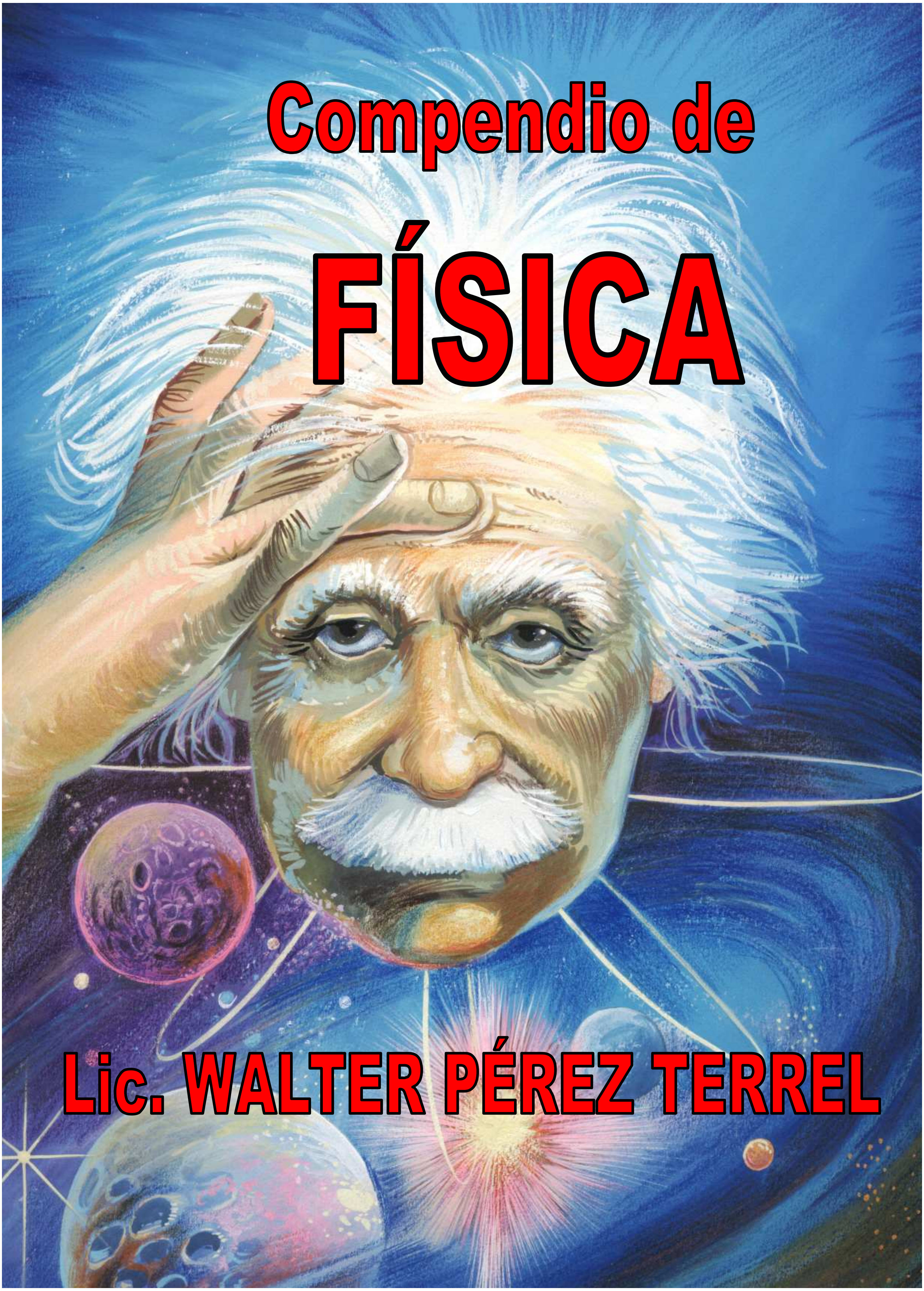
Compendio de

FÍSICA



Lic. WALTER PÉREZ TERREL

Título original:

COMPENDIO DE FÍSICA PARA ESTUDIANTES PREUNIVERSITARIOS

Autor: **Walter Lauro PÉREZ TERREL**
Licenciado en Ciencias Físicas
Universidad Nacional Mayor de San Marcos,
Decana de América, fundada el 12 de mayo de 1551. Lima, PERÚ.
Facultad de Ciencias Físicas.

http://grups.es/didactika/yahoo.com
www.didactika.com
http://grups.es/albert_einstein_koch/yahoo.com
walter_perez_terrel@hotmail.com
wperezterrel@gmail.com
walter_perez_terrel@yahoo.com

Carátula: Albert Einstein
Publicaciones:
Primera edición: 2007
Editorial: Oso Blanco S.A.C.

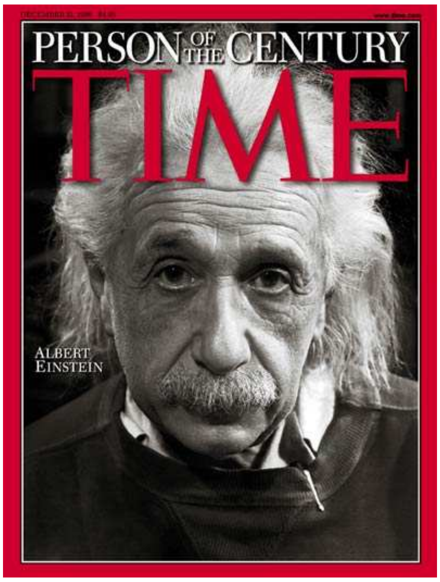
CONTENIDO DEL COMPENDIO

SEMANA 01: CINEMÁTICA (M.R.U, M.R.U.V y M.C.L.V)

CINEMÁTICA

1. CONCEPTO

Es una parte de la Mecánica, que tiene por finalidad describir matemáticamente todos los tipos posibles de movimiento mecánico sin relacionarlo con las causas que determinan cada tipo concreto de movimiento.



La cinemática estudia las propiedades geométricas del movimiento, independientemente de las fuerzas aplicadas y de la masa de la partícula.

2. MOVIMIENTO

En general es una propiedad fundamental de la materia asociada a ella y que se manifiesta a través de cambios, transformaciones y desarrollo.

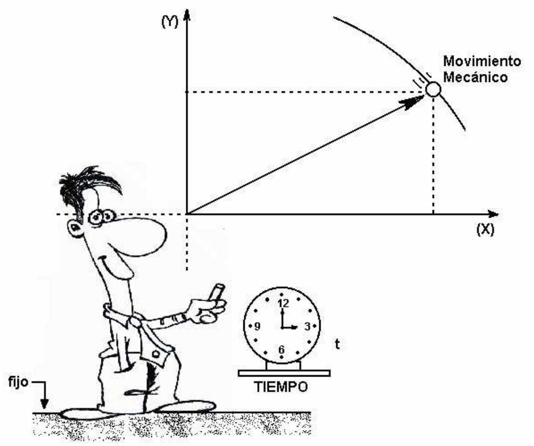
Los cuerpos macroscópicos poseen internamente múltiples movimientos moleculares tales como: Movimiento Térmico, Movimiento Biológico, Movimiento Electrónico, etc. Externamente los cuerpos macroscópicos con el tiempo experimentan *transformaciones*, cambios en cantidad y calidad, esta realidad objetiva es precisamente la materia en movimiento.

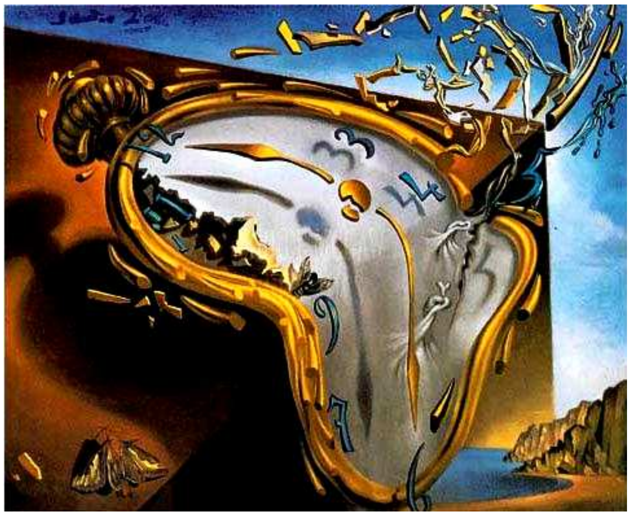
El movimiento mecánico es el **movimiento más simple de la materia**, es decir el cambio de posición.

El movimiento mecánico es el **cambio de posición** respecto de un sistema de referencia. De otro modo, el movimiento mecánico es relativo.

3. MOVIMIENTO MECÁNICO

Es aquel cambio de posición que realiza o experimenta un cuerpo con respecto a un sistema de referencia. La visual del observador se considera en el origen de coordenadas y que la tierra no se mueve.

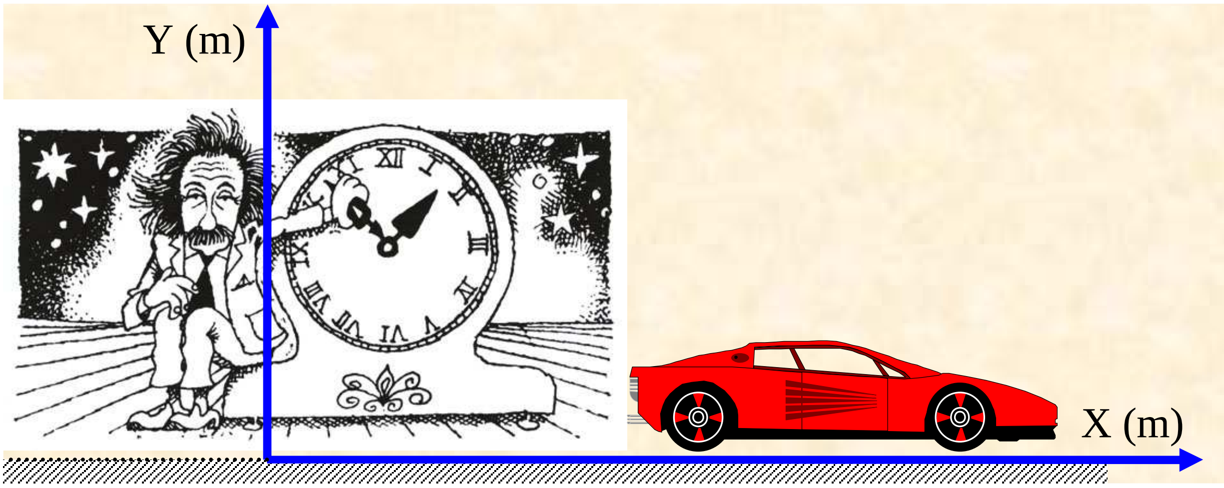




4. SISTEMA DE REFERENCIA

Es aquel lugar del espacio en donde en forma real o imaginaría se sitúa un

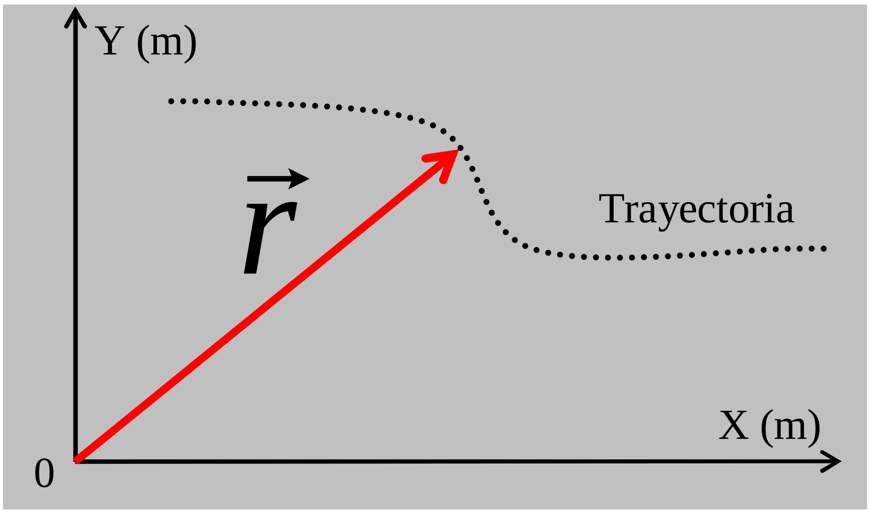
observador para analizar un fenómeno.
Sobre un cuerpo en el espacio se fija rigurosamente un sistema coordenado (cartesiano, cilíndrico, polar, etc.), lugar en el cual se instala un reloj (sistema horario) y se ubica un observador en forma real o imaginaria, quien estudiará el fenómeno (movimiento mecánico) en el espacio y en el tiempo. A este conjunto se le denomina sistema de referencia.



5. ELEMENTOS DEL MOVIMIENTO MECÁNICO

5.1) <u>Móvil</u>.- Es el cuerpo o partícula que realiza un movimiento mecánico o que puede moverse.

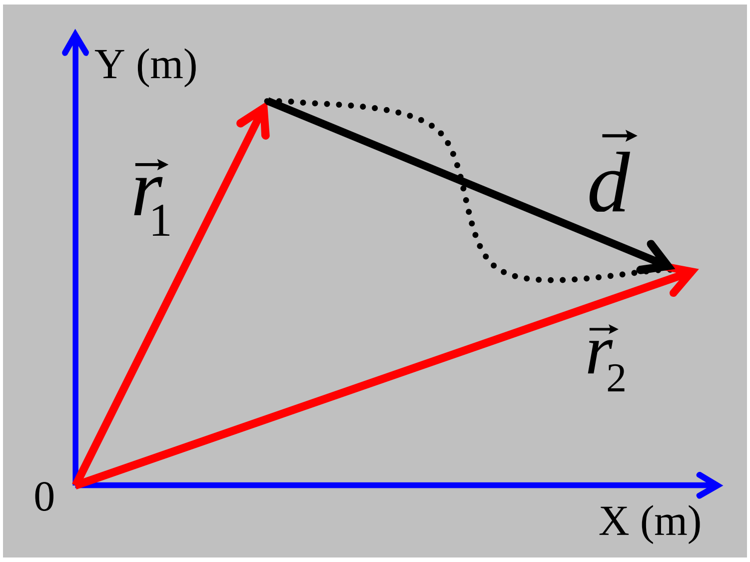
5.2) <u>Trayectoria</u>.- Es la línea recta o curva que describe el móvil al desplazarse. si la trayectoria es curvilínea, el recorrido es mayor que la distancia. En cambio si la trayectoria es rectilínea, entonces el recorrido es igual a la distancia.



5.3) <u>Vector Posición</u> ($\vec{r}$).- Es aquel vector utilizado por el observador con el fin de ubicar en el espació y en el tiempo, al móvil. Este vector se traza desde la visual del observador (origen de coordenadas) al móvil en un cierto instante.

5.4) <u>Recorrido</u> (e).- Es la medida de la longitud de la trayectoria entre dos puntos considerados. Es una magnitud física escalar.

5.5) <u>Desplazamiento</u> $(\vec{d})$ **.-** Es una magnitud física vectorial, que sirve para expresar el cambio de posición efectivo entre dos puntos efectuado por un móvil.
De la figura:



Adición de vectores: $\vec{r}_1 + \vec{d} = \vec{r}_2$

Desplazamiento: $\vec{d} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$

El desplazamiento se define como el cambio de posición: $\vec{d} = \Delta\vec{r}$

5.6) <u>Distancia</u> (**d**).- Es el módulo del vector desplazamiento. Es la medida del segmento que une el punto inicial con el punto final del movimiento.

5.7) <u>Tiempo</u>: Es una forma real de existencia de la materia, que se encuentra asociada a su movimiento y espacio ocupado.
El Tiempo en Mecánica sirve para medir la duración de un fenómeno físico y su ubicación respectiva.
El Tiempo para un evento físico definido previamente se puede clasificar en:

- Intervalo de Tiempo (△t).- Denominado también tiempo transcurrido, es aquel que sirve para medir la duración de un evento físico.

- Instante de Tiempo (△t→0).- Es aquel intervalo de tiempo pequeñísimo que nos permitirá ubicar la tendencia de ocurrencia de un fenómeno físico y su ubicación principalmente en el espacio.

MEDIDAS DEL MOVIMIENTO
El movimiento mecánico se puede expresar en función a la rapidez de cambio de posición en el tiempo, a través de la **velocidad** y la **aceleración**, y también en función a la naturaleza de las transformaciones y considerando la masa del cuerpo el movimiento se mide en base al concepto de ENERGÍA y cantidad de movimiento, que estudiaremos mas adelante.

6. VELOCIDAD

Es una magnitud física vectorial que nos expresa la rapidez con la cual un móvil cambia o tiene de a cambiar de posición en un intervalo de tiempo como Velocidad Media y en función a un instante de tiempo como Velocidad Instantánea.

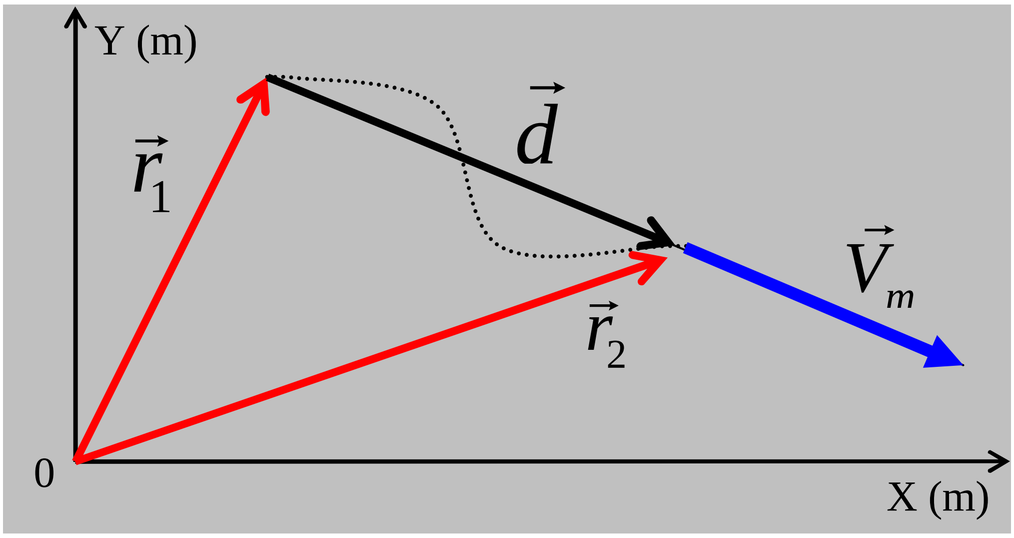
7. VELOCIDAD MEDIA (Vm)

Es aquella magnitud física vectorial que expresa la rapidez de cambio de posición de un móvil, evaluada en un intervalo de tiempo. la velocidad media $\vec{V}_m$ es colineal y del mismo sentido que el desplazamiento.
La velocidad media se evalúa entre dos puntos de la trayectoria. Matemáticamente se expresa así:

$$\vec{V}_m = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$$ **La velocidad media es independiente de la trayectoria.**

Para un movimiento unidimensional en el eje X se expresa así:

$$\vec{V}_m = \frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{X_F - X_0}{\Delta t}$$



8. VELOCIDAD INSTANTÁNEA (V)

Es aquella magnitud física que expresa la rapidez probable de cambio de posición que tiende a poseer o posee un móvil en un instante de tiempo. Matemáticamente la velocidad instantánea viene a ser el límite de la velocidad media cuando el intervalo de tiempo tiende a cero.
Se define como:

$$\vec{V}_{\text{instantanea}} = \lim_{\Delta t \to 0} \vec{V}_{\text{m}}$$

Con el uso del cálculo diferencial, la velocidad instantánea se expresa así:

$$V = \frac{dr}{dt}$$ Se lee ***derivada*** de la posición respecto del tiempo.

Para un movimiento unidimensional en el eje X.

$V = \dfrac{dX}{dt}$, se lee ***derivada*** de la posición en el eje X respecto del tiempo. Donde X es un polinomio cuya ***variable*** es el tiempo.

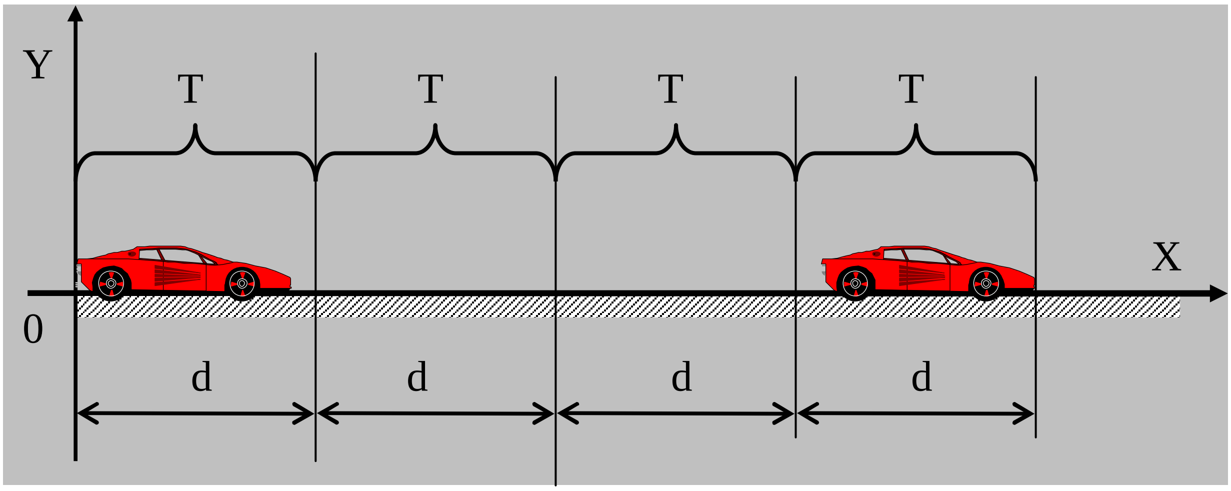
Unidades de la velocidad: cm/s;   m/s;   km/h

La velocidad instantánea se representa mediante un vector tangente a la curva.

M.R.U.

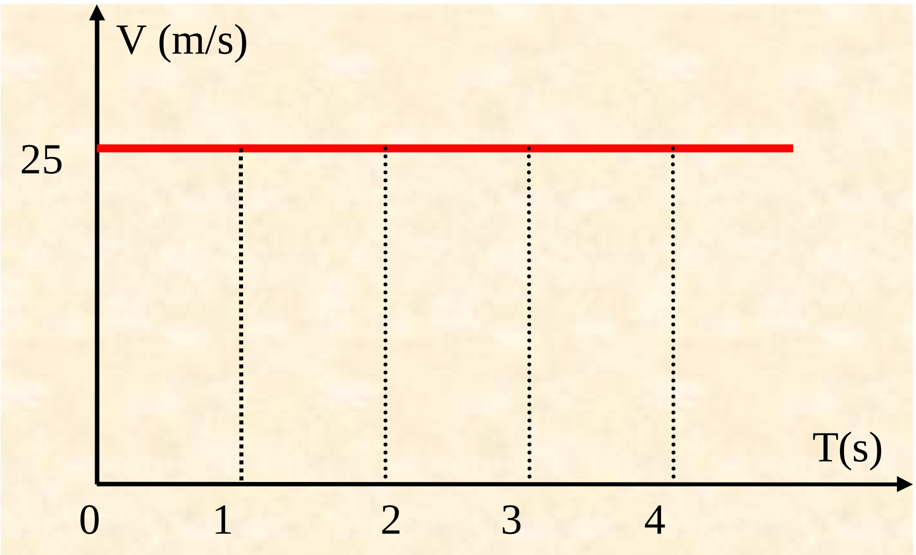
MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME

1. **CONCEPTO:** El móvil describe una trayectoria rectilínea, avanzando distancias iguales en intervalos de tiempos iguales. El cuerpo se mueve con *velocidad constante* (módulo y dirección).



El movimiento rectilíneo uniforme, es el movimiento más simple de la materia.

2. **VELOCIDAD CONSTANTE**
La particula se mueve con velocidad constante en módulo y direccion. Es decir la trayectoria es rectilinea siempre.



El móvil recorre 25 metros en cada segundo, equivalente a 90 km/h. El área bajo la recta representa el cambio de posición.

3. **CARACTERÍSTICAS DE LA VELOCIDAD EN EL M.R.U.**

La velocidad instantánea es constante. La velocidad media es constante. La velocidad instantánea es igual a la velocidad media.

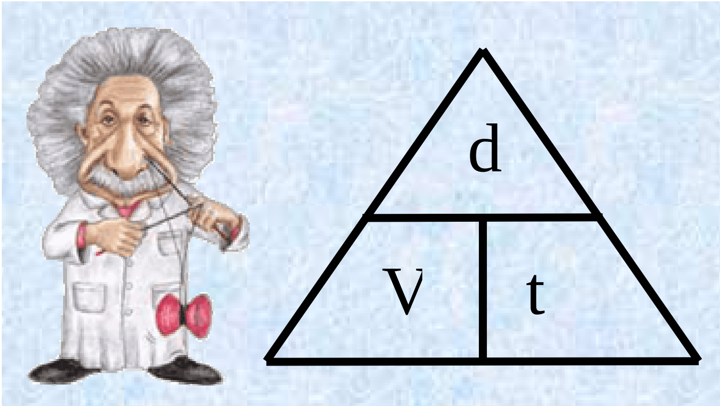
La **velocidad** es una cantidad física vectorial, es decir tiene módulo y dirección.

La **rapidez** es el módulo de la velocidad.

Cálculo de la rapidez: $V = \dfrac{d}{t}$

Cálculo de la distancia: $d = V\,.\,t$

Cálculo del tiempo transcurrido: $t = \dfrac{d}{V}$



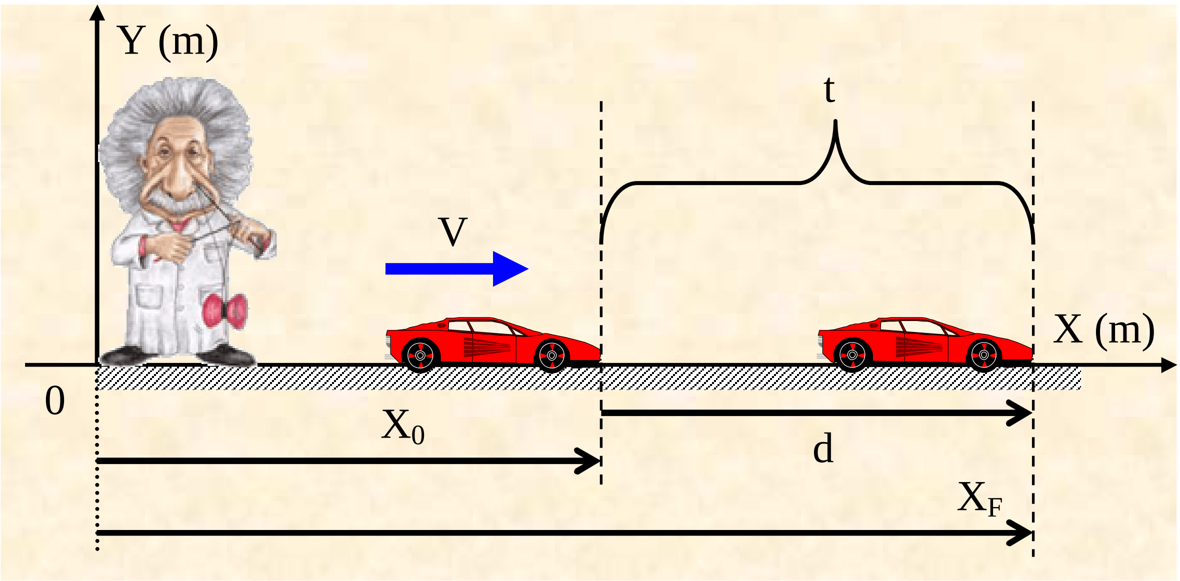
Unidades: d : metros ; t : segundos ; V : m/s

4. **ECUACIÓN DEL MOVIMIENTO (M.R.U.)**

La posición final de la partícula es igual a la adición de la posición inicial más el desplazamiento.

$$x_F = x_0 + V.t$$

El signo positivo o negativo representan la dirección de la cantidad vectorial. De otro modo, se reemplaza en la ecuación en signo de cada cantidad física vectorial.



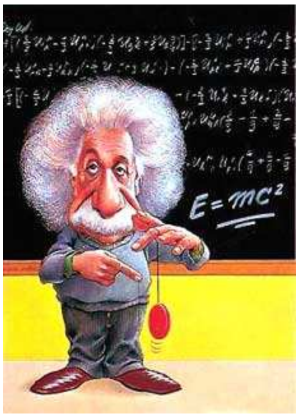
$\bar{x}_f$: Posición final $\quad$ $\bar{x}_0$: Posición inicial

$\bar{V}$: Velocidad $\quad$ t: tiempo transcurrido

5. EQUIVALENCIA

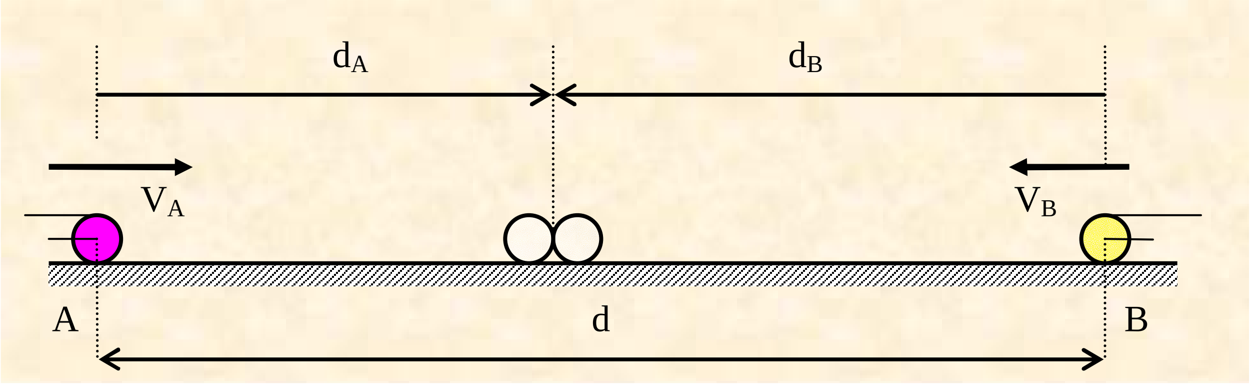
Un kilómetro equivale a mil metros. Una hora equivale a 3 600 segundos. Una hora equivale a 60 minutos. Un minuto equivale a 60 segundos.

1.	9 km/h = 2,5 m/s
2.	18 km/h = 5 m/s
3.	36 km/h = 10 m/s
4.	54 km/h = 15 m/s
5.	72 km/h = 20 m/s
6.	90 km/h = 25 m/s
7.	108 km/h = 30 m/s
8.	144 km/h = 40 m/s
9.	1 hora = 3 600 s
10.	1 km = 1 000 m



6. TIEMPO DE ENCUENTRO

Dos cuerpo A y B se encuentra separados un distancia d, salen al encuentro simultáneamente con rapidez constante en direcciones opuestas.

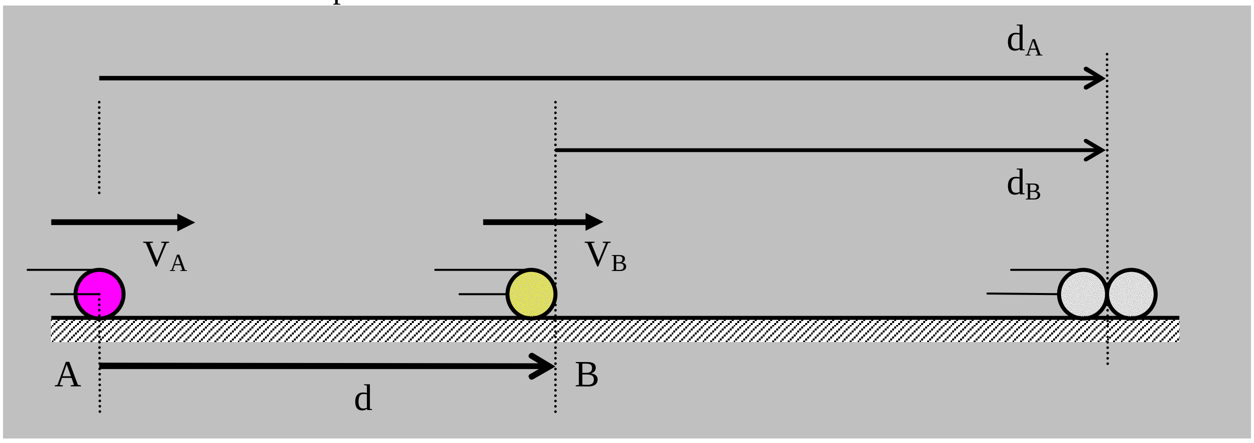


$$d = d_A + d_B \quad \Rightarrow \quad d = V_A.T + V_B.T$$

$$T_{encuetro} = \frac{d}{V_A + V_B}$$

7. TIEMPO DE ALCANCE

Dos cuerpo A y B se encuentra separados un distancia d, salen simultáneamente en la misma dirección con rapidez constante.



$$d + d_B = d_A \quad \Rightarrow \quad d = V_A.T - V_B.T$$

$$T_{alcance} = \frac{d}{V_A - V_B}$$

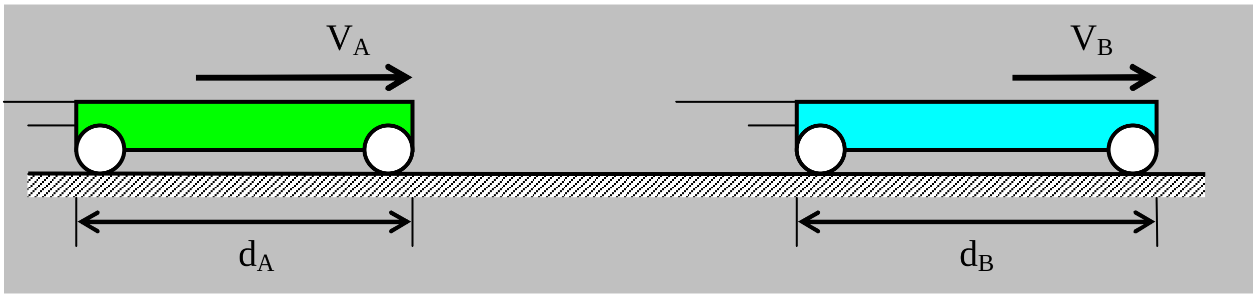
8. TIEMPO DE CRUCE EN DIRECCIONES OPUESTAS

Dos cuerpos rígidos A y B de largo apreciable como ocurre con los trenes, camiones, puentes, túneles, automóviles. Los cuerpos se mueven en direcciones opuestas.

$$T_{cruce} = \frac{d_A + d_B}{V_A + V_B}$$

9. TIEMPO DE CRUCE EN DIRECCIONES IGUALES

Dos cuerpos rígidos A y B de largo apreciable como ocurre con los trenes, camiones, puentes, túneles, automóviles. Los cuerpos se mueven en direcciones iguales



$$T_{cruce} = \frac{d_A + d_B}{V_A - V_B}$$

10. SONIDO Y ECO

El eco es un fenómeno acústico. El sonido en una onda mecánica. El sonido necesita para propagarse un medio diferente al vacío. En el aire se propaga con una rapidez promedio de 340 m/s. El eco se produce cuando el observador percibe el mismo sonido por segunda vez debido al rebote de la onda sonora en algún obstáculo (montaña, cerro, pared, muro, etc.).

La rapidez del sonido en el aire seco a 0 ºC es de unos 330 m/s. La presencia de vapor de agua en el aire incrementa ligeramente dicha rapidez. Un aumento de la temperatura del aire también aumenta la rapidez del sonido. La rapidez del sonido en aire aumenta en 0,6 m/s por cada grado centígrado. La **rapidez** del sonido en un material dado no depende de la densidad material, sino de su **elasticidad**. El acero en un material elástico. Los átomos de un material elástico están relativamente juntos. El sonido se propaga unas quince veces más a prisa en el acero que en el aire, y unas cuatro veces más a prisa en agua que en el aire.

La ecuación muestra la variación de la rapidez del sonido en el aire debido al cambio de la temperatura en grados Celsius.

$$V_{(T)} = \left(330 + 0{,}6.T\right)\frac{m}{s} \iff T > 0\ ^{0}C$$

EJERCICIOS

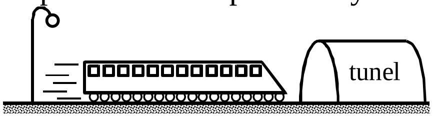
1. Un piloto de MIG-29 prepara su nave para cumplir una misión aérea, después de 20 minutos en el aire logra recorrer 24 km en 0,5 minuto. Determine el valor de la velocidad en este tramo (en m/s):

A) 8 B) 80 C) 800 D) 160 E) N.A.

2. Una persona conduce su auto con M.R.U. a razón de 60 km/h, se le baja una llanta y emplea 20 minutos en cambiarla, si le faltan 120 km para llegar a su destino, entonces la rapidez constante (en km/h) que debe emplear para llegar a su destino en el tiempo predeterminado es:

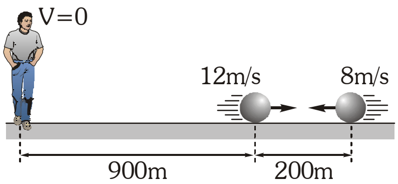
A) 65 B) 72 C) 80 D) 96 E) 100

3. Un tren de 200 m de largo se mueve en línea recta con rapidez constante. Si demora en pasar frente al poste 8 s y en atravesar el túnel 24 s. Determine el largo del túnel.



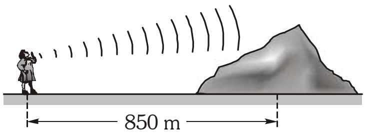
A) 100 m B) 200 m C) 400 m D) 500 m E) 600 m

4. Se muestra dos esferas en movimiento. Si la rapidez del sonido en el aire es 340 m/s. A partir del instante mostrado, ¿después de qué intervalo de tiempo el hombre escuchará el sonido del choque entre las esferas?



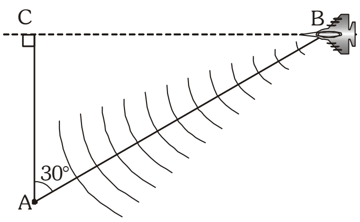
A) 10 s B) 3 s C) 13 s D) 14 s E) 16 s

5. Un hombre que se encuentra frente a una montaña emite un grito. Si la rapidez del sonido en el aire es 340 m/s, ¿después de qué intervalo de tiempo escuchará el eco?



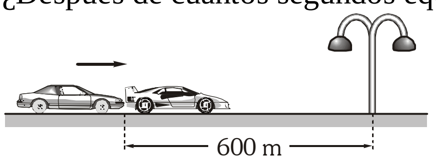
A) 5 s B) 2,5 s C) 3 s D) 4 s E) 6 s

6. El ruido del motor del avión emito en la posición B escucha un hombre en A cuando el avión pasa por C con velocidad constante. Si la rapidez del sonido en el aire es 340 m/s, determine la rapidez del avión (en m/s).



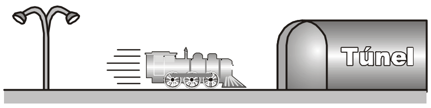
A) 170 B) 220 C) 240 D) 260 E) 280

7. Dos móviles A y B salen del mismo punto con rapidez constante de 70 m/s y 50 m/s. ¿Después de cuántos segundos equidistan del poste?



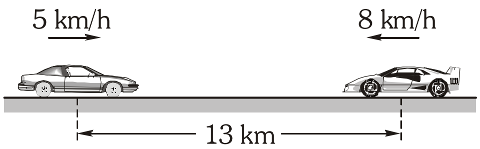
A) 10 s B) 15 s C) 20 s D) 25 s E) 30 s

8. Un tren de 150 m de largo se mueve en línea recta con rapidez constante. Si demora en pasar frente al poste 5 s y en atravesar el túnel 25 s. Determine el largo del túnel.



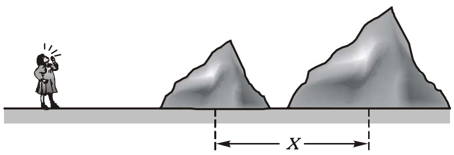
A) 100 m B) 200 m C) 400 m D) 500 m E) 600 m

9. Se muestra la posición inicial de los móviles que tienen velocidad constante. ¿Qué distancia estarán se parados después de 3 horas?



A) 13 km B) 26 km C) 15 km D) 39 km E) 6,5 km

10. Un hombre se encuentra frente a dos montañas, en cierto instante emite un grito y después de 2 segundos escucha el primer eco y el otro, correspondiente a la otra montaña, en 5 segundos. Si la rapidez del sonido en el aire es 340 m/s, determine la distancia de separación entre las montañas.



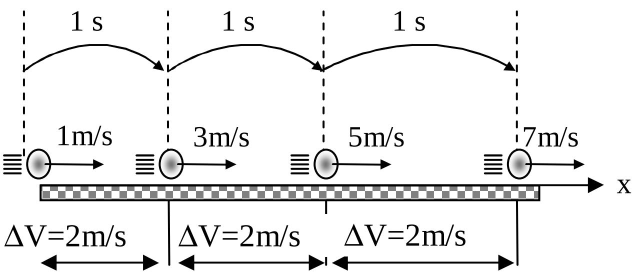
A) 100 m B) 210 m C) 410 m D) 510 m E) 850 m

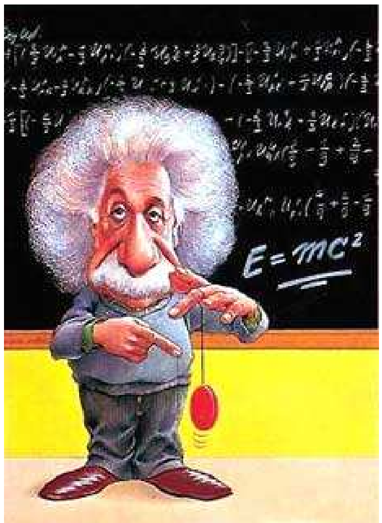
M.R.U.V.

MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO

1. CONCEPTO:

Es aquel movimiento donde el móvil describe una línea recta y además en intervalos de tiempo iguales los cambios de velocidad son iguales y las distancias recorridas son diferentes. Tiene aceleración constante.





Los cambios de velocidad son iguales en tiempos iguales. La trayectoria o camino de la partícula es una línea recta. El móvil recorre distancias diferentes en tiempos iguales.

2. ACELERACIÓN LINEAL O TANGENCIAL.

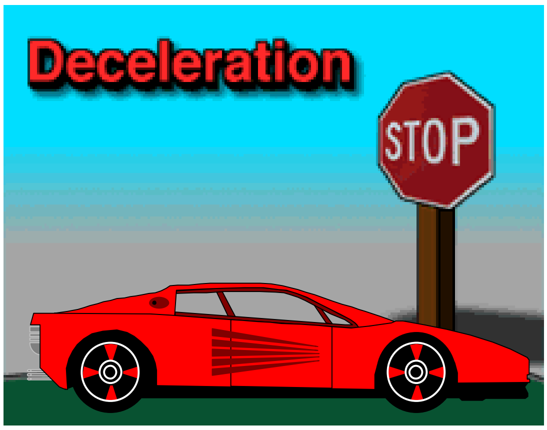
La aceleración lineal mide la rapidez de cambio de la velocidad en módulo. En el M.R.U.V. la aceleración lineal es constante, es decir no cambia la dirección ni el módulo de la aceleración.

