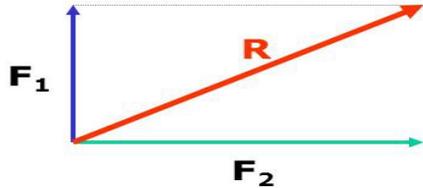
Si son más de dos las fuerzas concurrentes, podemos hallar la resultante gráficamente, dibujando cada fuerza a continuación de otra de modo que conserven su dirección y sentido. La  $\vec{F}_R$  tendrá el origen de la primera fuerza y el extremo de la última.



**ANALÍTICAMENTE:** vamos a ver el caso más sencillo que es el caso de fuerzas perpendiculares:

## COMPOSICIÓN DE FUERZAS

### PERPENDICULARES



$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

TEOREMA DE PITÁGORAS

### Ejercicios

1. Halla la resultante de dos fuerzas de 3 N y 4 N en los siguientes casos

- a) Forman entre ellas un ángulo de  $0^\circ$ ;
- b) El ángulo es de  $90^\circ$
- c) El ángulo es de  $180^\circ$ .

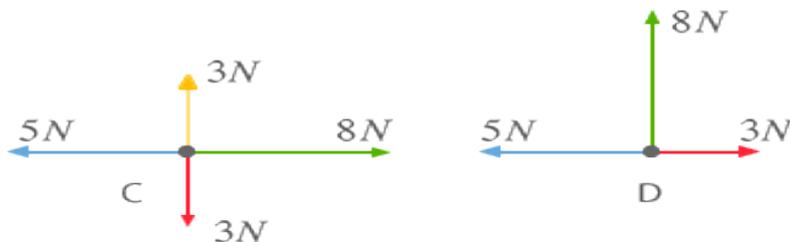
2. Dadas las fuerzas de módulos 4, 2 y 5 N que forman ángulos de  $0^\circ$ ,  $90^\circ$  y  $180^\circ$  con el eje x positivo respectivamente, calcula la resultante.

3. Dos fuerzas de 10 N y 6 N respectivamente actúan sobre un punto en la misma dirección pero en sentidos opuestos.

4.



Calcula la fuerza resultante de cada uno de los sistemas de fuerzas.



## DINÁMICA(I) .4º ESO

5. La resultante de dos fuerzas perpendiculares entre si vale 50 N. Una de las componentes vale 25 N. ¿Cuál es el valor de la otra componente?

6. Calcular la resultante de las fuerzas aplicadas sobre cada cuerpo:

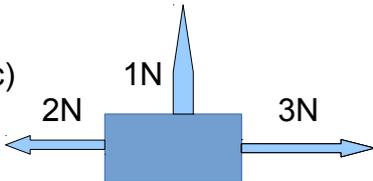
a)



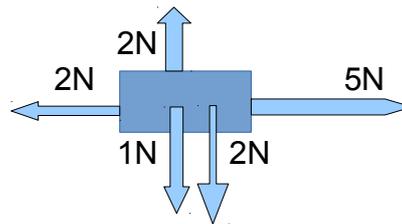
b)



c)

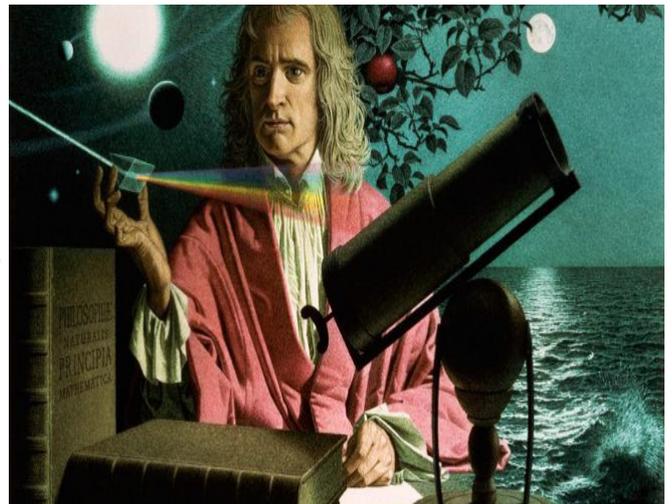


d)



