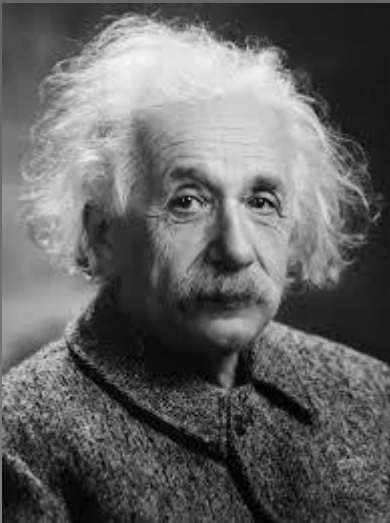
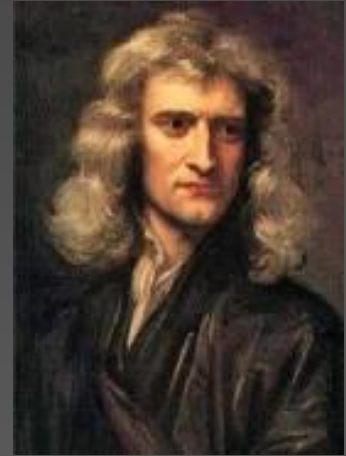


Física II



GUÍA DE ESTUDIO

INTRODUCCION

La **Física** es una de las ciencias naturales que más ha contribuido al desarrollo y bienestar del hombre, porque gracias a su estudio e investigación ha sido posible encontrar en muchos casos, una explicación clara y útil a los fenómenos que se presentan en nuestra vida diaria. La palabra **física** proviene del vocablo griego **physiké** cuyo significado es **naturaleza**.

Es la Ciencia que se encarga de estudiar los fenómenos naturales, en los cuales no hay cambios en la composición de la materia.

La Física ha experimentado un gran desarrollo gracias al esfuerzo de notables científicos e investigadores, quienes al inventar y perfeccionar instrumentos, aparatos y equipos han logrado que el hombre agudice sus sentidos al detectar, observar y analizar fenómenos.

1.1 TRABAJO MECANICO

Se llama trabajo mecánico a aquel desarrollado por una fuerza cuando ésta logra modificar el estado de movimiento que tiene un objeto. El trabajo mecánico equivale, por lo tanto, a la energía que se necesita para mover el objeto en cuestión.

En este contexto, el trabajo mecánico puede entenderse como una magnitud física de tipo escalar, que se expresa mediante la unidad de energía conocida como julio. Siempre que una fuerza se aplica sobre un cuerpo y lo desplaza, realiza un trabajo mecánico que puede medirse en julios.

Cuando el trabajo mecánico (que se simboliza con una letra W , por el término inglés "work") es expresado a través de una ecuación, se menciona que W es igual a la fuerza que se aplica por la distancia que se recorre. Esto se debe a que el trabajo mecánico supone que la fuerza se aplica en una determinada

1.2 POTENCIA MECANICA

En la vida cotidiana, interesa saber no sólo el trabajo que se pueda efectuar, sino también la rapidez con que se realiza.

Una persona está limitada en el trabajo que pueda efectuar, no sólo por la energía total necesaria, sino también por la rapidez con que transforma esa energía.

Se define potencia como la rapidez a la cual se efectúa trabajo, o bien, como la rapidez de transferencia de energía en el tiempo.

Potencia = W/t = trabajo/tiempo = energía transformada/tiempo.

En el Sistema Internacional la potencia se expresa en Joules por segundo, unidad a la que se le da el nombre Watt (W), $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$.

Cuando decimos que una ampolleta consume 60 watts, estamos diciendo que transforma en cada segundo 60 Joules de energía eléctrica en energía luminosa o térmica.

Para potencias elevadas se usa el caballo de fuerza, abreviado hp, que equivale a 746 Watts.
 $1 \text{ hp} = 746 \text{ watts}$

A veces conviene expresar la potencia en términos de la fuerza neta F aplicada a un objeto y de su velocidad.

$P = W/t$. $P = W/t$. Como $W = \text{Fuerza } (F) * \text{desplazamiento } (x) = Fx$, $P = Fx/t$.

Si la velocidad v es constante, $v = x/t$ obteniendo,
 $P = Fv$, esto es, fuerza por velocidad.

Si la velocidad v es variable se usa la potencia instantánea definida como $P = dW/dt$ donde d es el símbolo de derivada.

O sea la potencia instantánea es el trabajo por unidad de tiempo durante un pequeñísimo intervalo de tiempo dt .

Como $dW = Fdx$ y $v = dx/dt$ resulta

$$P = Fv$$

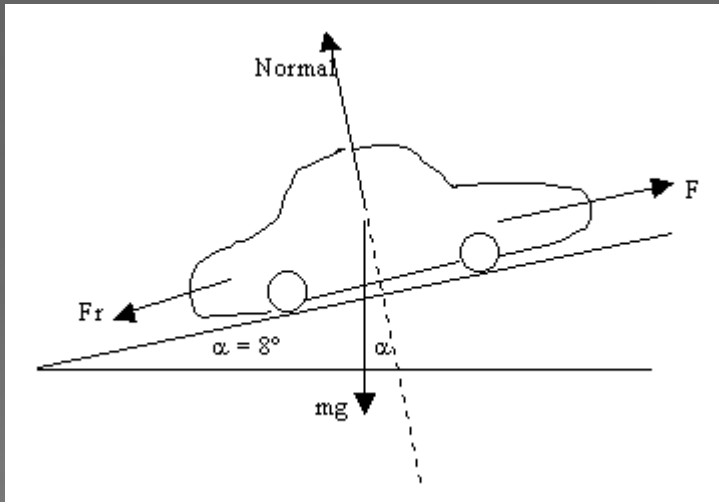
esto es, fuerza por velocidad instantánea.

