



Proves d'accés a la universitat

Física

Sèrie 1

Qualificació			TR
Problemes	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
Suma de notes parcials			
Qualificació final			

Etiqueta de l'estudiant

Ubicació del tribunal

Número del tribunal

Etiqueta de qualificació

Etiqueta de correcció

Responen a QUATRE dels set problemes següents. En el cas que respongueu a més problemes, només es valoraran els quatre primers.

Cada problema val 2,5 punts.

P1) BepiColombo és una missió espacial que té per objectiu l'exploració de Mercuri. La missió va ser llançada l'any 2018, i hi arribarà el 2025. Un cop allà, posarà en òrbita dos satèl·lits al voltant del planeta. Un dels satèl·lits és el *Mercury Planetary Orbiter* (MPO), construït per l'Agència Espacial Europea, que orbitarà al voltant de Mercuri amb un radi orbital mitjà de 3 360 km.

a) Considereu un satèl·lit que fa una òrbita circular al voltant de Mercuri. Deduïu l'expressió de la velocitat orbital del satèl·lit en funció del radi orbital i la massa de Mercuri (indiqueu clarament en quins principis o lleis físiques us baseu per fer la vostra deducció). Amb aquesta expressió, calculeu la velocitat orbital del satèl·lit MPO mentre orbita al voltant de Mercuri. Calculeu quantes voltes haurà fet al planeta al cap d'un any terrestre.

[1,25 punts]

b) A partir de l'expressió general de l'energia mecànica, obtingueu la seva equació per al cas particular d'un satèl·lit en òrbita circular (cal que l'equació final només estigui expressada en funció de G , el radi orbital i les masses del satèl·lit i del planeta). Una vegada el satèl·lit MPO estigui orbitant al voltant de Mercuri, encara tindrà combustible per a poder fer maniobres. Considereu que el combustible disponible pot proporcionar una energia de $4,5 \times 10^9$ J. Determineu el valor màxim que podria tenir la massa del MPO per tal que amb l'energia disponible pogués escapar del camp gravitatori de Mercuri.

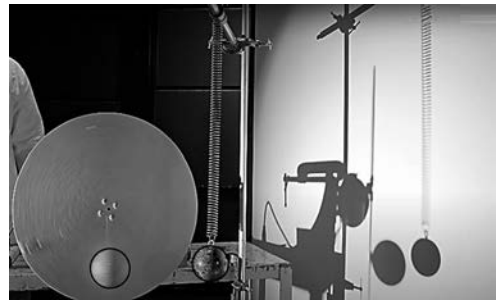
[1,25 punts]

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

Massa de Mercuri, $M_M = 3,285 \times 10^{23} \text{ kg}$.

Any terrestre = 365,25 dies.

P2) Al laboratori dissenyem un experiment amb dues masses que fan moviments independents. La primera massa és de 0,5 kg i penja d'una molla vertical. La segona massa es troba subjectada a un disc vertical que gira a una velocitat angular de 6,41 rad/s i el centre d'aquesta massa és a una distància de 19 cm del centre del disc. Ambdues masses s'illuminen lateralment i s'observa que les



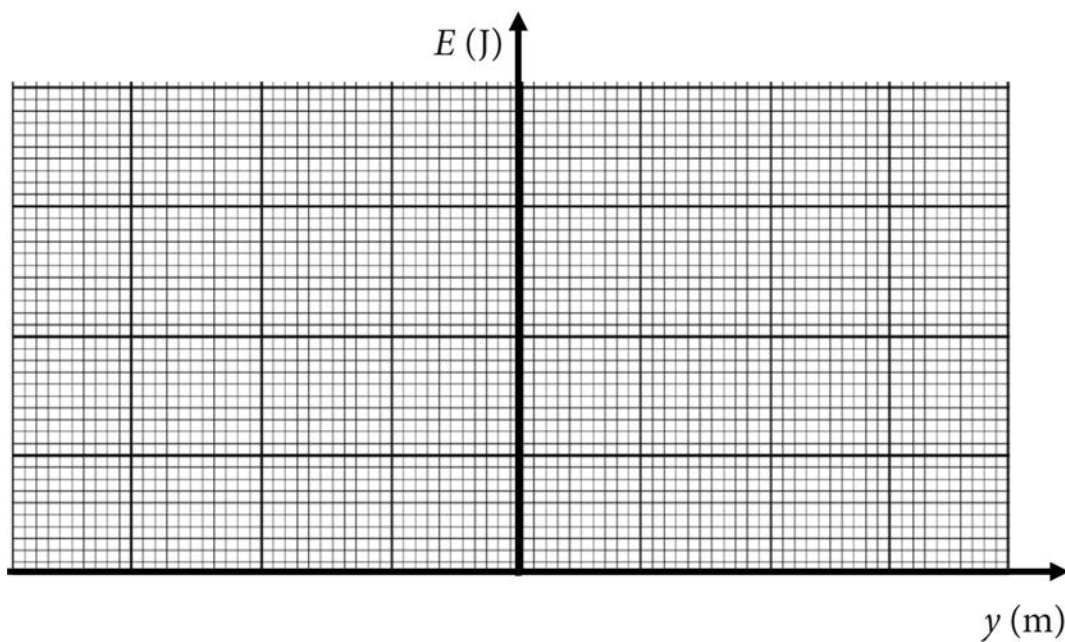
seves ombres segueixen exactament el mateix moviment harmònic simple. Per a aconseguir-ho, deixem anar des de baix la massa de la molla just a $t = 0$ s, moment en què la massa del disc també passa pel punt més baix de la rotació.

