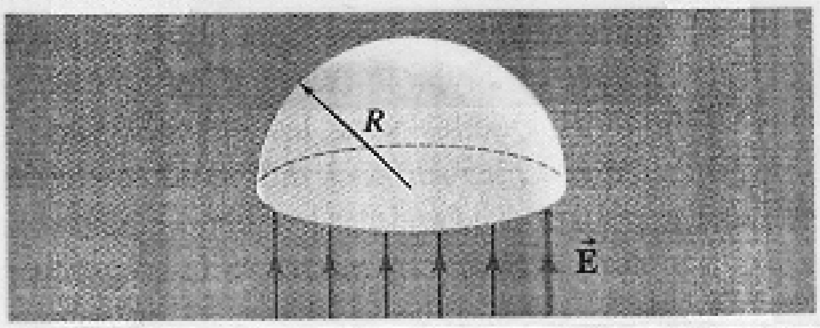
PHYSQ 126: Fluides, champs et radiation **Hiver 2002**
Professeur: Marc de Montigny
Examen partiel 2: mardi 12 février, de 8 h 30 à 9 h 30
Matériel: aide-mémoire (fourni) et calculatrice
Remarque: Vous pouvez obtenir jusqu'à un maximum de 15 points sur les 18 points disponibles.

Question 1. (Maximum de 2.5 points) Champ électrique.

Un proton (masse: 1.672×10^{-27} kg, charge: 1.602×10^{-19} C), initialement au repos, est soumis à l'action d'un champ électrique uniforme, ce qui le fait se déplacer de 20 cm en 6.5×10^{-7} secondes. Quel est le module du champ électrique?

Question 2. (Maximum de 3.0 points) Flux électrique.

(a) Soit un champ électrique uniforme parallèle à l'axe central d'un hémisphère de rayon R (figure ci-dessous). Quel est le flux électrique traversant le dôme (partie supérieure) de l'hémisphère?



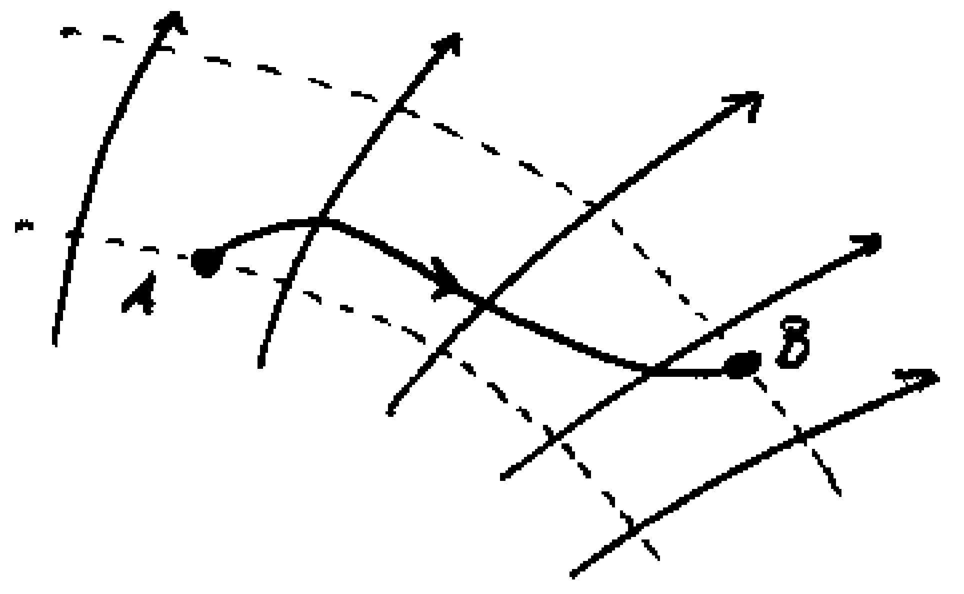
(b) À l'aide du théorème de Gauss, évaluez le flux électrique Φ_E traversant une *sphère* de rayon égal à 1.0 mètre, si un proton est au centre de la sphère.

