

Ingreso 2018

Física



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



INSTITUTO TECNOLÓGICO
UNIVERSITARIO

Índice

MÓDULO 2: DINÁMICA

2.1. INTRODUCCIÓN

2.2. FUERZA E INTERACCIONES

2.2.1. Aplicación

2.3. PRIMERA LEY DE NEWTON

2.4. SEGUNDA LEY DE NEWTON

2.4.1. Masa y fuerza

2.4.2. Masa y peso

2.4.3. Unidades de masa y peso

2.4.4. Para afianzar conceptos y sacar conclusiones

2.5. TERCERA LEY DE NEWTON

2.6. APLICACIÓN

2.7. TRABAJO

2.8. ENERGÍA CINÉTICA

2.9. ENERGÍA POTENCIAL GRAVITACIONAL

2.10. APLICACIONES

2.1. INTRODUCCIÓN

Dinámica es la parte de la mecánica que estudia las leyes del movimiento de los cuerpos teniendo en cuenta **las causas** que lo producen.

Como tales “**causas**” entendemos:

- a) las **fuerzas** que actúan
- b) una magnitud intrínseca de cada cuerpo, que denominamos **masa inercial**

En este tema usaremos las cantidades de cinemática desplazamiento, velocidad y aceleración junto con dos conceptos nuevos, **fuerza y masa**, para analizar los principios de la dinámica, los cuales se resumen en las **leyes del movimiento de Newton**.

- La primera ley dice que si la *fuerza neta* sobre un cuerpo es cero, su movimiento no cambia.
- La segunda ley relaciona la fuerza con la aceleración cuando la *fuerza neta no es cero*.
- La tercera ley es una relación entre las fuerzas que ejercen dos cuerpos que interactúan uno con el otro.

Las leyes de Newton no son producto de deducciones matemáticas, sino una síntesis obtenida por los físicos que han descubierto al realizar un sinnúmero de *experimentos* con cuerpos en movimiento. Dichas leyes son fundamentales porque no pueden deducirse ni demostrarse a partir de otros principios. La gran importancia de las leyes de Newton radica en que permiten entender la mayor parte de los movimientos comunes; son la base de la mecánica clásica (**o mecánica newtoniana**). Sin embargo, las leyes de Newton no son universales requieren modificación a velocidades muy altas (cercanas a la de la luz) y para tamaños muy pequeños (dentro del átomo).

2.2. FUERZA E INTERACCIONES

El concepto de fuerza nos da una descripción cualitativa de la interacción entre dos cuerpos y su entorno. Cuando empujamos un auto, ejercemos una fuerza sobre él. Una locomotora ejerce una fuerza sobre el tren que arrastra.

Cuando una fuerza implica contacto directo entre dos cuerpos, la llamamos **fuerza de contacto**. Esto incluye un tirón o empujón que se ejerce con la mano, la fuerza de una cuerda sobre un bloque al que está atada y fricción que el suelo ejerce sobre el cuerpo.

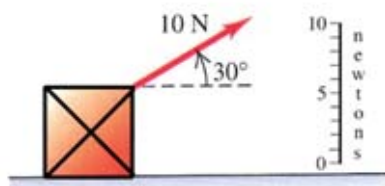
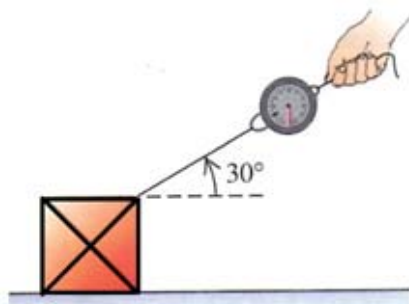
También hay fuerzas, llamadas **de largo alcance**, que actúan aunque los cuerpos estén separados. Por ejemplo la fuerza entre imanes, así también la gravedad es una fuerza de gran alcance; el sol ejerce una atracción gravitacional sobre la tierra, aun a una distancia de 150 millones de kilómetros, que la mantiene en su órbita. La fuerza de atracción gravitacional que la tierra ejerce sobre un cuerpo es el **peso** del cuerpo.

La fuerza es una cantidad vectorial; podemos empujar o tirar de un cuerpo en diferentes direcciones. Por tanto, para describir una fuerza debemos indicar su *dirección* de acción y su magnitud. La unidad de la magnitud en el SI es el **newton(N)**.

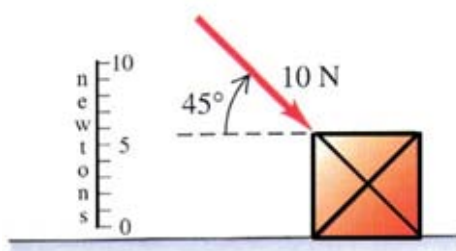
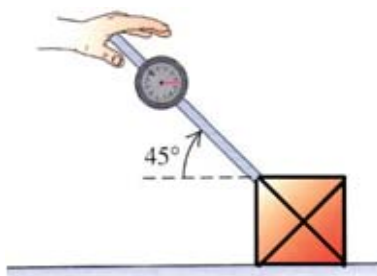
Un instrumento para medir la fuerza es la balanza de resorte, también llamado dinamómetro.

Suponga que desliza una caja sobre el piso tirando de ella con una cuerda o empujándola. En ambos casos dibujamos un vector que representa la fuerza aplicada.

