

## Proves d'accés a la universitat

---

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

Cada problema val 2 punts.

---

#### PART COMUNA

P1) El projecte ExoMars és una missió espacial amb la finalitat de buscar vida al planeta Mart. En una primera fase, el 2016, constava d'un satèl·lit, l'*ExoMars Trace Gas Orbiter*, en òrbita circular al voltant de Mart a 400 km d'altura, i d'un mòdul de descens, l'*Schiaparelli*, que havia d'aterrar a Mart.

Però quan el mòdul de descens estava a 3,7 km d'altura sobre Mart, pràcticament aturat, els sistemes automàtics van interpretar erròniament que ja havia arribat a la superfície. Van aturar els retrocoets i el mòdul es va desprendre del paracaigudes. Com a resultat, l'*Schiaparelli* es va precipitar en caiguda lliure.

a) Calculeu el període de l'*ExoMars Trace Gas Orbiter*.

b) Determineu el valor de l'acceleració de la gravetat a la superfície de Mart i la velocitat a la qual la nau va impactar a la superfície. (Considereu que la gravetat és constant durant la caiguda i la fricció amb l'atmosfera de Mart és negligible.)

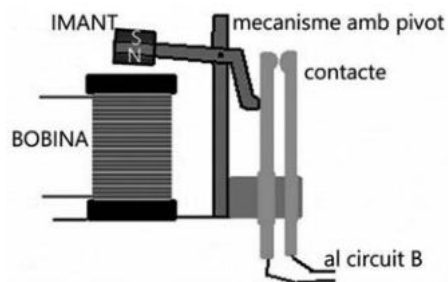
DADES: Massa de Mart =  $6,42 \times 10^{23}$  kg.

Radi de Mart =  $3,38 \times 10^6$  m.

$G = 6,67 \times 10^{-11}$  N m<sup>2</sup> kg<sup>-2</sup>.



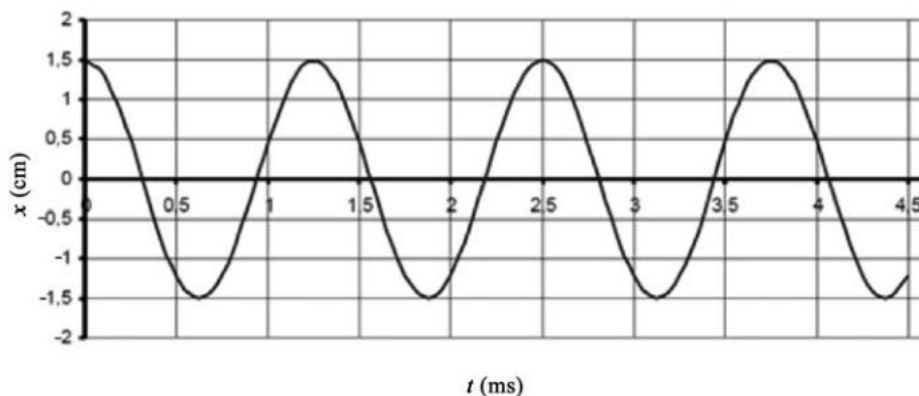
P2) La figura mostra l'esquema d'un relé. Quan circula un corrent elèctric per la bobina, l'extrem inferior de l'imant (nord) és atret per la bobina i el moviment es transmet per un pivot, de manera que es tanca el circuit B.



- a) Especifiqueu clarament quin ha de ser el sentit del corrent elèctric a la bobina perquè s'activi el relé (i es tanqui el circuit B) i dibuixeu les línies del camp magnètic generat per la bobina en aquesta situació.
- b) En unes proves observem que el mecanisme no fa prou força per a tancar el contacte. Indiqueu quin efecte tindria sobre el dispositiu cadascuna de les modificacions següents:
- 1) Augmentar la intensitat del corrent que circula per la bobina.
  - 2) Situar un material ferromagnètic al nucli de la bobina.
  - 3) Fer passar per la bobina un corrent altern en comptes d'un corrent continu.

## OPCIÓ A

P3) Un sistema vibrador situat al punt  $x=0$  oscilla tal com s'indica en aquest gràfic elongació-temps i transmet el moviment a una corda, de manera que es genera una ona transversal amb una longitud d'ona de 20,0 cm.



- a) Determineu el període, l'amplitud i la freqüència de la vibració i la velocitat de propagació de l'ona per la corda. Escriviu l'equació de l'ona plana (no oblideu indicar totes les unitats de les magnituds que hi apareixen).
- b) Demostreu, a partir de l'equació d'ona, que la velocitat màxima a la qual es mouen els punts de la corda en les seves oscil·lacions es pot calcular amb l'expressió  $v_{\max} = A\omega$  (en què  $A$  és l'amplitud i  $\omega$  és la pulsació).

- P4)** L'enllaç iònic de la sal comuna (NaCl) es produeix per l'atracció electrostàtica entre el catió  $\text{Na}^+$  i l'anió  $\text{Cl}^-$ .
- a)** Calculeu la separació entre aquests dos ions, sabent que l'energia potencial elèctrica del sistema és de  $-9,76 \times 10^{-19} \text{ J}$ .
- b)** Si apliquem un camp elèctric uniforme de  $50,0 \text{ N C}^{-1}$  a l'ió  $\text{Na}^+$ , calculeu el treball necessari per a separar els ions fins a una distància de 2 cm.



DADES:  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,99 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$ .

