**XX Olimpiada Española de Física** 13 de marzo de 2009

Fase Local, Universidad de Salamanca

Nombre y apellidos: Centro:

---

## Cuestión 1

(a) Un grifo gotea sobre una superficie de agua. El goteo tiene lugar a razón de *80* gotas por minuto y genera en el agua ondas circulares separadas *45 cm*. ¿Cuál es la velocidad de propagación de las ondas en la superficie de agua?

(b) Al pulsar una cuerda de guitarra de longitud *L* se emite un sonido de *200 Hz*. Si se pone un dedo a *6 cm* del extremo superior de la cuerda, el sonido emitido pasa a ser de *220 Hz*. ¿Cuál es la longitud de la cuerda?

(a) $v = \lambda \cdot f = 0{,}45 \cdot \frac{80}{60} = 0{,}6\ {}^{m}/_{s}$

(b) $L \cdot f = (L - 0{,}06) \cdot f' \quad \Rightarrow \quad L = 66\ cm$

Nombre y apellidos: Centro:

## Cuestión 2

A María le gustan las emociones fuertes y quiere probar el *bungee*. Consiste en saltar al vacío desde una plataforma elevada $105\ m$ sobre el nivel de un lago. Para no caer al agua lleva atada a los pies una cuerda elástica de $50\ m$ de longitud. Laura, amiga de María y de su mismo peso, ha comprobado que cuando se cuelga de la cuerda, sin saltar, ésta experimenta un alargamiento de $11\ m$. María piensa dejarse caer sin velocidad inicial y quiere estar a más de $6\ m$ del agua en el alargamiento máximo que pueda alcanzar en el salto. Suponiendo que la cuerda se comporta como un muelle ¿se debe arriesgar a saltar?

El movimiento tiene una parte de caída libre, hasta la longitud de la cuerda, y otra en que el saltador está sometido a la fuerza de un muelle (la cuerda). La extensión máxima de la cuerda está determinada por la transformación de la energía potencial gravitatoria del saltador en el momento de saltar a energía potencial elástica en el momento de máxima extensión.

Para determinar la constante elástica de la cuerda se sabe que cuando la chica se deja colgar de la cuerda ésta se alarga $x_1$=11m:

$$mg = kx_1 \qquad \rightarrow \qquad k = \frac{mg}{x_1}$$

Conservación de energía en el estiramiento máximo:

$$mg(L+x) = \frac{1}{2}kx^2$$

donde L es la longitud de la cuerda y x el alargamiento máximo que experimente.

Para determinar x hay que resolver la ecuación de segundo grado:

$$mgL + mgx = \frac{1}{2}kx^2$$

Sustituyendo el valor de k y resolviendo se obtiene: x=46 m.

Por tanto en el estiramiento máximo la chica está de la plataforma de salida a 96 m y del agua a 9 m. Luego puede saltar con tranquilidad.

Nombre y apellidos: Centro:

## Cuestión 3

Una carga de $30\ \mu C$ se encuentra fija en el origen de coordenadas. Otra carga de $10\ \mu C$ y masa $10\ g$ se coloca, estando inicialmente en reposo, a $3\ m$ de la anterior. ¿Qué velocidad tendrá cuando se halle a $10\ m$ del origen? ¿Con qué velocidad llegará al infinito?

Dato: $k = 9\times 10^9\ N\cdot m^2\cdot C^{-2}$.

Por conservación de la energía:

$$E_{cin-inic} + E_{pot-inic} = E_{cin-final} + E_{pot-final}$$

$$0 + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{d_{inic}} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{d_{fin}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2}{m}\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}q_1 q_2\left(\frac{1}{d_{inic}} - \frac{1}{d_{fin}}\right)}$$

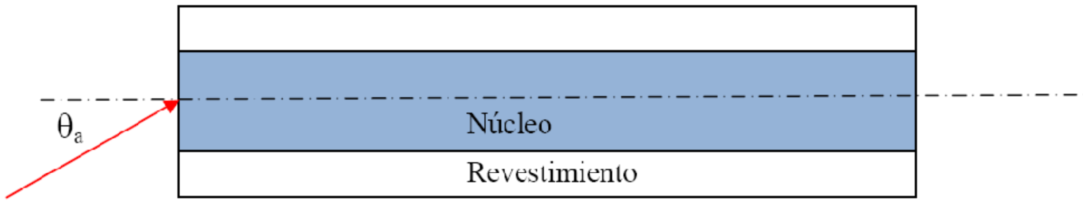
Para $d_{fin} = 10$ m, $v = 11.2$ m/s

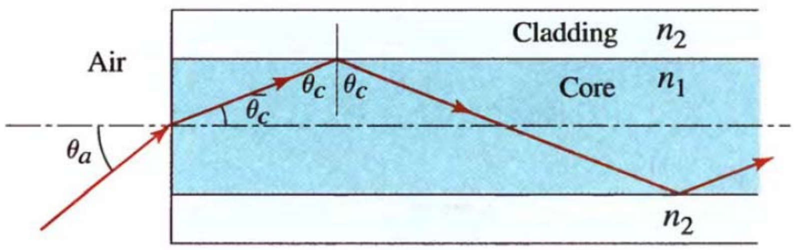
Para $d_{fin} \rightarrow \infty$, $v = 13.4$ m/s

Nombre y apellidos: Centro:

**Cuestión 4**

Una fibra óptica está formada por un núcleo de un material de índice $n_1=1{,}52$ y un revestimiento de índice $n_2= 1{,}46$. Determina el valor máximo del ángulo $\theta_a$ con el que tiene que incidir la luz para quedar atrapada dentro de la fibra.




