

Tema nº 2 Estudio de las fuerzas. Dinámica

NOTA: Para acceder a videos o páginas webs pisar **CONTROL Y PINCHAR** el video o la página Web.

Video: Fuerza y Movimiento

<http://www.youtube.com/watch?v=LpIK0gFxBnk&feature=related>

Video: Grúas en acción

<http://www.youtube.com/watch?v=Kmw0V0PJnxc&feature=related>

Video: Más grúas

<http://www.youtube.com/watch?v=-XSYbiedmyY>

Video: Excavadoras de alto tonelaje

<http://www.youtube.com/watch?v=p5Bp56N7GS8&feature=related>

Video: Más grúas

<http://www.youtube.com/watch?v=BopJivd9n80>

Las 7:45 minutos de la mañana, salgo de casa para ir al Instituto y me encuentro con mi vecino Ángel, con problemas en el arranque del coche. Tras varios minutos de mirar el motor y no saber qué hacer, optamos por el método clásico, **EMPUJAR** el coche. Pedimos la colaboración de dos vecinos más y nos ponemos manos a la obra. El coche comienza a moverse y con las maniobras correspondientes, se pone en marcha. **Problema Resuelto**. Más tarde, pasado el problema, uno de los ayudantes me dice que tanto ha **EMPUJADO** que había abollado (**deformado**) la chapa del coche.



¿Qué implica el fenómeno de EMPUJAR?

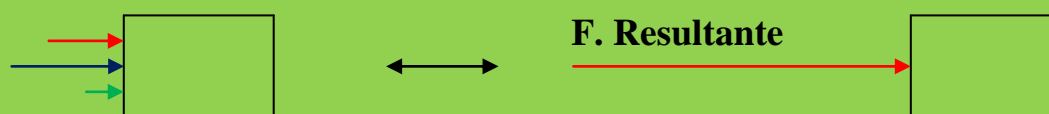
Intentaré explicarlo con el siguiente contenido:



- 1.- *Naturaleza de las Fuerzas. Dinámica (pág. N° 2)*
- 2.- *Estudio de los efectos que ejercen las fuerzas sobre los cuerpos (pág. N° 6)*
- 3.- *Fuerza resultante (pág n° 42)*
- 4.- *Descomposición de una fuerza (pág. N° 49)*
- 5.- *Fuerzas en Equilibrio (pág. N° 67)*
- 6.- *Fuerza Centrípeta y Centrífuga (pág. N° 72)*
- 7.- *Gravitación Universal. El Peso de los cuerpos (pág. N° 75)*

1.- *Naturaleza de las Fuerzas. Dinámica*

Analizando el problema, **arranque del coche del vecino**, lo que los tres voluntarios hemos hecho al **EMPUJAR** el coche, ha sido aplicar una nueva magnitud llamada **FUERZA** (en realidad se han ejercido tres **FUERZAS**, pero como veremos más adelante, estas se pueden convertir en una, que se llama **RESULTANTE**).



Queremos definir la nueva magnitud y **nos vamos a:**



Proyecto Newton de Física

<http://recursostic.educacion.es/newton/web/>

Definición de fuerza

<http://definicion.de/fuerza/>

Definición de fuerza

<http://www.tododxs.com/preparacion-fisica/entrenamiento-deportivo/41-entrenamiento-deportivo/117-fuerza-concepto-y-clasificacion.html>

Definición de fuerza

<http://www.wikiteka.com/apuntes/la-fuerza/>

Definición de fuerza

<http://www.fisica-facil.com/Temario/Dinamica/Teorico/Newton/Dinamica.htm>

Definición de fuerza

http://ieslbuza.educa.aragon.es/Departamentos/Dpto_EF/Ficheros/Fuerza.pdf

Es difícil llegar a definir la **FUERZA**. Lo habréis observado en las páginas Web anteriores. Podríamos llegar a la conclusión:

La fuerza es algo que se ejerce. Por ejemplo, estoy paseando con mi amigo Luis, de momento éste sin razón me proporciona una bofetada. Yo asombrado y sin pensarlo le pego otra. Es decir, la acción de Luis

implica una reacción mía, ha habido una interacción entre dos personas.

La fuerza siempre necesita algo o alguien para que se ponga de manifiesto. Puede ser que no exista contacto entre quien ejerce la fuerza y quien recibe el efecto (fuerzas a distancia, como el campo eléctrico).

Vuelvo a repetir de la necesidad de una interacción para que las fuerzas se pongan de manifiesto.

Para nuestro nivel y nuestros fines considero que la mejor definición que podemos obtener es:

Fuerza es toda causa capaz de producir una deformación (Efecto Estático) en un cuerpo o un cambio de reposo o movimiento de dicho cuerpo.(Efecto Dinámico).

¿Qué parte de la Física estudia las fuerzas?

Nos vamos a:



y veamos lo que nos dicen:

Proyecto Newton de Física

<http://recursostic.educacion.es/newton/web/>

Concepto de Dinámica

<http://es.wikipedia.org/wiki/Din%C3%A1mica>

Concepto de Dinámica

<http://definicion.de/dinamica/>

Llegamos a la conclusión:

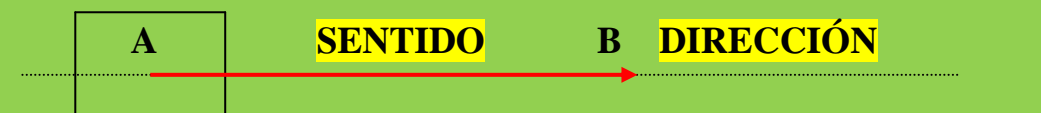
El estudio de las FUERZAS y sus efectos se estudian en una rama de la FÍSICA que se conoce con el nombre de DINÁMICA.

Las FUERZAS son magnitudes DERIVADAS (se definen en función de otras magnitudes) puesto que depende de la masa del cuerpo sobre el que actúan y de la aceleración que éste adquiere.

Son magnitudes VECTORIALES y por lo tanto tendrán:

- a) Intensidad o módulo.
- b) Dirección.
- c) Sentido.
- d) Punto de aplicación (lo supondremos situado en el centro geométrico del cuerpo).

En el ejemplo anterior:



A es el punto de aplicación de la fuerza resultante.

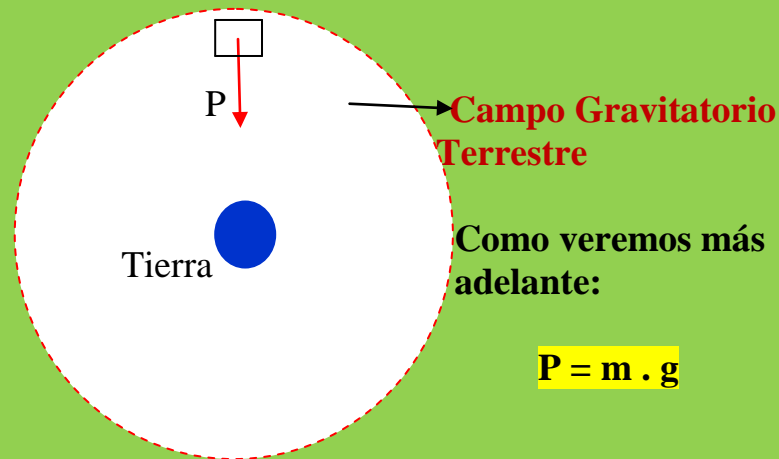
El segmento AB nos determina el valor de la fuerza resultante (tres fuerzas) aplicada (a mayor longitud, mayor es la intensidad de la fuerza aplicada).

Me adelantaré en el temario y hablaré un poco del Campo Gravitatorio Terrestre con el fin de definir el PESO de los cuerpos puesto que nos hará falta para continuar con el tema.

Video: Fuerza de la gravedad

<http://www.youtube.com/watch?v=PwPw-5tnwsE>

El Campo Gravitatorio Terrestre es la región del espacio en donde todo cuerpo situado en él está bajo la acción de una fuerza, ejercida por la Tierra, en la dirección y sentido hacia el centro de la misma. A esta fuerza se le conoce como PESO del cuerpo y tiene su punto de aplicación en dicho cuerpo.



$P =$ Peso del cuerpo; $m =$ masa del cuerpo ; $g =$ aceleración de la gravedad = $9,81 \text{ m.s}^{-2}$

2.- Estudio de los efectos que ejercen las fuerzas sobre los cuerpos.

Al definir la **FUERZA** se establecieron los efectos de la misma:

a) Efecto Estático.

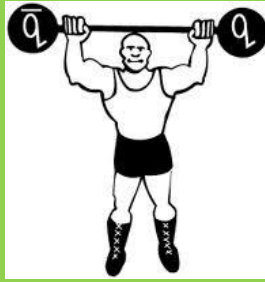
b) Efecto Dinámico.

En lo referente al

Efecto Estático

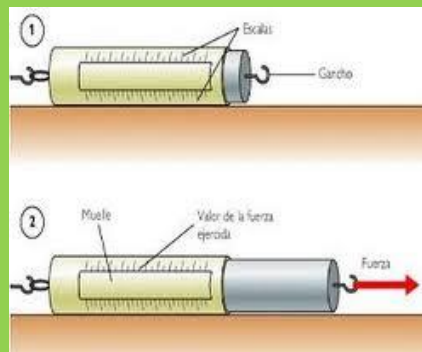
No vamos a estudiar la fuerza necesaria para doblar una barra de hierro o levantar pesas:

ESTUDIO DE LAS FUERZAS. DINÁMICA

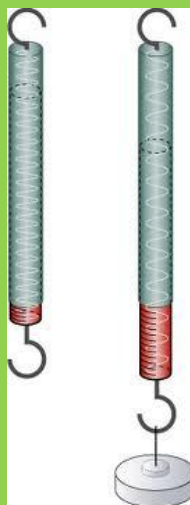


Estudiaremos este efecto (**estático**) para aquellas cosas que tengan una aplicación, una utilidad. Por ejemplo podríamos estudiar el funcionamiento de un **Dinamómetro**.

El **dinamómetro** se utiliza para **medir el peso de los cuerpos**:



Consta de un muelle interior que se alarga en función de la fuerza que apliquemos o del cuerpo que colguemos:



ESTUDIO DE LAS FUERZAS. DINÁMICA

El muelle tiene la característica de ser un operador elástico sin sufrir deformación permanente, cuando cesan las fuerzas o el peso a las que es sometido.

Las deformaciones (alargamientos) producidas están en función de las fuerzas que se apliquen sobre él.

El Efecto Estático de las FUERZAS fue estudiado por Hooke estableciendo la ley que lleva su nombre:

Nos vamos a:



Proyecto Newton de Física

<http://recursostic.educacion.es/newton/web/>

Laboratorio virtual. Pinchar en Ley de Hooke.

<http://www.educaplustic.org/play-119-Ley-de-Hooke.html>

Laboratorio virtual: Determinación de la constante elástica de un muelle.

<http://www.educaplustic.org/play-111-Constante-elastica-de-un-muelle.html>

Laboratorio virtual: Fuerzas y acciones.

Leyes de Newton.

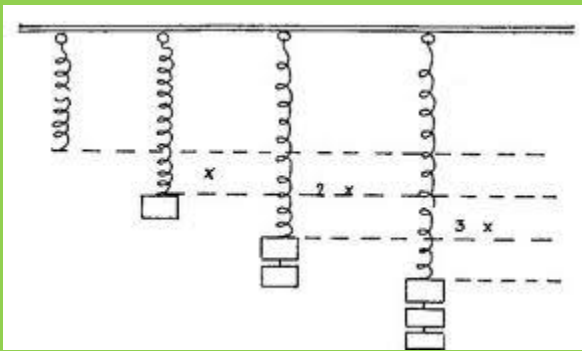
Fuerzas de rozamiento.

Sistemas inerciales.

Laboratorio de Dinámica.

Laboratorio de Rozamiento.

<http://web.educastur.princast.es/proyectos/fisquiweb/Dinamica/index.htm>



Viendo los alargamientos que sufren los muelles, en función de los cuerpos que cuelgan de ellos **Hooke** estableció:

En todo cuerpo elástico, la deformación producida, es directamente proporcional a la fuerza aplicada.

$$F = K \cdot \Delta x \quad (1)$$

en donde Δx es la deformación producida (alargamiento) y K es la llamada Constante de Elasticidad o Constante recuperadora del muelle.

Si de (1) despejamos K :

$$K = F / \Delta x$$

y trabajando en el S. I. la unidad de K es:

$$N / m$$

Como veremos más adelante **N** (Newton) es la unidad de fuerza en el S. I.

Hoy día los dinamómetros son fabricados con materiales muy diversos, tales como **acero al carbono**, **acero inoxidable**, **acero al cromo-silicio**, **cromo-vanadio**, que presentan **propiedades elásticas** que no pierden con el paso del tiempo. Antiguamente se utilizaban materiales que perdían elasticidad con el tiempo y la recuperación no era total con lo cual la medida ya no era exacta. También intervenía la picaresca en la venta

de animales y que se utilizan “romanas” (tipo de dinamómetros no exactos).



que habían sido trucadas produciendo un alargamiento mayor y por lo tanto dando un peso erróneo con beneficios para el vendedor.

Video: Medida de los pesos mediante balanzas

http://www.youtube.com/watch?v=6BGjnZOt_I8

Problema resuelto

Al colgar diversas masas de un muelle se han obtenido los siguientes resultados:

Masas	50 g	100 g	150 g	200 g	250 g
Alargamiento del muelle	2 cm	4 cm	6 cm	8 cm	10 cm
Fuerza (m . g) en N	0,49	0,98	1,47	1,96	2,45

- Complete la tabla con el valor de las fuerzas correspondientes.
- Represente la gráfica Fuerza- alargamiento.
- A partir de la gráfica, calcule los centímetros alargados cuando se cuelga una masa de 75 g. (Autor del problema IES MORATO)

Resolución:

a)

Lo primero que haremos es obtener la constante elástica del muelle. Para ello tomaré los dos primeros datos de la tabla:

$$m_1 = 50 \text{ g} \cdot 1 \text{ Kg} / 1000 \text{ g} = 0,050 \text{ Kg}$$

$$\Delta x = 2 \text{ cm} \cdot 1 \text{ m} / 100 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

El peso que cuelga vale:

$$P = m \cdot g$$

$$P = 0,050 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 0,49 \text{ N}$$

Según Hooke:

$$F = K \cdot \Delta x ; 0,49 \text{ N} = K \cdot 0,02 ; K = 0,49 \text{ N} / 0,02 \text{ m} = 24,5 \text{ N/m}$$

Para los segundos datos de la tabla:

$$m_2 = 100 \text{ g} \cdot 1 \text{ Kg} / 1000 \text{ g} = 0,1 \text{ Kg}$$

$$\text{Fuerza que cuelga} = \text{peso del cuerpo} = m \cdot g = 0,1 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 0,98 \text{ Kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} = 0,98 \text{ N.}$$

$$\Delta x = 4 \text{ cm} \cdot 1 \text{ m} / 100 \text{ cm} = 0,04 \text{ m}$$

Aplicamos Hooke:

$$0,98 \text{ N} = K \cdot 0,04 \text{ m} ; K = 0,98 \text{ N} / 0,04 \text{ m} = 24,5 \text{ N/m}$$

Comprobamos que se cumple la ley de Hooke.

b) Seguimos trabajando para obtener el resto de los datos de la tabla:

$$m_3 = 150 \text{ g} \cdot 1 \text{ kg} / 1000 \text{ g} = 0,150 \text{ kg}$$

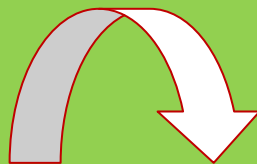
$$m_4 = 200 \text{ g} \cdot 1 \text{ kg} / 1000 \text{ g} = 0,200 \text{ kg}$$

$$m_5 = 250 \text{ g} \cdot 1 \text{ kg} / 1000 \text{ g} = 0,250 \text{ kg}$$

$$F_3 = P_3 = m \cdot g = 0,150 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 1,47 \text{ N}$$

$$F_4 = P_4 = m_4 \cdot g = 0,200 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 1,96 \text{ N}$$

$$F_5 = P_5 = m_5 \cdot g = 0,250 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = 2,45 \text{ N}$$



b) Representación gráfica:

N						
2,45						
1,96						
1,47						
0,98						
0,49						
0,00	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	M

c) Gráficamente no podemos determinar el alargamiento puesto que necesitamos una tabla muchísimo mayor.

Pero podemos analizar la tabla obtenida y observar que se trata de una línea recta y por lo tanto debe cumplir la ecuación:

$$y = f(x) \rightarrow F = K \cdot \Delta x \quad (1)$$

Realizamos los cálculos necesarios:

$$m = 75 \text{ g} \cdot 1 \text{ kg} / 1000 \text{ g} = 0,075 \text{ kg}$$

$$F = P = m \cdot g = 0,075 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} = 0,735 \text{ N}$$

y llevamos los valores obtenidos a la ecuación (1)

$$F = K \cdot \Delta x \quad ; \quad \Delta x = F / K = 0,735 \text{ N} / 24,5 \text{ (N/m)} = 0,03 \text{ m}$$

Problema resuelto

Un muelle mide 21 cm cuando se aplica a su extremo libre una fuerza de 12 N y mide 26 cm cuando la fuerza aplicada vale 24 N. Calcula la longitud del muelle cuando no actúa ninguna fuerza sobre él y el valor de su constante elástica. (Autor del problema IES MORATO)

Resolución:

Lo que nos pide el problema en este primer apartado es la longitud inicial del muelle (l_0), es decir, cuando no tenía ningún cuerpo colgado. Para ello procedemos de la siguiente forma:

$$L_1 = 21 \text{ cm} \cdot 1 \text{ m} / 100 \text{ cm} = 0,21 \text{ m}$$

$$F_1 = 12 \text{ N}$$

$$\text{Para } F_1, \Delta x = 0,21 \text{ m}$$

Todo Δ significa una diferencia, en nuestro caso:

$$\Delta x = l_f - l_0 \rightarrow 0,21 - l_0 = \Delta x$$

$$L_2 = 26 \text{ cm} \cdot 1 \text{ m} / 100 \text{ cm} = 0,26 \text{ m}$$

$$\text{Para } L_2, \Delta x = 0,26 \rightarrow 0,26 - l_0 = \Delta x$$

Si aplicamos Hooke para las dos longitudes: $F = K \cdot \Delta x$

$$12 = K (0,21 - l_0) \quad (1) \quad ; \quad 24 = K (0,26 - l_0) \quad (2)$$

Si dividimos (2) entre (1):

$$24 / 12 = K (0,26 - l_0) / K (0,21 - l_0)$$

$$2 = (0,26 - l_0) / (0,21 - l_0)$$

$$2 (0,21 - l_0) = 0,26 - l_0$$

$$0,42 - 2 l_0 = 0,26 - l_0 \quad ; \quad - 2 l_0 + l_0 = 0,26 - 0,42 \quad ; \quad - l_0 = - 0,16$$

$$l_0 = 0,16 \text{ m}$$

ESTUDIO DE LAS FUERZAS. DINÁMICA

Para conocer la constante elástica, **K**, podemos tomar los datos de la primera experiencia y aplicar Hooke:

$$F = K \cdot \Delta x ; 12 \text{ N} = K \cdot (0,21 - 0,16) \text{ m} ; 12 \text{ N} = K \cdot 0,05 \text{ m}$$

$$K = 12 \text{ N} / 0,05 \text{ m} = 240 \text{ N/m}$$

Como se trata del mismo muelle, el valor de K debe ser igual para las dos experiencias. Si queremos saber si hemos trabajado bien en el cálculo de K, aplicaremos Hooke a la segunda experiencia y debemos obtener el mismo valor de la primera experiencia:

$$F = K \cdot \Delta x ; 24 \text{ N} = K \cdot (0,26 - 0,16) \text{ m} ; 24 \text{ N} = K \cdot 0,1 \text{ m}$$

$$K = 24 \text{ N} / 0,1 \text{ m} = 240 \text{ N/m}$$

El planteamiento del problema lo hicimos bien.