Ejemplo.

Calcule la potencia que requiere un automóvil de 1.200 kg para las siguientes situaciones:

a) El automóvil sube una pendiente de 8° a una velocidad constante de 12 m/s.

b) El automóvil acelera de 14 m/s a 18 m/s en 10 s para adelantar otro vehículo, en una carretera horizontal. Suponga que la fuerza de roce o fuerza de retardo es constante e igual a $F_r = 500$ N.



F denota la fuerza que impulsa al auto.

SOLUCION.

a) A velocidad constante la aceleración es cero, de modo que podemos escribir:

$$F = F_r + mg \operatorname{sen}$$

$$F = 500 \text{ N} + 1200 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \operatorname{sen}8^\circ = 2.137 \text{ N}$$

Usando $P = Fv$, resulta $P = 2.137 \text{ N} \cdot 12 \text{ m/s} = 25644 \text{ watts}$, que expresada en hp resulta 34,3 hp.

b) La aceleración es $(18 \text{ m/s} - 14 \text{ m/s}) / 10 \text{ s} = 0,4 \text{ m/s}^2$.

Por 2ª ley de Newton, la resultante de las fuerzas externas debe ser igual a ma , masa por aceleración.

$$F - F_r = ma$$

$$F = 1200 \text{ kg} \cdot 0,4 \text{ m/s}^2 + 500 \text{ N} = 980 \text{ N}$$

La potencia requerida para alcanzar los 18 m/s y adelantar es

$$P = Fv = 980 \text{ N} \cdot 18 \text{ m/s} = 17.640 \text{ watts} \text{ ó } 23,6 \text{ hp.}$$

ACTIVIDAD 3

RESUELVA LOS SIGUIENTES EJERCICIOS DE POTENCIA

1 Calcula el trabajo que puede realizar cada hora un motor de 10 CV
Y un motor de 3 C V

VER SOLUCION EN

<https://youtu.be/o8VNktltp0A>

2 Una grúa eleva un bloque de 50 Kg a una altura de 8 metros en 4 segundos
a) Qué trabajo a realizado la grúa?
b) ¿Cuál es su potencia en Kw ?

[ver solución](#)

<https://youtu.be/nUYOC5KyRcQ>

- 3** Un motor lleva una indicación de 15 CV
- a) calcula su potencia en vatios y kilovatios
 - b) el trabajo realizado por el motor en 10 minutos

[ver solución](#)

<https://youtu.be/FMuVXJVXT4M>

- 4** Se quiere instalar una bomba para elevar agua una altura de 40 m con un caudal de 400 litros/min. Calcula la potencia del motor en CV.

[ver solución](#)

<https://youtu.be/mAnis6Cy5v>

A

ACTIVIDAD 1

Realice un video en el cual tiene que explicar la potencia que requiere un automóvil de 1.200 kg para las siguientes situaciones:

a) El automóvil sube una pendiente de 8° a una velocidad constante de 12 m/s.

b) El automóvil acelera de 14 m/s a 18 m/s en 10 s para adelantar otro vehículo, en una carretera horizontal. Suponga que la fuerza de roce o fuerza de retardo es constante e igual a $F_r = 500 \text{ N}$.

1. El video tendrá una duración de 12 minutos.
2. Utilice un automóvil de control remoto, una pizarra para anotar sus observaciones e ir contestando los incisos.
3. En el video solo debe aparecer el automóvil, hojas o la pizarra.

VIDEOS DE CONSULTA:

<https://www.youtube.com/watch?v=KGqIc-xccDY>

<https://www.youtube.com/watch?v=5nYxSCCFE0o>

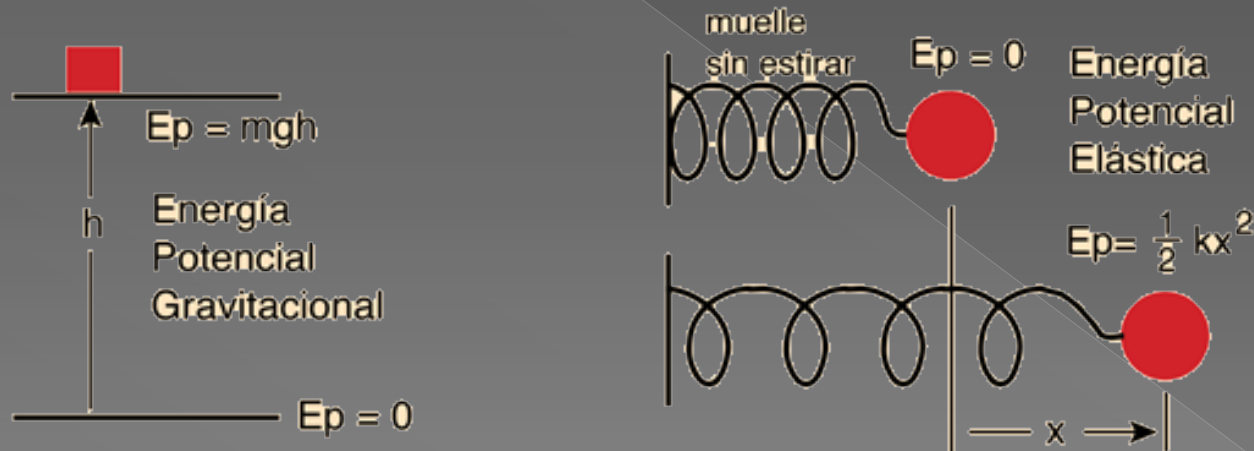
<https://www.youtube.com/watch?v=fqnxKtEKZqk>

<https://www.youtube.com/watch?v=cTqgOkEeDrw><https://www.youtube.com/watch?v=cTqgOkEeDrw>

1.3 ENERGÍA POTENCIAL

La energía potencial es una [energía](#) que resulta de la posición o configuración del objeto.

