

Professeur : Marc de Montigny

Examen partiel 2 : jeudi 17 mars, de 8h30 à 9h50

Matériel : aide-mémoire (distribué) et calculatrice

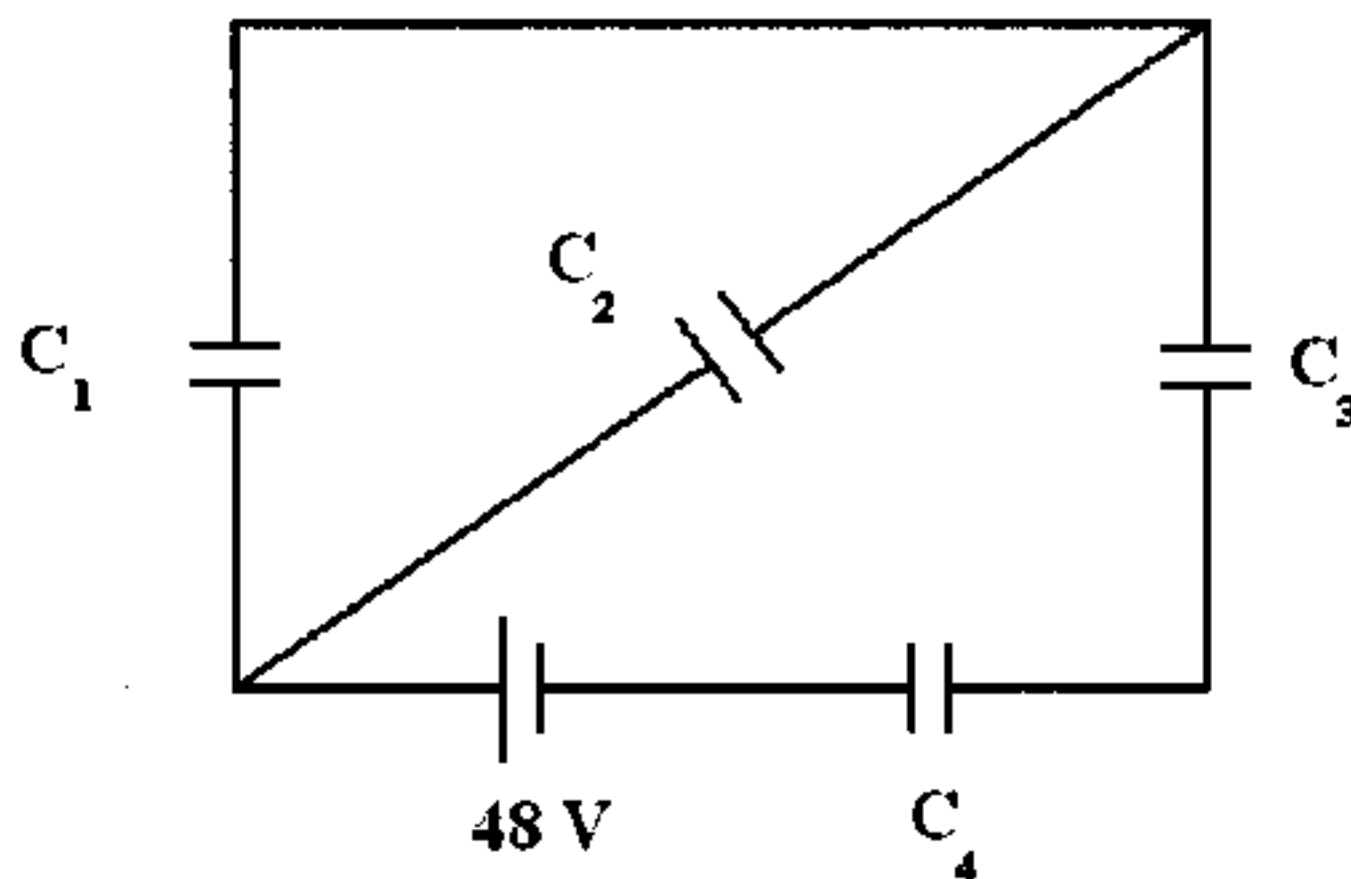
Remarques : Vous pouvez accumuler un maximum de 15 points sur les 19 points disponibles. Ce questionnaire contient trois pages.

**Question 1. [Maximum de 1.5 points] Force diélectrique et condensateur.**

Nous avons vu dans le cours que la *force diélectrique* (en anglais, 'dielectric strength') d'un matériau isolant est le champ électrique maximum qui peut circuler dans le matériau avant que celui-ci ne se brise ou ne permette la conduction électrique. Soit un condensateur plan, dont les plaques sont des disques de rayon 1 cm. Le matériau entre les plaques a une constante diélectrique  $\kappa$  et sa force diélectrique est de  $10^7$  N/C. Si la charge maximale que l'on peut emmagasiner sur les plaques est de  $2 \times 10^{-7}$  C, que vaut  $\kappa$ ?

