

2.5. SISTEMAS DE REFERENCIA (Primera parte)

2.5.1. Cuando intervienen fuerzas sobre cuerpos, éstos deben enmarcarse en un sistema de referencia para poder así situarlos, comprobando el efecto de dichas fuerzas. Por eso, habrás oído hablar de sistemas no-inerciales e inerciales. De estos últimos, podrás decir que:

- a) NO TIENEN QUE VER CON LA LEY DE LA INERCIA
- b) DEBERÁN ESTAR ÚNICAMENTE EN REPOSO
- c) SÓLO PODRÁN CONSIDERARSE SI ESTÁN EN MOVIMIENTO UNIFORME
- d) SÓLO SURGIRÁN SI EXISTE ACELERACIÓN
- e) EN ELLOS NUNCA APARECERÁN FUERZAS INERCIALES

SOL:

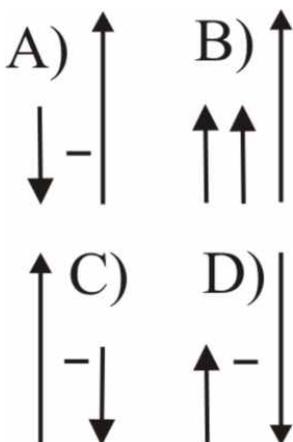
Los sistemas inerciales son aquellos cuyo referencial o está en reposo, o se mueve con \mathbf{v} constante. En ellos se cumple el principio de equivalencia; esto es, los fenómenos físicos de la dinámica, son equivalentes tanto en un sistema en reposo como si estuviera en movimiento rectilíneo y uniforme, o sea con \mathbf{v} constante. Un cuerpo que mantiene su estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme en ese sistema referencial, cumple la ley de la inercia, así como las demás leyes de Newton. En los sistemas no-inerciales que se caracterizan porque se mueven con aceleración, se observan la existencia de las fuerzas de interacción que ya aparecen en las leyes de Newton, más otras fuerzas, conocidas como fuerzas de inercia. Por lo tanto si el sistema es inercial, no procede que surjan fuerzas de inercia y además estos sistemas se hallan en reposo o en movimiento rectilíneo y uniforme, de esa forma sólo es correcta la solución e.

2.5.2. Si estudias con detenimiento las fuerzas inerciales, dirás que son fuerzas que:

- a) NO EXISTEN COMO TALES
- b) SON NECESARIAS PARA PODER APLICAR LAS LEYES DE LA DINÁMICA A SISTEMAS NO INERCIALES
- c) SON REACCIONES
- d) SURGEN CUANDO LOS SISTEMAS DE REFERENCIA TIENEN ACELERACIÓN
- e) DEBEN APARECER CUANDO EL SISTEMA DE REFERENCIA DE UN CUERPO SE DESPLAZA RESPECTO A OTRO

SOL:

Por lo que se ha citado en la cuestión anterior, son correctas las soluciones b y d. Estas fuerzas dependen de la aceleración del sistema de referencia empleado, por lo que sería falsa la propuesta a, así como la c y e.

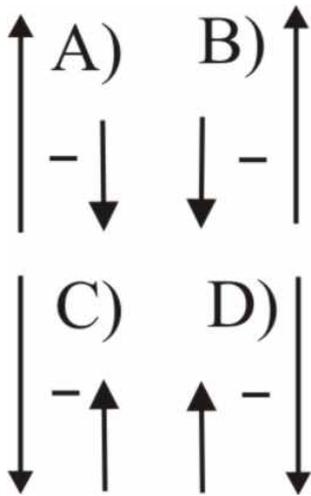


2.5.3. Imagínate un ascensor que acelera al ascender con una aceleración \mathbf{a} . Después alcanza una velocidad de régimen y por fin frena al llegar al piso con una aceleración $2\mathbf{a}$. Los vectores que mejor indican las fuerzas inerciales que actúan sobre un cuerpo de masa m que esté en el ascensor, en la situación descrita son de todos los dados, los:

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) NINGUNO DE LOS DADOS

SOL:

Dado que las fuerzas inerciales tienen sentido contrario a la aceleración del sistema no inercial, inicialmente la $\mathbf{a} = a\mathbf{j}$, y $\mathbf{F}_i = -ma\mathbf{j}$. Cuando alcanza el ascensor la velocidad de régimen $\mathbf{v} = \text{cte}$. $\mathbf{a} = 0$, $\mathbf{F}_i = 0$. Al ascender frenando $\mathbf{a} = -2a\mathbf{j}$, y por lo tanto $\mathbf{F}_i = 2ma\mathbf{j}$, así el módulo del segundo vector \mathbf{F}_i , es doble que el primero y está dirigido hacia arriba, lo cual corresponde a la propuesta a, que excluye a las demás.



