Departamento de Física Aplicada III

Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Ingeniería de la Energía
Física I

Física I. Boletín 5. Noviembre de 2015

5.1. Una partícula material de masa m parte del origen de coordenadas con velocidad $\vec{v}_0 = v_0\vec{\jmath}$, encontrándose sometida en todo momento a la fuerza dependiente de la posición

$$\vec{F}(x,y,z) = Az\vec{\imath} - By\vec{\jmath} + C\vec{k}$$

siendo $\vec{r} = x\vec{\imath} + y\vec{\jmath} + z\vec{k}$ la posición instantánea de la partícula, y A, B y C constantes positivas conocidas.

Calcule la posición, velocidad y aceleración instantáneas de la partícula para todo instante de tiempo t.

5.2. Una masa de 0.5 kg situada en el extremo de una cuerda de 50 cm de longitud se hace girar horizontalmente con la mano de manera que da 2 vueltas por segundo. ¿Puede estar la cuerda completamente horizontal? Determine la tensión de la cuerda y el ángulo que forma con la horizontal.

5.3. Sobre una mesa horizontal se encuentran apilados dos bloques, siendo el inferior de masa m_1 y el superior de masa m_2. El coeficiente de rozamiento estático del bloque inferior con la mesa vale μ_1 y el del segundo bloque con el primero μ_2. Los coeficientes de rozamiento dinámico valen lo mismo que los estáticos.

(a) Para el estado de reposo y sin fuerzas laterales aplicadas, indique la fuerza que la mesa ejerce sobre el bloque inferior y el que éste ejerce sobre el superior.

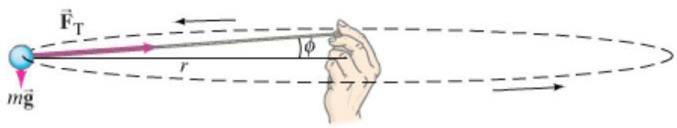
(b) Suponiendo $\mu_1 = 0$, se tira del bloque inferior con una fuerza horizontal F. ¿Qué fuerzas actúan sobre cada bloque? ¿Cuánto debe valer como mínimo esta fuerza si se quiere que el bloque superior se quede atrás? ¿Cuánto vale la aceleración de cada bloque para valores de la fuerza inferiores o superiores a este valor crítico?

(c) Resuelva las mismas cuestiones que en el apartado anterior, suponiendo ahora $\mu_1 \neq 0$.

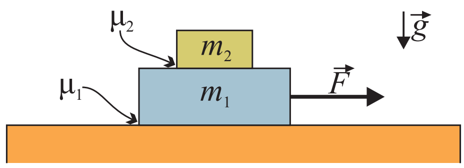
(d) Calcule los valores de las diferentes fuerzas y las aceleraciones si $m_1 = 3.00\,\mathrm{kg}$, $m_2 = 2.00\,\mathrm{kg}$, $\mu_1 = 0.30$, $\mu_2 = 0.50$ para (1) $F = 10.0\,\mathrm{N}$ (2) $F = 20.0\,\mathrm{N}$ (3) $F = 50.0\,\mathrm{N}$

5.4. Una *máquina de Atwood* es un dispositivo simple compuesto por una polea por la que pasa una cuerda, de cuyos extremos penden dos masas m_1 y m_2. En el caso ideal se supone que la cuerda es inextensible y sin masa, y que la polea tampoco tiene masa ni fricción.

Para este caso ideal, calcule la aceleración de cada masa, la tensión de la cuerda y la fuerza que ejerce el gancho que sujeta la polea.



Problema 5.2



Problema 5.3

5.5. Se tienen dos masas m_1 y m_2 atadas por un hilo ideal, inextensible y sin masa, que pasa por una polea también ideal (de masa despreciable y sin rozamiento). La masa m_1 se encuentra sobre un plano inclinado un ángulo α y entre ambos puede existir un coeficiente de rozamiento (estático y dinámico) μ. La masa m_2 cuelga verticalmente.