(c) Considérez encore la figure de la partie (a), mais cette fois-ci en incluant le fond plat, et ne tenez pas compte du champ **E**. Quel est le flux électrique traversant le dôme et la base plane, si on place un proton au centre de la base?

Question 3. (Maximum de 2.5 points) Potentiel électrique.

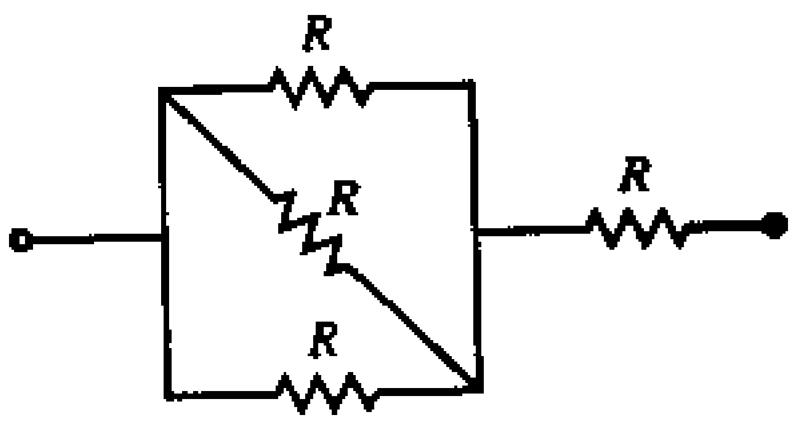
La figure ci-dessous représente des lignes de champ électrique et des surfaces équipotentielles (en pointillé). Sachant que $V_A = -5$ V et $V_B = -15$

V, quel travail *extérieur* doit être fourni pour déplacer une charge de $-2\ \mu C$ à vitesse constante de A à B en suivant le chemin indiqué?



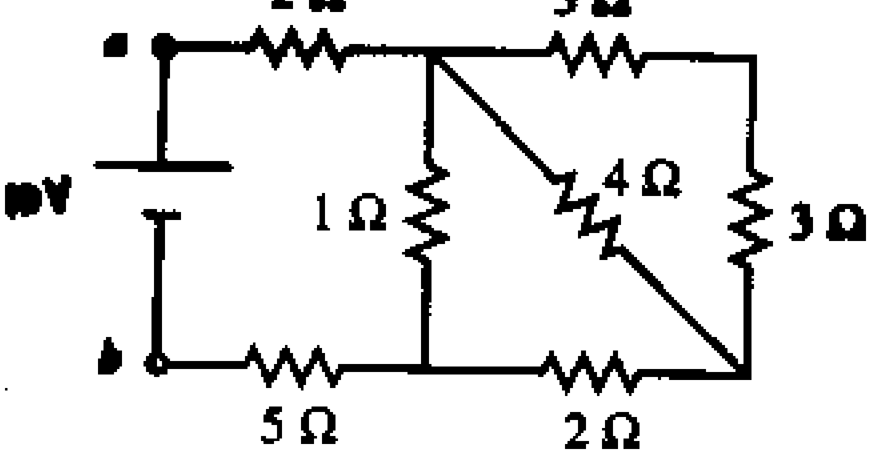
Question 4. (Maximum de 2.5 points) Combinaison de résistances.

Utilisez les règles de combinaison de résistances en série et en parallèle pour calculer la résistance équivalente de l'association suivante?