a) Escriviu l'equació de la posició vertical de les ombres respecte al temps. Trobeu la constant elàstica de la molla i l'energia mecànica del moviment harmònic simple.

[1,25 punts]

b) Calculeu l'equació de la velocitat i l'energia cinètica respecte al temps de la massa que penja de la molla. Representeu en la quadrícula adjunta l'energia mecànica, l'energia potencial i l'energia cinètica en funció de la posició vertical per a la massa que penja de la molla.

[1,25 punts]



P3) La superfície de la Terra és principalment aigua que conté ions en dissolució i que li fan adquirir una càrrega neta negativa. Es pot considerar que la Terra té un camp elèctric en punts propers a la seva superfície amb un mòdul constant de 150 N/C.

a) Dibuixeu l'esfera terrestre i representeu-hi el camp elèctric al voltant de la superfície. Calculeu el valor de la càrrega total que produeix aquest camp elèctric. Per fer-ho, considereu que el camp elèctric creat per una superfície esfèrica carregada uniformement és igual al generat per tota la càrrega situada al centre de l'esfera.

[1,25 punts]

b) Calculeu el mòdul de la força elèctrica que produirà el camp elèctric sobre un electró lliure situat a la vora de la superfície de la Terra. Calculeu la massa que ha de tenir una gota esfèrica d'aigua amb una càrrega extra d'un sol electró perquè el seu pes es compensi amb la força elèctrica. Feu un esquema en què es mostrin les forces que actuen sobre la gota. Calculeu el diàmetre d'aquesta gota d'aigua.

[1,25 punts]

DADES: Radi de la Terra, $R_T = 6,37 \times 10^6$ m.
Densitat de l'aigua, $\rho = 10^3$ kg/m³.
Massa de l'electró, $M_e = 9,11 \times 10^{-31}$ kg.
Superfície esfèrica: $4\pi r^2$.
Volum d'una esfera: $4/3\pi r^3$.
 $|e| = 1,602 \times 10^{-19}$ C.

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

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2.$$

P4) Un parallamps és una barra metàl·lica vertical que atrau i dirigeix grans descàrregues de corrent cap a terra. La gran majoria de llamps núvol-terra són negatius, és a dir, són transferències de càrrega negativa del núvol cap a terra. En el moment de la descàrrega es crea un camp magnètic al voltant del parallamps que podem equiparar al creat per un fil de corrent infinit. El corrent màxim que pot assumir un parallamps és d'uns 100 kA.

a) Calculeu el camp magnètic màxim que pot crear el parallamps a una distància de 10 cm. Feu un dibuix esquemàtic del parallamps indicant el sentit del moviment dels electrons, la intensitat de corrent i tres línies de camp magnètic. Justifiqueu el sentit de les línies de camp.

[1,25 punts]

b) Representeu gràficament, en la quadrícula de sota, el mòdul d'aquest camp magnètic màxim en funció de la distància r al parallamps en l'interval següent: $10 \text{ cm} \leq r \leq 50 \text{ cm}$. Suposem que hi ha un electró que en el moment de la descàrrega es troba a 10 cm del parallamps i que té una velocitat de 10^3 m/s paral·lela al parallamps i cap a terra. Calculeu el mòdul de la força que crea el camp magnètic sobre l'electró i justifiqueu-ne la direcció i el sentit.

