

Física

Sèrie 3

L'examen consta d'una part comuna (problemes P1 i P2), que heu de fer obligatòriament, i d'una part optativa, de la qual heu d'escollir UNA de les dues opcions (A o B) i fer els problemes P3, P4 i P5 corresponents.

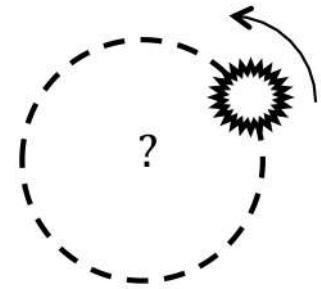
Cada problema val 2 punts.

PART COMUNA

P1) Un dels candidats a forat negre més pròxims a la Terra és A0620-00, que està situat a uns 3 500 anys llum. Es calcula que la massa d'aquest forat negre és de $2,2 \times 10^{31}$ kg. Encara que A0620-00 no és visible, s'ha detectat una estrella que descriu cercles amb un període orbital de 0,33 dies al voltant d'un lloc on no es detecta cap altre astre.

a) Deduïu la fórmula per a obtenir el radi d'una òrbita circular a partir de les magnituds proporcionades. Utilitzeu aquesta fórmula per a calcular el radi de l'òrbita de l'estrella que es mou al voltant d'A0620-00.

b) Calculeu la velocitat lineal i l'acceleració centrípeta de l'estrella i representeu els dos vectors \mathbf{v} i \mathbf{a}_c sobre una figura similar a la d'aquest problema.



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

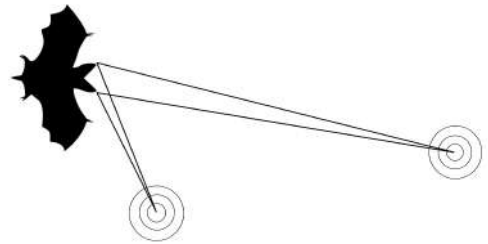
P2) Tenim dues molles idèntiques. Un objecte A de 100 g que penja d'una de les molles oscil·la amb un període d'1,00 s i amb una amplitud de 5,00 cm.

a) Volem que l'altra molla oscil·li amb la mateixa amplitud, però amb una freqüència doble que la de la molla de què penja l'objecte A. Quina massa hem de penjar a la segona molla?

b) Els dos objectes es deixen anar des de l'extrem inferior de l'oscil·lació. Representeu en una gràfica velocitat-temps la velocitat de cadascun dels objectes quan oscil·len durant 2 s en les condicions descrites. En la gràfica heu d'indicar clarament les escales dels eixos, les magnituds i les unitats. Durant els 2 s representats en la gràfica, en quins moments la diferència de fase entre els dos objectes és de π radians?

OPCIÓ A

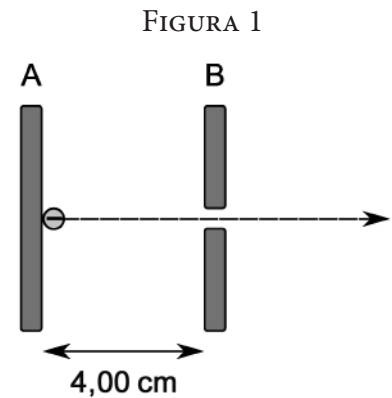
P3) Els ratpenats emeten uns xiscles en forma d'ultrasons i utilitzen els ecos d'aquests ultrasons per a orientar-se i per a detectar obstacles i preses. Una espècie de ratpenats emet ultrasons amb una freqüència de 83,0 kHz quan caça mosquits.



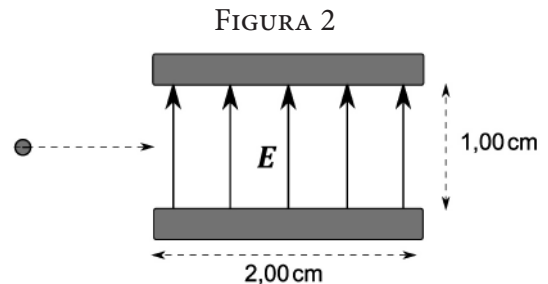
- a)** Calculeu la longitud d'ona i el període dels ultrasons emesos per aquests ratpenats. Considereu un mosquit situat a 1,5000 m de l'orella dreta i a 1,5030 m de l'orella esquerra del ratpenat. Calculeu la diferència de fase en l'eco percebut per cada orella, provinent del mosquit.
- b)** Quan el mosquit està més a prop, el ratpenat també podria utilitzar la diferència d'intensitats dels ecos. Calculeu el quocient d'intensitats sonores $\frac{I_{\text{dreta}}}{I_{\text{esquerra}}}$ quan el mosquit està a 33 cm de l'orella dreta i a 34 cm de l'orella esquerra i expresseu en decibels la diferència de nivells d'intensitat sonora. Considereu que l'eco es propaga uniformement des del mosquit en totes les direccions de l'espai.

