

2.2. ROZAMIENTO

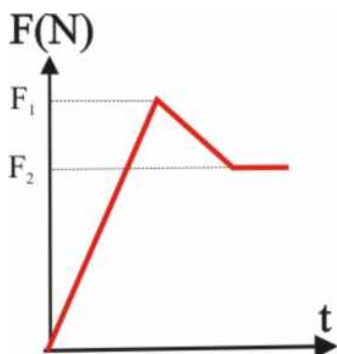
2.2.1.* Si estudias a fondo las fuerzas de rozamiento dentro de todas las fuerzas que tienden a impedir el movimiento, dirás que aquellas pueden ser útiles ya que:

- a) PERMITEN CAMINAR AL HOMBRE
- b) SIN ROZAMIENTO NO ANDARÍAN LOS COCHES
- c) SIN ROZAMIENTO CON EL AIRE MUCHOS AVIADORES MORIRÍAN CUANDO DESPUÉS DE UN ACCIDENTE AÉREO TIENEN QUE ABANDONAR EL AVIÓN.
- d) SIN ROZAMIENTO NO PODRÍAMOS ANDAR EN BICICLETA
- e) SIN ROZAMIENTO LOS CUERPOS EN MOVIMIENTO NO PARARÍAN NUNCA

SOL:

El movimiento del hombre o de un vehículo sobre el suelo, se produce gracias a las fuerzas de rozamiento. Al caminar, la persona empuja el suelo con los pies hacia atrás, y éste ejerce una de fricción sobre la persona empujándola hacia delante.

La rueda de un automóvil o de cualquier otro vehículo (bicicleta) gira debido al par tracción-fricción (fuerza desarrollada por el motor, o por la acción del pie sobre el pedal y la ejercida por el rozamiento de las ruedas con el suelo. Si éste no existiera, la rueda patinaría. Por todo ello son correctas las propuestas a, b y d. También es correcta la c, puesto que las fuerzas de rozamiento del aire con el paracaídas, son las que propician que un aviador pueda descender, cuando salta de un avión por accidente, con movimiento uniforme, cuando las fuerzas de rozamiento sean iguales a mg . La e también es correcta, de acuerdo con la primera ley de la Dinámica que explica que en ausencia de fuerzas un cuerpo en movimiento seguirá así indefinidamente.



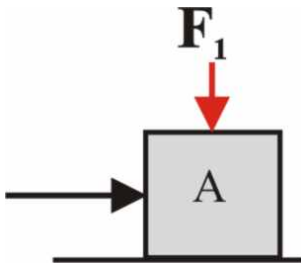
2.2.2.* Si empujas un objeto sobre una mesa horizontal y mides la fuerza que tienes que hacer, hasta que empieza a moverse sobre dicha mesa con movimiento uniforme, obtendrías una gráfica como la de la figura, siendo F_1 la fuerza necesaria para empezar a moverlo y F_2 , la fuerza necesaria para mantenerlo después con movimiento uniforme. De todo ello, deducirás que:

- LA RESISTENCIA AL CAMBIO DE POSICIÓN ES MAYOR CUANDO ESTÁ PARADO QUE CUANDO ESTÁ MOVIÉNDOSE
- EXISTEN DOS TIPOS DE ROZAMIENTO: ESTÁTICO, CUANDO ESTÁ PARADO, Y DINÁMICO CUANDO ESTÁ MOVIÉNDOSE
- LA FUERZA DE ROZAMIENTO ESTÁTICO ES MAYOR QUE LA DEL DINÁMICO, PORQUE SE ACOPLAN MEJOR LAS RUGOSIDADES DE LAS SUPERFICIES EN CONTACTO
- LAS FUERZAS DE ROZAMIENTO AL DESLIZAMIENTO, DEPENDEN SIEMPRE DEL PESO, Y LA CONSTANTE DE PROPORCIONALIDAD SE DENOMINA COEFICIENTE DE ROZAMIENTO
- EL COEFICIENTE DE ROZAMIENTO ESTÁTICO ES SIEMPRE IGUAL AL DINÁMICO
- EL COEFICIENTE DE ROZAMIENTO NO TIENE DIMENSIONES, Y ES UNA MAGNITUD ESCALAR
- LAS FUERZAS DE ROZAMIENTO SÓLO DEPENDEN DE LAS FUERZAS NORMALES O PERPENDICULARES A LA SUPERFICIE DE CONTACTO

SOL:

Las superficies en contacto del objeto y de la mesa, no son uniformes y sus rugosidades se acoplan, lo cual se producirá mejor cuando el objeto está parado que al desplazarse, por este motivo la resistencia al avance será mayor en el primer caso, y la fuerza F_1 que debemos ejercer para iniciar el movimiento tendrá que ser mayor, disminuyendo hasta un valor F_2 , al comenzar aquél, y manteniéndose constante, al no depender de la velocidad, si ésta no es excesivamente grande. Por definición $F_R = \mu N$, siendo el módulo de N , en este caso, numéricamente igual a mg , por lo tanto, para iniciar el movimiento debemos igualar o superar una fuerza de rozamiento estático con $F_1 \geq \mu_E mg$ mientras que $F_2 \geq \mu_D mg$ como $F_1 > F_2$, por lo tanto $\mu_E > \mu_D$.