Un objeto puede tener la capacidad para realizar [trabajo](#) como consecuencia de su posición en un campo gravitacional ([energía potencial gravitacional](#)), un campo eléctrico ([energía potencial eléctrica](#)), o un campo magnético ([energía potencial magnética](#)). Puede tener [energía potencial elástica](#) como resultado de un muelle estirado u otra deformación elástica.



ECUACIONES:



$$E_p = mgh$$

$$\Delta E_p = E_{pf} - E_{po}$$

$$W = \Delta E_p$$

ACTIVIDAD 2

1 Calcula la energía potencial de un saltador de trampolín si su masa es de 50 kg y está sobre un trampolín de 12 m de altura sobre la superficie del agua.

Ver solución



<https://www.youtube.com/watch?v=fj8JY5A3eCo>

2 Un pájaro de masa 500 g esta posado en una rama de un árbol , si el pájaro tiene una energía potencial de 58,8 J calcular la altura de la rama

Ver solución

https://www.youtube.com/watch?v=s_wYruzXyoY8

3 Una paracaidista se lanza en caída libre desde 4 000 m de altura. Si la masa, con su equipo, es de 95 kg, ¿cuánto valdrá su energía potencial en el momento de abrir el paracaídas si lo abre cuando ha descendido 2500m ?

Ver solución

<https://www.youtube.com/watch?v=qm5iMeS7B1A>

4 Una grúa levanta un paquete de 200 kg desde el suelo a una altura de 8 metros. Calcular el trabajo realizado por la grúa

Ver solución

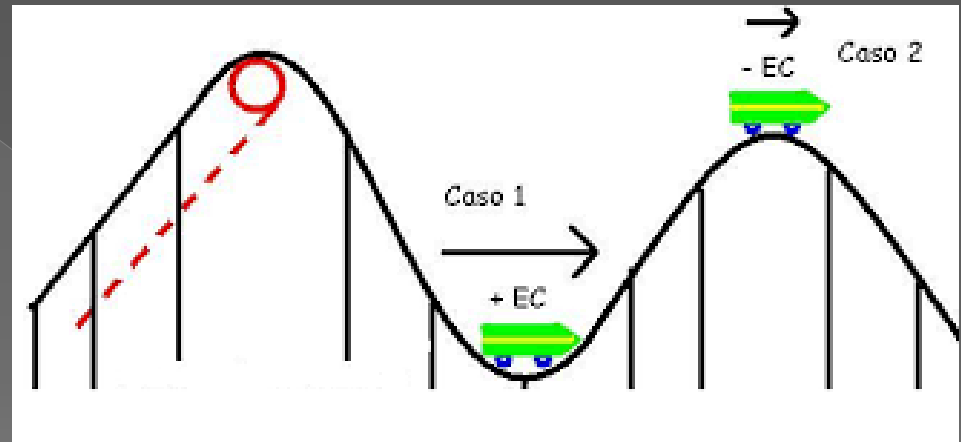
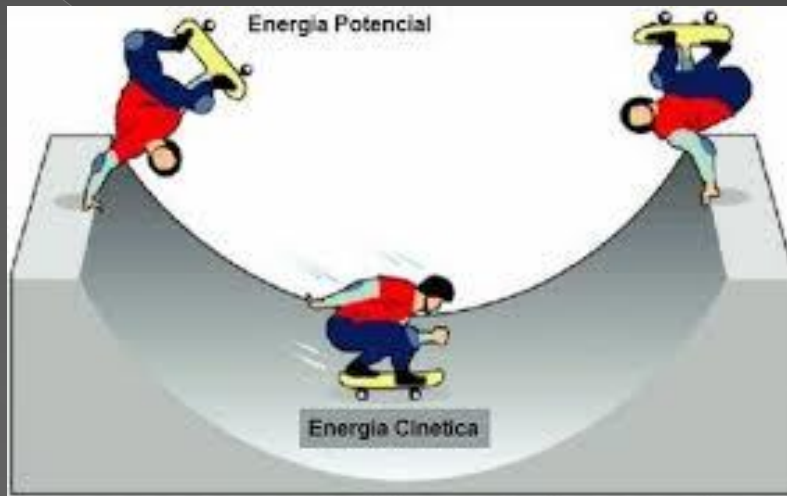
<https://www.youtube.com/watch?v=lmluHZkN3s>

1.4 ENERGÍA CINÉTICA

La energía cinética (siglas en inglés K.E.) es la [energía](#) del movimiento. La energía cinética de un objeto es la energía que posee a consecuencia de su movimiento. La energía cinética* de un punto [material](#) m está dada por

$$\text{Energía Cinética} = \frac{1}{2} mv^2$$

La energía cinética es una expresión del hecho de que un objeto en movimiento, puede realizar un [trabajo](#) sobre cualquier cosa que golpee; cuantifica la cantidad de trabajo que el objeto podría realizar como resultado de su movimiento. La energía mecánica total de un objeto es la suma de su energía cinética y su [energía potencial](#).



