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

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.

Convocatòria 2017

PART COMUNA

P1) El projecte ExoMars és una missió espacial amb la finalitat de buscar vida al planeta Mart. En una primera fase, el 2016, constava d'un satèl·lit, l'*ExoMars Trace Gas Orbiter*, en òrbita circular al voltant de Mart a 400 km d'altura, i d'un mòdul de descens, l'*Schiaparelli*, que havia d'aterrar a Mart.

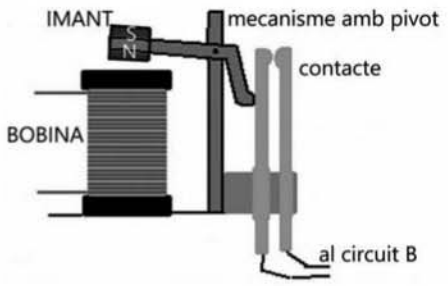
Però quan el mòdul de descens estava a 3,7 km d'altura sobre Mart, pràcticament aturat, els sistemes automàtics van interpretar erròniament que ja havia arribat a la superfície. Van aturar els retrocoets i el mòdul es va desprendre del paracaigudes. Com a resultat, l'*Schiaparelli* es va precipitar en caiguda lliure.

a) Calculeu el període de l'*ExoMars Trace Gas Orbiter*.

b) Determineu el valor de l'acceleració de la gravetat a la superfície de Mart i la velocitat a la qual la nau va impactar a la superfície. (Considereu que la gravetat és constant durant la caiguda i la fricció amb l'atmosfera de Mart és negligible.)

DADES: Massa de Mart = $6{,}42 \times 10^{23}$ kg.
Radi de Mart = $3{,}38 \times 10^{6}$ m.
$G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}.

P2) La figura mostra l'esquema d'un relé. Quan circula un corrent elèctric per la bobina, l'extrem inferior de l'imant (nord) és atret per la bobina i el moviment es transmet per un pivot, de manera que es tanca el circuit B.



a) Especifiqueu clarament quin ha de ser el sentit del corrent elèctric a la bobina perquè s'activi el relé (i es tanqui el circuit B) i dibuixeu les línies del camp magnètic generat per la bobina en aquesta situació.

b) En unes proves observem que el mecanisme no fa prou força per a tancar el contacte. Indiqueu quin efecte tindria sobre el dispositiu cadascuna de les modificacions següents:

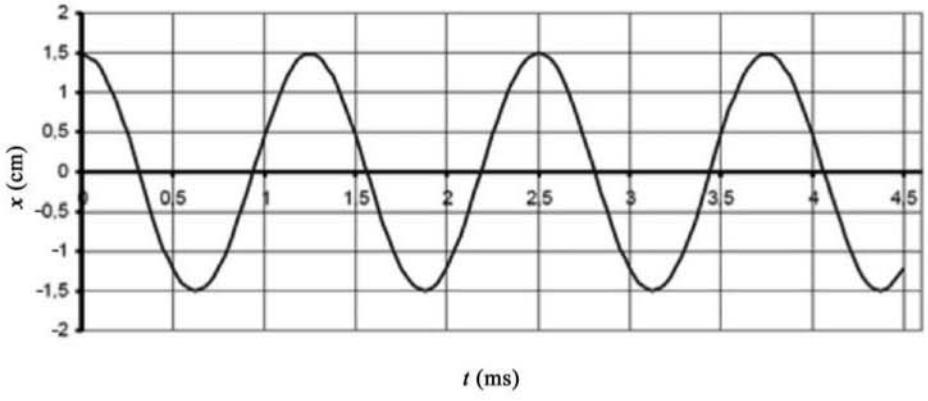
1) Augmentar la intensitat del corrent que circula per la bobina.

2) Situar un material ferromagnètic al nucli de la bobina.

3) Fer passar per la bobina un corrent altern en comptes d'un corrent continu.

OPCIÓ A

P3) Un sistema vibrador situat al punt $x = 0$ oscil·la tal com s'indica en aquest gràfic elongació-temps i transmet el moviment a una corda, de manera que es genera una ona transversal amb una longitud d'ona de 20,0 cm.



a) Determineu el període, l'amplitud i la freqüència de la vibració i la velocitat de propagació de l'ona per la corda. Escriviu l'equació de l'ona plana (no oblideu indicar totes les unitats de les magnituds que hi apareixen).

b) Demostreu, a partir de l'equació d'ona, que la velocitat màxima a la qual es mouen els punts de la corda en les seves oscil·lacions es pot calcular amb l'expressió $v_{max} = A\omega$ (en què A és l'amplitud i ω és la pulsació).

