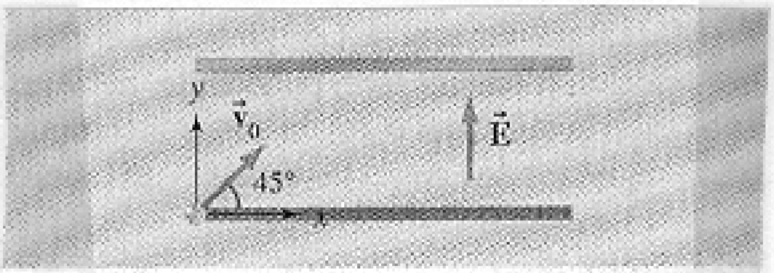
PHYSQ 126 : Fluides, champs et radiation. **Hiver 2003**

Examen partiel II, le jeudi 13 mars, de 8h30 à 9h50.
Matériel permis: aide-mémoire (distribué) et calculatrice.
Vous pouvez obtenir un maximum de 15 points sur les 19 points disponibles.

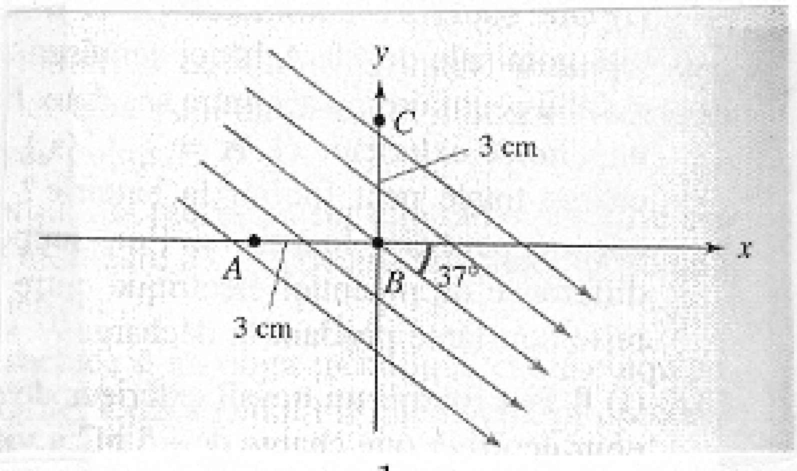
Question 1. (Maximum 4.0 points) Champ électrique. (a) Un électron, de masse 9.11×10^{-31} kg et de charge 1.602×10^{-19} C, est projeté avec une vitesse initiale $\mathbf{v_0}$ à 45^o par rapport à l'horizontale à partir de la plaque inférieure du montage représenté ci-dessous. Les plaques sont séparées de 2 cm. Quelle doit être la valeur de v_0 pour que l'électron effleure la plaque supérieure? Prenez $E = 1000$ N/C.



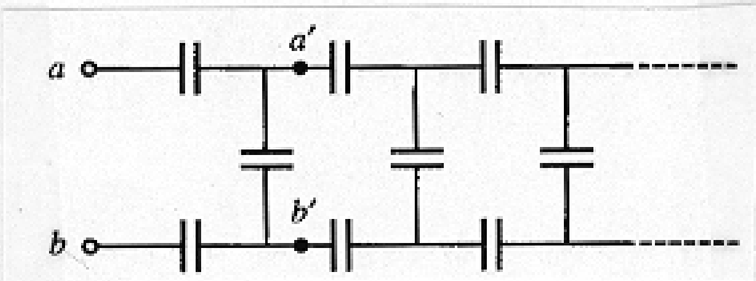
(b) Calculez la force électrique entre deux électrons séparés d'une distance égale à 1 m, et comparez-la à la force gravitationnelle Gm_1m_2/r^2, où $G = 6.67 \times 10^{-11}$ N·m^2/kg^2, entre les mêmes électrons.

Question 2. (Maximum 3.0 points) Théorème de Gauss. (a) Un proton de charge 1.602×10^{-19} C se trouve au *centre* d'un cube d'arête égale à 1 cm. Quel est le flux électrique au travers chacune des faces du cube? (b) Même question, sauf pour un proton placé à un *coin* du cube.