ACTIVIDAD 3

1 Calcular la energía cinética de un coche de masa 1500 Kg que circula con una velocidad de 90 km/h

Ver solución <http://youtu.be/3J7Almxmj98>

2 Un coche de masa 1500 Kg tiene una energía cinética de 675000 J calcular la velocidad del coche en Km/h

Ver solución <http://youtu.be/uEXazta58KQ>

3 Un coche de masa 1200 Kg partiendo del reposo alcanza una velocidad de 25 m/s ¿ cual sería su energía cinética ? Calcular el trabajo realizado por el motor del coche

Ver solución <http://youtu.be/vuQstUOYEI4>

4 Un coche de masa 1000 Kg tiene una velocidad de 30 m/s . ¿ cual sería su energía cinética ? frena y su velocidad se reduce a la mitad , ¿ cual es ahora su energía cinética? Calcular el trabajo realizado por los frenos

Ver solución http://youtu.be/1R_63R6fAWU

ACTIVIDAD 4

Realice un video donde explique el concepto de energía potencial y cinética. diseñe un experimento en el cual se apliquen los dos tipos de energía mecánica.

1. El video tendrá una duración de 9 minutos.

VIDEOS DE CONSULTA:

<https://www.youtube.com/watch?v=rHpX0FZTpvo>

<https://www.youtube.com/watch?v=mCJkvrk7YRY>

<https://www.youtube.com/watch?v=XPO8s6fqwDs>

<https://www.youtube.com/watch?v=vtBJG3IvJLA>

<https://www.youtube.com/watch?v=lvoss-W9hpk>

1.5. CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

La ley de la conservación de la energía afirma que la cantidad total de energía en cualquier sistema físico aislado (sin interacción con ningún otro sistema) permanece invariable con el tiempo, aunque dicha energía puede transformarse en otra forma de energía. En resumen, la ley de la conservación de la energía afirma que la energía no puede crearse ni destruirse, sólo se puede cambiar de una forma a otra,¹ por ejemplo, cuando la energía eléctrica se transforma en energía calorífica en un calefactor.

En termodinámica, constituye el primer principio de la termodinámica (la primera ley de la termodinámica).

En mecánica analítica, puede demostrarse que el principio de conservación de la energía es una consecuencia de que la dinámica de evolución de los sistemas está regida por las mismas características en cada instante del tiempo. Eso conduce a que la "traslación" temporal sea una simetría que deja invariante las ecuaciones de evolución del sistema, por lo que el teorema de Noether lleva a que existe una magnitud conservada, la energía.

2.1 Impulso

que está actuando. Se trata de una magnitud vectorial.

$$I = F \cdot \Delta t$$

Se puede establecer la relación entre el impulso mecánico y el momento lineal teniendo en cuenta que la fuerza también se puede definir como la variación del momento lineal en la unidad de tiempo.

$$F = \Delta P / \Delta t$$

Si se despeja la variación del momento lineal:

$$F \cdot \Delta t = \Delta P$$

Se deduce que el impulso mecánico (aplicar una fuerza durante un cierto tiempo) implica una variación del momento lineal.

VIDEOS DE CONSULTA

https://www.youtube.com/watch?v=QfdXPjTo_iA

https://www.youtube.com/watch?v=dR7gm_pGzt0

<https://www.youtube.com/watch?v=oG2AjhMC5Hk>

<https://www.youtube.com/watch?v=B8erCTqCbjk>

2.2 Ley de la conservación del movimiento

En mecánica a la cantidad de movimiento le he adecuado una importante propiedad, que poseen muy pocas magnitudes físicas, no es más que la propiedad de conservación.

Este consiste en que la suma geométrica de las cantidades de movimiento de los cuerpos en interacción se conserva invariable. La suma de las cantidades de movimiento queda constante aunque las cantidades de movimiento de los cuerpos varían, ya que sobre cada cuerpo actúan las fuerzas de interacción.

El principio de conservación de la cantidad de movimiento es una de las más importantes leyes de la naturaleza, demuestra la interacción de dos cuerpos

2.3 CHOQUES ELÁSTICOS

El choque elástico es una colisión entre dos o más cuerpos en la que éstos no sufren deformaciones permanentes durante el impacto. En una colisión elástica se conservan tanto el momento lineal como la energía cinética del sistema, y no hay intercambio de masa entre los cuerpos, que se separan después del choque.

Las colisiones en las que la energía cinética no se conserva producen deformaciones permanentes de los cuerpos y se denominan inelásticas.

Ejemplos: Una pelota de tenis y la raqueta después del choque siguen con la misma forma, no presentan deformaciones.

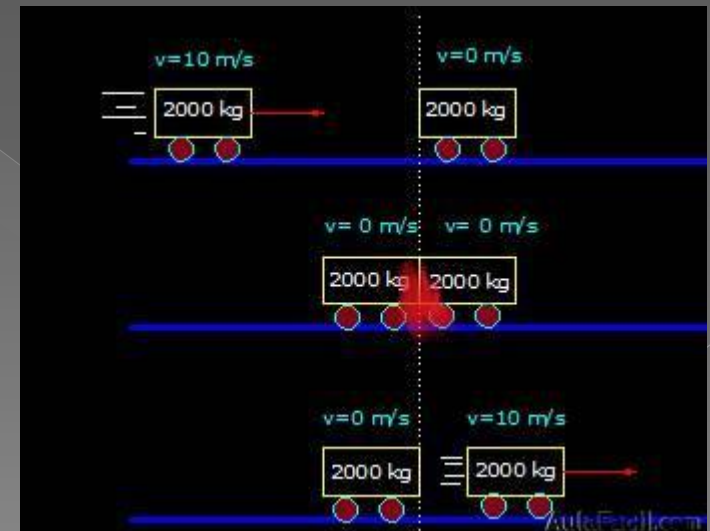
Una choque entre un balón y la cara la podemos ver en la fotografía siguiente:

Mientras dura el choque pueden producirse deformaciones, después, y es de desear, recuperan su aspecto anterior.

