

EXERCICIS SELECTIVITAT
JUNY 2018 A JUNY 2019

Física en context
Batxillerat








cesire*
cdec



Generalitat de Catalunya
Departament
d'Ensenyament

CURS 2019-20

Índex

Introducció.....	3
Unitat 6. Música i so 	4
Juny 2018.....	4
Setembre 2018	6
Juny 2019.....	7
Unitat 7. Planetes i estrelles 	8
Juny 2018.....	8
Setembre 2018	9
Juny 2019.....	10
Unitat 8. Un viatge al·lucinant 	12
Juny 2018.....	12
Setembre 2018	13
Juny 2019.....	14
Unitat 9. Trens 	16
Juny 2018.....	16
Setembre 2018	18
Juny 2019.....	20
Unitat 10. Acceleradors de partícules 	23
Juny 2018.....	23
Setembre 2018	24
Juny 2019.....	26

Introducció

Aquest dossier reuneix, classificats per temes, els exercicis, les solucions i les pautes d'avaluació dels exàmens de selectivitat des del curs 2017-2018.

Aquesta informació també la podeu trobar en l'espai web

http://universitats.gencat.cat/ca/pau/model_examens/

En el web <https://selecat.cat> trobareu també els enunciats i solucions de física i de tota la resta de matèries des de l'any 2000.

Observacions.

- Cal llegir atentament els enunciats. Sovint pot haver-hi dades innecessàries en l'enunciat. Si entenem bé la física, una lectura acurada ens permetrà veure quines són les **dades rellevants** per a resoldre l'exercici.
- Cal establir un sistema de referència clar. Un dibuix esquemàtic de la situació pot ser molt útil.
- Els canvis d'unitats els realitzarem sempre per **factors de conversió**. Qualsevol resultat (encara que sigui un resultat parcial) o mesura ha d'anar acompanyat de la seva **unitat**.
- Els resultats han de tenir les xifres significatives adequades, que vindran fixades per les dades que dona l'enunciat del problema
- És important parar-se a analitzar els resultats obtinguts. Cal que siguin **coherents!!!**

Unitat 6. Música i so

Juny 2018

1. 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.
- Determineu la velocitat i l'acceleració inicials del vaixell.

Solució: $1 \sin(0,50t + \pi/2)$ (m)

Solució: $0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $-2,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

2. Un gos borda amb una potència de 2,00 mW.

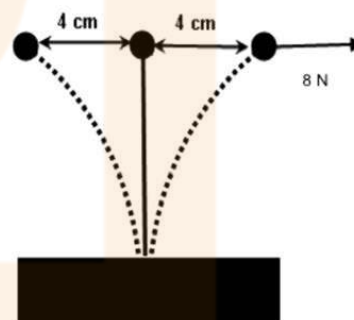
- Si aquest so es distribueix uniformement per l'espai, quin és el nivell d'intensitat sonora (en dB) a una distància de 5,00 m?
- Si en comptes d'un gos, fossin dos gossos bordant alhora, quin seria el nivell d'intensitat sonora?

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

Solució: 68,0 dB

Solució: 71,0 dB

3. 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.



Suposeu que aquest desplaçament és rectilini i horitzontal, com mostra la figura, i que la força recuperadora de la vareta obeeix la llei de Hooke.

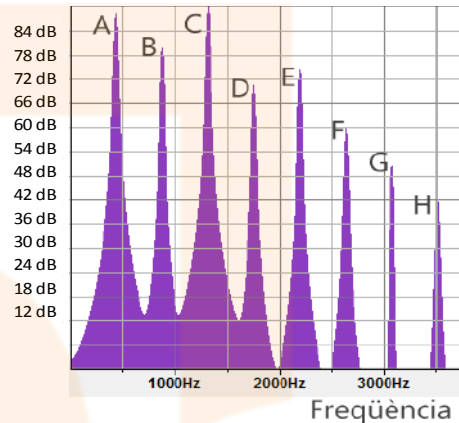
- Calculeu la constant elàstica k . Deduïu, a partir de la segona llei de Newton, la fórmula per a obtenir la freqüència d'oscil·lació i calculeu el període d'oscil·lació.

