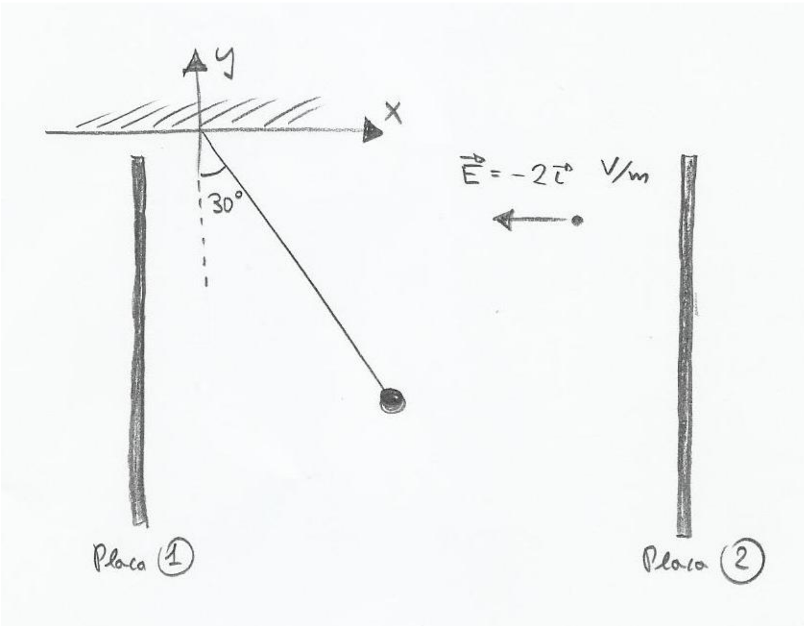
ESCOLA PIA SABADELL	Data: *dimarts, 1-IV-2014*	Puntuació
Física	Alumne:	
Prova Camp Electrostàtic	Curs: *2n Batxillerat*	

NOTA: *les puntuacions especificades en cada apartat suposen un màxim de 24 punts de "**C**onceptes" i 24 punts de "**P**rocediments", tot plegat.*

Això però, una vegada corregit l'examen, les notes totals de C i P que apareixeran a la casella superior dreta d'aquest full vindran expressades sobre 10.

Problema A. [*Puntuació total d'aquest problema: 12 de **C**, 12 de **P***]

Sigui una partícula, amb càrrega elèctrica q i massa $m = 2{,}00$ g, penjada d'un fil entre les plaques d'un condensador plano-paral·lel, tal com s'indica a la figura.



La partícula es troba desplaçada cap a la dreta, sent l'angle del fil amb la vertical de 30º. En aquesta situació la partícula està en equilibri, i equidista d'ambdues plaques del condensador.

El camp electrostàtic en qualsevol punt entre les plaques val: $\vec{E} = -2{,}00\,\vec{\imath}$ V/m.

A1) Fes un diagrama de la situació descrita, representant-hi totes les forces que sent la partícula quan està en equilibri (pots fer-ho sobre l'anterior figura). Esbrina justificadament el signe de la càrrega q a partir del diagrama. [*6 punts **C***]

A2) Troba analíticament el mòdul de la tensió. [*6 punts **P***]