Es evidente que el coeficiente de rozamiento es adimensional, al ser el cociente del módulo de dos de dos fuerzas, resulta una magnitud escalar. Por todo ello, serán correctas sólo las propuestas: a, b, c, y f. La respuesta d no es correcta, porque la fuerza de rozamiento al deslizamiento depende de las reacciones normales entre las superficies de contacto y si la superficie es inclinada no es igual al peso. Las respuestas e y g también son falsas.



2.2.3.* Si aprietas el cuerpo A, con una fuerza F_1 , notarás que tienes mayor dificultad en moverlo. Esto es debido a que:

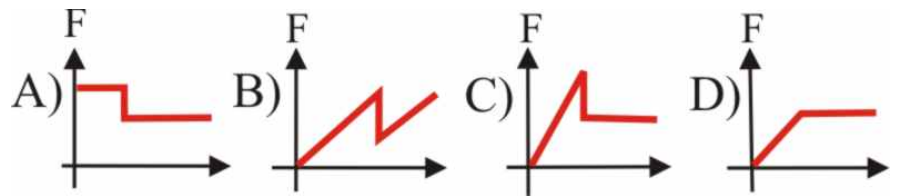
- a) AUMENTA EL PESO DE A
- b) AUMENTA EL COEFICIENTE DE ROZAMIENTO
- c) AUMENTA LA REACCIÓN DEL SUELO
- d) AUMENTA LA ATRACCIÓN DE LA TIERRA
- e) AUMENTA LA INTERACCIÓN ENTRE LAS SUPERFICIES EN CONTACTO

SOL:

Es evidente que la mayor dificultad al movimiento se debe al aumento de las fuerzas de rozamiento que se produce porque también lo hace la interacción de las superficies en contacto y la correspondiente reacción del suelo o normal. Por lo tanto son sólo correctas las propuestas c y e. El peso depende de la atracción de la Tierra, y por lo tanto del valor de g en dicho lugar, no de la fuerza de contacto F_1 ejercida por nosotros, por lo que son falsas las respuestas a y d. El coeficiente de rozamiento depende de la naturaleza de las superficies en contacto, tal como se ha visto en la cuestión 2.2.2.



2.2.4. Si actúas sobre el cuerpo A, con una fuerza F , para intentar moverlo, y a continuación para que se desplace con movimiento uniforme, la variación de dicha fuerza con el tiempo, viene representada mejor por la gráfica:

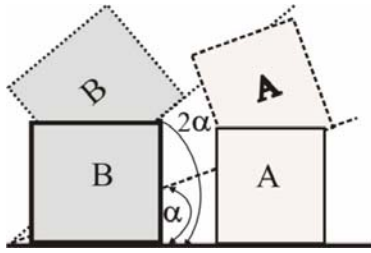


- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) NINGUNA

SOL:

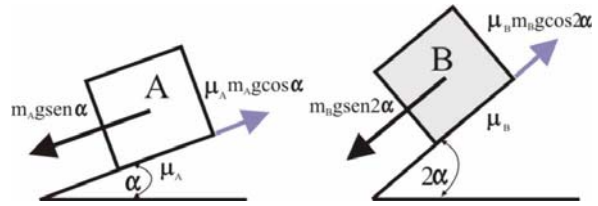
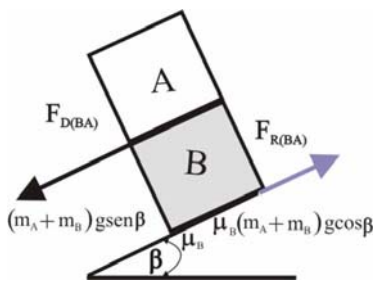
La respuesta a esta cuestión se presenta en el desarrollo de la 2.2.2, y la solución correcta será la c.

2.2.5. Dispones de un plano inclinado, y dos cuerpos A y B, aparentemente parecidos. A, desliza por el plano, cuando el ángulo que forma es α y B lo hace, cuando es 2α . Las conclusiones que sacas sobre esta experiencia son que:



- CUANDO A SE SITÚA ENCIMA DE B, EL ÁNGULO MÍNIMO, BAJO EL CUAL EL CONJUNTO DESLIZA ES $<2\alpha$
- EL COEFICIENTE DE ROZAMIENTO ESTÁTICO DE B ES MAYOR QUE EL DE A
- SI PONES B SOBRE A, EL ÁNGULO MÍNIMO DE DESLIZAMIENTO DEL CONJUNTO ES MAYOR QUE α
- LA SUPERFICIE DE CONTACTO DE B ES MENOS RUGOSA QUE LA DE A
- B TIENE MAYOR MASA QUE A

SOL:



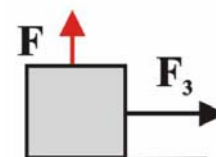
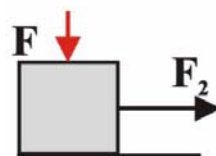
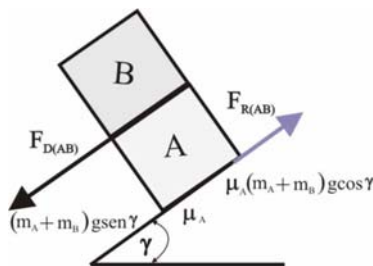
Sobre ambos cuerpos y en la dirección del movimiento actúan dos fuerzas: la de deslizamiento, $m g \sin \alpha$ y la de rozamiento, $\mu m g \cos \alpha$. En las condiciones de deslizamiento, dado que ambos cuerpos estaban en reposo y según los esquemas de fuerzas adjuntos, para el caso de A, $m_A g \sin \alpha > \mu_A m_A g \cos \alpha$ y $\tan \alpha > \mu_A$, y en el caso del cuerpo B, $m_B g \sin 2\alpha > \mu_B m_B g \cos 2\alpha$; $\tan 2\alpha > \mu_B$.

Como se supone que $0 < 2\alpha < 90^\circ$, $\tan 2\alpha > \tan \alpha$, de lo que $\mu_B > \mu_A$, que confirma la propuesta b.

Si sitúas A encima de B, el coeficiente de rozamiento entre las superficies es μ_B . Dado que el deslizamiento es independiente de las masas que se desplazan, para que lo hagan se deberá inclinar un ángulo β , tal que $\tan \beta > \mu_B$, siendo $\beta \geq 2\alpha$ pero nunca menor, lo que invalida la propuesta a.

Si sitúas B encima de A, el coeficiente de rozamiento entre A y la mesa es μ_A , y por lo dicho anteriormente, para que deslice $\tan \gamma > \mu_A$, siendo $\gamma \geq \alpha$ por lo tanto el mínimo valor $\gamma = \alpha$ hace incorrecta la solución c.

Dado que los coeficientes de rozamiento dependen de las rugosidades respectivas, al ser $\mu_B > \mu_A$, la superficie de contacto de B también deberá ser más rugosa que la que A, confirmando la solución d. La e, es incorrecta, ya que no se puede precisar este detalle por el simple hecho que uno de los cuerpos deslice en condiciones más favorables que el otro.

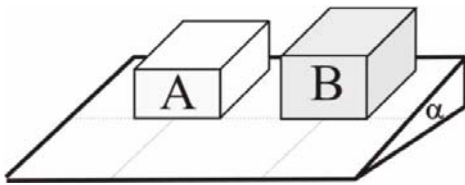


2.2.6. Quieres mover un cuerpo de una determinada masa, cuyo coeficiente de rozamiento con el suelo es μ y dadas las 3 situaciones del dibujo, podrás afirmar que:

- $F_1 > F_2 > F_3$
- $F_1 = F_2 = F_3$
- $F_1 < F_2 < F_3$
- $F_3 < F_1 < F_2$

SOL:

Para que un cuerpo se mueva, la fuerza de deslizamiento, deberá ser mayor que la de rozamiento, que es μN . Como las normales respectivas serán: $N_1 = mg$, $N_2 = mg + F$ y $N_3 = mg - F$, aplicándolo al caso: $F_1 > \mu mg$, $F_2 > \mu (mg + F)$, y $F_3 > \mu (mg - F)$. Sustituyendo μmg por F_1 , tendremos que: $F_2 > F_1 + \mu F$ y $F_3 > F_1 - \mu F$. Como $\mu > 0$, podremos concluir que $F_2 > F_1$ y $F_3 < F_2$, y $F_1 > F_3$ por lo tanto será $F_3 < F_1 < F_2$ siendo correcta la propuesta d.



2.2.7.* Dos cuerpos A y B, tales que la masa de A es el doble de la de B, siendo en cambio su coeficiente de rozamiento μ con el plano inclinado donde se encuentran, la mitad, están en condiciones de deslizamiento. Según ello, y partiendo de la misma altura podrás decir que:

- A Y B LLEGAN AL MISMO TIEMPO A LA BASE DEL PLANO
- A LLEGA ANTES QUE B
- B LLEGA ANTES QUE A
- A LLEGA ANTES QUE SI ESTUVIERA ENCIMA DE B
- B LLEGA MÁS TARDE QUE SI ESTUVIERA ENCIMA DE A

SOL:

Para el cuerpo A, la fuerza de deslizamiento es $F_D = m_A g \sin \alpha$ y la de rozamiento, $F_R = \mu_A m_A g \cos \alpha$.

Para el cuerpo B, serán $F_D = m_B g \sin \alpha$ y $F_R = \mu_B m_B g \cos \alpha$ respectivamente.

