

## Física

### Sèrie 4

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)** L'any 2004 es va aconseguir mesurar la massa d'un virus. Es va determinar la freqüència d'oscil·lació d'un braç horitzontal petitíssim, primer sense el virus i després amb el virus adherit. Sense el virus, la freqüència d'oscil·lació era de  $2,00 \times 10^{15}$  Hz, i amb el virus, aquesta freqüència va ser de  $2,87 \times 10^{14}$  Hz.

**a)** Si suposem que el braç horitzontal sense el virus adherit es comporta com una molla amb una massa oscil·lant de  $2,10 \times 10^{-16}$  g lligada a un extrem, quina és la constant elàstica d'aquesta suposada molla?

[1 punt]

**b)** Partint de la mateixa suposició anterior sobre el comportament oscil·latori del sistema, calculeu la massa del virus.

[1 punt]

**P2)** Determinar la massa i les posicions dels cossos celestes va ser, sens dubte, un gran repte per als primers astrònoms. 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 la gravitació universal, suposant que els planetes descriuen moviments circulars uniformes al voltant del Sol.

[1 punt]

**b)** Determineu la massa del Sol emprant les dades que necessiteu de la taula següent:

Planeta	Radi de l'òrbita (m)	Període (anys)
Mercuri	$57,90 \times 10^9$	0,2408
Venus	$108,2 \times 10^9$	0,6152
Terra	$149,6 \times 10^9$	1,000
Mart	$228,0 \times 10^9$	1,881

[1 punt]

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



Kepler (esquerra) i Brahe (dreta)

## OPCIÓ A

- P3) a)** Escriviu l'equació del balanç energètic en l'efecte fotoelèctric. Digueu el significat de cada un dels termes i deduiu l'expressió de la longitud d'ona llindar a partir, únicament, de la funció de treball (treball d'extracció) del metall i de constants universals.

[1 punt]

- b)** Il·luminem una placa de sodi (funció de treball, 2,36 eV) amb radiació de freqüència de 660 THz. Calculeu l'energia cinètica màxima dels fotoelectrons que s'emetran i el potencial de frenada necessari per a aturar-los.

[1 punt]

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

- P4)** Després de diversos mesuraments es va determinar que hi ha un camp elèctric que envolta la Terra. La magnitud d'aquest camp a la superfície terrestre és d'uns  $150 \text{ N m}^{-1}$  i està dirigit cap al centre de la Terra.

- a)** Quin és el valor de la càrrega elèctrica de la Terra? (Considereu tota la càrrega concentrada en un punt al centre del planeta.)

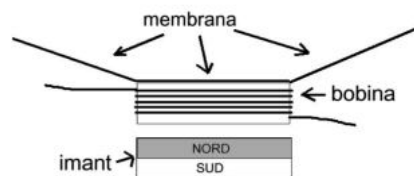
[1 punt]

- b)** Quants electrons de més ha de tenir una gota d'aigua de  $18 \mu\text{m}$  de radi perquè estigui estacionària, és a dir, perquè no caigui, quan es troba a una altura propera a la superfície terrestre? (Considereu que la gota té forma esfèrica.)

[1 punt]

DADES: Radi de la Terra,  $R_T = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$ .  
Càrrega de l'electró,  $q_e = -1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ .  
Densitat de l'aigua,  $\rho_{\text{aigua}} = 1,00 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ .  
 $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$ .  
 $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,99 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$ .

**P5) a)** Un altaveu està format per un imant permanent en forma de disc i per una bobina per la qual circula un corrent elèctric. La bobina està unida a una membrana que participa dels moviments de la bobina.



- Com es mourà el conjunt bobina-membrana si fem circular un corrent continu per la bobina que, vist des de dalt, giri en sentit horari?

[0,5 punts]

- Com es mourà el conjunt bobina-membrana si fem circular un corrent altern per la bobina?

[0,5 punts]

Justifiqueu les respostes explicitant en cada cas la direcció i el sentit del camp magnètic produït per la bobina.