Unidad de la aceleración en el S.I.: m/s^2 o $m.s^{-2}$

$$a = \frac{\Delta V}{t} \quad \text{.... (1)}$$

$$a = \frac{V_F - V_0}{t} \quad \text{.... (2)}$$

$$V_F = V_0 + a.t \quad \text{.... (3)}$$

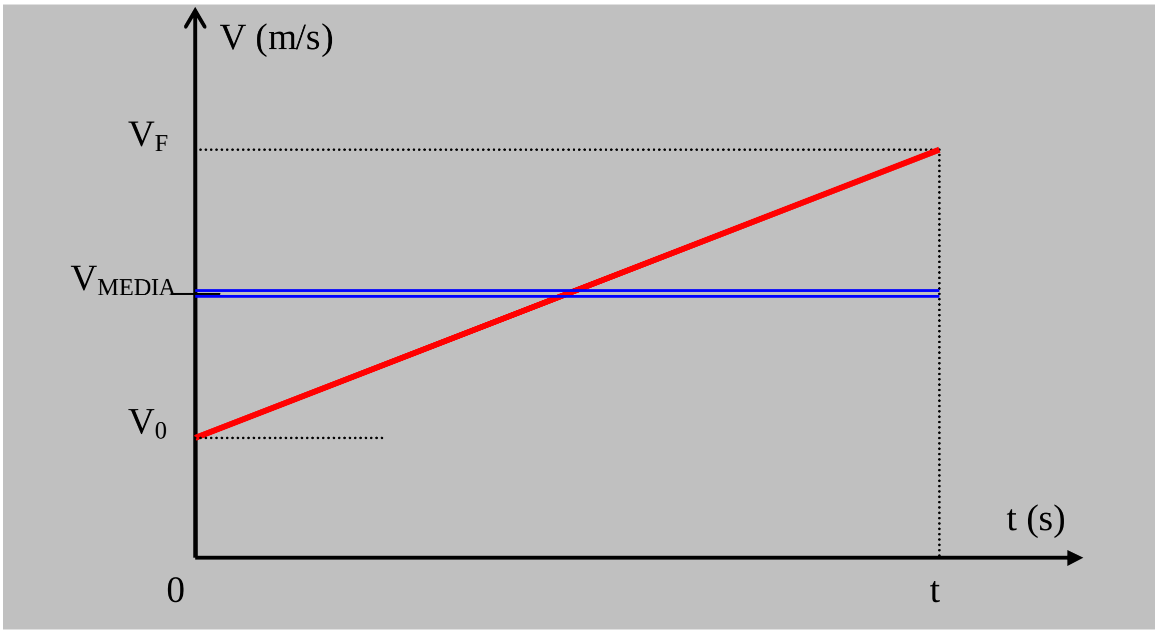


3. VELOCIDAD MEDIA EN EL M.R.U.V.

Dado que **la velocidad varía linealmente**, la velocidad media es igual a la semisuma de las velocidades inicial y final en cierto intervalo de tiempo.
La **velocidad media**, es una velocidad constante en intervalo de tiempo "t" donde el móvil recorre una distancia "d", cumpliéndose la siguiente ecuación:

$$d = V_m . t \qquad .... (4)$$

$$d = \frac{(V_0 + V_F)}{2} . t \quad .... (5)$$



Reemplazando (3) en (5):

$$d = \frac{(V_0 + V_F)}{2} . t \;\Rightarrow\; d = \frac{(V_0 + V_0 + a.t)}{2} . t$$

Obtenemos: $d = V_0 . t + \frac{1}{2} a . t^2$ ... (6)

De (2): $V_F - V_0 = a.t$ ... (7)

De (5): $V_F + V_0 = \frac{2d}{t}$ .... (8)

Multiplicado miembro a miembro (7) y (8): $V_F^2 - V_0^2 = 2ad$

Despejando tenemos que: $V_F^2 = V_0^2 + 2ad$ .... (9)

De (3): $V_F = V_0 - a.t$ ... (10)

Reemplazando (10) en (5)

$$d=\frac{(V_0+V_F)}{2}.t \;\Rightarrow\; d=\frac{(V_F-a.t+V_F)}{2}.t$$

Obtenemos: $d=V_F.t-\frac{1}{2}a.t^2$

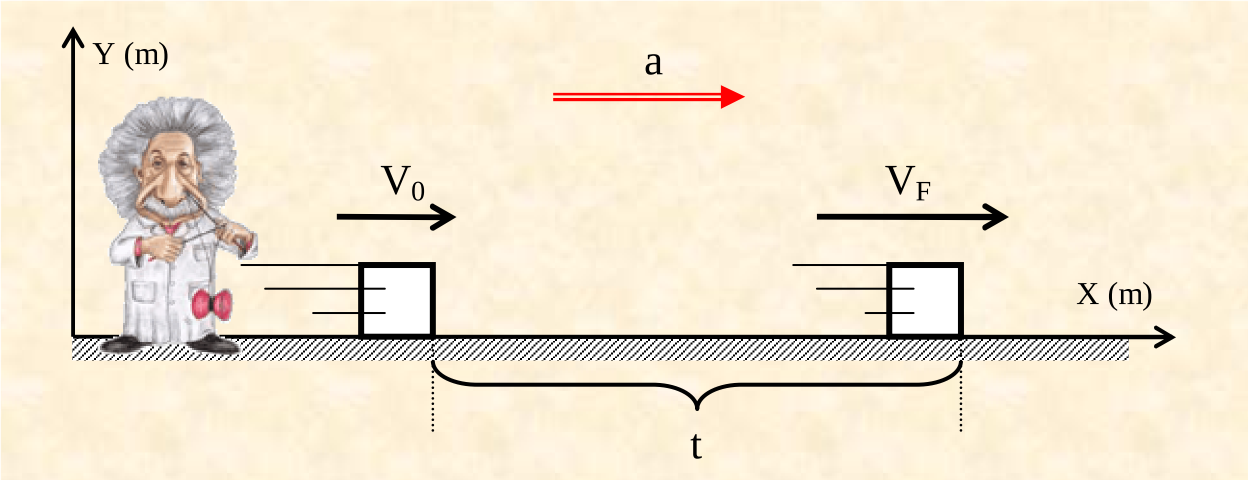
Cuando aumenta la velocidad	**Cuando disminuye la velocidad**
Acelera 1) $d=V_0.t+\frac{1}{2}a.t^2$ 2) $d=V_F.t-\frac{1}{2}a.t^2$ 3) $V_F=V_0+a.t$ 4) $V_F^2=V_0^2+2a.d$ 5) $d=\frac{(V_0+V_F)}{2}.t$	**Desacelera** 1) $d=V_0.t-\frac{1}{2}a.t^2$ 2) $d=V_F.t+\frac{1}{2}a.t^2$ 3) $V_F=V_0-a.t$ 4) $V_F^2=V_0^2-2a.d$ 5) $d=\frac{(V_0+V_F)}{2}.t$

4. **SIGNOS DE LA ACELERACIÓN:** Si la velocidad aumenta en módulo decimos que el movimiento es **acelerado**, en cambio si la velocidad disminuye en módulo decimos que el movimiento es **desacelerado**.

$$V_F=V_0\pm a.t$$

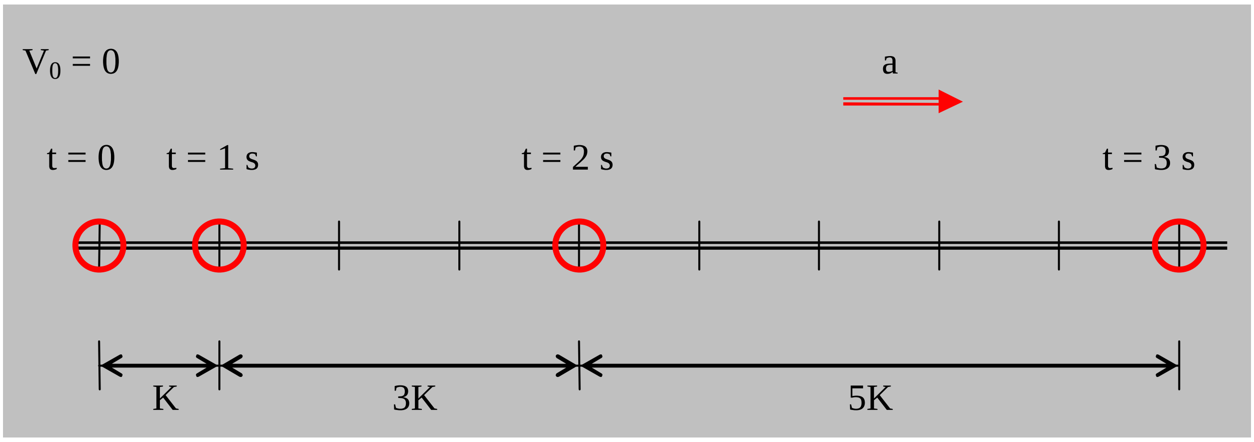
V_0 : velocidad inicial $\quad$ V_F : velocidad final

(+) : Movimiento acelerado $\quad$ (-) : Movimiento desacelerado



En el movimiento **acelerado** la aceleración y la velocidad tienen la misma dirección. En cambio si el movimiento es **desacelerado** la aceleración tiene dirección opuesta (sentido opuesto) a la velocidad.

5. **NÚMEROS DE GALILEO GALILEI.** *Galileo Galilei nació el 15 de febrero de 1564 en Pisa, Italia. El inicio el método científico experimental. Isaac Newton utilizó una de las descripciones matemáticas de Galileo, "la ley de la Inercia", como fundación para su primera ley del movimiento. Galileo falleció en 1642, el*



año de nacimiento de Isaac Newton.

Analicemos el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, cuando tiene velocidad inicial diferente de cero.

$d = V_0.t + \frac{1}{2}a.t^2$

Para. t = n $\quad d_1 = V_0.n + \frac{1}{2}a.n^2$

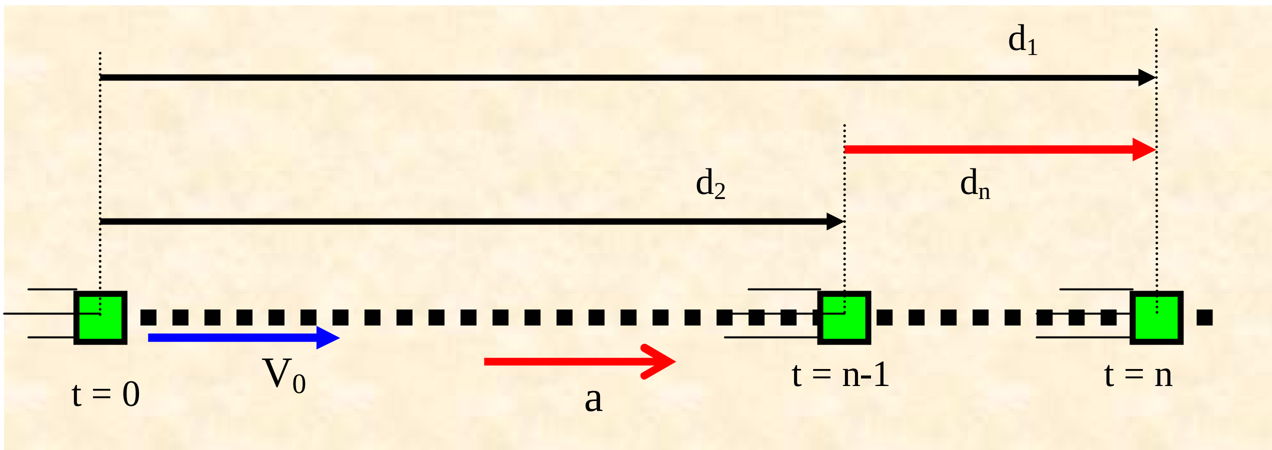
Para. t = n-1 $\quad d_2 = V_0.(n-1) + \frac{1}{2}a.(n-1)^2$

Restando: $\quad d_n = d_1 - d_2$

Obtenemos que: $\quad d_n = V_0 + \frac{1}{2}a.(2n-1)$

6. **DESPLAZAMIENTO EN EL ENÉSIMO SEGUNDO**

Analicemos el caso, cuando el cuerpo acelera. El enésimo segundo está comprendido entre los instantes t = n-1 y t = n. Entonces la distancia que recorre en el enésimo segundo se determina restando, las distancias que recorre el móvil en los primeros n segundos y en los (n-1) segundos.



$$d = V_0.t + \frac{1}{2}a.t^2$$

Para. t = n: $d_1 = V_0.n + \frac{1}{2}a.n^2$

Para. t = n-1: $d_2 = V_0.(n-1) + \frac{1}{2}a.(n-1)^2$

Restando: $d_n = d_1 - d_2$

Obtenemos que: $d_n = V_0 + \frac{1}{2}a.(2n-1)$

CASOS PARTICULARES

a) Cuando el cuerpo acelera desde el reposo $(V_0 = 0)$, se cumple que:

$$d_n = \frac{1}{2}a.(2n-1)$$

b) Cuando el cuerpo desacelera: $d_n = V_0 - \frac{1}{2}a.(2n-1)$

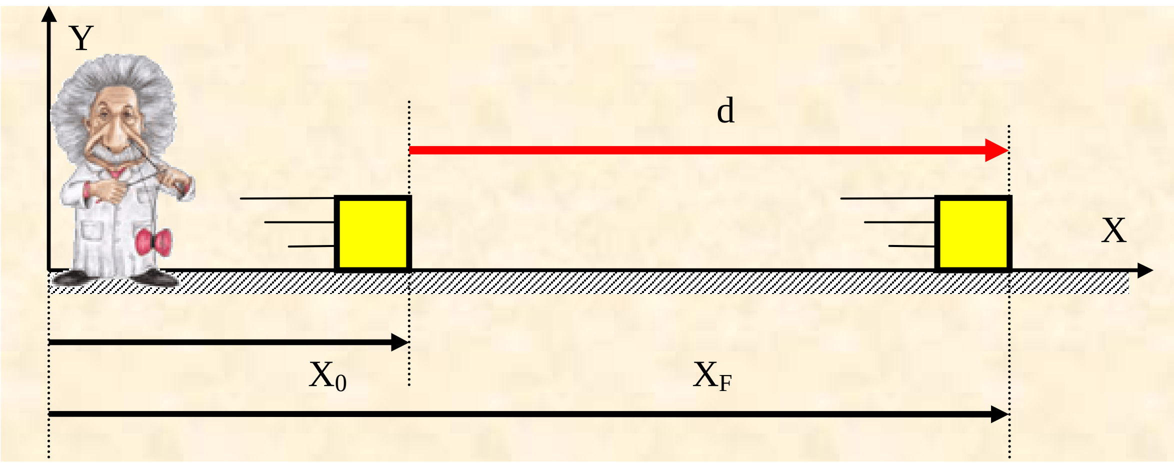
* Si d_n es positivo el cuerpo se aleja del punto de lanzamiento.

* Si d_n es negativo el cuerpo se aleja del punto de lanzamiento en la dirección opuesta.

* Si d_n es cero el cuerpo regresa al punto inicial.

7. POSICIÓN DE LA PARTÍCULA EN EL EJE X

Analizamos el movimiento de la partícula con aceleración constante, sobre el eje X, respecto de un sistema de referencia.



Cambio de posición: $d = X_F - X_0$ … (1)

La posición final: $X_F = X_0 + d$ … (2)

Para el M.R.U.V.: $d = V_0.t + \frac{1}{2}a.t^2$ … (3)

Reemplazando (3) en (2) tenemos:

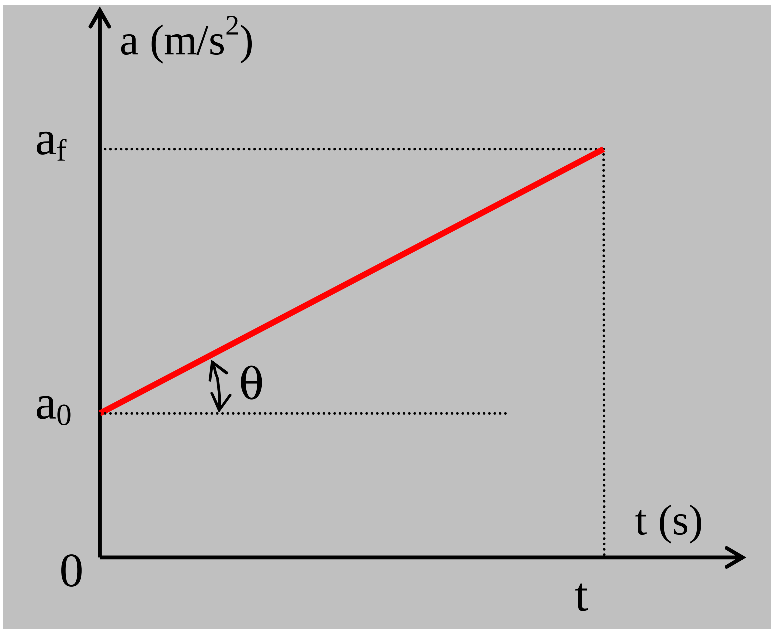
$$X_F = X_0 + V_0.t + \frac{1}{2}a.t^2$$

$$X_F = \frac{X_0.t^0}{0!} + \frac{V_0.t^1}{1!} + \frac{a.t^2}{2!}$$

8. MOVIMIENTO RECTILÍNEO CON ACELERACIÓN VARIABLE

Si el móvil tiene movimiento con aceleración que varía linealmente, entonces definimos una nueva medida del movimiento, denominada CELERIDAD (c), que mide la rapidez de cambio de aceleración en módulo.

$$c = \frac{\Delta a}{\Delta t} = \frac{a_F - a_0}{t - 0}$$



Despejando tenemos que, la aceleración final es:

$$a_F = a_0 + c.t$$

La velocidad final es:

$$V_F = V_0 + a_0.t + \frac{c.t^2}{2}$$

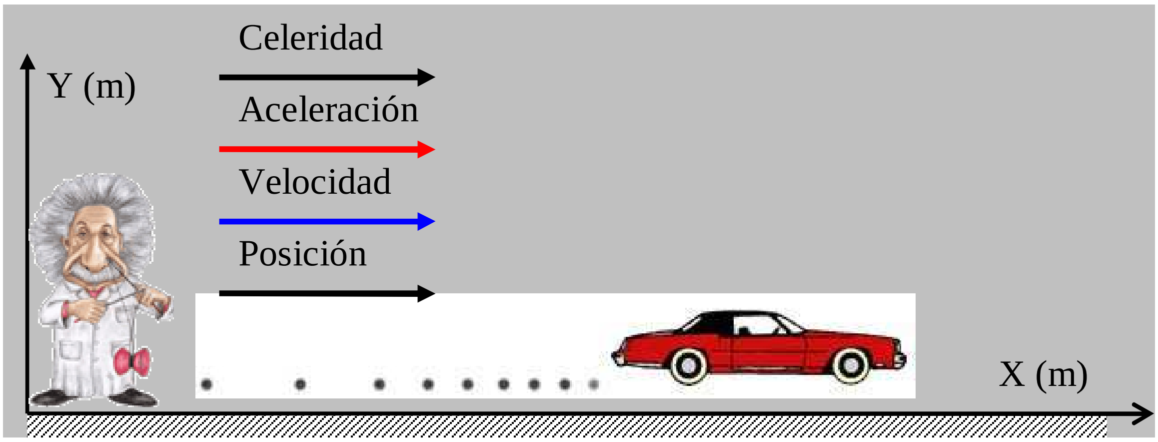
La posición final en el eje X es:

$$X_F = X_0 + V_0.t + \frac{a_0.t^2}{2} + \frac{c.t^3}{6}$$

$$X_F = \frac{X_0.t^0}{0!} + \frac{V_0.t^1}{1!} + \frac{a.t^2}{2!} + \frac{c.t^3}{3!}$$

En la gráfica la razón tangente nos da el valor de la **celeridad**:

$$c = Tg\theta = \frac{a_F - a_0}{t}$$



Ahora podemos generalizar el movimiento rectilíneo:

$$X_F = \frac{X_0.t^0}{0!} + \frac{V_0.t^1}{1!} + \frac{a.t^2}{2!} + \frac{c.t^3}{3!} + ... + \frac{Z.t^n}{n!}$$

Donde, Z es la última medida del movimiento de módulo constante.

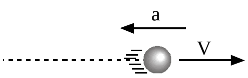
9. SONIDO Y ECO

El eco es un fenómeno acústico. El sonido necesita para propagarse un medio diferente al vacío. En el aire desarrolla una rapidez promedio de 340 m/s. El eco se produce cuando el observador percibe el mismo sonido por segunda vez debido al rebote de la onda sonora en algún obstáculo (montaña, cerro, pared, muro, etc.).

***ALBERT EINSTEIN KOCH**, físico de origen judío, recibió el premio nobel de Física en 1921 por su explicación del Efecto Foto Eléctrico. Se sabe que este genial científico tocaba el violín casi como un profesional.*

EJERCICIOS

1. Un automóvil que tiene M.R.U.V. disminuye su rapidez a razón de 4 m/s cada 2 segundos. ¿Cuántos metros recorrió en el último segundo de su movimiento?



A) 1 m B) 2 m C)3 m D) 4 m E) 5 m

2. Un cuerpo parte del reposo M.R.U.V, si al transcurrir “t” segundos posee una rapidez “V” y luego de recorrer 15 m en 3 s su rapidez es “4V”. Hallar “t”.

A) 1 s B) 2 s C)3 s D) 4 s E) 5 s

3. Un cuerpo parte del reposo M.R.U.V, y avanza 54 m en los 6 primeros segundos. ¿Cuántos metros avanza en los 4 segundos siguientes?

A) 81 m B) 92 m C) 73 m D) 96 m E) 85 m

4. Dos autos separados 100 m sobre el eje X parten del reposo en el mismo instante y en la misma dirección, el primero con aceleración 5 **i** (m/s^2) y el otro con aceleración 7 **i** (m/s^2). ¿Al cabo de cuánto tiempo el más veloz alcanza al más lento?

A) 10 s B) 20 s C) 30 s D) 8 s E) 5 s

5. Un auto parte del reposo con M.R.U.V. y recorre entre los puntos A y B de su trayectoria la distancia de 1,0 km durante 10 segundos, si al pasar por el punto B su rapidez es el triple de la que tuvo en el punto A. Determine la distancia que recorre entre el punto de partida y el punto A.

A) 80 m B) 92 m C) 100 m D) 96 m E) 125 m

6. Un móvil que tiene M.R.U.V. se mueve en el eje X, pasa por el punto A con velocidad 40 **i** (m/s), pero 50 segundos después su velocidad es 60 **i** (m/s). Sabiendo que el móvil parte del reposo, ¿qué distancia recorre desde el punto de partida hasta el punto A?

A) 1 km B) 2 km C) 3 km D) 4 km E) 5 km

7. Un automóvil que tiene M.R.U.V, se mueve en el eje X con aceleración 2 **i** (m/s^2), después de 5 segundos de pasar por un punto "P" posee una velocidad 20 **i** (m/s). ¿Qué velocidad tenía el auto cuando le faltaban 9 m para llegar al punto P?
A) 5 **i** (m/s) B) 2 **i** (m/s) C) 3 **i** (m/s) D) 4 **i** (m/s) E) 8 **i** (m/s)

8. Un ciclista que tiene M.R.U.V. inicia su movimiento con velocidad 2 **i** (m/s), después de 2 segundos recorre 12 m. ¿Qué distancia recorre el ciclista en el tercer segundo?
A) 8 m B) 9 m C) 30 m D) 12 m E) 24 m

9. Un móvil que tiene M.R.U.V. inicia su movimiento, desde el reposo, con aceleración 5 **i** (m/s^2). Determinar la distancia que recorre en el quinto segundo de su movimiento.
A) 22,5 m B) 25,5 m C) 30 m D) 50 m E) 24 m

10. Un móvil que tiene M.R.U.V. inicia su movimiento, desde el reposo, tal que su rapidez aumenta a razón de 10 m/s cada 5 segundos. ¿Qué distancia recorre en el primer minuto de su movimiento?
A) 1,6 km B) 2,6 km C) 3,6 km D) 4,6 km E) 1,9 km

11. Una partícula parte del reposo con M.R.U.V y en los 5 primeros segundos recorre 32 m. ¿Qué distancia recorre en los 5 s siguientes?
A) 88 m B) 89 m C) 90 m D) 96 m E) 99 m

12. Un móvil que tiene M.R.U.V. duplica su rapidez luego de recorrer 18 metros en 4 segundos. Determine el módulo de la aceleración (en m/s^2).
A) 0,65 B) 0,75 C) 0,85 D) 0,95 E) 0,5

13. Una bala impacta frontalmente a un bloque de madera con velocidad 120 **i** m/s, penetrando con M.R.U.V. durante 0,05 segundo hasta detenerse. Calcule la distancia que penetró la bala.
A) 8 m B) 9 m **C)** 3 m D) 6 m E) 7 m

14. Dos móviles A y B están separados 36 metros sobre el eje "X", el de atrás parte con aceleración 4 **i** m/s^2 y el adelante con 2 **i** m/s^2, ambos salen del reposo simultáneamente con M.R.U.V. ¿Qué tiempo tardó el móvil de atrás para alcanzar al otro?
A) 1 s B) 2 s **C**) 6 s D) 8 s E) 5 s

15. Wall dispone de un minuto para pasearse en una moto recorriendo un tramo sobre el eje X, desde A hasta B (ida y vuelta). ¿Qué distancia máxima podrá alejarse con velocidad constante de 20 **i** m/s?, si debe regresar de B hacia A desde el reposo con aceleración de módulo 8 m/s^2.
A) 800 m B) 900 m C) 300 m D) 600 m E) 700 m

CAÍDA LIBRE VERTICAL

1. CONCEPTO. Es aquel tipo de movimiento rectilíneo uniformemente variado (M.R.U.V.) cuya trayectoria es una línea recta vertical y que se debe a la presencia del campo de gravedad. La única fuerza que actúa sobre el cuerpo es su propio peso, ya que no considera la resistencia del aire. Este tipo de movimiento se obtiene, cuando un cuerpo es lanzado hacia arriba, hacia abajo, o simplemente es soltado. En las ecuaciones cinemáticas no se considera la masa ni la fuerza resultante. La cinemática en general estudia as propiedades geométricas del movimiento.

GALILEO GALILEI *(1564 - 1642) gran físico y astrónomo italiano que por primera ver empleo el método experimental de investigación en la ciencia. Galileo introdujo el concepto de inercia; estableció la relatividad del movimiento; estudio las leyes de caída de los cuerpos y del movimiento de estos por un plano inclinado; las leyes del movimiento, al lanzar uno objeto formando cierto ángulo con el horizonte; aplicó el péndulo simple para la medida del tiempo.*

2. CONSIDERACIONES DEL MOVIMIENTO DE CAÍDA LIBRE

***** No se considera la resistencia del aire.
* La altura máxima alcanzada es suficientemente pequeña como parar despreciar la variación de la aceleración de la gravedad.
* La velocidad máxima alcanzada por el cuerpo es suficientemente pequeña para despreciar la resistencia del aire.
* La altura alcanzada es suficientemente pequeña para considerar un campo gravitatorio homogéneo y uniforme.
***** El valor o módulo de la aceleración de la gravedad es: $g = 9{,}8\dfrac{m}{s^2} = 9{,}8\dfrac{N}{kg}$

3. ECUACIONES DEL MOVIMIENTO DE CAÍDA LIBRE VERTICAL

Analíticamente el movimiento de caída libre es un caso es especial del M.R.U.V., donde la distancia se reemplaza por la altura y la aceleración lineal por la aceleración de la gravedad.

Cuando BAJA

1) $h = V_0 .t + \tfrac{1}{2} g.t^2$

2) $h = V_F .t - \tfrac{1}{2} g.t^2$

3) $V_F = V_0 + g.t$

4) $V_F^2 = V_0^2 + 2g.h$

5) $h = \dfrac{(V_0 + V_F)}{2}.t$

Cuando SUBE

1) $h = V_0 .t - \tfrac{1}{2} g.t^2$

2) $h = V_F .t + \tfrac{1}{2} g.t^2$

3) $V_F = V_0 - g.t$

4) $V_F^2 = V_0^2 - 2g.h$

5) $h = \dfrac{(V_0 + V_F)}{2}.t$

4. **TIEMPO DE VUELO**

Consideremos un cuerpo lanzado verticalmente hacia arriba. Cuando el cuerpo alcanza la altura máxima su velocidad es nula.

De la ecuación:

$$V_F = V_0 - g.t$$

reemplazando los datos:

$$0 = V_0 - g.T$$

Despejando:

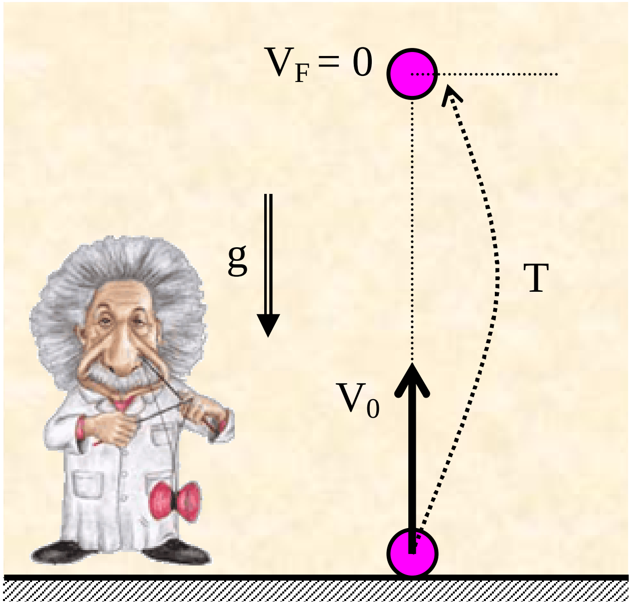
$$T = \frac{V_0}{g}$$

Tiempo de subida:

$$t_{SUBIDA} = \frac{V_0}{g} = T$$

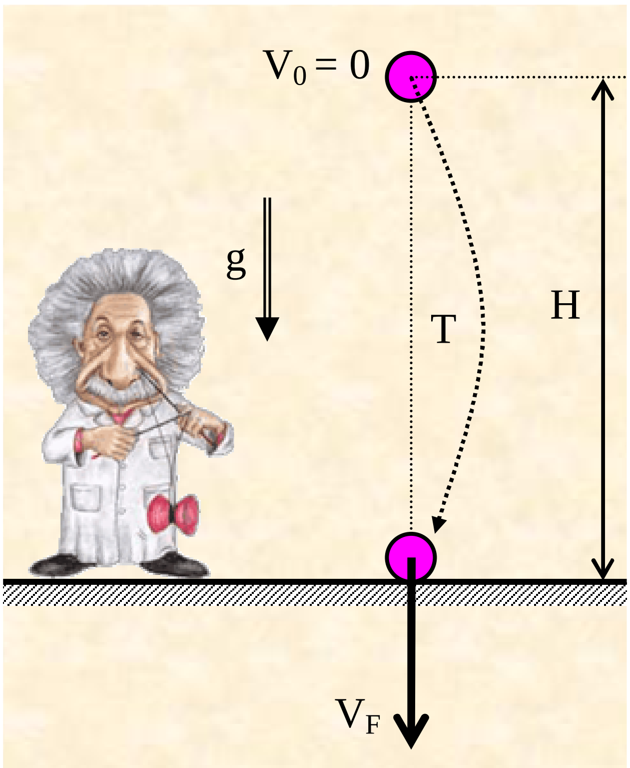
Tiempo de vuelo:

$$t_{VUELO} = \frac{2.V_0}{g} = 2T$$



5. **EL INTERVALO DE TIEMPO DEPENDE DE LA ALTURA**

Todos los cuerpos que se dejan caer simultáneamente con la misma velocidad inicial cero desde una altura, utilizan el mismo intervalo de tiempo para llegar al suelo.



$$h = V_0.t + \tfrac{1}{2}.g.t^2$$

Reemplazando los datos tenemos:

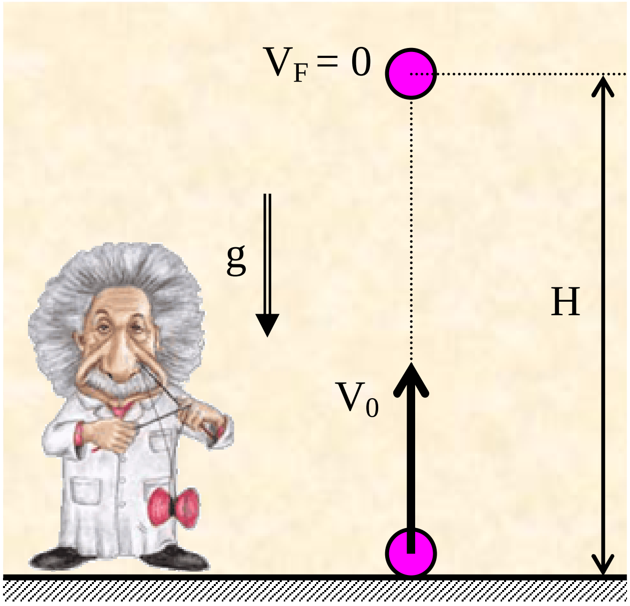
$$H = 0 + \tfrac{1}{2}.g.T^2$$

el intervalo de tiempo de caída es:

$$T = \sqrt{\frac{2.H}{g}}$$

6. **ALTURA MÁXIMA**

Un cuerpo que es lanzado verticalmente hacia arriba alcanza su altura máxima cuando su velocidad final en el punto más alto es igual a cero.



Aplicando la ecuación:

$$V_F^2 = V_0^2 - 2g.h$$

Reemplazando los datos:

$$0 = V_0^2 - 2g.H$$

$$H = \frac{V_0^2}{2g}$$

7. **CAMBIO DE LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD**

La intensidad de la gravedad no es el mismo para todos los lugares de la Tierra, depende de la altura sobre el nivel del Mar y de la latitud.

El movimiento de caída libre plantea la misma aceleración para todos los cuerpos cualquiera que sea su masa, a esta aceleración se le llama aceleración de la gravedad normal, cuyo valor es 45° de latitud es:

$$g = 9,8\frac{m}{s^2} = 9,8\frac{N}{kg}$$

* En los polos: g = 9,83 m/s² (Máxima)
* En el Ecuador: g = 9,78 m/s² (Mínima)

8. **CAMPO GRAVITACIONAL**

No sólo la Tierra atrae a los cuerpos, también el Sol, la Luna y todo astro. Se entiende por “gravedad” a la región de espacio que rodea a un astro gracias al cual atrae a los cuerpos. Todos los planetas (Tierra) y satélites (Luna) generan a su alrededor un campo de gravedad.

$$g_{Luna} = \frac{g_{Tierra}}{6}$$

9. **INTENSIDAD DEL CAMPO GRAVITATORIO**

La aceleración de la gravedad “g” depende de la masa y el radio terrestre. Es decir la aceleración de la gravedad depende de la **forma** que tiene el cuerpo creador del campo gravitatorio.

Donde: $g = G\frac{M_T}{R_T^2}$

G: Constante de gravitación universal.

$G = 6{,}67.10^{-11}\ N.m^2.kg^{-2}$

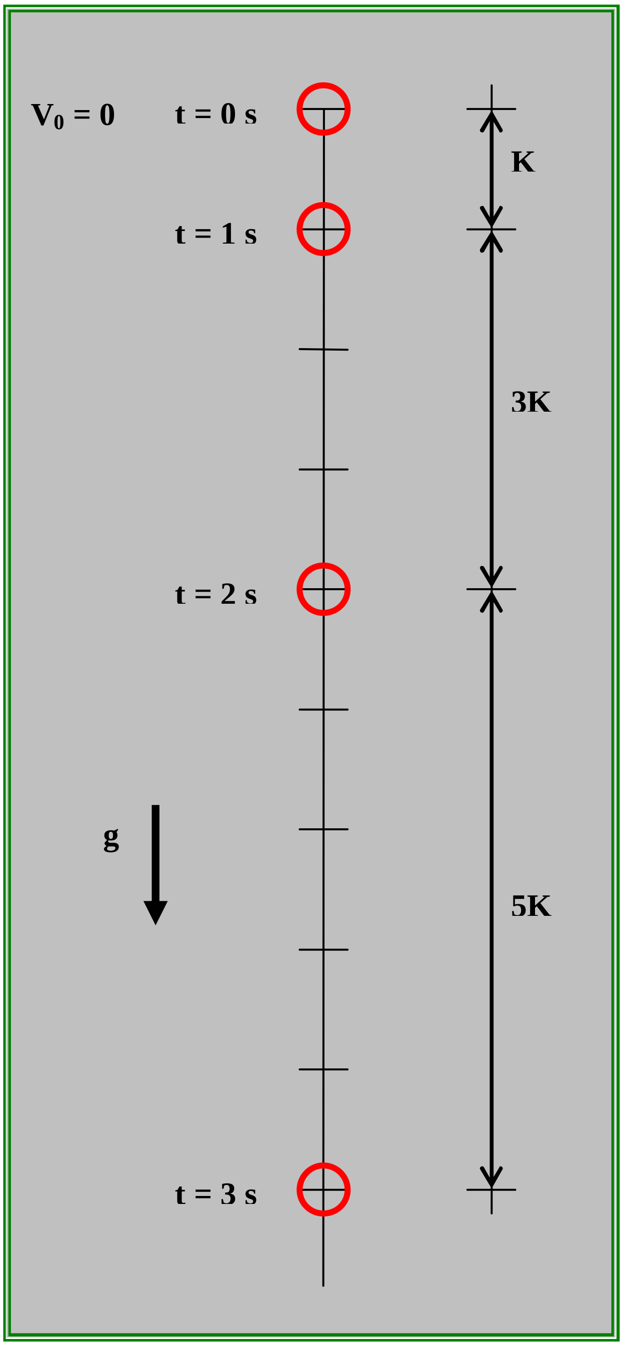
M_T = masa de la tierra = $5{,}9.10^{24}$ kg

R_T = radio de la tierra = 6 400 km

10. NÚMEROS DE GALILEO

Si abandonamos un cuerpo de cierta altura, entonces la altura que recorre en cada segundo es directamente proporcional a los números impares.

Primer segundo	1K = 5 m
Segundo segundo	3K = 15 m
Tercer segundo	5K = 25 m
Cuarto segundo	7K = 35 m
Quinto segundo	9K = 45 m
Sexto segundo	11K = 55 m
Sétimo segundo	13K = 65 m
Octavo segundo	15K =75 m



$$h = V_0.t + \tfrac{1}{2} g.t^2$$

Para. t = n

$$h_1 = V_0.n + \tfrac{1}{2} g.n^2$$

Para. t = n-1

$$h_2 = V_0.(n-1) + \tfrac{1}{2} g.(n-1)^2$$

Restando:

$$h_n = h_1 - h_2$$

Obtenemos que:

$$h_n = V_0 + \tfrac{1}{2} g.(2n-1)$$

CASO PARTICULAR

Cuando $V_0 = 0$

$$h_n = \tfrac{1}{2} g.(2n-1)$$

$$h_n = K.(2n-1)$$

Donde el valor de K es la mitad del valor de la aceleración.

$$K = \frac{g}{2} = 5$$

Considerando: g = 10 m/s^2.
En el primer segundo recorre 5 metros.
En el segundo segundo recorre 15 metros.
En el tercer segundo recorre 25 metros.
En el cuarto segundo recorre 35 metros.
En el quito segundo recorre 45 metros.
En el enésimo segundo recorre 5(2n-1) metros.

11. CUANDO EL CUERPO ASCIENDE (DESACELERA)

Analicemos el movimiento de subida respecto de un sistema de referencia.

Ecuaciones:

1) $h = V_0.t - \frac{1}{2}g.t^2$

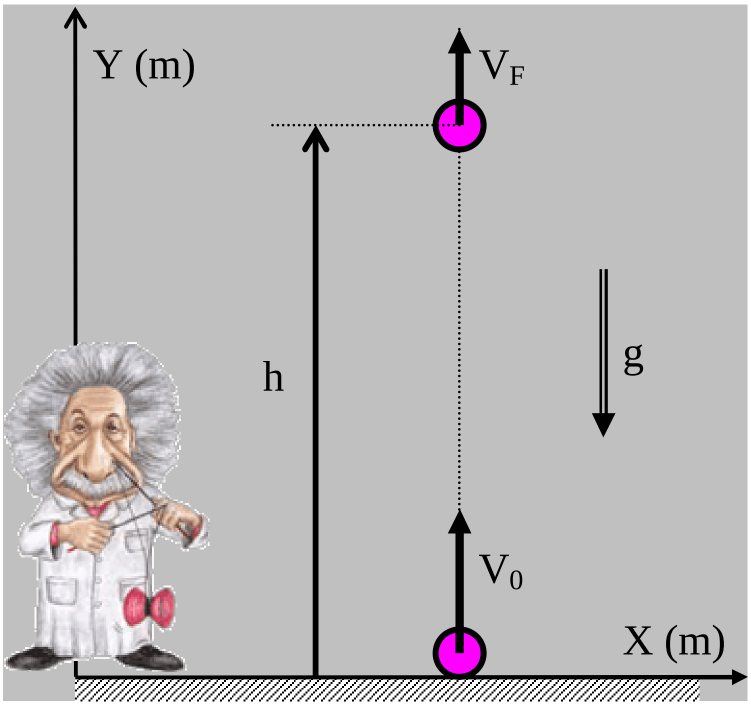
2) $h = V_F.t + \frac{1}{2}g.t^2$

3) $V_F = V_0 - g.t$

4) $V_F^2 = V_0^2 - 2g.h$

5) $h = \dfrac{(V_0 + V_F)}{2}.t$

6) $h_n = V_0 - \frac{1}{2}g.(2n-1)$



12. CUANDO EL CUERPO DESCIENDE (ACELERA)

Analicemos el movimiento de bajada respecto de un sistema de referencia.

Ecuaciones:

1) $h = V_0.t + \frac{1}{2}g.t^2$

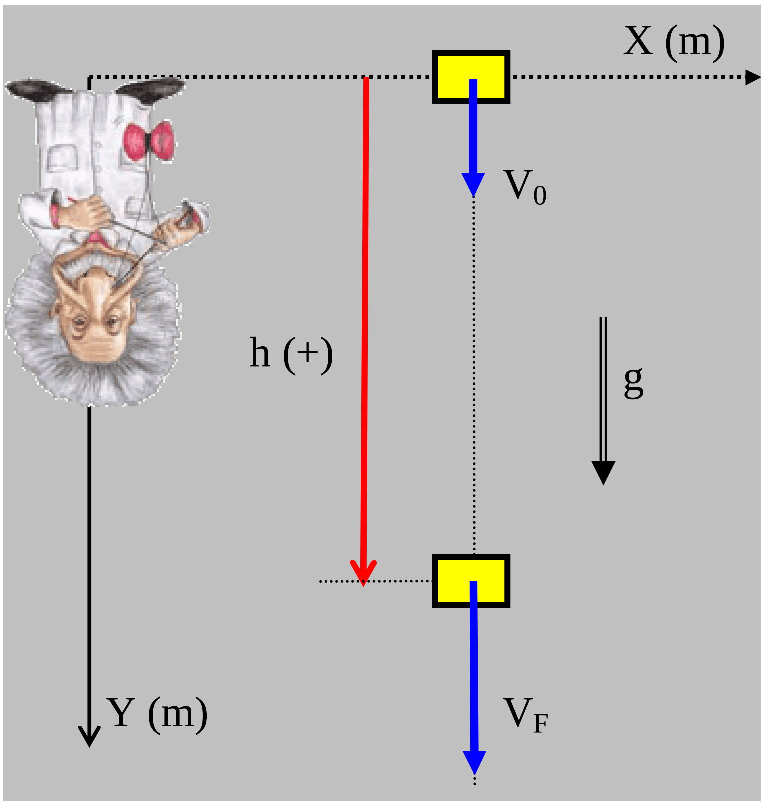
2) $h = V_F.t - \frac{1}{2}g.t^2$

3) $V_F = V_0 + g.t$

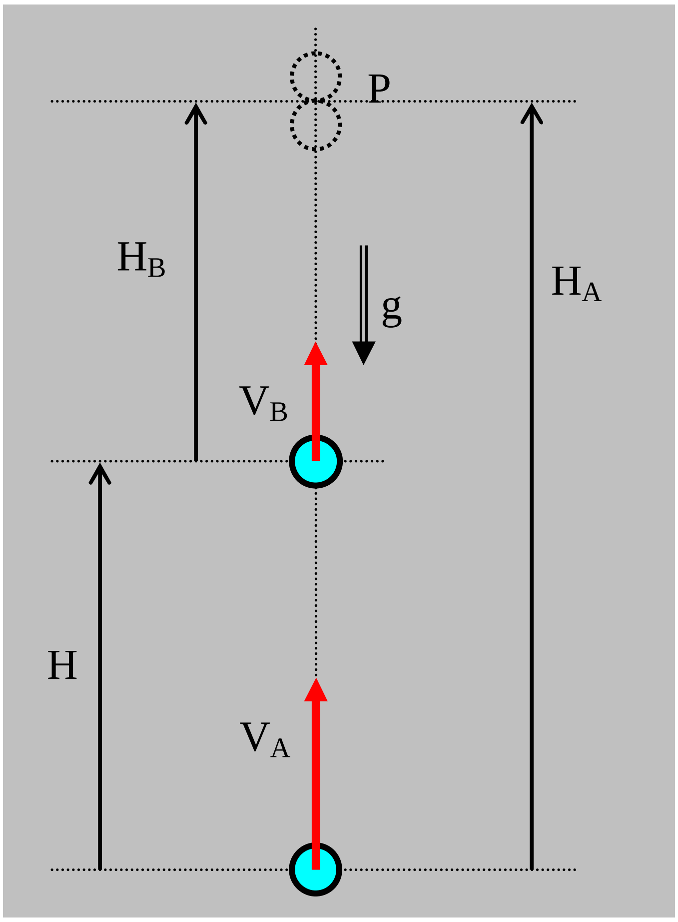
4) $V_F^2 = V_0^2 + 2g.h$

5) $h = \dfrac{(V_0 + V_F)}{2}.t$

6) $h_n = V_0 + \frac{1}{2}g.(2n-1)$



13. TIEMPO DE ALCANCE: Cuando dos partículas son lanzadas simultáneamente, en la misma dirección, de diferentes posiciones, en una misma línea vertical; el tiempo de alcance es:



Del grafico tenemos la siguiente ecuación:

$$H_A - H_B = H$$

$$(V_A.T - \tfrac{1}{2}gT^2) - (V_B.T - \tfrac{1}{2}gT^2) = H$$

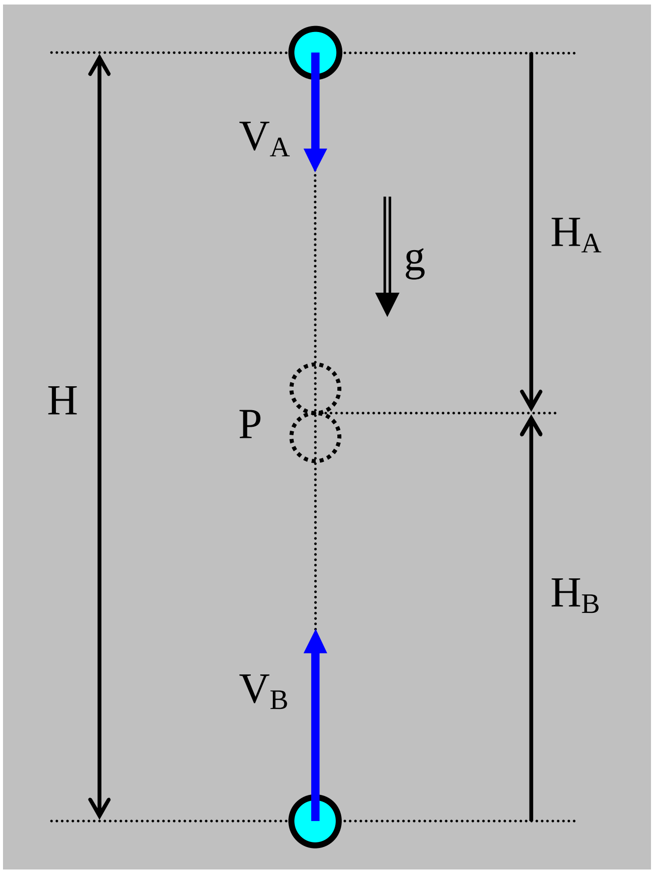
simplificando tenemos:

$$V_A.T - V_B.T = H$$

despejando obtenemos:

$$T_{encuentro} = \frac{H}{V_A - V_B}$$

14. TIEMPO DE ENCUENTRO: Cuando dos partículas son lanzadas, simultáneamente, en direcciones opuestas, de diferentes posiciones en una misma línea vertical; el tiempo de encuentro es:



Del grafico tenemos la siguiente ecuación:

$$H_A + H_B = H$$

$$(V_A.T + \tfrac{1}{2}gT^2) + (V_B.T - \tfrac{1}{2}gT^2) = H$$

simplificando tenemos:

$$V_A.T + V_B.T = H$$

despejando obtenemos:

$$T_{encuentro} = \frac{H}{V_A + V_B}$$

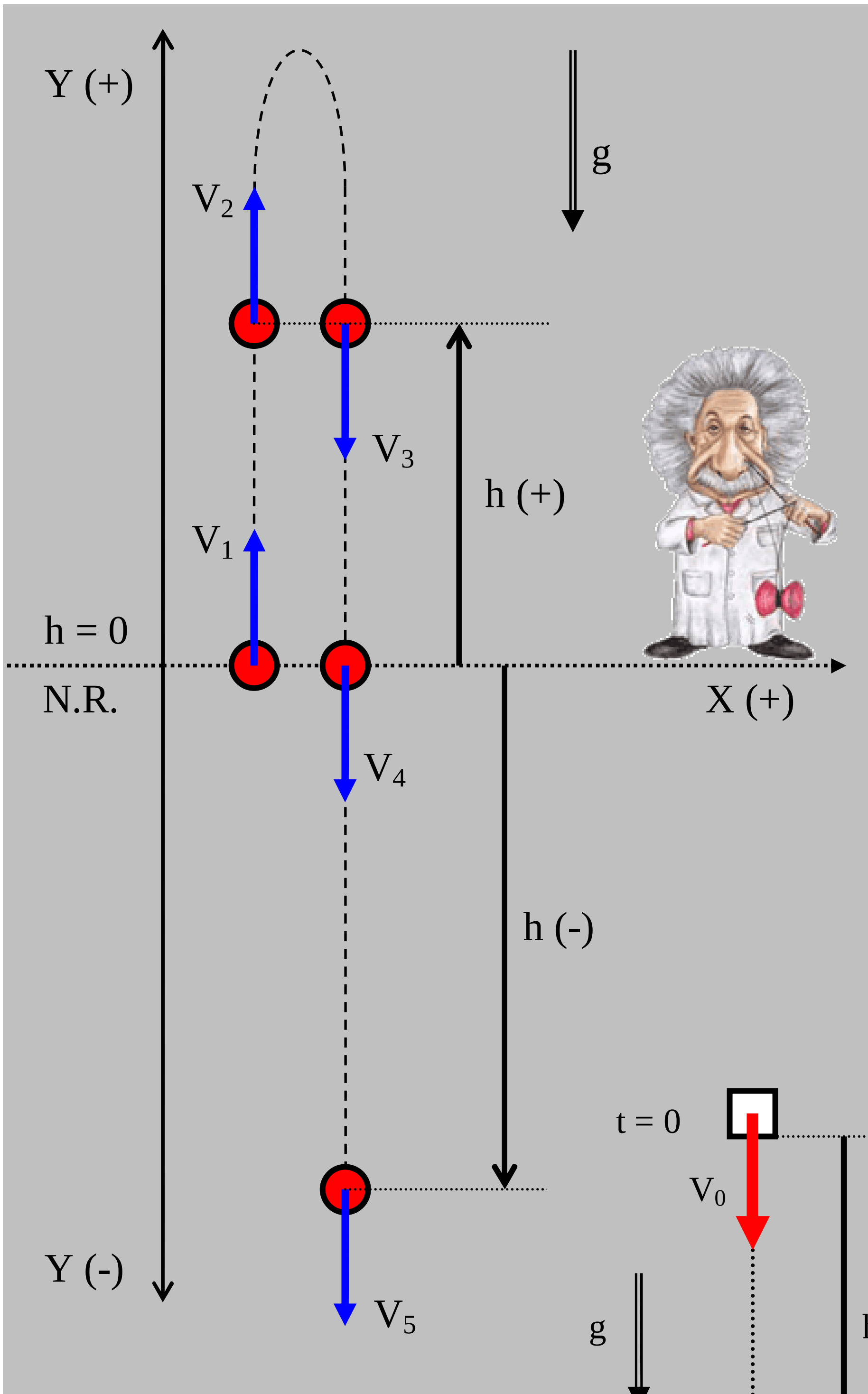
15. LA ALTURA ES DESPLAZAMIENTO VERTICAL

Si lanzamos un cuerpo verticalmente hacia arriba respecto de un sistema de referencia. Ahora analizamos el movimiento de cuerpo en caída libre en forma **vectorial**, es decir considerando los signos. Entonces la altura tendrá signos positivo o negativo:

(1) Si la altura tiene **signo positivo** significa que el cuerpo se encuentra sobre el nivel de referencia, subiendo o bajando.