Ángulo límite: $1.52\,\text{sen}\theta_c = 1.46\,\text{sen}90° \Rightarrow \theta_c = 73.84°$

$\overline{\theta}_c = 90 - \theta_c = 16.15°$

$\text{sen}\theta_a = 1.52\,\text{sen}16{,}15 \Rightarrow \theta_a = 25.01°$

Todos los rayos que entran dentro del cono de ángulo 2x25.01° quedan atrapados dentro de la fibra.

Nombre y apellidos: Centro:

## Problema 1

Una nave espacial aterriza en un planeta desconocido y uno de sus tripulantes hace las siguientes mediciones: (1) una piedra de $2{,}5\ kg$ lanzada hacia arriba desde el suelo con una velocidad inicial de $12\ m/s$ vuelve al suelo al cabo de $8\ s$. (2) el perímetro del planeta es de $2\times10^5\ km$. (3) el planeta carece de atmósfera.

(a) Calcula la masa del planeta.

(b) Si la nave se coloca en una órbita circular a $30000\ km$ **sobre la superficie** del planeta, ¿cuántas horas tardará en dar una vuelta alrededor del mismo?

Dato: $G = 6{,}67\times10^{-11}\ N\cdot m^2\cdot kg^{-2}$.

(a) Movimiento uniformemente decelerado:

$$v_f = v_0 - g\,t \quad \Rightarrow \quad 0 = 12 - g\,4 \quad \Rightarrow \quad g = 3\,m/s^2$$

Radio del planeta:

$$R = \frac{L}{2\pi} = 31{,}83 \cdot 10^3 km$$

Masa del planeta:

$$g = G\,\frac{M}{R^2} \quad \Rightarrow \quad M = \frac{g\,R^2}{G} = 4{,}56 \cdot 10^{25}\,kg$$

(b) $T = \frac{2\,\pi}{\sqrt{G\,M}}\,(R+h)^{3/2} = 14{,}35\,h$

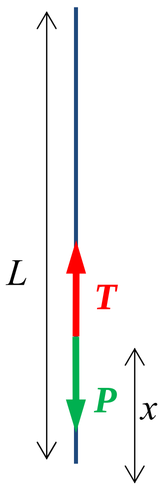
Nombre y apellidos: Centro:

## Problema 2

Una cuerda homogénea de $32{,}9\ cm$ de longitud y $100\ g$ de masa está suspendida verticalmente de uno de sus extremos. En dicha cuerda, se genera con la mano un pequeño pulso transversal. ¿Cuánto tiempo emplea tal pulso en recorrer la cuerda?

Nota: La velocidad de propagación de un pulso transversal **en cada punto** de una cuerda tensa es $(T/\mu)^{1/2}$, siendo $T$ la tensión y $\mu$ la densidad lineal de masa de la cuerda **en cada punto**.

Ayuda: $\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1}$




$$T + P = 0 \quad \Rightarrow \quad T(x) = \mu \cdot x \cdot g$$

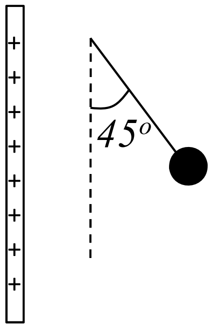
$$v(x) = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{x \cdot g}$$

$$dt = \frac{dx}{v} \quad \Rightarrow \quad t = \int_L^0 \frac{dx}{(g\cdot x)^{1/2}} = 2\sqrt{\frac{L}{g}}$$

Nombre y apellidos: Centro:

### Problema 3

Una esfera de $0{,}5\ g$ de masa, cargada eléctricamente, es repelida por una lámina cargada positivamente. La esfera cuelga de un hilo tal y como se muestra en la figura. Debido a la repulsión, el hilo forma un ángulo de $45°$ con la vertical.



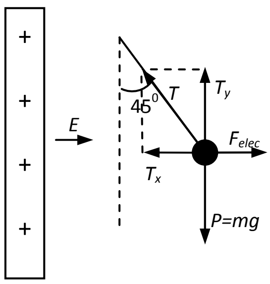

(a) Dibuja un diagrama con las fuerzas que actúan sobre la esfera cuando se encuentra en equilibrio.

(b) Calcula el módulo de la fuerza eléctrica que actúa sobre la esfera.

(c) Calcula la carga de la esfera sabiendo que el campo eléctrico en las proximidades de ésta es uniforme, tiene dirección horizontal y su módulo es $2000\ V{\cdot}m^{-1}$. ¿De qué signo es dicha carga?

(d) Si duplicamos la carga de la esfera, ¿cuál será ahora el ángulo que formará con la vertical el hilo del que está suspendida?

a)




b) Por equilibrio de fuerzas, para la componente vertical:

$$T\cos 45 = mg \Rightarrow T = \frac{mg}{\cos 45} = 6{,}93 \cdot 10^{-3}\,N$$

Para la componente horizontal:

$T\,cos\,45 = F_{elec} \Rightarrow F_{elec} = 4{,}9 \cdot 10^{-3}\,N$

c) La carga de la esfera será entonces:

$F_{elec} = qE \Rightarrow q = \frac{F_{elec}}{E} = 2{,}45 \cdot 10^{-6}$ C, positiva, igual que la carga de la placa, pues la fuerza es repulsiva.

d) Si la carga de la esfera es ahora el doble, será $q = 4.9 \cdot 10^{-6}$ C

Ahora, si el ángulo es $\alpha$

$T\cos\alpha = mg$

$T\sin\alpha = F_{elec} = qE$

Luego:

$tg\,\alpha = \frac{qE}{mg} = 2 \Rightarrow \alpha = 63.43^o$