**Question 2. [Maximum de 3.5 points] Combinaison de condensateurs.**

La figure ci-dessous représente un circuit consistant en quatre condensateurs dont  $C_1 = 3 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 1 \mu\text{F}$ ,  $C_3 = 12 \mu\text{F}$  et  $C_4 = 6 \mu\text{F}$ , ainsi qu'une pile de 48 V. Calculez (a) la capacité équivalente du système, (b) la charge pour chaque condensateur, et (c) la différence de potentiel pour chaque condensateur.



**Question 3. [Maximum de 2.0 points] Résistivité.**

Un fil est relié à une pile de 6 V. À 20 °C, le courant vaut 2 A tandis qu'à 100 °C, il est réduit à 1.7 A. Quel est le coefficient thermique de résistivité  $\alpha$  du matériau qui constitue le fil?

**Question 4. [Maximum de 1.5 points] Loi d'Ohm et puissance électrique.**

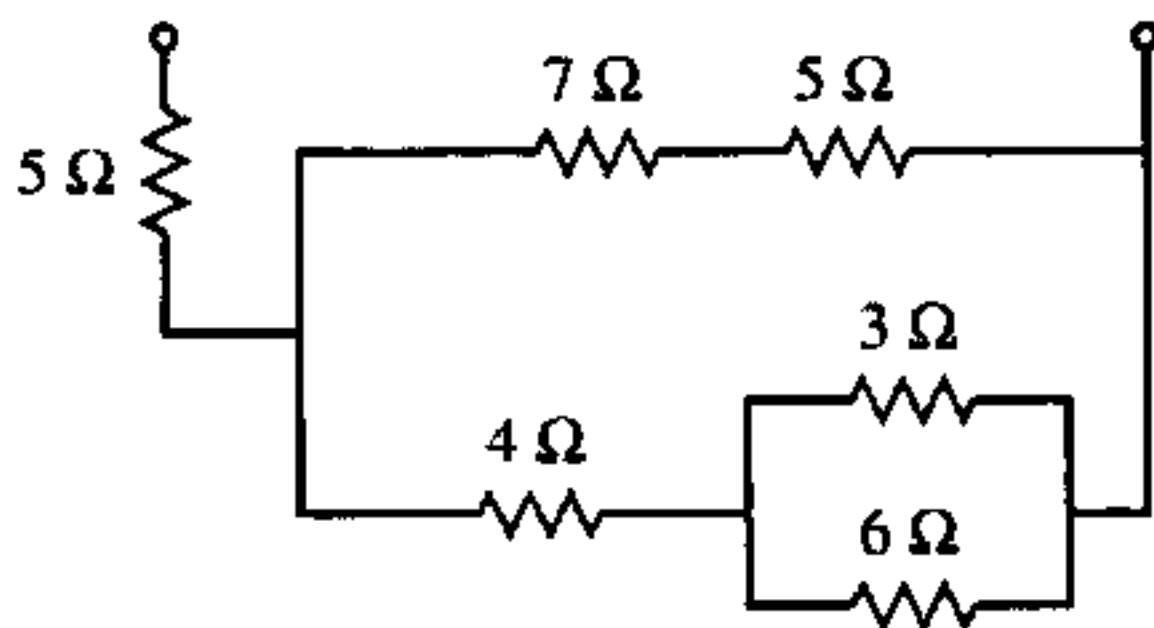
Un grille-pain fonctionne à 120 V, avec un courant de 7 A. Il met 1 min 30 sec pour griller une tranche de pain. À raison de 6 ¢ par kWh, combien cela coûte-t-il? (Rappel: un kWh est une unité d'énergie qui correspond à un kilowatt multiplié par une heure.)

**Question 5. [Maximum de 2.0 points] Puissance électrique.**

Une bouilloire fonctionnant sous 120 V chauffe 1.5 litre, c.-à-d.  $1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ , d'eau de 20 °C à 90 °C en 8 minutes. Sachant qu'il faut fournir une énergie de 4190 J pour augmenter de 1 °C la température de 1 kg d'eau, calculez le courant circulant dans la bouilloire. (Rappelez-vous que la masse volumique de l'eau est de 1000 kg/m<sup>3</sup>.)

