

--	--	--	--

**EXAMEN DE PHYSIQUE**  
**Première partie : THEORIE**

**août 2015**

**Nom :**

**Prénom :**

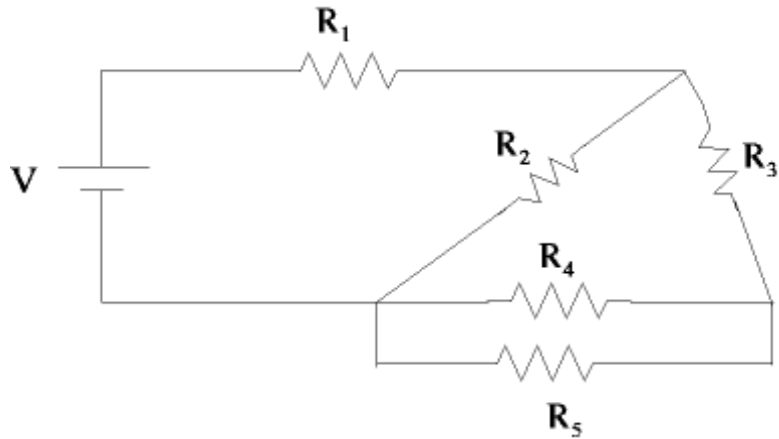
**Question 1 (8 points) :**

Enoncer le théorème de Thévenin en précisant comment s'obtiennent la tension et la résistance de Thévenin d'un circuit.

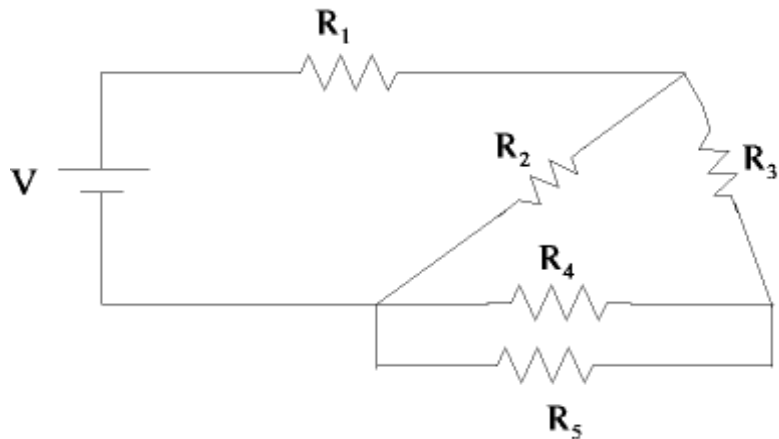
**Question 2 (9 points) :**

Dans le circuit électrique suivant indiquez chaque fois sur le dessin où et comment vous allez brancher votre appareil de mesure ; précisez aussi les modifications éventuelles du circuit et le nom de l'appareil de mesure.

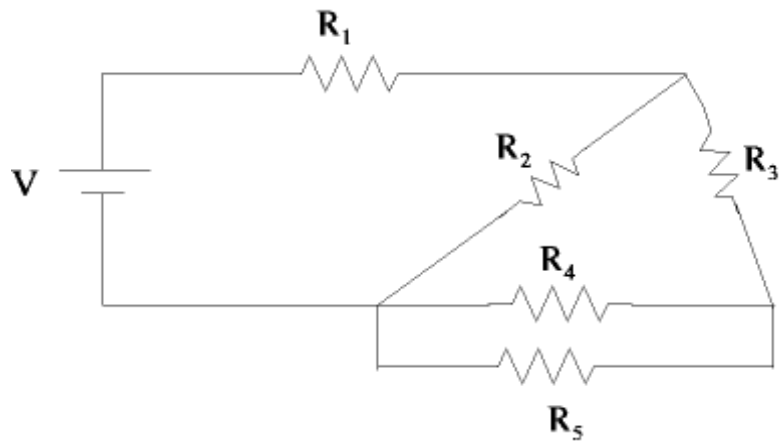
- a) [3] Pour mesurer la différence de potentiel aux bornes de  $R_3$ .



