

Proves d'accés a la universitat

Convocatòria 2014

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) El *Meteosat* és un satèl·lit meteorològic llançat per l'Agència Espacial Europea (ESA) que proporciona informació meteorològica d'Àfrica i Europa. Com que l'objectiu del *Meteosat* és oferir imatges d'una mateixa zona del planeta, el satèl·lit segueix una òrbita geostacionària: gira en el pla equatorial a la mateixa velocitat angular que la Terra.



- A quina distància de la superfície terrestre es troba el *Meteosat*?
- Quina és l'energia cinètica del *Meteosat*? Quina energia mínima caldria proporcionar-li perquè s'allunyés indefinidament de la Terra?

DADES: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
 $R_{\text{Terra}} = 6\,370 \text{ km}$
 $M_{\text{Terra}} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$
 $m_{\text{Meteosat}} = 2,00 \times 10^3 \text{ kg}$

P2) Una càrrega puntual $Q_1 = +1,00 \times 10^{-8} \text{ C}$ està situada a l'origen de coordenades. Una altra càrrega puntual $Q_2 = -2,00 \times 10^{-8} \text{ C}$ està situada en el semieix Y positiu, a 3,00 m de l'origen. Calculeu:

- El camp i el potencial electrostàtic en un punt A situat en el semieix X positiu, a 4,00 m de l'origen. Dibuixeu un esquema de tots els camps elèctrics que intervenen en el problema.
- El treball fet pel camp elèctric en traslladar una càrrega puntual d'1,00 C des del punt A a un punt B de coordenades (4,00, 3,00) m.

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

OPCIÓ A

P3) A l'espectroscòpia de fotoemissió ultraviolada (UV), il·luminem les mostres amb un feix de radiació UV i analitzem l'energia dels electrons emesos.

- a)** Hem il·luminat una mostra amb radiació de longitud d'ona $\lambda = 23,7 \text{ nm}$ i els fotoelectrons analitzats tenen una energia cinètica màxima de $47,7 \text{ eV}$. Calculeu la funció de treball del material analitzat en J i en eV.
- b)** Determineu el llindar de longitud d'ona per a aquest material. Com canviaria aquest llindar de longitud d'ona si es dupliqués la potència del feix de radiació UV?

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

P4) Trobem una aplicació de la inducció electromagnètica en els aparells de soldadura elèctrica. En un d'aquests aparells desmuntat veiem dues bobines com les d'un transformador.

La bobina primària té 1 000 espines i la secundària en té 20. En la bobina secundària, feta d'un fil molt més gruixut, és on va connectat l'elèctrode per a fer la soldadura.

Sabem, per les especificacions tècniques impreses en la màquina, que pel circuit secundari circula una intensitat de corrent de 100 A. Determineu:

- a)** La tensió del circuit secundari quan es connecta la màquina, és a dir, quan es connecta el circuit primari a una tensió alterna de 220 V.
- b)** La intensitat que circula pel circuit primari i la potència consumida per la màquina.

NOTA: Negligiu qualsevol tipus de dissipació d'energia.

P5) D'una manera molt simplificada, podem dir que la trompeta és un instrument musical de vent en què les diferents notes són produïdes aplicant aire per un extrem (que es considera tancat a causa de la presència dels llavis del músic) i que s'emeten per l'altre, considerat obert.

Les notes produïdes corresponen a determinats harmònics associats a les ones estacionàries que s'originen a l'instrument. La trompeta consta també de tres pistons que, quan es premen, augmenten de manera efectiva la longitud i canvien les notes emeses.

- a)** Si la longitud total del tub que representa la trompeta és $l_0 = 0,975 \text{ m}$, indiqueu quina és la longitud d'ona i la freqüència dels tres primers modes de vibració estacionaris que es poden generar a la trompeta.
- b)** Quan el músic fa sonar l'instrument mentre prem el segon pistó, produeix la nota *si* de la tercera octava, de freqüència $f = 247 \text{ Hz}$. Sabent que aquesta nota correspon al segon mode de vibració permès a la cavitat de l'instrument, quina és ara la longitud efectiva de la cavitat? Quin és el recorregut extra Δl que fa l'aire dins de la trompeta quan es prem aquest pistó?

DADA: Velocitat del so en l'aire, 340 m s^{-1}

OPCIÓ B

P3) En un jaciment arqueològic es troben unes restes òssies antigues d'animals. Un gram d'aquestes restes conté $9,5 \times 10^8$ àtoms de carboni 14. L'anàlisi d'una mostra actual, de la mateixa massa i de característiques similars, revela que, en el moment de la mort dels animals, els ossos tenien $6,9 \times 10^9$ àtoms de C-14/gram.

- Determineu l'antiguitat de les restes si sabem que el període de semidesintegració del C-14 és de 5760 anys.
- Escriviu l'equació nuclear de la desintegració (amb emissió de β^-) del C-14 i incloeu-hi els antineutrins. Calculeu el defecte de massa per nucleó de C-14.