**Question 6. [Maximum de 2.0 points] Résistance équivalente.**

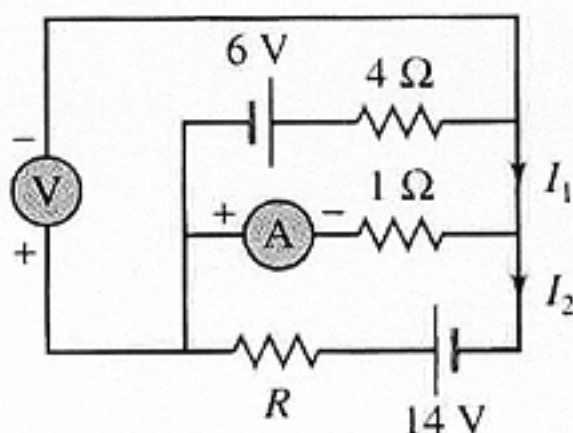
Déterminez la résistance équivalente à la combinaison de résistances représentée ci-dessous.



**Question 7. [Maximum de 3.0 points] Lois de Kirchhoff.**

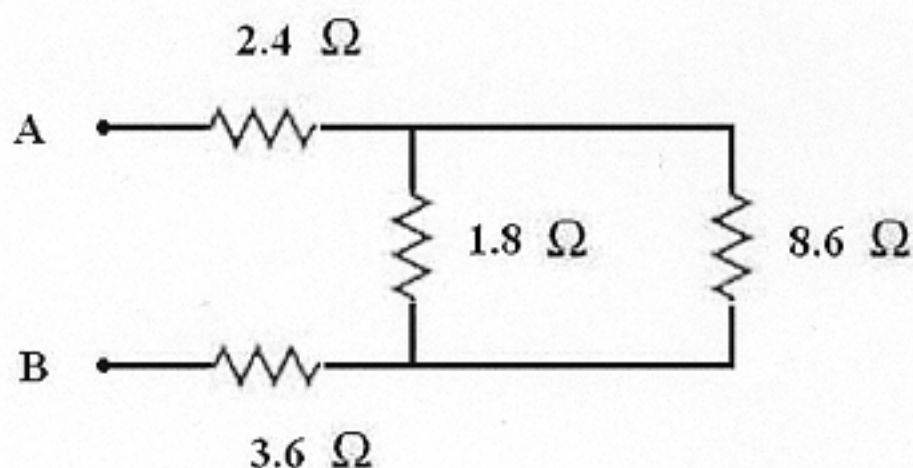
Supposez qu'à la figure ci-dessous, l'ampèremètre A indique 2.0 A et le voltmètre V indique 2.0 V. Utilisez ces informations pour trouver la valeur de la résistance

inconnue  $R$  ainsi que les courants  $I_1$  et  $I_2$ . (Le potentiel à la borne des appareils de mesure identifiée par  $+$  est plus élevé que le potentiel à la borne identifiée par un  $-$ . La résistance interne du voltmètre  $V$  est infinie. Au contraire, la résistance interne de l'ampèremètre  $A$  est négligeable.)



**Question 8. [Maximum de 3.5 points] Résistance équivalente d'un circuit.**

Calculez la résistance équivalente  $R_{eq}$  entre les points A et B de la figure ci-dessous avec les *deux* méthodes suivantes: (a) en branchant une pile aux points A et B,  $R_{eq}$  étant donné par le rapport de la f.é.m.  $\mathcal{E}$  au courant  $I$  (passant par la pile) obtenu des lois de Kirchhoff; (b) en utilisant les formules habituelles pour les résistances en série et en parallèle.



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

**Aide-mémoire pour l'examen partiel 2 du jeudi 17 mars 2005.**

$$k \approx 8.99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2, \quad e \approx 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}, \quad \epsilon_0 \approx 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N} \cdot \text{m}^2$$

$$\Delta V = V_B - V_A = \frac{\Delta U}{q} = -E \Delta s, \quad E = -\frac{\Delta V}{\Delta s}, \quad W_{\text{EXT}} = q \Delta V$$

$$V = \frac{kq}{r}, \quad V = \sum_i \frac{kq_i}{r_i}, \quad E_0 = \frac{q}{\epsilon_0 A}, \quad \kappa = \frac{E_0}{E}$$

$$Q = C \Delta V, \quad V_B - V_A = \frac{\Delta U}{q}, \quad V_B - V_A = -Ed$$

$$C = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d}, \quad \text{énergie} = \frac{1}{2} C V^2, \quad \text{densité énergie} = \frac{1}{2} \kappa \epsilon_0 E^2$$

$$C_p = C_1 + C_2, \quad C_s^{-1} = C_1^{-1} + C_2^{-1}$$

$$R = \rho \frac{L}{A}, \quad \rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