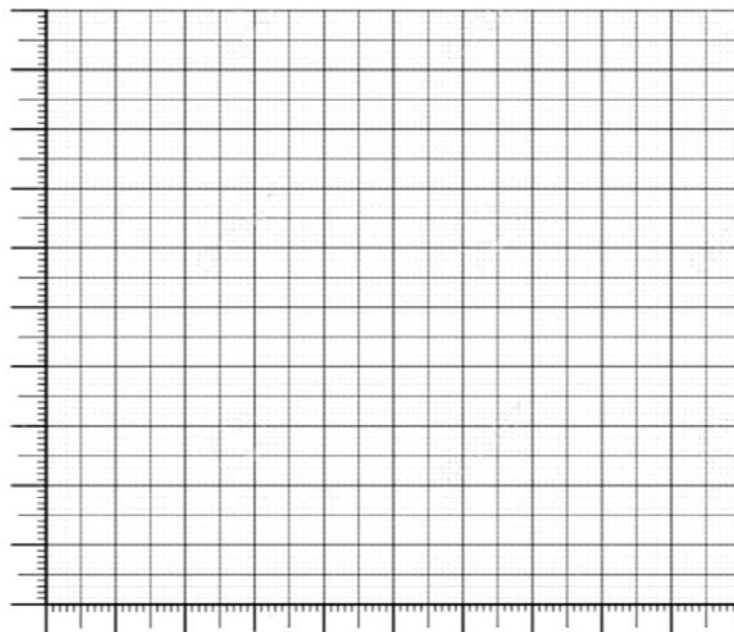
[1,25 punts]

DADES: El mòdul del camp magnètic creat per un fil infinit per on circula un corrent I

a una distància r del fil és $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$.

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}.$$

$$|e| = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}.$$



P5) L'Ainhoa està intrigada per saber a quina altura exploten els coets llançats a la revetlla de Sant Joan. Per a poder-ho determinar se situa a una distància de 50 metres del punt on es llancen els coets i enregistra, amb un sonòmetre, un nivell d'intensitat sonora de 100 decibels en l'explosió d'un coet que no s'ha enlairat.

a) Quina potència sonora emet el coet en el moment de l'explosió? Si l'explosió ha durat 0,03 s, quina energia sonora s'ha alliberat?

[1,25 punts]

b) Des de la mateixa distància al punt de llançament, enregistra 90 decibels d'intensitat sonora en el cas d'un coet igual a l'anterior que s'ha enlairat verticalment i ha explotat a certa altura. Calculeu a quina altura ha explotat el coet. Si dos coets idèntics a l'anterior exploten simultàniament a la mateixa altura que abans, quin nivell d'intensitat sonora percebrà l'Ainhoa, si està situada a la mateixa posició d'abans?

[1,25 punts]

NOTA: Considereu que les ones sonores es propaguen en les tres dimensions de l'espai i la seva energia es distribueix en superfícies esfèriques.

DADES: $I_0 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$.

La velocitat del so en l'aire és de 340 m/s.

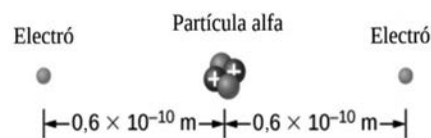
Superfície esfèrica: $4\pi r^2$.

P6) El poloni ($Z = 84$) fou descobert el 1898 per Marie Sklodowska-Curie i Pierre Curie. L'isòtop de poloni amb un temps de semidesintegració més llarg és el Po-210, que el té de 138 dies. Es desintegra per emissió d'una partícula alfa i origina un isòtop estable de plom (Pb).

a) Escriviu la desintegració del Po-210. Si l'activitat inicial per unitat de massa del Po-210 és d' $1,66 \times 10^{14}$ Bq/g, quina serà l'activitat de 5 mg d'aquest element al cap d'una setmana?

[1,25 punts]

b) Els nuclis d'heli que es produeixen en les desintegracions alfa no triguen a captar dos electrons. Suposem que es forma un àtom d'heli en dos passos ben diferenciats. Primerament, es transporta des d'una distància molt gran un primer electró a $0,6 \times 10^{-10}$ m de la partícula alfa i es manté allà. Posteriorment, un segon electró es porta a l'altra banda de la partícula alfa a $0,6 \times 10^{-10}$ m. La configuració final es mostra en la figura.



Calculeu el treball realitzat pel camp elèctric en cada un dels dos passos. Quina és l'energia potencial electroestàtica de la configuració final?

[1,25 punts]

DADES: $|e| = 1,602 \times 10^{-19}$ C.

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

P7) Observem que en una mostra metàl·lica apareix l'efecte fotoelèctric quan la il·luminem amb llum monocromàtica de longituds d'ona més petites o iguals a 650 nm.

a) Calculeu el treball d'extracció del metall. Determineu el potencial de frenada si il·luminem el metall amb llum de 300 nm.

[1,25 punts]

b) Trobeu l'expressió de la velocitat dels electrons en funció de la longitud d'ona incident per a aquest metall. Calculeu la velocitat dels electrons per a una longitud d'ona incident de 500 nm i la longitud d'ona de De Broglie associada a aquests electrons.

[1,25 punts]

DADES: $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.
 $|e| = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$.
 $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$.
 $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$.

