Física

Camp elèctric

Exercicis · 92 exercicis

Proves d'accés a la universitat (PAU) de Catalunya. Ordenats del més recent al més antic.
Retalls dels exàmens i pautes oficials (selecat.cat / universitats.gencat.cat).

Exercici 2. Camps electromagnètics

[2,5 punts en total]

Puntuació total de l'exercici 2	

Trieu UNA de les dues opcions (A o B) i responeu als apartats corresponents. **Indiqueu a la portada de l'examen l'opció escollida**.

OPCIÓ A

Una càrrega puntual $q_A = -2{,}00\ \mu C$ se situa a l'origen de coordenades, i una càrrega puntual $q_B = -4{,}00\ \mu C$ se situa a la posició $x = 1{,}00$ m i $y = 0{,}00$ m.

2.1. Representeu les dues càrregues a la quadrícula (pla xy). Dibuixeu-hi també qualitativament (de manera aproximada) les línies del camp elèctric i les línies equipotencials generades per aquest sistema de dues càrregues.

[1,25 punts]

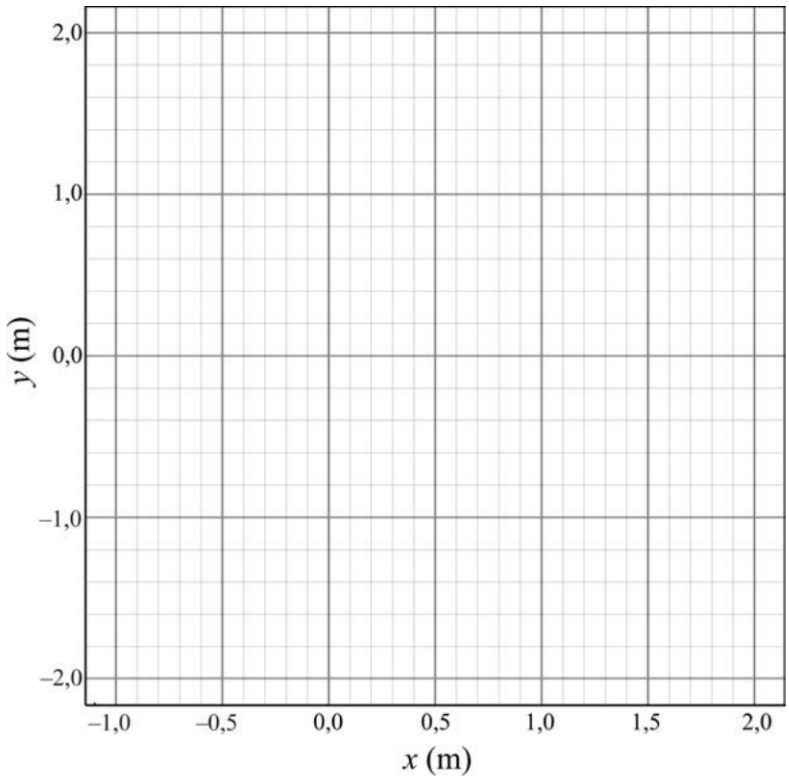
Puntuació de l'apartat 2.1	

2.2. En quin punt de l'eix x s'ha de situar una tercera càrrega, $q_C = -8{,}00\ \mu C$, perquè la força elèctrica total sobre q_C sigui nul·la? Calculeu el treball que fa el camp elèctric quan la càrrega q_C es mou de la posició inicial que heu calculat fins a un punt equidistant de q_A i q_B situat a l'eix x. Interpreteu el signe del resultat obtingut.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 2.2	

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



Exercici 2. Camps electromagnètics

[2,5 punts en total]

Puntuació total de l'exercici 2	

Els raigs X es generen mitjançant un tub on s'ha fet el buit i que conté dues plaques de tungstè. La placa negativa (càtode) s'escalfa i emet electrons, els quals són accelerats cap a la placa positiva (ànode). En xocar contra aquesta altra placa, els electrons s'aturen bruscament i es generen els raigs X.

2.1. La diferència de potencial entre dues plaques d'un tub de raigs X és de 70,0 kV i la separació entre elles és de 2,00 cm. Calculeu el mòdul del camp elèctric (suposeu que és constant i uniforme entre les plaques) i, tot seguit, el mòdul de la força elèctrica que experimenta un electró dins del tub. A la figura adjunta, representeu el camp elèctric entre plaques i la força elèctrica que actua sobre l'electró.

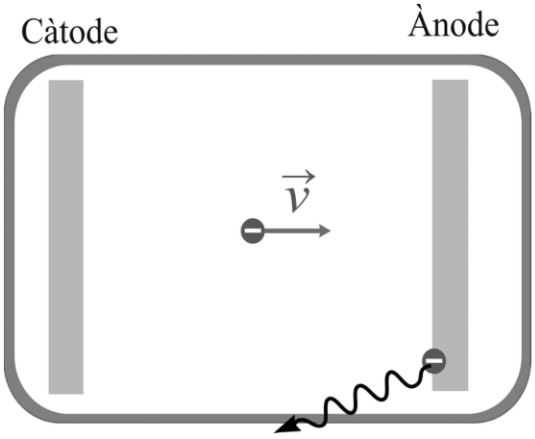
[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 2.1	

2.2. Determineu l'energia cinètica i la velocitat d'un electró quan arriba a l'ànode, suposant que parteix del repòs des del càtode. A continuació, sabent que en el xoc amb l'ànode l'electró perd part de la seva energia, que es transforma en un fotó de raigs X amb una longitud d'ona d'1,00 nm, calculeu l'energia d'aquest fotó i la nova velocitat de l'electró després de l'emissió.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 2.2	



DADES: $|e| = 1{,}602 \times 10^{-19}$ C.
$m_e = 9{,}11 \times 10^{-31}$ kg.
$c = 3{,}00 \times 10^{8}$ m s^{-1}.
$h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J s.

NOTA: Negligiu els efectes del camp magnètic terrestre i els efectes relativistes.

OPCIÓ B

El model de l'àtom d'hidrogen de Bohr suposa que l'electró descriu una òrbita circular al voltant del protó i que el moment angular de l'òrbita és un múltiple enter de la constant de Planck $L = n \cdot \frac{h}{2\pi}$, on n és un nombre natural.

a) Demostreu que el moment angular s'expressa com $L = e\sqrt{k \cdot m \cdot r}$, on e és la càrrega de l'electró, k és la constant de Coulomb, m és la massa de l'electró i r és el radi de l'òrbita. Trobeu l'expressió del radi de l'òrbita de l'electró en funció de h, n, k, m i e. Calculeu el radi per a $n = 1$.
[1,25 punts]

b) Suposant que el radi de l'òrbita per a $n = 1$ és 53 pm, calculeu les energies cinètica, potencial i mecànica clàssiques de l'electró.
[1,25 punts]

DADES: $|e| = 1{,}602 \times 10^{-19}$ C.

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 8{,}99 \times 10^{9}\ \text{N m}^2\ \text{C}^{-2}.$$

$m = 9{,}11 \times 10^{-31}$ kg.
$h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J s.

Exercici 2. Camps electromagnètics

Trieu UNA de les dues opcions (A o B) i responeu als apartats corresponents.

OPCIÓ A

L'experiment de Millikan va permetre determinar la càrrega de l'electró. El muntatge d'aquest experiment consta de dues plaques metàl·liques horitzontals, una sobre de l'altra, separades verticalment per una distància d i connectades a una font de potencial elèctric regulable. En l'espai que hi ha entre les plaques s'introdueixen algunes gotetes d'oli carregades negativament. L'experiment consisteix a crear un camp elèctric entre les plaques i aconseguir una posició d'equilibri de les gotetes d'oli contrarestant el seu pes.

a) Feu un esquema del dispositiu emprat per Millikan, dibuixant les forces que actuen sobre una gota d'oli esfèrica. Indiqueu i raoneu el signe de la càrrega que tindrà cada placa i la direcció i el sentit del camp elèctric generat per aquestes plaques.

Suposant que les plaques es connecten a un potencial elèctric de 2,00 kV i que la distància entre plaques és $d = 2{,}00$ cm, calculeu el camp elèctric creat entre plaques i dibuixeu-lo en el mateix esquema.

[1,25 punts]

b) Tenint en compte que la densitat de l'oli és de $923\ \text{kg m}^{-3}$ i que el radi d'una gota és d'1,08 μm, calculeu la càrrega d'una gota que es troba en equilibri. Quants electrons calen per a generar aquesta càrrega?

Què s'observaria si il·luminéssim la gota amb raigs ultraviolats i aquesta perdés un electró? Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

DADES: $|e| = 1{,}602 \times 10^{-19}$ C.
$m_e = 9{,}11 \times 10^{-31}$ kg.
$g = 9{,}8\ \text{m s}^{-2}$.

Volum d'una esfera: $\frac{4}{3}\pi r^3$.

P3) El Fun-Fly-Stick és un enginyós generador d'electricitat estàtica que funciona amb piles i que permet fer levitar objectes metàl·lics lleugers. Quan es prem el botó es genera una càrrega estàtica negativa a la vareta. Tocant l'objecte amb la vareta, part d'aquesta càrrega es transfereix a l'objecte de manera que tots dos queden carregats i l'objecte levita per sobre la vareta. (En fer els càlculs, considereu la vareta i l'objecte metàl·lic com si fossin càrregues puntuals.)



a) Suposem que, després de tocar l'objecte, la vareta i l'objecte tenen la mateixa càrrega. Feu un dibuix de la situació de la vareta i l'objecte metàl·lic levitant i dibuixeu les forces sobre l'objecte. Calculeu quina és la càrrega electroestàtica de l'objecte metàl·lic si aquest té una massa de 10 g i es troba a una distància de 55 cm de la vareta.
[1,25 punts]

b) Considereu ara una altra situació, en què tant la vareta com l'objecte metàl·lic estan carregats amb una càrrega $q = -2$ μC i separats a una distància de 60 cm. Calculeu el mòdul del camp elèctric al punt central de la línia que els uneix i el potencial elèctric en aquest punt. Determineu quin és el treball que haurà de fer una força externa per a portar un electró des de l'infinit fins a aquest punt central.
[1,25 punts]

DADES: Gravetat a la superfície de la Terra, $g = 9{,}8\ \text{m/s}^2$.
$|e| = 1{,}602 \times 10^{-19}\ \text{C}$.

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 8{,}99 \times 10^9\ \text{N m}^2\ \text{C}^{-2}.$$

6. PAU 2024 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 3

P3) La superfície de la Terra és principalment aigua que conté ions en dissolució i que li fan adquirir una càrrega neta negativa. Es pot considerar que la Terra té un camp elèctric en punts propers a la seva superfície amb un mòdul constant de 150 N/C.

a) Dibuixeu l'esfera terrestre i representeu-hi el camp elèctric al voltant de la superfície. Calculeu el valor de la càrrega total que produeix aquest camp elèctric. Per fer-ho, considereu que el camp elèctric creat per una superfície esfèrica carregada uniformement és igual al generat per tota la càrrega situada al centre de l'esfera.
[1,25 punts]

b) Calculeu el mòdul de la força elèctrica que produirà el camp elèctric sobre un electró lliure situat a la vora de la superfície de la Terra. Calculeu la massa que ha de tenir una gota esfèrica d'aigua amb una càrrega extra d'un sol electró perquè el seu pes es compensi amb la força elèctrica. Feu un esquema en què es mostrin les forces que actuen sobre la gota. Calculeu el diàmetre d'aquesta gota d'aigua.
[1,25 punts]

DADES: Radi de la Terra, $R_T = 6{,}37 \times 10^6$ m.
Densitat de l'aigua, $\rho = 10^3$ kg/m^3.
Massa de l'electró, $M_e = 9{,}11 \times 10^{-31}$ kg.
Superfície esfèrica: $4\pi r^2$.
Volum d'una esfera: $4/3\pi r^3$.
$|e| = 1{,}602 \times 10^{-19}$ C.

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 8{,}99 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}.$$

$g = 9{,}81$ m/s^2.

P2) En un laboratori s'ha fet l'experiment que es mostra a la figura 1. En una cubeta de plàstic transparent s'ha afegit aproximadament un centímetre d'aigua de l'aixeta, i s'han col·locat a banda i banda dues plaques conductores de coure separades a una distància de 20 cm. Les plaques s'han connectat a una font d'alimentació. A sota de la cubeta transparent hi ha un paper quadriculat que permet determinar les posicions (figura 1). A la placa connectada al terminal negatiu de la font d'alimentació s'hi ha connectat el terminal negatiu del voltímetre. El terminal positiu del voltímetre s'ha mogut per diferents punts de la quadrícula per a mesurar el potencial elèctric i el resultat s'indica a la taula de sota.

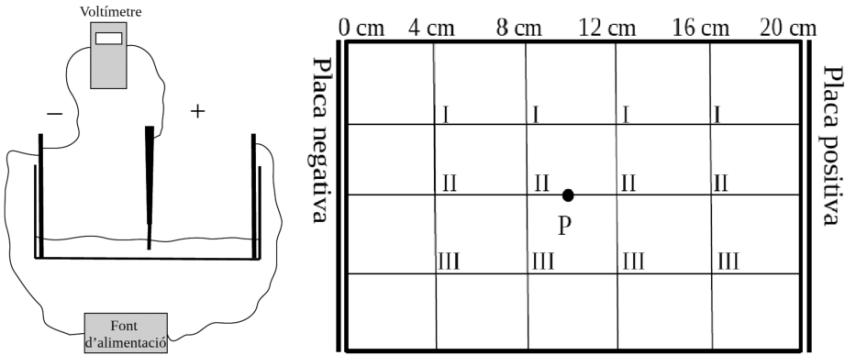


FIGURA 1. Esquema del muntatge de l'experiment i paper quadriculat de la cubeta

x (cm)	V_I (V)	V_{II} (V)	V_{III} (V)	$V_{mitjà}$ (V)
4,00	1,4	1,5	1,4	
8,00	2,8	2,9	2,8	
12,00	4,2	4,3	4,4	
16,00	5,7	5,7	5,8	

a) Empleneu la taula de dalt amb la mitjana aritmètica del potencial elèctric a les posicions $x = 4$, 8, 12 i 16 cm. Dibuixeu les línies equipotencials a $x = 4$, 8, 12 i 16 cm i les línies de camp elèctric en el paper quadriculat de la cubeta (figura 1). Representeu en els eixos de coordenades (figura 2) la mitjana aritmètica del potencial elèctric en funció de x. Calculeu el mòdul del camp elèctric a partir de la gràfica.

[1,25 punts]

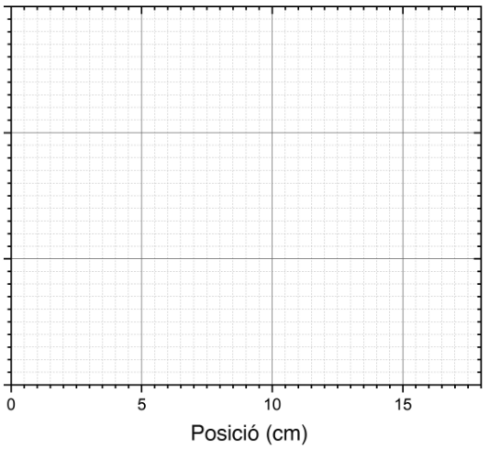


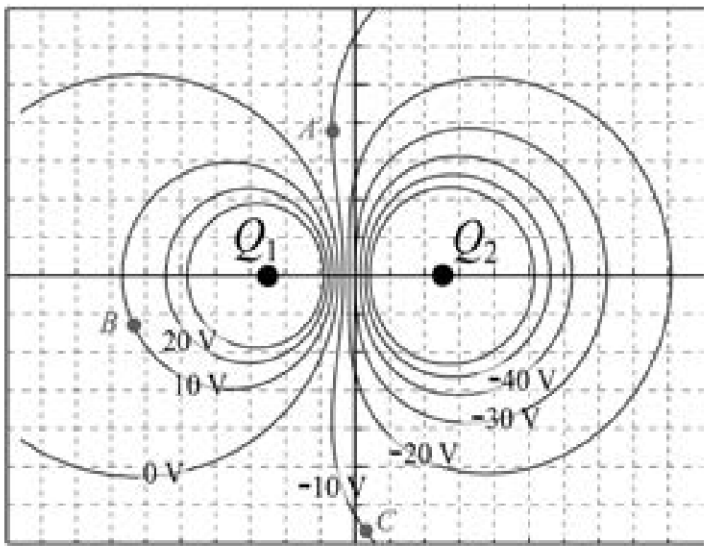
FIGURA 2

b) Col·loquem una càrrega positiva de 3,00 mC al punt P indicat dins la cubeta en la figura 1. Indiqueu quina trajectòria seguirà. Representeu en el paper quadriculat (figura 1) la direcció i el sentit de la força que aplica el camp elèctric sobre aquesta càrrega. Determineu el mòdul de la força. Calculeu el treball que fa el camp elèctric per moure la càrrega des de $x = 8$ cm fins a $x = 0$ cm.