DADA: Velocitat dels ultrasons en l'aire = 340 m s⁻¹.

P4) Un canó electrònic que dispara electrons els accelera, mitjançant un camp elèctric uniforme generat per dues plaques metàl·liques (A i B), des del repòs fins a una velocitat de $2,00 \times 10^6$ m s⁻¹ (figura 1). Dins del canó, els electrons inicien el recorregut a la placa A i viatgen cap a la placa B, per on surten horitzontalment cap a la dreta per un petit orifici. Les dues plaques són paral·leles i estan separades per 4,00 cm.



- a)** Calculeu la diferència de potencial entre les dues plaques i indiqueu quina placa té el potencial més alt i quina té el potencial més baix. Dibuixeu la figura 1 i representeu-hi les línies de camp elèctric entre les dues plaques.
- b)** Més endavant, els electrons passen entre dues altres plaques, que generen un camp elèctric uniforme de 500 N C⁻¹ vertical cap amunt (figura 2). Calculeu l'acceleració dels electrons quan estiguin sota l'acció d'aquest camp elèctric i les dues components de la velocitat en sortir del recinte on hi ha el camp elèctric.



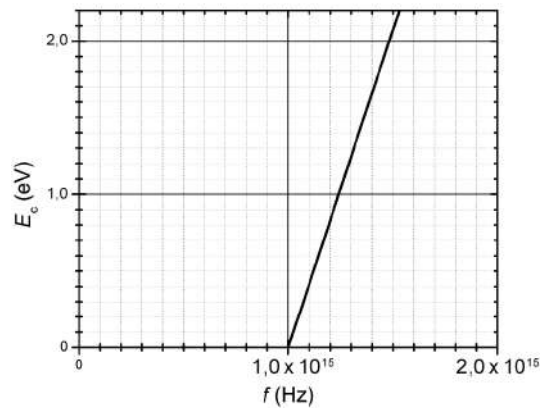
DADES: $|e| = 1,6 \times 10^{-19}$ C.
 $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$ kg.

NOTA: Considereu negligible el camp gravitatori.

P5) Al laboratori es mesura l'energia cinètica màxima dels electrons emesos quan es fa incidir llum de freqüències diferents sobre una superfície metàl·lica. Els resultats obtinguts es mostren en la gràfica adjunta.

- Determineu el valor de la constant de Planck a partir de la gràfica.
- Calculeu l'energia mínima d'extracció dels electrons (en eV).

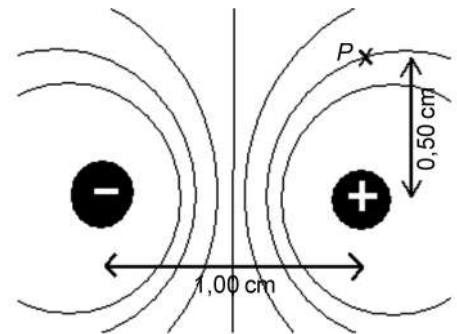
DADA: $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$.



OPCIÓ B

P3) Un dipol està format per una càrrega positiva $+q$ i una càrrega negativa $-q$, del mateix valor, separades per $1,00 \text{ cm}$. En la figura s'han representat les superfícies equipotencials amb la mateixa separació de potencials entre cada parell de línies consecutives. Sabem que en el punt P el potencial és de $+10 \text{ V}$.

- Reproduïu la figura i indiqueu els valors de potencial elèctric de cada una de les superfícies equipotencials que hi apareixen. Representeu-hi també, de manera aproximada, les línies de camp elèctric d'aquesta regió de l'espai.
- Calculeu el valor de les càrregues $+q$ i $-q$.