Video: Efecto deformador de las fuerzas

<http://www.youtube.com/watch?v=gTm9xXVx8II>

En lo referente al

Efecto Dinámico

Fue estudiado por Newton estableciendo

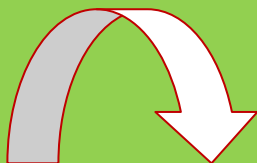
las **Leyes** o **Principios de la Dinámica**:

Nos vamos a:



Proyecto Newton de Física

<http://recursostic.educacion.es/newton/web/>



Laboratorio virtual: Fuerzas y acciones.

Leyes de Newton.

Fuerzas de rozamiento.

Sistemas inerciales.

Laboratorio de Dinámica.

Laboratorio de Rozamiento.

<http://web.educastur.princast.es/proyectos/fisquiweb/Dinamica/index.htm>

Laboratorio virtual: Primera ley de Newton

<http://perso.wanadoo.es/cpalacio/30lecciones.htm>

Laboratorio virtual: Efectos de una fuerza.

Obtención de la resultante de varias fuerzas.

Leyes de Newton.

Fuerzas de rozamiento.

<http://fisicayquimicaenflash.es>

Teoría: Leyes de Newton.

Fuerzas en sistemas dinámicos:

1. Fuerzas de rozamiento.

Problemas de Dinámica.

<http://thales.cica.es./rd/Recursos/rd98/Fisica/02/principal.html>

Pinchar aplicaciones didácticas:

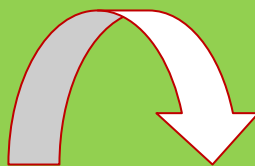
Pinchar Fuerrzas → Pinchar AQUÍ → Ejercicios con animaciones.

Pinchar Leyes de Newton → Pinchar AQUÍ → “

<http://www.ibercajalav.net/actividades.php?codopcion=2252&codopcion2=2257&codopcion3=2257>

De lo investigado en Google llegamos a la conclusión de que Newton estableció *tres Leyes* o *Principios*.

El Primer Principio se conoce como:



Principio de Inercia

Video: Principio de Inercia

<http://www.youtube.com/watch?v=RxXjt1IggrI&feature=related>

y dice:

Si sobre un cuerpo no actúa fuerza exterior alguna o la resultante de todas las fuerzas que actúan es cero, el cuerpo sigue en su estado de reposo o de movimiento rectilíneo y uniforme.

Supongamos que estamos en un coche parado pero con el motor en marcha. Estamos sentados en los asientos en una postura determinada. De momento el conductor acelera, es decir, el motor del coche origina una fuerza:



En el esquema, se intenta decir, que como el copiloto estaba en reposo y en una posición determinada, cuando se genera la fuerza el copiloto quiere seguir como estaba y por ello se desplaza hacia atrás.

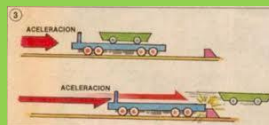
El copiloto marcha hacia atrás con la misma fuerza que ejerce el motor y por lo tanto con la misma aceleración que conseguiría el coche por la fuerza del motor. A la Fretroceso también se le conoce como FUERZA DE INERCIA.

Si el vehículo marcha a una velocidad determinada y de momento se ve en la necesidad de frenar, el copiloto se desplazará hacia delante, en este caso el ciclista:



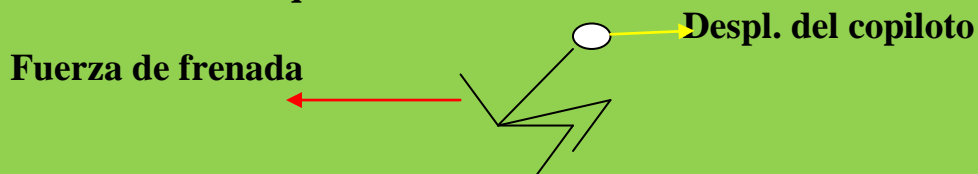
La razón la podemos buscar en el hecho de que el ciclista **quiere seguir en su estado de movimiento** y por ello es desplazado hacia delante.

Otro ejemplo podría ser:



El carrito de arriba, que no sufre acción de frenado, quiere seguir con la aceleración que llevaba y sigue avanzando hacia la derecha.

Si nos vamos a mi croquis famoso:



Como conclusión diremos:

- Si el móvil marcha a una **velocidad constante**, sobre el copiloto no actúa **fuerza alguna**.
- Cuando se aplica una fuerza al móvil, para aumentar su velocidad o disminuirla (frenada), el copiloto se desplazará en el sentido de compensar esta fuerza, es decir, en sentido contrario y con la **misma aceleración** que adquiere el móvil después de aplicar la fuerza.

El Segundo principio de la Dinámica

Principio Fundamental de la Dinámica

ley Fundamental de la dinámica

Video: Aceleraciones y desaceleraciones en los cuerpos

<http://www.youtube.com/watch?v=3wtDrtRFSAI>

Nos vamos a:



Proyecto Newton de Física

<http://recursostic.educacion.es/newton/web/>

Segunda Ley de Newton

<http://www.jfinternational.com/mf/segunda-ley-newton.html>

Segunda Ley de Newton

<http://www.molwick.com/es/movimiento/102-segunda-ley-newton-fuerza.html#texto>

Segunda Ley de Newton

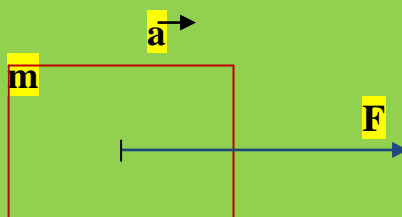
http://www.fisicarecreativa.com/informes/infor_mecanica/segunda_ley_n0.pdf

Video: Segunda Ley de Newton. Youtube

<http://www.youtube.com/watch?v=4Z8tPy2nhys>

Podemos resumir todas nuestras consultas y establecer la **Segunda Ley de Newton**:

Cuando sobre un cuerpo de masa “m” se le aplica una fuerza “F”



dicho cuerpo adquiere una aceleración, de la misma dirección y sentido de la fuerza aplicada y que es directamente proporcional a la fuerza aplicada e inversamente proporcional a la masa del cuerpo.

Matemáticamente:

$$a = \frac{F}{m}$$

De la última ecuación podemos despejar la **Fuerza** y nos queda:

$$F = m \cdot a$$

Ecuación que constituye la

Ecuación Fundamental de la Dinámica.

De la ecuación Fundamental y mediante el “Cálculo Dimensional” podemos conocer las unidades de la magnitud **FUERZA**:

$$[F] = [m] \cdot [a] \quad (1) \left\{ \begin{array}{l} [m] = M \\ a = V/t \rightarrow [a] = [V]/[t] \quad (2) \\ V = e/t \rightarrow [V] = [e]/[t] \quad (3) \\ [e] = L; [t] = T \rightarrow \text{Si nos vamos a (3)} \\ [V] = L/T = L \cdot T^{-1} \rightarrow \text{Si nos vamos a (2)} \\ [a] = L \cdot T^{-1}/T = L \cdot T^{-2} \rightarrow \text{Si vamos a (1)} \end{array} \right.$$

ESTUDIO DE LAS FUERZAS. DINÁMICA

$$[F] = M \cdot L \cdot T^{-2}$$

La unidad de **FUERZA** viene dada por el producto de una unidad de masa , por una unidad de longitud y una unidad de tiempo elevada (-2). En el **S. I.**:

$$\text{Kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

A este producto se le conoce con el nombre de **NEWTON (N)**:

$$1 \text{ N} = \text{Kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

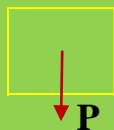
La expresión anterior la podemos poner de la forma:

$$1 \text{ N} = \text{Kg} \cdot \text{m/s}^2$$

Que prácticamente es como se usa.

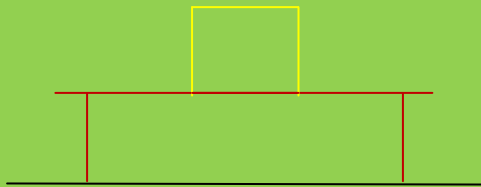
Podemos definir el Newton (N): Es la fuerza que aplicada a un Kilogramo-masa le proporciona una aceleración de 1 metro por segundo en cada segundo.

Antes de iniciarnos en los problemas de la segunda Ley de Newton es aconsejable ver, paso a paso, lo que le ocurre a los cuerpos bajo la acción de las fuerzas. Supongamos que a una cierta altura, sobre una mesa, tenemos un trozo de plastilina. Lógicamente la plastilina cae rápidamente bajo la acción de su peso y tiende a caer sobre la mesa:

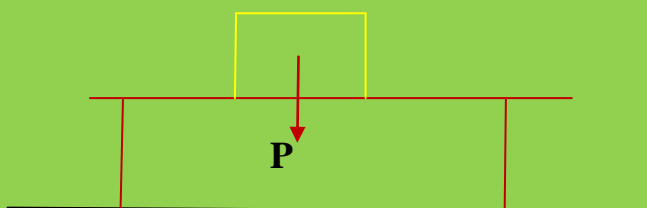


Ya tenemos la plastilina encima de la mesa:

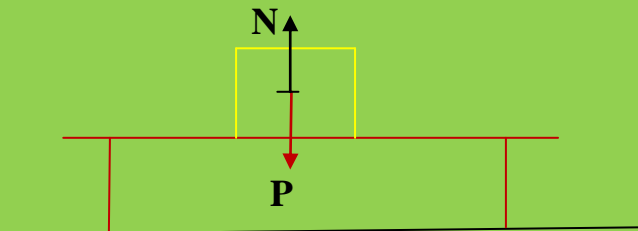
ESTUDIO DE LAS FUERZAS. DINÁMICA



El peso del cuerpo debe seguir actuando puesto que lo ejerce la Tierra sobre el cuerpo.



Si solo actúa el peso, el cuerpo rompería la superficie de la mesa y seguiría bajando. Esto no sucede y es debido a que la superficie ejerce sobre el cuerpo una fuerza que se llama **NORMAL**, que tendrá la misma dirección del peso pero de sentido contrario:

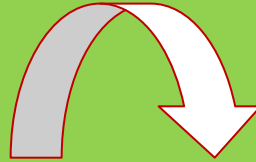


¿qué valor tiene la **NORMAL**?

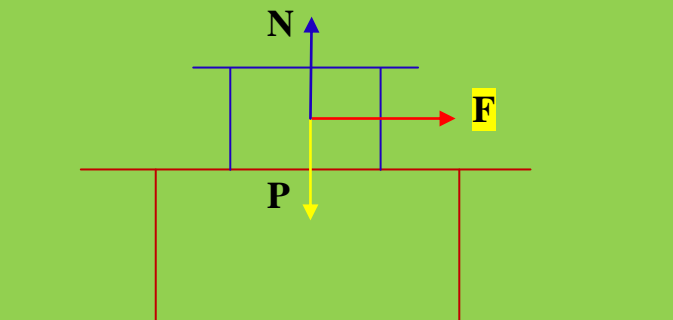
Pensemos:

- a) Si $P > N$, el cuerpo rompería la mesa.
- b) Si $P < N$, el cuerpo subiría hacia arriba.

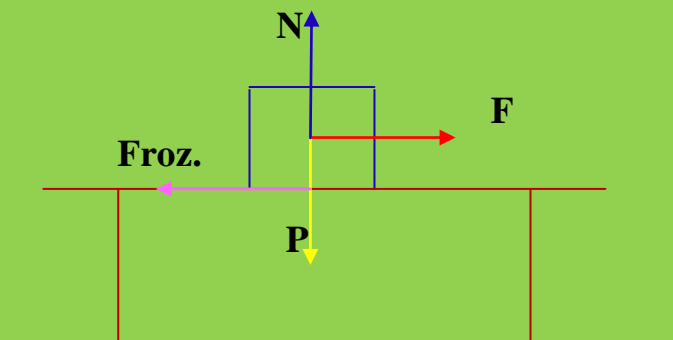
c) Como el cuerpo en la superficie de la mesa no se mueve se debe cumplir que $P = N$. Las dos fuerzas se anulan mutuamente y el cuerpo queda en equilibrio.



Ahora le vamos a aplicar al cuerpo una fuerza, F , paralela al plano de la superficie de la mesa, para que el cuerpo se desplace en ese sentido:



En el momento que empieza a actuar la fuerza F , aparecerán las **fuerzas de rozamiento** del cuerpo con la superficie de la mesa. Fuerza de rozamiento que se opondrá al movimiento del cuerpo. Tendrá por tanto sentido contrario:



Al dibujo anterior se le conoce como **DIAGRAMA DE FUERZAS** que es fundamental para poder resolver los problemas de Dinámica. Diré más, si en el ejercicio no existe el **DIAGRAMA**, dicho ejercicio se considera nulo. **Ya estamos dispuestos a realizar problemas.**

Laboratorio virtual: Dinámica. Acción de las fuerzas.
Laboratorio virtual: Dinámica. Fuerzas de rozamiento

<http://web.educastur.princast.es/proyectos/fisquiweb/Laboratorio/AccesoZV.htm>



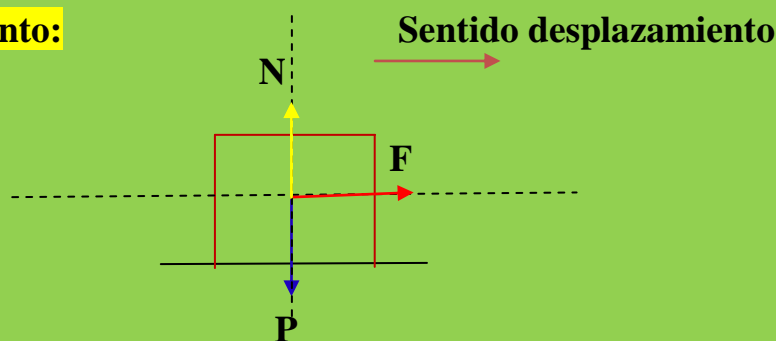
Problema resuelto

Un objeto de 100 kg, se encuentra sobre un plano horizontal. Si tiramos de él con una fuerza de 300 N ¿con qué aceleración se moverá en ausencia de rozamiento? ¿y si la fuerza de rozamiento vale 10 N?. Haz un dibujo indicando todas las fuerzas que actúan.

Resolución:

La aceleración que adquiere un cuerpo depende del conjunto de fuerzas que actúen sobre él. Por ello, lo primero que tenemos que establecer es dicho diagrama de fuerzas haciendo pasar por el centro geométrico del cuerpo unos ejes de coordenadas cartesianas sobre los cuales pintaremos las fuerzas actuantes:

Sin rozamiento:



Estudiaremos las fuerzas en cada uno de los ejes:

$$\text{Eje OY: } P = N \rightarrow \sum F = P - N = 0$$

Siempre, en planos horizontales se cumple la condición anterior, lo que nos viene a decir que el **P** y la **N** se anulan mutuamente.

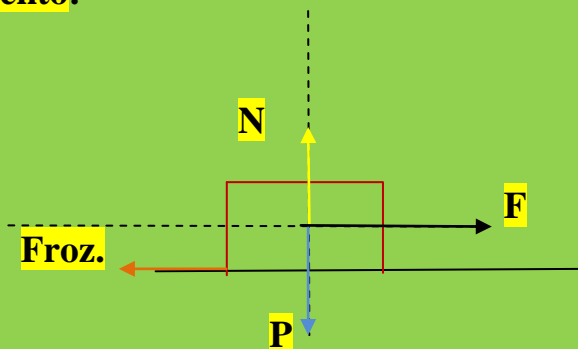
$$\text{Eje OX: } \sum F = F_{\text{ganan}} - F_{\text{pierden}} = m \cdot a$$

$$F - 0 = m \cdot a \quad ; \quad F = m \cdot a \quad ; \quad a = F / m$$

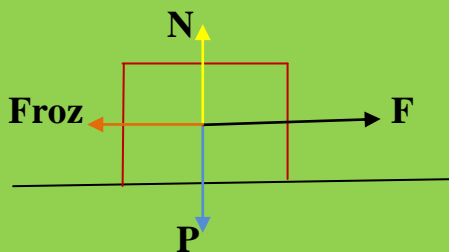
$$a = 300 \text{ N} / 100 \text{ Kg} = 3 \text{ m.s}^{-2}$$



Con rozamiento:



La **fuerza de rozamiento** la podemos llevar al punto de aplicación del resto de las fuerzas (Se puede hacer por lo que se llama **EQUIPOLENCIA ENTRE VECTORES**) y nos quedaría el diagrama de la forma:



Eje OY : $P = N \rightarrow$ Se anulan mutuamente

Eje OX : $\sum F = m \cdot a$;

$$F_{\text{ganan}} - F_{\text{pierden}} = m \cdot a$$

$$300 \text{ N} - 10 \text{ N} = 100 \text{ Kg} \cdot a$$

$$290 \text{ N} = 100 \text{ Kg} \cdot a ; a = 290 \text{ N} / 100 \text{ Kg} = 2,9 \text{ m.s}^{-2}$$

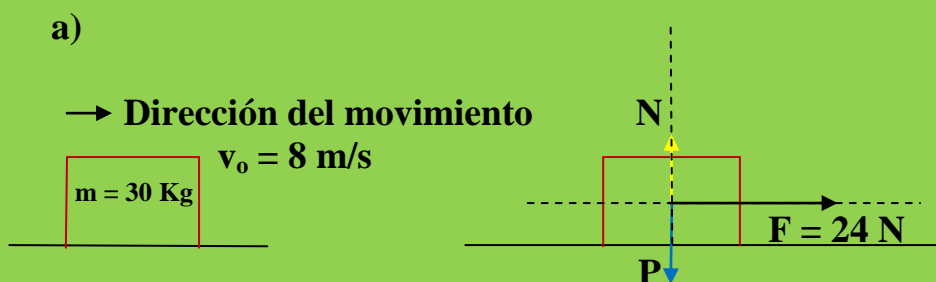
Problema resuelto

Sobre un cuerpo de masa 30 kg, que se mueve inicialmente con una velocidad de 8 m/s, actúa una fuerza constante de 24 N en la dirección del movimiento. Supuesto que no hay rozamiento, calcula su velocidad al cabo de 15 segundos, si el sentido de la fuerza es:

- El de la velocidad inicial.
- Contrario al de la velocidad inicial.

Resolución :

Como sobre el cuerpo actúa una fuerza el movimiento del cuerpo será un M.R.U.A. Las ecuaciones a utilizar serán las de este tipo de movimiento. Hagamos el diagrama de fuerzas:



Eje OY: $\sum F = 0$

Eje OX: $F_{\text{ganar}} - F_{\text{perder}} = m \cdot a$

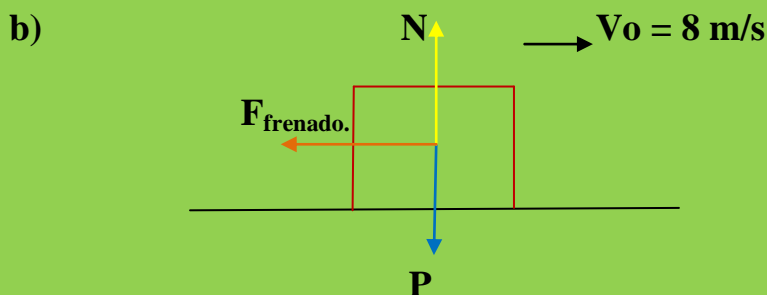
$$24 \text{ N} - 0 \text{ N} = 30 \text{ Kg} \cdot a \quad ; \quad 24 \text{ N} = 30 \text{ Kg} \cdot a$$

$$a = 24 \text{ N} / 30 \text{ Kg} = 0,8 \text{ m/s}^2$$

El cuerpo adquiere una aceleración de $0,8 \text{ m/s}^2$ que hará que la velocidad al cabo de 15 s, sea distinta a la inicial. Tenemos que recordar ahora las ecuaciones de la Cinemática y entre ellas hay una que dice:

$$V_f = V_o + a \cdot t \quad ; \quad V_f = 8 \text{ m/s} + 0,8 \text{ m/s}^2 \cdot 15 \text{ s}$$

$$V_f = 8 \text{ m/s} + 12 \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$$



En este caso la fuerza de 24 N está actuando como si fuera una fuerza de frenado puesto que tiene un sentido inverso al de avance del cuerpo.

