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

examens.cat

2021

Proves d'accés a la universitat

Física

Sèrie 2

Qualificació			TR
Problemes	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
Suma de notes parcials			
Qualificació final			

Etiqueta de l'alumne/a

Ubicació del tribunal .....

Número del tribunal .....

Etiqueta de qualificació

Etiqueta del corrector/a

examens.cat

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

Cada problema val 2,5 punts.

P1) Gràcies a les valuoses dades sobre les posicions dels astres que Tycho Brahe va recollir al llarg de la seva vida, Johannes Kepler va poder formular les seves famoses tres lleis.

a) Deduïu la tercera llei de Kepler a partir de la segona llei de Newton i de la llei de gravitació universal, suposant que els planetes descriuen moviments circulars uniformes.

[1,25 punts]

b) A partir de les dades de la taula, determineu la massa del Sol.

[1,25 punts]

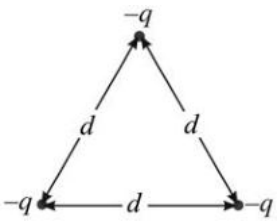
Planeta	*Radi de l'òrbita (10^9 m)*	*Període (anys)*
Mercuri	57,90	0,240 8
Venus	108,2	0,615 2
Terra	149,6	1,000
Mart	228,0	1,881

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

examens.cat

examens.cat

P2) Tres càrregues negatives iguals, $-q$, es troben situades en els vèrtexs d'un triangle equilàter de costat d.



a) Hi ha algun punt a l'interior del triangle on el camp elèctric sigui nul? Justifiqueu la resposta.

Determineu el mòdul, la direcció i el sentit del camp elèctric en el vèrtex superior del triangle creat per les dues càrregues situades a la base. Expresseu el resultat en funció de q, d i la constant de Coulomb.

[1,25 punts]

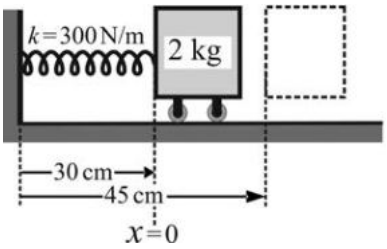
b) Determineu l'energia de formació d'aquest sistema de càrregues. Expresseu el resultat en funció de q, d i la constant de Coulomb.

[1,25 punts]

examens.cat

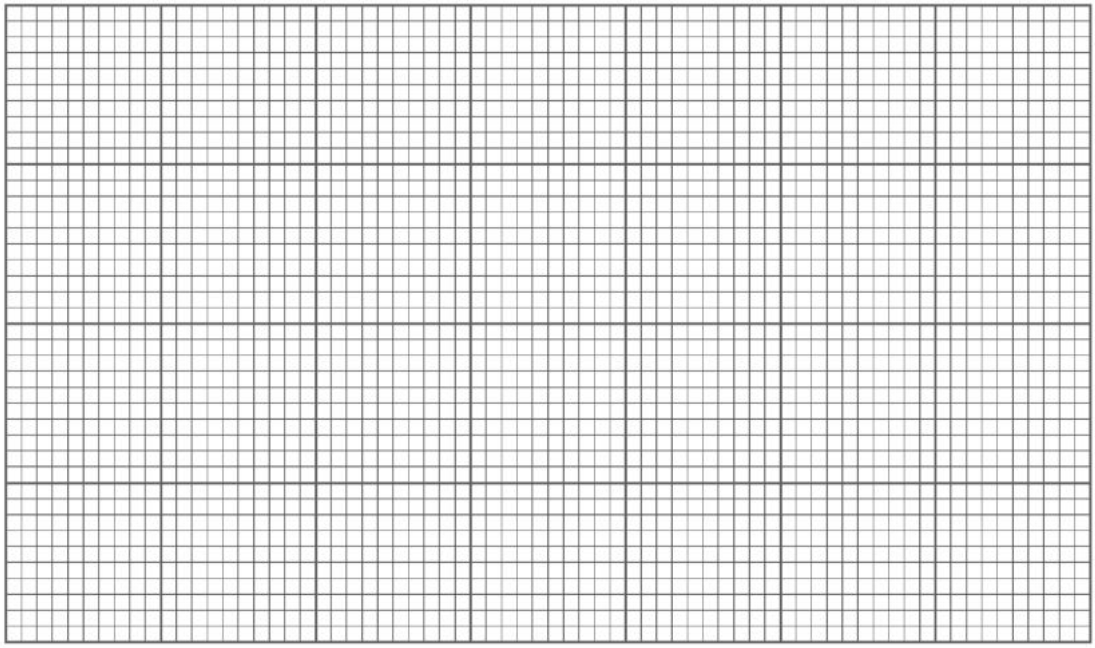
examens.cat

P3) Un bloc de massa 2 kg, que inicialment es troba en repòs, està lligat a l'extrem d'una molla de constant elàstica 300 N/m i de longitud natural 30 cm. Per l'altre extrem, la molla està unida a una paret. Desplacem el bloc cap a la dreta fins que la molla assoleix una longitud total de 45 cm i el deixem anar, de manera que el bloc es posa a oscil·lar al voltant de la posició d'equilibri. La fricció entre el terra i el bloc és negligible.



a) Determineu l'amplitud i el període de l'oscil·lació. Escriviu l'equació del moviment.
[1,25 punts]

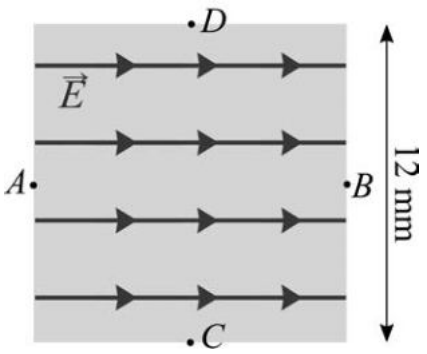
b) Representeu en la quadrícula adjunta l'evolució de l'energia mecànica, de l'energia cinètica i de l'energia potencial en funció del temps durant un període.
[1,25 punts]



examens.cat

examens.cat

P4) En una regió de l'espai de forma quadrada i de costat $d = 12$ mm, hi ha un camp elèctric uniforme i constant de valor $2{,}00 \times 10^6$ N/C.



a) Quina és la diferència de potencial, $V_B - V_A$, entre els punts A i B de la figura? Quina és la diferència de potencial, $V_D - V_C$, entre els punts C i D de la figura? Justifiqueu les respostes.
[1,25 punts]

b) Deixem un protó, inicialment aturat, en el punt A. Quin moviment descriurà? Justifiqueu la resposta. Quina velocitat (només el mòdul) tindrà en l'instant en què abandoni aquesta regió quadrada? Quin treball ha fet el camp elèctric sobre el protó?
[1,25 punts]

DADES: $m_p = 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg.
$|e| = 1{,}602 \times 10^{-19}$ C.

examens.cat

examens.cat

P5) ***a)*** Escriviu el nombre màssic, el nombre atòmic i el nombre de neutrons que té el ${}^{13}_{7}N$. En la desintegració del ${}^{13}_{7}N$, un dels protons del nucli de nitrogen es transforma segons una desintegració $\beta^+ : {}^{1}_{1}p^+ \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e^+ + {}^{0}_{0}\nu$. Escriviu la reacció de desintegració del ${}^{13}_{7}N$. Justifiqueu per què la desintegració β^+ no pot tenir lloc fora d'un nucli.

[1,25 punts]

b) A partir de l'equació de l'evolució de la desintegració, determineu la relació entre la constant de desintegració λ i el període de semidesintegració. El període de semidesintegració del ${}^{13}_{7}N$ és de 9,965 min. Si en un instant determinat hi ha una massa de 5 ng de ${}^{13}_{7}N$, quina quantitat en romandrà al cap de 30 min?

Doneu l'expressió de l'activitat radioactiva en funció del temps. Quant de temps cal esperar perquè l'activitat radioactiva es redueixi fins a un 1 % del seu valor inicial?