Es importante resaltar que en un choque elástico los móviles mantienen su forma anterior al choque.

Veamos 3 casos en que uno de los móviles está en reposo:

1.- Tenemos dos vagones de ferrocarril que tienen masas iguales (2000 kg), uno de ellos está parado (en reposo) y el otro se le acerca a una velocidad de 10 m/s. Ambos están en la misma vía, es decir, en la misma dirección y sentidos opuestos.



¿Qué ha sucedido después del choque?

La cantidad de movimiento del primer vagón antes del choque es de $p=2000 \cdot 10 = 20000 \text{ kg m/s}$.

La cantidad de movimiento del vagón en reposo es

$$p' = 2000 \cdot 0 = 0 \text{ kg m/s}.$$

La cantidad total de movimiento antes del choque vale $20000 + 0 = 20000 \text{ J}$.

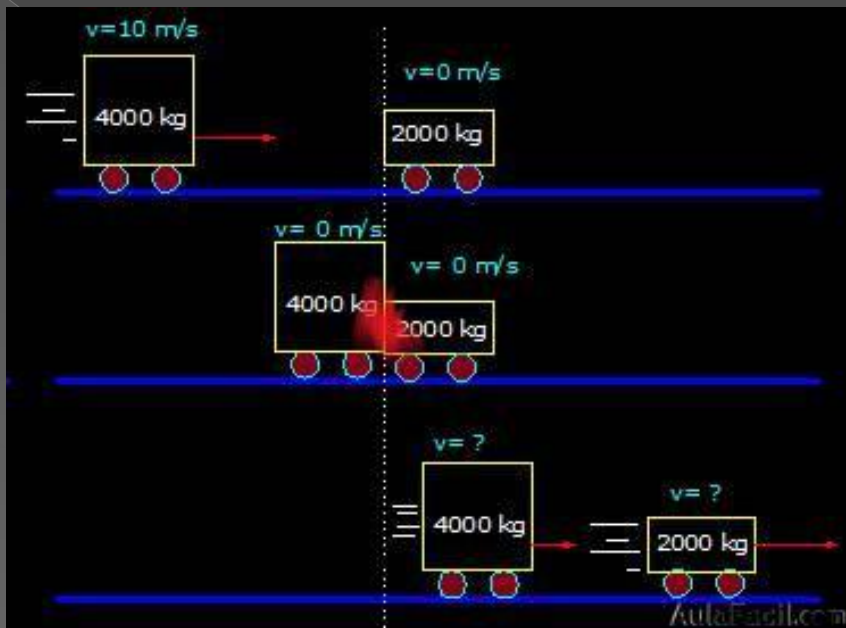
En el momento del choque se intercambian las cantidades de movimiento.

El vagón en movimiento se detiene, queda en reposo, y el que estaba en reposo se pone en movimiento con la velocidad de 10 m/s .

No se tienen en cuenta rozamientos, pérdidas de energía durante el tiempo que duró el choque, etc.

Observarás que la cantidad de movimiento después del choque vale lo mismo.

2.- Ahora vamos a ver el caso en el que las masas son diferentes y el que menos masa tiene se halla parado y el de mayor lleva una velocidad de 10 m/s :



Se trata de saber que ha sucedido tras el choque.

En la figura vemos que los dos vagones van en el mismo sentido que tenía el de mayor masa antes del choque, pero ¿a qué velocidad va cada uno?

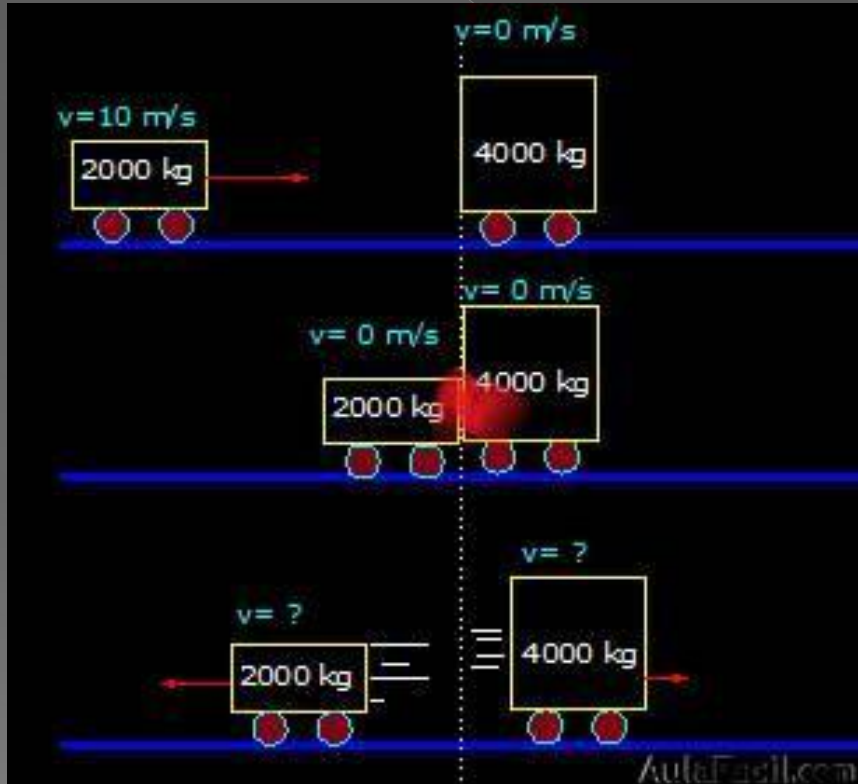
Una vez más indicamos que no tenemos en cuenta las pérdidas de energía durante los instantes que dura el choque.