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

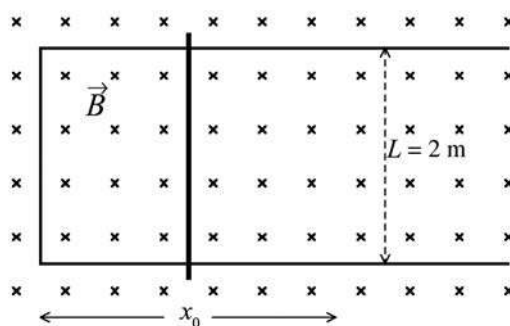
Nombres atòmics: Be, 4; B, 5; C, 6; N, 7; O, 8; F, 9

Masses:

| Partícula | Massa (kg) | Partícula | Massa (kg) |
|-----------|--------------------------|--------------|--------------------------|
| protó | $1,6726 \times 10^{-27}$ | electró | $9,1093 \times 10^{-31}$ |
| neutró | $1,6749 \times 10^{-27}$ | àtom de C-14 | $2,3253 \times 10^{-26}$ |

P4) Sobre una forca conductora com la de la figura adjunta, llisca una barra metàl·lica amb un moviment vibratori harmònic simple al voltant de la posició d'equilibri $x_0 = 1 \text{ m}$, segons l'equació de moviment següent (totes les magnituds estan expressades en el sistema internacional, SI):

$$x(t) = x_0 - 0,3 \sin(32t)$$



Tot el conjunt es troba dins un camp magnètic uniforme, perpendicular al pla de la forca i en el sentit d'entrada al pla del paper, de mòdul $B = 0,5 \text{ T}$.

- Quin valor té el flux de camp magnètic a través de la superfície compresa entre la barra metàl·lica i la part tancada de la forca en l'instant $t = 0$? Quina és l'expressió d'aquest flux en funció del temps?
- Determineu la força electromotriu del corrent induït en funció del temps. Obteniu-ne el valor màxim.

- P5)** El timbre que sona en una escola a l'hora del pati perquè els alumnes tornin a classe és molt fort. Per tal de saber fins on el sentiran, en cas de no haver-hi edificis ni cap mena de pèrdua d'energia, mesurem amb el telèfon intel·ligent (*smartphone*) el nivell d'intensitat sonora a 7,0 m de distància del timbre i obtenim un valor de 50 dB. Calculeu:
- a)** La intensitat del so en el lloc on fem la mesura.
 - b)** La potència del timbre. A partir de quina distància del timbre els alumnes deixaran de sentir el so?

DADA: Les persones no poden percebre els sons que tenen una intensitat inferior a $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$. Supposeu que el timbre és un emissor de so puntual que emet en totes les direccions.



Institut
d'Estudis
Catalans



Proves d'accés a la universitat

Convocatòria 2014

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

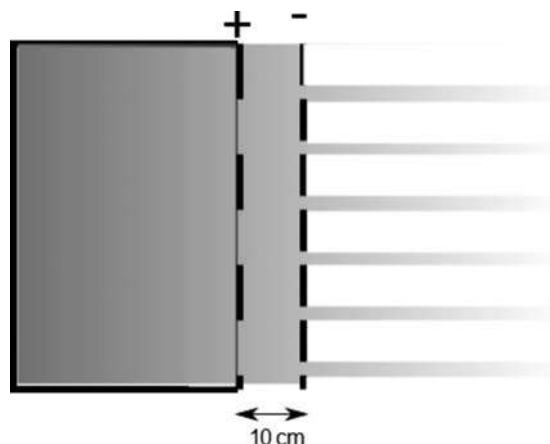
- P1) Un meteorit, de 400 kg de massa, cau sobre la Lluna amb una trajectòria perpendicular a la superfície d'aquest satèl·lit. Quan es troba a 10 000 km de la superfície lunar, la velocitat del meteorit és de 15 000 km/h.
- Determineu el valor de la velocitat amb què el meteorit arriba a la superfície de la Lluna.
 - Calculeu l'energia mecànica que té el meteorit a 10 000 km de la Lluna i la que té un cos de la mateixa massa situat en una òrbita a aquesta mateixa altura sobre la superfície de la Lluna. Indiqueu quina de les dues energies mecàniques és més gran.

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

$$M_{\text{Lluna}} = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$$

$$R_{\text{Lluna}} = 1,74 \times 10^6 \text{ m}$$

- P2)** En algunes missions espacials s'han utilitzat motors iònics. En aquests motors es produeixen ions positius que s'envien a una cambra on un camp elèctric constant els impulsa. El motor expulsa ions positius a gran velocitat i la nau adquireix impuls en sentit contrari. Considereu un motor iònic en què ions Xe^+ , inicialment en un estat de repòs, s'acceleren entre dues plaques separades 10 cm fins a adquirir una velocitat de $3,0 \times 10^5$ m/s.



- Calculeu l'acceleració dels ions i el camp elèctric (que podeu considerar constant) a la cambra d'acceleració.
- Calculeu la diferència de potencial entre les dues plaques amb les dades de la figura. Indiqueu també el valor que hauria de tenir aquesta diferència de potencial si les dues plaques estiguessin separades només 6 cm per a aconseguir la mateixa velocitat de sortida dels ions.

