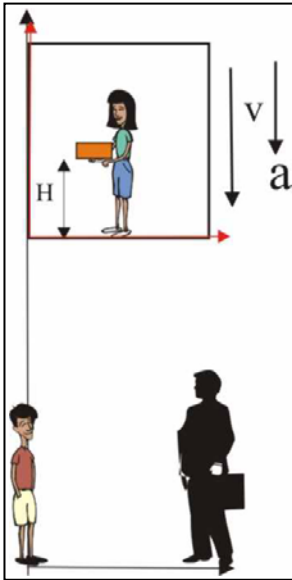


2.5. SISTEMAS DE REFERENCIA(continuación)



2.5.18. En un ascensor transparente, baja cierta amiga tuya, que recibes en el portal. El ascensor desciende arrancando con una aceleración constante de 2 m/s^2 , a los dos segundos de descenso, se le cae el paquete con un regalo con un adorno de cristal que lleva, a 1.5 metros del suelo del ascensor. Tu amiga, te dice al llegar: "No creo que se haya roto nada, porque sólo cayó de metro y medio". "Nada de eso, le respondes, pues han recorrido más de cuatro metros". Un común amigo, que también observó los hechos manifestará:

- AMBOS TENÉIS RAZÓN
- TÚ ESTÁS ACERTADO
- SÓLO TIENE RAZÓN NUESTRA AMIGA
- NINGUNO LA TIENE

SOL:

El planteamiento es semejante al realizado en la cuestión anterior.

Para $t=0$ el ascensor está a una altura d del suelo, y en éste se encuentra el observador inercial O . El paquete está a una altura $d+r'$.

Para $t=2 \text{ s}$, la altura del ascensor respecto O es r_0 y la del paquete $\mathbf{r}=\mathbf{r}_0+\mathbf{r}'$, $r'=1,5 \text{ m}$ y $\mathbf{r}_0 = (d - at^2/2) \mathbf{j}$, siendo d la posición respecto a ti en $t=0$, sustituyendo $t=2 \text{ s}$.

$\mathbf{r} = (d - 2.2^2/2 + 1,5) \mathbf{j} \text{ m} = (d-2,5) \mathbf{j} \text{ m}$.

En el tiempo que tarda el paquete en llegar al suelo del ascensor, es $\mathbf{r}'=0$ y el ascensor está a una altura r_0 respecto de O .

Estudiando las fuerzas que actúan sobre el collar dentro del ascensor, según el esquema presentado, serán:

$\mathbf{F}_i = -m\mathbf{a} = -m(-2\mathbf{j}) = 2m\mathbf{j}$, el peso $= -mg\mathbf{j}$, que se equilibran con la reacción del suelo. Al romperse y caer, , dado que se han aplicado fuerzas inerciales en el sistema acelerado del ascensor. $\sum \vec{F}_{\text{interacción}} + \vec{F}_{\text{inercial}} = m \cdot \vec{a}'$ Así, llamando

$\mathbf{a}' = \mathbf{a}_C$ resulta:

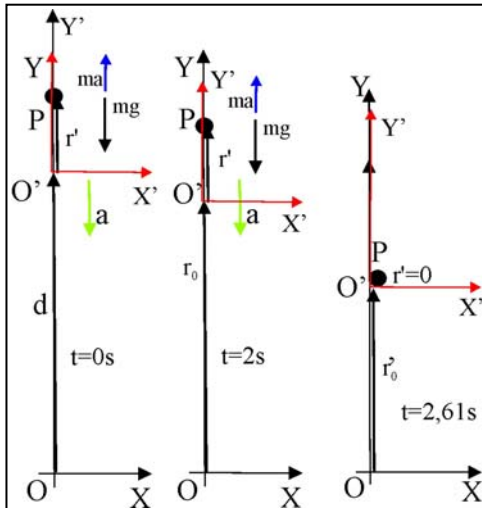
$-10m\mathbf{j} + 2m\mathbf{j} = m\mathbf{a}_{\text{caída}}$, $\mathbf{a}_C = -8\mathbf{j} \text{ m/s}^2$. El tiempo empleado en la caída, dentro del ascensor: $1,5 = 8t^2/2$, $t = (3/8) = 0,61 \text{ s}$.

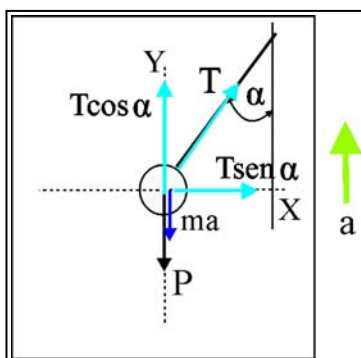
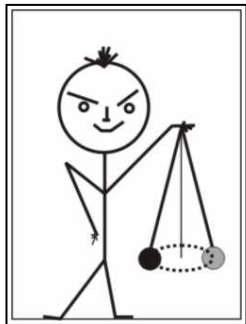
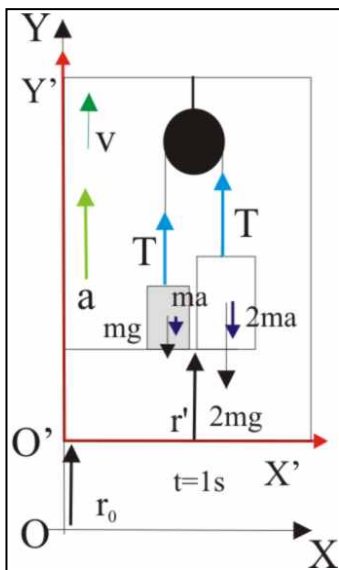
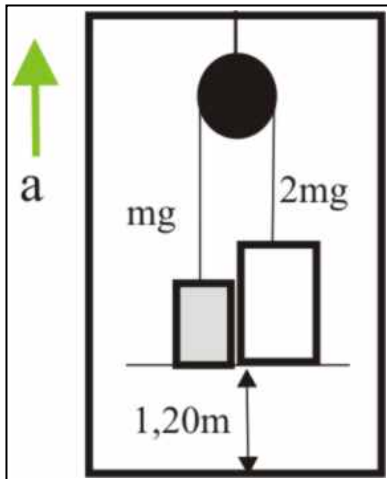
Desde el sistema inercial en el suelo, el vector de posición del paquete a los 2,61 segundos será:

$\mathbf{r}'_0 = (d - 2.2,61^2/2)\mathbf{j} + \mathbf{r}'$. Pero $\mathbf{r}'=0$, pues el paquete debe estar en el suelo del ascensor al cabo de ese tiempo. Así: $\mathbf{r}_0 = (d-6,81)\mathbf{j}$. El desplazamiento realizado por el collar para ti que lo ves desde fuera del ascensor será:

$\mathbf{d} = (d-6,81)\mathbf{j} - (d-2,5)\mathbf{j} = -4,31\mathbf{j} \text{ m}$, cuyo módulo será 4,31 m

Tu amiga que está dentro del ascensor solo apreciaría un desplazamiento de 1,5 m. Por lo tanto ambos tenéis razón según el sistema de referencia empleado para determinar el desplazamiento del collar. La respuesta correcta será la a.





2.5.19. Se dispone en un ascensor, una máquina de Atwood como indica la figura, con la masa mayor, doble de la menor, a 1.20 m del suelo del ascensor. El sistema se libera, cuando sube, 1s después de arrancar con $a=2\text{m/s}^2$.

Un observador en el ascensor, dirá que la masa mayor tardará en llegar al suelo aproximadamente:

- a) 1s b) 1,2s c) 0,77s d) NADA DE LO DICHO

Un observador en reposo, dirá que antes de llegar al suelo del ascensor, subió:

- a) 3m b) 1,8m c) 1m d) 0,93m e) NADA DE LO DICHO. Tómese $g = 10\text{m/s}^2$

SOL:

El sistema del ascensor en un sistema no inercial, y en él, las fuerzas que actúan sobre las masas m y $2m$, son respectivamente, y la fuerza inercial ($F_i = -ma$), y la tensión de la cuerda según se aprecia en el esquema:

Sobre la masa $2m$: $T\mathbf{j} - 2m\mathbf{g}\mathbf{j} - 2m\mathbf{a}\mathbf{j}$.

Sobre la masa m : $T\mathbf{j} - m\mathbf{g}\mathbf{j} - m\mathbf{a}\mathbf{j}$.

En el sistema ligado, las fuerzas interiores (tensiones) se anulan, y la aceleración del sistema, si se desprecia la masa de la polea y de la cuerda se calcula a partir

$$\sum \vec{F}_{\text{interacción}} + \vec{F}_{\text{inercial}} = m \cdot \vec{a}' :$$

$-2m\mathbf{g}\mathbf{j} - 2m\mathbf{a}\mathbf{j} - (-m\mathbf{g}\mathbf{j} - m\mathbf{a}\mathbf{j}) = 3m\mathbf{a}'$. De lo que $\mathbf{a}' = -(g+a)\mathbf{j}/3 = -4\mathbf{j} \text{ m/s}^2$ (tomando $g=10\text{m/s}^2$).

Un observador O' situado en el sistema del ascensor (suelo), vería la masa mayor descender con una determinada aceleración. Así $\mathbf{r}' = (1,20 - 4t^2/2)\mathbf{j}$.

Pero como llega al suelo $\mathbf{r}' = 0$, y el tiempo de ese recorrido será: $\sqrt{\frac{1,2}{2}} = 0,77\text{s}$

(0,79, si se tomara $g=9,8\text{m/s}^2$), por lo que la solución correcta será la c.

En el tiempo $t=0$ la posición del suelo del ascensor es $\mathbf{r}_0 = 0$ y la de la masa $2m$ es $\mathbf{r}' = 1,20\mathbf{j}$. Al cabo de 1s, la posición del suelo del ascensor es $\mathbf{r}_0 = at^2/2\mathbf{j} = \mathbf{j}$ y la de la masa $2m$, será: $\mathbf{r} = \mathbf{r}_0 + \mathbf{r}' = \mathbf{j} + 1,2\mathbf{j} = 2,2\mathbf{j}$.

Sin embargo, al cabo de 1,77s la masa $2m$ está en el suelo del ascensor y la posición de éste es $2 \cdot 1,77^2/2\mathbf{j} = 3,13\mathbf{j}$. Por lo tanto el desplazamiento para el observador inercial O , sería $\mathbf{r}(1,77\text{s}) - \mathbf{r}(1\text{s}) = 3,13 - 2,2 = 0,93\text{m}$, aproximadamente 1 metro, que corresponde a la solución d.

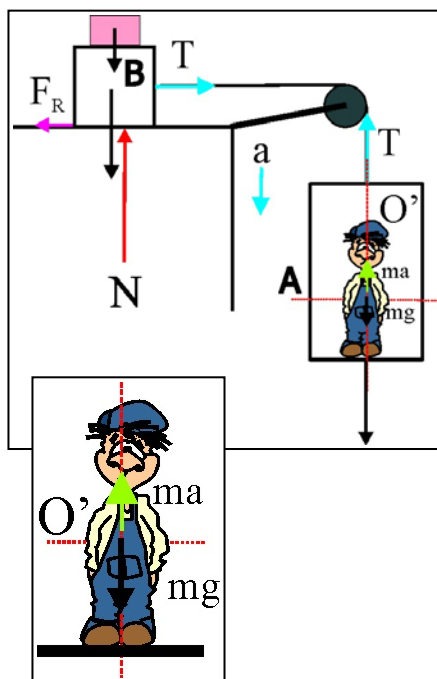
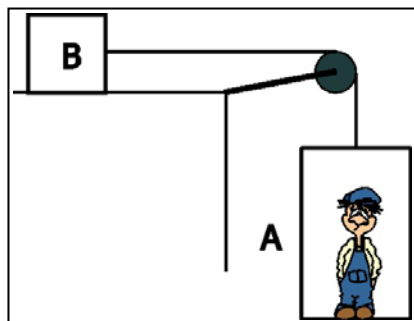
2.5.20*. Antes de subir a un ascensor, haces girar un péndulo simple en un plano horizontal con la velocidad límite que aguante la tensión de la cuerda. Subes en él y durante la fase de aceleración repites la operación, observando que la cuerda se rompe. Esto nos indicará que el ascensor:

- a) ACELERA SUBIENDO b) FRENA SUBIENDO
c) ACELERA BAJANDO d) FRENA BAJANDO
e) SUBE O BAJA CON VELOCIDAD CONSTANTE

SOL:

Es evidente que si se rompe la cuerda al subir en el ascensor, la fuerza inercial en ese sistema tendrá el mismo sentido vectorial que el peso, y la tensión de la cuerda tendría que equilibrar una fuerza mayor tal como se muestra en el esquema.

Por lo tanto, sobre el eje Y , $T\cos\alpha = mg + ma$. Para que esto ocurra así y puesto que $F_i = -ma$. La aceleración del ascensor, tendrá sentido contrario al peso, $\mathbf{a} = \mathbf{a}\mathbf{j}$, hecho que sólo se deberá a que el ascensor SUBE ACELERANDO o FRENA AL DESCENDER. Sólo son correctas las propuestas a y d.



2.5.21.* En un sistema como el de la figura, las masas del ascensor A y de la persona que en él se encuentra, son respectivamente $m_A = 430$ y $m = 70$ kg, y la del contrapeso $m_B = 200$ kg siendo su coeficiente de rozamiento 0,5. Si efectúas los cálculos correspondientes, podrás asegurar que:

- LA TENSIÓN DE LA CUERDA QUE AGUANTA AL ASCENSOR ES DE 5000 N
- LA PERSONA SÓLO PESARÁ 300 NEWTONS
- LA PERSONA PESARÁ LA MITAD DE LO QUE PESABA EN SU CASA, SI SOBRE B, SE COLOCAN 50 kg
- PARA QUE LA PERSONA PESARA LOS 2/5 DE SU PESO NORMAL, LOS 50 KILOGRAMOS DEBERÍAN SITUARSE SOBRE A
- LA TENSIÓN DE LA CUERDA EN EL CASO ANTERIOR ES SÓLO DE 2200 NEWTONS

(toma $g = 10 \text{ m/s}^2$)

SOL:

Primeramente se calculará la aceleración del sistema, considerando las fuerzas no equilibradas que actúan. Así considerando los diagramas de fuerzas:

$$m_A g + mg - F_R = (m_A + m + m_B) a \quad (I). \text{ Como } |F_R| = \mu m_B g; \quad 4300 + 700 - 1000 = 700a.$$

$$a = 4000/700 = 5,71 \text{ m/s}^2.$$

$$\text{Sobre el ascensor actúan: } T - (430 + 70)10 = (430 + 70) \cdot a \quad (II)$$

$$\text{Como } a = -5,71 \text{ m/s}^2.$$

$$T = 5000 \text{ j} - 500 \cdot 5,71 \text{ j} = 2145 \text{ j N}, \text{ que no coincide con a.}$$

Sobre la persona actúan, en el sistema del ascensor, y según el esquema de la figura:

La acción gravitatoria, $-mg \text{ j}$ y la fuerza inercial $F_i = -ma$. La reacción del piso del ascensor, medirá el peso aparente de la persona dentro de ese sistema:

$$P_a = -mg \text{ j} - m(-5,71 \text{ j}) = -700 \text{ j} + 400 \text{ j} = -300 \text{ j N. Su módulo será de 300 N.}$$

Si sobre B, se sitúan 50 kg, la aceleración del sistema varía. Aplicando la ecuación (I):

$$4300 + 700 - 0,5(200 + 50)10 = (430 + 70 + 200 + 50)a; \quad a = 5 \text{ m/s}^2. \text{ Como } |\vec{a}| = \frac{|\vec{g}|}{2}.$$

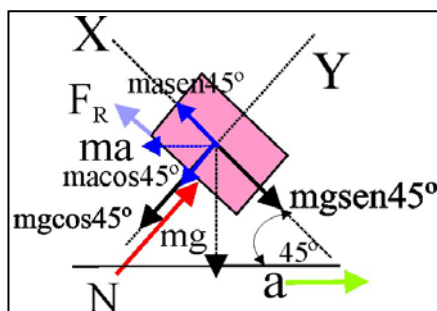
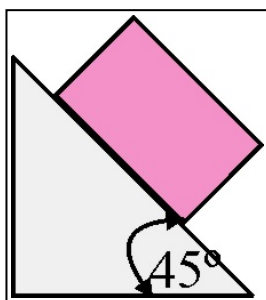
La persona pesará la mitad de lo que pesaba en su casa.

Para que la persona pese 2/5 de su peso, $2mg/5 = mg - ma$. $a = 3g/5 = 6 \text{ m/s}^2$.

Esto ocurre si: $m_A g + mg + xg - F_R = (m_A + m + x + m_B)a$;

$$4300 + 700 + 10x - 1000 = (700 + x) \cdot 6; \quad x = 50 \text{ kg. La propuesta d es correcta.}$$

La tensión de la cuerda ahora, completando la ecuación (II), $T = 200 \cdot 6 \text{ j} + 1000 \text{ j} = 2200 \text{ j N}$, como se indica en e.