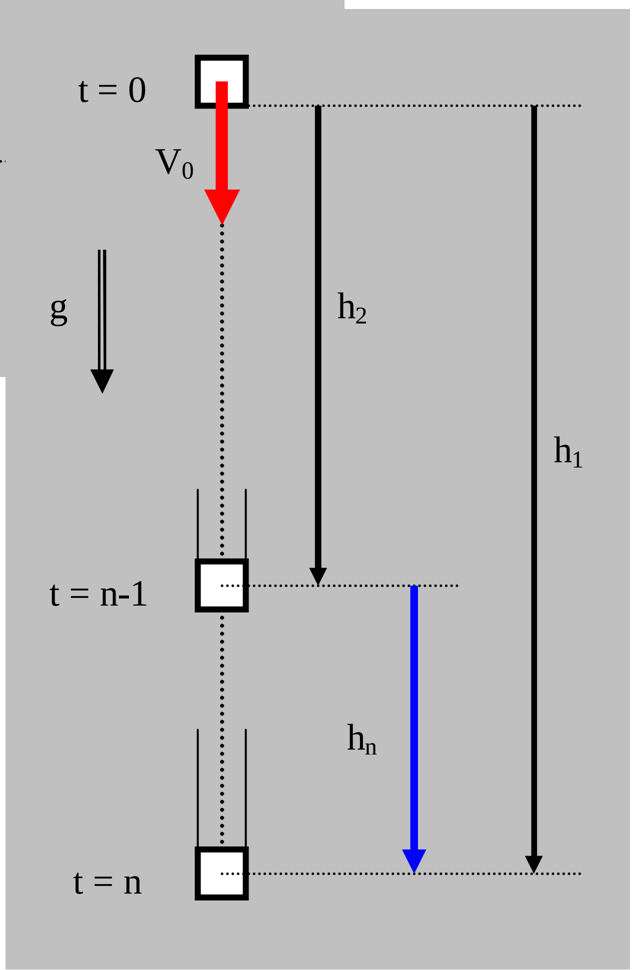
(2) Si la altura tiene **signo negativo** significa que el cuerpo se encuentra debajo de la línea de referencia descendiendo.

(3) Si la altura es **cero** significa que el cuerpo ha regresado o está pasando en ese instante por el nivel de referencia (N.R.).



16. DISTANCIA QUE RECORRE EN EL ENÉSIMO SEGUNDO

Analicemos el caso, cuando el cuerpo es lanzado verticalmente hacia abajo. El enésimo segundo está comprendido entre los instantes t = n-1 y t = n. Entonces la distancia que recorre en el enésimo



segundo se determina restando las distancias que recorre el móvil en los primeros n segundos y en los (n-1) segundos.

$$h = V_0.t + \tfrac{1}{2}g.t^2$$

Para. t = n

$$h_1 = V_0.n + \tfrac{1}{2}g.n^2$$

Para. t = n-1

$$h_2 = V_0.(n-1) + \tfrac{1}{2}g.(n-1)^2$$

Restando:

$$h_n = h_1 - h_2$$

Obtenemos que:

$$h_n = V_0 + \tfrac{1}{2}g.(2n-1)$$

CASOS PARTICULARES

a) Cuando el cuerpo es abandonado, soltado o dejado caer $(V_0 = 0)$, se cumple que:

$$h_n = \tfrac{1}{2}g.(2n-1)$$

b) Cuando el cuerpo es lanzado verticalmente hacia ARRIBA, el cuerpo inicia su movimiento en contra del campo de gravedad, es decir desacelera.

$$h_n = V_0 - \tfrac{1}{2}g.(2n-1)$$

* Si h_n es positivo el cuerpo se desplaza verticalmente hacia arriba.
* Si h_n es negativo el cuerpo se desplaza verticalmente hacia abajo.
* Si h_n es cero el cuerpo regresa al punto inicial.

EJERCICIOS

1. Un cuerpo es lanzado con velocidad 60 **j** (m/s). ¿A qué distancia del nivel de lanzamiento se encuentra el cuerpo después de 4 segundos?. (g = 10 m/s^2)
A) 60 m B) 120 m C) 100 m D) 180 m E) 160 m

2. Un cuerpo es lanzado verticalmente hacia arriba desde la azotea de un edificio, si luego de 6 s su rapidez se duplica, determinar la velocidad de lanzamiento. (g = 10 m/s^2)
A) 15 **j** (m/s) B) 20 **j** (m/s) C) 30 **j** (m/s) D) 40 **j** (m/s) E) 25 **j** (m/s)

3. Un macetero cae de una ventana tocando el suelo con velocidad 30 **j** (m/s). Determinar el tiempo que demora en recorrer los últimos 40 metros. (g = 10

m/s^2)

A) 1 s B) 2 s C) 3 s D) 4 s E) 5 s

4. Un globo aerostático sube con velocidad 10 **j** (m/s) y cuando se encuentra a una altura de 75 m respecto del suelo desde el globo se deja caer una piedra. ¿Qué tiempo demora la piedra en llegar al suelo?. (g = 10 m/s^2)

A) 1 s B) 2 s C) 3 s D) 4 s E) 5 s

5. Un cuerpo se deja caer desde lo alto de una torre, ¿qué distancia recorre en el tercer segundo de su movimiento?. (g = 10 m/s^2)

A) 5 m B) 15 m C) 25 m D) 35 m E) 45 m

6. Un cuerpo se deja caer desde una altura de 45 m. ¿con qué velocidad llega a chocar con el piso? (g = 10 m/s^2)

A) -15 **j** (m/s) B) -20 **j** (m/s) C) -30 **j** (m/s) D) -10 **j** (m/s) E) -25 **j** (m/s)

7. Una pelota se lanza verticalmente hacia arriba y luego de 5 segundos su velocidad es –30 **j** (m/s). ¿Cuál fue la velocidad de lanzamiento?. (g = 10 m/s^2)

A) -15 **j** (m/s) B) -20 **j** (m/s) C) -30 **j** (m/s) D) -10 **j** (m/s) E) -25 **j** (m/s)

8. Un cuerpo se suelta desde 80 m de altura respecto del piso. ¿Qué velocidad tendrá 35 m antes de impactar con el piso?. (g = 10 m/s^2)

A) 15 **j** (m/s) B) 20 **j** (m/s) C) 30 **j** (m/s) D) 40 **j** (m/s) E) 25 **j** (m/s)

9. Desde el piso se lanza verticalmente hacia arriba un proyectil y cuando le falta 2 segundos para alcanzar la altura máxima se encuentra a 60 m del piso. ¿Cuál fue la velocidad de lanzamiento?. (g = 10 m/s^2)

A) 15 **j** (m/s) B) 20 **j** (m/s) C) 30 **j** (m/s) D) 40 **j** (m/s) E) 25 **j** (m/s)

10. Un globo se encuentra subiendo con velocidad de 5 **j** (m/s) y en el instante que se encuentra a 360 m del piso, desde el globo se deja caer una piedra. ¿Qué tiempo tarda la piedra en llegar a la superficie terrestre?. (g = 10 m/s^2)

A) 6 s B) 8 s C) 12 s D) 9 s E) 18 s

11. Una moneda se lanza con velocidad -5 **j** (m/s) en caída libre. ¿Qué altura recorre la moneda en el quinto segundo de su movimiento?. (g = 10 m/s^2)

A) 10 m B) 20 m C) 25 m D) 50 m E) 45 m

12. Diego suelta un objeto y observa que durante el penúltimo segundo de su movimiento recorrió 25 m. ¿Con qué velocidad impacto en el piso?. (g = 10 m/s^2)

A) -15 **j** (m/s) B) -20 **j** (m/s) C) -30 **j** (m/s) D) -40 **j** (m/s) E) -

25 **j** (m/s)

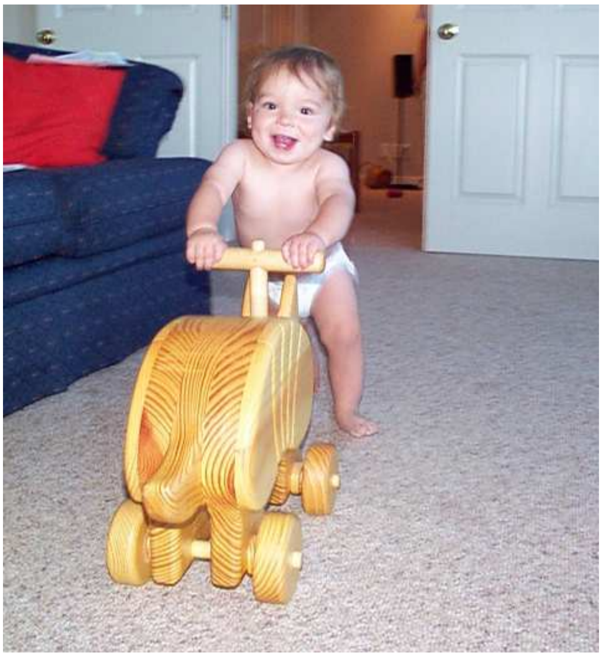
13. Desde una altura de 20 m respecto de la superficie de un lago, se suelta una esfera pequeña, el cual tarda 2,8 s en llegar hasta el fondo. Si cuando ingresa al agua mantiene su velocidad constante, determinar la profundidad del lago. ($g = 10\ m/s^2$)
A) 16 m B) 2 m C) 15 m D) 5 m E) 14 m

14. Desde 5 m de altura sobre el nivel de un lago, se suelta una esfera pequeña. ¿Hasta que profundidad máxima llegará la esfera?, si la desaceleración que experimenta dentro del agua es -8 **j** m/s^2. ($g = 10\ m/s^2$)
A) 5 m B) 7,5 m C) 6,25 m D) 8,75 m E) 5,75 m

15. Una esfera pequeña se lanza desde la azotea de un edificio con velocidad 40 **j** (m/s), tardando en llegar al piso 10 s. ¿Cuál es la altura del edificio?. ($g = 10\ m/s^2$)
A) 160 m B) 20 m C) 150 m D) 100 m E) 140 m

SEMANA 02: ESTÁTICA (primera condición de equilibrio)

ESTÁTICA



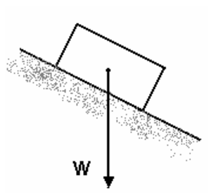
1. CONCEPTO: Es un rama de la Física, que tiene la finalidad de analizar las condiciones que deben reunir un grupo de fuerzas actuantes sobre un cuerpo o sistema con al condición de mantenerlo en equilibrio.
Si vemos un cuerpo en reposo u otro desplazándose con movimiento rectilíneo uniforme, estamos frente a fenómenos aparentemente distintos, pero en el fondo obedecen a las mismas leyes, pues ocurre que en Física ambas situaciones corresponden a un mismo estado, llamado equilibrio mecánico. El estudio de las leyes y condiciones que deben cumplir los cuerpos para encontrarse en dicho estado lo realiza aquella rama de la Mecánica llamada Estática, ciencia que data de la época de los egipcios y babilonios y que hoy ha dado lugar a la creación de varias ramas de la Ingeniería: Civil, Mecánica, Minera,..., etc.

2. INTERACCIÓN: Es una propiedad **cualitativa** de la materia. Todos cuerpos interactúan, por contacto, a distancia. Interactúan las partículas elementales, interactúan los átomos ionizados, interactúan las moléculas, interactúan los planetas, interactúan las estrellas. Los componentes de la materia siempre interactúan.

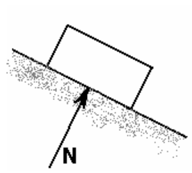
3. FUERZA: La fuerza en la medida **cuantitativa** de la interacción. Toda vez que dos cuerpos interactúan entre sí surge entre ellos una magnitud, que además de valor tiene dirección, sentido y punto de aplicación, llamada fuerza. La **acción** de la fuerza sobre los cuerpos depende del punto de aplicación, del módulo y de la dirección.
Es esta magnitud que hace que los cuerpos estén en equilibrio, que cambien la dirección de su movimiento, o que se deformen. En general asociamos la fuerza con los efectos de: sostener, estirar, comprimir, jalar, empujar, tensar, atraer, repeler,...etc.
Unidades: newtons (abreviado N).

FUERZAS NOTABLES

4. FUERZA DE GRAVEDAD 0 PESO (W)
Llamamos así a la fuerza con que la Tierra atrae a todo cuerpo que se encuentre en su cercanía. Es directamente proporcional con la masa de los cuerpos y con la gravedad local. Se le representa por un vector vertical y dirigido hacia el centro de la tierra.

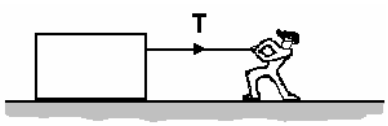


5. FUERZA DE REACCIÓN NORMAL (N)



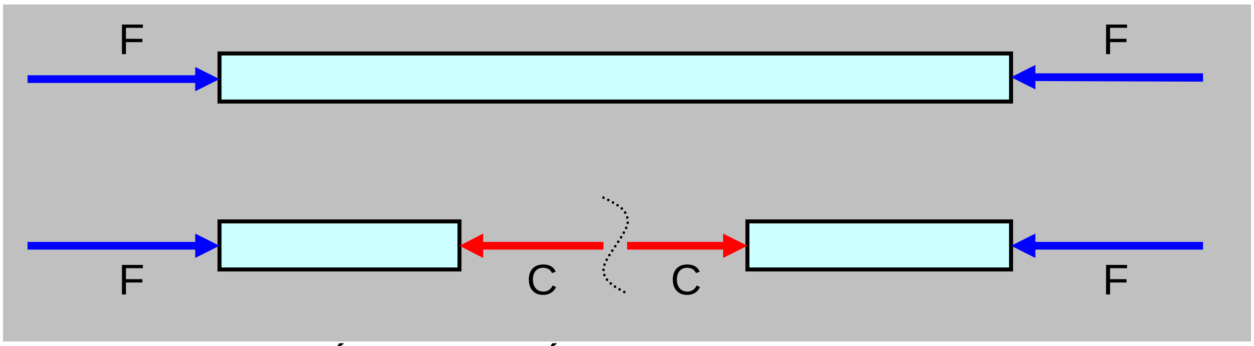
Se le llama también fuerza de contacto, viene a ser la resultante de las infinitas fuerzas electromagnéticas que se generan entre las superficie de dos cuerpos cuando estas se acercan a distancias relativamente pequeñas, predominando las fuerzas repulsivas. La línea de acción de la normal es siempre perpendicular a las superficies de contacto.

6. TENSIÓN (T)



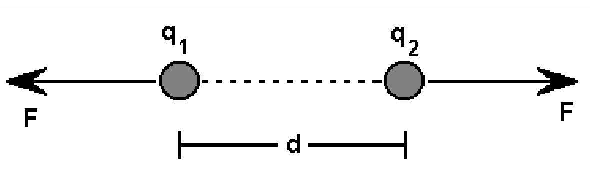
Esta es la fuerza electromagnética resultante que se genera en el interior de una cuerda o un alambre, y que surge para oponerse a los efectos de estiramiento por parte de fuerzas externas que actúan en los extremos de aquellos. En estas fuerzas predominan los efectos atractivos

7. COMPRESIÓN (C): Es aquella fuerza generada internamente en el interior de una barra cuando fuerzas externas tratan de aplastar al cuerpo rígido. Para graficar la fuerza se realiza previamente una separación imaginaria. La fuerza de compresión se caracteriza por alejarse de la línea de corte.



8. FUERZAS DE ACCIÓN Y REACCIÓN

Son aquellas fuerzas de origen electromagnético y/o gravitacional que se manifiestan cuando los cuerpos están en contacto físico o cuando están separados. Fuerza de atracción gravitacional entre el Sol y los planetas (ley de gravitación universal enunciado por Isaac Newton); fuerzas eléctricas de acción y reacción entre partículas electrizadas (Ley de Coulomb); fuerza magnéticas entre "polos magnéticos" o cargas magnéticas Norte y Sur.

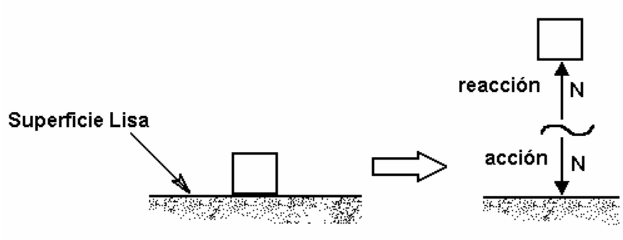


9. TERCERA LEY DE NEWTON O PRINCIPIO DE ACCIÓN Y REACCIÓN

Establece que a toda fuerza de acción le corresponde una fuerza de reacción de igual módulo pero de sentido opuesto.

Características:

* Las fuerzas de acción y reacción siempre actúan en cuerpos diferentes.
* Para ser graficadas requieren de una separación imaginaria de los cuerpos, si estos están en contacto.

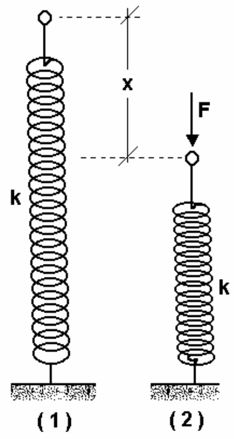


* La dirección de las fuerzas de acción y reacción dependen de la calidad de las superficies en contacto.
* Si las superficies son lisas serán perpendiculares a los apoyos de lo contrario no serán perpendiculares a los contactos.

10. LEY DE HOOKE

"La fuerza generada en el resorte es directamente proporcional a la deformación longitudinal".

$$F = K.x$$

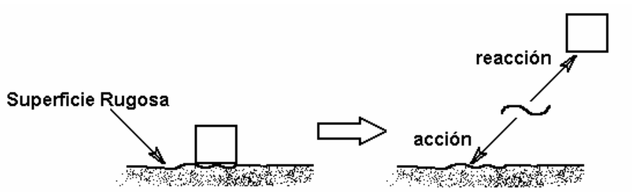


Donde:
k: constante de elasticidad del resorte en N/m
x: deformación longitudinal, se mide en metros
F: fuerza deformadora, se mide en newtons.

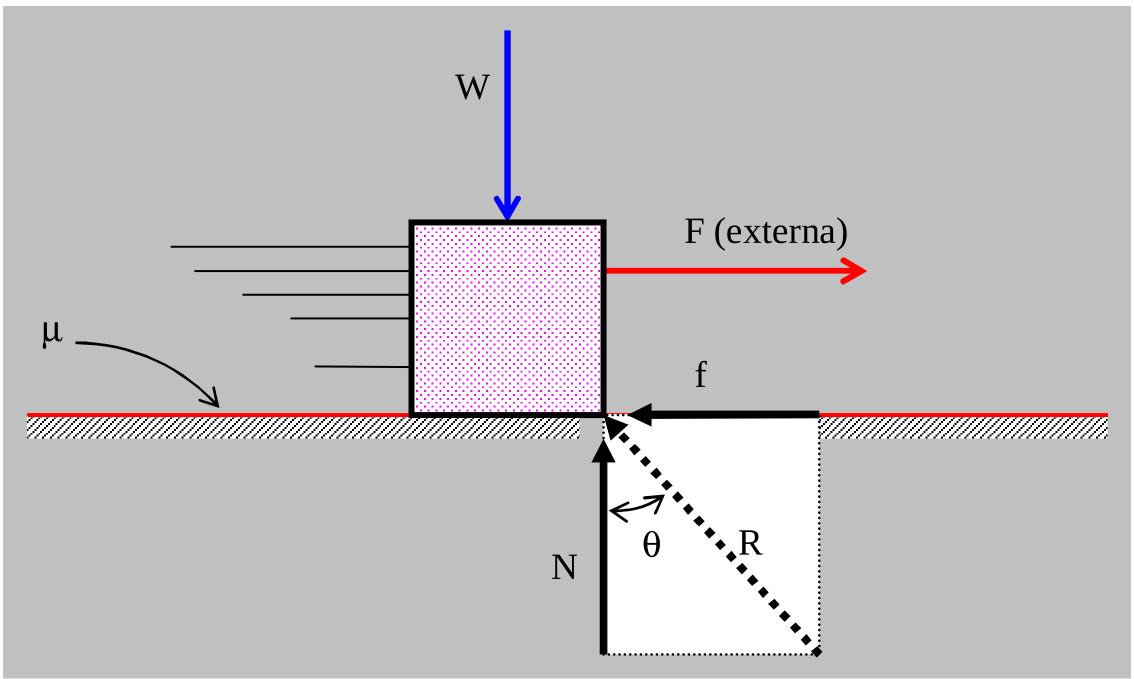
La fuerza en el resorte se puede manifestar como **tensión** cuando el resorte es alargado y como **compresión** cuando el resorte es aplastado.

11. FUERZA DE ROZAMIENTO O FRICCIÓN

Es aquella fuerza de origen electromagnético que se manifiesta cuando un cuerpo trata de moverse o se mueve a través de una superficie rugosa, oponiéndose a su deslizamiento o traslación.
La fuerza de rozamiento se grafica tangencialmente a las superficies en contacto con un sentido opuesto al movimiento o posible movimiento que intente realizar el cuerpo. El modulo de la fuerza de rozamiento es independiente del tamaño de las superficies en contacto, pero es proporcional a la reacción normal.



De la figura, la reacción neta es R



Pero descomponiendo
f : fuerza de rozamiento (roza la superficie)
N: fuerza normal (perpendicular a la superficie)
"θ": ángulo de desviación por rugosidad de la superficie:

$$Tg\theta = \frac{f}{N} = \mu$$

μ: coeficiente de fricción (adimensional)

12. LEY DE ROZAMIENTO
El módulo de la fuerza de rozamiento es directamente proporcional al módulo de la reacción normal.

$$f = \mu . N .$$

La fuerza de rozamiento se opone al movimiento relativo entre las superficies en contacto.

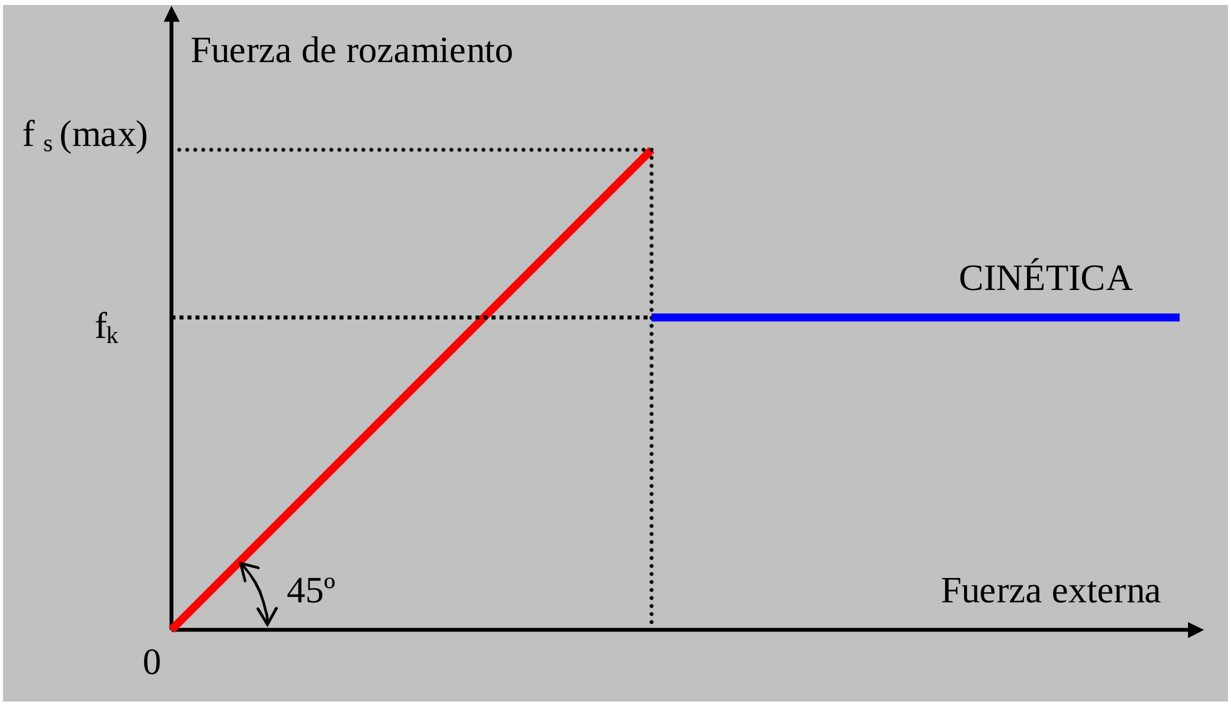
13. COEFICIENTE DE ROZAMIENTO
Obsérvese que como $\mu = Tg\theta$, puede ser mayor que la unidad; pero por lo general se trabaja con valores menores a uno ($\theta < 45°$). El coeficiente de rozamiento es una característica de de rugosidad entre dos superficies en contacto. Es decir expresa el grado de aspereza entre dos superficies. Es una cantidad adimensional (no tiene unidades).

FORMAS DE ROZAMIENTO

14. ROZAMIENTO ESTÁTICO: es aquella fuerza que se opone al intento de deslizamiento. Su valor es **variable** desde cero hasta un valor máximo cuando el cuerpo se encuentra en un movimiento inminente (pronto a moverse).

$$0 < f_s < f_{max} \Rightarrow f_{max} = \mu_s . N$$

μ_s : COEFICIENTE DE ROZAMIENTO ESTÁTICO.
La fuerza estática máxima se aplica solamente cuando el cuerpo esta pronto a moverse.



15. ROZAMIENTO CINÉTICO: es aquella que se presenta durante el movimiento de los cuerpos, oponiéndose a su deslizamiento a través de la superficie rugosa. Su valor es **constante**, independiente del la velocidad y de la aceleración.

$$f_k = constante \Rightarrow \quad f_k = \mu_k . N$$

μ_k : COEFICIENTE DE ROZAMIENTO CINÉTICO.

OBSERVACIONES:

* El coeficiente de rozamiento estático es mayor que el coeficiente de rozamiento cinético.

$$\mu_k < \mu_s$$

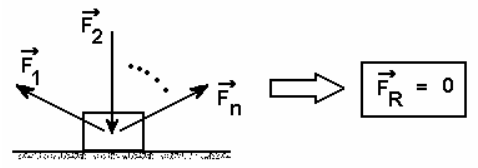
* La fuerza de rozamiento disminuye con la humedad, el calor y cualquier otro lubricante (aceite, grasa, vaselina, etc.).

16. PRIMERA LEY DE NEWTON O PRINCIPIO DE INERCIA

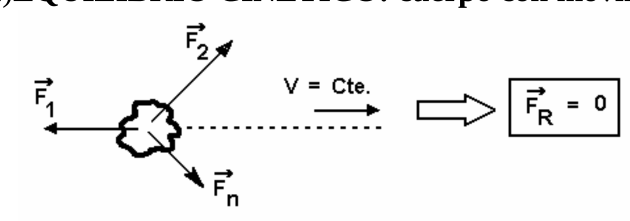
Todo cuerpo conserva su estado de reposo o de M.R.U mientras la acción de otros cuerpos no le obligue a salir de dicho estado.

El estado de reposo o de M.R.U de un cuerpo, está supeditado a la acción de otros cuerpos (a través de fuerzas externas) y permanecerá indefinidamente siempre que estas acciones o fuerzas se anulen mutuamente.

(I) **EQUILIBRIO ESTÁTICO: cuerpo en reposo relativo.**



(II)**EQUILIBRIO CINÉTICO: cuerpo con movimiento rectilíneo uniforme**



(M.R.U).

"Si la fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo es nula, entonces es posible que el cuerpo se encuentre en reposo relativo o es posible que tenga movimiento con velocidad constante".

CONSECUENCIAS DE LA PRIMERA LEY DE NEWTON

17. INERCIA: Es una propiedad de la materia que se manifiesta como aquella oposición natural que ofrecen los cuerpos cuando se les trata de sacar de su estado de reposo o de M.R.U. La inercia es una propiedad cualitativa de la materia.

18. MASA: Es una magnitud física escalar, que sirve para medir la inercia que poseen los cuerpos. La masa y la inercia son directamente proporcionales. La masa en la medida cuantitativa de la inercia.

19. EQUILIBRIO: Es aquel estado de reposo o de M.R.U que presenta un cuerpo, con respecto a un observador fijo (ubicado en un sistema de referencia inercial, como por ejemplo la Tierra).

20. TEOREMA DE LAMY O DE LAS TRES FUERZAS
Si tres fuerzas coplanares actúan sobre un cuerpo en equilibrio, estas debe ser necesariamente concurrentes y además el módulo de cada fuerza es directamente proporcional al seno del ángulo opuesto.

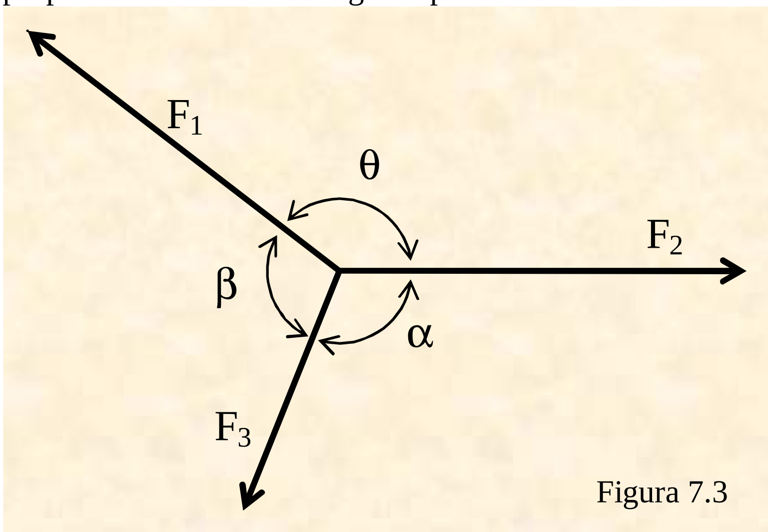


Figura 7.3

La fuerza resultante es nula: $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$

$$\frac{F_1}{Sen\alpha} = \frac{F_2}{Sen\beta} = \frac{F_3}{Sen\theta}$$

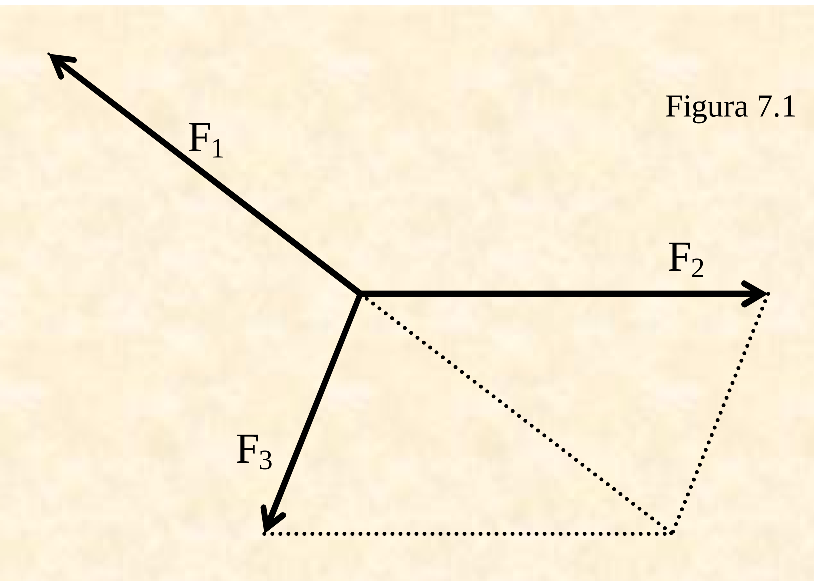


Figura 7.1

Siempre es posible construir con las tres fuerzas un triángulo, de tal manera que la fuerza resultante sea nula.

CASO ESPECIAL: Si los tres ángulos son iguales, entonces el módulo de las tres fuerzas también son iguales: $\alpha = \beta = \theta = 120^0 \;\; \Rightarrow \;\; F_1 = F_2 = F_3$

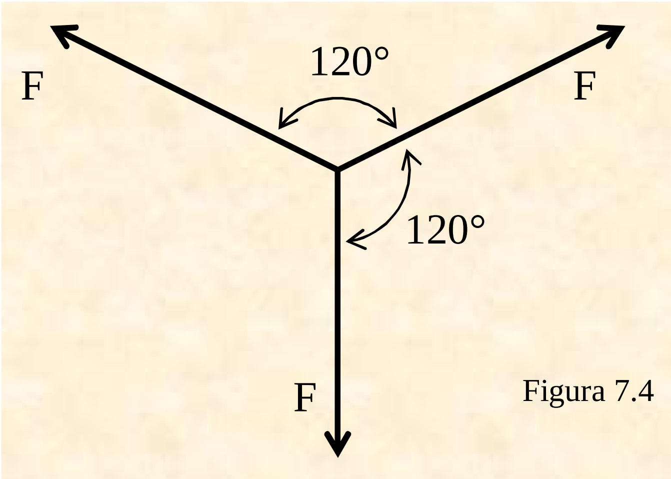


Figura 7.4

21. ISAAC NEWTON (1643 – 1727), genial físico y matemático inglés, uno de los celebres sabio en la historia de la humanidad. Newton formuló los principales conceptos y leyes de la mecánica, descubrió la ley de gravitación universal, creando por lo tanto un mundo científico que se mantuvo intacto hasta comienzo del siglo XX. Creó la teoría del movimiento de los cuerpos celestes (planetas y estrellas); explicó las principales particularidades de movimiento de la Luna; dio explicación a las mareas. En la óptica, a Newton se deben los admirables descubrimientos que facilitaron el desarrollo impetuoso de esta rama de la física. Estableció un auténtico método matemático de investigación del cálculo diferencial e integral. Esto influenció enormemente en todo el desarrollo ulterior de la física, facilitando la aplicación de los métodos matemáticos en ella.

Isaac Newton nace el 25 de diciembre de 1643, un después del fallecimiento de Galileo Galilei.

22. PRIMERA CONDICIÓN DE EQUILIBRIO

Se establece que, para que un cuerpo no se traslade aceleradamente, necesariamente la suma de todas las fuerzas actuantes deben ser igual a cero.

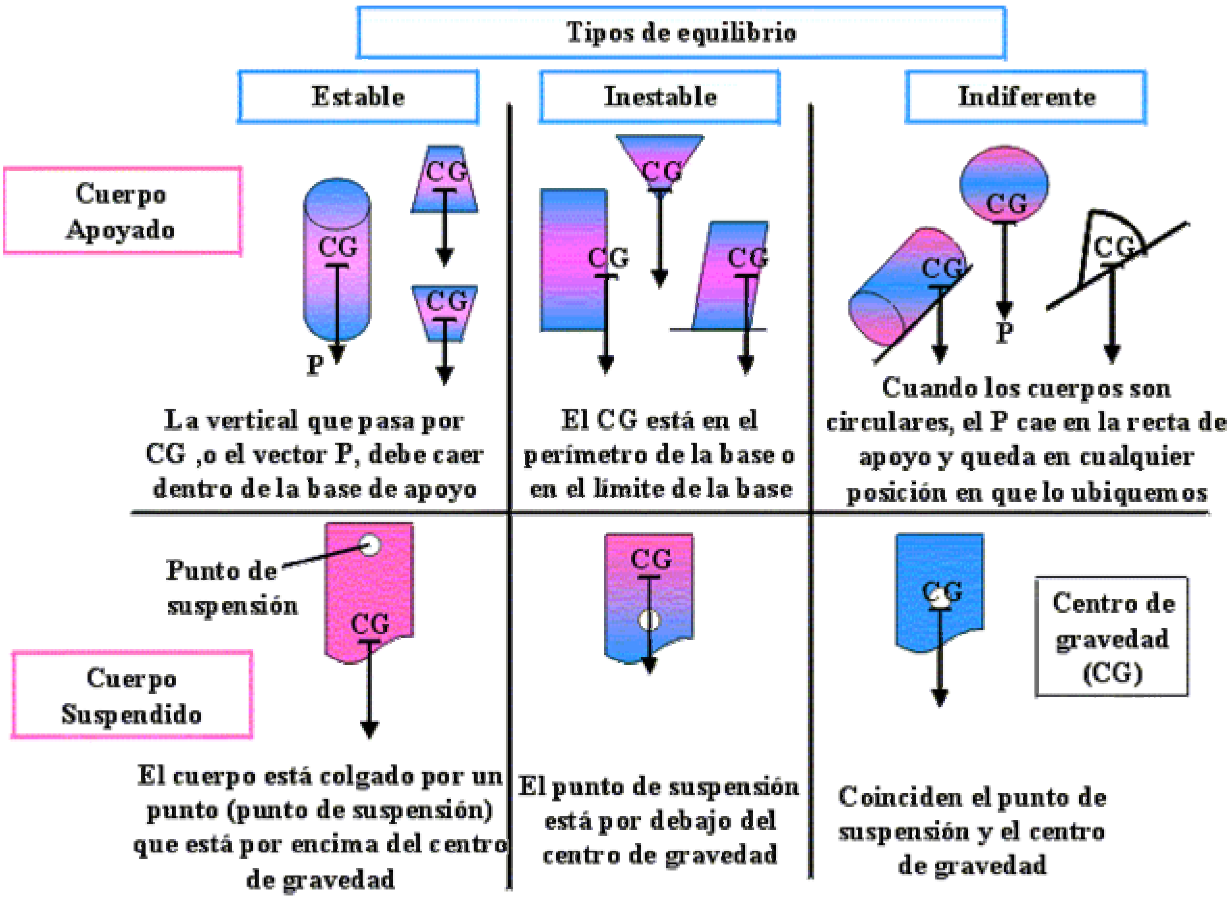
$$\sum \vec{F} = \vec{0} \;\; \Rightarrow \;\; \vec{a} = \vec{0}$$

Si la **aceleración** es nula; entonces es posible que el cuerpo esté en reposo o se mueve con velocidad constante.

$$\sum F_x = 0 \quad \Leftrightarrow \quad \sum F_y = 0$$

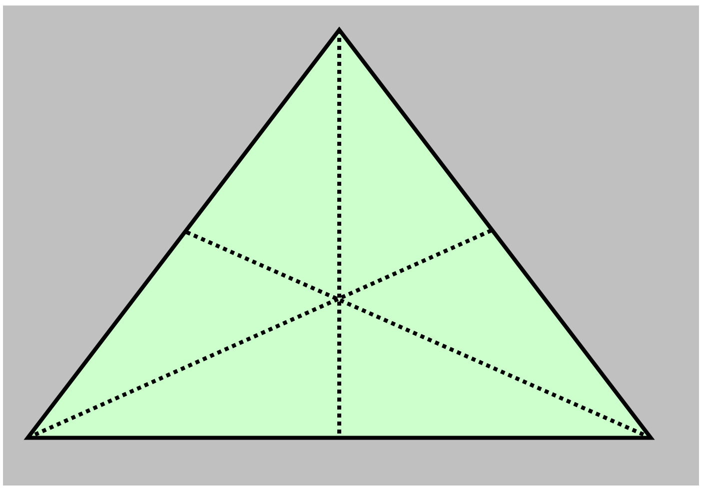
Si descomponemos las fuerzas sobre los ejes cartesianos, debe cumplirse que la sumatoria de las fuerzas en cada eje debe ser nula.

23. CENTRO DE GRAVEDAD: es aquel punto geométrico ubicado dentro o fuera del cuerpo, por el cual pasa la línea de acción de la fuerza resultante, de las fuerzas de gravedad que actúan sobre cada una de las partículas que forman el cuerpo. El centro de gravedad es el punto donde actúa el peso del cuerpo.

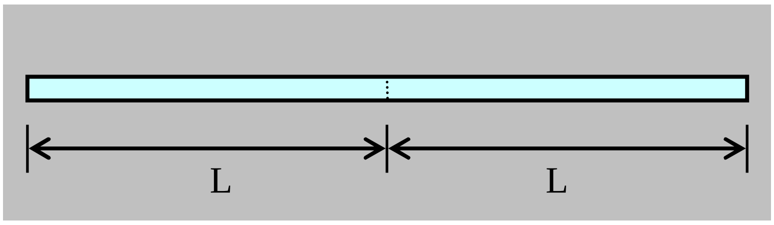


CENTRO DE GRAVEDAD DE FIGURAS SIMPLES:

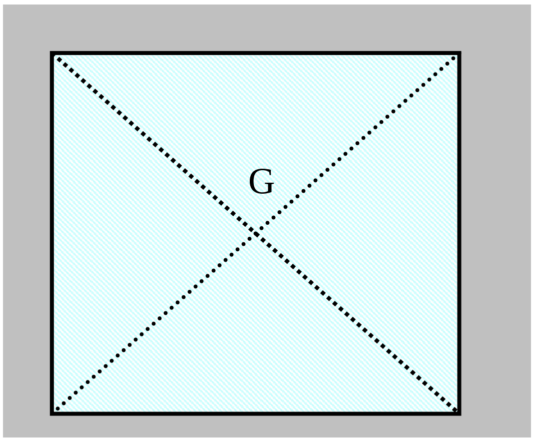
(1) El centro de gravedad de un placa triangular se encuentra en la intersección del as medianas, es decir el baricentro.



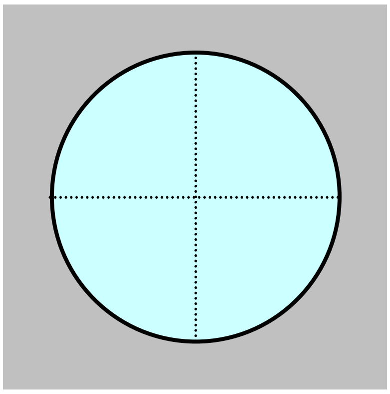
(2) El centro de gravedad de una barra homogénea se encuentra en el punto medio de la barra.