- b) Deduïu, a partir de l'equació del moviment harmònic simple (MHS), la fórmula per a obtenir l'acceleració màxima i calculeu-la en aquest cas.

Solució: $200 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$; 0.24 s

Solució: $26,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

4. 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.



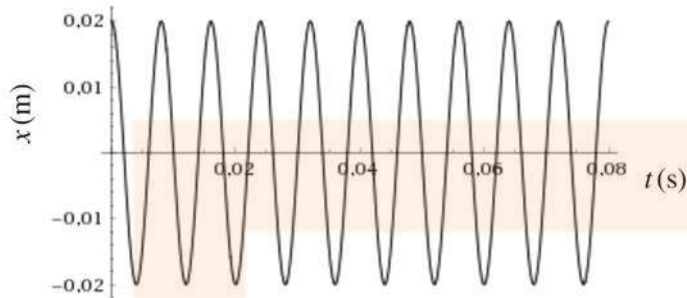
- a) Digueu si el so produït per l'instrument musical és un to pur o bé és un so complex i justifiqueu la resposta. Indiqueu quin és el pic que correspon a la freqüència fonamental i quina és aquesta freqüència. Indiqueu també a quina freqüència s'espera trobar el pic següent (pic I), que no ha cabut a la figura.
- 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?

Solució: 3960 Hz

Solució: unes 500 vegades

Setembre 2018

5. La figura mostra la gràfica posició-temps d'un objecte que descriu un moviment harmònic simple (MHS).



- a) Determineu l'amplitud i la freqüència i escriviu l'equació del moviment $x(t)$, incloent-hi totes les unitats. Representeu la gràfica $x-t$ d'un moviment harmònic simple (MHS) que tingui la mateixa amplitud però la meitat de freqüència (les escales dels eixos han d'estar indicades clarament).
- b) Les vibracions de l'objecte generen una ona sonora en el medi que l'envolta. Quins efectes sobre la freqüència i la longitud d'ona d'aquesta ona sonora tindran els canvis següents?
- i. L'ona es reflecteix en una superfície. [0,3 punts]
 - ii. L'ona passa de l'aire a l'aigua (on la velocitat del so és més gran).
 - iii. El focus sonor es posa en moviment en direcció a nosaltres.

Solució: 0,02 m; 125 Hz; $0,02 \text{ m} \sin(250\pi \text{ rad/s} + \pi/2 \text{ rad})$

Juny 2019

6. 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 $308 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. 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?
- 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).

Solució: 0,467 m; 0,233 m

Solució: $7,58 \cdot 10^{-4} \text{ s}$

7. 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 $2,00 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$, i amb el virus, aquesta freqüència va ser de $2,87 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

- a) Si suposem que el braç horitzontal sense el virus adherit es comporta com una molla amb una massa oscil·lant de $2,10 \cdot 10^{-16} \text{ g}$ lligada a un extrem, quina és la constant elàstica d'aquesta suposada molla?
- b) Partint de la mateixa suposició anterior sobre el comportament oscil·latori del sistema, calculeu la massa del virus.

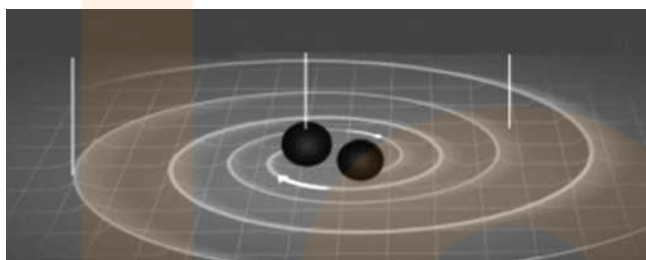
Solució: $3,32 \cdot 10^{13} \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$

Solució: $9,99 \cdot 10^{-18} \text{ kg}$

Unitat 7. Planetes i estrelles

Juny 2018

1. 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.

