



Proves d'Accés a la Universitat. Curs 2011-2012

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.

PART COMUNA

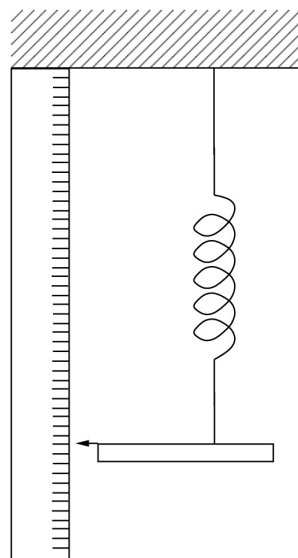
P1) El febrer del 2009 es va descobrir CoRoT-7b, un dels planetes extrasolars més petits trobats fins ara. El planeta CoRoT-7b gira al voltant de l'estel CoRoT-7, en una òrbita pràcticament circular de $2,58 \times 10^9$ m de radi, i fa una volta a aquest estel cada 20,5 h. La massa del planeta és $2,90 \times 10^{25}$ kg i té un radi de $1,07 \times 10^7$ m. Calculeu:

- a) La massa de l'estel CoRoT-7.
- b) L'acceleració de la gravetat en la superfície del planeta CoRoT-7b i la velocitat d'escapament en aquest planeta.

DADA: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$.

P2) Disposem d'una molla de constant de recuperació $k = 4,00 \text{ N m}^{-1}$ i de longitud natural $l = 20,0 \text{ cm}$, amb la qual volem fer una balança. Per fer-la, pengem la molla verticalment per un dels extrems i, a l'altre, colloquem una plataforma de massa $m = 20,0 \text{ g}$ amb un dial, de manera que aquest indiqui el valor de la mesura sobre una escala graduada, tal com es mostra a la figura.

- a) Determineu la lectura que marca el dial en col·locar la plataforma i deixar que el sistema s'aturi. Considereu que el zero del dial coincideix amb l'extrem superior del regle de la figura.
- b) Afegim un objecte de massa $M = 300 \text{ g}$ damunt de la plataforma. A continuació, desplaçem el conjunt una distància de $10,0 \text{ cm}$ respecte a la nova posició d'equilibri i el deixem anar, de manera que el sistema comença a oscil·lar lliurement. Amb quina velocitat tornarà a passar per la posició d'equilibri?

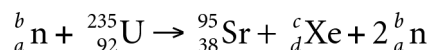


DADA: $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$.

OPCIÓ A

P3) L'urani 235 té uns quaranta modes possibles de desintegració per absorció d'un neutró.

a) Completeu la reacció nuclear següent, que s'esdevé quan un nucli d'urani 235 absorbeix un neutró:

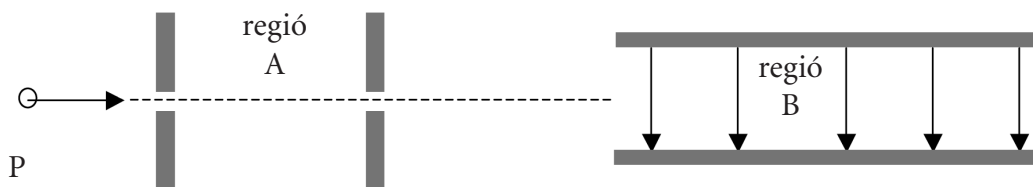


Indiqueu també quants neutrons i protons té aquest nucli d'urani.

b) Calculeu l'energia produïda en la fissió d'un nucli d'urani 235, d'acord amb la reacció anterior.

DADES: $m_{\text{neutró}} = 1,008\,66\text{ u}$; $m({}^{235}\text{U}) = 235,124\text{ u}$;
 $m({}^{95}\text{Sr}) = 94,9194\text{ u}$; $m({}^{139}\text{Xe}) = 138,919\text{ u}$;
 $c = 2,99792 \times 10^8\text{ m s}^{-1}$; $1\text{ u} = 1,660\,54 \times 10^{-27}\text{ kg}$.

P4) Un electró es llança des del punt P i passa successivament per les regions A i B. A la regió A, un camp elèctric constant fa que l'electró es mogui amb un moviment rectilini i una acceleració uniforme cap a la dreta. A la regió B, el camp elèctric també és constant i està dirigit cap avall.



