



XXXII OLIMPIADA DE FÍSICA

Granada 2022

Departamento de Física y Química



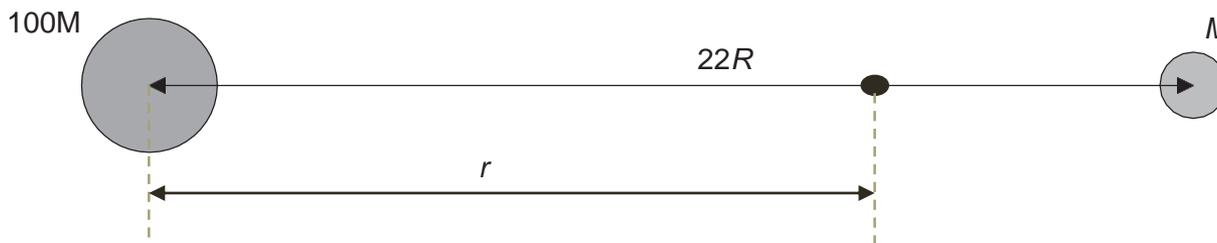
Cuestiones

1. Una luna de masa M orbita en torno a un planeta de masa $100M$. El radio del planeta es R y la distancia entre los centros del planeta y de la luna es $22R$.



¿Cuál será la distancia al centro del planeta para la cual el potencial gravitatorio total alcance un valor máximo?

Llamamos r a la distancia del centro del planeta al punto situado entre el planeta y la luna donde vamos a calcular el valor del potencial:



El potencial en ese punto es la suma de los potenciales:

$$V(r) = -G \frac{100M}{r} - G \frac{M}{22R - r}$$

Cuestiones

Para que sea máximo:

$$\frac{dV}{dr} = \frac{d}{dr} \left[-GM \left(\frac{100}{r} + \frac{1}{22R - r} \right) \right] = -GM \frac{d}{dr} \left(\frac{100}{r} + \frac{1}{22R - r} \right) = 0$$

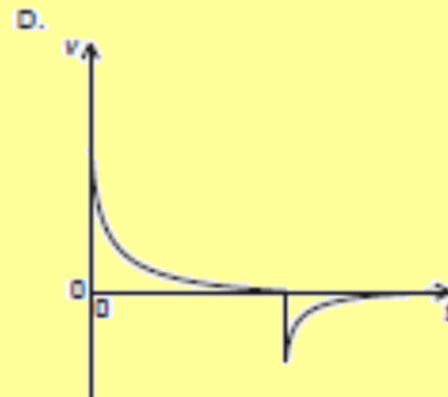
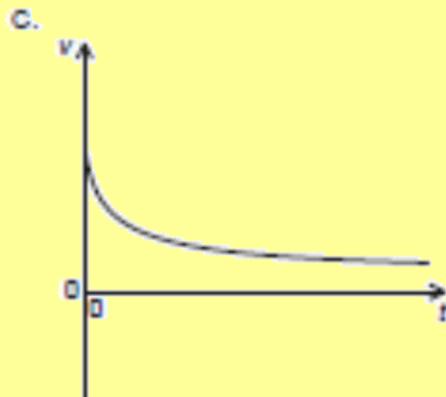
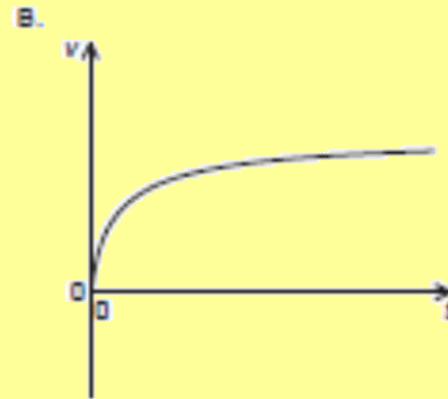
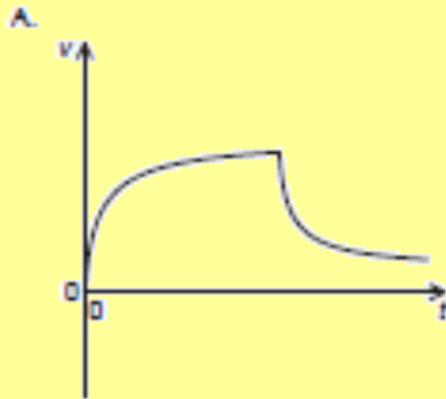
Derivando:

$$-\frac{100}{r^2} + \frac{1}{(22R - r)^2} = 0; \quad \frac{10}{r} = \frac{1}{22R - r};$$

$$220R - 10r = r; \quad 11r = 220R; \quad r = \frac{220R}{11} = \mathbf{20R}$$

Cuestiones

2. Un avión se desplaza en horizontal. Una paracaidista salta del avión y pocos segundos después abre su paracaídas. ¿Cuál de las gráficas muestra la variación del módulo de la velocidad vertical v frente al tiempo t para la paracaidista desde el instante en que salta del avión hasta que está a punto de tocar tierra? Razone la respuesta.