[1,25 punts]

8. PAU 2023 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 5

P5) Quan mesurem els valors de potencial elèctric en una cubeta obtenim la distribució representada a la figura, en què podem observar dues càrregues (Q_1 i Q_2), una de positiva i una de negativa.



a) Determineu de manera raonada quina és la càrrega positiva i quina la negativa. Segons la vostra resposta, dibuixeu la direcció i el sentit del camp elèctric al punt *A*.
[1,25 punts]

b) Suposeu que un electró es mou del punt *A* al punt *B*. Calculeu el treball que fa el camp elèctric durant aquest moviment. Quin treball fa el camp elèctric quan l'electró es mou del punt *A* al punt *C* passant per *B*?
[1,25 punts]

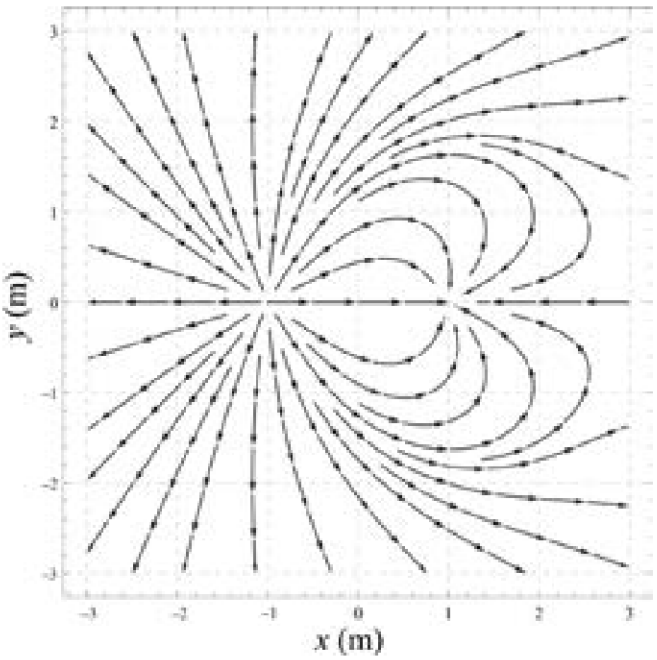
DADA: $|e| = 1{,}602 \times 10^{-19}$ C.

9. PAU 2023 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 2

P2) En el pla (x, y) de la figura següent es representen les línies de camp elèctric. En aquest pla hi ha dos ions, un de carregat positivament i un altre de carregat negativament. Sabem que un dels ions ha perdut o guanyat 4 electrons i que l'altre ió ha perdut o guanyat 1 electró.

a) Determineu les coordenades x i y de la posició de l'ió carregat positivament i de l'ió carregat negativament. Determineu quina és la càrrega de cada ió, i indiqueu si és positiva o negativa. Justifiqueu les respostes.
[1,25 punts]

b) Si ens situéssim molt lluny d'aquests dos ions, quina seria la forma aproximada de les superfícies equipotencials? Justifiqueu la resposta.
[1,25 punts]



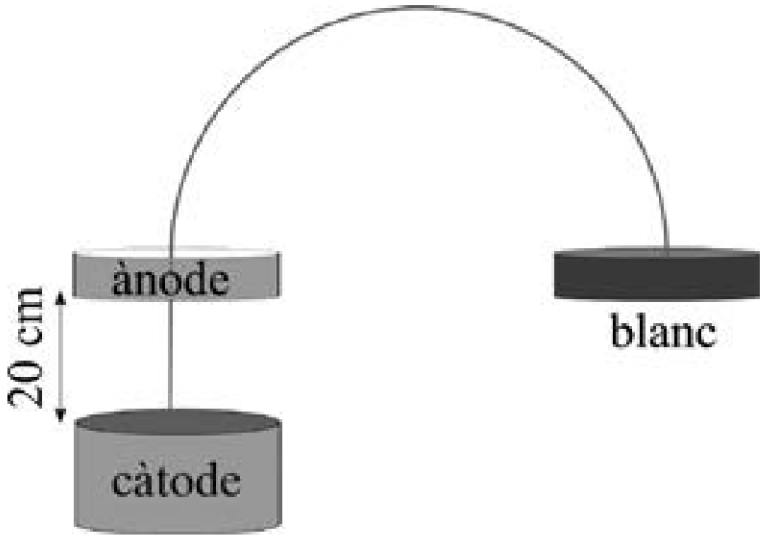
P4) Un canó d'electrons és un dispositiu format per un càtode i un ànode, i té per objectiu accelerar electrons que després seran dirigits mitjançant un camp magnètic per a bombardejar un blanc on es troba una mostra d'un cert material. La corba de la figura següent representa la trajectòria que segueix un electró des que surt del càtode fins que impacta en el blanc. L'objectiu és escalfar el material fins a poder-lo sublimar.

Els electrons són emesos pel càtode del canó i tenen una velocitat inicial nul·la. Posteriorment, els electrons són accelerats en l'espai de 20,0 cm que separa el càtode de l'ànode. El camp elèctric entre l'ànode i el càtode és uniforme i constant. La diferència de potencial entre el càtode i l'ànode és de 220 V.

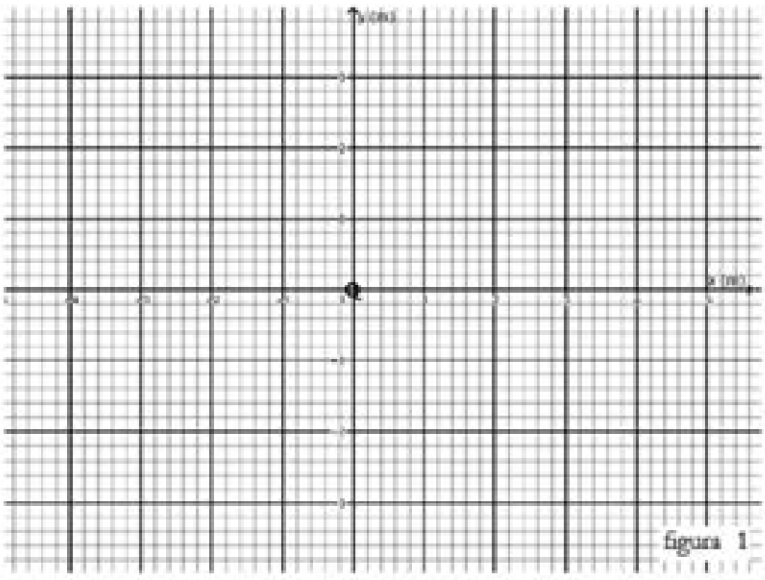
a) Determineu el mòdul del camp elèctric que hi ha entre l'ànode i el càtode. Representeu sobre el dibuix les línies de camp elèctric indicant-ne clarament la direcció i el sentit. Quin punt està a un potencial més alt, l'ànode o el càtode? Justifiqueu les respostes.
[1,25 punts]

b) Després de travessar l'ànode, els electrons són dirigits per un camp magnètic perquè impactin contra el blanc. En aquest espai, el camp elèctric és nul. Calculeu el mòdul de la velocitat dels electrons just després de travessar l'ànode i just abans d'impactar en el blanc. Quina direcció i quin sentit ha de tenir el camp magnètic perquè els electrons impactin en el blanc? Representeu sobre el dibuix el camp magnètic. Justifiqueu la resposta.
[1,25 punts]

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



P2) En la figura 1 adjunta, hem situat una càrrega puntual $Q = +1{,}00$ nC a l'origen de coordenades.



a) Determineu a quina distància de la càrrega el potencial és igual a 3,00 V, 6,00 V, 9,00 V i 12,0 V, respectivament. Representeu dins de la figura les línies equipotencials corresponents als potencials de 3,00 V, 6,00 V, 9,00 V i 12,0 V. Digueu si la distància entre les línies equipotencials és constant i quant val o valen aquestes distàncies.
[1,25 punts]

b) En la mateixa figura, representeu 8 línies de camp elèctric. Quin angle formen les línies de camp amb les línies equipotencials en el punt on es creuen?
[1,25 punts]

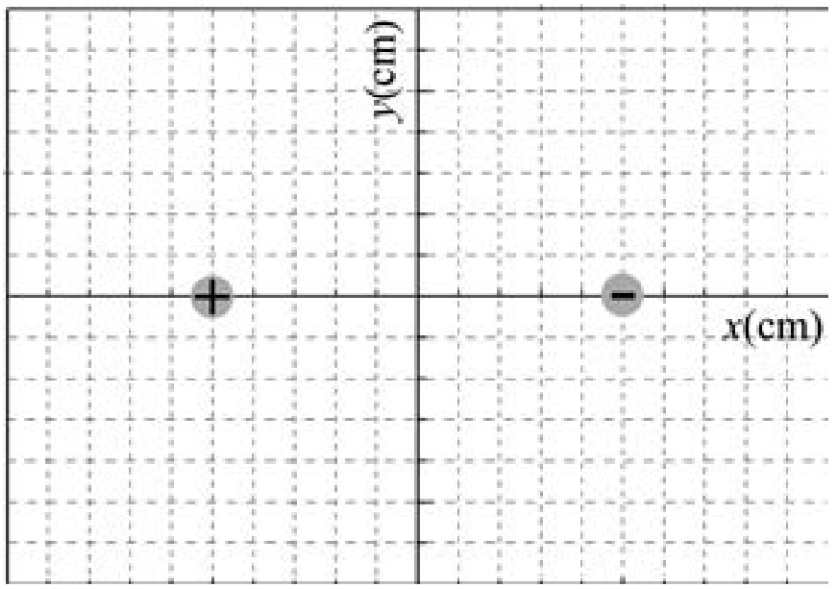
DADA: $k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cong 9{,}00 \times 10^9\ \mathrm{N\ m^2\ C^{-2}}$.

P2) Un dipol elèctric és un sistema de dues càrregues puntuals d'igual magnitud Q i signe oposat.

a) Representeu dins del requadre adjunt les línies de camp elèctric creades per un dipol elèctric. Representeu la projecció de les superfícies equipotencials en el pla de la figura.

Orientació: per al camp elèctric dibuixeu 12 línies de camp i 3 línies equipotencials per cada càrrega.

[1,25 punts]



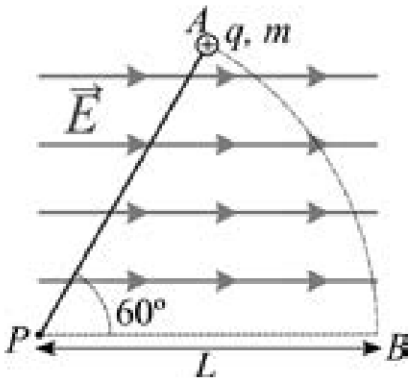
b) El valor de la càrrega és $|Q| = 1{,}50\,\mu\text{C}$, la càrrega positiva està situada a $-5\vec{\imath}$ cm i la càrrega negativa està situada a $5\vec{\imath}$ cm. Calculeu el camp elèctric creat pel dipol elèctric a l'origen de coordenades i també el valor del potencial elèctric a l'origen de coordenades. Per a les magnituds vectorials podeu donar les components o el mòdul, la direcció i el sentit.

[1,25 punts]

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

13. PAU 2022 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 2

P2) Una partícula carregada és a sobre d'una taula horitzontal sense fricció i dins d'un camp elèctric homogeni i constant. La partícula està lligada amb un fil a un punt *P* respecte del qual pot pivotar lliurement. Inicialment, la partícula està subjectada al punt *A* i en repòs, de manera que el fil, que està tens, forma un angle de 60° respecte al camp elèctric.



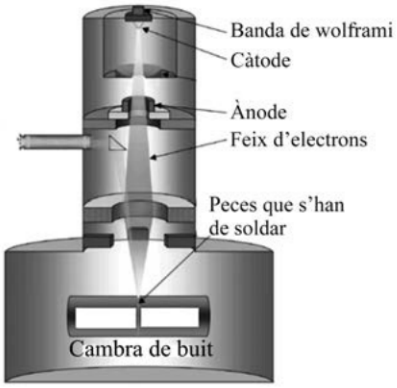
a) En la figura anterior, representeu sobre la partícula la força elèctrica $\vec{F}_e$ i la força que fa el fil $\vec{T}$. Calculeu el mòdul de la força elèctrica que actua sobre la partícula quan és a la posició *A*. Aquesta força elèctrica serà constant al llarg de la trajectòria des de *A* fins a *B*? Justifiqueu la resposta.
[1,25 punts]

b) Calculeu el mòdul de la velocitat de la partícula quan passa pel punt *B*. Justifiqueu la resposta i indiqueu el principi físic en què us heu basat.
[1,25 punts]

DADES: $L = 1{,}0$ m.
$m = 2{,}5$ g.
$\vec{E} = 1{,}2 \times 10^3 \, \vec{i}$ V/m.
$q = 3$ μC.

14. PAU 2021 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 2

P2) Per a aconseguir soldadures profundes, en la indústria aeroespacial s'utilitza la tècnica de feixos d'electrons d'alta densitat energètica. Aquesta tècnica consisteix a bombardejar amb electrons d'alta energia les peces que s'han de soldar dins d'una cambra de buit. El feix d'electrons es genera escalfant a alta temperatura una banda de wolframi. Posteriorment, el feix s'accelera sota l'acció d'un camp elèctric uniforme que es crea aplicant una diferència de potencial de 15 kV entre l'ànode i el càtode.



FONT: *http://ss.whiteclouds.com/3dpedia-index/electron-beam-melting-ebm.*

a) Si la separació entre el càtode i l'ànode és d'1,50 cm, determineu el mòdul del camp elèctric que es crea entre l'un i l'altre. Feu un esquema que indiqui la trajectòria dels electrons i la direcció i el sentit del camp elèctric. Quina placa es troba a un potencial més alt, l'ànode o el càtode? Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

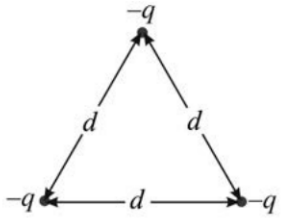
b) Considerant que un electró està situat al càtode i parteix del repòs, determineu l'energia i el mòdul de la velocitat de l'electró quan surt de l'ànode. Si la peça que s'ha de soldar es troba al mateix potencial que l'ànode, a quina velocitat impacta l'electró contra aquesta peça?

[1,25 punts]

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

15. PAU 2021 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 2

P2) Tres càrregues negatives iguals, $-q$, es troben situades en els vèrtexs d'un triangle equilàter de costat d.



a) Hi ha algun punt a l'interior del triangle on el camp elèctric sigui nul? Justifiqueu la resposta.

Determineu el mòdul, la direcció i el sentit del camp elèctric en el vèrtex superior del triangle creat per les dues càrregues situades a la base. Expresseu el resultat en funció de q, d i la constant de Coulomb.

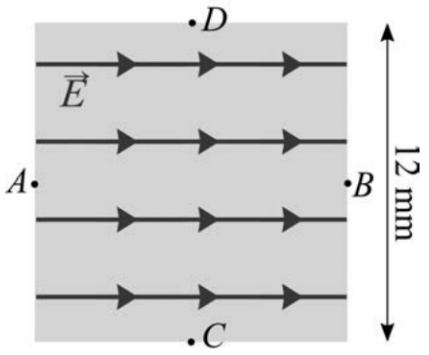
[1,25 punts]

b) Determineu l'energia de formació d'aquest sistema de càrregues. Expresseu el resultat en funció de q, d i la constant de Coulomb.

[1,25 punts]

16. PAU 2021 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 4

P4) En una regió de l'espai de forma quadrada i de costat $d = 12$ mm, hi ha un camp elèctric uniforme i constant de valor $2{,}00 \times 10^6$ N/C.



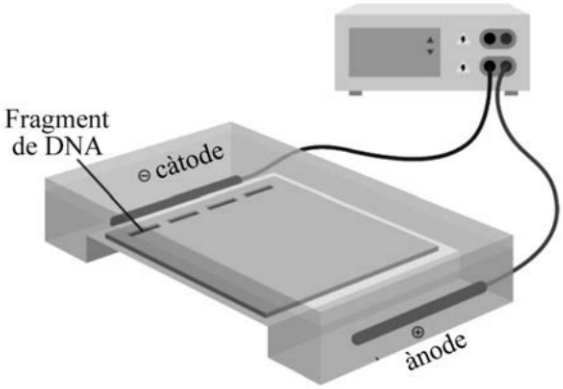
a) Quina és la diferència de potencial, $V_B - V_A$, entre els punts A i B de la figura? Quina és la diferència de potencial, $V_D - V_C$, entre els punts C i D de la figura? Justifiqueu les respostes.
[1,25 punts]

b) Deixem un protó, inicialment aturat, en el punt A. Quin moviment descriurà? Justifiqueu la resposta. Quina velocitat (només el mòdul) tindrà en l'instant en què abandoni aquesta regió quadrada? Quin treball ha fet el camp elèctric sobre el protó?
[1,25 punts]

DADES: $m_p = 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg.
$|e| = 1{,}602 \times 10^{-19}$ C.

