



Proves d'Accés a la Universitat. Curs 2009-2010

Física

Sèrie 2

L'examen consta d'una part comuna (problemes P1 i P2), que heu de fer obligatòriament, i d'una part optativa, de la qual heu d'escollir UNA de les opcions (A o B) i fer els problemes P3, P4 i P5 corresponents.

Cada problema val 2 punts.

- P1)** La distància mitjana del planeta Júpiter al Sol és 5,203 vegades la distància mitjana de la Terra al Sol. La massa de Júpiter és 317,8 vegades la massa de la Terra, i té un radi que és 10,52 vegades el radi terrestre. Suposem que les òrbites dels planetes que giren al voltant del Sol són circulars. Calculeu:
- a)** La durada de l'«any» de Júpiter, és a dir, el temps que triga Júpiter a fer una volta entorn del Sol.
 - b)** La velocitat d'escapament a la superfície de Júpiter.

DADES: $R_{\text{Terra}} = 6\,367\text{ km}$; $g = 9,80\text{ m/s}^2$.

- P2)** Una radiació ultraviolada de $\lambda = 200\text{ nm}$ incideix sobre una placa de plom, de manera que salten electrons amb una energia cinètica màxima d'1,97 eV. Calculeu:
- a)** La funció de treball (és a dir, l'energia mínima d'extracció d'electrons) del plom.
 - b)** La longitud d'ona associada als electrons emesos amb l'energia cinètica màxima.

DADES: $c = 3,00 \cdot 10^8\text{ m/s}$;
 $h = 6,63 \cdot 10^{-34}\text{ J} \cdot \text{s}$;
 $m_{\text{electró}} = 9,11 \cdot 10^{-31}\text{ kg}$;
 $q_{\text{electró}} = -1,60 \cdot 10^{-19}\text{ C}$;
 $1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$;
 $1\text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}\text{ J}$.

Opció A

P3) Tenim dues càrregues elèctriques, $Q_1 = 4 \mu\text{C}$, situada en el punt $(-2, 0)$, i $Q_2 = -3 \mu\text{C}$, situada en el punt $(2, 0)$.

a) Quina càrrega (valor i signe) hem de posar en el punt $(4, 0)$ perquè el camp elèctric creat per les tres càrregues en el punt $(0, 0)$ sigui nul?

b) Quant val l'energia potencial electrostàtica d'aquesta tercera càrrega quan està situada en aquest punt $(4, 0)$?

NOTA: Les coordenades dels punts estan expressades en metres.

DADA: $k = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$.

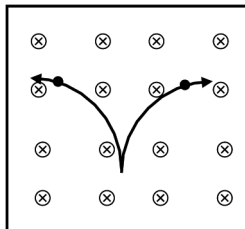
P4) Alguns instruments musicals, com la flauta, estan formats per un tub en què es produeixen ones estacionàries. Podem imaginar-nos la flauta com un tub ple d'aire, obert pels dos extrems, en què es formen ones estacionàries amb ventres en els dos extrems. Si la llargària del tub és 70,0 cm:

a) Dibuixeu el perfil de l'ona corresponent a l'harmònic fonamental produït a l'interior del tub de la flauta. Determineu la freqüència de l'harmònic fonamental i la dels dos primers sobretons (segon i tercer harmònics) que es produiran en aquest tub.

b) Quan fem sonar la flauta, produïm una sensació sonora de 65 dB en un observador situat a 2,0 m. Quina sensació sonora percebrà el mateix observador si en comptes d'una flauta sonen tres flautes idèntiques alhora?

DADA: $v_{\text{so}} = 340 \text{ m/s}$.

- P5)** La imatge següent representa una cambra d'ionització en què s'observa l'aparició d'un electró i d'un positró que tenen la mateixa energia. El camp magnètic que hi ha a la cambra d'ionització és de $2 \cdot 10^{-4}$ T i està dirigit cap a l'interior del paper.

