

Examen resolt i criteris específics de correcció

Examen resolt

1

a) S'ha d'aplicar la tercera llei de Kepler.

L'enunciat de la tercera llei és el següent: "El quadrat del període orbital d'un planeta és directament proporcional al cub del semieix major de la seva òrbita".

b) Període orbital d'un objecte del sistema solar que segueix una òrbita el·líptica que té el semieix major de 10 ua.

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{T^2}{(10 \text{ ua})^3} = \frac{(1 \text{ a})^2}{(1 \text{ ua})^3} \Rightarrow T = 31.6 \text{ a} = 9.97 \cdot 10^8 \text{ s.}$$

c) El període orbital del telescopi és 373.57 dies = 1.023 a.

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{(1.023 \text{ a})^2}{a^3} = \frac{(1 \text{ a})^2}{(1 \text{ ua})^3} \Rightarrow a = 1.02 \text{ ua} = 1.52 \cdot 10^{11} \text{ m.}$$

d) S'aplica el principi de conservació de l'energia mecànica. La distància mitjana de la Terra al Sol és 1 ua.

$$\frac{1}{2} m v_0^2 - G \frac{M_{\text{Sol}} m}{10 \text{ ua}} = \frac{1}{2} m v^2 - G \frac{M_{\text{Sol}} m}{1 \text{ ua}} \Rightarrow v = 40.0 \text{ km/s}$$

2

a) El camp elèctric en el punt A creat per la càrrega de -7 nC és

$$\mathbf{E}_1(\text{A}) = K \frac{-7 \text{ nC}}{(0.10 \text{ m})^2} (-1, 0) = (6.30, 0) \text{ kN/C}.$$

El camp elèctric en el punt A creat per la càrrega de 7 nC és

$$\mathbf{E}_2(\text{A}) = K \frac{7 \text{ nC}}{(0.05 \text{ m})^2} (0, 1) = (0, 25.2) \text{ kN/C}.$$

El camp en el punt A és

$$\mathbf{E}(\text{A}) = \mathbf{E}_1(\text{A}) + \mathbf{E}_2(\text{A}) = (6.30, 25.2) \text{ kN/C} \Rightarrow \boxed{E(\text{A}) = 26.0 \text{ kN/C}}$$

b) El potencial elèctric en el punt P és

$$V(\text{P}) = K \frac{7 \text{ nC}}{(\sqrt{50} \text{ cm})} + K \frac{-7 \text{ nC}}{5 \text{ cm}} = -369 \text{ V}.$$

El potencial elèctric en el punt B és

$$V(\text{B}) = K \frac{7 \text{ nC}}{10 \text{ cm}} + K \frac{-7 \text{ nC}}{5 \text{ cm}} = -630 \text{ V}.$$

Per tant,

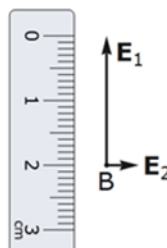
$$\boxed{V(\text{P}) - V(\text{B}) = 261 \text{ V}}$$

c1) El camp elèctric és conservatiu perquè el treball realitzat per una força elèctrica en moure una càrrega des d'un punt a un altre no depèn del camí seguit.

$$W(\text{força externa}) = 2 \text{ nC} (V(\text{P}) - V(\text{B})) \Rightarrow \boxed{522 \text{ nJ}}$$

c2) La fletxa que indica l'orientació del camp és la **número 3**.

La fletxa $\mathbf{E}_1$ correspon al camp creat per la càrrega de -7 nC que està a 5 cm de B. El mòdul del camp creat per la càrrega de 7 nC en el punt B serà un quart del mòdul d' $\mathbf{E}_1$ perquè la intensitat del camp decau amb el quadrat de la distància i la càrrega de 7 nC està a 10 cm . La fletxa que representa el camp creat per la càrrega de 7 nC ha d'anar cap a la dreta i ha de tenir una longitud de $2 \text{ cm}/4 = 0.5 \text{ cm}$.



3

a) Per la regla de la mà dreta, els camps dels dos fils en el punt M es resten si tenen el mateix sentit. Per tant, el sentit del corrent inicial del fil dret és **cap a dalt** perquè el camp magnètic augmenta quan es canvia el sentit del corrent. Per trobar les intensitats, es tenen dues equacions:

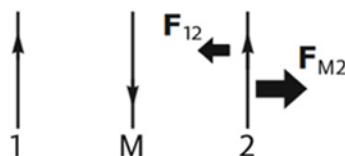
$$\text{Inicial: } \frac{\mu_0 |I_1|}{2\pi 1 \text{ cm}} - \frac{\mu_0 |I_2|}{2\pi 1 \text{ cm}} = 0.4 \text{ mT}$$

$$\text{Canvi: } \frac{\mu_0 |I_1|}{2\pi 1 \text{ cm}} + \frac{\mu_0 |I_2|}{2\pi 1 \text{ cm}} = 0.8 \text{ mT}$$