(a) Considere en primer lugar el caso $\alpha = 0$ (mesa horizontal). Si no hay rozamiento, ¿pueden quedarse en equilibrio las masas? ¿Cuál es su aceleración en ese caso? Si el coeficiente de rozamiento no es nulo, ¿cuál es su mínimo valor para que haya equilibrio? Si el rozamiento es menor que este mínimo, ¿cuáles son las aceleraciones de las masas?

(b) Suponiendo $\alpha \neq 0$ pero sin rozamiento, determine la aceleración de las masas. ¿Cuál debe ser la relación entre ellas para que el sistema se quede en equilibrio?

(c) Sea $m_1 = 5.00\,\mathrm{kg}$, $\mathrm{tg}(\alpha) = 0.75$ y $\mu = 0.30$. ¿Cuánto vale la aceleración de las masas si (1) $m_2 = 1.50\,\mathrm{kg}$, (2) $m_2 = 3.00\,\mathrm{kg}$ y (3) $m_2 = 4.50\,\mathrm{kg}$.

5.6. El circuito de Indianapolis posee curvas de 200m de radio peraltadas un ángulo de 9°12'.

(a) Si no se considera el rozamiento, ¿con qué rapidez debe ir un coche si no quiere deslizarse ni hacia arriba ni hacia abajo?

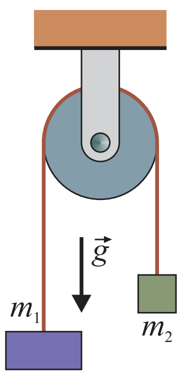
(b) El coeficiente de rozamiento lateral de un coche con la pista vale $\mu = 1.50$. ¿Cuáles son las velocidades máximas y mínimas que puede adquirir un coche sin derrapar?

5.7. La doble máquina de Atwood de la figura está formada por tres masas unidas a través de dos cuerdas ideales (inextensibles y sin masa) y dos poleas también ideales (de masa despreciable y sin rozamiento). Determine la aceleración de cada una de las masas, así como las tensiones de las dos cuerdas.

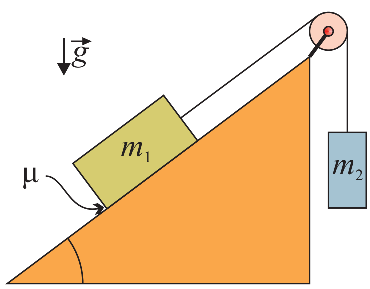
5.8. Tenemos un péndulo simple formado por una lenteja de 0.5 kg que cuelga de una varilla rígida de masa despreciable y 1.20 m de longitud.

(a) Si se separa la lenteja de la vertical un ángulo de 5° y se suelta desde el reposo, ¿con qué rapidez pasa la masa por el punto más bajo? ¿Cuánto tiempo tarda en llegar a esta posición?

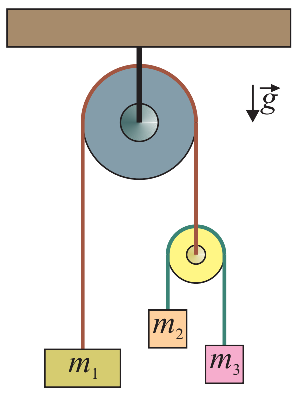
(b) ¿Cuánto vale la tensión de la varilla en el momento de soltar la masa? ¿Y en el punto más bajo?



Problema 5.4



Problema 5.5



Problema 5.7

(c) Suponga que se ajusta un reloj suponiendo que se usa el péndulo anterior, pero resulta que en realidad la varilla mide 115 cm. El reloj ¿atrasa o adelanta? ¿Cuánto cada día?

5.9. Se dispone de una masa $m = 1.44\,\mathrm{kg}$ y de resortes de longitud natural 10 cm y constantes $k_1 = 900\,\mathrm{N/m}$ y $k_2 = 1600\,\mathrm{N/m}$.