[1,25 punts]

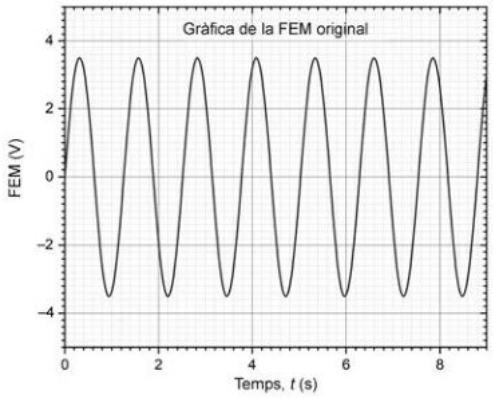
DADES: ${}_{4}Be$ ${}_{5}B$ ${}_{6}C$ ${}_{7}N$ ${}_{8}O$ ${}_{9}F$ ${}_{10}Ne$ ${}_{84}Po$ ${}_{85}At$ ${}_{86}Rn$ ${}_{87}Fr$ ${}_{88}Ra$ ${}_{89}Ac$ ${}_{90}Th$.

examens.cat

P6) Un imant es desplaça horitzontalment, entrant i sortint d'una bobina plana (de N espires i secció S), seguint un moviment harmònic simple, que crea un camp magnètic $\vec{B}$ perpendicular a la bobina i de mòdul $B(t) = B_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$.

a) Determineu el flux del camp magnètic a través d'una espira i la força electromotriu (FEM) en funció dels paràmetres B_0, ω, φ_0, N i S.

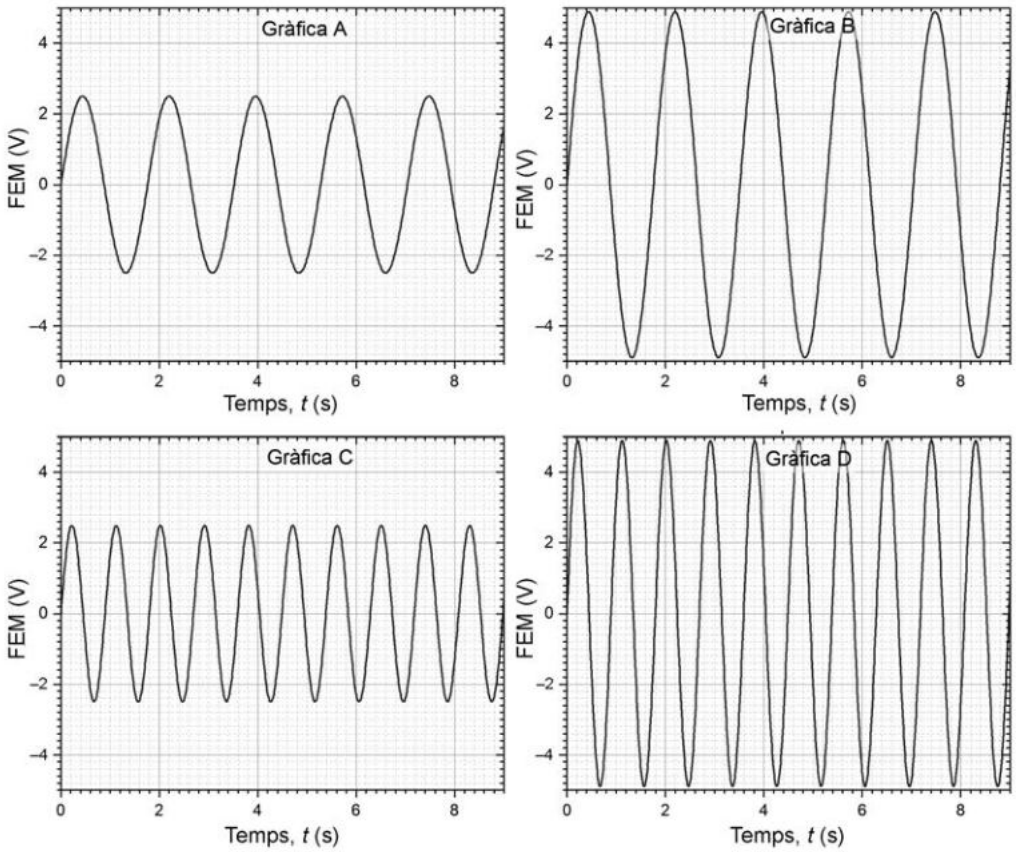
[1,25 punts]



b) Si la bobina té una resistència R, determineu el corrent màxim que pot circular per la bobina en funció dels paràmetres B_0, ω, φ_0, N, S i R. Indiqueu quina de les gràfiques següents (de la A fins a la D) mostra correctament la FEM si es redueix la freqüència del moviment de l'imant. Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

DADA: En totes les gràfiques s'utilitza la mateixa escala per al temps (eix x) i per a la FEM (eix y).



examens.cat

examens.cat

P7) *Magnificat en re major* (BWV 243) és una de les grans obres vocals de Johann Sebastian Bach, publicada el 1723 i escrita per a cor a cinc veus i orquestra. La corda d'un violí fa 32,5 cm de llargària i la freqüència fonamental corresponent al re major és de 38,89 Hz.

a) Dibuixeu l'harmònic fonamental i el tercer harmònic i indiqueu-ne els nodes i els ventres. Determineu les longituds d'ona de cadascun dels harmònics i calculeu la velocitat de propagació de l'ona que produeix aquesta nota en la corda del violí. Quina serà la freqüència de l'harmònic fonamental si reduïm la llargària de la corda a 27 cm tot mantenint la mateixa tensió a la corda?

[1,25 punts]

b) Un espectador situat al segon pis del Palau de la Música Catalana percep un nivell d'intensitat sonora de 30 dB, corresponent al so dels violins, situats a 23 m. Quina és la potència amb què els violins emeten el so? Si, degut a les restriccions per la COVID-19, el nombre de violinistes es redueix a la meitat, quin serà el nivell de la intensitat sonora generada pels violins a 23 m de distància?

[1,25 punts]

DADA: $I_0 = 10^{-12}\ \mathrm{W\ m^{-2}}$.

examens.cat

P8) Tenim dues ones monocromàtiques, una de $\lambda = 750$ nm, corresponent al color vermell, i una altra de $\lambda = 550$ nm, corresponent al color verd.

a) Quina de les dues ones té els fotons més energètics? Calculeu la freqüència i l'energia d'un fotó i les d'un mol de fotons per a cadascuna de les dues radiacions.

[1,25 punts]

b) A continuació, volem reproduir l'efecte fotoelèctric il·luminant amb llum monocromàtica una placa de rubidi. Determineu la longitud d'ona llindar perquè es produeixi l'efecte fotoelèctric. Les ones visibles de l'apartat anterior seran capaces d'arrencar un electró de la superfície del rubidi? Si això és possible, quina serà l'energia cinètica adquirida per l'electró?

Per a l'efecte fotoelèctric, representeu esquemàticament com varia l'energia cinètica màxima dels electrons arrencats en funció de l'energia dels fotons incidents. Comenteu el significat de les dues zones diferenciades.

[1,25 punts]

DADES: La funció de treball del rubidi és $3{,}46 \times 10^{-19}$ J.
$N_A = 6{,}022 \times 10^{23}$.
$c = 3{,}00 \times 10^{8}$ m s^{-1}.
$h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J s.
$m_e = 9{,}11 \times 10^{-31}$ kg.

examens.cat

examens.cat

Etiqueta de l'alumne/a

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

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

examens.cat

2021

Proves d'accés a la universitat

Física

Sèrie 5

Qualificació			TR
Problemes	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
Suma de notes parcials			
Qualificació final			

Etiqueta de l'alumne/a

Ubicació del tribunal .....

Número del tribunal .....

Etiqueta de qualificació

Etiqueta del corrector/a

examens.cat

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

Cada problema val 2,5 punts.

P1) El 20 de juliol de 1969, la missió nord-americana *Apollo 11* va aconseguir que l'ésser humà trepitgés per primera vegada la Lluna.

a) Dibuixeu les línies de camp gravitatori i les superfícies equipotencials al voltant de la Lluna en un pla que la contingui. Indiqueu si el potencial gravitatori augmenta o disminueix quan ens allunyem de la superfície de la Lluna. Justifiqueu la resposta. A quina distància de la superfície de la Lluna començà la maniobra d'allunatge si en aquest punt $g = 1{,}306\ \mathrm{m/s^2}$?

[1,25 punts]

b) Quina energia mínima han d'aportar els motors a la nau per a poder escapar-se de la gravetat de la Lluna, partint de la seva superfície?

[1,25 punts]

DADES: $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N\,m^2\,kg^{-2}}$.
$m_{\mathrm{Lluna}} = 7{,}35 \times 10^{22}\ \mathrm{kg}$.
$m_{\mathrm{nau}} = 45{,}7 \times 10^{3}\ \mathrm{kg}$.
$r_{\mathrm{Lluna}} = 1{,}74 \times 10^{3}\ \mathrm{km}$.

examens.cat

examens.cat

P2) Una espira conductora i circular de 25 cm de radi descansa sobre el pla XY (centrada a l'origen de coordenades) i està sotmesa a un camp magnètic uniforme donat per l'expressió $\vec{B}(t) = 0{,}014 \cdot t^2\,\vec{k}$, on el temps està expressat en segons i el camp magnètic en tesles.

a) Representeu les línies de camp magnètic a través de l'espira. S'indueix un corrent a l'espira? Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

b) Determineu l'expressió del flux magnètic en funció del temps. Determineu el valor de la força electromotriu induïda. Indiqueu esquemàticament el sentit del corrent induït i justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

examens.cat

examens.cat

P3) Una corda de 60 cm té els extrems fixats i oscil·la amb una freqüència de 200 Hz en un mode que té quatre nodes: dos nodes als extrems i dos nodes interns. El punt central de la corda oscil·la amb una amplitud de 2 cm. Calculeu:

a) La velocitat de propagació de l'ona per la corda, la longitud de l'ona i la velocitat vertical màxima al centre de la corda.