Eje OY: $\sum F = 0$

Eje OX: $F \text{ ganan} - F \text{ pierden} = m \cdot a$

$$0 - 24 \text{ N} = 30 \text{ Kg} \cdot a ; a = - 24 \text{ N} / 30 \text{ Kg} = - 0,8 \text{ m/s}^2$$

El signo negativo de la aceleración nos indica que la velocidad **DISMINUYE**.

La velocidad final será en este caso:

$$V_f = V_o + a \cdot t ; V_f = 8 \text{ m/s} + (- 0,8 \text{ m/s}^2) \cdot 15 \text{ s} = 8 \text{ m/s} - 12 \text{ m/s} = - 4 \text{ m/s}$$

(este resultado no tiene sentido físico, el coche no puede dar la vuelta) lo que nos viene a decir que el **cuerpo se paró antes de cumplirse los 15 s.**

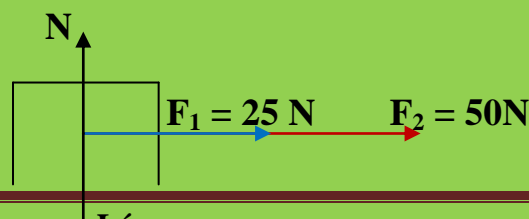
Problema resuelto

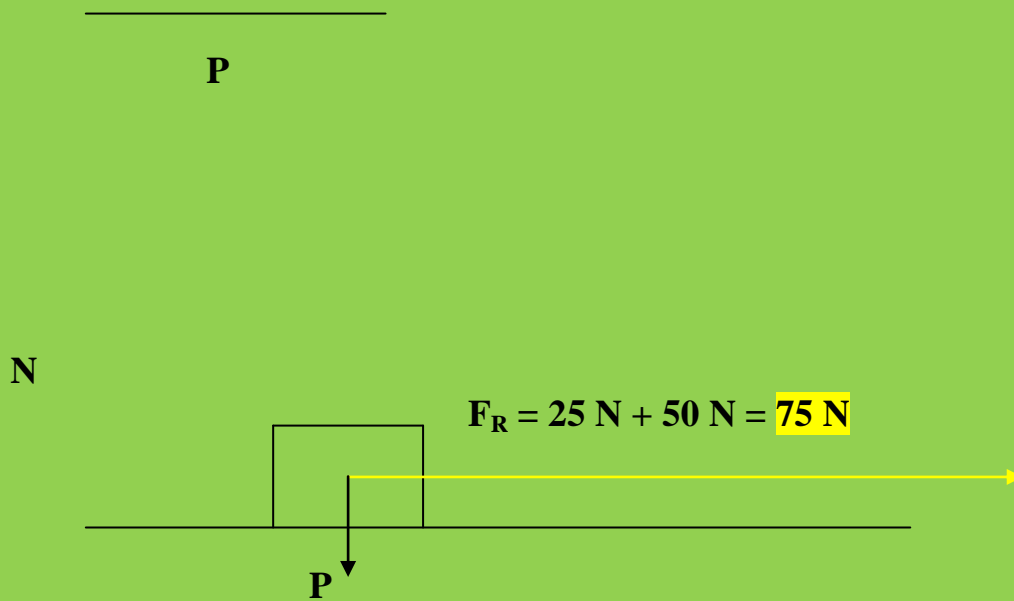
Se ejercen dos fuerzas de 25 y 50 N, sobre un cuerpo de 5 kg de masa, que descansa sobre un plano horizontal.. Calcula la aceleración que adquiere cuando:

- Las dos fuerzas actúan en el mismo sentido.
- Las dos fuerzas actúan en sentidos opuestos.

Resolución:

a)

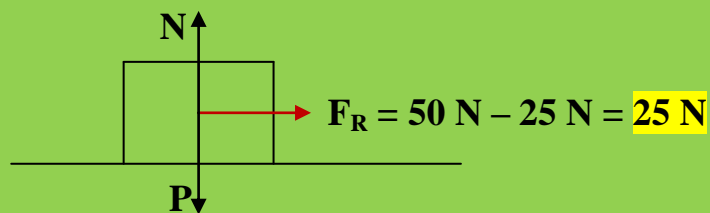
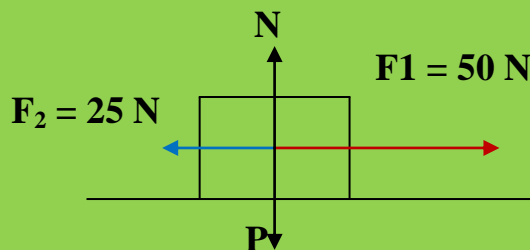




Recordar que el P y la N se anulan mutuamente.

$$\sum F = m \cdot a ; 75 \text{ N} = 5 \text{ Kg} \cdot a ; a = 75 \text{ N} / 5 \text{ Kg} = 15 \text{ m.s}^{-2}$$

b)



$$\sum F = m \cdot a ; 25 \text{ N} = 5 \text{ Kg} \cdot a ; a = 25 \text{ N} / 5 \text{ Kg} = 5 \text{ m.s}^{-2}$$

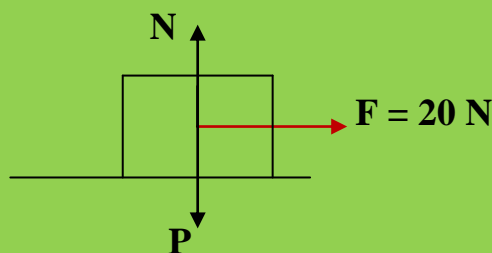
Problema resuelto

Sobre un cuerpo de 2500 g, inicialmente en reposo, actúa una fuerza de 20 N, durante 4 s, dejando de actuar en ese momento. Supuesto que no hay rozamiento,

- ¿Qué velocidad tiene a los 4 s?.
- ¿Qué velocidad tiene a los 10 s?. Explícalo.

Resolución:

a) $2500 \text{ g} \cdot 1 \text{ Kg} / 1000 \text{ g} = 2,5 \text{ Kg}$



$$\left. \begin{array}{l} V_o = 0 \\ V_f = V_o + a \cdot t \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Necesitamos conocer la aceleración para obtener } V_f \\ \Sigma F = m \cdot a ; 20 \text{ N} = 2,5 \text{ Kg} \cdot a ; a = 20 \text{ N} / 2,5 \text{ Kg} \end{array}$$

$$a = 2,8 \text{ m.s}^{-2}$$

$$V_f = V_o + a \cdot t ; V_f = 0 + 2,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot 4 \text{ s} = 11,2 \text{ m.s}^{-1}$$

- A los 10 s, no existiendo rozamiento, la velocidad será constante. De los 10 s, 4 s. son consumidos para alcanzar la velocidad de $11,2 \text{ m.s}^{-1}$. En los 6 s. restantes el cuerpo mantendrá su velocidad ($11,2 \text{ m.s}^{-1}$) puesto que no existe rozamiento. Las únicas fuerzas que actúan son el P y la N pero como ya sabemos se anulan mutuamente.

Problema resuelto

Un objeto de 20 kg se encuentra sobre una superficie plana horizontal. La fuerza de rozamiento es 15 N.

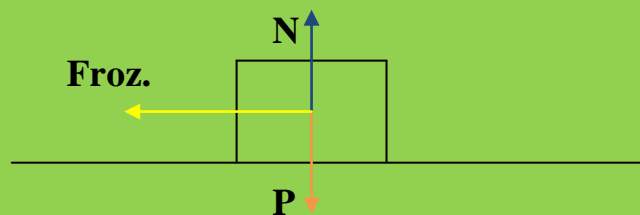
- Dibuja todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.
- ¿Qué fuerza hay que aplicar para que adquiera una velocidad de 36 km/h en 5 s?.

- c. ¿Qué fuerza hay que aplicar, una vez que ha alcanzado la velocidad de 36 km/h, para que esa velocidad se mantenga constante?.

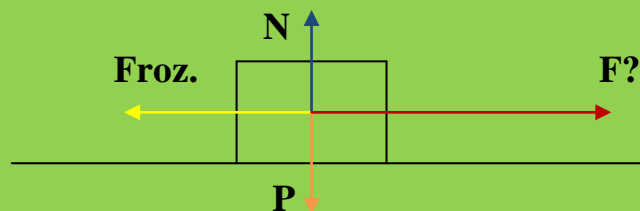
Resolución:



a)



b)



$$m = 20 \text{ Kg}$$

$$\text{Froz.} = 15 \text{ N}$$

$$V_0 = 0$$

$$V_f = 36 \text{ Km} / \text{h} \cdot 1000 \text{ m} / 1 \text{ h} \cdot 1 \text{ h} / 3600 \text{ s} = 10 \text{ m.s}^{-1}$$

$$t = 5 \text{ s}$$

Cinemáticamente sabemos que:

$$V_f = V_0 + a \cdot t ; 10 \text{ m.s}^{-1} = 0 + a \cdot 5 \text{ s} ; 10 \text{ m.s}^{-1} = a \cdot 5 \text{ s}$$

$$a = 10 \text{ m.s}^{-1} / 5 \text{ s} ; a = 2 \text{ m.s}^{-2}$$

El móvil debe conseguir una aceleración de 2 m.s^{-2} , que podremos obtener si trabajamos con la Dinámica.

Eje OY: $\sum F = 0$

Eje OX: $\sum F = F_{\text{ganar}} - F_{\text{perder}} = m \cdot a$

$$F - 15 \text{ N} = 20 \text{ Kg} \cdot 2 \text{ m.s}^{-2}$$

$$F - 15 \text{ N} = 40 \text{ N} ; F = 40 \text{ N} + 15 \text{ N} = \mathbf{55 \text{ N}}$$

c) Con la fuerza de 55 N, el móvil llevará una velocidad de 10 m.s^{-1} . Si quiere mantener esta velocidad **NO DEBE APLICAR FUERZA ALGUNA**. En estas condiciones **F** y **F_{roz}** se encuentran equilibradas y el móvil consigue el **equilibrio DINÁMICO** que implica la **velocidad constante**. En el momento que apliquemos una nueva fuerza, el equilibrio se rompe y la velocidad ya no permanece constante.

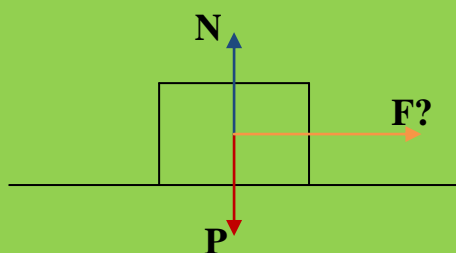
Problema resuelto

Un carrito de 40 kg se encuentra sobre una superficie plana horizontal.

- ¿Con qué fuerza se le debe empujar para que adquiera una aceleración de $0,8 \text{ m/s}^2$?
- ¿Qué fuerza se le ha de aplicar para que siga con movimiento rectilíneo y uniforme, una vez que ha alcanzado una velocidad de 2 m/s ?
- ¿Cuál será la aceleración si, cuando está moviéndose con una velocidad de 2 m/s , se le empuja con una fuerza de 17 N ?

Resolución:

a)



Debemos de suponer que no hay rozamiento.

Ya sabéis que en el eje OY $\rightarrow \sum F = 0$

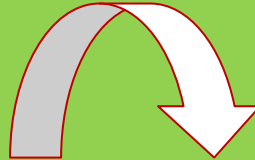
En el eje OX: $F_{\text{ganar}} - F_{\text{perder}} = m \cdot a$

$$F - 0 = 40 \text{ Kg} \cdot 0,8 \text{ m.s}^{-2}$$

$$\mathbf{F = 32 \text{ N}}$$

b)

Cuando ha alcanzado la velocidad de 2 m.s^{-1} , y queremos que se mantenga esta velocidad para llevar un **M.R.U NO DEBEMOS EJERCER FUERZA ALGUNA**, se rompería el equilibrio dinámico que tiene el cuerpo.



c)

Sabemos que $\sum F = m \cdot a$ (1)

El móvil lleva una velocidad constante de $2 \text{ m.s}^{-1} = V_0$

Cuando se le aplique una fuerza de 17 N , el móvil adquirirá una aceleración que hará que la velocidad final sea superior a los 2 m.s^{-1} . Pero a nosotros no nos interesa la velocidad final. Lo que debemos de buscar es la aceleración que consigue el móvil, aceleración que podremos conocer por la ecuación (1):

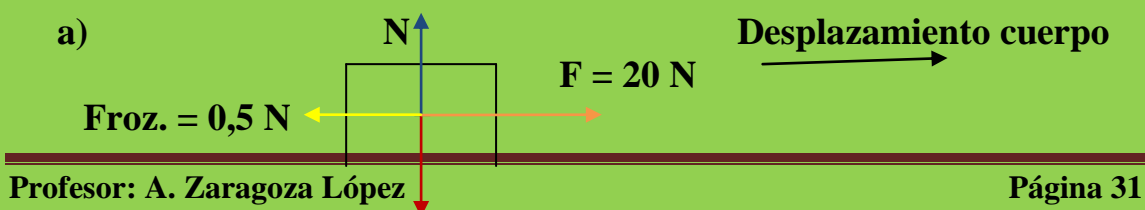
$$17 \text{ N} = 40 \text{ Kg} \cdot a \quad ; \quad a = 17 \text{ N} / 40 \text{ Kg} = 0,42 \text{ m.s}^{-2}$$

Problema resuelto

Un cuerpo de masa 10 Kg alcanza una velocidad de 20 m/s cuando actúa sobre él una fuerza de 20 N durante 10 segundos por un plano horizontal. La fuerza de rozamiento es de $0,5 \text{ N}$.

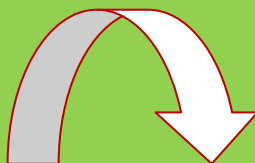
- Dibuja todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo durante los 10 primeros segundos.
- Pasados los 10 segundos la fuerza de 20 N es anulada ¿Cuánto tiempo tardará en pararse?
- ¿Qué distancia habrá recorrido en total?

Resolución:

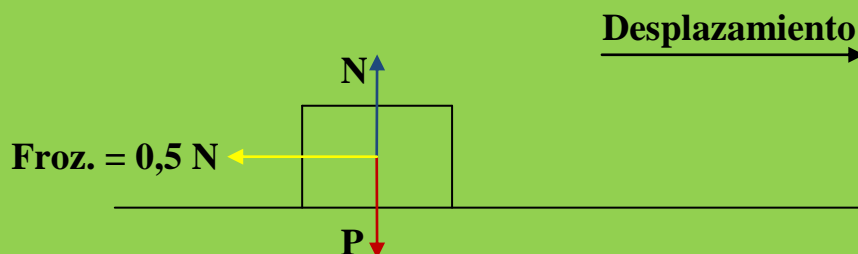


P

Si lleva una velocidad constante el $\sum F = 0$



b) Pasados los 10 s, las únicas fuerzas que actúan son el P y la N y la fuerza de rozamiento:



En el Eje **OY**: $\sum F = 0 \rightarrow P = N$

En el eje **OX**: $F_{ganar} - F_{pierden} = m \cdot a$

$$0 - \text{Froz.} = m \cdot a$$

$$0 - 0,5 \text{ N} = 10 \text{ Kg} \cdot a ; a = - 0,5 \text{ N} / 10 \text{ Kg} = - 0,05 \text{ m.s}^{-2}.$$

Esta aceleración será la que hará posible que el **cuerpo se pare**:

$$V_f = V_o + a \cdot t ; 0 = 20 \text{ m.s}^{-1} + (-0,05 \text{ m.s}^{-2}) \cdot t$$

$$0 = 20 \text{ m.s}^{-1} - 0,05 \text{ m.s}^{-2} \cdot t ; t = 20 \text{ m.s}^{-1} / 0,05 \text{ m.s}^{-2}$$

$$t = 400 \text{ s}$$

c) Para conocer el espacio total recorrido por el cuerpo, dividiremos el movimiento en dos etapas:

1.- Etapa: los 10 s iniciales.

2.- Etapa: los 400 s que tarda en pararse.

1.- Etapa:

ESTUDIO DE LAS FUERZAS. DINÁMICA

$$\left. \begin{array}{l} e = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \\ v_0 = 0 \end{array} \right\} e = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad (1)$$

La aceleración en los 10 s. iniciales la calcularemos:

$$F_{\text{ganar}} - F_{\text{perder}} = m \cdot a ; 20 \text{ N} - 0,5 \text{ N} = 10 \text{ Kg} \cdot a$$

$$a = 1,95 \text{ m.s}^{-2}$$

Volviendo a (1):

$$e = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,95 \text{ m.s}^{-2} \cdot (10 \text{ s})^2 =$$

$$e = 97,5 \text{ m}$$

2ª Etapa:

$$v_f^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot e ; 0 = (20 \text{ m.s}^{-1})^2 + 2 \cdot (-1,95 \text{ m.s}^{-2}) \cdot e$$

$$0 = 400 \text{ m}^2.\text{s}^{-2} - 3,9 \text{ m.s}^{-2} \cdot e ; e = 400 \text{ m}^2.\text{s}^{-2} / 3,9 \text{ m.s}^{-2} = 102,56 \text{ m}$$

El espacio total recorrido será:

$$e_{1^{\text{a}}\text{etapa}} + e_{2^{\text{a}}\text{etapa}} = 97,5 \text{ m} + 102,56 \text{ m} = 200,06 \text{ m}$$

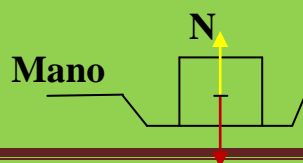
Problema resuelto

¿Qué fuerza hemos de hacer para mantener en reposo, en la mano, un cuerpo de 10 N?

- ¿Y para subirlo con una aceleración de 1 m/s^2 ?
- ¿Y para bajarlo con una aceleración de 1 m/s^2 ?

Resolución:

Queremos establecer el equilibrio estático:

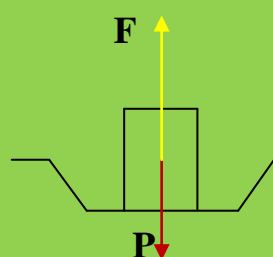


P

Como se cumple que P es igual a la N, nuestra mano debe realizar una fuerza de 10 N (en sentido ascendente, es decir, la N).

a)

El cuerpo debe ascender con una aceleración de 1 m/s^2 . Sabemos que el cuerpo está bajo la acción de su peso, si queremos que ascienda con una aceleración determinada, la mano debe realizar una fuerza F ascendente:



$$\sum F = m \cdot a ; F_{\text{ganar}} - F_{\text{perder}} = m \cdot a$$

$$F - P = m \cdot a \quad (1)$$

Debemos conocer la masa del cuerpo:

$$P = m \cdot g ; 10 \text{ N} = m \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2}$$

$$m = 10 \text{ N} / 9,8 \text{ m.s}^{-2} = 1,02 \text{ Kg}$$

Volviendo a (1):

$$F - 10 \text{ N} = 1,02 \text{ Kg} \cdot 1 \text{ m.s}^{-2}$$

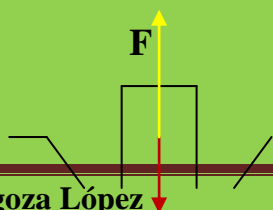
$$F = 1,02 \text{ N} + 10 \text{ N} = 10,02 \text{ N}$$

Fuerza ascendente que debe realizar la mano.

b)

Bajando con una aceleración de 1 m.s^{-2}

Si no existiera la mano el cuerpo caería en caída libre con una aceleración de $9,8 \text{ m.s}^{-2}$. Pero queremos que el cuerpo descienda con una aceleración de 1 m.s^{-2} , mucho más pequeña. El peso debe ser controlado por otra fuerza que realizará la mano en sentido ascendente para contrarrestar al peso que tiene el sentido descendente.