P4) L'enllaç iònic de la sal comuna (NaCl) es produeix per l'atracció electrostàtica entre el catió Na^+ i l'anió Cl^-.

a) Calculeu la separació entre aquests dos ions, sabent que l'energia potencial elèctrica del sistema és de $-9{,}76 \times 10^{-19}$ J.

b) Si apliquem un camp elèctric uniforme de 50,0 N C^{-1} a l'ió Na^+, calculeu el treball necessari per a separar els ions fins a una distància de 2 cm.

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

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

P5) La presència de l'isòtop ferro 60 (^{60}Fe) en algunes roques lunars i en alguns sediments oceànics indica, segons alguns astrofísics, que una supernova va esclatar a les proximitats del Sistema Solar en una època relativament recent (a escala còsmica) i va fer arribar aquest isòtop fins a la Terra. El ^{60}Fe té un període de semidesintegració de 2,6 milions d'anys.

a) Si hi hagués hagut ^{60}Fe quan la Terra es va formar, fa 4 400 milions d'anys, quin percentatge d'aquest ^{60}Fe primordial quedaria ara? Si el ^{60}Fe es va originar en l'explosió d'una supernova fa 13 milions d'anys, quin percentatge d'aquest ^{60}Fe hauria de quedar encara?

b) El ^{60}Fe es transforma, mitjançant una desintegració β^-, en un isòtop de cobalt (Co) de vida breu, el qual torna a patir una nova desintegració β^- i produeix un isòtop estable de níquel (Ni). Escriviu les equacions nuclears de les dues desintegracions, incloent-hi els antineutrins.

DADA: Nombre atòmic del ferro (Fe): 26.

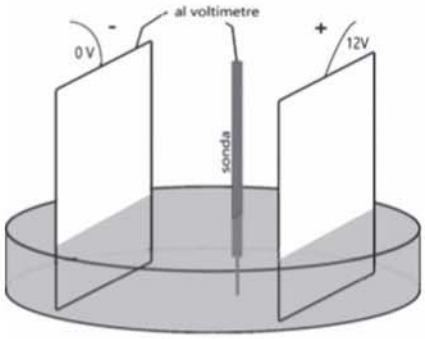
OPCIÓ B

P3) L'agulla d'una màquina de cosir oscil·la amb un desplaçament vertical de 15 mm d'un extrem a l'altre. En les especificacions del fabricant, s'indica que l'agulla fa 1 200 puntades per minut. Suposeu que l'agulla descriu un moviment harmònic simple.

a) Escriviu l'equació del moviment i representeu la gràfica posició-temps durant dos períodes, suposant que a l'instant inicial l'agulla es troba en la posició més alta.

b) Calculeu la velocitat i l'acceleració màximes de l'agulla.

P4) En una càpsula de Petri plena d'aigua destil·lada hem submergit dues plaques metàl·liques paral·leles connectades a una diferència de potencial de 12,0 V, tal com mostra la figura. Les dues plaques estan separades per una distància de 6,00 cm. Amb un voltímetre, explorem la diferència de potencial entre la placa negativa i diferents punts de la regió intermèdia.



a) Calculeu el camp elèctric (suposant que és uniforme) entre les dues plaques, i indiqueu-ne també la direcció i el sentit. Feu un dibuix en què representeu, de manera aproximada, les superfícies equipotencials que espereu trobar a la regió compresa entre les dues plaques i indiqueu el valor del potencial en cadascuna de les superfícies representades.

b) Amb la sonda, tal com veiem a la figura, el voltímetre indica 7,0 V. Calculeu el treball que hauria de fer una força externa per a desplaçar una càrrega positiva de 0,1 μC des d'aquest punt fins a la placa positiva.

P5) El període de semidesintegració d'un nucli radioactiu és de 600 s. Disposem d'una mostra que inicialment té 10^{10} d'aquests nuclis.

a) Calculeu la constant de desintegració i el nombre de nuclis que queden després d'una hora.

b) Calculeu l'activitat de la mostra dues hores després de l'instant inicial.