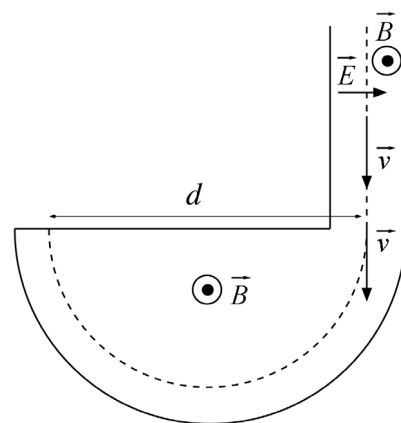
a) Quina direcció i quin sentit té el camp elèctric a la regió A? Quin tipus de moviment realitza l'electró a la regió B?

Sabem que la regió A fa 5,00 cm de llarg i que el camp elèctric en aquesta regió és $E = 40,0 \times 10^3\text{ N C}^{-1}$.

b) Calculeu la diferència de potencial entre l'inici i el final de la regió A i l'energia cinètica que guanyarà l'electró en travessar-la.

DADA: $Q_{\text{electró}} = -1,60 \times 10^{-19}\text{ C}$.

P5) Un espectròmetre de masses consta d'un selector de velocitats i d'un recinte semicircular. En el selector de velocitats hi ha un camp elèctric i un camp magnètic, perpendiculars entre si i en la direcció de la velocitat dels ions. En entrar al selector, els ions d'una velocitat determinada no es desvien i entren a la zona semicircular, on només hi ha el camp magnètic perpendicular a la velocitat, que els fa descriure una trajectòria circular.

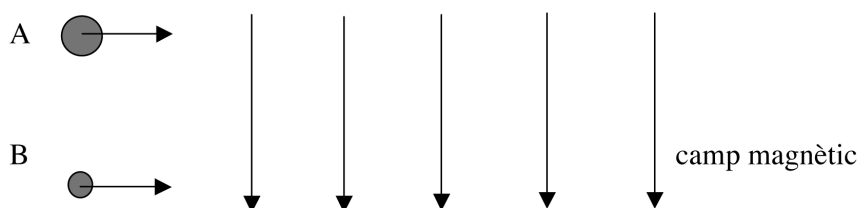


- Si el camp elèctric del selector té un valor $E = 20,0 \text{ N C}^{-1}$ i el valor de la inducció magnètica és $B = 2,50 \times 10^{-3} \text{ T}$, calculeu el valor del mòdul de la velocitat dels ions que NO es desvien. Feu l'esquema corresponent dels vectors següents: velocitat, força elèctrica, camp magnètic i força magnètica.
- Calculeu la distància, d , a què impactaran els ions de triti, que són isòtops de l'hidrogen i tenen una massa $m = 3 \text{ u}$.

DADES: $1 \text{ u} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$; $Q_{\text{protó}} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$.

OPCIÓ B

P3) Dos ions positius A i B de càrrega elèctrica igual ($1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$) es mouen, separats, amb la mateixa velocitat ($3,00 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$), tal com indica la figura, i entren en una regió on hi ha un camp magnètic de mòdul $0,42 \text{ T}$ dirigit cap avall. La massa de l'ió A és el doble que la de l'ió B.



- Calculeu la força magnètica que actua sobre cada un dels dos ions, i especifiqueu-ne la direcció i el sentit.
- Indiqueu la relació que hi ha entre els radis de les trajectòries descrites pels ions A i B, és a dir, r_A/r_B .

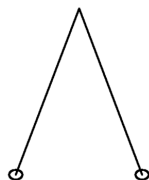
P4) Un dels problemes principals de la producció d'energia elèctrica en les centrals nuclears és l'emmagatzematge dels residus radioactius. El plutoni és un d'aquests residus: té un període de semidesintegració de $6,58 \times 10^3$ anys i és un potent emissor de partícules α .

a) Si avui s'emmagatzema una quantitat determinada d'aquest plutoni, quin percentatge d'aquest isòtop quedarà sense desintegrar-se d'aquí a un segle?

b) Sabent que les partícules α s'emeten amb una energia cinètica d' $1,00 \times 10^{-13}$ J, calculeu-ne la longitud d'ona de De Broglie associada.

DADES: $h = 6,62 \times 10^{-34}$ J s; $m_\alpha = 6,68 \times 10^{-27}$ kg.

P5) Un electroscopi simplificat consta de dues esferes metàl·liques unides a un ganxo aïllant mitjançant dos fils conductors, tal com indica la figura. Les dues esferes tenen la mateixa massa i la mateixa càrrega elèctrica, i els fils formen un angle de $30,0^\circ$ i tenen una longitud de 3,00 cm cadascun.



a) Dibuixeu el diagrama de forces per a una de les esferes i anomeneu-les. Calculeu també el valor de la tensió de cada fil, si la massa de cada esfera és 1,00 mg.

b) Calculeu el valor de la càrrega elèctrica de cada esfera.