17. PAU 2021 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 5

P5) L'electroforesi és una tècnica que s'utilitza per a estudiar fragments de DNA carregats elèctricament. Tal com mostra la figura, els fragments de DNA es col·loquen a l'interior d'un condensador submergit en un gel que permet el moviment lliure dels fragments de DNA. El condensador genera un camp elèctric uniforme i constant entre el càtode (carregat negativament, –) i l'ànode (carregat positivament, +). Les mostres se situen prop del càtode i són accelerades cap a l'ànode. A partir de l'anàlisi de les seves acceleracions es pot estimar la massa dels fragments de DNA. El càtode i l'ànode es troben separats 18 cm i estan sotmesos a una diferència de potencial de 115 V.



a) Quin és el signe de la càrrega dels fragments de DNA? Justifiqueu la resposta. Determineu el mòdul de la força electroestàtica que experimenten els fragments de DNA. Dibuixeu les línies de camp elèctric i indiqueu en aquest esquema la direcció i el sentit de la força que actua sobre el fragment de DNA.
[1,25 punts]

b) Un fragment de DNA experimenta una acceleració de $2{,}13 \times 10^{-2}\ \text{m/s}^2$. Considerant que no hi ha fricció, quina seria la seva massa? Si no negligim la fricció, el resultat que obtindrem serà més gran o més petit que el valor de la massa que heu determinat anteriorment? Justifiqueu la resposta.
[1,25 punts]

DADES: $|q_{\text{fragment}}| = 2{,}00 \times 10^{-18}\ \text{C}$.

18. PAU 2021 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 7

P7) Tenim tres càrregues puntuals fixes, $Q_1 = -3\ \mu\text{C}$, $Q_2 = 2\ \mu\text{C}$ i $Q_3 = 3\ \mu\text{C}$, situades respectivament a l'origen de coordenades i en els punts (2, 0) m i (0, 2) m.

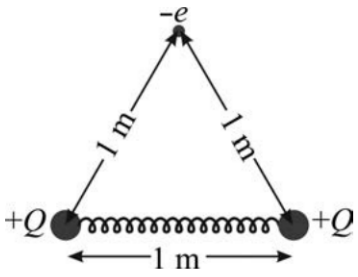
a) Representeu les tres càrregues indicant clarament els eixos de coordenades, etiquetant numèricament els segments i indicant les unitats. Determineu les components i el mòdul de la força que actua sobre Q_2. Indiqueu esquemàticament la direcció i el sentit d'aquesta força en la representació de les tres càrregues.
[1,25 punts]

b) Quin treball haurem de fer per a portar una càrrega puntual de 5 μC des d'una distància molt gran fins al punt (2, 2) m?
[1,25 punts]

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

19. PAU 2020 · Setembre · Sèrie 4 · Exercici 2

P2) Dues esferes conductores idèntiques i suficientment petites per a ser considerades puntuals estan unides per una molla. La constant elàstica de la molla és 10 N/m. El conjunt es col·loca sobre una taula que és elèctricament aïllant. A més, no hi ha fricció entre la taula i el conjunt de les dues esferes i la molla. Les esferes estan separades per una distància de 0,40 m quan no estan carregades (la molla no fa cap força). Carreguem amb la mateixa càrrega positiva les dues esferes amb un generador fins que la distància entre elles sigui 1,00 m.



a) Quan les esferes estan carregades, quina és la força aplicada per la molla sobre cadascuna de les esferes? Quina és la càrrega de cadascuna de les esferes?
[1,25 punts]

b) Col·loquem un electró a 1 m de cadascuna de les dues esferes (equidistant a les dues esferes, tal com indica la figura). Calculeu el mòdul del camp elèctric que actua sobre l'electró i el mòdul de l'acceleració en aquest instant. Sobre la figura, representeu la direcció i sentit del camp elèctric i de l'acceleració en el punt on es troba l'electró.
[1,25 punts]

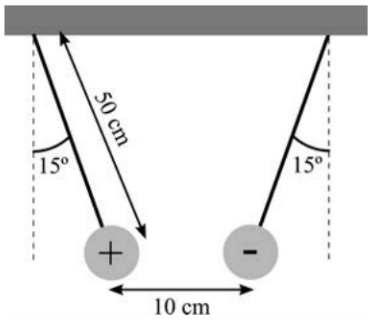
DADES: $k_e = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 8{,}99 \times 10^9\ \mathrm{N m^2\ C^{-2}}$.

$m_e = 9{,}11 \times 10^{-31}\ \mathrm{kg}$.

$|e| = 1{,}602 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$.

20. PAU 2020 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 4

P4) Dues esferes iguals de 20 g de massa pengen cadascuna d'un fil de 50 cm de llarg, tal com mostra la figura. Totes dues esferes tenen càrregues elèctriques iguals, però de signe contrari. A causa de l'atracció elèctrica que hi ha entre les esferes, els fils formen un angle de 15° amb la vertical. En aquesta configuració, la distància entre les esferes és de 10 cm.



a) Calculeu el mòdul de la força elèctrica entre les esferes i el valor de les seves càrregues elèctriques.
[1,25 punts]

b) Si retiréssim la càrrega positiva, quin camp hauríem de crear al voltant de la càrrega negativa perquè aquesta última no canviés de posició? Indiqueu-ne el mòdul i representeu esquemàticament la direcció i el sentit que tindria. Com hauria de ser aquest camp si, en lloc de retirar la càrrega positiva, retiréssim la càrrega negativa?
[1,25 punts]

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

NOTA: Suposeu que les dues càrregues són puntuals.

21. PAU 2020 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 7

P7) Dues càrregues elèctriques puntuals de −5,0 μC i 7,0 μC estan separades 10 cm l'una de l'altra.

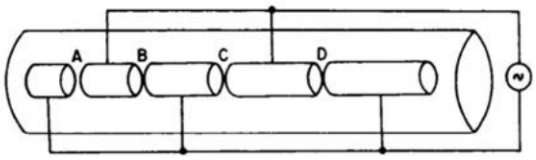
a) Calculeu el camp elèctric (mòdul, direcció i sentit) en un punt a 3,0 cm de la càrrega negativa i a 7,0 cm de la càrrega positiva. Aquest punt pertany a la línia que uneix les dues càrregues.
[1,25 punts]

b) Calculeu en quin punt de la línia que uneix les càrregues el potencial elèctric és nul.
[1,25 punts]

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

22. PAU 2020 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 4

P4) La figura mostra l'estructura d'un accelerador lineal. Els cilindres metàl·lics tenen càrregues elèctriques alternades positives i negatives. A l'interior dels cilindres el camp elèctric és negligible. Les partícules carregades són accelerades per un camp elèctric aproximadament uniforme als espais entre els tubs (*A*, *B*, *C*…). La diferència de potencial entre cilindres és de 250 kV.



a) Si volem accelerar un electró que es mou del primer al segon cilindre, quins signes hauran de tenir les càrregues acumulades al primer i al segon cilindre? Justifiqueu la resposta. Dibuixeu les línies de camp elèctric a l'espai *A* entre cilindres. Si volem obtenir un camp de $8{,}00 \times 10^6$ N/C, calculeu la distància que separa els dos primers cilindres.

[1,25 punts]

b) Per a mantenir el sentit de l'acceleració, les polaritats dels cilindres s'inverteixen cada vegada que l'electró entra en el cilindre següent. Quants espais entre cilindres hauria de tenir l'accelerador si volem que l'electró surti amb una energia d'1,0 MeV? Sense tenir en compte la correcció relativista, quina seria la velocitat dels electrons? Comenteu el resultat obtingut.

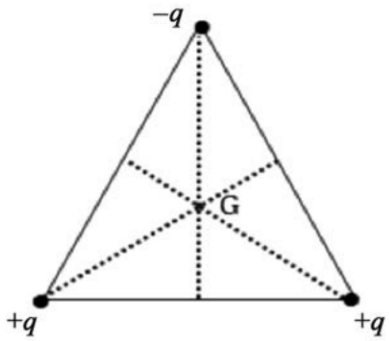
[1,25 punts]

DADES: $1\ \text{eV} = 1{,}602 \times 10^{-19}$ J.
$|e| = 1{,}602 \times 10^{-19}$ C.
$m_e = 9{,}11 \times 10^{-31}$ kg.
$c = 3{,}00 \times 10^8$ m s^{-1}

23. PAU 2019 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 3 (Opció A)

OPCIÓ A

P3) Tres càrregues elèctriques puntuals, de valor $q = 1{,}0$ nC, es troben situades en els vèrtexs d'un triangle equilàter de 10,0 cm de costat. Dues d'aquestes càrregues són positives, mentre que la tercera és negativa.



a) Calculeu la intensitat del camp elèctric en el baricentre del triangle (punt G).

[1 punt]

b) Calculeu la variació d'energia potencial electroestàtica que experimenta el sistema si les càrregues se separen fins a formar un altre triangle equilàter de 20,0 cm de costat. Digueu si l'energia potencial electroestàtica augmenta o disminueix i justifiqueu la resposta.

[1 punt]

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

NOTA: El baricentre d'un triangle és el punt d'intersecció de les mitjanes (línies que uneixen cada vèrtex amb el punt mitjà del costat oposat).

24. PAU 2019 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 3 (Opció B)

OPCIÓ B

P3) Unes quantes gotes petites d'oli adquireixen una càrrega negativa mentre cauen a velocitat constant a través del buit entre dues plaques horitzontals separades per una distància de 2,00 cm. Entre aquestes plaques hi ha un camp elèctric uniforme, de mòdul $5{,}92 \times 10^4\ \mathrm{N\,C^{-1}}$.

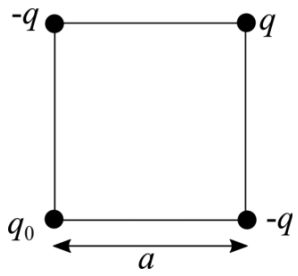
a) Dibuixeu un esquema de la situació descrita i representeu-hi les plaques esmentades, especificant el signe de cadascuna, i els camps vectorials (gravitatori i elèctric). Calculeu la diferència de potencial entre les plaques.
[1 punt]

b) Dibuixeu les forces que actuen sobre una gota de massa 2,93 pg, si la gota té una càrrega tal que fa que estigui suspesa en equilibri dins del camp elèctric esmentat. Calculeu el valor d'aquesta càrrega.
[1 punt]

DADA: $g = 9{,}81\ \mathrm{m\,s^{-2}}$.

25. PAU 2019 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 4 (Opció A)

P4) Hem situat una partícula puntual amb una càrrega $q = 10\ \mu\mathrm{C}$ i dues partícules puntuals amb una càrrega $-q$ als vèrtexs d'un quadrat de costat $a = 1{,}50$ 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 μC des d'una distància molt gran fins al centre del quadrat?
[1 punt]

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

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

26. PAU 2019 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 4 (Opció A)

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 $150\ \mathrm{N\ m^{-1}}$ 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 μm 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, $R_T = 6{,}37 \times 10^6\ \mathrm{m}$.
Càrrega de l'electró, $q_e = -1{,}60 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$.
Densitat de l'aigua, $\rho_{aigua} = 1{,}00 \times 10^3\ \mathrm{kg\ m^{-3}}$.
$g = 9{,}81\ \mathrm{m\ s^{-2}}$.
$k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 8{,}99 \times 10^9\ \mathrm{N\ m^2\ C^{-2}}$.

27. PAU 2019 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 4 (Opció B)



P4) ***a)*** Un camp elèctric de més de $3{,}00 \times 10^6\ \mathrm{V\ m^{-1}}$ 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, $q_e = -1{,}60 \times 10^{-9}\ \mathrm{C}$.

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

28. PAU 2018 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 3 (Opció A)

OPCIÓ A

P3) 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 $10\ \mathrm{N\,C^{-1}}$, mentre que a la superfície de la cara fosca és $1{,}0\ \mathrm{N\,C^{-1}}$.

a) Calculeu la relació $\frac{q}{m}$ (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. Expliciteu el signe que ha de tenir la càrrega elèctrica.
[1 punt]

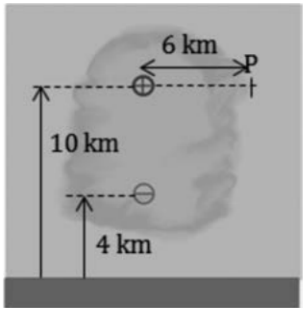
b) Considereu una partícula amb una càrrega $q = +10\ \mathrm{nC}$ i una massa $m = 0{,}020\ \mathrm{mg}$ situada a la cara fosca de la Lluna. Calculeu la força total que actua sobre la partícula i el temps que tardarà a recórrer 10 metres partint del repòs.
[1 punt]

DADA: g (Lluna) $= 1{,}62\ \mathrm{m\,s^{-2}}$.

29. PAU 2018 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 3 (Opció B)

OPCIÓ B

P3) 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.
[1 punt]

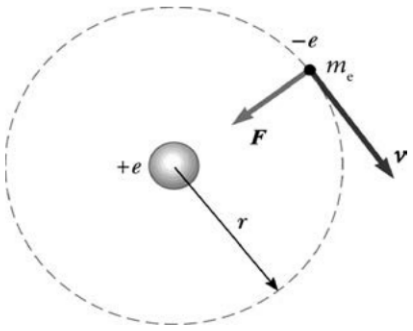
b) Calculeu l'energia potencial electroestàtica emmagatzemada en el núvol.
[1 punt]

DADA: $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9{,}0 \times 10^9\ \mathrm{N\,m^2\,C^{-2}}$.

30. PAU 2018 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 1 (Part comuna)

PART COMUNA

P1) Segons el model atòmic de Bohr, en l'àtom d'hidrogen en estat fonamental l'electró està separat del protó per una distància mitjana $r = 5{,}30 \times 10^{-11}$ m.



a) Quin és el mòdul de la força elèctrica del protó sobre l'electró? Quina acceleració li provoca?
[1 punt]

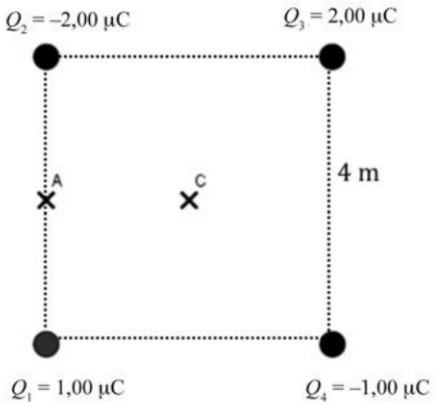
b) Calculeu el potencial elèctric (en V) a la distància r del protó i l'energia potencial (en eV) de la distribució de càrregues.
[1 punt]

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

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 8{,}99 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}.$$

31. PAU 2018 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 4 (Opció A)

P4) 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 $Q_1 = 1{,}00$ μC, $Q_2 = -2{,}00$ μC, $Q_3 = 2{,}00$ μC i $Q_4 = -1{,}00$ μC. 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.



a) Representeu i calculeu el vector camp elèctric en el punt C.
[1 punt]

b) Calculeu la diferència de potencial entre els punts A i C.
[1 punt]

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

32. PAU 2018 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 4 (Opció B)

P4) Un electró és projectat a l'interior d'un camp elèctric uniforme $\vec{E} = (-2\,000\ \text{N C}^{-1})\vec{j}$ amb una velocitat inicial $\vec{v}_0 = (10^6\ \text{m s}^{-1})\vec{i}$ 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.
[1 punt]

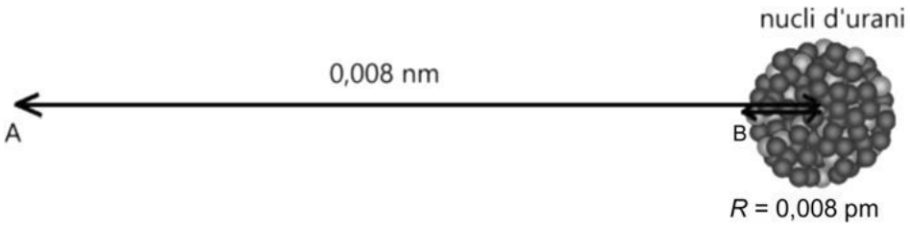
b) Quant s'haurà desviat verticalment l'electró quan hagi recorregut 1,0 cm en la direcció x?
[1 punt]

DADES: Càrrega de l'electró, $q_e = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C.
Massa de l'electró, $m_e = 9{,}10 \times 10^{-31}$ kg.
$g = 9{,}81\ \text{m s}^{-2}$.

33. PAU 2017 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 3 (Opció A)

OPCIÓ A

P3) Una partícula α ($^4_2$He) es dirigeix directament cap al nucli d'un àtom d'urani ($^{238}_{92}$U). El radi del nucli d'urani és, aproximadament, de 0,008 pm (picòmetres).



a) Compareu quantitativament els valors del mòdul de la intensitat del camp elèctric degut al nucli d'urani en dos punts, A i B, situats a 0,008 nm i 0,008 pm, respectivament, del centre d'aquest nucli.

b) Quanta energia cinètica ha de tenir, com a mínim, la partícula α quan passa pel punt A per a arribar fins al punt B? (Ignoreu la influència que els electrons pròxims puguin tenir.)

DADES: $k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 8{,}99 \times 10^9\ \text{N m}^2\ \text{C}^{-2}$.
Càrrega elemental = $1{,}60 \times 10^{-19}$ C.
Nombre atòmic de l'urani = 92.

