Olimpiada Mexicana de Física, 2015

Primer Selectivo

Rodrigo Pelayo Ramos

Problemas de Leyes de Fuerzas

1. En un vagón cerrado, sobre rieles que se extienden por una superficie horizontal está sentado un hombre que tiene un dinamómetro de resorte y un cronómetro. Sentado, mirando hacia la dirección de movimiento del vagón y habiendo colgado del dinamómetro una carga de masa m, el hombre comienza a observar la dirección en que se inclina la carga y la lectura del dinamómetro, fijando los momentos en que cambia la lectura. El vagón entró en movimiento y en los primeros $t_1 = 4.00$ s el dinamómetro con carga se inclinó hacia el hombre y marcó $1.25mg$; después, durante un tiempo $t_2 = 3.00$ s, la carga colgó verticalmente y marcó mg. Después de esto, la carga se inclinó a la izquierda y durante un tiempo $t_3 = 25.12$ s el dinamómetro marcó de nuevo $1.25mg$. Finalmente, durante un intervalo de $t_4 = 4.00$ s, la carga se inclinó hacia adelante con la misma lectura anterior. Determine dónde, con relación al punto de partida, está el vagón en este último instante, y con qué velocidad. Considere que bajo los cambios de inclinación y lecturas, el hombre elimina rápidamente con sus manos las oscilaciones que aparezcan.

2. Se tiene un plano inclinado y un bloque que puede deslizarse en distintas direcciones (figura 1). Si se comunica al bloque cierta velocidad v inicial dirigida a lo largo del plano hacia abajo, entonces él se moverá retardadamente hasta detenerse al cabo de una distancia l_1. Si se le comunica la misma velocidad (en módulo), pero hacia arriba, se moverá hasta detenerse al cabo de una distancia l_2. En la parte inferior del plano se coloca una placa idealmente lisa, orientada horizontalmente sobre. ¿Qué distancia l avanzará el bloque horizontalmente, sobre el plano, en contacto con la placa inferior, si se le comunica la misma velocidad v en módulo, pero dirigida paralelamente a la placa?

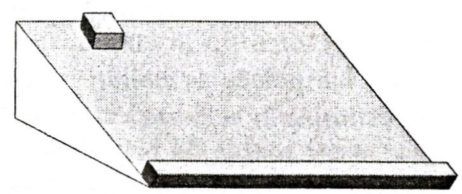

Figura 1: Problema 2

3. En el extremo de una tabla de longitud L y masa M se encuentra un pequeño bloque de masa m (figura 2). La tabla puede moverse sin fricción por una superficie horizontal. El coeficiente de fricción entre el bloque y la tabla es μ. ¿Qué velocidad mínima v_0 hay que comunicar a la tabla con un empujón para que ella se deslice bajo el bloque y logre quitárselo de arriba?

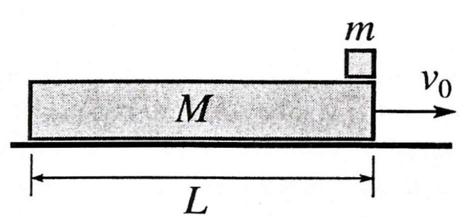

Figura 2: Problema 3

4. Suponiendo que las masas m_1 y m_2 del sistema mostrado en la figura 3 son conocidas, hallar las aceleraciones a_1 y a_2. Es sistema consiste en una polea fija 1 y otra móvil 2. Las masas de las poleas y los rozamientos de los ejes se desprecian.

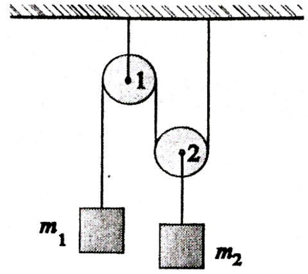

Figura 3: Problema 4

5. Un sistema consta de dos poleas con ejes fijos y una polea móvil (figura 4). Sobre las poleas se apoya una cuerda en cuyos extremos fueron colgadas las cargas con masas m_1 y m_3; y en el eje de la polea móvil fue colgada una carga de masa m_2. Los sectores de la cuerda que no se encuentran en las poleas se hallan en el plano vertical. Determinar la aceleración de cada una de las cargas si las masas de las poleas y de la cuerda, así como la fricción pueden despreciarse.