2.5.22. Un cuerpo de 250 g y con coeficiente de rozamiento 0,25, se encuentra en un plano inclinado móvil que forma un ángulo de 45° , cuyo coeficiente de rozamiento con el suelo es prácticamente despreciable. Para evitar que dicho cuerpo deslice por el plano, habrá que someter a éste a una aceleración en m/s^2 de:

- 15 i
- 6 i
- -15 i
- -6 i
- NADA DE LO DICHO

SOL:

Según el esquema de fuerzas que se adjunta, es evidente que para evitar que deslice por el plano, a la fuerza de rozamiento habrá que sumar la componente de una fuerza inercial y para ello el plano debe desplazarse sobre la mesa con una aceleración $a \text{ i}$. Esas fuerzas deberán compensar la de deslizamiento $mg \sin \alpha$.

Las fuerzas que actúan sobre el cuerpo son:

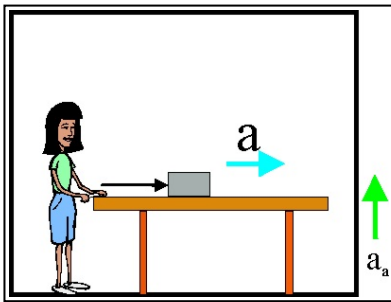
La reacción N, El peso, $P = -0,250 \cdot 10 \text{ j m/s}^2$, una fuerza inercial $F_i = ma$ y la fuerza de rozamiento F_R . Su suma deberá ser 0, respecto de unos ejes que se muevan con el plano, como los de la figura Descomponiendo P y F_R , en componentes paralelas y perpendiculares al plano, tendremos:

$$mg \sin 45^\circ - ma \cos 45^\circ - F_R = 0 \quad F_R = \mu N = \mu (mg \cos 45^\circ + ma \sin 45^\circ).$$

Sustituyendo los valores y simplificando la masa :

$$10,0,7 - a \cdot 0,7 - 0,25(10,0,7 + a \cdot 0,7) = 0, \quad a = 6 \text{ m/s}^2$$

Por lo tanto la aceleración del plano inclinado deberá ser $a = 6 \text{ m/s}^2$

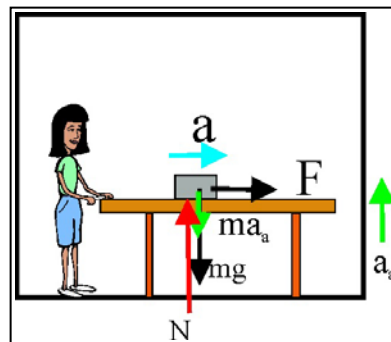


2.5.23. Dentro de la cabina de un ascensor está situada una mesa horizontal y sobre ella una masa de 3 kg. El ascensor está dotado de una aceleración de 2 m/s^2 hacia arriba y no existe rozamiento entre el cuerpo de 3 kg y la mesa. La fuerza paralela a la mesa necesaria para imprimir una aceleración de $2,5 \text{ m/s}^2$ vale:

- a) 3 N b) 7,5 N c) 0 N d) 5 N e) 12,5 N

SOL:

Si analizamos el problema desde el punto de vista del observador que está situado dentro de la cabina del ascensor, las fuerzas que actúan sobre la masa son las representadas en la siguiente figura:



P es el peso, N la interacción con la mesa, F la fuerza aplicada y F_i la fuerza de inercia que introduce el observador no inercial y que tiene sentido contrario a la aceleración del sistema. Sin embargo, las fuerzas perpendiculares a la dirección del movimiento no dan componentes en la dirección horizontal y como para dicho observador el movimiento de la masa sólo se efectúa sobre el eje horizontal, es provocado únicamente por la fuerza F.

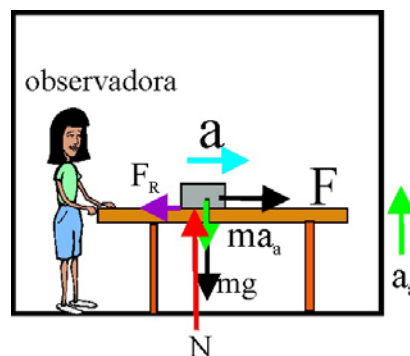
$$F = ma = 3 \cdot 2,5 = 7,5 \text{ N.}$$

2.5.24. En el ejercicio anterior el coeficiente de rozamiento entre la masa de 3 kg y la mesa es de 0,4. La fuerza paralela a la mesa necesaria para imprimir una aceleración de $2,5 \text{ m/s}^2$ vale:

- a) 19,3 N b) 15 N c) 21,7 N
d) 9,9 N e) 7,5 N

SOL:

Analizando el problema desde el punto de vista del observador que está dentro del ascensor el diagrama de fuerzas sobre la masa es:



F tiende a desplazar la masa en dirección horizontal y la fuerza de rozamiento se opone a ello, se cumplirá:

$$F - F_R = ma_x; \quad F - \mu (F_i + mg) = ma_x; \quad F - \mu (ma + mg) = ma_x; \quad F = ma_x + \mu (ma + mg);$$

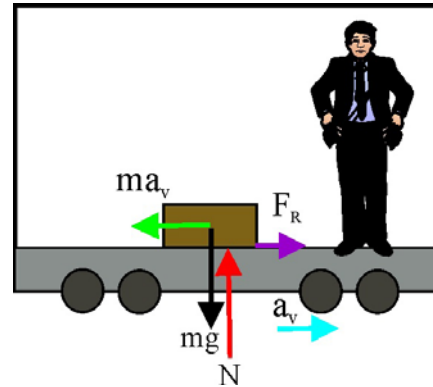
$$F = 3 \cdot 2,5 + 0,4(3 \cdot 2 + 3 \cdot 9,8) = 21,7 \text{ N.}$$

