

Física

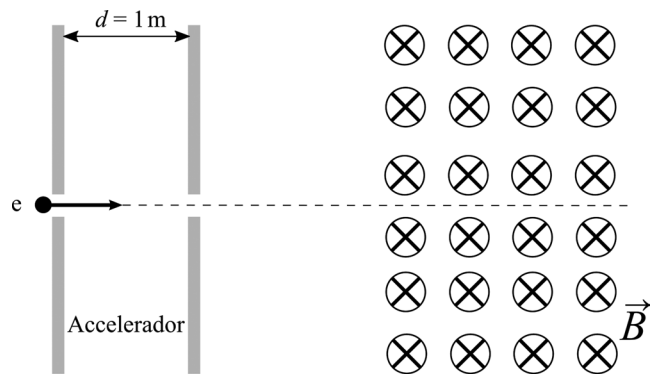
Sèrie 1

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) El sincrotró Alba és una instal·lació de recerca que utilitza llum generada per electrons accelerats per a analitzar les propietats i l'estructura de la matèria. Les principals qualitats d'aquesta radiació són un ampli espectre, una intensitat elevada i una brillantor extraordinària. Per a accelerar els electrons s'utilitzen camps elèctrics i magnètics. L'esquema mostra un model



molt simplificat de funcionament: al començament del procés es generen electrons que s'acceleren en un accelerador lineal mitjançant un camp elèctric que suposarem uniforme al llarg de la zona d'acceleració, la qual té una longitud $d = 1,00$ m.

L'energia cinètica inicial dels electrons és zero, però quan surten de l'accelerador és d'1,00 keV.

a) Calculeu la intensitat del camp elèctric dins de l'accelerador i dibuixeu com són les línies de camp en aquesta regió.

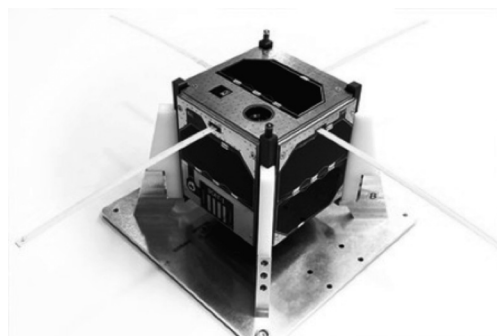
[1 punt]

b) Un cop els electrons han estat accelerats, se'ls condueix a l'anell de propulsió. Per a guiar els electrons al llarg de l'anell s'utilitzen camps magnètics. En l'esquema es mostra el primer camp magnètic que troben els electrons quan surten de l'accelerador lineal i entren a l'anell de propulsió. Si en aquesta regió no hi ha camp elèctric i el camp magnètic és de 0,15 T, calculeu la magnitud de la força que actuarà sobre l'electró. Quin tipus de trajectòria descriurà l'electró en aquesta regió? Justifiqueu la resposta.

[1 punt]

DADES: $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$ kg.
 $|e| = 1,602 \times 10^{-19}$ C.
 $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19}$ J.

- P2)** El 29 de novembre de 2018, el nanosatèl·lit *CubeCat-1*, desenvolupat per estudiants i investigadors de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), es va llançar a l'espai des de la base espacial de Sriharikota, a la costa est de l'Índia, dins d'un coet de l'agència espacial índia ISRO.



FONT: <https://www.upc.edu>.

El *CubeCat-1* té una massa d'1,30 kg i orbita a 530 km de la superfície de la Terra.

- a)** Calculeu el període orbital del *CubeCat-1* i indiqueu el nombre de voltes completes que fa cada dia al voltant de la Terra.

[1 punt]

- b)** Quin és el pes del nanosatèl·lit en la seva òrbita?

[1 punt]

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

$M_{\text{Terra}} = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$.

$R_{\text{Terra}} = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$.

OPCIÓ A

- P3)** Un astronauta que és a l'espai vol mesurar la seva massa. Per fer-ho, s'asseu i es lliga a una cadira de 2,00 kg de massa que està unida a una molla de constant elàstica $k = 320 \text{ N m}^{-1}$. L'astronauta s'impulsa i triga 62,8 s a fer 20 oscil·lacions completes.

- a)** Quina és la massa de l'astronauta?

[1 punt]

- b)** Posteriorment aquest astronauta arriba a la Lluna, on fa oscil·lar un pèndol simple d'1,00 kg de massa i 1,50 m de longitud. Aquest pèndol triga 2 min i 1 s a fer 20 oscil·lacions completes. Quina és la intensitat del camp gravitatori a la superfície de la Lluna? Quina és la massa de la Lluna?

[1 punt]

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

$R_{\text{Lluna}} = 1,737 \times 10^6 \text{ m}$.

El període d'oscil·lació d'un pèndol de longitud L és $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$.

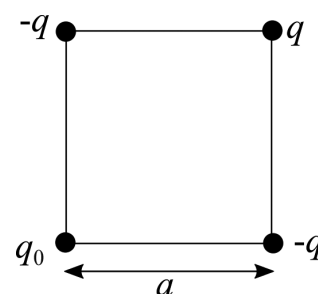
- P4)** Hem situat una partícula puntual amb una càrrega $q = 10 \mu\text{C}$ i dues partícules puntuals amb una càrrega $-q$ als vèrtexs d'un quadrat de costat $a = 1,50 \text{ cm}$ tal com s'indica en la figura.

