

## Proves d'accés a la universitat

### Física

#### Sèrie 1

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) Segons el model atòmic de Bohr, en l'àtom d'hidrogen en estat fonamental l'electró està separat del protó per una distància mitjana  $r = 5,30 \times 10^{-11} \text{ m}$ .

a) Quin és el mòdul de la força elèctrica del protó sobre l'electró? Quina acceleració li provoca?

[1 punt]

b) Calculeu el potencial elèctric (en V) a la distància  $r$  del protó i l'energia potencial (en eV) de la distribució de càrregues.

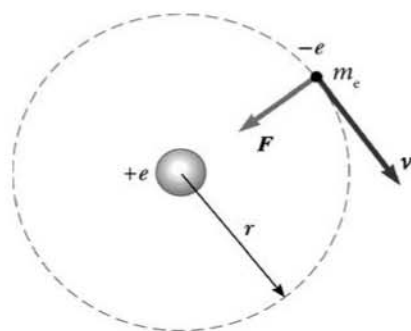
[1 punt]

DADES: Massa de l'electró,  $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .

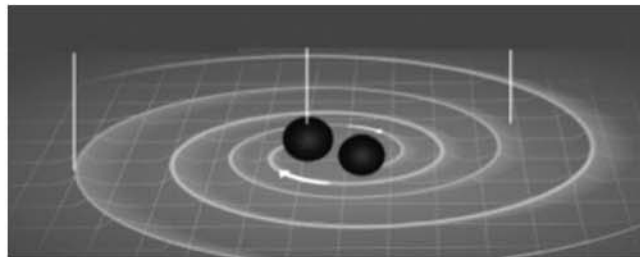
Càrrega elemental,  $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

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

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



- P2)** Una vegada més, Einstein tenia raó. Cent anys després d'haver predit l'existència d'ones gravitatòries en la seva teoria general de la relativitat, han estat detectades, i aquesta detecció ha comportat la concessió del Premi Nobel de Física de l'any 2017. Les ones gravitatòries detectades van ser originades per la col·lisió de dos forats negres.



Igual que les ones gravitatòries, els forats negres també van ser descrits per la teoria general de la relativitat. Les idees bàsiques relatives als forats negres es poden entendre amb les lleis de Newton.

- a)** L'any 1783, noranta-sis anys abans del naixement d'Einstein, l'astrònom John Michell (1724-1793) va publicar que un cos esfèric que tingués la mateixa densitat que el Sol i 500 vegades el radi d'aquest tindria una velocitat d'escapament, des de la seva superfície, superior a la velocitat de la llum. Calculeu la massa del cos i aquesta velocitat d'escapament.

[1 punt]

- b)** Calculeu el mòdul de la intensitat del camp gravitatori que el cos de l'apartat anterior crea a la seva pròpia superfície. Quina força (mòdul, direcció i sentit) fa el cos sobre 1  $\mu\text{g}$  situat a la seva superfície?

[1 punt]

DADES:  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ .  
 Massa del Sol,  $M_s = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$ .  
 Radi del Sol,  $R_s = 6,96 \times 10^8 \text{ m}$ .

## OPCIÓ A

- P3)** Un protó en repòs és accelerat en el sentit positiu de l'eix  $x$  fins a assolir una velocitat d' $1,00 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$ . Aleshores, penetra en un espectròmetre de masses on hi ha un camp magnètic  $\vec{B} = 1,00 \times 10^{-2} \text{ T } \vec{k}$ .

- a)** Calculeu la força (mòdul, direcció i sentit) que actua sobre el protó.

[1 punt]

- b)** Calculeu el camp magnètic (mòdul, direcció i sentit) tal que, si entra un electró amb la mateixa velocitat en l'espectròmetre, segueixi la mateixa trajectòria que el protó.

[1 punt]

DADES: Càrrega elemental,  $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ .  
 Massa del protó,  $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ .  
 Massa de l'electró,  $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .

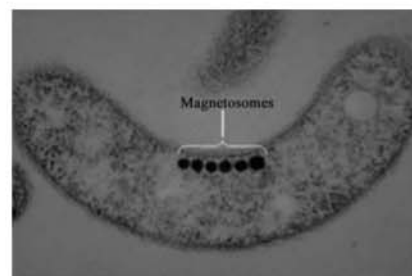
$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,99 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}.$$

- P4) Les ones del mar fan navegar un vaixell a la deriva, de manera que es mou 2,00 m en vertical des del punt més alt al punt més baix cada 6,28 s.
- Escriuiu l'equació del moviment del vaixell suposant que a l'instant inicial es troba en el punt més alt. Indiqueu les unitats de totes les magnituds.  
[1 punt]
  - Determineu la velocitat i l'acceleració inicials del vaixell.  
[1 punt]
- P5) El poloni,  $^{210}\text{Po}$ , és un emissor natural de partícules  $\alpha$ .
- Escriuiu la reacció de desintegració del  $^{210}\text{Po}$  sabent que quan es desintegra genera un isòtop del plom (Pb).  
[1 punt]
  - Sabent que el període de semidesintegració del  $^{210}\text{Po}$  és de 138 dies, quina quantitat de  $^{210}\text{Po}$  queda en una mostra de 10,0 g després de 69 dies des de l'inici de l'activitat?  
[1 punt]

DADES: Nombre atòmic del poloni,  $Z(\text{Po}) = 84$ .