--	--

--	--

Etiqueta de l'estudiant



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, els processos, els passos a seguir, 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 manera lògica la resposta, 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. Es valorarà un raonament correcte tot i que el resultat sigui erroni. 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 resultat 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 requisits 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 en les unitats d'un apartat restarà 0,25 punts en la qualificació d'aquest apartat. Es consideren errors d'unitats els següents: ometre les unitats en els resultats (finals o intermedis), utilitzar unitats incorrectes per una magnitud (tant en els resultats com en els valors intermedis) o operar amb magnituds d'unitats incompatibles (excepte en el cas d'un quocient en què numerador i denominador tenen les mateixes unitats). Exemple: si l'apartat a) val 1,25 punts i només hi ha un error en les unitats, s'haurà de puntuar amb 1 punt.*
8. *Un o més errors de càlcul en un apartat restarà 0,25 punts en la qualificació d'aquest apartat. Exemple: si l'apartat a) val 1,25 punts i només hi ha un error en els càlculs, s'haurà de puntuar amb 1 punt.*
9. *Cal resoldre els exercicis fins al resultat final i no es poden deixar indicades les operacions.*
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 (sis xifres significatives) o molt petit (una xifra significativa) es penalitzarà amb 0,1 punts.*



P1)

a)

Per trobar l'expressió de la velocitat orbital

0,10 p. Segons la llei de la gravitació universal, el mòdul de la força sobre el satèl·lit degut a l'atracció de Mercuri és:

$$F = G \frac{M_{MPO} M_M}{r^2}$$

0,10 p. La segona llei de Newton estableix que: $\vec{F} = M_{MPO} \vec{a}$

0,15 p. D'altra banda, considerant que el satèl·lit descriu un moviment circular uniforme al voltant de Mercuri, la seva acceleració és l'acceleració centrípeta: $a = v^2/r$

0,15 p. Com que sobre el satèl·lit sols actua la força de la gravetat:

$$G \frac{M_{MPO} M_M}{r^2} = M_{MPO} v^2/r \Rightarrow v = \sqrt{G \frac{M_M}{r}}$$

0,25 p. Utilitzant l'expressió obtenim el valor de la velocitat orbital per la MPO:

$$v_{MPO} = \sqrt{G \frac{M_M}{r}} = \sqrt{6,67 \times 10^{-11} \frac{3,285 \times 10^{23}}{3,36 \times 10^6}} = 2,55 \times 10^3 \text{ m/s}$$

0,25 p. Per saber el nombre de voltes que fa la MPO durant un any terrestre hem de comparar els dos temps.

$$\text{El període de la MPO: } T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \cdot 3,36 \times 10^6}{2,55 \times 10^3} = 8,28 \times 10^3 \text{ s}$$

0,25 p. I un any amb segons: $t_{any} = 365,25 \text{ dies} \frac{24h}{1 \text{ dia}} \frac{3600s}{1h} = 3,16 \times 10^7 \text{ s}$

$$n_{voltes/any} = \frac{t_{any}}{T} = \frac{3,16 \times 10^7}{8,28 \times 10^3} = 3816 \text{ voltes}$$



b)

0,5 p. L'energia mecànica és la suma de l'energia cinètica i la potencial:

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2} M_{MPO} v^2 - G \frac{M_{MPO} M_M}{r} = \frac{1}{2} M_{MPO} G \frac{M_M}{r} - G \frac{M_{MPO} M_M}{r} = - \frac{G M_{MPO} M_M}{2r}$$

Càlcul de la massa:

0,5 p. Per escapar del camp gravitatori de Mercuri, l'energia mecànica final ha de ser nul·la. Per tant, l'increment d'energia necessari és:

$$\Delta E_m = E_{m \text{ final}} - E_{m \text{ inicial}} = 0 + \frac{G M_{MPO} M_M}{2r}$$

0,25 p. El màxim increment d'energia mecànica possible és l'energia que pot proporcionar el combustible, per tant: $\Delta E_m = 4,5 \times 10^9 \text{ J} = \frac{G M_{MPO} M_M}{2r}$

i la massa màxima d'MPO: $M_{MPO} = \frac{\Delta E_m 2r}{G M_M} = 1,38 \times 10^3 \text{ kg}$

O alternativament:

0,25 p. El treball fet pels motors amb el combustible és igual a l'increment d'energia mecànica $W_{motors} = \Delta E_m$ i, per tant, $W_{motors} = E_{m \text{ final}} - E_{m \text{ inicial}}$

0,5 p. Per tant, $W_{motors} = 4,5 \times 10^9 \text{ J} = 0 + \frac{G M_{MPO} M_M}{2r}$

I la massa màxima d'MPO és $M_{MPO} = \frac{W_{motors} 2r}{G M_M} = 1,38 \times 10^3 \text{ kg}$