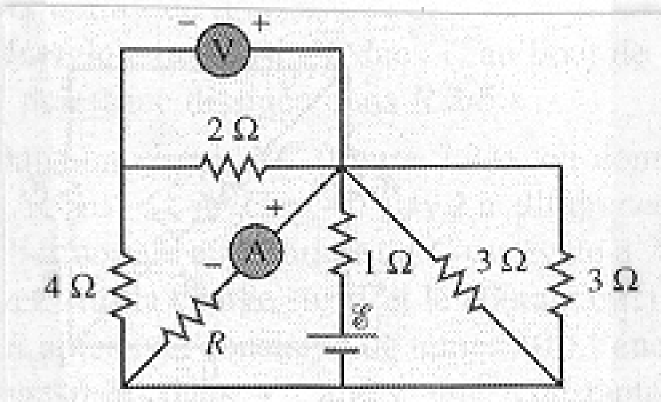
Question 3. (Maximum 2.5 points) Potentiel électrique. Un champ électrique uniforme de 400 V/m est orienté à 37^o par rapport à l'axe des x dans le sens horaire. Déterminez les différences de potentiel (a) $V_B - V_A$; (b) $V_B - V_C$.



Question 4. (Maximum 4.5 points) Combinaison de condensateurs. L'association de condensateurs identiques, de capacité 50 pF, représentée ci-dessous se poursuit indéfiniment. Quelle est la capacité équivalente entre les bornes a et b? (*Indice*: Puisque la configuration est infinie, la capacité entre les points a' et b' est la même qu'entre les points a et b.)



Question 5. (Maximum 5.0 points) Lois de Kirchhoff. Dans le circuit ci-dessous, l'ampèremètre A indique 2 ampères et le voltmètre V indique 4 volts. Trouvez la f.é.m. $\mathcal{E}$ et la résistance R.



PHYSQ 126, EX. PARTIEL 2 : AIDE-MÉMOIRE

$\vec{F} = q\vec{E}$, $F = \dfrac{k q_1 q_2}{r^2}$; $k = 9\times10^{9}\ \dfrac{N\cdot m^2}{C^2}$, $\varepsilon_0 = 8.854\times10^{-12}\ \dfrac{C^2}{N\cdot m^2}$

$\Phi_E = EA\cos\theta$; $\Phi_E = \dfrac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$; $v = v_0 + at$, $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$,

$\Sigma F = ma$; $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$ $W = F\Delta s\cos\theta$

$\Delta V = V_B - V_A = -\dfrac{\overset{F_E\,\Delta s\cos\theta}{W_{E\,A\to B}}}{q}$, $\Delta V = -E\Delta s\cos\theta$; $V = \dfrac{kQ}{r}$; $W = \int \vec{F}\cdot d\vec{r}$

$Q = CV$; $C_{eq}^{-1} = C_1^{-1} + C_2^{-1} + \dots + C_N^{-1}$; $C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_N$, $\Delta U_E = -W_E$

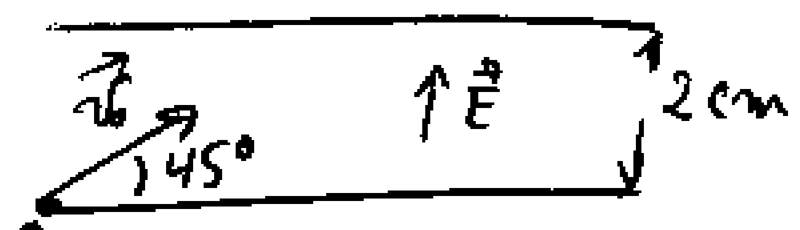
$C = \kappa C_0$ $R_{eq}^{-1} = R_1^{-1} + \dots + R_N^{-1}$; $R_{eq} = R_1 + \dots + R_N$; $W_E = -W_{ext}$

$I = \dfrac{\Delta q}{\Delta t}$, $\Delta V = RI$; $R = \rho\dfrac{L}{A}$, $P = \Delta V I = RI^2 = \dfrac{\Delta V^2}{R}$

$\rho = \rho_0\left[1 + \alpha(T - T_0)\right]$ $\Sigma I = 0$ $\Sigma \Delta V = 0$

PHYSQ 126, EXAMEN PARTIEL 2 (JEUDI 13 MARS 2003)