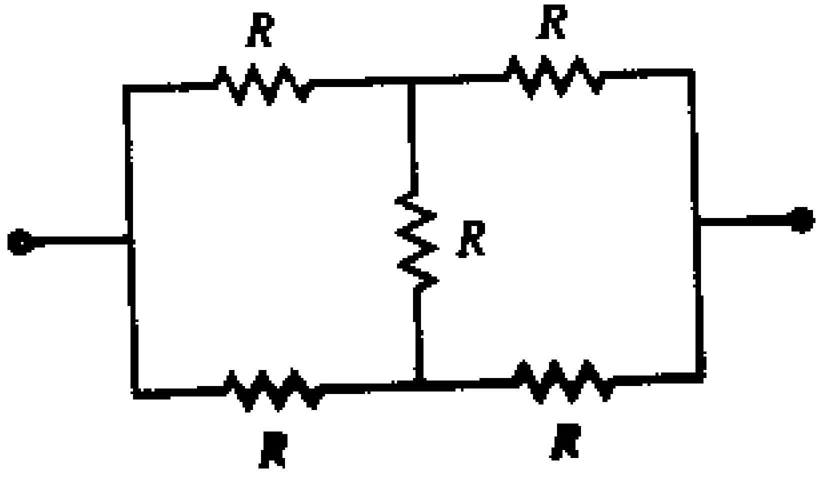
Question 5. (Maximum de 3.5 points) Lois de Kirchhoff.

Si un professeur sadique vous demandait de trouver la différence de potentiel aux bornes de la résistance de 4 Ω, quelles seraient les équations à résoudre? (Je ne suis *pas* le prof en question, par conséquent, ne résolvez pas les équations!)



Question 6. (Maximum de 4.0 points) Résistance équivalente.

Le montage ci-dessous n'est ni en série ni en parallèle. Calculez la résistance équivalente en ajoutant une différence de potentiel $\mathcal{E}$ et en résolvant les équations de Kirchhoff, tel que vu dans le cours.



PHYSQ 126, EX. PARTIEL 2 : FORMULAIRE

$\vec{F} = q\vec{E}$, $F = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$; $k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$, $\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$

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

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

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

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

$C = KC_0$ $R_{eq}^{-1} = R_1^{-1} + \dots + R_N^{-1}$; $R_{eq} = R_1 + \dots + R_N$; $W_E = -W_{ext}$

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

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

1) On a $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ où $v_0 = 0$ m/s et $F = qE = ma$.

/2.5

$x - x_0 = \frac{1}{2}at^2$, $a = \frac{2(x-x_0)}{t^2}$

$$E = \frac{ma}{q} = \frac{2\overset{1{,}672\times10^{-27}}{m}\,\overset{0{,}90}{(x-x_0)}}{\underset{1{,}602\times10^{-19}}{q}\,\underset{6.5\times10^{-7}}{t^2}} = \boxed{9880\ \frac{N}{C}}$$

2) a) $\Phi_E = EA\cos\theta = E \times (\text{PROJECTION PERPENDICULAIRE À } \vec{E} \text{ DE LA SURFACE}) = \boxed{E\pi R^2}$

/3.0

b) TH. DE GAUSS $\Phi_E = \frac{q_{int}}{\varepsilon_0} = \frac{1.602\times10^{-19}\,C}{8.854\times10^{-12}\,C^2/N\cdot m^2} = \boxed{1{,}81\times10^{-8}\ \frac{N\cdot m^2}{C}}$

c) $\Phi_E\,(\text{dôme}) = \underbrace{\frac{1}{2}}_{\text{moitié de la sphère}}\frac{q_{int}}{\varepsilon_0} = \boxed{9{,}05\times10^{-9}\ \frac{N\cdot m^2}{C}}$; $\Phi_E\,(\text{BASE}) = \boxed{0\ \frac{N\cdot m^2}{C}}$

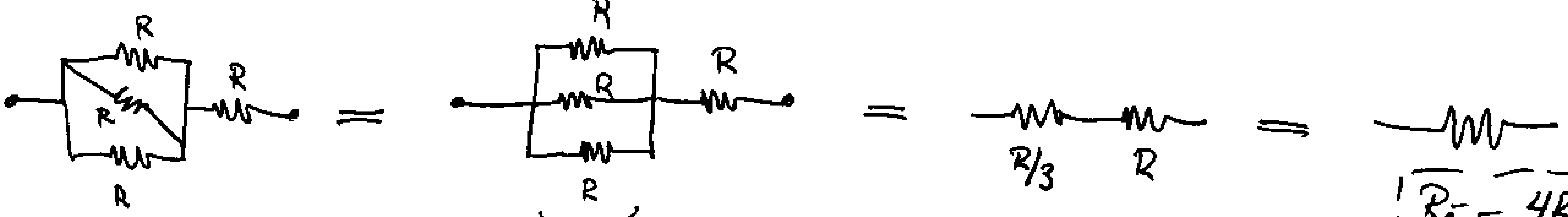
CAR $\vec{E}$ PARALLÈLE À LA SURFACE.