## OPCIÓ B

- P3) a) El bacteri *Aquaspirillum magnetotacticum* conté partícules molt petites, els magnetosomes, que són sensibles als camps magnètics. Fan servir el camp magnètic terrestre per a orientar-se en els oceans i nedar cap al pol Nord geogràfic. S'ha quantificat que una intensitat de camp magnètic inferior al 5 % del camp magnètic terrestre no té efectes sobre aquests bacteris. El camp magnètic terrestre és de  $5,00 \times 10^{-5} \text{ T}$ . Si circula un corrent elèctric de 100 A per una línia submarina, a partir de quina distància d'aquesta línia el camp magnètic deixarà de tenir efecte sobre els bacteris? Considereu la línia submarina com un fil infinit i ignoreu els efectes de l'aigua del mar.



*Aquaspirillum magnetotacticum*

- [1 punt]
- b) En la figura es mostren dos fils conductors rectilinis i infinitament llargs, que es troben situats als punts 1 i 2. Estan separats per 10,0 m, són perpendiculars al pla del paper i per tots dos hi circula una mateixa intensitat de corrent de 100 A en el sentit que va cap endins del paper. Representeu en un esquema el camp magnètic a la posició 1 generat pel conductor que passa per 2. Representeu també la força sobre el conductor que passa per 1 causada pel conductor que passa per 2, i calculeu el mòdul de la força que suporten 2,00 m del conductor que passa per 1.



NOTA: El mòdul del camp magnètic a una distància  $r$  d'un fil infinit pel qual circula

una intensitat  $I$  és  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ , en què  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$ .



- P4)** Un gos borda amb una potència de 2,00 mW.
- a)** Si aquest so es distribueix uniformement per l'espai, quin és el nivell d'intensitat sonora (en dB) a una distància de 5,00 m?  
[1 punt]
  - b)** Si en comptes d'un gos, fossin dos gossos bordant alhora, quin seria el nivell d'intensitat sonora?  
[1 punt]

DADA: Intensitat del llindar d'audició (0 dB),  $I_0 = 1,00 \times 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$ .

- P5)** Sobre un metall alcalí incideix llum de longitud d'ona  $\lambda = 3,00 \times 10^2 \text{ nm}$ . Si els fotoelectrons emesos tenen una energia cinètica màxima de 2,00 eV, calculeu:
- a)** L'energia (en eV) d'un fotó de la llum incident.  
[1 punt]
  - b)** El treball d'extracció (en eV) corresponent a aquest metall.  
[1 punt]

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



Institut  
d'Estudis  
Catalans

## Proves d'accés a la universitat

### 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) Orcus (2004 DW), un objecte del Sistema Solar descobert el febrer del 2004, és un dels cossos celestes més grans del cinturó de Kuiper i un dels candidats a ser considerat, en el futur, planeta nan per la Unió Astronòmica Internacional (UAI). Orcus té, aproximadament, una massa de  $6,41 \times 10^{20}$  kg, un radi de 459 km i un període orbital de 248 anys.

a) Calculeu la distància mitjana entre Orcus i el Sol en unitats astronòmiques (UA).

[1 punt]

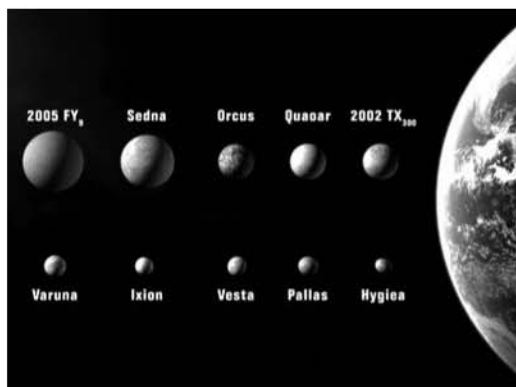
b) Determineu la velocitat d'escapament (deduïu la fórmula tenint en compte l'energia del cos que s'escapa) i la intensitat del camp gravitatori a la seva superfície.

[1 punt]

DADES: Radi orbital mitjà de la Terra = 1,00 UA.