Cuestiones

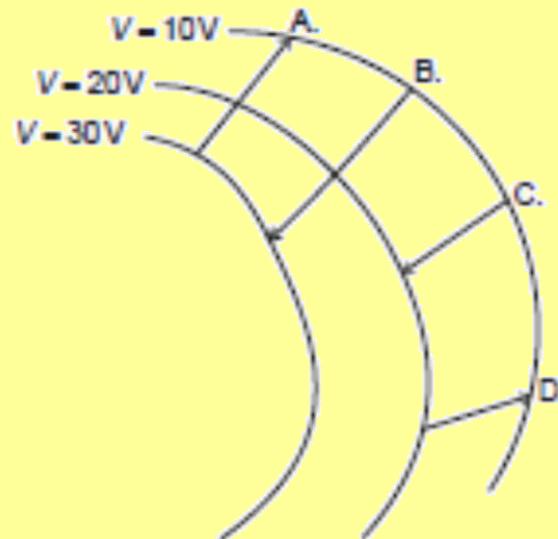
La opción correcta es la A:

Al saltar la paracaidista, aumenta bruscamente la velocidad hasta que, por la acción del rozamiento con el aire, la aceleración de caída empieza a disminuir y, por tanto, el módulo de la velocidad crece más lentamente.

En el momento de la apertura del paracaídas, la velocidad de caída se reduce rápidamente, y la fuerza de rozamiento, que es proporcional a la velocidad, con el aire tiende a igualarse con la fuerza peso, dándose, por tanto, una disminución más atenuada del módulo de la velocidad, hasta el momento en que las dos fuerzas se igualan y la velocidad es constante.

Cuestiones

3. Una carga negativa se desplaza libremente en el seno de un campo eléctrico. Se muestran varias líneas equipotenciales para el campo eléctrico y cuatro posibles trayectorias de la carga.
- ¿Cuál de las trayectorias rectilíneas de la figura corresponde a la de mayor trabajo efectuado por el campo sobre la carga?
- Razone su respuesta.



Cuestiones

El trabajo que realiza el campo eléctrico sobre una carga viene dado por:

$$W = -q\Delta V$$

Una carga se mueve, en el seno de un campo eléctrico, hacia donde su energía potencial es menor.

Dado que la carga es negativa, su energía potencial es menor donde el potencial es mayor, ósea hacia $V = 30 \text{ V}$. El trabajo será **mayor**, por tanto, el que realiza en la **trayectoria B**.

$$W = -q(30 - 10) = -20q > 0 \text{ (carga es negativa)}$$

Cuestiones

4. a) ¿Cuál es el valor de la constante de gravitación universal G ($6,67 \cdot 10^{-11}$ en el S.I.) en el sistema CGS (cm, g, s)?
- b) ¿Son las unidades T y $\text{Wb} \cdot \text{m}^2$ equivalentes para la unidad del campo magnético en el S.I.?
- c) ¿Son las unidades $\text{C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$ y $\text{A}^2/(\text{T} \cdot \text{m}^2)$ equivalentes para la permitividad dieléctrica del vacío en el S.I.?

a) Las unidades del SI de la constante de gravitación son:

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} =$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2}}{\text{kg}} \cdot \frac{10^6 \text{ cm}^3}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{kg}}{10^3 \text{ g}} = 6,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-2}}{\text{g}}$$

b) El flujo se define como:

$$\phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha \rightarrow \text{Wb} = \text{T} \cdot \text{m}^2$$

Por tanto, no son equivalentes.

Cuestiones

c) Expresando las unidades en función de las unidades fundamentales del SI:

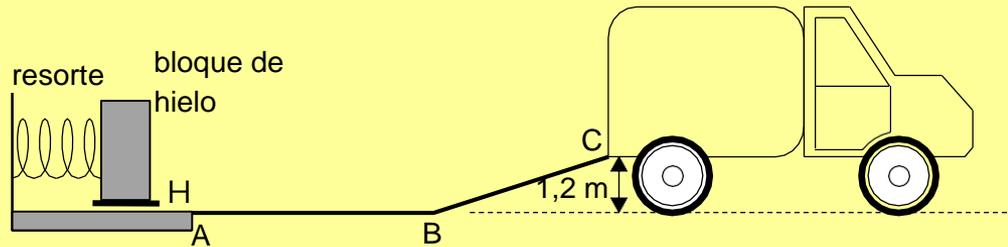
$$\frac{C^2}{N \cdot m^2} = \frac{A^2 \cdot s^2}{kg \cdot m \cdot s^{-2} \cdot m^2} = \frac{A^2 \cdot s^4}{kg \cdot m^3}$$

$$\frac{A^2}{T \cdot m^2} = \frac{A^2}{\frac{N}{C \cdot m \cdot s^{-1}} \cdot m^2} = \frac{A^2 \cdot s^{-1} \cdot C}{N \cdot m} = \frac{A^2 \cdot s^{-1} \cdot A \cdot s}{kg \cdot m \cdot s^{-2} \cdot m} = \frac{A^3 \cdot s^2}{kg \cdot m^2}$$

Por tanto, no son equivalentes.

