XXIX OLIMPIADA DE FÍSICA

Granada 2018

Departamento de Física y Química

IES PADRE MANJÓN

Departamento de Física y Química

Cuestiones

1. Un astronauta se aproxima a un planeta desconocido que posee un satélite. El astronauta lleva a cabo rápidamente las siguientes mediciones: i) radio del planeta; ii) radio de la órbita circular del satélite; iii) el período de revolución del satélite.
   ¿Puede el astronauta, con ayuda de los resultados, calcular?
   a) ¿La masa del planeta?
   b) ¿La masa del satélite?
   c) ¿La aceleración de la gravedad en la superficie del planeta?
   d) ¿La presión atmosférica en la superficie del planeta?
   En caso afirmativo, obtenga la expresión de la magnitud correspondiente.

a) Teniendo en cuenta la 3ª Ley de Kepler

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM_P} \quad \rightarrow \quad \boldsymbol{M_P = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}}$$

b) No se disponen de datos suficientes.

Departamento de Física y Química

Cuestiones

c) La expresión de la aceleración de la gravedad en la superficie del planeta:

$$\boldsymbol{g} = G\frac{M_P}{R_P^2} = G\frac{\frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}}{R_P^2} = \boldsymbol{\frac{4\pi^2 r^3}{R_P^2 T^2}}$$

d) Para calcular la presión atmosférica no se disponen de datos suficientes y, además, se desconoce la presencia de atmósfera.

Cuestiones

2. a) Del techo de un tren que se mueve con velocidad constante, se cae una lámpara al suelo. La aceleración de la lámpara es igual medida desde el tren que medida desde el andén. Razonar si es verdadera o falsa esta afirmación.
   b) Un proyectil es lanzado por un cañón desde el suelo, describiendo una trayectoria parabólica. Indique, razonadamente, si las siguientes magnitudes permanecen constantes durante el vuelo: i) componente horizontal y vertical de la velocidad; ii) módulo de la velocidad; iii) aceleración.

a) **Verdadera**.
Como el tren se mueve con velocidad constante, se cumple que, la velocidad de la lámpara que mide un observador situado en el vagón respecto del tren en relación con la que mide otro observador situado en el andén viene dada por:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{v}'$$

donde $\vec{v}$ es la velocidad que mide el observador situado en el andén, $\vec{v}_0$ es la velocidad del tren respecto al andén y $\vec{v}'$ es la velocidad de la lámpara respecto al observador situado en el vagón.
Al derivar obtenemos la relación entre las aceleraciones:

$$\vec{g} = \vec{g}'$$

Ya que $\vec{v}_0$ es contante. Luego la afirmación es verdadera.

MANJÓN
Departamento de Física y Química

Cuestiones

b) En un tiro parabólico:

$$\begin{cases} v_x = v_0 \, cos\alpha \\ v_y = v_0 \, sen\alpha - gt \end{cases}$$

i) Como se comprueba, **la componente horizontal permanece constante pero no así la vertical**.

ii) El **módulo de la velocidad**, depende del tiempo, por lo que **no permanece constante**:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 cos^2\alpha + (v_0 \, sen\alpha - gt)^2}$$

iii) La aceleración, dado que el vector velocidad es:

$$\vec{v} = v_x\hat{\imath} + v_y\hat{\jmath} = v_0 \, cos\alpha\hat{\imath} + (v_0 \, sen\alpha - gt)\hat{\jmath}$$

Al derivar con respecto al tiempo, la aceleración **permanece constante**:

$$\vec{a} = -g\hat{\jmath}$$

Cuestiones

3. Indique si son ciertos o falsos los siguientes enunciados, razonando las respuestas:
   a) Un electrón, libre para moverse en un campo eléctrico, se desplaza partiendo del reposo en el sentido positivo de los potenciales eléctricos crecientes.
   b) En una región del espacio existe un campo eléctrico. Ello implica que es imposible mover una carga positiva sin realizar trabajo contra el campo.
   c) En los vértices de un triángulo equilátero hay tres cargas iguales. Ello implica que en el centro de dicho triángulo, son nulos el campo y el potencial eléctricos.

a) **Verdadero**.
El campo eléctrico es conservativo y las partículas se mueven hacía donde su energía potencial es menor, aumentando su energía cinética.
Dado que:

$$\Delta E_P = e\Delta V$$

Según lo expuesto antes:

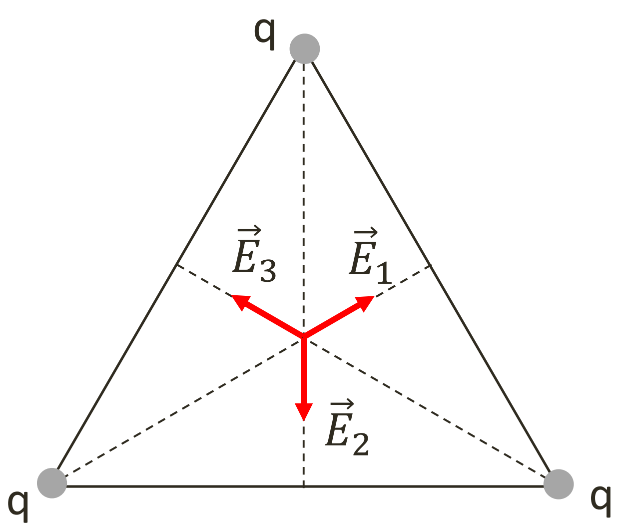
$$\Delta E_P < 0, \qquad como\ e < 0 \qquad \rightarrow \qquad \Delta V > 0$$

Por lo que los electrones se mueven hacía potenciales crecientes.

Cuestiones

b) **Falso**. La carga se moverá, libremente, hacia donde su energía potencial es menor y, como consecuencia de los explicado en el apartado anterior, en este caso hacia donde el potencial es menor.

c) **El campo es nulo**.



Descomponiendo los vectores campo en sus componentes cartesianas:

$$\vec{E}_1 = E_1 cos30\hat{\imath} + E_1 sen30\hat{\jmath}$$
$$\vec{E}_2 = -E_2\hat{\jmath}$$
$$\vec{E}_3 = -E_3 cos30\hat{\imath} + E_3 sen30\hat{\jmath}$$

Dado que, por la simetría del problema, los módulos:

$$E_1 = E_2 = E_3 = E$$

Sumando los tres vectores:

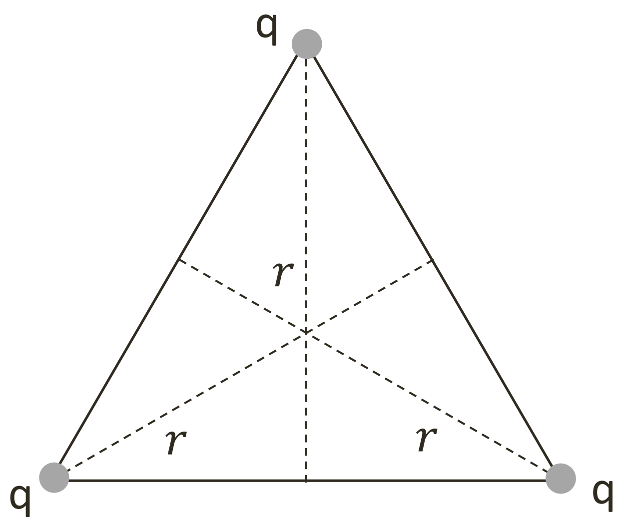
$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = Ecos30\hat{\imath} + Esen30\hat{\jmath} - E\hat{\jmath} - Ecos30\hat{\imath} + Esen30\hat{\jmath}$$

$$\boldsymbol{\vec{E} = 2Esen30\hat{\jmath} - E\hat{\jmath} = 0}$$

Departamento de Física y Química

Cuestiones

El potencial no es nulo.



Aplicando el Principio de Superposición:

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V = k\frac{q}{r} + k\frac{q}{r} + k\frac{q}{r} = 3k\frac{q}{r}$$

El potencial en el centro es distinto de cero.

MANJÓN
Departamento de Física y Química

Cuestiones

4. Indique si son ciertos o falsos los siguientes enunciados, razonando las respuestas:
   a) La energía cinética de una partícula es la misma para todos los observadores inerciales.
   b) Una partícula se desplaza bajo la acción de varias fuerzas. El trabajo total coincide con el trabajo de la fuerza resultante sólo si todas las fuerzas son conservativas.
   c) Cuando un objeto cae deslizando sin rozamiento a lo largo de un plano inclinado desde una altura determinada, el módulo de la velocidad aumenta con la inclinación del plano.

a) **Falso**. Dado que la velocidad con la que se mueve una partícula depende del observador, la energía cinética no es la misma para todos los observadores inerciales.