Període orbital de la Terra = 1,00 any.

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



P2) L'isòtop  $^{99m}\text{Tc}$ , tecneci metaestable, s'utilitza com a radiotracador en medicina, i té un període de semidesintegració de 6 hores, un temps suficient perquè s'acumuli en l'òrgan que es vol estudiar sense que perduri gaire temps en l'organisme. Aquest isòtop és un emissor  $\gamma$  amb una energia d'uns 140 keV, i se'n pot generar una imatge. El tecneci és l'element 43 de la taula periòdica.

a) Escriviu el nombre màssic, el nombre atòmic i el nombre de neutrons que conté aquest isòtop. Escriviu la reacció de desintegració  $\gamma$  que es produeix.

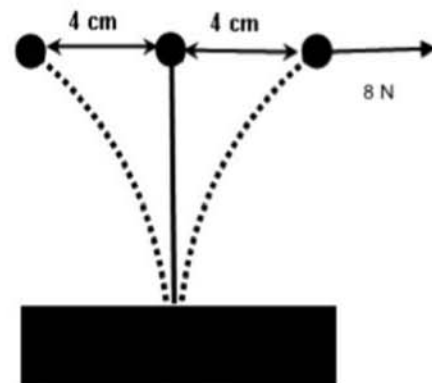
[1 punt]

b) Si un pacient rep una dosi de 2 ng de l'isòtop, quina quantitat romandrà al seu cos passades 24 hores, si suposem que no n'ha eliminat gens per l'orina?

[1 punt]

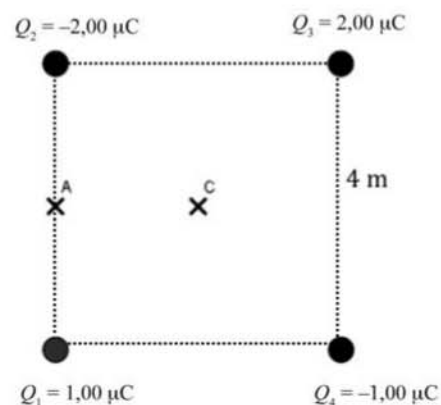
## OPCIÓ A

**P3)** Una massa esfèrica d'acer de 0,300 kg està subjecta a una vareta metàl·lica prima i de massa negligible. Aquesta vareta està clavada verticalment a una massa fixa, de manera que l'extrem on hi ha la massa pot oscil·lar lliurement. Si apliquem una força de 8,00 N sobre l'esfera, aquesta es desplaça 4,0 cm. Supposeu que aquest desplaçament és rectilini i horitzontal, com mostra la figura, i que la força recuperadora de la vareta obeeix la llei de Hooke.



- Calculeu la constant elàstica  $k$ . Deduiu, a partir de la segona llei de Newton, la fórmula per a obtenir la freqüència d'oscil·lació i calculeu el període d'oscil·lació.  
[1 punt]
- Deduiu, a partir de l'equació del moviment harmònic simple (MHS), la fórmula per a obtenir l'acceleració màxima i calculeu-la en aquest cas.  
[1 punt]

**P4)** Quatre càrregues estan situades en els vèrtexs d'un quadrat de 4,00 m de costat, tal com s'indica en la figura. Els valors de les càrregues són  $Q_1 = 1,00 \mu\text{C}$ ,  $Q_2 = -2,00 \mu\text{C}$ ,  $Q_3 = 2,00 \mu\text{C}$  i  $Q_4 = -1,00 \mu\text{C}$ . El punt C és a la intersecció de les dues diagonals. El punt A està situat a la meitat del segment que va des de la càrrega  $Q_1$  fins a la càrrega  $Q_2$ .

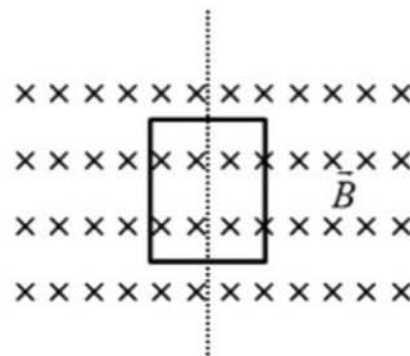


- Representeu i calculeu el vector camp elèctric en el punt C.  
[1 punt]
- Calculeu la diferència de potencial entre els punts A i C.  
[1 punt]