Figura 1



(a)



(b)

Figura 2

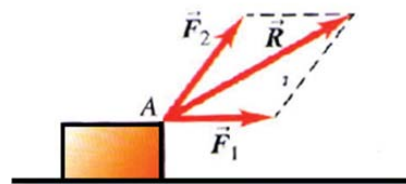
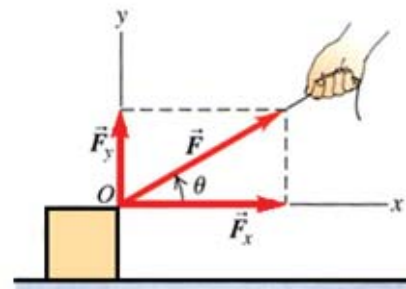


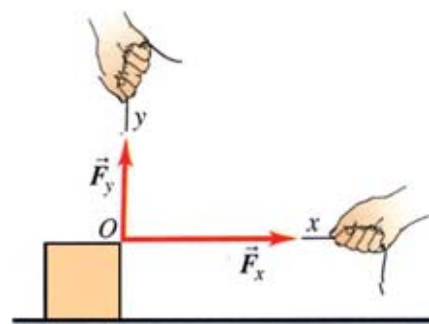
Figura 3



Vectores componentes: $\vec{F}_x$ y $\vec{F}_y$

Componentes: $\vec{F}_x = F \cdot \cos \theta$ y $\vec{F}_y = F \cdot \sin \theta$

(a)



Los vectores componentes: $\vec{F}_x$ y $\vec{F}_y$

Juntos tienen el mismo efecto que la fuerza original $\vec{F}$.

(b)

Si dos fuerzas $\vec{F}_1$ y $\vec{F}_2$ actúan al mismo tiempo en un punto **A** de un cuerpo, los experimentos muestran que el efecto sobre el movimiento del cuerpo es igual al de una sola fuerza $\vec{R}$ igual a la *suma vectorial* de las fuerzas originales: $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$. En general, el efecto de cualquier cantidad de fuerzas aplicadas a un punto de un cuerpo es el de una sola fuerza igual a la suma vectorial de las fuerzas. Éste es el importante principio de superposición de fuerzas. (Figura 2)

El descubrimiento experimental de que las fuerzas se combinan por suma vectorial es de enorme importancia. Usaremos este hecho muchas veces en nuestro estudio, pues nos permite sustituir una fuerza por sus vectores componentes. En la **figura 3a**, la fuerza $\vec{F}$ actúa sobre un cuerpo en el punto **O**. Los vectores componentes en las direcciones Ox y Oy son $\vec{F}_x$ y $\vec{F}_y$. Si estos se aplican simultáneamente, como en la figura 3b, el efecto es idéntico al de la fuerza original $\vec{F}$. Cualquier *fuerza puede ser sustituida* por sus vectores componentes, actuando en el mismo punto.

Suele ser más conveniente describir una fuerza $\vec{F}$ en términos de sus componentes x y y, $\vec{F}_x$ y $\vec{F}_y$, en lugar de sus vectores componentes (recuerde: *los vectores componentes* son vectores, pero los *componentes* solo son números).

A menudo necesitamos obtener la suma vectorial (resultante) de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo. Llamamos a esto **fuerza neta** que actúa sobre el cuerpo. Usaremos la letra griega Σ (sigma mayúscula equivalente a la S romana) para denotar sumatoria. Si las fuerzas son $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, etc....$, abreviaremos la sumatoria así:

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = \Sigma \vec{F} \quad (1)$$

Donde $\Sigma \vec{F}$ se lee “suma vectorial de las fuerzas” o “fuerza neta”. La versión con componentes de la ecuación (1) es el par de ecuaciones:

$$\begin{aligned} R_x &= \Sigma F_x \\ R_y &= \Sigma F_y \end{aligned} \quad (2)$$

Donde ΣF_x es la suma de las componentes en x y ΣF_y es la suma de las componentes en y. cada componente puede ser positiva o negativa.

Una vez que se tienen R_x y R_y , puede obtenerse la magnitud y la dirección de la **fuerza neta** $\vec{R} = \Sigma \vec{F}$ que actúa sobre el cuerpo. La magnitud es:

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

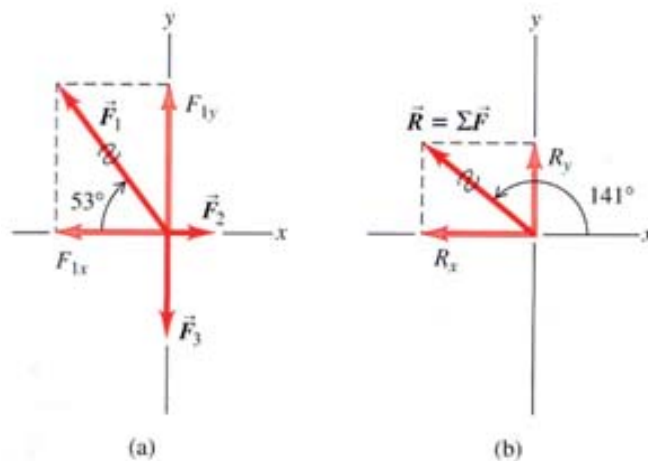
Y el ángulo θ entre $\vec{R}$ y el eje +x puede obtenerse de la relación: $\text{tg} \theta = \frac{R_y}{R_x}$.