[1,25 punts]

b) L'amplitud de l'oscil·lació d'un punt de la corda situat a 10 cm d'un dels extrems. L'amplitud de l'oscil·lació d'un punt de la corda situat a 20 cm d'un dels extrems. Justifiqueu les respostes.

[1,25 punts]

examens.cat

examens.cat

P4) Segons els mesuraments efectuats amb tècniques de datació radiomètrica, les roques procedents de la Lluna són molt més antigues que les roques de la Terra. La roca més jove recollida a la Lluna (3 200 milions d'anys) és més antiga que les roques més antigues localitzades a la Terra. La nit del 4 d'agost del 2018, els residents de Neftejugansk i Surgut, al nord de Rússia, van poder observar la caiguda d'un meteorit. L'endemà diverses persones afirmaven haver trobat fragments procedents de la Lluna. Una de les mostres recollides presenta una certa activitat radioactiva deguda a la desintegració del $^{40}_{19}K$ en $^{40}_{18}Ar$ amb un període de semidesintegració d'$1{,}248 \times 10^9$ anys. En aquesta mostra es van trobar 0,84 μg de $^{40}_{18}Ar$ i 0,10 μg de $^{40}_{19}K$.

a) Escriviu la reacció de desintegració del $^{40}_{19}K$.

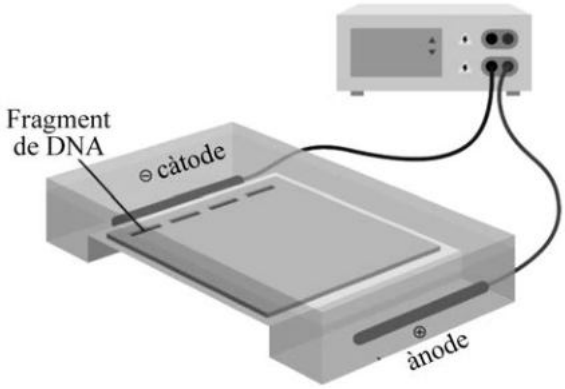
[1,25 punts]

b) Aquesta mostra pot procedir de la Lluna? Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

examens.cat

P5) L'electroforesi és una tècnica que s'utilitza per a estudiar fragments de DNA carregats elèctricament. Tal com mostra la figura, els fragments de DNA es col·loquen a l'interior d'un condensador submergit en un gel que permet el moviment lliure dels fragments de DNA. El condensador genera un camp elèctric uniforme i constant entre el càtode (carregat negativament, –) i l'ànode (carregat positivament, +). Les mostres se situen prop del càtode i són accelerades cap a l'ànode. A partir de l'anàlisi de les seves acceleracions es pot estimar la massa dels fragments de DNA. El càtode i l'ànode es troben separats 18 cm i estan sotmesos a una diferència de potencial de 115 V.



a) Quin és el signe de la càrrega dels fragments de DNA? Justifiqueu la resposta. Determineu el mòdul de la força electroestàtica que experimenten els fragments de DNA. Dibuixeu les línies de camp elèctric i indiqueu en aquest esquema la direcció i el sentit de la força que actua sobre el fragment de DNA.
[1,25 punts]

b) Un fragment de DNA experimenta una acceleració de $2{,}13 \times 10^{-2}$ m/s^2. Considerant que no hi ha fricció, quina seria la seva massa? Si no negligim la fricció, el resultat que obtindrem serà més gran o més petit que el valor de la massa que heu determinat anteriorment? Justifiqueu la resposta.
[1,25 punts]

DADES: $|q_{\text{fragment}}| = 2{,}00 \times 10^{-18}$ C.

examens.cat

examens.cat

P6) Una saltadora de 60 kg fa salt de pont (*pònting*) vertical amb una corda elàstica de 30 m de longitud. A partir d'aquest moment, la persona efectua 6 oscil·lacions en 30 s. La distància del punt d'equilibri al punt més alt del moviment oscil·latori són 4 m.

***a*)** Calculeu la freqüència, el període i la freqüència angular. Escriviu l'equació del moviment (desplaçament respecte a l'equilibri en funció del temps) si l'instant inicial correspon al punt més alt del moviment.

[1,25 punts]

***b*)** Quant val la constant elàstica de la corda? Quan la saltadora queda aturada en el punt d'equilibri, quina és la longitud de la corda?

[1,25 punts]

DADA: No tingueu en compte les forces de fregament i suposeu que la corda elàstica es comporta com una molla que compleix la llei de Hooke.

examens.cat

P7) Tenim tres càrregues puntuals fixes, $Q_1 = -3\ \mu C$, $Q_2 = 2\ \mu C$ i $Q_3 = 3\ \mu C$, situades respectivament a l'origen de coordenades i en els punts (2, 0) m i (0, 2) m.

a) Representeu les tres càrregues indicant clarament els eixos de coordenades, etiquetant numèricament els segments i indicant les unitats. Determineu les components i el mòdul de la força que actua sobre Q_2. Indiqueu esquemàticament la direcció i el sentit d'aquesta força en la representació de les tres càrregues.

[1,25 punts]

b) Quin treball haurem de fer per a portar una càrrega puntual de 5 μC des d'una distància molt gran fins al punt (2, 2) m?

[1,25 punts]

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

examens.cat

examens.cat

P8) El 1916 Robert A. Millikan va determinar la constant de Planck a partir d'uns mesuraments molt acurats de l'energia dels electrons emesos i de la freqüència de la llum incident en uns experiments sobre l'efecte fotoelèctric. Paradoxalment, malgrat que Millikan volia refutar la teoria d'Albert Einstein, aquests experiments van confirmar plenament la teoria de l'efecte fotoelèctric proposada per Einstein.

a) La teoria d'Einstein anava en contra de la concepció clàssica que la llum només és una ona electromagnètica. Quina concepció nova sobre la naturalesa de la llum aportava la teoria de l'efecte fotoelèctric d'Einstein? Millikan va trobar que per a un cert metall la freqüència llindar tenia un valor de $4{,}39 \times 10^{14}$ Hz. Calculeu el treball d'extracció (o funció de treball) d'aquest metall. Doneu el resultat en joules i electró-volts.

[1,25 punts]

b) Si es fa incidir llum de 420 nm de longitud d'ona sobre el metall de l'apartat anterior, s'arranquen electrons? Raoneu la resposta. Si la resposta és afirmativa, trobeu l'energia cinètica i la longitud d'ona dels electrons emesos.

[1,25 punts]

DADES: $m_e = 9{,}11 \times 10^{-31}$ kg.
$1\ \text{eV} = 1{,}602 \times 10^{-19}$ J.
$c = 3{,}00 \times 10^{8}\ \text{m s}^{-1}$.
$h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J s.

examens.cat

examens.cat

Etiqueta de l'alumne/a

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

examens.cat

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 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 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 en les unitats d'un apartat restarà 0,25 punts en la qualificació d'aquest l'apartat. Es consideren errors d'unitats: 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 on numerador i denominador tenen les mateixes unitats). Exemple: si l'apartat (a) val 1,25 punts i només s'ha equivocat en les unitats l'haurem 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 s'ha equivocat en les càlculs l'haurem de puntuar amb 1 punt.

9. Cal resoldre els exercicis fins al resultat final i no es poden deixar indicades les operacions.

examens.cat

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 0,1p.

P1)

a)

0,2 p. La tercera llei de Kepler estableix que el quadrat del període orbital és directament proporcional al cub del semieix major de la òrbita. Així doncs, en el cas d'òrbites circulars s'ha de complir que el quadrat del període orbital és directament proporcional al cub del radi de la òrbita,

0,2 p. Si el planeta descriu un moviment circular uniforme al voltant del Sol, la seva acceleració centrípeta és: $a_N = \frac{v^2}{r}$ o $a_N = \omega^2 r$

I la velocitat es pot expressar en funció del període com: $v = \frac{2\pi r}{T}$

Llavors, l'acceleració centrípeta es pot expressar com: $a_N = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$ **0,1 p.**

0,2 p. I segons la llei de gravitació universal, el mòdul de la força s'expressa com:

$F = G\frac{mM_{Sol}}{r^2}$

0,1 p. La segona llei de Newton estableix que: $\vec{F} = m\vec{a}$, on *m* és la massa del planeta.