34. PAU 2017 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 4 (Opció B)

P4) Dues càrregues de 3,0 μC estan localitzades a $x = 0$ m, $y = 2{,}0$ m i a $x = 0$ m, $y = -2{,}0$ m. Dues càrregues més, de valor Q, estan localitzades a $x = 4{,}0$ m, $y = 2{,}0$ m i a $x = 4{,}0$ m, $y = -2{,}0$ m.

a) Si a l'origen de coordenades el camp elèctric és $4{,}0 \times 10^3\ \mathrm{N\,C^{-1}}$ en la direcció de l'eix x en sentit positiu, calculeu el valor de les càrregues.

b) Si el valor de les càrregues fos $Q = 2{,}0$ μC, calculeu la força $\vec{F}$ que experimentaria un protó situat a l'origen de coordenades.

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.

35. PAU 2017 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 4 (Opció A)



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

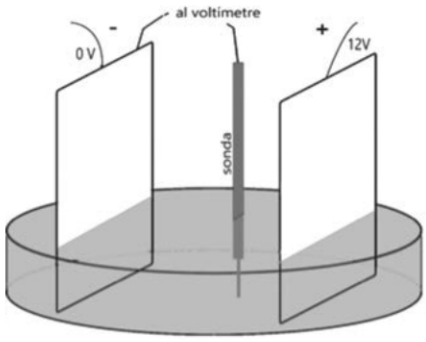
a) Calculeu la separació entre aquests dos ions, sabent que l'energia potencial elèctrica del sistema és de $-9{,}76 \times 10^{-19}$ J.

b) Si apliquem un camp elèctric uniforme de $50{,}0\ \mathrm{N\,C^{-1}}$ 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.

36. PAU 2017 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 4 (Opció B)



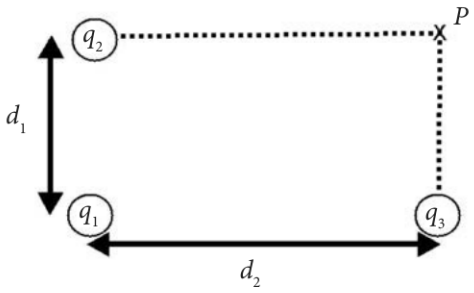
P4) En una càpsula de Petri plena d'aigua destil·lada hem submergit dues plaques metàl·liques paral·leles connectades a una diferència de potencial de 12,0 V, tal com mostra la figura. Les dues plaques estan separades per una distància de 6,00 cm. Amb un voltímetre, explorem la diferència de potencial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

37. PAU 2017 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 5 (Opció A)

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

38. PAU 2017 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 5 (Opció B)

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.

39. PAU 2016 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 4 (Opció A)

P4) Un núvol elèctricament carregat està situat a 4,7 km d'altura sobre el terra. La diferència de potencial entre la base del núvol i el terra és de $2{,}3 \times 10^6$ V. Suposem que el camp elèctric en aquesta regió és uniforme i que la càrrega elèctrica del núvol és positiva.

Una gota d'aigua que es troba entre el núvol i el terra té una massa d'1,3 mg i una càrrega de valor Q. En un moment donat, la gota ascendeix cap al núvol amb una velocitat constant de 2 m s^{-1} (sense tenir en compte els corrents d'aire ni el fregament).

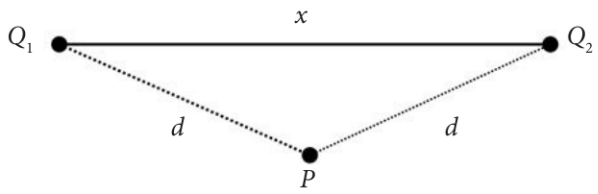
a) Dibuixeu un esquema de la situació descrita pel problema i representeu-hi les càrregues elèctriques implicades i els camps vectorials (gravitatori i elèctric). Calculeu la intensitat del camp elèctric que hi ha entre el núvol i el terra, i indiqueu-ne el mòdul, la direcció i el sentit.

b) Calculeu el valor de la càrrega Q (en nC) i expliqueu raonadament quin signe hauria de tenir.

DADA: $g = 9{,}81$ m s^{-2}.

40. PAU 2016 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 4 (Opció B)

P4) Dues càrregues elèctriques (Q_1 i Q_2) estan disposades tal com mostra la figura. Coneixem les dades següents: $Q_1 = 2{,}00$ μC, $Q_2 = -4{,}00$ μC, $x = 5{,}00$ m i $d = 3{,}00$ m.



a) Representeu i calculeu el camp elèctric (mòdul, direcció i sentit) en el punt P, i calculeu també el potencial elèctric en el mateix punt.

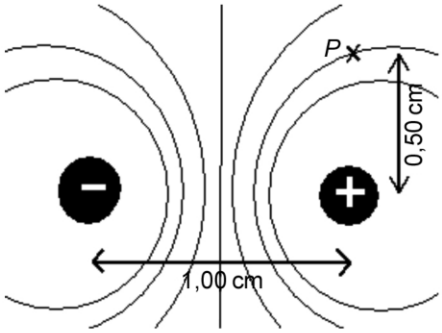
b) Canviem les dues càrregues Q_1 i Q_2 per unes altres amb valors diferents, però situades en la mateixa posició que les originals. Amb aquesta nova configuració, el camp elèctric creat per les dues càrregues sobre el segment x s'anul·la a 1 m de distància de la nova càrrega Q_1. Expliqueu raonadament quin serà el signe d'aquestes càrregues i calculeu la relació que hi haurà entre els seus valors.

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

41. PAU 2016 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 3 (Opció B)

OPCIÓ B

P3) Un dipol està format per una càrrega positiva $+q$ i una càrrega negativa $-q$, del mateix valor, separades per 1,00 cm. En la figura s'han representat les superfícies equipotencials amb la mateixa separació de potencials entre cada parell de línies consecutives. Sabem que en el punt P el potencial és de +10 V.



a) Reproduïu la figura i indiqueu els valors de potencial elèctric de cada una de les superfícies equipotencials que hi apareixen. Representeu-hi també, de manera aproximada, les línies de camp elèctric d'aquesta regió de l'espai.

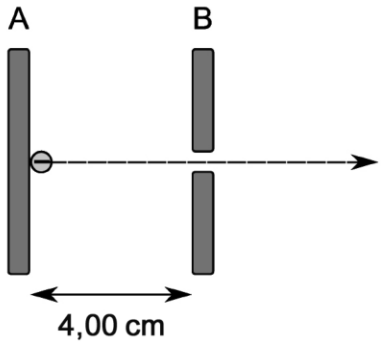
b) Calculeu el valor de les càrregues $+q$ i $-q$.

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

42. PAU 2016 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 4 (Opció A)

P4) Un canó electrònic que dispara electrons els accelera, mitjançant un camp elèctric uniforme generat per dues plaques metàl·liques (A i B), des del repòs fins a una velocitat de $2{,}00 \times 10^6\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ (figura 1). Dins del canó, els electrons inicien el recorregut a la placa A i viatgen cap a la placa B, per on surten horitzontalment cap a la dreta per un petit orifici. Les dues plaques són paral·leles i estan separades per 4,00 cm.

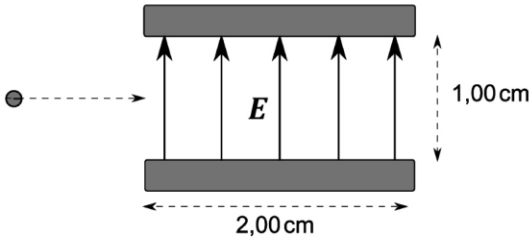
FIGURA 1



a) Calculeu la diferència de potencial entre les dues plaques i indiqueu quina placa té el potencial més alt i quina té el potencial més baix. Dibuixeu la figura 1 i representeu-hi les línies de camp elèctric entre les dues plaques.

b) Més endavant, els electrons passen entre dues altres plaques, que generen un camp elèctric uniforme de $500\ \mathrm{N\,C^{-1}}$ vertical cap amunt (figura 2). Calculeu l'acceleració dels electrons quan estiguin sota l'acció d'aquest camp elèctric i les dues components de la velocitat en sortir del recinte on hi ha el camp elèctric.

FIGURA 2



DADES: $|e| = 1{,}6 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$.
$m_e = 9{,}11 \times 10^{-31}\ \mathrm{kg}$.

NOTA: Considereu negligible el camp gravitatori.

43. PAU 2016 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 2 (Part comuna)

P2) En una zona de l'espai hi ha situades dues càrregues elèctriques puntuals de 3,0 μC i –7,0 μC separades 15 cm l'una de l'altra. Calculeu:

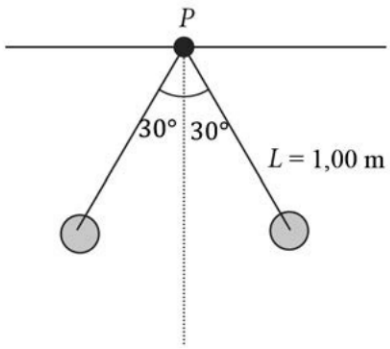
a) El camp elèctric en un punt situat sobre la línia que uneix les càrregues. Aquest punt està situat a una distància de 5,0 cm de la càrrega de 3,0 μC i a 10 cm de la càrrega de –7,0 μC. Indiqueu-ne el mòdul, la direcció i el sentit.

b) El punt entre les dues càrregues en el qual el potencial és nul.

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

44. PAU 2015 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 4 (Opció A)

P4) Dues esferes metàl·liques massisses pengen cadascuna d'un fil no conductor, com mostra la figura. Les dues esferes tenen la mateixa massa i la mateixa càrrega negativa de valor –5,80 μC i es troben en equilibri formant un angle de 30° amb la vertical. La distància des del punt *P* fins al centre de cada esfera és d'1,00 m.



a) Calculeu el valor de la massa de cadascuna de les esferes.

b) Calculeu el camp elèctric total (mòdul, direcció i sentit) en el punt *P*.

DADES: $g = 9{,}81\ \mathrm{m\,s^{-2}}$

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

45. PAU 2015 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 4 (Opció B)

P4) En una zona de l'espai hi ha dues càrregues elèctriques puntuals de la mateixa magnitud però de signe contrari separades 20,0 cm.

a) Calculeu l'energia potencial de la distribució de càrregues.

b) Quin treball cal fer per a separar les càrregues des d'una distància inicial de 20,0 cm fins a una distància final de 50,0 cm?

DADES: Valor absolut de cada càrrega = 1,00 μC

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

46. PAU 2015 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 2 (Part comuna)

P2) Per a obtenir un camp elèctric vertical aproximadament uniforme de 5 000 N/C i dirigit cap amunt, disposem de dues plaques metàl·liques paral·leles separades 10,0 mm, a les quals apliquem una diferència de potencial.

a) Feu un esquema del muntatge en què indiqueu el signe de la càrrega de cada placa i representeu-hi les línies del camp elèctric. Calculeu la diferència de potencial entre les plaques i justifiqueu el signe del resultat.

b) Dues partícules de pols, de 0,50 μg de massa cadascuna, es troben entre les dues plaques. Una de les partícules (A) queda suspesa en equilibri i l'altra (B) es mou amb una acceleració de 14,7 m/s^2 cap avall. Determineu la càrrega elèctrica de cada partícula. Considereu que entre les plaques no hi ha aire.

47. PAU 2015 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 1 (Part comuna)

PART COMUNA

P1) Dues càrregues elèctriques de 0,03 μC cadascuna, però de signe contrari, es troben separades 40,0 cm.

a) Representeu i calculeu el vector del camp elèctric en el punt que forma un triangle equilàter amb la posició de les càrregues. Calculeu també el potencial elèctric en el mateix punt.

b) Si modifiquem la distància entre les càrregues fins a duplicar-la, en quant varia l'energia potencial elèctrica de la distribució de càrregues? Expliqueu raonadament si augmenta o disminueix.

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

48. PAU 2014 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 2 (Part comuna)

P2) L'any 2013 es va celebrar el centenari del model atòmic proposat per Niels Bohr. Segons aquest model, l'àtom de ^{1}H té un protó en el nucli i un electró que descriu una òrbita circular estable al seu voltant. El radi mínim que pot tenir aquesta òrbita, segons el model de Bohr, és de $5{,}29 \times 10^{-11}$ m. Per a aquesta òrbita calculeu:

a) La força elèctrica que actua sobre l'electró i la freqüència de gir que té.

b) L'energia mecànica de l'electró en l'òrbita que descriu al voltant del protó. Considereu negligible l'energia potencial gravitatòria.



Niels Bohr

DADES: $k = 8{,}99 \times 10^9\ \mathrm{N\,m^2\,C^{-2}}$

$Q_{\text{electró}} = -1{,}60 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$

$m_{\text{electró}} = 9{,}11 \times 10^{-31}\ \mathrm{kg}$

$Q_{\text{protó}} = -Q_{\text{electró}}$

$m_{\text{protó}} = 1{,}67 \times 10^{-27}\ \mathrm{kg}$

49. PAU 2014 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 2 (Part comuna)

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

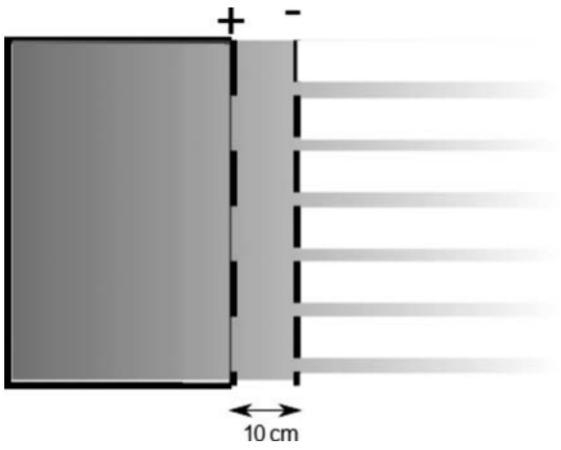
a) El camp i el potencial electrostàtic en un punt A situat en el semieix X positiu, a 4,00 m de l'origen. Dibuixeu un esquema de tots els camps elèctrics que intervenen en el problema.

b) 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: $k = 1/4\pi\varepsilon_0 = 8{,}99 \times 10^9\ \text{N m}^2\ \text{C}^{-2}$

50. PAU 2014 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 2 (Part comuna)

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.



a) Calculeu l'acceleració dels ions i el camp elèctric (que podeu considerar constant) a la cambra d'acceleració.

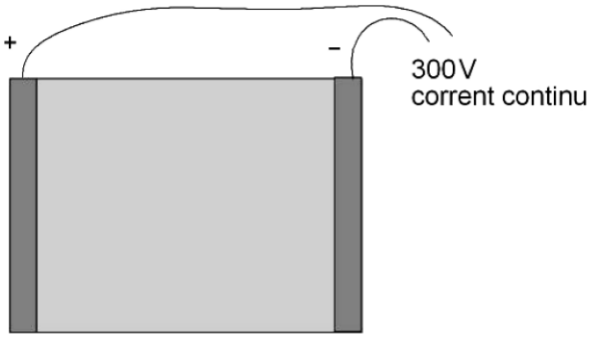
b) Calculeu la diferència de potencial entre les dues plaques amb les dades de la figura. Indiqueu també el valor que hauria de tenir aquesta diferència de potencial si les dues plaques estiguessin separades només 6 cm per a aconseguir la mateixa velocitat de sortida dels ions.

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

51. PAU 2013 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 3 (Opció A)

OPCIÓ A

P3) L'electroforesi és un mètode per a analitzar mescles. Disposem una mostra entre dos elèctrodes connectats a una diferència de potencial de 300 V. La distància entre els elèctrodes és de 20,0 cm.



a) Dibuixeu les línies del camp elèctric que hi ha entre els dos elèctrodes i les diferents superfícies equipotencials. Indiqueu el potencial de cada una de les superfícies. Calculeu el valor del camp elèctric que hi ha entre els dos elèctrodes, i indiqueu la direcció i el sentit de les partícules positives i les negatives.

b) En les condicions adequades, les molècules adquireixen càrrega elèctrica i es desplacen en l'aparell d'electroforesi amb un moviment rectilini lent i uniforme. Calculeu la força elèctrica i la força de fricció que actuen sobre una molècula de timina amb una càrrega de $-1{,}60 \times 10^{-19}$ C.

52. PAU 2013 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 5 (Opció B)

P5) Quatre càrregues elèctriques positives, d'$1{,}00 \times 10^{-5}$ C cadascuna, es troben als vèrtexs respectius d'un quadrat de $\sqrt{2}$ m de costat. Calculeu:

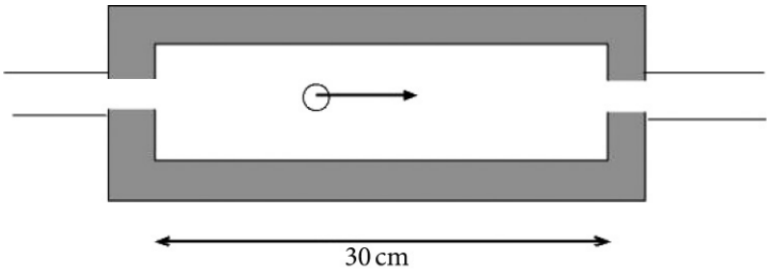
a) L'energia necessària per a la formació del sistema de càrregues.

b) El valor de la càrrega elèctrica negativa que hem de situar al centre del quadrat perquè la força electrostàtica sobre cadascuna de les càrregues sigui nul·la.