3) vitesse constante $\Rightarrow a = 0$ $\vec{F}_E + \vec{F}_{EXT} = \vec{0}$; $W_{EXT} = -W_E$

/2.5

$\Delta V = V_B - V_A = -\frac{W_E}{q} = +\frac{W_{EXT}}{q}$ $W_{EXT} = \overset{-2\times10^{-6}\,C}{q}\underbrace{(V_B - V_A)}_{-10\,V} = \boxed{2\times10^{-5}\ J}$

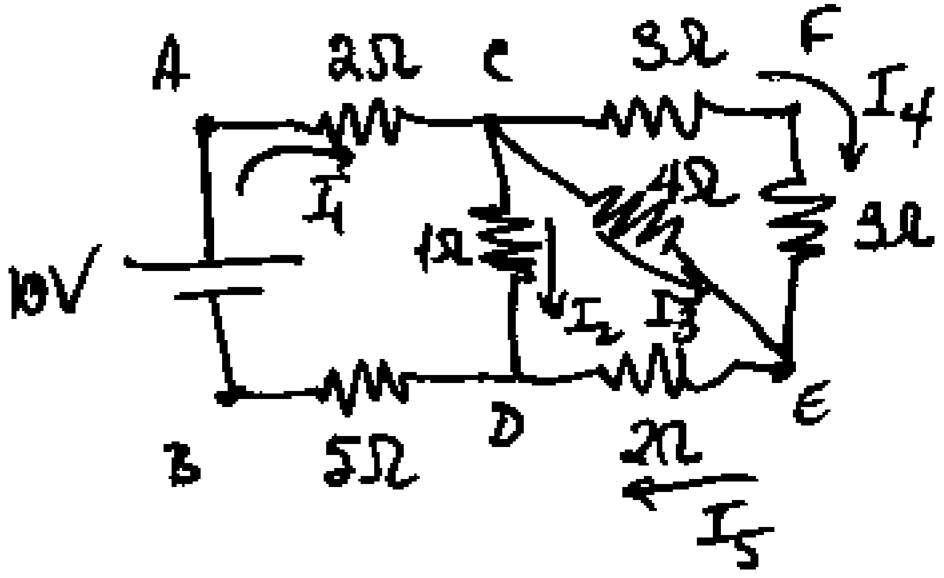
4) /2.5



$R_{eq}^{-1} = 3R^{-1}$

$\boxed{R_{eq} = \frac{4R}{3}}$

5) /3.5



$V_4 = (4\Omega) I_3$ ie fait donc I_3. On a 5 courants → 5 Equations

Point C: $I_1 = I_2 + I_3 + I_4$ (1)

Point D: $I_1 = I_2 + I_5$ (2)

Point E: $I_5 = I_3 + I_4$ (3)

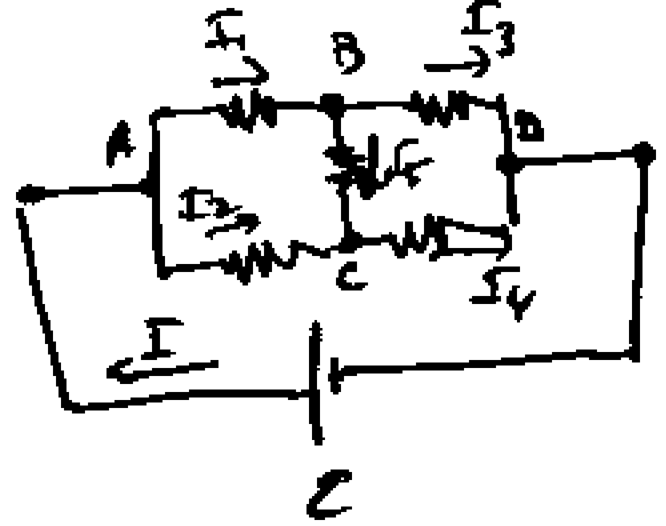
Boucle ACDBA: $-2I_1 - I_2 - 5I_1 + 10 = 0$; $-7I_1 - I_2 + 10 = 0$ (4)