Las componentes R_x y R_y pueden ser positivas, negativas o cero, y θ puede estar en cualquiera de los cuatro cuadrantes.

2.2.1. Aplicación

Tres luchadores profesionales se pelean el mismo cinturón de campeonato. Vistos desde arriba, aplican al cinturón las tres fuerzas horizontales de la figura 4, donde el cinturón está en el origen. Las magnitudes de las tres fuerzas son $F_1 = 250 \text{ N}$, $F_2 = 50 \text{ N}$ y $F_3 = 120 \text{ N}$. Obtenga las componentes x y y de la fuerza neta sobre el cinturón, y la magnitud y dirección de la fuerza neta.

Figura 4



Nota: la línea ondulada sobre el vector de fuerza $\vec{F}_1$ es para indicar que lo hemos sustituido por sus componente x y y . De lo contrario el diagrama incluiría la misma fuerza dos veces.

Este ejemplo no es más que un problema de suma vectorial. Nos piden las componentes de la **fuerza neta** así que planteamos este problema con el método de las componentes.

Las incógnitas son: la magnitud y dirección de la **fuerza neta**, $\vec{R}$ así como sus componentes x y y , que obtendremos usando la ecuación (2).

RESOLUCIÓN

En la figura 4a podemos observar los ángulos entre $\vec{F}_1, \vec{F}_2$ y $\vec{F}_3$ y el eje $+x$ son $\theta_1 = 180^\circ - 53^\circ = 127^\circ$, $\theta_2 = 0^\circ$ y $\theta_3 = 270^\circ$

Las componentes x y y de las fuerzas son:

$$F_{1x} = 250 \text{ N} \cdot \cos 127^\circ = -150 \text{ N}$$

$$F_{1y} = 250 \text{ N} \cdot \sin 127^\circ = 200 \text{ N}$$

$$F_{2x} = 50 \text{ N} \cdot \cos 0^\circ = 50 \text{ N}$$

$$F_{2y} = 50 \text{ N} \cdot \sin 0^\circ = 0 \text{ N}$$

$$F_{3x} = 120 \text{ N} \cdot \cos 270^\circ = 0 \text{ N}$$

$$F_{3y} = 120 \text{ N} \cdot \sin 270^\circ = -120 \text{ N}$$

Por la ecuación (2), la **fuerza neta** $\vec{R} = \sum \vec{F}$ tiene componentes:

$$R_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = (-150N) + 50N + 0N = -100N$$

$$R_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = 200N + 0N + (-120N) = 80N$$

La **fuerza neta** tiene componente x negativa y componente y positiva, así que apunta a la izquierda y hacia arriba en la figura 4b (es decir en el segundo cuadrante).

La magnitud de la **fuerza neta** $\vec{R} = \sum \vec{F}$ es:

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(-100N)^2 + (80N)^2} = 128N$$

Para obtener el ángulo entre la **fuerza neta** y el eje +x, usamos la relación $\tan \theta = \frac{R_y}{R_x}$, o sea:

$$\theta = \arctan \frac{R_y}{R_x} = \arctan \left(\frac{80N}{-100N} \right) = \arctan(-0.80)$$

Las dos posibles soluciones son $\theta = -39^\circ$ y $\theta = -39^\circ + 180^\circ = 141^\circ$

Puesto que la **fuerza neta** está en el segundo cuadrante, como indicamos, la respuesta correcta es 141° .

CONCLUSIÓN

En esta situación, la **fuerza neta** no es cero y vemos que el luchador 1 es el que ejerce la mayor fuerza, probablemente es el ganador.

2.3. PRIMERA LEY DE NEWTON

*“Toda partícula en reposo seguirá en reposo y toda partícula en movimiento continuará animada de movimiento rectilíneo y uniforme, a menos que actúen sobre ella una **fuerza neta** de fuerzas exteriores que le obliguen a modificar dichos estados”*

Esto significa:

a) Que para iniciar el movimiento de una partícula o para detenerlo, hace falta la acción de un sistema de fuerzas que admita una fuerza neta (o resultante).

b) Que si una partícula se mueve de cualquier manera por acción de un sistema de fuerzas, si este **deja de actuar** la partícula continuará moviéndose indefinidamente con la velocidad (vector) que tenía en el preciso instante del cese de aquella acción: de ahí la trayectoria **rectilínea** y la **rapidez** constante.

Técnicas más elaboradas permiten hoy acercarnos a la validez de esta ley al considerar trayectos e intervalos de tiempo cortos.

Es importante señalar que lo que importa en la primera ley de Newton es la **fuerza neta**. Por ejemplo, dos fuerzas actúan sobre un libro en reposo en una mesa horizontal:

Es importante señalar que lo que importa en la primera ley de Newton es la fuerza neta. Por ejemplo, dos fuerzas actúan sobre un libro en reposo en una mesa horizontal: la fuerza hacia abajo de la atracción gravitacional terrestre (una fuerza de largo alcance que actúa aun si la mesa está más arriba del suelo) y una fuerza de apoyo hacia arriba ejercida por la mesa (una fuerza de contacto). El empuje hacia arriba de la superficie es tan grande como la atracción gravitatoria, así que la **fuerza neta** sobre el libro (la suma vectorial de las dos fuerzas) es cero.

