

--	--	--	--

**EXAMEN DE PHYSIQUE**  
**Première partie : Théorie**

**1er juin 2015**

**Nom :**

**Prénom :**

**Question 1 (12 points) :**

1. [2] Donnez la définition (mathématique ou graphique) d'une force conservative
2. [2] Donnez deux exemples de forces conservatives
3. [2] Quel est, en physique, l'intérêt des forces conservatives ?
4. [2] Énoncez le théorème de l'énergie cinétique

5. [2] Donnez un exemple de situation concrète dans laquelle ce théorème s'applique.
6. [2] Donnez un exemple de force non conservative, et démontrez ou justifiez qu'elle n'est pas conservative

**Question 2 (7 points) :**

Démontrer la relation suivante, valable dans le contexte du M.R.U.A :  $x - x_0 = (v^2 - v_0^2) / (2a_0)$   
où  $x - x_0$  est la distance parcourue pendant que la vitesse varie de  $v_0$  à  $v$ , tandis que l'accélération constante s'élève à  $a_0$ .

**Question 3 [20 pts].**

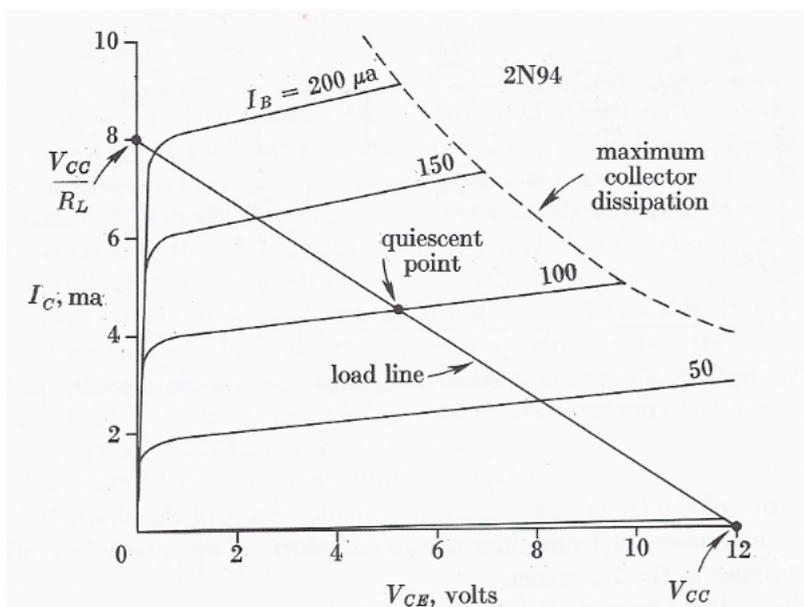
- a. [1] Qu'entend-t-on par « courbe caractéristique » d'un composant électronique ?
- b. [1] Quelle est l'expression mathématique de la caractéristique d'un élément ohmique ?
- c. [1] Qu'est-ce que la loi d'Ohm ?
- d. [1] Y a-t-il un lien entre les réponses aux questions b et c ?
- e. [2] Citez deux composants électroniques non ohmiques.
- f. [2] Quelle est l'expression générale de la puissance dissipée par un composant traversé par un courant *continu* d'intensité  $I$  et aux bornes duquel existe une différence de potentiel  $\Delta V$  ?
- g. [2] Comment cette expression générale se particularise-t-elle au cas d'un composant ohmique ?
- h. [1] Comment cette expression se transforme-t-elle dans le cas où un composant ohmique est traversé par un courant alternatif sinusoïdal d'intensité  $i = i_0 \sin \omega t$  ?

i. [2] Ecrire l'intégrale sur la variable temps  $t$  qui permet d'aboutir à l'expression de la puissance moyenne dissipée par cycle de pulsation de durée  $T = 2\pi/\omega$ .

j. [2] Dans le diagramme ci-dessous représentant la caractéristique du transistor 2N94, quelle est la signification de l'hyperbole d'équation  $I_C = P / V_{CE}$  notée « maximum collector dissipation » ?

k. [3] Quelle est la signification de  $I_C$ ,  $P$  et  $V_{CE}$  dans l'expression ci-dessus?

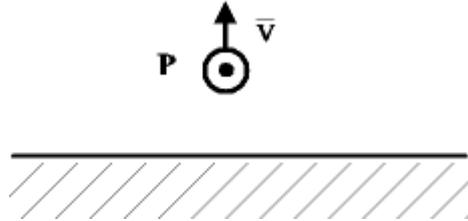
l. [2] Quelle est (en mW) la puissance maximale que peut dissiper le transistor 2N94 ?



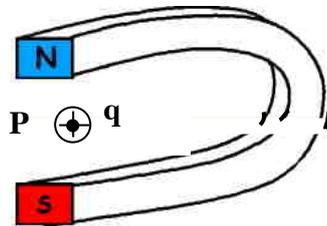
**Question 4 [16 pts] :**

Dans les différentes situations suivantes, indiquez s'il y a une force qui agit sur l'objet considéré, au point P. Indiquez sa direction et son sens, dites de quel type de force il s'agit et donnez l'expression de son intensité (module) [4 éléments sont donc nécessaires pour que la réponse puisse être considérée complète].