DADA: $k = 9{,}00 \times 10^{9}\ \text{N m}^2\ \text{C}^{-2}$

53. PAU 2013 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 2 (Part comuna)

P2) A la cambra acceleradora de la figura, de 30,0 cm de llargària, els electrons entren per l'esquerra i surten per la dreta. Mentre estan dins la cambra es mouen amb un MRUA (moviment rectilini uniformement accelerat), amb una acceleració cap a la dreta de $1{,}20 \times 10^{13}\ \text{m s}^{-2}$. En aquesta situació, es poden negligir les forces gravitatòries i els efectes relativistes.



a) Calculeu el camp elèctric a l'interior de la cambra acceleradora. Indiqueu-ne també la direcció i el sentit.

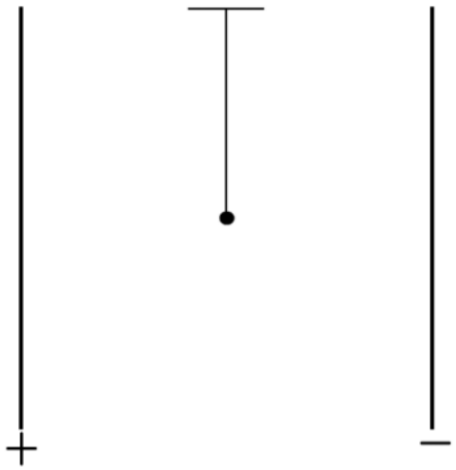
b) Quina diferència de potencial hi ha entre les parets esquerra i dreta de la cambra? Quina està a un potencial més alt? Quanta energia guanya cada electró que travessa la cambra?

DADES: $Q_{\text{electró}} = 1{,}60 \times 10^{-19}\ \text{C}$
$m_{\text{electró}} = 9{,}11 \times 10^{-31}\ \text{kg}$

54. PAU 2013 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 3 (Opció A)

OPCIÓ A

P3) Entre les dues làmines de la figura, separades una distància $d = 3{,}0\ \text{m}$, tenim un camp elèctric uniforme de $1{,}5 \times 10^{3}\ \text{N C}^{-1}$.



En el centre de l'espai limitat per les dues làmines posem una llentia metàl·lica carregada, penjada d'un fil. Tenint en compte que la longitud del fil és de 1,5 m, que la càrrega de la llentia és de $Q = -5{,}0 \times 10^{-5}\ \text{C}$ i que té una massa $m = 12\ \text{g}$:

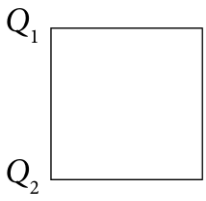
a) Representeu les forces que actuen sobre la llentia en el punt d'equilibri i calculeu l'angle que forma el fil amb la vertical en l'equilibri.

b) Calculeu la diferència de potencial entre la posició d'equilibri i la posició vertical.

55. PAU 2013 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 3 (Opció B)

OPCIÓ B

P3) En el quadrat de la figura, de 2,00 m de costat, hi ha dues càrregues $Q_1 = 9{,}00\ \mu C$ i $Q_2 = -9{,}00\ \mu C$ en els vèrtexs de l'esquerra.



a) Determineu la intensitat del camp elèctric en el centre del quadrat.

b) En el centre del quadrat hi situem una tercera càrrega $Q_3 = 7{,}00\ \mu C$. Calculeu el treball que farà la força elèctrica que actua sobre Q_3 quan la traslladem del centre del quadrat al vèrtex inferior dret.

56. PAU 2012 · Setembre · Sèrie 4 · Exercici 3 (Opció B)

OPCIÓ B

P3) Una partícula carregada crea, a una distància d d'on es troba, un potencial de $-6{,}00 \times 10^3$ V i un camp elèctric de mòdul 667 N C^{-1}.

a) Calculeu el valor de la càrrega i el valor de la distància d.

b) Expliqueu com són les línies de camp i les superfícies equipotencials del camp que crea la càrrega.

DADA: $k = 9{,}00 \times 10^9$ N m^2 C^{-2}.

57. PAU 2012 · Setembre · Sèrie 4 · Exercici 4 (Opció A)

P4) Tenim tres partícules carregades, $Q_1 = 3{,}0\ \mu C$, $Q_2 = -5{,}0\ \mu C$ i $Q_3 = -8{,}0\ \mu C$, situades, respectivament, en els punts $P_1 = (-1{,}0\,,\ 3{,}0)$, $P_2 = (3{,}0\,,\ 3{,}0)$ i $P_3 = (3{,}0\,,\ 0{,}0)$.

a) Dibuixeu les forces que exerceixen Q_1 i Q_2 sobre Q_3. Calculeu la força elèctrica total, expressada en coordenades cartesianes, que actua sobre Q_3.

b) Calculeu el treball que fa la força elèctrica sobre Q_3 quan aquesta càrrega es desplaça des del punt P_3, que ocupa inicialment, fins al punt $P_4 = (-1{,}0\,,\ -3{,}0)$. Interpreteu el signe del resultat.

NOTA: Les coordenades dels punts estan expressades en metres.

DADA: $k = 9{,}0 \times 10^9$ N m^2 C^{-2}.

58. PAU 2012 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 4 (Opció A)

P4) Un electró es llança des del punt P i passa successivament per les regions A i B. A la regió A, un camp elèctric constant fa que l'electró es mogui amb un moviment rectilini i una acceleració uniforme cap a la dreta. A la regió B, el camp elèctric també és constant i està dirigit cap avall.



a) Quina direcció i quin sentit té el camp elèctric a la regió A? Quin tipus de moviment realitza l'electró a la regió B?

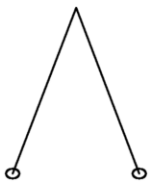
Sabem que la regió A fa 5,00 cm de llarg i que el camp elèctric en aquesta regió és $E = 40{,}0 \times 10^3\ \text{N C}^{-1}$.

b) Calculeu la diferència de potencial entre l'inici i el final de la regió A i l'energia cinètica que guanyarà l'electró en travessar-la.

DADA: $Q_{\text{electró}} = -1{,}60 \times 10^{-19}\ \text{C}$.

59. PAU 2012 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 5 (Opció B)

P5) Un electroscopi simplificat consta de dues esferes metàl·liques unides a un ganxo aïllant mitjançant dos fils conductors, tal com indica la figura. Les dues esferes tenen la mateixa massa i la mateixa càrrega elèctrica, i els fils formen un angle de 30,0° i tenen una longitud de 3,00 cm cadascun.



a) Dibuixeu el diagrama de forces per a una de les esferes i anomeneu-les. Calculeu també el valor de la tensió de cada fil, si la massa de cada esfera és 1,00 mg.

b) Calculeu el valor de la càrrega elèctrica de cada esfera.

DADES: $k = 9{,}00 \times 10^9\ \text{N m}^2\ \text{C}^{-2}$; $\boldsymbol{g} = 9{,}80\ \text{m s}^{-2}$.

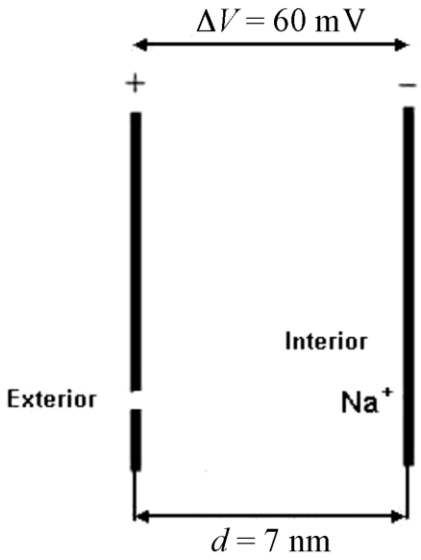
60. PAU 2012 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 3 (Opció A)

OPCIÓ A

P3) Molts processos vitals tenen lloc en les membranes cel·lulars i depenen bàsicament de l'estructura elèctrica d'aquestes.
La figura següent mostra l'esquema d'una membrana biològica.

a) Calculeu el camp elèctric, suposat constant, a l'interior de la membrana de la figura. Indiqueu-ne el mòdul, la direcció i el sentit.

b) Calculeu l'energia que es requereix per a transportar l'ió Na^+ de la cara negativa a la positiva.



DADES: $Q_{Na^+} = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C.

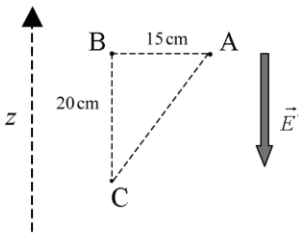
61. PAU 2012 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 3 (Opció B)

OPCIÓ B

P3) En una regió de l'espai hi ha un camp elèctric constant de mòdul 500 N C^{-1} dirigit cap avall. Vegeu la figura, en què l'eix z representa la vertical.

a) Calculeu les diferències de potencial següents: $V_A - V_B$, $V_B - V_C$ i $V_A - V_C$.

b) Col·loquem una partícula carregada, de massa 2,00 g, en el punt C i volem que es mantingui en equilibri. Calculeu quina càrrega i quin signe hauria de tenir aquesta partícula. Estarà en equilibri en algun altre punt d'aquesta regió? Justifiqueu les respostes.



DADA: $\boldsymbol{g} = 9{,}80$ m/s^2.

62. PAU 2011 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 3 (Opció B)

Opció B

P3) Tres càrregues elèctriques puntuals de valor $Q = 10^{-5}\,\text{C}$ es troben, cadascuna, en un vèrtex d'un triangle equilàter de $\sqrt{3}\,\text{m}$ de costat. Dues són positives, mentre que la tercera és negativa.

a) Calculeu la força elèctrica total que fan la càrrega negativa i una de les positives sobre l'altra càrrega positiva. Dibuixeu un esquema de les forces que actuen sobre les càrregues.

b) Calculeu l'energia potencial elèctrica emmagatzemada en el sistema de càrregues. Traslladem una de les càrregues positives al centre del costat que uneix les altres dues càrregues. Determineu el treball fet per la força elèctrica que actua sobre la càrrega que hem traslladat.

DADA: $k = 1/(4\pi\varepsilon_0) = 9 \times 10^9\,\text{N m}^2\,\text{C}^{-2}$.

63. PAU 2011 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 4 (Opció A)

P4) Les càrregues $Q_A = -2\,\mu\text{C}$, $Q_B = -4\,\mu\text{C}$ i $Q_C = -8\,\mu\text{C}$ estan situades sobre una mateixa recta. La càrrega A és a una distància d'1 m de la càrrega B, i la càrrega C està situada entre totes dues.

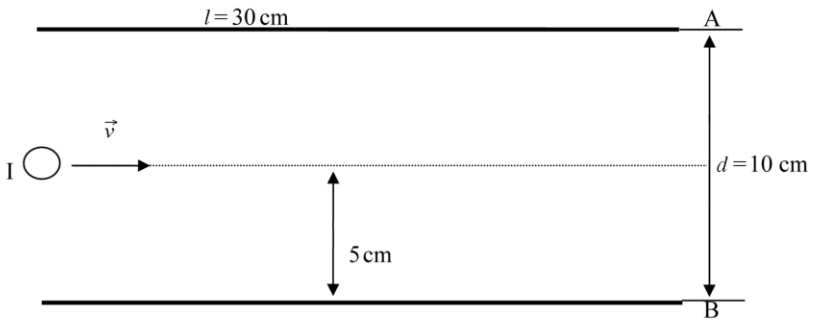
a) Si la força elèctrica total sobre Q_C deguda a les altres dues càrregues és zero, calculeu la distància entre Q_C i Q_A.

b) Calculeu el treball que cal fer per a traslladar la càrrega C des del punt on es troba fins a un punt equidistant entre A i B. Interpreteu el signe del resultat.

DADA: $k = 1/(4\pi\varepsilon_0) = 9 \times 10^9\,\text{N m}^2\,\text{C}^{-2}$.

64. PAU 2011 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 1

P1) Entre dues plaques metàl·liques conductores, de 30 cm de llargària, hi ha un camp elèctric uniforme vertical, d'intensitat $E = 10^4$ V/m.



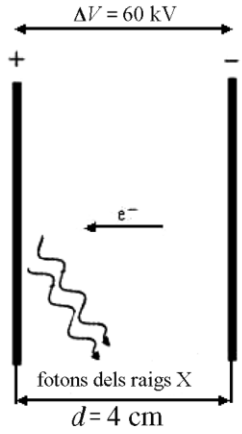
a) A quina velocitat $\vec{v}$ (horitzontal) s'ha de llançar un electró des de la posició I, a l'entrada del camp, perquè en surti fregant un dels extrems (A o B) de les plaques?

b) Expliqueu raonadament quin tipus de trajectòria descriu l'electró dins del camp. Calculeu el treball que fa la força elèctrica que actua sobre l'electró en el recorregut que descriu pel camp.

DADES: $m_{\text{electró}} = 9{,}11 \times 10^{-31}$ kg; $Q_{\text{electró}} = 1{,}602 \times 10^{-19}$ C.

65. PAU 2011 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 2

P2) El 1895, Wilhelm Conrad Röntgen va descobrir els raigs X, que, entre altres aplicacions, són un recurs fonamental per a la medicina. La manera més habitual de generar raigs X consisteix a accelerar electrons fins a velocitats altes i a fer-los xocar amb un material, de manera que emetin una part de l'energia, o tota, en forma de raigs X. En un determinat aparell, aquesta acceleració es produeix aplicant als electrons una diferència de potencial de 60 kV al llarg de 4 cm, tal com s'indica en la figura següent:



a) Determineu el camp elèctric, que considerem constant, aplicat als electrons a l'interior de les plaques. Indiqueu-ne el mòdul, la direcció i el sentit.

b) Calculeu l'energia cinètica amb què xoquen els electrons contra la placa positiva i la freqüència dels fotons dels raigs X emesos. Considereu que els electrons incidents els transfereixen tota l'energia possible; és a dir, l'energia cinètica que porten en xocar contra la placa.

DADES: $Q_{\text{electró}} = -1{,}60 \times 10^{-19}\,\text{C}$; $h = 6{,}62 \times 10^{-34}\,\text{J s}$.

66. PAU 2010 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 3 (Opció A)

Opció A

P3) Tenim dues càrregues elèctriques, $Q_1 = 4\ \mu\text{C}$, situada en el punt $(-2, 0)$, i $Q_2 = -3\ \mu\text{C}$, situada en el punt $(2, 0)$.

a) Quina càrrega (valor i signe) hem de posar en el punt $(4, 0)$ perquè el camp elèctric creat per les tres càrregues en el punt $(0, 0)$ sigui nul?

b) Quant val l'energia potencial electrostàtica d'aquesta tercera càrrega quan està situada en aquest punt $(4, 0)$?

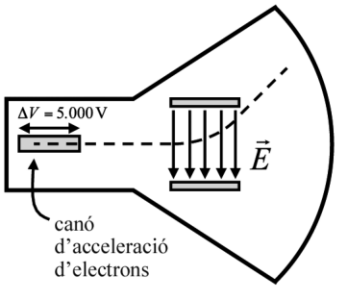
NOTA: Les coordenades dels punts estan expressades en metres.

DADA: $k = 1/(4\pi\varepsilon_0) = 9{,}0 \cdot 10^9\ \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$.

67. PAU 2010 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 3 (Opció B)

Opció B

P3) En una pantalla de raigs catòdics, els electrons s'acceleren en passar per un canó amb una diferència de potencial de $5{,}0 \cdot 10^3$ V entre els extrems. Després arriben a una zona on hi ha un camp elèctric de mòdul $1{,}0 \cdot 10^4$ N/C, constant i dirigit cap avall.



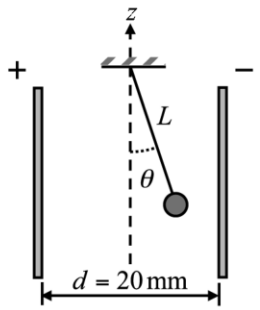
a) Determineu l'energia cinètica i la velocitat dels electrons en sortir del canó d'acceleració.

b) Calculeu la força elèctrica que actua sobre els electrons i l'acceleració que experimenten (indiqueu el mòdul, la direcció i el sentit per a les dues magnituds) mentre són a la zona on hi ha el camp elèctric vertical. Justifiqueu si s'ha de tenir en compte o no el pes dels electrons.

DADES: $m_{\text{electró}} = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg; $q_{\text{electró}} = -1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C.

68. PAU 2010 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 1

P1) Entre les armadures del condensador planoparal·lel de la figura apliquem una diferència de potencial de 200 V. A l'interior del condensador roman en equilibri una càrrega de 15 μC, de 20 g de massa, penjada d'un fil, tal com indica la figura següent:



a) Determineu el camp elèctric a l'interior del condensador. Indiqueu-ne el mòdul, la direcció i el sentit.

b) Dibuixeu les forces que actuen sobre la càrrega. Calculeu l'angle que forma el fil amb la vertical, θ, en la figura.

NOTA: L'eix z indica la vertical.

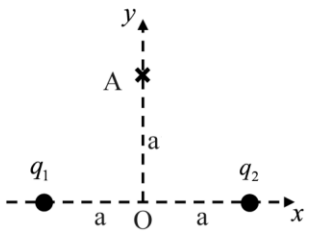
DADA: $g = 9{,}80$ m/s^2.