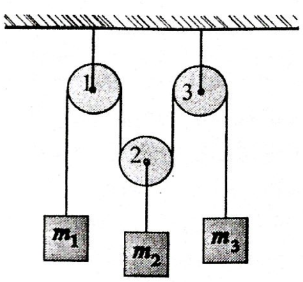

Figura 4: Problema 5

6. Sobre una superficie horizontal reposa un bloque de masa m_1, y sobre él, otro bloque de masa m_2. A través del sistema de bloques representado en la figura 5 para un hilo. De la polea móvil cuelga un bloque de masa $M = m_1 + m_2$. ¿Para qué relación entre las masas m_1 y m_2 de los bloques no se producirá deslizamiento de uno respecto al otro si el coeficiente de fricción entre ellos es μ y el coeficiente del inferior con la superficie es nulo? El hilo se considera sin masa e inextensible, y las masas de las poleas y la fricción en los ejes, despreciables.

7. Sobre una mesa horizontal lisa descansa un cuerpo de masa M = 2 kg, sobre el cual se encuentra otro cuerpo de masa m = 1 kg (figura 6). Ambos cuerpos están unidos entre sí por medio de un hilo que pasa por una polea de masa despreciable. ¿Qué fuerza F hay que aplicar al cuerpo inferior para que empiece a moverse alejándose de la polea con aceleración $a = g/2$? El coeficiente de fricción entre los cuerpos es μ = 0.5. El rozamiento entre el cuerpo inferior y la mesa es despreciable.

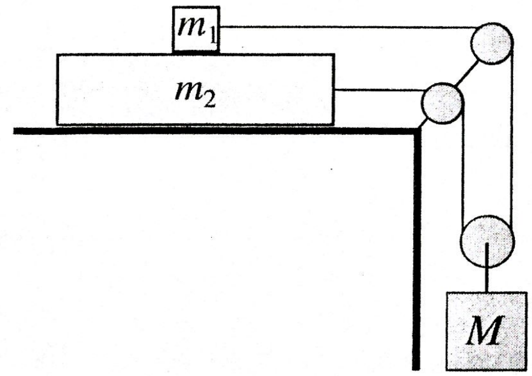

Figura 5: Problema 6

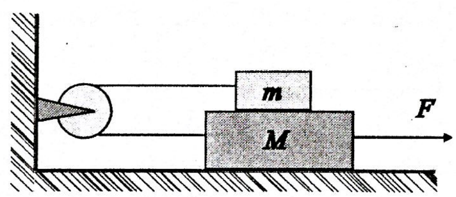

Figura 6: Problema 7

8. Un sistema de cuerpos como se muestra en la figura 7 está conformado por tres carritos A, B, y C, cuyas masas son respectivamente m_A = 0.3 kgm m_B = 0.2 kg y m_C = 1.5 kg. Sobre el carrito C actúa cierta fuerza horizontal F, tal que los carritos A y B se encuentran en reposo con respecto al carro C.

   a) Determine: (i) la fuerza de tensión del hilo que une a los carritos A y B; (ii) la fuerza F.

   b) Suponiendo que el carrito C está inmóvil, encuentre: (i) la aceleración de los cuerpos A y B; (ii) la fuerza de tensión del hilo.

Despreciar la resistencia del aire, la fricción, los momentos de inercia de la polea y las ruedas, así como la masa del hilo.

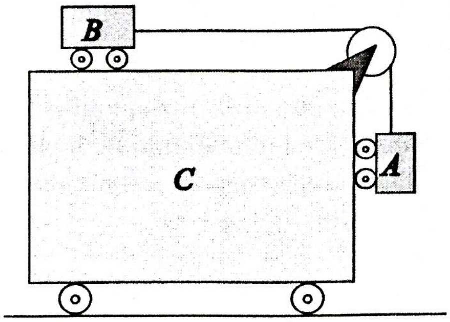

Figura 7: Problema 8

9. Un resorte de longitud l y constante elástica k está verticalmente sobre una mesa. Sobre él cae una pequeña esfera de masa m. Determine a qué altura h sobre la superficie de la mesa la esfera poseerá la máxima velocidad.