2.5.4. Cuando en un ascensor que desciende, arrancando con una \mathbf{a} constante, para alcanzar una velocidad de régimen constante y después frena con una aceleración $\mathbf{a}/2$, baja cierta persona, la mejor representación de las fuerzas inerciales que actúan sobre ella en dicho recorrido, será de todas las dadas, la:

- a) A b) B c) C
d) D e) NINGUNA DE LAS DADAS

SOL:

Tal como en la cuestión anterior, sobre la persona que viaja en el sistema del ascensor que en determinados momentos no es inercial, las fuerzas inerciales que actúan en estas ocasiones serán:

$\mathbf{F}_i = -m\mathbf{a}$, siendo \mathbf{a} la aceleración del ascensor. Si $\mathbf{a} = -a\mathbf{j}$, $\mathbf{F}_i = ma\mathbf{j}$. Si $\mathbf{a} = 0$, $\mathbf{F}_i = 0$. Si $\mathbf{a} = a\mathbf{j}/2$, $\mathbf{F}_i = -ma\mathbf{j}/2$, siendo m la masa de la persona. En estas condiciones, la única respuesta válida será la a.

2.5.5.* Si la reacción \mathbf{R} que ejerce el suelo del ascensor sobre los pies de una persona que en él se desplaza es tal que el módulo de \mathbf{R} es igual al de su peso, dirás que aquél:

- a) ASCIENDE ACELERANDO
b) ASCIENDE FRENANDO
c) ESTÁ PARADO
d) DESCIENDE FRENANDO
e) BAJA CON VELOCIDAD CONSTANTE
f) SUBE CON VELOCIDAD CONSTANTE
g) DESCIENDE ACELERANDO

SOL:

Quando $|\vec{R}| = |\vec{P}|$, las $\mathbf{F}_i = 0$, lo cual indica que el sistema de referencia es inercial, o sea $\mathbf{v} = 0$, o $\mathbf{v} = \text{cte}$. Estas condiciones sólo se cumplen en las propuestas c, e, y f.

2.5.6.* Para gastarle una broma a cierta persona amiga tuya con complejo de gruesa, le dices: "Llévate la báscula de baño y pésate cuando bajes en el ascensor, ya verás cuanto adelgazas". Ahora bien, como vivía en un segundo piso, cuando se subió a la báscula el ascensor ya estaba alcanzando el portal, por lo que esta persona:

- a) SE SENTIRÁ ENGAÑADA
b) TE DARÁ LA RAZÓN
c) PESÓ LO MISMO
d) PESÓ MÁS QUE EN SU CASA
e) NADA DE LO DICHO

SOL:

Quando baja en el ascensor desde un segundo piso hasta el nivel del portal, el ascensor suele acelerar, al arrancar ($\mathbf{a} = -a\mathbf{j}$), mantiene $\mathbf{v} = \text{cte}$, y $\mathbf{a} = 0$, y antes de llegar al portal debe frenar y $\mathbf{a}' = a'\mathbf{j}$. Como estaba llegando al portal cuando se subió a la báscula, las fuerzas que actúan sobre la báscula serán: el peso de la persona $-mg\mathbf{j}$ y la $\mathbf{F}_i = -m\mathbf{a} = -ma'\mathbf{j}$. \mathbf{R} la reacción que mide la báscula $= (mg + ma')\mathbf{j}$, con lo cual pesará más que en su casa, y por lo tanto se sentirá engañada. Las soluciones válidas serán la a y la d.

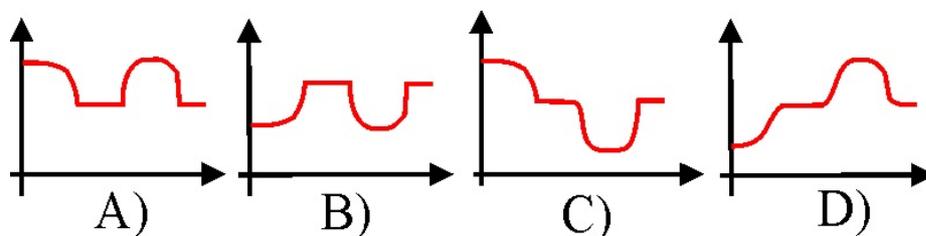
2.5.7.* Todo ascensor está suspendido de un cable que le transmite el movimiento ejerciendo una determinada tensión sobre él, que si es excesiva, puede provocar su ruptura. Esto sólo podría ocurrir cuando:

- a) DESCENDE ACELERANDO
- b) DESCENDE FRENANDO
- c) ASCIENDE FRENANDO
- d) ASCIENDE ACELERANDO
- e) SUBE O BAJA CON VELOCIDAD CONSTANTE

SOL:

La tensión del cable del ascensor será mayor cuando al peso se le suma vectorialmente, la fuerza inercial debido a su aceleración, y eso sólo puede ocurrir, debido a que $F_i = -ma$ (siendo a , la aceleración del ascensor), cuando a tenga sentido contrario a $-mgj$, o sea cuando ASCIENDE ACELERANDO o DESCENDE FRENANDO. En el primer caso $v = vj$ y $a = aj$. En el segundo $v = -vj$ y $a = (-aj) = -aj$

2.5.8. Imagínate a ti mismo, en un ascensor, encima de una báscula de baño, subiendo directamente a un séptimo piso. De todas las gráficas dadas que representan a tu peso en el recorrido, la más adecuada será la:



- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) NINGUNA DE LAS DADAS

SOL:

Se sigue el razonamiento de la cuestión 2.5.6, aunque invirtiendo el recorrido que ahora será de ascenso. El ascensor, arranca acelerando ($a = aj$), mantiene velocidad de régimen constante ($a = 0$), y frena ($a = -aj$).