69. PAU 2010 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 4 (Opció A)

P4) Dues càrregues elèctriques puntuals idèntiques, de valor $q = -1{,}60 \cdot 10^{-19}$ C, estan fixes en els punts $(a, 0)$ i $(-a, 0)$, on $a = 30$ nm. Calculeu:

a) Les components del camp elèctric creat per les dues càrregues en el punt A, de coordenades $(0, a)$.

b) El treball necessari per a portar una càrrega $Q = 3{,}20 \cdot 10^{-19}$ C des del punt A fins a l'origen de coordenades. Interpreteu el signe del resultat.



DADES: $k = 1/4\pi\varepsilon_0 = 9{,}00 \cdot 10^9$ N · m^2 · C^{-2}, 1 nm = 10^{-9} m.

70. PAU 2010 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 4 (Opció B)

P4) Un dispositiu per a accelerar ions està constituït per un tub de 20 cm de llargària dins del qual hi ha un camp elèctric constant en la direcció axial. La diferència de potencial entre els extrems del tub és de 50 kV. Volem accelerar ions K^+ amb aquest dispositiu. Calculeu:

a) La intensitat, la direcció i el sentit del camp elèctric dins de l'accelerador i el mòdul, la direcció i el sentit de la força que actua sobre un ió quan és dins del tub.

b) L'energia cinètica que guanya l'ió quan travessa l'accelerador. La velocitat que tindrà l'ió a la sortida del tub accelerador, si inicialment estava parat. Indiqueu si, en aquest cas, cal considerar o no la variació relativista de la massa.

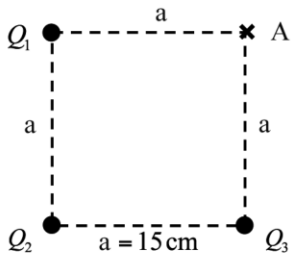
DADES: $m_{\text{ió } K^+} = 6{,}5 \cdot 10^{-26}$ kg; $q_{\text{ió } K^+} = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C; c = $3{,}00 \cdot 10^8$ m/s.

71. PAU 2010 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 4 (Opció B)

P4) En tres dels vèrtexs d'un quadrat de 15 cm de costat hi ha les càrregues $Q_1 = +1{,}0$ μC, $Q_2 = -2{,}0$ μC i $Q_3 = +1{,}0$ μC, tal com indica la figura. Calculeu:

a) El camp elèctric (mòdul, direcció i sentit) creat per les tres càrregues en el quart vèrtex, punt A.

b) El potencial elèctric total en el punt A. Calculeu el treball que cal fer per a traslladar una càrrega de 7,0 μC des de l'infinit fins al punt A. Digueu si el camp fa aquest treball o si el fa un agent extern.



Opció B

P2) Tenim dues càrregues elèctriques de valors $q_1 = +10^{-3}$ C, $q_2 = -10^{-4}$ C, situades en els punts (0, 3) i (–3, 0), respectivament.
Determineu:

a) Les components del camp elèctric en el punt (0, 0).

b) L'energia potencial electrostàtica del sistema.

c) El treball que cal fer per a traslladar una càrrega $Q = +10^{-4}$ C des de l'infinit fins al punt (0, –3). Interpreteu el signe del resultat obtingut.

NOTA: Les coordenades dels punts s'expressen en metres.

DADES: $k = 1/(4\pi\varepsilon_0) = 9{,}0 \cdot 10^9\ \mathrm{N \cdot m^2/C^2}$.

Les dues qüestions següents tenen format de pregunta d'elecció múltiple. A cada pregunta (tant la 1 com la 2) es proposen tres respostes (*a*, *b*, *c*), de les quals només UNA és correcta. Trieu la resposta que considereu correcta i traslladeu-la al quadern de respostes. Indiqueu-hi el número de la qüestió, el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que hàgiu triat (exemple: Q2-2-*c*). No cal que justifiqueu la resposta.

Q3) La corda del violí, en produir la nota la_3, vibra amb una freqüència de 440 Hz, i aquesta vibració es transmet a l'aire com una ona acústica de 5 mm d'amplitud.

1. L'ona acústica generada per la corda del violí és descrita per l'equació

a) $y = 5 \cdot 10^{-3} \sin(\frac{44\pi}{17} t - 880\pi x)$,

b) $y = 5 \cdot 10^{-3} \sin(440 t - \frac{440}{340} x)$,

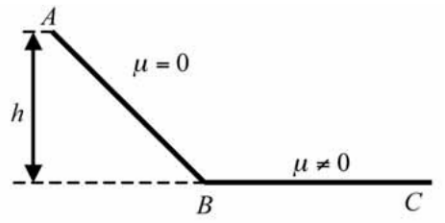
c) $y = 5 \cdot 10^{-3} \sin(880\pi t - \frac{44\pi}{17} x)$,

en què la y representa el desplaçament en la posició x. L'amplitud, el desplaçament, y, i la distància, x, s'expressen en metres i el temps, t, en segons.

2. La distància mínima entre dos punts que estan en fase és de
a) 0,773 m.
b) 0,386 m.
c) 340 m.

DADES: La velocitat del so en l'aire és de 340 m/s.

Q4) El punt més alt d'una pista d'esquí (que podem aproximar a un pla inclinat sense fregament, tram AB), es troba a una altura h respecte del final. Fora de la pista, tram BC, no queda neu i per tant hi ha fregament (coeficient de fregament, μ, no nul). Si un esquiador surt del començament de la pista (punt A) a una velocitat nul·la:



1. Quina serà la seva velocitat al final de la pista (punt B)?

a) $\sqrt{2gh}$

b) $\sqrt{gh/2}$

c) Depèn de la massa de l'esquiador.

2. Quina distància horitzontal (BC) recorrerà l'esquiador abans d'aturar-se?

a) $h\sqrt{\mu}$

b) $h\mu$

c) h/μ

Opció A

P2) Un dipol elèctric és un sistema constituït per dues càrregues del mateix valor i de signe contrari, separades per una distància fixa. Sabem que la càrrega positiva d'un dipol està situada en el punt (0, 0), que la negativa és en el punt (3, 0) i que el valor absolut de cada una de les càrregues és 10^{-4} C. Calculeu:

a) El potencial elèctric creat pel dipol en el punt (0, 4).

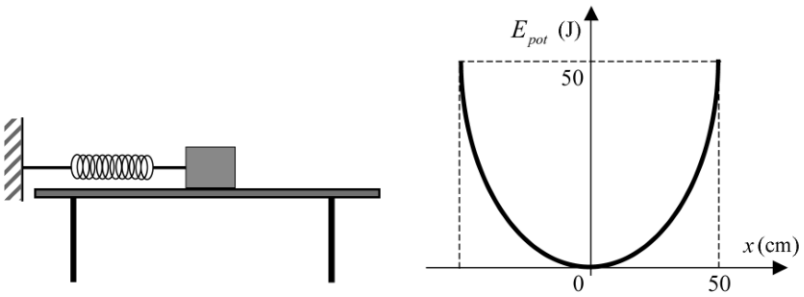
b) L'acceleració que experimenta un protó situat en el punt mitjà del segment que uneix les dues càrregues del dipol, si el deixem inicialment en repòs en aquest punt.

c) L'energia necessària per a separar les càrregues del dipol fins a una distància doble de la inicial.

NOTA: Les coordenades s'expressen en metres.

DADES: $q_{\text{protó}} = 1{,}60 \cdot 10^{-19}$ C; $m_{\text{protó}} = 1{,}67 \cdot 10^{-27}$ kg; $k = 1/4\pi\varepsilon_0 = 9{,}00 \cdot 10^9$ N · m^2/C^2.

Q3) Una molla, situada sobre una taula horitzontal sense fregament, està fixada per un dels extrems a una paret i a l'altre extrem hi ha lligat un cos de 0,5 kg de massa. La molla no està deformada inicialment. Desplacem el cos una distància de 50 cm de la seva posició d'equilibri i el deixem moure lliurement, amb la qual cosa descriu un moviment vibratori harmònic simple. L'energia potencial del sistema en funció del desplaçament es representa amb la paràbola de la gràfica següent:



Determineu el valor de la constant recuperadora de la molla i el valor de la velocitat del cos quan té una elongació de 20 cm.

Q4) Una atracció d'una fira consisteix en uns cotxes petits que giren a una velocitat de mòdul constant de 3,0 m/s i que descriuen una circumferència de 8,0 m de radi en un pla horitzontal.

a) Calculeu les components intrínseques de l'acceleració d'un dels cotxes.

b) Si el mòdul de la velocitat dels cotxes, quan finalitza el temps de l'atracció, es redueix de manera uniforme des de 3,0 m/s fins a 1,0 m/s en 10 s, calculeu-ne l'acceleració angular i l'acceleració tangencial en aquest interval de temps.

74. PAU 2008 · Setembre · Sèrie 4 · Exercici 2 (Opció A)

Opció A

P2) Dues càrregues elèctriques puntuals de +3 μC i –7 μC es troben situades, respectivament, en els punts (0, 3) i (0, –5) d'un pla. Calculeu:

a) El camp elèctric que creen aquestes càrregues en el punt P(4, 0).

b) La diferència de potencial $V(\mathrm{O}) - V(\mathrm{P})$, on O és el punt (0, 0).

c) El treball que cal fer per a traslladar una càrrega de +5 μC des del punt O(0, 0) fins al P(4, 0). Interpreteu el signe del resultat.

NOTA: Les coordenades dels punts s'expressen en metres.

DADES: $k = 1/(4\pi\varepsilon_0) = 9 \cdot 10^9\ \mathrm{N \cdot m^2 \cdot C^{-2}}$.

Q3) En una experiència de laboratori, mesurem la longitud d'una molla vertical fixada per l'extrem superior quan hi pengem diferents masses de l'extrem inferior. A la taula següent hi ha els resultats obtinguts, on ΔL representa l'allargament de la molla quan li pengem de l'extrem inferior una massa m.

m (g)	200	300	400	500	600	700
ΔL (cm)	32,7	49,0	65,3	81,7	98,0	114,3

a) Representeu gràficament l'allargament (ordenada) en funció de la força que actua sobre la molla (abscissa). Doneu l'equació de la funció que ajusta els valors experimentals.

b) Determineu la constant elàstica de la molla. Expresseu el resultat en les unitats del sistema internacional (SI).

DADES: $g = 9{,}81\ \mathrm{m/s^2}$.

Q4) Un raig de llum de color groc de 580 nm es propaga per l'aire a una velocitat de $3{,}0 \cdot 10^8$ m/s i incideix sobre un vidre que té un índex de refracció d'1,55 per a aquesta llum. Calculeu:

a) La freqüència de la llum groga en l'aire i la seva velocitat de propagació en el vidre.

b) La freqüència i la longitud d'ona de la llum groga en el vidre.

75. PAU 2008 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 2 (Opció A)

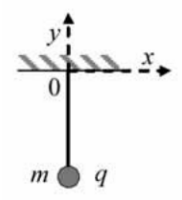
Opció A

P2) Una esfera petita de massa 250 g i càrrega q penja verticalment d'un fil. Apliquem un camp elèctric constant de 10^3 N/C dirigit al sentit negatiu de l'eix d'abscisses i observem que la càrrega es desvia cap a la dreta i que queda en repòs quan el fil forma un angle de 37° amb la vertical.

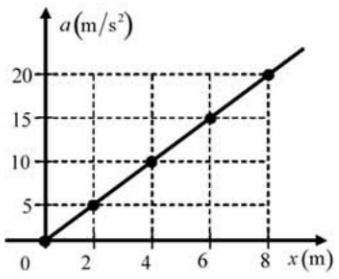
a) Dibuixeu l'esquema corresponent a les forces que actuen sobre la càrrega q en aquesta posició d'equilibri. Quin signe té la càrrega q?

b) Calculeu la tensió del fil.

c) Determineu el valor de la càrrega q.



Q3) En la gràfica següent es mostra com varia l'acceleració d'un cos de massa 10 kg que es mou en línia recta. Quin treball s'ha efectuat sobre el cos per a moure'l des de $x = 0$ fins a $x = 8$ m?



Q4) Una radiació de llum ultraviolada, d'una freqüència d'$1{,}5 \cdot 10^{15}$ Hz, incideix sobre una làmina de coure de manera que es produeix efecte fotoelèctric. La freqüència mínima perquè es produeixi efecte fotoelèctric en aquest metall és $1{,}1 \cdot 10^{15}$ Hz.

a) Calculeu l'energia cinètica màxima dels fotoelectrons emesos.

b) Expliqueu què passaria si la llum incident tingués una longitud d'ona de $3{,}0 \cdot 10^{-7}$ m.

DADES: $h = 6{,}62 \cdot 10^{-34}$ J · s; $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

3

Opció A

P2) Dues càrregues puntuals de +2 μC i +20 μC es troben separades per una distància de 2 m.

a) Calculeu el punt, situat entre les dues càrregues, en què el camp elèctric és nul.

b) Busqueu el potencial elèctric en un punt situat entre les dues càrregues i a 20 cm de la càrrega menor.

c) Determineu l'energia potencial elèctrica del sistema format per les dues càrregues.

DADES: $k = 1/(4\pi\varepsilon_0) = 9 \cdot 10^9\ \mathrm{N \cdot m^2/C^2}$.

Q3) En una experiència de laboratori, es mesura el flux magnètic a través de la superfície d'una espira i s'observa que varia amb el temps d'acord amb la taula següent:

Φ (Wb)	100	80	60	40	20	0	–20	–40	–60	–80	–100
t (s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Dibuixeu el gràfic Φ-t i, d'acord amb aquest, deduïu el valor de la força electromotriu del corrent induït a l'espira.

Q4) Una plataforma circular gira, en un pla horitzontal, respecte d'un eix vertical que passa pel seu centre, a una velocitat de 120/π rpm (revolucions per minut). Determineu el valor de la distància màxima respecte de l'eix a què pot situar-se una massa sobre la plataforma de manera que giri solidàriament amb aquesta, sense lliscar, sabent que el coeficient de fregament estàtic val 0,5.

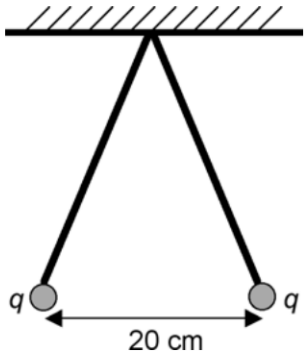
Opció B

P2) Pengem del sostre dos fils de 50 cm de longitud. Cada fil du al seu extrem una càrrega positiva de valor $q = 1{,}2 \cdot 10^{-8}$ C. Quan s'arriba a l'equilibri, les càrregues estan separades per una distància de 20 cm, tal com mostra la figura. Calculeu:

a) La tensió de les cordes.

b) El potencial elèctric que creen en el punt mitjà del segment que va d'una càrrega a l'altra.

c) El camp elèctric que creen en el punt d'unió dels fils amb el sostre.



DADES: $k = 1/(4\pi\varepsilon_0) = 9{,}0 \cdot 10^9$ N · m²/C².

Les dues qüestions següents tenen format de prova objectiva. A cada pregunta (1 o 2) es proposen tres respostes (*a*, *b*, *c*) de les quals només UNA és correcta. Trieu la resposta que considereu correcta i traslladeu-la al quadern de respostes. Indiqueu-hi el número de la qüestió, el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que hàgiu triat (exemple: Q2-2-*c*). No cal que justifiqueu la resposta.

Q3) Un mòbil descriu un moviment circular no uniforme.

1. S'esdevé que
- ***a***) el mòdul de l'acceleració normal del mòbil és constant.
- ***b***) l'acceleració angular del mòbil està relacionada amb el canvi de mòdul del vector velocitat.
- ***c***) l'acceleració tangencial del mòbil està relacionada amb el canvi de direcció del vector velocitat.

2. Si el moviment circular és desaccelerat,
- ***a***) els vectors velocitat i acceleració del mòbil són perpendiculars.
- ***b***) els vectors velocitat i acceleració del mòbil formen un angle més petit de 90°.
- ***c***) els vectors velocitat i acceleració del mòbil formen un angle més gran de 90°.

Q4) Un satèl·lit artificial de 1 000 kg de massa està situat en una òrbita estable al voltant de la Terra, a 1 000 km d'altura de la superfície de la Terra.

1. La seva energia mecànica val
- ***a***) $2{,}70 \cdot 10^{10}$ J.
- ***b***) 0.
- ***c***) $-2{,}70 \cdot 10^{10}$ J.

2. Des d'aquesta òrbita, els motors del satèl·lit li transmeten l'energia mínima necessària perquè es pugui escapar de l'atracció de la Terra. En aquesta nova situació, l'energia mecànica del satèl·lit val
- ***a***) $2{,}70 \cdot 10^{10}$ J.
- ***b***) 0.
- ***c***) $5{,}40 \cdot 10^{10}$ J.

DADES: $R_T = 6{,}38 \cdot 10^6$ m; $M_T = 5{,}98 \cdot 10^{24}$ kg; $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ N · m^2 · kg^{-2}.