(a) Suponga que se cuelga la masa del techo colocando en paralelo los dos resortes. En el equilibrio, ¿cuál es la distancia de la masa al techo?

(b) Para este caso, si la masa está en la posición de equilibrio y se le comunica una velocidad de 10 cm/s hacia arriba, ¿cuál es la amplitud de las oscilaciones resultantes? ¿Y su frecuencia?

(c) Suponga ahora que los resortes se conectan en serie, uno a continuación del otro y se suspenden del techo, con la masa en el extremo inferior. ¿Cuánto se estira cada resorte?

(d) Si para este segundo caso se le comunica a la masa en el equilibrio una velocidad de 10 cm/s hacia abajo, ¿cuál es la amplitud y la frecuencia de las oscilaciones?

Nota: Tómese $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$

5.10. Una partícula de masa m se encuentra situada entre dos resortes de longitudes en reposo l_{10} y l_{20}, que se encuentran atados a paredes opuestas separadas una distancia L. Los muelles poseen constantes de recuperación k_1 y k_2.

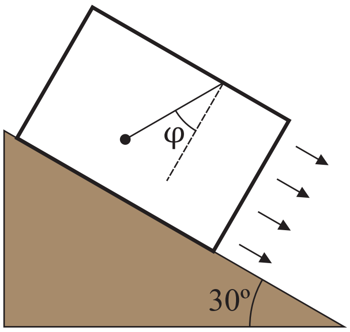
(a) Determine la posición de equilibrio de la masa. ¿A cuanto tiende esta posición si $k_1 \to \infty$ ¿Y si $k_2 \to \infty$?

(b) Estando en la posición de equilibrio, se le comunica a la masa una velocidad v_0. Determine la amplitud y la frecuencia de las oscilaciones resultantes.

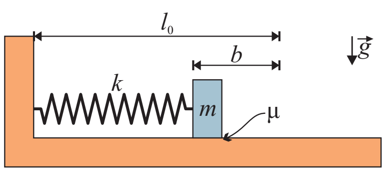
(c) Considere el caso particular $m = 1.00\,\mathrm{kg}$, $L = 50\,\mathrm{cm}$ $k_1 = 64\,\mathrm{N/m}$, $l_{10} = 16\,\mathrm{cm}$, $k_2 = 36\,\mathrm{N/m}$ y $l_{20} = 9\,\mathrm{cm}$. ¿Dónde se encuentra la posición de equilibrio? ¿Cuál será su amplitud y frecuencia si desde la posición de equilibrio se le comunica una velocidad +0.20 m/s?

(d) Si para el caso práctico anterior se encuentra la masa en reposo en la posición de equilibrio y en ese momento se corta su atadura con el muelle 2, ¿cuál es la amplitud y la frecuencia que las oscilaciones que describe a partir de ese momento?

5.11. El rozamiento que experimenta una pequeña partícula en medio denso y viscoso como un aceite es de la forma $\vec{F}_r = -\gamma\vec{v}$. Se construye un sensor de balística, en el que una bala de masa m impacta horizontalmente en un bloque de gelatina en el que se cumple la ley anterior. Si la bala recorre una distancia b hasta pararse. ¿Con qué velocidad impactó en el bloque?



Problema 5.12



Problema 5.13

5.12. Se tiene una masa $m = 5.00\,\mathrm{kg}$ atada a un resorte de constante $k = 10.0\,\mathrm{N/m}$ y longitud en reposo $l_0 = 150\,\mathrm{mm}$. La masa reposa sobre una superficie horizontal sobre la que existe un pequeño coeficiente de rozamiento $\mu = 0.10$. El muelle se comprime una cantidad $b = 50\,\mathrm{mm}$ respecto a su posición de equilibrio.

(a) Despreciando en primer lugar el rozamiento, determine la máxima distancia de la pared a la que llega la masa.

(b) Teniendo en cuenta el rozamiento, ¿cuánto vale la distancia de máximo alejamiento?