P

$$F_{\text{ganar}} - F_{\text{perder}} = m \cdot a ; P - F = m \cdot a$$

$$10 \text{ N} - F = 1,02 \text{ Kg} \cdot 1 \text{ m.s}^{-2} ; F = 10 \text{ N} - 1,02 \text{ N} = 8,98 \text{ N}$$

Es decir, la mano irá hacia abajo pero manteniendo al peso con una fuerza de 8,98 N

Problema resuelto

Un cuerpo de masa 3 kg se hace subir por la acción de una fuerza vertical de 50 N. Calcula la aceleración del movimiento.

Resolución:

El cuerpo estará bajo la acción de dos fuerzas: su peso y la que ejercemos sobre él de 50 N:

$$\text{El peso del cuerpo vale: } P = m \cdot g ; P = 3 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} = 29,4 \text{ N}$$



$$\text{En el Eje OY: } \sum F = m \cdot a \rightarrow F_{\text{ganar}} - F_{\text{perder}} = m \cdot a$$

$$F - P = m \cdot a ; 50 \text{ N} - 29,4 \text{ N} = 3 \text{ Kg} \cdot a$$

$$20,6 \text{ N} = 3 \text{ Kg} \cdot a ; a = 20,6 \text{ N} / 3 \text{ Kg} = 6,9 \text{ m.s}^{-2}$$

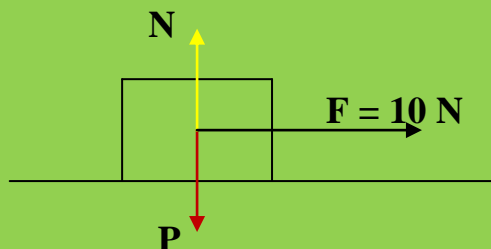
Problema resuelto

Un bloque de 1 Kg de masa se encuentra sobre un plano horizontal, si sobre él actúa una fuerza de 10 N, determina:

a) Aceleración que adquiere. b) Espacio y velocidad adquirida a los 5s.(IES MORATO)

Resolución:

a)



Eje OY: $\sum F = 0 \rightarrow P = N$

Eje OX: $\sum F = m \cdot a$; $F_{\text{ganar}} - F_{\text{perder}} = m \cdot a$

$10 \text{ N} - 0 = 1 \text{ Kg} \cdot a$; $a = 10 \text{ N} / 1 \text{ Kg} = 10 \text{ m.s}^{-2}$

b) Al trabajar en Cinemática nos encontramos con la ecuación:

$V_f = V_o + a \cdot t$; $V_f = 0 + 10 \text{ m.s}^{-2} \cdot 5 \text{ s}$

$V_f = 50 \text{ m.s}^{-1}$

En lo referente al espacio:

$e = V_o \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$; $V_o = 0 \rightarrow$

$e = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \text{ m.s}^{-2} \cdot (5 \text{ s})^2 = 125 \text{ m}$

Problema resuelto

De un cuerpo de 500 g se tira hacia la derecha, paralelamente al plano, con una fuerza de 2 N.

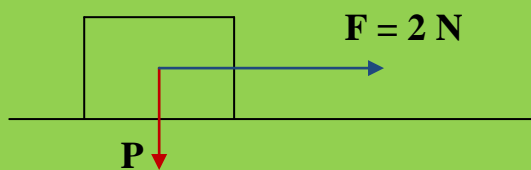
- a) Calcular la aceleración con la que se mueve.
- b) ¿Cuál será su velocidad al cabo de 2,3 s si parte del reposo?

Resolución:

a)



ESTUDIO DE LAS FUERZAS. DINÁMICA



Eje OY: $\sum F = 0 \rightarrow P = N$ (Se anulan mutuamente)

Eje OX: $\sum F = m \cdot a$

$$F_{\text{ganar}} - F_{\text{perder}} = m \cdot a$$

$$2 \text{ N} - 0 = 0,5 \text{ Kg} \cdot a ; a = 2 \text{ N} / 0,5 \text{ Kg} = 4 \text{ m.s}^{-2}$$

b)

$$V_f = V_o + a \cdot t ; V_o = 0 \rightarrow V_f = a \cdot t ; V_f = 4 \text{ m.s}^{-2} \cdot 2,3 \text{ s}$$

$$V_f = 9,2 \text{ m.s}^{-1}$$

Tercer Principio de la Dinámica

Principio de Acción y Reacción

Video: Acción y reacción

<http://www.youtube.com/watch?v=dZfJ0twYM6Y>

Video: Acción y reacción

<http://www.youtube.com/watch?v=B75sc8Zwng4&feature=related>

Volvemos a:



Proyecto Newton de Física

<http://recursostic.educacion.es/newton/web/>

Principio de Acción y reacción

<http://fisica.laguia2000.com/dinamica-clasica/leyes-de-newton/principio-de-accion-y-reaccion-tercera-ley-de-newton>

Principio de Acción y Reacción

http://www.geothesis.com/index.php?option=com_content&task=view&id=323&Itemid=41

Principio de Acción y Reacción

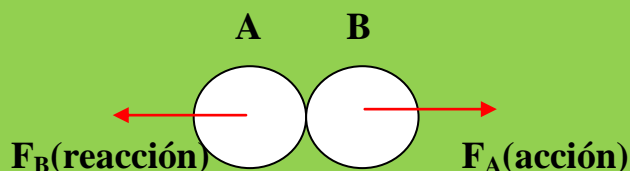
http://www.kalipedia.com/fisica-quimica/tema/principio-accion-reaccion-tercera.html?x=20070924klpcnafyq_202.Kes&ap=2

Principio de Acción y Reacción

<http://www.molwick.com/es/movimiento/103-tercera-ley-newton-reaccion.html>

Ya estamos en condiciones de establecer la **Tercera ley de Newton** o **Principio de Acción y Reacción**:

Si un cuerpo actúa sobre otro con una fuerza F_A (acción), éste reacciona contra el primero con otra fuerza F_B (reacción) de igual valor, de la misma dirección y sentido contrario.

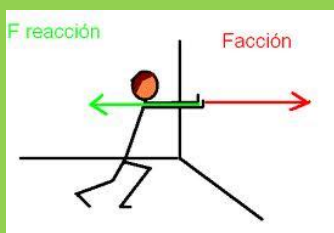


Se cumple por tanto:

$$\mathbf{F}_A = -\mathbf{F}_B$$

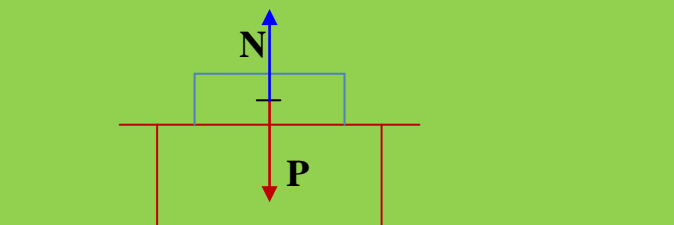
Algunos ejemplos gráficos pueden ser:

ESTUDIO DE LAS FUERZAS. DINÁMICA



La fuerza llamada **NORMAL** se suele confundir con la **reacción al peso de los cuerpos**.

Esto ocurre en los cuerpos apoyados sobre superficies, por ejemplo, una mesa:

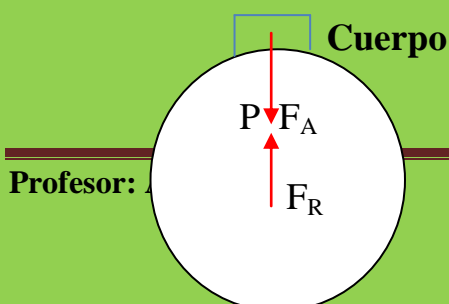


Como observamos, sobre el cuerpo actúan dos fuerzas: la primera su **peso** que es consecuencia de la **acción de la gravedad** que ejerce la **Tierra** sobre todos los cuerpos que están dentro de su **Campo Gravitatorio**. La segunda la ejerce sobre el cuerpo la superficie sobre la que se apoya, la **normal**. Si no fuera así, el cuerpo atravesaría la superficie y seguiría bajando. Lógicamente, para que el cuerpo se encuentre tal y como está (**Equilibrio Estático**), se debe cumplir que:

$$\sum F = P - N = N - P = 0 \rightarrow P = N$$

Es decir, son dos fuerzas de igual intensidad, igual dirección pero de sentido contrario.

Pero acabo de mencionar que el **PESO** (acción) lo provoca la Tierra, luego la fuerza de reacción debe estar en el **centro de la Tierra**:



F •
Tierra

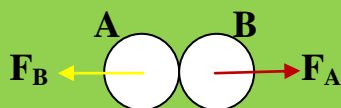
Conclusión: la fuerza **NORMAL** no es la **FUERZA DE REACCIÓN**.



Problema resuelto

Un cuerpo A de 1000 kg ejerce una fuerza F sobre otro B de 1 kg. ¿Cómo es la fuerza (módulo, dirección, sentido y punto de aplicación) que ejerce el cuerpo de 1 kg sobre el de 1000 kg?.

Resolución:



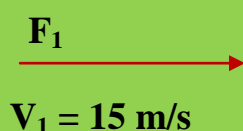
La fuerza que ejerce el cuerpo B sobre el cuerpo A, por el **Principio de Acción y Reacción**, tiene las siguientes características:

- a) Punto de aplicación en el centro de A.
- b) La misma dirección.
- c) Sentido contrario.
- d) Módulo $F_B = F_A$

Problema resuelto

Una pelota de 300 g llega perpendicularmente a la pared de un frontón con una velocidad de 15 m/s y sale rebotada en la misma dirección a 10 m/s. Si la fuerza ejercida por la pared sobre la pelota es de 150 N, calcula el tiempo de contacto entre la pelota y la pared.

Resolución:



$$\leftarrow F_2$$

$$V_2 = 10 \text{ m/s}$$

Al llegar la pelota a la pared, ésta repelerá a la pelota con la misma fuerza con la que llega, **PRINCIPIO DE ACCIÓN Y REACCIÓN**, pero en sentido contrario. En este caso parte de la fuerza de la pelota se utiliza para la deformación que sufre ésta. Por ello la fuerza del rebote no será misma que la fuerza de llegada. De todas formas la fuerza de rebote es un dato del problema (150 N).

En Cinemática (para el rebote) sabemos que:

$$300 \text{ g} \cdot 1 \text{ Kg} / 1000 \text{ g} = 0,3 \text{ Kg}$$

$$V_f = V_0 + a \cdot t \quad (1) \quad ; \quad 10 \text{ m/s} = a \cdot t \quad ; \quad \text{debemos conocer la aceleración que}$$

adquiere la pelota:

$$F_2 = m \cdot a \quad ; \quad 150 \text{ N} = 0,3 \text{ Kg} \cdot a \quad ; \quad a = 150 \text{ N} / 0,3 \text{ Kg} = 500 \text{ m/s}^2.$$

Si volvemos a (1):

$$10 \text{ m/s} = 0 + 500 \text{ m/s}^2 \cdot t \quad ; \quad t = 10 \text{ m/s} / (500 \text{ m/s}^2) = 0,02 \text{ s}.$$

Cuando la pelota es rebotada en sentido contrario, su velocidad de partida es $V_0 = 0$

Existe en el tema de Dinámica un principio que dice:

Impulso mecánico = Cantidad de movimiento

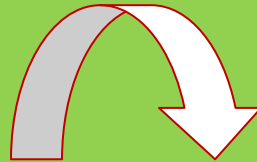
$$\text{Impulso (I) mecánico} = F \cdot t \quad ; \quad \text{Cantidad de movimiento (p)} = m \cdot v$$

Si aplicamos este principio a nuestro problema nos encontramos con:

$$F \cdot t = m \cdot v$$

$$150 \text{ N} \cdot t = 0,3 \text{ Kg} \cdot 10 \text{ m/s} ; t = 3 (\text{Kg} \cdot \text{m/s}) / 150 \text{ N}$$

$$t = 0,02 \text{ s}$$



3.- Fuerza resultante

Como se puso de manifiesto, en ejemplos anteriores, sobre un cuerpo pueden actuar varias fuerzas. Todas estas fuerzas se pueden reducir en una, con los mismos efectos del conjunto, y que recibe el nombre de **FUERZA RESULTANTE**.

Video: Grúa con varios tensores

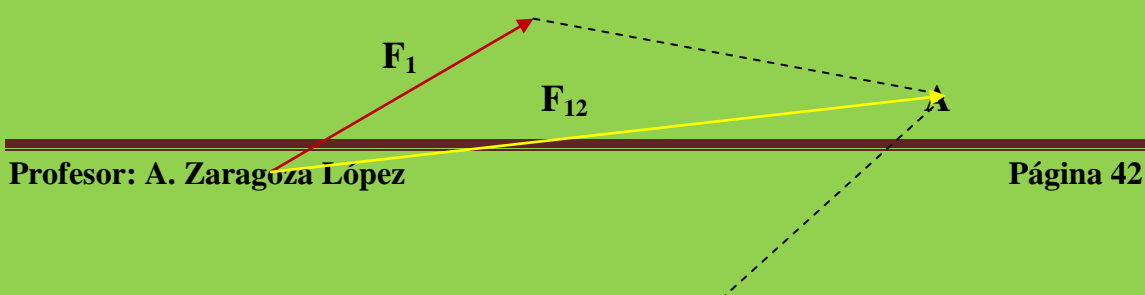
<http://www.youtube.com/watch?v=VdLaugm-HqY&feature=related>

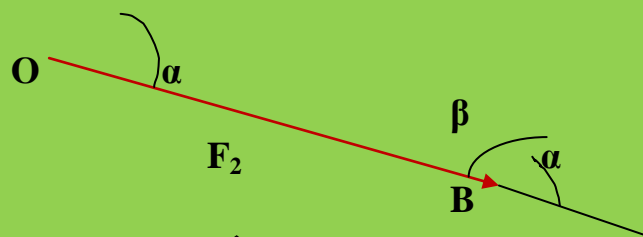
Video: Fuerzas en los cables de los puentes colgantes

<http://www.youtube.com/watch?v=ZxLuJpvgMYA&feature=related>

Estudiaremos en principio la **RESULTANTE** de dos fuerzas concurrentes en un punto y que forman entre ellas un ángulo determinado.

Para trabajar gráficamente utilizaremos la llamada **Regla del paralelogramo**.- Desde el extremo de F_1 trazamos una paralela a F_2 . Desde el extremo de F_2 trazamos una paralela a F_1 . Mediante la unión entre los vértices del paralelogramo constituido, obtenemos la fuerza resultante.





Si aplicamos al triángulo OAB el **teorema del coseno**:

$$F_{12}^2 = F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \beta \quad (1)$$

Se cumple que $\alpha + \beta = 180^\circ$, es decir α y β son **suplementarios** y en ángulos suplementarios se cumple que:

$$\cos \beta = -\cos \alpha$$

Si nos vamos a la ecuación (1), nos encontramos con la ecuación que nos permite obtener la **RESULTANTE** de un par de fuerzas que forman entre ellas un ángulo determinado:

$$F_{12}^2 = F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 (-\cos \alpha)$$

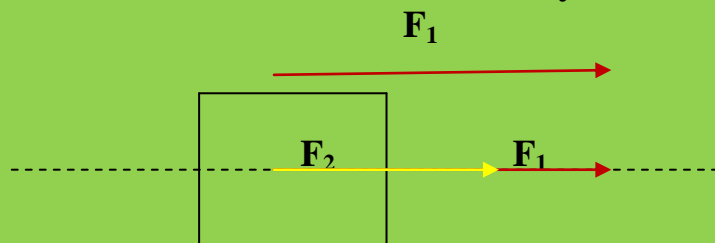
$$F_{12}^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \alpha$$

$$F_{12} = (F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \alpha)^{1/2} \quad (2)$$

Ahora podemos estudiar casos determinados, como:

a)

Resultante de dos fuerzas de la misma dirección y el mismo sentido:



En este caso el valor del ángulo $\alpha = 0$ y el $\cos 0^\circ = 1$, por lo que la ecuación (2):

$$F_{12} = (F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos 0)^{1/2}$$

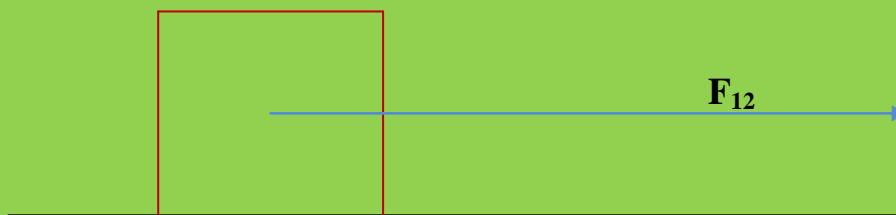
$$F_{12} = (F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot 1)^{1/2}$$

$$F_{12} = (F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2)^{1/2}$$

$$F_{12} = [(F_1 + F_2)^2]^{1/2}$$

$$F_{12} = F_1 + F_2$$

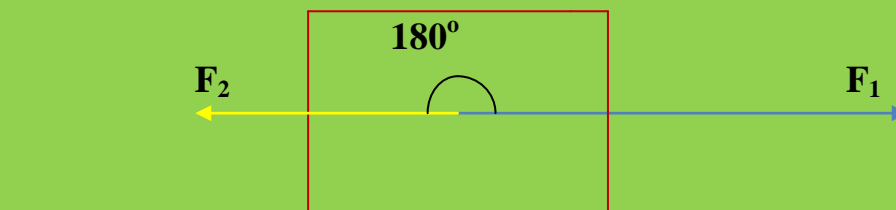
Gráficamente:



La resultante de dos fuerzas concurrentes en un punto, de la misma dirección y sentido es igual a otra fuerza de la misma dirección y sentido de las anteriores y de módulo la suma de los módulos.

b)

Resultante de dos fuerzas concurrentes en un punto, de la misma dirección pero de sentido contrario:



$$\cos 180^\circ = -1$$

La ecuación (2) quedará:

$$F_{12} = (F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cos 180^\circ)^{1/2}$$

$$F_{12} = [(F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot (-1))]^{1/2}$$

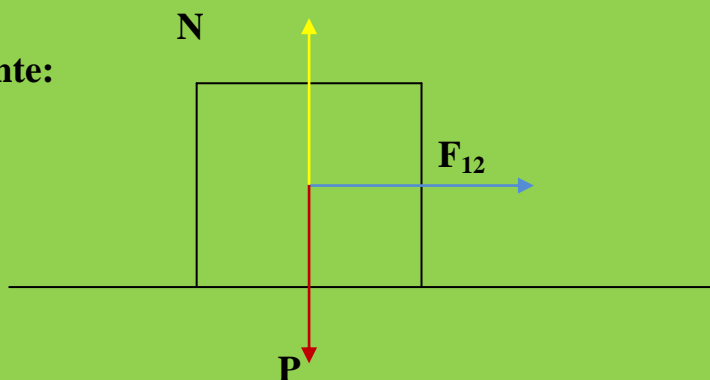
$$F_{12} = (F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2)^{1/2}$$

$$F_{12} = [(F_1 - F_2)^2]^{1/2}$$

$$F_{12} = F_1 - F_2$$

La resultante de dos fuerzas concurrentes en un punto de la misma dirección pero de sentido contrario es otra fuerza de la misma dirección de las anteriores, de intensidad la diferencia de intensidades y de sentido el de la mayor.