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

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) A finals de l'any 1933, a la Universitat de Stanford (EUA), Fritz Zwicky i Walter Baade van proposar per primera vegada l'existència de les estrelles de neutrons. Aquestes estrelles, formades només per neutrons, es poden originar després de l'explosió d'una supernova. Els neutrons que les formen són el resultat de la fusió de protons i electrons, provocada per la compressió que exerceix el camp gravitatori d'aquestes estrelles. Per a una estrella de neutrons determinada que té una massa de $2{,}9 \times 10^{30}$ kg i un radi de 10 km, calculeu:

a) El mòdul de la intensitat de camp gravitatori que l'estrella de neutrons crea a la seva pròpia superfície.

b) La velocitat mínima que hem de donar a un coet en el moment del llançament des de la superfície de l'estrella perquè es pugui escapar de l'atracció d'aquesta (ignoreu els possibles efectes relativistes). Demostreu l'expressió utilitzada per a fer el càlcul i feu esment del principi de conservació en què us baseu.

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

P2) Un remer assegut a la seva barca, de comportament estacionari respecte a l'aigua, observa que les crestes de les ones passen per la proa cada 4,00 s, que l'amplitud de les crestes és de 0,30 m i que la distància entre dues crestes és de 9,00 m.

a) Calculeu la velocitat de propagació de les ones. Determineu l'equació de l'ona suposant que la fase inicial és zero.

b) En un instant donat, calculeu la diferència de fase entre dos punts que disten 4,00 m l'un de l'altre.

Convocatòria 2017

OPCIÓ A

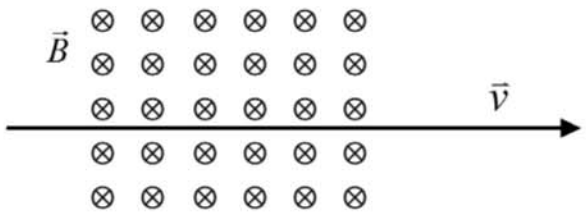
P3) Per a fer observacions, els microscopis òptics fan servir fotons i els microscopis electrònics utilitzen electrons. El poder de resolució d'un microscopi és la capacitat que té per a diferenciar com a punts separats dos punts molt propers i està determinat (en part) per la longitud d'ona de la radiació emprada, de tal manera que com més petita és la longitud d'ona de la radiació, més gran és la resolució del microscopi.

a) Calculeu l'energia dels fotons utilitzats en un microscopi òptic de llum visible de 400 nm de longitud d'ona. Quina és la quantitat de moviment d'aquests fotons?

b) Fem servir un microscopi electrònic en què els electrons que ens permeten fer l'observació són accelerats per una diferència de potencial, de manera que assoleixen una quantitat de moviment de $3{,}31 \times 10^{-25}\ \text{kg m s}^{-1}$. Calculeu la relació que hi ha entre el poder de resolució d'aquest microscopi electrònic i el del microscopi òptic de l'apartat anterior. Quin dels dos microscopis té més poder de resolució?

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

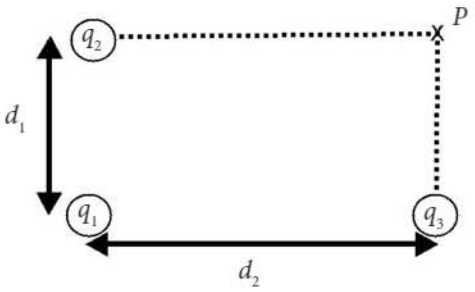
P4) En un selector de velocitats, un camp elèctric i un camp magnètic formen un angle de 90° entre si. El selector deixa passar ions de He^{+} amb una velocitat de $3{,}20 \times 10^{5}\ \text{m s}^{-1}$, que no es desvien de la trajectòria rectilínia inicial. El camp elèctric té un mòdul de $2{,}00 \times 10^{5}\ \text{N C}^{-1}$. La disposició del camp magnètic i la velocitat són els que es veuen en la figura.



a) Indiqueu, d'una manera justificada, la direcció i el sentit del camp elèctric i de la força magnètica que actua sobre un ió He^{+} amb una càrrega d'$1{,}60 \times 10^{-19}$ C. Calculeu també el mòdul del camp magnètic en aquest dispositiu.

b) Calculeu el radi de l'òrbita que descriu un ió He^{+} si només hi actua el camp magnètic. La massa d'aquests ions és de $6{,}68 \times 10^{-27}$ kg.