DADES: $k = 9,00 \times 10^9$ N m² C⁻²; $g = 9,80$ m s⁻².

Física curs 2011-2012

Sèrie 1

P1)

a)

$$G \frac{M_{planeta} M_{estrella}}{R_{orbita\ planeta}^2} = M_{planeta} R_{orbita\ planeta} \omega_{planeta}^2 \text{ [0.5]}; \omega_{planeta} = \frac{2\pi}{T_{planeta}} \text{ [0.3]}$$

$$M_{estrella} = \frac{R_{orbita\ planeta}^3 \omega_{planeta}^2}{G} = \frac{R_{orbita\ planeta}^3}{G} \left(\frac{2\pi}{T_{planeta}} \right)^2 = 1,87 \times 10^{30} kg \text{ [0.2]}$$

b)

$$g_{planeta} = G \frac{M_{planeta}}{R_{planeta}^2} = 16,9 \frac{m}{s^2} \text{ [0.3]}; \frac{1}{2} m v_{esc}^2 - G \frac{M_{planeta} m}{R_{planeta}} = 0 \text{ [0.5]}$$

$$v_{esc} = \sqrt{2G \frac{M_{planeta}}{R_{planeta}}} = \sqrt{2g_{planeta} R_{planeta}} = 1,90 \times 10^4 \frac{m}{s} \text{ [0.2]}$$

P2)

- a) El sistema es trobarà a la seva posició d'equilibri a una distància d tal que la força de la gravetat i la de restauració de la molla es compensin

$$-k(d - l) + mg = 0 \text{ [0.5]}$$

d'on obtenim

$$d = l + \frac{mg}{k} = 0.2 + \frac{0.020 \cdot 9.81}{4} = 0.249 m = 24.9 \text{ cm [0.5]}$$

- b) A l'afegir una segona massa a la plataforma, la massa total del conjunt passa a ser $20 + 300 = 320$ g, es a dir 0,32 kg. Si desplacem el conjunt 10 cm de la seva nova posició d'equilibri i el deixem anar, aquest realitza un moviment harmònic simple d'amplitud $A = 0.1$ m. Al tornar a passar per la posició d'equilibri, tota la seva energia és cinètica i podem escriure

$$\frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m v^2 \text{ [0.5]}$$

d'on trobem

$$v = A \sqrt{\frac{k}{m}} = 0.1 \sqrt{\frac{4}{0.32}} = 0.354 m/s = 35.4 \text{ cm/s [0.5]}$$

Opció A
P3)

a)

$$\begin{aligned} {}^b_a n + {}^{235}_{92}U &\Rightarrow {}^{95}_{38}Sr + {}^c_d Xe + 2 {}^b_a n \\ \left. \begin{aligned} b + 235 &= 95 + c \\ b &= 1 \end{aligned} \right\} &\Rightarrow c = 139; [0.4] \\ \left. \begin{aligned} a + 92 &= 38 + d \\ a &= 0 \end{aligned} \right\} &\Rightarrow d = 54; [0.4] \end{aligned}$$

Aquest nucli d'Urani té: 92 protons i 235-92=143 neutrons; [0.2]

b)

$$\begin{aligned} \Delta m &= m_{{}^{235}U} - (m_{{}^{95}Sr} + m_{\text{neutró}} + m_{{}^{139}Xe}) = 0,27694u; [0.4] \\ 0.27694u \frac{1,66054 \times 10^{-27}kg}{1u} &= 4,59870 \times 10^{-28}kg; [0.2] \\ E &= \Delta m c^2 = 4.13309 \times 10^{-11}J; [0.4] \end{aligned}$$

P4)

a) En la regió A el camp ha d'anar dirigit cap a l'esquerra (o en sentit contrari al moviment de l'electró). Es pot justificar indicant que una força cap endavant actuant sobre una partícula negativa requereix un camp elèctric cap enrere. [0.5] En la regió B el moviment serà accelerat (però no rectilini), descrivint una paràbola ascendent (o còncava tal com està dibuixat). Poden predir que xocarà amb la placa superior, però han d'especificar que la trajectòria serà parabòlica. [0.5]

b) Tractant-se d'un camp elèctric constant

$$\Delta V = -\vec{E} \cdot \vec{\Delta x} = -40 \times 10^3 \text{N/C} \cdot 0.0500\text{m} \cdot (-1) = 2,00 \times 10^3 \text{V} [0.5]$$

Pot trobar-se ΔE_c calculant el treball que fa la força elèctrica:

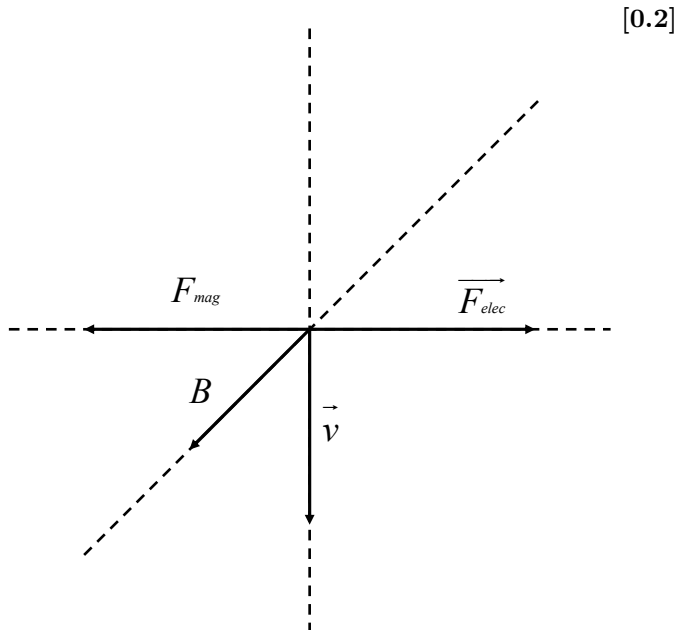
$$\Delta E_c = W = \vec{f} \cdot \vec{\Delta x} = q\vec{E} \cdot \vec{\Delta x} = -1.60 \times 10^{-19}\text{C} \cdot 40 \times 10^3 \text{N/C} \cdot 0.0500\text{m} \cdot (-1) = 3,20 \times 10^{-16} \text{ J}$$

o bé trobant la disminució d'energia potencial elèctrica

$$\Delta E_c = -\Delta E_p = -q \Delta V = -(-1.60 \times 10^{-19}\text{C} \cdot 2000\text{V}) = 3.20 \times 10^{-16} \text{J} [0.5]$$

P5)

- a) Els ions no es desvien quan la força magnètica de Lorentz es compensa amb la força elèctrica, [0.2] tal com es mostra a la figura, pel cas d'un ió positiu:



$$\vec{F}_{mag} = -\vec{F}_{ele} \text{ [0.2]} \Rightarrow F_{mag} = F_{ele} \Rightarrow qvB = qE \Rightarrow v = \frac{E}{B} \text{ [0.2]} \quad v = \frac{20 \text{ N/C}}{2,5 \times 10^{-3} \text{ T}} = 8,00 \times 10^3 \text{ m/s [0.2]}$$

- b) Al entrar aquests ions en la regió on només estan sotmesos a l'acció del camp magnètic, aquest fa una força perpendicular a la seva velocitat, per tant els fa fer un moviment circular uniforme: [0.3]

$$\vec{F}_{mag} = q(\vec{v} \wedge \vec{B}) = \vec{F}_{cpa} \Rightarrow qvB = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB} : \text{radi de la trajectòria circular dels ions [0.3]}$$

Per l'isòtop ${}^3_1\text{H}^+$, tindrem:

$$R = \frac{3 \cdot 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg} \cdot 8 \times 10^3 \text{ m/s}}{1,602 \times 10^{-19} \text{ C} \cdot 2,5 \times 10^{-3} \text{ T}} = 1,00 \times 10^{-1} \text{ m [0.2]}$$

Per tant $d = 2R = 2,00 \times 10^{-1} \text{ m [0.2]}$

Opció B
P3)

a)

$$\vec{F}_A = \vec{F}_B = q\vec{v} \wedge \vec{B} \text{ [0.4]} \Rightarrow |\vec{F}| = qvB \sin \theta = 1.60 \times 10^{-19} \cdot 3 \times 10^5 \text{ m/s} \cdot 0,42 \text{ T} = 2,02 \times 10^{-14} \text{ N [0.4]}$$

Aplicant la regla de la mà dreta del producte vectorial, la força va dirigida cap endins del paper [0.2]

b) Totes dues partícules es mouran seguint trajectòries circulars amb un MCU, ja que la força és perpendicular en tot moment al vector velocitat i sempre està situada al pla perpendicular a $\vec{B}$ [0.4]

La força és la mateixa per els dos ions, però les masses no, el que farà que el radi no sigui igual. [0.2]

$$q v B = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB} \text{ [0.2]}$$

Com que v, q i B són iguals, i com $m_A = 2m_B$, aleshores $R_A = 2R_B$ [0.2]

