



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.

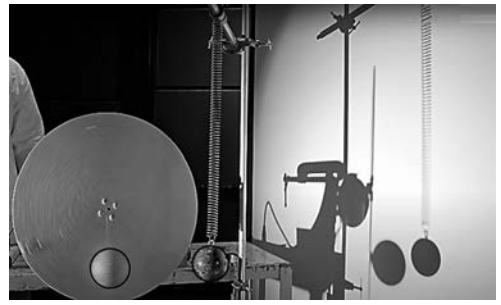
[1,25 punts]

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



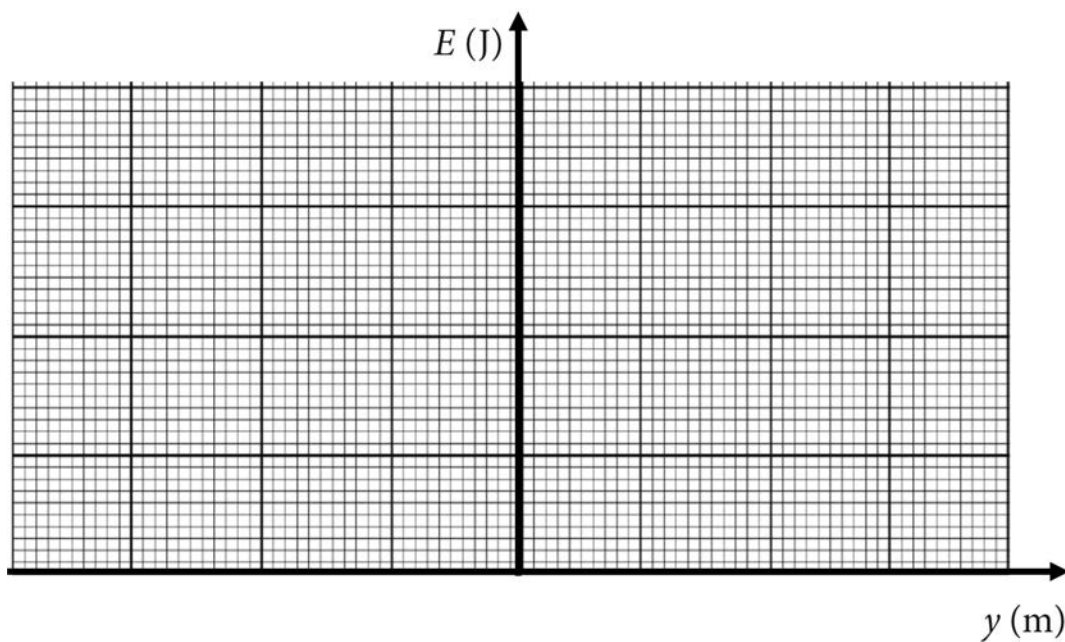
seves ombres segueixen exactament el mateix moviment harmònic simple. Per a aconseguir-ho, deixem anar des de baix la massa de la molla just a $t = 0$ s, moment en què la massa del disc també passa pel punt més baix de la rotació.

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.

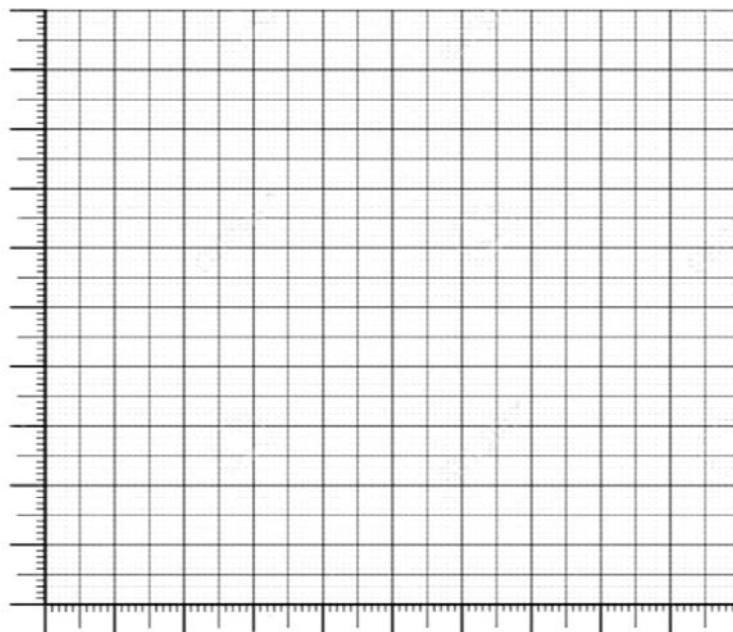
[1,25 punts]