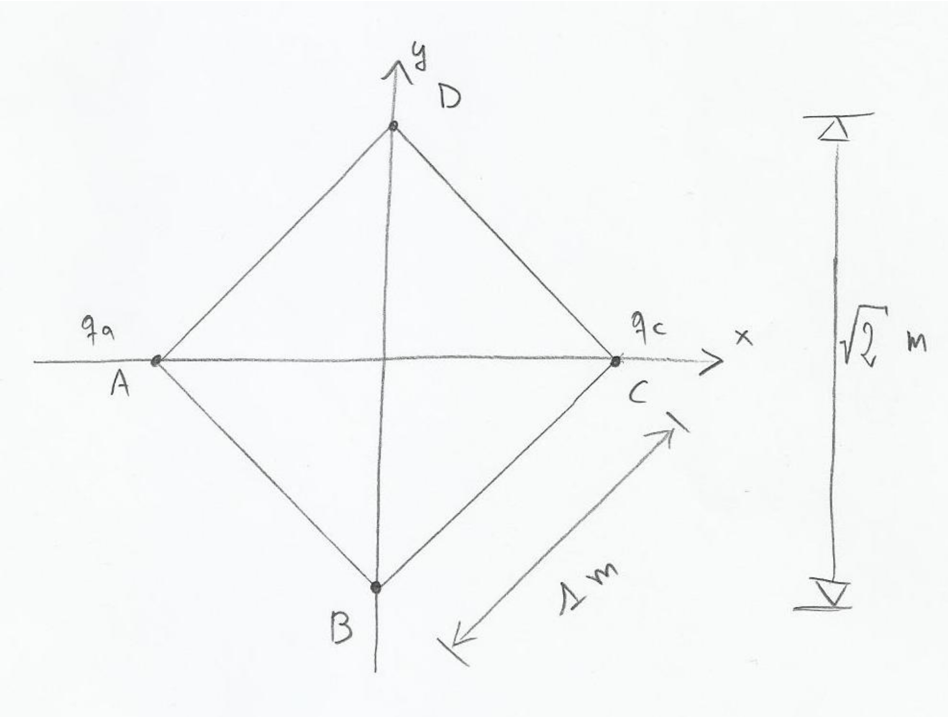
A3) Troba analíticament el valor de q. [*6 punts **P***]

A4) Si de cop i volta tallem el fil, la partícula arriba a la placa de la dreta amb una velocitat final de $v_f = 1{,}30$ m/s. Troba la diferencia de potencial entre les plaques del condensador, $V_C = V_+ - V_-$. (Pots negligir els efectes de la gravitació al llarg de la trajectòria). [*6 punts **C***]

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

Problema B. [*Puntuació total d'aquest problema: 12 de **C**, 12 de **P***]

Considerem els punts de coordenades $A(-\frac{\sqrt{2}}{2},0)$, $B(0,-\frac{\sqrt{2}}{2})$, $C(\frac{\sqrt{2}}{2},0)$, $D(0,\frac{\sqrt{2}}{2})$, tal com es representa a la figura. (Totes les distàncies venen expressades en metres).



Al punt A hi ha una càrrega $q_a = -3$ mC, i al punt C n'hi ha una altra de valor $q_c = q_a$, estant totes dues fixes en les seves posicions.

B1) Volem calcular la intentsitat del camp electrostàtic en D. Fes un diagrama de la situació descrita, representant-hi els camps $\vec{E}_a(D)$ i $\vec{E}_c(D)$, així com el camp total $\vec{E}(D)$. Pots fer-ho sobre l'anterior figura. [*6 punts **C***]

B2) Troba analíticament $\vec{E}(D)$. [*6 punts **P***]

B3) Fiquem una $q_d = 3$ mC en D. Calcula l'energia potencial electrostàtica —o "energia de formació"— del sistema constituït per les tres càrregues q_a, q_c i q_d. [*6 punts **P***]

B4) **4.1-** Quin és el treball que cal fer per a dur q_d de D fins a B? [*2 punts **C***]

4.2- Quin és el treball que fa el camp en aquest desplaçament? [*2 punts **C***]

4.3- Interpreta raonadament aquests resultats atenent a si $\vec{F}_{ext}$ i $\vec{F}_{elec}$ s'oposen o no al moviment en cada tram de la trajectòria, si imaginem que aquesta té lloc en línia recta i a velocitat constant. [*2 punts **C***]

DADA: $K = 9 \times 10^9$ N m^2 C^{-2}

Escola Pia Sabadell

[dg, 20 - IV - 2014]

Física
2n BATX.

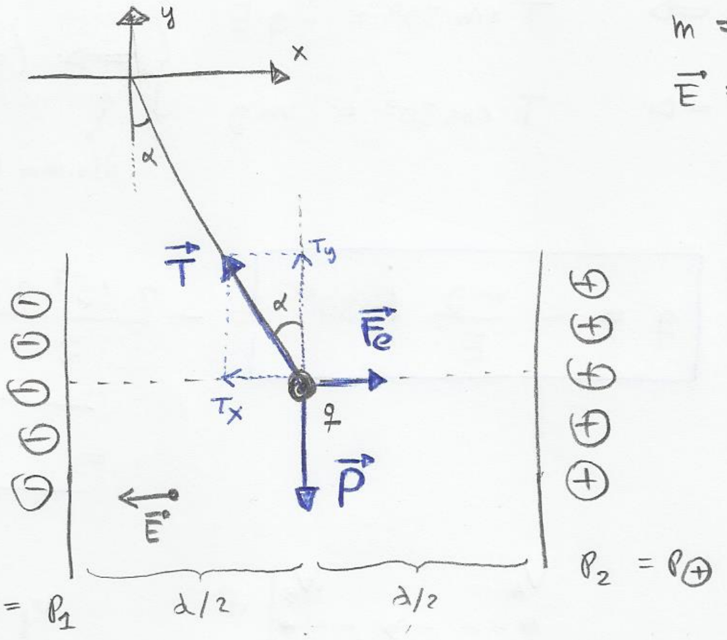
Camp $\vec{E}$: «resolució de l'examen»