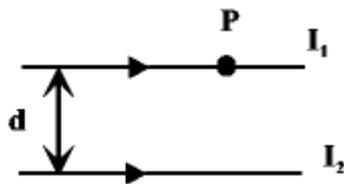
- a) [4] Une balle de masse  $m$  lancée en l'air au voisinage de la surface de la terre ; elle s'élève avec une vitesse  $\bar{v}$ , dirigée vers le haut ; négligez la résistance de l'air.



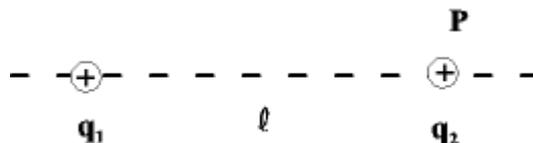
- b) [4] Une charge électrique  $q$ , positive, immobile entre les pôles d'un aimant produisant un champ magnétique d'intensité  $B$  au point P.



- c) [4] Deux fils parallèles, tous deux de longueur infinie et parcourus par des courants de même sens.



- d) [4] Une charge électrique  $q_1$  à une distance  $l$  d'une autre charge électrique  $q_2$ , toutes deux positives.



--	--	--	--

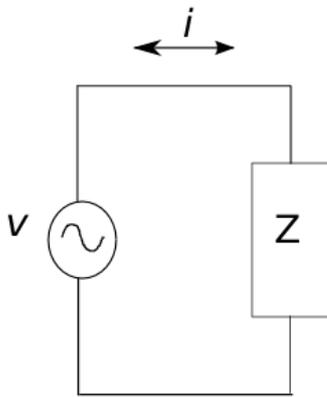
Nom :

Prénom :

## DEUXIEME PARTIE : EXERCICES

### Question 1 [19 pts].

Un circuit est alimenté par un générateur de courant alternatif qui délivre un courant  $i = i_0 \sin \omega t$  et une tension  $v = v_0 \sin (\omega t + \phi)$  à un composant d'impédance  $Z$ .



a. [2] Donner l'expression du phaseur du courant et de la tension.

b. [3] Donner l'expression de l'impédance en fonction de  $i_0$ ,  $v_0$  et  $\phi$ .

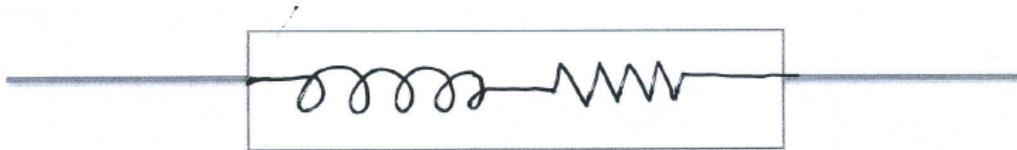
c. [4] Supposons que l'impédance puisse également s'écrire sous la forme de la fonction suivante de la pulsation  $\omega$  :  $Z(\omega) = 10 + (2\omega - 1)j$ , avec  $j = \sqrt{-1}$ . Que valent dans ces conditions  $v_0 / i_0$  et  $\phi$  ?

d. [4] Ce circuit est-il résonnant, c'est-à-dire existe-t-il une valeur de la pulsation  $\omega$  pour laquelle l'intensité du courant  $i_0$  est maximale (pour une valeur fixée de  $v_0$ ) ?

- e. [2] Que vaut la pulsation  $\omega$  dans le cas du courant alternatif domestique (en Europe) ?
- f. [4] L'expression ci-dessus pour  $Z$  est-elle réaliste, c'est-à-dire pouvez-vous identifier un groupement de composants qui conduirait à une expression égale ou aussi proche que possible de l'expression pour  $Z$  donnée ci-dessus ?

**Question 2 [34 pts] :**

Une bobine réelle se caractérise par une inductance de valeur  $L$ , combinée (en série) à une résistance de valeur  $R$ . Pour une bobine réelle, ces propriétés  $L$  et  $R$  sont indissociables (tout comme la résistance interne d'une pile ne peut être dissociée du générateur de tension) :



