

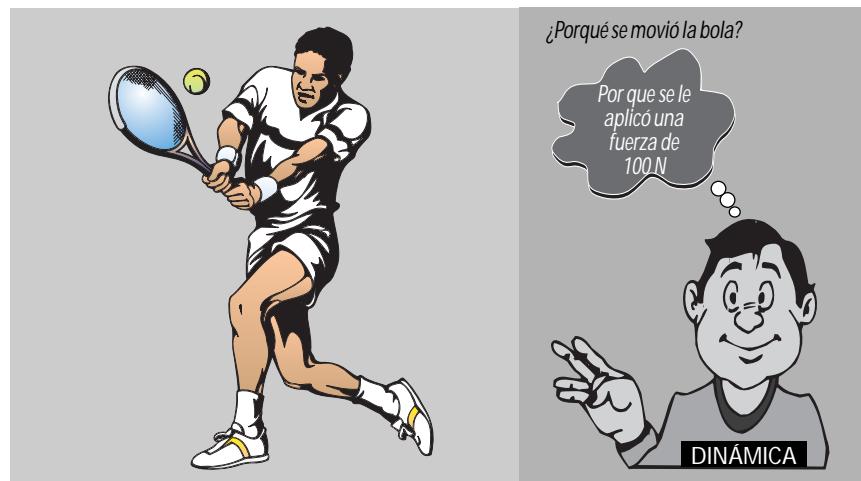
# Capítulo 6

## DINÁMICA

### Concepto

Es una parte de la mecánica que se encarga de estudiar el movimiento de los cuerpos teniendo en cuenta las causas que lo producen.

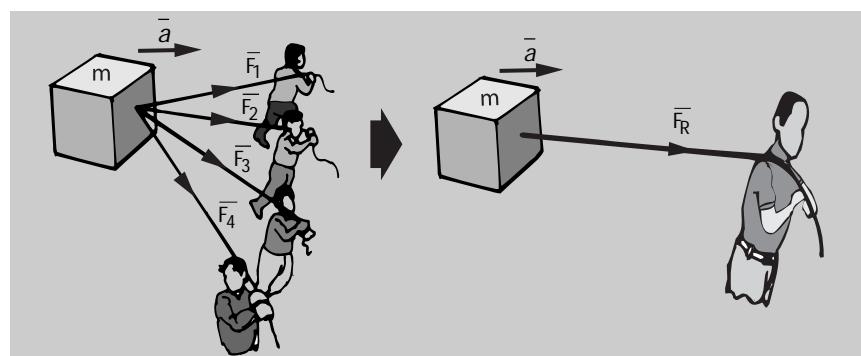
### Ilustración



### 2<sup>DA</sup> LEY DE NEWTON

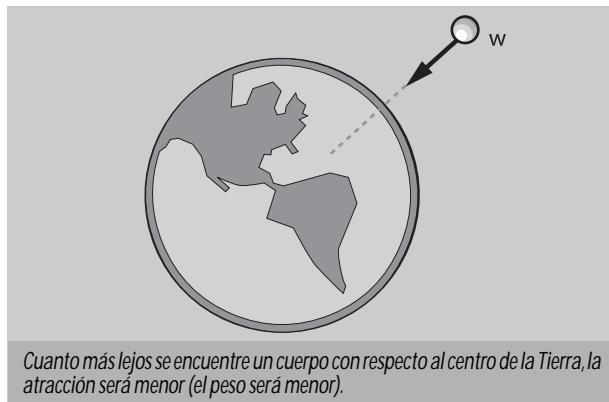
"La aceleración que adquiere una partícula sometida a una fuerza resultante que no es cero, es directamente proporcional a la fuerza resultante e inversamente proporcional a la masa de dicha partícula, y que tiene la misma dirección y sentido que esta resultante."

$$\bar{F}_R = m\bar{a} \quad (\text{si } m \text{ es cte})$$



## PESO (W)

Es la fuerza gravitatoria con la cual un cuerpo celeste (en nuestro caso la Tierra) atrae a otro, relativamente cercano a él.



## MASA (m)

Es una magnitud escalar que mide la inercia de un cuerpo.

Sin embargo la inercia de un cuerpo está en función de la cantidad de materia que lo forma; es aceptable entonces afirmar también que: Masa es la cantidad de materia que tiene un cuerpo; por ejemplo: La masa de un vaso es la cantidad de vidrio que lo forma. La masa de una carpeta, es la cantidad de madera, clavos y pintura que lo forma.

### Unidad de masa en el S.I.

kilogramo (kg)

### Otras Unidades :

- gramos (g)
- libra (lb), etc.

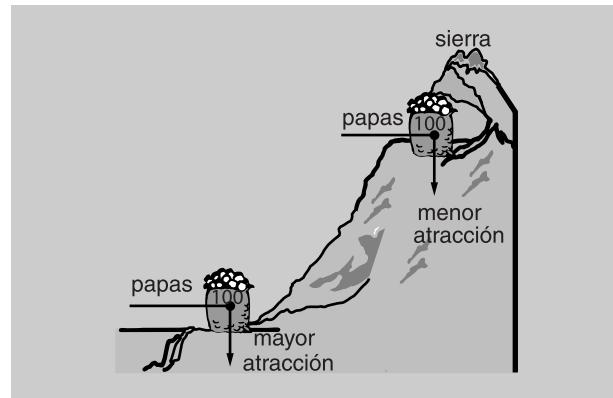
### PREGUNTAS

Se tiene un saco de papas en la sierra a (5 000 m.s.n.m.); es llevado a la costa ( $\pm 0,00$  m.s.n.m.) se quiere saber:

- a) ¿Dónde pesa más el saco de papas? (costa o sierra).
- b) ¿Dónde tiene mayor masa el saco de papas? (costa o sierra).

### Solución:

- a) Por lo visto en el concepto de peso ; a mayor altura menos peso, luego la respuesta sería; el saco de papas pesa más en la costa.
- b) La cantidad de papas, tanto en la sierra como en la costa es la misma si es que es el mismo saco, luego la respuesta sería: El saco de papas tiene la misma masa tanto en la costa como en la sierra.



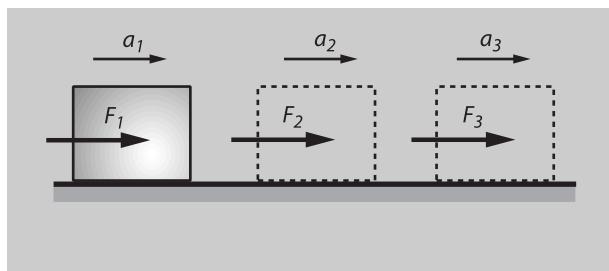
## CLASIFICACIÓN DE LA MASA

Para esto se utiliza dos métodos, en cuyos casos la masa toma para cada uno de ellos nombres particulares, estos son:

### MASA INERCIAL ( $m_i$ )

Se obtiene dividiendo la fuerza aplicada entre la aceleración producida

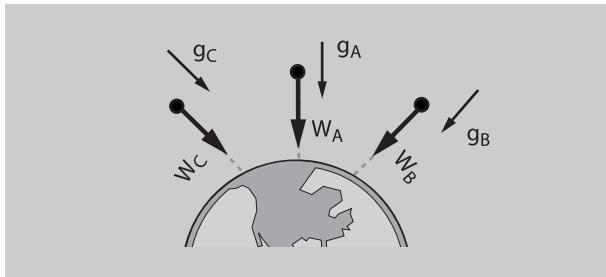
$$m_i = \frac{F_1}{a_1} = \frac{F_2}{a_2} = \frac{F_3}{a_3} = \text{cte}$$



### MASA GRAVITACIONAL ( $m_g$ )

Se obtiene dividiendo el peso del cuerpo, entre su respectiva aceleración (g)

$$m_g = \frac{W_A}{g_A} = \frac{W_B}{g_B} = \frac{W_C}{g_C}$$

**NOTA**

El valor de la masa inercial y la masa gravitacional son iguales, motivo por el cual se dice que ambos son equivalentes.