10. Sobre una superficie lisa horizontal descansan dos cubos idénticos, de una masa m cada uno. Los cubos están unidos entre sí por un resorte de constante k. La magnitud del resorte sin deformar es l_0 (figura 8). Sobre el cubo de la izquierda comienza súbitamente a actuar una fuerza F, constante en magnitud y en dirección (horizontal). Encuentre las distancias máxima y mínima entre los cubos durante el movimiento del sistema.

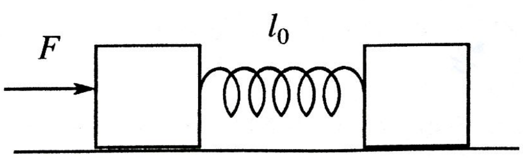

Figura 8: Problema 10

11. En el extremos de un resorte vertical de masa despreciable se cuelga una pesa de masa m. Seguidamente se cuelga otra pesa de igual masa en el medio del resorte ya estirado. Determinar la longitud del resorte estirado con las dos pesas. La constante elástica del resorte es k y su longitud natural es l_0.

12. En el sistema mostrado en la figura 9 encuentre las aceleraciones de todos los bloques inmediatamente después que fue cortado el hilo inferior que sostiene al sistema. Considere los hilos sin peso e inextensibles y los resortes y la polea sin masa y fricción nula.

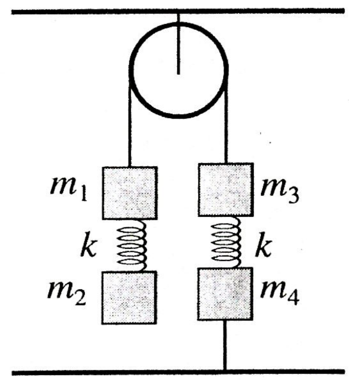

Figura 9: Problema 12

13. Las masa de dos estrellas son m_1 y m_2, la distancia entre ellas es l. Calcule el periodo de rotación de estas estrellas por órbitas circulares alrededor de un centro común.

14. Dos esferitas de masas $m_1 = 56$ g y $m_2 = 28$ g se cuelgan mediante dos hilos de longitudes $l_1 = 7$ cm y $l_2 = 11$ cm, al extremo inferior de una barra que cuelga libremente (figura 10). Determinar la velocidad angular ω con que debe rotar la barra alrededor de la vertical que pasa a lo largo de sí misma para no separarse de dicha posición vertical.

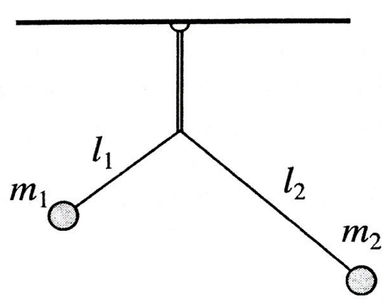

Figura 10: Problema 14

15. Un pequeño cubo de masa m se encuentra en el interior de un embudo (figura 11) que gira al rededor de un eje vertical con velocidad angular ω. La pared del embudo forma un ángulo θ con la horizontal. El coeficiente de fricción estática entre el cubo y el embudo es μ_S y el centro del

cubo está a una distancia r del eje de rotación. Hallar **(a)** los valores mayor y **(b)** menor de ω para los cuales el cubo no se moverá con respecto del embudo.

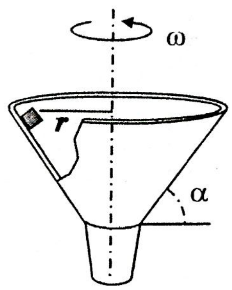

Figura 11: Problema 15

16. Una rueda de radio R, verticalmente dispuesta, avanza con velocidad v_0 sobre un plano horizontal sin fricción y pasa a un plano descendente, inclinado un ángulo θ con respecto a la horizontal. Considere todas la masa de la rueda concentrada en el eje y calcule el máximo valor que puede tener la velocidad v_0 para que la rueda no salte al pasar al plano inclinado.