2.5.25. A un vagón en reposo respecto de la vía horizontal se le comunica una aceleración de 1 m/s^2 . Sobre el suelo del vagón está, en reposo, una masa de 2 kg . La fuerza de rozamiento entre el cuerpo y el suelo del vagón es 3 N . El cuerpo se desplazará sobre el suelo del vagón para un observador situado en su interior cuando transcurra un tiempo de:

- a) 10 s b) 12 s c) 14 s d) NUNCA SE DESPLAZARÁ

SOL:

Las fuerzas que actúan sobre la masa analizadas desde el sistema de referencia que está en el interior del vagón, en dirección horizontal son:

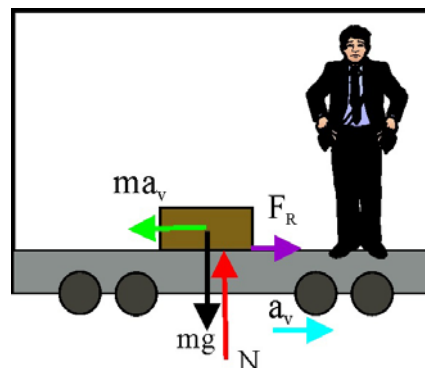


El valor máximo de la fuerza de rozamiento es 3 N y el de la fuerza de inercia $2 \cdot 1 = 2 \text{ N}$. Esto significa que la fuerza de inercia es inferior a la máxima fuerza de rozamiento; por ello el cuerpo permanecerá en reposo respecto del observador que está en el interior del vagón. La respuesta a la prueba es la opción d.

2.5.26. Si en el ejercicio anterior la fuerza de rozamiento fuese de solamente 1 N , la masa adquiriría una velocidad de 2 m/s respecto del observador situado en su interior cuando transcurre un tiempo de:

- a) 10 s b) 12 s c) 14 s
d) NUNCA SE DESPLAZARÁ
e) NINGUNA ES CORRECTA

SOL:



En el caso de que la fuerza de rozamiento fuese de solamente 1 N la fuerza de inercia es superior a la de rozamiento y en consecuencia la aceleración sería:

$$\sum \vec{F}_{\text{interacción}} + \vec{F}_{\text{inercia}} = m \cdot \vec{a}'$$

$$-1 \text{ N} + 2 \text{ N} = m a'; \quad a' = 0.5 \text{ ms}^{-2}; \quad \text{por otra parte } v = a' t; \quad t = v/a' = 2/0.5 = 4 \text{ s}$$

La solución correcta es la e.

2.5.27*. Cuando un vehículo de masa m , toma una curva de radio R , sobre una carretera horizontal, dos observadores, O' (dentro del vehículo) y O (fuera del mismo), se hacen las siguientes reflexiones:ía) O' : "ACTÚAN SOBRE MI VEHÍCULO APARTE DE LA FUERZA DE TRACCIÓN DEL MOTOR, DOS FUERZAS DE CONTACTO, UNA INERCIAL Y OTRA A DISTANCIA"

- b) O : "EL MENOR COEFICIENTE DE ROZAMIENTO μ QUE TIENE QUE LLEVAR ESE VEHICULO PARA NO DERRAPAR DEBERÁ SER IGUAL A v^2/Rg "
- c) O' : "LA FUERZA CENTRÍFUGA QUE ACTÚA SOBRE EL VEHÍCULO VALDRÁ mv^2/R "
- d) O : "LA FUERZA CENTRÍPETA QUE SE EJERCE SERÁ μmg "
- e) O' : "LA MÁXIMA VELOCIDAD QUE PUEDO LLEVAR CON MI VEHÍCULO ES DE $\sqrt{\mu Rg}$ m/s"

SOL:

El observador no inercial(dentro del vehículo),supone su estado de equilibrio dentro del vehículo debido a la acción de dos fuerzas de contacto (la reacción del suelo, y la fuerza de rozamiento), una fuerza a distancia, la debido al campo gravitatorio, y la inercial centrífuga, pues al estar el vehículo describiendo una curva es un sistema que tiene aceleración centrípeta y en consecuencia aparece una fuerza de inercia de sentido contrario a esta aceleración para el conductor en el coche, estando por lo tanto en dirección radial y con sentido hacia fuera de la curva .

En ese sistema no inercial, deberá equilibrarse la fuerza centrífuga con la fuerza

de rozamiento $F_R = \mu N = \mu mg$. De esa forma , $m \frac{|\vec{v}|^2}{R} = \mu mg$; $|\vec{v}| = \sqrt{\mu Rg}$ m/s.

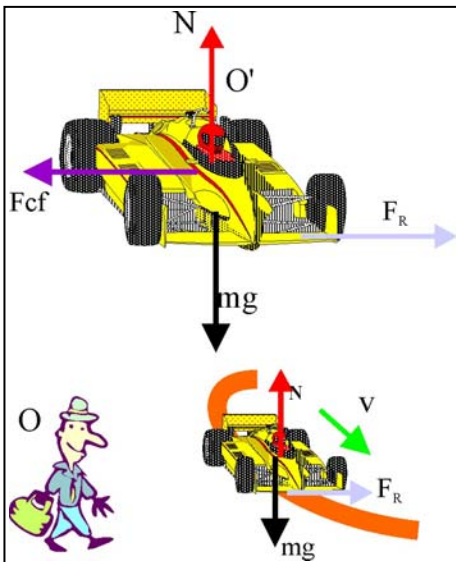
Despejando el coeficiente de rozamiento en lugar de $|\vec{v}|$ resulta $\mu = \frac{|\vec{v}|^2}{Rg}$

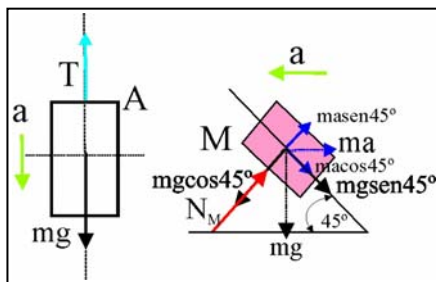
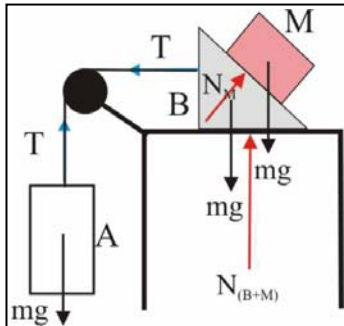
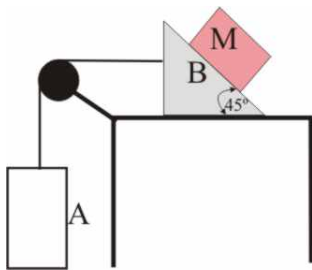
Las propuestas a,c,y e, d serán correctas.