- b) [3] Pour mesurer la résistance  $R_5$ .

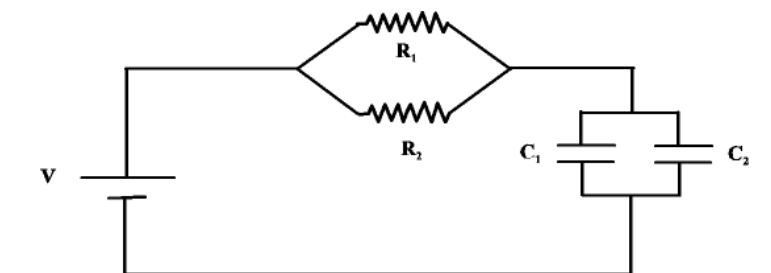


- c) [3] Pour mesurer le courant débité par la pile.



**Question 3 (9 points) :**

Soit le circuit suivant :



$$\begin{aligned} R_1 &= R_2 = R \\ C_1 &= C \\ C_2 &= 2C \end{aligned}$$

- a) [2] Simplifier le circuit, en justifiant ce que vous faites.
- b) [1] Que vaut la constante de temps du circuit (justifier) ?
- c) [3] Quelle charge porteront les condensateurs  $C_1$  et  $C_2$  au bout d'un temps très long par rapport à la constante de temps (justifier) ?

- d) [3] Quelle modification simple du circuit (en déplaçant ou supprimant certains éléments) suggérez-vous pour diviser sa constante de temps par trois (justifier)?

**Question 4 (15 points) :**

1. [5] Donnez l'expression mathématique générale du travail ( $W_{A \rightarrow B}$ ) d'une force déplaçant son point d'application du point A au point B (la force n'est pas nécessairement constante et le chemin pas nécessairement rectiligne) :

2. [5] A quelle condition doit satisfaire la force afin que ce travail puisse s'exprimer comme la différence entre les valeurs d'une fonction  $U$  (appelée potentiel) évaluée aux points B et A :  $W_{A \rightarrow B} = U(B) - U(A)$

3. [5] Donnez un exemple de force à laquelle on ne peut faire correspondre un potentiel, et expliquez pourquoi.

**Nom :**

**Prénom :**

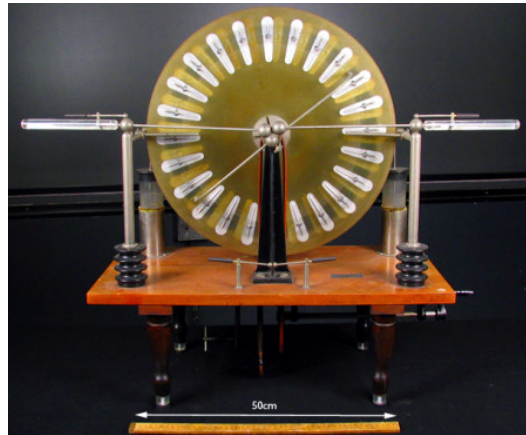
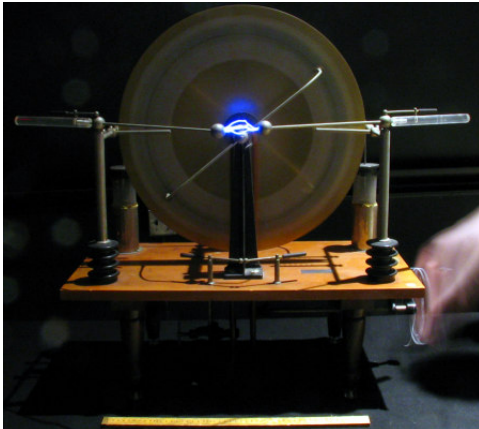
## **DEUXIEME PARTIE : EXERCICES**

### **Question 1 (7 points) :**

Une marcheuse de 45 kg gravit en 3h une montagne à partir d'une station de base située à une altitude de 1850 m. N'ayant pas de réserve de graisse, elle doit au cours de chaque heure consommer une barre énergétique de 3 MJ ( $= 3 \cdot 10^6$  J) afin de produire assez d'énergie musculaire pour arriver à son but sans perdre connaissance.

