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

2022

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

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) ***a***) Un satèl·lit descriu una trajectòria circular de radi R al voltant d'una massa central. El temps que triga a donar-hi una volta sencera és T. Deduïu l'expressió per a calcular la intensitat del camp gravitatori, g, creat per la massa central en els punts de l'òrbita del satèl·lit en funció dels paràmetres R i T. Considereu que la Lluna descriu una òrbita circular al voltant de la Terra amb una distància entre centres de 384×10^6 m i amb un període de 27,3 dies. Fent ús només d'aquestes dues dades i de l'expressió trobada anteriorment, calculeu la intensitat del camp gravitatori als punts de l'òrbita de la Lluna.

[1,25 punts]

b) Deduïu l'expressió de l'energia cinètica mínima necessària perquè un coet de massa m pugui escapar d'un objecte astronòmic de massa M i radi R. Quantes vegades més gran és l'energia cinètica mínima perquè el coet pugui escapar de la Terra respecte de l'energia mínima que necessita per a escapar de la Lluna? (Només podeu fer servir les dades donades tot seguit.)

[1,25 punts]

DADES: $M_{\text{Terra}} = 81{,}3\, M_{\text{Lluna}}$

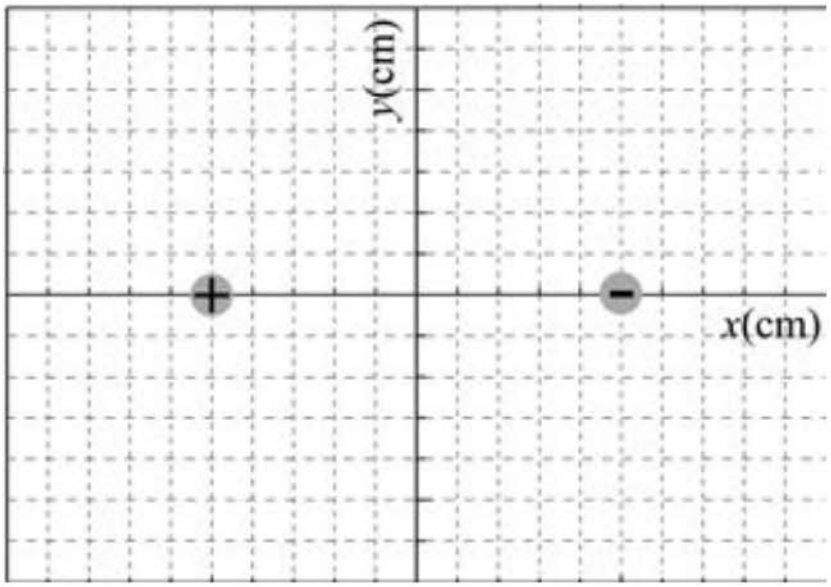
$R_{\text{Terra}} = 3{,}67\, R_{\text{Lluna}}$

P2) Un dipol elèctric és un sistema de dues càrregues puntuals d'igual magnitud Q i signe oposat.

a) Representeu dins del requadre adjunt les línies de camp elèctric creades per un dipol elèctric. Representeu la projecció de les superfícies equipotencials en el pla de la figura.

Orientació: per al camp elèctric dibuixeu 12 línies de camp i 3 línies equipotencials per cada càrrega.

[1,25 punts]

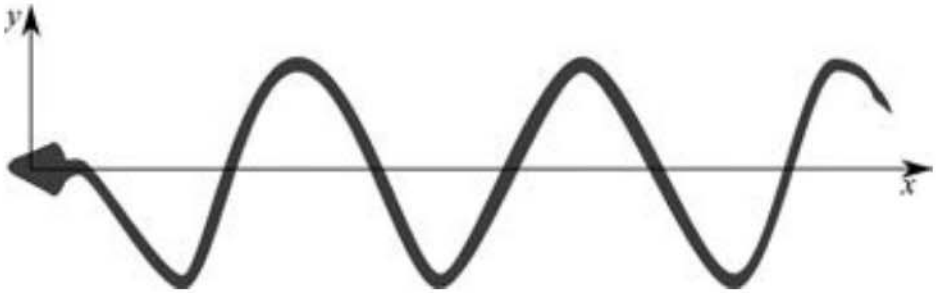


b) El valor de la càrrega és $|Q| = 1{,}50\ \mu\text{C}$, la càrrega positiva està situada a $-5\bar{\imath}$ cm i la càrrega negativa està situada a $5\bar{\imath}$ cm. Calculeu el camp elèctric creat pel dipol elèctric a l'origen de coordenades i també el valor del potencial elèctric a l'origen de coordenades. Per a les magnituds vectorials podeu donar les components o el mòdul, la direcció i el sentit.