## 4.LEYES DE NEWTON

El científico inglés Isaac Newton(1642-1727), en su obra Principia Mathematica Philosophiae Naturalis (Principios matemáticos de la Filosofía Natural, 1684) recoge y explica descubrimientos propios y de otros científicos anteriores (Kepler, Galileo). Define los conceptos de fuerza y masa, y proporciona un procedimiento matemático para poder estudiar los movimientos y sus causas. Puede afirmarse que es en estos momentos cuando la Física se hace “adulta”.



### PRIMERA LEY DE NEWTON (LEY DE INERCIA)

El científico italiano Galileo Galilei(1564 - 1642) se planteó experimentos para demostrar que las ideas que se tenían en su época referentes a los movimientos eran erróneas. Desde la Grecia clásica prevalecían las teorías del filósofo griego Aristóteles (s. IV a.C). Galileo rebate la idea aristotélica de que un cuerpo sólo puede mantenerse en movimiento si se le aplica alguna fuerza. Según él, para mantener un movimiento es necesaria la acción constante de una fuerza. En cuanto esa fuerza dejara de actuar, el cuerpo se pararía. Galileo, sin

Para que un cuerpo se mueva debe actuar sobre él una fuerza. Si la fuerza deja de actuar el cuerpo se detendrá

Aristóteles  
s IV a.C Grecia

Un cuerpo puede moverse sin la acción permanente de una fuerza.

Galileo Galilei  
1564-1642 Italia

## DINÁMICA(I) .4º ESO

embargo, plantea el razonamiento al revés, y procura eliminar el rozamiento en su estudio. Un cuerpo que desliza por una superficie horizontal sin rozamiento continuará con su movimiento sin que haga falta ninguna fuerza que mantenga el movimiento. Si en esa situación le aplicamos una fuerza, conseguiremos pararlo o acelerarlo.

**Las fuerzas no mantienen el movimiento, sino que lo modifican.**

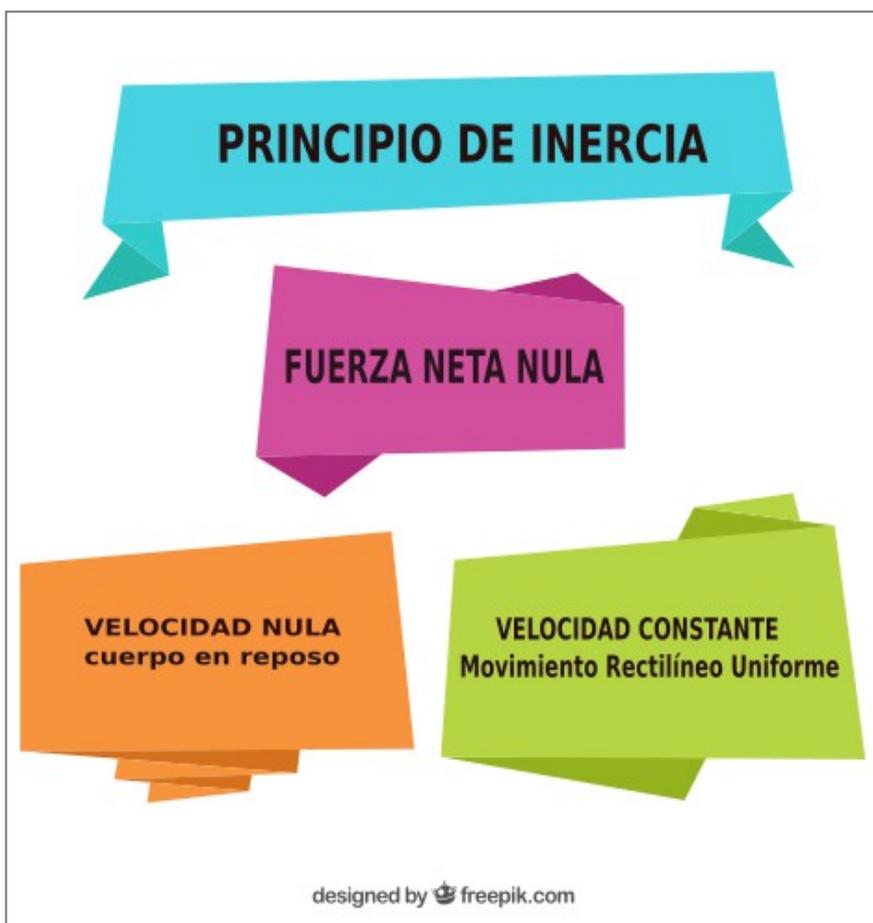
De acuerdo con los resultados experimentales, Galileo enunció el principio de inercia. Este principio fue recogido por Newton y constituye su **primera ley de la dinámica**:

**“ Un cuerpo permanece en su estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme a menos que actúe sobre él una fuerza resultante distinta de cero que le obligue a cambiar ese estado ”**

Podemos expresar también esta ley diciendo que :

“Si la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es cero, el cuerpo si estaba en reposo, seguirá en reposo y si estaba en movimiento ,lo hará con movimiento rectilíneo y uniforme”.

Esta tendencia que tiene el cuerpo a continuar en el estado que estaba fue llamada *vis insita*(actualmente *inercia*) por Newton. Hay que resaltar que la inercia no es ninguna fuerza, es simplemente la tendencia que tiene cualquier cuerpo a continuar tal y como estaba, hasta que lo obliguemos a cambiar. La inercia de un cuerpo depende fundamentalmente de la masa que éste tenga. *A mayor masa, más difícil será modificar su movimiento.*



Cuestiones

## DINÁMICA(I) .4º ESO

### CUESTIONES

1. Un objeto se mueve con  $v=cte$  ¿qué sucede si no actúan fuerzas sobre él? ¿qué hay que hacer para cambiar su velocidad?.
2. La fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo es cero. Explica si se puede sacar la conclusión de que el cuerpo no desarrolla ningún tipo de movimiento.
3. ¿Qué queremos afirmar cuando decimos que un tren posee una gran inercia?.
4. ¿Puede existir movimiento sin fuerza?

### SEGUNDA LEY DE NEWTON-2º PRINCIPIO DE LA DINÁMICA

Sabemos que sólo podemos alterar el estado de movimiento de un cuerpo por medio de una fuerza. ¿Qué clase de relación existe entre la fuerza ejercida y la aceleración producida?.

“ Cuando se aplican fuerzas a un cuerpo aparece una aceleración que es proporcional a la resultante de dichas fuerzas “

Lo dicho anteriormente puede resumirse mediante una fórmula que relaciona el efecto (la aceleración) con la causa que la ha producido (la fuerza resultante). La constante que relaciona ambas magnitudes es la masa del cuerpo.

$$F = m \cdot a$$

donde **F** debe entenderse como la **fuerza resultante que actúa sobre el cuerpo**

Esta ecuación constituye la expresión matemática del **principio fundamental de la dinámica**, uno de cuyos enunciados podría ser el siguiente:

**“La resultante de todas las fuerzas que actúa sobre un cuerpo es igual al producto de la masa del cuerpo por la aceleración que dicha fuerza le comunicó”.**

*La fuerza es la única causa de que exista aceleración en un cuerpo. Si la fuerza resultante es nula, no habrá aceleración, y si no hay aceleración el cuerpo, o bien se mantiene en reposo (si ese era su estado), o bien continúa con movimiento rectilíneo y uniforme. Visto matemáticamente:*

$$F = m \cdot a \quad \longrightarrow \quad a = \frac{F}{m} = \frac{0}{m} = 0 \quad \longrightarrow \quad v = 0$$

**v = constante**

Por lo tanto, *el Principio de Inercia no es más que un caso particular del Principio Fundamental de la Dinámica.*