En concordancia con la primera ley de Newton, si el libro está en reposo en la mesa, sigue en reposo.

El mismo principio se aplica a un disco de hockey que resbala sobre una superficie horizontal sin fricción: la resultante del empuje hacia arriba de la superficie y la atracción gravitatoria es 0. Si el disco está en movimiento, sigue moviéndose con velocidad constante porque la **fuerza neta** que actúa sobre él es 0.

En consecuencia, si sobre un cuerpo no actúan fuerzas, o actúan varias fuerzas cuya resultante es cero, decimos que el cuerpo está en **equilibrio**. Un cuerpo está en reposo o se mueve en línea recta con velocidad constante. Para que un cuerpo esté en equilibrio, la **fuerza neta es cero**:

$$\sum \vec{F} = 0 \quad (\text{cuerpo en equilibrio})$$

Para que esto se cumpla, cada componente de la fuerza neta debe ser cero, así que:

$$\sum \vec{F}_x = 0$$

$$\sum \vec{F}_y = 0$$

2.4. SEGUNDA LEY DE NEWTON

Al tratar la primera ley de Newton, vimos que cuando ninguna fuerza, o una fuerza neta cero, actúa sobre un cuerpo, este se mueve con velocidad constante y aceleración cero. Sin embargo, ¿qué sucede si la fuerza neta **no** es cero?

La conclusión es que la presencia de una **fuerza neta** que actúa sobre un cuerpo hace que este se acelere. La dirección de la aceleración es la de la fuerza neta. Si la magnitud de esta es constante, también lo será la magnitud de la aceleración.

Estas conclusiones también son válidas para un cuerpo que se mueve con trayectoria curva, como lo es el movimiento circular uniforme, en el cual la rapidez es constante y la aceleración es de magnitud constante dirigida al centro del círculo.

Los experimentos demuestran la relación que existe entre la aceleración y la **fuerza neta** que actúa sobre un cuerpo. Al duplicar la fuerza neta, se duplica la aceleración; reducir a la mitad la fuerza hace lo propio la aceleración. Esto quiere decir que la magnitud de la aceleración $a = |\vec{a}|$ es directamente proporcional a la **fuerza neta**.

$$\boxed{\frac{|\sum \vec{F}|}{a} = m} \quad (3)$$

2.4.1. Masa y fuerza

La masa es una medida cuantitativa de la inercia. Cuanto mayor es su masa, más se resiste un cuerpo a ser acelerado. Esto es fácil relacionar el concepto con experiencias de la vida cotidiana. Si golpeamos una pelota de ping-pong y una pelota de fútbol con la misma fuerza, el fútbol tendrá una aceleración mucho menor que la pelota de ping-pong. Si una fuerza causa una aceleración grande, la masa del cuerpo es pequeña; si la misma fuerza causa una aceleración pequeña, la masa es grande.

La unidad de masa en el SI es el **kilogramo** y la unidad de fuerza es el **Newton**:

Un newton es la cantidad de fuerza neta que proporciona una aceleración de un metro por segundo al cuadrado a un cuerpo con masa de un kilogramo.

$$1N = 1kg \cdot \frac{m}{s^2}$$

Los experimentos muestran que si se aplica a un cuerpo una combinación de fuerzas $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots$

El cuerpo tendrá la misma aceleración (magnitud y dirección) que si se aplicara una sola fuerza igual a la suma vectorial $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots$

La ecuación $|\sum \vec{F}| = m \cdot a$ relaciona la magnitud de la fuerza neta sobre un cuerpo con la magnitud de la aceleración que produce.

También vimos que la dirección de la **fuerza neta** es igual a la dirección de la aceleración, sea la trayectoria del cuerpo recta o curva.

Newton juntó todas estas relaciones y resultados experimentales en un solo enunciado que llamamos **segunda ley de Newton**:

Si una fuerza neta externa actúa sobre un cuerpo, este se acelera. La dirección de la aceleración es la misma que la de la fuerza neta. El vector de fuerza neta es igual a la masa del cuerpo multiplicada por su aceleración.

$$|\sum \vec{F}| = m \cdot \vec{a} \quad (4)$$

De esta se desprende

$$\frac{|\sum \vec{F}|}{m} = \vec{a} \quad (5)$$

La aceleración tiene la misma dirección que la fuerza neta.

Los aspectos que merecen atención al aplicar esta ley son:

a) La ecuación (4) es *vectorial*. Normalmente la usaremos en términos de componentes, con una ecuación para cada componente de fuerza y la aceleración correspondiente:

$$\sum F_x = m.a_x \quad \sum F_y = m.a_y \quad (6)$$

Cada componente de la fuerza total es igual a la masa multiplicada por la componente correspondiente de la aceleración.

b) El enunciado de la segunda ley se refiere a *fuerzas externas*, es decir, fuerzas ejercidas por otros cuerpos de su entorno.

c) Las ecuaciones 5 y 6 son válidas si la masa es constante.

d) La segunda ley es válida dentro de marcos de referencias inerciales. Normalmente supondremos que la Tierra es una aproximación adecuada a un marco inercial, aunque estrictamente no lo es por su rotación y movimiento orbital.