**Unidad de Fuerza en el S.I.**

Newton (N)

**Unidades Tradicionales**

<b>Sistema Absoluto</b>			
	F	m	a
C.G.S.	dina	g	cm/s <sup>2</sup>
M.K.S.	Newton (N)	kg	m/s <sup>2</sup>
F.P.S.	Poundal	lb	pie/s <sup>2</sup>

<b>Sistema Técnico</b>			
	F	m	a
C.G.S.	g	g/(cm/s <sup>2</sup> )	cm/s <sup>2</sup>
M.K.S.	kg	U.T.M.	m/s <sup>2</sup>
F.P.S.	lb	Slug	pie/s <sup>2</sup>

**Equivalentias:****FUERZA**

$$\begin{aligned} 1 \text{ N} &= 10^5 \text{ dinas} \\ 1 \text{ N} &= 0,102 \text{ kg} \\ 1 \text{ g} &= 981 \text{ dinas} \\ 1 \text{ kg} &= 9,8 \text{ N} \\ 1 \text{ kg} &= 2,2 \text{ lb} \end{aligned}$$

U.T.M. = Unidad técnica de masa

**MASA**

$$\begin{aligned} 1 \text{ kg} &= 1000 \text{ g} \\ 1 \text{ kg} &= 2,2 \text{ lb} \\ 1 \text{ U.T.M.} &= 9,8 \text{ kg} \\ 1 \text{ kg} &= 0,102 \text{ U.T.M.} \\ 1 \text{ lb} &= 453,6 \text{ g} \end{aligned}$$

**EXPERIENCIA: 2<sup>da</sup> LEY DE NEWTON****OBJETIVO**

Demostrar que para una masa constante, la fuerza resultante es directamente proporcional a la aceleración; es decir:

$$\begin{aligned} F &\longrightarrow a \\ 2F &\longrightarrow 2a \\ 3F &\longrightarrow 3a \\ \text{etc.} & \end{aligned}$$

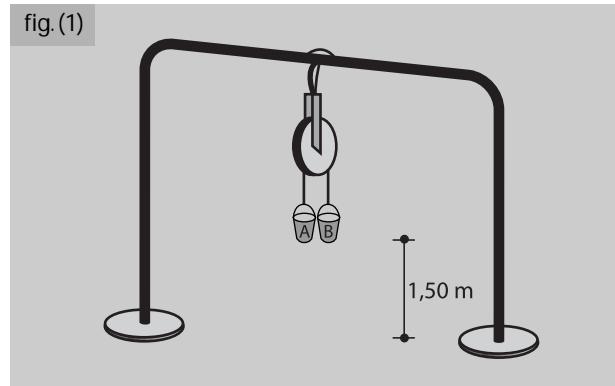
**MATERIAL A EMPLEARSE**

- Un soporte
- Una polea
- Dos baldes pequeños
- Una cuerda de nylon
- Un cronómetro
- Un juego de pesas

**NÚMERO DE ALUMNOS:** Dos(uno de ellos con su cronómetro).

**PROCEDIMIENTO:**

- 1.- Instalar los materiales como muestra la figura.



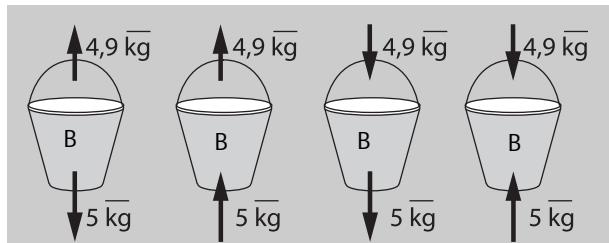
- 2.- Colocar la pesa de 5 kg en el recipiente B.
- 3.- Colocar un conjunto de pesas de modo que sumen en total 4,90 kg en el recipiente "A" y sujetar ambos baldes en la posición que muestra la figura (1).

- 4.- Soltar ambos baldes simultáneamente.
- 5.- Tomar el tiempo que demora el balde "B" en llegar al piso y anotarlo en la libreta.
- 6.- Repetir los pasos 3,4 y 5 cambiando las pesas en "A", según muestra la libreta.

	Peso A	Peso B	Masa B	$F_R$ en B	$e(m)$	$t(s)$	$a = e/t^2$
1° vez	4,90 kg	5 kg	5 kg	F	1,5		
2° vez	4,80 kg	5 kg	5 kg	2F	1,5		
3° vez	4,70 kg	5 kg	5 kg	3F	1,5		

## PREGUNTAS

- 1.- ¿Es cierto que si un cuerpo pesa 1 kg, su masa será 1 kg?  
Si – No, demuestre.
- 2.- Diga Ud. ¿Cuál de los gráficos, corresponde al D.C.L. del cuerpo B. Considere despreciable el peso del balde.



3.- Asumiendo que :  $F = 0,1 \text{ kg}$  (que es lo que se supone en la libreta), Diga Ud. ¿Cuánto vale la resultante en "B" y hacia dónde está dirigido (hacia arriba ó hacia abajo)? Comparar con la libreta.

4.- Una vez llenado la libreta, hacer un resumen:

	$F_R$	$a (\text{m/s}^2)$	¿Se cumple? aprox.
1° vez	$F$	-----	$a?$ Si ó No
2° vez	$2F$	-----	$2a?$ Si ó No
3° vez	$3F$	-----	$3a?$ Si ó No

- 5.- ¿Se cumplió?  $F = ma$   
Si ó no.

## Isaac Newton

Isaac Newton nació en Inglaterra, en la navidad del mismo año que murió Galileo, 1642.

Su nacimiento fue bastante accidentado, pues el parto prematuro casi lleva a su madre y a él a la muerte. Paradójicamente el destino le había separado un lugar especial en la humanidad.

Su padre fue hacendado, quien falleciera tres meses antes que Isaac naciera. A los dos años, su madre contrajo su segundo matrimonio y dejó a su hijo en manos de sus abuelos maternos; así Isaac creció toda su niñez huérfano de padre y prácticamente también de madre, esto hizo que sea un niño tímido, retraído pero a la vez maduro.