(3) El centro de gravedad de una placa rectangular homogénea se encuentra en la intersección de las diagonales.



(4) El centro de gravedad de un círculo homogéneo se encuentra en su centro geométrico.

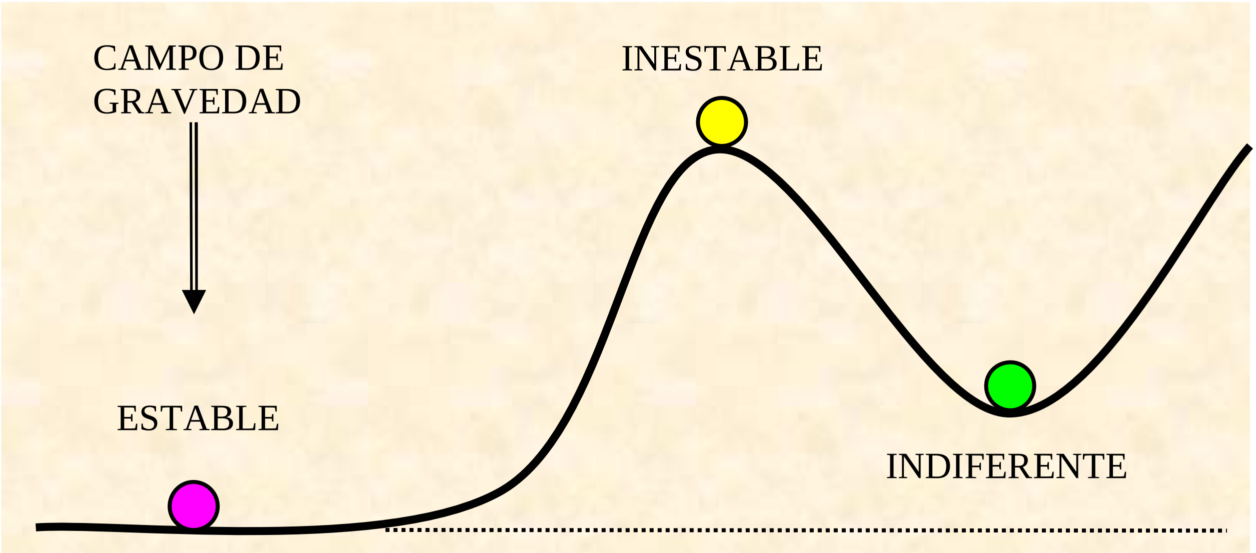


24. TIPOS DE EQUILIBRIO

Equilibrio estable: equilibrio en el que un cuerpo, ligeramente desplazado de su posición inicial, tiende a volver a ella.

Equilibrio inestable: equilibrio en el que un cuerpo separado de su posición, no la recupera. Es decir, si las fuerzas hacen que el cuerpo continúe moviéndose hasta una posición distinta cuando se desplaza, como ocurre con una varita en equilibrio sobre su extremo.

Equilibrio indiferente: equilibrio en el que un cuerpo, ligeramente apartado de su posición de equilibrio, permanece en equilibrio en su nueva posición. Por ejemplo, una esfera

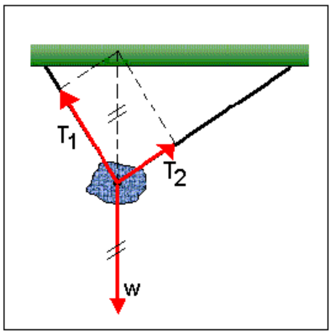


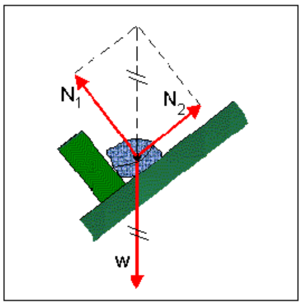
25. DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE (D.C.L.)

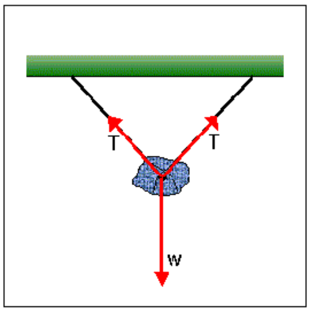
ES EL GRÁFICO DE UN CUERPO O SISTEMA, EL CUAL SE REPRESENTA EN FORMA AISLADA DONDE SE SEÑALAN LAS FUERZAS EXTERNAS QUE ACTÚAN SOBRE EL CUERPO O SISTEMA.

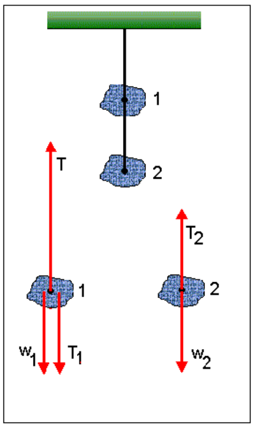
En un diagrama de cuerpo libre se grafican solamente fuerzas externas al cuerpo o sistema de cuerpos. Las fuerzas internas al cuerpo o sistema se anulan entre si.
Es aquel gráfico que muestra imaginariamente en forma aislada a un cuerpo o sistema, con todas las fuerzas actuantes, trazadas con el siguiente criterio:

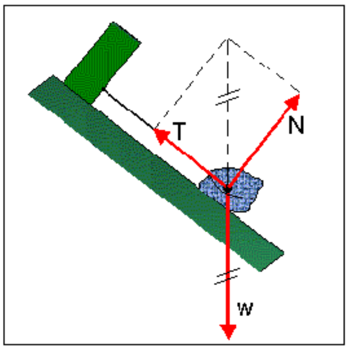
(1) La fuerza de gravedad (W) será trazado siempre verticalmente hacia abajo y estará localizado en el centro geométrico del cuerpo si este es de masa homogénea, de lo contrario se nos tendrá que especificar.
(2) La fuerza de rozamiento o fricción, será trazada opuesta a la tendencia al movimiento siempre que la superficie sea rugosa o en todo caso si el problema no especifica el tipo de superficie.
(3) Las tensiones y compresiones serán graficadas.
(4) Las reacciones en los puntos de apoyo serán graficadas previa separación de las superficies en contacto y teniendo en cuenta si la superficie es lisa o rugosa.
(5) Las fuerzas externas serán graficadas tal como aparece o se menciona en el problema, pudiendo, inclusive, prolongarse su línea de acción.

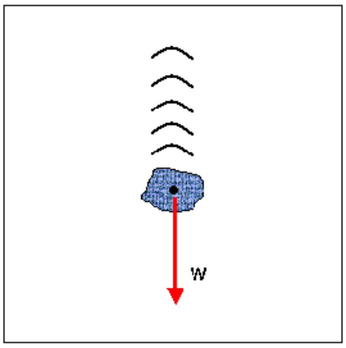


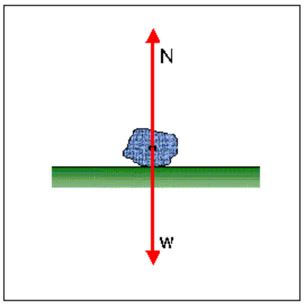




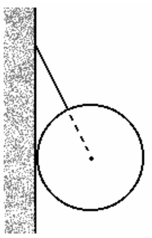
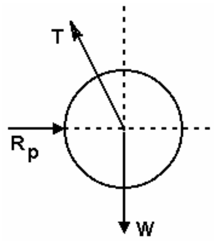




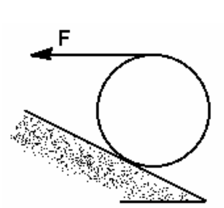


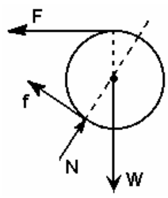


01.- Realizar el D.C.L de la esfera homogénea, siendo la pared lisa

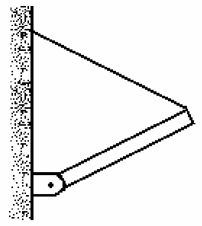



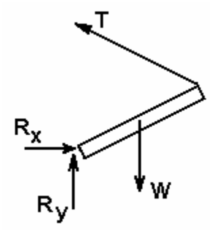
02.- Realizar el D.C.L de la esfera homogénea, si esta en un plano inclinado rugoso.





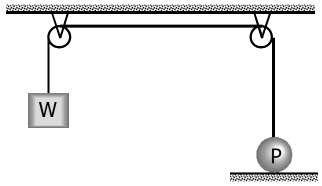
03.- Realizar el D.C.L de la barra homogénea





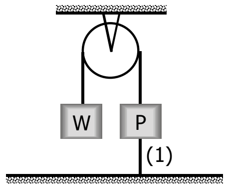
EJERCICIOS

1. La figura muestra dos cuerpos W = 1,5 kg y P = 3,5 kg, en reposo. Determine el módulo de la tensión en la cuerda. No hay rozamiento. (g = 10 m/s^2)



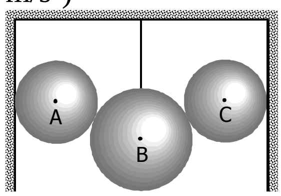
A) 10 N B) 15 N C) 40 N D) 45 N E) 50 N

2. La figura muestra dos cuerpos W = 6,5 kg y P = 3,5 kg, en reposo. Determine el módulo de la tensión en la cuerda (1). No hay rozamiento. (g = 10 m/s^2)



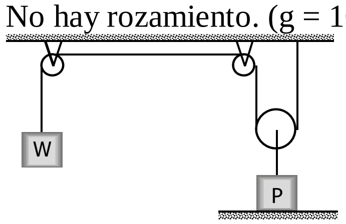
A) 10 N B) 20 N C) 30 N D) 40 N E) 50 N

3. La figura muestra tres cuerpos A = 4,5 kg, B = 6 kg y C = 4,5 kg, en reposo. Determine el módulo de la tensión en la cuerda vertical. No hay rozamiento. (g = 10 m/s^2)



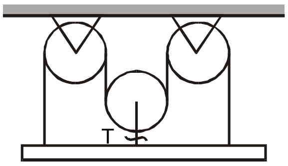
A) 60 N B) 120 N C) 130 N D) 140 N E) 150 N

4. La figura muestra dos cuerpos W = 2 kg y P = 7 kg, en reposo. Si la polea tiene masa despreciable, determine el módulo de la fuerza de reacción del piso sobre el bloque P. No hay rozamiento. (g = 10 m/s^2)



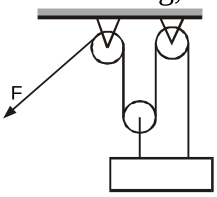
A) 10 N B) 20 N C) 30 N D) 40 N E) 50 N

5. El bloque de 20 kg se encuentra en equilibrio. Si la cantidad de masa de la polea móvil es 4 kg, determinar el módulo de la tensión en la cuerda T. (g = 10 m/s^2)



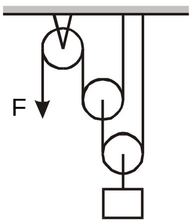
A) 80 N B) 90 N C) 100 N D) 120 N E) 60 N

6. El bloque de 20 kg se encuentra en equilibrio. Si la cantidad de masa de la polea móvil es 4 kg, determinar el módulo de la fuerza F. (g = 10 m/s^2)



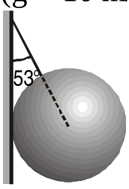
A) 80 N B) 90 N C) 100 N D) 120 N E) 60 N

7. El bloque de 9 kg se encuentra en equilibrio. Si la cantidad de masa de cada polea móvil es 1 kg, determinar el módulo de la fuerza F. (g = 10 m/s^2)



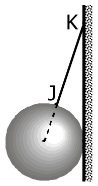
A) 3 N B) 30 N C) 50 N D) 20 N E) 10 N

8. La figura muestra una esfera apoyada en una pared vertical, en equilibrio. Si el módulo de la tensión en la cuerda es 40 N, determine la cantidad de masa de la esfera. (g = 10 m/s^2)



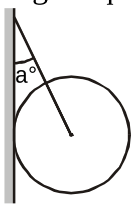
A) 10 N B) 12 N C) 24 N D) 20 N E) 60 N

9. La figura muestra una esfera de 5 kg apoyada en una pared vertical, en equilibrio. Si el módulo de la tensión en la cuerda JK es 130 N, determine el módulo de la fuerza de reacción de la pared sobre la esfera. (g = 10 m/s^2)



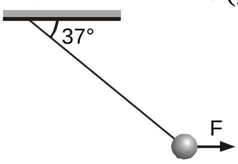
A) 110 N B) 120 N C) 124 N D) 130 N E) 160 N

10. La figura muestra una esfera de 3 kg apoyada en una pared vertical, en equilibrio. Si el módulo de la tensión en la cuerda es 50 N, determine la medida del ángulo que forma la cuerda con la pared vertical. ($g = 10\ m/s^2$)



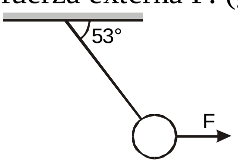
A) 37° B) 53° C) 30° D) 60° E) 20°

11. La figura muestra una esfera de 6 kg en reposo. Determine el módulo de la fuerza externa F. ($g = 10\ m/s^2$)



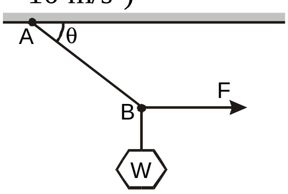
A) 30 N B) 40 N C) 50 N D) 70 N E) 80 N

12. La figura muestra una esfera de 8 kg en reposo. Determine el módulo de la fuerza externa F. ($g = 10\ m/s^2$)



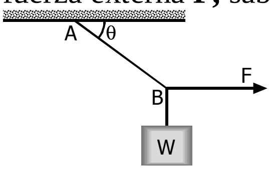
A) 30 N B) 40 N C) 60 N D) 70 N E) 80 N

13. La figura muestra un bloque de 3 kg en equilibrio. Conociendo la fuerza externa **F** = 40 **i** (N), determine la medida del ángulo θ que define la posición de equilibrio. ($g = 10\ m/s^2$)



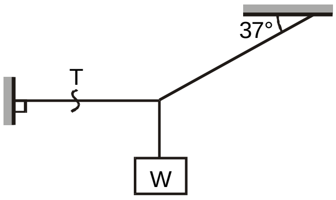
A) 37° B) 53° C) 30° D) 60° E) 20°

14. La figura muestra un bloque de 6 kg en equilibrio. Determinar el módulo de la fuerza externa **F,** sabiendo que θ = 45°. (g = 10 m/s^2)



A) 60 N B) 40 N C) 50 N D) 70 N E) 80 N

15. La figura muestra un bloque de 3 kg en equilibrio. Determine el módulo de la tensión en la cuerda horizontal. (g = 10 m/s^2)



A) 130 N B) 40 N C) 50 N D) 30 N E) 80 N

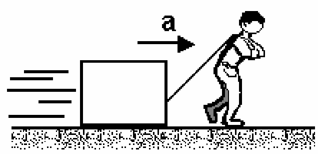
SEMANA 03: DINÁMICA Y ROZAMIENTO

DINÁMICA RECTILÍNEA

1. CONCEPTO: Una de las principales curiosidades del hombre ha sido, es y será el saber con certeza porqué se mueven los cuerpos. Descubrirlo tomo muchos años. Sin embargo, lo que mas impacto nos causa es el hecho de que el conocimiento de las leyes que lo explican pueden aplicarse tanto a cuerpos que están a nuestro alrededor como a los cuerpos celestes. El genio de Isaac Newton puso a nuestro alcance toda la comprensión de los movimientos a partir de sus causas, naciendo así la DINÁMICA. El trabajo de sus antecesores: Galileo, Kepler, Copérnico, Descartes, etc.; le permitió tener una buena base para sus estudios, que culminaron en "Las Tres Leyes de Newton".

2. FUERZA Y MOVIMIENTO:

Según el pensamiento Aristotélico, se supo que los cuerpos se movían gracias a la existencia permanente de una fuerza en la dirección del movimiento. Así, un borrador que se impulsa sobre una mesa se detiene inmediatamente después que dejamos de empujarlo. De acuerdo con Galileo, los cuerpos impulsados como el del ejemplo anterior se detienen como consecuencia de recibir una fuerza de rozamiento por parte del piso, de manera que en un piso liso y horizontal el borrador nunca se detendría, y ello se debe a que posee INERCIA. Sin embargo, ¿qué le sucede a la velocidad del borrador en la figura, donde a pesar de no existir rozamiento aplicamos una fuerza?



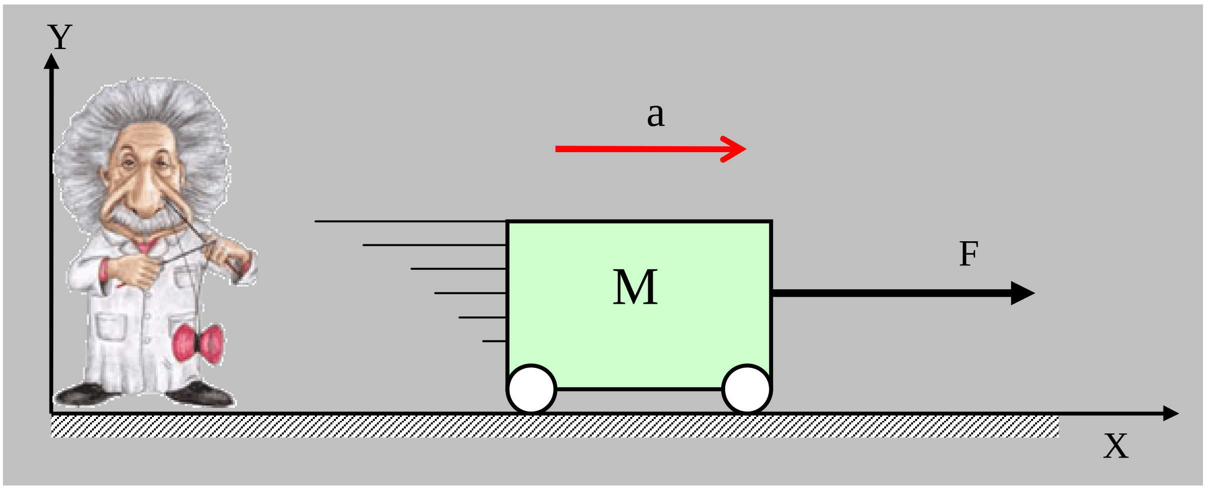
3. SISTEMA DE REFERENCIA INERCIAL: Se denomina de este modo al sistema de referencia que se encuentra fijo a la Tierra (reposo relativo) o se mueve con velocidad constante en linea recta respecto a otro sistema de referencia fijo a la Tierra.

4. SEGUNDA LEY DE NEWTON O LEY DE ACELERACIÓN

Sir Isaac Newton descubrió que un cuerpo sometido a una fuerza resultante F no nula presenta siempre una velocidad variable; esto es, el cuerpo experimenta una aceleración. Sus observaciones y experimentos le permitieron establecer la siguiente ley: "Toda fuerza resultante desequilibrada que actúe sobre un cuerpo le produce una aceleración que será de la misma dirección y sentido que aquella, y su valor será directamente proporcional con la fuerza, pero inversamente proporcional con su masa".

"Toda fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo, originará en él una aceleración en su misma dirección".

F = Fuerza resultante (N) M = masa (kg) a = aceleración (m/s^2)



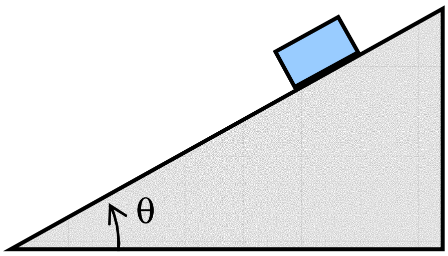
$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{RESULTANTE}}{M} \Rightarrow \vec{F}_{RESULTANTE} = M.\vec{a}$$

"Si la fuerza resultante diferente de cero actúa sobre un cuerpo, entonces este acelera necesariamente. La aceleración que adquiere es directamente proporcional a ala fuerza resultante e inversamente proporcional a la masa del cuerpo. Además la fuerza resultante y la aceleración tienen la misma dirección".

5. FUERZA DE GRAVEDAD: En una magnitud física vectorial. Se define como la fuerza resultante que ejerce la Tierra sobre los cuerpos que lo rodean. Se representa por un vector vertical hacia abajo que indica en todo instante al centro de la Tierra. Analizando el movimiento de caída libre, la fuerza resultante es la "fuerza de gravedad" (W) sobre el cuerpo y la aceleración (a = g) es igual a la "aceleración de la gravedad".

$$F = m.a \quad \Rightarrow \quad W = m.g$$

EJEMPLO 01: Un bloque se encuentra sobre un plano inclinado perfectamente liso. Determine el módulo de la aceleración del bloque sobre el plano inclinado. (g: módulo de la aceleración de la gravedad)

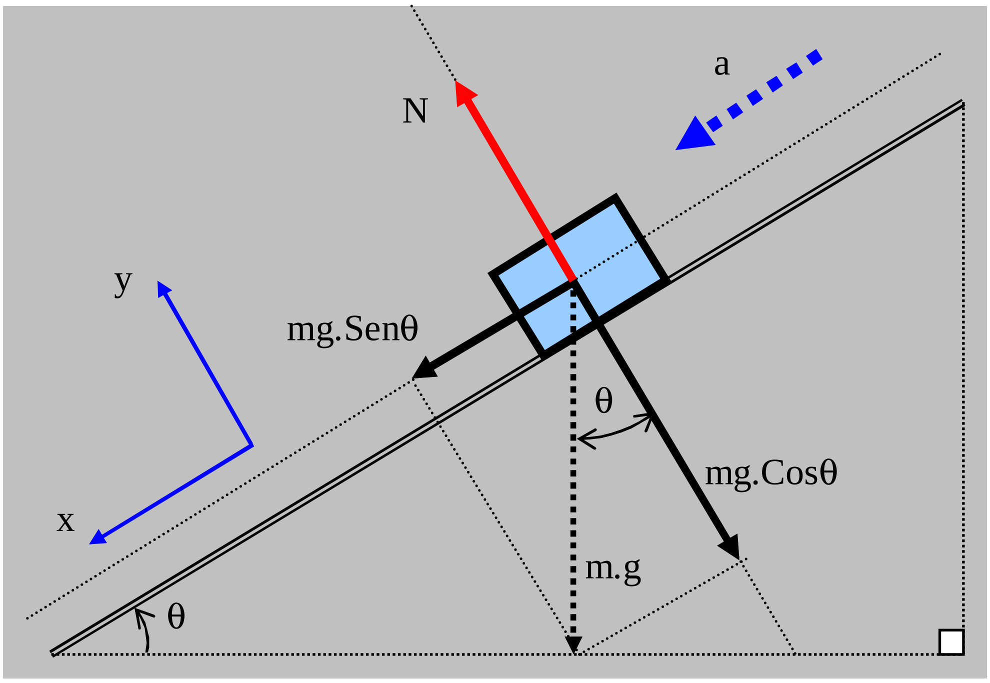


Resolución

Fijamos nuestro sistema de referencia sobre la Tierra y realizamos el diagrama de cuerpo libre del bloque. No hay movimiento en el eje Y, mientras que el bloque acelera en el eje X. Entonces aplicamos la segunda ley de Newton en el eje X.

$$\sum F_y = 0 \quad y \quad \sum F_x = m.a_x$$

$$m.g.Sen\theta = m.a_x \quad \Rightarrow \quad a_x = g.Sen\theta$$



Respuesta: el módulo de la aceleración sobre el plano es $g.Sen\theta$

6. UNIDAD DE FUERZA EN EL S.I.
La fuerza se mide en newton. Un *newton* es la fuerza resultante que actuando sobre un cuerpo de un kilogramo le produce aceleración de módulo de 1,0 m/s^2.

$$1{,}0\ newton = 1{,}0\ kg.m.s^{-2}$$

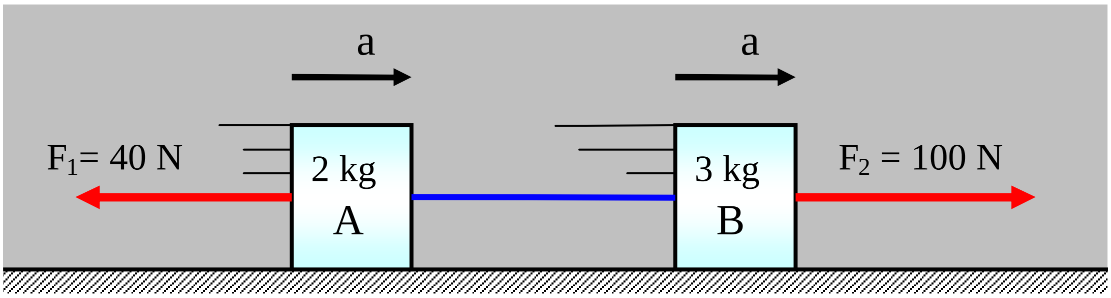
7. MÉTODO DE ATWOOD PARA DETERMINAR LA ACELERACIÓN
Teniendo en cuenta que las fuerzas internas en un cuerpo rígido no producen aceleración, entonces podemos determinar el módulo de la aceleración de un conjunto de cuerpos que tienen común el módulo de la aceleración.

$$a = \frac{\sum fuerzas\ en\ favor\ del\ mov. - \sum fuerzas\ en\ contra\ del\ mov.}{\sum masas}$$

Pasos a seguir:
(1) Se hace el diagrama del cuerpo libre de u sistema de cuerpos.
(2) Se grafican solamente fuerzas externas al sistema. No se grafican las fuerzas internas al sistema.
(3) Todos cuerpos involucrados deben ten el mismo modulo de aceleración.
(4) La fuerza resultante se obtiene de la diferencia, fuerzas a favor del movimiento menos las fuerzas en contra del movimiento.
(5) En el denominador siempre se coloca la masa total del sistema, es decir se coloca siempre la suma de masas de los cuerpos en movimiento.

George Atwood*, ingeniero británico que debido a su experiencia docente, estableció ciertas reglas prácticas para determinar el módulo de la aceleración de un conjunto de cuerpos que se encuentran en movimiento.*

EJEMPLO 02: Se muestra dos bloques A y B de masas 3 kg y 2 kg. Sabiendo que no existe rozamiento. Determinar el módulo de la aceleración de los bloques.



Resolución

Aplicamos el método de *George Atwood*, para determinar el módulo de la aceleración:

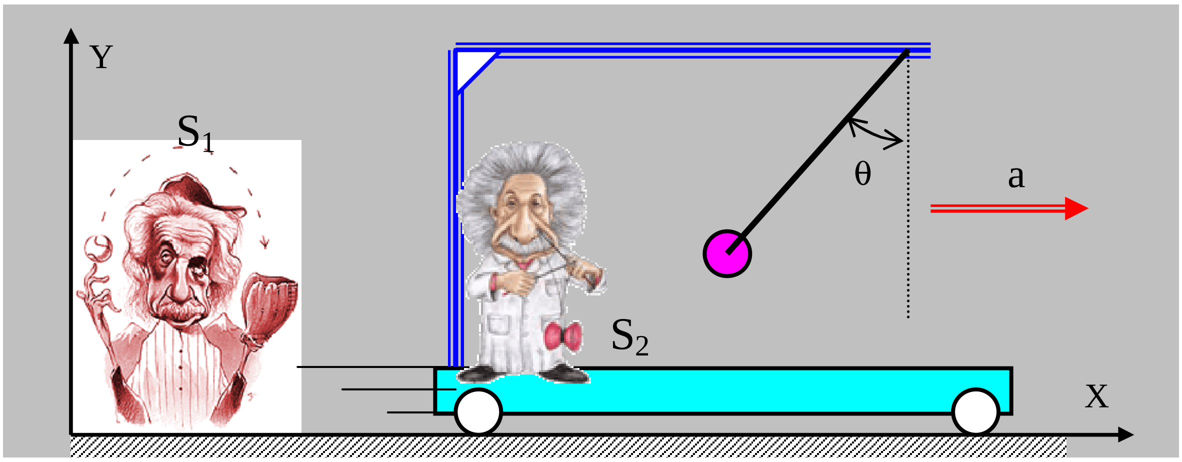
$$a = \frac{F_1 - F_2}{m_A + m_B}$$

Reemplazando tenemos: $a = \dfrac{100\,N - 40\,N}{2\,kg + 3\,kg} = \dfrac{60\,N}{5\,kg} = 12\ m.s^{-2}$

Respuesta: el módulo de la aceleración de los bloques es 12 m/s^2.

8. SISTEMA DE REFERENCIA NO INERCIAL (S_2)

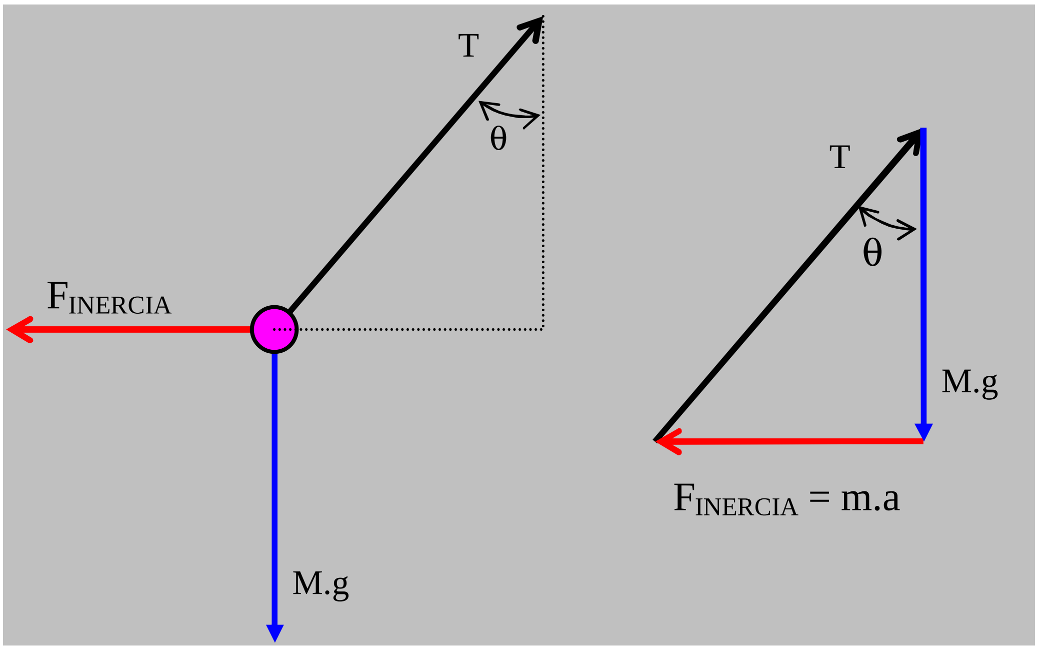
Es aquel sistema de referencia (**S_2**) con movimiento acelerado o desacelerado respecto a otro (respecto de la Tierra **S_1**). El sistema de referencia no inercial puede tener aceleración tangencial y/o aceleración centrípeta.



9. PRINCIPIO D' ALAMBERT Y LA FUERZA DE INERCIA

Para el observador **S_2** (no inercial) la esfera suspendida en el techo del vagón se encuentra en reposo relativo. Por consiguiente la fuerza resultante es NULA. El método de D' Alambert consiste en agregar una fuerza de INERCIA para producir el equilibrio relativo. Convencionalmente la **fuerza de inercia** tiene dirección contraria (opuesto) de la aceleración del sistema.

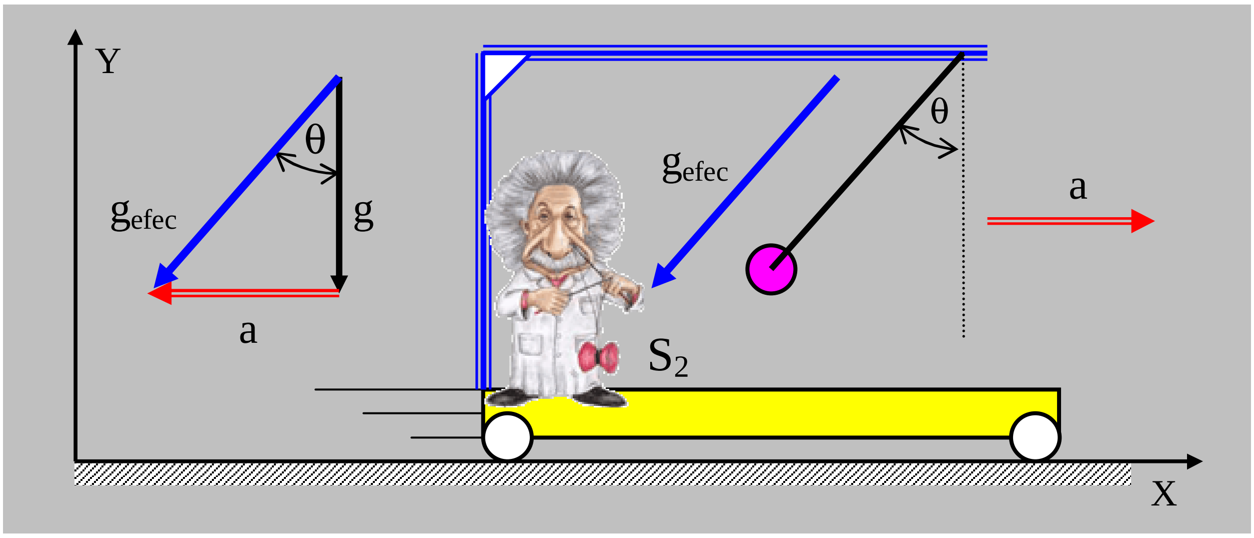
$$\vec{F}_{INERCIA} = -m.\vec{a}$$



10. PRINCIPIO DE EQUIVALENCIA Y GRAVEDAD EFECTIVA

En el interior del sistema acelerado se genera una gravedad local cuya intensidad se denomina gravedad efectiva. La intensidad del campo local se obtiene adicionando la gravedad que genera la Tierra $\vec{g}$ más la aceleración del sistema pero con dirección opuesta $(-\vec{a})$.

Expresión vectorial para la gravedad efectiva: $\vec{g}_{efectiva} = \vec{g} + (-\vec{a})$



Aplicado el teorema de Pitágoras al triángulo rectángulo de aceleraciones:

Módulo de la gravedad efectiva: $g_{efectiva} = \sqrt{g^2 + a^2}$

El principio de equivalencia es una continuidad del principio de D'Alambert (fuerza de inercia). La fuerza de inercia fue propuesto por los físicos franceses D'Alambert y Lagrange (1850) y el Principio de Equivalencia fue desarrollado por Albert Einstein (1915) como una proposición que constituye la base del Principio General de la Relatividad.

11. EL PESO ES RELATIVO:

Un hombre de masa **m** se encuentra parado sobre una balanza en el interior de un ascensor en movimiento.

(1) Si el ascensor sube o baja con velocidad constante, la lectura en la balanza es:

P = m.g.

(2) Si el ascensor sube con aceleración constante a (acelerado), la lectura en la balanza es:

P = m(g + a)

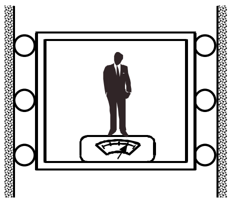
(3) Si el ascensor baja con aceleración constante a (acelerado), la lectura en la balanza es:

P = m(g - a)

(4) Si el ascensor baja con aceleración constante a = g (acelerado), la lectura en la balanza es:

P = 0. **La lectura en la balanza en nula.**

EJEMPLO 01: Dentro de un ascensor se encuentra un hombre de masa 50 kg. Si el ascensor asciende con aceleración 2 **j** (m/s^2), determine el módulo de la fuerza de reacción entre el piso y los zapatos del hombre (en N). ($\vec{g} = -10\,\hat{j}$ m/s^2)



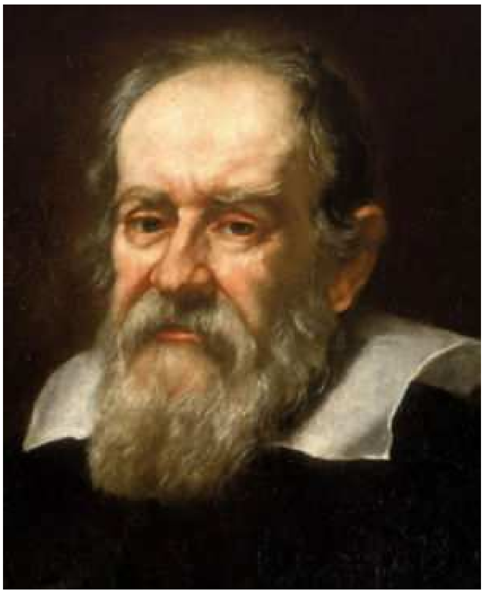
Resolución

El ascensor sube acelerando con módulo de 2 m/s^2. Entonces si el ascensor sube con aceleración constante a (acelerado), la lectura en la balanza es:

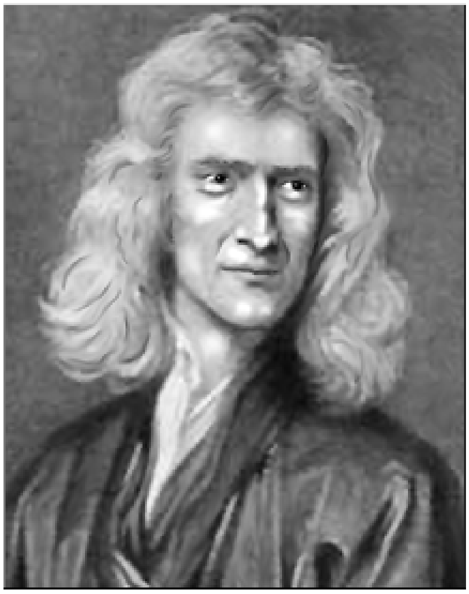
$$P = m(g - a) \Rightarrow P = 50(10 + 2) = 600 \ N$$

Respuesta: La lectura en la balanza es 600 N.

12. **GALILEO GALILEI (1564 - 1462),** físico y astrónomo italiano que, junto con el astrónomo alemán Johannes Kepler, comenzó la revolución científica que culminó con la obra del físico inglés Isaac Newton. Su nombre completo era Galileo Galilei, y su principal contribución a la astronomía fue el uso del telescopio para la obnservación y descubrimiento de las manchas solares, vales y montañas lunares, los cuatro satélites de Júpiter y las fases de Venus. En el campo de la física descubrió las leyes que rigen la caida libre de los cuerpos y el movimiento de los proyectiles. En la historia de la cultura, Galileo se ha convertido en el símbolo de la lucha contra la autoridad y de la libertad en la investigación. Nació cerca de Pisa el 15 de Febrero de 1564. Su padre, Vincenzo Galilei, ocupó un lugar destacado en la revolución musical que supuso el paso de la polifonía medieval a la modulación armónica. Del mismo modo que Vincenzo consideraba que las teorías rígidas impedían la evolución hacia nuevas formas musicales, su hijo mayor veía la teología física de Aristóteles como un freno a la investigación científica. Galileo estudió con los monjes en Vallombroso y en 1581 ingresó en la Universidad de Pisa para estudiar medicina. Al poco tiempo cambió sus estudios de medicina por la filosofía y las matemáticas, abandonando la universidad en 1585 sin haber llegado a obtener el título.



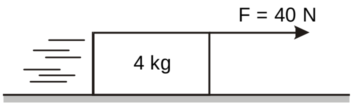
13. **ISAAC NEWTON (1643 – 1727),** genial físico y matemático inglés, uno de los celebres sabio en la historia de la humanidad. Newton formuló los principales conceptos y leyes de la mecánica, descubrió la ley de gravitación universal, creando por lo tanto un mundo científico que se mantuvo intacto hasta comienzo del siglo XX. Creó la teoría del movimiento de los cuerpos celestes (planetas y estrellas); explicó las principales particularidades de movimiento de la Luna; dio explicación a las mareas. En la óptica, a Newton se deben los admirables descubrimientos que facilitaron el desarrollo impetuoso de esta rama de la física. Estableció un auténtico método matemático de investigación del cálculo diferencial e integral. Esto influenció enormemente en todo el desarrollo ulterior de la física, facilitando la aplicación de los métodos matemáticos en ella. Isaac Newton nace el 25 de



diciembre de 1643, un después del fallecimiento de Galileo Galilei.

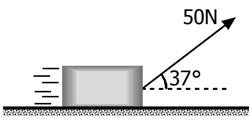
EJERCICIOS

1. Se muestra un bloque de 4 kg en movimiento sobre una superficie horizontal lisa. Si sale del reposo en t = 0 s, ¿qué distancia avanza en los primeros 20 segundos?



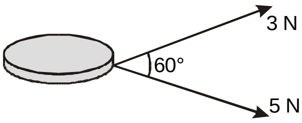
A) 20 m B) 200 m C) 2 km D) 20 km E) 200 km

2. Se muestra un bloque de 8 kg en movimiento sobre una superficie horizontal lisa. Si sale del reposo en t = 0 s, ¿qué distancia avanza en los primeros 10 segundos?



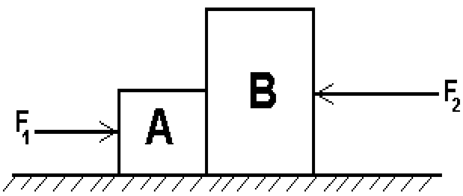
A) 200 m B) 250 m C) 2 km D) 25 km E) 250 km

3. Se muestra un bloque de 3,5 kg en movimiento sobre una superficie plana horizontal lisa. Si sale del reposo en t = 0 s, ¿qué distancia avanza en los primeros 15 segundos?



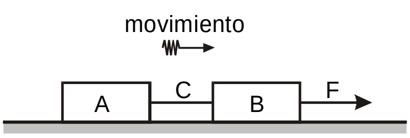
A) 225 m B) 250 m C) 2 km D) 25 km E) 250 km

4. Se muestra los bloques A = 2 kg y B = 8 kg, en movimiento sobre un superficie que no ofrece rozamiento. Sabiendo que F_1 = 40 N y F_2 = 100 N, determine el módulo de la fuerza de reacción entre los bloques A y B.



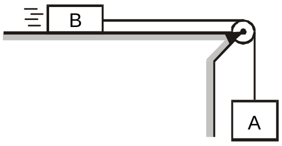
A) 42 N B) 52 N C) 62 N D) 32 N E) 22 N

5. Se muestra dos bloques A = 2 kg y B = 3 kg en movimiento sobre la superficie plana horizontal lisa. Si el módulo de la fuerza es F = 120 N, determine el módulo de la tensión en la cuerda C.



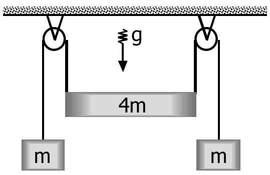
A) 24 N B) 48 N C) 72 N D) 144 N E) 120 N

6. Se muestra los bloques A = 2 kg y B = 3 kg en movimiento, sin rozamiento. Determine el modulo de la tensión en l acuerda que une los bloques. (g = 10 m/s^2)



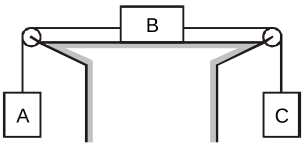
A) 36 N B) 18 N C) 22 N D) 14 N E) 12 N

7. Se muestra un sistema de bloques en movimiento, libre de rozamiento. Determine el módulo de la aceleración del bloque de mayor masa (en m/s^2). (g = 9,8 m/s^2)



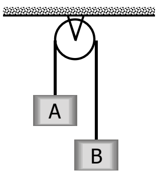
A) g/2 B) g/3 C) g/4 D) g/5 E) g/6

8. Se muestra tres bloques en movimiento, sin rozamiento. Si A = 2 kg, B = 3 kg y C = 5 kg, determine el módulo de la tensión en la cuerda que une los bloquea B y C. (g = 10 m/s^2)



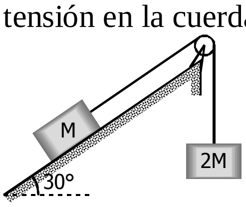
A) 15 N B) 20 N C) 25 N D) 35 N E) 40 N

9. Se muestra los bloques A = 3 kg y B = 7 kg, en movimiento, sin rozamiento. Determine el módulo de la tensión en la cuerda que une a los bloques. (g = 10 m/s^2)



A) 24 N B) 42 N C) 36 N D) 28 N E) 30 N

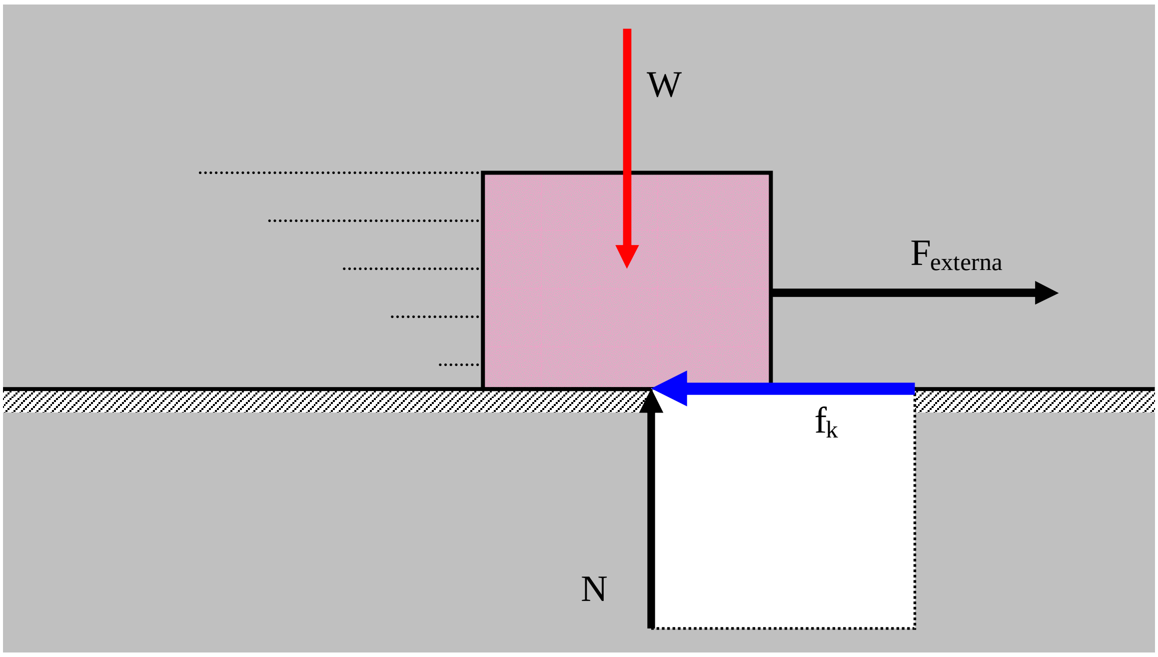
10. Se muestra dos bloques en movimiento, sin rozamiento. Si M = 1 kg, determine la tensión en la cuerda que une a los bloques. (g = 10 m/s^2)



A) 5 N B) 7 N C) 10 N D) 15 N E) 30 N

ROZAMIENTO O FRICCIÓN

1. **Fuerza de Rozamiento:** Cuando un cuerpo se pone en contacto con otro y se desliza o intenta resbalar respecto a él, se generan fuerzas de oposición a estos movimientos, a los que llamamos fuerzas de fricción o de rozamiento. La naturaleza de estas fuerzas es electromagnética y se generan por el hecho de que las superficies en contacto tienen irregularidades (deformaciones), las mismas que al ponerse en contacto y pretender deslizar producen fuerzas predominantemente repulsivas. La fuerza de rozamiento es una componente de la resultante de estas fuerzas, su línea de acción es paralela a las superficies, y su sentido es opuesto al del movimiento relativo de los cuerpos. Debido a su compleja naturaleza, el cálculo de la fuerza de rozamiento es hasta cierto punto empírico. Sin embargo, cuando los cuerpos son sólidos, las superficies en contacto son planas y secas, se puede comprobar que estas fuerzas dependen básicamente de la fuerza de reacción Normal (N), y son aproximadamente independientes del área de contacto y de velocidad relativa del deslizamiento.