[1,25 punts]

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

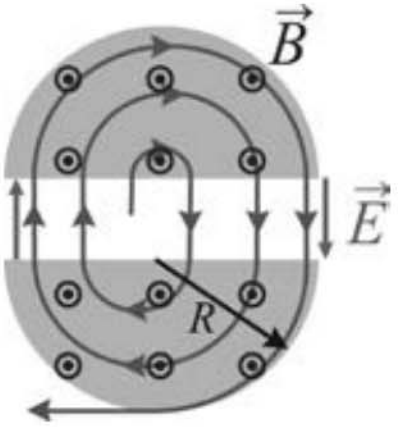
P3) El moviment d'una anguila es pot aproximar al d'una ona harmònica transversal que es propaga des del cap fins a la cua. Per a estudiar-ne el moviment hem de simplificar: no considerem l'aportació al moviment de la resta de músculs del cos, i suposem, simplement, que l'ona es genera al cap de l'anguila, que vibra amb una freqüència de 0,50 Hz i amb una amplitud de 5,00 cm. La distància entre dos punts consecutius del cos de l'anguila que estan en el mateix estat de vibració és de 20,0 cm.



a) Calculeu la velocitat a la qual es propaga l'ona pel cos de l'anguila, la freqüència angular i el nombre d'ona. Si a l'instant inicial el cap té una elongació zero i la velocitat d'oscil·lació transversal és positiva, determineu l'expressió de l'equació d'ona. Per a l'equació d'ona utilitzeu el sistema de coordenades de la figura superior, on el cap de l'anguila es troba sempre a l'origen de les abscisses.
[1,25 punts]

b) A partir de l'equació d'ona, deduïu i calculeu els mòduls de la velocitat i de l'acceleració màximes de l'oscil·lació transversal. Si la longitud total de l'anguila és de 58,0 cm, calculeu també la velocitat i l'acceleració transversals a la cua 10 s més tard d'haver iniciat el moviment.
[1,25 punts]

P4) Un ciclotró és un accelerador de partícules format per dos elèctrodes buits semicirculars (en forma de D) on actua un camp magnètic homogeni $\vec{B}$ perpendicular al pla horitzontal (pla de la figura). Així, a l'interior dels elèctrodes les partícules carregades positives, que es mouen en el pla horitzontal, descriuen una trajectòria circular. A l'espai buit que separa els dos elèctrodes s'aplica un camp elèctric altern $\vec{E}$, de manera que les partícules són accelerades. Inicialment, les partícules tenen poca velocitat i a cada cicle, en passar d'un semicercle a l'altre, van augmentant de velocitat i de radi de gir fins que finalment surten fora del ciclotró.

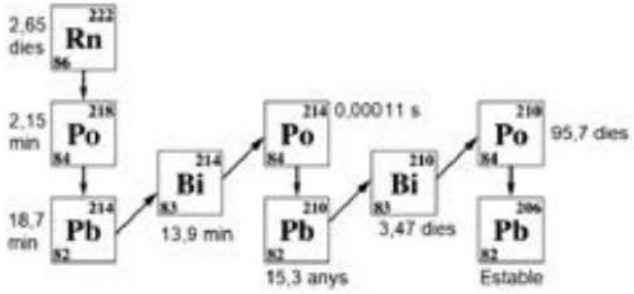


a) Les partícules tenen una càrrega elèctrica positiva q i una massa m. Deduïu l'expressió de la velocitat de les partícules en funció del quocient càrrega-massa (q/m), del radi r de la trajectòria de les partícules i del mòdul del camp magnètic. Comproveu que el temps de recorregut dins una D no depèn de la velocitat de les partícules. Per què el camp elèctric ha de ser altern? Trobeu l'expressió de la freqüència del camp elèctric.
[1,25 punts]

b) El ciclotró té un radi de 0,50 m i un camp magnètic de 0,20 T. Quan hi accelerem protons, quina velocitat tenen quan surten del ciclotró? Quina és la longitud d'ona associada a aquests protons? Quin radi mínim hauria de tenir el ciclotró per a considerar que els protons tenen velocitats relativistes (és a dir, un 10 % de la velocitat de la llum)?
[1,25 punts]