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{v}'$$

donde $\vec{v}$ es la velocidad de la partícula que mide el observador O, $\vec{v}_0$ es la velocidad del otro sistema de referencia, O', respecto al observador O, y $\vec{v}'$ es la velocidad de la partícula respecto al observador situado en O'.

$$\left.\begin{aligned} E_C &= \frac{1}{2}mv^2 \\ E'_C &= \frac{1}{2}mv'^2 = \frac{1}{2}m|\vec{v} - \vec{v}_0|^2 \end{aligned}\right\} \Longrightarrow E_C \neq E'_C$$

Cuestiones

b) **Verdadero.** Supongamos que sobre una partícula actúan fuerzas conservativas y no conservativas, la resultante:

$$\vec{F} = \vec{F}_C + \vec{F}_{NC}$$

El trabajo será:

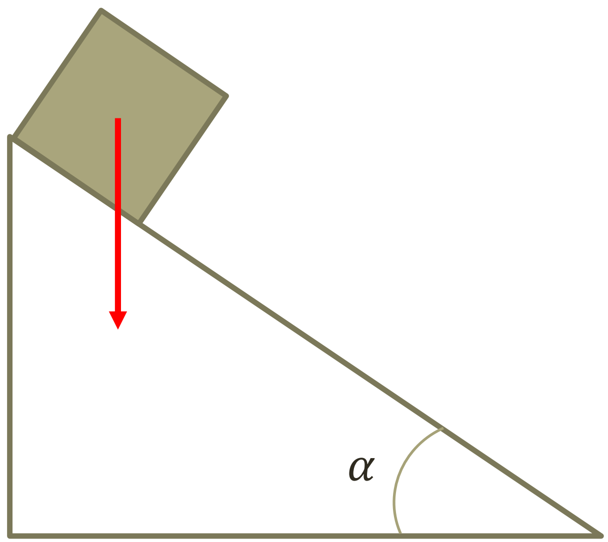
$$\int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_1^2 (\vec{F}_C + \vec{F}_{NC}) \cdot d\vec{r} = \int_1^2 \vec{F}_C \cdot d\vec{r} + \int_1^2 \vec{F}_{NC} \cdot d\vec{r}$$

Por tanto:

$$W_F = W_{F_C} + W_{F_{NC}}$$

Cuestiones

c) **Falso**. En un plano inclinado, en ausencia de rozamiento, se conserva la energía mecánica:



$$E_P = E_C \quad \rightarrow \quad mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

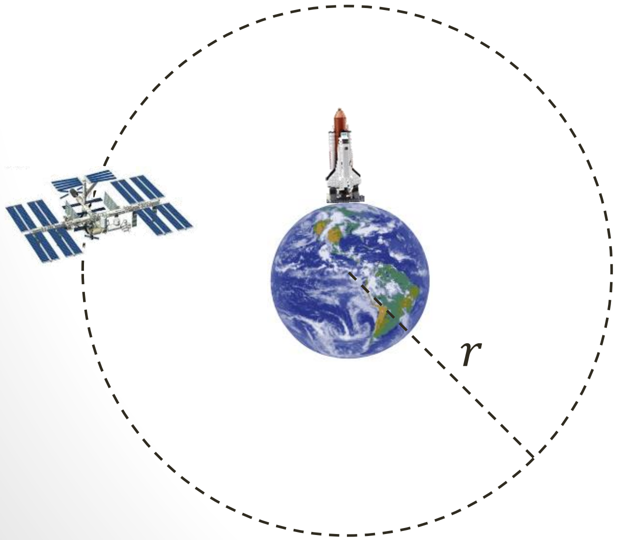
Por tanto:

$$v = \sqrt{2gh}$$

Solo depende de la altura y **es independiente de la inclinación del plano**.