2. **Fuerza de Rozamiento Estático (f_S)**:
Este tipo de fuerza aparece cuando los cuerpos en contacto no deslizan. Su valor máximo se presenta cuando el deslizamiento es inminente, y el mínimo cuando la intención de movimiento es nula

$$0 \leq f_s \leq f_{s(max)} \quad \Rightarrow \quad f_{s(max)} = \mu_s .N$$

3. **Fuerza de Rozamiento Cinético (f_k):** Estas fuerzas se presentan cuando las superficies en contacto se deslizan una respecto a la otra. Su valor es prácticamente constante, y vienen dados así: $f_k = \mu_k .N$

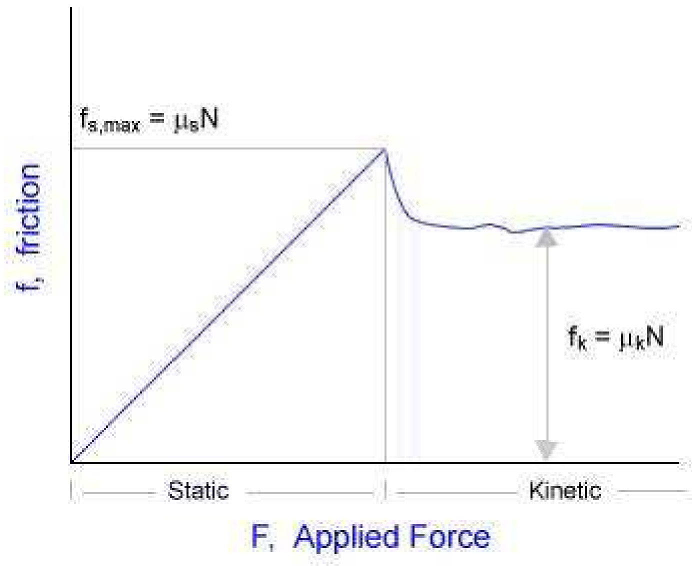
μ_s : Coeficiente de rozamiento estático
μ_k : Coeficiente de rozamiento cinético

4. **Coeficiente de Fricción (μ):** el valor de "μ" representa de un modo indirecto el grado de aspereza o deformación común que presentan las superficies secas de dos cuerpos en contacto. Así mismo, "μ" depende de los materiales que forman las superficies.

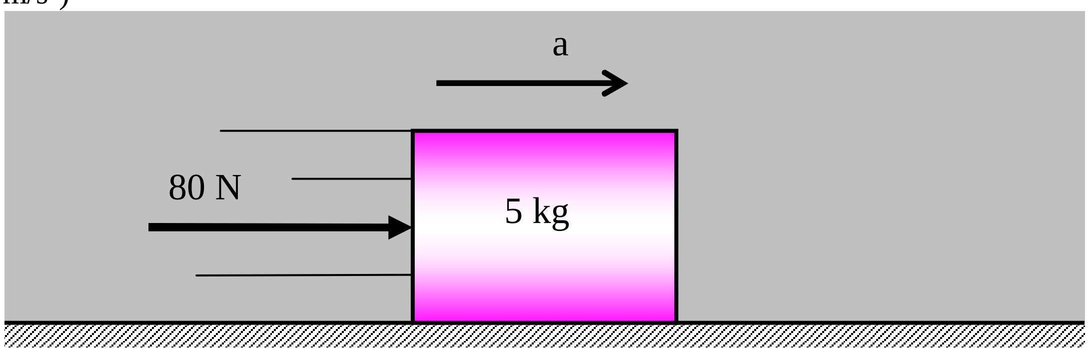
$$\mu_k < \mu_s$$

μ : *cantidad adimensional*

5. **GRAFICA FUERZA EXTERNA VERSUS FUERZA DE ROZAMIENTO:** El módulo de la fuerza de rozamiento estático varía linealmente respecto de la fuerza externa aplicada al cuerpo. También observamos que el módulo de la fuerza rozamiento cinético es prácticamente constante.



EJEMPLO 01: Se muestra un bloque de 5 kg sobre una superficie áspera donde el coeficiente de rozamiento cinético es 0,4. Si la fuerza horizontal constante que actúa sobre el bloque tiene módulo 80 N, determinar el módulo de la aceleración. (g = 10 m/s^2)



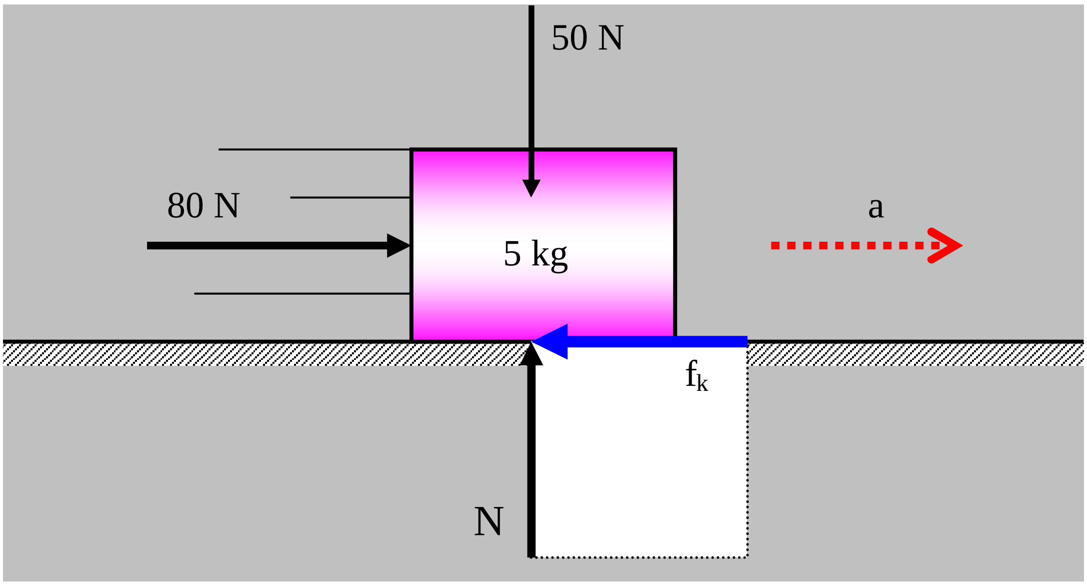
Resolución

Fijamos nuestro sistema de referencia sobre la Tierra y realizamos el diagrama de cuerpo libre del bloque. No hay movimiento en el eje Y, mientras que el bloque acelera en el eje X. $\sum F_y = 0 \quad y \quad \sum F_x = m.a_x$

Cálculo de la reacción Normal: $\sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad N = m.g$

Cálculo de la fuerza de rozamiento: $f_k = \mu_k.N \quad \Rightarrow \quad f_k = \mu_k.m.g$

$f_k = (0{,}4).(5).(10) = 20\ N$



Entonces aplicamos la segunda ley de Newton en el eje X.

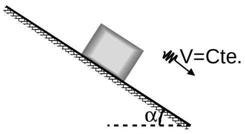
$$\sum F_x = m.a_x \quad \Rightarrow \quad F - f_k = m.a_x$$

$$80 - 20 = (5).a_x \quad \Rightarrow \quad a_x = 12\ m.s^{-2}$$

Respuesta: el módulo de la aceleración es 12,0 m/s^2.

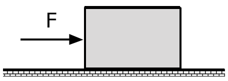
EJERCICIOS

1. El bloque de 500 gramos de mueve con velocidad constate. Si el coeficiente de rozamiento es 0,75; determine la medida del ángulo θ.($\vec{g} = -10\hat{j}$ m/s^2)



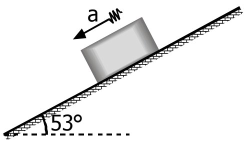
A) 30° B) 37° C) 45° D) 53° E) 60°

2. Sobre un cuerpo de 5 kg actúa una fuerza constante de F = 40 **i** N. Si el coeficiente de rozamiento cinético entre el bloque y la superficie es 0,2; calcular la aceleración (en m/s^2) ($\vec{g} = -10\hat{j}$ m/s^2)



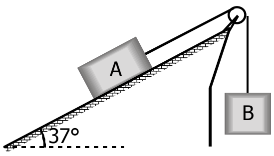
A) 2 **i** B) 3 **i** C) 4 **i** D) 5 **i** E) 6 **i**

3. El bloque se desliza sobre el plano inclinado. Si el coeficiente de rozamiento cinético entre el bloque y la tabla es 0,5; calcular el módulo de la aceleración (en m/s^2) ($\vec{g} = -10\hat{j}$ m/s^2)



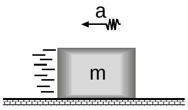
A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) N.A.

4. L a figura muestra dos bloques A y B de 4 kg y 1 kg respectivamente. Si el coeficiente de rozamiento cinético entre el bloque A y la superficie es 0,2; calcular el módulo de la aceleración (en m/s^2) del bloque A. ($\vec{g} = -10\hat{j}$ m/s^2)



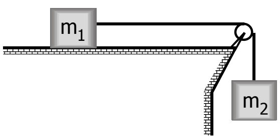
A) 1,52 B) 2,4 C) 3,6 D) 4,8 E) N.A.

5. El bloque de 2 kg se mueve por inercia sobre un a superficie horizontal. Si el coeficiente de rozamiento cinético es 0,65; calcular la aceleración (en m/s^2) del bloque. ($\vec{g} = -10\hat{j}$ m/s^2)



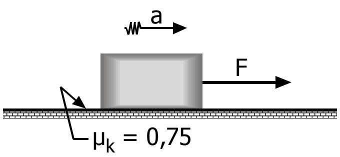
A) -6,5 **i** B) -7,5 **i** C) -8,5 **i** D) -5,5 **i** E) -4,5 **i**

6. La figura muestra dos bloques m_1 = 4 kg y m_2 = 6 kg. Si el coeficiente de rozamiento cinético entre m_1 y la superficie es 0,5, calcular la aceleración (en m/s^2) de m_1. ($\vec{g} = -10\hat{j}$ m/s^2)



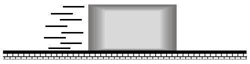
A) 2 **i** B) 3 **i** C) 4 **i** D) 5 **i** E) 6 **i**

7. Sobre un cuerpo de 4 kg actúa una fuerza constate **F** = 70 **i** N. Si el coeficiente de rozamiento cinético es 0,75, calcular la aceleración (en m/s^2). ($\vec{g} = -10\hat{j}$ m/s^2)



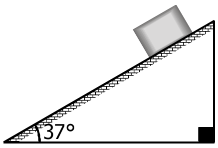
A) 5 **i** B) 10 **i** C) 14 **i** D) 15 **i** E) 16 **i**

8. El bloque de 4 kg se mueve por inercia sobre un a superficie horizontal. Si el coeficiente de rozamiento cinético es 0,35; calcular la aceleración (en m/s^2) del bloque. ($\vec{g} = -10\,\hat{j}$ m/s^2)



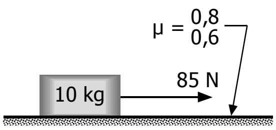
A) -2,5 **i** B) -3,5 **i** C) -4,5 **i** D) -5,5 **i**
E) -6,5 **i**

9. El bloque de 300 gramos se desliza sobre el plano inclinado. Si el coeficiente de rozamiento cinético entre el bloque y la tabla es 0,2; calcular el módulo de la aceleración (en m/s^2).
($\vec{g} = -10\,\hat{j}$ m/s^2)



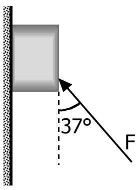
A) 2 B) 3 C) 4 D) 1 E) N.A.

10. El bloque de 10 kg se encuentra inicialmente en reposo. Si el coeficiente de rozamiento estático y cinético es 0,8 y 0,6 respectivamente, calcular la aceleración (en m/s^2). ($\vec{g} = -10\,\hat{j}$ m/s^2)



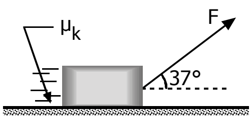
A) 1,2 **i** B) 1,5 **i** C) 1,8 **i** D) 2,5 **i**
E) 3,6 **i**.

11. Sobre un cuerpo de 5 kg actúa una fuerza constante de módulo F = 50 N. Si el coeficiente de rozamiento cinético es 0,1; calcular el módulo de la aceleración (en m/s^2) del bloque.
($\vec{g} = -10\,\hat{j}$ m/s^2)



A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) N.A.

11. Sobre el bloque de 5 kg actúa una fuerza constante de módulo F = 50 N. Si el coeficiente de rozamiento cinético es 0,1; calcular la aceleración (en m/s^2) del bloque.
($\vec{g} = -10\,\hat{j}$ m/s^2)



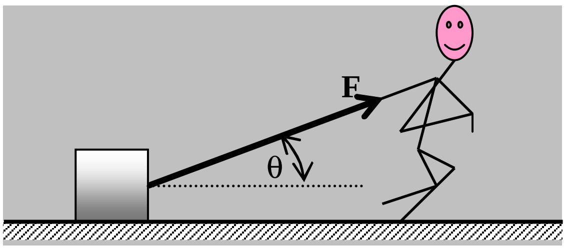
A) 2 **i** B) 3 **i** C) 4 **i** D) 5 **i** E) N.A.

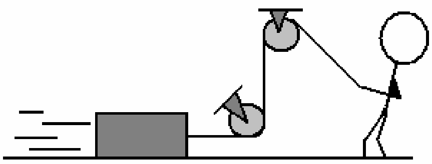
SEMANA 04: TRABAJO y POTENCIA

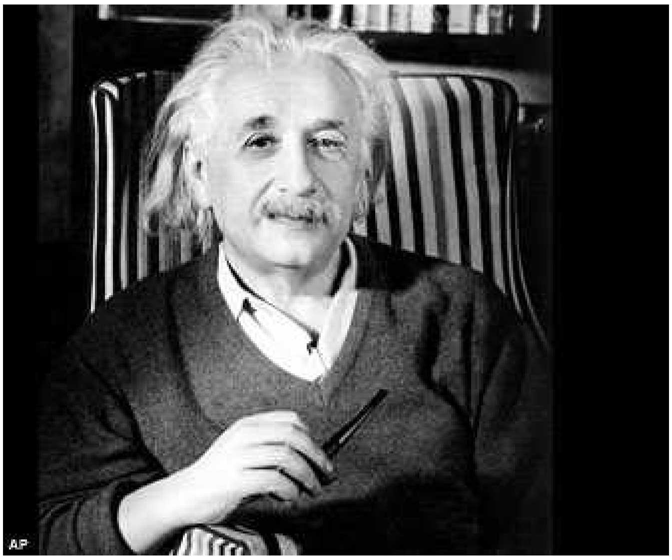
TRABAJO MECÁNICO

1. CONCEPTO DE TRABAJO

Por propia experiencia sabemos que necesitamos fuerza para alterar la rapidez de un objeto, para vencer el rozamiento, para comprimir un resorte, para moverse en contra de la gravedad; en cada caso debe realizarse trabajo. En tal sentido, el trabajo es vencer siempre una resistencia. Luego, entendemos por trabajo a la facultad que tienen l as fuerzas para generar movimiento venciendo siempre una resistencia, sea ésta una fuerza o bien la propia inercia de los cuerpos, y sólo habrá trabajo sobre un cuerpo si éste se desplaza a lo largo de la línea de acción de la fuerza aplicada.







Dialogo entre Juan (economista), Pedro (biólogo) y Pablo (físico), acerca del "Trabajo":

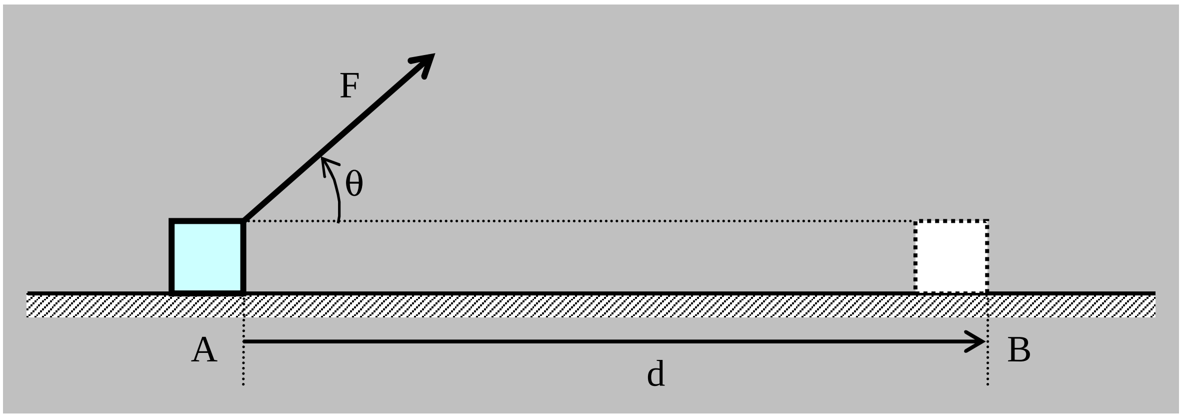
Juan dice: El trabajo el la actividad mas importante que realiza el hombre y la mujer. El trabajo es fuente de riqueza.

Pedro agrega: El trabajo transforma al hombre en el tiempo, la forma de sus manos, su cara y en general de su anatomía se ha transformado en el tiempo debido al trabajo. Según la teoría de la evolución, el trabajo cumple un papel importante en la transformación del mono en hombre.

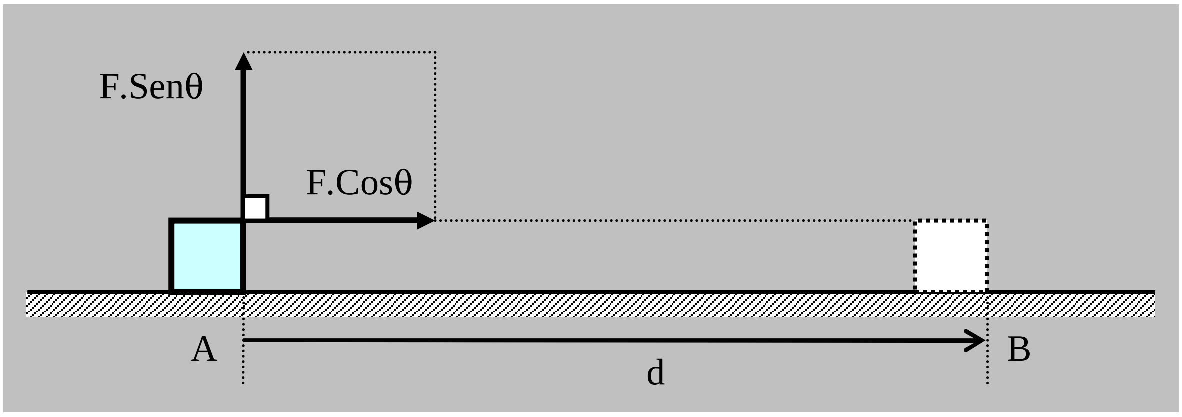
Pablo interviene y dice: Realizar “trabajo mecánico” significa vencer o superar una resistencia con movimiento ordenado.

2. TRABAJO REALIZADO POR UNA FUERZA CONSTANTE

Si una fuerza mantiene siempre el mismo valor (módulo) y la misma orientación (dirección), se dice que es constante. Ahora, cuando el punto de aplicación de la fuerza se desplaza, se dice que la fuerza realiza trabajo, cuyo valor dependerá de la componente de la fuerza paralela a la dirección del movimiento y de la distancia recorrida.



Descomponiendo la fuerza, tenemos una componente a favor del movimiento y otra perpendicular al movimiento.



La fuerza que tiene la dirección del movimiento si realiza trabajo mecánico:

$$W_{A\rightarrow B}^{F} = \left(F.Cos\theta\right).d$$

También se puede escribir como:

$$W_{A\rightarrow B}^{F} = F.d.Cos\theta$$

La fuerza perpendicular al movimiento NO realiza trabajo:

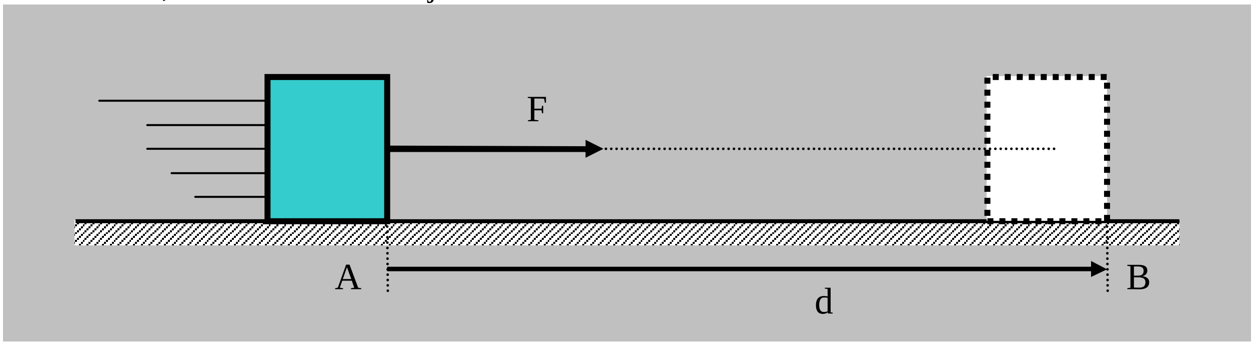
$$W_{A\to B}^{F.Sen\theta} = 0$$

3. INFLUENCIA DEL ANGULO EN LA CANTIDAD DE TRABAJO

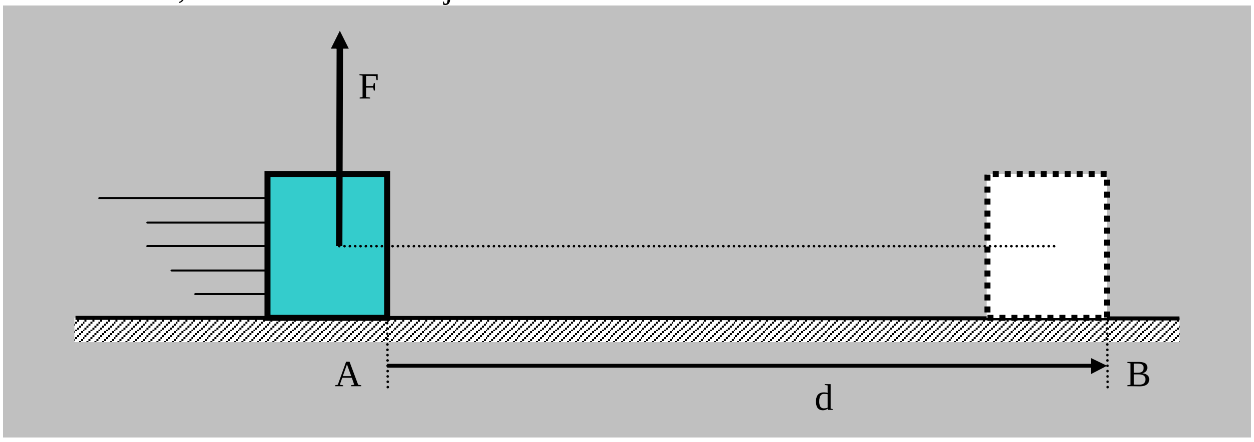
El ángulo θ que forma la fuerza y el desplazamiento varía entre 0º y 180º, por consiguiente la cantidad de trabajo depende del coseno de este ángulo.

$$W_{A\to B}^{F} = F.d.Cos\theta \qquad \text{.... (1)}$$

3.1 Si θ = 0º, la cantidad de trabajo es: $W^F = +F.d$

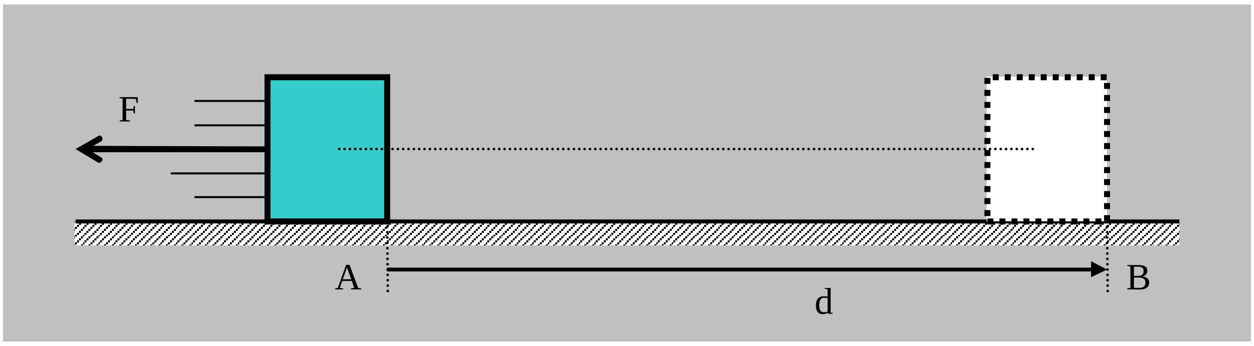


3.2 Si θ = 90º, la cantidad de trabajo es: $W^F = 0$



La fuerza perpendicular al movimiento no realiza trabajo.

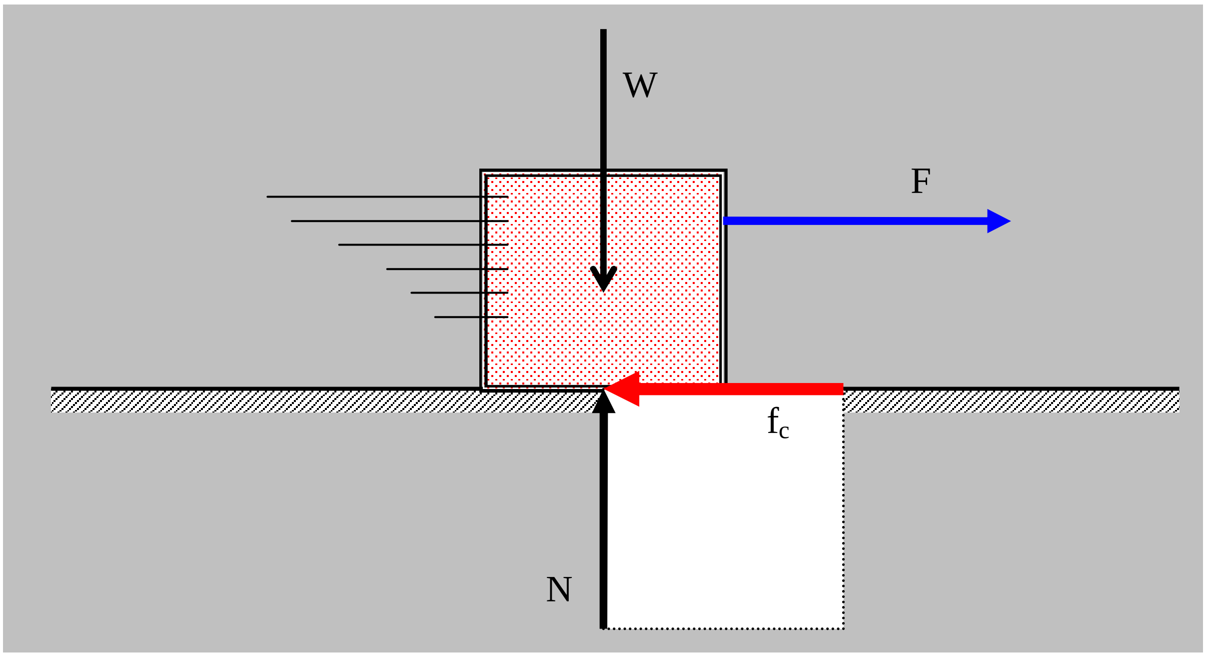
3.3 Si θ = 180º, la cantidad de trabajo es: $W^F = -F.d$



4. **TRABAJO REALIZADO POR LA FUERZA DE ROZAMIENTO**

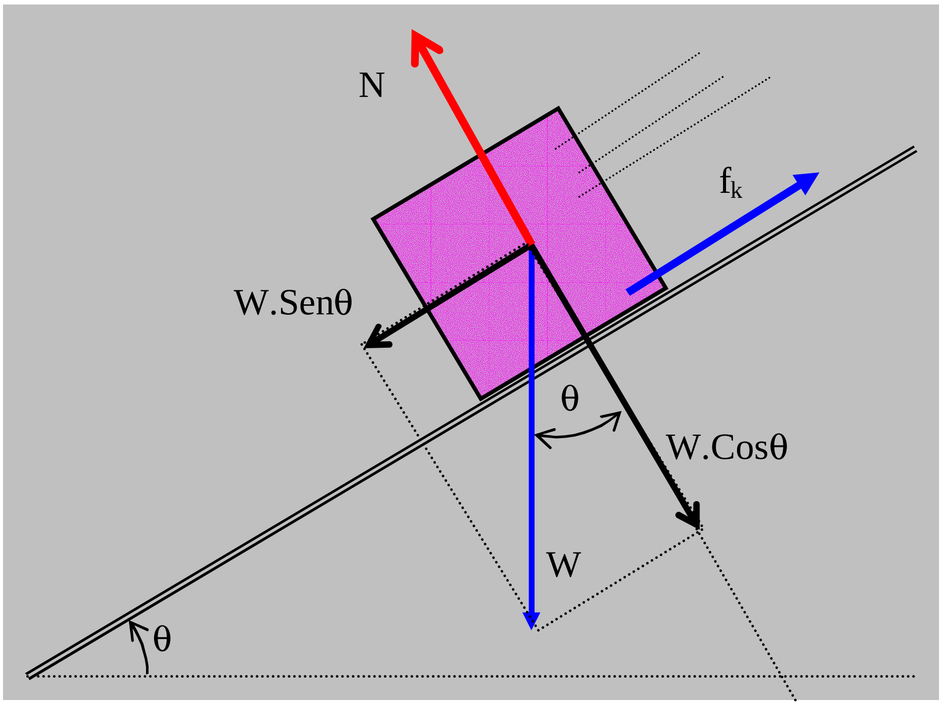
La cantidad de trabajo que realiza la fuerza de rozamiento depende de la trayectoria que describe el cuerpo en movimiento. El valor tiene signo negativo, debido a que la fuerza de rozamiento se opone al desplazamiento del cuerpo.

a) Cuando el cuerpo se mueve sobre un plano horizontal:



$$W^{friccion} = -f_c.d = -\mu_c.m.g.d \qquad \text{…. (2)}$$

a) Cuando el cuerpo se mueve sobre un plano horozontal:



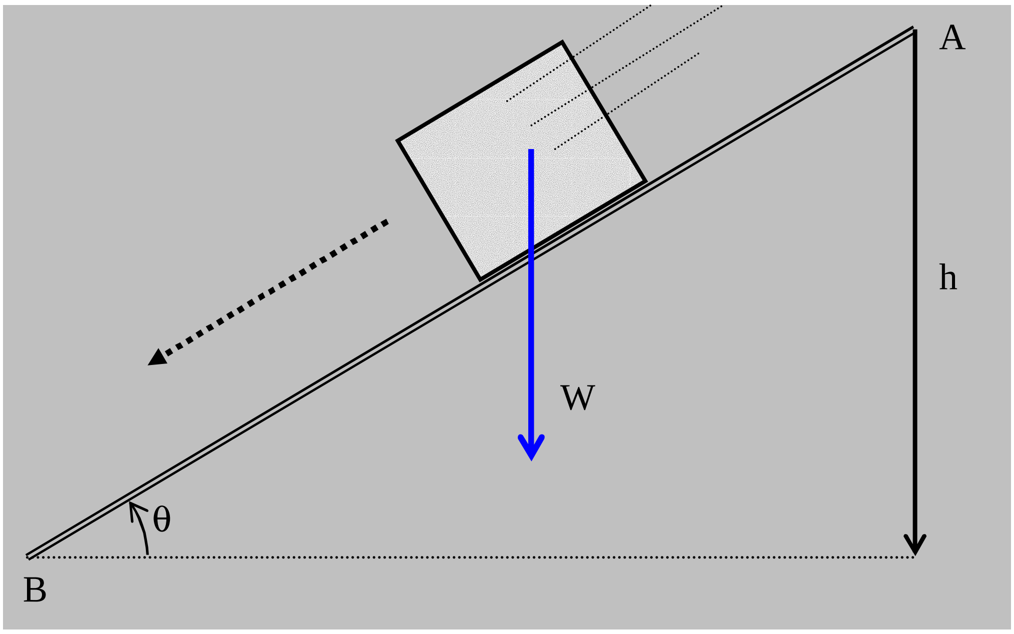
La cantidad de trabajo realizado por la fuerza de rozamiento sobre un palno inclinado:

$$W^{friccion} = -f_c.d = -\mu_c.m.g.Cos\theta.d$$

5. TRABAJO REALIZADO POR LA FUERZA DE GRAVEDAD

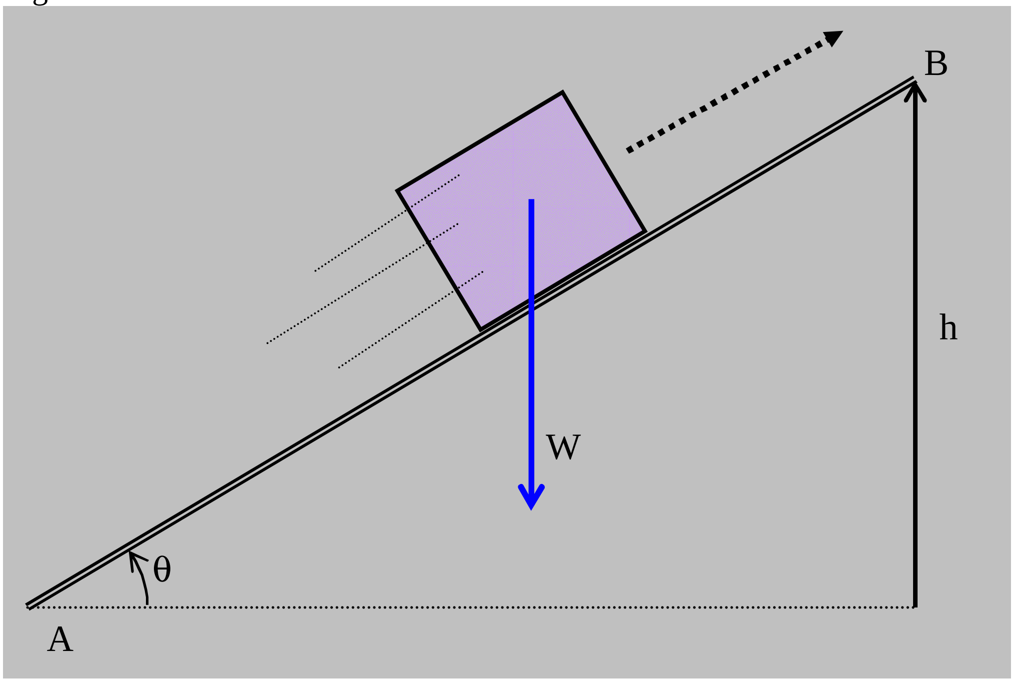
La cantidad de trabajo que realiza la fuerza de gravedad no depende de la trayectoria, solamente de la altura entre el punto inicial y final.

1) Si el cuerpo se desplaza verticalmente hacia abajo la cantidad de trabajo es positivo:



$$W^{mg} = +m.g.h \text{ .... (3)}$$

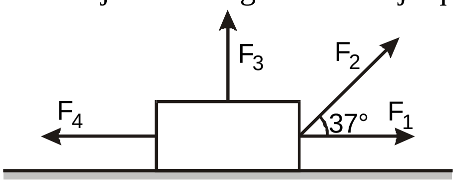
2) Si el cuerpo se desplaza verticalmente hacia arriba la cantidad de trabajo es negativo:



$$W^{mg} = -m.g.h \text{ .... (4)}$$

6. TRABAJO NETO

Llamaremos trabajo neto o total a aquel que se consigue sumando los trabajos que varias fuerzas realizan sobre un mismo cuerpo para un desplazamiento determinado. El trabajo neto es igual al trabajo que realiza la fuerza resultante.



$$W_{A\to B}^{F_R} = F_R.d_{AB} \text{ .... (5)}$$

De la segunda ley de Newton sabemos que: $F_R = m.a$

$$W^{F_R} = F_R.d = m.a.d$$

Pero de la ecuación cinemática sabemos que: $a.d = \dfrac{V_F^2 - V_0^2}{2}$

$$W^{F_R} = F_R.d = m.\left(\frac{V_F^2 - V_0^2}{2}\right)$$

reordenado tenemos que:

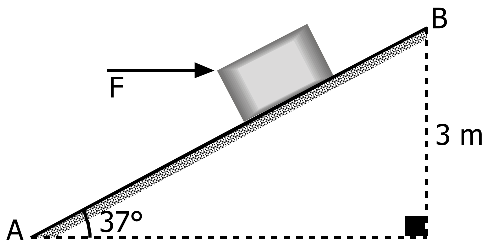
$$W^{F_R} = F_R.d = \frac{m.V_F^2}{2} - \frac{m.V_0^2}{2}$$

La cantidad de trabajo neto es igual a la variación de la energía cinética:

$$W^{F_R} = F_R.d = \Delta E_C$$

7. TEOREMA DE LA ENERGIA CINETICA

El trabajo neto realizado sobre un cuerpo es igual a la variación de la energia cinetica entre dos puntos de la trayectoria.



$$W^{F_R} = \Delta E_C \text{ …. (6)}$$

$$W^F + W^{mg} + W^N + W^{friccion} = \frac{mV_f^2}{2} - \frac{mV_i^2}{2}$$

7.1 Cantidad de trabajo neto positivo: **movimiento acelerado.**

7.2 Cantidad de trabajo neto cero: **movimiento con rapidez constante.**

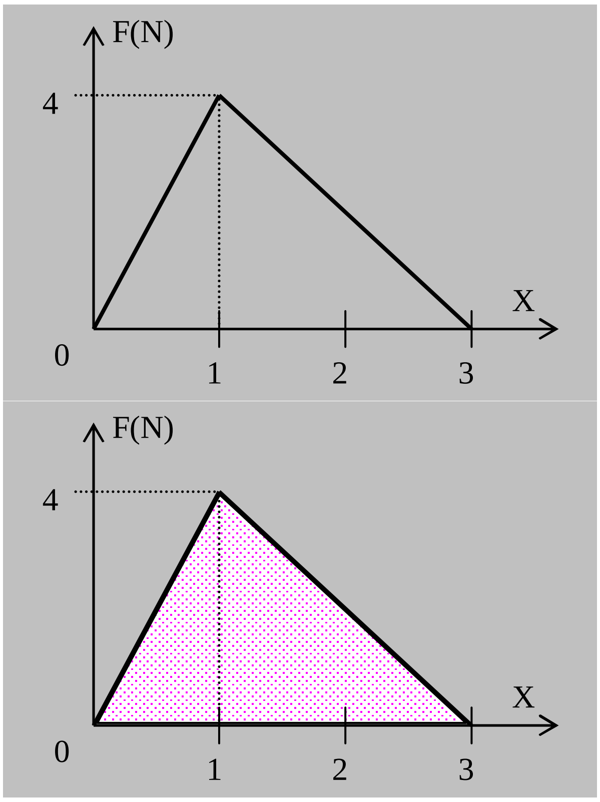
7.3 Cantidad de trabajo neto negativo: **movimiento desacelerado.**

8. GRAFICA FUERZA VERSUS POSICIÓN

La cantidad de trabajo realizado por la fuerza es igual al área de la región bajo la curva. En general se considera el signo de la medida de cada región, dado que la cantidad de trabajo hecho por la fuerza puede ser positivo o negativo.

$$W_{A\to B}^F = Area\,bajo\,la\,curva \text{ …. (7)}$$

EJEMPLO 01: Se muestra la variación de la fuerza con la posición. Determinar la cantidad de trabajo que realiza la fuerza desde $X_1 = 0$ hasta $X_2 = 3$ m.



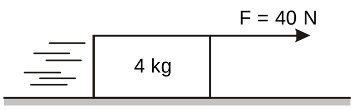
Resolución
El módulo de la fuerza varía linealmente, entonces la cantidad de trabajo es numéricamente igual al área del triángulo.

$$W_{A\to B}^{F} = \frac{base.altura}{2} \Rightarrow W_{A\to B}^{F} = \frac{(3m).(4N)}{2} = 6\ J$$

Respuesta: la cantidad de trabajo realizado por la fuerza es 6 J.

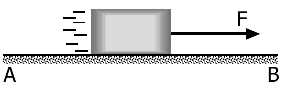
EJERCICIOS

1. Determine la cantidad de trabajo realizado por la fuerza de módulo F = 40 N, para un desplazamiento de 5 metros hacia la derecha.



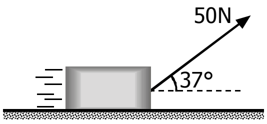
A) 20 J B) 50 J C) 100 J D) 150 J E) 200 J

2. Determine la cantidad de trabajo realizado por la fuerza de módulo F = 60 N, para un desplazamiento de 8 metros desde A hasta B.



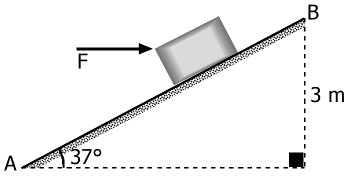
A) 48 J B) 480 J C) 100 J D) 150 J E) 200 J

3. Determine la cantidad de trabajo realizado por la fuerza de módulo F = 50 N, para un desplazamiento de 6 metros hacia la derecha.



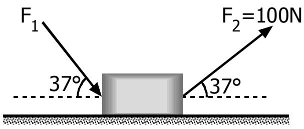
A) 48 J B) 480 J C) 24 J D) 240 J E) 200 J

4. Determine la cantidad de trabajo que realiza la fuerza constante de módulo F = 50 N sobre el bloque desde A hasta B.



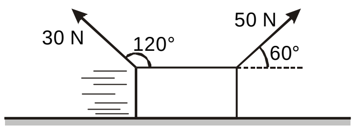
A) 150 J B) 480 J C) 240 J D) 250 J E) 200 J

5. Si el módulo de F_1 = 50 N, determine la cantidad de trabajo neto sobre el bloque para un desplazamiento de 10 metros hacia la derecha. No hay rozamiento.



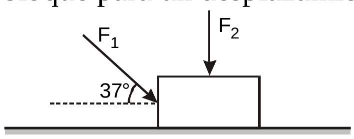
A) 1,2 kJ B) 4,8 kJ C) 2,4 kJ D) 3,4 kJ E) 5,2 kJ

6. Determine la cantidad de trabajo neto sobre el bloque para un desplazamiento de 10 metros hacia la derecha. No hay rozamiento.



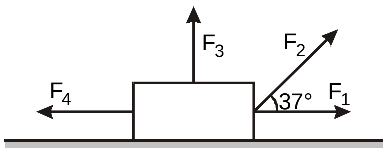
A) 5 J B) 8 J C) 10 J D) 20 J E) 30 J

7. Sabiendo que: F_1 = 50 N y F_2 = 20 N, determine la cantidad de trabajo neto sobre el bloque para un desplazamiento de 8 metros hacia la derecha. No hay rozamiento.



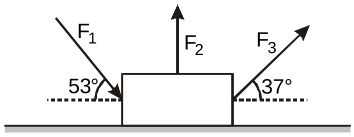
A) 50 J B) 80 J C) 108 J D) 320 J E) 430 J

8. Sabiendo que: F_1 = 60 N, F_2 = 50 N, F_3 = 40 N, F_4 = 10 N; determine la cantidad de trabajo neto sobre el bloque 15 kg, para un desplazamiento de 9 metros hacia la derecha. No hay rozamiento.



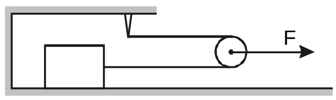
A) 50 J B) 810 J C) 108 J D) 320 J E) 430 J

9. Sabiendo que: F_1 = 50 N, F_2 = 20 N, F_3 = 100 N; determine la cantidad de trabajo neto sobre el bloque de 20 kg, para un desplazamiento de 20 metros hacia la derecha. No hay rozamiento.



