La dinámica es la parte de la mecánica que estudia el movimiento junto a las causas que lo origina (las fuerzas).
Al igual que la velocidad y la aceleración, las fuerzas son magnitudes vectoriales: "la descripción de una fuerza requiere, además del conocimiento de su módulo, el conocimiento de su punto de aplicación, dirección y sentido".

A través de las <u>transformaciones</u> <u>galilelianas</u> se obtuvo que a = a', lo cuál da lugar al "principio de relatividad de galileo": "las leyes de la Física son las mismas para todos los observadores que se muevan con velocidad constante".

- **Medidas de fuerzas. Ley de Hooke.**

Como se sabe, los pesos de los cuerpos provocan el alargamiento de un muelle. El peso de un cuerpo es en realidad, pues, una fuerza ==> las fuerzas provocan el alargamiento de los muelles.
Pues bien, a través del alargamiento de determinados muelles, llamados dinamómetros, tenemos la forma de medir fuerzas. Para ello hemos de tener en cuenta la llamada Ley de Hooke, que nos dice:

$F = -k\,x$ "El alargamiento producido en un muelle es proporcional a la fuerza que lo provoca."

k es la constante de proporcionalidad, llamada cte elástica del muelle.
Si una vez alargado se suelta el muelle, el movimiento que experimenta este es rectilíneo, siendo la aceleración proporcional a la elongación (alargamiento o acortamiento del muelle en cada instante) y de sentido contrario a la misma: $a = -cte \cdot y$. Aparece, pues, un movimiento armónico simple (MAS), que ya ha sido estudiado anteriormente.

Problema:
En el estudio del comportamiento de un muelle se ha obtenido los resultados abajo indicados:

Peso (N)	0	6	10	20	40	50
Longitud (cm)	20	22,4	24,0	28,0	36,0	40,0
Alargamiento (cm)	0					

a) Determina la constante elástica del muelle.
b) Calcula el alargamiento producido cuando colocamos un peso de 30 N.

- **Composición de fuerzas.**

Se pueden dar los casos:

1) Misma dirección.
   a) Mismo sentido.

A $\vec{F}_1$ $\vec{F}_2$

———x———>———>——— $F_1 = 20$ N
$F_2 = 30$ N

$\vec{F}_R$

———x——————————————>———— $F_R = F_1 + F_2$ ==> $F_R = 20 + 30 = 50$ N

b) Sentidos contrario.

$\vec{F}_2$ A $\vec{F}_1$

——— <————x————>———

$F_1 = 20$ N

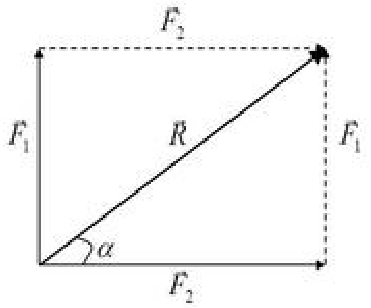
$F_2 = 30$ N

$\vec{F}_R$

——— <——x

$F_R = F_1 - F_2$ ==> $F_R = 20 - 30 = -10$ N

2) Direcciones perpendiculares.



$F_1 = 20$ N

$F_2 = 30$ N

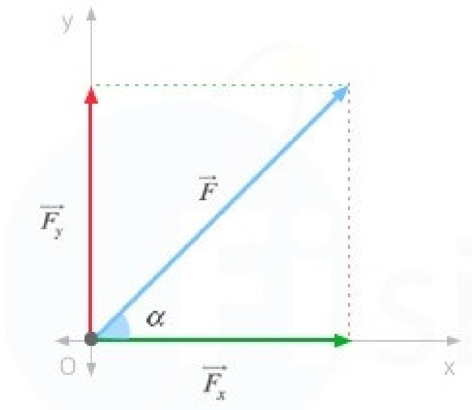
$$F_R = \sqrt{20^2 + 30^2}$$

$$F_R = 36\,N$$

3) Distintas direcciones.