En ese lapso Newton no pasó de ser un alumno más en la escuela; se caracterizaba por no tener amigos y



*muchas veces era el blanco de sus compañeros bromistas; sin embargo ya mostraba síntomas de genialidad.*

*A los catorce años de edad, cuando falleció su padrastro, su madre regresó al lado de su hijo y pidió a Isaac a organizarse en la agricultura para mantenerla, a lo cual él accedió haciéndolo de manera desastrosa, pues su mente ya estaba inclinada hacia la ciencia.*

*Posteriormente con ayuda de su tío materno volvió al colegio donde empezó a sobresalir entre sus compañeros; sus profesores lo vieron con grandes dotes que le dieron su ingreso a cursos más avanzados.*

*En 1 661 Newton ingresó a la Universidad de Cambridge donde aún prevalecía los principios Aristotélicos.*

*Estuvo estudiando bajo la tutoría del Dr. Isaac Barrow, en los cuales estudió Física y óptica. Fue precisamente su tutor quien incentivó a Newton al estudio por las ciencias.*

*Habían oportunidades en que Isaac colocaba en aprietos a sus profesores pues los consejos del Dr. Barrow hacían que Newton, un hombre bastante joven, concentrara todas sus energías en absorber mediante los libros los conocimientos de los grandes científicos que lo antecedieron.*

*En agosto de 1 665 la peste bubónica amenazó con barrer toda Inglaterra, se tomó como medida aislar y cerrar las universidades y centros públicos. Fue así que Newton tuvo que abandonar la universidad y regresar a su ciudad natal: Woolsthorpe, pero no llegaría con las manos vacías por cuanto llevó consigo todos los libros y material de investigación que pudo reunir.*

*Newton pasó ahí 20 meses, lo cual marcó su etapa más productiva desde el punto de vista científico, ya que en ese lapso de soledad, tranquilidad y concentración desarrolló, maduró y sentó las bases de todos sus descubrimientos, así podemos mencionar:*

- Concluyó sus trabajos que inició en la universidad sobre el “**Coeficiente del Binomio**” al que se conoce con el nombre de “**Binomio de Newton**”, así como el cálculo infinitesimal, inventando el cálculo diferencial e integral, los cuales son hoy en día herramientas poderosas en las matemáticas.
- Sofisticando el telescopio de Galileo descubrió que la luz estaba conformada por todos los colores del arco iris, hasta ese entonces se tenía la idea que la luz del Sol era perfectamente blanca.
- Inició los estudios sobre sus futuras leyes de la mecánica.
- Estableció los principios básicos de la ley de la gravitación universal.

*Durante su época de investigación solitaria no comentó con nadie sobre sus descubrimientos, pues el joven Newton era bastante introvertido.*

*En 1 668 presentó a la Real Academia de Ciencias de Londres, sus trabajos sobre la naturaleza de la luz blanca y en 1 672 siendo ya catedrático de Matemáticas en la Universidad de Cambridge expuso públicamente su teoría de la luz. Si bien es cierto su exposición tuvo gran acogida a tal punto que publicaron su trabajo, también es cierto que originó fuertes objeciones por parte de un sector de científicos contemporáneos, siendo los más resaltantes: Robert Hooke y Cristian Huygens. Por tal motivo Newton juró nunca más publicar sus investigaciones y se enclastró dentro de sí, como ya sabemos Newton era fácilmente vulnerable del punto de vista emocional.*

*Sin embargo Newton, prosiguió con sus investigaciones de Física y Matemáticas. Fue así que ese mismo año (1 672) concluyó con su teoría de la gravitación universal, en la cual determinó la causa del movimiento de los planetas, basándose en los estudios de Galileo y Kepler, por cuanto ellos determinaron como se movían dichos cuerpos mas no la causa.*

*Revisó su trabajo una y otra vez, pero no se atrevió a publicar su descubrimiento por temor a haber cometido algún gran error, pues bastaría uno sólo para que su credibilidad y prestigio se vengan abajo, ya que el sabía que los científicos opositores a su línea aprovecharían de ello para desestimarla.*

En los años venideros siguió con la cátedra universitaria y sus estudios de investigación.

En 1684 Edmund Halley, un famoso científico realizaba investigaciones referente a la Astronomía, su trabajo se truncó por un problema matemático que él ni nadie podía resolverlo. Fue entonces que acudió donde el catedrático Newton, pero grande fue su sorpresa cuando éste le demostró que ese problema ya lo había resuelto. Newton sintió cierta confianza en Halley a tal punto que le entregó el manuscrito de su inédito libro: "Principios Matemáticos de Filosofía Natural" para que él lo revisara.

Halley al revisar los manuscritos se quedó pasmado ante los precisos cálculos de Newton. Se dió cuenta que estaba al frente de varios tratados que revolucionarían la humanidad; fue entonces que Halley se prometió convencer a Newton para que ampliara sus estudios para luego publicarlos.

Es evidente que los trabajos de Newton tal vez nunca se hubiesen conocido de no haber sido por la influencia de su amigo Edmund Halley.

En 1687 se publicó la obra maestra de Isaac Newton "**PRINCIPIOS MATEMÁTICOS DE FILOSOFÍA NATURAL**", libro que cubrió de gloria al Genio de Newton, cabe resaltar que dicho libro fue financiado por Halley y escrito en latín.

En esta obra, Newton enuncia las leyes clásicas de la mecánica (1º, 2º 3º ley de Newton) así como la ley de la gravitación universal entre otros.

A partir de ese momento Newton se alejó del campo de la ciencia y pasó al campo de la política y la burocracia.

Su debut en la política lo hizo en la Cámara de los Comunes, no teniendo suerte en sus funciones, pues era neófito en dicha materia. Terminando su período en la cámara, se enclaustró nuevamente en sí mismo durante cuatro años pues el fracaso como político lo había deteriorado moralmente.

En 1696, el gobierno inglés lo nombró Inspector de la Casa de la Moneda de Londres y en 1699 Director de la misma institución, percibiendo emolumentos que lo hacían un hombre rico. Fue entonces que Newton demostró que así como era un genio en las ciencias, lo era también en la administración ya que desempeñó su cargo brillantemente logrando restaurar las finanzas del país, que en ese entonces se encontraban en mala situación.

Paralelo a su cargo como director, dedicó gran parte de su tiempo a la Religión por cuanto siempre había sido un hombre de fe.

En 1703, fue elegido Presidente de la Real Academia de Ciencias de Londres, cargo que habrían de ratificarle cada año hasta su muerte. De ahí en adelante Newton era galardonado continuamente, sus obras que publicaba producto de sus investigaciones anteriores, aplaudidas.

En 1705 fue nombrado Caballero de la Corona de Inglaterra, lo cual le confería el título de Sir Isaac Newton.

En 1727, a los 84 años, después de una penosa agonía, Newton muere y fue enterrado con grandes honores.

Cuenta la historia que Newton fue uno de los científicos con gran fe en Dios, humilde y extravagante en su forma de vestir.

Su humildad llegó al punto que afirmó sin prejuicios: "Si yo pude ver más lejos que mis Colegas, fue porque me apoye en hombros de Gigantes" haciendo alusión a Galileo, Kepler, Copérnico, entre otros científicos que lo antecedieron.

Días antes de su muerte, en el momento de serenidad en su lecho, expresó un pensamiento hermoso, producto de su humildad y que pasaría a la historia. "No sé que imagen tenga de mí el mundo; yo pienso que he sido algo así como un chico que jugando en la playa se divierte, hallando de vez en cuando una piedrecita más suave que las demás o una concha más hermosa que otras, en tanto que el gran océano de la verdad permanece aún sin descubrir".