La fuerza inercial en cada caso será: $F_i = -ma$. Así $F_i = -maj$, 0 y $ma'j$. Como el peso, $P = -mgj$, la fuerza inercial lo reforzará inicialmente, descontándolo al final, y manteniéndose el peso aparente, constante, en el tramo $a = 0$. La propuesta correcta es la c

2.5.9.* En el portal pesas un cuerpo con un dinamómetro, marcando 0,5 newton, subes en el ascensor hasta tu casa, que está en el 5 piso, y en un momento marca 0,45 newton, dirás entonces que:

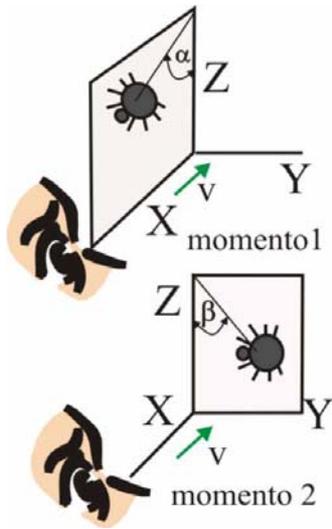
- a) SU MASA ES 50 g
- b) EL ASCENSOR FRENA CON $a = 1 \text{ m/s}^2$
- c) EL ASCENSOR ACELERA CON $a = 1 \text{ m/s}^2$
- d) LLEGASTE
- e) ESTARÁ MAL, PORQUE SÓLO MARCARÁ ESO AL BAJAR

SOL:

Si consideras $g = -10j \text{ m/s}^2$, en el portal, $P = mg = -mgj$, $0,5 = m \cdot 10$, $m = 0,05 \text{ kg} = 50 \text{ g}$. La solución a es correcta.

Si el dinamómetro marca en un determinado momento 0,45N, indica que en el sistema del ascensor, actúa sobre el cuerpo, una fuerza inercial que actúa en sentido contrario al peso. $F_i = 0,5 - 0,45 = 0,05j \text{ N}$.

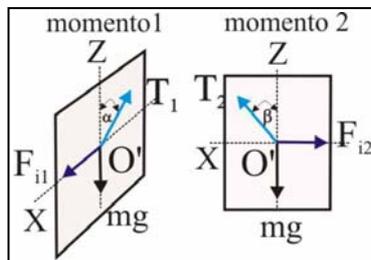
Como $F_i = -ma$, $a = -0,05j / 0,05 = -j \text{ m/s}^2$. Este sentido de la aceleración del ascensor, corresponde cuando frena ascendiendo o cuando acelera al bajar. Como estás subiendo al 5 piso, es correcta la solución b así como la a.



2.5.10. En un viaje en tren, cierto viajero, cómodamente sentado en su asiento, en el sentido del movimiento del tren, observa una araña, colgada verticalmente de un hilo del techo, frente a él. En cierto momento, la araña se aproxima peligrosamente a su cara. Pensando en los motivos de esa aproximación, se hace las siguientes reflexiones:

- LA ARAÑA QUIERE PROLONGAR SU TELA, HASTA MIS NARICES
 - EL TREN ACABA DE ACELERAR
 - LA ARAÑA SÓLO PUEDE ESTAR EQUILIBRADA CON UNA FUERZA EN EL SENTIDO EN EL QUE ME ENCuentRO
 - EL TREN ACABA DE PARAR, FRENANDO PARA ELLO
- Prosiguiendo el viaje, en otro momento, se da cuenta que la araña en el extremo de su hilo, se desvía hacia su derecha, aunque en el mismo plano en que se encontraba respecto a él. Este hecho provoca las siguientes nuevas reflexiones:
- EL TREN VA A VOLCAR
 - LA ARAÑA TIENE QUE EQUILIBRARSE CON UNA FUERZA HORIZONTAL HACIA MI DERECHA
 - EL TREN ESTÁ DANDO UNA CURVA HACIA LA IZQUIERDA
 - EL TREN ESTÁ DANDO UNA CURVA HACIA LA DERECHA

¿Cuáles de todas estas observaciones serán correctas?



SOL:

El observador dentro del tren, es un observador no inercial, y por consiguiente tendrá que explicarse los fenómenos que observa introduciendo unas fuerzas inerciales.

En principio la tensión del hilo de la araña deberá equilibrar su peso. Si en determinado instante se acerca a él, la única forma de justificar el equilibrio, será introduciendo una fuerza F_i , de forma que :

$T + mg + F_i = 0$. Esta fuerza inercial $F_i = -F_i \mathbf{i} = -m\mathbf{a}$. Si $\mathbf{v} = v\mathbf{i}$, y \mathbf{a} tiene el mismo sentido, el tren tendrá que acelerar y no frenar.

Un observador inercial fuera del tren, observaría que la araña no estaría equilibrada, puesto que el tren está acelerando con todo lo que lleva dentro y debería cumplirse la ley de la inercia. Por lo tanto sólo son correctas las propuestas **b** y **c**.