DADES: $Q(\text{ions Xe}^+) = +1,60 \times 10^{-19}$ C
 $m(\text{ions Xe}^+) = 132$ u
 $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27}$ kg

OPCIÓ A

- P3)** L'any 2006, l'exespia rus del KGB Aleksandr Litvinenko va ser víctima d'un enverinament amb poloni 210 i es va convertir en la primera víctima confirmada que moria per la síndrome de radiació aguda.

El poloni 210 és un emissor de partícules α que es troba a la natura i que també es pot obtenir en laboratoris nuclears.

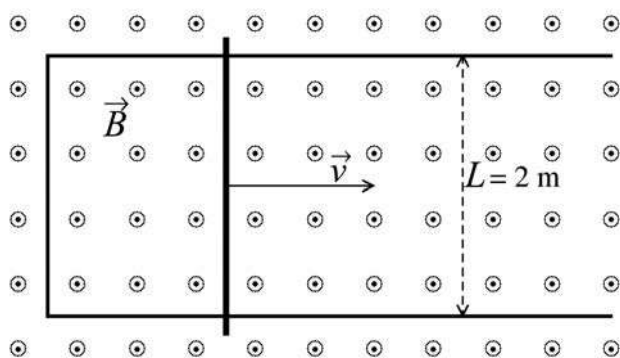
- Escriviu la reacció de desintegració del poloni 210, si sabem que en desintegrar-se produeix un isòtop del plom.
- El període de semidesintegració efectiu en el cos humà del poloni 210 és de 37 dies. Si suposem que la dosi que van subministrar a Litvinenko va ser de 5 mg, quina quantitat de poloni 210 hi havia en el seu organisme quan va morir, vint dies després de l'enverinament?



Aleksandr Litvinenko

DADA: Símbols químics i nombres atòmics del poloni $Z(\text{Po}) = 84$ i del plom $Z(\text{Pb}) = 82$

- P4) Una vareta metàl·lica es desplaça a una velocitat constant $v = 6 \text{ m/s}$ sobre una forca conductora dins un camp magnètic uniforme, $\vec{B} = 0,25 \text{ T}$, perpendicular al pla i en sentit sortint:



Si suposem que la resistència de la vareta és de 30Ω i que la de la forca és negligible, calculeu:

- La força electromotriu del corrent induït en el circuit i expliqueu raonadament el sentit de la circulació del corrent.
- La intensitat del corrent que circula pel circuit i la força que cal fer sobre la vareta, en mòdul, direcció i sentit, per a mantenir la velocitat constant sobre la forca.

NOTA: Llei d'Ohm, $I = V/R$.

- P5) L'agulla d'una màquina de cosir oscil·la verticalment entre dos punts separats per una distància de 20 mm. En les especificacions del fabricant s'indica que l'agulla pot fer 1800 puntades per minut. Si sabem que l'agulla descriu un moviment harmònic simple:



- Determineu la freqüència en Hz i escriviu l'equació del moviment suposant que en el moment inicial l'agulla es troba en la posició de màxima altura.
- Calculeu la velocitat i l'acceleració màximes de l'agulla.

OPCIÓ B

- P3) Una porta s'obre i es tanca mitjançant un dispositiu fotoelèctric. La longitud d'ona de la radiació electromagnètica utilitzada és de 850 nm i l'energia mínima d'extracció del material fotodetector és d'1,20 eV. Calculeu:
- L'energia cinètica dels fotoelectrons emesos i la longitud d'ona de De Broglie associada a aquests electrons.
 - La longitud d'ona que hauria de tenir una radiació electromagnètica incident per a duplicar l'energia cinètica dels fotoelectrons emesos de l'apartat a.

DADES: $m_{\text{electró}} = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
 $Q_{\text{electró}} = -1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$
 $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$
 $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

- P4)** Per la paret que teniu al darrere de l'aula on feu l'examen, entren protons amb una trajectòria horitzontal i a una velocitat $\vec{v}_{p^+} = 2,00 \times 10^6 \vec{i}$ m/s. Dins l'aula hi ha un camp magnètic també horitzontal el valor del qual és $\vec{B} = 0,500 \vec{j}$ T. Determineu:
- La força causada pel camp magnètic que actua sobre els protons quan entren en la zona on hi ha aquest camp magnètic.
 - El radi de la trajectòria circular dels protons dins l'aula i indiqueu si aquests protons impactaran contra les persones que estan assegudes a l'aula.

DADES: Càrrega del protó: $1,60 \times 10^{-19}$ C
Massa del protó: $1,67 \times 10^{-27}$ kg

NOTA: Negligiu el pes del protó.

- P5)** La corda d'un violí fa 32 cm de llargària i vibra amb una freqüència fonamental de 196 Hz.
- Expliqueu raonadament quina és la longitud d'ona del mode fonamental i digueu en quins punts de la corda hi ha els nodes i els ventres. Calculeu la velocitat de propagació de les ones que, per superposició, han generat l'ona estacionària de la corda.
 - Dibuixeu, de manera esquemàtica, el perfil de l'ona estacionària del tercer i del cinquè modes de vibració i calculeu-ne les freqüències.