6

7

L'Institut d'Estudis Catalans ha tingut cura de la correcció lingüística i de l'edició d'aquesta prova d'accés

Opció B

P2. Tres càrregues elèctriques puntuals i positives es troben situades als vèrtexs d'un triangle equilàter de costat $\sqrt{3}$ m. Dues d'aquestes tenen càrrega q i la tercera té càrrega $2q$, essent $q = 10^{-4}$ C. Calculeu:

a) El potencial elèctric en el punt mitjà del costat en què es troben les dues càrregues més petites (punt P).
b) El camp elèctric en el mateix punt P.
c) El treball que cal fer per traslladar la càrrega $2q$ des del vèrtex on es troba fins al punt P.

Dada: $k = 1/(4\pi\varepsilon_0) = 9{,}0 \cdot 10^9$ N·m²·C⁻²

Les dues qüestions següents tenen format de prova objectiva. En cada pregunta (1 i 2) de cada qüestió (Q3 i Q4) es proposen tres respostes (a, b, c), de les quals només una és correcta. Trieu la resposta que considereu correcta i traslladeu-la al quadernet de respostes. Indiqueu-hi el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (exemple: 2.c).

No heu de justificar la resposta escollida.

Q3. Tenim una molla col·locada verticalment amb un extrem fix a terra. Deixem caure una massa de 2,50 kg des d'una altura d'1 m respecte a l'extrem lliure de la molla, i la molla experimenta una compressió màxima de 15 cm. El fregament amb l'aire és negligible.

1. L'energia cinètica amb què la massa impacta contra l'extrem lliure de la molla val:
a) 24,5 J.
b) 245 J.
c) 245 N.

2. La constant elàstica de la molla val:
a) 2,50 N.
b) $2{,}50 \cdot 10^3$ N·m⁻¹.
c) $2{,}50 \cdot 10^6$ N·m⁻¹.

Q4. 1. Perquè es generi corrent induït en un circuit indeformable en repòs, cal que:
a) Sigui travessat per un camp elèctric variable.
b) Sigui travessat per un camp magnètic constant.
c) Sigui travessat per un camp magnètic variable.

2. Els transformadors:
a) Es fonamenten en la inducció electromagnètica entre circuits.
b) Funcionen tant en corrent continu com en corrent altern.
c) Canvien la freqüència del corrent altern.

79. PAU 2006 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 2 (Opció A)

Opció A

P2. Tres partícules carregades, $q_1 = -1\ \mu C$, $q_2 = 3\ \mu C$, $q_3 = -2\ \mu C$, es troben sobre un pla en els punts de coordenades $P_1 = (0,0)$, $P_2 = (10,0)$ i $P_3 = (0,10)$, respectivament. Totes les coordenades s'expressen en m. Calculeu:

a) La força elèctrica que actua sobre q_1.

b) El potencial elèctric en el punt $P_4 = (0,5)$.

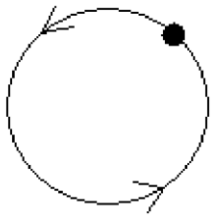
c) La variació d'energia potencial elèctrica que experimenta un electró quan el desplacem del punt $P_4 = (0,5)$ al punt $P_5 = (0,15)$.

Dades: $q_e = -1{,}602 \cdot 10^{-19}$ C, $k = 1/(4\pi\varepsilon_0) = 9{,}0 \cdot 10^9$ N·m^2·C^{-2}

Q3. Calculeu el valor de la longitud d'ona d'un fotó d'energia 3 keV.

Dades: $h = 6{,}62 \cdot 10^{-34}$ J·s, $c = 3 \cdot 10^8$ m·s^{-1}, 1 eV = $1{,}602 \cdot 10^{-19}$ J

Q4. Un electró es mou en un camp magnètic uniforme i descriu una trajectòria circular continguda en el pla del paper, com la de la figura. Determineu la direcció i el sentit del camp magnètic amb referència al pla del paper. Raoneu la resposta.



80. PAU 2006 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 2 (Opció B)

Opció B

P2. Tenim dues càrregues puntuals fixes, $Q_1 = 10\ \mu C$ i $Q_2 = -10\ \mu C$, situades respectivament a l'origen de coordenades i en el punt (3,0). Col·loquem en el punt (3,4) una altra càrrega puntual, $q = 1\ \mu C$. Calculeu:

a) L'energia potencial electrostàtica de la càrrega q.
b) L'expressió vectorial de la força a què està sotmesa la càrrega q.
c) En quant canviarien els resultats dels apartats anteriors si les càrregues, en lloc de trobar-se en el buit, estiguessin submergides en aigua.

Dades: $k = 1/(4\pi\varepsilon_0) = 9{,}0 \cdot 10^9$ N·m^2·C^{-2}; la constant dielèctrica relativa de l'aigua val 81; les distàncies es mesuren en m.

Les dues qüestions següents tenen format de prova objectiva. En cada pregunta (1 i 2) de cada qüestió (Q3 i Q4) es proposen tres respostes (a, b, c), de les quals només una és correcta. Trieu la resposta que considereu correcta i traslladeu-la al quadernet de respostes. Indiqueu-hi el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (exemple: 2.c).

No heu de justificar la resposta escollida.

Q3. Un cos de massa 0,6 kg es desplaça en la direcció positiva de l'eix *x* a una velocitat d'1 $m \cdot s^{-1}$, i xoca contra un segon cos de massa 0,4 kg, que es desplaça també en la direcció positiva de l'eix *x* a una velocitat de 0,8 $m \cdot s^{-1}$. Els dos cossos queden enganxats i després del xoc es mouen junts.

1. La velocitat del conjunt després del xoc val:
a) 0,82 $m \cdot s^{-1}$.
b) 0,92 $m \cdot s^{-1}$.
c) 0,72 $m \cdot s^{-1}$.

2. En el xoc, l'energia cinètica total:
a) Disminueix.
b) Augmenta.
c) Es manté constant.

Q4. Disposem d'una lent convergent de distància focal *f*, amb la qual visualitzem un objecte situat a l'esquerra de la lent.

1. Per obtenir una imatge de l'objecte que sigui real, invertida i el doble de gran, hem de situar l'objecte:
a) Entre el focus i la lent.
b) Entre el focus i el doble de la distància focal.
c) Més enllà del doble de la distància focal.

2. Per obtenir una imatge de l'objecte que sigui virtual, dreta i el doble de gran, hem de situar l'objecte:
a) Entre el focus i la lent.
b) Entre el focus i el doble de la distància focal.
c) Més enllà del doble de la distància focal.

81. PAU 2005 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 2 (Opció B)

OPCIÓ B

P2. Un condensador pla té les plaques metàl·liques verticals i separades 2 mm. En el seu interior hi ha un camp elèctric constant, dirigit cap a l'esquerra, de valor 10^5 N/C.

a) Calculeu la diferència de potencial entre les plaques del condensador. Feu un esquema del condensador i indiqueu quina placa és la positiva i quina la negativa.
b) Calculeu la diferència de potencial entre dos punts A i B de l'interior del condensador separats 0,5 mm i col·locats de manera que el segment AB és perpendicular al camp elèctric. Justifiqueu la resposta.
c) Considereu un electró a la regió entre les dues plaques del condensador. Si el deixem anar des del repòs molt a prop de la placa negativa, determineu amb quina energia cinètica arriba a la placa positiva. Els efectes gravitatoris es poden considerar negligibles.

Dades: càrrega de l'electró $q_e = -1{,}60 \cdot 10^{-19}$ C, massa de l'electró $m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}$ kg

Les dues qüestions següents tenen format de prova objectiva. En cada pregunta (1 a 5) es proposen tres respostes (a, b, c), de les quals només una és correcta. Trieu la resposta que considereu correcta i traslladeu-la al quadernet de respostes. Indiqueu-hi el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (exemple: 2.c).

No heu de justificar la resposta escollida.

Q3. Una roda de 3 m de radi realitza un moviment circular uniformement accelerat amb una acceleració angular de 2 rad/s^2, partint del repòs.

1. En un mateix instant, tots els punts de la roda tenen la mateixa:
a) Velocitat lineal.
b) Velocitat angular.
c) Acceleració normal.

2. L'acceleració tangencial:
a) Augmenta amb el temps.
b) Augmenta amb la distància al centre.
c) És la mateixa per a tots els punts de la roda.

3. L'acceleració normal:
a) No depèn del temps.
b) És la mateixa per a tots els punts de la roda.
c) Va dirigida cap al centre.

4. Passats 2 s, els punts de la perifèria tenen una velocitat lineal de:
a) 12 rad/s.
b) 12 m/s.
c) 4 m/s.

5. En aquests 2 s, la roda ha girat:
a) Menys d'una volta.
b) Més d'una volta.
c) Exactament una volta.

Q4. Un raig de llum groga es propaga per un vidre i incideix a la superfície que separa el vidre de l'aire amb un angle de 30,0° respecte a la direcció normal a la superfície. L'índex de refracció del vidre per a la llum groga és 1,60 i l'índex de refracció de l'aire és 1.

1. L'angle que forma el raig refractat respecte a la direcció normal a la superfície de separació d'ambdós medis val:

a) 60,0º.
b) 18,2º.
c) 53,1º.

2. L'angle d'incidència màxim perquè el raig de llum groga passi a l'aire val:

a) 45,0º.
b) 38,7º.
c) En aquest cas no pot haver-hi reflexió total. Passen a l'aire tots els raigs incidents amb independència de l'angle amb què incideixen.

3. En passar del vidre a l'aire, la velocitat de propagació de la llum groga:

a) Augmenta.
b) Disminueix.
c) No canvia.

4. En passar del vidre a l'aire, l'energia dels fotons de llum groga:

a) Augmenta.
b) Disminueix.
c) No canvia.

5. En passar del vidre a l'aire, la longitud d'ona dels fotons de llum groga:

a) Augmenta.
b) Disminueix.
c) No canvia.

82. PAU 2005 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 2 (Opció B)

OPCIÓ B

P2. Considereu dues càrregues idèntiques de valor $q = -3$ μC situades als vèrtexs de la base d'un triangle equilàter de costat $r = 2$ m. Determineu:

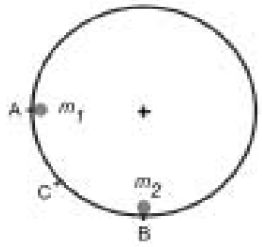
a) El camp elèctric creat per aquestes càrregues en el vèrtex superior del triangle.
b) El treball necessari per portar una càrrega positiva d'1 μC des de l'infinit fins al vèrtex superior del triangle.
c) L'energia potencial d'una càrrega positiva d'1 μC col·locada al vèrtex superior del triangle.

Dada: $k = 1/(4\pi\varepsilon_0) = 9{,}0 \cdot 10^9\ \mathrm{N \cdot m^2\ C^{-2}}$

Les dues qüestions següents tenen format de prova objectiva. En cada pregunta (1 a 5) es proposen tres respostes (a, b, c), de les quals només una és correcta. Trieu la resposta que considereu correcta i traslladeu-la al quadernet de respostes. Indiqueu-hi el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (exemple: 2.c).

No heu de justificar la resposta escollida.

Q3. La figura representa una guia circular en un pla vertical. La bola m_1, inicialment en repòs en el punt A, llisca per la guia i xoca elàsticament amb la bola m_2, inicialment en repòs en el punt B. Com a conseqüència del xoc, la bola m_1 retrocedeix fins a la posició C. El fregament és negligible.



1. La massa de la bola m_2:
a) És igual que la de la bola m_1.
b) És més petita.
c) És més gran.

2. La quantitat de moviment de la bola m_1 després del xoc:
a) És la mateixa que abans del xoc.
b) És diferent que abans del xoc.
c) Es manté constant.

3. La quantitat de moviment del sistema constituït per les dues boles:
a) És la mateixa en tot moment des que m_1 ha sortit d'A.
b) Varia per efecte del xoc.
c) No varia per efecte del xoc.

4. En tot el procés es manté constant:
a) L'energia cinètica del sistema.
b) L'energia mecànica del sistema.
c) L'energia mecànica de m_1.

5. Suposem que les masses m_1 i m_2 són iguals. Es verifica que:
a) La bola m_1 retrocedeix fins a una posició superior al punt C.
b) La bola m_2 ascendeix fins a una altura igual a la del punt A.
c) Immediatament després del xoc, les velocitats de m_1 i m_2 són iguals i de sentit contrari.

Q4. Una ona harmònica descrita per l'equació $y\,(x,t) = 2\cos\pi\,(x - 2t)$, en unitats de l'SI, viatja per un medi elàstic.

1. La velocitat de propagació de l'ona és de:
a) 0,5 m/s.
b) 1 m/s.
c) 2 m/s.

2. La distància mínima entre dos punts en el mateix estat de pertorbació és de:
a) 0,5 m.
b) 2 m.
c) 5 m.

3. L'amplitud de la pertorbació és de:
a) 0,5 m.
b) 1 m.
c) 2 m.

4. La freqüència angular (o pulsació) és de:
a) $2\,\pi$ rad/s.
b) 2 rad/s.
c) $\pi/2$ rad/s.

5. La velocitat màxima d'oscil·lació d'un punt afectat per la pertorbació és de:
a) π m/s.
b) 2π m/s.
c) 4π m/s.

rsitari de Catalunya

— Feu el problema P1 i responeu a les qüestions Q1 i Q2.
— Escolliu una de les opcions (A o B), i feu el problema P2 i responeu a les qüestions Q3 i Q4 de l'opció escollida.

En total cal fer dos problemes i respondre a quatre qüestions.

— Cada problema val 3 punts (1 punt per cada apartat). Les qüestions Q1 i Q2 valen 1 punt cadascuna.
— Cada qüestió de l'opció A val 1 punt.
— Les qüestions de l'opció B puntuen entre les dues un mínim de 0 punts i un màxim de 2 punts. Cada qüestió de l'opció B consta de cinc preguntes, amb tres respostes possibles a cada pregunta, de les quals només una és correcta. Una resposta encertada val 0,20 punts, una resposta en blanc val 0 punts i una resposta errònia val –0,10 punts.

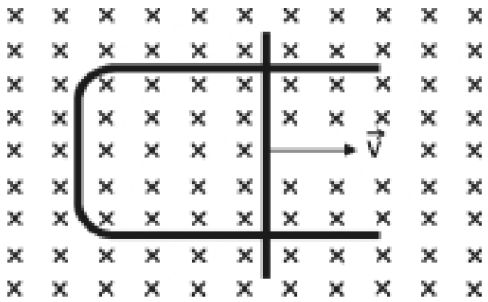
83. PAU 2004 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 2 (Opció B)

OPCIÓ B

P2. Considereu dues càrregues iguals, cadascuna de valor $Q = 10^{-5}$ C, fixes en els punts (0,2) i (0,–2). Les distàncies es mesuren en m i la constant de Coulomb val $k = 1/(4\pi\varepsilon_0) = 9 \cdot 10^9$ N · m^2/C^2.

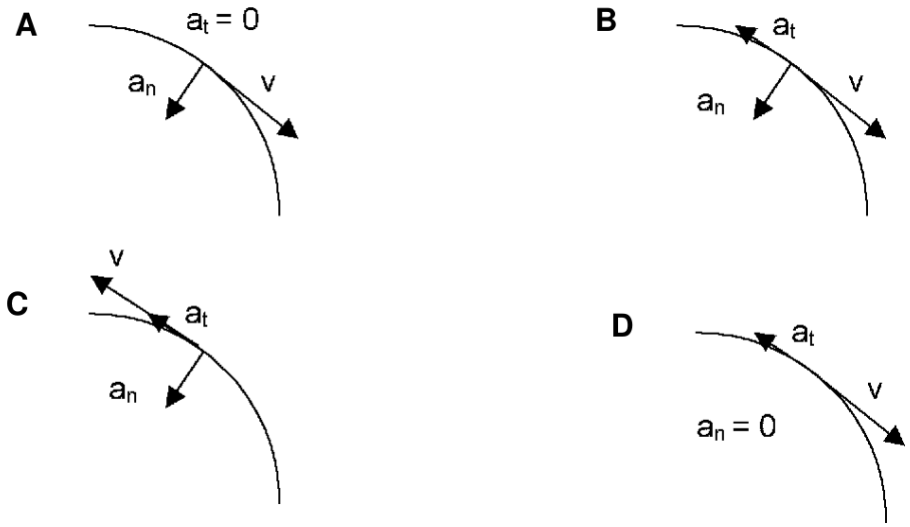
a) Calculeu el camp elèctric en el punt (2,0). Determineu la força elèctrica total que experimentaria una petita càrrega $q = 10^{-6}$ C situada en aquest punt.
b) Determineu el treball elèctric que un agent extern ha hagut de fer sobre la càrrega q per portar-la des de l'infinit fins al punt (2,0) sense modificar la seva energia cinètica.
c) Suposeu que la càrrega q té una massa de 3 g i es troba en repòs en el punt (2,0). Calculeu la velocitat amb què arriba al punt (3,0).

Q3. Considereu un camp magnètic uniforme, perpendicular a la superfície plana delimitada per un fil metàl·lic en forma de U, i una barra metàl·lica que es mou sobre el fil a velocitat constant i en el sentit indicat en la figura. El símbol X indica que el camp apunta cap a dins del paper.



a) En quin sentit circula el corrent induït en el circuit? Raoneu la resposta.
b) Quin moviment hauria de descriure la barra perquè el corrent induït fos altern? Per què?