El observador inercial, observa el vehículo desde fuera, debiendo llegar a los mismos resultados que el no inercial. Al describir una curva, al vehículo le proporciona la fuerza centrípeta la fuerza de rozamiento, $F_R = \mu N = \mu mg$.

$F_{cp} = F_R = \mu mg$. Igualando a la ecuación mecánica de la fuerza centrípeta

$m \frac{|\vec{v}|^2}{R}$ resulta de nuevo $\mu = \frac{|\vec{v}|^2}{Rg}$. Por ello las respuesta b también es correcta.





2.5.28. En el sistema de la figura y con las 3 masas iguales, y sin rozamiento entre ellas y con la mesa, podrás asegurar que la aceleración con que descende M, por el plano inclinado, deberá ser en m/s^2 :

- a) 5 b) 8,3 c) 9,4 d) 3,1 e) NADA DE LO DICHO

SOL:

Denominaremos a los cuerpos A, B, y M, de masa m , no consideraremos las fuerzas de rozamiento, y supondremos que la masa de la polea y de la cuerda son despreciables.

Si realizamos el esquema de fuerzas de los sólidos libres, y la masa plano inclinado y la que se apoya en él, puesto que están ligados por la cuerda con la masa suspendida, lo consideramos como un único sistema

Así, sobre A, actúan el peso y la tensión de la cuerda. Si suponemos positivas las fuerzas que actúan en el sentido del movimiento y negativas, las contrarias tendremos que $mg - T = ma$

Sobre B+M, actúan los pesos respectivos, la tensión de la cuerda, y la normal, o reacción de la mesa. La única fuerza que actúa en el sentido del movimiento es T. Así $T = 2ma$. Sustituyendo: $a = g/3$.

Si ahora consideramos únicamente el sistema de M, que deberá descender por el plano inclinado, como un sistema no inercial, con una $a = -g/3$, introduciremos una fuerza inercial F_i , que actúa en su centro de masas, con valor $F_i = -ma = mgi/3$. Con lo cual, sobre M actuarán:

Su peso, $-mgj$; $F_i = mgi/3$ y la normal N_M tal como se observa en la segunda figura. Si descomponemos las fuerzas en componentes paralelas y perpendiculares al plano inclinado, la aceleración con que descende M sobre el plano inclinado, será.

Sobre el eje X: $(mg \cos 45^\circ / 3)i + mg \sin 45^\circ i = ma'$.

Sobre el eje Y: $N_M j + (mg \sin 45^\circ / 3)j - mg \cos 45^\circ j = 0$

De lo que $a' = 4.0,7g/3 i = 0,94gi = 9,4i \text{ m/s}^2$. La solución correcta es la c

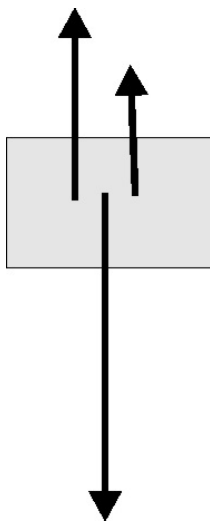
2.5.29. En la figura adjunta se dibuja el diagrama de fuerzas que actúa sobre un cuerpo que está en el interior de un ascensor de cristal que se desplaza hacia arriba con aceleración constante y frenando. De las opciones solamente es correcta una de ellas ¿cuál?

- a) EL DIAGRAMA DE FUERZAS CORRESPONDE A UN OBSERVADOR INERCIAL
b) EL DIAGRAMA DE FUERZAS CORRESPONDE A UN OBSERVADOR QUE ESTÁ DENTRO DEL ASCENSOR.
c) EL DIAGRAMA ES EL MISMO TANTO PARA UN OBSERVADOR INERCIAL EXTERIOR COMO PARA EL QUE ESTÁ DENTRO DEL ASCENSOR
e) EL DIAGRAMA DE FUERZAS ES CORRECTO PARA UN OBSERVADOR NO INERCIAL QUE ESTÁ FUERA DEL ASCENSOR.

SOL:

En la figura se representan tres vectores: a) el dirigido verticalmente hacia arriba representa la interacción entre el suelo del ascensor y el cuerpo, la reacción del suelo. b) La vertical hacia abajo representa el peso; esto es la interacción de dicho cuerpo con la Tierra. c) El otro representa la fuerza de inercia que surge como consecuencia de que el sistema se encuentra acelerado.

Para un observador inercial sólo son necesarias dos fuerzas: la interacción con el suelo y el peso. Ambas son fuerzas reales y por consiguiente tienen fuerzas de reacción: una aplicada en el suelo del ascensor y otra en la Tierra. La fuerza inercial aparece solamente para el observador ligado al ascensor y no tiene reacción. La respuesta correcta es la opción b.



