



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

Física

Sèrie 5

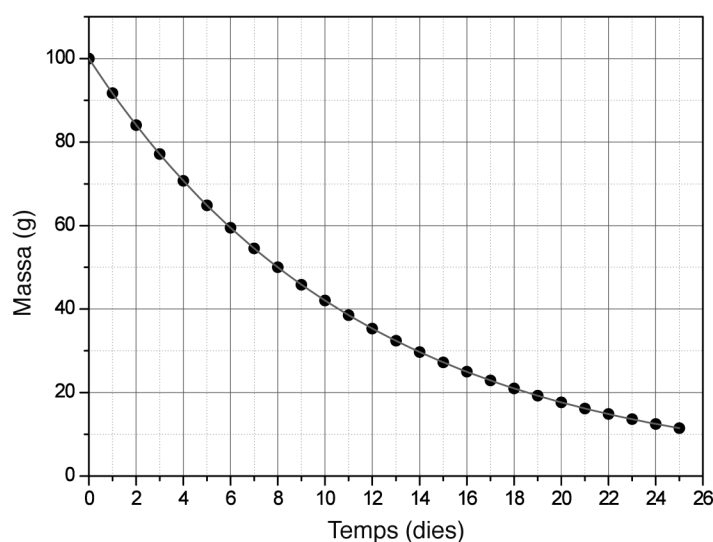
L'examen consta d'una part comuna (problemes P1 i P2), que heu de fer obligatòriament, i d'una part optativa, de la qual heu d'escollir UNA de les opcions (A o B) i fer els problemes P3, P4 i P5 corresponents.

Cada problema val 2 punts.

- P1)** El 15 d'octubre de 2003, la Xina va posar en òrbita la seva primera nau espacial tripulada, de manera que esdevingué el tercer país del món a assolir aquesta fita. La nau tenia una massa de 7790 kg i un període orbital de 91,2 minuts. Calculeu:
- L'altura de l'òrbita sobre la superfície de la Terra, si suposem que és circular.
 - L'increment d'energia cinètica que caldria comunicar a la nau quan es troba en òrbita, perquè s'allunyi indefinidament de l'atracció terrestre.

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

- P2)** La gràfica següent mostra la variació de la massa d'una mostra de iode 131, que és un isòtop radioactiu, al llarg del temps.

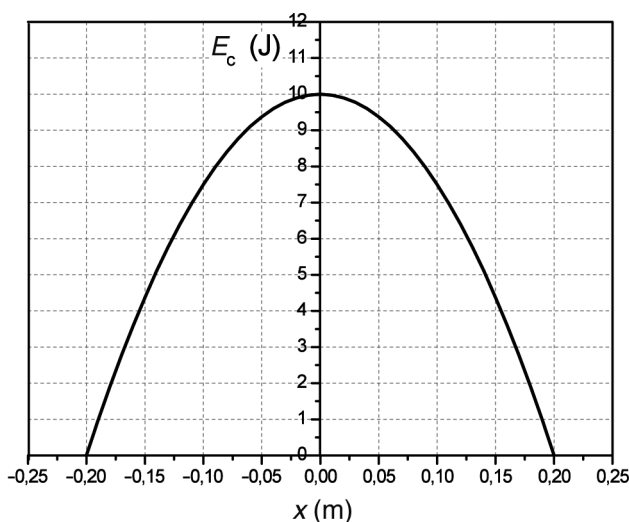


- Trobeu el període de semidesintegració de l'isòtop i digueu quina quantitat de la mostra tindrem al cap de quaranta dies.
- El iode 131, en desintegrar-se, emet una partícula beta i es transforma en un ió positiu de xenó 131. Calculeu l'energia que s'allibera quan es desintegra un àtom de iode 131.

DADES: $m(\text{I-131}) = 130,906125 \text{ u}$;
 $m(\text{Xe}^+-131) = 130,904533 \text{ u}$;
 $m_{\text{electró}} = 5,486 \cdot 10^{-4} \text{ u}$;
 $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$;
 $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Opció A

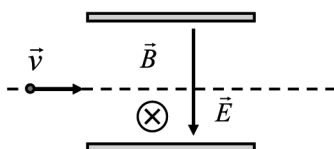
- P3)** La gràfica següent representa l'energia cinètica d'un oscil·lador harmònic en funció de l'elongació (x).