Per tant, obtenim que: $a = G\frac{M_{Sol}}{r^2}$

0,2 p. I com que la força de la gravetat és perpendicular a la trajectòria, l'acceleració és igual a l'acceleració centrípeta:

$$G\frac{M_{Sol}}{r^2} = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$$

I, finalment, si aïllem T^2 obtenim la tercera llei de Kepler per a òrbites circulars:

$T^2 = \frac{(2\pi)^2}{G\,M_{Sol}} r^3$ ó $\frac{r^3}{T^2} = \frac{G\,M_{Sol}}{(2\pi)^2}$. **0,25 p.**

examens.cat

b)

1,0 p. El càlcul es pot fer a partir de l'expressió anterior i fent servir les dades de qualsevol planeta de la taula:

$$M_{Sol} = \frac{(2\pi)^2}{G}\frac{r^3}{T^2}$$

Per exemple, a partir de les dades de l'òrbita de la terra obtenim:

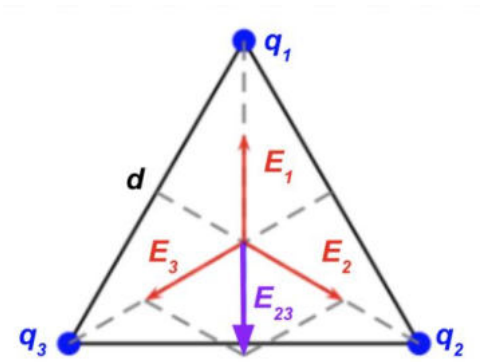
$$M_{Sol} = \frac{(2\pi)^2}{G}\frac{r^3}{T^2} = \frac{(2\pi)^2}{6{,}67\times10^{-11}}\frac{(149{,}6\times10^9)^3}{(365\times24\times3600)^2} = 1{,}99\times10^{30}\ \mathrm{kg}$$ **0,25 p.**

També es possible que l'estudiant faci el càlcul per a més d'un planeta i doni el valor mitjà, aquest procediment també s'ha de considerar correcte.

examens.cat

P2)

a)



0,35 p Per simetria serà el punt central del triangle (baricentre). És equidistant a les tres càrregues, per tant, el mòdul dels camps creats serà igual.

$$E_1 = E_2 = E_3 = k\frac{q}{r^2}$$

La component *x* dels camps $\vec{E}_2$i $\vec{E}_3$ es cancel·len mútuament.

En aquest cas, l'angle que formen els camp respecte la vertical és 60º, i la component *y* de la suma de dels camps $\vec{E}_2$i $\vec{E}_3$ és:

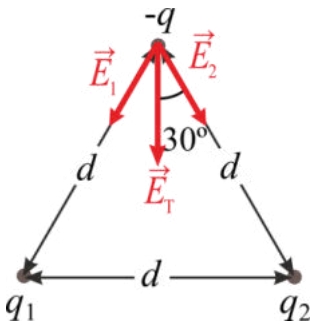
$$E_{23,y} = -E_2\cos(60°) - E_3\cos(60°) = -2k\frac{q}{r^2}\frac{1}{2} = -k\frac{q}{r^2}$$

I, finalment, el camp total és:

$$E_{T,y} = E_1 - E_{23,y} = k\frac{q}{r^2} - k\frac{q}{r^2} = 0$$

La justificació també es pot basar en arguments exclusivament geomètrics i de simetria. Per exemple, atès que les tres càrregues són iguals i el triangle és equilàter, si suposem que el camp elèctric en el centre no és nul, només cal fer una rotació de 120º respecte el punt central (una rotació de 120º dona una distribució de càrrega idèntica) i veurem que el mateix problema té dues solucions diferents, cosa que és impossible, per tant, el camp en aquest punt ha de ser nul.

examens.cat



0,4 p Calculem el camp al vèrtex superior. Per simetria sabem que el resultat no depèn del vèrtex triat.

La direcció del camp elèctric creat per una càrrega correspon a la línia que uneix la càrrega amb el vèrtex on calculem el camp, és a dir, el camp està dirigit segons el costat del triangle que uneix els dos vèrtexs. Com que les dues càrregues de la base són negatives, el sentit apuntarà cap a la càrrega que crea el camp, com s'indica al dibuix.

0,1 p El camp total serà la suma vectorial del camp creat per els dues càrregues:

$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

0,2 p Com que les dues càrregues són iguals i estan a la mateixa distància, el mòdul del camp que creen és el mateix. $E_1 = E_2 = k\frac{q}{d^2}$

0,2 p Els camps $\vec{E}_1$ i $\vec{E}_2$ formen el mateix angle respecte la vertical, que és la meitat de l'angle que formen els dos costats del triangle. Com que és un triangle equilàter, els angles del triangle són de 60º i l'angle que formen els camps respecte la vertical serà 30º.

Llavors les components *x* es cancel·len perquè són d'igual magnitud però tenen sentits oposats, metre que les components *y* es sumen perquè tenen el mateix sentit (negatiu perquè apunten cap avall):

$$E_{T,x} = E_2\sin(30°) - E_1\sin(30°) = 0$$

$$E_{T,y} = -E_2\cos(30°) - E_2\cos(30°) = -2k\frac{q}{d^2}\frac{\sqrt{3}}{2} = -\sqrt{3}k\frac{q}{d^2}$$

Així doncs, el camp és :$\vec{E}_T = -\sqrt{3}k\frac{q}{d^2}\vec{j}$

Noteu que la notació vectorial dependrà del vèrtex triat. No cal que l'estudiant doni el resultat en notació vectorial, el sentit i direcció també es poden indicar gràficament, com per exemple en l'esquema de forces adjunt. També s'ha de considerar correcte que el resultat es doni en funció del $\cos(30°)$, no cal substituir el seu valor.

examens.cat

b)

0,25 p Definim l'energia de formació o energia potencial electroestàtica d'un sistema com el treball necessari per constituir-lo.

0,25 p Primer cal l'energia per dur la primera càrrega des de l'infinit fins a la seva ubicació final. Com que no hi ha més càrregues, el camp elèctric extern i la força a què està sotmesa la càrrega és zero i, per tant, el treball serà nul.

$$W_1 = 0$$

0,25 p Per dur la segona càrrega, caldrà superar la força que aplica la primera sobre la segona, de manera que el treball que caldrà fer serà igual a la variació de l'energia potencial:

$$W_2 = k\frac{q_1 \cdot q_2}{d} = k\frac{q^2}{d}$$

0,25 p Per dur la tercera càrrega, caldrà superar la força que apliquen les dues primeres carregues sobre la tercera, de manera que el treball que caldrà fer serà igual a la variació de l'energia potencial:

$$W_3 = k\frac{q_1 \cdot q_3}{d} + k\frac{q_2 \cdot q_3}{d} = 2k\frac{q^2}{d}$$

0,25 p Finalment, si sumen tots els termes tenim: $U = 3k\frac{q^2}{d}$

També es considerarà vàlid que l'estudiant doni directament l'expressió:

$$U = k\frac{q_1 \cdot q_2}{d} + k\frac{q_1 \cdot q_3}{d} + k\frac{q_2 \cdot q_3}{d}$$

examens.cat

P3)

a)

0,2 p A = 0,45-0,30=0,15 m.

0,2 p $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{300}{2}} = 12{,}2 \text{ rad/s}.$

0,2 p $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0{,}513 \text{ s}$

Primera opció

0,2 p Equació del MHS: $x(t) = A\, sin(\omega t + \varphi_0)$

0,2 p Inicialment $x_0 = x(t=0) = A$.

$$A = A\, sin(\varphi_0) \Rightarrow \varphi_0 = ArcSin(1) = \pi/2 \text{ rad}.$$

0,25 p Finalment l'equació del moviment és:

$x(t) = 0{,}15\, sin\left(12{,}2t + \frac{\pi}{2}\right)$, x en m i t en s.

