

## Proves d'accés a la universitat

---

### Física

#### Sèrie 3

---

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 dues opcions (A o B) i fer els problemes P3, P4 i P5 corresponents.

Cada problema val 2 punts.

---

#### PART COMUNA

**P1)** Un dels exoplanetes amb més possibilitats d'acollir vida és el Ross 128 b. Gira al voltant de l'estrella Ross 128 amb un període orbital de 9,9 dies, en una òrbita pràcticament circular de radi  $7,42 \times 10^6$  km, i la seva massa és 1,35 vegades la massa de la Terra.

**a)** Calculeu la massa de l'estrella Ross 128.

[1 punt]

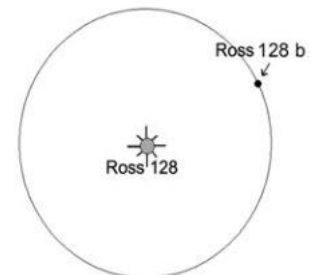
**b)** Suposant que l'exoplaneta Ross 128 b tingui la mateixa densitat que la Terra, calculeu-ne el radi i el mòdul de la intensitat del camp gravitatori a la seva superfície.

[1 punt]

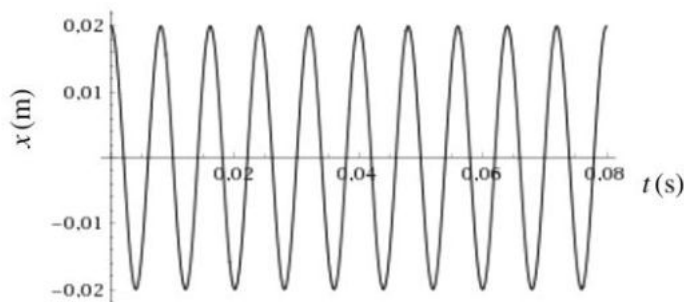
DADES:  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ .

Massa de la Terra,  $M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$ .

Radi de la Terra,  $R_T = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$ .



P2) La figura mostra la gràfica posició-temps d'un objecte que descriu un moviment harmònic simple (MHS).



a) Determineu l'amplitud i la freqüència i escriviu l'equació del moviment  $x(t)$ , inclouent-hi totes les unitats. Representeu la gràfica  $x-t$  d'un moviment harmònic simple (MHS) que tingui la mateixa amplitud però la meitat de freqüència (les escales dels eixos han d'estar indicades clarament).

[1 punt]

b) Les vibracions de l'objecte generen una ona sonora en el medi que l'envolta. Quins efectes sobre la freqüència i la longitud d'ona d'aquesta ona sonora tindran els canvis següents?

— L'ona es reflecteix en una superfície.

[0,3 punts]

— L'ona passa de l'aire a l'aigua (on la velocitat del so és més gran).

[0,3 punts]

— El focus sonor es posa en moviment en direcció a nosaltres.

[0,4 punts]

## OPCIÓ A

P3) A prop de la Lluna hi ha un camp elèctric que, en la cara il·luminada, està dirigit cap a l'exterior de la Lluna i, en la cara fosca, cap al centre. Tot i que a la Lluna no hi ha atmosfera, aquests camps elèctrics poden mantenir partícules de pols en suspensió.



A la superfície de la cara il·luminada, el mòdul del camp és  $10 \text{ N C}^{-1}$ , mentre que a la superfície de la cara fosca és  $1,0 \text{ N C}^{-1}$ .

a) Calculeu la relació  $\frac{q}{m}$  (càrrega elèctrica/massa) que ha de tenir una partícula de

pol·s situada a la cara il·luminada de la Lluna perquè es trobi en situació d'equilibri de forces. Explíciteu el signe que ha de tenir la càrrega elèctrica.

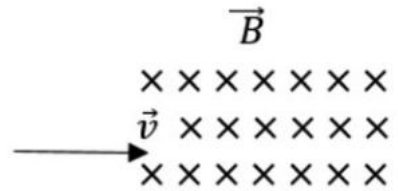
[1 punt]

b) Considereu una partícula amb una càrrega  $q = +10 \text{ nC}$  i una massa  $m = 0,020 \text{ mg}$  situada a la cara fosca de la Lluna. Calculeu la força total que actua sobre la partícula i el temps que tardarà a recórrer 10 metres partint del repòs.

[1 punt]

DADA:  $g \text{ (Lluna)} = 1,62 \text{ m s}^{-2}$ .