Càrrega elemental =  $1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

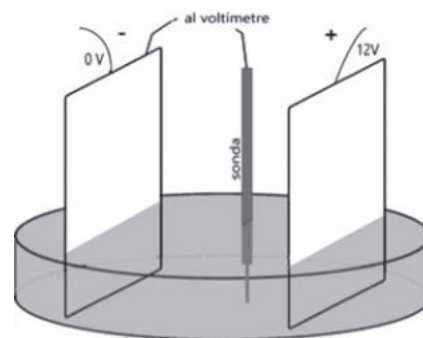
- P5)** La presència de l'isòtop ferro 60 ( $^{60}\text{Fe}$ ) en algunes roques lunars i en alguns sediments oceànics indica, segons alguns astrofísics, que una supernova va esclatar a les proximitats del Sistema Solar en una època relativament recent (a escala còsmica) i va fer arribar aquest isòtop fins a la Terra. El  $^{60}\text{Fe}$  té un període de semidesintegració de 2,6 milions d'anys.
- a)** Si hi hagués hagut  $^{60}\text{Fe}$  quan la Terra es va formar, fa 4 400 milions d'anys, quin percentatge d'aquest  $^{60}\text{Fe}$  primordial quedaria ara? Si el  $^{60}\text{Fe}$  es va originar en l'explosió d'una supernova fa 13 milions d'anys, quin percentatge d'aquest  $^{60}\text{Fe}$  hauria de quedar encara?
- b)** El  $^{60}\text{Fe}$  es transforma, mitjançant una desintegració  $\beta^-$ , en un isòtop de cobalt (Co) de vida breu, el qual torna a patir una nova desintegració  $\beta^-$  i produeix un isòtop estable de níquel (Ni). Escriviu les equacions nuclears de les dues desintegracions, incloent-hi els antineutrins.

DADA: Nombre atòmic del ferro (Fe): 26.

## OPCIÓ B

- P3)** L'agulla d'una màquina de cosir oscilla amb un desplaçament vertical de 15 mm d'un extrem a l'altre. En les especificacions del fabricant, s'indica que l'agulla fa 1 200 puntes per minut. Supposeu que l'agulla descriu un moviment harmònic simple.
- a)** Escriviu l'equació del moviment i representeu la gràfica posició-temps durant dos períodes, suposant que a l'instant inicial l'agulla es troba en la posició més alta.
- b)** Calculeu la velocitat i l'acceleració màximes de l'agulla.

**P4)** En una càpsula de Petri plena d'aigua destil·lada hem submergit dues plaques metàl·liques paral·leles connectades a una diferència de potencial de 12,0 V, tal com mostra la figura. Les dues plaques estan separades per una distància de 6,00 cm. Amb un voltímetre, explorem la diferència de potencial entre la placa negativa i diferents punts de la regió intermèdia.



- a)** Calculeu el camp elèctric (suposant que és uniforme) entre les dues plaques, i indiqueu-ne també la direcció i el sentit. Feu un dibuix en què representeu, de manera aproximada, les superfícies equipotencials que espereu trobar a la regió compresa entre les dues plaques i indiqueu el valor del potencial en cadascuna de les superfícies representades.
- b)** Amb la sonda, tal com veiem a la figura, el voltímetre indica 7,0 V. Calculeu el treball que hauria de fer una força externa per a desplaçar una càrrega positiva de  $0,1 \mu\text{C}$  des d'aquest punt fins a la placa positiva.

**P5)** El període de semidesintegració d'un nucli radioactiu és de 600 s. Disposem d'una mostra que inicialment té  $10^{10}$  d'aquests nuclis.

- a)** Calculeu la constant de desintegració i el nombre de nuclis que queden després d'una hora.
- b)** Calculeu l'activitat de la mostra dues hores després de l'instant inicial.

## Proves d'accés a la universitat

---

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

Cada problema val 2 punts.

---

#### PART COMUNA

P1) A finals de l'any 1933, a la Universitat de Stanford (EUA), Fritz Zwicky i Walter Baade van proposar per primera vegada l'existència de les estrelles de neutrons. Aquestes estrelles, formades només per neutrons, es poden originar després de l'explosió d'una supernova. Els neutrons que les formen són el resultat de la fusió de protons i electrons, provocada per la compressió que exerceix el camp gravitatori d'aquestes estrelles. Per a una estrella de neutrons determinada que té una massa de  $2,9 \times 10^{30}$  kg i un radi de 10 km, calculeu:



- El mòdul de la intensitat de camp gravitatori que l'estrella de neutrons crea a la seva pròpia superfície.
- La velocitat mínima que hem de donar a un coet en el moment del llançament des de la superfície de l'estrella perquè es pugui escapar de l'atracció d'aquesta (ignoreu els possibles efectes relativistes). Demostreu l'expressió utilitzada per a fer el càlcul i feu esment del principi de conservació en què us baseu.

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

P2) Un remer assegut a la seva barca, de comportament estacionari respecte a l'aigua, observa que les crestes de les ones passen per la proa cada 4,00 s, que l'amplitud de les crestes és de 0,30 m i que la distància entre dues crestes és de 9,00 m.

- Calculeu la velocitat de propagació de les ones. Determineu l'equació de l'ona suposant que la fase inicial és zero.
- En un instant donat, calculeu la diferència de fase entre dos punts que disten 4,00 m l'un de l'altre.

