

Olimpiada Mexicana de Física, 2015

Primer Selectivo

Rodrigo Pelayo Ramos

Leyes de Conservación

1. ¿Qué trabajo hay que realizar para subir un trineo cargado (cuya masa total es $m = 30 \text{ kg}$) a un montículo cuya altura es $H = 10 \text{ m}$? El coeficiente de inclinación de la pendiente es $\alpha = 30^\circ$. El coeficiente de fricción entre el trineo y el montículo disminuye linealmente a lo largo del camino desde $\mu_1 = 0.5$ en la base, hasta $\mu_2 = 0.1$ en la cumbre.
2. Aplicando una fuerza \vec{F} dirigida siempre por la tangente de la trayectoria (fig. 1), hicieron subir lentamente a un montículo un pequeño cuerpo de masa m . Hallar el trabajo de la fuerza, si h es la altura del montículo, l , la longitud de su base y μ el coeficiente de fricción.

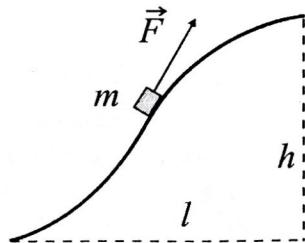


Figura 1: Problema 2

3. El modelo de un helicóptero, construido a $1/10$ de sus dimensiones reales, se eleva el el aire con ayuda de un motor de 30 W de potencia. ¿Cuál deberá ser la potencia mínima del motor del helicóptero construido con el mismo material que el modelo?
4. Un pequeño bloque A inicialmente en reposo se desliza de la cúspide de una rampa lisa de altura H y que tiene un trampolín horizontal (fig. 2). ¿Con qué altura h del trampolín la distancia S

será máxima? ¿A qué será igual esta distancia?

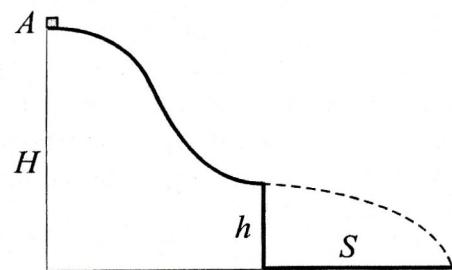


Figura 2: Problema 4

5. A la altura H sobre la superficie terrestre se encuentra una canaleta cilíndrica de radio R (fig. 3). ¿Qué velocidad es necesario comunicar al cuerpo en la superficie terrestre para que éste se mueva por la canaleta sin desprenderse? La fricción no existe en el sistema.

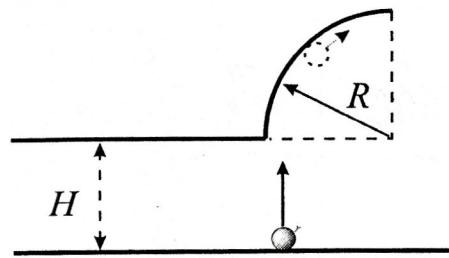
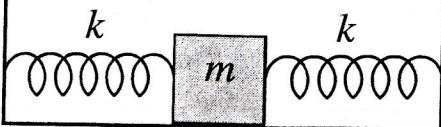


Figura 3: Problema 5

6. La energía potencial de una partícula en cierto campo se expresa:

$$U(r) = \frac{a}{r^2} - \frac{b}{r}, \quad (1)$$

donde a y b son constantes positivas y r la distancia hasta el centro del campo. Hallar:

- (a) el valor r_0 correspondiente a la posición de equilibrio de la partícula; esclarecer si es estable o no esta posición;
- (b) el valor máximo de la fuerza de atracción; representar gráficamente las dependencias $U(r)$ y $F_r(r)$ (la componente radial de la fuerza.)
7. Una varilla uniforme de longitud l se apoya por uno de sus extremos sobre una pared vertical, y por su otro extremo sobre una superficie lisa inmóvil. ¿Qué función $y(x)$ debe satisfacer la sección de esta superficie para que la varilla permanezca siempre en equilibrio, cualquiera que sea su posición, incluso en ausencia de fricción? Considere que la varilla se encuentra siempre en un mismo plano vertical, perpendicularmente al plano de la pared.
8. Un cuerpo de masa $m = 0.5 \text{ kg}$ está unido con dos paredes verticales mediante dos resortes y realiza oscilaciones moviéndose rectilíneamente por una superficie horizontal (figura 4). Los valores de dos elongaciones sucesivas respecto al punto de equilibrio a la derecha y a la izquierda son $s_1 = 10 \text{ cm}$ y $s_2 = 7 \text{ cm}$. Determinar el coeficiente de fricción μ entre el cuerpo y la superficie conociendo que el coeficiente de elasticidad de ambos resortes es $k = 15 \text{ N/m}$. Tomar $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- 
- Figura 4: Problema 8
9. Cierta carga de masa m , sujetada a un resorte de rigidez k se encuentra sobre un soporte, por lo que el resorte no está tenso (fig. 5). El soporte se retira con rapidez. Determínese la longitud máxima del alargamiento del resorte y la velocidad máxima de la carga.
10. ¿Qué velocidad puede comunicar un futbolista al balón al darle una patada si la fuerza máxima con que puede actuar sobre él es $F_{\max} = 3.5 \times 10^3 \text{ N}$ y la duración del punta pie

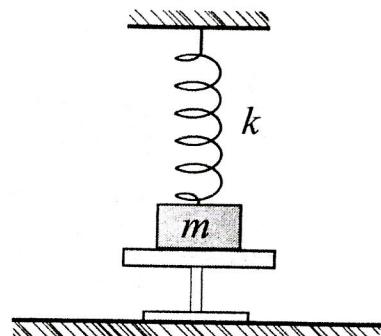


Figura 5: Problema 9

$t_0 = 8 \times 10^{-3} \text{ s}$? Suponer que durante el golpe la fuerza aumenta y disminuye según una ley lineal (fig. 6). La masa del balón es $m = 0.5 \text{ kg}$.

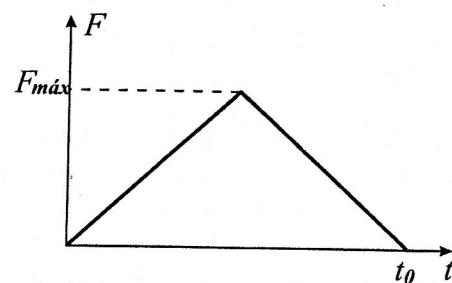


Figura 6: Problema 10

11. Sobre dos partículas, una de las cuales tiene masa m y la velocidad v y la otra, la masa $2m$ y la velocidad $v/2$ perpendicular a la primera (fig. 7), actúan durante cierto tiempo fuerzas de igual magnitud y dirección. En el instante que dichas fuerzas dejan de actuar, la primera partícula empieza a moverse con la velocidad v en dirección perpendicular a la inicial. ¿Con qué velocidad se moverá en este caso la segunda partícula?
12. Sobre dos partículas, una de masa m y velocidad v y otra de masa $2m$ y velocidad $2v$ perpendicular a la de la primera (fig. 8), actúan durante cierto tiempo fuerzas iguales en módulo y dirección. En el instante en que las fuerzas dejan de actuar, la primera partícula empieza a moverse en sentido contrario con la velocidad $2v$. ¿Con qué velocidad se moverá en este caso la segunda partícula?

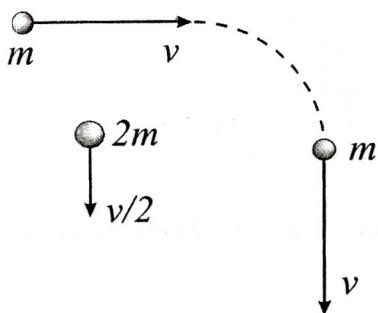


Figura 7: Problemas 11

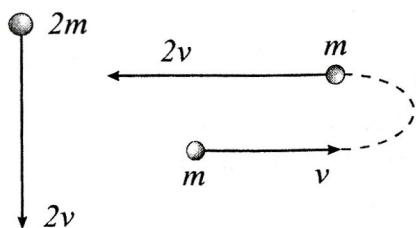


Figura 8: Problemas 12

13. Una rana de masa m está sentada en el extremo de una tabla de masa M y de longitud L . La tabla está flotando en la superficie de un lago tranquilo. La rana salta a lo largo de la tabla formando un ángulo α con la horizontal. ¿Qué velocidad inicial debe tener la rana para que, al dar un salto caiga en el otro lado de la tabla?
14. Sobre una superficie horizontal lisa, junto a una pared, descansa un bloque simétrico de masa m_1 con una oquedad de forma semiesférica, de radio r (figura 9). Desde la posición inicial indicada resbala un pequeño bloque de masa m_2 , sin fricción. Encuentre la velocidad máxima del bloque en su movimiento posterior.