**TEST**

1.- Marcar la afirmación verdadera:

- a) Con la masa se mide la gravedad.
- b) La masa depende del lugar donde se mida.
- c) La masa depende del tamaño.
- d) La medida de la inercia es la masa.
- e) Ninguna de las anteriores.

2.- Indicar la proposición correcta

- a) Una persona pesa igual en la costa y en la sierra.
- b) Una persona tiene la misma masa en la costa como en la sierra.
- c) El valor de masa gravitacional es diferente al valor de la masa inercial.
- d)  $1 \text{ Newton} = 1 \text{ kg}$
- e) Toda fuerza resultante diferente de cero produce un M.R.U.

3.- Cuál (es) de las siguientes situaciones se explica (n) con la primera ley de Newton (principio de inercia)

- I.- Al arrancar un auto los pasajeros son impulsados hacia atrás.
- II.- El peso de un hombre es mayor en el polo.
- III.- Un mago quita el mantel de una mesa sin mover los objetos que están sobre ella.

- a) I y III
- b) I y II
- c) II y III
- d) Solo I
- e) Solo II

4.- Marque la afirmación verdadera:

- a) Para mover un cuerpo hay que aplicarle una fuerza interna.
- b) Si un cuerpo se mueve en línea recta no hay fuerzas actuando sobre él.
- c) La masa y el peso de un objeto son iguales.
- d) Las fuerzas de acción y reacción son fuerzas que se equilibran siempre.
- e) N.A.

5.- Relacione cada uno de los siguientes casos con el número de la Ley de Newton que lo explica.

- I.- En la Luna el peso de un hombre es  $1/6$  de su peso en la Tierra.
- II.- Cuando un ascensor sube, los pasajeros aumentan de peso.
- III.- Para hacer avanzar un bote, se rema hacia atrás.

- a) I1, II2, III3
- b) I2, II1, III3
- c) I3, II2, III1
- d) I2, II3, III1
- e) I1, II3, III2

6.- El bloque de la figura puede estar en reposo o desplazándose hacia la derecha. Los coeficientes de rozamiento estático y cinético son 0,3 y 0,2 respectivamente ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).



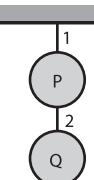
Relacione correctamente:

- I.- Estando el bloque en reposo, si .... empezará a moverse.
- II.- Estando el bloque en movimiento, si .... mantendrá su velocidad constante.
- III.- Estando el bloque en reposo, si .... estará a punto de moverse.
- IV.- Estando el bloque en movimiento, si ... frenará.
- V.- Estando el bloque en movimiento, si .... aumentará su velocidad.

- A)  $F = 3 \text{ N}$
- B)  $F = 4 \text{ N}$
- C)  $F = 5 \text{ N}$
- D)  $F = 6 \text{ N}$
- E)  $F = 7 \text{ N}$

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| a) IE, IIB, IIIA, IVC, VD | d) ID, IIA, IIIB, IVC, VE |
| b) ID, IIE, IIIB, IVA, VC | e) IC, IIB, IID, IVA, VE  |
| c) ID, IIB, IID, IVA, VC  |                           |

7.- Dos esferas "P" y "Q" idénticas de masa "M" se suspenden de hilos ingravidos como indica la figura. Entonces podemos afirmar que:



- a) Si cortamos el hilo 1, "P" cae con  $a = g/2$ .
- b) Si cortamos el hilo 2, "Q" cae con  $a = 2g$ .
- c) Si cortamos el hilo 2, la tensión en "1" disminuye.
- d) Si cortamos el hilo 1, en ese instante la fuerza resultante sobre "P" es  $2mg$ .
- e) Todas son falsas.

8.- Si Ud. tira de una cuerda hacia abajo con una fuerza que es el doble de su peso, podremos esperar que:

- a) Suba con una aceleración  $g/2$ .
- b) Suba con una aceleración  $g$ .
- c) Suba con velocidad constante.
- d) No suba ni baje.
- e) Depende de mi peso.

9.- Si una fuerza "F" provoca en una masa "m" una aceleración "a", entonces una fuerza "F/2" en una masa "2 m" provocará:

- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| a) $\frac{a}{2}$ | d) $4a$           |
| b) $2a$          | e) $\frac{3a}{4}$ |
| c) $\frac{a}{4}$ |                   |

10.- Un ascensor subía con velocidad constante y comienza a frenar con una aceleración "-g/2". Si Ud. estaba sobre una balanza. ¿Qué pasaría con el peso aparente que le señalaría?

- a) Señalaría el doble de mi peso.
- b) Señalaría la cuarta parte de mi peso.
- c) Señalaría la tercera parte de mi peso.
- d) Señalaría la mitad de mi peso.
- e) Señalaría mi peso.

## PROBLEMAS RESUELTOS

### PROBLEMAS DE APLICACIÓN

1.- Un bloque se mueve por la acción de una fuerza constante de 200 N, sabiendo que la masa del cuerpo es de 50 kg. Calcular el valor de la aceleración. Despreciar el rozamiento.

**Solución:**

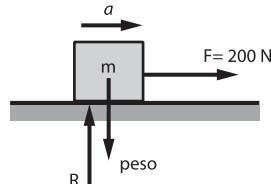
- Horizontalmente; no existe equilibrio.

Luego:

$$\Sigma F_x = ma$$

$$200 = 50a$$

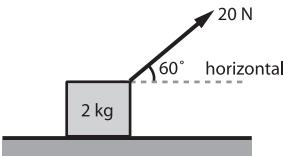
$$a = 4 \text{ m/s}^2$$



Ya que:

$$\left. \begin{array}{l} m: \text{kg} \\ F: \text{N} \end{array} \right\} a: \text{m/s}^2$$

2.- En la figura mostrada, hallar la aceleración del bloque.



**Solución:**

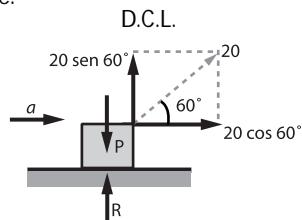
- Horizontalmente:

$$\Sigma F_x = ma$$

$$20 \cos 60^\circ = 2a$$

$$20 \left( \frac{1}{2} \right) = 2a$$

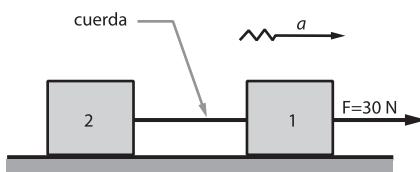
$$a = 5 \text{ m/s}^2$$



Ya que:

$$\left. \begin{array}{l} m: \text{kg} \\ F: \text{N} \end{array} \right\} a: \text{m/s}^2$$

3.- En la figura, se tienen dos bloques  $m_1$  y  $m_2$  de 2 y 4 kg, respectivamente. Si se aplica una fuerza constante de 30 N al primer bloque, calcular la tensión en la cuerda. Desprecie el rozamiento.