$$R_s = R_1 + R_2, \quad R_p^{-1} = R_1^{-1} + R_2^{-1}$$

$$V = RI, \quad P = VI = RI^2 = \frac{V^2}{R}$$

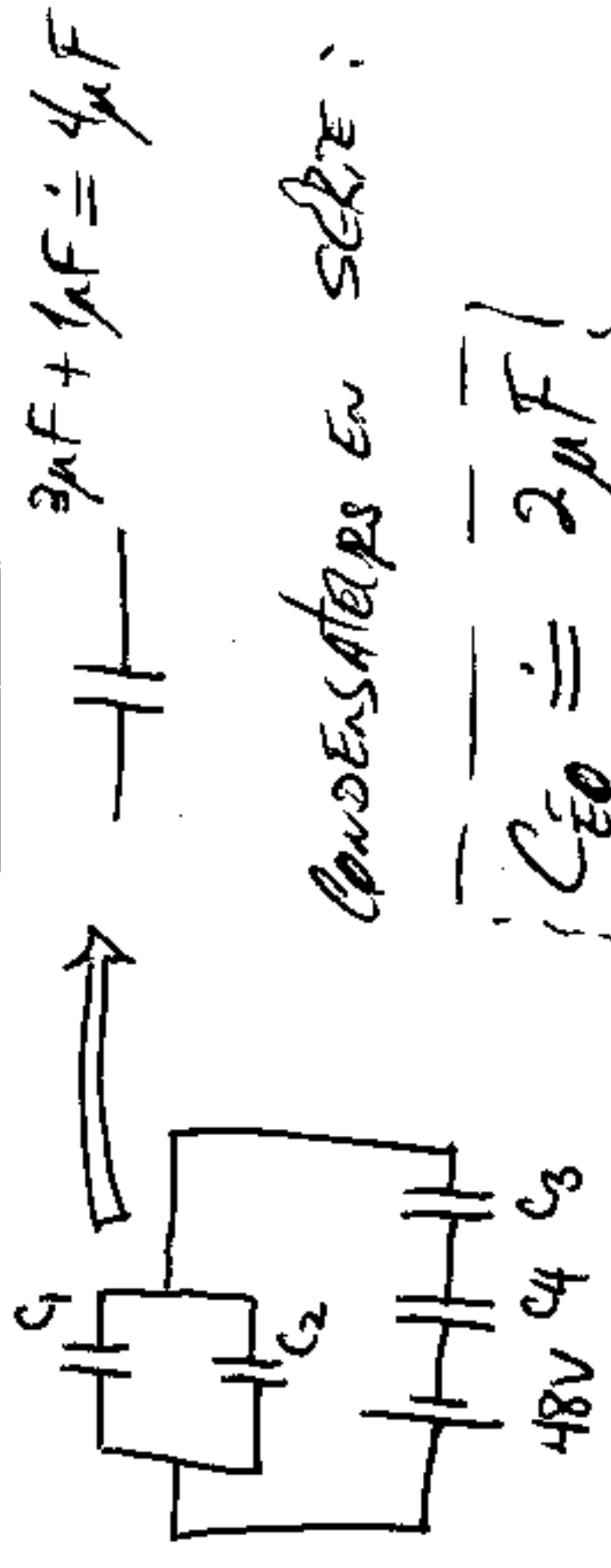
$$\sum_{\text{boucle}} \Delta V = 0, \quad \sum_{\text{jonction}} I = 0, \quad \Delta V = RI, \quad I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

#1. FORCE DIÉLECTRIQUE

$$\epsilon_0 \doteq \frac{Q}{\epsilon_0 A} \doteq \frac{9}{\epsilon_0 \pi r^2} \doteq K E$$

$$\Delta V_{\text{eau}} \times \doteq \frac{9}{\epsilon_0 \pi r^2 E} \frac{2 \times 10^{-7} \text{ C}}{(8.854 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N}\cdot\text{m}^2}) \pi (0.01 \text{ m})^2 (10^7 \frac{\text{N}}{\text{C}})}$$

7.19



#2. (a) SCHEMA EQUIVALENT:

CONDENSATEURS EN SERIE:  $\frac{1}{4} + \frac{1}{12} + \frac{1}{6} \doteq \frac{1}{2}$

$$C_{\text{EQ}} \doteq 2 \mu\text{F}$$

(b)  $Q_4 \doteq Q_3 \doteq Q_1 + Q_2 \doteq C_{\text{eq}} \Delta V = (2 \mu\text{F})(48 \text{ V}) = 96 \mu\text{C}$

(c)  $\Delta V_4 = \frac{Q_4}{C_4} \doteq \frac{96 \mu\text{C}}{6 \mu\text{F}} = 16 \text{ V}$

$\Delta V_3 = \frac{Q_3}{C_3} \doteq \frac{96 \mu\text{C}}{12 \mu\text{F}} = 8 \text{ V}$

CE qui laisse  $\Delta V_1 = \Delta V_2 = 48 - 16 - 8 = 24 \text{ V}$

donc  $Q_1 = C_1 \Delta V_1 \doteq (2 \mu\text{F})(24 \text{ V}) = 48 \mu\text{C}$