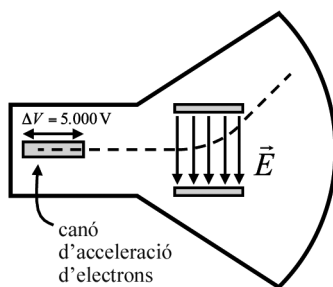


- a)** Indiqueu la trajectòria del positró i la de l'electró i justifiqueu la resposta. Si les dues trajectòries tenen un radi equivalent de 5,80 m, determineu la velocitat de les partícules.
- b)** Quina és l'energia en repòs d'un electró? Quina energia mínima ha de tenir un fotó per a materialitzar-se en un parell electró-positró? Quines són la freqüència i la longitud d'ona corresponents a aquesta energia?

DADES: $q_{\text{electró}} = -1,602 \cdot 10^{-19}$ C;
 $q_{\text{positró}} = +1,602 \cdot 10^{-19}$ C;
 $m_{\text{electró}} = m_{\text{positró}} = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg;
 $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J·s;
 $c = 3,00 \cdot 10^8$ m/s.

Opció B

- P3)** En una pantalla de raigs catòdics, els electrons s'acceleren en passar per un canó amb una diferència de potencial de $5,0 \cdot 10^3$ V entre els extrems. Després arriben a una zona on hi ha un camp elèctric de mòdul $1,0 \cdot 10^4$ N/C, constant i dirigit cap avall.



- Determineu l'energia cinètica i la velocitat dels electrons en sortir del canó d'acceleració.
- Calculeu la força elèctrica que actua sobre els electrons i l'acceleració que experimenten (indiqueu el mòdul, la direcció i el sentit per a les dues magnituds) mentre són a la zona on hi ha el camp elèctric vertical. Justifiqueu si s'ha de tenir en compte o no el pes dels electrons.

DADES: $m_{\text{electró}} = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg; $q_{\text{electró}} = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

- P4)** Una molla de constant $k = 125$ N/m té un extrem fix i, en l'altre, hi ha lligada una massa de 200 g que pot lliscar sobre una superfície horitzontal sense fregament. Desplacem inicialment la massa 12 cm de la posició d'equilibri, tot allargant la molla, i la deixem anar. Determineu:
- El valors màxims de les energies cinètica i potencial assolides durant el moviment i la velocitat màxima de la massa.
 - El període i la freqüència del moviment harmònic resultant. Escriviu també l'equació d'aquest moviment prenent $t = 0$ com l'instant en què s'ha deixat anar la massa.
- P5)** Un timbre funciona a 12,0 V de tensió i 0,200 A d'intensitat. Per tal de poder-lo connectar a la xarxa elèctrica i que funcioni correctament, disposa d'un transformador ideal que té 20 espises en el secundari.
- Connectem el primari del transformador a un corrent altern de 220 V. Calculeu quantes espises té el primari i quina intensitat de corrent hi circula.
 - Si connectem el primari d'aquest transformador a un corrent continu de 24 V, quina intensitat de corrent circularà pel timbre? Justifiqueu la resposta.



SÈRIE 2

P1

$$a) \frac{T_r^2}{d_r^3} = \frac{T_j^2}{d_j^3} \quad [0,6]$$

$$T_j^2 = \frac{d_j^3}{d_r^3} T_r^2 \Rightarrow T_j = \sqrt{5,203^3 \cdot 1^2} = 11,87 \text{ anys} \quad [0,4]$$

$$b) \frac{1}{2} m v_{esc}^2 - G \frac{M_j m}{R_j} = 0 \quad [0,5]$$

$$v_{esc} = \sqrt{2G \frac{M_j}{R_j}} \quad [0,1]$$

$$\text{A més: } g = G \frac{M_r}{R_r^2} \Rightarrow G \frac{M_r}{R_r} = g R_r \quad [0,2]$$

$$v_{esc} = \sqrt{2G \frac{M_j}{R_j}} = \sqrt{2G \frac{317,8 M_r}{10,52 R_r}} = \sqrt{2 \cdot \frac{317,8}{10,52} \cdot g R_r} = 6,14 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad [0,2]$$