P2)

a)

0,25 p. L'equació de la posició vertical és la component del vector posició de la massa respecte del centre del disc que podem escriure en funció de l'angle θ respecte de l'eix vertical y . L'angle augmenta linealment amb el temps i proporcionalment a la velocitat angular $\theta = \omega t + \varphi_0$. I, per tant: $y(t) = A \cos(\theta) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$

0,25 p. Per escriure l'equació necessitem l'amplitud, que és el radi $A=0,19$ m, la velocitat angular $\omega=6,41$ rad/s i la fase inicial l'obtenim de l'instant inicial $t=0$ en què la posició és $-A$

0,25 p. Càlcul de la posició:

Si es considera el sentit positiu cap amunt:

$$y(0) = -A = A \cos(\varphi_0) \quad \text{i} \quad -1 = \cos(\varphi_0), \varphi = \arccos(-1) = \pi \text{ rad}$$

I, per tant, $y(t) = 0,19 \cos(6,41 t + \pi) \text{ m}$ i t en segons,

o també $y(t) = -0,19 \cos(6,41 t) \text{ m}$ i t en segons.

Si es considera el sentit positiu cap avall:

$$y(0) = A = A \cos(\varphi_0) \quad \text{i} \quad 1 = \cos(\varphi_0), \varphi = \arccos(1) = 0 \text{ rad}$$

I, per tant, $y(t) = 0,19 \cos(6,41 t) \text{ m}$ i t en segons,

o també $y(t) = -0,19 \cos(6,41 t + \pi) \text{ m}$ i t en segons.

0,25 p. Les velocitats angulars de les dues masses són iguals; per tant, $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ i $k = \omega^2 m = 6,41^2 \cdot 0,5 = 20,54 \text{ N/m}$.

0,25 p. L'energia mecànica és $E_m = \frac{1}{2} k A^2 = 0,5 \cdot 20,54 \cdot 0,19^2 = 0,371 \text{ J}$



b)

0,25 p. Càlcul de la velocitat:

Si es considera el sentit positiu cap amunt:

$$v(t) = \frac{dy}{dt} = -0,19 \cdot 6,41 \sin(6,41 t + \pi) = -1,218 \sin(6,41 t + \pi) \text{ m/s}$$

Si es considera el sentit positiu cap avall:

$$v(t) = \frac{dy}{dt} = -0,19 \cdot 6,41 \sin(6,41 t) = -1,218 \sin(6,41 t) \text{ m/s}$$

0,25 p. L'energia cinètica:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}0,5 \cdot 1,218^2 \sin^2(6,41 t + \pi) = 0,371 \sin^2(6,41 t + \pi) \text{ J}$$

$$\text{o bé } E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}0,5 \cdot 1,218^2 \sin^2(6,41 t) = 0,371 \sin^2(6,41 t) \text{ J}$$

Gràfica:

$$E_m = 0,371 \text{ J}, \quad E_p = \frac{1}{2}ky^2 = 10,27y^2 \text{ J},$$

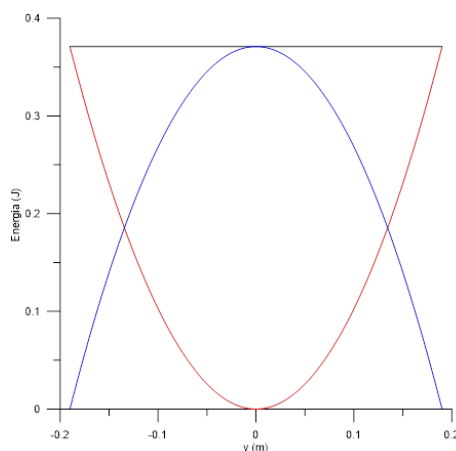
$$E_c = E_m - E_p = 0,371 - 10,27y^2 \text{ J}$$

0,25 p. Representació de l' E_m

0,25 p. Representació de l' E_p

0,25 p. Representació de l' E_c

Si l'escalatge no és correcte, s'han de restar 0,25 punts.

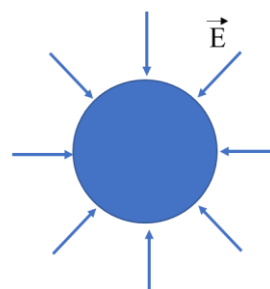




P3)

a)

0,5 p. Dibuix: el camp elèctric està dirigit cap a càrregues negatives i radial per la geometria esfèrica:



0,5 p. L'enunciat ens diu que el camp elèctric és el generat per tota la càrrega al centre de l'esfera. Sabem que el mòdul de camp elèctric en aquest cas és:

$$|\vec{E}| = k \frac{q}{r^2}$$

0,15 p. Per tant, la càrrega és: $|q| = \frac{|E|r^2}{k} = \frac{150 \cdot (6,37 \cdot 10^6)^2}{8,99 \cdot 10^9} = 6,77 \cdot 10^5 \text{ C}$

