Generalitat de Catalunya
Consell Interuniversitari de Catalunya
Oficina d'Accés a la Universitat

2026

Proves d'accés a la universitat

Física

Sèrie 2

Indiqueu les opcions triades:

Exercici 2: Opció A ☐ Opció B ☐

Exercici 3: Opció A ☐ Opció B ☐

Espai per a la correcció

Qualificació	
Exercici 1	
Exercici 2	
Exercici 3	
Exercici 4	
Suma de notes parcials	
Qualificació final	

Espai per a la revisió

Comprovació	2a correcció

Etiqueta de qualificació

Etiqueta de correcció

Etiqueta de l'estudiant

Ubicació del tribunal .....

Número del tribunal .....

L'examen consta de QUATRE exercicis obligatoris. Cada exercici val 2,5 punts. Als exercicis 2 i 3, trieu UNA de les dues opcions (A o B) que s'hi proposen i indiqueu-les a la portada de l'examen.

Podeu utilitzar calculadora, però no es permet l'ús de calculadores o altres aparells capaços d'emmagatzemar dades o de transmetre o rebre informació.

Les respostes han de ser clares i han d'estar redactades de manera coherent i cohesionada, amb correcció gramatical, lèxica i ortogràfica.

Exercici 1. Camps gravitatoris

[2,5 punts en total]

Puntuació total de l'exercici 1	

Starlink és una constel·lació de satèl·lits que ofereix serveis d'Internet de banda ampla utilitzant òrbites terrestres baixes per a fer més ràpida la comunicació. Cada satèl·lit té una massa de 227 kg i descriu una òrbita circular a una altura de 550 km per sobre de la superfície terrestre.

1.1. A partir de la llei de gravitació universal, deduïu l'expressió de la velocitat orbital en funció del radi orbital i de la massa de la Terra. A continuació, calculeu la velocitat orbital dels satèl·lits a l'altura de 550 km i determineu quantes voltes completes a la Terra descriu cada satèl·lit en un dia.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 1.1	

1.2. Per a evitar possibles col·lisions amb altres objectes, cada satèl·lit disposa d'un sistema de maniobra que, en detectar un risc, redueix l'altura de l'òrbita. En una d'aquestes maniobres, un satèl·lit baixa gradualment fins a una altura de 530 km. Deduïu l'expressió de l'energia mecànica en funció del radi orbital, la massa de la Terra i la massa del satèl·lit. A continuació, calculeu l'energia mecànica del satèl·lit en aquesta nova òrbita i justifiqueu per què l'energia mecànica orbital ha de ser negativa.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 1.2	

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: $R_T = 6\,370\ \text{km}$.

Exercici 2. Camps electromagnètics

[2,5 punts en total]

Puntuació total de l'exercici 2	

Trieu UNA de les dues opcions (A o B) i responeu als apartats corresponents. **Indiqueu a la portada de l'examen l'opció escollida**.

OPCIÓ A

Una càrrega puntual $q_A = -2{,}00\ \mu C$ se situa a l'origen de coordenades, i una càrrega puntual $q_B = -4{,}00\ \mu C$ se situa a la posició $x = 1{,}00$ m i $y = 0{,}00$ m.

2.1. Representeu les dues càrregues a la quadrícula (pla *xy*). Dibuixeu-hi també qualitativament (de manera aproximada) les línies del camp elèctric i les línies equipotencials generades per aquest sistema de dues càrregues.

[1,25 punts]

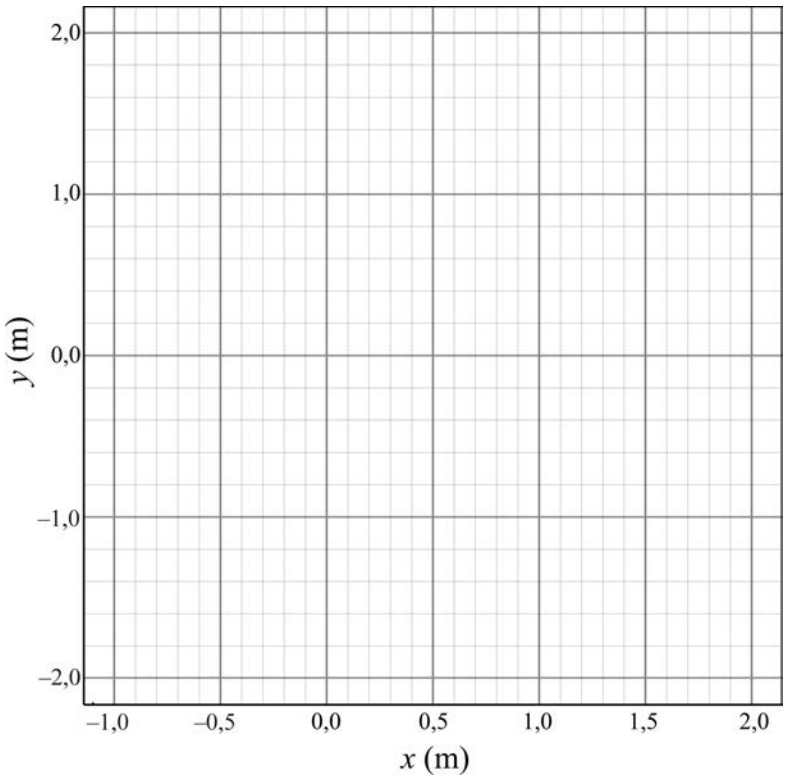
Puntuació de l'apartat 2.1	

2.2. En quin punt de l'eix *x* s'ha de situar una tercera càrrega, $q_C = -8{,}00\ \mu C$, perquè la força elèctrica total sobre q_C sigui nul·la? Calculeu el treball que fa el camp elèctric quan la càrrega q_C es mou de la posició inicial que heu calculat fins a un punt equidistant de q_A i q_B situat a l'eix *x*. Interpreteu el signe del resultat obtingut.