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.

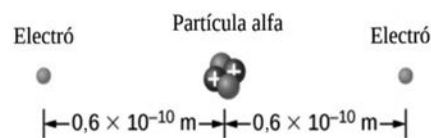
Superfície esfèrica: $4\pi r^2$.

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

Proves d'accés a la universitat

Física

Sèrie 5

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)** El telescopi espacial *James Webb* és un observatori espacial que estudia l'Univers a partir de llum infraroja. Fou llançat el 25 de desembre de 2021 i gira amb una òrbita circular al voltant del Sol al punt de Lagrange 2 (L_2) del sistema Sol-Terra. Aquest punt està alineat amb el Sol i la Terra i es troba a una distància d' $1,50 \times 10^6$ km de la Terra i a una distància de $151,1 \times 10^6$ km del Sol (les dues distàncies estan calculades respecte als centres geomètrics dels objectes).



- a)** Calculeu la força gravitatòria exercida pel Sol, l'exercida per la Terra i la total que actuaran sobre el telescopi *James Webb*. Suposant que la força gravitatòria total que actua sobre el telescopi és constant i que el telescopi descriu una òrbita circular al voltant del Sol, calculeu el període orbital del telescopi. Expressen els resultats en segons i en dies terrestres.

[1,25 punts]

- b)** Calculeu la constant de Kepler aplicada al sistema Terra-Sol si suposem que la Terra descriu una òrbita circular al voltant del Sol. Té el mateix valor la constant de Kepler per al telescopi si tenim en compte la presència de la Terra?

[1,25 punts]

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

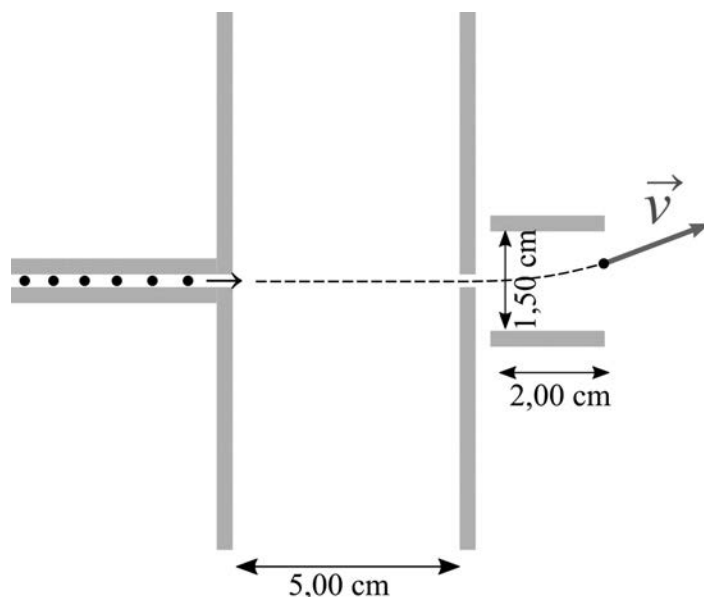
$M_{\text{Sol}} = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$.

$M_{\text{Terra}} = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$.

