



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

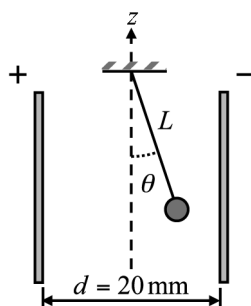
Física

Sèrie 1

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)** Entre les armadures del condensador planoparal·lel de la figura apliquem una diferència de potencial de 200 V. A l'interior del condensador roman en equilibri una càrrega de 15 μC , de 20 g de massa, penjada d'un fil, tal com indica la figura següent:



- Determineu el camp elèctric a l'interior del condensador. Indiqueu-ne el mòdul, la direcció i el sentit.
- Dibuixeu les forces que actuen sobre la càrrega. Calculeu l'angle que forma el fil amb la vertical, θ , en la figura.

NOTA: L'eix z indica la vertical.

DADA: $g = 9,80 \text{ m/s}^2$.

- P2)** Una ona harmònica transversal es propaga per una corda a una velocitat de 6,00 m/s. L'amplitud de l'ona és 20 mm i la distància mínima entre dos punts que estan en fase és 0,40 m. Considereu la direcció de la corda com l'eix x i que l'ona es propaga en el sentit positiu d'aquest eix.
- Calculeu la longitud d'ona, el nombre d'ona, la freqüència, el període i la freqüència angular (pulsació).
 - Escriviu l'equació de l'ona sabent que, en l'instant inicial, l'elongació d'un punt situat a l'origen de coordenades és màxima. Calculeu l'expressió de la velocitat amb què vibra un punt de la corda situat a una distància de 10 m respecte de l'origen de la vibració. Quina és la velocitat màxima d'aquest punt?

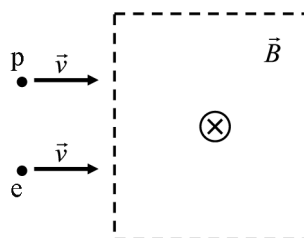
Opció A

P3) Fem incidir radiació electromagnètica d'una freqüència determinada sobre un metall que té una freqüència lliard de $6,00 \cdot 10^{16}$ Hz. Observem que l'energia cinètica màxima dels electrons emesos és $6,62 \cdot 10^{-17}$ J. Calculeu:

- a)** La freqüència de la radiació electromagnètica incident.
- b)** La longitud d'ona dels fotons incidents i la dels electrons emesos amb la màxima energia cinètica.

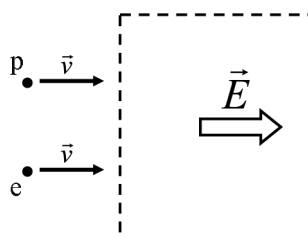
DADES: $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J·s; $c = 3,00 \cdot 10^8$ m/s; $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg.

P4) Un protó i un electró, amb la mateixa velocitat, entren en una regió de l'espai on hi ha un camp magnètic uniforme dirigit cap a l'interior del paper, tal com indica la figura següent:



- a)** Dibuixeu les forces que actuen sobre cada partícula en l'instant en què entren a la regió on hi ha el camp. Són iguals els mòduls d'aquestes forces? Descriviu i justifiqueu el moviment que seguirà cadascuna de les partícules.

Imagineu-vos que en aquesta regió, en comptes d'un camp magnètic, hi ha un camp elèctric uniforme dirigit cap a la dreta, tal com indica la figura següent:



- b)** Dibuixeu les forces que actuen sobre cada partícula en l'instant en què entren a la regió on hi ha el camp. Són iguals els mòduls d'aquestes forces? Descriviu i justifiqueu el moviment que seguirà cadascuna de les partícules.

P5) L'òrbita de la Terra al voltant del Sol es pot considerar circular, amb un període d'un any i un radi d' $1,50 \cdot 10^8$ km. Considerant únicament el sistema format pel Sol i la Terra:

a) Calculeu la massa del Sol.

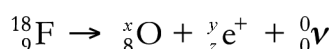
b) Determineu l'energia mecànica total (cinètica i potencial) de la Terra.