[1,25 punts]

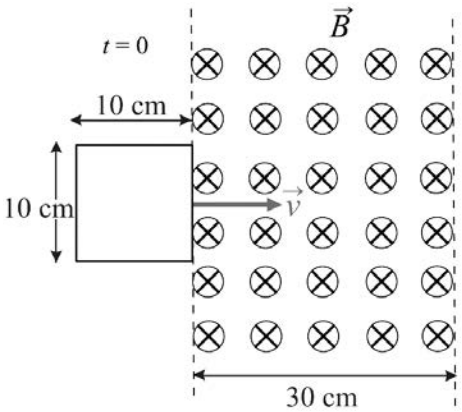
Puntuació de l'apartat 2.2	

DADES: $k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 8{,}99 \times 10^9\ \text{N m}^2\,\text{C}^{-2}$.



OPCIÓ B

Una espira quadrada de 10,0 cm de costat es desplaça a una velocitat constant de 5,00 cm s^{-1} i entra en una regió on hi ha un camp magnètic uniforme, perpendicular al pla del paper i dirigit cap endins. El mòdul del camp magnètic és de 5,00 mT. L'amplària de la regió amb camp magnètic és de 30,0 cm. Es pren com a instant inicial $t = 0$ s, el moment en què l'espira comença a entrar a la regió amb camp magnètic.



2.1. Calculeu el valor absolut del flux magnètic que travessa l'espira en els instants $t = 1{,}00$ s, $t = 5{,}00$ s i $t = 7{,}00$ s.

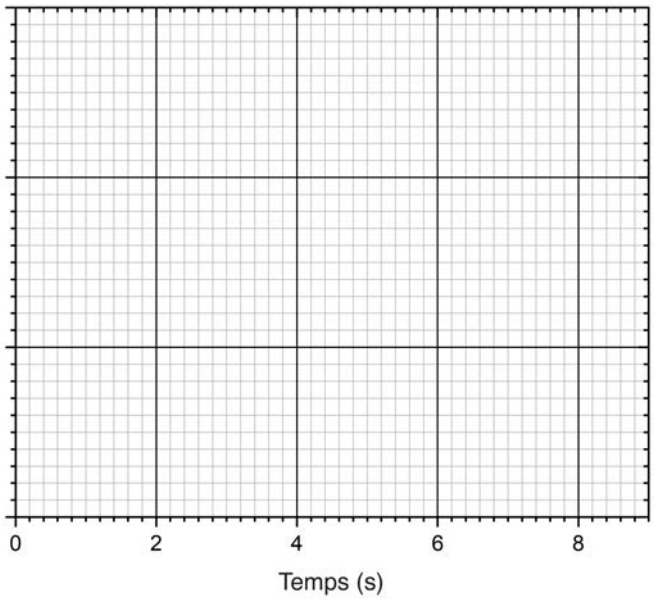
[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 2.1	

2.2. Representeu a la quadrícula de sota el valor absolut de la força electromotriu induïda en funció del temps durant els primers 9,00 s. Justifiqueu el sentit del corrent induït en els diferents intervals en què es genera la força electromotriu.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 2.2	



[Si us cal més espai per a respondre, podeu utilitzar les pàgines 10 i 11.]

Exercici 3. Vibracions i ones

[2,5 punts en total]

Puntuació total de l'exercici 3	

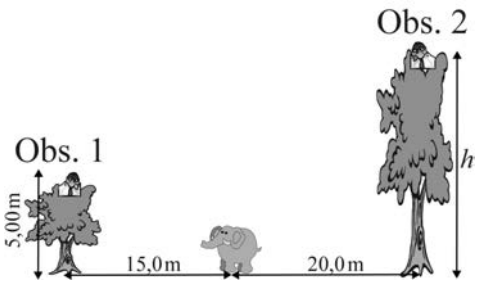
Trieu UNA de les dues opcions (A o B) i responeu als apartats corresponents. **Indiqueu a la portada de l'examen l'opció escollida**.

OPCIÓ A

Un elefant es troba en un parc nacional i, en un moment determinat, és observat per dos investigadors amagats en arbres amb l'objectiu de fer un estudi científic.

3.1. L'elefant bramula i l'observador 1 percep un nivell d'intensitat sonora de 65,0 dB. Aquest observador es troba a una distància horitzontal de 15,0 m de l'elefant i està situat a una altura de 5,00 m sobre el terra. Un segon observador percep el so amb un nivell d'intensitat de 62,0 dB i es troba a una distància horitzontal de 20,0 m de l'elefant. Determineu a quina altura està situat el segon observador.

[1,25 punts]



Puntuació de l'apartat 3.1	

3.2. En una altra observació es detecten dos elefants separats 10,0 m sobre el pla. Suposant que tots dos emeten un so coherent a una freqüència de 80,0 Hz, i amb la mateixa amplitud i en fase, determineu en quins punts de la línia recta que uneix els dos elefants no es percep cap so.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 3.2	

DADES: Velocitat del so en l'aire = 340 m s^{-1}.
$I_0 = 10^{-12}$ W m^{-2}.