Las fuerzas se descomponen en sus componentes F_x y F_y, de forma que al final sólo se tendrán fuerzas paralelas (misma dirección) y perpendiculares. Por tanto, al final se vuelve a los casos anteriores (1 y 2).

¿Como se descomponen fuerzas?



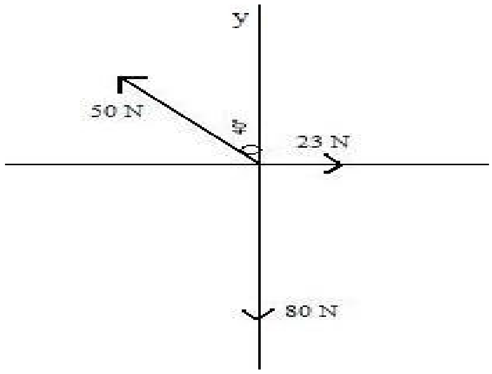
$$F_x = F \cdot \cos\alpha$$

$$F_y = F \cdot sen\alpha$$

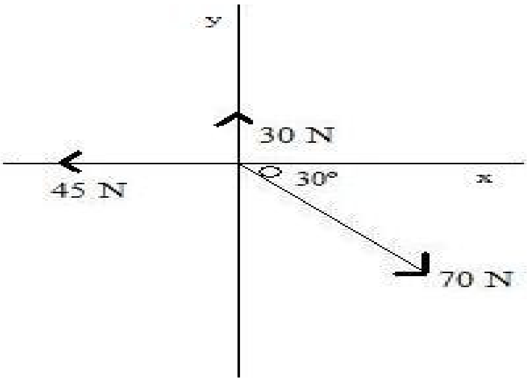
Problema:

Determina la fuerza resultante:

a)



b)



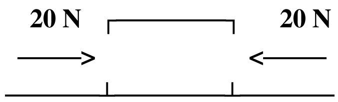
- **Leyes de la dinámica.**

La dinámica toma como base tres leyes:

1ª. Principio de inercia. (Galileo - Newton).

Supongamos un cuerpo en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme. Si sobre este no se ejerce ningún tipo de fuerza, este permanecerá en su mismo estado (reposo o mru).

Así fue como se enunció inicialmente este principio. Sin embargo, veamos el siguiente ejemplo:



El cuerpo se ve sometido a una fuerza de 20 N a la izquierda y de otra de 20 N a la derecha.

Experimentalmente se observa que en este caso el cuerpo continua en su mismo estado, en reposo o en mru.

De estos hechos se deduce:

a) "Todo cuerpo en <u>equilibrio dinámico</u> (no se ve sometido a un a fuerza neta $\Rightarrow \Sigma \vec{F}_{ext} = (0\vec{i} + 0\vec{j})\ N$) permanecerá en su mismo estado de movimiento, reposo o mru".

b) "Las fuerzas son magnitudes vectoriales, pues éstas se transmiten según la dirección y sentido en que han sido aplicadas".

Resumiendo:

"Las fuerzas son magnitudes vectoriales que alteran el estado de reposo o movimiento de un cuerpo, es decir, pueden variar la cantidad de movimiento de un cuerpo".

Pero, ¿como podemos describir físicamente la cantidad de movimiento de un cuerpo? Como es lógico esta dependerá de su velocidad (v), v = 0 m/s en reposo y <u>constante</u> en el mru.

¿Es lo mismo aplicar una fuerza de 20 N a un cuerpo de 1 kg qué a otro de 100 kg? ¿Ambas masas adquieren iguales velocidades?

No, la 1ª adquiere mayor velocidad que la 2da, por tanto, la cantidad de movimiento depende de la masa, también.

Se define, pues, la cantidad de movimiento como: $\vec{p} = m\,\vec{v}$

Así, podemos redefinir el principio de inercia como:

"Si sobre un cuerpo no actúa una fuerza neta, éste mantendrá constante su cantidad de movimiento".

