Antonio Guirao Piñera
Profesor Titular, Depto. de Física, Universidad de Murcia
Campus de Espinardo, Edificio C, 30071 Murcia
Tel.: 968 398314   Correo E.: aguirao@um.es

Resolución de la prueba de acceso a la Universidad. Física. Septiembre de 2005

CUESTIONES

C.1 Para los espejos planos se cumple la relación $s' = -s$, donde s y s' son las posiciones del objeto y de la imagen respectivamente (con el criterio de signos: distancia negativa a la izquierda del sistema óptico, positiva a la derecha del sistema). Si consideramos que el objeto está a la izquierda del espejo, con la luz viajando de izquierda a derecha, según el enunciado s = -1 m; por tanto, s' = 1 m, es decir, la imagen estará también a 1 m pero a la derecha del espejo (es, por tanto una imagen virtual). En general, para los espejos planos, la imagen y el objeto son equidistantes siendo la imagen virtual. Con un trazado de rayos muy simple, cumpliéndose la ley de la reflexión en el espejo, puede comprobarse también la solución.

C.2 NO aumentará la energía cinética de los electrones arrancados. Aumentar la intensidad de la luz incidente, significa hacer llegar más fotones al metal y, en consecuencia, aumentar el número de electrones arrancados. Pero la energía de cada uno de estos fotones arrancados se mantendrá, ya que depende de la frecuencia de los fotones incidentes, no de cuántos incidan.

D.1 Para el ángulo límite, θ_l, el rayo refractado emerge rasante, es decir a 90º respecto a la normal. Por tanto, $\theta_l = \arcsin(1/1.33) = 48.75º$.

D.2 El campo magnético en el interior de un solenoide es proporcional a la densidad de espiras (dicho de otra forma: es proporcional al número de espiras *N*, pero inversamente proporcional a la longitud *L*). Para los dos solenoides tenemos que: 100/10=10 y 500/20=25. Por tanto, el campo es mayor en el solenoide de 500 espiras y 20 cm.

PROBLEMAS

P.1

a) La longitud de onda es: $\lambda = \dfrac{c}{f} = \dfrac{3 \cdot 10^8}{2040 \cdot 10^6} = 0.147$ m

El número de longitudes de onda que caben en la distancia de 1200 millones de km es:

$1200 \cdot 10^9 / 0.147 = 8.16 \cdot 10^{12}$

b) La frecuencia real de la onda es $f_0 = 1/T = c/\lambda_o$, donde λ_o es la longitud de onda si la sonda emisora se encontrara en reposo. Consideremos dos frentes de onda emitidos con una diferencia de tiempo igual al período T (entre ambos frentes hay una distancia igual a una longitud de onda). Si la sonda se aleja con velocidad *v*, cuando emite el segundo frente el primero se encuentra a una distancia igual a λ_o más la distancia $v \cdot T$, es decir, la longitud de onda que ve el observador es $\lambda = \lambda_o + vT$. La diferencia de frecuencias será:

$$f_o - f = f_o(1 - f/f_o) = f_o \cdot (1 - \frac{\lambda_o}{\lambda_o + vT}) = ... = \frac{v}{c+v} f_0 = \frac{100}{100 + 3 \cdot 10^8} 2040 \cdot 10^6 = 680 \text{ Hz}$$

c) La intensidad es $I = \dfrac{P}{4\pi d^2}$, donde d es la distancia Tierra-Saturno. Como la onda tiene 10 W de potencia, tenemos que: $I = \dfrac{10}{4\pi(1200 \cdot 10^9)^2}$ =$5.53 \cdot 10^{-25}$ W/m^2

P.2

a) Sin necesidad de realizar ningún cálculo, podemos asegurar que el campo eléctrico en el centro del cuadrado es nulo ya que las cuatro cargas son iguales y las parejas situadas en vértices opuestos producen campos que se anulan entre sí en el punto medio.

b) La energía potencial total tiene seis contribuciones correspondientes a los seis posibles emparejamientos de cargas. Así:

$E_p = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\left(\frac{q^2}{a}+\frac{q^2}{\sqrt{2}a}+\frac{q^2}{a}+\frac{q^2}{a}+\frac{q^2}{\sqrt{2}a}+\frac{q^2}{a}\right) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{q^2}{a}(4+\sqrt{2})$, donde a es el lado del cuadrado y q el valor de cada carga. Sustituyendo datos:

$$E_p = 9\cdot 10^9 \frac{(-1.6\cdot 10^{-19})^2}{0.01}(4+\sqrt{2}) = 1.25\cdot 10^{-25}\ \mathrm{J}$$

c) Consideramos, por ejemplo, el electrón situado en el vértice superior derecho. La fuerza que experimenta es:

$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$, donde

$$\vec{F}_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{q^2}{(\sqrt{2}a)^2}\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\vec{i}+\frac{\sqrt{2}}{2}\vec{j}\right)$$

$$\vec{F}_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{q^2}{(a)^2}\vec{i}$$

$$\vec{F}_3 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{q^2}{(a)^2}\vec{j}$$

Entonces: $\vec{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{q^2}{a^2}(\sqrt{2}/4+1)(\vec{i}+\vec{j})$, y sustituyendo datos el módulo resulta: $|\vec{F}|=4.41\cdot 10^{-24}$ N

P.3

a) Cuando el proyectil alcanza la altura máxima h su velocidad y, por tanto, su energía cinética, son nulas. Por conservación de la energía: $E_{c_o} + E_{p_o} = E_p \rightarrow \frac{1}{2}mv_o^2 - G\frac{Mm}{R_T} = -G\frac{Mm}{R_T+h}$. Despejando la altura obtenemos:

$$h = \frac{v_o^2}{2g_o - v_o^2/R_T} = \frac{1000^2}{2\cdot 9.8 - 1000^2/6378000} = 51431.8\ \mathrm{m}$$

NOTA: Habiendo considerado la energía potencial como mg_oh (suponiendo que la altura que alcanza el proyectil es lo suficientemente pequeña para que la gravedad no varíe significativamente), la altura máxima sería $h = v_o^2/2g_o$ = 51020.4 m, lo que supone un error menor que el 1%. Sin embargo, a priori desconocíamos si la aproximación era o no buena y, por tanto, se requería utilizar las ecuaciones exactas.

b) $g = \frac{GM}{(R_T+h)^2} = \frac{6.67\cdot 10^{-11}\cdot 5.98\cdot 10^{24}}{(6378\cdot 10^3+51431.8)^2} = 9.65\ \mathrm{m/s^2}$

c) $\frac{1}{2}mv_o^2 - G\frac{Mm}{R_T} = \frac{1}{2}mv^2 - G\frac{Mm}{R_T+h/2} \rightarrow v^2 = v_o^2 + 2GM\left(\frac{1}{R_T+h/2}-\frac{1}{R_T}\right) = \ldots$ 705.7 m/s

(Con la aproximación de que la gravedad es constante, la velocidad a media altura sería $v \approx v_o/\sqrt{2}$ = 707.1 m/s)