Estas pérdidas de energía pueden ser en forma de calor, en ondas sonoras, etc.

3.- En este caso el vagón de mayor masa está parado y el de menor masa se le acerca a una velocidad de 10 m/s .

¿Qué sucede tras el choque?

Gráficamente veríamos:



El de mayor masa se puede desplazar o no en el sentido que traía el vagón más pequeño, y éste, sale como rebotado en el sentido contrario.

ACTIVIDAD 5 RESUELVA LOS SIGUIENTES PROBLEMAS DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO

- 1)** Una pelota de béisbol de $0,15 \text{ kg}$ de masa se está moviendo con una velocidad de 40 m/s cuando es golpeada por un bate que invierte su dirección adquiriendo una velocidad de 60 m/s , ¿qué fuerza promedio ejerció el bate sobre la pelota si estuvo en contacto con ella 5 ms ?
- 2)** Un taco golpea a una bola de billar ejerciendo una fuerza promedio de 50 N durante un tiempo de $0,01 \text{ s}$, si la bola tiene una masa de $0,2 \text{ kg}$, ¿qué velocidad adquirió la bola luego del impacto?
- 3)** Una fuerza actúa sobre un objeto de 10 kg aumentando uniformemente desde 0 hasta 50 N en 4 s . ¿Cuál es la velocidad final del objeto si partió del reposo?

4) Se rocía una pared con agua empleando una manguera, la velocidad del chorro de agua es de 5 m/s, su caudal es de 300 cm³/s, si la densidad del agua es de 1 g/cm³ y se supone que el agua no rebota hacia atrás, ¿cuál es la fuerza promedio que el chorro de agua ejerce sobre la pared?

SOLUCIONES:

EJERCICIO 1

Desarrollo

Datos:

$$m = 0,15 \text{ kg}$$

$$v_i = 40 \text{ m/s}$$

$v_f = - 60 \text{ m/s}$ (el signo es negativo ya que cambia el sentido)

$$t = 5 \text{ ms} = 0,005 \text{ s}$$

$$\Delta p = I$$

$$p_f - p_i = I$$

$$m \cdot v_f - m \cdot v_i = F \cdot t$$

$$F = m \cdot (v_f - v_i) / t$$

$$F = 0,15 \text{ kg} \cdot (- 60 \text{ m/s} - 40 \text{ m/s}) / 0,005 \text{ s}$$

$$F = 0,15 \text{ kg} \cdot (- 100 \text{ m/s}) / 0,005 \text{ s}$$

$$\mathbf{F = - 3000 \text{ N}}$$

EJERCICIO 2

Desarrollo

Datos:

$$m = 0,2 \text{ kg}$$

$$F = 50 \text{ N}$$

$$t = 0,01 \text{ s}$$

$$v_i = 0 \text{ m/s}$$

$$\Delta p = I$$

$$p_f - p_i = I$$

$$m \cdot v_f - m \cdot v_i = F \cdot t$$

$$m \cdot (v_f - v_i) = F \cdot t$$

$$v_f - v_i = F \cdot t / m$$

$$v_f = F \cdot t / m$$

$$v_f = 50 \text{ N} \cdot 0,01 \text{ s} / 0,2 \text{ kg}$$

$$\mathbf{v_f = 2,5 \text{ m/s}}$$

EJERCICIO 3

Desarrollo

Datos:

$$m = 10 \text{ kg}$$

$$v_i = 0 \text{ m/s}$$

$$F_i = 0 \text{ N}$$

$$F_f = 50 \text{ N}$$

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

Para el impulso debe usarse la fuerza media, por lo tanto:

$$F = (F_f + F_i)/2$$

$$F = (50 \text{ N} + 0 \text{ N})/2$$

$$F = 25 \text{ N}$$

$$\Delta p = I$$

$$p_f - p_i = I$$

$$m \cdot v_f - m \cdot v_i = F \cdot t$$

$$m \cdot (v_f - v_i) = F \cdot t$$

$$v_f - v_i = F \cdot t / m$$

$$v_f = F \cdot t / m$$

$$v_f = 25 \text{ N} \cdot 4 \text{ s} / 10 \text{ kg}$$

$$\mathbf{v_f = 10 \text{ m/s}}$$

EJERCICIO 4

Desarrollo

Datos:

$$\Phi_v = 300 \text{ cm}^3/\text{s} \text{ (caudal volumétrico)}$$

$$v_i = 5 \text{ m/s}$$

$$v_f = 0 \text{ m/s} \text{ (porque el chorro no rebota)}$$

$$\Delta = 1 \text{ g/cm}^3$$

primero debemos hallar la masa de agua y el tiempo de acción:

$$\Phi_M = \Phi_v \cdot \Delta$$

$$\Phi_M = 300 \text{ cm}^3/\text{s} \cdot 1 \text{ g/cm}^3$$

$$\Phi_M = 300 \text{ g/s} \text{ (caudal másico)}$$

$\Phi_M = 0,3 \text{ kg/s}$ éste dato nos dice que en $t = 1 \text{ s}$ la masa de agua es $m = 0,3$

kg

$$\Delta p = l$$

$$p_f - p_i = l$$

$$m \cdot v_f - m \cdot v_i = F \cdot t$$

$$F = m \cdot (v_f - v_i) / t$$

$$F = 0,3 \text{ kg} \cdot (5 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}) / 1 \text{ s}$$

$$\mathbf{F = 1,5N}$$

Evaluación:

Examen (conocimiento) 40%

Procesos y productos 30%

Desarrollo y Actividades 30%

Para hacer un total del 100%

VIDEOS DE CONSULTA

<https://www.youtube.com/watch?v=oHm1wRpLQDE>

<https://www.youtube.com/watch?v=tZbl43vWjrw>

<https://www.youtube.com/watch?v=7aixQfqYNXk>

<https://www.youtube.com/watch?v=daxnoBof2OU>

3.1 ACELERACIÓN CENTRÍPETA

En un movimiento circular cualquiera, la aceleración puede tener una componente en dirección tangencial a la circunferencia y otra componente en dirección radial y dirigida hacia el centro de la trayectoria. A la primera se le llama aceleración tangencial y a la segunda, aceleración centrípeta.

La aceleración tangencial se manifiesta como un cambio en el módulo de la velocidad tangencial, mientras que la aceleración centrípeta aparece como un cambio en la dirección y sentido de la velocidad.

En un movimiento circular uniforme, debido a que el módulo de la velocidad tangencial es constante, solo existe una aceleración que cambia la dirección y el sentido de la velocidad, es decir, la aceleración centrípeta.

<https://www.youtube.com/watch?v=gAcaawzZ2XE>

3.2 FUERZA CENTRÍPETA

Cualquier movimiento sobre un camino curvo, representa un movimiento acelerado, y por tanto requiere una fuerza dirigida hacia el centro de la curvatura del camino. Esta fuerza se llama fuerza centrípeta, que significa fuerza "buscando el centro". La fuerza tiene la magnitud

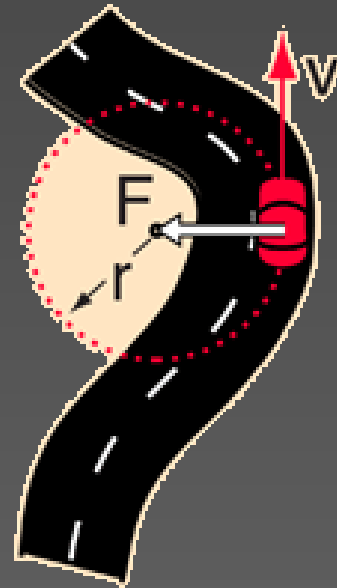
El balanceo de una masa en una cuerda requiere tensión en la cuerda, y si la cuerda se rompe, la masa recorrerá un camino tangencial en línea recta.

La aceleración centrípeta se puede derivar para el caso de movimiento circular puesto que el camino curvado en cualquier punto, puede extenderse hasta formar un círculo.

<https://www.youtube.com/watch?v=Hf1HcQQjDdw>

$$F_{\text{centrípeta}} = m \frac{v^2}{r}$$

$\frac{v^2}{r}$ es la aceleración centrípeta



Note que la fuerza centrípeta es proporcional al cuadrado de la velocidad, con lo que doblando la velocidad necesitará cuatro veces la fuerza centrípeta para mantener el movimiento en un círculo. La fuerza centrípeta la tiene que proporcionar la fricción a lo largo de la curva. Si esta fricción es insuficiente un incremento de la velocidad nos puede llevar a un derrape inesperado.

Fuerza Centrípeta = masa x velocidad² / radio

3.3. Peralte de curvas.

Consideremos ahora el caso de que la curva tiene un peralte de ángulo θ .

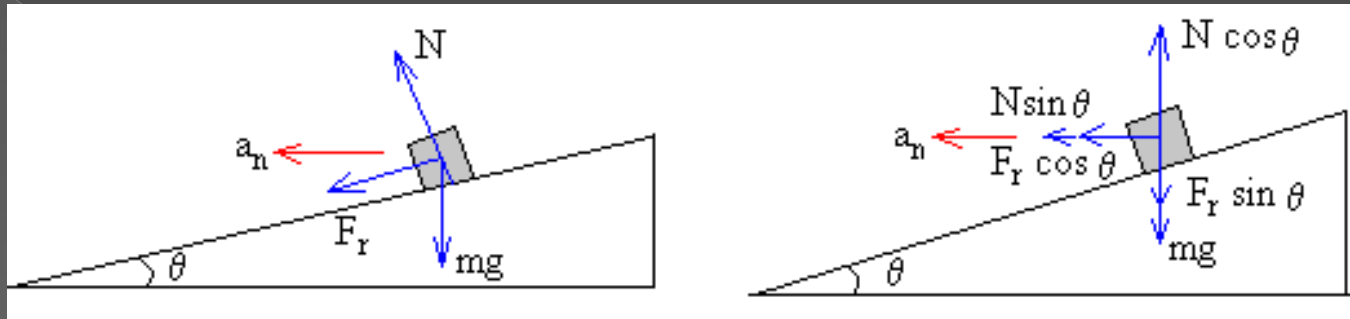
Analicemos el problema desde el punto de vista del observador inercial

Las fuerzas que actúan sobre el cuerpo son las mismas que en el caso de la curva sin peralte, pero con distinta orientación salvo el peso.