i / ii

A

A.1

Diagrama:



$\alpha = 30^\circ$

$m = 2 \cdot 10^{-3}$ kg

$\vec{E} = -2\vec{i}$ V/m

$\hookrightarrow \boxed{E = |\vec{E}| = 2 \text{ V/m}}$

(notació:

$P = |\vec{P}| = mg$ ← 9,81 m/s²

$T = |\vec{T}|$)

- $\vec{E}$ apunta sempre cap a la "placa negativa" ⟹ deduïm signe plaques.

  ⟹ com que en l'equilibri la partícula està desplaçada cap a la dreta, sent repulsió per $P_1 = P_{\ominus}$ i atracció per $P_2 = P_{\oplus}$ ⟹ $\boxed{q < 0}$.

- Raonament alternatiu: de l'esquema deduïm que per a mantenir aquesta posició d'equilibri, es necessita una $\vec{F_e}$ en mateixa direcció i sentit oposat al $\vec{E}$. Com que $\boxed{\vec{F_e} = q \cdot \vec{E}}$, llavors necessàriament $q < 0$.

A.2

2na llei N.: $\vec{P} + \vec{T} + \vec{F_e} = m\vec{a}$ ⟹ (equilibri: $\vec{a} = (0,0)$)

$$\Rightarrow \begin{cases} X: \; T_x + (F_e)_x = 0 \;\Rightarrow\; -T\sin 30^\circ - qE = 0 \quad (1) \\ Y: \; T_y + P_y = 0 \;\Rightarrow\; T\cos 30^\circ - mg = 0 \quad (2) \end{cases}$$

Trobem T aïllant-la en l'equació [2] :

$$\boxed{T = \frac{mg}{\cos 30^\circ}} = \frac{2\cdot 10^{-3}\cdot 9{,}81}{\sqrt{3}/2} = \boxed{2{,}27\cdot 10^{-2}\ \text{N}}$$

A.3

Eq. [1] $\Rightarrow$ $T \sin 30^\circ = -qE$

Eq. [2] $\Rightarrow$ $T \cos 30^\circ = mg$

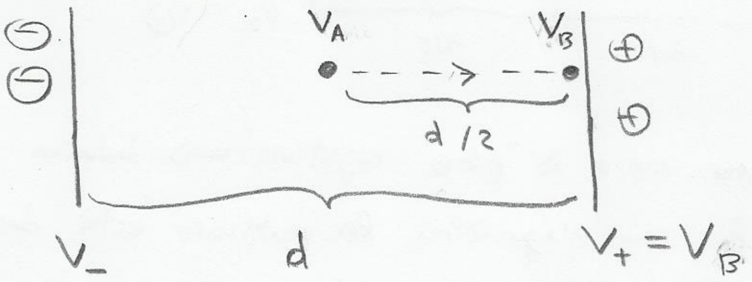
$\Rightarrow \ tg\, 30^\circ = -\dfrac{qE}{mg} \Rightarrow$

dividim les eqs.

$$\Rightarrow \boxed{q = -\frac{mg}{E}\, tg\, 30^\circ} = -\frac{2\cdot 10^{-3}\cdot 9{,}81}{2}\,\frac{1}{\sqrt{3}} =$$

$$= \boxed{-5{,}66\cdot 10^{-3}\ \text{C}}$$

A.4



$v_f = |\vec{v}(B)| = 1{,}3\ \text{m/s}$

- En aquest desplaçament, $\boxed{\Delta V^{A\to B} = V_B - V_A = E\cdot \frac{d}{2}}$
- Entre les plaques del condens., $\boxed{V_c = V_+ - V_- = E\cdot d}$

aïllem E·d i igualem $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \boxed{V_c = 2\cdot \Delta V^{A\to B}} = 2\cdot\frac{1}{q}\cdot \Delta E_p^{A\to B} = 2\cdot\frac{1}{q}\cdot\left(-\Delta E_c^{A\to B}\right) =$$