1) a. /4



ELECTRON $m = 9.11\times10^{-31}\,\mathrm{Kg}$

$E = 1000\ \mathrm{N/C}$ $\quad F = ma \doteq qE \quad a \doteq \frac{qE}{m}$

$v_y^2 \doteq v_{0y}^2 + 2a(y-y_0) \quad v_{0y} \doteq v_0 \sin 45^\circ \quad y - y_0 \doteq 0.02\ \mathrm{m} \quad v_y \doteq 0$ (à y_{max})

2.5

$$0 = v_0^2 \sin^2 45^\circ + \frac{2qE}{m}(y-y_0) \qquad v_0 \doteq \sqrt{-\frac{2qE(y-y_0)}{m\sin^2 45^\circ}} \doteq \sqrt{\frac{-2(-1.6\times10^{-19})(1000)(0.02)}{9.11\times10^{-31}\sin^2 45^\circ}}$$

$$\boxed{v_0 \doteq 3.75\times10^{6}\ \mathrm{m/s}}$$

b. 2 e⁻ à 1 m :

1.5

$$F_E \doteq \frac{kq^2}{r^2} \doteq (8.99\times10^{9})(1.602\times10^{-19})^2 = 2.31\times10^{-28} \quad \text{(répulsion)}$$

$$F_G \doteq \frac{Gm^2}{r^2} \doteq (6.67\times10^{-11})(9.11\times10^{-31})^2 = 5.54\times10^{-71} \quad \text{(attraction)}$$

2) $\frac{}{3.}$ $\frac{2}{5}$

(a) $\Phi_E = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$ UNE FACE : $\Phi \doteq \frac{1}{6}\Phi_{TOTAL} \doteq \frac{Q_{int}}{6\varepsilon_0} = \frac{1.602\times10^{-19}}{6(8.85\times10^{-12})}$

$\doteq 3.02\times10^{-9}\ \frac{N\cdot m^2}{C}$

(b) POUR LES TROIS FACES QUI TOUCHENT AU COIN $\boxed{\Phi \doteq 0\ \frac{N\cdot m^2}{C}}$ CAR $\vec{E} \parallel$ SURFACE.

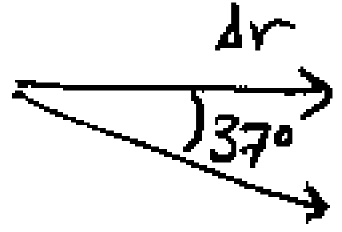
TROIS AUTRES FACES : ON AJOUTE 7 CUBES POUR AVOIR LA CHARGE AU CENTRE D'UN CUBE DE VOLUME 8 FOIS PLUS GRAND. L'AIRE D'UNE FACE DU "GROS" CUBE VAUT 4 FOIS L'AIRE D'UNE FACE DU PETIT CUBE ; ON DIVISE LA RÉPONSE DE (a) PAR 4 : $\Phi = \frac{1}{24}\frac{Q}{\varepsilon_0} \doteq \boxed{7.54\times10^{-10}\ \frac{N\cdot m^2}{C}}$

$\frac{3}{5}$

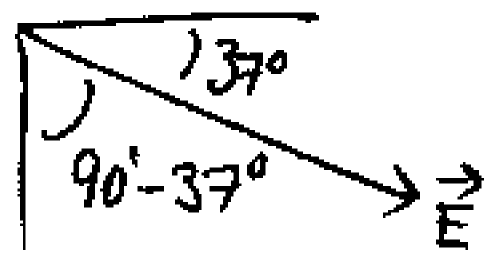
3) $V_B - V_A \doteq -\frac{\left(\overbrace{W_E}^{F_E \Delta s \cos\theta}\right)_{AB}}{q} \doteq -E \Delta s \cos\theta \qquad F_E = qE$