$Q_2 = C_2 \Delta V_2 \doteq (1 \mu\text{F})(24 \text{ V}) = 24 \mu\text{C}$

REponses:  $Q_1 = 48 \mu\text{C}$     $Q_2 = 24 \mu\text{C}$     $Q_3 = 96 \mu\text{C}$     $Q_4 = 96 \mu\text{C}$

$\Delta V_1 = 24 \text{ V}$     $\Delta V_2 = 24 \text{ V}$     $\Delta V_3 = 8 \text{ V}$     $\Delta V_4 = 16 \text{ V}$

#3.  $R = R_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$  et  $R \propto \frac{1}{I}$ ,  $R_0 \propto \frac{1}{I_0}$  constant

$$\alpha = \frac{R - R_0}{R_0(T - T_0)} = \frac{\frac{1}{I} - \frac{1}{I_0}}{\frac{1}{I_0}(T - T_0)} = \frac{I_0 - I}{I(T - T_0)} = \frac{2 - 1.7}{1.7(100 - 20)} = 2.21 \times 10^{-3} \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$$

#4.  $P = \frac{E}{t} = VI$  Cost =  $E$  (en kWh)  $\times 0.06 \frac{\$}{\text{kWh}}$

$E = VIT$  (Min. 30 sec = 90 s)

$$\text{Cost} = (120 \text{ V})(7 \text{ A})(90 \text{ s}) \times \frac{1 \text{ kWh}}{1000 \frac{\text{J}}{\text{s}} \times 3600 \text{ s}} \times 0.06 \frac{\$}{\text{kWh}} = 1.26 \times 10^{-3} \$ \text{ ou } 0.126 \text{ c}$$

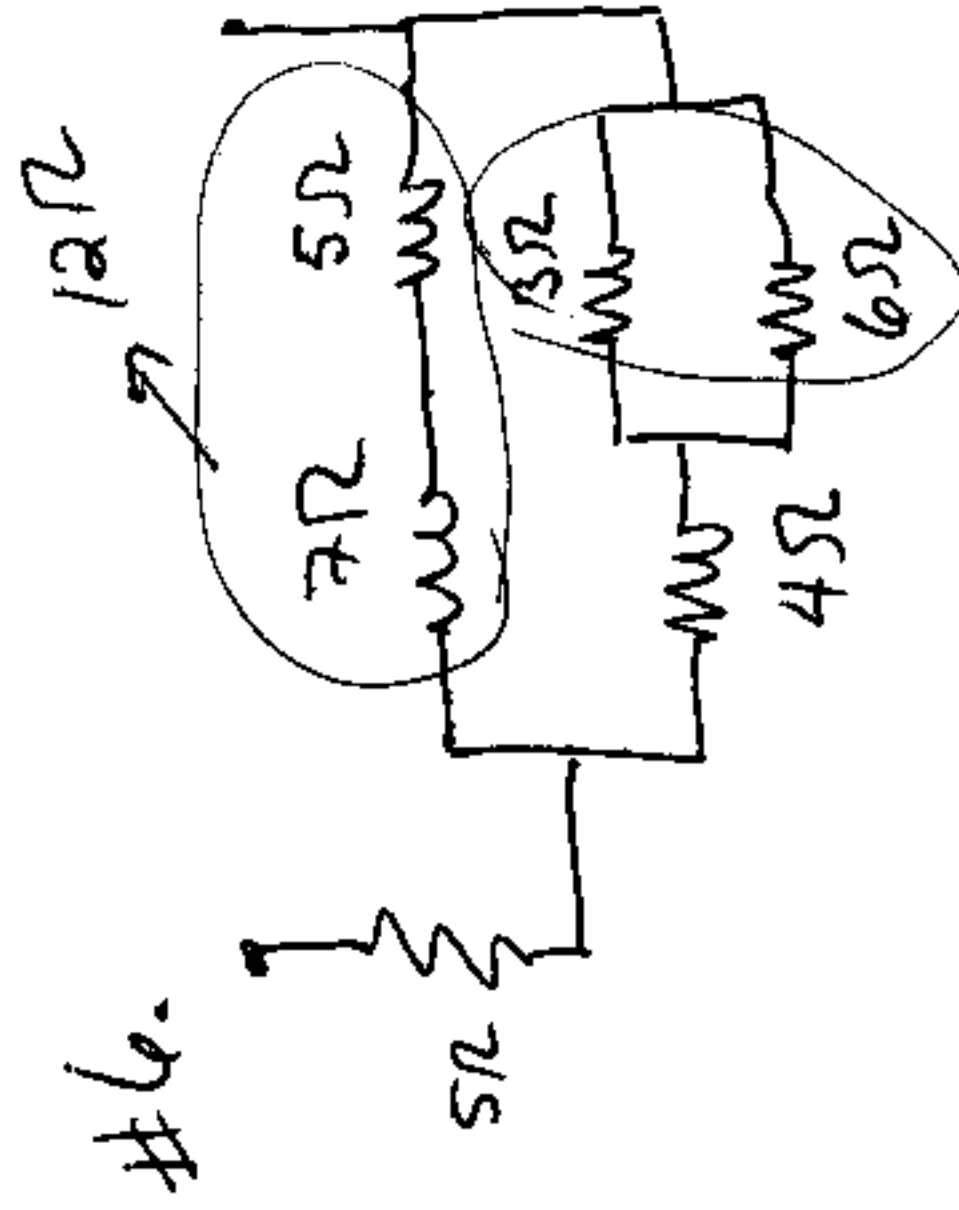
#5.  $M_{\text{mean}} = (1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3) 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1.5 \text{ kg}$