## OPCIÓ A

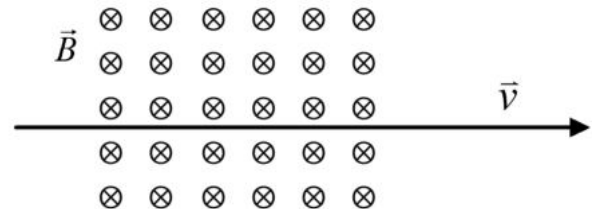
**P3)** Per a fer observacions, els microscopis òptics fan servir fotons i els microscopis electrònics utilitzen electrons. El poder de resolució d'un microscopi és la capacitat que té per a diferenciar com a punts separats dos punts molt propers i està determinat (en part) per la longitud d'ona de la radiació emprada, de tal manera que com més petita és la longitud d'ona de la radiació, més gran és la resolució del microscopi.



- Calculeu l'energia dels fotons utilitzats en un microscopi òptic de llum visible de 400 nm de longitud d'ona. Quina és la quantitat de moviment d'aquests fotons?
- Fem servir un microscopi electrònic en què els electrons que ens permeten fer l'observació són accelerats per una diferència de potencial, de manera que assoleixen una quantitat de moviment de  $3,31 \times 10^{-25} \text{ kg m s}^{-1}$ . Calculeu la relació que hi ha entre el poder de resolució d'aquest microscopi electrònic i el del microscopi òptic de l'apartat anterior. Quin dels dos microscopis té més poder de resolució?

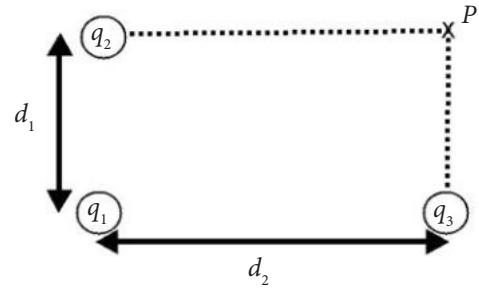
DADES: Velocitat de la llum,  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ .  
Constant de Planck,  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ .

**P4)** En un selector de velocitats, un camp elèctric i un camp magnètic formen un angle de  $90^\circ$  entre si. El selector deixa passar ions de  $\text{He}^+$  amb una velocitat de  $3,20 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$ , que no es desvien de la trajectòria rectilínia inicial. El camp elèctric té un mòdul de  $2,00 \times 10^5 \text{ N C}^{-1}$ . La disposició del camp magnètic i la velocitat són els que es veuen en la figura.



- Indiqueu, d'una manera justificada, la direcció i el sentit del camp elèctric i de la força magnètica que actua sobre un ió  $\text{He}^+$  amb una càrrega d' $1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ . Calculeu també el mòdul del camp magnètic en aquest dispositiu.
- Calculeu el radi de l'òrbita que descriu un ió  $\text{He}^+$  si només hi actua el camp magnètic. La massa d'aquests ions és de  $6,68 \times 10^{-27} \text{ kg}$ .

P5) Tres càrregues elèctriques  $q_1 = 1,00 \mu\text{C}$ ,  $q_2 = 3,00 \mu\text{C}$  i  $q_3 = 12,00 \mu\text{C}$  estan fixades en tres dels vèrtexs del rectangle, tal com es veu en la figura. La distància  $d_1$  és de 2,00 m i la distància  $d_2$  és de 4,00 m.



a) Representeu en un esquema les forces elèctriques que actuen sobre la càrrega  $q_1$  per efecte de les altres dues càrregues. Representeu-hi també la força total i calculeu-ne el mòdul.

b) Calculeu el potencial elèctric en el punt  $P$  i l'energia potencial de la distribució de les tres càrregues.

DADA:  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,99 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$ .

## OPCIÓ B

P3) La desintegració del tori,  $^{232}\text{Th}$ , fins a arribar al plom,  $^{208}\text{Pb}$ , passa per diferents isòtops i elements:  $^{228}_{88}\text{Ra}$ ,  $^{228}_{89}\text{Ac}$ ,  $^{228}_{90}\text{Th}$ ,  $^{224}_{88}\text{Ra}$ ,  $^{220}_{86}\text{Rn}$ ,  $^{216}_{84}\text{Po}$ ,  $^{212}_{82}\text{Pb}$ ,  $^{212}_{83}\text{Bi}$ ,  $^{212}_{84}\text{Po}$  i  $^{208}_{82}\text{Pb}$ .

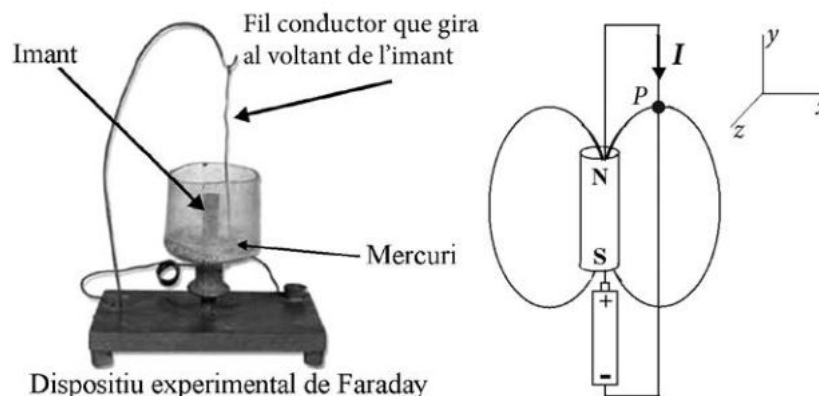
a) Completeu les reaccions que permeten arribar al  $^{208}\text{Pb}$  a partir del  $^{232}\text{Th}$ .

b) Tenint en compte que el període de semidesintegració del  $^{232}\text{Th}$  és d' $1,4 \times 10^{10}$  anys, quin tant per cent de  $^{232}\text{Th}$  roman sense desintegrar-se al cap de  $2,0 \times 10^{10}$  anys?