2ª. Ley de la dinámica (Newton).

Newton pudo comprobar que existía una relación lineal entre las fuerzas aplicadas a un cuerpo y las aceleraciones que este adquiere. Así, si un cuerpo se ve sometido a las fuerzas $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3 \ldots$, este adquiere las aceleraciones $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \ldots$ tal que se cumple:

$$\frac{\vec{F}_1}{\vec{a}_1} = \frac{\vec{F}_2}{\vec{a}_2} = \frac{\vec{F}_3}{\vec{a}_3} \ldots = cte = m \quad (masa\ del\ cuerpo)$$

Deduciéndose de forma general: $\vec{F} = m\,\vec{a}$

"Un cuerpo sometido a una fuerza $\vec{F}$ adquiere una aceleración $\vec{a}$, siendo la fuerza proporcional a la aceleración adquirida".

Como se sabe: $\vec{a} = \dfrac{d\vec{v}}{dt}$ ==> $\vec{F} = m\dfrac{d\vec{v}}{dt} = \dfrac{d\,(m\,\vec{v})}{dt} = \dfrac{d\vec{p}}{dt}$

$\vec{F} = \dfrac{d\vec{p}}{dt}$

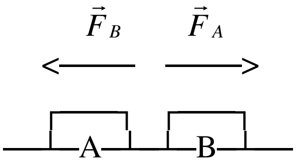
a) $Si \quad \vec{v} = cte$ ==> $d\vec{v} = (0\vec{i} + 0\vec{j})\,m/s$ ==> $d\vec{p} = (0\vec{i} + 0\vec{j})\,kg \cdot m/s$ ==> $\vec{F} = (0\vec{i} + 0\vec{j})\,N \quad (1^{a}\,Ley)$

$\Downarrow$

b) Un cuerpo puede adquirir una gran velocidad de dos formas: sometiéndolo a una gran fuerza que actúe durante un pequeño intervalo de tiempo; o bien, mediante una pequeña fuerza que actúe durante un largo período de tiempo.

$\vec{I} = \vec{F}\,dt = d\vec{p}$

3ª. Principio de acción y reacción.
"Sí un cuerpo A ejerce una fuerza $\vec{F}_A$ (acción) sobre otro B, este ejerce sobre A una fuerza $\vec{F}_B$ (reacción) igual y de sentido contrario."



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

$\vec{F}_A\,\Delta t = - \vec{F}_B\,\Delta t$ ==> $\Delta\,\vec{p}_A = - \Delta\,\vec{p}_B$

En resumen: sí $\Sigma\,\vec{F}_{EXT} = (0\vec{i} + 0\vec{j})\,N$ ==> $\Delta\,\vec{p}_A = - \Delta\,\vec{p}_B$.

– **Fuerzas de rozamiento.**

Son fuerzas tangenciales que tienen su origen en las irregularidades de las superficies que se ponen en contacto y en la adhesión o coherencia entre ambas.

Estas fuerzas poseen las siguientes características:

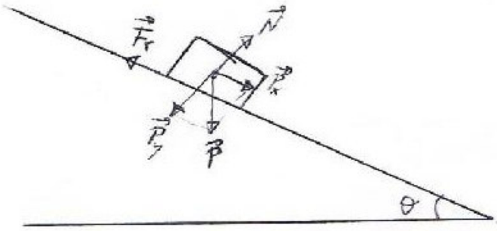
1) Son fuerzas que se oponen al movimiento de una superficie sobre otra, siendo su dirección la del movimiento y sentido contrario al mismo.
2) Las fuerzas de rozamiento no dependen del tamaño de las superficies, sino de sus rugosidades y naturalezas.
3) Son proporcionales a las fuerzas de interacción entre las superficies que rozan ($\vec{N}$ 1), siendo la constante de proporcionalidad el llamado coeficiente de rozamiento (μ): $\vec{F}_r = \mu \cdot \vec{N}$ 2
4) Podemos explicar la existencia de estas fuerzas considerando que las superficies que rozan (microscópicamente) son como los dientes de una sierra. Al chocar estos dientes se producen unas temperaturas que sueldan ambas rugosidades, soldaduras físicas.