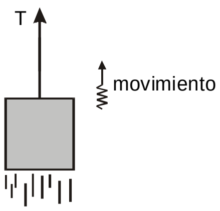
A) 1,2 kJ B) 2,6 kJ C) 2,4 kJ D) 3,4 kJ E) 5,2 kJ

10. Determinar la cantidad de trabajo realizado por la fuerza de módulo constante F = 50 N, para un desplazamiento del bloque de 10 m hacia la derecha. El bloque acelera desde el reposo. Desprecie la masa de la polea móvil.



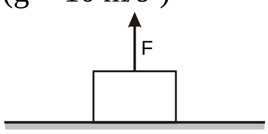
A) 150 J B) 500 J C) 250 J D) 1 kJ E) 1,5 kJ

11. Se muestra un bloque de 5 kg que sube con aceleración constante de modulo 4 m/s^2. Determine la cantidad de trabajo que realiza la tensión de módulo T cuando asciende 5 metros. (g = 10 m/s^2)



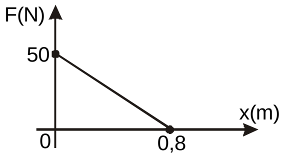
A) 250 J B) 500 J C) 350 J D) 1 kJ E) 1,5 kJ

12. La mano del hombre eleva lentamente (equilibrio casi estático) un bloque de 3 kg hasta una altura de 4 metros sobre el piso. Determine la cantidad de trabajo realizado por el hombre.
(g = 10 m/s^2)



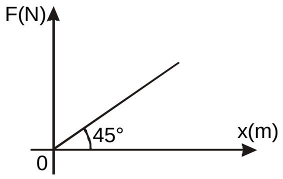
A) 100 J B) 110 J C) 120 J D) -120 J E) -140 J

13. Se muestra la variación de la fuerza con relación al desplazamiento del cuerpo sobre el eje "x". Determine la cantidad de trabajo hecho por la fuerza variable para un desplazamiento desde $x_1 = 0$ m, hasta $x_2 = 0,8$ m.



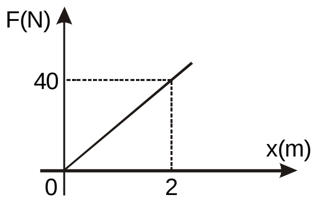
A) 40 J B) 20 J C) 50 J D) 1 kJ E) 2 kJ

14. Se muestra la variación de la fuerza con relación al desplazamiento del cuerpo sobre el eje "x". Determine la cantidad de trabajo hecho por la fuerza variable para un desplazamiento desde $x_1 = 0$ m, hasta $x_2 = 0,8$ m.



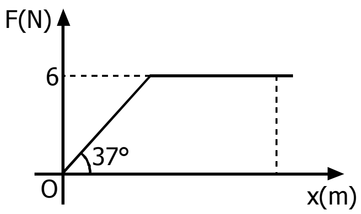
A) 40 mJ B) 320 mJ C) 50 mJ D) 18 mJ E) 26 mJ

15. Se muestra la variación de la fuerza con relación al desplazamiento del cuerpo sobre el eje "x". Determine la cantidad de trabajo hecho por la fuerza variable para un desplazamiento desde $x_1 = 0$ m, hasta $x_2 = 4$ m.



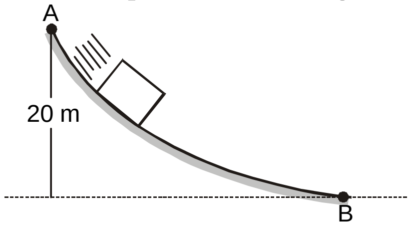
A) 40 J B) 20 J C) 50 J D) 40 J E) 160 J

16. Se muestra la variación de la fuerza con relación al desplazamiento del cuerpo sobre el eje "x". Determine la cantidad de trabajo hecho por la fuerza variable para un desplazamiento desde $x_1 = 0$ m, hasta $x_2 = 4$ m.



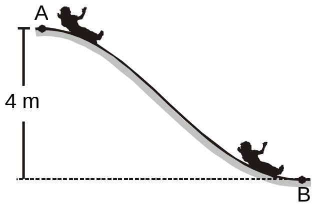
A) 42 J B) 84 J C) 50 J D) 40 J E) 160 J

17. Se muestra un bloque de 3 kg en movimiento. Determine la cantidad de trabajo realizado por la fuerza de gravedad desde A hasta B. (g = 10 m/s^2)



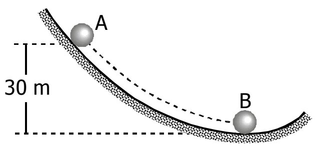
A) 400 J B) 500 J C) 600 J D) 40 J E) 160 J

18. Se muestra un niño de 30 kg en movimiento sobre un tobogán. Determine la cantidad de trabajo realizado por la fuerza de gravedad desde A hasta B. (g = 10 m/s^2)



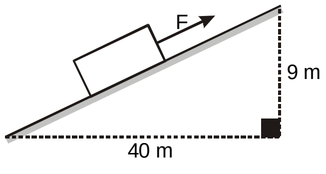
A) 1,2 kJ B) 500 J C) 600 J D) 1,4 kJ E) 120 J

19. Se muestra una esfera de 0,5 kg en movimiento sobre un tobogán. Determine la cantidad de trabajo realizado por la fuerza de gravedad desde A hasta B. (g = 10 m/s^2)



A) 400 J B) 500 J C) 300 J D) 30 J E) 150 J

20. Se muestra un bloque de 5 kg en movimiento sobre un plano inclinado. Determine la cantidad de trabajo realizado por la fuerza de gravedad sobre el bloque, cuando asciende 9 m.
(g = 10 m/s^2)

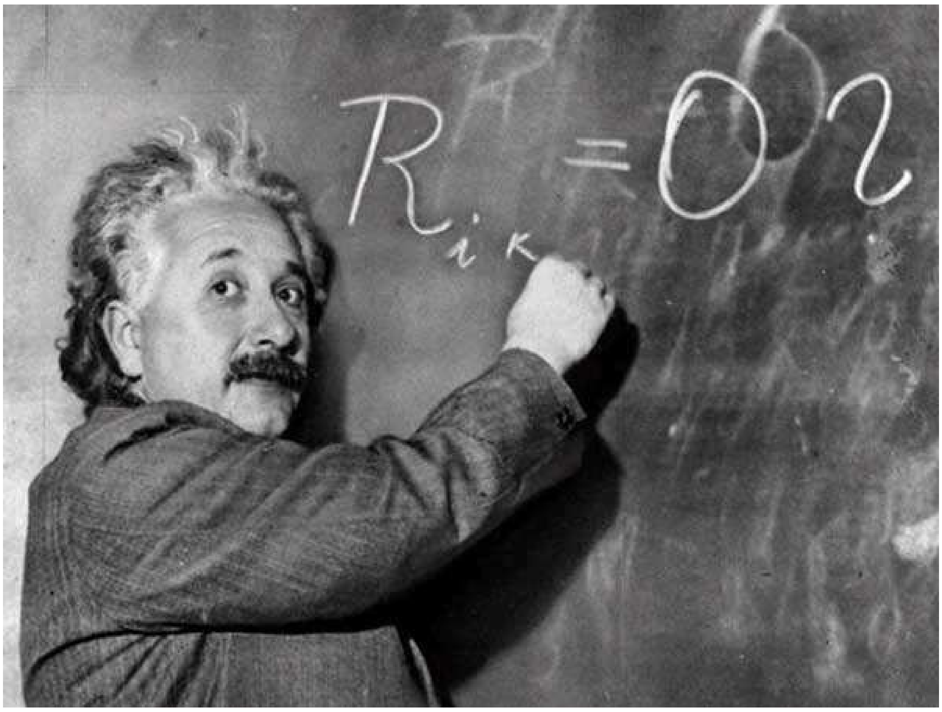


A) 450 J B) 500 J C) -300 J D) -350 J E) -450 J

POTENCIA MECÁNICA

1. CONCEPTO DE POTENCIA

Si contratamos a una persona para que lave nuestra ropa sin indicarle el tiempo, ella lo podrá realizar en una hora, en un día o en un año, con tal de que lo lave todo. Pero si se compra el trabajo de un día y se quieren hacer las cosas lo más rápido posible, lo que pretendemos es conseguir una cantidad de trabajo por hora. Este es el lenguaje práctico de la industria. La *potencia* es justamente esto, *la rapidez de hacer trabajo.*



Albert Einstein dice: Las máquinas se seleccionan por la potencia que desarrollan. Si por ejemplo la máquina "A" tiene mayor potencia que la "B", lo que queremos decir es que:

- En el mismo tiempo la máquina "A" desarrolla mayor trabajo que la máquina "B".
- La máquina "A" realiza el mismo trabajo que la máquina "B" pero en menor tiempo.

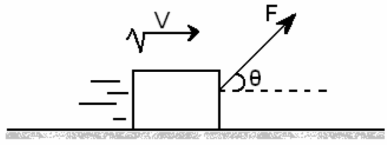
$$Potencia = \frac{Cantidad\ de\ trabajo\ hecho}{Tiempo\ empleado} \qquad \ldots(1)$$

$$1 watt = \frac{1\, joule}{1 segundo}$$

La cantidad de potencia mecánica se mide en watt (abreviado W).

2. POTENCIA MEDIA

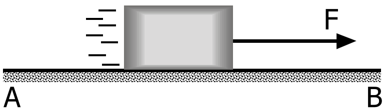
La potencia de un motor se puede determinar en función de la velocidad:



$$P=\frac{W^F}{t}=\frac{F.d.Cos\theta}{t}=F.\left(\frac{d}{t}\right).Cos\theta=F.V.Cos\theta \ldots \text{(2)}$$

θ = ángulo entre $\vec{F}$ y $\vec{V}$
t: tiempo transcurrido

CASO PARTICULAR
Si θ = 0º, la potencia que desarrolla la fuerza es igual al producto de la fuerza por la rapidez.



$$P=F.V \ldots (3)$$

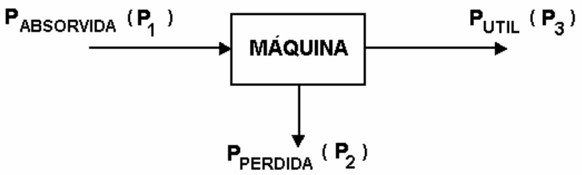
3. EFICIENCIA
El trabajo útil o salida de potencia de una máquina nunca es igual a la de entrada. Estas diferencias se deben en parte a la fricción, al enfriamiento, al desgaste, la contaminación,..., etc.
La eficiencia nos expresa la razón entre lo útil y lo suministrado a una máquina:

$$n=\frac{Potencia\ util}{Potencia\ entregada}.100\% \qquad \ldots \qquad (5)$$

La eficiencia expresa el grado de perfeccionamiento de una maquina o motor.

La potencia se pierde debido al calentamiento de las piezas, el ruido (sonido) y combustión del petróleo (producción de dióxido de carbono). La eficiencia es una cantidad adimensional. Su valor esta comprendido entre cero y la unidad o entre 0 % y 100 %.

4. PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA



La potencia absorbida (entregada) es igual a la suma de la potencia útil, mas, la potencia perdida.

$$P_e=P_u+P_p \qquad \ldots. \qquad (6)$$

No existe ninguna maquina térmica o motor de eficiencia 100 %.Es imposible construir una maquina o motor de eficiencia 100 %.

5. UNIDAD DE TRABAJO Y ENERGÍA

La cantidad de trabajo (en joule), es igual al producto de la potencia (en watt) por el intervalo de tiempo transcurrido (en segundo).
El kilowatt es una unidad de potencia que equivale a mil (1 000) watts, y el kilowatthora es una unidad que por naturaleza le corresponde al trabajo, pero es más usada como unidad de energía eléctrica. Un **kilowatthora** (kw.h) corresponde a 1 000 W liberados continuamente durante una hora. Así pues, se tendrá que:

$$W = P.\,t \quad \ldots (7)$$

1 kw.h = (1 000 W) (3 600 s) = 3,6. 10^6 J

EJEMPLO 01: Un horno eléctrico libera energía calorífica a razón 50 $\dfrac{calorias}{segundo}$. ¿Qué cantidad de energía en kilojoules libera en 5 minutos? (1 caloría = 4,2 J)
Resolución
Si cada minuto equivale a 60 segundos, el tiempo transcurrido es 300 segundos.

$$W = P.\Delta t = 50\frac{calorias}{segundo}.300\ segundos = 1500\,calorias$$

Pero cada caloría equivale a 4,2 joules.

$$W = 1500\,calorias.\frac{4,2\ joules}{1caloria} = 6300\ J$$

La cantidad de energía es: 6 300 joules.

Respuesta: En 5 minutos libera 6,3 kJ

EJEMPLO 02: Un horno eléctrico libera energía calorífica a razón 50 $\dfrac{joules}{segundo}$. ¿Qué cantidad de energía en kilocalorías libera en 8 minutos? (1,0 J = 0,24 calorías)

Resolución
Si cada minuto equivale a 60 segundos, el tiempo transcurrido es 480 segundos.

$$W = P.\Delta t = 50\frac{joules}{segundo}.480\ segundos = 24\,000\,J$$

Pero cada joule equivale a 0,24 calorías.

$$W = 24\,000\ joule.\frac{0,24\,caloria}{1\ joule} = 5760\ calorias$$

La cantidad de energía es: 5 760 calorías.
Respuesta: En 8 minutos libera 5,76 kilocalorías

EJERCICIOS

1. Marcar falso (F) o verdadero (V), respecto a la eficiencia.
I. No existe ninguna máquina o motor de eficiencia 100%.
II. La eficiencia señala el grado de perfeccionamiento de una máquina o motor.
III. La eficiencia es una cantidad adimensional.
A) VVF B) FVV C)VFV D) VVV E) VFF

2. Un máquina recibe una cantidad de trabajo de 300 J, de los cuales pierde 60 J. Determine la eficiencia de la máquina.
A) 0,60 B) 0,70 C) 0,80 D) 0,85 E) 0,90

3. Una máquina de eficiencia 75 % realiza un trabajo útil de 1,8 kJ en un minuto. Determine la potencia (en watts) entrega la máquina.
A) 30 B) 35 C) 40 D) 45 E) 50

4. El motor de un automóvil recibe 10 galones de gasolina de los cuales pierde 3 galones debido al calentamiento, sonido y combustión. Determine la eficiencia del motor.
A) 0,60 B) 0,70 C) 0,80 D) 0,85 E) 0,90

5. Desde una altura de 5 metros se abandona un cuerpo de masa 2 kg. Determine la potencia realizada por la fuerza de gravedad (en watts) hasta que el cuerpo llegue al piso. ($g = 10\ m/s^2$)
A) 100 B) 120 C) 30 D) 80 E) 90

6. El motor de un bote desarrolla una potencia de 3 kW y lo lleva con velocidad de 2,5 **i** (m/s). ¿Cuál es la fuerza de resistencia del agua (en kN) que se opone al movimiento del bote?
A) -1,2 **i** B) -1,4 **i** C) -1,6 **i** D) -1,8 **i** E) -2,2 **i**

7. El motor de una lancha le hace desarrollar a esta una velocidad de 36 **i** (km/h) venciendo la fuerza de resistencia del agua de -3**i** kN que se opone al movimiento del bote. Determinar la potencia desarrollada por el motor (en kW).
A) 20 B) 25 C) 30 D) 35 E) 40

8. Determinar la potencia (en kW) del motor de un ascensor cuando levanta la cabina con un peso total de 15 kN con velocidad 1,2 **j** (m/s).
A) 16 B) 18 C) 20 D) 22 E) 25

9. El motor de un ascensor de eficiencia 80 % eleva verticalmente una carga total de 6 kN con rapidez de 4 m/s. Determinar la potencia (en kW) que entrega el motor. ($g = 10\ m/s^2$)
A) 20 B) 25 C) 30 D) 35 E) 40

10. Un ascensor sube con velocidad constante de 1,25 **j** m/s. Determine su masa total (en kg), si se sabe que su motor entrega una potencia de 2,5 HP. (1 HP = 746 watts) ($g = 10\ m/s^2$)
A) 375 B) 149,2 C) 342,5 D) 125 E) 242

11. ¿Qué potencia útil tiene el motor (en kW) de una bomba que eleva 18 kilolitros de agua por cada hora desde un lago hasta una altura de 60 metros?

A) 2,8 B) 2,9 C) 3,0 D) 3,1 E) 3,2

12. El motor de una bomba eleva 3,6 m^3 de agua hasta una altura de 40 m cada hora. Determine la potencia útil del motor (en watts). ($g = 10\ m/s^2$)
A) 410 B) 420 C) 430 D) 400 E) 390

13. El motor de una bomba de agua de eficiencia 0,75 eleva 1 800 litros de agua cada hora hasta una altura de 30 m. Determine la potencia que entrega el motor (en watts). ($g = 10\ m/s^2$)
A) 150 B) 190 C) 200 D) 220 E) 240

14. Un horno eléctrico libera energía calorífica a razón 50 $\frac{calorias}{segundo}$. ¿Qué cantidad de energía en kilojoules libera en 5 minutos? (1 caloría = 4,2 J)
A) 60 B) 61 C) 62 D) 63 E) 64

15. Un motor que tiene una potencia útil de 180 W eleva cargas hasta una cierta altura funcionando durante 10 horas. Si su eficiencia es 90 %, calcule la energía que consume en dicho tiempo (en kW-h)
A) 3 B) 2 C) 3 D) 1,8 E) 2,2

16. Un horno eléctrico libera energía calorífica a razón 50 $\frac{joules}{segundo}$. ¿Qué cantidad de energía en kilocalorías libera en 8 minutos? (1 J = 0,24 calorías)
A) 4,76 B) 5,76 C) 6,76 D) 7,76 E) 8,76

17. Un proyectil se dispara con una velocidad de 40 **j** m/s, si su masa es de 5 kg, calcule la potencia (en W) que desarrolla su peso en los primeros 5 segundos de su movimiento. ($g = 10\ m/s^2$)
A) -750 B) 250 C) - 250 D) 25 E) 800

18. Un motor tiene una eficiencia de 80 % y consume una potencia constante de 10 kW. ¿En que tiempo efectuará un trabajo de 20 kJ?
A) 1 B) 1,5 C) 2 D) 2,5 E) 3

19. Un bloque de 40 kg se encuentra en reposo sobre una superficie horizontal. ¿Qué potencia útil (en W) debe consumir para que en 10 segundos, alcance una rapidez de 40 m/s?
A) 1,6 B) 1 600 C) 160 D) 320 E) 230

20. Un ciclista cuyo peso total tiene un valor de 800 N, sube con rapidez constante de 36 km/h sobre un plano inclinado que forma 30° con la horizontal. Desprecie la fuerza de resistencia del aire. Determinar la potencia desarrollada por el ciclista (en kW).
A) 3 B) 3,5 C) 4 D) 4,5 E) 5

21. ¿Cuál es la potencia desarrollada (en watts) por una fuerza horizontal que actúa sobre un cuerpo de masa 50 kg, haciéndole variar su rapidez de 16 m/s a 20 m/s en 10 segundos?

A) 300 B) 320 C) 340 D) 360 E) 380

22. Cuando una lancha a motor se desplaza con velocidad constante la fuerza de resistencia del agua al desplazamiento es directamente proporcional a la velocidad. Si para mantener una rapidez de 36 km/h desarrolla una potencia de 3 kW, ¿Qué potencia (en kW) se requiere para mantener una rapidez de 72 km/h?
A) 10 B) 15 C) 12 D) 25 E) 13

23. Determine la eficiencia de una maquina, sabiendo que la potencia perdida equivale al 25 % de la potencia útil.
A) 60 % B) 70 % C) 75 % D) 80 % E) 85 %

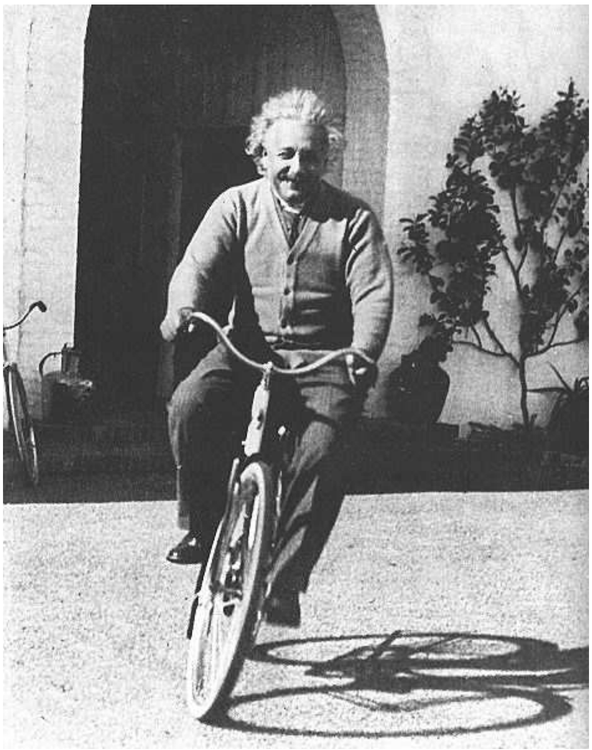
24. La eficiencia de un motor es 70 %, si se sabe que puede efectuar un trabajo útil de 280 joules, ¿Qué cantidad de trabajo (en J) se pierde en vencer ciertas resistencias?
A) 115 B) 118 C) 120 D) 122 E) 125

25. Una terma eléctrica de potencia 2 kW funciona durante 2 horas cada día. Si el costo de cada kilowatthora es $ 0,50 USA, ¿cuánto (en $) se pagará en 30 días?
A) 15 B) 30 C) 45 D) 60 E) 90

SEMANA 05: ENERGÍA MECÁNICA

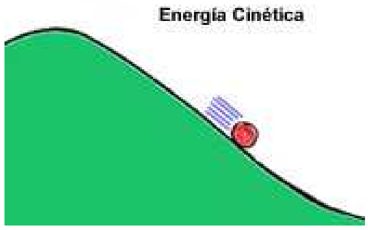
ENERGÍA MECÁNICA

1. CONCEPTO DE ENERGÍA



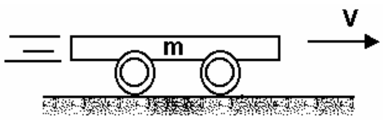
La energía es uno de los conceptos más importantes de la Física, y tal vez el término "energía" es uno de los que más se utilizan ahora en nuestro lenguaje cotidiano. Así, a pesar de que es muy difícil de definir, en pocas palabras, lo que es energía, ya estamos acostumbrados a emplear esta palabra y ya se tiene, por tanto, cierta comprensión de su significado. En la Física el concepto suele introducirse diciendo que "**la energía representa la capacidad de realizar trabajo**". Así, diremos que un cuerpo posee energía cuando es capaz de realizar trabajo. Por ejemplo, una persona es capaz de realizar trabajo de levantar un bloque debido a la "energía" que le proporcionan los alimentos que ingiere. Del mismo modo, el vapor de agua de una caldera posee "energía", puesto que es capaz de efectuar trabajo de mover las turbinas de una planta de generación eléctrica.
Como la energía se puede relacionar con el trabajo, también es una cantidad escalar. En consecuencia, la energía se mide con las mismas unidades de trabajo, es decir la energía se mide en joules.

2. ENERGÍA CINÉTICA (E_K)

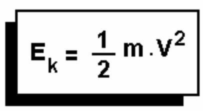


Es la magnitud física escalar que sirve para expresar la medida cuantitativa del movimiento mecánico de los cuerpos o partículas en virtud a su velocidad respecto de un sistema de referencia, entonces la energía cinética es relativa.
La cantidad de energía cinética esta dada por la siguiente ecuación:

$$E_K = \frac{m.V^2}{2} \qquad \text{.... (1)}$$



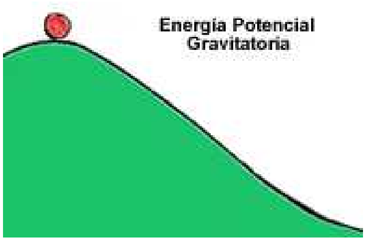
Esta dada pues por el semiproducto de la masa del cuerpo por el cuadrado de la velocidad.

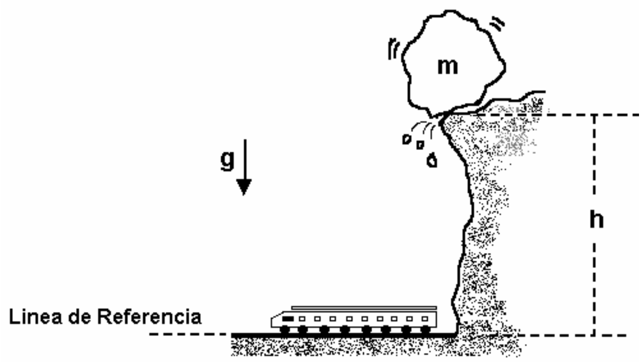


Unidades:
m : masa del cuerpo (kg)
v : módulo de la velocidad o rapidez (m/s)
E_k : energía cinética (J)

3. ENERGÍA POTENCIAL GRAVITATORIA (E_{pg})

Es la magnitud física escalar definida como la capacidad que tiene un cuerpo para realizar trabajo mecánico en virtud a su posición dentro del campo gravitatorio, respecto de un sistema de referencia, entonces la energía potencial es relativa.





$$E_{pg} = m.g.h \quad \ldots. (2)$$

La cantidad de energía potencial gravitatoria es igual al producto la fuerza de gravedad (mg) por la altura (h).

Unidades:

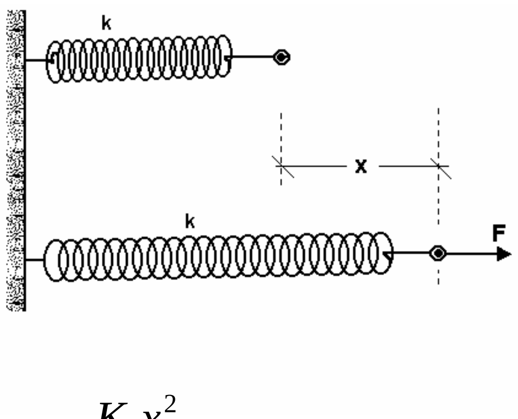
m : masa del cuerpo (kg)
g : módulo de la aceleración de la gravedad (en m/s^2)
h : altura o distancia vertical (m)
E_{pg} : energía potencial (J)

Observación:

Si la altura "h" es tomada por debajo de la línea de referencia, la energía potencial gravitatoria será negativa.

4. ENERGÍA POTENCIAL ELÁSTICA (E_{PE})

Es la magnitud física escalar, que nos expresa aquella energía de los cuerpos elásticos (resortes) cuando se les deforma parcialmente al estirarse o comprimirse longitudinalmente.



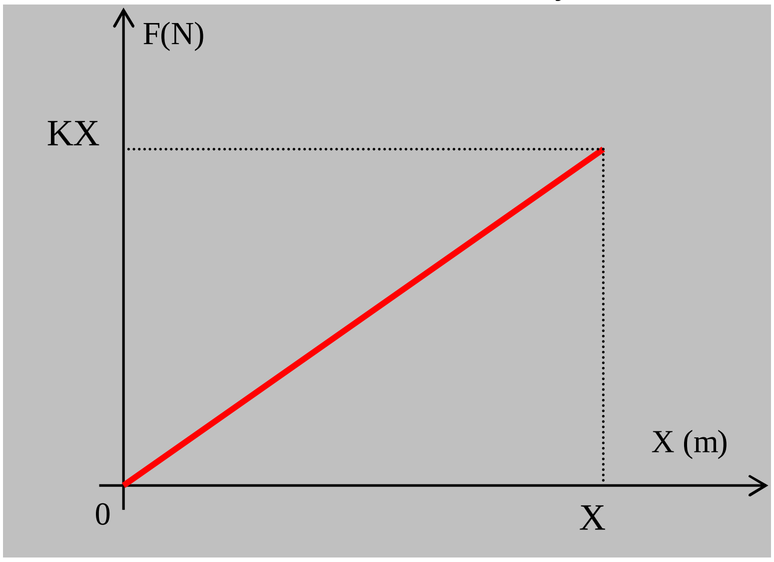
$$E_{pe} = \frac{K.x^2}{2} \quad \ldots(3)$$

La cantidad de energía potencial elástica acumulada por el resorte, es directamente proporcional al cuadrado de la deformación "x" del resorte.

Unidades:

K : constante elástica, depende del material y de la forma del resorte.
x : deformación del resorte por alargamiento o aplastamiento (m)
E_{pe} : energía elástica (J)

EJEMPLO 01: Al estirar un resorte una longitud X, la fuerza externa varía desde cero, hasta F = KX. Calcular la cantidad de trabajo desarrollado sobre el resorte.



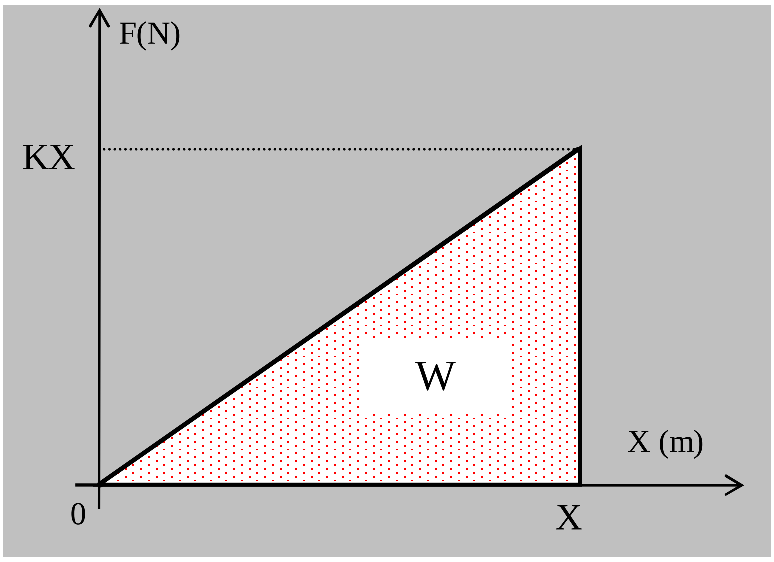
Resolución
El módulo de la fuerza varía linealmente, desde 0 hasta KX. La cantidad de trabajo hecho sobre el resorte es igual al producto de la fuerza media, por la distancia "d".

$$F_{media} = \frac{F_{inicial} + F_{final}}{2} = \frac{0 + KX}{2} = \frac{KX}{2}$$

$$d = X_{final} - X_{inicial} = X - 0 = X$$

La cantidad de trabajo es:

$$W_{i \to f}^{F} = F_{MEDIA}.d = \frac{KX}{2}.(X) = \frac{KX^2}{2}$$



La cantidad de trabajo hecho es numéricamente al área bajo el segmento de recta (en general bajo la curva) cuando la fuerza varía en función de la posición sobre el eje X.

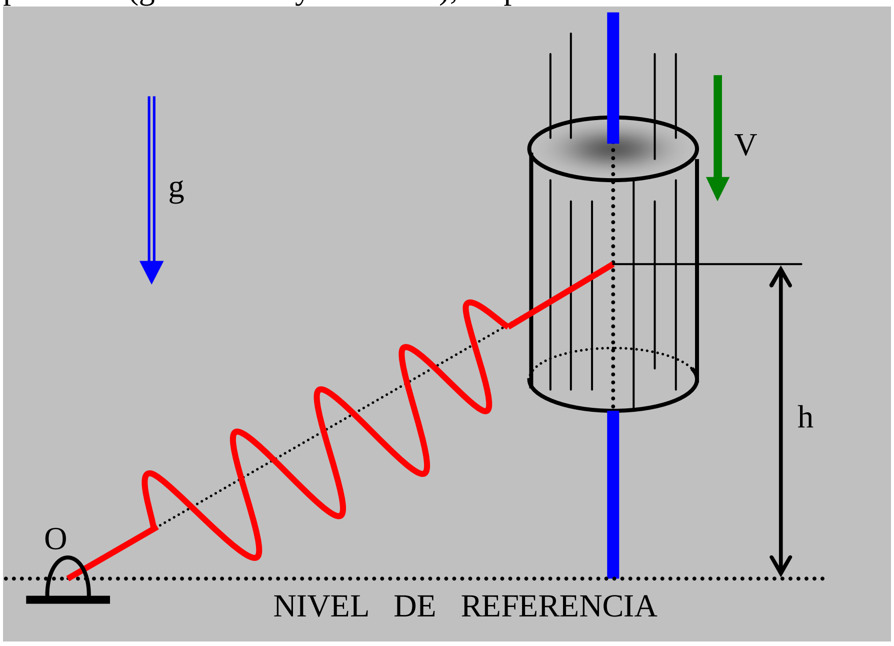
$$W_{i\to f}^{F} = Area_{\triangle} = \frac{base\ .\ altura}{2}$$

Reemplazando los datos: $W_{i\to f}^{F} = \dfrac{(X)(KX)}{2} = \dfrac{KX^{2}}{2}$

Respuesta: la cantidad de trabajo realizado es $\dfrac{KX^{2}}{2}$

5. ENERGÍA MECÁNICA (EM)

La energía mecánica de una partícula o un sistema de partículas en cada instante de tiempo es igual a la suma de la cantidad de energía cinética más la cantidad de energía potencial (gravitatoria y/o elástica), respecto de un sistema de referencia.



En la figura, el cilindro de masa "m" se mueve sobre una guía vertical (barra) con velocidad "v", asociado a un resorte de constante elástica "K" cuya longitud cambia en cada instante, entonces el sistema (masa + resorte) tiene energía potencial (gravitatoria y elástica) y energía cinética respecto del sistema de referencia “O”.

$$EM = E_K + E_P \quad \Rightarrow \quad EM = \frac{m.V^2}{2} + m.g.h + \frac{K.x^2}{2} \qquad \text{.... (4)}$$

EJEMPLO 02: Un avión de papel de 50 gramos tiene rapidez 8 m/s en el instante que se encuentra a 3 metros del piso. Determine la cantidad de energía mecánica (en J) del avión respecto del piso. (g = 10 m/s^2)

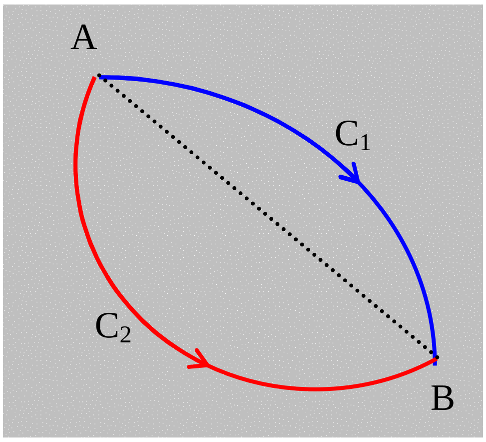
Resolución
La masa se mide en kilogramos, m = 0,05 kg. Cálculo de la cantidad de energía mecánica:

$$EM = \frac{m.V^2}{2} + m.g.h \quad \Rightarrow \quad EM = \frac{0,05.(8)^2}{2} + 0,05.10.3 = 3,1\ J$$

Respuesta: la cantidad de energía mecánica es 3,1 J.

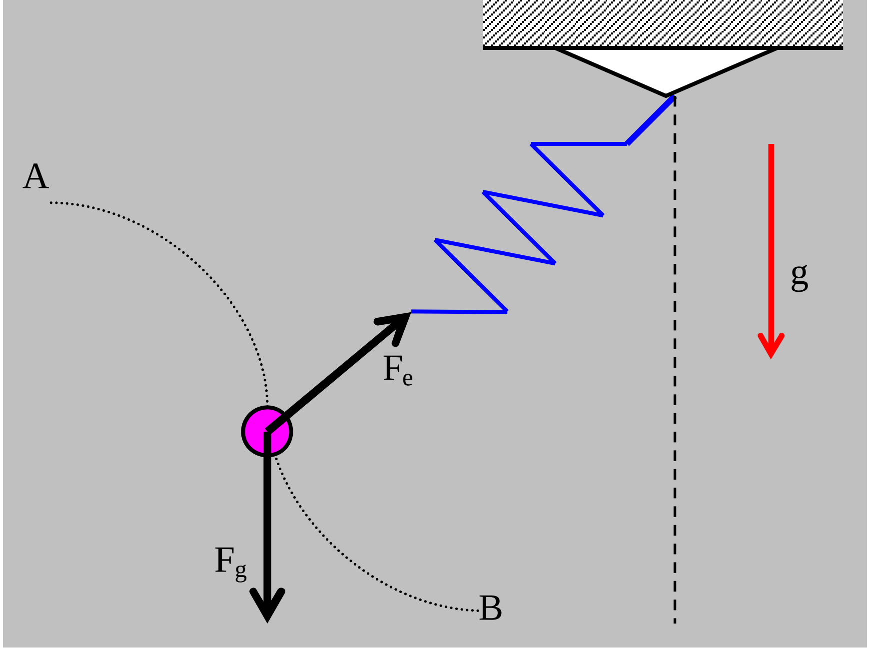
6. PRINCIPIO GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA: La energía se puede transformar de una forma a otra, pero no puede ser creada ni destruida. De manera que la energía total es constante. **“La energía no se crea ni se destruye sólo se transforma”.**
Principio de conservación de la masa: “**La masa no se crea ni se destruye sólo se redistribuye”.**
Acerca de la materia, los filósofos Democrito y Leucipo decían: **“Nada se crea de la nada y nada se destruye sin dejar nada”.**

7. FUERZA CONSERVATIVA: Si el trabajo realizado por una fuerza sobre un cuerpo, entre dos puntos A y B, no depende de la trayectoria que el cuerpo sigue par ir desde A hasta B, entonces la fuerza es conservativa. Por ejemplo: la fuerza de gravedad, fuerza elástica y fuerza eléctrica son conservativas.



$$W_{A\to B}^{C_1} = W_{A\to B}^{C_2}$$

8. PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA: Si sólo fuerzas conservativas actúan sobre un cuerpo en movimiento, su energía mecánica total permanece constante para cualquier punto de su trayectoria.



$$EM\,(en\;\;A) = EM\,(en\;\;B)$$

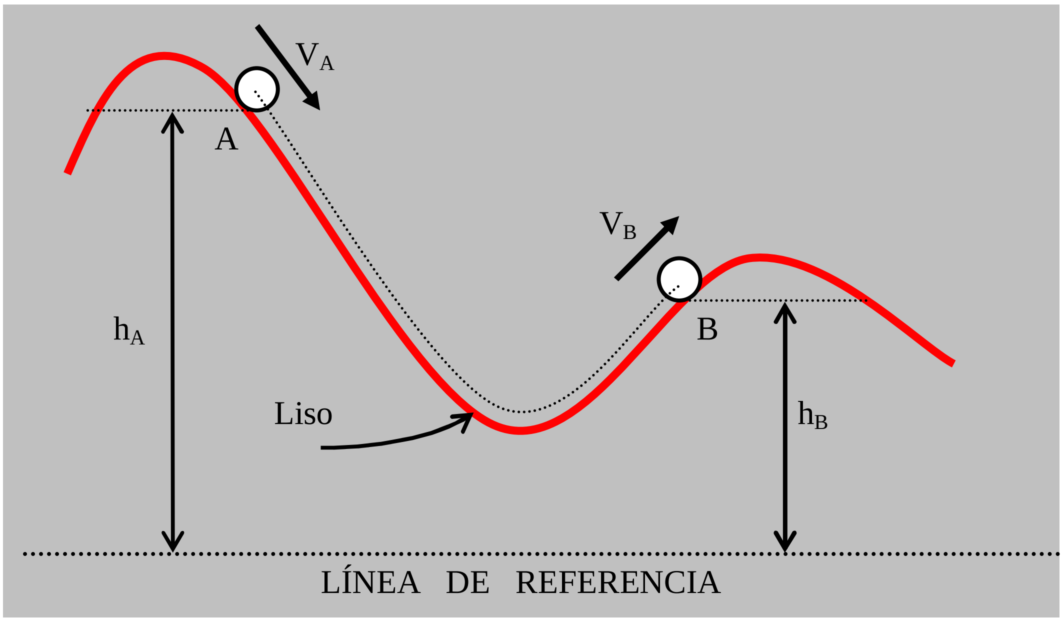
$$m.g.h_A + \frac{m.V_A^2}{2} + \frac{K.X_A^2}{2} = m.g.h_B + \frac{m.V_B^2}{2} + \frac{K.X_B^2}{2}$$

9. FUERZA NO CONSERVATIVA: La fuerza cuyo trabajo realizado sobre un cuerpo, depende de la trayectoria o camino recorrido por el cuerpo se denomina "fuerza disipativa", o "fuerza no conservativa". Un ejemplo típico de fuerza no conservativa es la fuerza de rozamiento. Si se hace desplazar un cuerpo sobre una superficie, llevándolo desde el punto A hasta el punto B, el trabajo realizado por la fricción tendrá valores distintos, de acuerdo al camino seguido.

$$W_{A\to B}^{C_1} \neq W_{A\to B}^{C_2}$$

10. PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA

"Si la única fuerza que realiza trabajo sobre una partícula o sistema de partículas, es su propio peso (fuerza de gravedad) y/o la fuerza elástica y libre de todo tipo de rozamiento, entonces la energía mecánica del sistema se conserva en el tiempo".



$$EM\,(inicial) = EM\,(final) \qquad EM\,(en\ \ A) = EM\,(en\ \ B) \qquad \ldots(5)$$

$$E_K(A) + E_P(A) = E_K(B) + E_P(B)$$

1) Cuando en el sistema no participa el resorte:

$$m.g.h_A + \frac{m.V_A^2}{2} = m.g.h_B + \frac{m.V_B^2}{2} \qquad \ldots (6)$$

2) Cuando en el sistema participa un resorte:

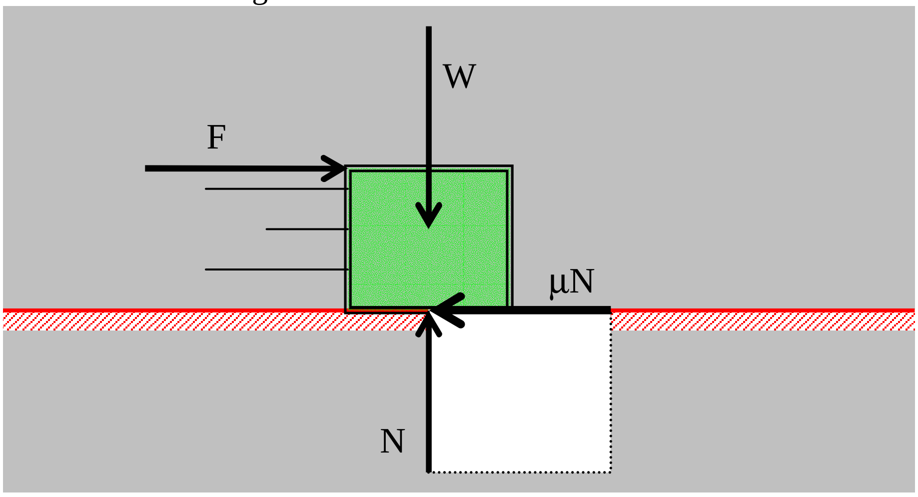
$$EM\,(en\ \ A) = EM\,(en\ \ B)$$

$$m.g.h_A + \frac{m.V_A^2}{2} + \frac{K.X_A^2}{2} = m.g.h_B + \frac{m.V_B^2}{2} + \frac{K.X_B^2}{2} \qquad \ldots. (7)$$

Se recomienda trazar la línea de referencia o nivel de referencia horizontal, en la posición más baja por donde la partícula (cuerpo) pasa durante su movimiento, para evitar en lo posible la energía potencial negativa.

11. TEOREMA DEL TRABAJO Y LA ENERGÍA MECÁNICA

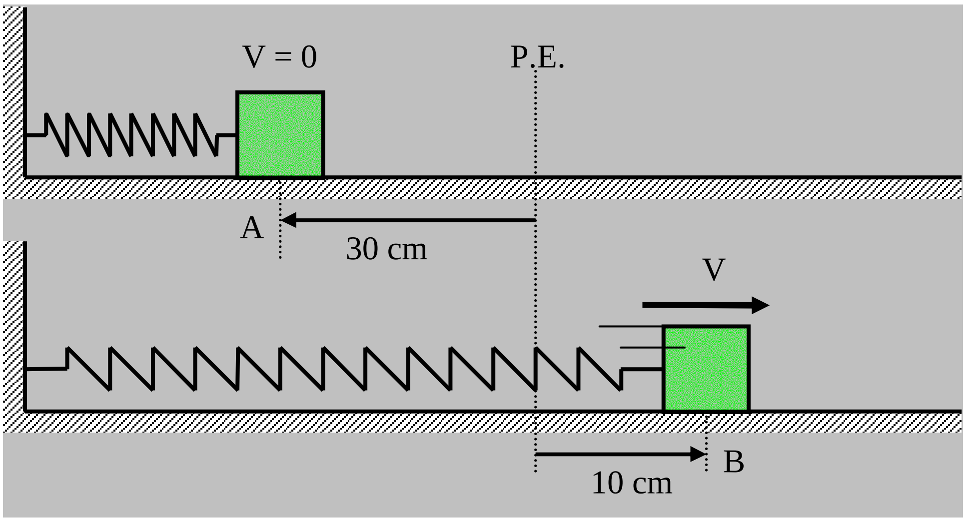
“La cantidad de trabajo realizado por las **fuerzas diferentes** a la fuerza de gravedad (peso) y a la fuerza elástica, sobre un cuerpo o sistema de partículas, es igual a la variación de la energía mecánica”.



$$W^{Fuerza\ externa} + W^{Normal} + W^{friccion} = \Delta EM \qquad \dots (8)$$

EJEMPLO 01: Un bloque asociado a un resorte K = 100 N/m, es abandonado cuando el resorte está deformado 30 cm. La fuerza de rozamiento cinético de módulo 5 N actúa sobre el bloque durante su movimiento. Determine la cantidad de energía cinética del bloque en el instante que su deformación del resorte es 10 cm por segunda vez.