IMPORTANTE

Observar que la cantidad $m \cdot \vec{a}$ no es una fuerza. Las ecuaciones (4) y (6) sólo dicen que el vector $m \cdot \vec{a}$ es igual en magnitud y dirección a la resultante $\sum \vec{F}$ de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo. Es incorrecto ver la aceleración como una fuerza; más bien, la aceleración es un resultado de una fuerza neta distinta de cero.

2.4.2. Masa y Peso

El *peso* de un cuerpo es una fuerza con la que la Tierra atrae al cuerpo.

La *masa* caracteriza las propiedades inerciales de un cuerpo. A mayor masa, más fuerza se necesita para causar una aceleración dada.

¿Qué relación existe entre la masa y el peso?

Según la leyenda, se le ocurrió a Newton estaba debajo del árbol de manzanas viendo caer una fruta. Un cuerpo en caída libre tiene una aceleración igual a g y, por la segunda ley de Newton, una fuerza debe producir una aceleración. Si un cuerpo de 1 kg cae con una aceleración de $9,8 \text{ m/s}^2$, la fuerza requerida tiene una magnitud:

$$F = m \cdot a = 1 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 9,8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 9,8 \text{ N}$$

La fuerza que hace que el cuerpo se acelere hacia abajo es la atracción gravitacional de la Tierra, o sea, el *peso* del cuerpo. Cualquier cuerpo de 1 kg de masa cercano a la tierra, debe tener un peso de 9,8N para sufrir la aceleración que observamos en caída libre. En términos generales:

$$P = m \cdot g \quad (7) \quad (\text{magnitud del peso de un cuerpo de masa } m)$$

Por lo tanto, la magnitud peso es directamente proporcional a su masa m . El peso de un cuerpo es una fuerza, una cantidad vectorial y podemos escribir la ecuación como ecuación vectorial:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g} \quad (8)$$

Recordar que g es la magnitud de $\vec{g}$, la aceleración debida a la gravedad, así que g siempre es positiva, por definición. Así, P dada por la ecuación es la magnitud del peso y también es positiva.

IMPORTANTE

El peso de un cuerpo actúa sobre el cuerpo *todo el tiempo*, esté en caída libre o no. Si una maceta de 10 kg pende de una cadena, está en equilibrio y su aceleración es cero, pero su peso, dado por la ecuación (8) sigue actuando sobre él. En este caso, la cadena tira de la maceta hacia arriba con una fuerza ascendente. La *suma vectorial* de las fuerzas es cero, y la maceta está en equilibrio.

VALOR DE "g"

Usaremos $g=9,80 \text{ m/s}^2$, para problemas en la tierra. En realidad el valor de g varía un poco en diferentes puntos de la tierra, porque la tierra no es perfectamente esférica y por los efectos de su rotación y movimiento orbital.

Conclusión: el peso de un cuerpo varía de un lugar a otro; la masa no.

2.4.3. Unidades de masa y peso

sistema	Unidad de			
	Peso ó fuerza	Masa	longitud	tiempo
Gravitatorio ó técnico	$k\vec{g}$ ó kgf	$u.t.m = \frac{k\vec{g}}{m/s^2}$	m	s
M.K.S	$N = \frac{kg \cdot m}{s^2}$	kg	m	s
C.G.S	$Dina = \frac{g \cdot cm}{s^2}$	g	m	s

EQUIVALENCIAS

$$1k\vec{g} = 9,8N$$

$$1k\vec{g} = 9,8 \cdot 10^5 \text{ dinas}$$

$$1N = 10^5 \text{ dinas}$$

2.4.4. Para afianzar conceptos y sacar conclusiones

Ejercicio 1.

La masa de un cuerpo es de 5,40kg . Calcular su peso en kgf

a) En el polo sur terrestre, donde $g=9,83\text{m/s}^2$

b) En el ecuador terrestre, donde $g=9,78\text{m/s}^2$

c) En un lugar de la tierra, donde $g=9,80\text{m/s}^2$

d) En marte, donde $g=3,60\text{m/s}^2$

de (8) $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$ por lo que, en módulo $P=m \cdot g$

a) $P_a = 5,40 \text{ kg} \cdot 9,83\text{m/s}^2$ $P_a \cong 53,1\text{N}$

$$P_a = 53,1\text{N} \times \frac{1\text{kgf}}{9,8\text{N}} = 5,42\text{kgf} \quad \boxed{P_a = 5,42\text{kgf}}$$

b) $P_b = 5,40\text{kg} \cdot 9,78 \text{ m/s}^2$ $P_b=52,8\text{N}$

$$P_b = 52,8\text{N} \times \frac{1\text{kgf}}{9,8\text{N}} = 5,39\text{kgf} \quad \boxed{P_b = 5,39\text{kgf}}$$

c) $P_c = 5,40\text{kg} \cdot 9,80 \text{ m/s}^2$ $P_b=52,9\text{N}$

$$P_c = 52,9\text{N} \times \frac{1\text{kgf}}{9,8\text{N}} = 5,40\text{kgf} \quad \boxed{P_c = 5,40\text{kgf}}$$

d) $P_d = 5,40\text{kg} \cdot 3,60 \text{ m/s}^2$ $P_d=19,4\text{N}$

$$P_d = 19,4\text{N} \times \frac{1\text{kgf}}{9,8\text{N}} = 1,98\text{kgf} \quad \boxed{P_d=1,98\text{kgf}}$$

CONCLUSIÓN

Sobre la tierra y muy aproximadamente, el peso de un cuerpo **en kgf** es numéricamente igual a su masa en **kg**.