- a)** Digueu el valor de l'energia cinètica i de l'energia potencial quan $x = 0$ m i quan $x = 0,20$ m. Determineu la constant elàstica.
- b)** Calculeu la massa de l'oscil·lador, si sabem que la freqüència de vibració és $(100/2\pi)$ Hz.
- P4)** L'amplitud màxima del camp elèctric de les ones de ràdio, d'una freqüència de 100 MHz, que rep un receptor de ràdio té un valor de 0,070 N/C.
- a)** Calculeu el valor de l'amplitud màxima del camp magnètic que rep el receptor de ràdio i la longitud d'ona d'aquestes ones de ràdio. Feu un dibuix en què es vegi l'orientació relativa dels dos camps entre si i respecte de la direcció de propagació de l'ona electromagnètica.
- b)** Escriviu l'equació del camp elèctric i la del camp magnètic que rep el receptor de ràdio.

DADA: $c = 3,00 \cdot 10^8$ m/s.

- P5)** En la figura següent es mostra un esquema d'un selector de velocitat d'ions, que és una màquina que serveix per a seleccionar els ions que van a una velocitat determinada. Bàsicament, es tracta de fer passar un feix d'ions, que inicialment van a velocitats diferents, per una regió on hi ha un camp magnètic i un camp elèctric perpendiculars. L'acció d'aquests camps sobre els ions en moviment fa que els que van a una velocitat determinada no es desviïn.

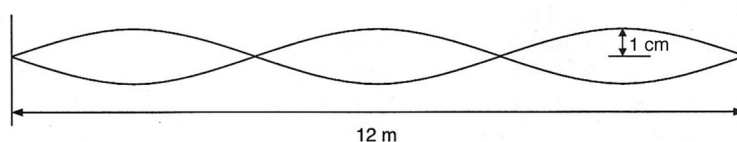


- a)** Dibuixeu la força causada per l'acció del camp magnètic i la força causada per l'acció del camp elèctric sobre un ió positiu que penetra en el selector de velocitats. Si el camp magnètic és 0,50 T i el camp elèctric és 500 N/C, calculeu la velocitat amb què sortiran del selector els ions que no s'hagin desviat.
- b)** Expliqueu què passaria si en aquest selector entressin ions negatius, en comptes d'ions positius.

Opció B

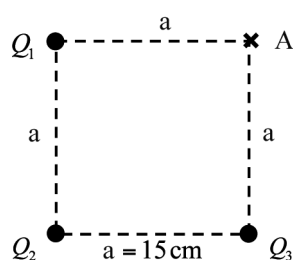
P3) El dibuix següent representa una ona estacionària que s'ha generat en una corda tensa quan una ona harmònica que es propagava cap a la dreta s'ha superposat amb la que s'ha reflectit en un extrem.

- Indiqueu-ne els nodes. Determineu la distància entre nodes i la longitud d'ona estacionària. Quina és l'amplitud de les ones que, en superposar-se, han originat l'ona estacionària?
- Sabent que cada punt de la corda vibra a raó de trenta vegades per segon, escribiu l'equació de l'ona inicial (si suposem que $y(0, 0) = 0$) i calculeu-ne la velocitat de propagació.

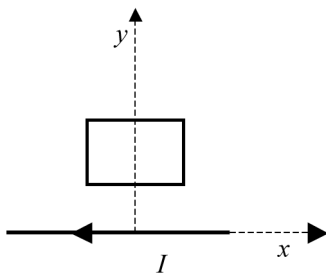


P4) En tres dels vèrtexs d'un quadrat de 15 cm de costat hi ha les càrregues $Q_1 = +1,0 \mu\text{C}$, $Q_2 = -2,0 \mu\text{C}$ i $Q_3 = +1,0 \mu\text{C}$, tal com indica la figura. Calculeu:

- El camp elèctric (mòdul, direcció i sentit) creat per les tres càrregues en el quart vèrtex, punt A.
- El potencial elèctric total en el punt A. Calculeu el treball que cal fer per a traslladar una càrrega de $7,0 \mu\text{C}$ des de l'infinit fins al punt A. Digueu si el camp fa aquest treball o si el fa un agent extern.