2,5

(a) $V_B - V_A \doteq -400\,(0{,}03)\cos 37^\circ = -9{,}58\ \text{V}$

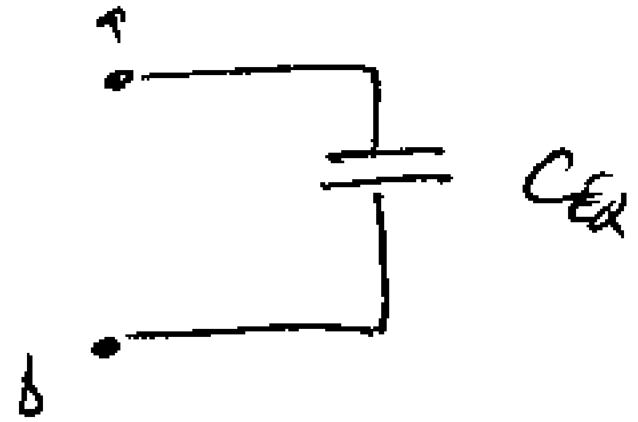


(b) $V_B - V_C \doteq -400\,(0.03)\cos(90-37) = -7.22\ \text{V}$

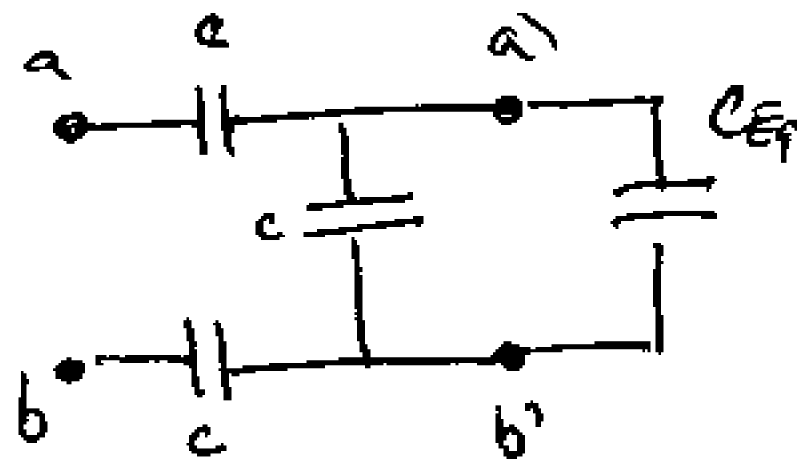


4) 4/4,5

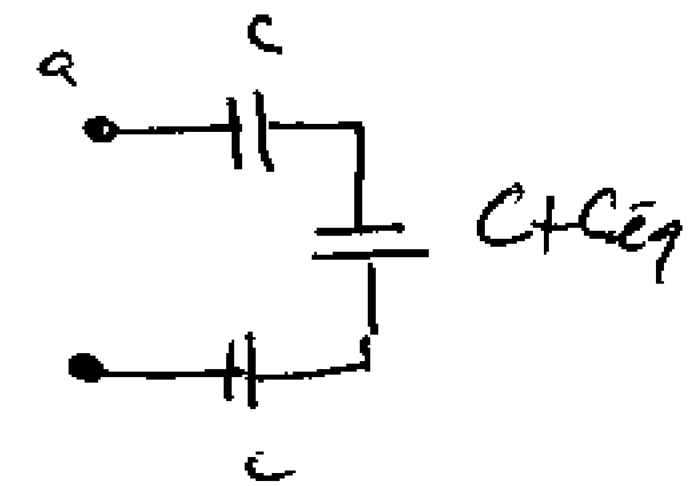
ON CHERCHE



EN UTILISANT L'INDICE :



$\simeq$



(PARALLÈLE)

d'où $\frac{1}{C_{EQ}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C+C_{EQ}} = \frac{2(C+C_{EQ})+C}{C(C+C_{EQ})}$; $C_{EQ} = \frac{C(C+C_{EQ})}{3C+2C_{EQ}}$

$2C_{EQ}^2 + 2C\,C_{EQ} - C^2 = 0$ À RÉSOUDRE POUR C_{EQ} (doit être positif !)