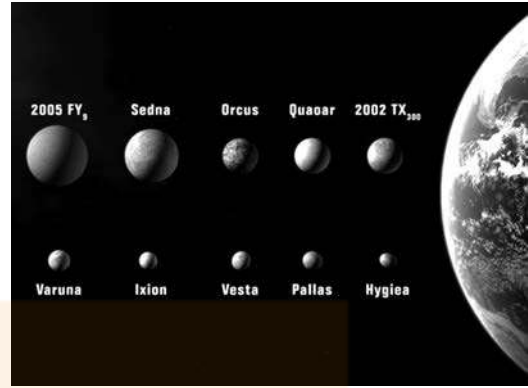
- a) L'any 1783, noranta-sis anys abans del naixement d'Einstein, l'astrònom John Michell (1724-1793) va publicar que un cos esfèric que tingués la mateixa densitat que el Sol i 500 vegades el radi d'aquest tindria una velocitat d'escapament, des de la seva superfície, superior a la velocitat de la llum.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

Dades: $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$. Massa del Sol, $M_S=1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$. Radi del Sol, $R_S = 6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$.

Solució: $2,49 \cdot 10^{38} \text{ kg}$; $3,09 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Solució: $1,37 \cdot 10^{-4} \text{ N}$ radial i cap al centre

2. 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



$6,41 \cdot 10^{20}$ kg, un radi de 459 km i un període orbital de 248 anys.

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

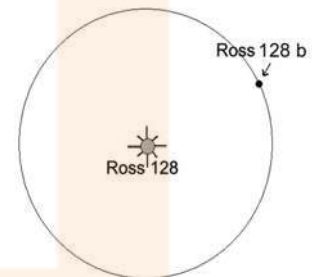
Dades: Radi orbital mitjà de la Terra = 1,00 UA. Període orbital de la Terra = 1,00 any. $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.

Solució: 39,5 UA

Solució: $4,32 \cdot 10^2 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; $0,203 \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

Setembre 2018

3. Un dels exoplanetes amb més possibilitats d'acollir vida és el Ross 128 b. Gira al voltant de l'estrella Ross 128 amb un període orbital de 9,9 dies, en una òrbita pràcticament circular de radi $7,42 \cdot 10^6$ km, i la seva massa és 1,35 vegades la massa de la Terra.



- Calculeu la massa de l'estrella Ross 128.
- Suposant que l'exoplaneta Ross 128 b tingui la mateixa densitat que la Terra, calculeu-ne el radi i el mòdul de la intensitat del camp gravitatori a la seva superfície.

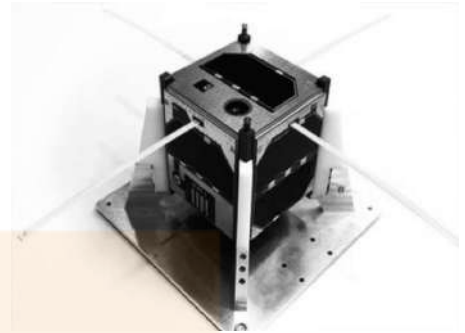
Dades: $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$. Massa de la Terra, $M_T=5,98 \cdot 10^{24}$ kg. Radi de la Terra, $R_T= 6,37 \cdot 10^6$ m.

Solució: $3,30 \cdot 10^{29}$ kg

Solució: $7,04 \cdot 10^6$ m; $10,9 \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

Juny 2019

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



Font 1: <https://www.upc.edu>

- a) Calculeu el període orbital del CubeCat-1 i indiqueu el nombre de voltes completes que fa cada dia al voltant de la Terra.
- b) Quin és el pes del nanosatèl·lit en la seva òrbita?