P4) Una partícula amb una càrrega  $q = -1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$  i una massa  $m = 1,70 \times 10^{-27} \text{ kg}$  entra amb una velocitat  $\vec{v} = v \vec{i}$  en una regió de l'espai en la qual hi ha un camp magnètic uniforme  $\vec{B} = -0,50 \text{ T } \vec{k}$ . El radi de la trajectòria circular que descriu és  $r = 0,30 \text{ m}$ .



a) Dibueixu la força que fa el camp sobre la partícula en l'instant inicial i calculeu la velocitat  $v$ .

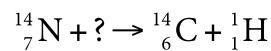
[1 punt]

b) Calculeu el període del moviment i la velocitat angular. Calculeu l'energia cinètica de la partícula en el moment que entra en el camp magnètic i també després de fer una volta completa.

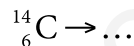
[1 punt]

P5) El carboni 14 ( $^{14}\text{C}$ ) és un isòtop radioactiu que es produeix a les capes altes de la troposfera i de l'estratosfera. La datació de restes orgàniques es basa en la desintegració d'aquest isòtop, que passa als organismes a través de la cadena alimentària. La desintegració d'una mostra de  $^{14}\text{C}$  produeix partícules  $\beta^-$ .

a) Completeu la reacció de formació del  $^{14}\text{C}$ :



Completeu també la reacció de desintegració d'aquest isòtop:



[1 punt]

b) Quin percentatge quedarà del  $^{14}\text{C}$  que tenia originalment una mòmia de 4 000 anys d'antiguitat si sabem que el període de semidesintegració del  $^{14}\text{C}$  és de 5 730 anys?

[1 punt]

## OPCIÓ B

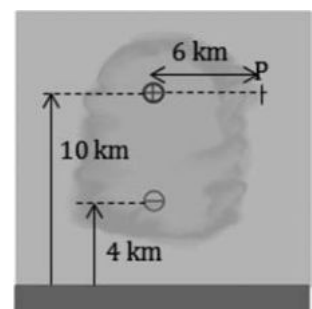
P3) Un model simplificat de distribució de càrregues elèctriques a l'interior d'un núvol es pot aproximar a dues càrregues puntuals situades a diferents altures. La figura mostra aquesta distribució aproximada, que consta d'una càrrega de  $+40 \text{ C}$  situada a  $10 \text{ km}$  d'altura i una càrrega de  $-30 \text{ C}$  situada a  $4 \text{ km}$  d'altura.

a) Calculeu el vector camp elèctric que crea el núvol en el punt P que s'indica a la figura.

[1 punt]

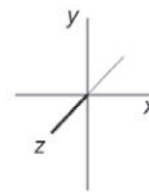
b) Calculeu l'energia potencial electroestàtica emmagatzemada en el núvol.

[1 punt]



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

**P4)** Tenim una espira quadrada de 5 cm de costat. Un camp magnètic en direcció perpendicular al pla de l'espira varia en funció del temps segons l'equació  $B_z(t) = B_{0z} \cos(\omega t)$ , en què  $B_{0z} = 5,0 \times 10^{-6} \text{ T}$  i  $\omega = 6,0 \times 10^8 \text{ rad s}^{-1}$ .



**a)** Escriviu l'expressió del flux magnètic a través de l'espira en funció del temps i calculeu-ne el valor màxim. Indiqueu explícitament totes les unitats que intervenen en l'equació.

[1 punt]

**b)** Escriviu l'expressió de la força electromotriu induïda a l'espira.

[1 punt]

**P5)** Un material alcalí que pot emetre electrons per efecte fotoelèctric presenta una funció de treball d'1,30 eV. Sobre la superfície d'aquest material incideix llum groga amb una longitud d'ona de 500 nm.

**a)** Quina freqüència i quina energia tenen els fotons de la llum groga?

[1 punt]

**b)** Quina energia cinètica, en eV, tindran els electrons extrets per aquesta llum groga?

[1 punt]

DADES: Constant de Planck,  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ .  
 Massa de l'electró,  $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .  
 $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$ .  
 Velocitat de la llum,  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ .



Institut  
d'Estudis  
Catalans

## SÈRIE 3

***Criteris generals d'avaluació i qualificació***

1. *Les respostes s'han d'ajustar a l'enunciat de la pregunta. Es valorarà sobretot que l'alumnat demostrï que té clars els conceptes de caràcter físic sobre els quals tracta cada pregunta.*
2. *Es tindrà en compte la claredat en l'exposició dels conceptes, dels processos, dels passos a seguir i de les hipòtesis, l'ordre lògic, l'ús correcte dels termes científics i la contextualització segons l'enunciat.*
3. *En les respostes, cal que l'alumnat mostri una capacitat de comprensió adequada de les qüestions plantejades i que organitzi de forma lògica la resposta analitzant i utilitzant les variables en joc. També es valorarà el grau d'adequació de la resposta respecte de l'enunciat i les mancances manifestes sobre el tema en qüestió.*
4. *Totes les respostes han d'estar raonades i justificades. Si el resultat és erroni però el raonament és correcte, cal valorar el raonament. Una resposta correcta sense raonament ni justificació pot ser valorada amb un zero si el corrector no és capaç de veure d'on ha sortit el resultat.*
5. *Tingueu en compte que un error no s'ha de penalitzar dues vegades en el mateix problema. Si un apartat necessita un resultat anterior i aquest és erroni, cal valorar la resposta independentment del seu valor numèric, i tenir en compte el procediment de resolució.*
6. *Si l'alumne ha resolt un problema per un altre procediment vàlid diferent del descrit en aquestes pautes, la resolució es considera vàlida.*
7. *Els errors d'unitats o el fet de no posar-les restaran el 20 % de la puntuació de l'apartat. Per exemple: si l'apartat a val 1 punt i l'alumne s'ha equivocat en les unitats, l'haurem de puntuar amb 0,8 punts.*
8. *Cal resoldre els exercicis fins al resultat final i les operacions no es poden deixar només indicades.*
9. *Els errors en el càlcul restaran el 20 % de la puntuació de l'apartat. Per exemple: si l'apartat a val 1 punt i l'alumne s'ha equivocat en els càlculs, l'haurem de puntuar amb 0,8 punts.*
10. *Cal fer la substitució numèrica en les expressions que s'utilitzen per resoldre les preguntes.*
11. *Un resultat amb un nombre molt elevat de xifres significatives (6 xifres significatives) es penalitzarà amb 0,1 punts.*

## PART COMUNA

P1)

a)

**0,1 p**  $F = ma$

**0,4 p**  $\frac{GMm}{r^2} = m\omega^2 r \Rightarrow GM = \frac{4\pi^2}{T^2} r^3$

**0,5 p**  $M = \frac{4\pi^2 (7,42 \times 10^9)^3}{6,67 \times 10^{-11} (9,9 \times 86400)^2} = 3,30 \times 10^{29} \text{ kg}$

b)

**0,1 p**  $\rho_{Terra} = \rho_X \Rightarrow \frac{m_{Terra}}{\frac{4}{3}\pi r_{Terra}^3} = \frac{m_X}{\frac{4}{3}\pi r_X^3} \Rightarrow \frac{m_{Terra}}{r_{Terra}^3} = \frac{m_X}{r_X^3} \left\{ \begin{array}{l} \frac{m_X}{m_{Terra}} = 1,35 = \frac{r_X^3}{r_{Terra}^3} \end{array} \right. \text{0,1 p}$

Com :  $m_X = 1,35 m_{Terra}$

**0,2 p**  $r_X = r_{Terra} \sqrt[3]{1,35} = 7,04 \times 10^6 \text{ m}$

**0,2 p**  $g = \frac{Gm_X}{r_X^2}$

**0,2 p**  $g = \frac{6,67 \times 10^{-11} \times 1,35 \times 5,98 \times 10^{24}}{(7,04 \times 10^6)^2} = 10,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \text{ 0,2 p}$

P2)

a)

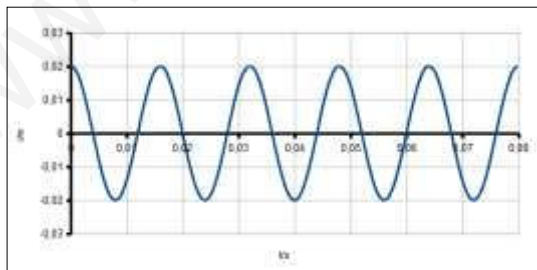
**0,1 p**  $A = 0,02 \text{ m}$

**0,2 p**  $T = \frac{0,04 \text{ s}}{5} = 0,008 \text{ s} \Rightarrow f = \frac{1}{T} = 125 \text{ s}^{-1}$

**0,1 p**  $x(t) = A \cos(2\pi ft + \theta_0)$

**0,2 p**  $x(t) = 0,02 \text{ m} \cos\left(250\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} t\right)$  o bé:  $x(t) = 0,02 \text{ m} \sin\left(250\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} t + \frac{\pi}{2} \text{ rad}\right)$