Gráficamente:



Laboratorio virtual: Resolución de una fuerza en sus componentes.

Obtención de la resultante de varias fuerzas.

<http://www.telefonica.net/web2/izpisua/FYQ/4ESO.htm>

Laboratorio virtual: Efectos de una fuerza.

Obtención de la resultante de varias fuerzas.

Leyes de Newton.

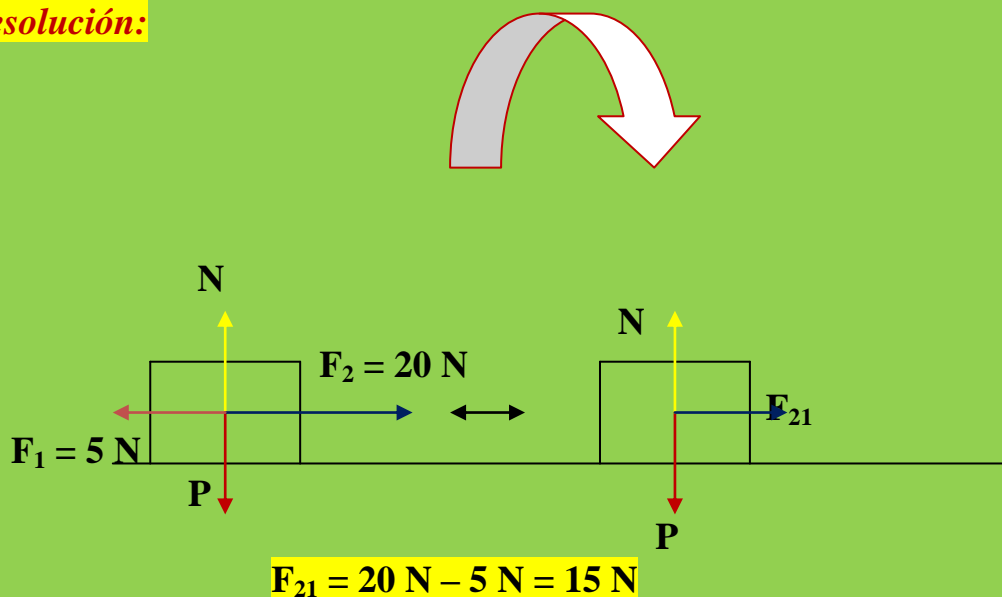
Fuerzas de rozamiento.

<http://fisicayquimicaenflash.es>

Problema resuelto

Sobre un cuerpo de $m = 2\text{Kg}$ se aplica una fuerza de 20N y otra de 5N , en la misma dirección y sentido opuesto, determina: a) Espacio recorrido en 3s . b) Velocidad a los 10s de comenzar el movimiento. (IES MORATO)

Resolución:



Con este cálculo sabemos que la fuerza que actúa sobre el cuerpo es de 15 N .

a)

El espacio lo podremos conocer con la ecuación:

$$\left. \begin{array}{l} e = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \\ v_0 = 0 \end{array} \right\} e = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t \quad (1)$$

$t = 3\text{ s}$.

Debemos conocer la aceleración que lleva el móvil:

$F = m \cdot a$; $a = F / m$; $a = 15\text{ N} / 2\text{ Kg} = 7,5\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

Volvemos a la ecuación (1):

$$e = \frac{1}{2} \cdot 7,5 \text{ m.s}^{-2} \cdot (3 \text{ s})^2 = 33,75 \text{ m}$$

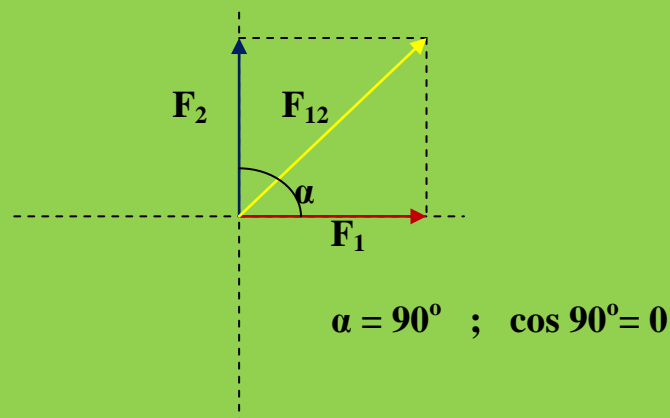
b)

La velocidad se calculará:

$$V_f = V_o + a \cdot t ; V_o = 0 \rightarrow V_f = a \cdot t = 7,5 \text{ m.s}^{-2} \cdot 3 \text{ s} = 22,5 \text{ m.s}^{-1}$$

Resultante de dos fuerzas concurrentes en un punto y que forman un ángulo de 90° .

Gráficamente utilizamos la regla del paralelogramo:



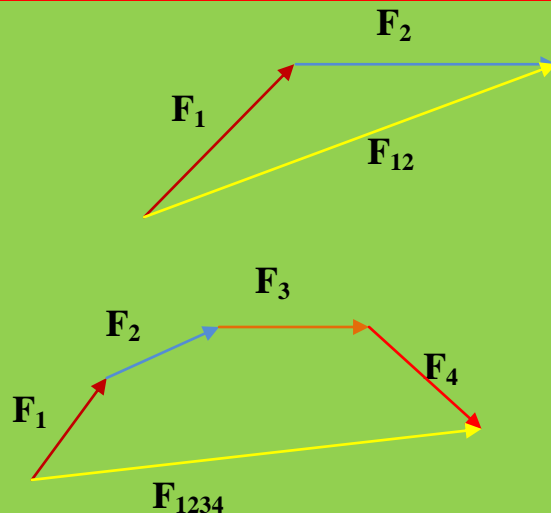
Si nos vamos a la ecuación (2):

$$F_{12} = (F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cos 90^\circ)^{1/2}$$

$$F_{12} = (F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot 0)^{1/2}$$

$$F_{12} = (F_1^2 + F_2^2)^{1/2}$$

Si las fuerzas no son coincidentes en sus orígenes, la resultante será otra fuerza que tendrá su origen en el origen de la primera fuerza y el extremo en el extremo de la segunda fuerza. Ejemplos:

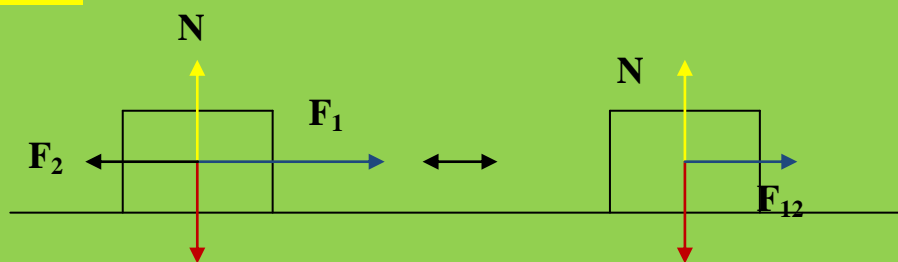


Problema resuelto

Sobre cuerpo de $m = 250 \text{ g}$ actúan dos fuerzas. Una de 3 N hacia la derecha y otra de 1 N hacia la izquierda. Calcular

- La aceleración con que se mueve.
- ¿Qué valor deberá tener la fuerza que apunta hacia la derecha si se quiere que deslice con velocidad constante de 1 m/s

Resolución:



$$F_{12} = F_2 - F_1 = 3 \text{ N} - 1 \text{ N} = 2 \text{ N}$$

En conclusión, sobre el cuerpo actúa solamente una fuerza de 2 N puesto que como sabemos el P y N se anulan mutuamente.

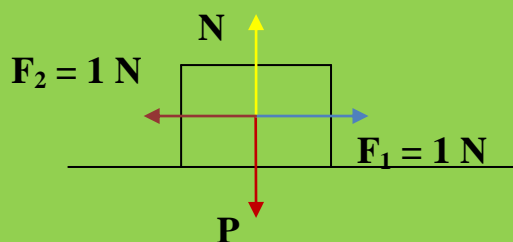
a)

$$m = 250 \text{ g} \cdot 1 \text{ Kg} / 1000 \text{ g} = 0,250 \text{ Kg}$$

$$F = m \cdot a ; a = F / m ; a = 2 \text{ N} / 0,250 \text{ Kg} = 8 \text{ m.s}^{-2}$$

b)

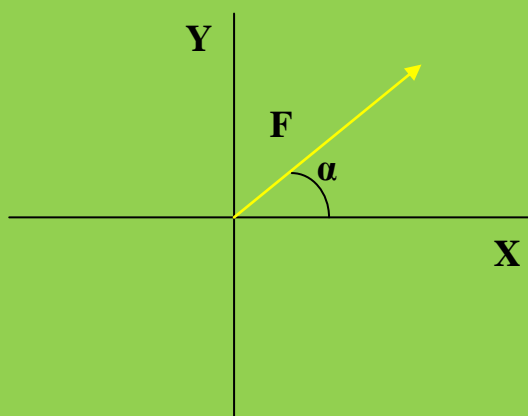
Si queremos que el cuerpo se deslice con velocidad constante se debe cumplir $\sum F = 0$. Por ello, si la fuerza que apunta hacia la izquierda vale 1 N, para que se cumpla la condición anterior la fuerza que apunta hacia la derecha también debe valer 1 N (Equilibrio Estático). El P y la N no tienen juego puesto que sabemos que se anulan siempre.



En los puntos anteriores, hemos visto como dos, o más fuerzas, se convertían en una (resultante). Puede darse el caso de que una fuerza se descomponga en dos que formen entre ellas un ángulo de 90° .

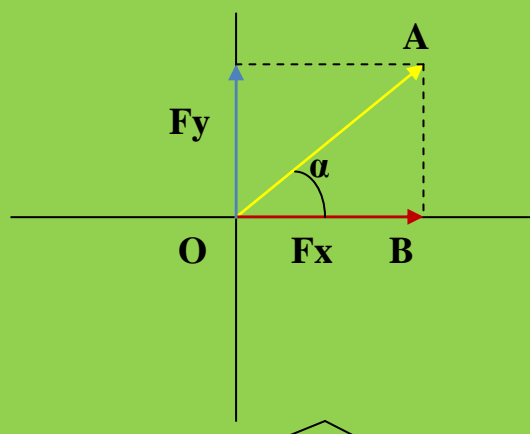
4.-Descomposición de una fuerza

Nos encontramos en el estudio de la **DESCOMPOSICIÓN DE UNA FUERZA**. Partiremos de unos ejes de coordenadas cartesianas:



Podemos proyectar la fuerza F sobre los ejes de coordenadas:

ESTUDIO DE LAS FUERZAS. DINÁMICA



Se forma un triángulo rectángulo OAB en donde se cumple:

$$\text{sen } \alpha = \text{cateto opuesto} / \text{hipotenusa}$$

$$\text{cos } \alpha = \text{cateto contiguo} / \text{hipotenusa}$$

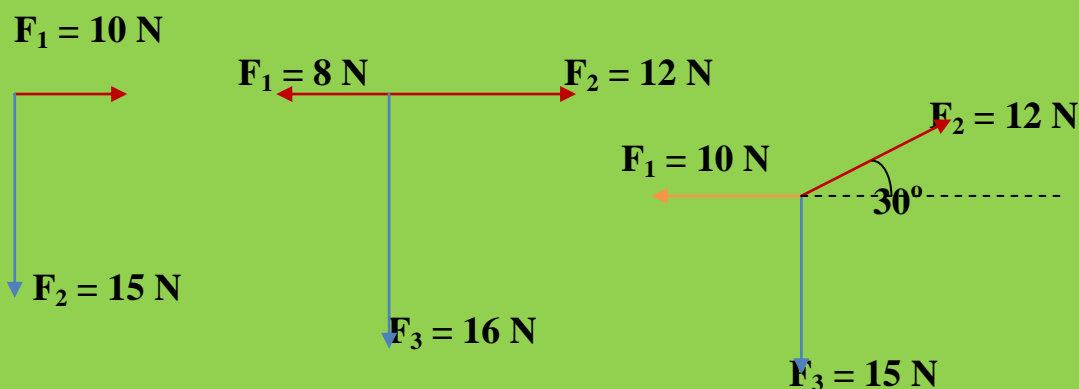
El cateto opuesto a α es equivalente al valor de F_y . Luego:

$$\text{sen } \alpha = AB / OA ; \text{sen } \alpha = F_y / F \rightarrow F_y = F \cdot \text{sen } \alpha$$

$$\text{cos } \alpha = OB / OA ; \text{cos } \alpha = F_x / F \rightarrow F_x = F \cdot \text{cos } \alpha$$

Problema resuelto

Establecer la resultante de cada uno de los diagramas de fuerzas siguientes:

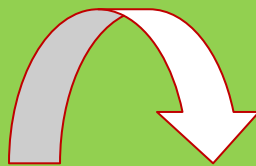


Resolución:

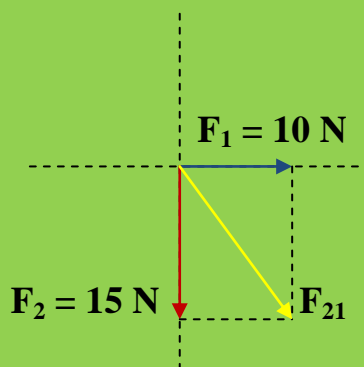
Para realizar este tipo de ejercicios seguiremos los siguientes pasos:

ESTUDIO DE LAS FUERZAS. DINÁMICA

- Llevaremos el diagrama de fuerzas a unos ejes de coordenadas.
- Trabajaremos con pares de fuerzas que sea sencillo hallar su resultante.
- Continuaremos este proceso hasta llegar a tener solamente dos fuerzas cuya resultante sea fácil de calcular (sea uno de los casos estudiados)



a)



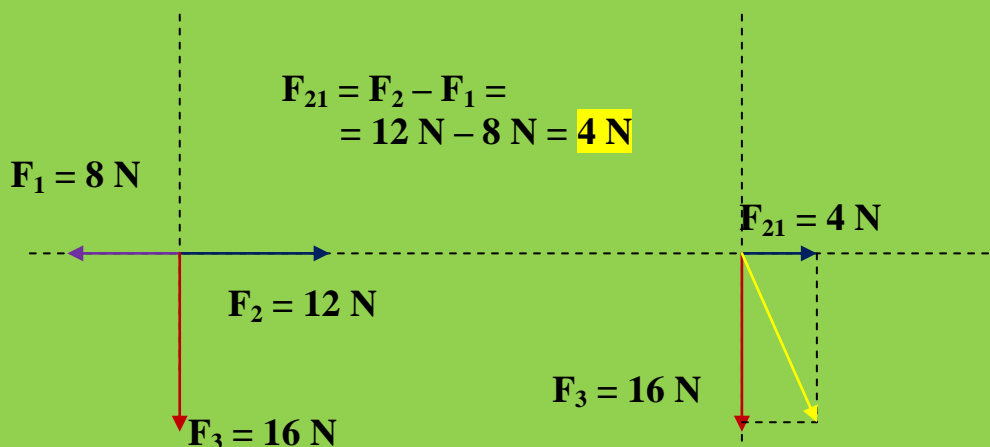
$$F_{21} = (F_1^2 + F_2^2)^{1/2}$$

$$F_{21} = [(10 \text{ N})^2 + (15 \text{ N})^2]^{1/2}$$

$$F_{21} = (100 \text{ N}^2 + 225 \text{ N}^2)^{1/2}$$

$$F_{21} = (325 \text{ N}^2)^{1/2} = \mathbf{18,03 \text{ N}}$$

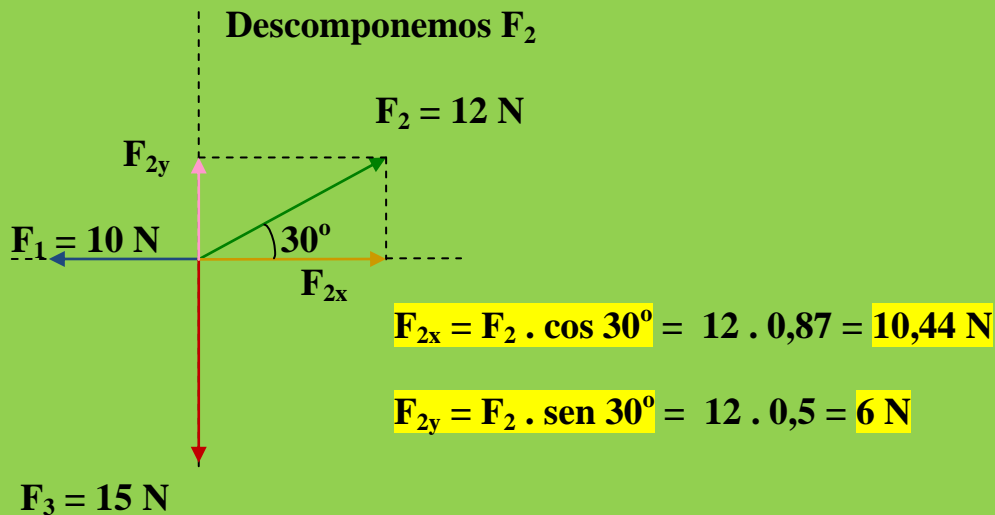
b)



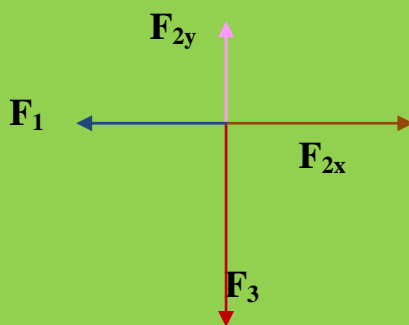
$$F_{21} = F_2 - F_1 = \\ = 12 \text{ N} - 8 \text{ N} = \mathbf{4 \text{ N}}$$

$$F_{321} = (F_3^2 + F_{21}^2)^{1/2} = (16^2 + 4^2)^{1/2} = \mathbf{16,5 \text{ N}}$$

c)

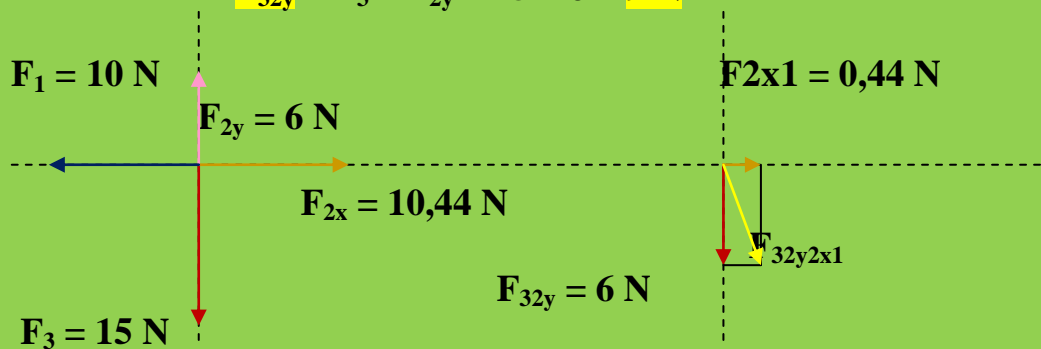


Ya tenemos todas las fuerzas en los ejes de coordenadas:



$$F_{2x1} = F_{2x} - F_1 = 10,44 - 10 = 0,44 \text{ N}$$

$$F_{32y} = F_3 - F_{2y} = 15 - 6 = 9 \text{ N}$$



$$F_{32y2x1} = (F_{32y}^2 + F_{2x1}^2)^{1/2} = [(6^2 + (0,44)^2)]^{1/2} = 6,016 \text{ N}$$

Ya hemos estudiado lo suficiente las fuerzas para poder establecer una nueva ecuación de la **LEY FUNDAMENTAL DE LA DINÁMICA**:

$$\sum \mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a}$$

En donde \sum (sumatorio) representa el conjunto de fuerzas que actúan sobre un cuerpo. Hemos abierto la posibilidad de que sobre un cuerpo actúen a un mismo tiempo varias fuerzas, en donde $\sum \mathbf{F}$ es la resultante.