1. [5] Sachant que l'efficacité du métabolisme humain est de 10% (c'est-à-dire 10% de l'énergie ingurgitée est disponible pour l'effort musculaire), calculez l'altitude du sommet atteint (adopter  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ). On suppose que toute l'énergie musculaire est utilisée pour hisser le corps verticalement.
2. [1] Quelle est la puissance fournie par les barres énergétiques au corps ?
3. [1] Quelle est la puissance *mécanique (musculaire)* développée par le corps ?

**Question 2 (27 points) :**



On considère une machine de Wimshurst (générateur électrostatique, vu lors de la visite à l'XP de physique) capable de charger deux sphères métalliques de rayon  $R = 1$  cm séparées par de l'air sur une distance  $d = 1$  cm. On suppose que les deux sphères se chargent d'électricité de signe contraire, jusqu'à ce qu'une étincelle jaillisse. Celle-ci se produit lorsque le champ électrique entre les deux sphères est supérieur à 34 kV par cm.

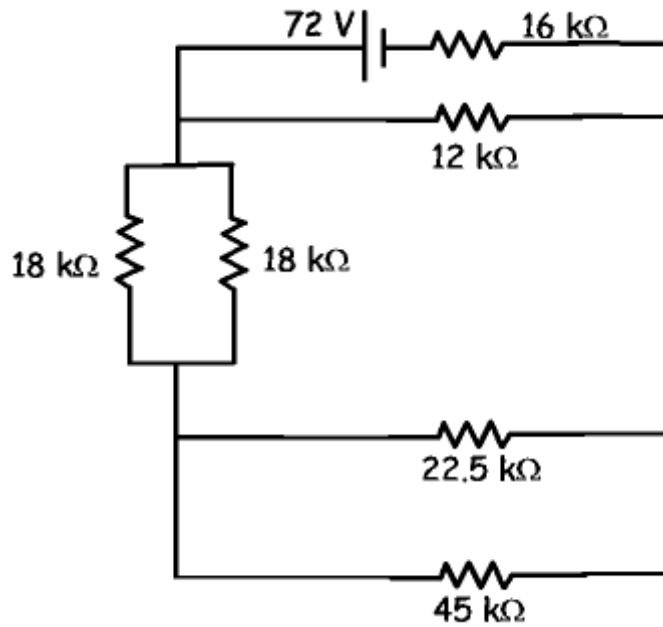
- [1] Au moment où l'étincelle se produit, quelle est la différence de potentiel entre les deux sphères?
- [3] Déterminer les charges portées par les deux sphères au moment où l'étincelle jaillit en considérant que les deux sphères en vis-à-vis se comportent comme un condensateur<sup>1</sup> dont la capacité est approximativement égale à  $C = 4\pi\epsilon_0 R^2 / d$ .  
[Rappel :  $1 / (4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$  et on suppose que la constante diélectrique de l'air vaut 1]
- [3] Si nous supposons provisoirement que les deux sphères sont assimilables à des points, écrire l'expression du champ électrique à mi-distance ( $d/2$ ) entre les deux charges  $Q$ .
- [3] Si ce champ est posé égal à 34 kV par cm, que vaut la charge déduite de l'expression obtenue en c ?
- [4] Si l'on exprime le rayon  $R$  des sphères comme une fraction  $\alpha$  de la distance  $d$  qui les sépare ( $R = \alpha d$ ), que doit valoir  $\alpha$  afin que les deux résultats (obtenus en b et d) soient identiques ?
- [2] En vous basant sur l'approche ('condensateur') de la question b, quelle est l'énergie potentielle électrique stockée dans le dispositif juste avant que l'étincelle ne jaillisse ?
- [2] Si l'étincelle jaillit pendant 0.1 seconde, quelle est la puissance développée par la machine?
- [3] Puisque l'énergie est conservée, d'où provient l'énergie libérée par l'étincelle ?