Problemas

1. Una estación espacial describe una órbita circular en torno a la Tierra, de período 2 horas. Calcule:
   a) La velocidad que hay que comunicar a una nave espacial de 1000 kg de masa para que, desde la superficie terrestre se incorpore a la estación, considerando que ésta se acopla a su misma velocidad.
   b) La aceleración tangencial, aceleración normal y velocidad de escape de la nave una vez hecho el acoplamiento.
   DATOS: R_T = 6370 km; g_0 = 9,8 m s^{-2}



a) La energía que habrá que aportar vendrá dada por:

$$\Delta E = E_{ÓRBITA} - E_{TIERRA}$$

Despreciando la energía debido a la rotación de la Tierra:

$$\Delta E = -G\frac{M_T m}{2r} - \left(-G\frac{M_T m}{R_T}\right)$$

MANJÓN
Departamento de Física y Química

Problemas

Determinamos el radio de la órbita aplicando la 3ª ley de Kepler

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM_T} \quad \rightarrow \quad r = \sqrt[3]{\frac{GM_T T^2}{4\pi^2}}$$

Dado que:

$$g_0 = G\frac{M_T}{R_T^2} \quad \rightarrow \quad GM_T = g_0 R_T^2$$

Sustituyendo:

$$r = \sqrt[3]{\frac{g_0 R_T^2 T^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{9{,}8 \cdot (6{,}37 \cdot 10^6)^2 \cdot 7200^2}{4\pi^2}} = 8\,052\,598{,}42 \text{ m}$$

Por tanto:

$$\Delta E = \frac{1}{2}mv^2 = GM_T m\left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{2r}\right) \rightarrow v = \sqrt{2g_0 R_T^2\left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{2r}\right)}$$

$$\boldsymbol{v} = \sqrt{2 \cdot 9{,}8 \cdot (6{,}37 \cdot 10^6)^2\left(\frac{1}{6{,}37 \cdot 10^6} - \frac{1}{2 \cdot 8\,052\,598{,}42}\right)} = \boldsymbol{8\,867\ m/s}$$

MANJÓN
Departamento de Física y Química

Problemas

b) Una vez realizado el acoplamiento:

$$\boldsymbol{a_T} = \frac{dv}{dt} = \mathbf{0} \;\; (ya\ que\ v\ s\ constante)$$

$$\boldsymbol{a_N} = \frac{v^2}{r} = \frac{\frac{GM_T}{r}}{r} = \frac{GM_T}{r^2} = \frac{g_0 R_T^2}{r^2} = \frac{9{,}8 \cdot (6{,}37 \cdot 10^6)^2}{8\ 052\ 598{,}42^2} = \mathbf{6{,}13\ \boldsymbol{m/s^2}}$$

Para que escape, la energía mecánica debe ser, como mínimo cero, por tanto:

$$E_C + E_{ÓRBITA} = 0$$

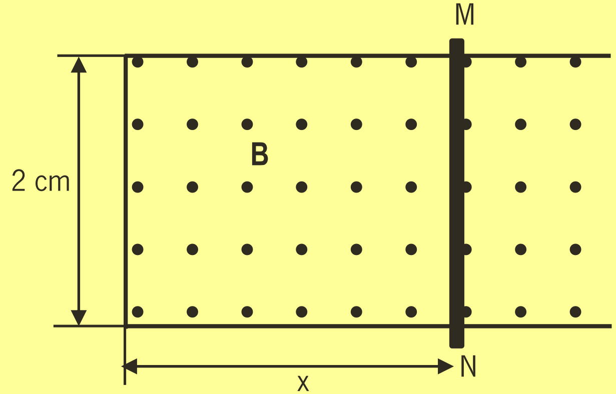
Por tanto:

$$\frac{1}{2} m v_E^2 - G\frac{M_T m}{2r} = 0 \quad \rightarrow \quad \boldsymbol{v_E} = \sqrt{\frac{GM_T}{r}} = \sqrt{\frac{g_0 R_T^2}{r}} = \mathbf{7\ 027\ \boldsymbol{m/s}}$$

Departamento de Física y Química

Problemas

2. Sobre un hilo conductor de resistencia despreciable, que tiene la forma que se indica en la figura, se puede deslizar una varilla de resistencia R = 10 Ω en presencia de un campo magnético uniforme, de valor 50 mT, perpendicular al plano del circuito. La varilla oscila en la dirección deleje X de acuerdo con la expresión $x = x_0 + A\,\text{sen}(\omega t)$, siendo x_0 = 10 cm, A = 5 cm y el período de 10 s.
   a) Calcule y represente gráficamente, en función del tiempo, el flujo magnético que atraviesa el circuito.
   b) Calcule y represente gráficamente, en función del tiempo, la corriente en el circuito.