Como $a = (F_D - F_R)/m$, las aceleraciones de bajada del plano inclinado serán, para A, $a_A = g(\sin \alpha - \mu_A \cos \alpha)$ y para B, $a_B = g(\sin \alpha - \mu_B \cos \alpha)$. Como $\mu_A = \mu_B/2$, al no

afectar la masa a la aceleración del sistema, la $a_A > a_B$. Pero $s = at^2/2$, y $t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$,

siendo s común para el descenso de ambos cuerpos pues parten del mismo sitio, por lo tanto en el descenso, $t_A < t_B$, que confirma la propuesta b y desmienten la a y la c.

Si A está encima de B, el coeficiente de rozamiento con el plano sería μ_B , la aceleración a_B , tardando el mismo tiempo que B, y por lo tanto, llegaría antes si el descenso lo hiciera aisladamente. Es correcta la propuesta d.

Si B estuviera sobre A, el coeficiente de rozamiento sería μ_A , la aceleración de descenso a_A , tardando el mismo tiempo que A aisladamente, que llegaba antes que B en esas condiciones, por lo tanto también es correcta la propuesta e.

2.2.8. Un cuerpo está situado en lo alto de un plano inclinado (ángulo de inclinación α). Se supone que entre el cuerpo y el plano existe rozamiento. Si el cuerpo se mueve con movimiento uniformemente acelerado es debido a que:

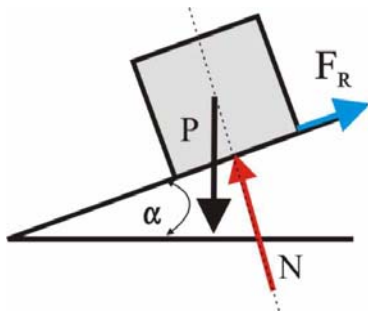
- PESO = FUERZA DE ROZAMIENTO
- PESO $\cdot \sin \alpha$ = FUERZA DE ROZAMIENTO
- PESO < FUERZA DE ROZAMIENTO
- PESO $\cdot \cos \alpha$ = FUERZA DE ROZAMIENTO
- PESO $\cdot \sin \alpha$ > FUERZA DE ROZAMIENTO

SOL:

Para que el cuerpo se mueva con un MUA, es necesario que $a > 0$, y que $F_D > F_R$.

Como $F_D = m g \sin \alpha$; $m g \sin \alpha = P \sin \alpha > F_R$.

Sólo será correcta la propuesta e.



2.2.9.* En un plano inclinado, tenemos un cuerpo como el de la figura adjunta:

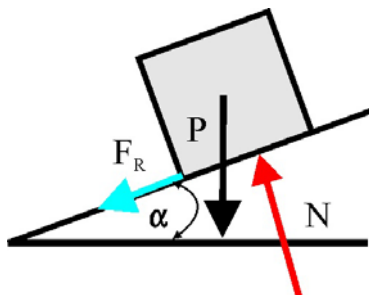
- SI $\mathbf{N} + \mathbf{F}_R + \mathbf{P} = 0$, EL CUERPO SE MUEVE CON MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO
- SI VAMOS AUMENTANDO EL ÁNGULO α DE LA PENDIENTE, A PARTIR DE CIERTO VALOR EL CUERPO CAERÁ CON MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE RETARDADO
- CUANDO $\tan \alpha = N/P$ EL CUERPO SE DESLIZARÁ CON MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO
- SI $\mathbf{P} + \mathbf{N} + \mathbf{F}_R = 0$, EL CUERPO SE PUEDE MOVER CON MOVIMIENTO UNIFORME

SOL:

Si la suma de las tres fuerzas indicadas es 0, el cuerpo se encuentra en equilibrio, ya estático (si estaba en reposo), ya dinámico (movimiento rectilíneo uniforme), si estaba en movimiento, por lo que la solución d, será correcta, no siéndolo la a ni las demás.

2.2.10. En la gráfica adjunta se han representado las fuerzas que actúan sobre un cuerpo que se mueve sobre un plano inclinado.

De la misma puede deducirse:

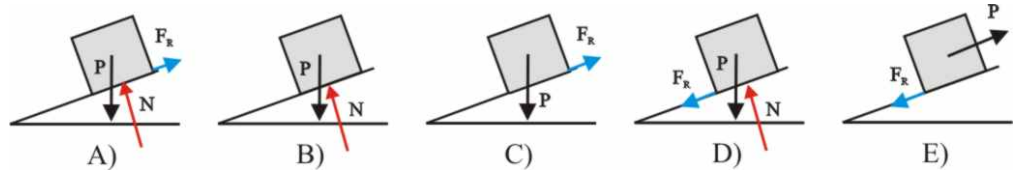


- EL MÓVIL DESCENDE POR EL PLANO INCLINADO CON MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO
- EL MÓVIL DESCENDE POR EL PLANO INCLINADO CON MOVIMIENTO UNIFORME
- EL MÓVIL ASCIENDE POR EL PLANO INCLINADO CON MOVIMIENTO UNIFORME
- EL MÓVIL ASCIENDE POR EL PLANO INCLINADO CON MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE RETARDADO
- EL MÓVIL DESCENDE POR EL PLANO INCLINADO CON MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE RETARDADO

SOL:

Dado que la fuerza de rozamiento tiene sentido contrario al del movimiento, la observación del diagrama de fuerzas nos dice que el cuerpo está subiendo por el plano inclinado. La fuerza de rozamiento y la componente del peso $P \sin \alpha$ se oponen al movimiento creando una aceleración dirigida hacia abajo del plano inclinado; por consiguiente, sólo es posible un movimiento uniformemente retardado, tal como se indica en la solución d.