Energy =  $M_{\text{mean}} \times 4190 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times (90^\circ - 20^\circ) = 439950 \text{ J}$

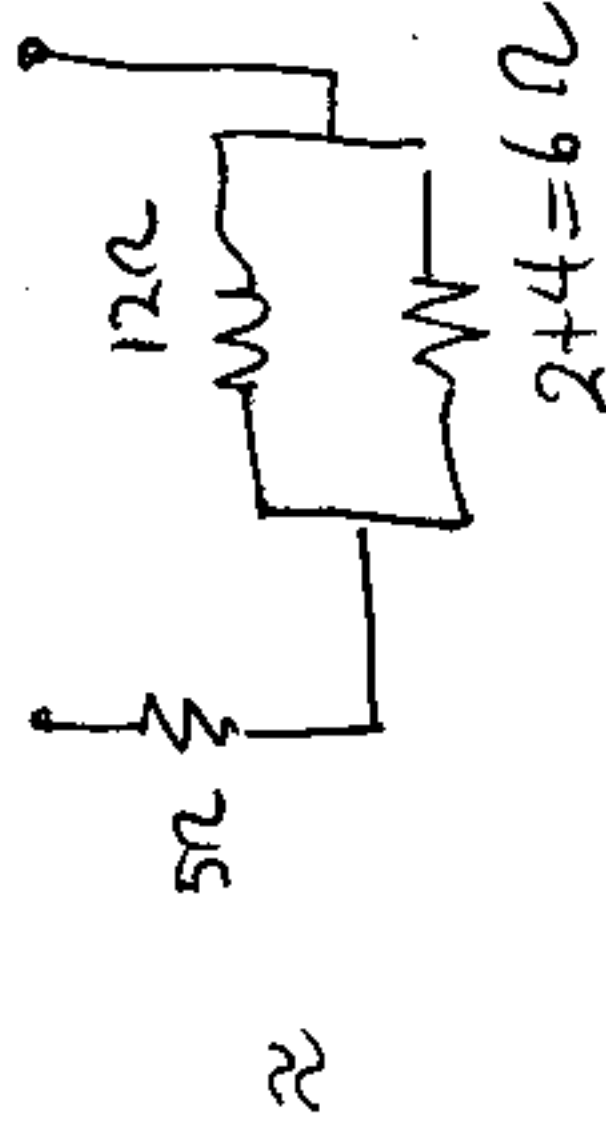
$P = \frac{E}{t} = VI$

$I = \frac{E}{Vt} = \frac{439950 \text{ J}}{(120 \text{ V})(480 \text{ s})} = 7.64 \text{ A}$

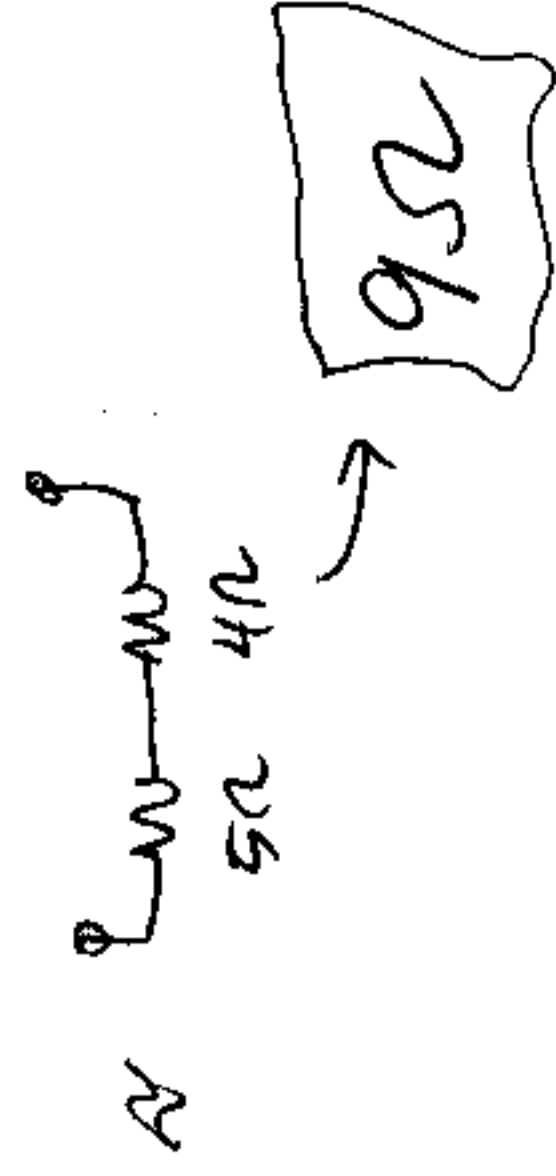
$8 \text{ min} \times 60 \frac{\text{sec}}{\text{min}}$