---

<sup>1</sup> On suppose que les condensateurs additionnels présents sur le dispositif de Wimshurst ne sont pas branchés.

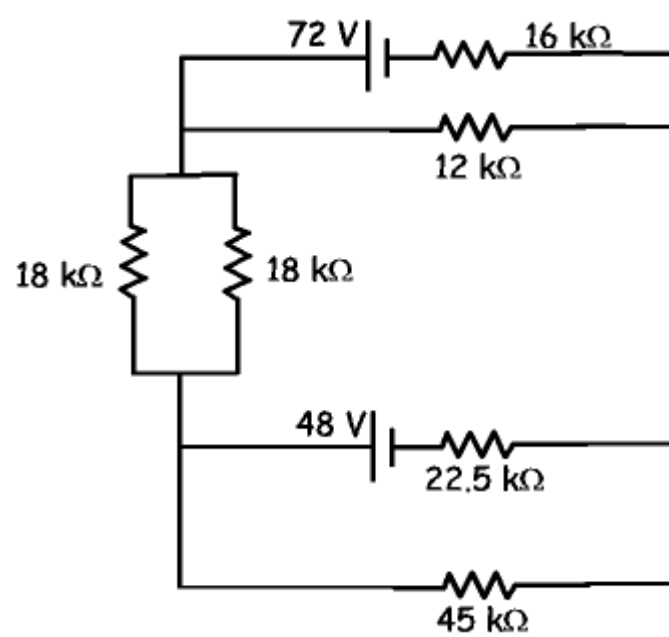
**Question 3 (30 points) :**

Soit le circuit suivant :



- a) [15] Que vaut le courant dans la résistance de 45 kΩ ?  
Précisez le sens de ce courant et les différentes étapes du calcul.
- b) [15] Que devient le courant dans la résistance de 45 kΩ si on ajoute une pile de 48 V en série avec la résistance de 22,5 kΩ, de manière à obtenir le circuit

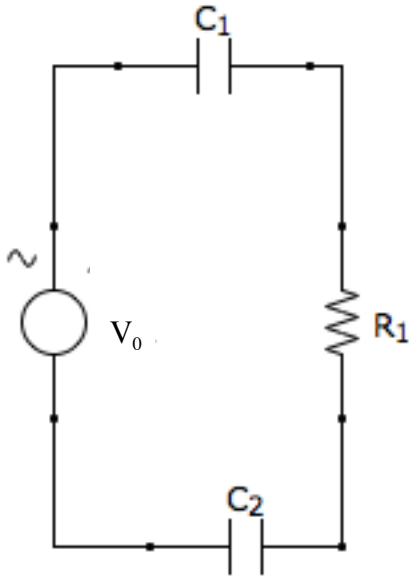
suivant ? Précisez le sens de ce courant et les différentes étapes du calcul. Vous pouvez utiliser la méthode de votre choix (superposition, Thévenin, ...)





**Question 4 (16 points) :**

Soit le circuit suivant ( $C_1 = 10 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 40 \mu\text{F}$ ,  $R_1 = 20 \text{k}\Omega$ ), alimenté par une source de tension alternative sinusoïdale de fréquence angulaire  $\omega = 2\pi \text{ rad/s}$ , d'amplitude  $v_0 = 12 \text{ V}$ , et de phase nulle :



- [2] écrire le phaseur représentant la tension de la source
- [2] écrire l'impédance complexe du circuit
- [2] écrire le phaseur représentant le courant débité par la source
- [2] que vaut le courant efficace débité par la source ?
- [2] que vaut la constante de temps de ce circuit ?
- [2] que vaut le déphasage du courant par rapport à la tension de la source ?
- [2] faites un schéma qui représente les phaseurs du courant et de la tension dans le plan complexe
- [2] le courant est-il en avance ou en retard par rapport à la tension ? Pour l'illustrer faites un dessin montrant simultanément  $i(t)$  et  $v(t)$  en fonction du temps.