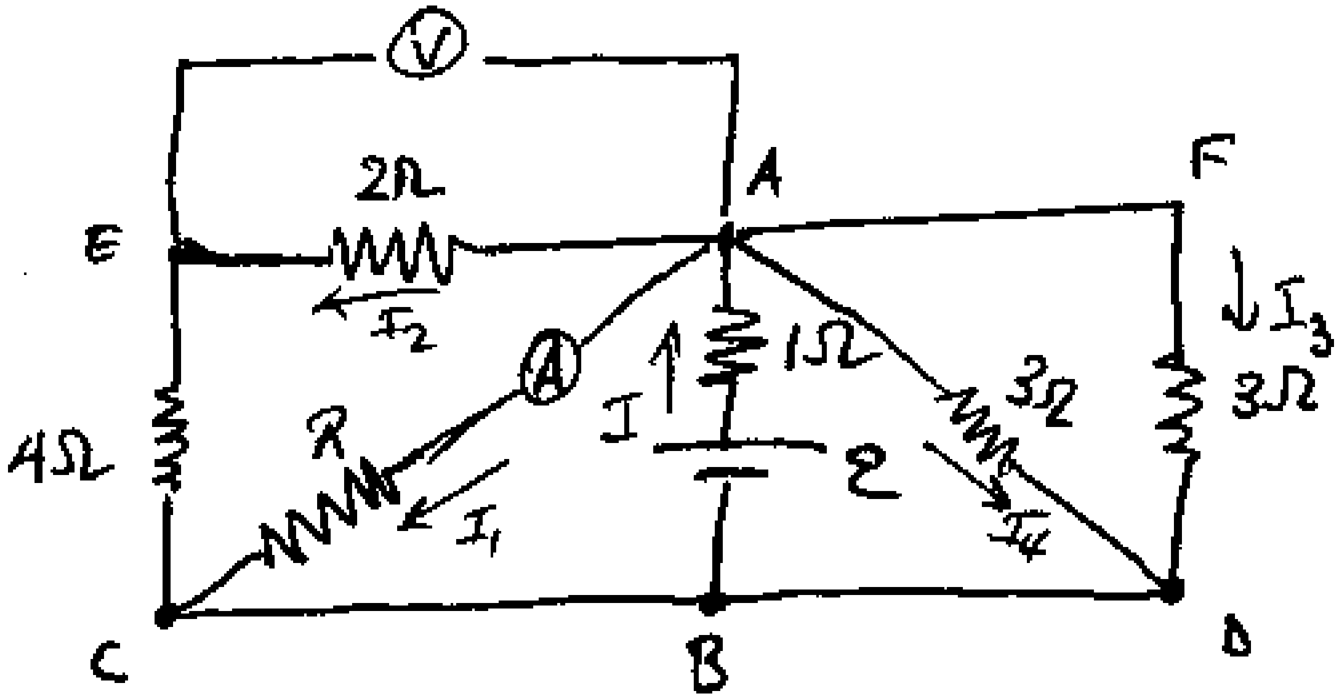
$C_{EQ} = \frac{-2C \pm \sqrt{4C^2 - 4(2)(-C^2)}}{4} = \frac{1}{2} C\left(-1 \pm \sqrt{3}\right)$ ON GARDE LE +.

$C_{EQ} = \frac{\sqrt{3}-1}{2} C \simeq 0.366\, C$

$= 18.3\ pF$ si $C = 50\ pF$.

5)

$\overline{5{,}0}$



$I_1 = 2A$

$V_{AE} \doteq 2I_2 = 4$ donc $I_2 \doteq 2$

A: $\quad I \doteq \overbrace{I_1 + I_2}^{4} + I_3 + I_4 \quad (1)$

BACB: $\quad \mathcal{E} - I - \overset{I_1}{2}R \doteq 0 \quad (2)$

AECA: $\quad -2(\overset{I_2}{2}) - 4(\overset{I_2}{2}) + R(\overset{I_1}{2}) \doteq 0 \rightarrow \boxed{R = 6\Omega} \quad (3)$

BADB: $\quad \mathcal{E} - I - 3I_4 \doteq 0 \quad (4)$

AFDA: $\quad -3I_3 + 3I_4 = 0 \rightarrow I_3 \doteq I_4 \quad (5)$

de (1) et (5): $\quad I \doteq 4 + 2I_3 \xrightarrow{\text{dans } (2)} \mathcal{E} - (4 + 2I_3) - 12 = 0 \; ; \quad \mathcal{E} - 2I_3 - 16 = 0$

de (4): $\quad \mathcal{E} - (4 + 2I_3) - 3\overset{I_4}{I_3} = 0 \longrightarrow -\mathcal{E} + 5I_3 + 4 = 0$

$3I_3 - 12 = 0 \rightarrow I_3 = 4$

$\mathcal{E} = 5\overset{4}{I_3} + 4 = 24\ V$

$\boxed{\mathcal{E} = 24V}$