P5) Tenim una espira a prop d'un fil rectilini indefinit, tal com indica la figura següent:



- a)** Justifiqueu si apareixerà un corrent induït en l'espira si
- la movem en la direcció x ;
 - la movem en la direcció y .
- b)** Dibuixeu el camp magnètic creat pel fil rectilini indefinit i la força que actua sobre cada costat de l'espira, quan hi circula un corrent elèctric en sentit horari.
- De les dues forces que actuen sobre els dos costats paral·lels al fil rectilini indefinit, quina és la més gran? Justifiqueu la resposta.



L'Institut d'Estudis Catalans ha tingut cura de la correcció lingüística i de l'edició d'aquesta prova d'accés

SÈRIE 5

P1

a) $\vec{F} = m\vec{a}$; $G \frac{M_T m}{(R_T + h)^2} = ma_c = m(R_T + h)\omega^2$ [0,4]

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \text{ [0,2]}; G \frac{M_T m}{(R_T + h)^2} = m(R_T + h) \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 \Rightarrow h = \sqrt[3]{\frac{GM_T T^2}{4\pi^2}} - R_T = 3,43 \cdot 10^5 \text{ m [0,4]}$$

b) Per adquirir la velocitat d'escapament se li ha de suministrar una energia perquè el satèl·lit arribi a l'infinit, on $E_m=0$. [0,2] [cal alguna discussió energètica per entendre els càlculs que fan]

$$\Delta E = E_{\text{final}} - E_{\text{inicial}} = -E_{\text{inicial}} = -E_{\text{satel·lit}} \text{ [0,2]}$$

$$E_{\text{satel·lit}} = -\frac{1}{2} G \frac{M_T m}{R_T + h} = -2,31 \cdot 10^{11} \text{ J [0,4]}$$

Se li ha de suministrar una energia: $\Delta E = E_{\text{final}} - E_{\text{inicial}} = -E_{\text{inicial}} = -E_{\text{satel·lit}} = 2,31 \cdot 10^{11} \text{ J [0,2]}$

P2

a) De la gràfica: $T = 8$ dies (temps fins que la massa es redueix a la meitat) [0,3]

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \text{ [0,2]}; \lambda = \frac{\ln 2}{T} = 8,66 \text{ dies}^{-1} \text{ [0,2]}$$

$$M(40 \text{ dies}) = M_0 e^{-\lambda t} = 100 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{8} \cdot 40} = 3,1 \text{ g [0,3]}$$

[També es pot admetre la solució: $40 \text{ dies} = 8 \text{ dies} \cdot 5$. La massa disminuirà en $2^5 = 32$. I serà $100/32 = 3,12 \text{ g}$]

b)

Les partícules β són electrons. [0,2]

$$\Delta E = \Delta mc^2 \text{ [0,2]}; \Delta m = [m(Xe) + m(e)] - m(I) \text{ [0,2]}$$

$$\Delta m = [130,904533 + 5,486 \cdot 10^{-4}] - 130,906125 = -1,043 \cdot 10^{-3} \text{ u} = -1,732 \cdot 10^{-30} \text{ kg [0,2]}$$

$$\Delta E = \Delta mc^2 = -1,559 \cdot 10^{-13} \text{ J que és l'energia alliberada en desintegrar-se un ió de iode-131. [0,2]}$$

OPCIÓ A

P3A

a) $E_{\text{mec}} = E_{\text{cin}} + E_{\text{pot}}$

De la gràfica: $E_{\text{cin}}(x=0) = 10 \text{ J}$; $E_{\text{cin}}(x=0,20) = 0 \text{ J [0,1]}$