Las fuerzas de rozamiento se clasifican en:

Rozamiento
- ***Deslizamiento.***
  - ***Estática*** **(μ_e).**
  - ***Dinámica*** **(μ_d).**
- ***Rodadura. En este caso tiene que vencerse un par de fuerzas, que se opone al movimiento.***

a) Determinación del **coeficiente estático de rozamiento**.

Se confecciona un plano de uno de los materiales y sobre este se coloca un cuerpo hecho del otro material. Se va levantando el plano, y en el momento que empieza a caer el cuerpo se marca el ángulo que forma con la horizontal.



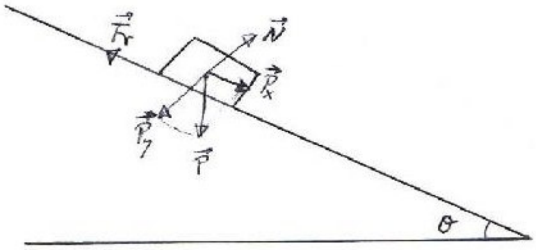
$$sen\ \theta = \frac{P_x}{P} \implies P_x = P\ sen\ \theta$$

$$\cos\theta = \frac{P_y}{P} \implies P_y = P\cos\theta$$

$$\left.\begin{array}{l} P_x = F_r \\ P_y = N \end{array}\right\} \quad \left.\begin{array}{c} P\ sen\ \theta = \mu_e\ N \\ P\cos\theta = N \end{array}\right\} \quad tg\ \theta = \mu_e$$

b) Determinación del **coeficiente dinámico de rozamiento**.

Partimos de un ángulo muy elevado y vamos bajando hasta conseguir una velocidad constante:



$$sen\ \theta = \frac{P_x}{P} \implies P_x = P\ sen\ \theta$$

$$\cos\theta = \frac{P_y}{P} \implies P_y = P\cos\theta$$

$$\left.\begin{array}{l} P_x = F_r \\ P_y = N \end{array}\right\} \quad \left.\begin{array}{c} P\ sen\ \theta = \mu_d\ N \\ P\cos\theta = N \end{array}\right\} \quad tg\ \theta = \mu_d$$

En general, **las fuerzas de rozamiento van a ser menores o iguales a las fuerzas de rozamiento estáticas.**

– **Fuerzas de inercias.**

Son fuerzas que aparecen en las partes móviles de un sistema cuando este experimenta una aceleración distinta a cero. No son fuerzas reales, sino virtuales, no siendo observables desde fuera del sistema. Si tenemos en cuenta el 3er principio de la dinámica: no existen fuerzas aisladas, sino **interacción entre cuerpos** (acción-reacción) ==> **estas fuerzas no existen**.

Un observador situado en el sistema en movimiento, sin embargo, tendrá que utilizar estas, mediante el llamado principio de D'Alembert: "un sistema físico se encuentra en equilibrio dinámico cuando la suma de todas las fuerzas que actúan sobre él, incluidas las de inercia, vale cero". Matemáticamente se expresa este:

$$\boxed{\Sigma(\vec{F}_i - m_i \cdot \vec{a}_i) = (0\vec{i} + 0\vec{j})\,N}$$

Ejemplos:

1) Al comenzar a moverse un coche, sus ocupantes se mueven en sentido contrario al mismo. Igual ocurre al frenar el mismo.
2) En el momento de comenzar a ascender o descender un ascensor, sus ocupantes se ven sometidos a una fuerza.