NOTA: Assumiu que el front d'ona és esfèric.

OPCIÓ B

S'utilitza la lent d'un escàner per a capturar la imatge d'un full situat a 20,0 cm de la lent. La imatge que es forma en el sensor de l'escàner està invertida i té la mateixa mida que l'objecte.

3.1. A quina distància de la lent s'ha de col·locar el sensor perquè es formi una imatge nítida? Calculeu la distància focal imatge de la lent i indiqueu si es tracta d'una lent convergent o divergent.

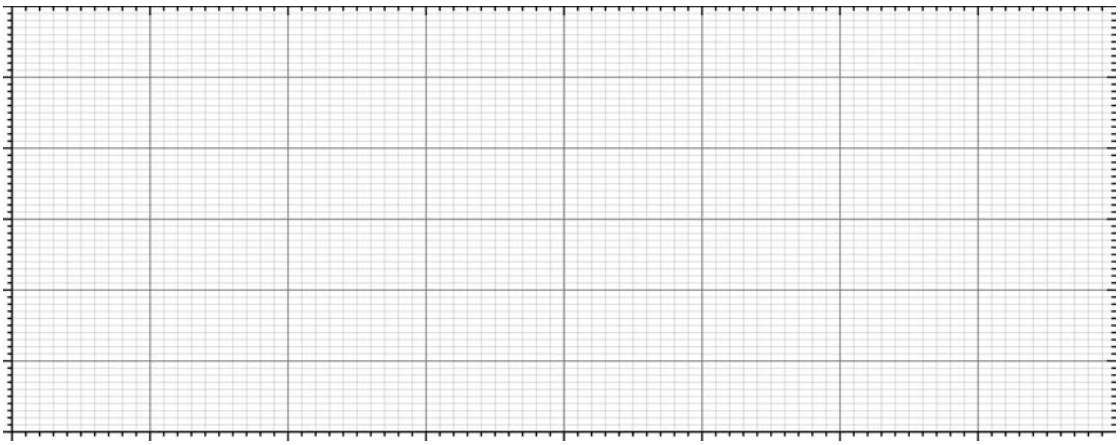
[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 3.1	

3.2. Dibuixeu el diagrama de rajos corresponent en la quadrícula de sota indicant clarament totes les distàncies representades i utilitzades en l'apartat anterior.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 3.2	



Exercici 4. Física relativista, quàntica, nuclear i de partícules

Puntuació total de l'exercici 4	

[2,5 punts en total]

El radó és un gas noble radioactiu que es produeix de manera natural al subsol com a resultat de la cadena de desintegració de l'urani. El radó es pot acumular en espais tancats com ara soterranis. La inhalació de concentracions superiors a 300 Bq m^{-3} d'aquest gas durant períodes prolongats incrementa significativament el risc de patir càncer de pulmó.

4.1. Observeu la figura i escriviu les principals desintegracions que constitueixen la cadena de desintegració de l'urani fins a la formació del radó. En cada cas, indiqueu de quin tipus de reacció es tracta.

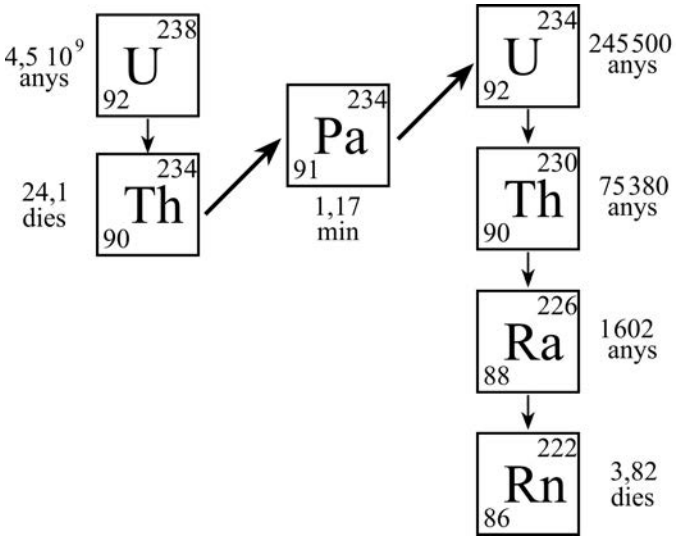
[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 4.1	

4.2. Es prenen mesures de la massa i l'activitat del radó en una habitació tancada de 18 m^3 de volum. Si es mesura una massa de 0,80 pg de radó, a quina activitat correspon? Aquest valor està per sobre o per sota del llindar d'activitat per unitat de volum indicat a l'enunciat? Si inicialment es mesura una activitat per unitat de volum de 230 Bq m^{-3} i l'habitació queda perfectament aïllada, quina activitat per unitat de volum hi haurà al cap de 15 dies?

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 4.2	



DADES: Nombre d'Avogadro: $N_A = 6{,}022 \times 10^{23}$.
$m(^{222}_{86}\text{Rn}) = 222 \text{ g mol}^{-1}$.
El període de semidesintegració del $^{222}_{86}$Rn és de 3,82 dies.

[Pàgina per a fer esborranys o per a acabar de respondre a algun exercici.]

[Pàgina per a fer esborranys o per a acabar de respondre a algun exercici.]