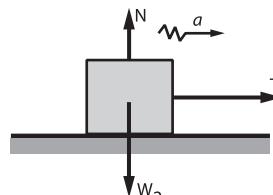


**Solución:**

- $\Sigma F_x = m_2 a$

$$T = 4a \quad \dots \quad (\alpha)$$

D.C.L. (2)



- Con todo el sistema:

$$\Sigma F_x = (m_1 + m_2)a$$

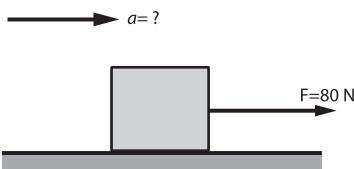
$$30 = (2+4)a$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

- En ( $\alpha$ ):

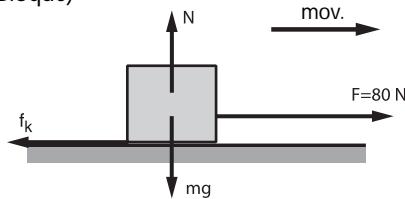
$$T = 4(5) \Rightarrow T = 20 \text{ N}$$

- 4.- En la figura mostrada, el cuerpo tiene una masa de 8 kg, si la fuerza aplicada es de 80 Newton y  $\mu_k = 0,2$ . Calcular la aceleración del bloque ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).



**Solución:**

D.C.L. (Bloque)



Verticalmente:

$$\Sigma F_V = 0$$

$$N = mg$$

$$N = (8)(10)$$

$$N = 80 \text{ Newton}$$

Horizontalmente:

$$\Sigma F = ma$$

$$80 - f_k = ma \quad \dots\dots\dots (1)$$

Pero:

$$f_k = \mu_k N$$

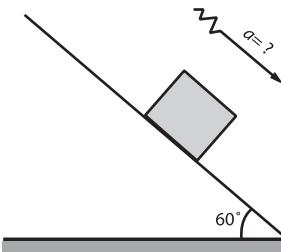
$$f_k = (0,2)80$$

$$f_k = 16 \text{ N}$$

En (1):

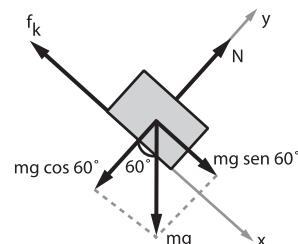
$$80 - 16 = 8a \Rightarrow a = 8 \text{ m/s}^2$$

- 5.- Calcúlese la aceleración con que bajaría por un plano inclinado de  $60^\circ$  un cuerpo tal que su coeficiente de rozamiento con el plano sea  $\mu_k = 0,4$  ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).



**Solución:**

D.C.L. (Bloque)



Eje "y":

$$\text{Equilibrio: } (\Sigma F_y = 0)$$

$$N = mg \cos 60^\circ \quad \dots\dots\dots (1)$$

Eje "x":  $F_R = ma$

$$mg \sin 60^\circ - f_k = ma$$

$$mg \sin 60^\circ - \mu_k N = ma \quad \dots\dots\dots (2)$$

(1) en (2):

$$mg \sin 60^\circ - \mu_k mg \cos 60^\circ = ma$$

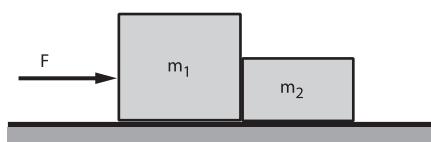
$$a = g \sin 60^\circ - \mu_k g \cos 60^\circ$$

$$a = 10 \left( \frac{\sqrt{3}}{2} \right) - \left( \frac{4}{10} \right)(10) \left( \frac{1}{2} \right)$$

$$a = 6,6 \text{ m/s}^2$$

## B PROBLEMAS COMPLEMENTARIOS

- 1.- Dos bloques están en contacto, como se muestra en la figura, sobre una mesa sin fricción. Se aplica una fuerza horizontal a un bloque, si  $m_1 = 2 \text{ kg}$ ,  $m_2 = 1 \text{ kg}$  y  $F = 3 \text{ N}$ ; encuentre la fuerza de contacto entre los dos bloques.



**Solución:**

Analizando todo el sistema horizontalmente

$$\Sigma F = M_{\text{total}} a$$

$$F = (m_1 + m_2)a$$

$$3 = (2+1)a \Rightarrow a = 1 \text{ m/s}^2$$

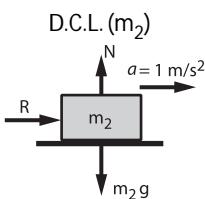
Analizando el cuerpo ( $m_2$ ) horizontalmente:

$$\Sigma F_H = M_{\text{total}} a$$

$$R = m_2 a$$

$$R = (1)(1)$$

$$R = 1 \text{ N}$$



- 2.- Una placa horizontal plana cae verticalmente con una aceleración constante de  $4 \text{ m/s}^2$  (dirigida hacia abajo). Sobre ella descansa un cuerpo de 10 kg. Hallar la fuerza que este cuerpo ejerce sobre la placa durante el descenso ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

Solución:

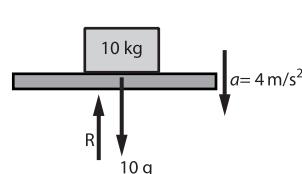
Analizando el cuerpo (10 kg), verticalmente:

$$\Sigma F_V = M_{\text{total}} a$$

$$10g - R = 10(4)$$

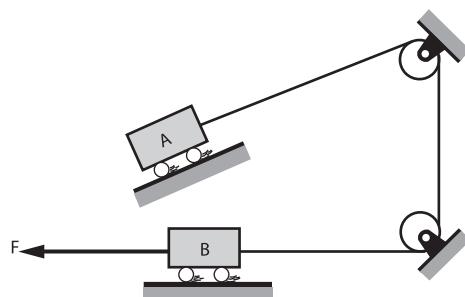
$$100 - R = 40$$

$$R = 60 \text{ N}$$



- 3.- Calcular el peso de "A" para que el sistema se mueva con velocidad constante debido a la fuerza constante  $F = 30 \text{ N}$  aplicada en B; si la reacción en A es igual a

$$\frac{\sqrt{3}}{2} W_A$$



Solución:

Analizando el cuerpo B, horizontalmente:

$$V = \text{cte} \Rightarrow a = 0$$

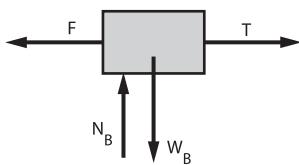
Luego:

D.C.L. (B)

$$\Sigma F_H = 0$$

$$T = F = 30 \text{ N}$$

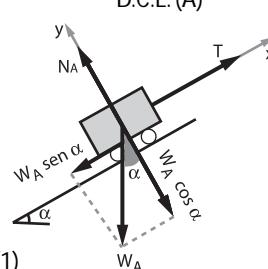
$$T = 30 \text{ N}$$



Analizando el cuerpo A:

$$\text{Dato: } N_A = \frac{\sqrt{3}}{2} W_A$$

D.C.L. (A)



En el eje X:

$$\Sigma F_x = 0$$

$$W_A \sin \alpha = T$$

$$W_A \sin \alpha = 30 \quad \dots\dots (1)$$

En el eje Y:  $\Sigma F_y = 0$

$$N_A = W_A \cos \alpha$$

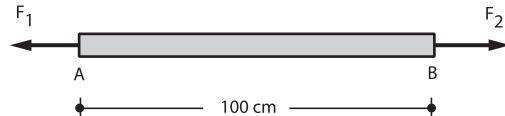
$$\frac{\sqrt{3}}{2} W_A = W_A \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

Luego:

$$W_A = 60 \text{ N}$$

- 4.- Sobre la barra homogénea mostrada, se aplican las fuerzas  $F_1 = 50 \text{ N}$  y  $F_2 = 150 \text{ N}$ . Determinar la tracción que soportará a 20 cm del extremo "A".