Dades: $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$. $M_{\text{Terra}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{kg}$. $R_{\text{Terra}} = 6,37 \cdot 10^6 \text{m}$.

Solució: 5700 s; 15 voltes

Solució: 10,9 N

5. Un astronauta que és a l'espai vol mesurar la seva massa. Per fer-ho, s'asseu i es lliga a una cadira de 2,00kg 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?
- b) Posteriorment aquest astronauta arriba a la Lluna, on fa oscil·lar un pèndol simple d'1,00 kg de massa i 1,50m de longitud. Aquest pèndol triga 2 min i 1s 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?

Dades: $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$. $R_{\text{Lluna}} = 1,737 \cdot 10^6 \text{m}$.

El període d'oscil·lació d'un pèndol de longitud L és

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Solució: 78 kg

Solució: $1,62 \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$; $7,32 \cdot 10^{22} \text{kg}$

6. 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.
- b) Determineu la massa del Sol emprant les dades que necessiteu de la taula següent:

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

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

Solució: $1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

Unitat 8. Un viatge al·lucinant

Juny 2018

1. El poloni, ^{210}Po , és un emissor natural de partícules α .
 - a) Escriviu la reacció de desintegració del ^{210}Po sabent que quan es desintegra genera un isòtop del plom (Pb).
 - b) Sabent que el període de semidesintegració del ^{210}Po és de 138 dies, quina quantitat de ^{210}Po queda en una mostra de 10,0 g després de 69 dies des de l'inici de l'activitat?

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

Solució: 7,07 g

2. 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.
 - b) El treball d'extracció (en eV) corresponent a aquest metall.

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

Solució: 4,14 eV

Solució: 2,12 eV

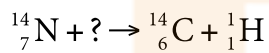
3. L'isòtop $^{99\text{m}}\text{Tc}$, tecneci metaestable, s'utilitza com a radiotraçador en medicina, i té un període de semidesintegració de 6 hores, un temps suficient perquè s'acumuli en l'òrgan que es vol estudiar sense que perdi gaire temps en l'organisme. Aquest isòtop és un emissor γ amb una 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 γ que es produeix.
 - 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?

Solució: 0,125 ng

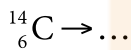
Setembre 2018

4. El carboni 14 (^{14}C) és un isòtop radioactiu que es produeix a les capes altes de la troposfera i de l'estratosfera. La datació de restes orgàniques es basa en la desintegració d'aquest isòtop, que passa als organismes a través de la cadena alimentària. La desintegració d'una mostra de ^{14}C produeix partícules β^- .

a) Completeu la reacció de formació del ^{14}C :



Completeu també la reacció de desintegració d'aquest isòtop:



- b) Quin percentatge quedarà del ^{14}C que tenia originalment una mòmia de 4000 anys d'antiguitat si sabem que el període de semidesintegració del ^{14}C és de 5730 anys?

Solució: 61,6%

5. Un material alcalí que pot emetre electrons per efecte fotoelèctric presenta una funció de treball d'1,30 eV. Sobre la superfície d'aquest material incideix llum groga amb una longitud d'ona de 500 nm.

- a) Quina freqüència i quina energia tenen els fotons de la llum groga?
 b) Quina energia cinètica, en eV, tindran els electrons extrets per aquesta llum groga?

Dades: Constant de Planck, $h=6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s. Massa de l'electró, $m_e=9,11 \cdot 10^{-31}$ kg. $1\text{eV}=1,60 \cdot 10^{-19}$ J. Velocitat de la llum, $c = 3,00 \cdot 10^8$ m·s $^{-1}$.

Solució: $6,0 \cdot 10^{14}$ Hz; $3,98 \cdot 10^{-19}$ J

Solució: 1,19 eV

Juny 2019

6. 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.
- b) Calculeu l'energia que s'allibera en la reacció de fusió anterior.