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

P4) El potassi ^{40}K és un isòtop inestable. Es pot transformar en calci (Ca) mitjançant una desintegració β^- o en argó (Ar) mitjançant una desintegració β^+ . El nombre atòmic del calci és 20.

- Escriu les equacions nuclears que corresponen a aquests processos, incloent-hi els neutrins i els antineutrins.
- També és possible que el potassi 40 capturi un electró de la seva escorça i emeti un fotó gamma de 1460 MeV . Calculeu la longitud d'ona i la freqüència d'aquests raigs gamma. Calculeu també la disminució de la massa de l'àtom de potassi 40 deguda a l'energia que s'endú el fotó.

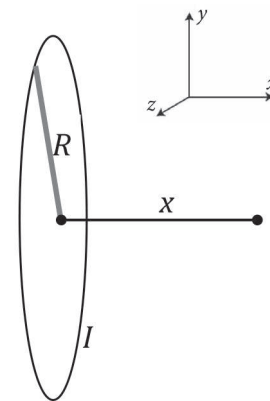
DADES: Constant de Planck, $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$.
 $|e| = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.
 Velocitat de la llum, $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.
 $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$.

- P5)** Una espira magnètica es troba situada en el pla YZ , té un radi $R = 5 \text{ cm}$ i transporta un corrent de 10 A .
- Calculeu el mòdul del camp magnètic en el centre de l'espira (en μT).
 - Quin sentit ha de tenir el corrent elèctric que circula per l'espira perquè el camp magnètic en el centre vagi en el sentit positiu de l'eix x ?

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

NOTA: El mòdul del camp magnètic creat per una espira magnètica en un punt de l'eix x és:

$$B(x) = \frac{\mu_0 I}{2} \frac{R^2}{(x^2 + R^2)^{3/2}}.$$





Proves d'accés a la universitat

Convocatòria 2016

Física

Sèrie 5

L'examen consta d'una part comuna (problemes P1 i P2), que heu de fer obligatòriament, i d'una part optativa, de la qual heu d'escollir UNA de les dues opcions (A o B) i fer els problemes P3, P4 i P5 corresponents.

Cada problema val 2 punts.

PART COMUNA

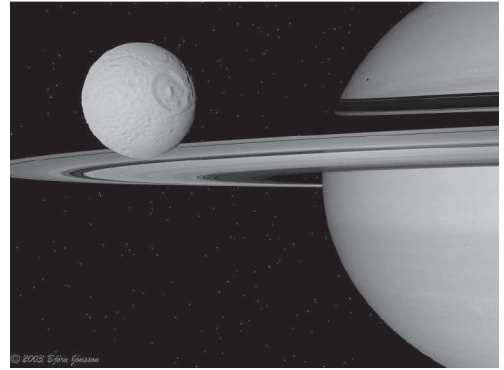
- P1)** El pistó d'un cilindre del motor d'explosió d'un vehicle desenvolupa un moviment vibratori harmònic simple. En un règim de funcionament determinat, té un recorregut de 20,0 cm (d'extrem a extrem) i el motor fa $1,91 \times 10^3$ rpm (revolucions per minut). En l'instant $t = 0,00$ s, el pistó està situat a 10,0 cm de la seva posició d'equilibri. Determineu:
- L'equació de moviment i la velocitat màxima del pistó.
 - El valor de la força màxima que actua sobre el pistó, si té una massa de 200 g.
- P2)** En una zona de l'espai hi ha situades dues càrregues elèctriques puntuals de $3,0 \mu\text{C}$ i $-7,0 \mu\text{C}$ separades 15 cm l'una de l'altra. Calculeu:
- El camp elèctric en un punt situat sobre la línia que uneix les càrregues. Aquest punt està situat a una distància de 5,0 cm de la càrrega de $3,0 \mu\text{C}$ i a 10 cm de la càrrega de $-7,0 \mu\text{C}$. Indiqueu-ne el mòdul, la direcció i el sentit.
 - El punt entre les dues càrregues en el qual el potencial és nul.

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

OPCIÓ A

P3) La massa de Saturn crea un camp gravitatori al seu voltant. Un dels seus satèl·lits, Mimas, té una massa de $3,80 \times 10^{19}$ kg i descriu una òrbita pràcticament circular al voltant del planeta.