P4) De les dues imatges de sota, la figura de l'esquerra mostra un dels dispositius experimentals que Faraday va construir l'any 1821 i que es considera el primer motor elèctric. L'esquema de la dreta representa un circuit equiparable format per una pila, un imant i un conductor que gira al voltant de l'imant. També hi ha representada una línia de camp que té un vector de camp magnètic  $\vec{B}$  perpendicular al fil en el punt  $P$ .

a) Representeu el vector de camp magnètic en el punt  $P$ . Indiqueu i justifiqueu el sentit de gir del fil.

b) Calculeu el mòdul de la força magnètica que actua sobre 1 cm del conductor centrat en el punt  $P$ , suposant que en aquest segment el camp és constant, amb el mòdul igual a 0,1 T i la intensitat de corrent igual a 10 A.



- P5)** En el model clàssic de l'àtom d'hidrogen, l'electró gira al voltant del protó en una òrbita circular de radi  $r = 53$  pm.
- a)** Calculeu el mòdul de la força elèctrica que actua sobre l'electró. Representeu aquesta força en dos punts de l'òrbita amb una separació angular de  $90^\circ$ . Calculeu el mòdul del camp elèctric que crea el protó en un punt de la trajectòria de l'electró.
- b)** Calculeu l'energia mecànica d'aquest sistema, que consta d'un protó i un electró girant al seu voltant. Expressau el resultat en eV.

DADES:  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,99 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$ .

Càrrega de l'electró,  $q_{\text{electró}} = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

Càrrega del protó,  $q_{\text{protó}} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

Massa de l'electró,  $m_{\text{electró}} = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .

$1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$ .



Institut  
d'Estudis  
Catalans



**SÈRIE 1*****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, 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 adequada capacitat de comprensió de les qüestions plantejades i organitzi de forma lògica la resposta, tot analitzant i utilitzant les variables en joc. També es valorarà el grau de pertinença de la resposta, el que l'alumnat diu i les mancances manifestes sobre el tema en qüestió.*
4. *Totes les respostes s'han de raonar i justificar. Un resultat erroni amb un raonament correcte es valorarà. Una resposta correcta sense raonament ni justificació pot ser valorada amb un 0, 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 d'aquest apartat. Exemple: si l'apartat (a) val 1 punt i s'ha equivocat en les unitats l'haurem de puntuar amb 0,8 punts.*
8. *Cal resoldre els exercicis fins al resultat final i no es poden deixar indicades les operacions. Tanmateix, els errors en el càlcul restaran el 20% de la puntuació d'aquest apartat. Exemple: si l'apartat (a) val 1 punt i s'ha equivocat en les càlculs l'haurem de puntuar amb 0,8 punts.*
9. *Cal fer la substitució numèrica en les expressions que s'utilitzen per resoldre les preguntes.*
10. *Un resultat amb un nombre molt elevat de xifres significatives (6 xifres significatives) es penalitzarà amb 0,1p.*

## PART COMUNA

P1)

a)

**0.1 p**  $F = ma$

**0.4 p** 
$$\begin{cases} \frac{GMm}{R^2} = m\omega^2 R = m \frac{4\pi^2}{T^2} R \\ GMT^2 = 4\pi^2 R^3 \\ T = \sqrt{\frac{4\pi^2 R^3}{GM}} \end{cases}$$

**0.3 p**  $R = 400 \cdot 10^3 + 3,38 \cdot 10^6 = 3,78 \times 10^6 m$

**0.2 p**  $T = 7,062 \times 10^3 s$

b)

**0.2 p** 
$$\begin{cases} \frac{GMm}{R_M^2} = mg \\ g = \frac{GM}{R_M^2} \end{cases}$$

**0.1 p**  $R_M = 3,38 \cdot 10^6 m$

**0.2 p**  $g = 3,75 m/s^2$

**0.2 p**  $v^2 = v_0^2 + 2gh$

**0.1 p**  $h = 3700 m$

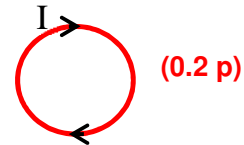
**0.2 p**  $v = \sqrt{0 + 2 \cdot 3,75 \cdot 3700} = 166,6 m/s$

P2)

a)

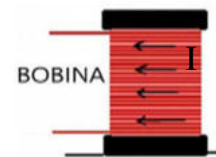
Cal que a la superfície superior de la bobina hi hagi un pol SUD (0.3 p) per tal que atregui el pol NORD de l'imant. El sentit del corrent a la bobina es pot descriure de diferents maneres, ambdues es donaran com a correctes

- ✓ Vist des de dalt, el corrent girarà en sentit horari (vist des de sota en sentit antihorari).