Massa del telescopi *James Webb*: $M_{\text{JW}} = 6\,161 \text{ kg}$.

$R_{\text{Terra}} = 6\,371 \text{ km}$.

- P2)** En una impressora de tinta, les gotes de tinta tenen una massa de $3,00 \mu\text{g}$ i una càrrega negativa de $-9,00 \text{ nC}$. Les gotes carregades són guiades per un tub abans d'entrar en una primera zona on un camp elèctric uniforme i horitzontal les accelera sense desviar-les. El camp elèctric el creen dues plaques conductores (ànode i càtode) foradades per tal de deixar passar les gotes. La distància entre l'ànode i el càtode és de $5,00 \text{ cm}$ i la diferència de potencial entre ells és de $50,0 \text{ V}$.



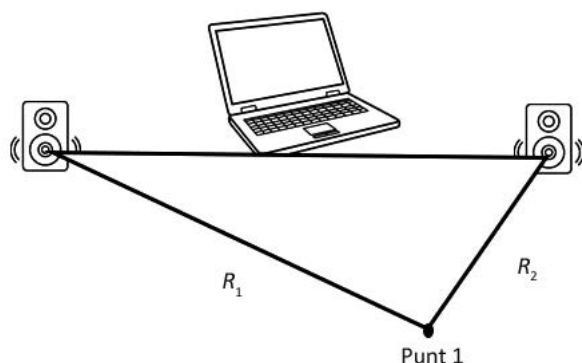
- a)** Representeu les línies de camp elèctric en la figura superior. Indiqueu quina placa està connectada a potencial alt i quina a potencial baix. Sabent que l'ànode està carregat positivament i que el càtode està carregat negativament, indiqueu quina placa és l'ànode i quina placa és el càtode. Justifiqueu tant la representació de les línies de camp com les respostes. Calculeu el mòdul de la velocitat a la qual les gotes surten d'aquesta primera zona si quan hi entren la velocitat es pot considerar pràcticament nul·la.
- b)** Just després, les gotes entren en una segona zona on dues plaques carregades generen un camp elèctric uniforme, vertical i dirigit cap avall. Les plaques estan sotmeses a una diferència de potencial de $30,0 \text{ V}$ i estan separades $1,50 \text{ cm}$. Suposant que el camp elèctric només hi és al llarg de $2,00 \text{ cm}$, determineu el mòdul de l'acceleració de les gotes en aquesta segona zona. Quin tipus de moviment descriuen les gotes en aquesta segona zona?

[1,25 punts]

[1,25 punts]

NOTA: Negligiu la força de la gravetat i la força de fregament.

- P3)** Quan dos o més senyals acústics coherents coincideixen en l'espai, les ones es combinen i l'ona resultant és la suma algebraica de les ones individuals. Aquest fenomen es coneix com a *interferència*. En una experiència d'interferències disposem de dos altaveus connectats a un ordinador i separats entre ells 6,00 m i equidistants de l'ordinador. Ambdós altaveus emeten la mateixa ona harmònica amb una freqüència de 170 Hz i amb la mateixa fase inicial.



- a)** Determineu la longitud d'ona emesa pels altaveus. El punt 1 es troba a una distància de 6,00 m d'un altaveu (recta R_1) i a 3,00 m de l'altre altaveu (recta R_2). Representeu esquemàticament i en gràfiques separades l'amplitud de l'ona en funció de la posició sobre la recta R_1 i sobre la recta R_2 , i determineu quin tipus d'interferència té lloc al punt 1. Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

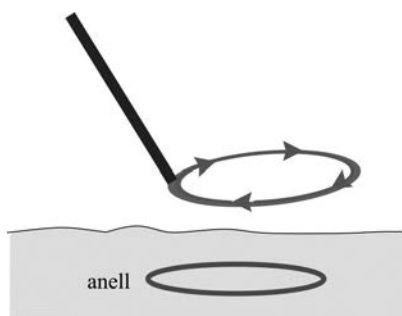
- b)** Determineu com variarà el so pel que fa a la freqüència i la intensitat en les situacions següents:
- si un dels altaveus deixa de funcionar.
 - si l'altaveu de l'esquerra es desplaça 1,00 m al llarg de la recta R_1 de manera que el punt 1 queda situat a 5,00 m d'aquest altaveu i es manté a 3,00 m de l'altaveu de la dreta.
 - si canviem el punt on mesurem la intensitat sonora, i ara el nou punt està a 3,00 m de l'ordinador i equidistant dels dos altaveus.