P2

$$a) \text{ energia dels fotons incidents: } E_i = hf = 9,945 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 6,21 \text{ eV} \quad [0,3]$$

$$c = \lambda f \Rightarrow f = c/\lambda = 1,50 \cdot 10^{15} \text{ Hz} \quad [0,2]$$

$$\text{efecte fotoelèctric: } E_i = W + E_e \quad [0,3]$$

$$W = E_i - E_e = 6,21 - 1,97 = 4,24 \text{ eV} \quad (= 6,79 \cdot 10^{-19} \text{ J}) \quad [0,2]$$

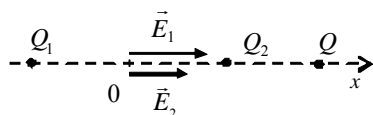
$$b) E_e = \frac{1}{2} m_e v_e^2 \Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2E_e}{m_e}} = 8,32 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad [0,4]$$

$$p_e \lambda_e = h \Rightarrow \lambda_e = \frac{h}{m_e v_e} = 8,75 \cdot 10^{-10} \text{ m} \quad [0,6]$$

OPCIÓ A

P3A

a)



$$E = K \frac{Q}{r^2} \begin{cases} E_1 = K \frac{Q_1}{x_1^2} = 9 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}} \\ E_2 = K \frac{|Q_2|}{x_2^2} = \frac{3}{4} \cdot 9 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}} \end{cases} \quad [0,2]$$

Segons la figura: $\vec{E}_1 = E_1 \hat{i}$; $\vec{E}_2 = E_2 \hat{i}$; per tant $\vec{E}_Q = -(\vec{E}_1 + \vec{E}_2) = -(E_1 + E_2) \hat{i}$. Això vol dir que Q ha de ser positiva. [0,3]

$$E_Q = E_1 + E_2 = \frac{7}{4} 9 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad [0,3]; \text{ però, a més } E_Q = K \frac{Q}{4^2} \quad [0,1]. \text{ D'on s'obté: } Q = 28 \mu\text{C} \quad [0,1]$$

b) $U = qV$ [0,2]

$$V_1 = k \frac{Q_1}{r_1} = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-6}}{6} = 6.000 \text{ V} \quad [0,3]$$

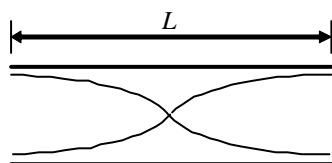
$$V_2 = k \frac{Q_2}{r_2} = 9 \cdot 10^9 \frac{-3 \cdot 10^{-6}}{2} = -13.500 \text{ V} \quad [0,3]$$

[per cada signe mal posat resteu 0,1 punts (no penalitzeu el mateix error dues vegades)]

$$U = qV = 28 \cdot 10^{-6} \cdot (6.000 - 13.500) = -0,21 \text{ J} \quad [0,2]$$

P4A

a)



harmònic fonamental: $\lambda_1 = 2L$ [0,2]

$$v = \lambda f; f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{2L} = 243 \text{ Hz} \quad [0,2]$$

$$\text{segon harmònic } \lambda_2 = L; f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{v}{L} = 486 \text{ Hz} \quad [0,2]$$

$$\text{tercer harmònic } \lambda_3 = \frac{2L}{3}; f_3 = \frac{v}{\lambda_3} = \frac{3v}{2L} = 729 \text{ Hz} \quad [0,2]$$

$$\text{b) una flauta: } \beta_1 = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0} = 65 \text{ dB} \quad [0,2]$$

$$\text{tres flautes: } \beta_3 = 10 \cdot \log \frac{3I}{I_0} \quad [0,3]$$

$$\beta_3 = 10 \cdot \log \frac{3I}{I_0} = 10 \left(\log 3 + \log \frac{I}{I_0} \right) = 10 \cdot \log 3 + \beta_1 = 69,8 \text{ dB} \quad [0,5]$$

P5A

a) $F = qvB$ i regla de la mà esquerra (o similar) [0,2]

La trajectòria de l'esquerra. La força sobre la càrrega va cap a l'esquerra. Per tant, correspon a una càrrega positiva (positró). [0,2]

La trajectòria de la dreta. La força sobre la càrrega va cap a la dreta. Per tant, correspon a una càrrega negativa (electró). [0,2]

$$m \frac{v^2}{R} = qvB \Rightarrow v = \frac{qBR}{m} = 2,04 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad [0,3]$$