2.2.11. Un cuerpo se mueve hacia arriba de un plano inclinado. F_R representa la fuerza de rozamiento, P el peso del cuerpo y N la fuerza con que el plano empuja al cuerpo. La representación del diagrama de fuerzas que actúan sobre el cuerpo es:



SOL:

Sobre el cuerpo actúan tres fuerzas; el peso P , la fuerza de interacción con el plano N y la fuerza de rozamiento. Si el cuerpo se desplaza hacia arriba, la fuerza de rozamiento está dirigida hacia abajo del plano inclinado. La única opción que cumple estas condiciones es la D

2.2.12.* Cuando pretendes que un cuerpo paralelepédico de madera, deslice por un plano inclinado, observas que esto será más o menos fácil según la cara sobre la que lo apoyes, entonces manifiestas que:

- LAS FUERZAS DE ROZAMIENTO QUE IMPIDEN DICHO DESLIZAMIENTO, SON INDEPENDIENTES DE LA MAGNITUD DE LAS SUPERFICIES DE LAS CARAS
- LAS FUERZAS DE ROZAMIENTO SIEMPRE TIENEN LA MISMA DIRECCIÓN QUE EL VECTOR VELOCIDAD
- SÓLO DEPENDEN DE LA RUGOSIDAD DE LA SUPERFICIE
- TODAS LAS CARAS TIENEN EL MISMO COEFICIENTE DE ROZAMIENTO, SEA CUAL FUERA LA NATURALEZA DE LA SUPERFICIE SOBRE LA QUE SE APOYEN
- SÓLO DEPENDE DEL PESO DEL CUERPO

SOL:

Las fuerzas de rozamiento dependen del coeficiente respectivo y de la fuerza normal, y aquél, sólo de la naturaleza de las superficies en contacto, por lo tanto será más o menos fácil, únicamente porque las rugosidades de las caras serán diferentes. La fuerza de rozamiento tiene sentido contrario al vector velocidad, pero actúa en la misma dirección. Por todo ello, sólo son correctas las propuestas a b y c.

2.2.13. Sobre un cuerpo que asciende con velocidad constante, por un plano inclinado, con rozamiento, tirado por una cuerda, actúan 4 fuerzas: \vec{A} , \vec{B} , \vec{C} y \vec{D} . De ellas dirás que:

- a) $\vec{A} > \vec{B}$ b) $|\vec{C}| = |\vec{D}|$ c) $|\vec{A}| = |\vec{B}|$

d) \vec{A} , \vec{B} Y \vec{C} SON FUERZAS DE CONTACTO

e) \vec{D} ES UNA REACCIÓN Y ESTÁ MAL DIBUJADA

SOL:

La condición de equilibrio dinámico que presupone el ascenso con velocidad constante, implica que la suma de todas las fuerzas dadas es nula: \vec{A} , \vec{B} , \vec{C} + $\vec{D} = 0$. Estableciendo un sistema de ejes

Si se descompone \vec{D} en componentes, $\vec{D} = -mg \sin \alpha \vec{i} - mg \cos \alpha \vec{j}$

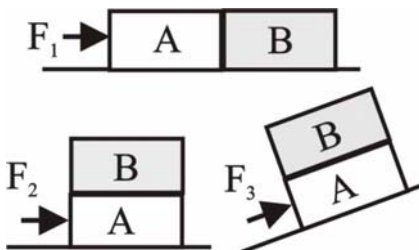
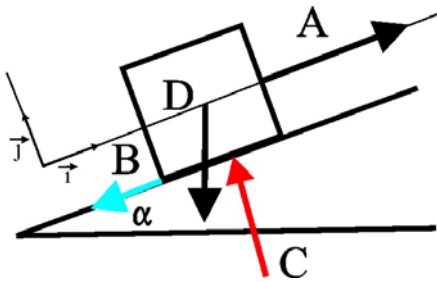
El equilibrio citado exige que: $-|\vec{B}|\vec{i} - |\vec{D}|\sin \alpha \vec{i} + |\vec{A}|\vec{i} = 0$ y,

$|\vec{C}|\vec{j} - |\vec{D}|\cos \alpha \vec{j} = 0$, de lo que $|\vec{A}| = |\vec{B}| + |\vec{D}|\sin \alpha$ y $|\vec{C}| = |\vec{D}|\cos \alpha$

Como $\alpha > 0$, es $\sin \alpha > 0$ y $|\vec{A}| > |\vec{B}|$; y $\vec{A} > \vec{B}$. Por otra parte es

$\cos \alpha < 1$ $|\vec{C}| < |\vec{D}|$ siendo correcta la propuesta a e incorrectas la b y c.