Comprovació i 2a correcció:

3a correcció:

Etiqueta de l'estudiant

IEC
Institut d'Estudis Catalans

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

SÈRIE 2

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 demostri 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 conceptualització 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. *Les respostes s'han de raonar i justificar. Un resultat erroni amb un raonament correcte es valorarà. Una resposta correcta sense raonament ni justificació es pot valorar amb un 0.*
5. *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 la resolució presentada a l'examen és diferent però correcta i està d'acord amb els requeriments de l'enunciat, s'ha d'avaluar positivament encara que no coincideixi amb la resolució donada a la pauta de correcció*
7. *Un o més errors d'unitats o no posar-les (resultats intermedis i finals) en un problema es penalitzaran amb 0,25 punts en aquest problema.*
8. *Cal resoldre els exercicis fins al final i no es poden deixar indicades les operacions.*
9. *Cal fer la substitució numèrica en les expressions que s'utilitzen per resoldre les preguntes.*
10. *Un o més resultat amb un nombre molt elevat de xifres significatives (6 xifres significatives) o amb només una xifra significativa es penalitzarà amb 0,1p en aquest problema..*

EXERCICI 1

a)

0,5 p Segons la llei de la gravitació universal, el mòdul de la força sobre el satèl·lit per l'atracció de la Terra és:

$$F = G\,\frac{m_s M_T}{r^2}$$

La segona llei de Newton estableix que: $\vec{F} = m_s\vec{a}$

D'altra banda, considerant que el satèl·lit descriu un moviment circular uniforme al voltant de la Terra, la seva acceleració és l'acceleració centrípeta: $a = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$.

Com que sobre el satèl·lit només actua la força de la gravetat:

$$G\,\frac{m_s M_T}{r^2} = \frac{m_s v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{G\,\frac{M_T}{r}}$$

0,25 p El radi $r = R_T + h = (6370 + 550)\,\text{km} = 6{,}92 \times 10^6\,\text{m}$.

Utilitzant l'expressió, obtenim el valor de la velocitat orbital per al satèl·lit:

$$v = \sqrt{G\,\frac{M_T}{r}} = \sqrt{6{,}67 \times 10^{-11}\,\frac{5{,}98\cdot 10^{24}}{6{,}92\cdot 10^6}} = 7{,}59 \times 10^3\ \text{m/s}$$

0,5 p El nombre de voltes al voltant de la Terra que fa el satèl·lit durant un dia. Hem de comparar els dos temps.

El període del satèl·lit: $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi\ 6{,}92\cdot 10^6}{7{,}59\cdot 10^3} = 5{,}73 \times 10^3\ \text{s}$

I un dia amb segons: $t_{dia} = 24\,\text{h}\,\frac{3600\ \text{s}}{1\text{h}} = 8{,}64 \times 10^4\ \text{s}$

I el nombre de voltes : $n_{\frac{voltes}{dia}} = \frac{t_{dia}}{T} = \frac{86{,}4\times 10^3}{5{,}73\times 10^3} = 15{,}1\ \text{voltes}$

b)

0,75 p L'energia mecànica és la suma de l'energia cinètica i potencial:

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}m_s v^2 - G\,\frac{m_s M_T}{r} = \frac{1}{2}m_s G\,\frac{M_T}{r} - G\,\frac{m_s M_T}{r} = -\frac{1}{2}G\,\frac{m_s M_T}{r}$$

0,25 p Calculem l'energia mecànica a l'òrbita de 530 km d'alçada:

radi $r = 6{,}37 \times 10^6 + 5{,}3 \cdot 10^5 = 6{,}90 \times 10^6\ \text{m}$

I utilitzant l'expressió, obtenim el valor de l'energia mecànica per al satèl·lit:

$$E_m = -\frac{1}{2}G\,\frac{m_s M_T}{r} = -\frac{1}{2}6{,}67 \times 10^{-11}\,\frac{227 \times 5{,}98 \times 10^{24}}{6{,}90 \times 10^6} = -6{,}56 \times 10^9\ \text{J}$$

0,25 p El signe negatiu de l'energia mecànica indica que el satèl·lit està seguint una òrbita tancada (o lligada) al voltant de la Terra.

EXERCICI 2, opció 1

a)

Per puntuar aquest exercici cal tenir present que es demana una representació qualitativa, per tant, no es demana precisió sinó que quan l'estudiant dibuixi les línies de camp i equipotencials, tingui cura dels detalls que s'indiquen a continuació:

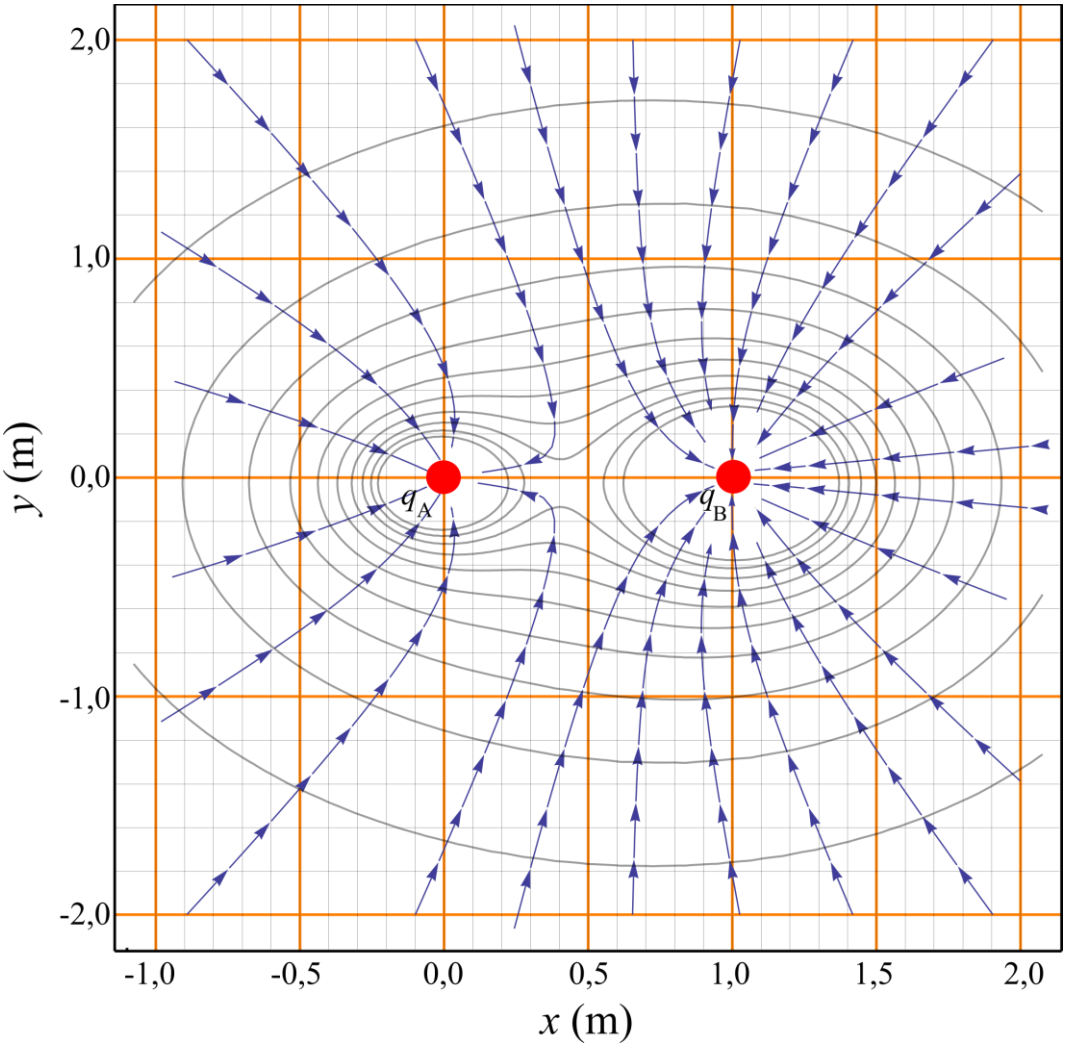
0,25 p Les dues carregues estan situades correctament segons les coordenades donades a l'enunciat.

0,25 p Les línies de camp apunten cap a les càrregues i totes es dirigeixen cap a una de les dues càrregues puntuals.

0,25 p El nombre de línies de camp que es dirigeixen a la càrrega q_B és aproximadament el doble de línies que convergeixen a q_A.

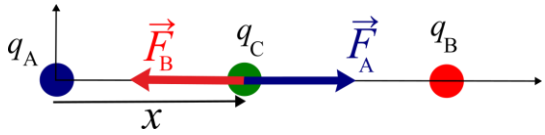
0,25 p Les línies equipotencials són aproximadament perpendiculars a les línies de camp.

0,25 p Les línies equipotencials són més properes entre elles quan ens acostem a les càrregues puntuals.



b)

0,5 p Com que la força que fan les dues càrregues és repulsiva, cal situar la càrrega q_C entre q_A i q_B.



Com que les dues forces tenen la mateixa direcció i sentits oposats, la condició d'equilibri correspon a igualar els mòduls de les dues forces:

$$k\frac{q_A q_C}{x^2} = k\frac{q_B q_C}{(1-x)^2}.$$

Simplificant:

$$\frac{q_A}{x^2} = \frac{q_B}{(1-x)^2} \Rightarrow \frac{1}{x^2} = \frac{2}{(1-x)^2} \Rightarrow (1-x)^2 = 2x^2 \Rightarrow x^2 + 2x - 1 = 0$$

L'equació anterior té dues solucions, però només la positiva és correcta:

$$x = -1 + \sqrt{2} = 0{,}414\ \text{m}$$

0,5 p El treball que fa el camp elèctric és igual a menys la variació d'energia potencial:

$$W = -\Delta U = -q_C(V_f - V_i)$$

El potencial inicial és:

$$V_i = k\left(\frac{q_A}{x} + \frac{q_B}{1-x}\right) = 8{,}99\times10^9\left(\frac{-2\times10^{-6}}{0{,}414} + \frac{-4\times10^{-6}}{0{,}586}\right) = -1{,}048\times10^5\ \text{V}$$

El potencial final és:

$$V_f = k\left(\frac{q_A}{x} + \frac{q_B}{1-x}\right) = 8{,}99\times10^9\left(\frac{-2\times10^{-6}}{0{,}5} + \frac{-4\times10^{-6}}{0{,}5}\right) = -1{,}079\times10^5\ \text{V}$$

Així el treball és:

$$W = -\Delta U = -q_C(V_f - V_i) = -2{,}47\times10^{-2}\ \text{J}$$

0,25 p El treball que fa el camp elèctric és negatiu, és a dir, el camp elèctric s'oposa al desplaçament, per tant, ha calgut aplicar una força externa per traslladar la càrrega q_C des del punt inicial fins al punt final.