a) La superficie del circuito atravesada por el campo viene dada, en función del tiempo, por:

$$S = l \cdot x = l \cdot (x_0 + Asen\omega t)\ \ (m^2)$$

Problemas

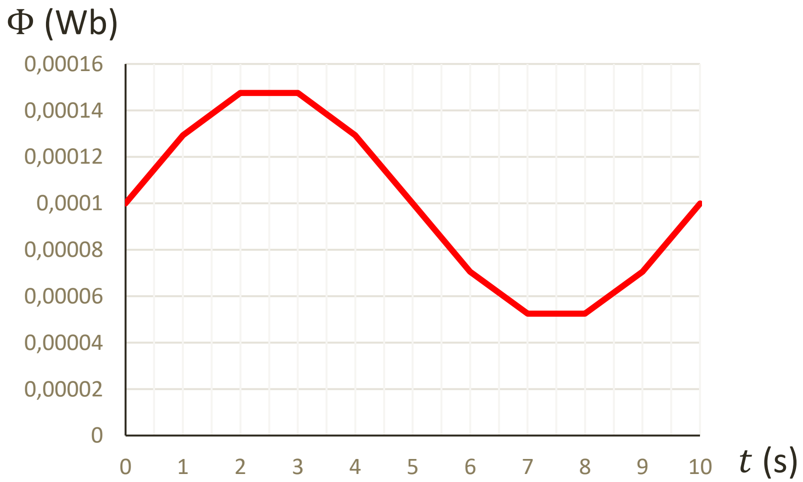
Por tanto, el flujo será:

$$\Phi = \mathrm{B} \cdot \mathrm{S} = \mathrm{B} \cdot l \cdot (x_0 + Asen\omega t) = \mathrm{B} \cdot l \cdot \left(x_0 + Asen\frac{2\pi}{T}t\right) \quad (Wb)$$

$$\Phi = 5 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot \left(10^{-1} + 5 \cdot 10^{-2} \cdot sen\frac{2\pi}{10}t\right) \quad (Wb)$$

$$\boldsymbol{\Phi = 10^{-4} + 5 \cdot 10^{-5} \cdot sen(0,2\pi t)} \ (Wb)$$

La gráfica de la función sería:



Problemas

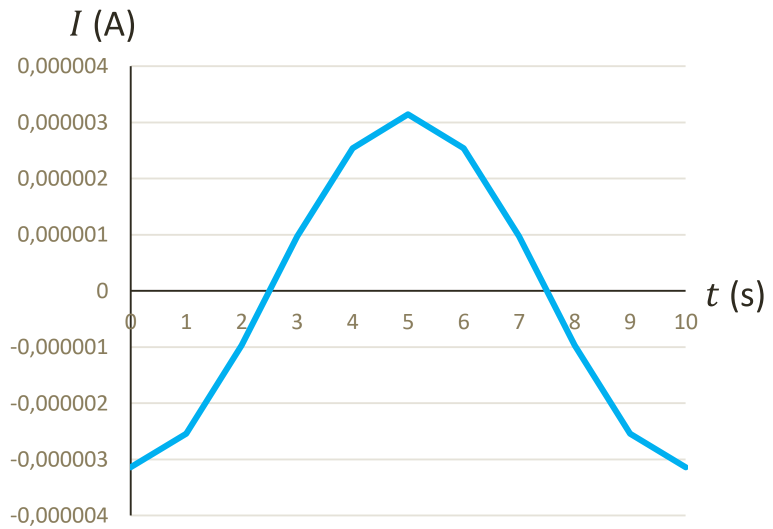
b) Como se produce un flujo variable, se induce una fuerza electromotriz.

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d\left(10^{-4} + 5 \cdot 10^{-5} \cdot sen(0{,}2\pi t)\right)}{dt} = -10^{-5}\pi \cdot cos(0{,}2\pi t) \quad (V)$$

Y, por tanto, la intensidad, según la Ley de Ohm:

$$\boldsymbol{I} = \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{10^{-5}\pi \cdot cos(0{,}2\pi t)}{10} = \boldsymbol{-10^{-6}\pi \cdot cos(0,2\pi t)} \ (A)$$

La gráfica de la función sería:



¡Gracias!

www.iespadremanjon.es

fisicaquimica.iespadremanjon.es

janavarro.iespadremanjon.es

rartacho.iespadremanjon.es