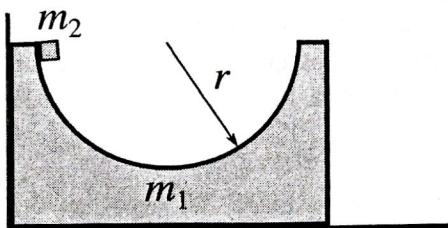


Figura 9: Problema 14

15. Un cuerpo pequeño de masa m , que inicialmente se encuentra en reposo resbala desde un

montículo de altura h y cae deslizándose sobre una tabla de masa M , situada sobre el plano horizontal liso en la base del montículo (fig. 10). A causa del rozamiento entre el cuerpo y la tabla el primero se frena y a partir de cierto momento se mueve como un todo junto con la tabla. Hallar el trabajo realizado por las fuerzas de rozamiento en este proceso.

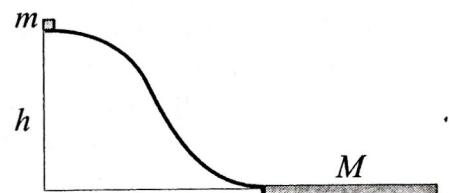


Figura 10: Problema 15

16. Una bola descansa en un plano horizontal liso. Contra ella choca otra bola idéntica. La colisión es absoútamente elástica. Hállese el ángulo de dispersión de las bolas.
17. Sobre un plano horizontal liso se encuentran tres discos iguales A , B y C (fig. 11). Al disco A se le comunicó la velocidad \vec{v} , después de lo cual éste choca elásticamente con el B y el C simultáneamente. La distancia entre los centros de los últimos antes del choque era η veces mayor que el diámetro de cada uno de los discos. Hallar la velocidad del disco A después del choque. ¿Con qué valores de η el disco A luego de la colisión salta hacia atrás; se detiene; sigue moviéndose hacia adelante?

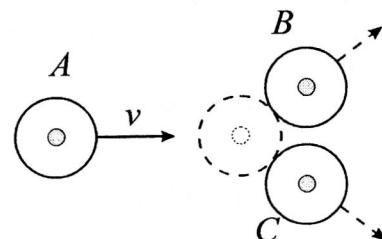


Figura 11: Problema 17

18. Tres pequeños cuerpos cuyas masas se relacionan como 3:4:5 se encuentran en tres puntos diferentes de la superficie inferior lisa de una taza semiesférica de radio r . El punto más bajo de

la taza está en un plano horizontal. En cierto momento los cuerpos se sueltan y se abandonan a sí mismos. Sabiendo que la masa del más pequeño es m , calcule la máxima cantidad de calor Q que se puede desprender de tal sistema. ¿Para qué posiciones iniciales de los cuerpos ocurre esto? Considerese que todos los choques son absolutamente plásticos (inelásticos).

19. Dos cuñas móviles idénticas de masa M poseen transiciones suaves con el plano horizontal (figura 12). Desde la cuña izquierda resbala un cubito de masa m desde una altura h_0 . ¿Qué altura máxima h_{\max} se eleva el cubito sobre la cuña de la derecha? Despreciar la fricción.