Resolución
Fijamos nuestro sistema de referencia en el plano horizontal. Existe rozamiento, entonces aplicamos el Teorema del trabajo y la energía mecánica.



$$W_{A\to B}^{FRICCION} = EM\,(en\ B) - EM\,(en\ A)$$

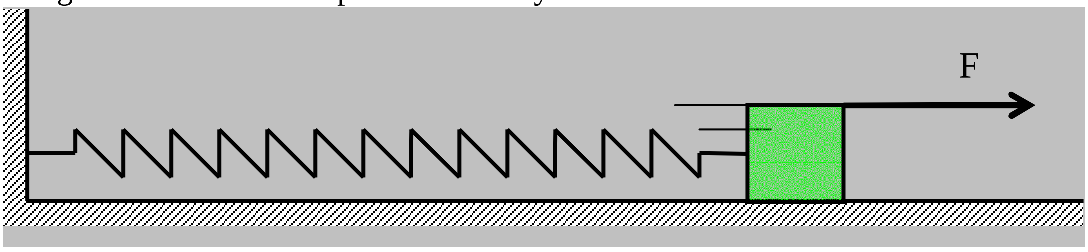
$$-f_k.d_{AB} = \frac{m.V_B^2}{2} + \frac{K.X_B^2}{2} - \frac{m.V_A^2}{2} - \frac{K.X_A^2}{2}$$

Reemplazando: $-(5).(0,4) = E_k(B) + \frac{100.(0,1)^2}{2} - 0 - \frac{100.(0,3)^2}{2}$

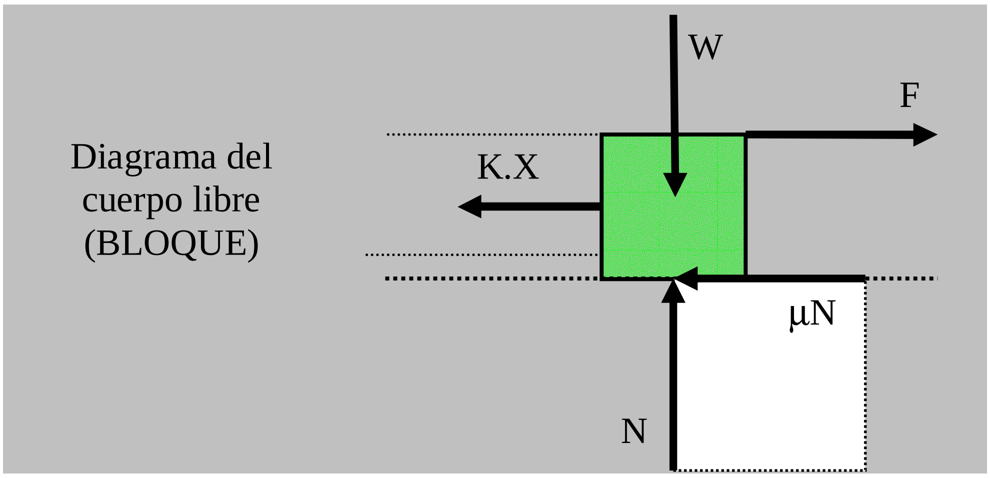
Resolviendo: $E_k(B) = 2,0\ J$

Respuesta: la energía cinética es 2,0 J.

12. TEOREMA DE LA ENERGÍA CINÉTICA
La cantidad de trabajo neto, realizado por todas las fuerzas, es igual a la variación de la energía cinética entre dos puntos de la trayectoria.



$$W^{NETO} = \Delta E_K = \frac{m.V_B^2}{2} - \frac{m.V_A^2}{2} \quad \text{.... (9)}$$



Otra forma de expresar:

$$W^{Fuerza\ externa} + W^{Normal} + W^{friccion} + W^{PESO} + W^{RESORTE} = \Delta E_K$$

Se recomienda utilizar este teorema en los problemas, en reemplazo del teorema del trabajo y la energía mecánica.

1. **EJEMPLO 01:** Un cuerpo de masa 0,4 kg cambia su rapidez de 20 m/s a 10 m/s. Determine la cantidad de trabajo neto (en J) realizado sobre el cuerpo por fuerzas externas.
   Resolucion
   Aplicamos el teorema de la energía cinética:
   $W^{NETO} = \frac{m.V_B^2}{2} - \frac{m.V_A^2}{2}$

$$W^{NETO} = \frac{0,4.(10)^2}{2} - \frac{0,4.(20)^2}{2} = 20 - 80 = -60\ J$$

Respuesta: La cantidad de trabajo neto es -60 J.

EJERCICIOS

2. Calcule la cantidad de energía cinética asociada a un auto de 1000 kg con una rapidez de 20 m/s.
A) 350 kJ B) 400 kJ C) 200 kJ D) 380 kJ E) 250 kJ

3. Calcule la cantidad de energía cinética asociada a una piedra de 200 gramos con una rapidez de 3 m/s.
A) 9 J B) 0,9 J C) 3 J D) 0,3 J E) 0,09 J

4. Calcule la cantidad de energía potencial gravitatoria de una roca de 2 toneladas que se encuentra a 200 m de la superficie terrestre. En (kJ). (g = 10 m/s^2)
A) 3 500 B) 4 000 C) 2 000 D) 3 800 E) 250

5. Calcule la cantidad de energía potencial gravitatoria de una pelota de 400 gramos que se encuentra a 2,5 cm de la superficie terrestre. (g = 10 m/s^2)
A) 1 J B) 0,1 J C) 3 J D) 0,3 J E) 0,09 J

6. Un móvil de masa m se mueve con velocidad constante, con una energía cinética de 400 J. Determine la cantidad de energía cinética (en kJ) de otro móvil cuya masa es $\frac{m}{2}$ y su rapidez es el triple.
A) 1,8 B) 1,4 C) 2,3 D) 0,9 E) 3,6

7. Calcule la cantidad de energía cinética (en kJ) de una bala de fusil de masa 50 gramos que sale del cañón del arma con rapidez de 900 m/s. (g = 10 m/s^2)
A) 12,75 B) 15,25 C) 17,75 D) 20,25 E) 25,55

8. Calcule la cantidad de energía potencial elástica asociada a un resorte de constante elástica 1000 N/m que se encuentra deformada 20 cm.
A) 2 J B) 20 J C) 30 J D) 25 J E) 40 J

9. Un resorte de constante elástica K = 20 N/cm se encuentra estirado 10 cm. Determine la cantidad de energía potencial elástica almacenada en el resorte (en J):
A) 7 B) 8 C) 9 D) 10 E) 20

10. Se lanza un proyectil de 0,2 kilogramo desde el suelo con velocidad inicial 30 **i** + 40 **j** (m/s). ¿Cuál es la cantidad de la energía cinética (en J) en el punto que alcanza la altura máxima respecto del suelo?
A) 80 B) 90 C) 100 D) 160 E) 140

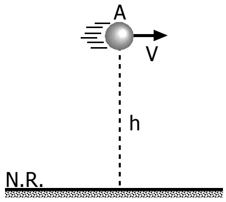
11. Se lanza un proyectil de 0,3 kilogramo desde el suelo, en el instante t = 0, con velocidad 30 **i** + 70 **j** (m/s). ¿Cuál es la cantidad de la energía cinética (en J) en el

instante t = 4 s?
A) 250 B) 260 C) 270 D) 280 E) 340

12. Suponga una persona de 75 kg viajando dentro de un auto a 72 km/h y sin cinturón de seguridad. De pronto se produce un accidente de transito y la persona salió disparada con consecuencias fatales, esto es debido a que equivale caer verticalmente desde una altura de (en m):
A) 10 B) 15 C) 20 D) 25 E) 30

ENERGÍA MECÁNICA

13. Se muestra una partícula de 200 gramos en movimiento, con rapidez 4 m/s y a 3 metros del piso en un instante. Determine la cantidad de energía mecánica de la partícula respecto del nivel de referencia. (g = 10 m/s^2)



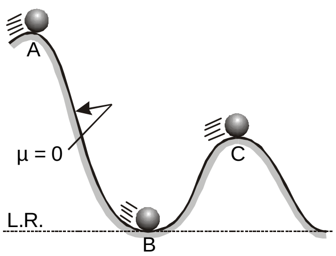
A) 7,6 J B) 6,6 J C) 5,6 J D) 4,6 J E) 3,6 J

14. Un avión de papel de 50 gramos tiene rapidez 8 m/s en el instante que se encuentra a 3 metros del piso. Determine la cantidad de energía mecánica (en J) del avión respecto del piso. (g = 10 m/s^2)
A) 2,1 B) 3,1 C) 4,1 D) 31 E) 41

TEOREMA DE LA ENERGÍA CINÉTICA

15. Un bloque de 8 kg resbala por un plano inclinado con rozamiento. Si parte del reposo y llega al pie del plano con rapidez de 2 m/s, ¿Cuál es la cantidad de trabajo neto realizado sobre el bloque?
A) 15 J B) 16 J C) 20 J D) 18 J E) 25 J

16. Se muestra el movimiento de un pequeño bloque cuya rapidez cambia $V_A = 4$ m/s; $V_B = 30$ m/s; $V_C = 20$ m/s. Sabiendo que no hay rozamiento, determine la diferencia de alturas entre A y C. (g = 10 m/s^2)

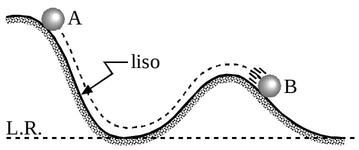


A) 19,2 m B) 13,2 m C) 18 m D) 20 m E) 3,2 m

17. Un cuerpo de masa 0,4 kg cambia su rapidez de 20 m/s a 10 m/s. Determine la cantidad de trabajo neto (en J) realizado sobre el cuerpo por fuerzas externas.
A) -100 B) -20 C) -30 D) -60 E) 60

CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA

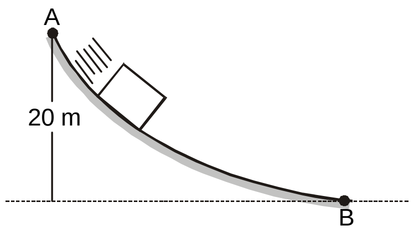
18. Se muestra el movimiento de un pequeño bloque cuya rapidez cambia $V_A = 2$ m/s; $V_B = 10$ m/s. Sabiendo que no hay rozamiento, determine la diferencia de alturas entre A y B.
($g = 10\ m/s^2$)



A) 4,8 m B) 5,2 m C) 1,8 m D) 8,3 m E) 3,2 m

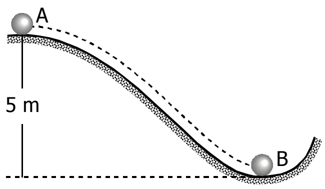
19. Desde una altura de 45 m se abandona una esfera, en caída libre. Con que rapidez (en m/s) llega al piso? ($g = 10\ m/s^2$)
A) 10 B) 20 C) 30 D) 40 E) 50

20. Se abandona un bloque de 4 kg en la posición A. Sin no hay rozamiento, determine la rapidez (en m/s) con que llega al punto B.($g = 10\ m/s^2$)



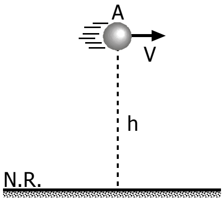
A) 10 B) 20 C) 30 D) 40 E) 50

21. Se abandona un bloque de 2 kg en la posición A. Sin no hay rozamiento, determine la rapidez (en m/s) con que llega al punto B.($g = 10\ m/s^2$)



A) 10 B) 20 C) 30 D) 40 E) 50

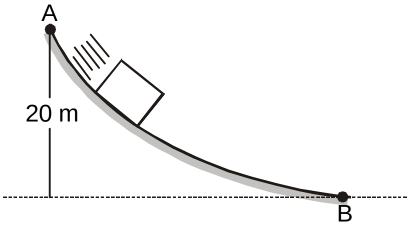
22. Se muestra una partícula de 200 gramos en movimiento, con rapidez 20 m/s y a 60 metros del piso en un instante. Determine la rapidez (en m/s) con que llega al piso.
($g = 10\ m/s^2$)



A) 30 B) 40 C) 50 D) 60 E) 70

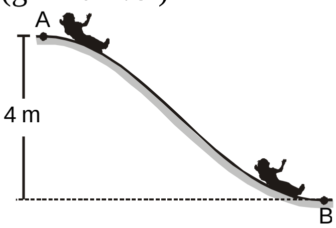
TEOREMA DEL TRABAJO Y LA ENERGÍA MECÁNICA

23. Se abandona un bloque de 4 kg en la posición A y pasa por B con rapidez de 15 m/s. Determine la cantidad de trabajo realizado por la fuerza de rozamiento desde A hasta B.
($g = 10\ m/s^2$)



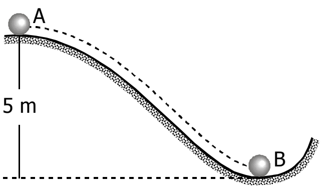
A) -350 J B) -100 J C) -240 J D) -200 J E) -360 J

24. Se abandona un niño de 20 kg en la posición A de un tobogán y pasa por B con rapidez de 6 m/s. Determine la cantidad de trabajo realizado por la fuerza de rozamiento desde A hasta B.
($g = 10\ m/s^2$)



A) -440 J B) -450 J C) -340 J D) -200 J E) -360 J

25. Se abandona un bloque de 3 kg en la posición A y pasa por B con rapidez de 8 m/s. Determine la cantidad de trabajo realizado por la fuerza de rozamiento desde A hasta B. ($g = 10\ m/s^2$)



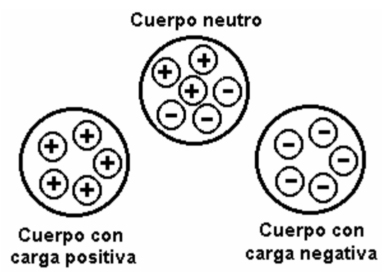
A) –35 J B) – 54 J C) – 55 J D) – 60 J E) – 38 J

SEMANA 06: ELECTROSTÁTICA (ley de Coulomb, Campo eléctrico y potencial eléctrico)

ELECTROSTÁTICA

1. CARGA ELÉCTRICA. Desde tiempos muy antiguos se conoce la propiedad que poseen algunos cuerpos, como el ámbar, de atraer a otros cuerpos después de ser frotados. Ya ***Tales de Mileto*** (640 - 547 a.C.) hizo experimentos en los que demostró que el ámbar, después de ser frotado con la piel de un animal, atraía ciertas semillas. Este fenómeno se denominó electricidad, y la propiedad que se supone que adquirían los cuerpos al frotarlos, carga eléctrica.
Si sometemos un cuerpo a ciertas manipulaciones, por ejemplo, frotándolo, ese cuerpo puede ganar electrones o perderlos. Es por esto que las barras de vidrio o de plástico se electrizan al frotarlas, respectivamente, con seda o con lana. Con el frotamiento, la barra de plástico gana electrones de la lana (adquiere carga negativa), y la barra de vidrio cede electrones a la seda (adquiere carga positiva). Es decir, el tipo de carga eléctrica que un cuerpo posee está en función de que ese cuerpo tenga más o menos electrones que protones.

- Si un cuerpo tiene cantidad de carga negativa es porque ha ganado electrones de otros cuerpos y, por tanto, posee más electrones que protones.
- Si un cuerpo tiene cantidad de carga positiva es porque ha cedido electrones a otros cuerpos y, por tanto, posee menos electrones que protones.
- Carga de un electrón: $q_e = -1,6 \times 10^{-19}$ coulomb (C).
- Carga de un protón: $q_p = +1,6 \times 10^{-19}$ coulomb (C)



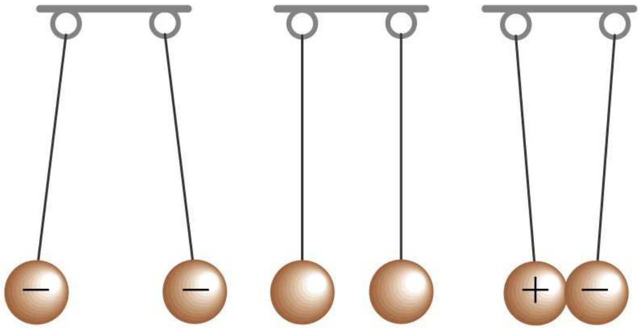
2. Cuantificación de la carga: La cantidad de carga en cuerpo electrizado es múltiplo de la cantidad de carga fundamental **e.** En el proceso de electrización los cuerpos conductores ganan o pierden electrones en cantidades enteras.

$$q = \pm\, n.e$$

n: número de electrones en exceso o defecto ($n \in N$)
e: cantidad de carga fundamental (1,6 x 10^{-19} **C)**

3. LEYES DE LA ELECTROSTÁTICA

01.- <u>Ley Cualitativa</u>



Enunciado por primera vez por el físico norteamericano Benjamín Franklin (1706 – 1790).

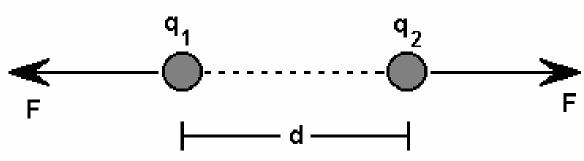
"La cargas eléctricas del mismo signo se repelen y cargas de signos diferente se atraen"

02.- <u>Ley Cuantitativa</u> (Ley de Coulomb)

El físico francés **Charles Agustín de Coulomb** (1736 - 1806), utilizando una balanza de torsión, estudió las fuerzas con las que se atraían o repelían los cuerpos cargados. Éstas fueron sus conclusiones:

La fuerza (F) con la que dos cargas (q_1 y q_2) se atraen o se repelen, es directamente proporcional al producto de dichas cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia (d) que las separa.

$$F = \frac{K.q_1.q_2}{d^2}$$



La constante eléctrica "K" en el SI, se escribe así:

$$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\times10^9\, N.m^2.C^{-2}$$

Donde: $\varepsilon_0 = 8{,}85\text{x}10^{-12}\ C^2\ N^{-1}m^{-2}$

- Las fuerzas eléctricas aparecen sobre cada una de las dos cargas que interactúan, y son de igual magnitud e igual línea de acción, pero de sentidos opuestos.
- Las fuerzas eléctricas dependen de los valores de las cargas. Cuanto mayor sean esos valores, mayor será la fuerza con la que se atraerán o repelerán.
- Las fuerzas eléctricas dependen de la distancia que separa las cargas. Cuanto mayor sea esa distancia, menor será la fuerza entre ellas.

- Las fuerzas eléctricas dependen del medio en el que están situadas las cargas. No es igual la fuerza existente entre dos cargas cuando están en el vacío que cuando están en otro medio material, como el aceite o el agua.

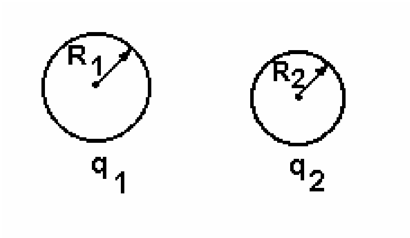
4. ELECTRIZACIÓN DE LOS CUERPOS

I) Cuando dos cuerpos esféricos de igual radio cargados con q_1 y q_2 son puestos en contacto, se establece un flujo de electrones; al final, las esferas se reparten las cargas equitativamente cada uno con carga "Q".

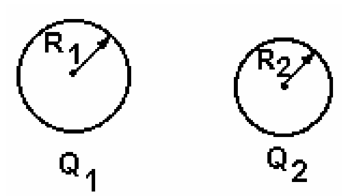
$$Q = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

II) Cuando dos esferas de radios R_1 y R_2 cargadas con q_1 y q_2 entran en contacto, las cargas se redistribuyen en las superficies esféricas en forma proporcional al cuadrado de los radios respectivos, conservándose la carga total. Si la carga final en cada esfera es Q_1 y Q_2 respectivamente, del principio de conservación de las cargas se cumple que:

Al inicio....



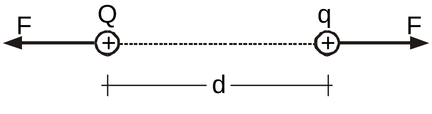
Luego del contacto.........



Principio de conservación de las cargas eléctricas: $q_1 + q_2 = Q_1 + Q_2$

$$\frac{Q_1}{R_1^2} = \frac{Q_2}{R_2^2}$$

EJEMPLO 01: Dos partículas electrizadas con cantidad de carga Q y q se encuentran separadas una distancia "d", se repelen mutuamente con una fuerza de de módulo 100 N. Si duplicamos la cantidad de carga de una, triplicamos la cantidad de carga de la otra y reducimos la distancia a la mitad, determine el módulo de la nueva fuerza de repulsión.



Resolución

Sabemos que: $F = \frac{K.q.Q}{d^2} = 100\,N$

La nueva fuerza de repulsión es: $F_1 = \frac{K(2q)(3Q)}{\left(\frac{d}{2}\right)^2} = 24\frac{KqQ}{d^2}$

EJEMPLO 02: Se muestra dos partículas electrizadas con Q = +80 μC y q = +2 μC se encuentras separadas d = 0,3 m. Determinar el módulo de la fuerza eléctrica que actúa sobre "q".

Resolución

Ley de Coulomb: $F = \dfrac{K.q.Q}{d^2}$

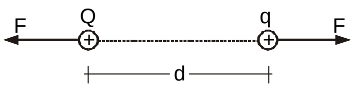
Para determinar el módulo no se reemplaza el signo de las partículas electrizadas.

Reemplazando: $F = \dfrac{9.10^9.\left(2.10^{-6}\right).\left(80.10^{-6}\right)}{\left(3.10^{-1}\right)^2} = 16\ N$

Respuesta: el módulo de fuerza eléctrica es 16 N.

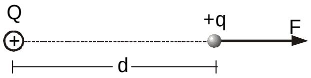
EJERCICIOS

1. Dos partículas electrizadas con cantidad de carga Q y q se encuentran separadas una distancia "d", se repelen mutuamente con una fuerza de de módulo 100 N. Si duplicamos la cantidad de carga de una, triplicamos la cantidad de carga de la otra y reducimos la distancia a la mitad, determine el módulo de la nueva fuerza de repulsión.



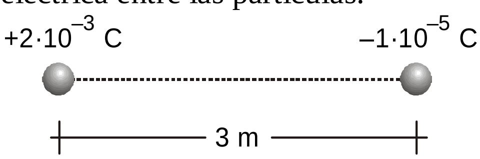
A) 1,6 kN B) 1,6 kN C) 240 kN D) 2,4 kN E) 24 kN

2. Se muestra dos partículas electrizadas con Q = +80 μC y q = +2 μC se encuentras separadas d = 0,3 m. Determinar el módulo de la fuerza eléctrica que actúa sobre "q".



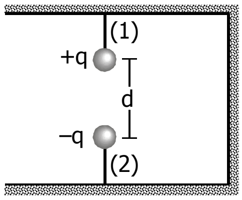
A) 16 N B) 1,6 N C) 32 N D) 160 N E) 0,16 N

3. Se muestra dos partículas electrizadas. Determine el módulo de la fuerza de atracción eléctrica entre las partículas.



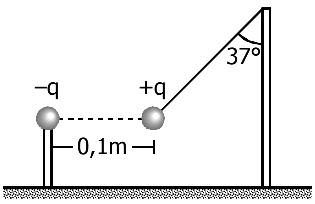
A) 16 N B) 20 N C) 200 N D) 160 N E) 2 N

4. Se muestra dos cuerpos esféricos de masas iguales 2 kg y electrizados con igual cantidad q = 10 μC, pero con signos diferentes. Si la distancia de separación vertical es d = 0,1 m. Determinar el módulo de la tensión en la cuerdas (1) y (2). $g = 10\ m/s^2$



A) 110 N y 70 N B) 100 N y 70 N C) 110 N y 90 N
D) 110 N y 80 N E) 110 N y 60 N

5. Se muestra dos esferas iguales, electrizadas con igual cantidad $q = 10^{-6}$ C pero con signos diferentes. Determinar el módulo de la tensión en la cuerda y la masa de cada esfera.
($g = 10\ m/s^2$)

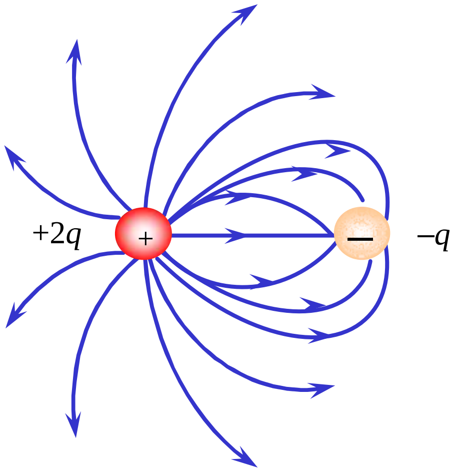


A) 150 N y 12 kg B) 100 N y 12 kg C) 110 N y 12 kg
D) 150 N y 10 kg E) 150 N y 2 kg

CAMPO ELÉCTRICO

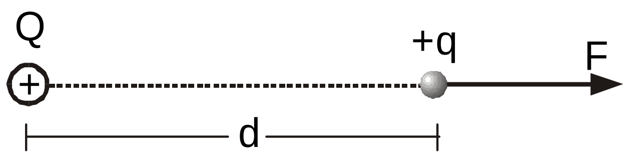
1. CONCEPTO DE CAMPO

Toda partícula electrizada altera las propiedades del espacio que la rodea, el mismo que adquiere una “sensibilidad eléctrica” que se pone de manifiesto cuando otra partícula electrizada ingresa a esta región. Así, llamamos CAMPO ELÉCTRICO a aquella región del espacio que rodea a toda partícula electrizada (cuerpos electrizados, electrones y protones), lugar en el cual deja sentir su efecto sobre otras partículas electrizadas. El campo eléctrico es un agente transmisor de fuerzas.



2. INTENSIDAD DEL CAMPO ELÉCTRICO

Es aquella **magnitud vectorial**, que sirve para describir el campo eléctrico. Su valor se define como la fuerza eléctrica resultante que actúa por cada unidad de carga positiva q_0 en un punto del campo.

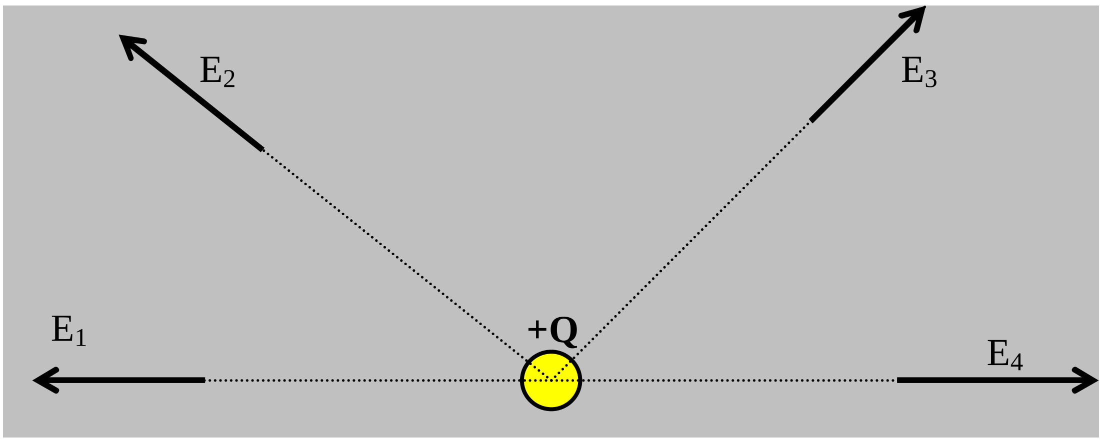


Definición: $\vec{E} = \dfrac{\vec{F}}{q_0}$

Ley de Coulomb: $F = \dfrac{KQ.q_o}{d^2}$

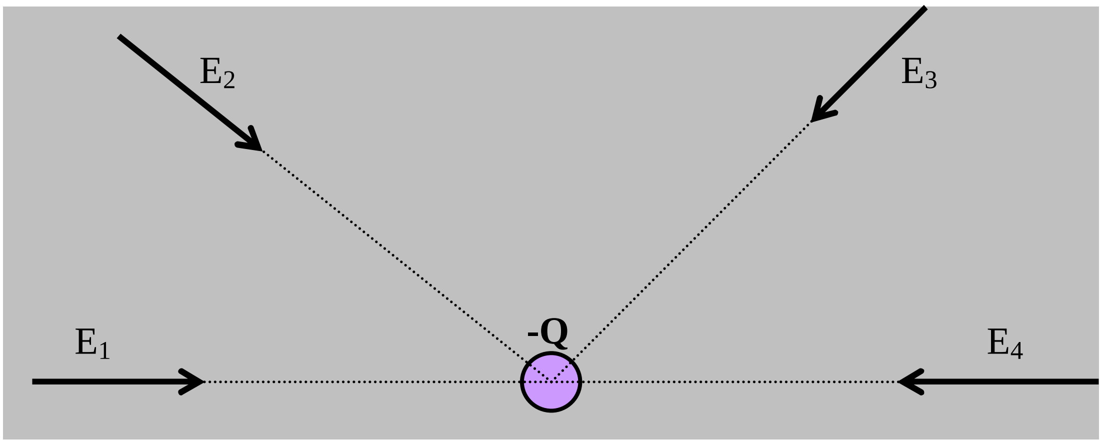
Reemplazando en la definición:

$$E = \frac{F}{q_o} = \frac{\frac{K.Q.q_0}{d^2}}{q_0} = \frac{KQ}{d^2}$$



En general: $E = \frac{K.Q}{d^2}$

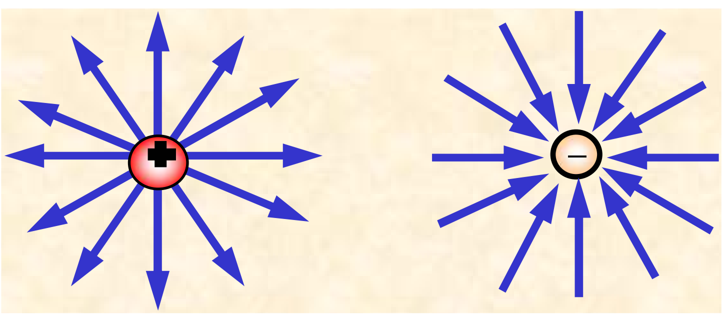
Observe la dirección de las líneas de fuerza cuando la carga creadora se positiva y cuando la cantidad de carga es negativa.



Unidades: $\frac{N}{C}, \frac{V}{m}$

3. LÍNEAS DE FUERZA

Las líneas de fuerza representan geométricamente un campo eléctrico. Fueron ideadas por el físico inglés **Michael Faraday** (1791 – 1867). Convencionalmente las líneas de fuerza salen de las partículas electrizadas positivas e ingresan a las partículas electrizadas negativamente.

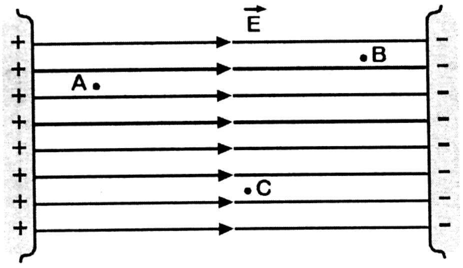


Las líneas de fuerza son continuas, no se cortan entre si, debido a la unicidad del campo eléctrico en un punto. La intensidad del campo eléctrico en un punto se representa por un vector tangente a la línea de fuerza.

4. CAMPO ELÉCTRICO HOMOGÉNEO

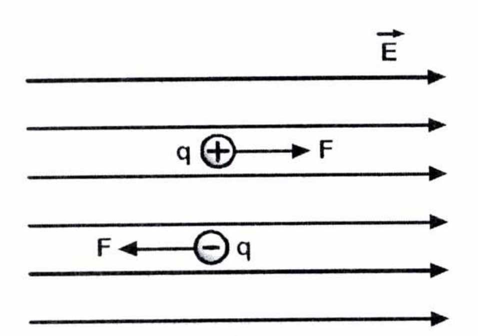
Un campo electrico cuya intensidad es igual en todos los puntos del espacio se llama campo electrico homogeneo o uniforme. El campo electroico homogeneo se represnta mediante lineas de fuerzas paralelas.

$$\vec{E}_A = \vec{E}_B = \vec{E}_C = constante$$



5. FUERZA ELÉCTRICA

Dentro de un campo eléctrico homogéneo, si la partícula electrizada es positiva q (+) la fuerza y las líneas de fuerza tienen la misma dirección. Si la partícula electrizada es negativa q (-) la fuerza y las líneas de fuerza tienen direcciones opuestas.

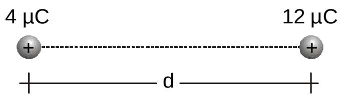


El módulo de la fuerza es igual al producto de la cantidad de carga de la partícula electrizada por el módulo de la intensidad del campo eléctrico.

$$F = q.E$$

Para determinar la dirección de la fuerza eléctrica se debe tener en cuenta el signo del la partícula electrizada.

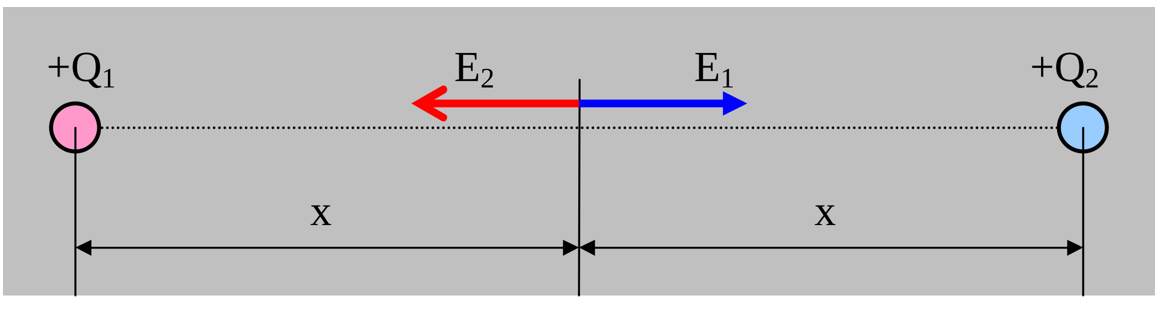
EJEMPLO 01: El módulo de la intensidad del campo eléctrico resultante en el punto medio de la línea recta que separa a las partículas electrizadas es 18 kN/C. Determine la distancia “d”.



A) 2 m B) 1 m C) 4 m D) 3 m E) 6 m

Resolución

Cálculo de la intensidad del campo eléctrico a la distancia x = d/2 de cada partícula



electrizada.

$$E_1 = \frac{K.Q_1}{d_1^2} = \frac{9.10^9.\left(4.10^{-6}\right)}{x^2} = \frac{36.10^3}{x^2}$$

$$E_2 = \frac{K.Q_2}{d_2^2} = \frac{9.10^9.\left(12.10^{-6}\right)}{x^2} = \frac{108.10^3}{x^2}$$

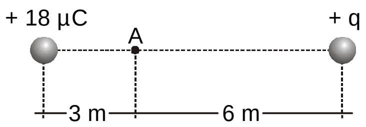
Sabemos que: $E_2 - E_1 = 18000\,\frac{N}{C}$

$$\frac{108.10^3}{x^2} - \frac{36.10^3}{x^2} = 18000\,\frac{N}{C}$$

$$\frac{72.10^3}{x^2} = 18000 \quad \Rightarrow \quad x = 2\ m$$

Respuesta: la distancia de separación entre las partículas electrizadas es 4 metros.

EJEMPLO 02: Se muestra dos partículas electrizadas fijas. Sabiendo que la intensidad de campo eléctrica resultante en A es nula, determine la cantidad de carga “q”.



A) +30 µ B) +40 µC C) +50 µC D) +60 µC E) +72 µC

Resolución

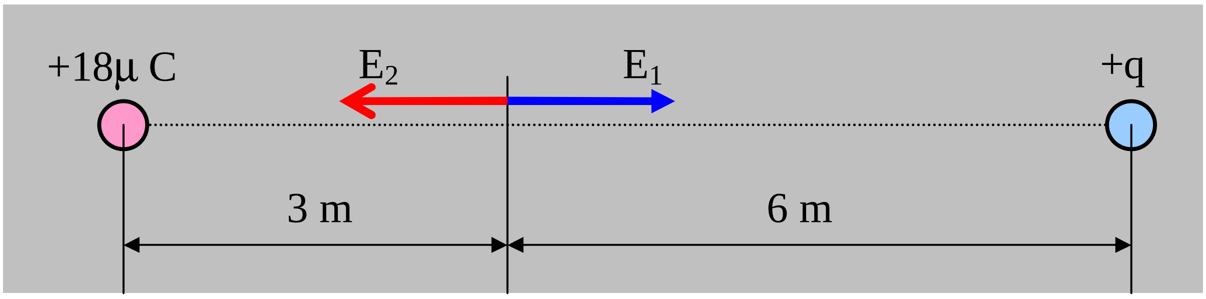
Cálculo de la intensidad del campo eléctrico en el punto A, de cada partícula electrizada.

$$E_1 = \frac{K.Q_1}{d_1^2} = \frac{9.10^9.\left(18.10^{-6}\right)}{3^2} = 18.10^3\ \frac{N}{C}$$

$$E_2 = \frac{K.Q_2}{d_2^2} = \frac{9.10^9.\left(q\right)}{6^2} = \frac{q.10^9}{4}$$

La intensidad del campo eléctrico resultante en el punto A es nula:

Sabemos que: $E_2 - E_1 = 0 \quad \Rightarrow \quad E_1 = E_2$



$$18.10^3 = \frac{q.10^9}{4} \quad \Rightarrow \quad q = +72.10^{-6}\, C$$

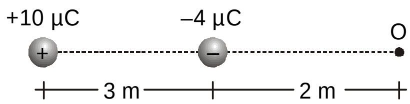
Respuesta: la cantidad de carga de la partícula electrizada es 72 microcoulomb.

EJERCICIOS

1. Determine el módulo de la intensidad del campo eléctrico en un situado a 3 metros de una partícula electrizada con cantidad de carga Q = +8 mC. En (MN/C):
A) 2 B) 4 C) 6 D) 8 E) 10

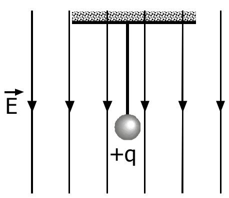
2. Determine el módulo de la intensidad del campo eléctrico en un situado a 4 metros de una partícula electrizada con cantidad de carga Q = -16 μC. En (kN/C):
A) 3 B) 4 C) 6 D) 8 E) 9

3. Se muestra dos partículas electrizadas fijas. Determine el módulo de la intensidad del campo eléctrico resultante en el punto "O".



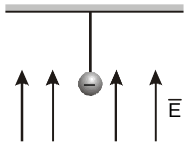
A) 5,4 kN/C B) 2,5 kN/C C) 3,5 kN/C D) 4,5 kN/C E) 8,5 kN/C

4. Un esfera de masa 0,2 kg y electrizada con cantidad de carga eléctrica q = +30 μC esta suspendida del techo mediante un hilo aislante dentro de un campo eléctrico uniforme y homogéneo de módulo E = 600 kN/C. determinar el módulo de la tensión en la cuerda. (g = 10 m/s^2)



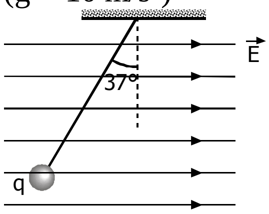
A) 2 N B) 1 N C) 10 N D) 20 N E) 60 N

5. Se muestra un campo eléctrico uniforme y homogéneo de módulo E = 4 kN/C, sabiendo que la esfera de 600 gramos y cantidad de carga eléctrica -2.10 $^{-3}$ coulomb se encuentra en equilibrio. Determinar el módulo de la tensión en la cuerda aislante que sostiene a la esfera. ($g = 10\ m/s^2$)



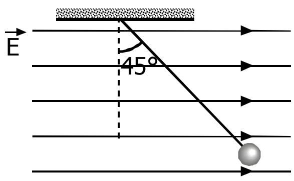
A) 7 N B) 14 N C) 28 N D) 21 N E) 35 N

6. Una esfera de 4 gramos y electrizada con cantidad de carga $q = -10^{-6}$ C suspendida desde el techo mediante un hilo aislante, dentro de un campo eléctrico uniforme y homogéneo. Sabiendo que la esfera se encuentra en equilibrio, determine el módulo de la intensidad del campo eléctrico.
($g = 10\ m/s^2$)



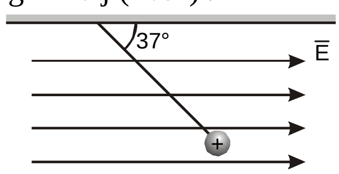
A) 100 N/C B) 200 N/C C) 300 N/C D) 400 N/C E) 500 N/C

7. Una esfera electrizada con cantidad de carga $q = +20\ \mu C$ suspendida desde el techo mediante un hilo aislante, dentro de un campo eléctrico uniforme y homogéneo de modulo $E = 40$ kN/C. Sabiendo que la esfera se encuentra en equilibrio, determine la masa de la esfera. ($g = 10\ m/s^2$)



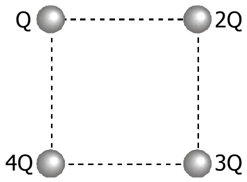
A) 5 g B) 10 g C) 20 g D) 25 g E) 30 g

8. Se muestra una esfera electrizada con cantidad de carga q = +4 mC, dentro de un campo eléctrico uniforme y homogéneo de intensidad E = 6 kN/C. Determinar el módulo de la fuerza de gravedad debido al campo de gravedad de intensidad $\vec{g} = -10\ j\ (m/s^2)$.



A) 20 N B) 30 N C) 18 N D) 15 N E) 60 N

9. En los vértices de un cuadrado se han colocado cuatro partículas electrizadas como se muestra. Si la partícula de cantidad de carga Q genera en el centro del cuadrado una intensidad de campo eléctrico de cuyo módulo es $25\sqrt{2}$ N/C, determine el módulo de la intensidad del campo eléctrico resultante en el centro del cuadrado.



A) 100 N/C B) 200 N/C C) 300 N/C D) 400 N/C E) 500 N/C

POTENCIAL ELÉCTRICO

1. POTENCIAL ELÉCTRICO

El concepto de “energía potencial eléctrica” por unidad de cantidad de carga eléctrica, tiene un nombre especial: Potencial Eléctrico.

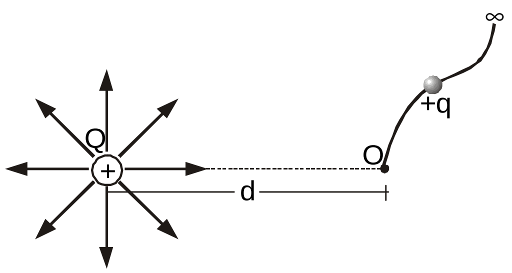
$$\text{Potencial Eléctrico} = \frac{\text{Energía Potencial Eléctrica}}{\text{Cantidad de carga}}$$

La unidad del Sistema Internacional que mide el potencial eléctrico es el *volt*, así llamado en honor del físico italiano **Alessandro Volta** (1745 -1827). El símbolo del *volt* es V. Puesto que la energía potencial se mide en joules y la cantidad de carga en coulomb.

$$1\ \text{volt} = 1\frac{\text{joule}}{\text{coulomb}}$$

2. POTENCIAL ELÉCTRICO EN UN PUNTO

El potencial eléctrico es una magnitud física escalar, se define como la cantidad de trabajo realizado por un agente externo (A.E.) contra el campo eléctrico, por cada unidad de cantidad de carga positiva, para trasladar con rapidez constante desde el infinito hasta un punto “O” dentro del campo eléctrico.



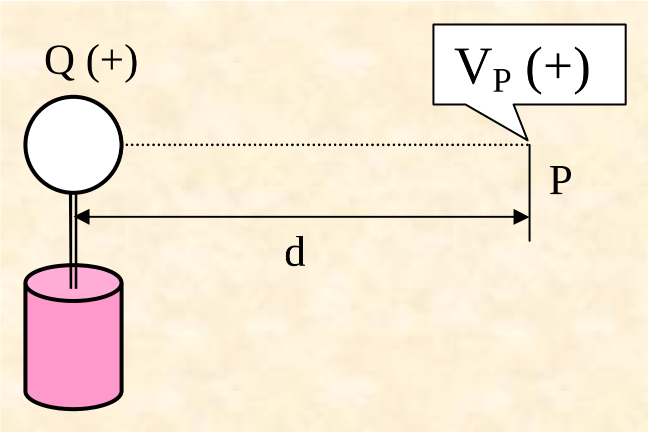
$$V_0 = \frac{W_{\infty\to P}^{A.E}}{q_0}$$

Pero la cantidad de trabajo realizado contra el campo eléctrico desde el infinito hasta el punto “O” es:

$$W_{\infty\to O}^{A.E} = \frac{K.Q.q_0}{d}$$

Por consiguiente el potencial eléctrico creado por la partícula electrizada de cantidad de carga Q en el punto “O” es:

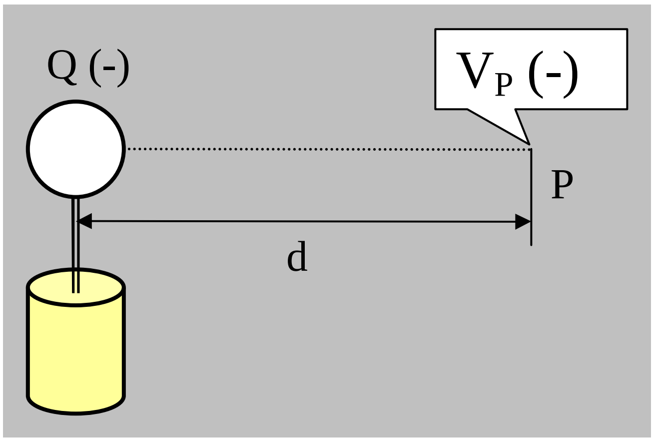
$$V_O = \frac{K.Q}{d}$$



En la fórmula se reemplaza el signo de la partícula electrizada creadora de campo electrizo, por consiguiente el potencial en un punto **P** puede ser positivo o negativo.

$$V_P = \frac{+K.Q}{d}$$

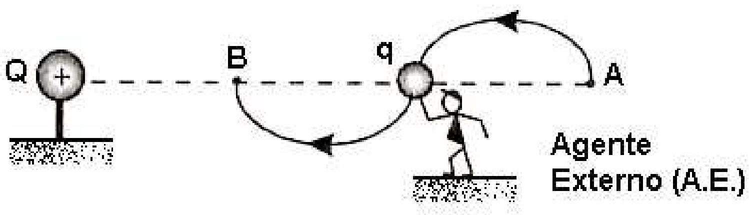
$$V_P = \frac{-K.Q}{d}$$



Consideremos la distancia de muy grande, entonces el **potencial eléctrico** en el infinito es nulo $(V_\infty = 0)$.