(c) Al volver a comprimirse el muelle, la masa no retorna a su posición inicial. ¿A qué distancia de la pared se detiene instantáneamente?

(d) ¿Al cabo de cuantas oscilaciones se detiene del todo? ¿Dónde se queda parada?

5.13. Una caja cúbica desciende sin rozamiento por un plano inclinado un ángulo de 30°. En el interior de la caja se encuentra un péndulo que cuelga de su techo. El péndulo no oscila. Determine el ángulo que forma con la vertical el péndulo.

Suponga ahora que entre la caja y el plano hay una fricción de coeficiente $\mu = 0.25$. Determine el ángulo de inclinación en ese caso.

5.14. Una partícula de masa m se encuentra en el interior de un tubo estrecho, el cual se halla en todo momento contenido en el plano OXY girando con velocidad angular ω constante alrededor del eje OZ.

(a) Halle la ecuación diferencial que debe satisfacer la coordenada polar radial $\rho(t)$ sabiendo que el tubo no puede ejercer fuerza en la dirección longitudinal (no hay rozamiento).

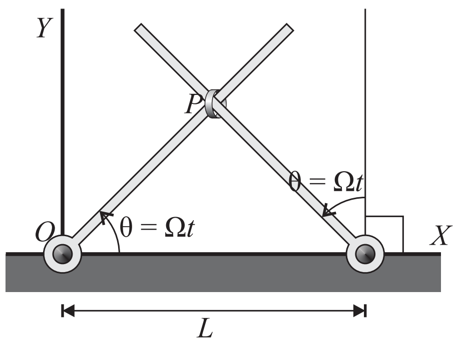
Suponga que $\rho(t) = A\mathrm{e}^{\omega t}$

(b) Compruebe que se trata de una solución de la ecuación diferencial. ¿Cuáles son la posición y la velocidad inicial?

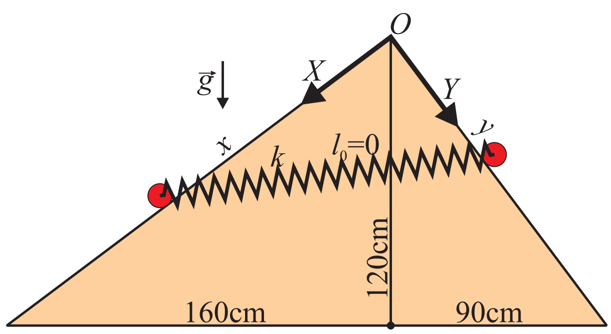
(c) Calcule la fuerza ejercida por el tubo en cada instante.

(d) Halle las componentes intrínsecas de la aceleración.

5.15. Para el sistema de la anilla ensartada en dos varillas del problema 4.2, calcule la fuerza que cada una de las barras ejerce cada instante sobre la anilla, suponiendo ésta de masa m, (a) despreciando el peso, (b) considerando el peso en la dirección de OY negativo. Tenga en cuenta que cada barra solo puede ejercer fuerza perpendicularmente a sí misma, no a lo largo de ella.



Problema 5.15



Problema 5.16

5.16. Dos masas iguales de peso $mg = 75\,\mathrm{N}$ situadas sobre dos planos inclinados contiguos, de las dimensiones mostradas en la figura. Las dimensiones son tales que el ángulo en O es recto. Las masas están unidas por un resorte ideal de longitud natural nula y constante $k = 100\,\mathrm{N/m}$. No hay rozamiento con las superficies.

(a) Determine la posición de equilibrio de las dos masas, hallando los valores de x e y. ¿Cuánto mide el resorte en esta posición? (**Sugerencia:** Empléense los ejes de la figura).

(b) Para esta posición de equilibrio, calcule las fuerzas de reacción ejercidas por los planos, así como la fuerza elástica que el resorte ejerce sobre cada masa.