Vamos a complicar un poco más la obtención de **DIAGRAMAS DE FUERZAS**. Vamos a trabajar en planos inclinados con problemas planteados y resueltos para que aprendáis a trabajar sin necesidad de aprenderse un montón de fórmulas.

Video: Aplicación del plano inclinado

<http://www.youtube.com/watch?v=EHfD51jD1aw&feature=related>

Video: Plano inclinado

http://www.youtube.com/watch?v=xL_9xsFBYSw&feature=related

Laboratorio virtual: Dinámica de un móvil en un plano inclinado.

<http://www.educaplus.org/play-258-Dinámica-de-un-móvil-con-velocidad-inicial-en-un-plano-inclinado-con-rozamiento.html?PHPSESSID=bea0f1bb8dcd66fc528db6f6383e0da6>

Laboratorio virtual: Calculo de velocidades en un plano inclinado.

Estudio de la fuerza normal (inglés).

<http://www.ngsir.netfirms.com/englishhtm/Incline.htm>

Ejemplo resuelto

Tenemos un cuerpo de masa 5 Kg en lo alto de un plano inclinado 45° sobre la horizontal y de 20 metros de longitud. Determinar, suponiendo que no existe rozamiento:

ESTUDIO DE LAS FUERZAS. DINÁMICA

- La velocidad con la que llega a la parte baja del plano inclinado.
- El tiempo que tarda en recorrer los 20 metros del plano.

Resolución

Es muy normal que se mezclen los problemas de Dinámica y Cinemática.

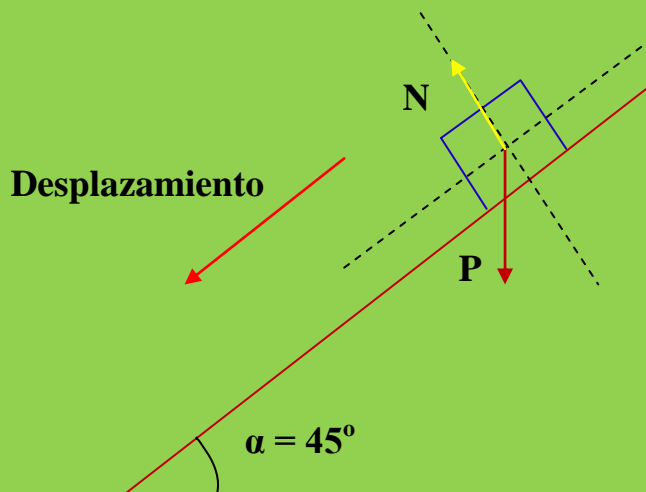
a)

Con los datos que nos proporcionan, mediante la ecuación:

$$V_f^2 = V_o^2 + 2 \cdot a \cdot e \quad (1)$$

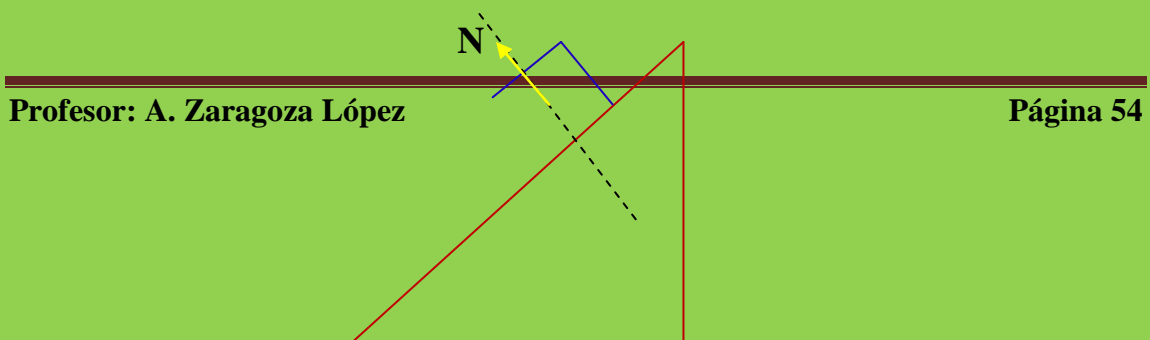
La $V_o = 0$ luego para conocer la V_f debemos conocer la **aceleración**. Empezamos con la Dinámica:

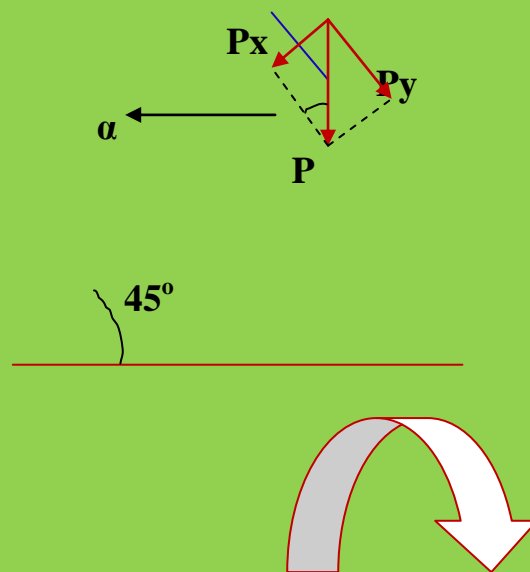
Situaremos el cuerpo en la parte superior, haremos pasar unos ejes de coordenadas sobre él y estableceremos la fuerzas que actúan.



Según estas fuerzas, **no existe la que determina el desplazamiento descendente del cuerpo sobre el plano inclinado.**

Vamos a proyectar el peso sobre los ejes de coordenadas:





Con la obtención del diagrama de fuerzas ya hemos hecho algo muy importante. Ahora estudiaremos las fuerzas que actúan sobre el cuerpo en cada uno de los ejes de coordenadas:

Eje OY:

Si hubiéramos trabajado con papel milimetrado podríamos observar que la longitud del vector **N** y la del vector **Py** son exactamente iguales. Esto implica, si os acordáis del caso de fuerzas concurrentes en un punto, de igual intensidad, igual dirección y sentido contrario, que la resultante se obtenía mediante la diferencia de las fuerzas luego, en este eje: **OY**

$$\sum F = P_y - N = N - P_y = 0$$

Nos podemos olvidar de P_y y de la N .

En el **eje OY** no actúa fuerza alguna.

Eje OX:

En este eje el $\sum F$ lo determino de la siguiente forma:

$$\sum F = F_{\text{ganan}} - F_{\text{pierden}}$$

Las F_{ganan} son aquellas que llevan el mismo sentido del desplazamiento del cuerpo. La F_{pierden} , las que llevan sentido contrario. En nuestro caso:

$$\sum F = m \cdot a \quad (2)$$

$$P_x - 0 = m \cdot a$$

Si en el diagrama de fuerzas observáis el triángulo \widehat{OPxP} vemos que:

$$\text{sen } \alpha = P_x / P \rightarrow P_x = P \cdot \text{sen } \alpha ; P = m \cdot g \rightarrow P_x = m \cdot g \cdot \text{sen } \alpha$$

Si nos vamos a (2):

$$m \cdot g \cdot \text{sen } \alpha = m \cdot a$$

$$a = g \cdot \text{sen } \alpha$$

Esta ecuación **NO QUIERO QUE LA APRENDÁIS DE MEMORIA**, quiero que sepáis deducirla.

Con esta ecuación conoceremos la aceleración de bajada:

$$a = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{sen } 45^\circ ; a = 6,86 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Si nos vamos a la ecuación (1):

$$V_f^2 = V_o^2 + 2 \cdot a \cdot e ; V_f^2 = 0 + 2 \cdot 6,86 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot 20 \text{ m} = 274,4 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

$$V_f = (274,4 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2})^{1/2} ; V_f = 16,56 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

b)

En lo referente al tiempo:

$$V_f = V_o + a \cdot t ; 16,56 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 0 + 6,86 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot t$$

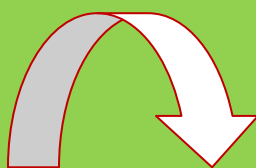
$$16,56 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 6,86 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot t ; t = 16,56 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} / 6,86 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$t = 2,4 \text{ s}$$

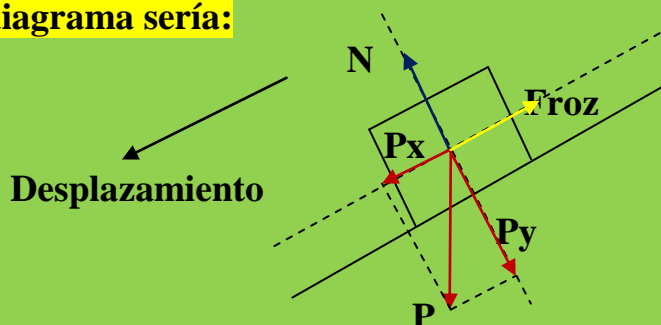
Observar que para resolver el ejercicio hemos tenido que recordar ecuaciones de Cinemática pero respecto a la **Dinámica**, la única ecuación que **hemos utilizado** ha sido:

$$\sum F = m \cdot a$$

Una pequeña variación haría que el diagrama de fuerzas sea distinto y por lo tanto la ecuación final de la aceleración sería distinta a la anterior. Por ejemplo, si existe una fuerza de rozamiento de 2 N:



El diagrama sería:



Eje OY: $N = P_y \rightarrow \sum F = 0$ (N y P_y se anulan mutuamente)

Eje OX: $\sum F = m \cdot a$

$$F_{\text{ganar}} - F_{\text{perder}} = m \cdot a$$

$$P_x - F_{\text{roz}} = m \cdot a$$

$$m \cdot g \cdot \text{sen } \alpha - F_{\text{roz}} = m \cdot a$$

$$a = (m \cdot g \cdot \text{sen } \alpha - F_{\text{roz}}) / m$$

Observar como la aceleración es distinta a la aceleración de la primera situación.

Con el nuevo valor de la aceleración podemos terminar de realizar el problema, con las mismas ecuaciones del primer enunciado.

Ejemplo resuelto

En la base de un plano inclinado, 30° sobre la horizontal, tenemos un cuerpo de 5 Kg de masa. Le aplicamos una fuerza constante de 100 N paralela al plano inclinado y en sentido ascendente, adquiere una velocidad de $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

- ¿Qué espacio habrá recorrido, sobre el plano inclinado, a los 20 segundos de iniciado el movimiento.
- ¿Qué tiempo ha tardado en recorrer ese espacio?.

Resolución

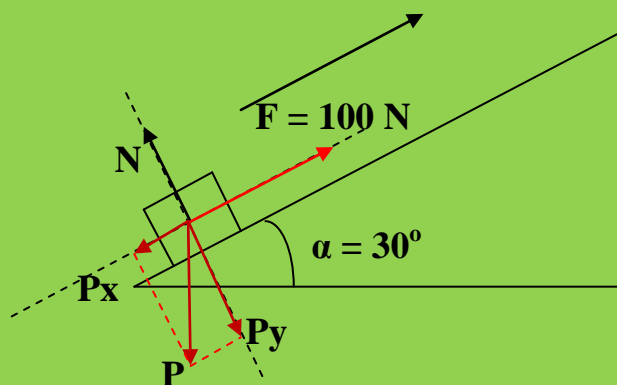
Leemos el problema y recordamos que el cuerpo está sometido a una fuerza lo que implica una aceleración. Esto me dice que nos encontramos frente a una situación de un M.R.U.A:

$$V_f = V_o + a \cdot t \quad (1)$$

$$e = e_o + V_o \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad (2)$$

$$V_f^2 = V_o^2 + 2 \cdot a \cdot e \quad (3)$$

En todos los casos nos vemos en la necesidad del cálculo de la **aceleración** y para ello no tenemos más remedio que plantearnos el diagrama de fuerzas:



Eje OY: $N = P_y \rightarrow$ Se anulan mutuamente. No intervienen.

Eje OX: $\sum F = m \cdot a$

$$\sum F = F_{\text{ganan}} - F_{\text{pierden}}$$

$$F - P_x = m \cdot a \quad ; \quad P_x = m \cdot g \cdot \text{sen } \alpha$$

$$100 - m \cdot g \cdot \text{sen } 30^\circ = m \cdot a$$

$$100 - 5 \cdot 9,8 \cdot 0,5 = 5 \cdot a \quad ; \quad a = 75,5 / 5 = 15,1 \text{ m.s}^{-2}$$

Si trabajamos en el **S. I.** y nos sabemos las unidades de las diferentes magnitudes con las que hemos trabajado, podemos eliminar unidades de la ecuación y hacer el cálculo más rápido.

a)

Podemos utilizar la ecuación (3):

$$V_f^2 = V_o^2 + 2 \cdot a \cdot e$$

$$(20 \text{ m.s}^{-1})^2 = 0 + 2 \cdot 15,1 \text{ m.s}^{-2} \cdot e$$

$$400 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = 30,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot e$$

$$e = 400 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2} / 30,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \quad ; \quad e = 13,24 \text{ m}$$

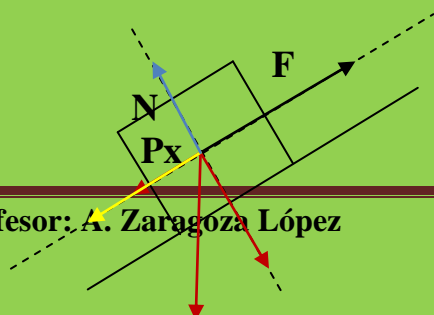
b)

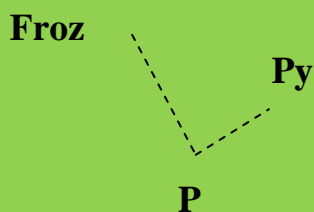
En lo referente al tiempo:

$$V_f = V_o + a \cdot t \quad ; \quad 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 0 + 15,1 \text{ m.s}^{-2} \cdot t$$

$$t = 20 \text{ m.s}^{-1} / 15,1 \text{ m.s}^{-2} \quad ; \quad t = 1,32 \text{ s}$$

Supongamos ahora la existencia de una fuerza de rozamiento de 5 N. El diagrama de fuerzas será:





Eje OY: $N = P_y \rightarrow \sum F = 0$

Eje OX: $\sum F = m \cdot a$

$$F_{\text{ganar}} - F_{\text{perder}} = m \cdot a$$

$$F - (P_x + \text{Froz}) = m \cdot a$$

$$a = [F - (P_x + \text{Froz.})] / m$$

$$a = (F - m \cdot g \cdot \text{sen } \alpha - \text{Froz.}) / m$$

La aceleración es distinta a la aceleración de la situación inicial. El diagrama de fuerzas ya no es el mismo y $\sum F$ también será distinto. El resto del problema lo podéis resolver con el nuevo valor de la aceleración.

Creo que he transmitido el hecho de que en Dinámica la única fórmula que existe es:

$$\sum F = m \cdot a$$

PARA CADA SITUACIÓN HAY UNA EXPRESIÓN DE $\sum F$. Pueden aparecer multitud de fórmulas en Dinámica, partiendo siempre de la misma ($\sum F = m \cdot a$).

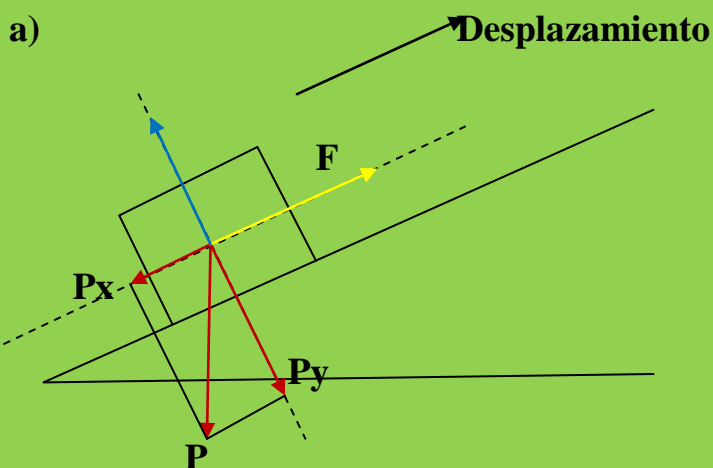
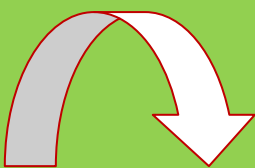
Problema resuelto

Para subir un cuerpo de 10 kg por un plano inclinado liso (sin rozamiento) que forma un ángulo de 30° con la horizontal, se le aplica una fuerza de 130 N en la dirección de la máxima pendiente del plano ($p_x = 49 \text{ N}$).

- a. Dibuja todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo.

- b. Halla la resultante sobre cada uno de los ejes (perpendicular y paralelo al plano).
 - c. Calcula la aceleración con la que sube por el plano.
 - d. Calcula la velocidad que tiene cuando ha recorrido 20 m.
- a) Resuelve el ejercicio suponiendo que existe una fuerza de rozamiento 20 N.

Resolución:



b)

Eje OY: $N = P_y \rightarrow \sum F = 0$

Eje OX: $\sum F = m \cdot a$

$\sum F = F_{\text{ganar}} - F_{\text{perder}} = 130 \text{ N} - P_x = 130 \text{ N} - 49 \text{ N} = 81 \text{ N}$

c) Trabajamos en el eje OX. En el eje OY hemos visto que $\sum F = 0$

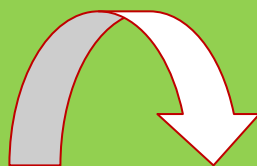
ESTUDIO DE LAS FUERZAS. DINÁMICA

$$\Sigma F = m \cdot a ; 81 \text{ N} = 10 \text{ Kg} \cdot a ; a = 81 \text{ N} / 10 \text{ Kg} = 8,1 \text{ m.s}^{-2}$$

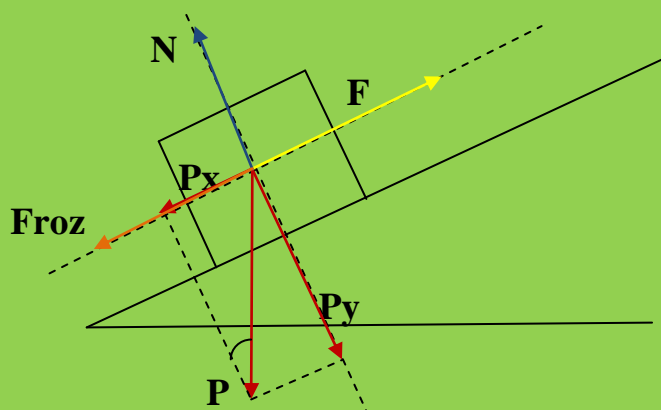
d) En Cinemática:

$$V_f^2 = V_o^2 + 2 \cdot a \cdot e ; V_o = 0 \rightarrow V_f^2 = 2 \cdot a \cdot e$$

$$V_f = (2 \cdot a \cdot e)^{1/2} ; V_f = (2 \cdot 8,1 \text{ m.s}^{-2} \cdot 20 \text{ m})^{1/2} = 18 \text{ m.s}^{-1}$$



e) El nuevo diagrama será:



$$\text{Eje OY: } N = P_y \rightarrow \Sigma F = 0$$

$$\text{Eje OX: } \Sigma F = m \cdot a$$

$$F_{\text{gan}} - F_{\text{pier}} = m \cdot a$$

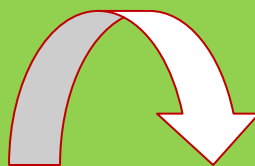
$$F - (P_x - F_{\text{roz}}) = m \cdot a$$

De esta expresión obtenemos el valor de “a” y podemos realizar el resto del problema.