Solución:

Analizando toda la barra horizontalmente:

$$\Sigma F_H = ma$$

$$150 - 50 = ma$$

$$ma = 100 \quad \dots\dots (1)$$

Analizando la porción de 20 cm.

$$m_{20} = \frac{20}{100} m$$

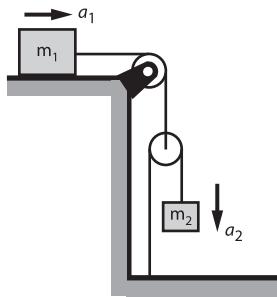
$$\Sigma F_H = m_{20} a$$

$$T - 50 = \left( \frac{20}{100} m \right) a$$

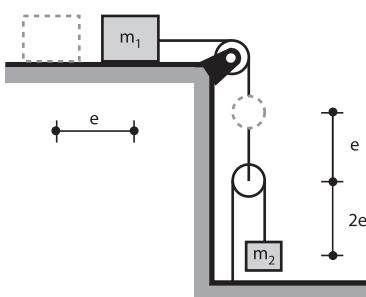
$$T - 50 = \frac{ma}{5} \quad \dots\dots (2)$$

$$T = 70 \text{ N}$$

- 5.- Calcular la aceleración de los cuerpos  $m_1$  y  $m_2$  y las tensiones de las cuerdas ( $m_1 = m_2 = 10 \text{ kg}$ ;  $m_{\text{polea}} = 0$ ).



**Solución:**



Observamos que cuando "m<sub>1</sub>" avanza una distancia "e", la polea móvil baja también un espacio "e", lo cual permite al bloque "m<sub>2</sub>" bajar un espacio "2e". Mediante este análisis se puede deducir:

$$a_2 = 2a_1 \quad \dots \dots \dots (1)$$

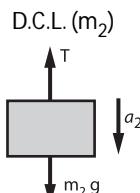
Analizando el bloque m<sub>2</sub>

$$\Sigma F_y = m_2 a_2$$

$$m_2 g - T = m_2 a_2$$

$$10(10) - T = 10a_2$$

$$100 - T = 10a_2 \quad \dots \dots \dots (2)$$

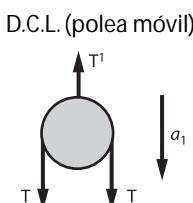


Analizando la polea ingravida móvil

$$\Sigma F_y = m_{\text{polea}} a_1$$

$$2T - T' = 0(a_1)$$

$$T' = 2T$$

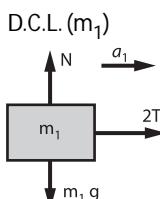


Analizando el bloque m<sub>1</sub>

$$\Sigma F_H = m_1 a_1$$

$$2T = 10a_1$$

$$T = 5a_1 \quad \dots \dots \dots (3)$$



(3) en (2):

$$100 - 5a_1 = 10a_2$$

De (1):

$$100 - 5a_1 = 10(2a_1)$$

$$100 = 25a_1 \Rightarrow a_1 = 4 \text{ m/s}^2$$

$$a_2 = 2a_1 \Rightarrow a_2 = 8 \text{ m/s}^2$$

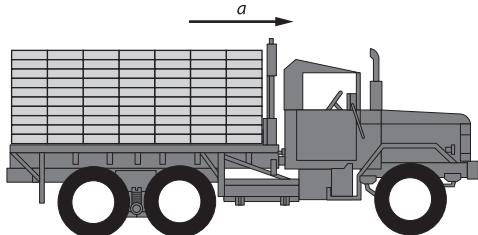
Luego:

$$T = 5a_1 = 5(4) \Rightarrow T = 20 \text{ N}$$

También:

$$T' = 2T = 2(20) \Rightarrow T' = 40 \text{ N}$$

- 6.- Determinar la aceleración máxima que puede tener un camión que transporta ladrillos, si el coeficiente de rozamiento estático es 0,5; bajo la condición que ningún ladrillo se caiga.



**Solución:**

Horizontalmente.

La aceleración del camión puede ir aumentando sin que los ladrillos se muevan uno respecto al otro, pero hasta un valor máximo donde  $f_{\max} = f_s$ , después de lo cual se moverán uno respecto del otro.

$$f_s = ma$$

D.C.L. (de un ladrillo)

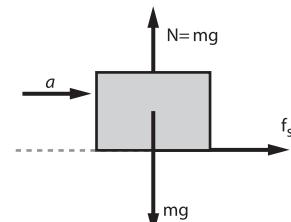
$$\mu_s N = ma$$

$$\mu_s mg = ma$$

$$a = \mu_s g$$

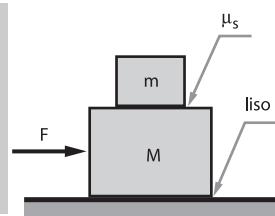
$$a = (0,5)(9,8)$$

$$a = 4,9 \text{ m/s}^2$$



7.-

- Un bloque de 3 kg está colocado sobre otro de 5 kg de masa;  $\mu_s = 0,2$ . ¿Cuál es la fuerza máxima "F" para que los bloques se muevan juntos? ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

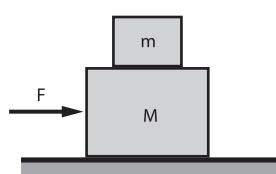


**Solución:**

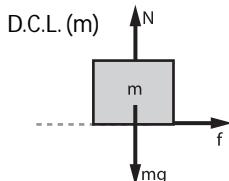
$$F = (m+M)a$$

$$F = (3+5)a$$

$$F = 8a \quad \dots\dots\dots (1)$$



Para que  $F$  sea máxima "m" deberá estar a punto de moverse respecto a "M" (movimiento inminente donde  $\mu_s = 0,2$ )



Verticalmente:

$$N = mg$$

Horizontalmente:

$$f = ma$$

$$\mu_s N = ma$$

$$\mu_s mg = ma$$

$$a = \mu_s g \quad \dots\dots\dots (2)$$

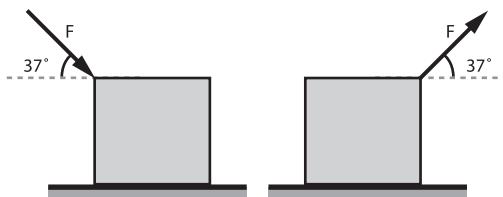
(2) en (1):

$$F = 8(\mu_s g) = 8(0,2)(10)$$

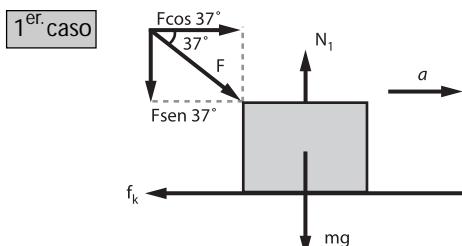
$$\boxed{F = 16 \text{ N}}$$

8.-

La fuerza "F" se aplica a un bloque de 3 kg en las dos formas mostradas, produciendo en el segundo caso el doble de la aceleración producida en el primer caso. Determinar "F", si  $\mu_k = 1/3$ , ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).