### Cuestiones

5. Para cambiar la velocidad de un cuerpo es necesaria una fuerza. ¿Se produce el mismo cambio en la velocidad de cuerpos distintos si la fuerza que se les aplica es la misma?
6. ¿Cómo podemos saber si existe o no una fuerza actuando sobre un cuerpo?.
7. La velocidad de un automóvil aumenta de manera constante. Indica cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas:
  - a) El automóvil tiene movimiento uniforme.
  - b) El automóvil tiene aceleración constante.
  - c) Sobre el automóvil actúa una fuerza constante.
  - d) La resultante de las fuerzas que actúan sobre el automóvil es cero.
8. Una determinada fuerza está aplicada sobre un cuerpo. ¿Qué ocurriría si en un momento dado el cuerpo perdiera la mitad de su masa?.

## DINÁMICA(I) .4º ESO

9. ¿Será muy grande la fuerza resultante que actúa sobre un avión cuya velocidad es constante de 900 km/h?. Explícalo.

### Ejercicios

10. Sobre un camión y un coche que van a 72 km/h actúan sendas fuerzas resultantes de 4000 N (para el camión en el mismo sentido de la velocidad y para el coche en sentido contrario). Si la masa del camión es de 3000 kg y la del coche es de 1000 kg, Calcula la aceleración de cada uno. ¿cuánto tiempo tardará el coche en pararse?

11. Sabiendo que la aceleración de un cuerpo es de  $7 \text{ m/s}^2$  y que su masa es de 300 g, ¿Qué fuerza se aplicó? ¿Qué ocurriría si la masa fuese la mitad? ¿Qué ocurriría si la aceleración fuese el doble? ¿Qué ocurriría si la masa fuese la mitad y la aceleración el doble? .

12. ¿ Durante cuánto tiempo debe actuar una fuerza resultante de 10 N sobre un cuerpo en reposo de 400 gr de masa para que dicho cuerpo alcance una velocidad de 20 m/s?.

13. ¿Qué fuerza resultante debes aplicar sobre un cuerpo de 500 gr para que en 23 m aumente la velocidad desde 15 m/s a 25 m/s?.

14. A un cuerpo de 1000 kg, inicialmente en reposo, se le somete a una fuerza resultante de 300 N durante 5 s . Calcular: a) *Aceleración*. b) *Velocidad y espacio recorrido* a los 5 s.

15. Un automóvil, de 1515 kg, acelera de 0 a 100 km/h en un tiempo de 5,9 s.

Determinar: a) *La aceleración* del coche. b) *La fuerza resultante* que actúa sobre el coche.

16. Una fuerza resultante de 6 N produce una aceleración en un cuerpo de  $0,5 \text{ m/s}^2$ .

Determine: a) ¿Qué *masa* tiene el cuerpo? b) ¿Qué *fuerza resultante* debemos ejercer para que el cuerpo tenga una *aceleración* de  $4 \text{ m/s}^2$ ?

## TERCERA LEY DE NEWTON. (PRINCIPIO DE ACCIÓN-REACCIÓN)

Este principio afirma que “*Si un cuerpo A ejerce una fuerza sobre un cuerpo B, el cuerpo B ejerce otra fuerza sobre el cuerpo A de igual módulo y dirección, pero en sentido contrario*”.