$\frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2} \rightarrow 2\Omega$

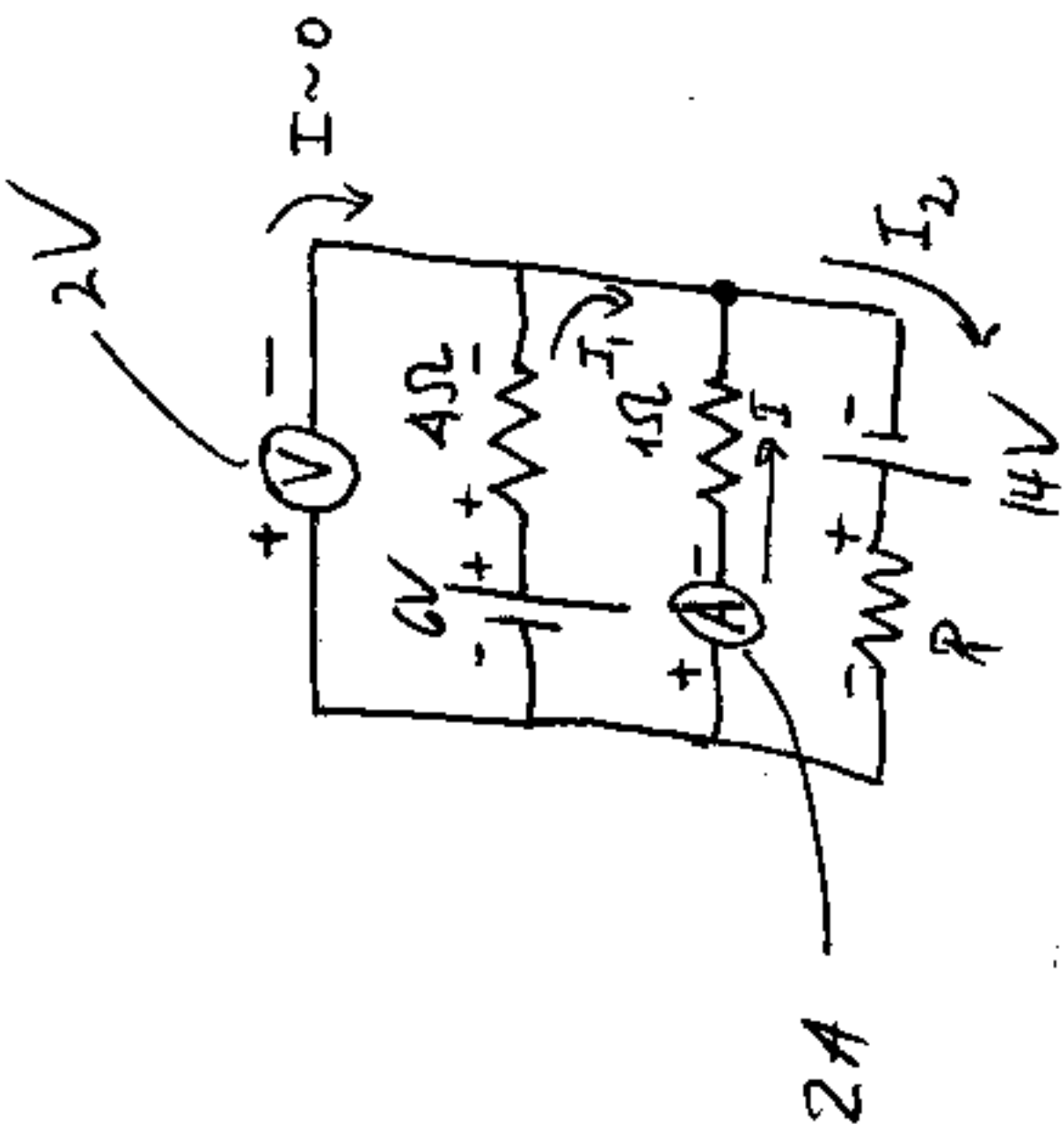


$\frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{2}{12} = \frac{1}{6} \rightarrow 4\Omega$