Así:

$m=0,481\text{kg}$ pesarán, aproximadamente $0,481 \text{ kgf}$
 $m=729\text{g}$ pesarán, aproximadamente 729gf

Ejercicio 2.

El peso de un cuerpo es de $\boxed{2,75\text{kgf}}$. Calcular su masa en $\boxed{\text{kg}}$

a) En el polo sur terrestre, donde $g=9,83\text{m/s}^2$

b) En el ecuador terrestre, donde $g=9,78\text{m/s}^2$

c) En un lugar de la tierra, donde $g=9,80\text{m/s}^2$

d) En la luna, donde $g=1,94\text{m/s}^2$

$$\text{de } P=m \cdot g \Rightarrow m = \frac{P}{g}$$

$$\text{a) } m_a = \frac{2,75\text{kgf}}{9,83\text{m/s}^2} \cdot \frac{9,80 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}}{\text{kgf}} \Rightarrow m_a = 2,74\text{kg} \quad \boxed{M_a=2,74\text{kg}}$$

$$\text{b) } m_b = \frac{2,75\text{kgf}}{9,78\text{m/s}^2} \cdot \frac{9,80 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}}{\text{kgf}} \Rightarrow m_b = 2,76\text{kg} \quad \boxed{M_b=2,76\text{kg}}$$

$$\text{c) } m_c = \frac{2,75\text{kgf}}{9,80\text{m/s}^2} \cdot \frac{9,80 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}}{\text{kgf}} \Rightarrow m_c = 2,75\text{kg} \quad \boxed{M_c=2,75\text{kg}}$$

$$\text{d) } m_d = \frac{2,75\text{kgf}}{1,94\text{m/s}^2} \cdot \frac{9,80 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}}{\text{kgf}} \Rightarrow m_d = 13,9\text{kg} \quad \boxed{M_d=13,9\text{kg}}$$

CONCLUSIÓN

Sobre la tierra y muy aproximadamente, la masa de un cuerpo **en kg** es numéricamente igual a su peso **en kgf**.

Así, un cuerpo que pese:

$P=13,8 \text{ kgf}$ tendrá, aproximadamente, una masa de $13,8 \text{ kg}$

$P=907 \text{ gf}$ tendrá, aproximadamente, una masa de 907 g

2.5. TERCERA LEY DE NEWTON

Una fuerza que actúa sobre un cuerpo siempre es el resultado de su interacción con otro cuerpo, así que las fuerzas siempre vienen en pares. Al patear un balón, la fuerza hacia adelante que el pie ejerce sobre él lo lanza en su trayectoria, pero sentimos la fuerza que el balón ejerce sobre el pie.

En todos los casos, la fuerza que ejercemos sobre el otro cuerpo tiene dirección opuesta a la que el cuerpo ejerce sobre nosotros. Los experimentos muestran que, al interactuar dos cuerpos, las fuerzas que ejercen mutuamente *son iguales en magnitud y opuestas en dirección*. Esta es la tercera ley de Newton.

$$\vec{F}_{A \text{ sobre } B} = -\vec{F}_{B \text{ sobre } A}$$

Expresado en palabras:

Si el cuerpo A ejerce una fuerza sobre el cuerpo B (una acción), entonces B ejerce una fuerza sobre A (una reacción). Estas fuerzas tienen la misma magnitud pero en dirección opuesta y actúan sobre diferentes cuerpos.

En este enunciado, "acción" y "reacción" son las dos fuerzas opuestas y podemos llamarlas **par acción-reacción**. Esto no implica una relación causa y efecto; podemos considerar cualquiera de las fuerzas como la "acción" y la otra la "reacción". Con frecuencia decimos solo que las fuerzas son "iguales y opuestas" para indicar que tienen igual magnitud y dirección opuesta. Las fuerzas descritas en esta ley actúan sobre cuerpos *distintos*.

También esta ley es válida para las fuerzas de *largo alcance* que no requieren contacto físico, como la de atracción gravitacional.

2.6. APLICACIONES

1. En cierto lugar del Universo, una fuerza de 41,3N imprime una aceleración de 120cm/s² a un cuerpo que pesa 25 kgf.

¿Cuál será el valor de la aceleración de la gravedad en ese lugar?

$$F = m \cdot a \quad \text{y} \quad m = \frac{P}{g} \Rightarrow F = P \cdot \frac{a}{g} \quad g = P \cdot \frac{a}{F}$$

$$g = P \cdot \frac{a}{F} = \frac{25\text{kgf}}{41,3\text{N}} \cdot \frac{120\text{cm}}{\text{s}^2} \cdot \frac{9,80\text{N}}{\text{kgf}} \cdot \frac{\text{m}}{10^2\text{cm}}$$

$$G = 7,12\text{m/s}^2$$

2. Calcular la fuerza que el motor de un automóvil de 1500 kg debe ejercer para que, partiendo del reposo, el vehículo alcance una rapidez de 108 km/h luego de recorrer 125m.