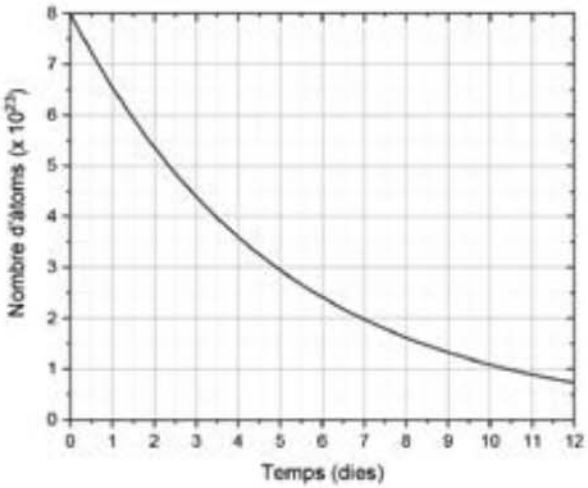
DADES: $m_p = 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg.
$|e| = 1{,}602 \times 10^{-19}$ C.
$c = 3{,}00 \times 10^{8}$ m s^{-1}.
$h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J s.

P5) El gas radó és una de les fonts de radioactivitat natural més abundants de la Terra. El radó prové de la descomposició d'elements radioactius naturals (com l'urani i el tori). El gas es difon a través del sòl fins a arribar a la superfície. La cadena de desintegració del radó $^{222}_{86}Rn$ inclou vuit desintegracions radioactives, fins que es forma l'isòtop estable del plom $^{206}_{82}Pb$. En la figura següent es representen els nuclis que formen part d'aquesta cadena de desintegració nuclear. Al costat de cada nucli, se n'indica el període de semidesintegració.



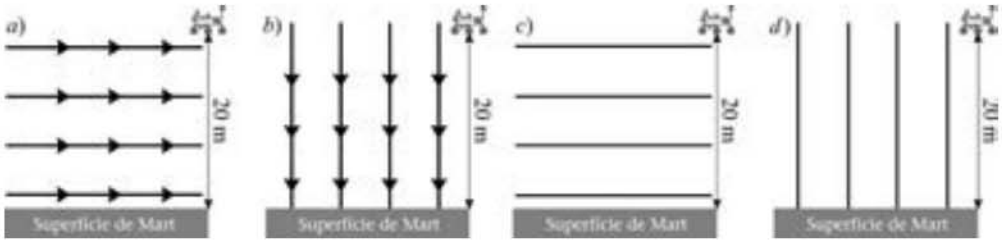
a) Escriviu les reaccions nuclears que permeten arribar al $^{206}_{82}Pb$ a partir del $^{222}_{86}Rn$.
[1,25 punts]

b) El gràfic següent correspon a l'evolució dels nuclis d'una de les desintegracions radioactives de la cadena del radó. La mostra estudiada inicialment tenia $8{,}00 \times 10^{23}$ nuclis. A partir del gràfic, determineu quin és el període de semidesintegració de la mostra, i raoneu a quin nucli de la cadena correspon. Amb aquesta dada calculeu quants dies han de passar fins que s'hagin desintegrat $7{,}95 \times 10^{23}$ àtoms.
[1,25 punts]



P6) El juliol del 2020 la NASA va posar en marxa una missió espacial que, entre altres tasques, havia de fer arribar el vehicle d'exploració *Perseverance* a la superfície de Mart. El 18 de febrer de 2021 va tenir lloc l'aterratge del vehicle. En la darrera etapa d'aquest procés complex d'aterratge, una grua fa baixar d'una manera controlada el vehicle des d'una altura de 20,0 m per sobre de la superfície de Mart. Durant tot aquest recorregut, la intensitat del camp gravitatori es pot considerar uniforme.