2.5.30*. Un péndulo simple cuelga del techo de un ascensor. Si el cable que sostiene al ascensor se rompe y éste descende en caída libre el movimiento seguido por el péndulo sería:

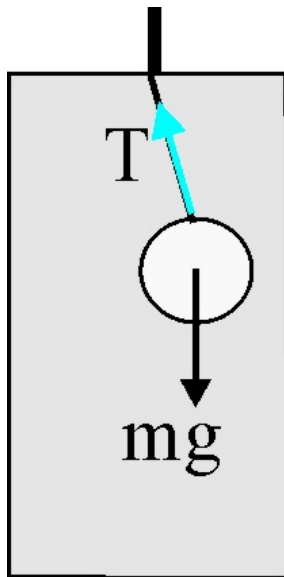
- EL MISMO QUE CUANDO EL ASCENSOR ESTÁ EN REPOSO Y EL PÉNDULO ESTÁ OSCILANDO.
- EL MISMO QUE CUANDO EL ASCENSOR LLEVA MOVIMIENTO UNIFORME Y EL PÉNDULO ESTÁ OSCILANDO
- EL PÉNDULO NO PUEDE COMENZAR A OSCILAR SI ESTABA EN REPOSO EN POSICIÓN VERTICAL O EN UNA POSICIÓN EXTREMA.
- SI EL PÉNDULO ESTABA EN MOVIMIENTO, CON VELOCIDAD RECORRERÍA UN ARCO DE CIRCUNFERENCIA CON MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME, HASTA DAR CON UNA PARED O EL TECHO,

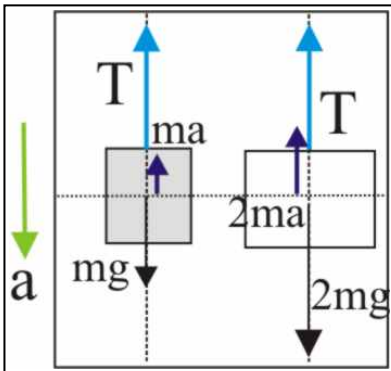
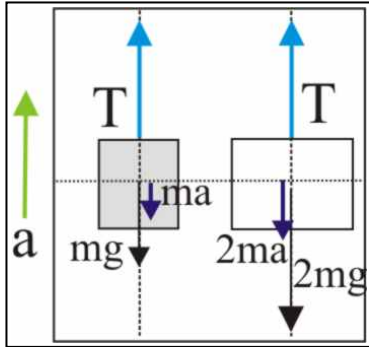
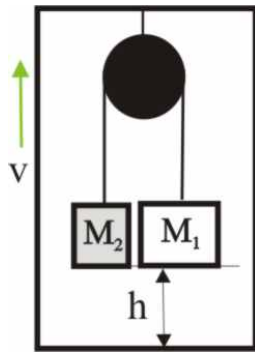
SOL:

Las fuerzas que actúan sobre un péndulo simple en un sistema inercial son: el peso de la lenteja mg , y T , la tensión del hilo que lo sostiene. En posición vertical y en reposo ambas se equilibran. Cuando se separa el péndulo de su posición de equilibrio, ambas fuerzas ya no tienen la misma dirección y sentidos contrarios y su suma vectorial originará la fuerza que actúa sobre el péndulo y le produce movimiento, además de proporcionarle la fuerza centrípeta que cambia la dirección del vector velocidad. Pueden darse dos casos.

-El péndulo está sin oscilar en la posición vertical u oscilando en una posición extrema y en ninguno de los dos casos tiene velocidad, al situarlo en un ascensor que descende en caída libre la fuerza inercial que actúa en este caso sobre el péndulo $F_i = -ma = -mg$, que anularía su peso mg . Al no actuar ninguna fuerza, el péndulo no puede oscilar por lo que la propuesta c es correcta.

-Cuando el péndulo está oscilando y tiene velocidad y se rompe el cable del ascensor, entonces la tensión del hilo será la única fuerza que actuando como centrípeta, cambiará la dirección del vector velocidad, por lo tanto, describiría un arco de circunferencia con velocidad angular constante hasta dar con una pared o el techo. Es correcta la d, e incorrectas a y b





2.5.31. Se coloca una máquina de Atwood en un ascensor que sube. Dado que la masa M_1 es el doble de M_2 , si se suelta la sujeción que lo mantiene en equilibrio a una altura h del piso del ascensor, aquella descenderá rápidamente, sin embargo, su descenso se modificará según la aceleración del ascensor. Por eso dirás que la relación de los tiempos que tarda M_1 , en llegar al suelo, según que el ascensor acelere con un valor a , o frene con la misma aceleración deberá ser de:

a) $(g-a)/(g+a)$

b) $(g+a)/(g-a)$

c) $(g-a)/g$

d) $(g+a)/g$

e) NADA DE LO DICHO

SOL:

El ascensor tanto si acelera como si frena, es un sistema no inercial. Suponemos que $M_2 = m$

-Las fuerzas inerciales que actúan, $F_i = -ma$, si el ascensor acelera hacia arriba, tienen el mismo sentido que mg .

Así el esquema de fuerzas presentado:

Sobre M_1 : $-2mg\mathbf{j} - 2ma\mathbf{j} + T\mathbf{j}$. Sobre M_2 : $-mg\mathbf{j} - ma\mathbf{j} + T\mathbf{j}$.

En todo el sistema si suponemos la masa de la polea y la cuerda despreciable, al anularse las tensiones (fuerzas interiores):

$(-2mg\mathbf{j} - 2ma\mathbf{j}) - (-mg\mathbf{j} - ma\mathbf{j}) = 3ma_{b1}$, siendo a_{b1} , la aceleración de bajada de M_1 , al acelerar.

$$a_{b1} = (-g - a)/3 = -(g+a)/3 \text{ m/s}^2.$$

-Si el ascensor frena, el sistema de fuerzas que se aprecia en el esquema es:

Sobre M_1 : $-2mg\mathbf{j} + 2ma\mathbf{j} + T\mathbf{j}$. Sobre M_2 : $-mg\mathbf{j} + ma\mathbf{j} + T\mathbf{j}$.