Dades: $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. $c=3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Masses (en kg):

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

Solució: $-2,82 \cdot 10^{12} \text{ J}$

7. Quan s'il·lumina 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.
- 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).

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

Solució: 4,14 eV; 3,10 eV

8.

- 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 lliard a partir, únicament, de la funció de treball (treball d'extracció) del metall i de constants universals.
- 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'emetràn i el potencial de frenada necessari per a aturar-los. [1 punt]

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

Solució: 0,375 eV; 0,375 V

Unitat 9. Trens

Juny 2018

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

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

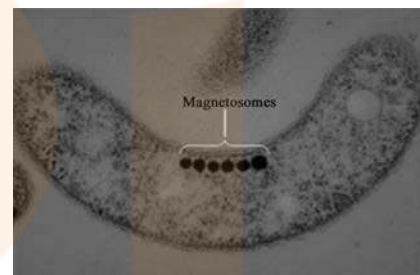
$$-1,60 \times 10^{-16} \vec{j} \text{ N}$$

Solució: $-1,60 \times 10^{-16} \vec{j} \text{ N}$

Solució: $-5,45 \times 10^{-6} \vec{k} \text{ T}$

2.

- 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 $5,00 \cdot 10^{-5} \text{ T}$. 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

- 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.



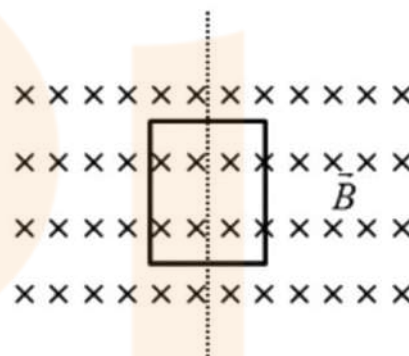
Nota: El mòdul del camp magnètic a una distància r d'un fil infinit pel qual circula una intensitat I és

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

Solució: 8,0 m

Solució: $4,00 \cdot 10^{-4}$ N

3. 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 $1,25 \cdot 10^{-2}$ T.

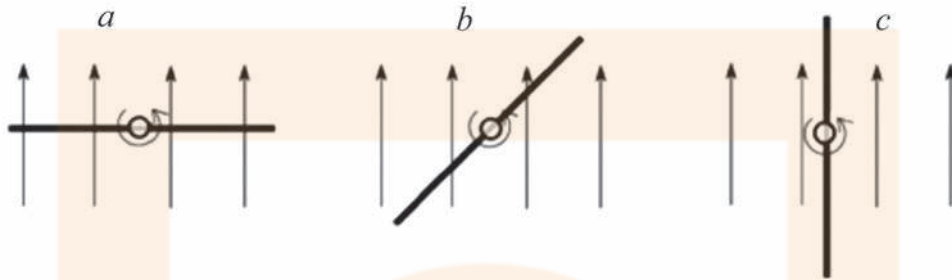


- a) Escriviu l'equació de la força electromotriu que es generarà a la bobina quan giri a un ritme constant de 10 voltes cada segon. Considereu que, en el temps inicial igual a zero, els vectors superfície i camp magnètic són paral·lels. Calculeu, per a $t = 1,28$ s, el valor de la força electromotriu 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]

Solució: $0,251 \sin 20\pi t$ V; 0,247 V

Solució: 0,251 V; 0,177 V

4. 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° entre cada situació i la següent.



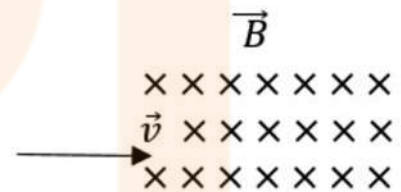
- a) Calculeu el flux magnètic en les situacions a, b i c.
 b) En quin dels tres instants la força electromotriu induïda en l'espira és zero? Calculeu la força electromotriu induïda en l'espira en cadascun dels altres dos instants.