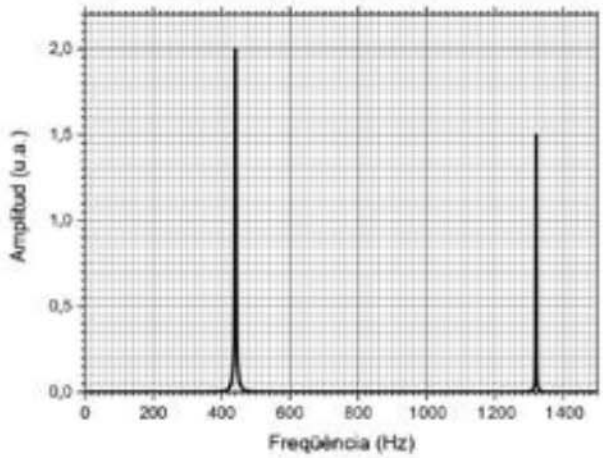
a) El valor absolut de la diferència de potencial gravitatori entre la superfície del planeta i un punt elevat 20,0 m per sobre de la superfície és 74,4 J/kg. A partir de la diferència de potencial, determineu el mòdul de la intensitat del camp gravitatori a la superfície de Mart. Quin dels esquemes següents (*a*, *b*, *c* o *d*) representa les línies equipotencials a la superfície de Mart? Situeu en el diagrama triat la línia de menor potencial (V_{baix}) i la de major potencial (V_{alt}). Justifiqueu totes les respostes.
[1,25 punts]



b) Si durant aquesta darrera etapa, el vehicle fa un descens de 20,0 m a una velocitat constant, quin treball ha fet la grua? Podeu negligir el treball fet per les forces de fregament.
[1,25 punts]

DADA: La massa del vehicle és 1 025 kg.

P7) Per a identificar els instruments musicals es pot utilitzar un espectre de freqüències. A la figura següent es representa l'espectre d'un instrument que es vol identificar. L'oboè és un instrument que té un extrem obert i un extrem tancat que és l'embocadura amb una canya. A l'extrem obert, l'amplitud de la vibració de les molècules és màxima: tenim un ventre. En canvi, a l'altre extrem, el tudell per on es bufa és una canya que comunica pressió a l'aire i impedeix que aquest es pugui moure amb llibertat: és un node. D'altra banda, en un piano les cordes estan pinçades pels dos extrems, és a dir, els dos extrems de la corda són nodes.



a) Quina és la freqüència fonamental d'aquest espectre? Determineu si es tracta d'un oboè o d'un piano, i justifiqueu la resposta. Determineu també la llargària del tub o de la corda.
[1,25 punts]

b) Un quintet de vent acostuma a estar format per cinc instrumentistes, normalment flauta travessera, oboè, clarinet, trompa i fagot. A l'inici de la interpretació d'una composició tots 5 toquen de forma suau i amb la mateixa intensitat, generant un nivell d'intensitat sonora de 80 dB a un espectador que es troba a una distància d'1,5 m. Quina és la potència sonora de cada instrument? Suposeu que aquesta potència es distribueix uniformement per tota l'àrea d'una semiesfera.
[1,25 punts]

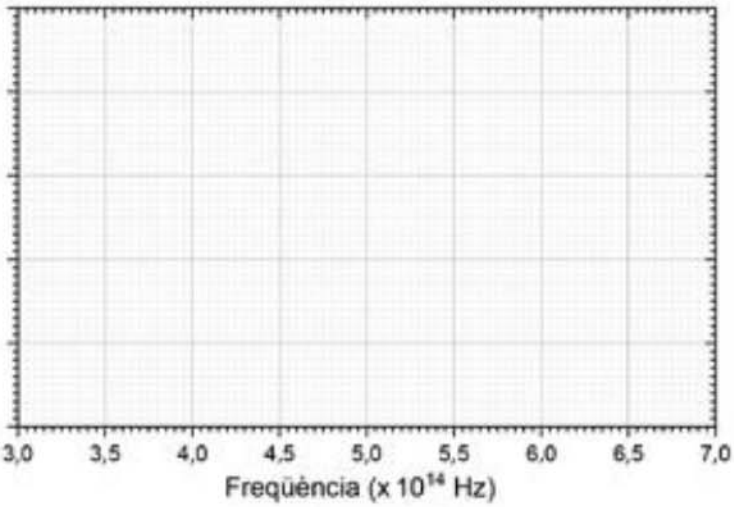
DADES: $I_0 = 10^{-12}\ \mathrm{W\ m^{-2}}$.
La velocitat del so en l'aire és de $340\ \mathrm{m\ s^{-1}}$.