P4)

a)

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \text{ [0.2]}; \lambda = \frac{\ln 2}{\tau} \text{ [0.2]}$$

$$N(t = 100 \text{ anys}) = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{6580} 100} = N_0 \cdot 0.99 \text{ [0.4]}$$

Per tan quedarà un 99% de plutoni sense desintegrar [0.2]

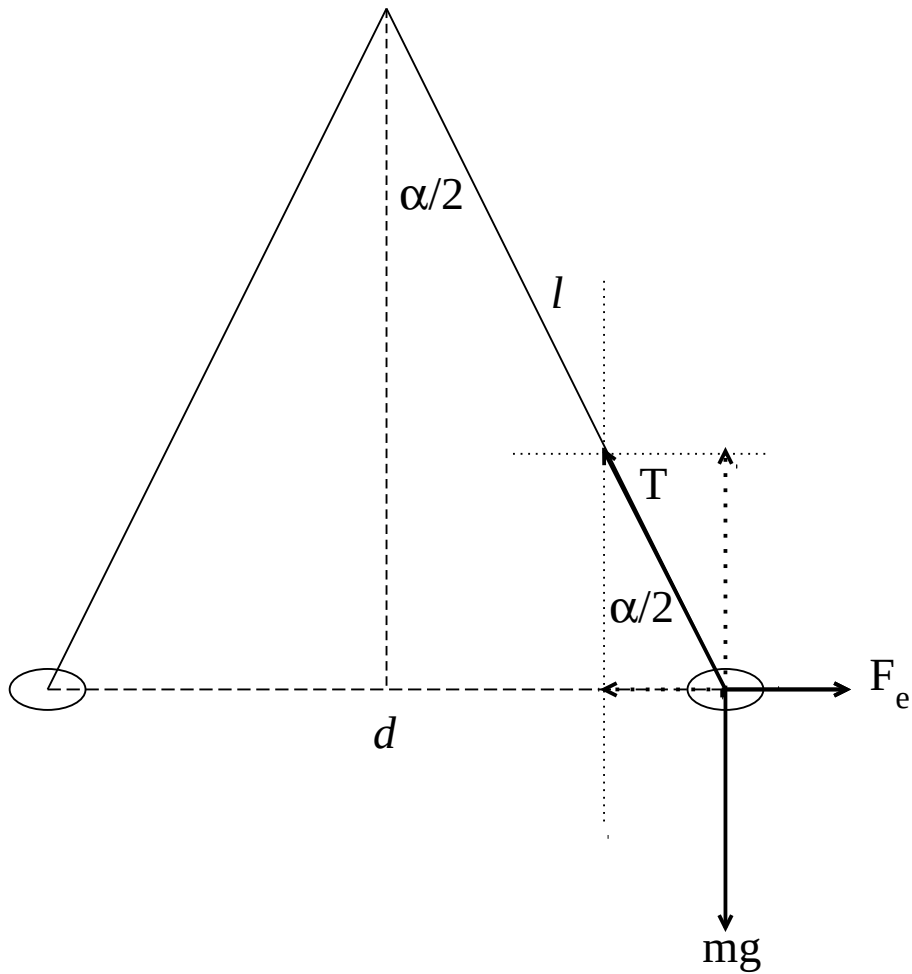
b)

$$p \lambda = h \text{ [0.2]}$$

$$E_c = \frac{1}{2} m_\alpha v_\alpha^2 \Rightarrow v_\alpha = \sqrt{\frac{2E_c}{m_\alpha}}; \text{ [0.4]}$$

$$\lambda_\alpha = \frac{h}{m_\alpha v_\alpha} = \frac{h}{\sqrt{m_\alpha 2E_c}} = 1.81 \times 10^{-14} \text{ m [0.4]}$$

P5)



a)

[0.2]

$$T \cos(\alpha/2) = m g \text{ [0.4]} \Rightarrow T = \frac{m g}{\cos(\alpha/2)} = 1.01 \times 10^{-5} \text{ N [0.4]}$$

b)

$$d = 2 l \sin(\alpha/2) \text{ [0.2]}; T \sin(\alpha/2) = F_e = \frac{K q^2}{d^2} \text{ [0.4]}$$

$$q = \sqrt{\frac{T \sin(\alpha/2) d^2}{K}} = \sqrt{\frac{4 l^2 T \sin^3(\alpha/2)}{K}} = \sqrt{\frac{4 l^2 m g \sin^3(\alpha/2)}{K \cos(\alpha/2)}} = 2.65 \times 10^{-10} \text{ C [0.4]}$$