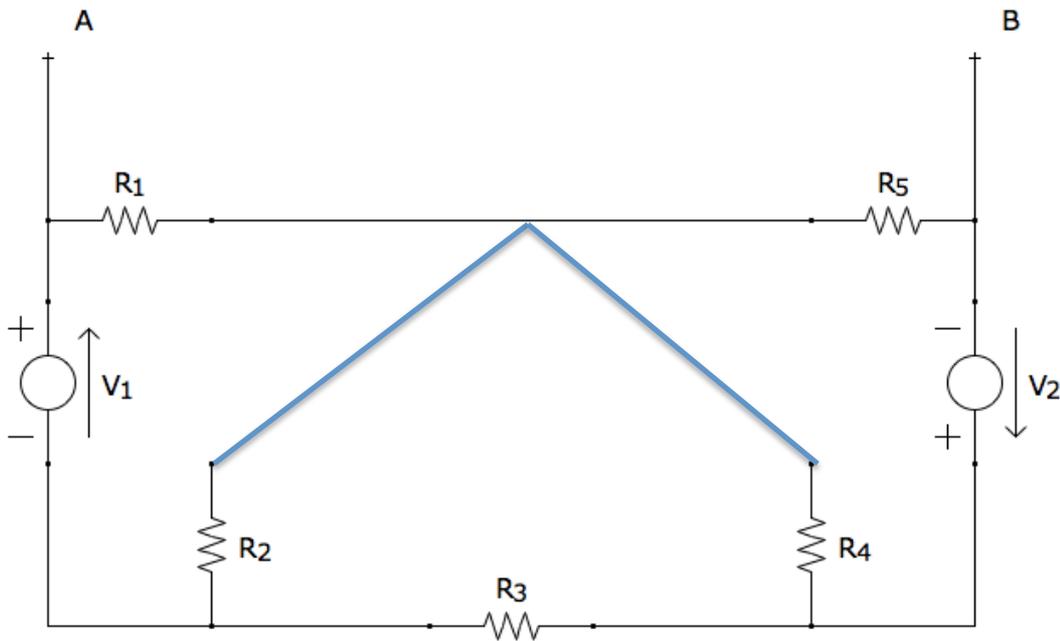
Dans une première expérience (cas DC), elle est alimentée par une source de tension continue. Longtemps après la mise en route du circuit, elle est parcourue par un courant d'intensité 200 mA, et la tension à ses bornes est de 32 V. Dans une seconde expérience (cas AC), elle est alimentée par une source de tension sinusoïdale de fréquence  $\nu = 50$  Hz. L'intensité efficace du courant qui la parcourt est de 100 mA et la tension efficace à ses bornes est de 30V.

- a. [5 pts] Dédurre des informations ci-dessus les valeurs de  $L$  et de  $R$ .
- b. [4 pts] On place un condensateur en série avec la bobine. Ecrire l'impédance et le module de l'impédance d'un tel circuit.
- c. [4 pts] Dessiner schématiquement l'évolution du module de l'impédance en fonction de la pulsation  $\omega = 2\pi\nu$ , ainsi que l'évolution de l'intensité efficace du courant en fonction de la pulsation  $\omega$ .

- d. [2 pts] Quelle doit être la capacité du condensateur placé en série avec la bobine afin d'obtenir un circuit résonnant en courant alternatif ?
- e. [2 pts] La résonance étant réalisée, calculer l'intensité efficace du courant circulant dans le circuit si celui-ci est alimenté par une tension efficace sinusoïdale de 30 V.
- f. [6 pts] Calculer dans les mêmes conditions que la question e. ci-dessus la tension efficace aux bornes de la bobine et aux bornes du condensateur. Donner leur expression analytique d'abord, numérique ensuite.
- g. [4 pts] Si le courant dans le circuit est décrit par l'expression  $i = i_0 \sin \omega t$ , donner les expressions numériques des phaseurs de la tension aux bornes de la bobine et du condensateur dans le cas AC décrit ci-dessus.
- h. [4 pts] Représentez les vecteurs de Fresnel correspondants, pour  $t = 0$ .
- i. [3 pts] Expliquer pourquoi la somme des deux tensions efficaces aux bornes du condensateur et de la bobine n'est pas égale à 30V, la tension efficace aux bornes du circuit.

**Question 3 (27 points) :**

Voici un circuit constitué des résistances  $R_1 = R_2 = 10 \Omega$ ,  $R_3 = 15 \Omega$ ,  $R_4 = R_5 = 20 \Omega$ , des 2 générateurs délivrant une tension continue  $V_1 = V_2 = 5V$ , et de deux bornes A et B.



- [5 pts] Utiliser les lois de Kirchhoff afin d'écrire les relations permettant de calculer les courants  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$  et  $I_5$  parcourant chacune des résistances  $R_1$  à  $R_5$ .
- [7 pts] Démontrer en résolvant le système d'équations établi à la question a. que les courants circulant dans les résistances  $R_1$  et  $R_5$  valent  $I_1 = 1/3 \text{ A}$  et  $I_5 = 5/24 \text{ A}$  (en adoptant comme sens positif du courant de la gauche vers la droite).
- [3 pts] Que vaut la différence de potentiel  $V_A - V_B$  ?
- [5 pts] Trouvez le circuit équivalent de Thévenin du circuit ci-dessus, pour les bornes A et B
- [3 pts] Pour ce circuit particulier, l'approche de Thévenin offre-t-elle un avantage par rapport à la méthode de Kirchhoff ?
- [4 pts] Même question que d, mais lorsque  $R_3$  est court-circuitée ( $R_3 = 0 \Omega$ ).