En todo el sistema:

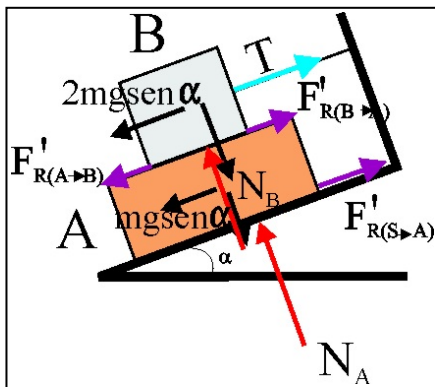
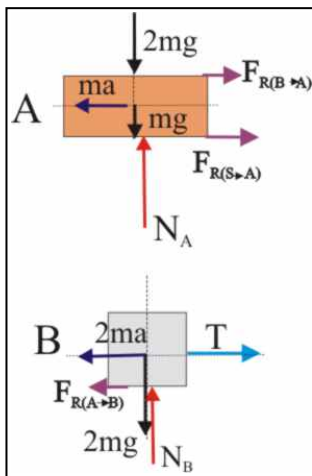
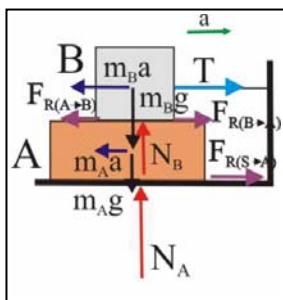
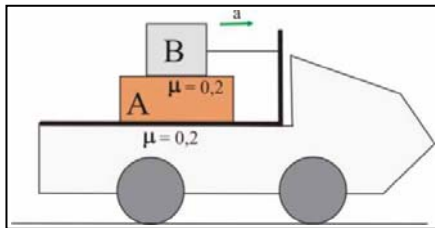
$(-2mg\mathbf{j} + 2ma\mathbf{j}) - (-mg\mathbf{j} + ma\mathbf{j}) = 3ma_{b2}$, siendo a_{b2} , la aceleración de bajada de M_1 , al frenar.

$$a_{b2} = (-g + a)/3 = -(g-a)/3 \text{ m/s}^2.$$

Dado que la distancia $h = a_b t^2 / 2$ es la misma en ambos casos $a_{b1} t_1^2 = a_{b2} t_2^2$,

$$(t_1/t_2)^2 = a_{b2}/a_{b1} = (g-a)/(g+a), t_1/t_2 = [(g-a)/(g+a)].$$

La solución a, es la correcta.



2.5.32. En el sistema de la figura y siendo la masa de B doble de la de A y los coeficientes de rozamiento superficiales 0,2, el módulo de la tensión de la cuerda cuando el camión acelera con su valor máximo sin que A deslice, deberá ser respecto al peso de B:

- a) 2,5 VECES b) EL DOBLE c) 2,4 VECES
d) IGUAL e) NADA DE LO DICHO

Si el camión se para y comienza a levantar la caja para intentar descargar A, el ángulo mínimo para que A deslice será de:

- a) 30° b) 45° c) 35°
d) 40° e) NADA DE LO DICHO

SOL:

- Designamos a la masa de A por m y a la masa de B como $2m$.

Estudiamos los diagramas de fuerzas para los cuerpos A y B y siendo $g = -10 \text{ jms}^{-2}$ y $a = ai$, la aceleración del camión.

Para el cuerpo B:

Sobre el eje X: $2ma + F_{R(A \text{ sobre } B)} - T = 0$

Sobre el eje Y: $-2mg + N_B = 0$

Como $F_{R(A \text{ sobre } B)} = \mu N_B = \mu 2mg$; $2ma + \mu 2mg = T$ (1)

Para el cuerpo A:

Sobre el eje X: $ma - F_{R(B \text{ sobre } A)} - F_{R(\text{suelo sobre } A)} = 0$

Sobre el eje Y: $N_A - 2mg - mg = 0$

Como $F_{R(\text{suelo sobre } A)} = \mu N_A = 3\mu mg$ y

$$|F_{R(B \text{ sobre } A)}| = |F_{R(A \text{ sobre } B)}| = 2\mu mg$$

$ma = 2\mu mg + 3\mu mg = 5\mu mg$. De lo que $a = 5\mu g$

Sustituyendo este valor en (1), $T = 10\mu mg + 2\mu mg = 2,4 mg$. La solución válida es la c.

- Cuando el camión se para y levanta la caja un ángulo α , tal como indica el esquema dado, las fuerzas que actúan son:

Para el cuerpo B

Sobre el eje X: $2mg \sin \alpha + F_{R(A \text{ sobre } B)} - T = 0$

Sobre el eje Y: $N_B - 2mg \cos \alpha = 0$

Como $F_{R(A \text{ sobre } B)} = \mu N_B = \mu 2mg \cos \alpha$;
 $2mg \sin \alpha + 2\mu mg \cos \alpha = T$

Para el cuerpo A

Sobre el eje X: $mg \sin \alpha - F_{R(\text{suelo sobre } A)} - F_{R(B \text{ sobre } A)} = 0$ (II)

En el límite, $a=0$

Sobre el eje Y: $N_A - N_B - mg \cos \alpha = N_A - 2mg \cos \alpha - mg \cos \alpha = 0$

Como $F_{R(\text{suelo sobre } A)} = \mu N_A = 3\mu mg \cos \alpha$

$$|F_{R(B \text{ sobre } A)}| = |F_{R(A \text{ sobre } B)}| = 2\mu mg \cos \alpha$$

Sustituyendo en (II) $mg \sin \alpha - 3\mu mg \cos \alpha - 2\mu mg \cos \alpha = 0$

$mg \sin \alpha = 5\mu mg \cos \alpha$; $\tan \alpha = 5\mu$; como $\mu = 0,2$ resulta $\tan \alpha = 1$ y $\alpha = 45^\circ$, como se propone en b.