Boucle CFEC: $-3I_4 - 3I_4 + 4I_3 = 0$; $-3I_4 + 2I_3 = 0$ (5)

Boucle CEDC: $-4I_3 - 2I_5 + I_2 = 0$ (6)

b)

4,0

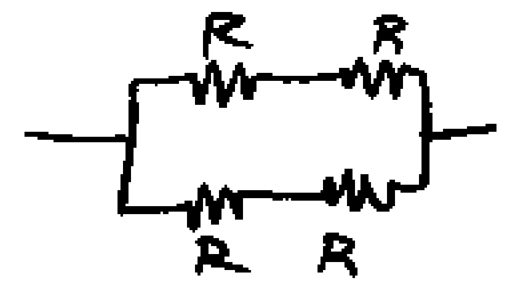


MÉTHODE 1 : PAR SYMÉTRIE $I_1 = I_2$ ET $I_3 = I_4$

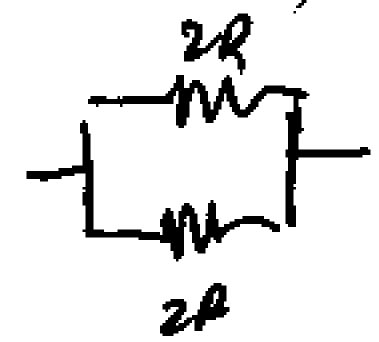
Point A : $I = 2I_1$ ou $2I_2$, Point B : $I = 2I_3$ ou $2I_4$ $\Rightarrow$ $I_1 = I_3$, $I_2 = I_4$

donc $I_5 = 0$ (CAR $I_1 = I_3 + I_5$) ET ON PEUT OUBLIER

CETTE RÉSISTANCE ... ON A :



$\approx$



$\approx$ $R_{\acute{e}q}^{-1} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} = \frac{1}{R}$ $\boxed{R_{\acute{e}q} = R}$

$\boxed{R_{AD} = \mathcal{E}/I}$

MÉTHODE 2 : PAR KIRCHHOFF

Point A : $I = I_1 + I_2$ (1) ; Point D : $I = I_3 + I_4$ (2)

Point B : $I_1 = I_3 + I_5$ (3) ; BOUCLE $\mathcal{E}$ACD$\mathcal{E}$: $\mathcal{E} - RI_2 - RI_4 = 0$ (4)

BOUCLE ABCA : $-I_1 - I_5 + I_2 = 0$: $I_2 = I_1 + I_5$ (5) ; BOUCLE ABDCA : $-I_1 - I_3 + I_4 + I_2 = 0$: $I_1 + I_3 = I_2 + I_4$ (6)

de (1),(2) dans (6) : $\overbrace{(I - I_2)}^{I_1} + \overbrace{(I - I_4)}^{I_3} = 2I - I_2 - I_4 = \overbrace{I_2 + I_4}^{\text{de (6)}}$ donc $I = I_2 + I_4$

$= I_1 + I_2$ de (1)
$= I_3 + I_4$ de (2)

$\left.\right\}$ $I_1 = I_4$, $I_2 = I_3$

de (3) : $I_5 = I_1 - I_3$
de (5) : $I_5 = I_2 - I_1$

$\left.\right\}$ (en sommant $I_2 - I_3 = 0$)

$2I_1 = I_2 + \overbrace{I_3}^{I_2} = 2I_2$ donc $I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = i$

de (3) ou (5) on a $I_5 = 0$.

de (1) $I = 2i$ et de (4) : $\mathcal{E} = R(I_2 + I_4) = R(2i) = RI$ $\Rightarrow R_{AD} = \frac{\mathcal{E}}{I} = R$

$\boxed{R_{\acute{e}q} = R}$