DADES: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; $M_{\text{Terra}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

Opció B

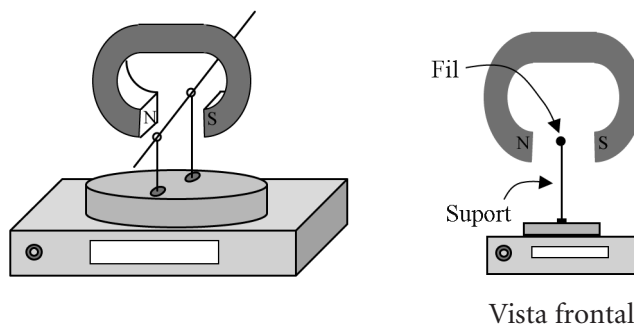
- P3)** La tècnica de diagnòstic a partir de la imatge que s'obté mitjançant tomografia per emissió de positrons (PET, *positron emission tomography*) es fonamenta en l'anihilació entre la matèria i l'antimatèria. Els positrons, emesos pels nuclis de fluor, ^{18}F , injectats al pacient com a radiofàrmac, s'anihilen en entrar en contacte amb els electrons dels teixits del cos i de cadascuna d'aquestes anihilacions es creen fotons, a partir dels quals s'obté la imatge.

La desintegració d'un nucli de fluor, ^{18}F , es pot escriure mitjançant la reacció nuclear següent:

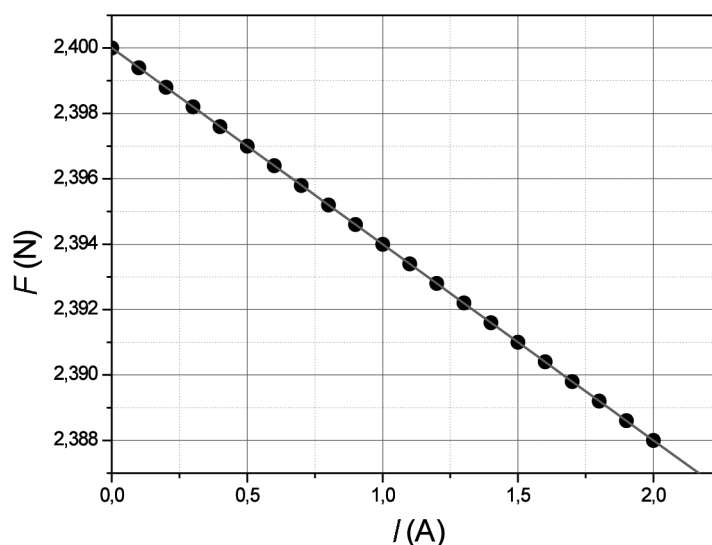


- a)** Digueu quants neutrons i quants protons té aquest isòtop artificial de fluor, ^{18}F . Completeu la reacció nuclear, és a dir, determineu x , y i z .
- b)** El període de semidesintegració del ^{18}F és 109,77 s. Calculeu el temps que ha de passar perquè quedi una vuitena part de la quantitat inicial de ^{18}F . Quin percentatge de partícules quedaran al cap d'una hora? Tenint en compte aquest resultat, digueu si podríem emmagatzemar gaire temps aquest radiofàrmac i justifiqueu-ho.

- P4)** Es col·loca per sobre d'una balança un imant amb els pols N i S enfrontats. Tal com veiem en les figures, entre aquests dos pols passa un fil conductor horitzontal que no toca l'imant. El fil elèctric s'aguanta mitjançant dos suports aïllants que recolzen sobre el plat de la balança. En absència de corrent elèctric pel fil, la balança indica un pes de 2,400 N. Quan circula corrent elèctric pel fil conductor, la balança indica pesos aparents més petits, que depenen de la intensitat del corrent, a causa de l'aparició d'una força magnètica cap amunt.



S'han fet circular pel fil diverses intensitats i s'han obtingut els resultats que es mostren en la gràfica següent, en què F és el pes aparent registrat per la balança i I és la intensitat del corrent que circula pel fil conductor.