Justifiqueu les respostes.

[1,25 punts]

DADA: La velocitat del so en l'aire és de 340 m s^{-1} .

- P4)** L'esquema bàsic d'un detector de metalls d'objectes soterrats és una espira de corrent per la qual es fa circular un corrent altern. El detector incorpora un sensor de camps magnètics que quan detecta un camp magnètic extern genera un senyal acústic.

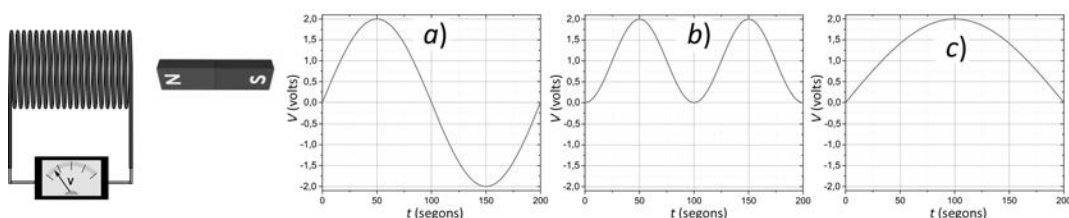


- a)** Representeu esquemàticament en el dibuix superior el camp magnètic creat per l'espira del detector de metalls en l'espai, incloent-hi la regió on es troba l'anell. Si el detector es troba immòbil damunt d'un anell conductor que està enterrat a la sorra, a partir de les lleis de la física, expliqueu com l'anell generarà un camp magnètic. Per què el detector de metalls no funcionaria si el corrent de l'espira del detector fos un corrent continu?

[1,25 punts]

- b)** L'imant de la figura següent es mou horitzontalment seguint uns passos concrets: primer es mou cap a la bobina fins que el pol nord arriba al centre de la bobina. Seguidament, recula per tornar a la posició original. Durant el desplaçament de l'imant enregistrem l'evolució temporal de la tensió generada entre els extrems de la bobina. Quin dels tres gràfics que mostren l'evolució de la tensió en funció del temps (*a*, *b* o *c*) correspon a aquesta experiència? Justifiqueu la resposta. Expliqueu com canviaria la representació de $V(t)$ si el desplaçament de l'imant es fes el doble de ràpid, és a dir, si es trigués la meitat de temps a realitzar el desplaçament complet de l'imant.

[1,25 punts]



P5) L'isòtop de rubidi $^{87}_{37}\text{Rb}$ es desintegra i forma $^{87}_{38}\text{Sr}$, que té un període de semidesintegració de $4,92 \times 10^{10}$ anys.

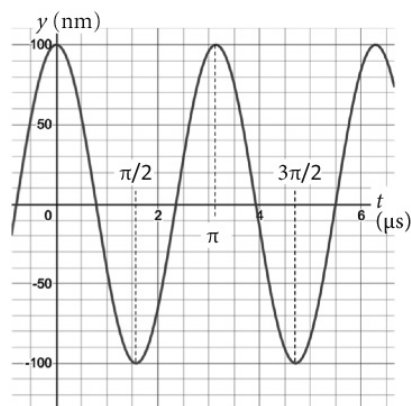
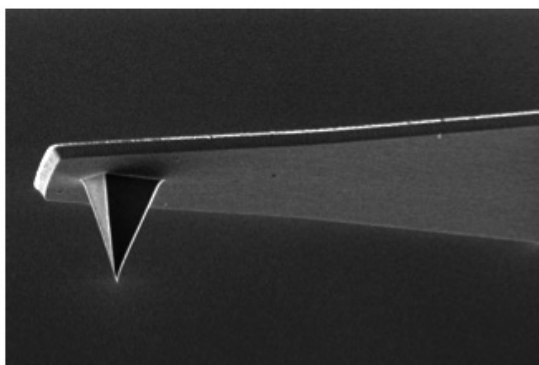
a) Escriviu la reacció nuclear de desintegració del $^{87}_{37}\text{Rb}$. De quin tipus de desintegració es tracta?