Solució: $4,71 \cdot 10^{-4}$ Wb, $3,33 \cdot 10^{-4}$ Wb; 0 Wb

Solució: 0 V; 0,0105 V; 0,0148 V

Setembre 2018

5. Una partícula amb una càrrega $q = -1,60 \cdot 10^{-19}$ C i una massa $m = 1,70 \cdot 10^{-27}$ kg entra amb una velocitat en una regió de l'espai en la qual hi ha un camp magnètic uniforme $\vec{B} = -0,50 \vec{k}$ T. El radi de la trajectòria circular que descriu és $r = 0,30$ m.

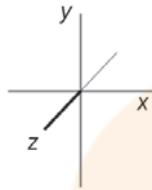


- a) Dibuixeu la força que fa el camp sobre la partícula en l'instant inicial i calculeu la velocitat v .
 b) Calculeu el període del moviment i la velocitat angular. Calculeu l'energia cinètica de la partícula en el moment que entra en el camp magnètic i també després de fer una volta completa.

Solució: $1,41 \cdot 10^7$ m·s⁻¹

Solució: $1,33 \cdot 10^{-7}$ s; $4,72 \cdot 10^7$ rad·s⁻¹; $1,69 \cdot 10^{-13}$ J

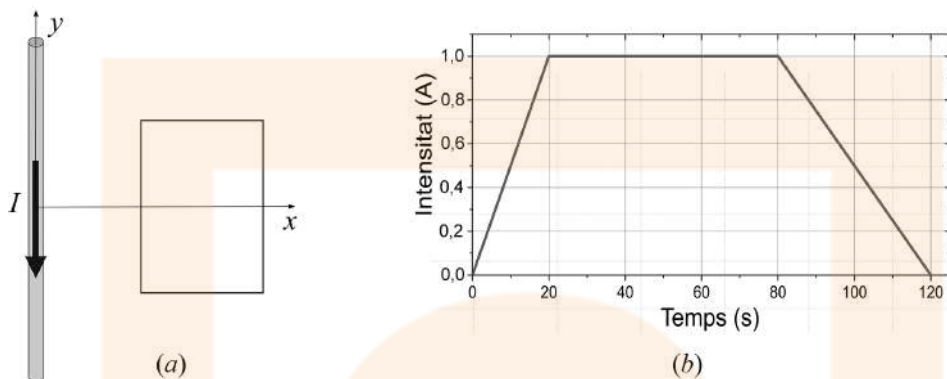
6. Tenim una espira quadrada de 5cm de costat. Un camp magnètic en direcció perpendicular al pla de l'espira varia en funció del temps segons l'equació $B_z(t) = B_{0z} \cos(\omega t)$, en què $B_{0z} = 5,0 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ i $\omega = 6,0 \cdot 10^8 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$.
- a) Escriviu l'expressió del flux magnètic a través de l'espira en funció del temps i calculeu-ne el valor màxim. Indiqueu explícitament totes les unitats que intervenen en l'equació.
- b) Escriviu l'expressió de la força electromotriu induïda a l'espira.



Solució: $1,25 \cdot 10^{-8} \cos(6 \cdot 10^8 t) \text{ Wb}$
Solució: $7,5 \sin(6 \cdot 10^8 t) \text{ V}$

Juny 2019

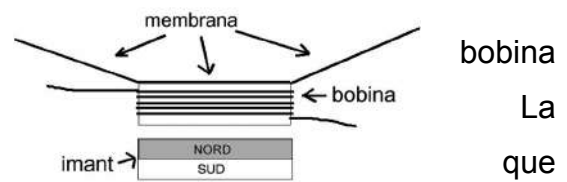
7. Una espira rectangular i conductora es troba a prop d'un fil conductor rectilini infinit pel qual circula una intensitat de corrent I cap avall, tal com es mostra en la figura a.



- a) 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]

8.