Per tant: $E_{\text{pot}}(x=0) = 0 \text{ J}$; $E_{\text{pot}}(x=0,20) = 10 \text{ J [0,3]}$

ja que l'energia mecànica es conserva $E_{\text{mec}} = E_{\text{cin}} + E_{\text{pot}} = 10 \text{ J [0,2]}$

$$E_{\text{pot}} = \frac{1}{2} kx^2; A = 0,20 \text{ m [0,1]}$$

$$E_{\text{pot; màx}} = \frac{1}{2} kA^2 \Rightarrow k = \frac{2E_{\text{pot; màx}}}{A^2} = \frac{2 \cdot 10}{0,20^2} = 500 \frac{\text{N}}{\text{m}} \text{ [0,3]}$$

b) $k = m\omega^2$ [0,3]; $\omega = 2\pi f$ [0,2]

$$m = \frac{k}{4\pi^2 f^2} = 0,050 \text{ kg [0,5]}$$

P4A

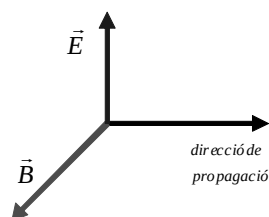
$$a) E = c B \Rightarrow B = \frac{E}{c} = 2,3 \cdot 10^{-10} \text{ T} \quad [0,3]$$

$$c = \lambda v \Rightarrow \lambda = \frac{c}{v} = 3,0 \text{ m} \quad [0,3]$$

[dibuix dels camps:

- han de dibuixar $\vec{B} \perp \vec{E}$ [0,2],

- han de dibuixar la direcció de propagació perpendicular $\vec{B}, \vec{E}$] [0,2]



a

$$b) E = E_0 \sin(kx - \omega t) \quad [0,2]$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{3} \text{ m}^{-1} \quad [0,2]; \quad \omega = 2\pi v = 200 \cdot 10^6 \pi \text{ rad/s} \quad [0,2]$$

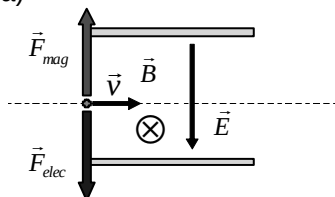
$$E = 0,07 \sin\left(\frac{2\pi}{3}x - 2\pi \cdot 10^8 t\right) \quad \left(\text{en } \frac{\text{N}}{\text{C}}, \text{ si } x \text{ en m i } t \text{ en s}\right) \quad [0,1]$$

$$B = B_0 \sin(kx - \omega t) \quad [0,2]$$

$$B = 2,3 \cdot 10^{-10} \sin\left(\frac{2\pi}{3}x - 2\pi \cdot 10^8 t\right) \quad (\text{en T, si } x \text{ en m i } t \text{ en s}) \quad [0,1]$$

P5A

a)



[cada força ben dibuixada] [0,2]

$$F_{ele} = qE; \quad F_{mag} = qvB \quad [0,2]$$

$$\text{L'ió no es desviarà quan } F_{ele} = F_{mag} \quad [0,2]; \quad qE = qvB \Rightarrow v = \frac{E}{B} = 1.000 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad [0,2]$$

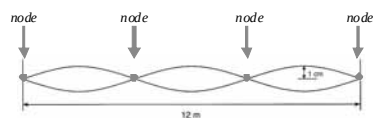
b) Les dues forces anirien dirigides en sentit contrari al dibuixat en a). [0,5]

També es podria complir $F_{ele} = F_{mag}$, i la velocitat dels ions que no es desviarien seria la mateixa. [0,5]

OPCIÓ B

P3B

a)



[per cada node] [0,1]

Hi ha quatre nodes: distància entre nodes = $12/3 = 4\text{ m}$ [0,2]

$$\lambda = 2 d_{\text{nodes}} = 8\text{ m} \quad [0,2]$$

$$A_{\text{individual}} = 1/2 = 0,5\text{ cm} \quad [0,2]$$

$$b) \quad y(x, t) = A \sin(\omega t - kx + \varphi)$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{4} \text{ m}^{-1}; \quad [0,2] \quad \omega = 2\pi f = 60\pi \text{ rad/s} \quad [0,2]; \quad A = 0,5\text{ cm}$$