0,10 p. Per considerar que la càrrega és negativa: $q = -6,77 \cdot 10^5 \text{ C}$

b)

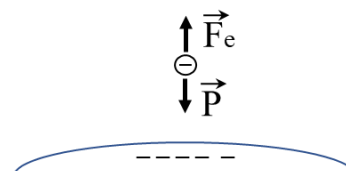
0,25 p. El seu mòdul serà: $|\vec{F}_e| = q|E| = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 150 = 2,403 \cdot 10^{-17} \text{ N}$

0,5 p. El pes de la gota d'aigua ha de ser igual a la força elèctrica creada pel camp ja calculada:

$$|\vec{F}_e| = |\vec{P}| = mg \text{ i, per tant, } m = \frac{|\vec{F}_e|}{g} = \frac{2,403 \cdot 10^{-17}}{9,81} = 2,45 \cdot 10^{-18} \text{ kg}$$

0,25 p. Esquema: la força elèctrica, contrària al camp elèctric. S'oposa al pes.

0,25 p. Per calcular el diàmetre de la gota, sabem que la massa de la gota és el seu volum per la densitat de l'aigua $m = \rho \frac{4}{3} \pi r^3$ i trobem el radi:



$$r = \sqrt[3]{\frac{3m}{4\pi\rho}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 2,45 \cdot 10^{-18}}{4\pi \cdot 10^3}} = 0,836 \cdot 10^{-7} \text{ m. El diàmetre és dues vegades el radi,}$$

$$d = 1,67 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 0,167 \mu\text{m} = 167 \text{ nm}$$



P4)

a)

0,5 p. El camp magnètic màxim a 10 cm = 0,1 m el calculem a partir de la intensitat màxima 10^5 A i l'expressió del mòdul del camp magnètic creat per un fil infinit:

$$B_{max} = \frac{\mu_0 I_{max}}{2\pi r} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10^5}{2\pi \cdot 0,1} = 0,2 \text{ T}$$

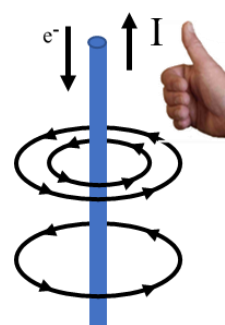
Dibuix:

0,10 p. La transferència de càrrega negativa del núvol cap a terra.

0,20 p. La direcció de la intensitat de corrent cap amunt.

0,20 p. Les línies de camp són línies concèntriques al voltant d'un fil infinit.

0,25 p. El sentit de les línies de camp magnètic al voltant del parallamps ens el dona la regla de la mà dreta o equivalent.



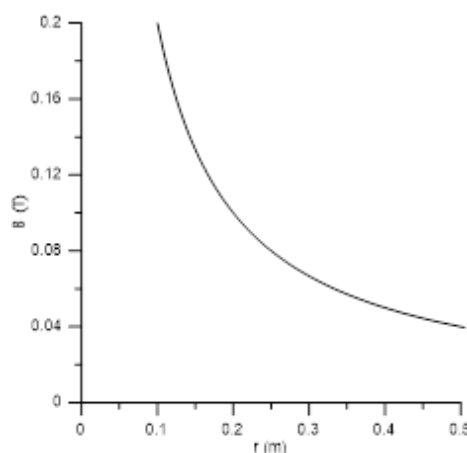
b)

0,75 p. Gràfica. Calculem alguns punts del camp per representar-lo.

Per exemple: $B(0,1\text{m})=0,2\text{T}$, $B(0,2\text{m})=0,1\text{T}$,
 $B(0,3\text{m})=0,0667\text{T}$, $B(0,4\text{m})=0,05\text{T}$,
 $B(0,5\text{m})=0,04\text{T}$

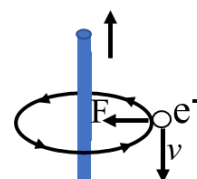
No incloure títol en l'eix resta 0,1 p.

No incloure unitats en l'eix resta 0,2 p.



0,25 p. La força magnètica sobre l'electró és $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$. El camp magnètic i la velocitat són perpendiculars i, per tant, el mòdul de la força magnètica serà $|\vec{F}| = qvB = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 10^3 \cdot 0,2 = 3,2 \cdot 10^{-17} \text{ N}$

0,25 p. La regla de la mà dreta (o equivalent) i el signe de la càrrega ens indica que la força serà en direcció i sentit cap al parallamps.