P5) Tres càrregues elèctriques $q_1 = 1{,}00\ \mu C$, $q_2 = 3{,}00\ \mu C$ i $q_3 = 12{,}00\ \mu C$ estan fixades en tres dels vèrtexs del rectangle, tal com es veu en la figura. La distància d_1 és de 2,00 m i la distància d_2 és de 4,00 m.



a) Representeu en un esquema les forces elèctriques que actuen sobre la càrrega q_1 per efecte de les altres dues càrregues. Representeu-hi també la força total i calculeu-ne el mòdul.

b) Calculeu el potencial elèctric en el punt *P* i l'energia potencial de la distribució de les tres càrregues.

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

OPCIÓ B

P3) La desintegració del tori, ^{232}Th, fins a arribar al plom, ^{208}Pb, passa per diferents isòtops i elements: $^{228}_{88}$Ra, $^{228}_{89}$Ac, $^{228}_{90}$Th, $^{224}_{88}$Ra, $^{220}_{86}$Rn, $^{216}_{84}$Po, $^{212}_{82}$Pb, $^{212}_{83}$Bi, $^{212}_{84}$Po i $^{208}_{82}$Pb.

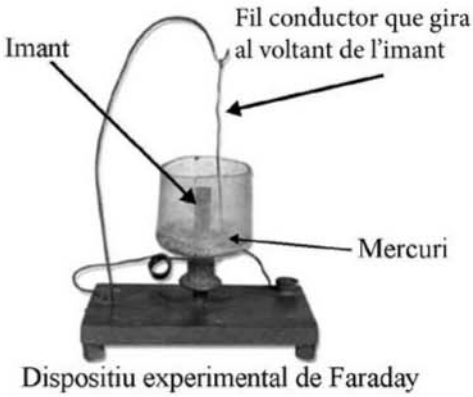
a) Completeu les reaccions que permeten arribar al ^{208}Pb a partir del ^{232}Th.

b) Tenint en compte que el període de semidesintegració del ^{232}Th és d'$1{,}4 \times 10^{10}$ anys, quin tant per cent de ^{232}Th roman sense desintegrar-se al cap de $2{,}0 \times 10^{10}$ anys?

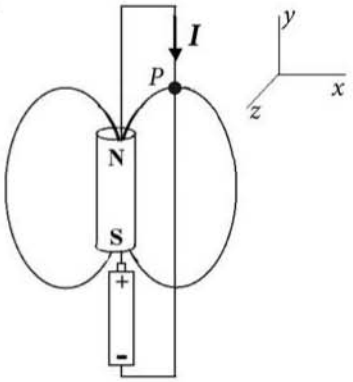
P4) De les dues imatges de sota, la figura de l'esquerra mostra un dels dispositius experimentals que Faraday va construir l'any 1821 i que es considera el primer motor elèctric. L'esquema de la dreta representa un circuit equiparable format per una pila, un imant i un conductor que gira al voltant de l'imant. També hi ha representada una línia de camp que té un vector de camp magnètic $\vec{B}$ perpendicular al fil en el punt *P*.

a) Representeu el vector de camp magnètic en el punt *P*. Indiqueu i justifiqueu el sentit de gir del fil.

b) Calculeu el mòdul de la força magnètica que actua sobre 1 cm del conductor centrat en el punt *P*, suposant que en aquest segment el camp és constant, amb el mòdul igual a 0,1 T i la intensitat de corrent igual a 10 A.



Dispositiu experimental de Faraday



P5) En el model clàssic de l'àtom d'hidrogen, l'electró gira al voltant del protó en una òrbita circular de radi $r = 53$ pm.

a) Calculeu el mòdul de la força elèctrica que actua sobre l'electró. Representeu aquesta força en dos punts de l'òrbita amb una separació angular de 90°. Calculeu el mòdul del camp elèctric que crea el protó en un punt de la trajectòria de l'electró.

b) Calculeu l'energia mecànica d'aquest sistema, que consta d'un protó i un electró girant al seu voltant. Expresseu el resultat en eV.

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

Càrrega de l'electró, $q_{\text{electró}} = -1{,}6 \times 10^{-19}$ C.
Càrrega del protó, $q_{\text{protó}} = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C.
Massa de l'electró, $m_{\text{electró}} = 9{,}11 \times 10^{-31}$ kg.
$1\ \mathrm{eV} = 1{,}60 \times 10^{-19}$ J.