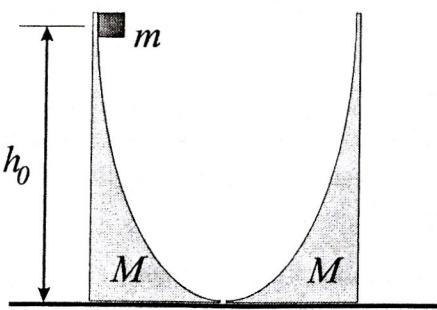


Figura 12: Problema 19

20. Una varilla sin peso, de longitud l , con una pequeña carga de masa m en su extremo superior, está articulada por el punto A (figura 13) y se encuentra en posición vertical, rozando a un cuerpo de masa M . Producto de un ligero golpecito, el sistema se pone en movimiento. ¿Bajo qué relación de masas M/m la varilla formará un ángulo $\alpha_0 = \pi/6$ con la horizontal en el instante en que se despega del cuerpo? ¿Cuál será la velocidad u del cuerpo en ese instante? La fricción se desprecia.
21. Una esfera de masa $2m$ es lanzada verticalmente hacia arriba con velocidad v_0 . A la esfera está ligada un hilo ligero de longitud l ($l < v_0^2/2g$), en cuyo otro extremo se encuentra otra esfera, de masa m . ¿Después de cuánto tiempo y a qué distancia del punto de lanzamiento chocan las bolitas? El hilo es absolutamente inextensible.
22. Sobre un grupo de tres cubos lisos idénticos que descansan sobre una superficie horizontal lisa

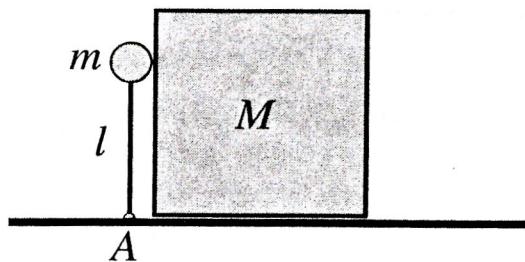


Figura 13: Problema 20

(figura 14) incide un cilindro del velocidad v . La masa de cada cubo es igual a la masa del cilindro. El diámetro del cilindro y su altura son iguales al lado de cada cubo. Determinar la velocidad de cada cuerpo después del choque.

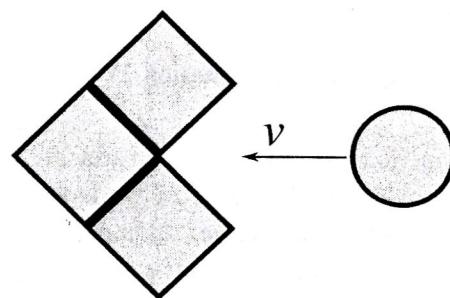


Figura 14: Problema 22

23. Sobre una plataforma de altura $h = 5$ m se halla una esfera de masa $M = 200$ g. Una bala de masa $m = 10$ g que avanza en dirección horizontal con velocidad $v = 500$ m/s perfora la esfera exactamente en la dirección de su diámetro horizontal. ¿A qué distancia l cae a la tierra la bala si la esfera cae a una distancia $L = 20$ m a partir de la base de la mesa? ¿Qué parte de α de la energía cinética de la bala se transforma en energía interna cuando la bala perfora a la esfera? ($\alpha = \frac{\Delta E}{E}$) Despreciar la resistencia del aire.
24. Un dispositivo de masa M tiene un orificio O (fig. 15). determiníse la velocidad mínima que es necesario comunicar a una bola de masa m para que entre en el orificio, si la rigidez del resorte es k y la longitud de la parte saliente del resorte es x_0 . El dispositivo no está fijo. Menospreciese la dimensión de la bola.

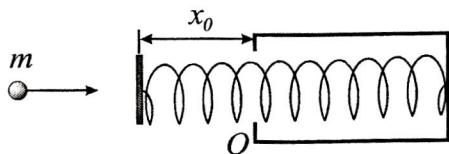


Figura 15: Problema 24

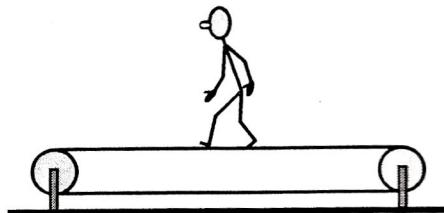


Figura 16: Problema 28

25. Se tienen n hombres, de masa m cada uno, sobre la plataforma de un vagón en reposo de masa M , que se desliza sobre rieles horizontales sin fricción. Los hombres desarrollan una velocidad u respecto del vagón cuando corren sobre él. ¿Cómo adquirirá mayor velocidad el vagón: si los hombres corren juntos y saltan o si corren y saltan uno a uno?