- Si el període de Mimas al voltant de Saturn és de 22 h 37 min i 5 s, a quina altura per sobre de la superfície de Saturn orbita Mimas? A quina velocitat?
- Quina és l'energia mecànica de Mimas? Què significa el signe del resultat?



DADES: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N m² kg⁻².

$$R_{\text{Saturn}} = 5,73 \times 10^7 \text{ m.}$$

$$M_{\text{Saturn}} = 5,69 \times 10^{26} \text{ kg.}$$

P4) En una zona de l'espai hi ha un camp magnètic uniforme de valor $\vec{B} = 2,00\vec{k}$ mT. Un electró, un neutró i un protó hi entren per l'origen de coordenades a la mateixa velocitat $\vec{v} = 5,00\vec{j}$ m s⁻¹.

- Determineu el mòdul de la força que actua sobre cada partícula i indiqueu el tipus de moviment que fa cadascuna.
- A continuació, situem paral·lelament a l'eix Y, a 3,00 mm de l'origen de coordenades, un fil infinit pel qual circula un corrent I . Determineu el valor del corrent del fil que fa que el protó segueixi una trajectòria rectilínia. Considereu que el mòdul del camp magnètic creat per aquest fil infinit és: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$, en què $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ N A⁻² i R és la distància al fil conductor.

DADES: Càrrega elèctrica del protó, $q_{\text{protó}} = 1,60 \times 10^{-19}$ C.

$$\text{Càrrega elèctrica de l'electró, } q_{\text{electró}} = -q_{\text{protó}}.$$

P5) Il·luminem el càtode d'una cèl·lula fotoelèctrica amb un feix de llum verda de 560 nm de longitud d'ona i observem que s'origina un corrent elèctric. Comprovem que el corrent desapareix quan apliquem una tensió de 0,950 V (potencial de frenada).

- Calculeu el treball d'extracció (funció de treball) i el llindar de freqüència del metall del càtode.
- Expliqueu raonadament si es produirà efecte fotoelèctric quan un feix de llum de longitud d'ona més gran que el llindar de longitud d'ona incideixi sobre el metall. I si la freqüència del feix incident és més gran que el llindar de freqüència del metall?

DADES: $m_{\text{electró}} = 9,11 \times 10^{-31}$ kg.

$$q_{\text{electró}} = -1,60 \times 10^{-19} \text{ C.}$$

$$1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J.}$$

$$\text{Constant de Planck, } h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s.}$$

$$\text{Velocitat de la llum, } c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}.$$

OPCIÓ B

- P3)** Un aventurer desitjós de batre definitivament el rècord del món de caiguda lliure plana deixar-se caure, partint d'un estat de repòs, des d'una altura de 330,0 km i no obrir el paracaigudes fins als 50,0 km d'altura. Calculeu:
- L'acceleració de la gravetat quan comença el salt i quan obre el paracaigudes.
 - La velocitat que portarà quan sigui a 80,0 km d'altura (considereu negligible la resistència de l'aire).

DADES: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$.
 $M_{\text{Terra}} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$.
 $R_{\text{Terra}} = 6\,370 \text{ km}$.



- P4)** Una substància radioactiva es desintegra segons l'equació següent (en el sistema internacional, SI):

$$N = N_0 e^{-0,0050t}$$

- Expliqueu el significat de les magnituds que intervenen en aquesta equació i indiqueu el període de semidesintegració de la substància. Justifiqueu la resposta.
 - Si en un moment determinat la mostra conté $1,0 \times 10^{28}$ nuclis d'aquesta substància, calculeu l'activitat que tindrà al cap de 4,0 hores.
- P5)** Una partícula α es llança en la direcció de l'eix X a una velocitat $\vec{v} = 8,00 \times 10^5 \vec{i} \text{ m s}^{-1}$ i en presència d'un camp magnètic perpendicular $\vec{B} = 1,20\vec{k} \text{ T}$.
- Determineu la força magnètica que actua sobre la partícula i dibuixeu la trajectòria que seguirà dins del camp magnètic, així com els vectors velocitat, camp magnètic i força magnètica. Indiqueu en quin sentit gira la partícula.
 - Calculeu el radi de gir de la partícula i la freqüència del moviment circular en MHz.

DADES: $m_{\alpha} = 6,64 \times 10^{-27} \text{ kg}$.
 $q_{\text{protó}} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$.



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