**Solución:**



Verticalmente: Equilibrio

$$N_1 = mg + F \sin 37^\circ$$

$$N_1 = 3(10) + F \left(\frac{3}{5}\right)$$

$$N_1 = 30 + \frac{3F}{5} \quad \dots\dots\dots (1)$$

Horizontalmente:

$$\Sigma F = ma$$

$$F \cos 37^\circ - f_k = ma$$

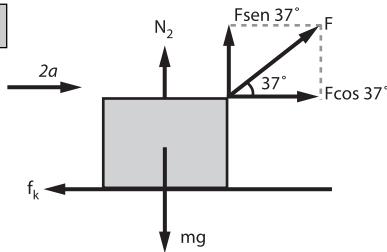
$$F \cos 37^\circ - \mu_k N_1 = ma \quad \dots\dots\dots (2)$$

(1) en (2):

$$F \left(\frac{4}{5}\right) - \frac{1}{3} \left(30 + \frac{3F}{5}\right) = 3a$$

$$\frac{3F}{5} - 10 = 3a \quad \dots\dots\dots (3)$$

2<sup>do</sup> caso:



Verticalmente: Equilibrio.

$$N_2 + F \sin 37^\circ = mg$$

$$N_2 = mg - F \sin 37^\circ$$

$$N_2 = 30 - \frac{3}{5}F \quad \dots\dots\dots (a)$$

Horizontalmente:

$$\Sigma F = m(2a)$$

$$F \cos 37^\circ - f_k = m(2a)$$

$$F \left(\frac{4}{5}\right) - \mu_k N_2 = m(2a) \quad \dots\dots\dots (b)$$

(a) en (b):

$$F \left(\frac{4}{5}\right) - \frac{1}{3} \left(30 - \frac{3F}{5}\right) = 3(2a)$$

$$F - 10 = 6a \quad \dots\dots\dots (c)$$

De (3) y (c):

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

- 9.- Una bala que lleva una velocidad de 50 m/s hace impacto en un costal de arena y llega al reposo en 1/25 s. Si la bala tiene una masa de 50 g, determinar la fuerza de fricción ejercida por el costal de arena, suponiendo que es uniforme ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

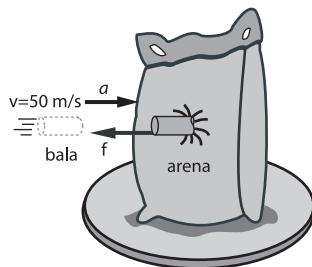
**Solución:**

$v_0 = 50 \text{ m/s}$

$v_f = 0$

$t = \frac{1}{25} \text{ s}$

$a = ? (\text{m/s}^2)$



$v_f = v_0 - at$

$$0 = 50 - a \left( \frac{1}{25} \right)$$

$$a = 1250 \text{ m/s}^2$$

Horizontalmente:  $\Sigma F = ma$

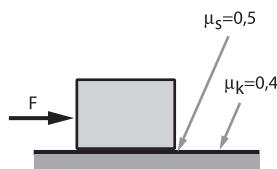
$-f = ma$

$$-f = \left( \frac{50}{1000} \right) 1250$$

**f = -62,5 N**

El signo negativo indica que dicha fuerza actúa en sentido contrario al movimiento.

- 10.- La figura muestra un bloque de peso 280 N, sabiendo que existe rozamiento. Determinar la fuerza que actúa sobre el bloque cuando se le aplica una fuerza "F" igual a 270 N. El cuerpo inicialmente está en reposo.



**Solución:**

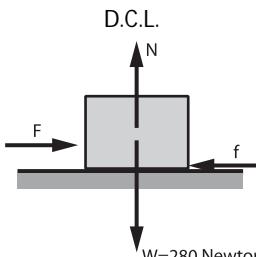
Analizando el bloque cuando está en equilibrio:

$f_{s(\max)} = \mu_s N = 0,5 N$

Pero:  $N = 280$

$f_{s(\max)} = 0,5(280)$

$f_{s(\max)} = 140 N$



Analizando:  $F = 270 \text{ N}$

Es notorio que:  $F = 270 > f_{s(\max)}$

Por lo tanto el bloque se mueve.

Nos piden  $f_k = ?$

$f_k = \mu_k N = 0,4(280)$

**f<sub>k</sub> = 112 N**

## PROBLEMAS PROPUESTOS

### PROBLEMAS DE APLICACIÓN

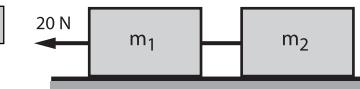
- 1.- Calcular la aceleración (en  $\text{m/s}^2$ ), si:  $m = 5 \text{ kg}$ ,  $F_1 = 20 \text{ N}$  y  $F_2 = 60 \text{ N}$ , el plano es liso.

**Rpta.** **8 m/s<sup>2</sup>**



- 2.- Hallar la tensión en la cuerda (en Newton) y la aceleración del sistema (en  $\text{m/s}^2$ ), en la siguiente figura. Desprecie el rozamiento ( $m_1 = 4 \text{ kg}$ ;  $m_2 = 6 \text{ kg}$ ).

**Rpta.** **12 y 2**

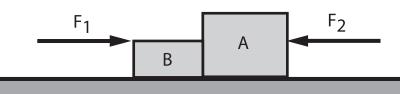


- 3.- En el siguiente sistema, se aplica una fuerza, de 30 N al primer bloque y 10 N al segundo bloque. Calcular la tensión en la cuerda en Newton. Desprecie el rozamiento ( $m_1 = m_2 = 10 \text{ kg}$ ).



**Rpta.** **20**

- 4.- En la figura, las masas de los bloques A y B son 3 kg y 2 kg respectivamente. Determinar la fuerza de reacción entre ambos bloques y la aceleración del sistema (no hay rozamiento).  $F_1 = 60 \text{ N}$ ;  $F_2 = 40 \text{ N}$



Rpta.

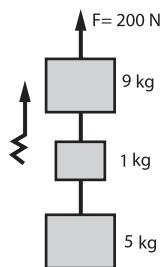
$$R = 52 \text{ N}$$

$$a = 4 \text{ m/s}^2$$

- 5.- Calcular la tensión (N) de la cuerda que sostiene al último bloque ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

Rpta.

$$\frac{200}{3}$$



- 6.- Calcular el módulo de la fuerza F si el bloque se desplaza hacia la derecha con velocidad constante de 10 m/s sobre el plano rugoso ( $\mu = 0,4$ ).

Rpta.