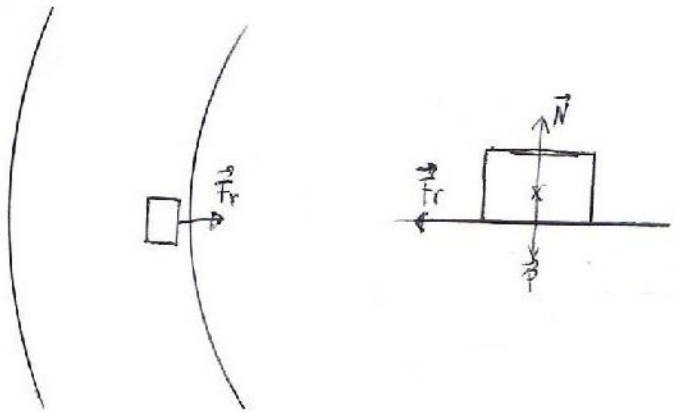
   ……………………

– **Fuerzas centrípeta y centrífuga.**

Todo cuerpo que realiza un movimiento curvilíneo posee aceleración normal, es decir, está sometido a algún tipo de fuerza, la llamada fuerza centrípeta: $\vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_N$

Así, todo cuerpo al tomar una curva se ve sometido a dicha fuerza: la Tierra al girar alrededor del Sol, los electrones en sus giros alrededor del núcleo atómico…

1) Un coche al **tomar una curva**.

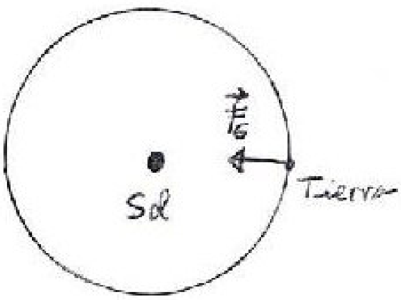


$$\vec{F}_r = m \cdot \vec{a}_N$$

$$\mu \cdot N = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

La fuerza de rozamiento hace de fuerza centrípeta en este caso.

2) Movimiento de la **Tierra alrededor del Sol**.

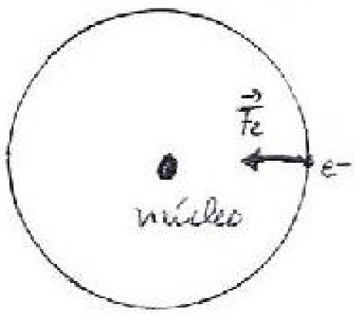


$$\vec{F}_G = m \cdot \vec{a}_N$$

$$G \cdot \frac{M \cdot m}{R^2} = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

La fuerza de atracción gravitatoria entre el Sol (masa M) y la Tierra (masa m) hace de fuerza centrípeta.

3) Movimiento de un **electrón alrededor de un núcleo atómico**.



$$\vec{F}_e = m \cdot \vec{a}_N$$

$$k \cdot \frac{q_n \cdot q_e}{R^2} = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

La fuerza eléctrica núcleo-electrón (atracción) hace de fuerza centrípeta.

4) ……………………

Resumiendo: la fuerza centrípeta es la que tira del cuerpo, que posee movimiento circular, hacía el centro de la curva. Es decir, es la fuerza que hace que este realice dicho movimiento (circular).

¿Y la **fuerza centrífuga**? ¿Cuándo aparece? ¿Dónde?...
También aparece en los movimientos circulares, pero se trata de una fuerza de inercia, es decir, aparece en las partes móviles del sistema en movimiento. Teniendo en cuenta los casos anteriores, esta aparece:

1) **En la curva.** En los cuerpos que van dentro del coche, nunca sobre el coche: es la fuerza que tira de los ocupantes (y objetos) hacia fuera de la curva.
2) **En la Tierra.** Sobre los habitantes (hombres, animales, rocas…) de la misma, nunca sobre ella.
3) **En el átomo.** No aparece esta, pues se supone que dentro del electrón no existe nada.