#7.  $R_V \approx \infty$  : PAS DE COURANT PASSE PAR V

$$R_A \approx 0$$



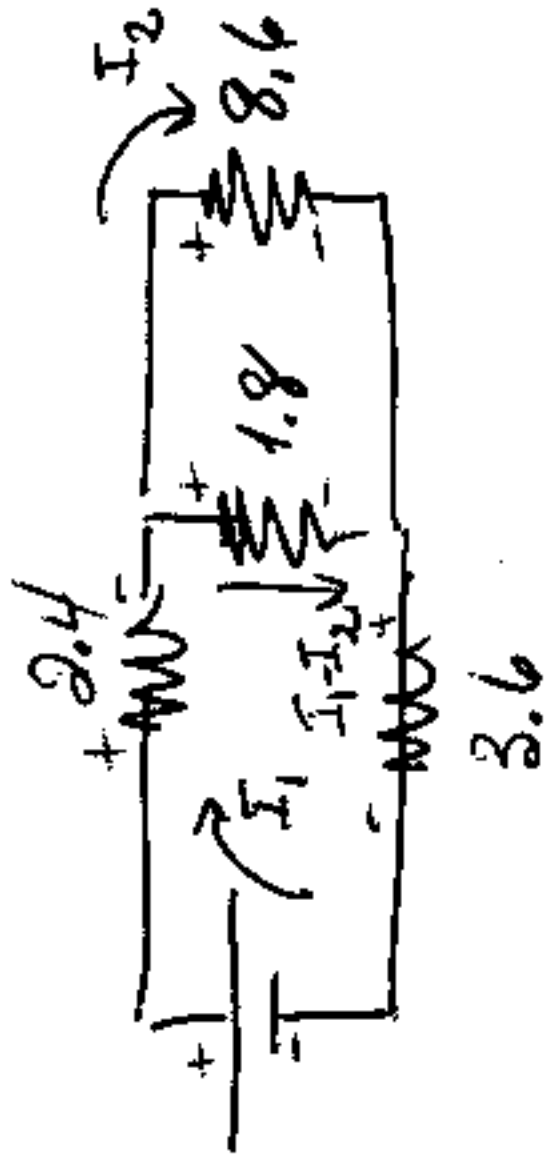
Somme des nœuds :  $+2 - 4I_1 + 6 = 0 \Rightarrow I_1 = 2A$

Nœud en Bas à Droite :  $I_1 + I - I_2 = 0$

Grande Boucle :  $+2 - 14 + RI_2 = 0 \Rightarrow R = \frac{14-2}{4} = 3\Omega$

Réponses:  $I_1 = 2A, I_2 = 4A, R = 3\Omega$





Boucle de sources:

$$+ E = 2.4 I_1 + 1.8 (I_1 - I_2) + 3.6 I_1$$

$$= 7.8 I_1 - 1.8 I_2 \quad (1)$$

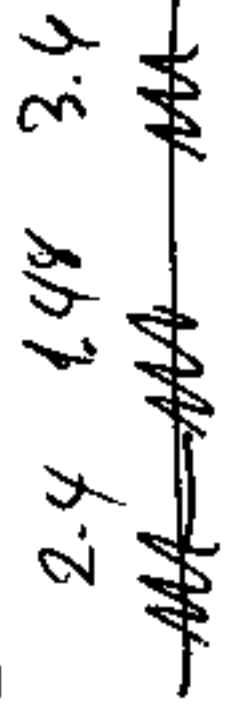
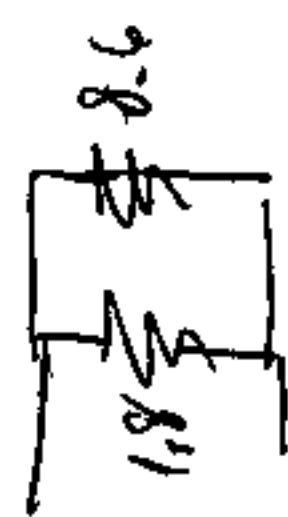
#8 (a)

Boucle de source:  $8.6 I_2 = 1.8 (I_1 - I_2)$  (2)

de (2) dans (1):  $E = 7.8 I_1 - 1.8 \left( \frac{1.8 I_1}{10.4} \right) = 7.49 I_1$

$$R_{\text{eq}} = \frac{E}{I_1} = 7.49 \Omega$$

(b)  $R = 1.8 + 8.6 = 1.48846 \dots$



$$R_{\text{eq}} = 2.4 + 1.49 + 3.6 = 7.49 \Omega$$