Alternativament:

0,2 p Equació del MHS: $x(t) = A\, cos(\omega t + \varphi_0)$

0,2 p Inicialment $x_0 = x(t=0) = A$.

$$A = A\, cos(\varphi_0) \Rightarrow \varphi_0 = ArcCos(1) = 0.$$

0,25 p Finalment l'equació del moviment és:

$x(t) = 0{,}15\, cos(12{,}2t)$, x en m i t en s.

b)

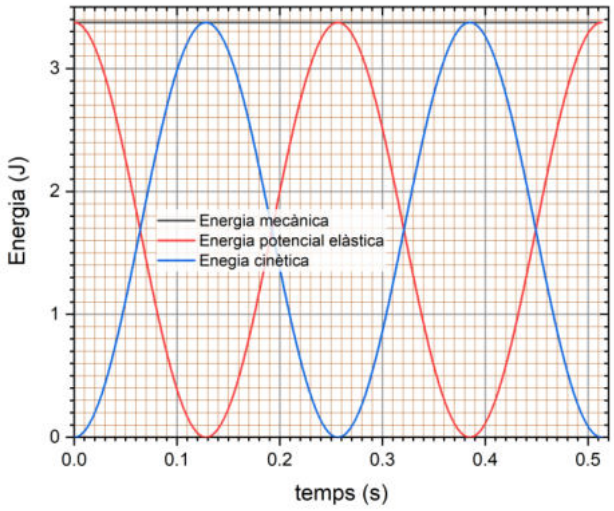
0,25 p $E_m = \frac{1}{2}kA^2 = 3{,}38 \text{ J}$, constant atès que no hi ha dissipació d'energia

0,3 p $v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = A\omega\, cos(\omega t + \varphi_0) = 1{,}84\, cos(12{,}2t)$ v en m/s i t en s.

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = 3{,}38\, cos^2(12{,}2t) \text{ J}$$

0,3 p $U_k = \frac{1}{2}kx^2 = 3{,}38\, sin^2(12{,}2t) \text{ J}$

examens.cat



0,2 p Escalat eixos correcte, corbes correctament representades

0,2 p Títols d'eixos amb unitats.

examens.cat

P4)

a)

0,65 p Les línies de camp indiquen la direcció en la qual el potencial disminueix, per tant, el potencial a *A* ha de ser més gran que a *B*, $V_B - V_A < 0$. Per altra banda, si el camp és constat, llavors $\Delta V = Ed$ on *d* és la distància entre els dos punts on calculem la diferència de potencial. Per tant:

$$V_B - V_A = -Ed = -24.000\ \mathrm{V} = -24\ \mathrm{kV}$$

Alternativament

$$V_B - V_A = -\int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\int_A^B E\, dx = -E\int_A^B dx = -Ed = -24.000\ \mathrm{V} = -24\ \mathrm{kV}$$

En aquest càlcul el trajecte per anar d'*A* a *B* segueix una línia recta horitzontal, i tenim en compte que *E* és constant, no depèn de la posició.

0,6 p Les línies de camp indiquen la direcció en la qual el potencial disminueix, el sentit de les línies de camp ens indica que el potencial disminueix en la direcció de *A* cap a *B*, per anar de *C* a *D* ens desplacem perpendicularment a les línies de camp, és a dir, seguint una superfície equipotencial, llavors, $V_C = V_D$ i, per tant, $V_D - V_C = 0$.

Alternativament

$$V_D - V_C = -\int_C^D \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$$

En aquest càlcul el trajecte per anar de *C* a *D* segueix una línia recta vertical i com que la direcció del camp elèctric és horitzontal: $\vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$.

b)

0,4 p Descriu un moviment rectilini uniformement accelerat atès que està sotmès a una força constant (constant en mòdul, direcció i sentit).

$$\vec{F} = e\vec{E}$$

0,4 p El treball que ha fet el camp sobre el protó és:

$W_{Tot} = -\Delta U = -q\Delta V = -e\Delta V = 3{,}85 \times 10^{-15}\ \mathrm{J}$.

Primera opció, per forces

0,25 p $a = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = 1{,}92 \times 10^{14}\ \mathrm{m/s^2}$.

0,2 p $v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta s \Rightarrow v = \sqrt{2a\Delta s} = \sqrt{2 \times\ 1{,}92 \times 10^{14} \times 0{,}012} = 2{,}14 \times 10^6\ \mathrm{m/s}$

examens.cat

Alternativament, per energies:

0,2 p $\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = W_{Tot} = -q\Delta V = -e\Delta V = 3{,}85 \times 10^{-15}\ \mathrm{J}.$

0,25 p $v = \sqrt{-2\frac{e\Delta V}{m}} = 2{,}14 \times 10^6\ \mathrm{m/s}$

examens.cat

P5)

a)

0,1 p Nombre màssic: A = 13.

0,1 p Nombre atòmic: Z = 7.

0,2 p Nombre de neutrons: $N = A - Z = 13 - 7 = 6$.

0,85 p ${}^{13}_{7}N \rightarrow {}^{13}_{6}C + {}_{+1}^{0}e + \nu$

En aquest apartat es penalitzarà l'omissió del neutrí amb 0,15 p.

Alternativament es pot escriure ${}^{0}_{1}e^{+}$, ${}_{+1}^{0}\beta$ o ${}^{0}_{1}\beta^{+}$ enlloc de ${}_{+1}^{0}e$ i ${}^{0}_{0}\nu$ enlloc de ν.

0, p La reacció ${}^{1}_{1}p^{+} \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}_{+1}^{0}e^{+} + {}^{0}_{0}\nu$ no pot tenir lloc fora d'un nucli ja que la massa del neutró és mes gran que la del protó, i, per tant, cal aportar energia perquè el protó es transformi en un neutró. Si el sistema està aïllat, llavors no es pot obtenir l'energia que cal perquè la reacció sigui possible. Aquest apartat no puntua perquè es considera que per resoldre'l era necessari que en l'enunciat s'indiquessin els masses del protó i del neutró.

b)

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

0,25 p $\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}} \Longrightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda T_{1/2}} \Longrightarrow T_{1/2} = -\frac{\ln 0{,}5}{\lambda} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

0,25 p $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Longrightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} = 0{,}0696\ \text{min}^{-1} = 1{,}16\ \text{X}\ 10^{-3}\ \text{s}^{-1}$ (es pot resoldre el problema amb unitats de temps de minuts o de segons).

0,25 p $m(t) = m_0 e^{-\lambda t} = 5e^{-\lambda t} = 0{,}620\ \text{ng}$

0,25 p $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$

0,25 p $\frac{A(t)}{A_0} = 0{,}01 = e^{-\lambda t} \Longrightarrow t = -\frac{\ln 0{,}01}{\lambda} = 66{,}2\ \text{min} = 3972\ \text{s}$

examens.cat

P6)

a)

0,25 p Com que el camp magnètic és perpendicular a la superfície de les espires:

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = BS = B_0 S cos\,(\omega t + \varphi_0)$$

0,5 p La força electromotriu en una bobina amb *N* espires és donada per:

$$\varepsilon(t) = -N\frac{d\phi(t)}{dt} = -N\,S\frac{dB(t)}{dt}$$

Si no és té en compte el signe negatiu de la llei de Lenz, cal restar 0,25 p a la qualificació.

0,5 p $\varepsilon(t) = N\,S\,B_0\,\omega\,sin\,(\omega t + \varphi_0)$

b)

0,2 p $I(t) = \frac{\varepsilon(t)}{R} = \frac{N\,S\,B_0\,\omega}{R}\;sin\,(\omega t + \varphi_0)$

0,25 p $I_{màx} = \frac{N\,S\,B_0\,\omega}{R}$

0,4 p La gràfica correcta és la A ja que una reducció en la freqüència del moviment implica que l'amplitud disminueixi:

$$\varepsilon(t) = N\,S\,B_0\,\omega\,sin\,(\omega t + \varphi_0) = \varepsilon_{màx} sin\,(\omega t + \varphi_0) \Rightarrow \varepsilon_{màx} = N\,S\,B_0\,\omega$$

Llavors si ω disminueix, també ho farà $\varepsilon_{màx}$.

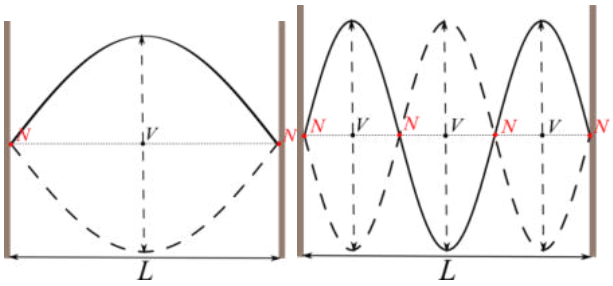
0,4 p Per altra banda $T = \frac{2\pi}{\omega}$, llavors si ω disminueix el període augmenta i això es tradueix en un distanciament dels màxims i mínims, les oscil·lacions s'allarguen en el temps.

examens.cat

P7)

a)

0,25 p Com que la corda està pinçada pels dos extrems, llavors tindrem un node a cada extrem:



Harmònic fonamental Tercer harmònic

0,1 p Per l'harmònic fonamental $\lambda = 2L = 0{,}65\ \mathrm{m}$.