En el segundo caso, si la araña se desvió hacia la derecha, el observador no inercial, tendrá que introducir una fuerza inercial, hacia afuera, o sea hacia la derecha.

Un observador inercial, podría apreciar que el vehículo describe una curva hacia la derecha, y por lo tanto la araña estará sometida a una fuerza centrípeta, debido

a ese movimiento circular, $m|\mathbf{a}_N| = m \frac{|\mathbf{v}|^2}{R}$. La fuerza inercial introducida por el

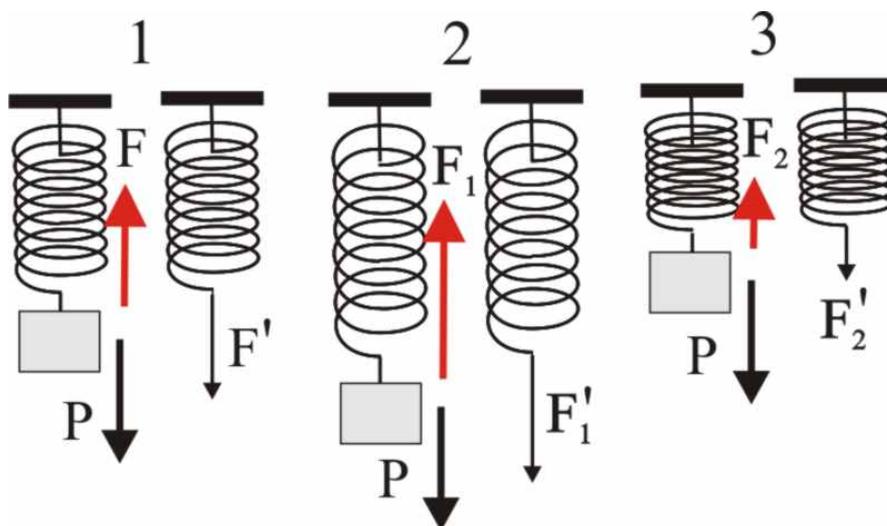
observador no inercial $F_i = -m\mathbf{a}_n$. Esta fuerza inercial, será por lo tanto centrífuga. Por lo tanto son correctas las propuestas **b** y **d**.

2.5.11. Del techo de un ascensor cuelga un muelle con una masa m . Un observador situado dentro de él mide la longitud del muelle en tres situaciones diferentes; a) cuando el ascensor está en reposo, siendo el valor medido L_R , b) cuando el ascensor arranca y encuentra el valor L_A y c) cuando el ascensor frena, L_F . La relación entre estos tres valores es:

- a) $L_R = L_A = L_F$ b) $L_A = L_F > L_R$ c) $L_A > L_R > L_F$
d) $L_A < L_R < L_F$ e) $L_A < L_F = L_R$

SOL:

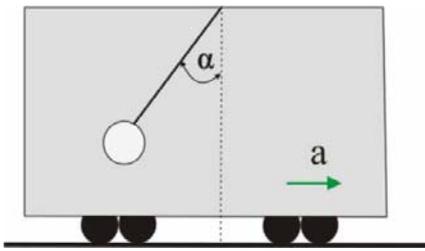
Analizamos las fuerzas que actúan desde un sistema de referencia inercial, esto es, un sistema que está fuera del ascensor y para el cual sólo existen fuerzas reales y que cumplen el principio de la acción y reacción. Cuando el ascensor está en reposo, caso (1) de la figura, las fuerzas que actúan sobre el cuerpo colgado del muelle son su peso, y la fuerza con que el muelle tira del cuerpo; y son dos fuerzas iguales. La reacción de la segunda fuerza es la que el cuerpo ejerce sobre el muelle, que a su vez cumple la ley de Hooke, por lo tanto es igual a $k \cdot L_R$.



En el caso (2) el observador inercial ve que la masa colgada del muelle se acelera respecto de él y por tanto la fuerza F_1 tiene que ser mayor que el peso para que $F_1 - P = ma$, siendo a la aceleración en la arrancada, que es un vector de dirección vertical y sentido hacia arriba. La reacción aplicada en el muelle es igual a F_1 y cumple la ley de Hooke y vale $k \cdot L_A$.

En el caso (3) el ascensor se para y por tanto existe una aceleración en sentido vertical y dirigida hacia abajo, para el observador situado en el sistema inercial justifica de acuerdo con el segundo principio de la dinámica que $P - F_2 = ma$ por lo que ahora el peso es mayor que F_2 . La reacción a esta fuerza está aplicada en el muelle y cumple la ley de Hooke y vale $k \cdot L_F$.

Resumiendo, en (1), $P = k \cdot L_R$, en (2) $P < k \cdot L_A$, en (3) $P > k \cdot L_F$. Luego la relación entre las longitudes es: $L_A > L_R > L_F$.