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

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

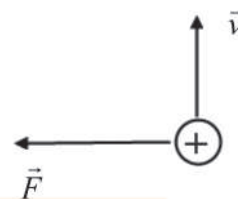
- b) Necessitem més força sobre la bobina i per aconseguir-ho cal que generi un camp magnètic més intens. Justifiqueu quin efecte tindria cada una de les modificacions següents sobre la intensitat del camp magnètic produït per la bobina:

- Un augment del nombre de voltes de la bobina.
- Un augment de la intensitat del corrent elèctric.

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

9.

- 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.

- b) Un protó que es mou a una velocitat de $5,00 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 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 $8,00 \cdot 10^{-14} \text{ N}$. 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.

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

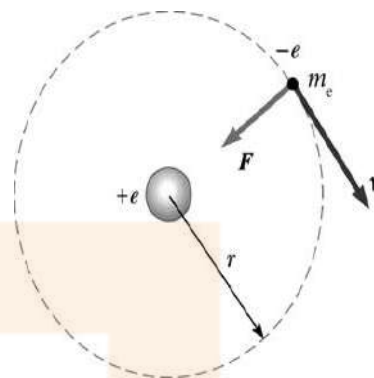
Solució: $2,11 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$

Solució: 1,00 T

Unitat 10. Acceleradors de partícules

Juny 2018

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



- Quin és el mòdul de la força elèctrica del protó sobre l'electró? Quina acceleració li provoca?
- Calculeu el potencial elèctric (en V) a la distància r del protó i l'energia potencial (en eV) de la distribució de càrregues.

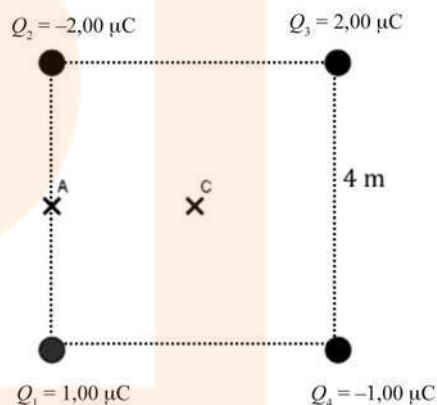
Dades: Massa de l'electró, $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg. Càrrega elemental, $e = 1,60 \cdot 10^{-19}$ C. $1\text{eV} = 1,60 \cdot 10^{-19}$ J.

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

Solució: $8,19 \cdot 10^{-8}$ N; $9,00 \cdot 10^{22}$ m·s⁻²

Solució: 27,1 V; -27,1 eV

2. 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. [
- Calculeu la diferència de potencial entre els punts A i C.

Dada:

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

Solució: $-1589,2 \vec{i} \text{ NC}^{-1}$

Solució: -2,48 · 10³ V

3. Un electró és projectat a l'interior d'un camp elèctric uniforme $\vec{E} = -2000 \vec{j} \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$ amb una velocitat inicial $\vec{v}_0 = 10^6 \vec{i} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 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
- b) Quant s'haurà desviat verticalment l'electró quan hagi recorregut 1,0 cm en la direcció x?

Dades: càrrega electró, $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Massa electró, $m_e = 9,10 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

Solució: $3,6 \cdot 10^{13}$ vegades

Solució: 1,76 cm

Setembre 2018

4. A prop de la Lluna hi ha un camp elèctric que, en la cara il·luminada, està dirigit cap a l'exterior de la Lluna i, en la cara fosca, cap al centre. Tot i que a la Lluna no hi ha atmosfera, aquests camps elèctrics poden



mantenir partícules de pols en suspensió. A la superfície de la cara il·luminada, el mòdul del camp és $10 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$, mentre que a la superfície de la cara fosca és $1,0 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$.