P8) Considereu un experiment d'efecte fotoelèctric en què el càtode és una làmina de cesi que té una freqüència llindar de $4{,}59 \times 10^{14}$ Hz.

a) Calculeu el treball d'extracció del càtode. Si il·luminem el càtode amb els diferents punters làser de la taula que hi ha a continuació, justifiqueu amb quins punters làser es produirà l'efecte fotoelèctric. Completeu la taula i representeu gràficament en la quadrícula adjunta l'energia cinètica màxima dels electrons (en eV) en funció de la freqüència dels fotons incidents (en Hz) per a un interval de freqüències entre $3{,}00 \times 10^{14}$ Hz i $7{,}00 \times 10^{14}$ Hz.

[1,25 punts]

Tipus de punter làser	*Longitud d'ona (nm)*	*Freqüència ($\times 10^{14}$ Hz)*	*Energia fotó ($\times 10^{-19}$ J)*	*E_c electró ($\times 10^{-19}$ J)*	*E_c electró (eV)*
Làser blau	460				
Làser verd	532				
Làser infraroig	1 080				



b) Il·luminem el càtode amb un làser de freqüència $8{,}00 \times 10^{14}$ Hz. Calculeu la velocitat i la longitud d'ona de De Broglie dels electrons arrencats del càtode amb la radiació d'aquest làser.

[1,25 punts]

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

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

2022

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

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) Edmond Halley, contemporani d'Isaac Newton, va descobrir que tres cometes descrits el 1531, el 1607 i el 1682 eren, en realitat, un mateix cometa, el cometa Halley. Aquest cometa descriu una òrbita el·líptica amb un període de 76 anys, aproximadament.

***a*)** Determineu la longitud del semieix major de l'òrbita del cometa Halley. Representeu esquemàticament l'òrbita del cometa, indicant la posició del Sol, l'afeli (punt més allunyat) i el periheli (punt més proper).

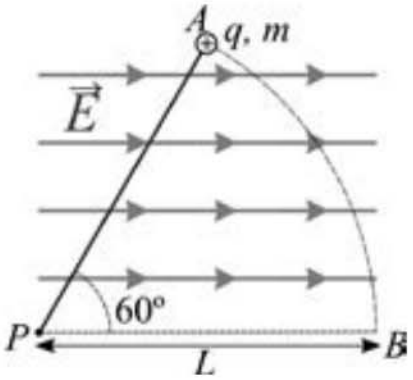
[1,25 punts]

***b*)** El periheli es troba a 0,586 ua del centre del Sol. Determineu la intensitat de camp gravitatori a l'afeli i al periheli.

[1,25 punts]

DADES: $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N\,m^2\,kg^{-2}}$.
$m_{\mathrm{Sol}} = 1{,}99 \times 10^{30}\ \mathrm{kg}$.
$1\ \mathrm{ua} = 1{,}50 \times 10^{11}\ \mathrm{m}$.

P2) Una partícula carregada és a sobre d'una taula horitzontal sense fricció i dins d'un camp elèctric homogeni i constant. La partícula està lligada amb un fil a un punt *P* respecte del qual pot pivotar lliurement. Inicialment, la partícula està subjectada al punt *A* i en repòs, de manera que el fil, que està tens, forma un angle de 60° respecte al camp elèctric.

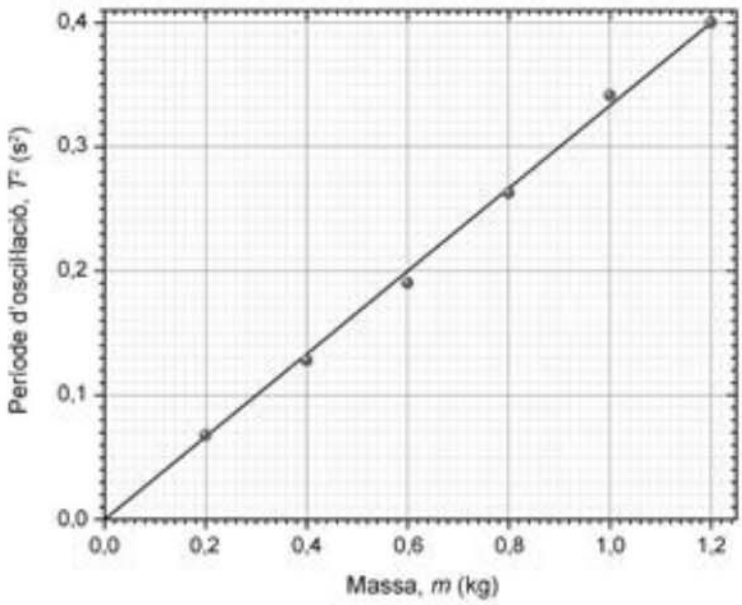


a) En la figura anterior, representeu sobre la partícula la força elèctrica $\vec{F}_e$ i la força que fa el fil $\vec{T}$. Calculeu el mòdul de la força elèctrica que actua sobre la partícula quan és a la posició *A*. Aquesta força elèctrica serà constant al llarg de la trajectòria des de *A* fins a *B*? Justifiqueu la resposta.
[1,25 punts]