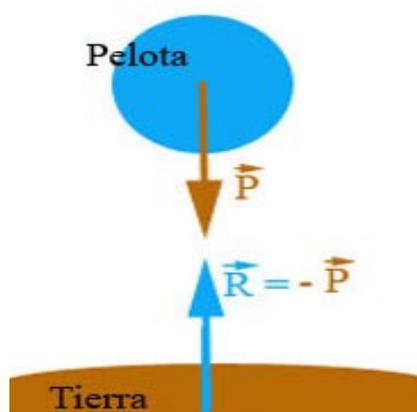
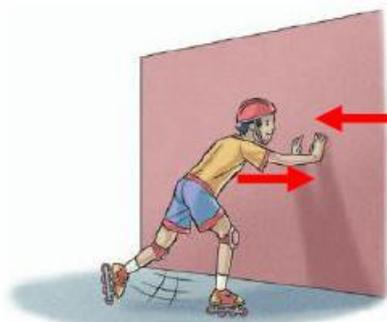
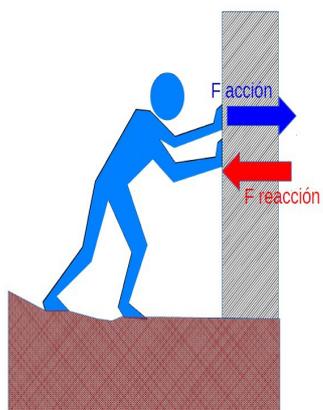
En toda interacción entre dos cuerpos, se ejercen dos fuerzas, una aplicada sobre cada cuerpo, que son iguales en módulo y dirección, y en sentidos contrarios.

Lo que quizá más pueda sorprendernos de esta tercera ley es el hecho de que las dos fuerzas tengan el mismo valor. Es decir, si le damos una patada a un balón, el balón ejerce sobre nuestro pie una fuerza igual. Si la Tierra nos atrae, nosotros atraemos a la Tierra con la misma fuerza. ¿Por qué entonces los cuerpos caen y la Tierra no sube? ¿Por qué el balón sale disparado y nuestro pie no sale rebotado hacia atrás? La razón hay que buscarla en la segunda ley de Newton. Las fuerzas que actúan son iguales, pero los efectos que producen (las aceleraciones) dependen también de la masa. La Tierra tiene una masa tan enorme que la aceleración que sufre es insignificante, inapreciable. El balón tiene mucha menos masa que nuestra pierna, y sufre más aceleración.

El ejemplo clásico para ilustrar este principio es que al empujar una pared, aplicamos sobre ella una cantidad de fuerza determinada, y ella sobre nosotros una igual pero en dirección contraria. Esto significa que todas las fuerzas se manifiestan en pares contrarios.

Aunque las fuerzas de acción y reacción son iguales y de sentido contrario, nunca se anulan, ya que actúan sobre cuerpos distintos.

DINÁMICA(I) .4º ESO



## ESTUDIO DE ALGUNAS FUERZAS DE PARTICULAR INTERÉS

### PESO

Fuerza que ejerce la Tierra (o el planeta en el que estemos) sobre un cuerpo. Ya lo estudiaremos en más detalle, pero de momento podemos ver las siguientes características.

- Su dirección apunta hacia el centro de la Tierra.
- Se calcula con la expresión  $P = m \cdot g$
- Aunque el peso de un cuerpo disminuye con la altura, para alturas de pocos km sobre la superficie, puede considerarse que la gravedad,  $g$ , se mantiene constante en  $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$
- El punto de aplicación del peso es el centro de gravedad del cuerpo.

### TENSIÓN

Fuerza que ejerce una cuerda o cable tenso sobre sus extremos.

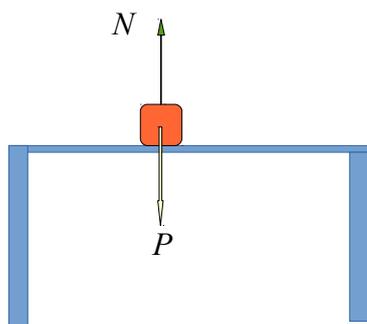
### NORMAL

Esta fuerza se da siempre que existe un contacto entre dos superficies. Es la reacción de la superficie a todas las fuerzas que se ejercen sobre él perpendicularmente.