Problemas

1. Una empresa diseña un sistema de resortes (muelles) para cargar bloques de hielo en un camión. El bloque de hielo se coloca en un soporte H delante del resorte y un motor eléctrico comprime el resorte empujando H hacia la izquierda. Al soltar el resorte, el bloque de hielo sale acelerado hacia una rampa ABC. Cuando el resorte se descomprime totalmente, el bloque de hielo pierde contacto con el resorte en A. La masa del bloque de hielo es de 55 kg.



Suponga que la superficie de la rampa no tiene rozamiento y que las masas del resorte y el soporte son despreciables en comparación con la masa del bloque de hielo.

- El bloque llega a C con una rapidez de $0,90 \text{ m s}^{-1}$. Determine la energía elástica almacenada en el resorte.
- Determine la velocidad del bloque en A.
- La descompresión del resorte lleva $0,42 \text{ s}$. Determine la fuerza media que ejerce el resorte sobre el bloque.
- Un cierto día, los bloques de hielo experimentan una fuerza de rozamiento porque no se ha limpiado bien el tramo de la rampa entre A y B. El coeficiente de rozamiento dinámico entre los bloques de hielo y la rampa AB es de $0,030$. La longitud de AB es de $2,0 \text{ m}$. Determine si los bloques de hielo lograrán alcanzar C.

Problemas

a) Si no existen rozamientos:

$$E_{pe} = mgh + \frac{1}{2}mv^2 = 55 \cdot 9,8 \cdot 1,2 + \frac{1}{2} \cdot 55 \cdot 0,9^2 = \mathbf{669,075 J}$$

b) Si se conserva la energía:

$$E_{pe} = \frac{p_A^2}{2m}; \quad p_A = \sqrt{2mE_{pe}} = \sqrt{2 \cdot 55 \cdot 669,075} = 271,29 \text{ kg m s}^{-1}$$

$$v_A = \frac{p_A}{m} = \mathbf{4,93 \text{ m s}^{-1}}$$

c) La fuerza media viene dada por:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_A - p_0}{\Delta t} = \frac{271,29}{0,42} = \mathbf{645,93 N}$$

Problemas

d) El trabajo de la fuerza de rozamiento entre A y B:

$$W_R = F_R \cdot \overline{AB} \cdot \cos 180 = -\mu mg \cdot \overline{AB} = -0,03 \cdot 55 \cdot 9,8 \cdot 2 = -32,34 \text{ J}$$

Por tanto:

$$W_R = \Delta E_M = E_{CB} - E_{pe}; \quad E_{CB} = E_{pe} + W_R = 669,075 - 32,34 = 636,74 \text{ J}$$

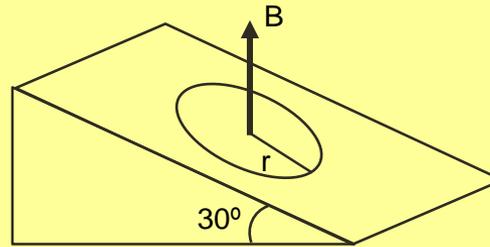
De B a C se debe cumplir, sin rozamientos:

$$E_{PC} = mgh = 55 \cdot 9,8 \cdot 1,2 = 646,8 \text{ J}$$

Por tanto, la energía cinética en B es insuficiente para alcanzar C.

Problemas

2. Una bobina compuesta de N espiras apretadas del mismo radio r , está apoyada en un plano que hace 30° con la horizontal. Se establece un campo magnético B en la dirección vertical. Suponiendo que el radio de las espiras decrece con el tiempo de la forma $r = r_0 - vt$. Calcular la fem y dibujar el sentido de la corriente inducida, razonando la respuesta.



El flujo a través de la bobina viene dado por:

$$\phi = NBScos30 = NB\pi(r_0 - vt)^2 cos30$$

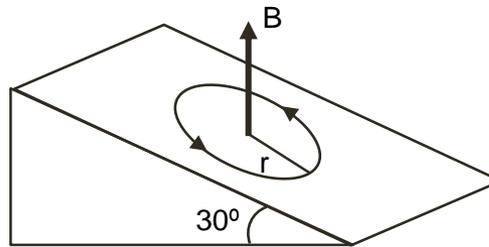
Y, por tanto, la fuerza electromotriz:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = NB\pi 2(r_0 - vt)v \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}\pi NB(r_0 - vt)v$$

El radio de las espiras disminuye, su área disminuye, el flujo disminuye.

Problemas

La corriente inducida se opone a la disminución del flujo, tiene el sentido indicado en la figura:



¡Gracias!

www.iespm.es

fq.iespm.es