P5)

a)

0,5 p. A partir del nivell d'intensitat sonora obtenim la intensitat de l'ona: $\beta = 10\log(\frac{I}{I_0})$,
 $100 = 10\log(\frac{I}{10^{-12}})$, $I = 10^{10} \cdot 10^{-12} = 10^{-2} W/m^2$.

0,5 p. La potència emesa pel petard suposant que el so es reparteix en una superfície esfèrica: $P = I \cdot 4\pi r^2 = 10^{-2} 4\pi \cdot 50^2 = 314,16 W$.

0,25 p. L'energia sonora alliberada: $E = P \cdot t = 314,16 \cdot 0,03 = 9,42 J$.

b)

0,25 p. A partir del nivell d'intensitat sonora obtenim la intensitat de l'ona: $\beta = 10\log(\frac{I}{I_0})$,
 $90 = 10\log(\frac{I}{10^{-12}})$, $I = 10^9 \cdot 10^{-12} = 10^{-3} W/m^2$.

Càlcul de l'alçada:

0,25 p. Els coets són iguals i, per tant, la potència emesa també. Es reparteix en una superfície esfèrica i obtenim la distància a la qual es trobava el petard utilitzant la mateixa relació:

$$P = I \cdot 4\pi r^2, \quad r^2 = \frac{P}{4\pi \cdot I} = \frac{314,16}{4\pi \cdot 10^{-3}} = 25000 m^2, \quad r = 158,11 m$$

0,25 p. Utilitzant el teorema de Pitàgores obtenim l'alçada a la qual esclata el coet:

$$h = \sqrt{158,11^2 - 50^2} = 150 m$$

O alternativament:

0,5 p. Els coets són iguals i, per tant, la potència emesa també. Es reparteix en una superfície esfèrica i, per tant, entre les intensitats i les distàncies hi ha la relació següent:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2} \text{ per tant } \frac{10^{-3} W/m^2}{10^{-2} W/m^2} = 0,1 = \frac{50^2}{h^2 + 50^2} \text{ i per tant } h^2 + 50^2 = 10 \cdot 50^2,$$

$$h^2 = 9 \cdot 50^2, \quad h = 3 \cdot 50 = 150 m$$

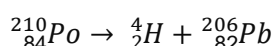
0,5 p. La intensitat sonora generada per dos coets pot ser calculada sabent que la potència i la intensitat del so es doblaran. Per tant: $\beta = 10 \log\left(\frac{2 \cdot 10^{-3}}{10^{-12}}\right) = 103 dB$.



P6)

a)

0,5 p. Si imposem la conservació del nombre de nucleons i de la càrrega elèctrica tenim:



0,25 p. Per trobar l'activitat després d'una setmana, utilitzem l'equació de l'activitat $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$, en què l'activitat inicial és: $A_0 = 1,66 \cdot 10^{14} \frac{\text{Bq}}{\text{g}} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 8,3 \cdot 10^{11} \text{ Bq}$

0,25 p. Necessitem el coeficient de desintegració λ , que obtenim del temps de semidesintegració:

$$A(t) = \frac{A_0}{2} = A_0 e^{-\lambda t_{1/2}} \text{ i per tant, } t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}.$$

$$\text{Directament obtenim } \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{138} = 5,023 \cdot 10^{-3} \text{ dies}^{-1}$$

0,25 p. L'activitat després de set dies és: $A = A_0 e^{-\lambda t} = 8,3 \cdot 10^{11} e^{-5,023 \cdot 10^{-3} \cdot 7} = 8,01 \cdot 10^{11} \text{ Bq}$

b)

0,25 p. El treball realitzat pel camp elèctric és menys l'increment d'energia potencial:

$$W = -\Delta U = -q \cdot \Delta V$$

0,25 p. En portar el primer electró des de l'infinit (distància molt gran), el camp elèctric i potencial elèctric existents són els creats per la partícula alfa. El potencial inicial és nul $V_i = 0$ i el final serà $V_{f1} = k \frac{q_\alpha}{r}$, en què r és la distància final, $r = 0,6 \times 10^{-10} \text{ m}$; per tant: $\Delta V_1 = 8,99 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}}{0,6 \cdot 10^{-10}} = 48,006 \text{ V}$ i el treball fet pel camp elèctric durant el desplaçament del primer electró és $W_{e1} = -q_e \cdot \Delta V_1 = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 48,006 = 7,69 \cdot 10^{-18} \text{ J}$.

0,25 p. En portar el segon electró des de l'infinit, el potencial elèctric existent és el creat per la partícula alfa i l'electró. El potencial inicial és nul i el final serà $V_{f2} = k \frac{q_\alpha}{r} + k \frac{q_e}{2r}$, per tant: $\Delta V_2 = 8,99 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}}{0,6 \cdot 10^{-10}} - 8,99 \cdot 10^9 \cdot \frac{1,602 \cdot 10^{-19}}{2 \cdot 0,6 \cdot 10^{-10}} = 36,005 \text{ V}$, i el treball pel segon electró és $W_{e2} = -q_e \cdot \Delta V_2 = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 36,005 = 5,77 \cdot 10^{-18} \text{ J}$.