0,1 p Pel tercer harmònic $\lambda = \frac{2}{3}L = 0{,}217\ \mathrm{m}$.

0,3 p La velocitat de propagació de l'ona és: $v = \lambda f = 0{,}65 \cdot 38{,}89 = 25{,}3\ \mathrm{m/s}$

0,3 p Si mantenim la tensió constant, la velocitat de propagació no canvia:

$$v' = v = 25{,}3\ \mathrm{m/s}.$$

0,1 p Per l'harmònic fonamental $\lambda' = 2L = 0{,}54\ \mathrm{m}$.

0,1 p $v = \lambda' f' \Rightarrow f' = \frac{v}{\lambda'} = 46{,}8\ \mathrm{Hz}$

Si en la representació l'estudiant ha comés l'error de no tenir en compte que la corda està pinçada pels dos extrems i, per tant, suposa que en un extrem tenim un node però que a l'altre extrem tenim un ventre, llavors en la resta de la resolució s'hauria d'indicar, per exemple, que l'harmònic fonamental és $\lambda = 4L$. És a dir, que la resolució del problema ha de ser consistent amb la representació gràfica del primer i tercer harmònic. Cal tenir present que només es pot penalitzar una vegada un error, per tant, si la resolució posterior és consistent amb l'error inicial, aquesta s'ha de considerar com a correcta.

b)

0,3 p $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \frac{\beta}{10} = \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow I = I_0 10^{\beta/10} = 10^{-9}\ \mathrm{W\,m^{-2}}$

0,3 p $I = \frac{\text{Potència}}{\mathrm{A}} \Rightarrow \text{Potència} = I \cdot A = 4\pi r^2 I = 6{,}65 \times 10^{-6}\ \mathrm{W}$

0,2 p $P' = \frac{\text{Potència}}{2} = 3{,}32 \times 10^{-6}\ \mathrm{W}$

examens.cat

$$I' = \frac{P'}{A} = \frac{I'}{2} = 5{,}00 \times 10^{-10}\ \mathrm{W\ m^{-2}}$$

0,45 p $\beta = 10 \log \frac{I'}{I_0} = 10 \log \frac{5{,}00 \times 10^{-10}}{10^{-12}} = 27{,}0\ \mathrm{dB}$

Alternativament

0,45 p $\beta = 10 \log \frac{I'}{I_0} = 10 \log \frac{I/2}{I_0} = 10 \log \frac{I}{I_0} - 10 \log 2 = 30 - 3{,}0 = 27{,}0\ \mathrm{dB}$

examens.cat

P8)

a)

0,25 p $E_{fotó} = hf = h\frac{c}{\lambda}$, com més petita sigui λ, major serà la freqüència i l'energia del fotó, per tant, l'ona de λ = 550 nm serà la d'energia més gran.

Per al vermell:

0,1 p $f_r = \frac{c}{\lambda_r} = 4{,}00 \times 10^{14}\ \mathrm{Hz}$

0,2 p $E_{fotó,r} = hf_r = 2{,}65 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}.$

0,2 p $E_{1mol,r} = N_A h f_r = 1{,}60 \times 10^5\ \mathrm{J} = 160\ \mathrm{kJ}.$

Per al verd:

0,1 p $f_g = \frac{c}{\lambda_g} = 5{,}45 \times 10^{14}\ \mathrm{Hz}$

0,2 p $E_{fotó,g} = hf_g = 3{,}62 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}.$

0,2 p $E_{1mol,g} = N_A h f_g = 2{,}18 \times 10^5\ \mathrm{J} = 218\ \mathrm{kJ}.$

b)

0,15 p La freqüència llindar correspon a la dels fotons que tenen una energia W_0:

$$f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{3{,}46 \times 10^{-19}}{6{,}63 \times 10^{-34}} = 5{,}22 \times 10^{14}\ \mathrm{Hz}$$

0,1 p $\lambda_0 = \frac{c}{f_0} = 5{,}75 \times 10^{-7}\ \mathrm{m} = 575\ \mathrm{nm}$

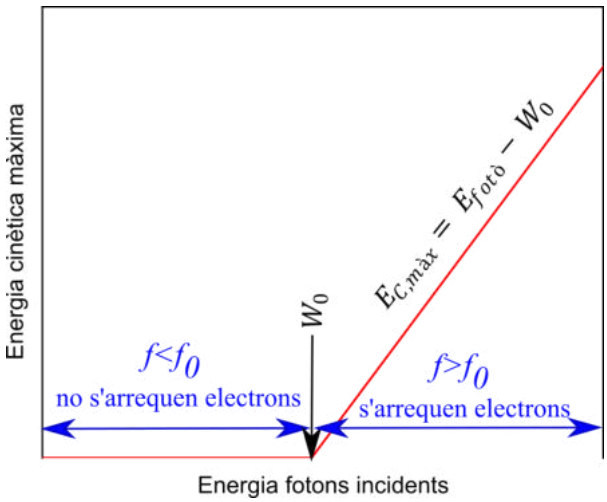
0,1 p Com que per al vermell $f_r = 4{,}00 \times 10^{15}\ \mathrm{Hz} < f_0$, no té suficient energia per arrencar electrons.

0,1 p Com que per al verd $f_g = \frac{c}{\lambda_g} = 5{,}45 \times 10^{15}\ \mathrm{Hz} > f_0$, sí té suficient energia per arrencar electrons.

0,3 p $E_{C,màx} = hf_g - W_0 = 1{,}56 \times 10^{-20}\ \mathrm{J}.$

examens.cat

0,5 p



Hi ha dues regions:

- si l'energia del fotó és inferior a W_0 no s'arrenquen electrons, llavors $E_{C,màx} = 0$.
- si l'energia del fotó és superior a W_0 s'arrenquen electrons i $E_{C,màx} = E_{fotò} - W_0$, és a dir, la dependència de $E_{C,màx}$ en $E_{fotò}$ és lineal.

Si no es distingeixen les dues regions cal restar **0,2 p,**

Si no s'indica W_0 cal restar **0,1 p,**

Si a la primera regió no es representa $E_{C,màx} = 0$, cal restar **0,1 p,**

Si a la segona regió no es representa la dependència lineal, cal restar **0,1 p,**

En la representació esquemàtica no és necessari que apareguin les dades del problema perquè es tracta d'una representació qualitativa. Si l'estudiant intenta fer una representació tenint en compte els valors numèrics del problema, no se'l penalitzarà. El que es valora és que sàpiga interpretar i plasmar gràficament el fenomen.

examens.cat

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 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 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 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 en les unitats d'un apartat restarà 0,2 punts en la qualificació d'aquest l'apartat. Es consideren errors d'unitats: omitir 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 on numerador i denominador tenen les mateixes unitats). Exemple: si l'apartat (a) val 1 punt i s'ha equivocat en les unitats l'haurem de puntuar amb 0,8 punts.

8. Un o més errors de càlcul en un apartat restarà 0,2 punts en la qualificació 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 resoldre els exercicis fins al resultat final i no es poden deixar indicades les operacions.

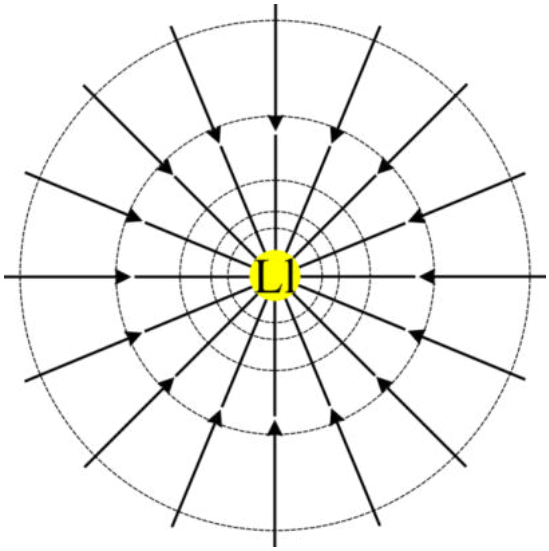
examens.cat

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 0,1p.

P1)

a)



0,25 p Cal dibuixar les línies de camp radials i distribuïdes uniformement.

0,1 p Cal indicar el sentit: de l'infinit cap a la lluna.

0,1 p Les corbes equipotencials son circumferències concèntriques amb la lluna.

0,25 p Quan ens allunyem de la lluna, el potencial augmenta. Dues possibles justificacions:

$V_g = -G\,\frac{M_{Ll}}{r}$, si *r* augmenta llavors $G\,\frac{M_{Ll}}{r}$ disminueix i el potencial augmenta.