Las fuerzas de contacto se ejercen por contacto directo, al ser aplicadas sobre el cuerpo, y corresponden a \vec{A} , \vec{B} y \vec{C} , luego es correcta la respuesta d. Por otra parte \vec{D} no es una reacción, es el peso del cuerpo y por lo tanto tampoco es una fuerza de contacto, de modo que la respuesta e resulta correcta.



2.2.14. En el dibujo de la figura, tenemos dos bloques A y B, con la misma masa e igual coeficiente de rozamiento, y queremos hacer que se desplacen por un suelo horizontal, y después por uno inclinado un pequeño ángulo α , con movimiento uniforme. Para ello aplicamos las fuerzas \mathbf{F}_1 , \mathbf{F}_2 y \mathbf{F}_3 . De ellas podremos decir que:

- a) $\mathbf{F}_1 > \mathbf{F}_2 > \mathbf{F}_3$
 b) $\mathbf{F}_3 > \mathbf{F}_2 > \mathbf{F}_1$
 c) $\mathbf{F}_3 > \mathbf{F}_2 = \mathbf{F}_1$
 d) $\mathbf{F}_3 > \mathbf{F}_1 > \mathbf{F}_2$

SOL:

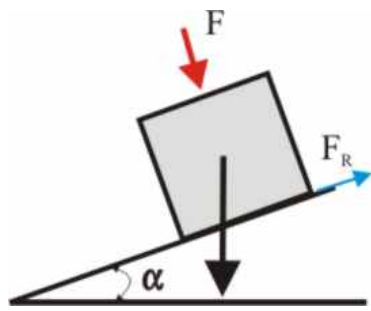
En el primer caso para que el sistema inicie su movimiento que deberá ser uniforme (equilibrio dinámico) habrá que efectuar una fuerza \mathbf{F}_1 , mínima igual a la de rozamiento debido al contacto de las bases de A y B, con la superficie sobre la que la deben deslizar. Puesto que $\mathbf{F}_R = \mu \mathbf{N}$, y suponiendo la masa de A y B, igual a m, $\mathbf{F}_1 = 2 \mu mg$.

Cuando se sitúa A sobre B, la superficie que contacta con el suelo es la de B, con coeficiente de rozamiento μ , pero como la fuerza normal es $2mg$, $\mathbf{F}_2 = \mathbf{F}_1 = 2 \mu mg$.

Al inclinar el plano de deslizamiento cierto ángulo, surge una fuerza de deslizamiento, por descomposición del peso $2mg$, que vale $\mathbf{F}_D = 2mg \sin \alpha$ y una fuerza normal que se opone a la componente perpendicular al suelo, del peso $\mathbf{N} = 2mg \cos \alpha$, por lo que $\mathbf{F}_R = 2 \mu mg \cos \alpha$

Por lo tanto $\mathbf{F}_3 = \mathbf{F}_D + \mathbf{F}_R = 2mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$

La aparición de una fuerza de deslizamiento que también se opone al movimiento, hace presuponer que para $0 < \alpha < 90^\circ$ $\mathbf{F}_3 > \mathbf{F}_2 = \mathbf{F}_1$, que corresponde a la propuesta c.



2.2.15.* Dispones el cuerpo A de masa m , sobre un plano inclinado α , con coeficiente estático de rozamiento μ . Ejerces una fuerza F sobre el cuerpo, perpendicular al plano, muy pequeña, e inclinas éste, aumentando el ángulo a α' , hasta que comience el deslizamiento. En esta situación podrás afirmar que:

- LA FUERZA DE ROZAMIENTO $F_R = \mu (mg \cos \alpha' + F)$
- $mg \sin \alpha > \mu (mg \cos \alpha' + F)$
- SI $F=0$, EL ÁNGULO DE DESLIZAMIENTO ES MENOR
- SI $F=0$, $\mu = \text{tangente del ángulo } \alpha'$

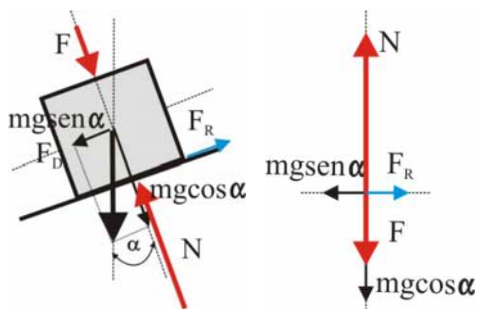
SOL:

En el esquema de fuerzas dado, podemos observar que al descomponer el peso en dos fuerzas $mg \sin \alpha$ y $mg \cos \alpha$; la reacción del suelo, o normal N será $mg \cos \alpha + F$, por lo que $F_R = \mu (mg \cos \alpha + F)$ que corresponde a la propuesta a.