0,2 p



**0,2 p** Ara,  $f' = 62,5 \text{ s}^{-1}$ ;  $T' = \frac{1}{62,5} = 0,016 \text{ s}$

b)

**0,3 p b1)** Ni la freqüència ni la longitud d'ona canviaran.

**0,3 p b2)** La freqüència no canviarà, però la longitud d'ona augmentarà.

**0,4 p b3)** Percebrem una freqüència major, i la longitud d'ona (distància entre fronts successius) disminuirà.

## OPCIÓ A

P3)

a)

**0,2 p** Equilibri de forces sobre la partícula,  $\Sigma F = 0$

**0,4 p**  $F_e = F_g \Rightarrow qE = mg; \frac{q}{m} = \frac{g}{E}$

**0,2 p**  $\frac{q}{m} = \frac{1,62}{10} = 0,162 \text{ C kg}^{-1}$

**0,2 p** La càrrega de la partícula **és positiva**.

b)

A la cara fosca de la Lluna, segons l'enunciat, la força gravitatòria i la força elèctrica sobre una càrrega positiva tenen el mateix sentit, cap al centre de la Lluna. A partir d'aquí, considerarem amb signe positiu els vectors que es dirigeixen cap a l'exterior. Únicament hi intervenen les coordenades verticals.

**0,2 p**  $\Sigma F = mg + qE$

**0,1 p**  $\Sigma F = 0,020 \times 10^{-6}(1,62) + 10 \times 10^{-9}(1,0) = 4,2 \times 10^{-8} \text{ N}$  (mòdul)

**0,1 p** Aquesta força resultant va **dirigida** cap al centre de la Lluna, segons la direcció i sentit del camp elèctric.

En 10 metres no canviaran de manera apreciable  $\vec{g}$  i  $\vec{E}$ .

**0,2 p**  $a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{4,24 \times 10^{-8}}{0,020 \times 10^{-6}} = 2,12 \text{ ms}^{-2}$  cap al centre de la Lluna

**0,2 p**  $y - y_0 = v_{y0}t + \frac{1}{2}a_y t^2$

**0,2 p**  $t = \sqrt{\frac{10}{1,06}} = 3,07 \text{ s}$

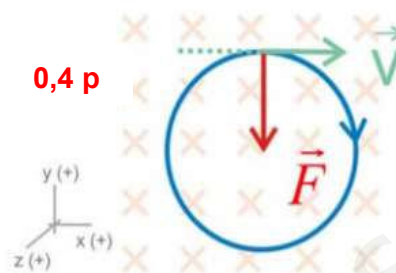
P4)

a)

$$0,2 \text{ p } F_m = ma_c$$

$$0,2 \text{ p } qvB = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \frac{qBr}{m}$$

$$0,2 \text{ p } v = \frac{1,60 \times 10^{-19} \times 0,50 \times 0,30}{1,70 \times 10^{-27}} = 1,41 \times 10^7 \text{ ms}^{-1}$$



0,4 p

b)

$$0,2 \text{ p } T = \frac{2\pi r}{v}$$

$$0,2 \text{ p } T = \frac{2\pi \cdot 0,3}{1,41 \times 10^7} = 1,33 \times 10^{-7} \text{ s}$$

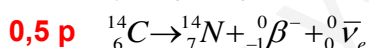
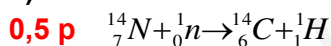
$$0,2 \text{ p } \omega = \frac{2\pi}{T} = 4,72 \times 10^7 \text{ rad s}^{-1}$$

$$0,2 \text{ p } E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}1,70 \times 10^{-27} (1,41 \times 10^7)^2 = 1,69 \times 10^{-13} \text{ J}$$

0,2 p Com que  $F$  és perpendicular a la velocitat durant tot el moviment, no hi ha acceleració tangencial. El mòdul de la velocitat és constant (MCU). L'energia cinètica després d'una volta és la mateixa.