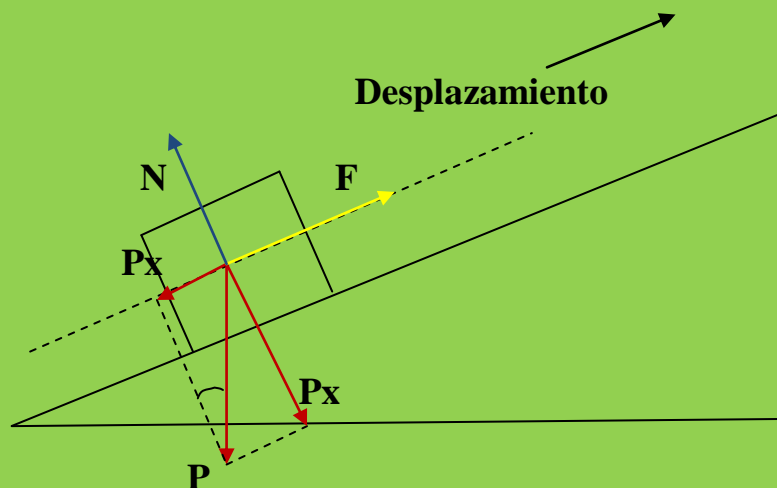
Problema resuelto

Se quiere subir un cuerpo de 200 Kg por un plano inclinado 30° con la horizontal. Determinar la fuerza que debería aplicarse al cuerpo para que ascendiera por el plano a velocidad constante.

Resolución



El problema no dice nada de rozamiento, luego supondremos que no existen.



Eje OY: $N = P_y \rightarrow \sum F = 0$

El desplazamiento es paralelo al eje OX.

Veamos las fuerzas que actúan en este eje.

Eje OX: $\sum F = m \cdot a$

$$F_{\text{ganar}} - F_{\text{perder}} = m \cdot a$$

$$F - P_x = m \cdot a ; F - m \cdot g \cdot \text{sen } \alpha = m \cdot a$$

Como queremos que el cuerpo suba a velocidad constante, la aceleración debe valer cero ($a = 0$). Luego:

$$F - m \cdot g \cdot \text{sen } \alpha = m \cdot 0$$

$$F - m \cdot g \cdot \text{sen } \alpha = 0$$

$$F = m \cdot g \cdot \text{sen } \alpha ; F = 200 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot \text{sen } 30^\circ = 980 \text{ N}$$

Problema Propuesto

Un cuerpo de $m = 3\text{Kg}$ se encuentra en la parte más alta de un plano inclinado 30° con respecto a la horizontal, determina :

- La aceleración con que desciende por el plano si no existe fuerza de rozamiento.
- La aceleración cuando la fuerza de rozamiento vale $0,5 \text{ N}$.

(IES MORATO)

Problema Propuesto

Un bloque de 2Kg de masa se encuentra sobre un plano horizontal, si sobre él actúa una fuerza de 20N que forma un ángulo de 30° con respecto a la horizontal, calcula la velocidad que lleva después de recorrer 2m . (IES MORATO)

Problema Propuesto

Calcula el valor de la fuerza paralela al plano que debemos ejercer sobre un cuerpo $m = 2 \text{ Kg}$ para que suba por un plano inclinado 30° con respecto a la horizontal con una aceleración de 2 m/s^2 . No existe rozamiento. (IES MORATO)

Problema resuelto

Un bloque de $m=2 \text{ Kg}$. se encuentra en la parte superior de un plano inclinado 30° y de longitud 4m , después continúa moviéndose por un

plano horizontal hasta que se para, por la oposición al avance de una fuerza de 2N, calcula:

- Aceleración con que desciende por el plano inclinado.
- Tiempo que tarda en recorrer los 4m de longitud del plano inclinado.
- Velocidad con que llega al final de dicho plano.
- Calcula la aceleración que llevará por el plano horizontal.
- Tiempo que tarda en detenerse.(IES MORATO)

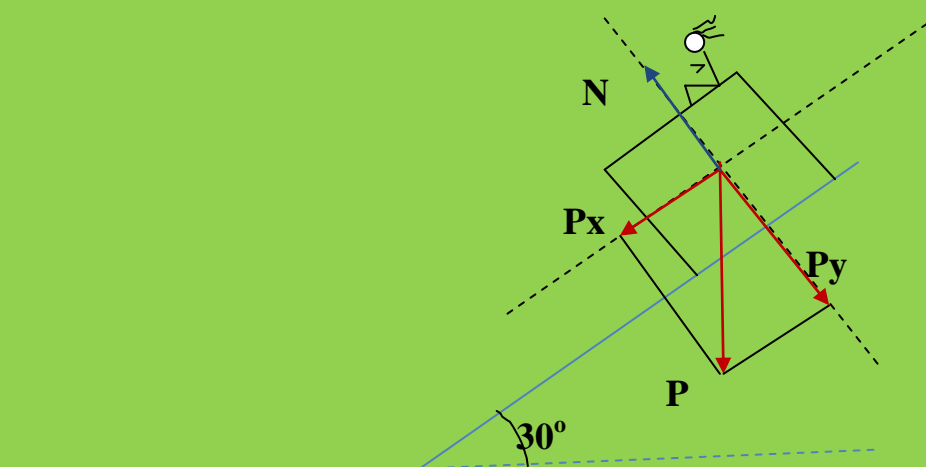
Resolución

a) Mirad, estoy cansado, no, **aburrido** de hacer tantas fuerzas y descomposiciones de las mismas. Para animarme y seguir realizando el tema voy a subirme arriba del cuerpo que se va a desplazar. Podré de esta forma observar si se dan las condiciones para que se produzca la experiencia propuesta en el problema.

b) Veamos:

- a) ¿Está dibujado el peso? **SI**
- b) ¿Están dibujadas las componentes del peso? **SI**
- c) ¿Está dibujada la normal? **SI**
- d) ¿Hay fuerzas de rozamiento? **NO**

Todo está en condiciones. Pues nos vamos para la parte baja del del plano inclinado.



Veamos las fuerzas que actúan sobre el cuerpo en su desplazamiento por el plano inclinado:

Eje OY: $N = P_y \rightarrow \sum F = 0$

Eje OX: $\sum F = m \cdot a$

$F_{g\text{an}} - F_{p\text{ieden}} = m \cdot a$

$P_x - 0 = m \cdot a$; $P_x = m \cdot g \cdot \text{sen } \alpha \rightarrow$

$m \cdot g \cdot \text{sen } \alpha = m \cdot a$

$a = g \cdot \text{sen } \alpha$; $a = 9,8 \text{ m.s}^{-2} \cdot \text{sen } 30^\circ = 4,9 \text{ m.s}^{-2}$

c) Tiempo en descender el plano de 4 metros de largo:

$e = V_o \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$; $V_o = 0 \rightarrow e = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$

$4 \text{ m} = \frac{1}{2} \cdot 4,9 \text{ m.s}^{-2} \cdot t^2$; $t = (8 \text{ m} / 4,9 \text{ m.s}^{-2})^{1/2}$

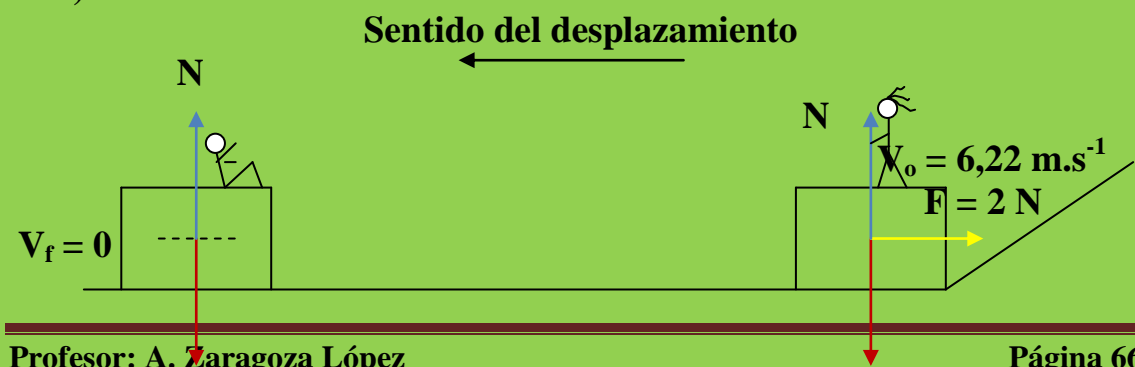
$t = 1,27 \text{ s}$

d) V_f ?

$V_f = V_o + a \cdot t$; $V_o = 0 \rightarrow V_f = a \cdot t$

$V_f = 4,9 \text{ m.s}^{-2} \cdot 1,27 \text{ s} = 6,22 \text{ m.s}^{-1}$

e)



P

P

Veamos, en el tramo horizontal sobre el cuerpo actúan las siguientes fuerzas:

Eje OY: $P = N \rightarrow \sum F = 0$

Eje OX: $\sum F = m \cdot a$

Antes de obtener el valor de la aceleración, pensemos. Como la fuerza que actúa lleva el sentido contrario al desplazamiento, la aceleración debe ser negativa. Veamos si es cierto:

$$F_{ganar} - F_{perder} = m \cdot a$$

$$0 - F = m \cdot a ; 0 - 2 \text{ N} = 2 \text{ Kg} \cdot a$$

$$a = - 2 \text{ N} / 2 \text{ Kg} ; a = - 1 \text{ m.s}^{-2}$$

En lo referente al tiempo que tarda en pararse, sabemos:

$$\left. \begin{array}{l} V_o = 6,22 \text{ m.s}^{-1} \\ a = - 1 \text{ m.s}^{-2} \\ V_f = 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} V_f = V_o + a \cdot t ; 0 = 6,22 \text{ m.s}^{-1} + (- 1 \text{ m.s}^{-2}) \cdot t \\ 0 = 6,22 \text{ m.s}^{-1} - 1 \text{ m.s}^{-2} \cdot t \\ 1 \text{ m.s}^{-2} \cdot t = 6,22 \text{ m.s}^{-1} \\ t = 6,22 \text{ m.s}^{-1} / 1 \text{ m.s}^{-2} = 6,22 \text{ s} \end{array}$$

5.- Fuerzas en equilibrio

En la última visita que tuve con el psiquiatra, me decía el buen hombre: Antonio, la clave para resolver tus problemas pasa por tener una cabeza bien montada, bien **EQUILIBRADA**.

Debes tener una cabeza bien estructurada, bien **EQUILIBRADA**, me decía el psicólogo.

¡Qué buenos profesionales tengo!. Si tuviera una cabeza bien EQUILIBRADA, al último lugar donde yo iría es a la consulta de un psiquiatra o de un psicólogo.

Que mi cabeza esté bien montada o bien equilibrada, por supuesto que es problema MIO. Vuestro problema reside en saber cuando las fuerzas se equilibran y cómo las fuerzas actúan sobre los cuerpos, cuando un cuerpo se encuentra en equilibrio.

Video: Fuerzas en equilibrio

http://www.youtube.com/watch?v=D0avgBYcXlk&feature=results_vid eo&playnext=1&list=PL38C31837E83FBDD3



Vámonos a:



Proyecto Newton de Física

<http://recursostic.educacion.es/newton/web/>

Equilibrio entre fuerzas. Estática

<http://fisica.usach.cl/~lhrodrig/fisica1/estatica.pdf>

Fuerzas en Equilibrio

<http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1193>

Fuerzas en equilibrio

<http://www.slideshare.net/kurtmilach/fuerza-y-equilibrio>

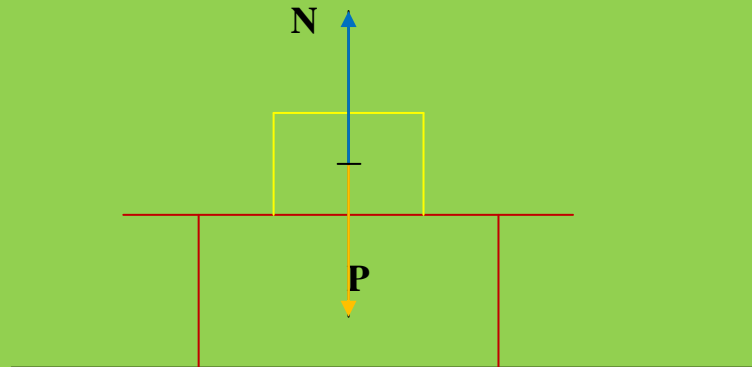
Me parece que ya podemos llegar a conclusiones: Dos, o más fuerzas, están en equilibrio cuando su resultante vale cero:

$$\sum F = 0$$

Como las fuerzas actúan sobre los cuerpos podemos decir: Un cuerpo se encuentra en equilibrio cuando la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él sea nula:

$$\sum F = 0$$

Supongamos un cuerpo de masa “m” colocado encima de una mesa. Las fuerzas que actúan sobre dicho cuerpo son:



Como vemos actúan dos fuerzas: La **N**(normal) y el **P**(peso). Ambas son de igual intensidad, igual dirección pero de sentido contrario. Su resultante será la diferencia entre las dos:

$$F_{\text{resultante}} = P - N = 0$$

Sobre el cuerpo no actúa fuerza alguna, no hay movimiento y por lo tanto se encuentra en **EQUILIBRIO**. Hemos establecido el **EQUILIBRIO ESTÁTICO**.

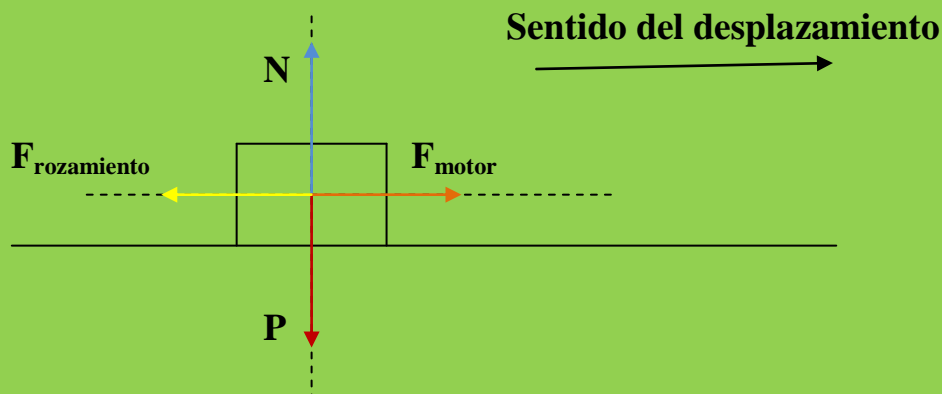
¿Puede un cuerpo que está en movimiento, estar en equilibrio?

Siempre que la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él se anulen, **SÍ**.

Veamos un ejemplo:

Un móvil se desplaza por una carretera. Sobre dicho móvil van a actuar las siguientes fuerzas:

- a) El peso.
- b) La Normal.
- c) La fuerza del motor.
- d) Las fuerzas de rozamiento (con el suelo, aire, etc...)



Según hemos visto, el peso y la normal se anulan mutuamente (eje OY).

Si la fuerza del motor fuera igual al conjunto de las fuerzas de rozamiento, la resultante (eje OX) sería cero:

$$F_{\text{motor}} - F_{\text{rozamiento}} = 0 \rightarrow \sum F = 0 \quad (1)$$

Por el principio Fundamental de la Dinámica sabemos que:

$$\sum F = m \cdot a$$

Si llevamos la condición (1) a la ecuación anterior, nos quedaría:

$$m \cdot a = 0 \rightarrow a = 0 / m \rightarrow a = 0$$

El móvil no tendría aceleración, pero no tener aceleración no implica no existir movimiento. En estas condiciones el cuerpo se movería con MOVIMIENTO RECTILÍNEO Y UNIFORME. El cuerpo se desplazaría hacia la derecha, según el croquis, pero con velocidad constante. Hemos establecido las condiciones del EQUILIBRIO DINÁMICO.

Video: Equilibrio dinámico

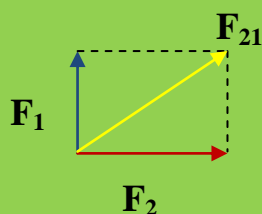
<http://www.youtube.com/watch?v=oT9fyt6BecI&feature=related>

Problema

Tres fuerzas aplicadas a un mismo punto se equilibran entre sí. Dos de ellas son perpendiculares y sus intensidades valen 10N y 20N. ¿Qué características tendrá la tercera fuerza?. Haga un esquema.(IES MORATO)

Resolución:

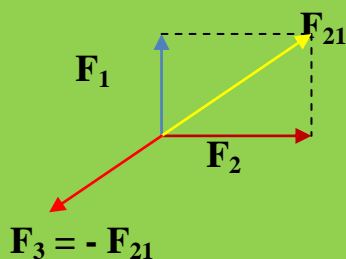
Trabajaremos con las dos fuerzas que conocemos y que podemos calcular su resultante:



$$F_{21} = (F_1^2 + F_2^2)^{1/2}; \quad F_{21} = (10^2 + 20^2)^{1/2}; \quad F_{21} = (100 + 400)^{1/2}$$

$$F_{21} = 22,4 \text{ N}$$

La tercera fuerza, F_3 , tiene que establecer el equilibrio en el sistema, luego numéricamente debe valer 22,4 N, tener la misma dirección de F_{21} y sentido contrario, es decir:



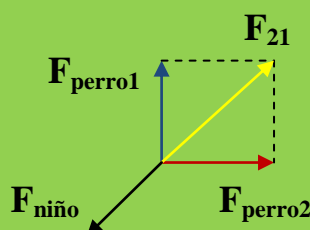
Problema

Un niño sujeta en cada una de sus manos un perro atado a una correa. Los dos perros tiran del niño en direcciones perpendiculares y con las fuerzas de 1N y 1,5N. ¿Cómo debe ser la fuerza que haga el niño para no moverse?

(IES MORATO)

Resolución:

Para que el niño no se mueva el sistema (los dos perros y el niño) debe estar en equilibrio. Para ello el niño tendrá que realizar una fuerza que equilibre a la **resultante** (F_{21}) de las fuerzas que ejercen los perros, es decir, **del mismo valor**, de la misma dirección y de sentido contrario. Según el esquema:



$$F_{21} = (F_1^2 + F_2^2)^{1/2} \quad ; \quad F_{21} = [1^2 + (1,5)^2]^{1/2}$$

$$F_{21} = (1 + 2,25)^{1/2} \quad ; \quad F_{21} = 1,8 \text{ N}$$

La fuerza que debe ejercer el niño vale 1,8 N.

6.- Fuerza centrípeta y centrífuga

A estas alturas del tema os pregunto **¿Puede un cuerpo llevar velocidad constante y tener aceleración?** Recordar que velocidad constante implicaba aceleración cero.