La solució és

$$|I_1| = 30 \text{ A}, |I_2| = 10 \text{ A}$$

b1) El fil amb corrents elèctrics que tenen el mateix sentit s'atreuen i, amb corrents que tenen sentits contraris es repel·leixen. Per tant:



Amb la força positiva cap a la dreta:

$$\frac{F}{L} = -\frac{\mu_0 20 \text{ A } 20 \text{ A}}{2\pi 2 \text{ cm}} + \frac{\mu_0 30 \text{ A } 20 \text{ A}}{2\pi 1 \text{ cm}} \Rightarrow \frac{F}{L} = 8 \text{ mN/m}$$

b2) El camp magnètic en el punt M va cap a l'interior del pla del paper i la intensitat és

$$B(M) = 2 \times \frac{\mu_0 20 \text{ A}}{2\pi 1 \text{ cm}} = 0.8 \text{ mT}.$$

i) Per la regla de la mà dreta, el corrent el fil tercer fil ha d'anar cap a baix. El fil estarà a 3 cm del punt M. Per tant,

$$\frac{\mu_0 I_3}{2\pi 3 \text{ cm}} = 0.8 \text{ mT} \Rightarrow I_3 = 120 \text{ A}$$

ii) El radi de l'espira que anul·la el camp $B(M)$ és

$$\frac{\mu_0 12.7 \text{ A}}{2R} = 0.8 \text{ mT} \Rightarrow R = 1.00 \text{ cm}$$

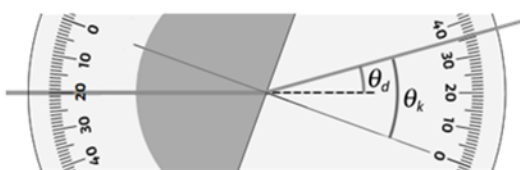
4

a) L'angle d'incidència és de 20° i el de refracció de 10° . La llei de Snell dona

$$\sin(20^\circ) = n \sin(10^\circ) \Rightarrow n = 1.97$$

b) L'angle d'incidència torna ser de 20° . L'angle de refracció és

$$1.7 \sin(20^\circ) = \sin(\theta_k) \Rightarrow \theta_k = 35.6^\circ$$



La desviació del raig respecte de la direcció inicial és

$$\theta_d = \theta_k - 20^\circ \Rightarrow \theta_d = 15.6^\circ$$

c1) L'angle límit es determina quan l'angle de refracció seria de 90°

$$1.55 \sin(\theta_{\text{limit}}) = 1 \Rightarrow \theta_{\text{limit}} = 40.2^\circ$$

No, perquè el raig es refracta a la cara plana des d'aire cap a vidre que té un índex de refracció més gran. Després, l'angle d'incidència del raig sobre la cara corba és zero.

c2) La velocitat del raig dins el vidre és $v = c / n$. Per tant,

$$t = \frac{4 \text{ cm}}{v} + \frac{(30 \text{ cm} - 4 \text{ cm})}{c} \Rightarrow t = 1.07 \text{ ns}$$

5

a) La hipòtesi fonamental d'Einstein per explicar l'efecte fotoelèctric és que la llum està composta per partícules anomenades fotons. Cada fotó té una energia proporcional a la freqüència de la llum.

b) La hipòtesi de De Broglie és que tota la matèria presenta característiques tant ondulatòries com corpusculars, i es comporta d'una manera o d'una altra depenent de l'experiment específic.

c1) Difracció d'electrons. Microscòpia electrònica.

c2) Els electrons de la placa d'alumini surten amb la velocitat màxima més alta que els de la placa de plata perquè l'energia cinètica màxima és igual a l'energia dels fotons menys la funció de treball, i el valor de la funció de treball de l'alumini (4.08 eV) és més baix que el de la plata (4.73 eV).