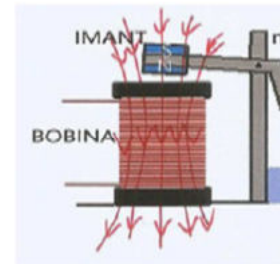


O bé,

- ✓ tal com s'indica a la figura (orientada com a l'enunciat):



- 0.5 p Les línies del camp magnètic es representen al dibuix

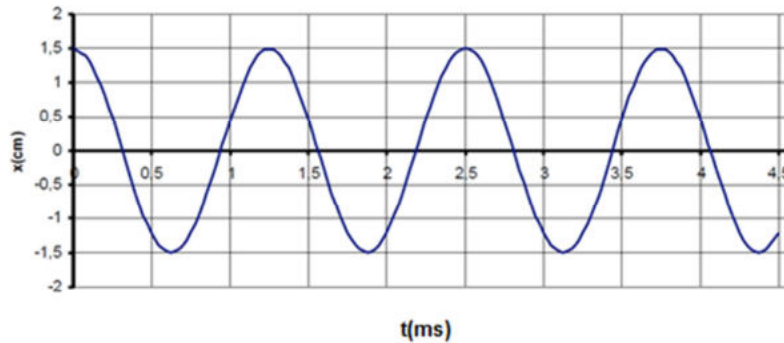


b)

- 0.4 p b1) Augmentaria el camp magnètic produït per la bobina, que atrauria l'imant amb MÉS força.
- 0.3 p b2) En augmentar la permeabilitat magnètica, augmentaria el camp magnètic produït per la bobina, que atrauria l'imant amb MÉS força.
- 0.3 p b3) El camp magnètic canviaria de sentit molt ràpidament. L'imant serà successivament atret i repel·lit (potser observariem una vibració amb la freqüència del corrent altern).

## OPCIÓ A

## P3)



## a)

Del gràfic es pot extraure:  $T=1,25$  ms (0.1 p),  $A=1.5$  cm (0.1 p)

0.1 p  $f = \frac{1}{T} = 800 \text{ s}^{-1}$

0.1 p  $v = \lambda f = 160 \text{ ms}^{-1}$

0.2 p  $y(x, t) = A \cos(\omega t - kx + \varphi_0)$

Si s'usa la funció cosinus,  $\varphi_0 = 0$ . Si s'usa la funció sinus, aleshores

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{2} \text{ rad} \quad \text{o bé} \quad \varphi_0 = -\frac{3\pi}{2} \text{ rad} .$$

0.1 p  $\omega = 2\pi f = 1600\pi \text{ rad/s}$

0.1 p  $k = \frac{2\pi}{\lambda} = 10\pi \text{ rad/m}$

0.2 p  $y(x, t) = 1.5 \text{ cm} \cos\left(1600\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} t - 10\pi \frac{\text{rad}}{\text{m}} x\right)$

També serien vàlides expressions equivalents (amb sinus, amb  $A$  en metres, traient el  $\pi$  factor comú, escrivint  $\omega = 5027 \text{ rad/s}$  i  $k = 31,4 \text{ rad/m}$ , etc.

## b)

0.4 p  $v_y(x, t) = \frac{dy}{dt} = -A\omega \sin(\omega t - kx + \varphi_0)$

0.6 p Quan el valor de la fase  $(\omega t - kx + \varphi_0)$  va prenent tots els valors possibles, el seu sinus varia entre -1 i +1. El valor màxim de la velocitat és  $A\omega$ .

P4)

a)

$$\begin{aligned} 0.4 \text{ p } \quad U &= k \frac{q_- \cdot q_+}{r} \\ -9,76 \times 10^{-19} &= 8,99 \times 10^9 \cdot \frac{(-1,6 \times 10^{-19}) \cdot 1,6 \times 10^{-19}}{r} \end{aligned}$$

$$0.6 \text{ p } \quad r = 2,36 \times 10^{-10} \text{ m} = 0.236 \text{ nm}$$

b) El treball extern per a separar els dos ions (contra el treball fet per la força de atracció mútua) és de  $9,76 \times 10^{-19} \text{ J}$ . (0.4 p)

(\*) Si el camp elèctric aplicat i el desplaçament estan a la mateixa direcció i sentit, el treball per a superar la força del camp aplicat és:

$$W_{ext} = qEd = 1,6 \times 10^{-19} \cdot 50 \cdot 0,02 = -1,6 \times 10^{-19} \text{ J} \quad (0.4 \text{ p})$$

i el treball total és:

$$W_{ext,total} = 9,76 \times 10^{-19} - 1,6 \times 10^{-19} = 8,16 \times 10^{-19} \text{ J} \quad (0.2 \text{ p})$$

(\*\*) Si el camp elèctric aplicat sobre el ió  $\text{Na}^+$  i el desplaçament estan a la mateixa direcció però sentit contrari, el treball per a superar la força del camp aplicat és:

$$W_{ext} = qEd = 1,6 \times 10^{-19} \cdot 50 \cdot 0,02 = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J} \quad (0.4 \text{ p})$$

i el treball total és:

$$W_{ext,total} = 9,76 \times 10^{-19} + 1,6 \times 10^{-19} = 1,136 \times 10^{-18} \text{ J} \quad (0.2 \text{ p})$$

Es donaran per vàlides les dues respostes (\*) ó (\*\*)

P5)

a)

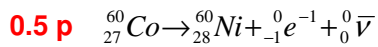
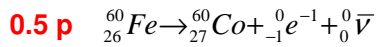
**0.5 p** Dels nuclis presents a l'origen de la Terra, no en quedarà cap.

$$\frac{N}{N_0} = 2^{(-t/t_{1/2})} = 2^{(-4400/2,6)} \approx 0$$

**0.5 p** Dels nuclis generats fa 13 milions d'anys:

$$\frac{N}{N_0} = 2^{(-t/t_{1/2})} = 2^{(-13/2,6)} = 0,03125 \Rightarrow 3,1\%$$

b)