3. DIFERENCIA DE POTENCIAL ENTRE DOS PUNTOS.

Se define como la cantidad de trabajo realizado por un agente externo sobre cada unidad de cantidad de carga "q" para trasladar con rapidez constante desde un punto A inicial a otro final B, dentro del campo eléctrico.



$$V_B - V_A = \frac{Trabajo\ realizado\ desde\ A\ hasta\ B}{Cantidad\ de\ carga\ en\ movimiento}$$

$$V_B - V_A = \frac{W_{A\to B}^{A.E}}{q}$$

La diferencia de potencial también suele llamarse "tensión eléctrica".
El sentido de las líneas de fuerza que representan al campo eléctrico es tal que se dirigen de mayor a menor potencial eléctrico.

4. CANTIDAD DE TRABAJO CONTRA EL CAMPO ELÉCTRICO

La cantidad de trabajo hecho por un agente externo contra el campo eléctrico para trasladar la partícula electrizada "q" desde un punto inicial A a otro final B, es igual al producto de la magnitud de la partícula electrizada por la diferencia de potencial entre los puntos final e inicial.

$$W_{A\to B}^{A.E} = q.(V_B - V_A)$$

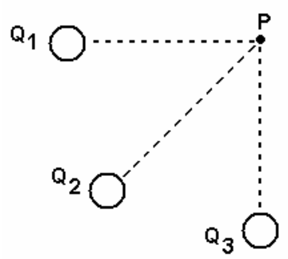
En la fórmula se reemplazará el signo de partícula electrizada en movimiento. Si la cantidad de trabajo es ***positivo*** entonces la fuerza externa está en el sentido del movimiento de la partícula electrizada, en cambio si es ***negativa*** la fuerza externa está en sentido contrario al movimiento. La cantidad de trabajo será nula si los puntos inicial y final tienen igual potencial eléctrico.
La cantidad de trabajo hecho por el agente externo no depende de la trayectoria. La cantidad de trabajo hecho por el campo eléctrico es opuesto a la cantidad de trabajo hecho por el agente externo.

$$W^{CAMPO} = -W^{A.E.}$$

5. SUPERPOSICIÓN DE CAMPOS ELÉCTRICOS

Debido a que el potencial eléctrico es una cantidad escalar, entonces el potencial resultante es igual a la suma algebraica de los potenciales parciales.

$$V_P = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + ... + V_n$$



Para un conjunto de tres partículas electrizadas es:

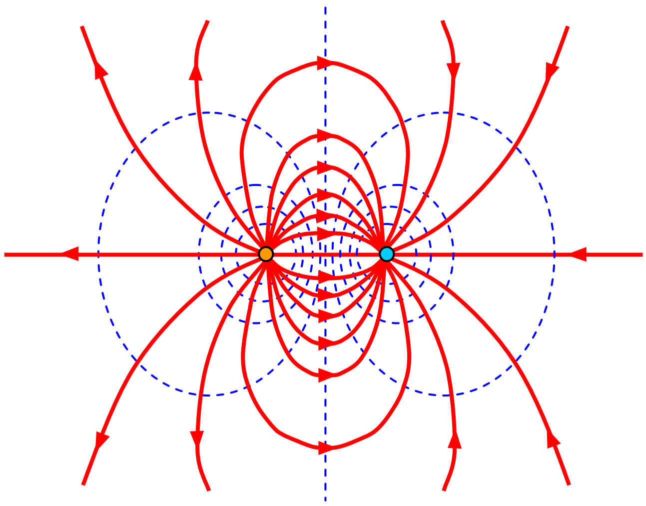
$$V_P = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V_P = \frac{K.q_1}{d_1} + \frac{K.q_2}{d_2} + \frac{K.q_3}{d_3}$$

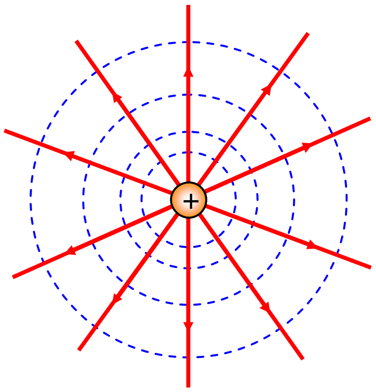
En la ecuación anterior se reemplazará el signo de cada partícula electrizada.

6. SUPERFICIE EQUIPOTENCIAL

Se denomina "Superficie Equipotencial" a la superficie formada por puntos que tienen igual potencial eléctrico, estas se caracterizan por ser perpendiculares a las líneas de fuerza.



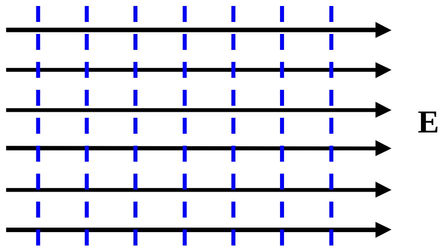
Del mismo modo, la línea equipotencial esta formada por puntos que tienen igual potencial eléctrico.

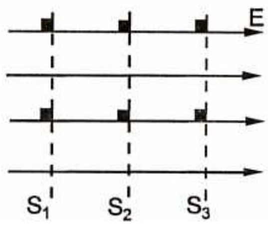


Sobre una superficie equipotencial no se realiza trabajo, es decir la cantidad de trabajo que realiza un agente externo es nula.

7. SUPERFICIES EQUIPOTENCIALES EN UN CAMPO HOMOGÉNEO

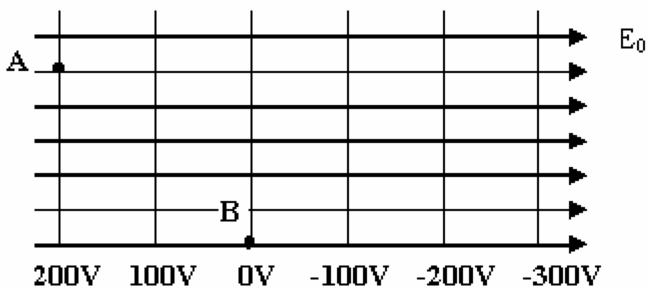
El campo eléctrico homogéneo se representa mediante líneas de fuerza paralelas, entonces las superficies equipotenciales también serán paralelas entre si. En la figura mostrada S_1, S_2, y S_3 representan a las superficies equipotenciales.





8. DIFERENCIA DE POTENCIAL EN CAMPO ELÉCTRICO HOMOGÉNEO

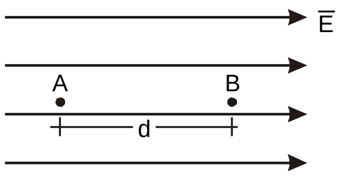
La diferencia de potencial entre dos puntos A y B, es igual al producto de la intensidad del campo eléctrico homogéneo por la distancia en dos líneas equipotenciales que contienen a los puntos A y B. Como ya sabemos el trabajo realizado por el agente externo es independiente de la trayectoria o camino seguido



por la partícula en movimiento.

Las líneas de fuerza que representan al campo eléctrico se desplazan de mayor a menor potencial eléctrico. Observe las siguientes ecuaciones:

$V_A > V_B$



$$V_B - V_A = -E.d$$

$$V_A - V_B = +E.d$$

9. UNIDADES DE MEDIDA

MAGNITUD		UNIDADES	
W	Cantidad de trabajo	joule	J
q	Cantidad de carga eléctrica	coulomb	C
d	distancia	metro	m
V	potencial eléctrico	volt	V
V_B - V_A	diferencia de potencial	volt	V

E	intensidad de campo eléctrico	newton por coulomb	N/C

EJEMPLO 01: Determinar el potencial eléctrico en un punto P situado a 9 m de una partícula electrizada con 5 μ C.

A) 500 V B) 50 volts C) 500 kV D) 6 000 volts E) 5 kV

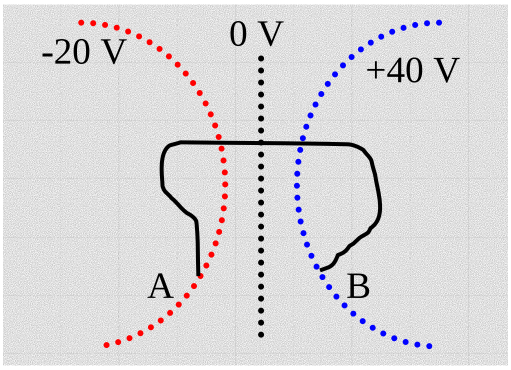
Resolución

Por consiguiente el potencial eléctrico creado por la partícula electrizada de cantidad de carga Q en el punto P es:

$$V_P = \frac{K.Q}{d} \Rightarrow V_P = \frac{9.10^9.\left(5.10^{-6}\right)}{9} = 5000\ volts$$

Respuesta: el potencial eléctrico en el punto P es 5 kV.

EJEMPLO 02: Se muestra algunas superficies equipotenciales y la trayectoria de una partícula. Determinar la cantidad de trabajo realizado por un agente externo contra el campo eléctrico para llevar una partícula electrizada +q = 20 µC desde el punto A hasta



B.

A) 1,2 mJ B) 1,4 mJ C) 1,6 mJ D) 1,8 mJ E) 2,2 mJ

Resolución

La cantidad de trabajo hecho por un agente externo contra el campo eléctrico para trasladar la partícula electrizada "q" desde un punto inicial A a otro final B, es igual al producto de la magnitud de la partícula electrizada por la diferencia de potencial entre los puntos final e inicial.

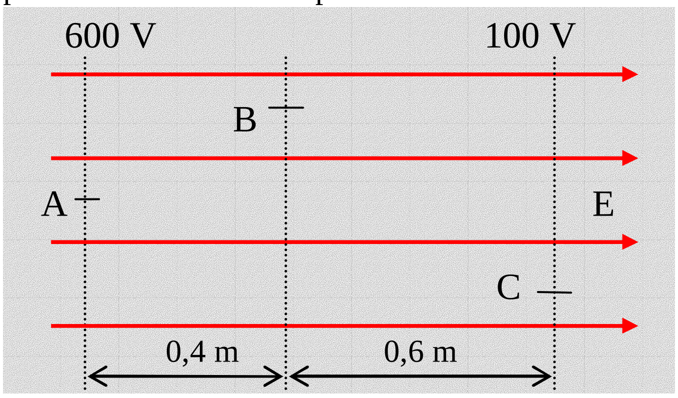
$$W_{A\to B}^{A.E} = q.(V_B - V_A) \Rightarrow W_{A\to B}^{A.E} = 20.10^{-6}.(40-(-20))$$

$$W_{A\to B}^{A.E} = 20.10^{-6}.(40-(-20)) = 1,2.10^{-3}\ J$$

$$W_{A\to B}^{A.E} = 1,2\ m\,J$$

Respuesta: la cantidad de trabajo realizado por el agente externo es 1,2 milijoule.

EJEMPLO 03: Se muestra un campo eléctrico uniforme y homogéneo. Determinar el potencial eléctrico en el punto B.



A) 300 V B) 400 V C) 30 V D) -300 V E) 600 V

Resolución

Las líneas de fuerza que representan al campo eléctrico homogéneo se desplazan de mayor a menor potencial eléctrico. Observe: $V_A > V_B$

Sabiendo que el campo eléctrico es homogéneo se cumple que:

$$E = \frac{\Delta V}{d} \quad \Rightarrow \quad \frac{V_A - V_B}{d_{AB}} = \frac{V_B - V_C}{d_{BC}}$$

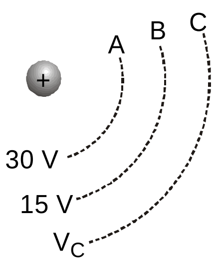
Reemplazando tenemos que:

$$\frac{600 - V_B}{0,4} = \frac{V_B - 100}{0,6}$$

Resolviendo la ecuación se obtiene: $V_B = 400 \; volts$

Respuesta: el potencial eléctrico en el punto B es 400 V.

EJEMPLO 04: Se muestra tres líneas equipotenciales. Para trasladar lentamente una partícula electrizada de cantidad de carga +10 coulomb desde A hasta C, un agente externo realiza una cantidad de trabajo de -200 J contra el campo eléctrico. Determinar el potencial eléctrico en C.



A) -10 V B) +10 V C) -5 V D) +5 V E) 0 V

Resolución

La cantidad de trabajo hecho por un agente externo contra el campo eléctrico para trasladar la partícula electrizada "q" desde un punto inicial A a otro final C, es igual al producto de la magnitud de la partícula electrizada por la diferencia de potencial entre los puntos final e inicial.

$$W_{A\rightarrow C}^{A.E} = q.(V_C - V_A) \quad \Rightarrow \quad -200 = 10.(V_C - 30)$$

Despejando el potencial eléctrico en C.

$$V_C = +10 \; volts$$

Respuesta: el potencial eléctrico en el punto C es +10 volts.

EJERCICIOS

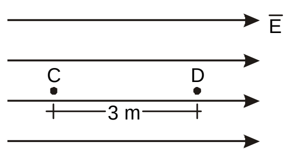
1. Determine el potencial eléctrico en un punto situado a 3 cm de una partícula electrizada con cantidad Q = 4 μC. En (megavolts)

A) +1,2 B) +1,6 C) -1,8 D) -3,0 E) -4,0

2. Determine el potencial eléctrico en un punto situado a 9 cm de una partícula electrizada con cantidad Q = -5 ηC. En (volts)

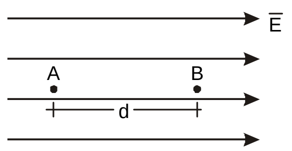
A) -100 B) +200 C) -300 D) -400 E) -500

3. Calcular la diferencia de potencial ($V_C - V_D$) entre los puntos C y D del campo eléctrico uniforme y homogéneo de intensidad cuyo módulo es E = 15 N/C.



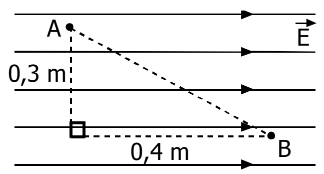
A) +30 V B) +45 V C) -45 V D) -30 V E) +40 V

4. La diferencia de potencial entre los puntos A y B es: ($V_A - V_B$ = 50 volts). Si la intensidad del campo eléctrico uniforme y homogéneo es E = 200 N/C, determinar la distancia de separación "d".



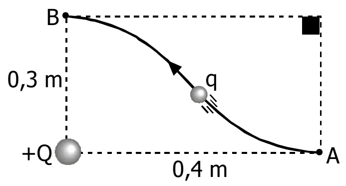
A) 10 cm B) 15 cm C) 20 cm D) 25 cm E) 30 cm

5. Se muestra un campo eléctrico uniforme y homogéneo de módulo E = 500 kN/C. Determinar la cantidad de trabajo realizado por un agente externo para trasladar lentamente un partícula electrizada de cantidad de carga q = +50 μC desde la posición A hasta la posición B siguiendo la trayectoria la hipotenusa del triángulo.



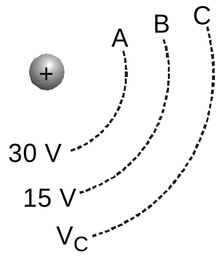
A) 10 J B) -10 J C) 12 J D) -12 J E) -18 J

6. Una esfera electrizada con cantidad de carga Q = + 4.10^{-4} C genera a su alrededor un campo eléctrico. Determinar la cantidad de trabajo realizado por un agente externo para trasladar lentamente un partícula electrizada de cantidad de carga q = +6 μC desde la posición A hasta la posición B siguiendo la trayectoria mostrada.



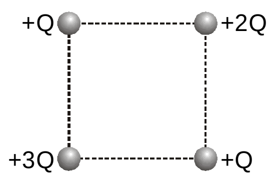
A) +14 J B) -14 J C) 0 J D) +4,8 J E) +18 J

7. Se muestra tres líneas equipotenciales. Para trasladar lentamente una partícula electrizada de cantidad de carga +10 coulomb desde A hasta C, un agente externo, realiza una cantidad de trabajo de -200 J contra el campo eléctrico.



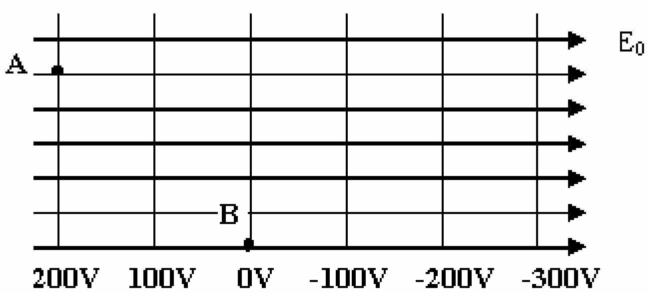
A) -10 V B) +10 V C) -5 V D) +5 V E) 0 V

8. Se muestra cuatro esferas pequeñas electrizadas en los vértices de un cuadrado del lado "L". Si la esfera de cantidad de carga eléctrica +2Q genera un potencial eléctrico de 10 volts en el centro del cuadrado, determinar el potencial eléctrico resultante en el centro del cuadrado.



A) -10 V B) +10 V C) -55 V D) +35 V E) 30 V

9. La figura muestra una región del espacio donde existe un campo eléctrico uniforme E_0 y las líneas equipotenciales son paralelas y separadas entre si 10 cm. ¿Qué trabajo realiza el agente externo para trasladar a velocidad constante una carga de 30 μC desde el punto B hasta A.



A) – 6x10^{-3} J   B) – 7x10^{-3} J   C) – 8x10^{-3} J   D) – 9x10^{-3} J   E) – 5x10^{-3} J

10. Se tiene 8 gotitas esféricas de mercurio iguales, se electriza hasta alcanzar el mismo potencial de 10 volts. ¿Cuál será el potencial de la gota grande que se obtiene como resultado de la unión de estas gotas?

A) 10 V B) 20 V C) 40V   D) 60 V   E) 80 V

11. Se tiene 27 gotitas esféricas de mercurio iguales, se electriza hasta alcanzar el mismo potencial de 5 volts. ¿Cuál será el potencial de la gota grande que se obtiene como resultado de la unión de estas gotas?

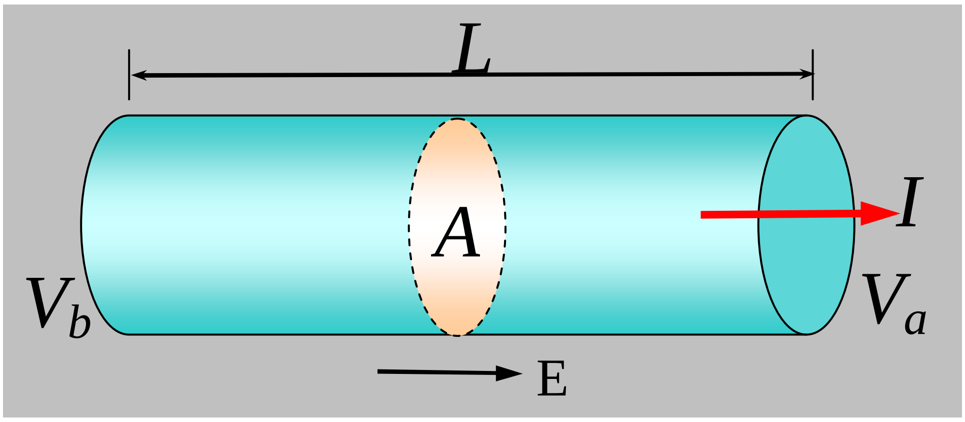
12.

A) 10 VB) 20 V   C) 40V D) 45 V   E) 80 V

SEMANA 07: ELECTRODINÁMICA (ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS ELÉCTRICAS, LEY DE OHM, POTENCIA ELÉCTRICA Y CIRCUITOS ELÉCTRICOS)

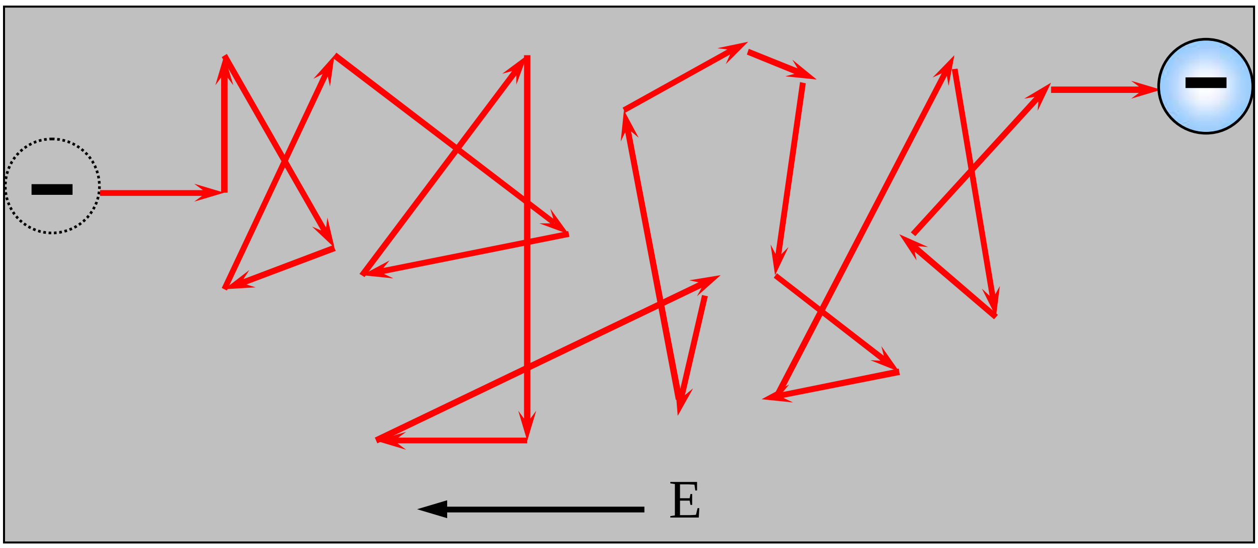
ELECTRODINÁMICA

1. INTRODUCCIÓN. En la actualidad, las máquinas, herramientas, en las fábricas, los medios de transporte, sistemas de iluminación en la ciudad, los medios de comunicación como la radio, la televisión, funcionan con energía eléctrica, cuando nos referimos a esta forma de energía eléctrica, cuando nos referimos a esta forma de energía, consideramos que ella es debido al trabajo realizado por la corriente eléctrica, la cual es suministrada a los consumidores, desde las centrales eléctricas mediante alambres conductores de gran longitud. La energía eléctrica es muy importante en nuestra vida, por ello cuando de improviso se apagan las bombillas eléctricas, en los edificios los ascensores se detienen, los semáforos se apagan creando congestión vehicular, se altera el normal desarrollo de nuestras actividades, suele decirse que todo



esto es causado porque en los conductores no hay corriente eléctrica.

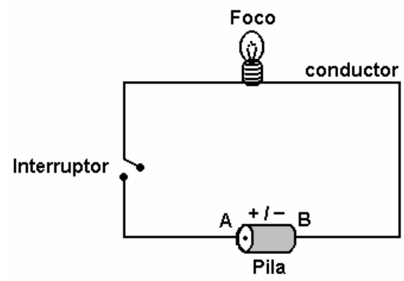
2. ¿Qué es la corriente eléctrica? Es aquel fenómeno microscópico que se puede manifestar en los sólidos, líquidos y gases la influencia de ciertos factores entre los cuales no puede faltar una diferencia de potencial eléctrico, la cual puede establecerse mediante una batería, pila o alternador. Para entender este fenómeno, vamos a analizar un trozo de alambre de cobre. Se muestra el desplazamiento de un electrón en el interior de un conductor metálico.



La palabra “corriente” significa movimiento, desplazamiento o circulación de algo. ¿Qué es lo que puede desplazarse o circular en los conductores eléctricos?: Electrones.
Se en entiende por corriente eléctrica, al flujo de electrones a través de un cuerpo conductor metálico.

3. **CONDUCTOR ELÉCTRICO**: Sustancia que se caracteriza por tener un gran número de electrones libres. En nuestro mundo cotidiano, un conductor eléctrico es un alambre delgado de cobre. En general los metales son buenos conductores de la corriente eléctrica.

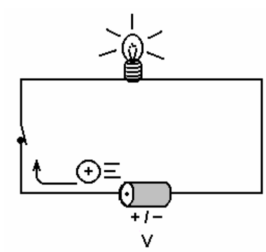
4. **FUERZA ELECTROMOTRIZ** (fuente de voltaje): Es un dispositivo eléctrico que se establece mediante reacciones químicas, una diferencia de potencial entre sus extremos. Al cerrar el interruptor, el foco ilumina (emite luz), por lo tanto, se ha establecido la corriente eléctrica. Al cerrar el interruptor se establece en todo el conductor un campo eléctrico que se orienta del lado de mayor potencial (A) hacia el lado de menor potencial (B). El campo eléctrico “arrastra” a los electrones libres (portadores de carga eléctrica) del lado de menor hacia el lado de mayor potencial, estableciéndose un movimiento orientado de portadores de carga eléctrica, a esto se le denomina corriente eléctrica.



5. **Acciones de la corriente**. El movimiento orientado de los portadores de carga en un conductor, no puede ser observado. Pero la existencia de la corriente eléctrica se puede juzgar por las acciones o fenómenos de que va acompañada. **Primero**, un conductor por el cual pasa corriente se calienta. **Segundo**, en las soluciones de electrolitos, los separa en sus componentes químicos. **Tercero**, la corriente ejerce acción magnética, una aguja magnética colocada cerca de un conductor con corriente se desvía.

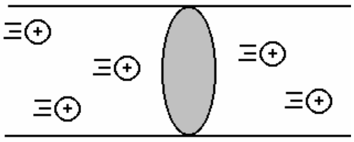
6. **¿Los portadores de carga se desplazan con facilidad por el conductor?:** No, debido a la intersección de los portadores de carga con los demás elementos que forman la sustancia, es decir, experimentan una oposición a su paso. Esta oposición al movimiento libre de portadores de carga se caracteriza por una magnitud física escalar denominada ***resistencia eléctrica*** (R).

7. **Sentido de la corriente eléctrica**. Por convención, la corriente eléctrica queda definida por portadores de carga electrizados en forma positiva denominándose a dicha corriente, ***corriente convencional***. Si la corriente se debe al movimiento de los portadores cargadas negativamente, el sentido de la ***corriente convencional*** se considera opuesta a dicho movimiento.



8. **¿Se puede medir la corriente eléctrica?**
Los efectos de la corriente eléctrica pueden manifestarse en diferentes grados, los experimentos muestran que la intensidad (grado de efecto) de la corriente depende de la cantidad de carga que pasa por el circuito, entonces la cantidad de carga transportada en

la unidad de tiempo sirve de característica cuantitativa fundamental de la corriente y recibe el nombre de intensidad de corriente. Si a través de la sección transversal de un conductor pasa, en el intervalo de tiempo t, una cantidad de carga "q" la **intensidad de corriente eléctrica** será:

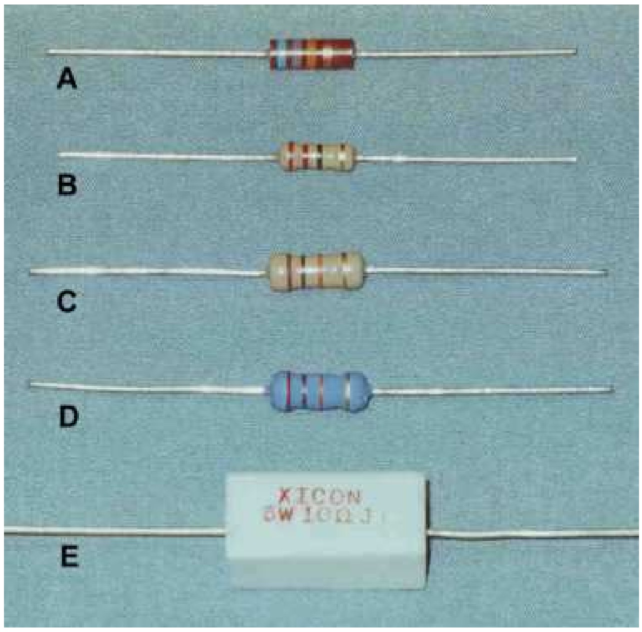


$$I = \frac{q}{t}$$

$$1 ampere = \frac{1 coulomb}{1 segundo}$$

9. ¿Qué es la resistencia eléctrica ®?

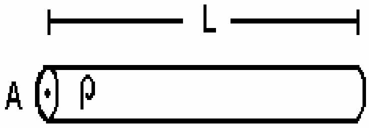
Esta magnitud expresa el grado de oposición que ofrece todo cuerpo a la corriente eléctrica. Todos sabemos de los beneficios de la corriente y pugnamos por aprovecharla en grandes cantidades; sin embargo, la naturaleza compleja de la materia nos impone muchas dificultades, tales como el movimiento caótico de los electrones libres en los metales que chocan constantemente con los iones un tanto estables en la red cristalina incrementándose así la agitación térmica y evitando un flujo notable; en otros casos las trayectorias de los portadores son desviadas por la presencia de impurezas o vacíos; en suma, todos estos factores conllevan la atribución de una característica fundamental para cada material y la denominaremos resistencia eléctrica (ρ). El hombre no se resigna ante estos aspectos adversos y actualmente podemos comentar la utilización de materiales superconductores, tales como: Al, Hg, Zn, Pt, donde a temperaturas muy bajas, las pérdidas de energía en forma de calor son despreciables, debido a la mínima agitación de iones que reduce la cantidad de choques con los electrones.



10. LEY DE POULLIET

Fue Poulliet, un físico francés que se decidió en determinar el cálculo de la resistencia eléctrica ® para los metales sólidos. Experimentalmente se verifica que, la resistencia **R** es directamente proporcional al largo **L** del conductor cilíndrico e inversamente proporcional al área **A** de la sección recta del conductor.

$$R = \rho \frac{L}{A}$$



R: resistencia (en ohms, Ω)

L: largo del conductor (m)
A: sección recta o espesor uniforme (m^2)
ρ: Resistividad eléctrica (Ω.m)

11. RESISTIVIDAD ELÉCTRICA $[\rho]$

La resistividad caracteriza las propiedades eléctricas de los conductores, es decir los materiales que ofrecen oposición al flujo de los electrones a través de su masa. El metal de menor resistividad es el elemento plata (Ag), por consiguiente el metal plata es el mejor conductor eléctrico.

$$\rho_{plata} = 1{,}6.10^{-8}\,(\Omega.m)$$

12. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA $[C]$

Se define como la inversa de la resistividad eléctrica. El termino conductividad se usa para describir el grado de eficiencia con que un material permite el flujo de corriente a través de su masa. Los conductores que mejor conducen la corriente son los de: plata cobre, oro, aluminio, tungsteno, zinc, latón, platino, hierro, níquel, estaño, acero, plomo etc.

La plata tiene la conductancia o conductividad mas elevada (bajísima resistencia), o obstante el la industria se emplea el cobre debido a su abundancia y bajo costo.

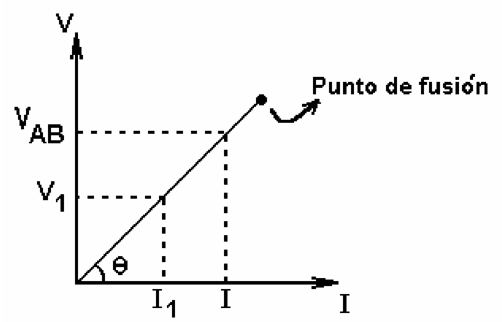
13. LEY DE OHM:

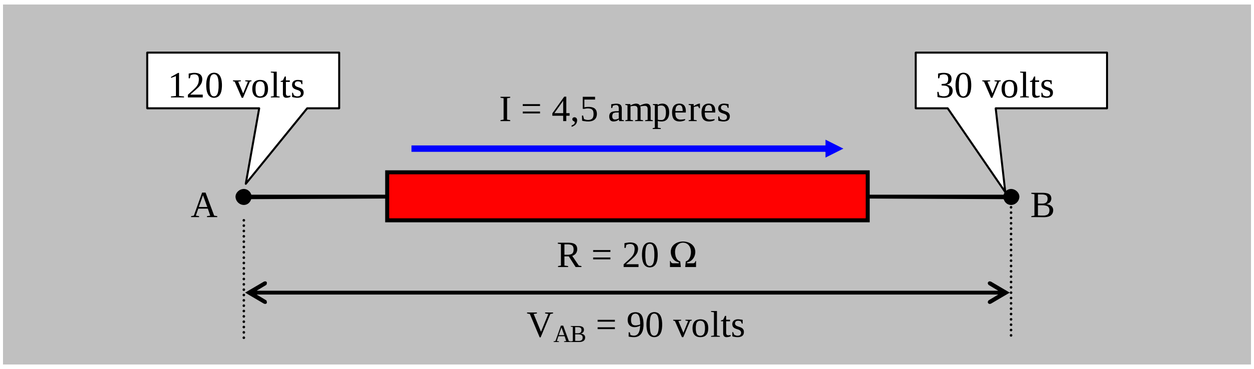
En todo conductor metálico se cumple que la diferencia de potencial $[V_{AB}]$ existente entre los puntos (1) y (2) que limitan la resistencia $[R]$ es directamente proporcional a la intensidad de corriente $[i]$ que la atraviesa

$$V_{AB} = I.R \qquad \ldots\ldots(1)$$

$$I = \frac{V_{AB}}{R} \qquad \ldots.\ (2)$$

$$R = \frac{V_{AB}}{I} \qquad \ldots..(3)$$





Se califica así a las conclusiones teórico prácticas logradas por **Georg □imona Ohm** en lo referente a la conductividad uniforme de la mayoría de resistores metálicos a condiciones ordinarias. Estas

conclusiones se basan en un análisis de las redes cristalinas y movimiento de electrones libres que lograrían una rapidez media constante en vez de ser acelerados por el ampo eléctrico externo, esto gracias a los obstáculos (iones, impurezas, vacíos) que encuentran en su camino y que determinan una relación directamente proporcional entre la diferencia de potencial y la intensidad de corriente.

La diferencia de potencial entre los extremos del conductor es directamente proporcional a la intensidad de corriente eléctrica que atraviesa el resistor.
Todo conductor cuya resistencia eléctrica no cambia se denominará óhmico.

14. VARIACION DE LA RESISTENCIA CON LA TEMPERATURA: La longitud del conductor depende de las características del material y de la temperatura. Para la mayoría de los metales la longitud del material varía linealmente con la temperatura:

$$L = L_0\left(1 + \alpha.\Delta T\right)$$

L : longitud a la temperatura T

L_0 : longitud a la temperatura inicial T_0

$\Delta T = \left(T - T_0\right)$: variación o cambio de la temperatura

α : se denomina ***coeficiente dilatacion lineal*** $^0C^{-1}$

De la ***ley de Poulliet***, la resistencia de un conductor es directamente proporcional a la longitud, entonces *R* varía con *T* según:

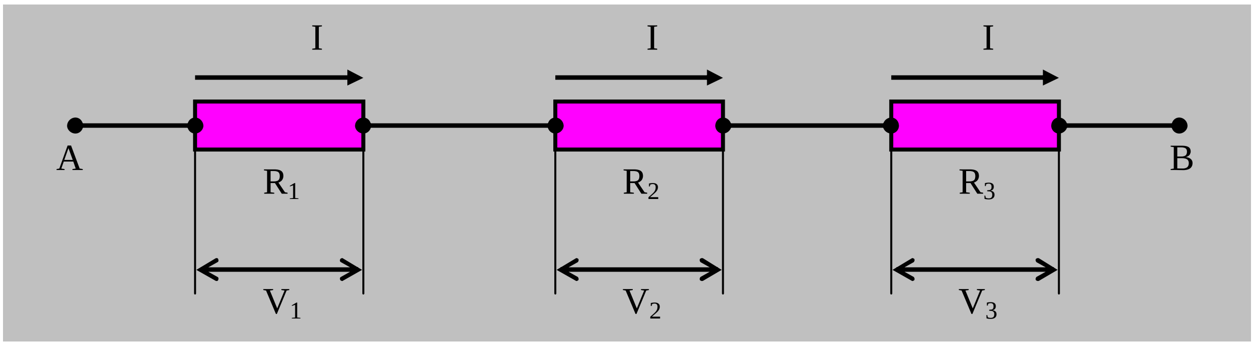
$$R = R_0\left(1 + \alpha.\Delta T\right)$$

15. RESISTENCIA EQUIVALENTE

Es aquella única resistencia capaz de reemplazar a un conjunto de resistencias limitada por dos puntos, disipando la misma cantidad de energía que el conjunto reemplazado.

16. ASOCIACION DE RESISTENCIAS EN SERIE

Por todas las resistencias circula la misma intensidad de corriente independientemente del valor de cada resistencia



$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

Cálculo de la caída de potencial en cada resistor, de la ley de Ohm tenemos:

$$V_1 = I.R_1 \quad V_1 = I.R_2 \quad V_3 = I.R_3 \quad V_{AB} = I.R_{eq} \qquad \ldots(1)$$

Del principio de conservación de la energía se cumple que:

$$V_{AB} = V_1 + V_2 + V_3 \qquad \ldots(2)$$

Reemplazando (1) en (2):

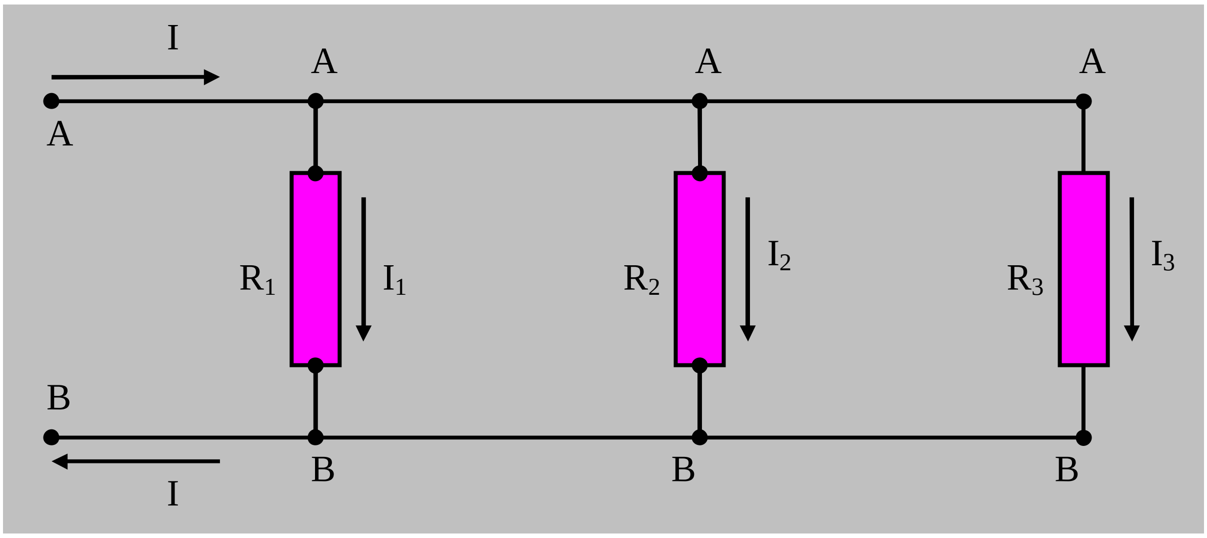
$$I.R_{eq} = I.R_1 + I.R_2 + I.R_3$$

La resistencia equivalente se determina de la siguiente manera:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

17. ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS EN PARALELO

Todas las resistencias están sometidas a la misma diferencia de potencial, es decir tienen los mismos extremos.



La intensidad de corriente que llega a un nudo se reparte inversamente proporcional al valor de cada resistencia:

$$V_{AB} = I_1.R_1 = I_2.R_2 = I_3.R_3$$

Despejando la intensidad de corriente tenemos:

$$I_1 = \frac{V_{AB}}{R_1} \quad I_2 = \frac{V_{AB}}{R_2} \quad I_3 = \frac{V_{AB}}{R_3} \quad I = \frac{V_{AB}}{R_{eq}} \qquad \ldots(1)$$

Del principio de conservación de las cargas eléctricas se cumple que:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad \ldots\ldots (2)$$

Reemplazando (1) en (2) tenemos que

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

CASO PARTICULAR:

Analicemos la asociación de dos resistencias en paralelo:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

La resistencia equivalente es igual al cociente de l producto de resistencias entre la suma de las mismas:

$$R_{eq} = \frac{R_1.R_2}{R_1 + R_2}$$

1. EJERCICIOS

2. La intensidad de corriente en un conductor es 3 amperes. Entonces el intervalo de tiempo en que circulan 450 C de carga neta es:
A) 0,15 min B) 150 min C) 2,5 min D) 15 s E) 12 s

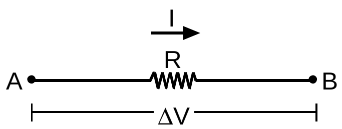
3. Un alambre de 10 km de longitud y 8 m^2 de sección tiene una resistencia eléctrica de $150\,\Omega$. Entonces otro alambre del mismo material, pero de 1 km de longitud y 6 m^2 de sección poseerá una resistencia de:
A) $20\,\Omega$ B) $30\,\Omega$ C) $40\,\Omega$ D) $50\,\Omega$ E) $60\,\Omega$

4. Halla la resistencia de un alambre de "plata peruana" de 4 m de longitud y 0,6 mm^2 de sección. $\rho_{plata} = 3{,}3.10^{-5}\ \Omega.m$
A) $55\,\Omega$ B) $110\,\Omega$ C) $165\,\Omega$ **D**) $220\,\Omega$ E) $275\,\Omega$

5. Un alambre tiene una resistencia de $5\,\Omega$. Otro alambre del mismo material tiene el triple de longitud y la mitad de la sección recta del primero, ¿cuánto mide su resistencia?
A) $10\,\Omega$ B) $15\,\Omega$ C) $20\,\Omega$ D) $25\,\Omega$ **E**) $30\,\Omega$

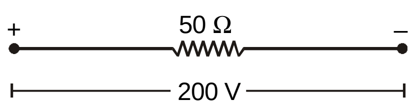
6. Un alambre de resistencia $10\,\Omega$ se funde para formar otro alambre cuya longitud es el doble de la original. Encontrar la resistencia del nuevo alambre.
A) $40\,\Omega$ B) $15\,\Omega$ C) $20\,\Omega$ D) $25\,\Omega$ E) $30\,\Omega$

7. Se muestra un resistor cuya resistencia eléctrica es 50 Ω sometido a una diferencia de potencial de 120 volts entre los extremos A y B. Determine la intensidad de corriente que atraviesa al resistor.



A) 2,4 A B) 24 A C) 0,24 A D) 12 A E) 1,2 A

8. Se muestra un resistor cuya resistencia eléctrica es 50 Ω sometido a una diferencia de potencial de 200 volts entre los extremos. Determine la intensidad de corriente que atraviesa al resistor.



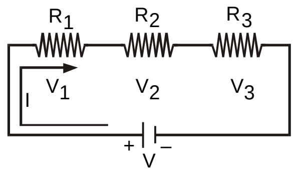
A) 2,4 A B) 2,0 A C) 0,24 A D) 12 A E) 1,2 A

9. Determinar la caída de tensión a lo largo de un alambre de cobre de 314,16 km de largo y 2 mm de diámetro, si por el pasa una corriente de 5 A. ($\rho_{Cu} = 1,5x10^{-8}\Omega.m$)
A) 7,5 kV B) 20 kV C) 75 kV D) 750 kV E) 800 kV

10. Si un alambre uniforme de 20 cm de largo y elevada resistencia se somete a una diferencia de potencial de 30 volts entre sus extremos. ¿Cuál es la diferencia de potencial entre dos puntos M y N que distan 3 cm y 15 cm de un extremo?

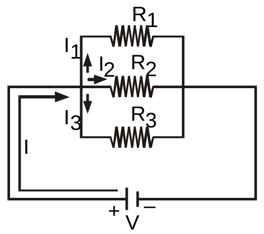
A) 10 V B) 18 V C) 25 V D) 4 V E) 15 V

11. Se muestra tres resistores de resistencias $R_1 = 2\ \Omega$, $R_2 = 3\ \Omega$, $R_3 = 5\ \Omega$, sometidos a una diferencia de potencial de 120 volts. Determine la caída de potencial V_1, V_2, V_3, en cada resistor.



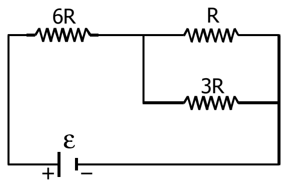
A) 24 V, 36 V, 60V B) 20 V, 40 V, 60V C) 10 V, 50 V, 60V
D) 40 V, 20 V, 60V E) 24 V, 36 V, 50V

12. Se muestra tres resistores de resistencias $R_1 = 2\ \Omega$, $R_2 = 3\ \Omega$, $R_3 = 6\ \Omega$, sometidos a una diferencia de potencial de 60 volts. Determine la intensidad de corriente eléctrica I_1, I_2, I_3, en cada resistor.



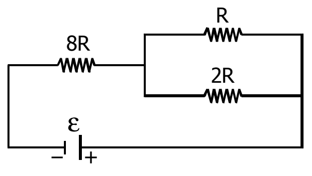
A) 30 A, 20 A, 10A B) 20 A, 40 A, 5 A C) 10 A, 50 A, 5A
D) 40 A, 20 A, 10A E) 24 A, 36 A, 10A

13. La caída de tensión en el resistor de resistencia 3R es 15 volts. Determinar la caída de tensión en el resistor 6R.



A) 120 V B) 180 V C) 125 V D) 40 V E) 90 V

14. La caída de tensión en la resistencia “R” es 0,5 volt. Determinar la caída de tensión en el resistor de resistencia “8R”.



A) 2 V B) 4 V C) 6 V D) 8 V E) 10 V