Como $F = \text{constante}$, también " a " será constante. El movimiento será, M.R.U.V y una de las ecuaciones, adaptada para este caso, es:

$$v^2 = 2 \cdot a \cdot (x - x_0)$$

Despejamos de esta ecuación " a " $a = \frac{v^2}{2 \cdot (x - x_0)}$

$$F = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot (x - x_0)}$$

$$\text{Desde que } v = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{\text{h}}{3600\text{s}} \cdot \frac{1000\text{m}}{1\text{km}} \Rightarrow v = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$F = \frac{1500\text{kg} \cdot 900\text{m}^2}{\text{s}^2 \cdot 2 \cdot 125\text{m}} = 5400\text{N}$$

3. Si se aplica una fuerza neta horizontal de 132N a una persona de 60 kg que se halla en reposo. ¿Qué aceleración horizontal le produce?

4. Una fuerza horizontal neta de 140N actúa sobre una caja de 32,5kg que inicialmente está en reposo en el piso de una bodega. Calcular:

- a) la aceleración que le produce dicha fuerza.
- b) la distancia que recorre la caja en 10s.
- c) la rapidez a los 10s.

5. Superman lanza una roca de 2400N a un adversario. ¿Qué fuerza horizontal debe aplicar a la roca para darle una aceleración horizontal de 12m/s^2 ?

6. En la superficie de Io, una luna de Júpiter, la aceleración debida a la gravedad es de $g=1,81\text{m/s}^2$. Una sandía pesa 44N en la superficie terrestre.

- a) ¿Qué masa tiene en la superficie terrestre?
- b) ¿Qué masa y peso tiene en la superficie de Io?

Tercera ley de newton

7. Una velocista olímpica puede arrancar con una aceleración casi horizontal de magnitud de 15m/s^2 . ¿Qué fuerza horizontal debe aplicar una corredora de 55kg a los bloques de salida para producir esta aceleración? ¿Qué cuerpo ejerce la fuerza que impulsa a la corredora: los bloques o ella misma?

2.7. TRABAJO

Seguramente estará de acuerdo en que cuesta trabajo mover un sofá pesado, levantar una pila de libros desde el piso hasta colocarla en un estante alto, o empujar un auto.

Todos estos ejemplos concuerdan con el significado cotidiano de trabajo: Cualquier actividad que requiera un esfuerzo muscular o mental.

En física, el trabajo tiene una definición mucho más precisa. Al utilizar esta definición, descubriremos que, en cualquier movimiento, por complicado que sea, el trabajo total realizado sobre una partícula por todas las fuerzas que actúan sobre ella es igual al cambio de su energía cinética: una cantidad relacionada con la rapidez de la partícula.

Deduciremos la relación entre trabajo y energía cinética. Los tres ejemplos mencionados anteriormente (mover el sofá, levantar la pila de libros, empujar el auto) tienen algo en común: realizamos trabajo ejerciendo una fuerza sobre un cuerpo mientras éste se mueve de un lugar a otro, es decir, sufre un desplazamiento. Efectuamos más trabajo si la fuerza es mayor (tiramos más fuerte del sofá) o si el desplazamiento es mayor (lo arrastramos una mayor distancia).

El físico define el trabajo con base a estas observaciones. Considere un cuerpo que sufre un desplazamiento de magnitud x en línea recta (en el dibujo es la letra s). Por ahora,

supondremos que todo cuerpo puede tratarse como partícula y haremos caso omiso cualquier rotación o cambio en la forma del cuerpo). Mientras el cuerpo se mueve, una fuerza constante $\vec{F}$ actúa sobre él en la dirección del desplazamiento $\vec{x}$.

Definimos el **trabajo T** realizado por esta fuerza constante en estas condiciones como el producto de la magnitud F de la fuerza y la magnitud x del desplazamiento:

$$\mathbf{T=F.x}$$

El trabajo efectuado sobre el cuerpo es mayor si la fuerza F o el desplazamiento x es mayor, lo que coincide con nuestras observaciones.

La unidad de trabajo es el Joule:

$$\begin{aligned} [T] &= [F][x] \\ [J] &= [N][m] \end{aligned} \quad \text{En el M.K.S}$$

En el sistema técnico:

$$\begin{aligned} [T] &= [F][x] && \text{equivalencia: } 1\text{kgm} = 9,8\text{ J} \\ [kgm] &= [kgf][m] \\ [T] &= [F][x] \\ [erg] &= [dyn][cm] && 1\text{J} = 10^7\text{erg} \end{aligned}$$

También puede suceder que el empuje se efectúe con un ángulo φ respecto del desplazamiento, en este caso solo la fuerza en la dirección del movimiento del auto sería útil para moverlo (otras fuerzas deben actuar en el auto para que se mueva en la dirección del desplazamiento de $\vec{x}$, no en la dirección de $\vec{F}$, pero sólo nos interesa el trabajo realizado por la persona, así que solo consideraremos la fuerza que ella ejerce). Si la fuerza $\vec{F}$ y el desplazamiento $\vec{x}$ tienen diferente dirección, tomamos la componente de $\vec{F}$ en la dirección de $\vec{x}$ y definimos el trabajo como el producto de esta componente y la magnitud del desplazamiento. La componente de $\vec{F}$ en la dirección de $\vec{x}$ es $F \cos \varphi$, así que:

$$\mathbf{T=F.x.cos \varphi} \quad (2)$$

(fuerza constante, desplazamiento rectilíneo)

Estamos suponiendo que F y φ son constantes durante el desplazamiento.