- Determineu l'equació que relaciona la força amb la intensitat. Calculeu la força magnètica que actua sobre el fil elèctric quan la intensitat del corrent és 2,0 A i quan és 2,5 A.
- Considereu que el tram de fil situat entre els pols de l'imant té una longitud de 6 cm i que el camp magnètic és uniforme (constant) dins d'aquesta zona i nul·la fora. Calculeu el camp magnètic entre els pols de l'imant. En quin sentit circula el corrent elèctric?

- P5)** El 4 d'octubre de 1957 es va llançar a l'espai el primer satèl·lit artificial, l'*Sputnik 1*, que va descriure una òrbita a 586 km d'altura sobre la superfície de la Terra. Suposant que aquesta òrbita era circular i sabent que la massa de l'*Sputnik 1* era 83,6 kg, calculeu:
- a)** El període de rotació del satèl·lit en l'òrbita que descrigué al voltant de la Terra.
 - b)** La velocitat a què anava l'*Sputnik 1* en girar i la intensitat del camp gravitatori en la seva òrbita.

DADES: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; $M_{\text{Terra}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $R_{\text{Terra}} = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$.



SÈRIE 1

P1

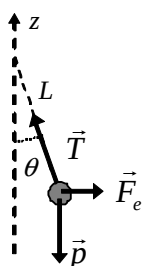
a) $\Delta V = E d$ [0,4]

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{200}{20 \cdot 10^{-3}} = 10.000 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$
 [0,2]

 $\vec{E}$ direcció horitzontal, cap a la dreta [0,3],

el camp va de potencials alts a potencials baixos [0,1]

b)



[per cada força ben representada] [0,1]

$$p = m g = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 9,80 = 0,20 \text{ N}$$

$$F_e = q E = 15 \cdot 10^{-6} \cdot 10^4 = 0,15 \text{ N}$$
 [0,3]

$$\left. \begin{array}{l} p = T \cos \theta \\ F_e = T \sin \theta \end{array} \right\} [0,2] \Rightarrow \operatorname{tg} \theta = \frac{F_e}{p} = 0,765 \Rightarrow \theta = 37,4^\circ [0,2]$$

P2

a) $\lambda = 0,40 \text{ m}$ [0,2]; $k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0,40} = 5\pi = 15,7 \text{ m}^{-1}$ [0,2];

$$v = \lambda f; f = v/\lambda = 6,00/0,40 = 15 \text{ s}^{-1} [0,2]; T = \frac{1}{f} = 0,067 \text{ s} [0,2]$$

$$\omega = 2\pi f = 30\pi \text{ rad/s} = 94 \text{ rad/s} [0,2]$$

b) $y = A \cos(\omega t - kx + \varphi)$

condicions inicials: $y(0,0) = A \Rightarrow y(0,0) = A = A \cos \varphi \Rightarrow \cos \varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$ [0,2];

$$y = 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \cos(30\pi t - 5,0\pi x) \text{ (en m, si } t \text{ en s)}$$
 [0,3]

[si no posen les unitats] [0,2]

$$v = \frac{dy}{dt} = -A\omega \sin(\omega t - kx + \varphi)$$
 [0,1]

$$v(x=10\text{m}) = -0,60\pi \cdot \sin(30\pi t - 50\pi) \text{ (en m/s, si } t \text{ en s)}$$
 [0,2]

[si no posen les unitats] [0,1]

$$v_{\max} = A\omega = 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot 30\pi = 0,6\pi = 1,9 \text{ m/s}$$
 [0,2]

[resolució alternativa: també s'admet si posen $y = A \sin(\omega t - kx + \varphi)$; valoreu-la anàlogament]

OPCIÓ A

P3A

a) $E = W + E_c$; [0,3]

$W = h \nu_{\text{lindar}} = 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 6,00 \cdot 10^{16} = 3,97 \cdot 10^{-17} \text{ J}$ [0,2]

$E = W + E_c = 1,06 \cdot 10^{-16} \text{ J}$ [0,2]