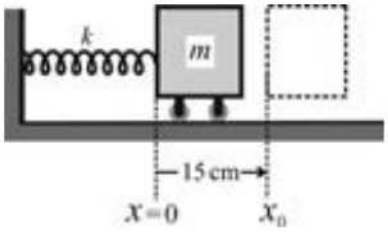
b) Calculeu el mòdul de la velocitat de la partícula quan passa pel punt *B*. Justifiqueu la resposta i indiqueu el principi físic en què us heu basat.
[1,25 punts]

DADES: $L = 1{,}0$ m.
$m = 2{,}5$ g.
$\vec{E} = 1{,}2 \times 10^3\ \vec{i}$ V/m.
$q = 3\ \mu$C.

P3) Per a estudiar les característiques d'una molla, hem hagut de mesurar la dependència del seu període d'oscil·lació en funció de la massa que hi està unida. La fricció entre la massa i el terra és negligible. En el gràfic següent representem el període mesurat al quadrat en funció de la massa. La línia correspon a la recta ajustada als punts experimentals.

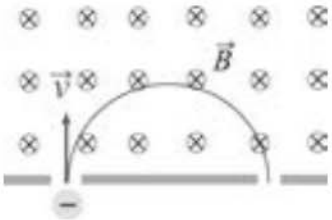


a) Determineu el valor de la constant elàstica de la molla i de la freqüència d'oscil·lació deguda a una massa de 5,00 kg. Per a mesurar el període, hem mesurat el temps que triga a fer 20 oscil·lacions completes. Per quina raó creieu que es mesuren 20 oscil·lacions completes en lloc d'una per a determinar el període?
[1,25 punts]



b) Si, per a aquesta massa de 5,00 kg, iniciem l'oscil·lació des d'un punt situat a $x_0 = 15{,}0$ cm de la posició equilibri ($x = 0$) amb una velocitat inicial nul·la (com s'indica al dibuix), quina serà l'equació del moviment? Per a quina coordenada o coordenades x tindrem el mòdul de la velocitat màxima i per a quina coordenada o coordenades tindrem el mòdul de l'acceleració màxima? Justifiqueu la resposta.
[1,25 punts]

P4) Volem utilitzar un espectròmetre de masses per a separar els ions de carboni ${}^{12}_{6}C^{-}$ i ${}^{14}_{6}C^{-}$, amb la finalitat de datar un fòssil. En un gresol, sublimem el material i posteriorment, emprant un feix d'electrons, els àtoms són ionitzats, de manera que cada ió ha adquirit una càrrega $-e$. A continuació, fem passar aquests ions per un selector de velocitats, amb la qual cosa tots els ions entren dins l'espectròmetre amb la mateixa velocitat. Finalment, els ions són desviats per un camp magnètic, de manera que cada tipus d'ió surt per una obertura diferent (a la imatge següent es veu una d'aquestes obertures).



a) A partir de la força magnètica, determineu el radi de la trajectòria en funció de la massa de l'ió, m, de la seva velocitat, v, de la seva càrrega, e, i del mòdul del camp magnètic, B; és a dir, deduïu com s'expressa el radi de la trajectòria en funció de m, v, e i B.
[1,25 punts]

b) Sabem que tots els ions entren dins l'espectròmetre amb una velocitat de $4{,}80 \times 10^{5}$ m/s i que els ions ${}^{12}_{6}C^{-}$ surten per una obertura situada a 30,0 cm de l'entrada. Calculeu el mòdul del camp magnètic. A quina distància de l'entrada hem de posar la segona obertura per a recollir els ions ${}^{14}_{6}C^{-}$?
[1,25 punts]

NOTA: En el càlcul de la massa dels ions, podeu negligir la massa dels electrons i suposar que els protons i els neutrons tenen la mateixa massa.