Es evidente que para que comience a deslizar $F_D = mg \sin \alpha > F_R = \mu (mg \cos \alpha + F)$, tal como indica la propuesta b. Si $F=0$, la $F_R' = \mu mg \cos \alpha < F_R$, por lo tanto al ser menor la fuerza de rozamiento, también deberá serlo la menor fuerza para que comience el deslizamiento.

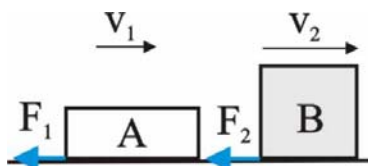
Así: $F_D' < F_D$, y $\sin \alpha' < \sin \alpha$, por lo que α' , ángulo de inclinación que permite deslizar al sistema será $< \alpha$, tal como señala la propuesta c.

En este último caso si $F_D' = mg \sin \alpha'$, $F_R' = \mu mg \cos \alpha'$; $\mu = \tan \alpha$, pero no la $\tan \alpha'$ que correspondía al anterior caso de deslizamiento, por lo que no será correcta la solución d.



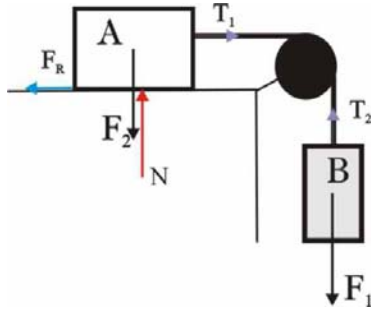
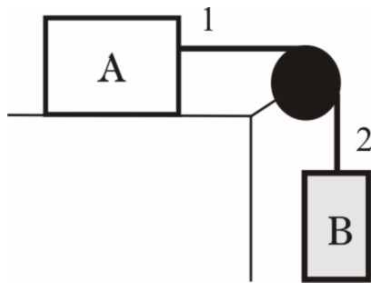
2.2.16.* Sobre un suelo horizontal, se disponen dos cuerpos A y B, de la misma masa, y naturaleza pero con distinta superficie de contacto con el suelo, tal que $S_A > S_B$ y que se mueven con velocidades v_1 y v_2 , respectivamente, siendo $v_2 > v_1$. De las fuerzas de rozamiento de ambos cuerpos con el suelo, F_1 y F_2 podrás decir que:

- $F_1 > F_2$
- $F_1 < F_2$
- $F_1 = F_2$
- F_1 Y F_2 NO DEPENDEN DE LAS VELOCIDADES
- F_1 Y F_2 SÓLO DEPENDEN DE LAS SUPERFICIES



SOL:

Dado que las fuerzas de rozamiento para unas velocidades normales, sólo dependen de coeficiente de rozamiento que a su vez lo hace de la naturaleza de las superficies y no de su magnitud, y de las fuerzas normales, que en este caso, al tener la misma masa serán iguales, $F_1 = F_2$ y las únicas propuestas válidas serán la c y la d.



2.2.17. En el sistema de la figura, y teniendo en cuenta que A y B, tienen la misma masa y coeficiente de rozamiento $\mu > 0$, podrás decir que:

- a) SÓLO SE MOVERÁ SI $\mu > 1$
- b) NUNCA SE MOVERÁ
- c) SÓLO NO ESTÁN EQUILIBRADAS LAS FUERZAS A DISTANCIA
- d) SI SE CORTA LA CUERDA POR 2, B CAE CON $a = g$
- e) SI SE CORTA LA CUERDA POR 1, A SE MUEVE HACIA SU IZQUIERDA

SOL:

Si las masas de A y B = m, las fuerzas que actúan sobre el sistema serán:

F_1 , a distancia debido a la atracción de la Tierra sobre B = $-mgj$.

F_2 , a distancia que ejerce la Tierra sobre A = $-mgj$, contrarrestada por la reacción del suelo = N .

F_R , fuerza de contacto que se ejerce sobre A = μN , en sentido contrario al movimiento.

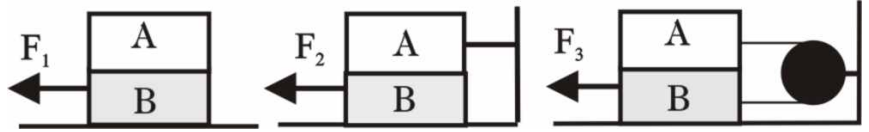
$T_1 = T_2$, fuerzas de contacto, interiores, denominadas en este caso tensiones, que ejercen las cuerdas sobre A y B.

Las únicas fuerzas no equilibradas que actúan en sentidos contrarios son F_1 y F_R , por lo que para que se mueva $F_1 > F_R$, y en valor modular, $mg > \mu mg \rightarrow \mu < 1$ contrario a la propuesta a.

Si se corta la cuerda por 2, $T_2 = 0$, $F_2 = -mgj = ma$, $a = -gj = g$, que será la aceleración de caída de B.

La F_R , sólo actúa en el sentido indicado cuando el sistema se desplaza hacia la derecha y nunca es capaz de producir movimiento. Por lo tanto sólo es correcta la propuesta d y no la e.