2.5.12. Del techo de un vagón de ferrocarril cuelga un péndulo formando un ángulo α tal como indica la figura. La aceleración del vagón respecto de la vía es a . El valor de la tangente del ángulo para un observador situado dentro del vagón es:

- a) a/g b) g/a d) a^2/g
 c) NUMÉRICAMENTE IGUAL AL VALOR DE a

Para un observador situado sobre la vía:

- a) a/g b) g/a d) a^2/g
 c) NUMÉRICAMENTE IGUAL AL VALOR DE a

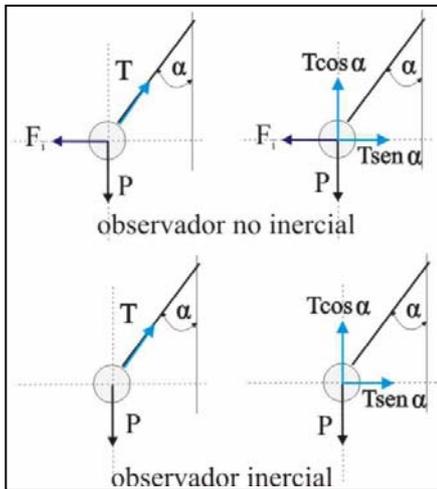
SOL:

El observador situado dentro del vagón es un observador no inercial y para él las fuerzas que actúan sobre la masa del péndulo son P = peso, cuya reacción está en la Tierra, T la tensión de la cuerda o fuerza con que la cuerda tira de la masa, la reacción está aplicada en la cuerda y F_i que es una fuerza llamada inercial que él aplica a la masa porque sabe que su sistema no es inercial y está acelerado respecto a uno inercial, esta fuerza no tiene reacción. Se han representado en las dos figuras superiores, las fuerzas:

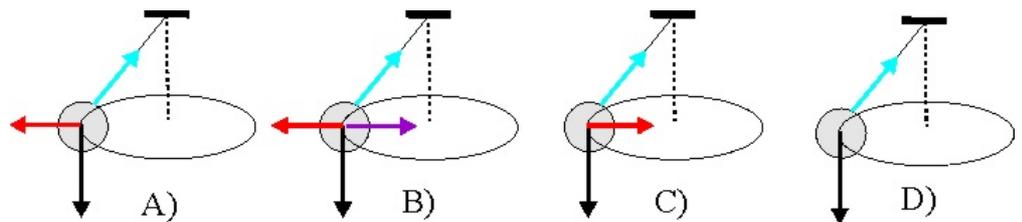
Para el observador no inercial la masa del péndulo está en reposo y por ello escribe que la suma de las tres fuerzas es cero. Si descompone la fuerza T en dos componentes $T \sin \alpha = F_i = ma$, $T \cos \alpha = P = mg$ y de ambas ecuaciones resulta:

$$T \sin \alpha / T \cos \alpha = ma / mg; \tag \alpha = a/g$$

El observador situado en la vía es inercial y para él las fuerzas que actúan sobre la masa son el peso P , y la tensión de la cuerda. Descompone la fuerza tensión en $T \sin \alpha$ y en $T \cos \alpha$ y razona que para él la masa del péndulo no se mueve respecto del eje vertical y por consiguiente escribe que $T \cos \alpha = P = mg$, en cuanto al eje horizontal, este observador determina que la masa del péndulo se mueve respecto de él con una aceleración a y de acuerdo con el segundo principio de la dinámica razona que se necesita una fuerza que produzca esta aceleración y esa fuerza es precisamente la componente $T \sin \alpha = ma$. De las dos ecuaciones se deduce: $T \sin \alpha / T \cos \alpha = ma / mg; \tag \alpha = a/g$. Ambos observadores llegan al mismo resultado, el no inercial tiene que introducir una fuerza de inercia además de las reales, el observador inercial sólo necesita fuerzas reales.



2.5.13. Un péndulo cónico gira en un plano horizontal con velocidad angular constante. Para un observador no inercial, ligado al propio péndulo establecería un diagrama de fuerzas como el:



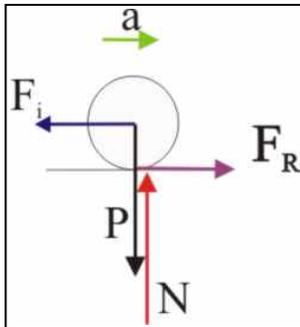
- a) A b) B c) C d) D

SOL:

El observador no inercial cuyo sistema de referencia está en el propio péndulo necesita introducir una fuerza de inercia que tenga sentido contrario a la aceleración de la masa del péndulo. Como para el sistema inercial esta aceleración es la centrípeta, la fuerza de inercia estará dirigida hacia fuera de la circunferencia descrita por la masa del péndulo. Como fuerzas reales están el peso, cuya reacción está sobre la Tierra, y la fuerza con que el hilo tira de la masa y cuya reacción está aplicada en el hilo. En definitiva para el observador no inercial existen tres fuerzas, dos reales y una de inercia y tal situación solamente se da en la opción a.