- a)** Quin és el valor de la càrrega puntual q_0 situada al quart vèrtex si la força elèctrica sobre la càrrega q és nul·la?

[1 punt]

- b)** Quin treball haurem de fer per a portar una càrrega puntual de $0,50 \mu\text{C}$ des d'una distància molt gran fins al centre del quadrat?

[1 punt]



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

NOTA: Suposeu que les velocitats inicial i final de la càrrega que portem fins al centre del quadrat són nul·les.

P5) El Reactor Experimental Termonuclear Internacional (International Thermonuclear Experimental Reactor, ITER) és el primer projecte que estudia la possibilitat de produir energia per fusió nuclear. De totes les reaccions de fusió possibles, la reacció entre el deuteri i el triti (dos isòtops de l'hidrogen) és la més factible amb la tecnologia actual. Aquesta fusió dona ${}^4_2\text{He}$ i un neutró.

a) A partir de les dades, digueu quants protons i quants neutrons tenen el deuteri, el triti i el ${}^4_2\text{He}$. Escriviu l'equació nuclear que correspon a aquest procés de fusió.

[1 punt]

b) Calculeu l'energia que s'allibera en la reacció de fusió anterior.

[1 punt]

DADES: $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$.

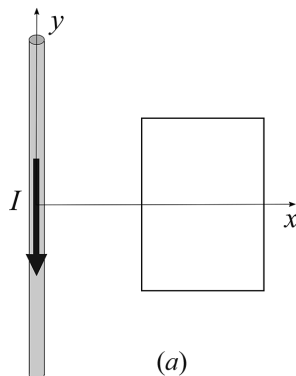
$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

Masses (en kg):

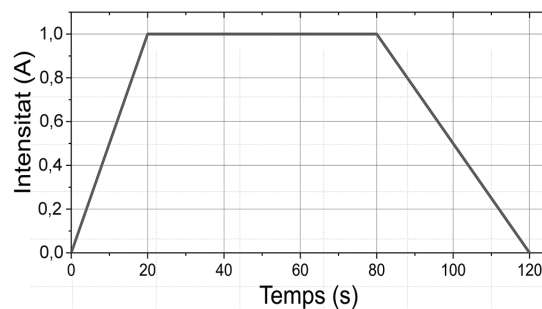
${}^1_0\text{n}$ (neutró)	${}^4_2\text{He}$ (heli)	${}^2_1\text{H}$ (deuteri)	${}^3_1\text{H}$ (triti)
$1,674\,927 \times 10^{-27}$	$6,644\,657 \times 10^{-27}$	$3,343\,584 \times 10^{-27}$	$5,007\,357 \times 10^{-27}$

OPCIÓ B

P3) Una espira rectangular i conductora es troba a prop d'un fil conductor rectilini infinit pel qual circula una intensitat de corrent I cap avall, tal com es mostra en la figura *a*.



(a)



(b)

a) Representeu el sentit i la direcció del camp magnètic creat pel fil conductor en la regió plana delimitada per l'espira. Aquest camp magnètic és uniforme en la regió delimitada per l'espira? Justifiqueu la resposta.

[1 punt]

b) El fil conductor i l'espira no es mouen, però la intensitat del corrent que circula pel conductor varia amb el temps, tal com indica la gràfica (figura *b*). Argumenteu si s'indueix o no corrent en l'espira en els intervals de temps següents: de 0 a 20 s, de 20 a 80 s i de 80 a 120 s. En quin d'aquests tres intervals de temps la intensitat del corrent induït és més gran? Justifiqueu la resposta.

[1 punt]

- P4)** La longitud de la corda d'un violoncel és de 70 cm i la velocitat de propagació de les ones en aquesta corda és de 308 m s^{-1} . Per al tercer harmònic:
- a)** Representeu esquemàticament l'ona estacionària d'aquest harmònic i indiqueu-hi tots els nodes i tots els ventres. Calculeu la longitud d'ona. Quina és la distància entre dos nodes consecutius?
[1 punt]
 - b)** Suposant que la corda està en posició horitzontal, calculeu, per a un ventre, el temps que triga la posició vertical a passar del seu valor màxim al valor mínim (del punt més alt al punt més baix).
[1 punt]

- P5)** Quan s'illumina una superfície metàl·lica amb una radiació ultraviolada $\lambda = 300 \text{ nm}$, el metall emet electrons amb una energia cinètica tan gran que, per a frenar-los (anular el corrent), cal aplicar-hi un potencial de frenada d'1,04 V.
- a)** Calculeu l'energia dels fotons incidents i el treball d'extracció (o funció de treball) d'aquest metall.
[1 punt]
 - b)** A partir del balanç d'energia de l'efecte fotoelèctric, trobeu l'expressió de la velocitat màxima dels fotoelectrons emesos en funció de la massa dels electrons (m), la constant de Planck, la velocitat de la llum, la longitud d'ona de la llum incident i el treball d'extracció (W_e).
[1 punt]

DADES: $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$.
 $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.
 $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$.



Institut
d'Estudis
Catalans