El peso mg

La fuerza de rozamiento F_r

La reacción del plano N



En la figura de la izquierda, se muestran las fuerzas y en la figura de la derecha, se ha sustituido la fuerza de rozamiento F_r y la reacción del plano N por la acción simultánea de sus componentes rectangulares.

3.4 EL PENDULO CONICO

El péndulo cónico está constituido por un cuerpo pesado de pequeñas dimensiones (puntual, idealmente) suspendido de un punto fijo mediante un hilo inextensible y de masa despreciable. Su construcción es la misma que la de un péndulo simple, pero, a diferencia de éste, el péndulo cónico no oscila, sino que la masa pendular describe una trayectoria circular en un plano horizontal con aceleración constante. Su nombre proviene del hecho de que el hilo traza una superficie cónica.

El péndulo cónico es un caso particular del péndulo esférico. En concreto es un péndulo esférico en el que el vector velocidad (inicial) es perpendicular al plano determinado por la vertical y el hilo.

Consideremos un péndulo cónico consistente en una pequeña esfera de masa m que se mueve sin fricción en una circunferencia horizontal con una celeridad constante v , suspendida de un hilo de longitud L que forma un ángulo constante θ con la vertical. Sobre la masa m actúan dos fuerzas: su propio peso, mg , y la tensión del hilo, T . La componente horizontal de la tensión del hilo proporciona la [aceleración centrípeta](#), a_c , asociada con el movimiento circular. La componente vertical de la tensión se compensa exactamente con el peso de la masa m . La aplicación de la segunda ley de Newton en las direcciones horizontal y vertical nos permite escribir:

$$T \sin \theta = ma_{cp} = \frac{mv^2}{r}$$

$$T \cos \theta = mg$$

Dividiendo miembro a miembros estas dos ecuaciones, eliminamos T y m , resultando:

$$\tan \theta = \frac{v^2}{rg} \quad \Rightarrow \quad v^2 = rg \tan \theta$$

Puesto que la celeridad v es constante, puede expresarse en función del tiempo T_p requerido para realizar una revolución completa o **periodo de revolución**,

$$v = \frac{2\pi r}{T_p}$$

y sustituyendo en la ecuación (3), después de fáciles operaciones, obtenemos:

$$T_p = 2\pi \sqrt{\frac{r}{g \tan \theta}}$$

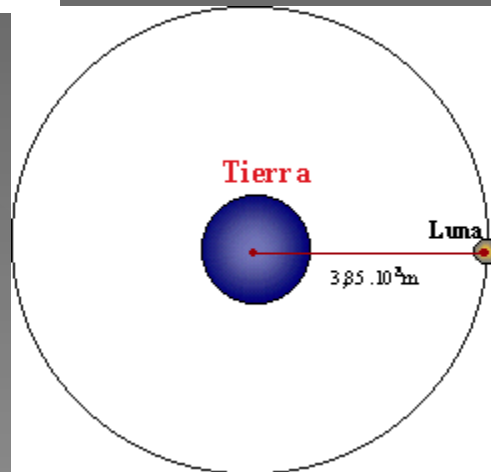
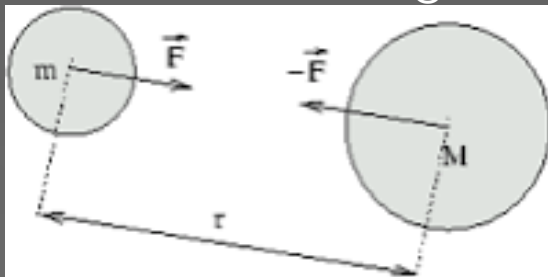
En la ejecución práctica de la experiencia, r varía y no es tan fácil de medir como la longitud constante L del hilo. Recurriendo a la relación trigonométrica r , h , y L , esto es, $\{ \displaystyle r=L\sin \theta \}$, la relación (5) se escribe en la forma: se escribe en la forma:

$$T_p = 2\pi \sqrt{\frac{L \cos \theta}{g}}$$

Para pequeños ángulos será $\cos(\theta) \approx 1$ y el periodo de revolución del péndulo cónico resulta ser casi igual al periodo de oscilación del péndulo simple de la misma longitud. Además, para pequeños ángulos, el periodo de revolución es aproximadamente independiente del valor del ángulo θ , lo que significa que, a pesar de que el ángulo vaya disminuyendo (por fricción con el aire, por ejemplo), el periodo permanece prácticamente constante. Esta propiedad, llamada isocronismo, la poseen también los péndulos ordinarios.

3.5 LEY DE LA GRAVITACIÓN UNIVERSAL

Newton demostró que la fuerza de la gravedad tiene la dirección de la recta que une los centros de los astros y el sentido corresponde a una atracción. Es una fuerza directamente proporcional al producto de las masas que interactúan e inversamente proporcional a la distancia que las separa. La constante de proporcionalidad, G , se denomina constante de gravitación universal.



La ley de gravitación universal de Newton dice que un objeto atrae a los demás con una fuerza que es directamente proporcional a las masas.

La gravedad se ejerce entre dos objetos y depende de la distancia que separa sus centros de masa.

Newton demostró que la fuerza de la gravedad tiene la dirección de la recta que une los centros de los astros y el sentido corresponde a una atracción. Es una fuerza directamente proporcional al producto de las masas que interactúan e inversamente proporcional a la distancia que las separa. La constante de proporcionalidad, G , se denomina constante de gravitación universal.

La ley de gravitación universal de Newton dice que un objeto atrae a los demás con una fuerza que es directamente proporcional a las masas.

La gravedad se ejerce entre dos objetos y depende de la distancia que separa sus centros de masa.