2.5.14. Un vagón de ferrocarril transporta una mesa de billar y sobre el tapete de la mesa se sitúa una bola. Si el vagón arranca, para una persona que esté dentro del mismo, la bola:

- NO SE MOVERÍA
- SE DESPLAZA HACIA ATRÁS
- SE DESPLAZARÍA HACIA ADELANTE
- O ESTÁ QUIETA O SE DESPLAZA HACIA ATRÁS
- O ESTÁ QUIETA O SE DESPLAZA HACIA ADELANTE

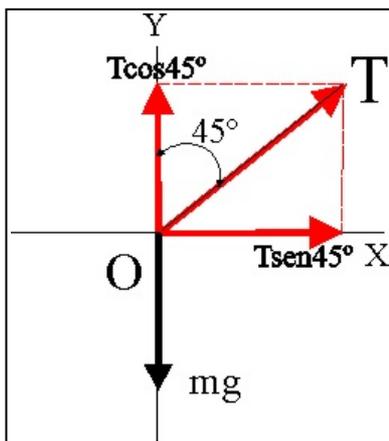
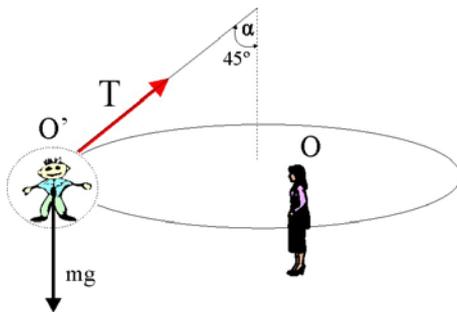


SOL:
Para una persona que está dentro del vagón y que por consiguiente está en un sistema no inercial sobre la bola actúan las siguientes fuerzas:

El valor de la fuerza de inercia es ma , siendo m la masa de la bola y a la aceleración del vagón. La fuerza de rozamiento tendrá como máximo el valor $\mu N = \mu P = \mu mg$. Si la fuerza de inercia es menor que la fuerza de rozamiento máxima para el observador que está dentro del vagón la bola no se mueve, pero si el valor de la fuerza de inercia es superior al valor máximo de la fuerza de rozamiento entonces verá que la bola se desplaza hacia la izquierda, es decir, hacia atrás del vagón; indicando hacia atrás el sentido contrario a la marcha del vagón, la respuesta correcta es la opción d.

2.5.15. Un observador O en un sistema fijo analiza el movimiento giratorio de una burbuja de masa despreciable, colgada de un cable, dentro de la cual existe otro observador O' de masa m . La burbuja da vueltas con velocidad angular constante, de manera que el cable forma con la vertical un ángulo de 45° . Ambos observadores hacen las siguientes afirmaciones:

- O' DICE: "LA FUERZA INERCIAL QUE LLAMO CENTRÍFUGA, TIENE UN MÓDULO IGUAL AL DEL PESO.
- O DICE: "LA ACELERACIÓN CENTRÍPETA QUE LLEVA LA BURBUJA ES NUMÉRICAMENTE IGUAL A LA GRAVEDAD
- O' MANIFIESTA: "LA TENSIÓN DEL CABLE ES 1,4 VECES MI PESO.
- O MANIFIESTA: "SI EN ESTE MOMENTO SE ROMPE LA CUERDA, EL PESO LA HARÁ CAER"
- O' AGREGA: "SI SE ROMPE LA CUERDA ME VOY POR LA TANGENTE DE MI TRAYECTORIA"



SOL:

El observador O, será un observador inercial, y considerará el siguiente sistema de fuerzas no equilibradas, ya que existe una aceleración normal, debida al movimiento circular uniforme.

$T + mg = ma_n$. Si se descomponen en componentes X,Y :

Sobre el eje Y, $T \cos 45^\circ - mg = 0$ (I)

Sobre el eje X, $T \sin 45^\circ = ma$ (II).

Despejando T en (I), y llevándola a (II), $\tan 45^\circ = \frac{a}{g}$ Como $\tan 45^\circ = 1$ $a = g$.

Al romperse la cuerda, $T=0$, desequilibrándose el sistema sobre el eje Y. Dejará de seguir la trayectoria circular, al no estar ligado a la cuerda, y la aceleración de su movimiento será $:-g \text{ m/s}^2$.

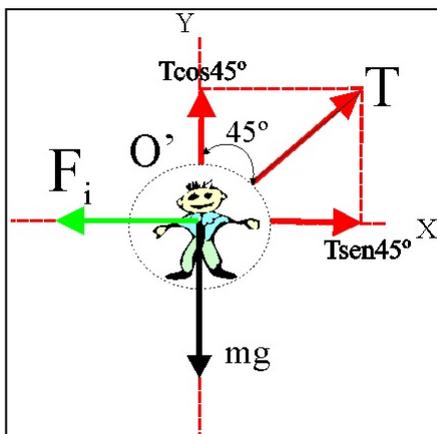
El observador O', será un observador no inercial. Considera el sistema equilibrado, con la introducción de una fuerza inercial, F_i , tal como indica el esquema. En este sistema y descomponiendo las diferentes fuerzas en componentes sobre los ejes X e Y:

Sobre el eje Y, $T \cos 45^\circ - mg = 0$ (I), $T \cos 45^\circ = mg$

Sobre el eje X, $T \sin 45^\circ - F_i = 0$ (II).