Les línies de camp indiquen la direcció en la que el potencial disminueix, llavors com que les línies de camp apunten cap a la Lluna, el potencial gravitatori disminueix quan ens acostem a la Lluna.

0,25 p $g = -G\,\frac{M_{Ll}}{r^2} \Longrightarrow r = \sqrt{G\,\frac{M_{Ll}}{g}}$

0,2 p $r = \sqrt{6{,}67 \times 10^{-11}\,\frac{7{,}35\times10^{22}}{1{,}306}} = 1{,}937 \times 10^6\ \mathrm{m}$

0,1 p $d = r - R_{Ll} = 1{,}937 \times 10^6 - 1{,}740 \times 10^6 = 1{,}97 \times 10^5\mathrm{m}$

examens.cat

b)

0,65 p Per escapar la gravetat de la Lluna, cal com a mínim que l'energia mecànica quan la distància a la Lluna és molt gran sigui zero. Com que el camp gravitatori és conservatiu l'energia mecànica a la superfície de la Lluna serà:

$$E_m = \frac{1}{2} M_{Nau} v^2 - G\,\frac{M_{Nau} M_{Ll}}{R_{Ll}} = 0$$

0,6 p Llavors l'energia cinètica que cal subministrar és:

$$E_c = \frac{1}{2} M_{Nau} v^2 = G\,\frac{M_{Nau} M_{Ll}}{R_{Ll}} = 6{,}67 \times 10^{-11}\,\frac{4{,}57 \times 10^4 \cdot 7{,}35 \times 10^{22}}{1{,}740 \times 10^6} = 1{,}29 \times 10^{11}\ \mathrm{J}$$

Una resolució alternativa seria:

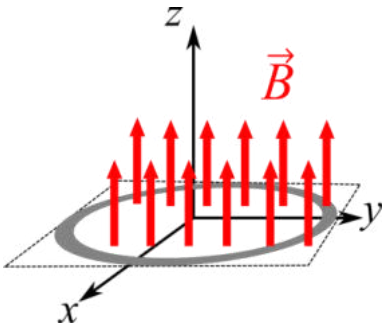
0,65 p $v_{esc} = \sqrt{2\,G\,\frac{M_{Ll}}{R_{Ll}}} = 2374\ \mathrm{m/s}$

0,6 p $E_c = \frac{1}{2} M_{Nau} v_{esc}^2 = 1{,}29 \times 10^{11}\ \mathrm{J}$

examens.cat

P2)

a)



0,5 p Representació gràfica de l'espira i les línies de camp.

0,5 p Segons la Llei de Faraday, s'induirà una força electromotriu i per tant un corrent elèctric si el flux de camp magnètic varia.

0,25 p Atès que la intensitat del camp magnètic dins de la bobina augmenta amb el temps, també augmentarà el flux de camp magnètic a través de la bobina. Per tant, s'induirà un corrent. Per que la resposta sigui totalment correcte, cal esmentar la llei de Faraday i cal indicar que el flux de camp magnètic varia, no n'hi ha prou en dir que la intensitat del camp magnètic varia.

b)

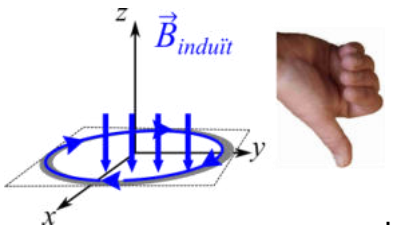
0,35 p $\phi_m = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S = B \cdot \pi \cdot r^2$

0,2 p $\phi_m = 0{,}014 \cdot t^2 \cdot \pi \cdot 0{,}25^2 = 2{,}75 \times 10^{-3}\ t^2$, flux en weber i temps en segons.

Llei de Faraday:

0,3 p $\varepsilon = \frac{d\phi_m}{dt} = 2 \cdot 2{,}75 \times 10^{-3} t = 5{,}50 \times 10^{-3}\ t$, força electromotriu en volts i temps en segons.

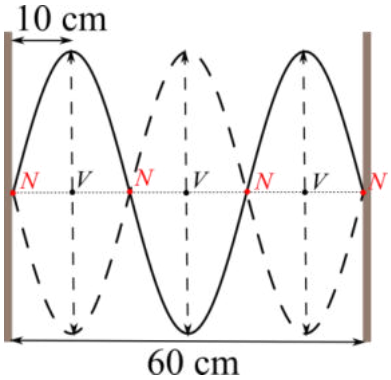
0,4 p Segons la llei de Lenz, el sentit del corrent induït serà tal que el camp magnètic induït s'oposarà a la variació del flux magnètic que el genera. Com la intensitat del camp magnètic dins l'espira augmenta, el camp magnètic induït tindrà un sentit oposat al camp magnètic exterior, per tant, segons la regla de la mà dreta el corrent circularà en el sentit indicat a la figura.



examens.cat

P3)

a)



0,5 p Si té 4 nodes, llavors es tracta del tercer harmònic.

$$\lambda = \frac{2}{3}L = 40 \text{ cm} = 0{,}4 \text{ m}$$

També es pot raonar a partir del gràfic que a dins la cavitat hi han $1{,}5\ \lambda$, és a dir que: $L = 1{,}5\ \lambda$.

0,4 p $v = \lambda f = 0{,}4 \cdot 200 = 80 \text{ m/s}$

0,35 p $y(x,t) = A \cdot sinkx \cdot cos\omega t$

$$v(x,t) = \frac{dy(x,t)}{dt} = -A\omega \cdot sinkx \cdot sin\omega t$$

Al centre de la corda: $A \cdot sinkx = 2 \text{ cm}$

Llavors la velocitat màxima és:

$$v_{max} = A\omega sinkx = A \cdot sinkx \cdot 2\pi f = 0{,}02 \cdot 2\pi \cdot 200 = 25{,}1 \text{ m/s}$$

Alternativament, també es pot argumentar que el moviment vertical en el centre de la corda és un MHS d'amplitud 2 cm, de manera que:

$$v_{max} = A\omega = A2\pi f = 0{,}02 \cdot 2\pi \cdot 200 = 25{,}1 \text{ m/s}$$

b)

0,65 p A 10 cm, com s'indica al dibuix, tenim un ventre de l'ona. Llavors, en aquest punt l'amplitud és 2,00 cm.

0,6 p A 20 cm estem a una distància $\lambda/2$ d'un node. Aleshores, ens trobem en un altre node i en aquest punt l'amplitud és de 0 cm.

examens.cat

P4)

a)

1,25 p ${}^{40}_{19}K \rightarrow {}^{40}_{18}Ar + {}^{0}_{1}e^{+} + \nu_e$

En aquest apartat es penalitzarà amb 0,25p l'omissió del neutrí.

Alternativament es pot escriure ${}^{0}_{+1}\beta$ o ${}^{0}_{+1}e$ enlloc de ${}^{0}_{1}e^{+}$.

b)

0,25 p $m(t) = m_0\, e^{-\lambda t}$

0,25 p $\frac{1}{2} = e^{-\lambda T_{1/2}} \Longrightarrow \lambda = -\frac{\ln 0{,}5}{T_{1/2}} = 5{,}55 \times 10^{-10}$ anys^{-1}

0,1 p $\frac{m(t)}{m_0} = \frac{0{,}1}{0{,}84+0{,}1} = 0{,}106$

0,4 p $\frac{m(t)}{m_0} = 0{,}106 = e^{-\lambda t} \Longrightarrow t = -\frac{\ln 0{,}106}{\lambda} = 4{,}03 \times 10^{9}$ anys

Alternativament

0,25 p $m(t) = m_0\, 2^{-t/T_{1/2}}$

0,1 p $\frac{m(t)}{m_0} = \frac{0{,}1}{0{,}84+0{,}1} = 0{,}106$

0,65 p $\frac{m(t)}{m_0} = 0{,}106 = 2^{-t/T_{1/2}} \Longrightarrow t = -T_{1/2}\frac{\ln 0{,}106}{ln2} = 4{,}03 \times 10^{9}$ anys

Alternativament

0,25 p $m(t) = m_0\, e^{-\lambda t}$

0,1 p $\frac{m(t)}{m_0} = \frac{0{,}1}{0{,}84+0{,}1} = 0{,}106$

0,4 p $\left.\begin{array}{l} 0{,}106 = e^{-\lambda t} \\ 0{,}5 = e^{-\lambda T_{1/2}} \end{array}\right\} \Longrightarrow \frac{\ln 0{,}106}{\ln 0{,}5} = \frac{t}{T_{1/2}}$

0,25 p $t = T_{1/2}\frac{\ln 0{,}106}{\ln 0{,}5} = 4{,}03 \times 10^{9}$ anys

Finalment:

0,25 p $t = 4{,}03 \times 10^{9}$ anys $> 3{,}2 \times 10^{9}$ anys, per tant, aquest meteorit ve de la Lluna.

examens.cat

P5)

a)

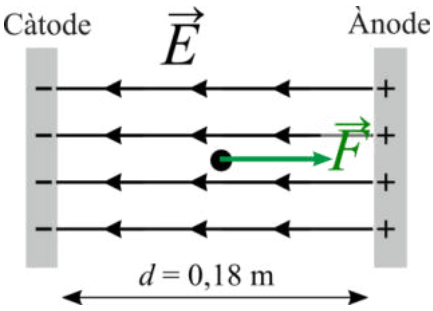
0,25 p Si els fragments s'acceleren des del càtode carregat negativament cap a l'ànode carregat positivament, llavors els fragments tenen càrrega negativa.