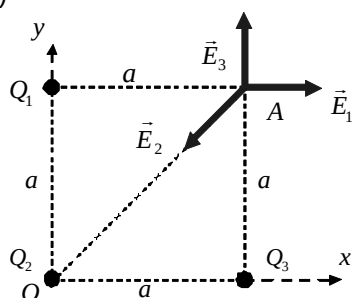
$$y(0, 0) = 0 \quad \Rightarrow \quad \varphi = 0 \quad [0,1]$$

$$\text{Substituint: } y(x, t) = 0,5 \cdot \sin\left(60\pi t - \frac{\pi}{4}x\right) \quad (\text{en cm, si } t \text{ en s i } x \text{ en m}) \quad [0,2]$$

$$v = \lambda f = 240\text{ m/s} \quad [0,3]$$

P4B

a)



$$r_{OA} = \sqrt{a^2 + a^2} = 0,15 \cdot \sqrt{2} \text{ m}$$

$$E_1 = k \frac{Q_1}{a^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-6}}{0,15^2} = 4 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad [0,2]$$

$$\text{Per simetria } E_3 = E_1 = 4 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad [0,2]$$

$$E_2 = k \frac{Q_2}{r_{OA}^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6}}{(0,15 \cdot \sqrt{2})^2} = 4 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad [0,2]$$

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

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = E_x \hat{i} + E_y \hat{j};$$

$$E_x = E_{x1} - E_{x2} \cos 45 = 1,17 \cdot 10^5 \text{ N/C} \quad [0,2]$$

$$E_y = -E_{y2} \cos 45 + E_{y3} = 1,17 \cdot 10^5 \text{ N/C} \quad [0,2]$$

$$b) V_1 = k \frac{Q_1}{a} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-6}}{0,15} = 6 \cdot 10^4 \text{ V} \quad [0,2]$$

$$V_2 = k \frac{Q_2}{a\sqrt{2}} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{-2 \cdot 10^{-6}}{0,15 \cdot \sqrt{2}} = -8,48 \cdot 10^4 \text{ V} \quad [0,2]$$

$$V_3 = k \frac{Q_3}{a} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{1 \cdot 10^{-6}}{0,15} = 6 \cdot 10^4 \text{ V} \quad [0,2]$$

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

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = 3,52 \cdot 10^4 \text{ V} \quad [0,2]$$

$$U = qV_A = 7 \cdot 10^{-6} \cdot 3,52 \cdot 10^4 = 0,25 \text{ J} \quad [0,1]$$

Treball realitzat per un agent extern, en contra del camp. [0,1]

P5B

a)

El camp magnètic creat per un fil rectilini indefinit disminueix amb la distància al fil.

Apareixerà un corrent induït a l'espina quan el flux magnètic a través seu variï.

Així, com que la superfície de l'espina es manté constant:

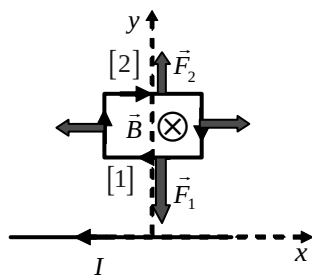
a-1: la movem en la direcció X: no s'induirà cap corrent a l'espina ja que el flux magnètic a través seu es mantindrà constant. [0,5]

[si només diuen que no s'indueix corrent, sense justificació] [0,3]

a-2: la movem en la direcció Y: s'induirà un corrent a l'espina ja que el flux magnètic a través seu variarà. [0,5]

[si només diuen que s'indueix corrent, sense justificació] [0,3]

b)



[direcció del camp] [0,2]

[per cada força ben posada] [0,15]

La força $F_1 > F_2$, ja que el camp magnètic creat per un fil rectilini indefinit disminueix amb la distància al fil, i $y_1 < y_2$. La longitud dels costats [1] i [2] és la mateixa. [0,2] [si no diuen res de la longitud dels costats puntuar amb la màxima nota]