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

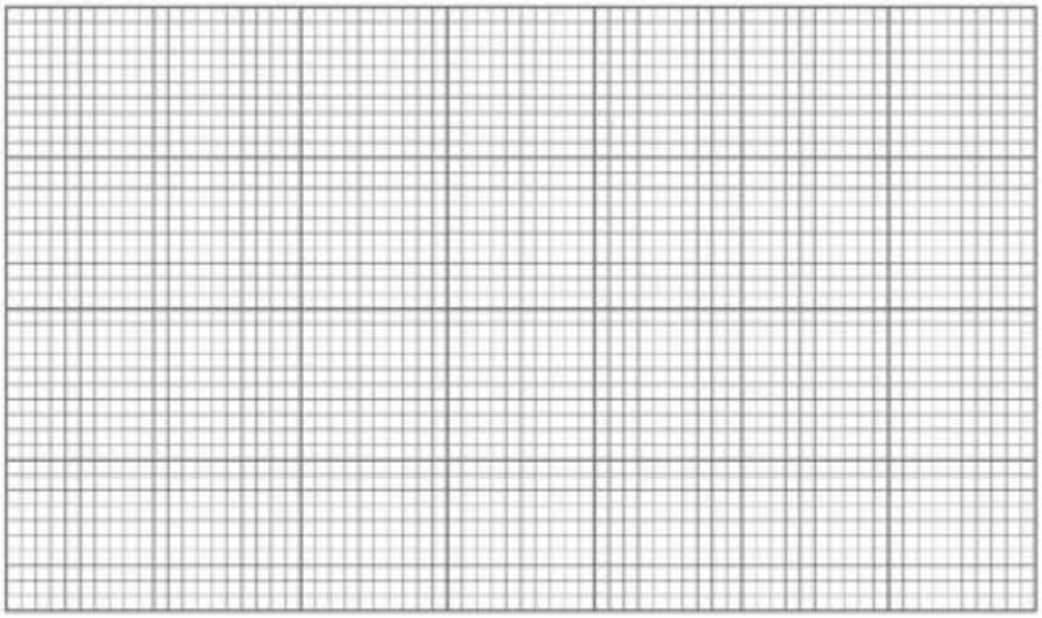
P5) En un accident de trànsit es veu involucrat un camió que transporta diferents tipus de residus nuclears. A conseqüència de l'impacte, part de la càrrega ha perdut l'embalatge i no es pot identificar el material recollit. Per l'aspecte, s'ha pogut saber que només s'han vessat dos tipus diferents de residus, però no és possible identificar amb certesa quin és cadascun. Per tal de gestionar correctament el material recollit, els agents de neteja encarreguen un estudi de l'activitat radioactiva que tenen. Es prenen dues mostres d'1 μg i s'obtenen els resultats següents:

Temps (min)	60	150	240	330	420	510	600	690	780	870
Mostra A (Bq)	1 535	1 025	678	484	315	238	139	103	78	45
Mostra B (Bq)	260	215	170	145	114	92	82	68	55	47

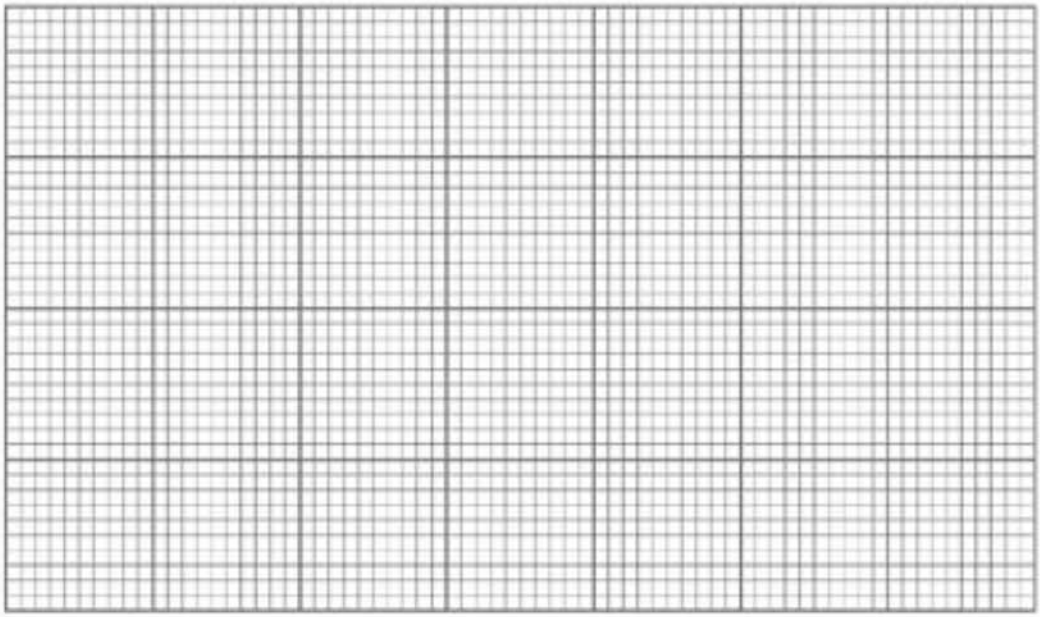
a) Representeu l'activitat en funció del temps. Feu un gràfic per a cada mostra en la quadrícula corresponent. A cada gràfic, dibuixeu-hi la línia de tendència de les dades. [1,25 punts]