Alternativament es pot indicar l'electró o partícula beta amb el símbol  $\beta$

**Restarem 0.2 p** si no escriuen els antineutrins

## OPCIÓ B

## P3)

## a)

**0.1 p**  $y(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0)$

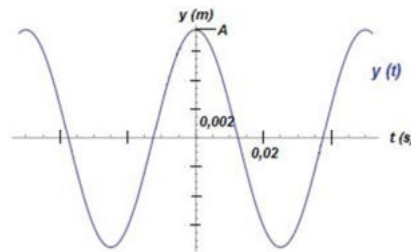
**0.2 p**  $A = \frac{15 \times 10^{-3}}{2} = 7,5 \times 10^{-3} \text{ m}$

**0.2 p**  $\omega = 2\pi f = 2\pi \frac{1200}{60} = 40\pi \text{ rad/s}$

**0.2 p**  $y(0) = A \sin \varphi_0 = A \rightarrow \sin \varphi_0 = 1 \rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$

**0.1 p**  $y(t) = 7,5 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \sin\left(40\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} t + \frac{\pi}{2}\right)$

També serà vàlida l'expressió amb cosinus ( $\varphi_0 = 0$ )

**0.2 p**

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{40\pi} = 0,05 \text{ s}$$

## b)

**0.4p**  $v(t) = \frac{dy}{dt} = A\omega \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

$$a(t) = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

El valor màxim de la velocitat s'obté quan el cosinus val 1 i el de l'acceleració quan el sinus és -1.

**0.3 p**  $v_{\max} = A\omega = 7,5 \times 10^{-3} \cdot 40\pi = 0,94 \text{ ms}^{-1}$

**0.3 p**  $a_{\max} = A\omega^2 = 7,5 \times 10^{-3} \cdot (40\pi)^2 = 118 \text{ ms}^{-2}$

No és necessària la demostració dels valors màxims

P4)

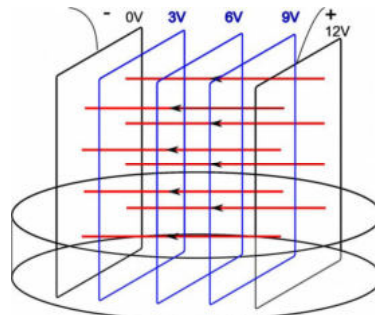
a)

$$E = \frac{\Delta V}{d}$$

0.5 p

$$E = \frac{12}{0,06} = 200 \text{ V/m}$$

0.2 p Camp elèctric dirigit cap a l'esquerra.



0.3 p

Els estudiants poden indicar un nombre diferent de superfícies equipotencials, superior a 1, respectant l'equidistància.

b)

0.2 p  $W_{ext} = q\Delta V$

0.6 p  $\Delta V = 12 - 7 = 5V$

0.2 p  $W_{ext} = 0,1 \times 10^{-6} \cdot 5 = 5 \times 10^{-7} J$

P5)

a)

0.2 p  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$

0.2 p  $\lambda = \frac{\ln 2}{600} = 1,155 \times 10^{-3} s^{-1}$

0.2 p  $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

0.4 p  $N(t = 3600s) = 10^{10} e^{-1,155 \times 10^{-3} \cdot 3600} = 1,56 \times 10^8 \text{ nuclis}$

b)

0.4 p  $A(t) = \lambda \cdot N(t)$

0.6 p  $A(t = 7200) = 1,16 \times 10^{-3} \cdot \underbrace{10^{10} e^{-1,155 \times 10^{-3} \cdot 7200}}_{2,36 \times 10^6} = 2,82 \times 10^3 Bq$



## SÈRIE 5

**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, 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 adequada capacitat de comprensió de les qüestions plantejades i organitzi de forma lògica la resposta, tot analitzant i utilitzant les variables en joc. També es valorarà el grau de pertinença de la resposta, el que l'alumnat diu i les mancances manifestes sobre el tema en qüestió.*
4. *Totes les respostes s'han de raonar i justificar. Un resultat erroni amb un raonament correcte es valorarà. Una resposta correcta sense raonament ni justificació pot ser valorada amb un 0, 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 d'aquest apartat. Exemple: Si un apartat val 1 punt i s'ha equivocat en les unitats li haurem de puntuar 0,8 punts.*
8. *Cal resoldre els exercicis fins al resultat final i no es poden deixar indicades les operacions. Tanmateix, els errors en el càlcul restaran el 20% de la puntuació d'aquest apartat. Exemple: Si un apartat val 1 punt i s'ha equivocat en les càlculs li haurem de puntuar 0,8 punts.*
9. *Cal fer la substitució numèrica a les expressions que s'usen per resoldre les preguntes.*

## PART COMUNA

P1)

a)

$$0.2 \text{ p} \quad F = G \frac{Mm}{R^2}$$

$$0.4 \text{ p} \quad g = \frac{F}{m} = G \frac{M}{R^2}$$

$$0.4 \text{ p} \quad g = 1,93 \times 10^{12} \text{ Nkg}^{-1} \text{ (ó ms}^{-2}\text{)}$$

b)

0.2 p La deducció es basa en el principi de conservació de l'energia mecànica.