(c) Suponga ahora que existe un coeficiente de rozamiento estático $\mu = 0.25$ entre las masas y las superficies en que se apoyan. En ese caso hay un rango de posiciones en las que puede producirse el equilibrio. ¿Cuánto valen x e y para la posición de equilibrio con mínima longitud del resorte? ¿Y para el caso de máxima longitud del resorte?

Una partícula de peso 2 N cuelga del techo suspendida de dos muelles en paralelo, ambos de longitud natural 15 cm. El muelle 1 tiene constante $k_1 = 10\,\mathrm{N/m}$ y el 2 $k_2 = 40\,\mathrm{N/m}$.

T5.1 En el equilibrio, ¿cuál es la distancia de la partícula al techo?

☐ **A.** 2 cm.
☐ **B.** 75 cm.
☐ **C.** 19 cm.
☐ **D.** 40 cm.

T5.2 Si, estando en la posición anterior, se corta la unión de la masa con el muelle 2, ¿cuánto vale la amplitud de las oscilaciones resultantes?

☐ **A.** 1 cm.
☐ **B.** 35 cm
☐ **C.** 0 cm.
☐ **D.** 16 cm.

T5.3 ¿Cuándo existe una fuerza de rozamiento proporcional al cuadrado de la velocidad relativa?

☐ **A.** Cuando un sólido desliza sobre otro.
☐ **B.** En la rodadura de un disco deformable.
☐ **C.** Cuando una pequeña partícula se mueve en un fluido con velocidad baja.
☐ **D.** Cuando una partícula se mueve en un fluido con velocidad alta.

T5.4 ¿Cuál de los siguientes constituyen un par de acción y reacción según la tercera ley de Newton?

- ☐ **A.** La fuerza que una persona ejerce sobre una pared y la fuerza con la que la pared empuja a la persona.
- ☐ **B.** La fuerza centrífuga y la fuerza centrípeta.
- ☐ **C.** El peso de un bloque y la reacción de la mesa que lo soporta.
- ☐ **D.** El peso de un cuerpo en equilibrio que cuelga de un resorte y la fuerza con que el resorte tira hacia arriba.

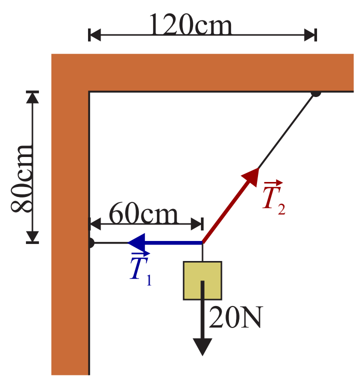
T5.5 Una partícula de peso 300 N cuelga de un techo horizontal sujeta por dos hilos ("1" y "2"). El hilo 1 forma un ángulo de 30° con la vertical, mientras que el hilo "2" forma uno de 60° con la vertical. ¿Cuánto valen, en módulo, las tensiones de los dos hilos?

- ☐ **A.** $|\vec{T}_1| = 260\,\mathrm{N}$, $|\vec{T}_2| = 150\,\mathrm{N}$
- ☐ **B.** $|\vec{T}_1| = 200\,\mathrm{N}$, $|\vec{T}_2| = 100\,\mathrm{N}$
- ☐ **C.** $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = 150\,\mathrm{N}$
- ☐ **D.** $|\vec{T}_1| = 100\,\mathrm{N}$, $|\vec{T}_2| = 200\,\mathrm{N}$

T5.6 Dos partículas cargadas con masas $m_1 = m$ y $m_2 = 2m$ y cargas $q_1 = q_2 = q_0$ se encuentran a una cierta distancia la una de la otra. Se sujetan las dos partículas de forma que estén en reposo. Entonces se sueltan simultáneamente las dos. ¿Cómo son las dos aceleraciones de las partículas tras la liberación?

- ☐ **A.** $\vec{a}_2 = -2\vec{a}_1$.
- ☐ **B.** $\vec{a}_1 = -\vec{a}_2$
- ☐ **C.** $\vec{a}_1 = -2\vec{a}_2$.
- ☐ **D.** Nulas.