Q4. Considereu una partícula que descriu un moviment circular uniformement retardat, amb acceleració angular no nul·la. Quin dels diagrames següents li correspon?



a) Trieu la resposta que considereu correcta i traslladeu-la al quadernet de respostes, indicant el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (A, B, C o D).
b) Justifiqueu la resposta.

84. PAU 2004 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 2 (Opció A)

OPCIÓ A

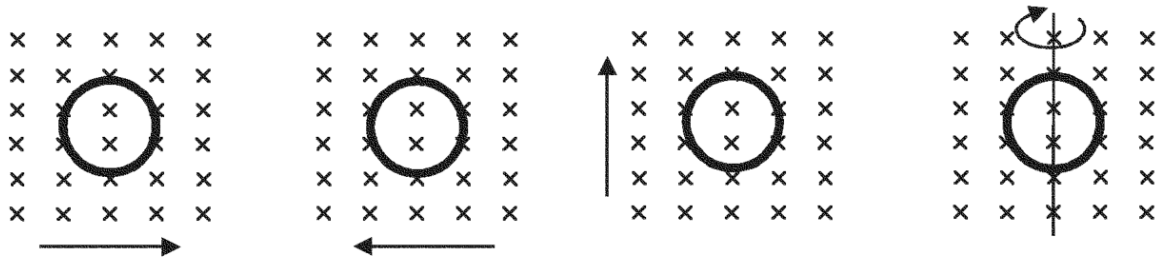
P2. Tres càrregues elèctriques puntuals, positives, de 10^{-4} C cadascuna, estan situades als vèrtexs d'un triangle equilàter de $\sqrt{3}$ m de costat. Calculeu:

a) El valor de la força electrostàtica que actua sobre cada càrrega per efecte de les altres dues.
b) El potencial elèctric en el punt mitjà d'un costat qualsevol del triangle.
c) L'energia potencial electrostàtica emmagatzemada en el sistema de càrregues.

Dada: $k = 1/(4\pi\varepsilon_0) = 9 \cdot 10^9$ N · m^2/C^2.

Q3. Són les dotze en punt. Tant l'agulla horària com l'agulla minutera del rellotge apunten cap amunt. En quin instant tornaran a coincidir, per primer cop, les dues agulles del rellotge?

Q4. Una espira es mou en el si del camp magnètic uniforme representat en la figura, en el sentit que s'indica en cada cas. El símbol X indica que el camp entra en el paper.



A: cap a la dreta

B: cap a l'esquerra

C: cap amunt

D: girant al voltant del diàmetre vertical

En l'espira, s'indueix corrent elèctric:

a) en tots els casos.
b) només en el cas D.
c) en els casos A i B.
d) en els casos A, B i C.

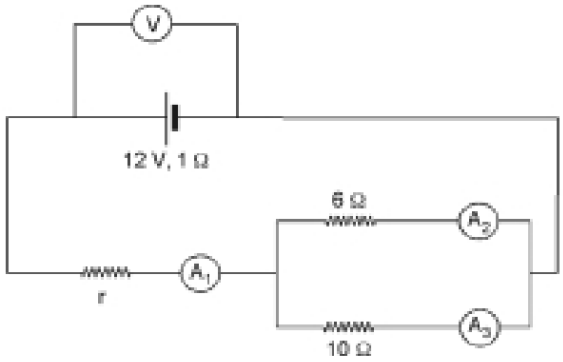
Escolliu l'opció correcta i raoneu la resposta.

85. PAU 2003 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 2 (Opció B)

OPCIÓ B

P2. Al circuit de la figura, l'amperímetre A_2 marca una intensitat de 0,25 A. Calculeu:

a) La intensitat mesurada pels amperímetres A_1 i A_3.
b) La caiguda de tensió mesurada pel voltímetre V.
c) El valor de la resistència r.



Q3. Un projectil de 5 kg de massa es dispara amb una velocitat inicial de 200 m/s i amb un angle de 45° amb l'horitzontal. Suposant negligibles els efectes del fregament, expliqueu raonadament si les magnituds següents es conserven al llarg del moviment:

a) La quantitat de moviment del projectil.
b) L'energia mecànica del projectil.

D'aquelles magnituds que es conservin calculeu-ne el valor.

Q4. En una regió de l'espai hi ha un camp elèctric i un camp magnètic constants en la mateixa direcció i sentit. En un determinat instant penetra en aquesta regió un electró amb velocitat paral·lela als camps i de sentit contrari. Descriviu el tipus de moviment que farà l'electró. Justifiqueu la resposta.

SÈRIE 5 PAU. LOGSE. Curs 2002-2003 FÍSICA

— Feu el problema P1 i responeu a les qüestions Q1 i Q2.
— Escolliu una de les opcions (A o B) i feu el problema P2 i responeu a les qüestions Q3 i Q4 de l'opció escollida.

(En total cal fer dos problemes i respondre a quatre qüestions.)
[Cada problema val 3 punts (1 punt per cada apartat). Cada qüestió val 1 punt.]

Catalunya

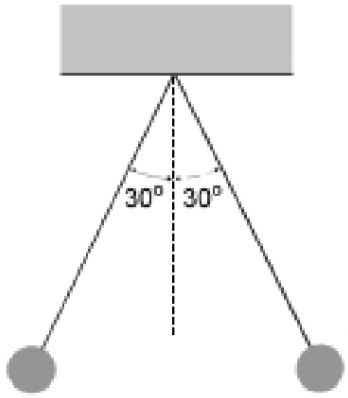
86. PAU 2003 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 2 (Opció B)

OPCIÓ B

P2. Dues esferes puntuals de 20 g de massa cadascuna estan carregades amb la mateixa càrrega elèctrica positiva. Les esferes estan situades als extrems de dos fils d'1 m de longitud, tal com es veu a la figura. En la posició d'equilibri cada fil forma un angle de 30° amb la vertical.

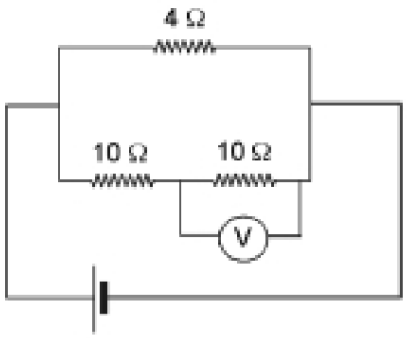
a) Calculeu la tensió dels fils en la posició d'equilibri.
b) Calculeu la càrrega de cada esfera.
c) Calculeu el camp elèctric (mòdul, direcció i sentit) que s'hauria d'aplicar a l'esfera de l'esquerra per mantenir-la en la mateixa posició d'equilibri si no existís l'esfera de la dreta.

Dades: $k = 1/(4\pi\varepsilon_0) = 9 \cdot 10^9\ \mathrm{Nm^2/C^2}$, $g = 10\ \mathrm{m/s^2}$.



Q3. Un projectil de 20 g va a una velocitat horitzontal de 300 m/s i s'encasta en un bloc de 1,5 kg que està inicialment en repòs. Calculeu la velocitat del conjunt immediatament després de l'impacte.

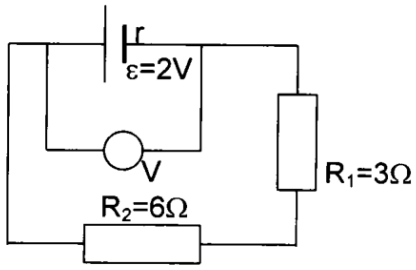
Q4. Determineu la lectura del voltímetre V, al circuit de la figura, sabent que a la resistència de 4 Ω es dissipen 240 J cada minut.



87. PAU 2002 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 2 (Opció B)

OPCIÓ B

P2. Sabent que el voltímetre del circuit representat a la figura marca V = 1,8 V, es demana:
a) La intensitat pel circuit i la resistència interna r del generador.
b) La potència útil del generador i la diferència de potencial entre els extrems de la resistència R_1.
c) L'energia alliberada en forma de calor en tot el circuit durant un interval de temps de 20 minuts.



Q3. Una molla de constant recuperadora k = 50 N/m i longitud natural l_0 = 2 m està lligada al sostre d'un ascensor. Si pengem de l'extrem lliure de la molla un cos de massa m = 3 kg, quina serà la longitud de la molla quan
a) l'ascensor pugi amb una acceleració igual a 2 m/s^2 en el sentit del moviment?
b) l'ascensor pugi a una velocitat constant?

Q4. Un protó entra en una regió on hi ha un camp magnètic uniforme B = 0,2 T. Si, en entrar-hi, va a una velocitat v = 10^6 m/s, perpendicular a la direcció del camp, calculeu el radi de la trajectòria circular que descriu el protó.

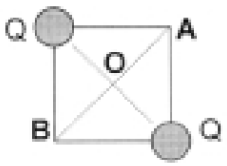
Dades: $q_p = 1{,}602 \cdot 10^{-19}$ C; $m_p = 1{,}67 \cdot 10^{-27}$ kg

88. PAU 2002 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 2 (Opció A)

OPCIÓ A

P2. En dos vèrtexs oposats d'un quadrat de 10 cm de costat hi ha dues càrregues iguals Q = + 1 μC.

a) Quant valen les components horitzontal i vertical del vector camp elèctric en els vèrtexs A i B? I en el centre del quadrat O?
b) Quin serà el potencial elèctric en els punts A i O?
c) Quin seria el treball necessari per portar una càrrega de prova q = + 0,2 μC des d'un punt molt llunyà fins al punt O? Quant valdria aquest treball si la càrrega de prova fos q' = –0,2 μC? Compareu ambdós resultats i comenteu quin és el significat físic de la diferència entre aquests.



Dada: k = $9 \cdot 10^9$ N · m^2/C^2

Q3. Un mòbil que surt del repòs realitza un moviment circular accelerat uniformement. Raoneu si cadascuna de les afirmacions següents és vertadera o falsa:

a) El valor de l'acceleració normal del mòbil augmenta amb el temps.
b) El valor de l'acceleració tangencial del mòbil no varia amb el temps.

Q4. En què consisteix la difracció? Raoneu si aquest fenomen avala el caràcter ondulatori o el caràcter corpuscular de la llum.

Districte universitari de Catalunya

89. PAU 2002 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 1

P1. Una partícula de massa m = 3 · 10^{-2} kg té una càrrega elèctrica negativa q = –8 μC. La partícula es troba en repòs a prop de la superfície de la Terra i està sotmesa a l'acció d'un camp elèctric uniforme E = 5 · 10^4 N/C, vertical i dirigit cap al terra. Suposant negligibles els efectes del fregament, trobeu:

a) La força resultant (en mòdul, direcció i sentit) que actua sobre la partícula.
b) El desplaçament efectuat per la partícula durant els primers 2 segons de moviment. Quin serà l'increment de l'energia cinètica de la partícula en aquest desplaçament?
c) Si la partícula es desplaça des de la posició inicial fins a un punt situat 30 cm més amunt, quant haurà variat la seva energia potencial gravitatòria? I la seva energia potencial elèctrica?

Q1. En un xoc unidimensional, una bola de 5 kg es dirigeix cap a la dreta a una velocitat de 7 m/s i col·lideix contra una altra bola de 8 kg que inicialment està en repòs. Després del xoc, la bola de 5 kg va cap a l'esquerra a una velocitat d'1 m/s i la bola de 8 kg va cap a la dreta a una velocitat de 5 m/s.

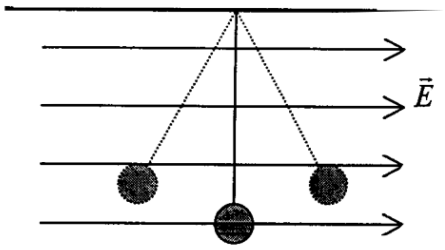
a) Esbrineu si el xoc és elàstic o inelàstic.
b) Comproveu si es conserva la quantitat de moviment.

Q2. Dues bombetes iguals es connecten en paral·lel a un generador de corrent continu. Si una de les bombetes es fon, raoneu si l'altra lluirà més, menys o igual que abans. Què hauria passat si les bombetes haguessin estat connectades en sèrie i una s'hagués fos?

90. PAU 2000 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 2 (Opció B)

OPCIÓ B

P2. Una bola metàl·lica de 100 g de massa amb una càrrega elèctrica de –5 μC penja verticalment d'un fil de seda subjectat al sostre. Quan li apliquem un camp elèctric uniforme i horitzontal de mòdul E = 2 · 10^5 N/C i sentit com a la figura, la bola es desvia de la vertical fins a assolir una nova posició d'equilibri. En aquesta situació,



a) Quina de les dues posicions representades amb línia de punts a la figura serà la d'equilibri? Feu un esquema de les forces que actuen sobre la bola.
b) Determineu l'angle que forma el fil amb la vertical.
c) Calculeu la tensió del fil en la posició d'equilibri.

Q3. Deixem caure sense velocitat inicial un objecte de 4 kg de massa per un pla inclinat 30º sobre l'horitzontal. El coeficient de fricció cinètic entre el cos i el pla és μ = 0,1. Trobeu l'energia cinètica del cos després d'haver recorregut una distància de 5 m pel pla inclinat.

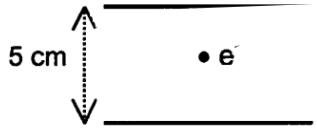
Q4. L'equació d'una ona transversal és (en unitats de l'SI): y = 0,4 sin π (t/2 – x/4).
Quant valdran l'elongació i la velocitat transversals del punt x = 0 a l'instant t = 6 s?

– Feu el problema P1 i responeu les qüestions Q1 i Q2.
– Escolliu una de les opcions (A o B), i feu el problema P2 i les qüestions Q3 i Q4 de l'opció escollida. (En total cal fer dos problemes i respondre quatre qüestions.)
[Cada problema val 3 punts (1 punt cada apartat) i cada qüestió, 1 punt]

91. PAU 2000 · Setembre · Sèrie 6 · Exercici 2 (Opció A)

OPCIÓ A

P2. Al laboratori tenim dues plaques metàl·liques de gran superfície col·locades en forma horitzontal i paral·leles. Les plaques estan separades 5 cm i tenen càrregues iguals però de signe contrari. El camp elèctric a l'espai entre les plaques es pot suposar constant. Si en col·locar un electró ($m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg, $q_e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C) al centre, aquest resta en repòs:



a) Dibuixeu les forces que actuen sobre l'electró i indiqueu-ne l'origen. Raoneu quin serà el signe de la càrrega elèctrica de la placa superior.
b) Quant val el camp elèctric en el punt on està situat l'electró? Feu un dibuix i indiqueu-hi la direcció i el sentit del camp elèctric.
c) Quina és la diferència de potencial elèctric entre les plaques?

Q3. L'equació d'una ona transversal harmònica en una corda és (en unitats de l'SI):

$$y = 0{,}03 \sin (10\pi x - 40\pi t)$$

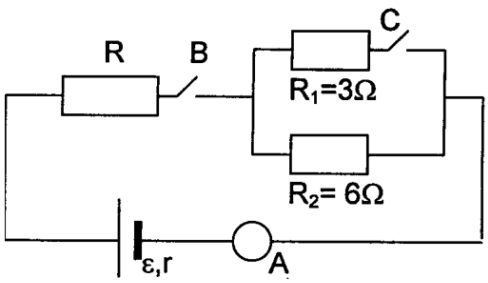
Quina és la velocitat transversal d'un punt situat 0,1 m a la dreta de l'origen de coordenades en l'instant t = 0,025 s?

Q4. Enumereu tres experiències a favor de la naturalesa ondulatòria de la llum i una que doni suport a la seva naturalesa corpuscular.

92. PAU 2000 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 2 (Opció B)

OPCIÓ B

P2. En el circuit de la figura, quan l'interruptor B està tancat i el C obert, l'amperímetre A marca 0,375 A. Sabent que $\varepsilon = 4{,}5$ V i $r = 1\Omega$,



a) Quin és el valor de la resistència R?
b) Quina és la potència dissipada en forma de calor dins el generador?
c) Què marcarà l'amperímetre si mantenim tancats simultàniament els dos interruptors B i C?

Q3. ¿És possible que un cos sobre el qual actua una única força de mòdul constant que forma un angle $\alpha \neq 0$ amb la seva velocitat segueixi una trajectòria rectilínia? Raoneu la resposta.

Q4. Un cos es mou amb una velocitat de 5 m/s. Si de cop es trenca en dues parts iguals de manera que una d'elles es mou amb una velocitat de 2 m/s en la mateixa direcció i sentit que el cos original, quina serà la velocitat (en mòdul, direcció i sentit) de l'altra part?

SÈRIE 3 PAAU. LOGSE. Curs 1999-2000 FÍSICA

– Feu el problema P1 i responeu les qüestions Q1 i Q2.
– Escolliu una de les opcions (A o B), i feu el problema P2 i les qüestions Q3 i Q4 de l'opció escollida. (En total cal fer dos problemes i respondre quatre qüestions.)
[Cada problema val 3 punts (1 punt cada apartat) i cada qüestió, 1 punt]

anya