2.2.18. En los esquemas de las figuras, las masas y los coeficientes de rozamiento de A y B son los mismos, siendo las fuerzas F_1 , F_2 y F_3 , las mínimas para que B, en cada sistema se desplace con movimiento uniforme.

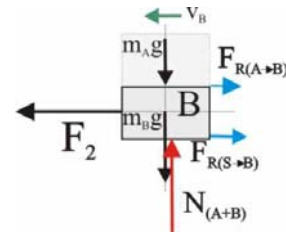
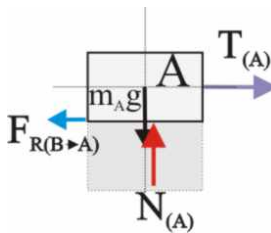
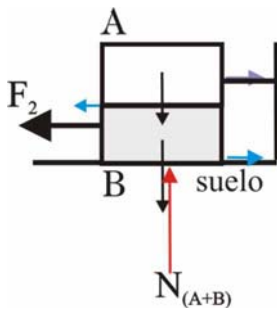


Según eso podrás decir que:

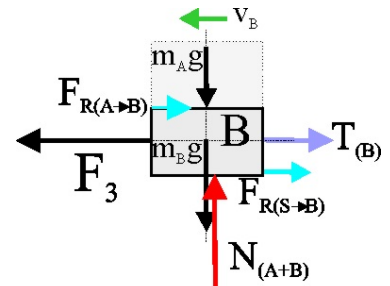
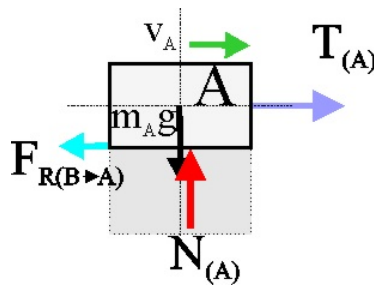
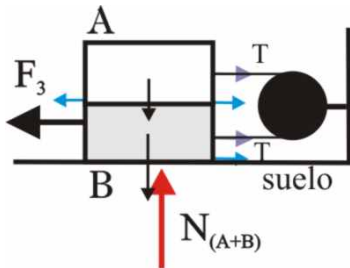
- a) $F_1 = F_2 = F_3$ b) $F_1 > F_2 > F_3$
 c) $F_1 < F_2 < F_3$ d) $F_1 > F_3 > F_2$

SOL:

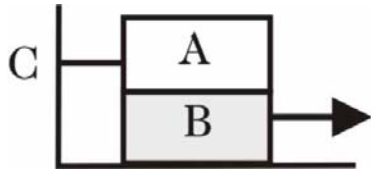
Suponiendo las masas de A y B =m, y estudiando las fuerzas actuantes en cada caso, tal como en la cuestión 2.2.14, $F_1 = F_R = \mu N = 2 \mu mg$.



En el caso de F_2 , el problema es diferente, dado que A, solo se puede desplazar sobre B, aunque si lo haga B sobre el suelo, por lo cual en la superficie de A en contacto con B, se producirá una F_R' , que incrementará la F_R , fuerza de rozamiento que se produce entre la superficie de B y el suelo, y que hará necesaria una mayor fuerza para iniciar el movimiento. $F_R' = \mu N'$, que en este caso será la reacción que ejerce B sobre A, debida al peso de A (mg). Por lo tanto $F_2 = F_R + F_R' = 2 \mu mg + \mu mg = 3 \mu mg$.

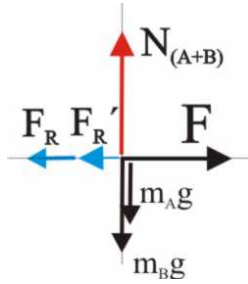


En la situación de F_3 , se cumple que sobre A es $F_R - T = 0$; siendo $F_R = \mu mg$ mientras que sobre B resulta, $F_3 - 2\mu mg - T - \mu mg = 0$. Sustituyendo T de arriba en la última ecuación resulta $F_3 = 4\mu mg$. Esto quiere decir que, $F_1 < F_2 < F_3$ que corresponde a la solución c.



2.2.19. En el sistema de la figura, las masas de A y B, y sus coeficientes estáticos de rozamiento son respectivamente 1 y 2 kg, 1/2 y 1/3. A está sujeto a la pared C. Según ello podrás decir que la fuerza mínima para conseguir mover a B, será mayor que:

- a) 10 N b) 15 N c) 20 N d) 30 N e) 6.6 N



SOL:

Esta cuestión numérica corresponde al caso 2, del 2.2.18. Así la fuerza mínima F , para hacer mover al cuerpo B será $> F_R$ (entre el suelo y la superficie de B) + F_R' (entre la superficie de A y la de B) $= (1/3)(1+2)gi + (1/2) 1 gi = 3g/2i$, si tomamos $g=10m/s^2$. $F > 15 i m/s^2$, cuyo módulo correspondería a la propuesta b.