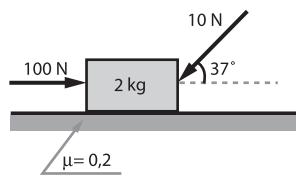
$$18 \text{ N}$$



- 7.- Calcular la aceleración que adquiere el bloque de 2 kg mostrado en la figura ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

Rpta.

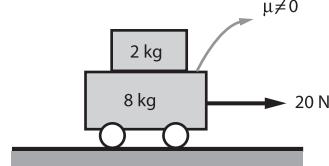
$$43,4 \text{ m/s}^2$$



- 8.- Si la masa de 2 kg está en reposo con respecto a B. Hallar  $\mu$ .

Rpta.

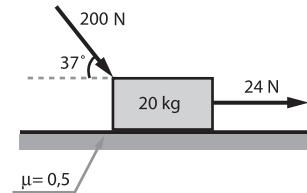
$$0,2$$



- 9.- Calcular la aceleración del cuerpo de 20 kg de masa ( $\text{m/s}^2$ ).

Rpta.

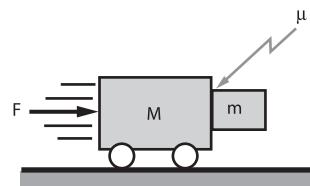
$$1,2 \text{ m/s}^2$$



- 10.- Hallar el mínimo valor de F para que el bloque se encuentre en reposo con respecto al carro. Despreciar el rozamiento del piso.

Rpta.

$$F = (M+m) \frac{g}{\mu}$$

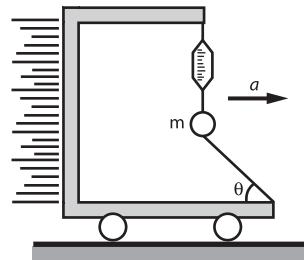


### B PROBLEMAS COMPLEMENTARIOS

- 1.- El carrito de la figura se mueve con una aceleración  $a = 4 g$  y el dinamómetro indica una lectura de 4 mg. ¿Cuál será el valor del ángulo " $\theta$ "? Despreciar la masa del dinamómetro.

Rpta.

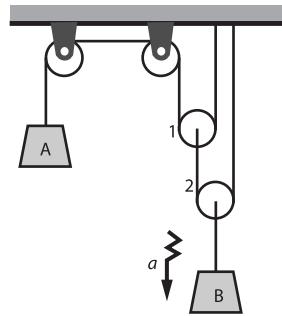
$$\theta = 37^\circ$$



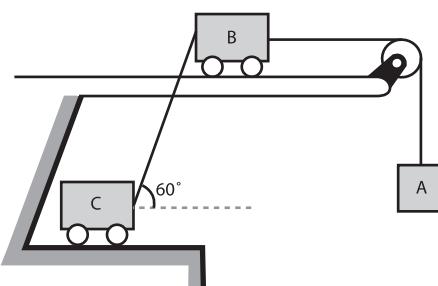
- 2.- Si el cuerpo B desciende con una aceleración "a", encontrar la aceleración con que asciende el cuerpo A.

Rpta.

$$a_A = 4a$$



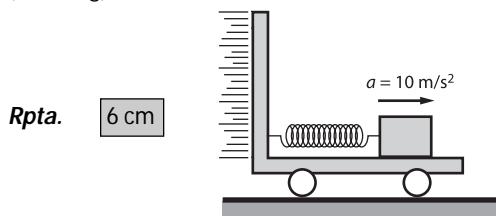
- 3.- Calcular la aceleración con la que se desplaza el cuerpo C. Si  $M_A = 50 \text{ kg}$ ;  $M_B = 20 \text{ kg}$ ;  $M_C = 30 \text{ kg}$ ;  $g = 10 \text{ m/s}^2$



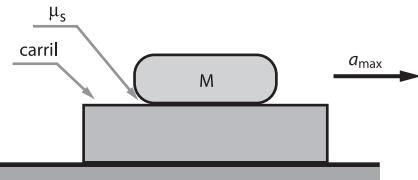
Rpta.

$$5 \text{ m/s}^2$$

- 4.- ¿Qué deformación experimenta el resorte de 5 N/cm? ( $m = 3 \text{ kg}$ ).

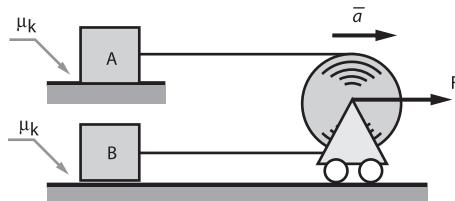


- 5.- Hallar la máxima aceleración que debe tener el carril sin que "M" se mueva respecto al carril. ( $\mu_s$  = coeficiente de fricción estática)



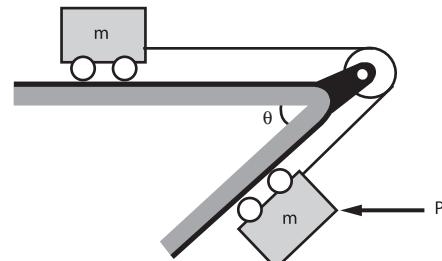
Rpta.  $a_{\max} = \mu_s g$

- 6.- Determine el módulo de "F" aplicada a la polea de peso despreciable y que se desplaza con una aceleración constante de módulo  $2 \text{ m/s}^2$ . Las masas de los bloques "A" y "B" son de  $10 \text{ kg}$  cada uno y  $\mu_k = 0,4$ ;  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . La masa de la polea es despreciable.



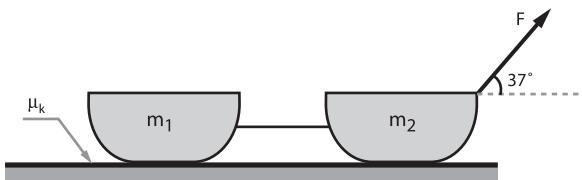
Rpta.  $F = 120 \text{ N}$

- 7.- Calcular la aceleración del sistema debido a la fuerza constante P. Considerar despreciable la reacción debido a P.



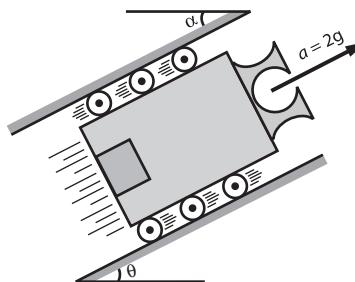
Rpta.  $a = \frac{g}{2 \sin \theta}$

- 8.- En el sistema mostrado, determinar la aceleración y la tensión en la cuerda que une a los trineos, si  $m_1 = m_2 = 50 \text{ kg}$ ;  $\mu_k = 0,2$ ;  $F = 600 \text{ N}$



Rpta.  $a = 3,52 \text{ m/s}^2$   
 $T = 276 \text{ N}$

- 9.- En la figura mostrada se pide determinar el coeficiente de fricción " $\mu$ " entre el bloque y el piso del "ascensor" para que estén en reposo uno con respecto al otro. El ascensor asciende con una aceleración  $a = 2g$  ( $g$  = aceleración de la gravedad).



Rpta.  $\mu = \frac{\cos \theta}{2 + \sin \theta}$

- 10.- Calcular la máxima aceleración de la plataforma para que el cajón rectangular no resbale respecto de él.