Video: Fuerza centrípeta

<http://www.youtube.com/watch?v=0x9U4tghkfE&feature=related>

Video: Fuerza centrífuga

http://www.youtube.com/watch?v=qv_O1Cz7pwo&feature=related

Consultemos a:



Proyecto Newton de Física

<http://recursostic.educacion.es/newton/web/>

Fuerza Centrípeta y centrífuga

<http://www.pacocostas.com/motor/blog/opinion/fuerzas-centripeta-y-centrifuga>

Fuerza Centrífuga

<http://etimologias.dechile.net/?centri.fuga>

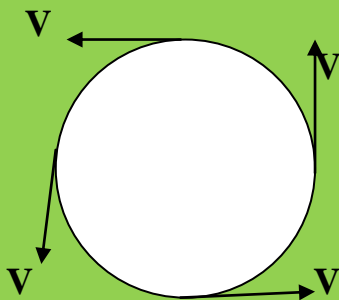
Fuerza Centrípeta

http://es.wikipedia.org/wiki/Fuerza_centripeta

Fuerza Centrífuga

http://es.wikipedia.org/wiki/Fuerza_centrifuga

Un cuerpo está describiendo un movimiento circular con velocidad lineal constante:

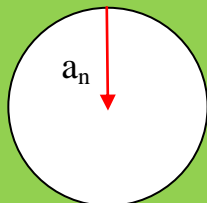


La velocidad es una magnitud vectorial y por tanto goza de :

- a) Intensidad o módulo.
- b) Dirección.
- c) Sentido.

Puede ocurrir que el módulo no varíe (por ejemplo, $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) pero su **dirección** y **sentido** **SÍ** y cuando existe una variación en alguna de las

características del vector velocidad va a existir una **aceleración**. A esta aceleración le llamamos **ACELERACIÓN NORMAL** (a_n).



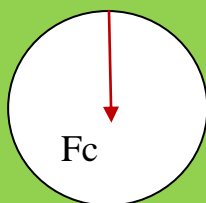
La a_n tiene la **dirección y sentido hacia el centro de la trayectoria circular**. Se trata de una magnitud vectorial y su unidad es $m \cdot s^{-2}$

Su módulo se puede obtener por la ecuación:

$$a_n = \frac{v^2}{R}$$

Y **repito**, representa la **variación de la dirección y el sentido del vector velocidad**.

Si existe una aceleración, debe existir una fuerza que la produzca. A esta fuerza se le llama **FUERZA CENTRÍPETA** cuya dirección y sentido es hacia el centro de la trayectoria circular:



El valor de F_c , como fuerza que es, será:

$$F = m \cdot a$$

En este caso: $a = a_n$

$$F_c = m \cdot v^2 / R$$

Problema

Cuando un automóvil recorre una curva sobre terreno horizontal, la fuerza centrípeta necesaria para ello es el rozamiento entre las ruedas y el suelo. Si un automóvil describe una curva de 50 m de radio a 90 Km/h ¿Cuánto valdrá la Fuerza centrípeta si la masa del automóvil es de 1000 Kg?.

Resolución:

$$R = 50 \text{ m}$$

$$V = 90 \text{ Km/h} \cdot 1000 \text{ m} / 1 \text{ Km} \cdot 1 \text{ h} / 3600 \text{ s} = 25 \text{ m.s}^{-1}$$

$$m = 1000 \text{ Kg}$$

$$F_c = m \cdot V^2 / R$$

$$F_c = 1000 \text{ Kg} \cdot (25 \text{ m.s}^{-1})^2 / 50 \text{ m} ; \quad F_c = 12500 \text{ N}$$



Problema

Un satélite artificial de 200 Kg gira en órbita circular a 200 Km de altura sobre la superficie terrestre a una velocidad de 7,5 Km/s. Calcula la aceleración y la fuerza centrípeta que lo mantiene en órbita.(IES MORATO)

Resolución:

$$m = 200 \text{ Kg}$$

$$R = 200 \text{ Km} \cdot 1000 \text{ m} / 1 \text{ Km} = 200000 \text{ m}$$

$$V = 7,5 \text{ Km/s} \cdot 1000 \text{ m} / 1 \text{ Km} = 7500 \text{ m.s}^{-1}$$

$$a_n = V^2/R ; \quad a_n = (7500 \text{ m.s}^{-1})^2 / 200000 \text{ m} = 281,25 \text{ m.s}^{-2}$$

$$F_c = m \cdot a_n ; \quad F_c = 200 \text{ Kg} \cdot 281,25 \text{ m.s}^{-2} = 56250 \text{ N.}$$

7.- Gravitación Universal. El peso de los cuerpos



Todos sabemos que cuando el rabito que une la manzana al árbol se rompe, la manzana cae hacia abajo (suelo). Pero Newton era una persona muy inteligente y siempre que tengo que explicar este punto del tema, me hago la siguiente pregunta; Era Newton un **GENIO** en Física antes de que le callera la manzana, o fue el manzanazo quien despertó la inteligencia de este señor?. La contestación es muy sencilla si estudiamos un poco los trabajos de Newton.

Sir Isaac Newton fue un **físico, filósofo, teólogo, inventor, alquimista y matemático**, autor de los *Philosophiae naturalis principia mathematica*, más conocidos como los *Principia*, donde describió la **ley de gravitación universal** y estableció las bases de la **mecánica clásica** mediante las **leyes** que llevan su nombre. Entre sus otros descubrimientos científicos destacan los trabajos sobre la naturaleza de la **luz** y la **óptica** y el desarrollo del **cálculo matemático**.

Newton fue el primero en demostrar que las leyes naturales que gobiernan el movimiento en la **Tierra** y las que gobiernan el movimiento de los **cuerpos celestes** son las mismas. Es, a menudo, calificado como el **científico** más grande de todos los tiempos. El matemático y físico matemático Joseph Louis Lagrange (1736–1813), dijo que **"Newton fue el más grande genio que ha existido y también el más afortunado dado que sólo se puede encontrar una vez un sistema que rija el mundo."**

Según este Curriculum no podemos decir que Newton fuera una persona que admitiera los fenómenos **porque sí**. El necesitaba una explicación de los fenómenos que se producían en la Naturaleza. Por ello, cuando recibió el manzanazo, **él quería saber por qué la manzana caía hacia el suelo y no subía hacia arriba**. Sus investigaciones sobre

este fenómeno le llevó a establecer

LEY DE

GRAVITACIÓN UNIVERSAL.

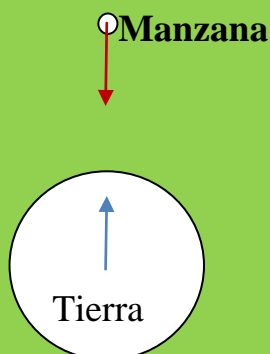
(Fuente: Wikipedia)

Video: Caída libre

http://www.youtube.com/watch?v=8qH_n-8q7V8&feature=related

Newton estudiando el *movimiento de la Tierra alrededor del Sol* llegó a la conclusión de que entre el Sol y la Tierra debía de existir una fuerza de atracción que dependería de las masas de los cuerpos (Sol y Tierra) y de la distancia de separación entre ellos. Dicho de otra forma:

Si la manzana cae hacia el suelo en dirección y sentido hacia el centro de la Tierra es porque la Tierra ejerce una fuerza sobre la manzana y la manzana ejerce una fuerza sobre la Tierra de la misma intensidad, en igual dirección pero en sentido contrario. Esta fuerza es directamente proporcional al producto de las masas de los cuerpos (Tierra y manzana) e inversamente proporcional a la distancia de separación al cuadrado.



Según Newton: Cuando tenemos dos cuerpos de masas m_1 y m_2 a una distancia determinada, "d", dichos cuerpos se atraen con una fuerza que es directamente proporcional al producto de las masas e inversamente proporcional a la distancia de separación al cuadrado.

La expresión matemática de esta ley quedaría de la forma:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

$$d^2$$

Ecuación que se conoce como **ECUACIÓN DE LA LEY DE GRAVITACIÓN UNIVERSAL**.

G se conoce como **CONSTANTE DE GRAVITACIÓN UNIVERSAL**.
Y tiene un valor , en el S.I., de:

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{Kg}^2$$

Cuando uno de los cuerpos es la Tierra y el otro cuerpo se encuentra en la superficie de la Tierra, la ecuación de la ley de Gravitación la podemos expresar de la forma:

$$F = G \cdot \frac{M_T \cdot m_c}{R_T^2} \quad (1)$$

De esta expresión podemos decir que:

$$g \text{ (valor de la aceleración de la gravedad)} = G \cdot \frac{M_T}{R_T^2}$$

recordar el famoso **$g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$**

y la ecuación (1) quedaría de la forma:

$$F = g \cdot m_c \rightarrow F = m \cdot g$$

es decir, acabamos de establecer el peso de los cuerpos:

$$P = m \cdot g$$

ecuación que ya conocemos.

Problema resuelto

Calcular la velocidad lineal y angular de la luna, en su órbita alrededor de la tierra, expresando la velocidad angular en rad/s y en vueltas/día.

ESTUDIO DE LAS FUERZAS. DINÁMICA

(Datos: $G= 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{Kg}^2$; $M_t=5,98 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$; $R(\text{ tierra- luna})= 3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$).

Resolución:

$$V = \Delta e / t$$

Δe será la longitud de la trayectoria (circular) = $2 \cdot \pi \cdot R$

$$\Delta e = 2 \cdot 3,14 \cdot 3,84 \cdot 10^8 \text{ m} = 24,11 \cdot 10^8 \text{ m}$$

La luna tarda aproximadamente 28 días en dar una vuelta a la tierra.

$$t = 28 \text{ días} \cdot 24 \text{ h} / 1 \text{ día} \cdot 3600 \text{ s} / 1 \text{ h} = 2,42 \cdot 10^6 \text{ s}$$

luego:

$$V = 24,11 \cdot 10^8 \text{ m} / 2,42 \cdot 10^6 \text{ s} = 996,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Recordemos que:

$$V = \omega \cdot R ; \omega = V / R ; \omega = 996,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} / 3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$$

$$\omega = 259,45 \cdot 10^{-8} \text{ rad/s} = 2,59 \cdot 10^{-6} \text{ rad/s}$$

En lo referente a vueltas /día partiremos de V :

$$V = 996,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot (1 \text{ vuelta} / 24,11 \cdot 10^8 \text{ m}) \cdot (86400 \text{ s} / 1 \text{ día}) =$$

$$= 3,57 \cdot 10^{-2} \text{ vueltas} / \text{ día}$$



Problema resuelto

Sabiendo que la luna tiene una $m = 7,3 \cdot 10^{22} \text{Kg}$ y que su radio es de 1740Km, determina:

- El valor de la gravedad sobre la superficie de la luna.
- El peso de un hombre de $M=80\text{Kg}$ situado sobre la superficie lunar.(IES MORATO)

El problema debería dar más datos.

Resolución:

a) Se dedujo en el apartado teórico que:

$$g = G \cdot \frac{M_L}{R_L^2}$$

$$1740 \text{ Km} \cdot 1000 \text{ m} / 1 \text{ Km} = 1,74 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} g &= (6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{Kg}^2) \cdot 7,3 \cdot 10^{22} \text{ Kg} / (1,74 \cdot 10^6 \text{ m})^2 = \\ &= (48,69 \cdot 10^{11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{Kg}) / 3 \cdot 10^{12} \text{ m}^2 = 16,23 \cdot 10^{-1} \text{ N/Kg} = \\ &= 1,62 \text{ N/Kg} = 1,62 \text{ m/s}^2 = 1,62 \text{ m.s}^{-2} \end{aligned}$$

b) Sabemos que:

$$P = m \cdot g_L \quad ; \quad P = 80 \text{ Kg} \cdot 1,62 \text{ N/Kg} = 129,6 \text{ N}$$

Problema resuelto

¿ A qué distancia deben situarse dos cuerpos de masa 10^9g para que se atrajeran con una fuerza de 1 N.? (IES MORATO)

Faltan datos en el problema.

Resolución:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2} \quad ; \quad d^2 = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{F}$$

ESTUDIO DE LAS FUERZAS. DINÁMICA

$$m = 10^9 \text{ g} \cdot 1 \text{ Kg} / 1000 \text{ g} = 10^6 \text{ Kg}$$

$$d = (G \cdot m_1 \cdot m_2 / F)^{1/2}$$

$$d = (6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{Kg}^2 \cdot 10^6 \text{ Kg} \cdot 10^6 \text{ Kg} / 1 \text{ N})^{1/2} = (6,67 \cdot 10 \text{ m}^2)^{1/2} = 8,16 \text{ m.}$$

Pinchar en www.aula21.net--> Pinchar en Química web. → Pinchar en F y Q de 4º ESO

Laboratorio virtual: Fuerzas e interacciones.

Resultante de varias fuerzas.

Descomposición de fuerzas.

Equilibrio de fuerzas.

Fuerzas y deformaciones. Ley de Hooke.

Leyes de Newton.

El peso.

La normal.

Fuerzas de rozamiento.

<http://www.aula21.net/primer/paginaspersonales.htm>

Problemas de Dinámica

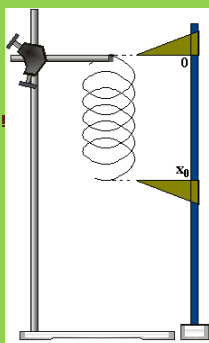
<http://iesdolmendesoto.org/wiki/images/f/ff/Din%C3%A1mica001B.pdf>

Experiencia de laboratorio

Práctica N°1: Ley de Hooke

Fuente: Daniel Parceró Sanchez

Montaje:

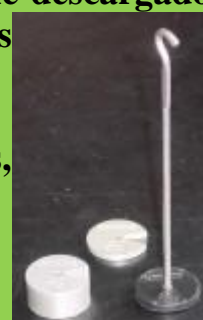


Observaciones: No mover la regla durante la experiencia. Hay que procurar utilizar siempre el mismo punto de referencia para las medidas y no cometer el error de paralaje.

Realización:

Anotar en la tabla, las posiciones del índice, con el muelle descargado (x_0), con el porta pesas y con las pesas, que iremos colgando del muelle.

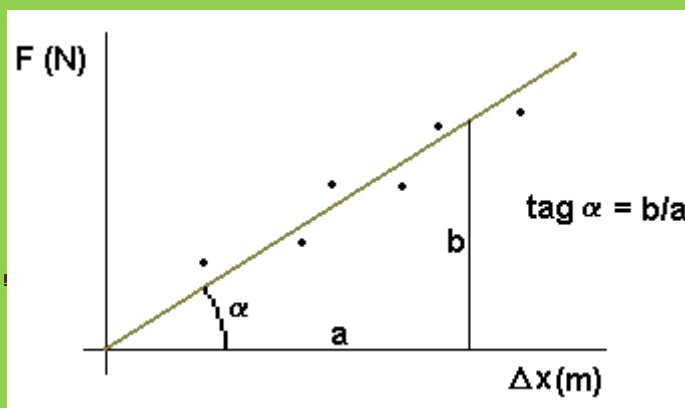
Calcular los pesos (fuerzas) que corresponden a las masas, teniendo en cuenta que: $p = m \cdot g$ y que $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.
Calcular los alargamientos.



Llevar los resultados a la tabla:

m (g)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
m (g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peso = m · g = F(N)	0											-
x (m)												-
Alargamiento (Δx)												-

Representar gráficamente, F en función de Δx. Dibujar una línea recta y calcular la pendiente (tag α).



Hallar la ecuación de la recta: $F = (\tan \alpha) \cdot \Delta x$

Obtendréis la ecuación de la ley de HOOKE

Cuestiones:

- 1.- ¿Qué es el *error de paralaje*?
- 2- La aplicación práctica de esta experiencia es un instrumento de medida. ¿Cuál?
- 3- Los resortes dejan de comportarse elásticamente cuando se sobrecargan. ¿Qué es un material elástico?
- 4- ¿Cómo es la relación entre la fuerza y el alargamiento (Ley de Hooke)?

Experiencia de laboratorio

Practica N° 2: Determinación experimental de la constante elástica de un resorte (muelle)

Fuente: Daniel Parcero Sanchez

Robert Hooke, observó que, *si el alargamiento de un resorte no es suficientemente grande para deformarlo de modo permanente, la fuerza elástica (recuperadora) es directamente proporcional al alargamiento (: Ley de Hooke).*

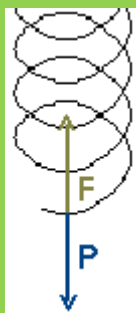
La expresión matemática de la ley de Hooke es:

$$F = k \cdot \Delta x$$

siendo Δx el alargamiento y k la constante recuperadora del resorte.

1.- Objetivos.

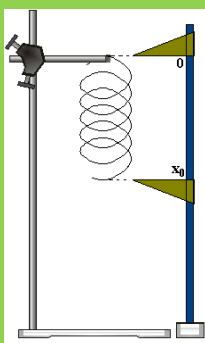
1. Verificar la ley de Hooke y determinar la constante elástica del resorte.
2. Revisar el tratamiento de datos experimentales y las representaciones gráficas de resultados.
3. Medir la longitud inicial del resorte y los alargamientos producidos al ir colgándole pesas.



P y F son iguales en módulo pero de sentido contrario.



2.- Montaje.



Realizamos cinco medidas para cuerpos de distinta masa. En las medidas, hay que tener especial cuidado en usar los mismos puntos de referencia. Mantén la marca superior y vete desplazando la inferior. Cuando hayas terminado, vuelve a medir la longitud del muelle sin pesas. ¿Se ha deformado?

3.- Resultados y tratamiento de datos.

a) Tabla de resultados y tratamiento analítico:

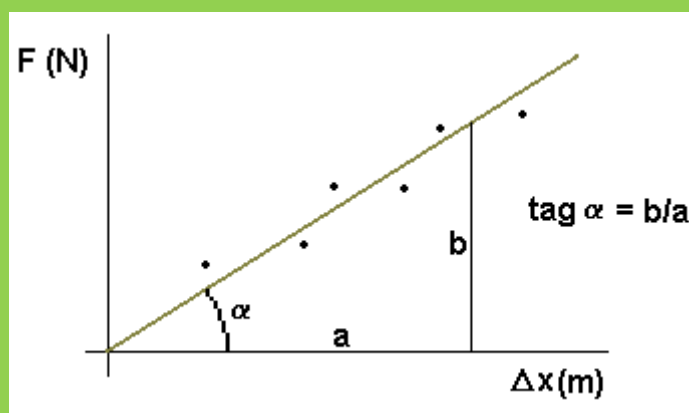
Medida	m (kg)	F = P = m.9,8 (N)	$\Delta x = x - x_0$ (m)	$k = F/\Delta x$ (N/m)	Desviaciones absolutas: $\Delta k = k_m - k $ (N/m)
1					
2					
3					
4					
5					
Valores medios				$k_m =$	$\Delta k_m =$
					$e_r (\%) = (\Delta k_m/k_m).100$ =

Expresa el resultado en la forma:

$$k = k_m \pm \Delta k_m \text{ (N/m)}, e_r (\%)$$

b) Método gráfico:

Representa gráficamente los valores de la fuerza frente a los alargamientos y ajusta los puntos a una recta. La pendiente de la misma (= $\text{tag } \alpha$) es el valor de k.



4.- Cuestiones.

- a. Explica brevemente como se determina la constante elástica de un resorte por el método estático.
- b. ¿Cómo afectaría el límite de elasticidad del resorte a la realización de la práctica?
- c. ¿Por qué hay una pequeña desviación en el ajuste de la recta?. Parece que ajustaría mejor pasando un poco por encima del 0.
- d. Analiza las causas de error en la realización de la práctica.
- e. ¿Cómo se averiguaría el valor de una masa desconocida?.
- f. ¿Qué instrumento de medida es la aplicación práctica de esta experiencia?.

Copiadas, en su mayoría, de: <http://www.cesga.es/ciug/grupostraballo/22/22.html> (Prácticas de Física: Orientacións Xerais)

----- O -----

Se terminó

Antonio Zaragoza López