P5)

a)



b)

$$0,2 \text{ p } N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$0,4 \text{ p } \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{5730} = 1,21 \times 10^{-4} \text{ anys}^{-1}$$

$$0,2 \text{ p } \frac{N(4000 \text{ anys})}{N_0} \times 100 = e^{-1,21 \times 10^{-4} \times 4000} = 61,6\% \quad 0,2 \text{ p}$$



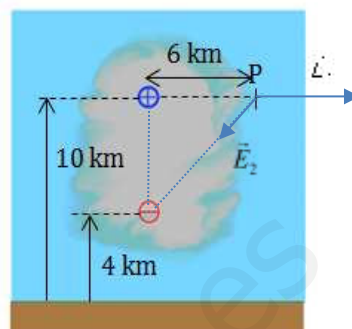
## OPCIÓ B

P3)

a)

$$0,2 \text{ p} \quad \vec{E}_1 = k \frac{q_1}{d_1^2} \vec{i} = 9,0 \times 10^9 \frac{40}{(6 \times 10^3)^2} \vec{i} = 1,0 \times 10^4 \vec{i} \text{ N C}^{-1}$$

$$0,2 \text{ p} \quad \left. \begin{aligned} \vec{E}_2 &= E_{2x} \vec{i} + E_{2y} \vec{j} \\ E_{2x} &= -E_2 \cos 45^\circ \\ E_{2y} &= -E_2 \sin 45^\circ \\ d_2 &= \sqrt{6^2 + 6^2} = 6\sqrt{2} \text{ km} \end{aligned} \right\} \vec{E}_2 = -k \frac{q_2}{d_2^2} \frac{\sqrt{2}}{2} (\vec{i} + \vec{j}) = -2,65 \times 10^3 (\vec{i} + \vec{j}) \text{ N C}^{-1} \quad 0,2 \text{ p}$$



0,4 p

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = (1,0 \times 10^4 - 2,65 \times 10^3) \vec{i} - 2,65 \times 10^3 \vec{j} = (7,35 \times 10^3 \vec{i} - 2,65 \times 10^3 \vec{j}) \text{ N C}^{-1}$$

o mòdul i direcció/sentit  $E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = 7,81 \times 10^3 \text{ N C}^{-1}$ ;  $\beta = \arctg \frac{E_y}{E_x} = 19,8^\circ$

b)

$$0,2 \text{ p} \quad U = k \frac{q_1 q_2}{d}$$

$$0,8 \text{ p} \quad U = 9,0 \times 10^9 \frac{40 \times (-30)}{6 \times 10^3} = -1,8 \times 10^9 \text{ J}$$

P4)

a)

$$0,1 \text{ p} \quad \Phi = BA \cos \varphi$$

$$0,1 \text{ p} \quad A = 0,05 \times 0,05 = 2,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$0,1 \text{ p} \quad \cos \varphi = \cos 0^\circ = 1$$

$$0,1 \text{ p} \quad \Phi(t) = B_0 A \cos(\omega t)$$

$$0,4 \text{ p} \quad \Phi(t) = 5 \times 10^{-6} \cos(6 \times 10^8 t) \times 2,5 \times 10^{-3} = 1,25 \times 10^{-8} \text{ Wb} \cos\left(6 \times 10^8 \frac{\text{rad}}{\text{s}} t\right)$$

$$0,2 \text{ p} \quad \Phi_{\max} = 1,25 \times 10^{-8} \text{ Wb}$$

b)

$$0,4 \text{ p} \quad \varepsilon(t) = -\frac{d\Phi}{dt}$$

$$0,3 \text{ p} \quad \varepsilon(t) = \omega B_0 A \sin(\omega t) = 7,5 \text{ V} \sin\left(6 \times 10^8 \frac{\text{rad}}{\text{s}} t\right) \quad 0,3 \text{ p}$$

P5)

a)

$$0,4 \text{ p} \quad f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \times 10^8}{500 \times 10^{-9}} = 6,0 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$0,2 \text{ p} \quad E_{\text{fotó}} = hf = 6,63 \times 10^{-34} \times 6,0 \times 10^{14} = 3,98 \times 10^{-19} \text{ J} \quad 0,4 \text{ p}$$

b)

$$0,2 \text{ p} \quad E_c = hf - W_e$$

$$0,2 \text{ p} \quad W_e = 1,30 \text{ eV} \frac{1,60 \times 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 2,08 \times 10^{-19} \text{ J} \left. \vphantom{W_e} \right\} E_c = 3,98 \times 10^{-19} - 2,08 \times 10^{-19} = 1,90 \times 10^{-19} \text{ J} \quad 0,4 \text{ p}$$

$$0,2 \text{ p} \quad E_c = 1,90 \times 10^{-19} \text{ J} \times \frac{1 \text{ eV}}{1,60 \times 10^{-19} \text{ J}} = 1,19 \text{ eV}$$