**b)** Necessitem més força sobre la bobina i per a aconseguir-ho cal que generi un camp magnètic més intens. Justifiqueu quin efecte tindria cada una de les modificacions següents sobre la intensitat del camp magnètic produït per la bobina:

- Un augment del nombre de voltes de la bobina.

[0,5 punts]

- Un augment de la intensitat del corrent elèctric.

[0,5 punts]

NOTA: S'entén que en cada cas es manté constant el paràmetre que canvia en l'altra opció.

## OPCIÓ B

**P3)** El novembre del 2017, diversos observatoris de tot Europa van enregistrar un augment de les concentracions de l'isòtop ruteni 106 ( $^{106}\text{Ru}$ ). Es desconeix la naturalesa exacta de l'accident que va provocar aquesta emissió radioactiva. Es calcula que, en el moment de l'emissió, l'activitat de la fuita era de 200 TBq aproximadament. El període de semidesintegració d'aquest isòtop és de 374 dies i es transforma en rodi 106 ( $^{106}\text{Rh}$ ).

**a)** Escriviu l'equació nuclear de la desintegració del ruteni 106, incloent-hi tots els subíndexs i superíndexs, així com els noms de totes les partícules que intervenen en l'equació. Com s'anomena aquesta desintegració?

[1 punt]

**b)** Calculeu l'activitat del ruteni 106 al cap de set mesos (210 dies) de ser alliberat a causa de l'accident.

[1 punt]

DADES: Nombre atòmic del ruteni,  $Z(\text{Ru}) = 44$ .

Nombre atòmic del rodi,  $Z(\text{Rh}) = 45$ .

- P4) a)** Un camp elèctric de més de  $3,00 \times 10^6 \text{ V m}^{-1}$  provoca la ruptura dielèctrica de l'aire (els electrons són arrencats dels àtoms i en recombinar-se emeten llum). La descàrrega a través de l'aire causada per la ruptura dielèctrica s'anomena *descàrrega en arc*. Un exemple familiar de descàrrega en arc és la descàrrega elèctrica que rebem quan toquem el pom metàl·lic d'una porta després d'haver caminat per una catifa en un dia sec. Calculeu, en aquest cas, la mínima diferència de potencial entre la mà i el pom de la porta si en el moment de la descàrrega elèctrica estan separats per 1,00 mm.



[1 punt]

- b)** Calculeu el treball que s'ha de fer perquè tres electrons que inicialment estaven molt separats quedin a 0,1 nm l'un de l'altre i configurin un triangle equilàter.

[1 punt]

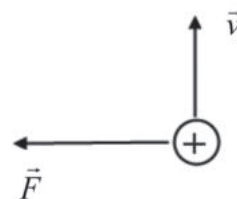
DADES: Càrrega de l'electró,  $q_e = -1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

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

- P5) a)** Un mètode per a determinar les masses d'ions pesants consisteix a mesurar el temps que necessiten per a fer un nombre determinat de voltes en un camp magnètic conegut. En un d'aquests mesuraments, un ió amb una càrrega igual a la d'un electró fa 7,00 voltes en 1,29 ms en un camp magnètic perpendicular a la velocitat i amb un mòdul de 45,0 mT. Feu una representació de la trajectòria de l'ió i dibuixeu en dues posicions d'aquesta trajectòria el vector força que actua sobre l'ió. Calculeu la massa de l'ió.

[1 punt]

- b)** Un protó que es mou a una velocitat de  $5,00 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$  entra en una regió de l'espai on hi ha un camp magnètic. El mòdul de la força que produeix el camp magnètic sobre la càrrega és  $8,00 \times 10^{-14} \text{ N}$ . Calculeu el mòdul del camp magnètic. Especifiqueu clarament la direcció i el sentit d'aquest camp magnètic si les direccions i els sentits, tant de la força com de la velocitat, són els representats en la figura.



[1 punt]

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