[1,25 punts]

b) Aquesta desintegració s'utilitza per a determinar l'edat de roques i fòssils. En unes roques amb fòssils d'animals primitius s'ha trobat que per cada mol de $^{87}_{37}\text{Rb}$ hi ha 0,004 80 mol de $^{87}_{38}\text{Sr}$. Suposant que no hi havia $^{87}_{38}\text{Sr}$ quan es van formar les roques, calculeu l'edat d'aquests fòssils.

[1,25 punts]

P6) El microscopi de forces atòmiques (AFM, de l'anglès *atomic force microscope*) és un instrument que permet crear imatges de la topografia d'una superfície amb una resolució de l'ordre del nanòmetre. Funciona mitjançant una punta afilada que se situa a l'extrem d'una palanca flexible (com la que podem observar a la fotografia de l'esquerra) i que oscil·la verticalment sobre la superfície, mentre es desplaça lateralment per ella. El gràfic de la dreta mostra l'oscil·lació vertical de la punta d'un AFM.



Font: ICMAB (CSIC) [en línia]. <<https://icmab.es/next-gen-nanotechnology-changing-conductivity-with-an-atomic-force-microscope>>.

- a) Determineu l'amplitud, el període i la freqüència angular de l'oscil·lació d'aquesta punta i doneu els valors en unitats bàsiques del sistema internacional (SI). Escriviu també l'equació del moviment de la punta. Per acabar, deduiu l'expressió de l'acceleració màxima de la punta i calculeu-ne el valor a partir de les dades donades.

[1,25 punts]

- b) Podem considerar el moviment de la punta sobre la palanca com el d'una massa que es mou sota l'acció d'una molla. Si la constant elàstica de la molla és 8,00 N/m, calculeu el valor de la massa de la punta. Al cap d'un temps de fer servir aquesta punta s'observa que el període ha augmentat un 22 % i la constant elàstica no ha canviat. Què ha passat, ha perdut o ha guanyat massa? Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

P7) El $^{239}_{94}\text{Pu}$ és un dels residus nuclears generats a les centrals nuclears de fissió. En una primera reacció nuclear, un neutró d'alta energia impacta contra el nucli d'urani 238 i forma urani 239. L'urani 239 experimenta ràpidament una desintegració β^- i es forma neptuni 239. Una segona desintegració β^- transforma el neptuni 239 en plutoni.

a) Escriviu les tres reaccions nuclears de formació de plutoni a partir de l'urani 238.

[1,25 punts]

b) El $^{239}_{94}\text{Pu}$ es desintegra i s'obté com a productes l'urani 235 i una partícula alfa. Supposeu que un àtom de plutoni es desintegra. Calculeu l'energia alliberada en aquesta desintegració.

[1,25 punts]

DADES: $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

El nombre atòmic de l'urani és 92.

Masses nuclears (en kg):

<i>Partícula alfa</i>	<i>Nucli de plutoni 239</i>	<i>Nucli d'urani 235</i>
$6,642\,835 \times 10^{-27}$	$3,968\,698 \times 10^{-25}$	$3,902\,158 \times 10^{-25}$

--	--

--	--

Etiqueta de l'estudiant



Institut
d'Estudis
Catalans