Proves d'accés a la Universitat 2024, convocatòria ordinària. Criteri específic d'avaluació

L'energia potencial final:

0,50 p. L'energia potencial de la configuració final és menys el treball total fet pel camp, ja que l'energia potencial inicial era nul·la:

$$W_{total} = W_{e1} + W_{e2} = 7,69 \cdot 10^{-18} + 5,77 \cdot 10^{-18} = 1,346 \cdot 10^{-17} J$$

$$\Delta U = U_f - U_i = -W, \text{ i, per tant, l'energia potencial final és } U_f = -1,346 \cdot 10^{-17} J$$

O alternativament:

0,50 p. Calculem l'energia potencial electroestàtica del sistema final com a suma dels termes d'energia potencial per parelles:

$$U_{Sistema} = U_{e-He} + U_{e-He} + U_{e-e} = 2U_{e-He} + U_{e-e}$$

$$U_{Sistema} = 2k \frac{q_a q_e}{r} + k \frac{q_e q_e}{2r} = 2 \cdot 8,99 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot (-1,602 \cdot 10^{-19})}{0,6 \cdot 10^{-10}} + 8,99 \cdot 10^9 \cdot \frac{(-1,602 \cdot 10^{-19})^2}{2 \cdot 0,6 \cdot 10^{-10}} = -1,346 \cdot 10^{-17} J$$



P7)

a)

0, 25 p. La longitud d'ona llindar $\lambda_0 = 650 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ és la longitud d'ona més alta per la qual tenim efecte fotoelèctric. Correspon a una freqüència: $f_0 = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,0 \cdot 10^8}{650 \cdot 10^{-9}} = 4,62 \times 10^{14} \text{ Hz}$.

0, 25 p. El treball d'extracció del metall és l'energia mínima per extreure l'electró: $hf = E_c + W_0$, per tant, per $E_c=0$, $W_0 = hf_0$ i fent el càlcul obtenim:

$$W_0 = hf_0 = 6,626 \times 10^{-34} \cdot 4,62 \times 10^{14} = 3,06 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,91 \text{ eV}$$

0, 25 p. El potencial de frenada és el voltatge que necessitem aplicar per frenar els electrons amb més energia cinètica: $\Delta U = |e|\Delta V = E_c$

0, 25 p. Calculem l'energia cinètica amb què surten els electrons per 300 nm. Primer, calculem la freqüència corresponent: $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,0 \cdot 10^8}{300 \cdot 10^{-9}} = 1,00 \times 10^{15} \text{ Hz}$. I, seguidament, l'energia cinètica amb què surten és:

$$E_c = hf - W_0 = 6,626 \times 10^{-34} \cdot 1,00 \times 10^{15} - 3,06 \cdot 10^{-19} = 3,57 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

0, 25 p. L'energia cinètica es contraresta amb una energia potencial elèctrica d'igual mòdul: $\Delta U = q \cdot \Delta V$ i, per tant, el potencial de frenada ha de ser $\Delta V = \frac{E_c}{|e|} = \frac{3,57 \cdot 10^{-19}}{1,602 \cdot 10^{-19}} = 2,23 \text{ V}$.

b)

0,5 p. A partir de l'equació de l'energia cinètica ja utilitzada tenim $E_c = \frac{1}{2}mv^2 = hf - W_0$, i posant la freqüència en funció de la longitud d'ona s'obté: $v = \sqrt{\frac{2}{m}(\frac{hc}{\lambda} - W_0)}$.

Introduint els valors corresponents: $v(\lambda) = \sqrt{\frac{2}{9,11 \cdot 10^{-31}} \left(\frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{\lambda} - 3,06 \cdot 10^{-19} \right)} \frac{\text{m}}{\text{s}}$,

per tant, l'expressió és $v(\lambda) = \sqrt{\frac{4,36 \cdot 10^5}{\lambda} - 6,61 \cdot 10^{11}} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

0,25 p. La velocitat per 500 nm: $v(500\text{nm}) = \sqrt{\frac{4,36 \cdot 10^5}{500 \cdot 10^{-9}} - 6,61 \cdot 10^{11}} = 4,59 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

0,5 p. La longitud d'ona de De Broglie la calculem a partir de la quantitat de moviment de l'electró i la relació de De Broglie: $p = mv = \frac{h}{\lambda}$.

Per tant, $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 4,59 \cdot 10^5} = 1,58 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 1,58 \text{ nm}$.