0.4 p L'energia mecànica a l'infinit és zero.

$$\left. \begin{array}{l} E = U + K \\ E(\text{sup. estrella}) = E(\infty) = 0 \end{array} \right\} \text{velocitat mínima d'escapament} \rightarrow E = 0 = \frac{1}{2}mv^2 - G \frac{Mm}{R}$$

$$0.2 \text{ p} \quad v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$0.2 \text{ p} \quad v = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \times 10^{-11} \cdot 2,9 \times 10^{30}}{10 \times 10^3}} = 1,97 \times 10^8 \text{ m/s}$$

P2)

a)

**0.2 p**  $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{9}{4} = 2,25m$

**0.4 p** 
$$\begin{cases} y(x,t) = A \sin(\omega t - kx + \phi_0) \\ \phi_0 = 0 \\ \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2} \text{ rad/s} \\ k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{9} \text{ m}^{-1} \end{cases}$$

**0.4 p**  $y(x,t) = 0,3m \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2}t - \frac{2\pi}{9}x\right)$

b)

**0.5 p**  $\Delta\phi = \left(\frac{\pi}{2}t - \frac{2\pi}{9}x_2\right) - \left(\frac{\pi}{2}t - \frac{2\pi}{9}x_1\right) =$

**0.5 p**  $= \frac{2\pi}{9}(x_1 - x_2) = \frac{2\pi}{9}4 = \frac{8\pi}{9} \text{ rad}$

## OPCIÓ A

P3)

a)

**0.2 p**  $c = \lambda f \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \times 10^8}{400 \times 10^{-9}} = 7,50 \times 10^{14} \text{ Hz}$

**0.2 p**  $E_{\text{fotó}} = hf = 6,63 \times 10^{-34} \cdot 7,50 \times 10^{14} = 4,97 \times 10^{-19} \text{ J}$  **0.2 p**

**0.2 p**  $p = \frac{E_{\text{fotó}}}{c} = \frac{4,97 \cdot 10^{-19}}{3,00 \cdot 10^8} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg ms}^{-1}$  **0.2 p**

b)

**0.3 p**  $\frac{h \cdot c}{\lambda} = pc \Rightarrow \lambda = \frac{h}{p} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{3,31 \cdot 10^{-25}} = 2,00 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 2 \text{ nm}$  **0.3 p**

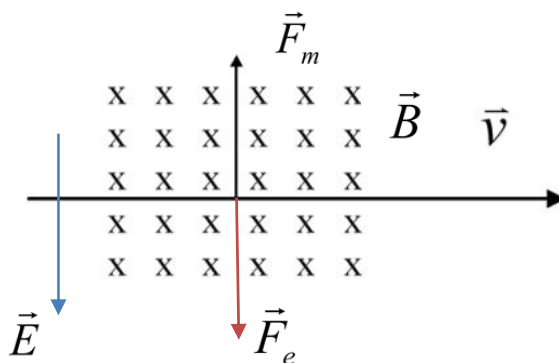
**0.4 p** Relació =  $\frac{2}{400} \approx 5 \times 10^{-3}$  és a dir, la resolució del microscopi electrònic es 200 vegades més gran que la resolució del microscopi òptic.

P4)

a)

0.3 p

Si l'ió no es desvia de la trajectòria rectilínia, s'ha de complir que la resultant de forces sigui zero sobre l'ió He, la **força elèctrica** ha de tenir el mateix mòdul que la força magnètica i sentit oposat.



0.1 p

I atès que l'ió és positiu, el **camp elèctric** tindrà el mateix sentit que la força elèctrica.

0.2 p

$$\vec{E} = -2,00 \cdot 10^5 \vec{j} \text{ N/C}$$

0.2 p

$$F_m = F_e$$

$$qvB = qE$$

0.2 p

$$B = \frac{E}{v} = \frac{2,00 \times 10^5}{3,2 \times 10^5} = 0,625 \text{ T}$$

b)

0.4 p

$$F_m = ma_c$$

0.2 p

$$qvB = m \frac{v^2}{R} \rightarrow R = \frac{mv^2}{qvB} = \frac{mv}{qB}$$

0.4 p

$$R = \frac{6,68 \times 10^{-27} \cdot 3,2 \times 10^5}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,625} = 0,0214 \text{ m}$$

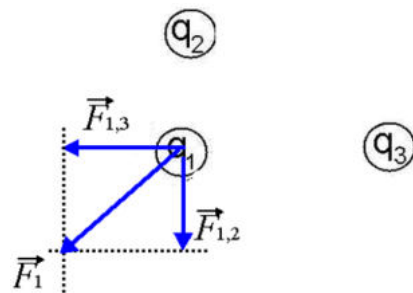
P5)

$$0.2 \text{ p} \quad |\vec{F}_{1,3}| = k \frac{q_1 q_3}{d_2^2} = 8,99 \cdot 10^9 \frac{1,00 \times 10^{-6} \cdot 12,00 \times 10^{-6}}{(4,00)^2} = 6,74 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$0.2 \text{ p} \quad |\vec{F}_{1,2}| = k \frac{q_1 q_2}{d_1^2} = 8,99 \cdot 10^9 \frac{1,00 \times 10^{-6} \cdot 3,00 \cdot 10^{-6}}{(2,00)^2} = 6,74 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$0.2 \text{ p} \quad |\vec{F}_1| = \sqrt{(6,74 \times 10^{-3})^2 + (6,74 \times 10^{-3})^2} = 9,54 \times 10^{-3} \text{ N}$$

0.4 p



b)

$$0.2 \text{ p} \quad V_p = V_{p1} + V_{p2} + V_{p3} = k \frac{q_1}{\sqrt{(d_1^2 + d_2^2)}} + k \frac{q_2}{d_2} + k \frac{q_3}{d_1}$$

0.3 p

$$V = 8,99 \cdot 10^9 \left( \frac{1,00 \times 10^{-6}}{\sqrt{(2,00^2 + 4,00^2)}} + \frac{3,00 \times 10^{-6}}{4,00} + \frac{12,00 \times 10^{-6}}{2,00} \right) = 6,27 \times 10^4 \text{ V}$$