També es pot raonar indicant que el camp elèctric va de l'ànode al càtode i que les càrregues es mouen en el sentit oposat al camp.

0,4 p $|\vec{E}| = \frac{\Delta V}{d} = \frac{115}{0{,}18} = 639$ V/m $= 639$ N/C

0,35 p $|\vec{F}| = q \cdot E = 2{,}00 \times 10^{-18} \cdot 639 = 1{,}28 \times 10^{-15}$ N

0,25 p



b)

Dins l'aproximació que la força de fricció és negligible:

0,65 p $m_{aprox} = \frac{|\vec{F_e}|}{|\vec{a}|} = \frac{1{,}28\times10^{-15}}{2{,}13\times10^{-2}} = 6{,}00 \times 10^{-14}$ kg

0,6 p Si tenim en compte la fricció:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \Longrightarrow F_e - F_{Fricció} = ma \Longrightarrow m = \frac{F_e - F_{Fricció}}{a} = m_{aprox} - \frac{F_{Fricció}}{a}$$

Llavors, si tenim en compte la fricció, la massa del fragment serà menor que la massa que hem determinat anteriorment.

examens.cat

P6)

a)

0,25 p $T = \frac{30}{6} = 5{,}00$ s

0,25 p $f = \frac{1}{T} = 0{,}20$ Hz

0,25 p $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = 1{,}26$ rad/s

0,5 p Si y és màxima quan t=0, llavors la fase inicial és 0 rad:

$y(t) = A\cos(\omega t) = 4\cos(1{,}26 \cdot t)$, y en metres i t en segons.

Ó si y és màxima quan t=0, llavors la fase inicial és $\pi/2$ rad:

$y(t) = A\sin(\omega t + \pi/2) = 4\sin(1{,}26 \cdot t + \pi/2)$, y en metres i t en segons.

b)

0,65 p $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Longrightarrow k = \omega^2 m = 94{,}7$ N/m

0,4 p al punt d'equilibri la suma de forces és zero,

$$\sum \vec{F} = \vec{0} \Longrightarrow mg = k\Delta l \Longrightarrow \Delta l = \frac{mg}{k}$$

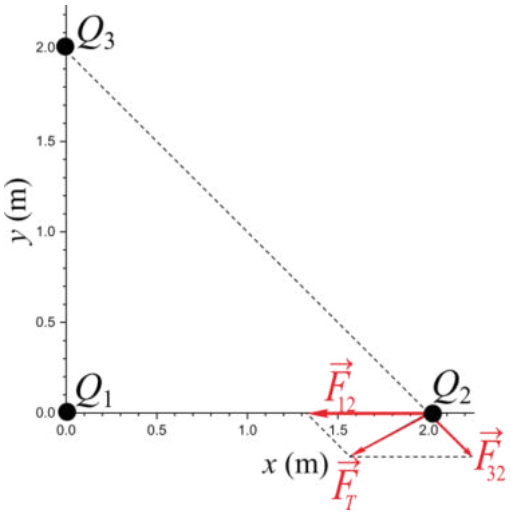
0,1 p $\Delta l = \frac{mg}{k} = \frac{60 \cdot 9.81}{94{,}7} = 6{,}21$ m

0,1 p $l = l_0 + \Delta l = 30{,}0 + 6{,}21 = 36{,}21$ m

examens.cat

P7)

a)



0,25 p No incloure les etiquetes es penalitzarà amb 0,1 p, no incloure les unitats es penalitzarà en 0,1 p.

No escalar correctament els eixos es penalitzarà amb 0,1 p.

En cap cas, aquesta part tindrà una puntuació negativa.

0,25 p $|\vec{F}_{12}| = k\frac{|Q_1Q_2|}{r_{12}^2} = 8{,}99 \times 10^9 \frac{3\times10^{-6}\cdot 2\times10^{-6}}{(2)^2} = 13{,}5 \times 10^{-3}\ \mathrm{N}$

$$\vec{F}_{12} = -13{,}5 \times 10^{-3}\ \mathrm{N}\,\vec{\imath}$$

0,25 p $|\vec{F}_{32}| = k\frac{|Q_3Q_2|}{r_{32}^2} = 8{,}99 \times 10^9 \frac{3\times10^{-6}\cdot 2\times10^{-6}}{(2\sqrt{2})^2} = 6{,}74 \times 10^{-3}\ \mathrm{N}$

$$\vec{F}_{32} = 6{,}74 \times 10^{-3}\ \mathrm{N}\,(\cos(45)\,\vec{\imath} - \sin(45)\,\vec{\jmath}) = 4{,}77 \times 10^{-3}\ \mathrm{N}\,(\vec{\imath} - \vec{\jmath})$$

0,25 p $\vec{F}_T = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32} = 10^{-3}\ \mathrm{N}\ (-8{,}72\vec{\imath} - 4{,}77\vec{\jmath})$

$$|\vec{F}_T| = \sqrt{F_{T,x}^2 + F_{T,y}^2} = 10^{-3}\ \mathrm{N}\sqrt{8{,}72^2 + 4{,}77^2} = 9{,}93 \times 10^{-3}\ \mathrm{N}$$

0,25 p No es puntuarà si no es dibuixen les forces o es dibuixen incorrectament el sentit o la direcció de qualsevol força.

examens.cat

b)

0,25 p $V = k\frac{Q_1}{r_1} + k\frac{Q_2}{r_2} + k\frac{Q_3}{r_3}$

0,1 p $r_1 = \sqrt{2^2 + 2^2} = 2\sqrt{2}\ \text{m}, r_2 = r_3 = 2\ \text{m}$

0,25 p $V = 8{,}99 \times 10^9 \frac{-3\times10^{-6}}{2\sqrt{2}} + 8{,}99 \times 10^9 \frac{2\times10^{-6}}{2} + 8{,}99 \times 10^9 \frac{3\times10^{-6}}{2} = -9540 + 8990 + 13485 = 12940\ \text{V}$

0,65 p $W_{Apl} = -W_{Camp} = q\Delta V = 5 \times 10^{-6}(12940 - 0) = 0{,}0647\ \text{J} = 6{,}47 \times 10^{-2}\ \text{J}$

Un error en el signe descomptarà 0,25 p.

examens.cat

P8)

a)

0,65 p La dualitat ona-corpuscle o ona-partícula, la llum és alhora una ona electromagnètica i una partícula, el fotó.

0,6 p $W_e = hf_{llindar} = 6{,}63 \times 10^{-34} \cdot 4{,}39 \times 10^{14} = 2{,}91 \times 10^{-19}\ \mathrm{J} = 1{,}82\ \mathrm{eV}$

b)

En aquest apartat no cal donar els resultats en J i eV, és suficient una sola d'aquestes unitats.

0,5 p S'arrenquen electrons atès que la freqüència dels fotons és superior a la freqüència:

$$f = \frac{c}{v} = 7{,}14 \times 10^{14}\ \mathrm{Hz} > 4{,}39 \times 10^{14}\ \mathrm{Hz}$$

Alternativament es pot fer un raonament energètic: s'arrenquen electrons atès que l'energia dels fotons és més gran que el treball d'extracció:

$$E_{fotons} = hf = h\frac{c}{\lambda} = 4{,}74 \times 10^{-19}\ \mathrm{J} = 2{,}96\ \mathrm{eV}$$

Balanç energètic:

0,25 p $E_C = E_{fotons} - W_e = 1{,}82 \times 10^{-19}\ \mathrm{J} = 1{,}14\ \mathrm{eV}$

0,1 p $v = \sqrt{2\,\frac{E_C}{m_e}} = 6{,}33 \times 10^{5}\ \mathrm{m/s}$

0,15 p $p = m_e v = 5{,}77 \times 10^{-25}\ \mathrm{kg \cdot m/s}$

0,25 p $\lambda_e = \frac{h}{p} = 1{,}15 \times 10^{-9}\ \mathrm{m}$