Si $\varphi = 0^\circ$ y $\vec{F}$ y $\vec{x}$ tienen la misma dirección, entonces $\cos \varphi = 1$ y volvemos a la ecuación (1).

La ecuación (2) tiene la forma del *producto escalar* de dos vectores: $\vec{A} \bullet \vec{B} = A.B.\cos \varphi$

Esto nos permite escribir la ecuación (2) en forma más compacta:

$$\mathbf{T= \vec{F}.\vec{x}} \quad (3)$$

IMPORTANTE

El trabajo es una cantidad escalar, aunque se calcule usando dos cantidades vectoriales (fuerza y desplazamiento).

CONCLUSIONES

1. Trabajo positivo o potente, cuando φ es agudo
 $\cos \varphi > 0$
2. Negativo o resistente cuando $\varphi > 90^\circ$ es obtuso
 $\cos \varphi < 0$
3. Nulo cuando $\varphi = 90^\circ$ porque $\cos \varphi = 0$

2.8. ENERGÍA CINÉTICA

Consideremos una partícula de masa m que se mueve en el eje x bajo la acción de una fuerza neta constante de magnitud F dirigida hacia el eje $+x$. La aceleración de la partícula es constante y está dada por la segunda ley de Newton, $F = m \cdot a_x$. Suponemos que la rapidez cambia de v_1 a v_2 mientras la partícula sufre un desplazamiento $x = x_2 - x_1$ del punto x_1 a x_2 . Usando una ecuación de aceleración constante, y sustituyendo v_i por v_1 , v_x por v_2 y $(x - x_0)$ por x , tenemos:

$$v_2^2 = v_1^2 + 2 \cdot a_x \cdot x$$

$$a_x = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot x}$$

Al multiplicar esto por m y sustituir $m \cdot a_x$ por la fuerza neta F , obtenemos:

$$F = m \cdot a_x = m \cdot \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot x}$$

$$F \cdot x = \frac{1}{2} \cdot m v_2^2 - \frac{1}{2} \cdot m v_1^2$$

El producto $F \cdot x$ es el trabajo efectuado por la fuerza neta F y por tanto es igual al trabajo total efectuado por todas las fuerzas que actúan sobre la partícula. Llamamos a la cantidad:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m v^2 \quad (4)$$

Igual que el trabajo, la energía cinética de una partícula es un escalar; solo depende de la masa y la rapidez de la partícula, no de su dirección de movimiento.

Un auto (visto como partícula) tiene la misma energía cinética yendo al norte a 10m/s que yendo al este a 10m/s. La energía cinética nunca puede ser negativa y es cero solo si la partícula está en reposo.

Unidad de medida de la energía en S.I es:

$$[J] = [kg] \left[\frac{m}{s} \right]^2$$

$$[J] = \left[kg \cdot \frac{m}{s^2} \right] \cdot [m] = [N] [m]$$

2.9. ENERGÍA POTENCIAL GRAVITACIONAL

Está asociada a la *posición* de los cuerpos en el sistema. Este tipo de energía es una medida del *potencial o posibilidad* de efectuar trabajo. Al levantar un objeto, existe potencial de que la fuerza de gravitación realice trabajo sobre él, pero solo si el cuerpo se deja caer al suelo.

Por ello la, la energía asociada con la posición se llama **energía potencial**. Lo dicho sugiere que hay energía potencial asociada al peso de un cuerpo y a su altura sobre el suelo: **energía potencial gravitacional**. Se denomina así porque es una propiedad compartida del cuerpo y la tierra.

$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad (5)$$

La unidad de medida en S.I es el J.

2.10. APLICACIONES

1. Imagine que empuja un libro de física 1,50m sobre una mesa horizontal con fuerza horizontal de 2,40N. La fuerza de fricción opuesta al movimiento es de 0,600N. Calcular el trabajo realizado por la fuerza neta sobre el libro.
2. Calcular el trabajo necesario para elevar un cuerpo de 15kgf hasta una altura de 15m.
3. Dos remolcadores tiran de un buque tanque averiado. Cada uno ejerce una fuerza constante de 1,80.106N, uno 14° al oeste del norte y el otro a 14° al este del norte, tirando del buque tanque 0,75 km al norte. ¿Qué trabajo total efectúan sobre el buque tanque las fuerzas?
4. Calcule la energía cinética, en Joules, de un auto de 1600kg que viaja a 50km/h.
- ¿En qué factor cambia la energía cinética si se duplica la rapidez?
5. Se cree que la masa de un Tyrannosaurus rex era del orden de los 7000kg.
 - a) Trate al dinosaurio como una partícula y estime su energía cinética al caminar con rapidez de 4km/h.
 - b) ¿Con qué rapidez tendría que moverse una persona de 70kg para tener la misma energía cinética que el T rex al caminar?
6. Para subir un tonel hasta 3 m de altura ha sido necesario realizar un trabajo de 240 kgm. ¿Cuánto pesa el tonel?
7. Hallar el trabajo realizado para arrastrar un trineo, sobre una pista horizontal, una distancia de 8m. La fuerza ejercida en la cuerda es de 75m formando un ángulo de 28° con la horizontal.



Física

Ingreso 2018



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



INSTITUTO TECNOLÓGICO
UNIVERSITARIO