$E = h \nu_{\text{ind}}; \nu_{\text{ind}} = E/h = 1,60 \cdot 10^{17} \text{ Hz}$ [0,3]

b) fotons: $c = \lambda_{\text{ind}} \nu_{\text{ind}}$ [0,1]; $\lambda_{\text{ind}} = c/\nu_{\text{ind}} = 3,00 \cdot 10^8 / 1,60 \cdot 10^{17} = 1,88 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ [0,2]

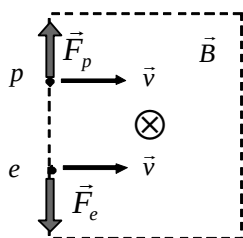
electrons: $p_e \lambda_e = h$ [0,1]

$E_c = \frac{1}{2} m_e v_e^2 \Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2E_c}{m_e}} = 1,21 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ [0,3]

$\lambda_e = h/p_e = h/m_e v_e = 6,01 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ [0,3]

P4A

a)



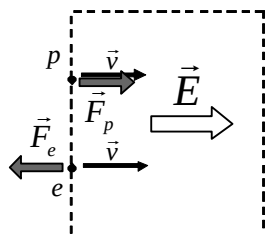
[per cada força ben dibuixada] [0,2]

Els mòduls de les forces són: $F = q v B$. Els mòduls F_p i F_e sóniguals ja que $|q_p| = |q_e|$ [0,2]

[justificació de les òrbites] [0,2]

Les òrbites seran circulars, les dues partícules seguiran un moviment circular uniforme, ja que $\vec{F} \perp \vec{v}$, en tots dos casos.p girarà cap amunt degut a l'acció de $\vec{F}_p$ [descripció o dibuix] [0,1]e girarà cap avall degut a l'acció de $\vec{F}_e$ [descripció o dibuix] [0,1]

b)



[per cada força ben dibuixada] [0,2]

Els mòduls de les forces són: $F = q E$. Els mòduls F_p i F_e sóniguals ja que $|q_p| = |q_e|$ [0,2]

[justificació de les trajectòries] [0,2]

Les dues partícules seguiran trajectòries rectilínies. Ja que $\vec{F} \parallel \vec{v}$ p es mourà cap a la dreta i la seva velocitat augmentarà uniformement per l'acció de $\vec{F}_p$ [0,1]e es mourà cap a la dreta i la seva velocitat disminuirà uniformement per l'acció de $\vec{F}_e$ [0,1]

P5A

$$\text{a) } F = m a; \quad G \frac{M_S M_T}{d_{S-T}^2} = M_T a_c = M_T d_{S-T} \omega_T^2 \quad [0,5]$$

$$\omega_T = \frac{2\pi}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 1,99 \cdot 10^{-7} \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad [0,2]$$

$$M_S = \frac{d_{S-T}^3}{G} \omega_T^2 = \frac{d_{S-T}^3}{G} \left(\frac{2\pi}{T_T} \right)^2 = 2,01 \cdot 10^{30} \text{ kg} \quad [0,3]$$

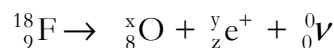
$$\text{b) } E_m = E_p + E_c = -G \frac{M_T \cdot M_S}{d_{T-S}} + \frac{1}{2} M_T v^2 \quad [0,6]$$

$$E_m = -6,67 \cdot 10^{-11} \frac{5,98 \cdot 10^{24} \cdot 2,01 \cdot 10^{30}}{1,50 \cdot 10^{11}} + \frac{1}{2} 5,98 \cdot 10^{24} \left(1,50 \cdot 10^{11} \frac{2\pi}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} \right)^2 = -2,67 \cdot 10^{33} \text{ J} \quad [0,4]$$

OPCIÓ B

P3B

a) ${}^{18}_9\text{F}$ té 9 protons i 9 neutrons [0,1]