Sustituyendo $T \cos 45^\circ$ de (I) en $T \sin 45^\circ$ en (II) [$\sin 45^\circ = \cos 45^\circ$],

$mg - F_i = 0$

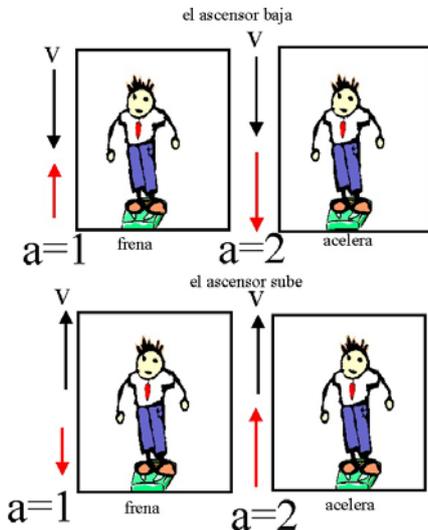


Por lo tanto F_i tiene un módulo igual al del peso = $|m\vec{g}|$

Si en (I), se despeja $T = mg/\cos 45^\circ = 1,4mg$.

Al romperse la cuerda, $T=0$, y la burbuja cuya velocidad instantánea es tangente a la trayectoria circular, saldrá con esta velocidad inicial, y una $\mathbf{a} = -g\mathbf{j}$.

De todo ello se podrá confirmar que todas las propuestas son correctas.



2.5.16. Tu masa es de 70 kg. Teniendo en cuenta que el ascensor de tu casa tiene una aceleración máxima de 2 m/s^2 , cuando aumenta su velocidad, y de 1 m/s^2 , cuando frena, si te pesas dentro de él, con una báscula de baño, que marca en kilos de peso, ésta indicará, si el ascensor:

FRENA BAJANDO:

a) 63 b) 56 c) 84 d) 77 e) NADA DE LO DICHO

ACELERA BAJANDO:

a) 84 b) 63 c) 56 d) 77 e) NADA DE LO DICHO

FRENA SUBIENDO:

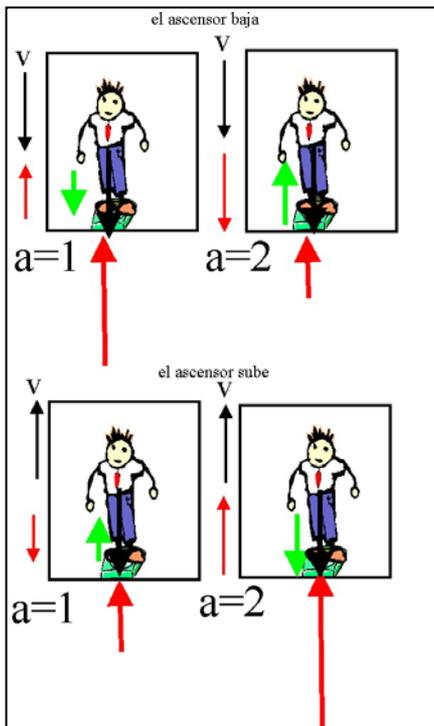
a) 56 b) 84 c) 77 d) 63 e) NADA DE LO DICHO

ACELERA SUBIENDO:

a) 63 b) 84 c) 77 d) 56 e) NADA DE LO DICHO

SUBE CON $v = \text{cte}$:

a) 84 b) 70 c) 56 d) 77 e) NADA DE LO DICHO



SOL:

Por lo mencionado en las cuestiones anteriores, tomando $\mathbf{g} = -10\mathbf{j} \text{ m/s}^2$,

$\mathbf{R} = m\mathbf{g} + \mathbf{F}_i$, siendo \mathbf{R} , la reacción de la báscula. Como $\mathbf{F} = -m\mathbf{a}$, siendo \mathbf{a} la aceleración del ascensor. Aplicándolo a las situaciones dadas:

a) Si frena bajando y empleando las unidades SI, $\mathbf{v} = -v\mathbf{j}$, $\mathbf{a} = \mathbf{j}$. $\mathbf{F}_i = -70\mathbf{j} = -70\mathbf{j}$, $\mathbf{R} = -700\mathbf{j} - 70\mathbf{j} = -770\mathbf{j}$.

Como la balanza indica el módulo y en kg, marcaría 77 kg. Solución válida, la d.

b) Si acelera bajando, $\mathbf{v} = -v\mathbf{j}$, y $\mathbf{a} = -2\mathbf{j}$. $\mathbf{F}_i = -70 \cdot (-2\mathbf{j}) = 140\mathbf{j}$. $\mathbf{R} = -700\mathbf{j} + 140\mathbf{j} = -560\mathbf{j}$.

La balanza marcará por lo tanto 56 kg. tal como se indica en a.