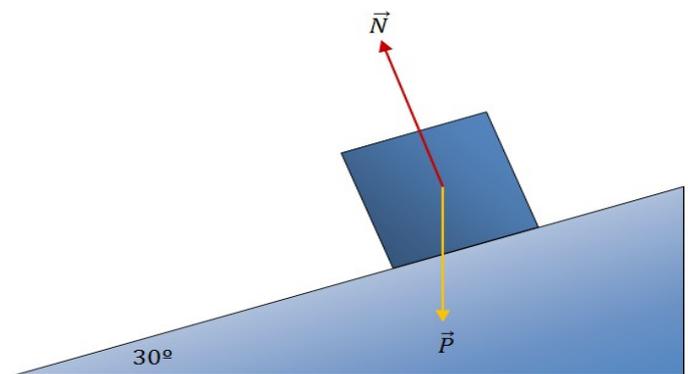
Características

- Es una **fuerza perpendicular a la superficie** y siempre va en sentido hacia fuera.
- Ya que esta fuerza se debe al contacto entre las dos superficies, desaparecerá cuando los dos cuerpos dejen de estar en contacto.

Por ejemplo: Un **cuerpo sobre una mesa o sobre un plano inclinado** ejerce sobre la mesa o el plano una **fuerza debida a su propio peso**, como consecuencia, **la mesa y el plano reaccionan ejerciendo sobre el cuerpo otra fuerza igual, en la misma dirección, pero de sentido contrario: es la llamada NORMAL**



Plano horizontal



Plano inclinado

### FUERZA DE ROZAMIENTO

La fuerza de rozamiento está presente constantemente a nuestro alrededor. Si echamos a rodar una bola por una superficie horizontal, se terminará parando. Un coche puede frenar gracias al rozamiento, pero también el rozamiento con el aire le impide acelerar con mayor rapidez.

Para que exista fuerza de rozamiento es necesario:

- Que exista contacto entre los cuerpos

## DINÁMICA(I) .4º ESO

- Que haya un deslizamiento (o al menos un intento de deslizamiento) entre las superficies que están en contacto.

No olvidemos que el rozamiento es una interacción entre dos cuerpos (dos superficies en este caso).

La fuerza de rozamiento entre dos superficies depende de:

- El tipo de superficie (su rugosidad).
- La intensidad del contacto.

A la hora de dibujar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, la fuerza de rozamiento la pintaremos siempre contraria al movimiento.

### EJERCICIOS

**17.** Supongamos que empujamos un cajón de 50 kg ejerciendo una fuerza de 120 N. Si la fuerza de rozamiento vale 80 N

- Dibuja las fuerzas que actúan sobre el cuerpo
- ¿Con qué aceleración se mueve el cuerpo?

**18.** Un móvil de 1.000 kg es empujado por el aire con una fuerza de 2.000 N al mismo tiempo que actúa sobre él una fuerza de rozamiento con el aire de 1.500 N. ¿Con qué aceleración se moverá el barco? ¿Qué velocidad tendrá al cabo de 4 s si parte del reposo?

**19.** Un coche de 800 kg marcha a la velocidad de 72 km/h cuando frena y se para en 8 s. ¿Cuanto vale la fuerza de frenado?. Haz el esquema de fuerzas que actúa sobre el cuerpo.

**20.** Al aplicarle a un cuerpo de 5 kg una fuerza de 5 N pasa de tener una velocidad de 15 m/s a alcanzar 20 m/s en 10 s. ¿Qué valor tiene la fuerza de rozamiento?. Haz el esquema de fuerzas que actúa sobre el cuerpo.

**21.** Si aplicamos una fuerza de 15 N sobre un cuerpo de 32 kg de masa, éste alcanza una aceleración de  $0,25 \text{ m/s}^2$ . ¿Existe rozamiento? En caso afirmativo ¿cuánto vale? ¿Cuál sería la aceleración del cuerpo si elimináramos el rozamiento?

**22.** Un móvil de 300 kg, inicialmente en reposo, alcanza una velocidad de 20 m/s en 8 s.

- ¿Cuál es la aceleración del móvil?
- ¿Cuál es el valor de la fuerza que ejerce el motor?
- Si a los 8 s deja de actuar el motor y comienza a actuar una fuerza de rozamiento constante de 60 N, ¿cuánto tiempo tardará en pararse el móvil?