0.2 p

$$U = U_{12} + U_{13} + U_{23} = k \frac{q_2 q_3}{\sqrt{(d_1^2 + d_2^2)}} + k \frac{q_1 q_2}{d_1} + k \frac{q_1 q_3}{d_2}$$

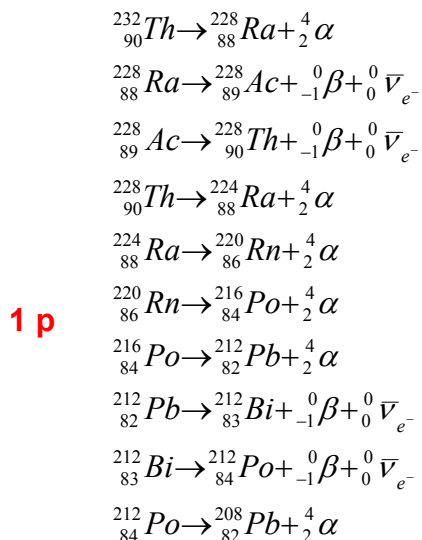
0.3 p

$$U = 8,99 \times 10^9 \left( \frac{3,00 \times 10^{-6} \cdot 12,00 \times 10^{-6}}{\sqrt{(2,00^2 + 4,00^2)}} + \frac{1,00 \cdot 10^{-6} \cdot 3,00 \times 10^{-6}}{2,00} + \frac{1,00 \times 10^{-6} \cdot 12,00 \times 10^{-6}}{4,00} \right) = 0,113 \text{ J}$$

## OPCIÓ B

P3)

a)



1 p

Es consideren mal plantejades aquelles reaccions en les quals falta algun dels termes i per tant **es restaran 0.1 p** en cadascuna de les reaccions mal plantejades.

b)

$$T_{1/2} = 1,4 \times 10^{10} \text{ anys}$$

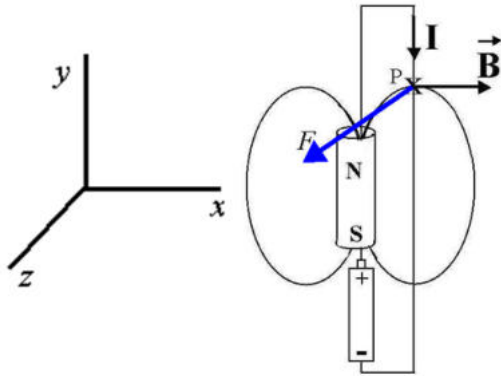
0.2 p 
$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

0.4 p 
$$0,5 N_0 = N_0 e^{-\lambda \cdot 1,4 \times 10^{10}} \Rightarrow \lambda = -\frac{\ln 0,5}{1,4 \times 10^{10}} = 4,95 \times 10^{-11} \text{ anys}^{-1}$$

0.4 p 
$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{N(t)}{N_0} = e^{-\lambda t} = e^{-4,95 \times 10^{-11} \cdot 2 \times 10^{10}} = 0,37 = 37\%$$

P4)

a)



El vector camp magnètic és tangent a la línia de camp (direcció x). **0.5 p**

El sentit de la força que actua sobre el fil determina el sentit de gir. **(0.2 p)**

El sentit de la força magnètica és perpendicular al pla format pel camp magnètic i la intensitat (cal avaluar el producte vectorial entre la intensitat i el camp magnètic). Segons el sistema de referència adjunt, la força "surts del pla del paper" (direcció z). **0.3 p**

b)

$$\mathbf{0.5 p} \quad \vec{F} = I(\vec{l} \wedge \vec{B}) \Rightarrow F = IlB \sin 90^\circ = 10 \cdot 0,01 \cdot 0,1 = 0,01N \quad \mathbf{0.5 p}$$

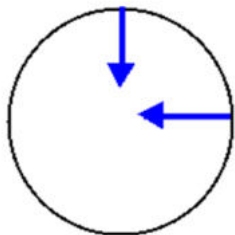


P5)

a)

$$0.1 \text{ p} \quad F_e = k \frac{q_p q_e}{r^2} = 8,99 \times 10^9 \frac{(1,6 \times 10^{-19})^2}{(53 \times 10^{-12})^2} = 8,19 \times 10^{-8} \text{ N} \quad 0.2 \text{ p}$$

0.4 p



$$0.1 \text{ p} \quad E = \frac{F}{q_e} = \frac{8,19 \times 10^{-8}}{1,6 \times 10^{-19}} = 5,12 \times 10^{11} \text{ N/C} \quad 0.2 \text{ p}$$

b)

$$0.1 \text{ p} \quad E = K + U$$

$$0.2 \text{ p} \quad \left. \begin{array}{l} K = \frac{1}{2} m v^2 \\ F_e = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow m v^2 = r F_e \end{array} \right\} K = \frac{1}{2} r F_e$$

$$0.2 \text{ p} \quad K = \frac{1}{2} 53 \times 10^{-12} \cdot 8,19 \times 10^{-8} = 2,17 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$0.1 \text{ p} \quad U = k \frac{q_p q_e}{r} = 8,99 \times 10^9 \frac{1,6 \times 10^{-19} (-1,6 \times 10^{-19})}{53 \times 10^{-12}} = -4,34 \times 10^{-18} \text{ J} \quad 0.2 \text{ p}$$

$$0.2 \text{ p} \quad E = 2,17 \times 10^{-18} - 4,34 \times 10^{-18} = -2,17 \times 10^{-18} \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ eV}}{1,6 \times 10^{-19}} = -13,6 \text{ eV}$$