EXERCICI 2, opció 2

a)

0,5 p El flux del camp magnètic és el producte escalar del camp magnètic per l'àrea de l'expira: $\phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$

Com que $\vec{B}$ i $\vec{S}$ tenen la mateixa direcció: $|\phi| = B \cdot S$.

Nota per als correctors: no es penalitzarà el fet que l'estudiant utilitzi directament l'expressió $|\phi| = B \cdot S$ sense justificar-la.

0,25 p A $t = 1$ s l'espira haurà avançat una distància $x = vt = 5$ cm, i, per tant, $S = 5 \times 10 = 50\ \text{cm}^2$, llavors el flux és:

$$|\phi|(t = 1s) = B \cdot S = 5 \times 10^{-3} \times 50 \times 10^{-4} = 2{,}5 \times 10^{-5}\ \text{Wb}$$

0,25 p A $t = 5$ s l'espira haurà avançat una distància $x = vt = 25$ cm, l'espira és totalment dins del camp, per tant, $S = 10 \times 10 = 100\ \text{cm}^2$, llavors el flux és:

$$|\phi|(t = 5s) = B \cdot S = 5 \times 10^{-3} \times 100 \times 10^{-4} = 5{,}0 \times 10^{-5}\ \text{Wb}$$

0,25 p A $t = 7$ s l'espira haurà avançat una distància $x = vt = 35$ cm, només 5 cm estan dins el camp magnètic i, per tant, $S = 5 \times 10 = 50\ \text{cm}^2$, llavors el flux és:

$$|\phi|(t = 7s) = B \cdot S = 5 \times 10^{-3} \times 50 \times 10^{-4} = 2{,}5 \times 10^{-5}\ \text{Wb}$$

b)

0,5 p Segons la llei de Faraday només s'induirà una fem quan el flux variï, és a dir, quan la superfície de la bobina dins de la zona on hi ha camp magnètic variï, per tant, serà durant dos intervals de temps:

- Mentre està entrant de t=0 s fins a t=2 s, atès que triga 2 s en entrar totalment dins la zona on hi ha camp magnètic. En aquest cas $S = l \cdot v \cdot t$, on és l la longitud del costat.

$$\phi(t) = B \cdot S = B \cdot l \cdot v \cdot t$$

$$\varepsilon = \left|\frac{d\phi}{dt}\right| = B \cdot l \cdot v = 5 \times 10^{-3} \times 0{,}1 \times 0{,}05 = 2{,}5 \times 10^{-5}\ \text{V}$$

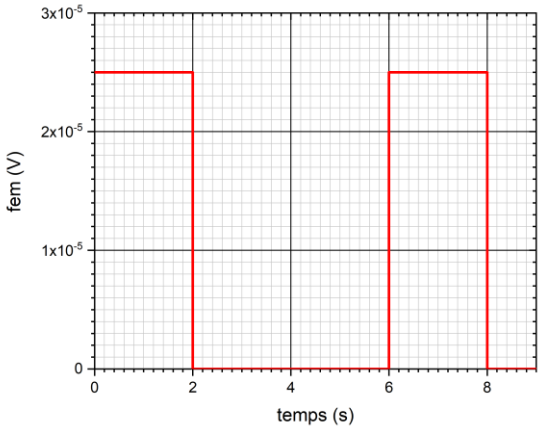
- Mentre està sortint de t=6 s (comença a sortir quan ha recorregut 30 cm) fins a t=8 s (surt totalment quan ha recorregut 40 cm). En aquest cas $S = l \cdot (0{,}4 - v \cdot t)$

$$\phi(t) = B \cdot S = B \cdot l \cdot (0{,}4 - v \cdot t)$$

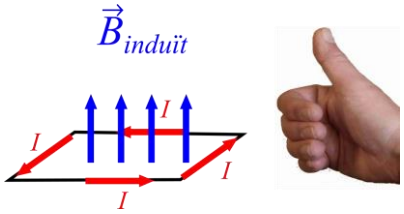
$$\varepsilon = \left|\frac{d\phi}{dt}\right| = B \cdot l \cdot v = 5 \times 10^{-3} \times 0{,}1 \times 0{,}05 = 2{,}5 \times 10^{-5}\ \text{V}$$

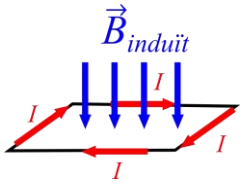
Nota per als correctors: també es considerarà correcte que justifiqui que el valor absolut entrant és igual que el valor absolut sortint atès que es mou a velocitat constant. També es considerarà correcte l'ús de diferencials.

0,25 p De 2 a 6 s l'espira està totalment immersa dins la zona on hi ha camp magnètic, per tant, el flux és constant i la fem és nul·la. Per $t > 8$ s l'espira està totalment fora de la zona on hi ha camp magnètic, per tant, el flux tampoc varia i la fem és nul·la.



0,25 p Quan entra, de t=0 s a 2 s, el flux augmenta, per tant, el camp magnètic induït s'oposa al camp magnètic existent, i segons la regla de la mà dreta el corrent circula en sentit antihorari.







0,25 p Quan surt, de t=6 s a 8 s, el flux disminueix, per tant, el camp magnètic induït és paral·lel al camp magnètic existent, i segons la regla de la mà dreta el corrent circula en sentit horari.