**23.** Calcular la masa de un automóvil que se mueve a 90 km/h sabiendo que para detenerlo en 20 m es precisa una fuerza de 5000 N

**24.** Un hombre tira de una caja de 100 kg que se desplaza sobre el suelo. La fuerza de rozamiento cuando la caja se mueve sobre el suelo es de 200 N. Identifica y dibuja todas las fuerzas que actúan sobre la caja y analiza lo que ocurrirá con el movimiento de la caja en las tres etapas siguientes:

- El hombre tira de la caja con una fuerza de 300 N.
- Cuando la caja se está moviendo, el hombre tira de ella con una fuerza de 200 N.
- Cuando la caja se está moviendo, el hombre tira de la caja con una fuerza de 100 N.

**25.** Un paracaidista cae con una *velocidad constante de 3 m/s*. Si su masa y la de su paracaídas con amarres es de 120 kg, calcule la *fuerza* con la que el aire frena el descenso.

**26.** Una persona de 70 kg está atada a una cuerda que pende de un helicóptero. Calcular la *tensión de la cuerda* en los siguientes casos. a) Subiendo a la persona con una *aceleración de  $2 \text{ m/s}^2$* . b) Subiendo a la persona con *velocidad constante de 3 m/s*. c) Bajando a la persona con una *aceleración de  $2 \text{ m/s}^2$* .

## DINÁMICA(I) .4º ESO

**27.** Juan empuja el carrito de la compra del supermercado (20 kg) aplicando una fuerza de 15 N. La fuerza de rozamiento con el suelo puede considerarse constante e igual a 5 N.

a) Dibujar y calcular el valor de todas las fuerzas que actúan sobre el carrito. Calcular la velocidad que adquirirá el carrito a los 2 s, suponiendo que parte del reposo.

b) Si a partir de ese instante queremos que se mueva con velocidad constante. ¿qué fuerza tendrá que aplicar Juan?

c) Si Juan deja de empujar y suelta el carrito. ¿Cuánto tiempo tardará en pararse? ¿Qué distancia recorrerá hasta que se pare?

**28.** Levantamos una pesa de 10 kg mediante una cuerda aplicando una fuerza de 110 N. Calcular:

a) Aceleración que sufrirá la pesa.

b) Velocidad al cabo de 0,4 s. (despreciar el rozamiento con el aire)

**29.**

Empujamos un carro de 100 kg con una fuerza de 25 N. El carro, que al principio estaba quieto, alcanza la velocidad de 1 m/s en 5 s.

a) ¿Qué fuerza de rozamiento existe entre el carro y el suelo?

b) Si desde el principio la fuerza de rozamiento fuera de 100 N. ¿Qué le ocurriría al carro? ¿Por qué?

**30.** Un perro de 30 kg arrastra un trineo de 50 kg con una fuerza de 90 N. El carro, que al principio estaba quieto, alcanza la velocidad de 3 m/s en 10 s.

a) Dibuja todas las fuerzas que actúan sobre el trineo .

b) ¿Cuánto vale la fuerza de rozamiento que existe entre el carro y el suelo?

c) ¿Qué fuerza aplicará a partir de ese momento el perro para continuar con movimiento uniforme? ¿Por qué?

**31.** Sobre un cuerpo de 20 kg que está en reposo actúa durante 5 s una fuerza de 40 N.

Luego, y durante otros 5 s, deja de actuar esa fuerza. Por fin, durante 2 s actúa una fuerza de 100 N en la misma dirección pero en sentido contrario que la primera.

Haz una gráfica v-t y calcula la posición final del móvil.

**32.** Sobre un automóvil de 1000 kg que se mueve una velocidad de 20 m/s actúa una fuerza constante de 3000 N en el sentido del movimiento.

a) Calcula la aceleración del móvil.

b) ¿Cuál es la velocidad del móvil 4 s después?

c) ¿Qué distancia recorre el móvil en ese tiempo?

d) Repite el problema anterior para el caso de que la fuerza se aplique en el sentido opuesto.

**33.** 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  $0,5 \text{ m/s}^2$ , ¿cuánto vale la fuerza de rozamiento?

**34.** 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?

## DINÁMICA(I) .4º ESO