26. Próximo a la superficie de la Tierra cae libremente un cuerpo de masa m . En cierto instante sobre él golpea, y se pega, un proyectil de masa M que vuela horizontalmente. ¿Cómo cambia el tiempo de caída del cuerpo sobre la Tierra? Determine el tiempo de caída t del cuerpo, si se sabe que el proyectil golpeó al cuerpo en la mitad de su camino, y el tiempo de caída del cuerpo en sin chocar hubiera sido t_0 . Considere que la masa del proyectil es mucho mayor que la del cuerpo ($M \gg m$).

27. Desde los polos Sur y Norte de la Tierra se lanzan simultáneamente dos cohetes con las mismas velocidades iniciales, horizontalmente dirigidas. Después de un tiempo $\tau = 3 \text{ h } 20 \text{ min}$. los cohetes están a la máxima separación uno del otro. Determine la distancia máxima d entre los cohetes. La aceleración de caída libre sobre la superficie terrestre se asume conocida. El radio de la Tierra es $R_0 = 6400 \text{ km}$.

28. Una persona corre por una banda sin fin, sostenida por dos poleas cuyos ejes no tienen fricción (figura 16). Por la ley de conservación del momento lineal, el centro de masa del sistema hombre-banda debe permanecer fijo. Como la posición del centro de masa de la banda en movimiento no cambia, tampoco debe moverse el centro de masas de la persona respecto al suelo. sin embargo la experiencia muestra que el hombre llega a escapar de la banda corriendo. Explique el hecho.

29. Una esfera homogénea se lanza en traslación pura sobre una superficie horizontal con fricción. En los primeros momentos se desliza y rota, hasta alcanzar rodadura pura. ¿Qué fracción de energía se pierde en este proceso? Asumir que la bola no salta.
30. Una varilla delgada homogénea de masa m y largo l resbala con velocidad v sobre una superficie horizontal sin fricción y choca inelásticamente con otra igual en reposo como indica la figura 17. Calcule las velocidades de traslación y rotación del conjunto después del choque, así como la energía perdida en el proceso.

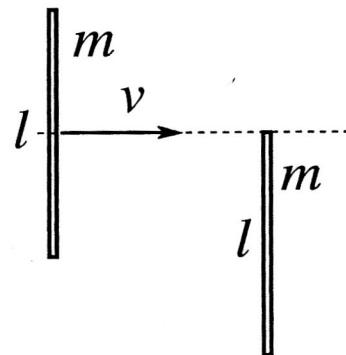


Figura 17: Problema 30

31. Una varilla fina de masa M y longitud L reposa sobre una superficie horizontal totalmente lisa. Un pequeño bloque de la misma masa M , con velocidad v dirigida perpendicularmente a la varilla (figura 18), choca con el extremo de ella y se pega instantáneamente. ¿Cuáles son las velocidades de traslación y rotación del sistema?
32. Dos discos idénticos se deslizan sobre una superficie horizontal sin fricción, apoyados sobre sus bases, y van al encuentro con rapideces v_1 y v_2 , a la vez que rotan al rededor de sus ejes

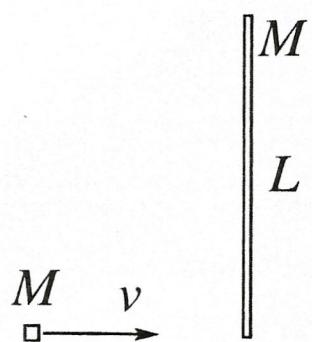


Figura 18: Problema 31

de simetría verticales con velocidades angulares opuestas, ω_1 y ω_2 . Al pasar uno al lado del otro se pegan tangencialmente, por sus bordes (figura 19). Calcule la velocidad de traslación del centro de masas del conjunto después de su unión, así como su velocidad angular de rotación.

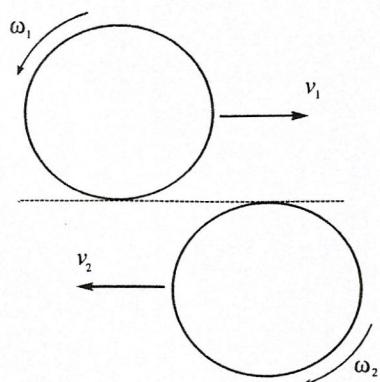


Figura 19: Problema 32