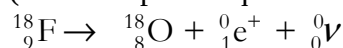


$y = 0$, ja que es tracta d'un positró [0,3]

$$18 = x + y + 0 \Rightarrow x = 18 \quad [0,3]$$

$$9 = 8 + z + 0 \Rightarrow z = 1 \quad [0,3]$$

(també es pot dir que $z = 1$, ja que es tracta d'un positró)



b) $N = N_0 e^{-\lambda t}$; $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$ [0,1]

$$N = \frac{N_0}{8} = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{1}{8} = e^{-\lambda t} \Rightarrow t = \frac{\ln 8}{\lambda} = \frac{T \ln 8}{\ln 2} = 329,31 \text{ s} \quad [0,3]$$

[també es pot justificar: $\frac{1}{8} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}$, per tant, per tenir $\frac{1}{8}$ de la mostra ha de transcorrer tres vegades el període de semidesintegració. Així $t = 3T = 329,31 \text{ s}$]

En una hora quedaria $N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\lambda \cdot 3600} = N_0 \cdot 1,3 \cdot 10^{-10}$ [0,2];

Que representa un $\frac{N_0 \cdot 1,3 \cdot 10^{-10}}{N_0} = 1,3 \cdot 10^{-10} \Rightarrow 1,3 \cdot 10^{-8} \%$ [0,2]

No es pot emmagatzemar, ja que en una hora quedaria una quantitat insignificant comparada amb la inicial, N_0 . [0,2]

P4B

a) el pendent de la recta és $(2,388 - 2,400)/2 = 6,000 \cdot 10^{-3} \text{ N/A}$ [0,1]

equació de la recta: $F = 2,400 - 6,000 \cdot 10^{-3} I$ (en N, si I en A) [0,1]

$$F(2,0 \text{ A}) = 2,400 - 6,000 \cdot 10^{-3} \cdot 2 = 2,388 \text{ N} \quad \text{També es pot llegir a la gràfica. [0,2]}$$

$$F(2,5 \text{ A}) = 2,400 - 6,000 \cdot 10^{-3} \cdot 2,5 = 2,385 \text{ N} \quad [0,2]$$

Com que hi ha una tara de 2,400 N. La força sobre el fil és

$$F_{\text{fil}}(2,0 \text{ A}) = 2,400 - 2,388 = 0,012 \text{ N} \quad \text{cap amunt [0,2]}$$

$$F_{\text{fil}}(2,5 \text{ A}) = 2,400 - 2,385 = 0,015 \text{ N} \quad \text{cap amunt [0,2]}$$

b) Força (mòdul) que actua sobre el fil: $F = I L B$ [0,2]

$$6,000 \cdot 10^{-3} I = I L B; B = \frac{6,000 \cdot 10^{-3}}{L} = 0,1 \text{ T} \quad [0,3]$$

alternativa: $B = \frac{F}{I L} = \frac{0,012}{2,0 \cdot 0,06} = 0,1 \text{ T} \quad [0,3]$

El $\vec{B}$ va de N a S. Si la força sobre el fil va cap amunt (disminució de pes aparent), el corrent haurà d'anar cap enfora del paper. [0,5] [= sentit corrent 0,2 + justificació 0,3]

P5B

$$\text{a) } F_{\text{grav}} = m_{\text{sat}} a_{\text{centripeta}} \quad [0,3]; \quad F_{\text{grav}} = G \frac{M_T m_{\text{sat}}}{(R_T + h)^2} \quad [0,2]; \quad a_{\text{centripeta}} = G \frac{M_T}{(R_T + h)^2} \quad [0,1]$$

$$a_{\text{centripeta}} = r\omega^2 = (R_T + h) \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 \quad [0,2]; \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{(R_T + h)^3}{GM_T}} = 5.772 \text{ s} \quad [0,2]$$

$$\text{b) } v = \omega r \quad [0,3]; \quad v = \frac{2\pi}{T} (R_T + h) = \frac{2\pi}{5.772} (6,37 \cdot 10^6 + 586 \cdot 10^3) = 7,57 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad [0,3]$$

$$g_h = G \frac{M_T}{(R_T + h)^2} = 8,24 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad [0,4]$$