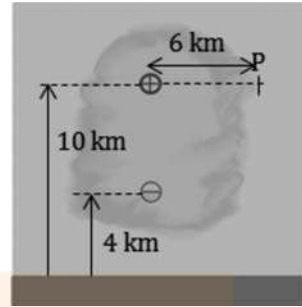
- a) Calculeu la relació q/m (càrrega elèctrica/massa) que ha de tenir una partícula de pols situada a la cara il·luminada de la Lluna perquè es trobi en situació d'equilibri de forces. Explíciteu el signe que ha de tenir la càrrega elèctrica
- b) Considereu una partícula amb una càrrega $q = +10 \text{ nC}$ i una massa $m = 0,020 \text{ mg}$ situada a la cara fosca de la Lluna. Calculeu la força total que actua sobre la partícula i el temps que tardarà a recórrer 10 metres partint del repòs.

Dada: $g \text{ (Lluna)} = 1,62 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Solució: 0,162 C/kg; positiva

Solució: $4,2 \cdot 10^{-8} \text{ N}$ dirigida cap al centre de la Lluna; 3,07 s

5. Un model simplificat de distribució de càrregues elèctriques a l'interior d'un núvol es pot aproximar a dues càrregues puntuals situades a diferents altures. La figura mostra aquesta distribució aproximada, que consta d'una càrrega de +40 C situada a 10 km d'altura i una càrrega de -30 C situada a 4 km d'altura.



- a) Calculeu el vector camp elèctric que crea el núvol en el punt P que s'indica a la figura.
- b) Calculeu l'energia potencial electrostàtica emmagatzemada en el núvol.

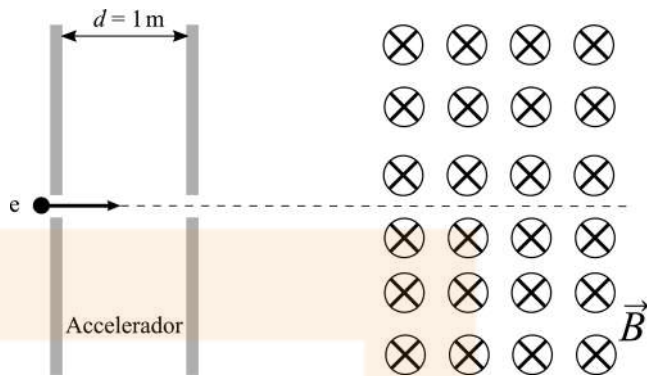
DADA: $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9,0 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$.

Solució: $(7,35 \times 10^3 \vec{i} - 2,65 \times 10^3 \vec{j}) \text{ NC}^{-1}$

Solució: $-1,8 \cdot 10^9 \text{ J}$

Juny 2019

6. 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.

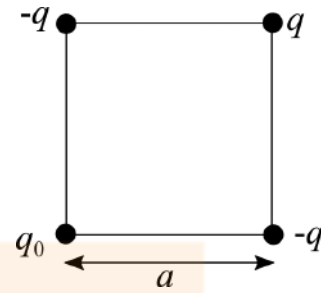
- Calculeu la intensitat del camp elèctric dins de l'accelerador i dibuixeu com són les línies de camp en aquesta regió.
- Un cop els electrons han estat accelerats, se'ls condueix a l'anell de propulsió. Per a guiar els electrons al llarg de l'anell s'utilitzen camps magnètics. En l'esquema es mostra 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.

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

Solució: $1000 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$

Solució: $4,51 \cdot 10^{-13} \text{ N}$

7. 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?
- 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?

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.

Solució: $28,3 \mu\text{C}$

Solució: $7,75 \text{ J}$

8. 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 $150 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ 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.)
- 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.)

Dades: Radi de la Terra, $R_T = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$. Càrrega de l'electró, $q_e = -1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Densitat de l'aigua, $\rho_{\text{aigua}} = 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

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

Solució: $6,83 \cdot 10^5 \text{ C}$

Solució: 10^7 electrons

9. Un camp elèctric de més de $3,00 \cdot 10^6 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ 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.



- a) 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.
- 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.

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

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

Solució: 3000 V

Solució: $6,92 \cdot 10^{-18} \text{ J}$