EXERCICI 3, opció 1

a)

1,0 p El nivell d'intensitat sonora està definit com:

$$\beta = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

I la intensitat sonora és:

$$I = I_0 10^{\frac{\beta}{10}}$$

I la relació d'intensitats sonores és:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{10^{\frac{\beta_1}{10}}}{10^{\frac{\beta_2}{10}}} = 10^{\left(\frac{\beta_1}{10} - \frac{\beta_2}{10}\right)} = 10^{\frac{3}{10}} = 10^{0,3} = 1,995$$

D'altra banda, la relació entre les dues intensitats és:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{P/4\pi r_1^2}{P/4\pi r_2^2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \Longrightarrow r_2 = r_1\sqrt{\frac{I_1}{I_2}}$$

i

$$r_1 = \sqrt{15^2 + 5^2} = 15,8 \text{ m}$$

Llavors:

$$r_2 = r_1\sqrt{\frac{I_1}{I_2}} = 15,8\sqrt{1,995} = 22,3 \text{ m}$$

0,25 p Per altra banda:

$$r_2 = \sqrt{20^2 + h_2^2} = 22,3 \text{ m} \Longrightarrow h_2 = \sqrt{22,3^2 - 20^2} = 9,94 \text{ m}$$

Alternativament,

0,25 p es pot calcular primer les intensitats:

$I_1 = I_0 10^{\frac{\beta_1}{10}} = 3,162 \times 10^{-6}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$, $I_2 = I_0 10^{\frac{\beta_2}{10}} = 1,585 \times 10^{-6}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

0,5 p I a partir de I_1 calcular la potència:

$$P = 4\pi r_1^2 I_1 = 9,934 \times 10^{-3} \text{ W}$$

0,25 p I a partir de I_2 i la potència calcular r_2:

$$r_2 = \sqrt{\frac{P}{4\pi I_2}} = 22,3 \text{ m}$$

b)

0,25 p Primer determinarem la longitud d'ona:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{80} = 4,25 \text{ m}$$

0,25 p Donat un punt situat entre els dos elefants i situat dins la de la línia recta que els uneix, anomenem x_1 la distància recorreguda per l'ona que surt del primer elefant fins aquest punt i x_2 la distància recorreguda per l'ona que surt del primer elefant fins a aquest punt:

$$x_1 + x_2 = 10 \text{ m}$$

0,25 p Les interferències destructives es produeixen quan hi ha un desfasament de mitja longitud d'ona, és a dir, quan la diferència de recorregut és:

$$\Delta x = |x_1 - x_2| = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda, \quad n = 0,1,2,...$$

0,5 p Per a $n = 0$, tenim

$$x_1 + x_2 = 10 \text{ m}$$
$$|x_1 - x_2| = 2{,}125 \text{ m}$$

Que té com a solucions $x_1 = 6{,}06$ m, $x_2 = 3{,}94$ m i, $x_1 = 3{,}94$ m, $x_2 = 6{,}06$ m.

Per a $n = 1$, tenim

$$x_1 + x_2 = 10 \text{ m}$$
$$|x_1 - x_2| = 6{,}375 \text{ m}$$

Que té com a solucions $x_1 = 8{,}19$ m, $x_2 = 1{,}81$ m i, $x_1 = 1{,}81$ m, $x_2 = 8{,}19$ m.
Per $n = 3$ tenim,

$$x_1 + x_2 = 10 \text{ m}$$
$$|x_1 - x_2| = 10{,}625 \text{ m}$$

Que té com a solucions $x_1 = 10{,}31$ m, $x_2 = -0{,}31$ m i, $x_1 = -0{,}31$ m, $x_2 = 10{,}31$ m.
Que estan fora de l'espai entre els dos elefants, per tant, ja no són solucions vàlides i el mateix passarà per a $n > 3$. Per tant, només tenim les solucions per a $n = 0$ i $n = 1$:

6,06 m, 3,94 m, 8,19 m i 1,81 m

Nota per als correctors: si donen la meitat de solucions, cal restar 0,25 p. en aquest apartat.

EXERCICI 3, opció 2

a)

0,5 p Sabem que la imatge és de la mateixa mida però està invertida, llavors:

$$\beta = \frac{y'}{y} = -1$$

A més:

$$\beta = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = -1 \Longrightarrow s' = -s$$

I també sabem que $s = -20\ \text{cm}$, llavors $s' = 20\ \text{cm}$, per tant, cal col·locar el sensor a 20 cm de la lent.

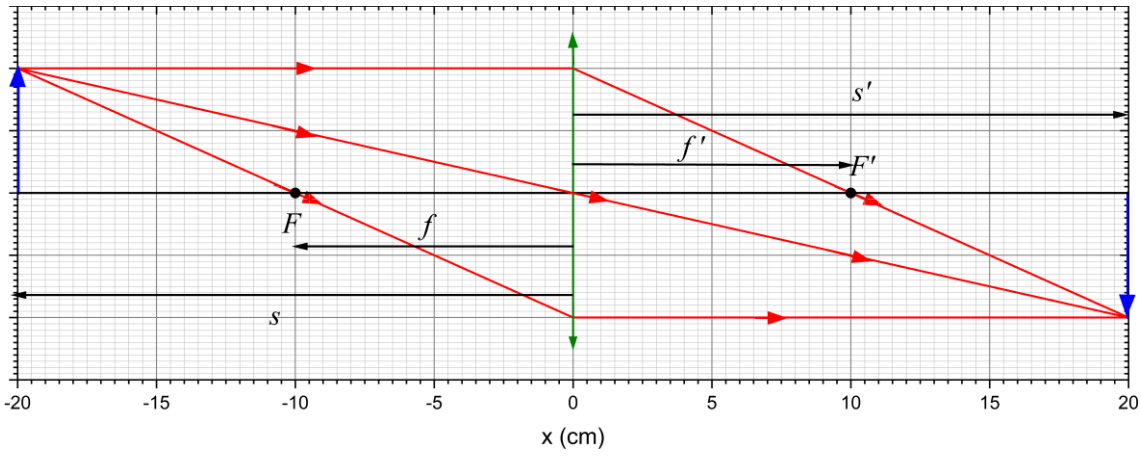
0,5 p Per trobar la focal de la lent, farem servir l'equació de la lent:

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{20} - \frac{1}{-20} = \frac{1}{10} \Longrightarrow f' = 10\ \text{cm}$$

0,25 p Com que la longitud focal imatge és positiva, llavors la lent ha de ser **convergent**. També es pot justificar que la focal imatge està situada a la dreta de la lent i, per tant, que la lent és convergent.

b)

1,25 p Per al diagrama de rajos només cal dibuixar 2 dels 3 rajos indicats a la figura: el raig que surt de l'objecte i és paral·lel a l'eix passa pel punt focal imatge F', el raig que passa pel centre de la lent i no es desvia, i el raig que surt de l'objecte passa per F i surt paral·lel a l'eix.



També es considerarà correcte que es representi l'objecte invertit i la imatge dreta.

EXERCICI 4

a)

1,25 p

$$\alpha\colon {}^{238}_{92}\mathrm{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\mathrm{Th} + {}^{4}_{2}\alpha + \gamma$$
$$\beta^-\colon {}^{234}_{90}\mathrm{Th} \rightarrow {}^{234}_{91}\mathrm{Pa} + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}_e$$
$$\beta^-\colon {}^{234}_{91}\mathrm{Pa} \rightarrow {}^{234}_{92}\mathrm{U} + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}_e$$
$$\alpha\colon {}^{234}_{92}\mathrm{U} \rightarrow {}^{230}_{90}\mathrm{Th} + {}^{4}_{2}\alpha + \gamma$$
$$\alpha\colon {}^{230}_{90}\mathrm{Th} \rightarrow {}^{226}_{88}\mathrm{Ra} + {}^{4}_{2}\alpha + \gamma$$
$$\alpha\colon {}^{226}_{88}\mathrm{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\mathrm{Rn} + {}^{4}_{2}\alpha + \gamma$$

Alternativament es pot escriure ${}^{0}_{-1}\beta$ o e^- en lloc de ${}^{0}_{-1}e$.

Alternativament es pot escriure ${}^{4}_{2}He$ en lloc de ${}^{4}_{2}\alpha$.

No es penalitzarà l'omissió del fotó.

Si no s'indica l'antineutrí cal restar 0,25 p.

No cal que l'estudiant detalli les operacions relacionades amb la conservació de la càrrega i del nombre màssic; són operacions molt senzilles que es poden fer de cap, per tant, només es valorarà si ha estat capaç de deduir correctament els diferents termes de la reacció.

b)

0,5 p Per trobar l'activitat necessitem el coeficient de desintegració λ i el nombre d'àtoms. λ l'obtenim del temps de semidesintegració, que és el temps de reduir l'activitat a la meitat: $A(t) = \frac{A_0}{2} = A_0\, e^{-\lambda t_{1/2}}$ i, per tant, $t_{1/2} = \frac{ln2}{\lambda}$.

I obtenim:

$$t_{1/2} = 3{,}82 \times 24 \times 3600 = 3{,}30 \times 10^5 \text{ s}$$
$$\lambda = \frac{ln2}{t_{1/2}} = \frac{ln2}{3{,}30 \times 10^5} = 2{,}10 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

El nombre d'àtoms és:

$$N = 0{,}8 \text{ pg} = 8{,}0 \times 10^{-13} \text{ g} \frac{1 \text{ mol}}{222 \text{ g}} \cdot \frac{6{,}022 \times 10^{23} \text{ àtoms}}{1 \text{ mol}} = 2{,}17 \times 10^9 \text{ àtoms}$$

L'activitat és:

$$A = \lambda N = 2{,}10 \cdot 10^{-6} \times 2{,}17 \times 10^9 = 4{,}56 \times 10^3 \text{ Bq}$$

0,25 p L'activitat per unitat de volum és:

$$\frac{A}{V} = \frac{4{,}56 \times 10^3}{18} = 253 \text{ Bq/m}^3$$

Podem observar que aquest valor és lleugerament inferior al llindar de 300 Bq/m^3 indicat a l'enunciat.

0,5 p L'activitat inicial per unitat de volum és 230 Bq/m^3. L'activitat per unitat de volum al cap d'un temps ve donada per:

$$A = A_0\, e^{-\lambda t} \rightarrow A/V = A_0/\mathrm{V}\, e^{-\lambda t}$$

i per tant l'activitat al cap de 15 dies és:

$$t = 15 \text{ dies} = 1{,}296 \times 10^6 \text{ s}$$
$$A/V(15 \text{ dies}) = 230\, e^{-\lambda t} = 230\, e^{-2{,}10\times10^{-6}\times1{,}296\times10^6} = 15{,}1 \text{ Bq/m}^3$$