No fa falta calcular la velocitat màxima dels electrons, però es tindria

$$\frac{1}{2} m_e v_{\text{màx}}^2 = h \frac{c}{250 \text{ nm}} - W,$$

$$v_{\text{màx}}(\text{Al}) = 559 \text{ km/s},$$

$$v_{\text{màx}}(\text{Ag}) = 290 \text{ km/s}.$$

Criteris específics de correcció

- 1a) ESCRIU que s'ha d'usar la 3a llei de Kepler (+0.3). Enuncia bé la llei (+0.4).
- 1b) ESCRIU $T^2/a^3 = (1 \text{ any})^2/(1 \text{ ua})^3$ o equivalent (+0.15). Obté la solució (+0.35).
- 1c) ESCRIU $T^2/a^3 = (1 \text{ any})^2/(1 \text{ ua})^3$ o equivalent (+0.15). Obté la solució (+0.35).
- 1d) Planteja l'equació de conservació de l'energia mecànica (+0.25).
Identifica $r_2 = 1 \text{ ua}$ (+0.25). Obté la solució per la velocitat (+0.3)
- 2a) Si respon tot bé (+0.7). Per determinar: El mòdul camp de la càrrega de -7 nC és 6.30 kN/C (+0.15) i té l'orientació de $(1, 0)$ (+0.1); el mòdul del camp de la càrrega de 7 nC és 25.2 kN/C (0.15) i té la orientació de $(0, 1)$. Obté que el camp total és $(6.30, 25.2) \text{ kN/C}$.
- 2b) ESCRIU que el potencial en un punt és la suma dels potencials de les dues càrregues (+0.25). Obté el potencial correcte en el punt P (+0.2) i en el punt B (+0.15). Calcula correctament la diferència de potencial amb els valors que ha calculat (+0.1).
- 2c1) Respon correctament perquè el camp és conservatiu (+0.3). Determina el treball o el valor de la càrrega multiplicada per la resposta de 2b (+0.3).
- 2c2) ESCRIU fletxa número 3 (+0.25). Dibuixa la fletxa del camp E1 de 2 cm (+0.15). Si la fletxa no mesura 2 cm (0.1) Dibuixa la fletxa del segon camp perpendicular a E1, cap a la dreta i de 0.5 cm (+0.2). Dibuixa la fletxa del segon camp perpendicular a E1, cap a la dreta però no mesura 0.5 cm (+0.1). Dibuixa la fletxa del segon camp perpendicular a E1, cap a l'esquerra i mesura 0.5 cm (+0.1).
- 3a) Respon justificadament que I2 va cap a dalt (+0.25).
Escriu $B_1 - B_2 = 0.4 \text{ mT}$ (+0.25) i $B_1 + B_2 = 0.8 \text{ mT}$ (+0.25).
Obté $I_1 = 30 \text{ A}$ i $I_2 = 10 \text{ A}$ (+0.25).
Si escriu $B_1 + B_2 = 0.4 \text{ mT}$, $B_1 - B_2 = 0.8 \text{ mT}$ i obté $I_1 = 30 \text{ A}$ i $I_2 = -10 \text{ A}$ (+0.25).
L'exercici demana els valors absoluts dels corrents, però es mira la solució de les equacions i no només el resultat en valor absolut.
- 3b1) Dibuixa la força d'1 sobre 2 cap a l'esquerra (0.2). Dibuixa la força de M sobre 2 cap a la dreta (+0.2). Calcula F/L restant les dues forces (encara que siguin incorrectes) (+0.2). Obté la solució (+0.4).

- 3b2) Determina que el camp magnètic en el punt M val 0.8 mT (+0.3).
Obté I_3 (+0.25). Respon justificadament perquè I_3 va cap a baix.
Obté $R = 1.00$ cm (+0.25).
- 4a) Escriu $\sin(20^\circ) = n \sin(10^\circ)$ (+0.3). Obté $n = 1.97$ (+0.3).
- 4b) Escriu $1.7 \sin(20^\circ) = \sin(\theta_k)$ (+0.15). Determina θ_k (+0.1). Determina l'angle de desviació restant 20° al valor que hagi determinar per a θ_k (+0.45).
- 4c1) Escriu $1.55 \sin(\theta_{\text{limit}}) = 1$ (+0.2). Determina θ_{limit} (+0.1). Respon que no i dona el motiu correcte (+0.4).
- 4c2) Escriu $v = c/n$ (+0.25). Escriu l'equació que dona el temps de recorregut (+0.25).
Obté la solució (+0.2). Si a l'equació que dona el temps usa 8 cm en lloc de 4 cm i respon $t = 1.15$ ns (+0.25).
- 5a) Esmenta que la llum està formada per partícules (+0.2), anomenades fotons (+0.1) i que l'energia d'un fotó és proporcional a la freqüència de la llum (+0.2).
- 5b) Esmenta que la matèria presenta característiques tant ondulatòries com corpusculars (+0.35) i es comporta d'una manera o d'una altra depenent de l'experiment específic (+0.15).
- 5c1) Per exemple, difracció d'electrons o microscòpia electrònica (+0.5).
- 5c2) Escriu l'equació de l'efecte fotoelèctric (+0.1). identifica que la funció de treball de l'alumini és menor que la de la plata. (+0.1). Raona que la velocitat màxima dels electrons emesos per la placa d'alumini serà més gran que la dels emesos per la placa de plata perquè la funció de treball de l'alumini és menor (+0.3). Si en lloc de raonar, calcula que la velocitat màxima dels electrons emesos per l'alumini és 559 km/s (+0.15) i per la plata és 290 km/s (+0.15).