T5.7 En la situación de equilibrio de la figura de una masa atada con dos hilos, ¿cuánto valen los módulos de las tensiones respectivas?



☐ **A.** $|\vec{T}_1| = 15\,\mathrm{N}$, $|\vec{T}_2| = 25\,\mathrm{N}$.
☐ **B.** $|\vec{T}_1| = 10\,\mathrm{N}$, $|\vec{T}_2| = 10\,\mathrm{N}$.
☐ **C.** $|\vec{T}_1| = 10\,\mathrm{N}$, $|\vec{T}_2| = 30\,\mathrm{N}$.
☐ **D.** $|\vec{T}_1| = 0\,\mathrm{N}$, $|\vec{T}_2| = 20\,\mathrm{N}$.

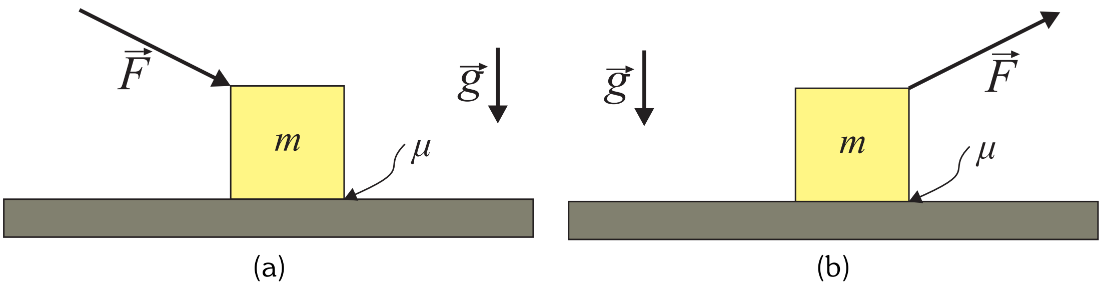
T5.8 Sobre un oscilador armónico amortiguado de frecuencia propia ω_0 y constante de amortiguamiento β actúa una fuerza oscilante $F = F_0\cos(\Omega t)$. El resultado final son oscilaciones con frecuencia. . .

☐ **A.** $\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$
☐ **B.** $(\omega_0 + \Omega)/2$
☐ **C.** ω_0
☐ **D.** Ω

T5.9 Una partícula se mueve por acción de una fuerza que es en todo momento ortogonal a la velocidad. Para esta partícula siempre se cumple que su movimiento es. . .

☐ **A.** helicoidal.
☐ **B.** circular.
☐ **C.** rectilíneo.
☐ **D.** uniforme.

T5.10 Se tienen las dos situaciones de las figuras.



En ambos casos el módulo de la fuerza aplicada y el ángulo con la horizontal es el mismo y el coeficiente de rozamiento estático es lo bastante grande como para que la masa no se mueva. ¿En cuál de las dos situaciones es mayor la fuerza de rozamiento?

☐ **A.** En el caso (a)
☐ **B.** En el caso (b)
☐ **C.** Es la misma en los dos casos.

☐ **D.** No hay forma de saberlo.

Una partícula de masa m se encuentra inicialmente en $\vec{r}=\vec{0}$ moviéndose con velocidad $\vec{v}_0 = v_0(3\vec{\imath}+4\vec{\jmath})$. Se encuentra sometida a una fuerza constante $\vec{F}=-F_0\vec{\imath}$

T5.11 ¿Qué tipo de trayectoria sigue la partícula?

☐ **A.** Helicoidal

☐ **B.** Rectilínea.

☐ **C.** Parabólica

☐ **D.** Elíptica

T5.12 ¿Cuánto vale su aceleración tangencial en $t=0$?

☐ **A.** Es nula.

☐ **B.** $-3F_0/(5m)$.

☐ **C.** $4F_0/(5m)$.

☐ **D.** $-3F_0/m$.