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



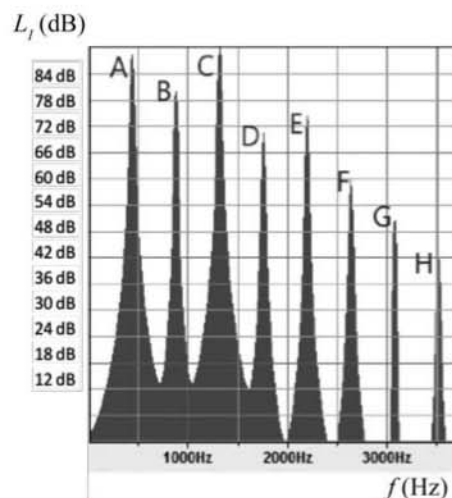
P5) Una bobina que està formada per 200 espires quadrades de 4,00 cm de costat es troba en una regió de l'espai on hi ha un camp magnètic uniforme, tal com es veu a la figura, i gira sobre ella mateixa per la línia de punts. El camp magnètic és uniforme i perpendicular a l'eix de gir de la bobina, de valor  $1,25 \times 10^{-2} \text{ T}$ .



- a) Escriviu l'equació de la força electromotriu que es generarà a la bobina quan giri a un ritme constant de 10 voltes cada segon. Considereu que, en el temps inicial igual a zero, els vectors superfície i camp magnètic són paral·lels. Calculeu, per a  $t = 1,28 \text{ s}$ , el valor de la força electromotriu a la bobina.  
[1 punt]
- b) Representeu la força electromotriu en funció del temps per a dos períodes sencers i determineu-ne el valor màxim i eficaç que es generarà a la bobina.  
[1 punt]

## OPCIÓ B

P3) Hem recollit el so produït per un instrument musical i n'hem obtingut l'espectre representat en la figura. Els pics que hi apareixen corresponen als diferents harmònics del so produït i s'han etiquetat amb lletres de la A a la H. El pic B correspon a una freqüència de 880 Hz.



- a) Digueu si el so produït per l'instrument musical és un to pur o bé és un so complex i justifiqueu la resposta. Indiqueu quin és el pic que correspon a la freqüència fonamental i quina és aquesta freqüència. Indiqueu també a quina freqüència s'espera trobar el pic següent (pic I), que no ha cabut a la figura.  
[1 punt]
- b) El pic amb més nivell d'intensitat (pic C) arriba a 87 dB, mentre que el pic F arriba a 60 dB. Quantes vegades és més gran la intensitat sonora corresponent al pic C que la del pic F?  
[1 punt]

**P4)** Un electró és projectat a l'interior d'un camp elèctric uniforme  $\vec{E} = (-2\,000\text{ N C}^{-1})\vec{j}$  amb una velocitat inicial  $\vec{v}_0 = (10^6\text{ m s}^{-1})\vec{i}$  perpendicular al camp.

**a)** Compareu (digueu quantes vegades és més gran) la força gravitatòria de l'electró amb la força elèctrica exercida sobre aquest electró.

[1 punt]

**b)** Quant s'haurà desviat verticalment l'electró quan hagi recorregut 1,0 cm en la direcció  $x$ ?

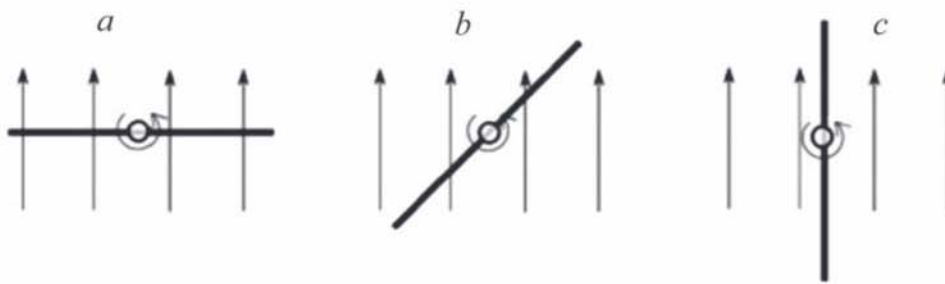
[1 punt]

DADES: Càrrega de l'electró,  $q_e = 1,60 \times 10^{-19}\text{ C}$ .

Massa de l'electró,  $m_e = 9,10 \times 10^{-31}\text{ kg}$ .

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

**P5)** Un generador molt simplificat consta d'una espira circular de 5,00 cm de radi, situada en un lloc on el camp magnètic és de 60 mT, que gira al voltant del seu eix a 300 revolucions per minut. La figura mostra una vista de la situació en cadascun dels tres moments  $a$ ,  $b$  i  $c$ . L'espira ha girat  $45^\circ$  entre cada situació i la següent.



**a)** Calculeu el flux magnètic en les situacions  $a$ ,  $b$  i  $c$ .

[1 punt]

**b)** En quin dels tres instants la força electromotriu induïda en l'espira és zero? Calculeu la força electromotriu induïda en l'espira en cadascun dels altres dos instants.

[1 punt]