17. Un acróbata, que se halla sobre la superficie lateral de un cilindro, mueve las piernas y desliza el cilindro con velocidad constante; el cilindro está sobre una superficie horizontal rugosa. Considerando que el coeficiente de fricción entre las zapatillas y la superficie del cilindro es μ, determine el ángulo límite α_0 que puede formar con la vertical el radio del cilindro que pasa por el punto en que se encuentra el acróbata. ¿Cuál será la fuerza de fricción entre el cilindro y el acróbata en este caso? la masa del acróbata es m.

18. Una pequeña gota de agua cae desde una nube muy alta en un día sin aire. En el momento en que la aceleración de la gota era $a = 5$ m/s^2, su velocidad era $v_1 = 7.5$ m/s. Cerca de la tierra la gota cae con velocidad constante. Cayendo sobre el vidrio lateral de un automóvil en movimiento, la gota deja un trazo que forma un ángulo $\theta = 45°$ con la vertical. ¿Multará un policía al chofer por exceso de velocidad si la máxima velocidad permitida en $u = 60$ km/h? Considere la fuerza de resistencia del aire directamente proporcional a la velocidad de la gota respecto al aire.

19. En un descenso directo un esquiador se desliza por una pendiente cuyo ángulo de inclinación es $\beta = 45°$, sin impulsarse con los bastones. El coeficiente de fricción de los esquís con la nieve es $\mu = 0.1$. La fuerza de la resistencia del aire es proporcional al cuadrado de la velocidad: $F = \alpha v^2$, donde $\alpha = 0{,}7$ kg/m. ¿Qué velocidad máxima puede desarrollar el esquiador si su masa es $m = 90$ kg?

20. Suponiendo que la fuerza de arrastre f está dada por $f = bv$. Demostrar que la distancia vertical y_{95} a través de la cual debe caer un objeto desde el reposo hasta alcanzar el 95 % de su velocidad terminal está dada por:

$$y_{95} = \frac{v_T^2}{g}\left(\ln 20 - \frac{19}{20}\right), \tag{1}$$

donde v_T es la velocidad terminal.

21. Un francotirador apuntó con su fusil a un blanco que se encuentra justo en dirección hacia el norte. Despreciando la resistencia del aire hallar, a qué lado y a cuántos centímetros del blanco impactará la bala. La ubicación del campo de tipo es a $\varphi = 60°$ de latitud, la velocidad de la bala $v = 900$ m/s y la distancia al blanco era de $s = 1$ km.

22. Un tren de masa $m = 2000$ t se mueve a $\varphi = 60°$ de latitud norte. Determinar:

    a) el módulo y la dirección de la fuerza de presión lateral del tren sobre los rieles, si este se mueve a lo largo del meridiano a velocidad $v = 54$ km/h;

    b) ¿en qué dirección y con qué velocidad debería moverse el tren, para que la resultante de las fuerzas de inercia que actúan sobre él en el sistema de referencia ligado a la Tierra fuera igual a cero?

23. Un pequeño cuerpo, en el ecuador, cae libremente a la superficie de la Tierra desde una altura $h = 500$ m. Despreciando la resistencia del aire,

determinar, a qué distancia y hacia qué lado de la vertical se desviaría dicho cuerpo.

24. Consideremos un hipotético túnel idealmente sin fricciones que pase por el centro de la Tierra y que estuviera en el plano ecuatorial. Tomando en cuenta la rotación terrestre y analizando el movimiento de una partícula que cayera por el túnel, desde un sistema de referencia ligado a la Tierra.

    a) ¿Cuál es la componente de la fuerza total (fuerza de interacción y de inercia) en la dirección del túnel que se ejerce sobre la partícula?

    b) ¿Qué tiempo invertirá la partícula en ir de un extremo del túnel al otro?

    c) Determinar el valor máximo y la dirección de la fuerza que ejerce la pared lateral del túnel sobre la partícula.