$E_p = qV$ — conservació E_M

$$= 2\cdot\frac{1}{q}\cdot\left(-E_c^B\right) = \boxed{2\cdot\frac{1}{q}\left(-\frac{1}{2}m v_f^2\right)}\ ;\ \text{per tant:}$$

inicialment en repòs

$$\boxed{V_c = -\frac{m v_f^2}{q}} = \frac{2\cdot\cancel{10^{-3}}\cdot(1{,}3)^2}{5{,}66\cdot\cancel{10^{-3}}} = \boxed{0{,}597\ \text{V}}$$

ESCOLA PIA SABADELL

[dg, 20-IV-2014]

F2

CAMP $\vec{E}$:

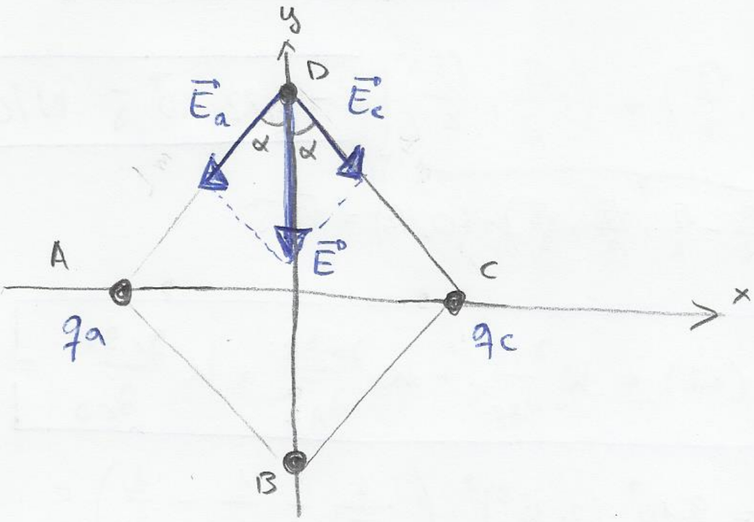
«resolució de l'examen»

ii/ii

B

B.1

Diagrama:



$$q_a = q_c = -3\cdot 10^{-3}\ C$$

$$d_{AD} = d_{CD} = 1\ m$$

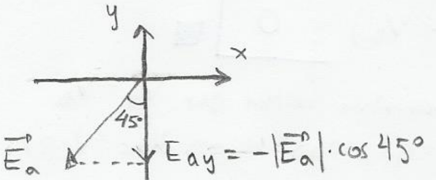
$$\alpha = 45^\circ$$

Nota: el camp $\vec{E}_q$ que crea una $q<0$ sempre apunta cap a ella:

B.2

$$\boxed{\vec{E}(D) = \vec{E}_a(D) + \vec{E}_c(D)} = (0,\ 2E_{ay}) = (*)$$

(per simetria de la configuració, veiem que les components horitzontals es compensen, i les verticals són iguals)



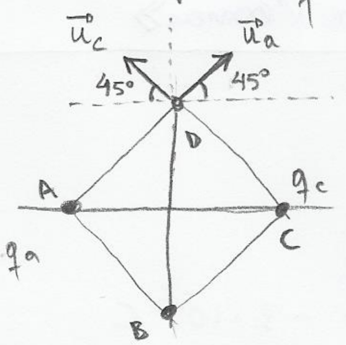
Llei de Coulomb: $E_q = |\vec{E}_q| = K\frac{|q|}{d^2}$

$$(*) = (0, -2\cdot|\vec{E}_a|\cdot\cos 45^\circ) = \boxed{-\left(0,\ 2K\frac{|q_a|}{d_{AD}^2}\cos 45^\circ\right)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\vec{E}(D) = -\left(0, \cancel{2}\cdot 9\cdot 10^9\ \frac{3\cdot 10^{-3}}{1^2}\cdot\frac{\sqrt{2}}{\cancel{2}}\right)} =$$

$$\boxed{= -(0,\ 3'82\cdot 10^7)\ N/C}$$

Comentari: aplicant la fórmula $\vec{E}_q = k\dfrac{q}{d^2}\vec{u}_R$ podem comprovar que trobem el mateix:

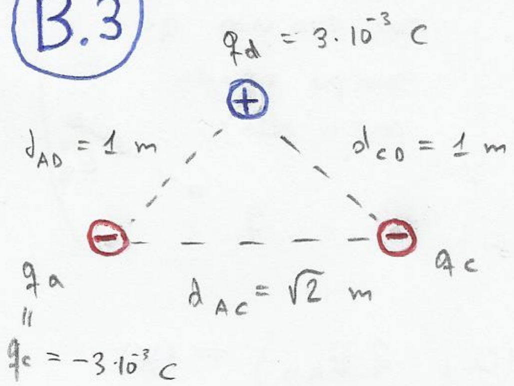


$$\begin{cases} \vec{u}_a = (\cos 45°,\ \sin 45°) = \left(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \\ \vec{u}_c = (-\cos 45°,\ \sin 45°) = \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \end{cases}$$

$$\boxed{\vec{E}(D) = \vec{E}_a(D) + \vec{E}_c(D) = k\frac{q_a}{d_{AD}^2}\vec{u}_a + k\frac{q_c}{d_{CD}^2}\vec{u}_c =}$$

$$= 9\cdot 10^9 \cdot (-3\cdot 10^{-3})\frac{1}{1^2}\underbrace{\left[\left(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}\right) + \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}\right)\right]}_{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}-\frac{\sqrt{2}}{2},\ \frac{\sqrt{2}}{2}+\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = (0, \sqrt{2}) = \sqrt{2}\,\vec{j}} = \boxed{-3{,}82\cdot 10^7\,\vec{j}\ N/C}$$

B.3

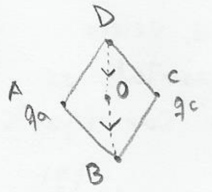


$$\boxed{E_p(\text{sist.}) = k\frac{q_a q_c}{d_{AC}} + k\frac{q_a q_d}{d_{AD}} + k\frac{q_c q_d}{d_{CD}} =}$$

$$= 9\cdot 10^9 \cdot (3\cdot 10^{-3})^2 \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{1} - \frac{1}{2}\right) =$$

$$\boxed{= -1{,}05\cdot 10^5\ \text{J}}$$

B.4



1.- $\boxed{W_{ext}^{D\to B} = \Delta E_p = q_d(V_B - V_D) = 0}$

per simetria veiem que $V_B = V_D$ ($q_a = q_c$, $d_{AD} = d_{AB} = d_{DC} = d_{CB}$)

2.- $\boxed{W_{elec}^{D\to B} = -\Delta E_p = 0}$

3.- • Tram D → O: $\vec{F}_{elec}$ va cap avall, i per tant "a favor" del moviment ⇒ $\boxed{W_{elec}^{D\to O} > 0}$. Sabem que (*) $\boxed{W_{ext}^{D\to O} = -W_{elec}^{D\to O}}$ ⇒ $\boxed{W_{ext}^{D\to O} < 0}$, d'acord amb que $\vec{F}_{ext} = -\vec{F}_{elec}$ per a mantindre la $\vec{v}$ = constant: $\vec{F}_{ext}$ "en contra".

• Tram O → B: els papers s'intercanvien: ara $\vec{F}_{elec}$ cap amunt; "en contra", $W_{elec}^{O\to B} < 0$, i $W_{ext}^{O\to B} = -W_{elec}^{O\to B} > 0$ (anant ara $\vec{F}_{ext}$ "a favor"), i per simetria veiem que el W que ara fa $\vec{F}_{ext}$ serà igual al que en el primer tram feia $\vec{F}_{elec}$, $W_{ext}^{O\to B} = W_{elec}^{D\to O} \overset{(*)}{=} -W_{ext}^{D\to O}$ ⇒ $\boxed{W_{ext}^{D\to B} = W_{ext}^{D\to O} + W_{ext}^{O\to B} = 0}$

(Anàlogament per a $W_{elec}^{D\to B} = 0$).