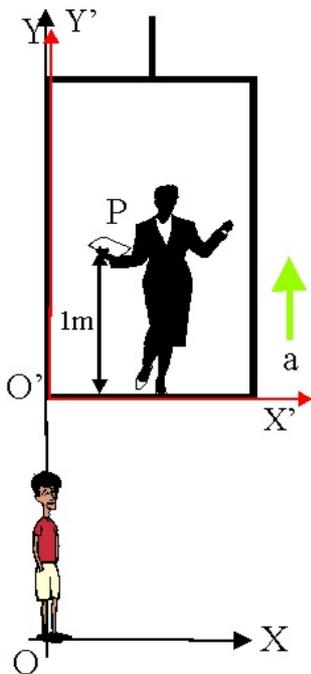
c) Si frena subiendo, $\mathbf{v} = v\mathbf{j}$, y $\mathbf{a} = -1\mathbf{j}$. $\mathbf{F}_i = -70 \cdot (-1\mathbf{j}) = 70\mathbf{j}$. $\mathbf{R} = -700\mathbf{j} + 70\mathbf{j} = -630\mathbf{j}$.

La balanza marcará 63 kg., como se propone en d.

d) Si acelera subiendo, $\mathbf{v} = v\mathbf{j}$, y $\mathbf{a} = 2\mathbf{j}$. $\mathbf{F}_i = -70 \cdot 2\mathbf{j} = -140\mathbf{j}$. $\mathbf{R} = -700\mathbf{j} - 140\mathbf{j} = -840\mathbf{j}$.

La balanza marcará, 84 kg., como se propone en b.

Si sube con $\mathbf{v} = \text{cte}$, $\mathbf{a} = 0$. $\mathbf{F}_i = 0$, $\mathbf{R} = -700\mathbf{j}$. Indicando la balanza 70kg., como en b.



2.5.17. Tu madre O', sube en un ascensor transparente, que arranca con una aceleración constante de 2 m/s^2 . A los 2 segundos de ascenso, se le cae del bolsillo de la chaqueta, a un metro del suelo del ascensor, un pañuelo. Hecho que también observas tú, O, desde abajo. Ambos comentáis:

O' -EL PAÑUELO DESCENDIÓ 1 METRO

O -EL PAÑUELO SUBIÓ 80 CENTIMETROS HASTA LLEGAR AL SUELO DEL ASCENSOR

Un jurado de observadores imparciales afirmará:

- TIENE RAZÓN O'
- TIENE RAZÓN O
- TIENEN RAZÓN LOS DOS
- NO TIENE RAZÓN NINGUNO DE LOS DOS

SOL:

En el sistema del ascensor O', dado que el pañuelo alcanzó el suelo del mismo, del que distaba un metro, habrá descendido un metro. En cambio en un sistema en reposo relativo, en el que se encuentra O, el desplazamiento del pañuelo corresponderá a la diferencia de los vectores de posición final e inicial.

Respecto a O, el vector de posición inicial del pañuelo a los dos segundos, esto es antes de caer, será: $\mathbf{r}=\mathbf{r}_{0i}+\mathbf{r}'$, siendo $\mathbf{r}'=1\mathbf{j}$ m.(posición del pañuelo respecto al suelo del ascensor), mientras que

$\mathbf{r}_{0i}=\mathbf{at}^2/2 \mathbf{j} = 2.2^2/2\mathbf{j} = 4\mathbf{j}$ m.Por lo tanto $\mathbf{r}=4\mathbf{j} + 1\mathbf{j} = 5\mathbf{j}$ m.

El tiempo transcurrido en la caída del pañuelo, se puede calcular al partir de su recorrido en el sistema del ascensor de cuyo suelo dista un metro (el tiempo es el mismo en ambos sistemas).

Si se observa el dibujo, en el sistema acelerado, actúan sobre el pañuelo en equilibrio en el bolsillo,

a) su peso : $-\mathbf{mgj}$,

b) la \mathbf{F}_i (fuerza inercial) = $-\mathbf{ma} = -\mathbf{m} \cdot 2\mathbf{j}$.

que se equilibran con la reacción del bolsillo, que desaparece al caer. En esta situación, y tomando $g=10\text{m/s}^2$:

$-10\mathbf{mj} - 2\mathbf{mj} = \mathbf{ma}$, \mathbf{a} de caída dentro del ascensor = $-12\mathbf{j} \text{ m/s}^2$. como $\mathbf{r}=\mathbf{at}^2/2$, $1=12\mathbf{t}^2/2$, $\mathbf{t}=0,41\text{s}$.

Por lo tanto, el vector de posición final del pañuelo para el observador O, será: $\mathbf{r} = \mathbf{r}_{0f} + \mathbf{r}'$, siendo $\mathbf{r}'=0$, dado que el pañuelo alcanzó el suelo, y $\mathbf{r}_{0f}=\mathbf{at}^2/2$, siendo t, el tiempo transcurrido hasta que el pañuelo llegó al suelo : $2+ 0,41 \text{ s.} = 2,41\text{s.}$,

$\mathbf{r}_{0f} = 2,41^2 \cdot 2\mathbf{j} / 2 = 5,80\mathbf{j}$ m. $\mathbf{r}=5,80\mathbf{j} + 0 = 5,80\mathbf{j}$ m

El desplazamiento del pañuelo corresponderá a $\mathbf{r}_{2,41\text{s}} - \mathbf{r}_{2\text{s}} = 5,80\mathbf{j} - 5,00\mathbf{j} = 0,80\mathbf{j}$ m. El módulo del desplazamiento que es lo que evaluará el observador O, será 0,80m.

Por lo tanto ambos tendrán razón, o sea la propuesta c.