Les dues velocitats són iguals, segons l'expressió anterior. [0,1]

b) L'energia en repòs de l'electró és $E_0 = m_e c^2 = 8,20 \cdot 10^{-14} \text{ J}$ [0,2]

mínima energia del fotó (per crear dos electrons) $E = 2E_0 = 2m_e c^2 = 1,64 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ [0,2]

$$E = h\nu \Rightarrow \nu = \frac{E}{h} = 2,47 \cdot 10^{20} \text{ Hz} \quad [0,3]$$

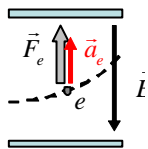
$$c = \lambda\nu \Rightarrow \lambda = \frac{c}{\nu} = 1,21 \cdot 10^{-12} \text{ m} \quad [0,3]$$

OPCIÓ B**P3B**

a) Treball realitzat pel camp elèctric: $|W_e| = |q\Delta V| = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5.000 = 8,0 \cdot 10^{-16} \text{ J}$ [0,4]

$$\frac{1}{2}mv^2 = 8,0 \cdot 10^{-16} \text{ J} \quad [0,3] \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot 8,0 \cdot 10^{-16}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 4,2 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad [0,3]$$

b) $|F_e| = |qE| = |-1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10.000| = 1,6 \cdot 10^{-15} \text{ N}$ [0,2]



$$\vec{F} = m\vec{a}; a_e = \frac{F_e}{m_e} = \frac{1,6 \cdot 10^{-15}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 1,8 \cdot 10^{15} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad [0,2]$$

direcció i sentit \vec{F}_e [0,2]; direcció i sentit \vec{a}_e [0,2]

$p_e = m_e g = 8,9 \cdot 10^{-30} \text{ N}$; $p_e \ll F_e$, per tant no cal tenir en compte el pes dels electrons [0,2]

P4B

$$a) E_{potencial; \max} = \frac{1}{2} k x_{\max}^2 = \frac{1}{2} \cdot 125 \cdot 0,12^2 = 0,90 \text{ J} \quad [0,3]$$

$$E_{potencial; \max} = E_{cinetica; \max} = 0,90 \text{ J} \quad [0,3]$$

$$E_{cinetica; \max} = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 \Rightarrow v_{\max} = \sqrt{\frac{2 E_{cinetica; \max}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,90}{0,2}} = 3,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad [0,4]$$

$$b) \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 25,0 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad [0,1]$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = 3,98 \text{ Hz} \quad [0,1]; \quad T = \frac{1}{f} = 0,251 \text{ s} \quad [0,1]$$

$$x = A \sin(\omega t + \varphi) \quad [0,1]$$

$$\text{condicions inicials: } 0,12 = 0,12 \cdot \sin(\omega \cdot 0 + \varphi) \Rightarrow \sin \varphi = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2} \text{ rad} \quad [0,2]$$

$$\text{Equació del moviment: } x = 0,12 \cdot \sin\left(25t + \frac{\pi}{2}\right) \quad (t \text{ en segons i } x \text{ en metres}) \quad [0,4] \text{ [si no posen unitats 0,3]}$$

$$\text{Alternativament: } x = A \cos(\omega t + \varphi) \Rightarrow x = 0,12 \cdot \cos(25t)$$

P5B

$$a) V_p I_p = V_s I_s \quad [0,3]; \quad I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{12,0 \cdot 0,200}{220} = 0,011 \text{ A} \quad [0,2]$$

$$\frac{V_p}{N_p} = \frac{V_s}{N_s} \quad [0,3]; \quad N_p = \frac{V_p N_s}{V_s} = \frac{220 \cdot 20}{12} = 367 \text{ espires} \quad [0,2]$$

$$b) I = 0 \quad [0,3]$$

Si el corrent al primari és corrent continu, el corrent no variarà i no hi haurà fenomen d'inducció. No s'induirà cap fem al secundari, ja que el flux magnètic a través del secundari no varia. [0,7]
[a la justificació han de dir alguna cosa sobre el fenomen d'inducció]