b) Determineu, aproximadament, el període de semidesintegració de cada mostra. [1,25 punts]

Mostra A:



Mostra B:



P6) Una línia de mitjana tensió de 25,0 kV proveeix una masia propera de l'energia elèctrica necessària. La necessitat de potència de la masia és de 18,0 kW. Tots els aparells de la masia funcionen a 220 V, per la qual cosa disposa d'un transformador que té un rendiment del 90 % i el seu primari requereix, com a mínim, una espira per cada 0,50 mA. Calculeu:

a) La intensitat elèctrica en el primari i en el secundari del transformador.
[1,25 punts]

b) El nombre mínim d'espires que tindrà cadascuna de les dues bobines del transformador.
[1,25 punts]

P7) La sirena d'una alarma d'un edifici emet una ona sonora de 0,136 m de longitud d'ona, que en l'aire es propaga a una velocitat d'uns 340 m/s. L'ona sonora arriba a un observador que està aturat en un semàfor, segons la direcció de l'eix x en sentit positiu i amb una amplitud A_0.

a) Escriviu l'equació de l'ona harmònica plana, $A(x, t)$, que arriba a l'observador. Suposeu que la fase inicial és zero.

[1,25 punts]

b) A continuació, el semàfor es posa verd, i l'observador es posa en moviment i s'acosta a l'alarma a una velocitat constant. En aquestes condicions, l'observador percep un canvi de la freqüència de l'ona. Quin canvi de la freqüència percep l'observador? Quin o quins dels arguments següents descriuen millor aquest fenomen?:

1. El canvi de la freqüència és degut al moviment de la font.
2. L'aparent canvi de la freqüència és degut al moviment relatiu entre la font i l'observador.
3. El canvi en la longitud d'ona de la font és degut al moviment de l'observador.
4. L'aparent canvi de la longitud d'ona és degut al moviment de l'observador.

Justifiqueu la tria i per què heu descartat la resta d'arguments, i indiqueu el fenomen en què us heu basat.

[1,25 punts]

P8) A l'abadia de Westminster, a Anglaterra, s'hi coronen les reines i els reis britànics i s'hi enterren o honoren els personatges més distingits. També s'hi ret homenatge a una equació, l'equació de Dirac, que data de l'any 1928 i és l'única que hi ha per ara. L'equació de Dirac és un exemple d'equació amb conseqüències inesperades. Amb aquesta equació es va predir l'antimatèria a partir de la deducció de l'existència de l'antielectró, que després va passar a anomenar-se *positró*. El positró va ser descobert experimentalment el 1932, un any després d'haver estat predit.

a) Quina és l'energia mínima necessària d'un fotó, en MeV, perquè es materialitzi en un parell electró-positró? Calculeu la freqüència, la longitud d'ona i la quantitat de moviment d'aquest fotó.

[1,25 punts]

b) En la desintegració β^+, es crea una partícula que és antimatèria. De quina partícula es tracta? En la desintegració β^-, quina partícula que també és antimatèria es crea? En el procés d'anihilació positró-electró, per quin motiu s'han de crear un parell de fotons que tenen la mateixa energia que el sistema i que viatgen en sentits oposats? Quant val la càrrega inicial, abans de l'anihilació positró-electró? I la càrrega final, després de l'anihilació?

[1,25 punts]

DADES: Massa de l'electró = massa del positró = $9{,}11 \times 10^{-31}$ 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.

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