

--	--	--	--

EXAMEN DE PHYSIQUE
Première partie : THEORIE (39 points)

Août 2016

Nom :

Prénom :

Question 1 (18 points) :

Un électron a pour vecteur position :

$$\vec{r}(t) = R \sin(\omega_0 t) \vec{1}_x + R \cos(\omega_0 t) \vec{1}_y + ct \vec{1}_z$$

où R , ω_0 et c sont des constantes, t est le temps, et $\vec{1}_x$, $\vec{1}_y$, $\vec{1}_z$ constituent des vecteurs unité dans les directions spatiales x , y , z .

a) [3] Donnez la définition du vecteur vitesse et calculez-le pour le cas ci-dessus.

Définition du vecteur vitesse :

$$\vec{v}(t) =$$

b) [3] Donnez la définition du vecteur accélération et calculez-le pour le cas ci-dessus.

Définition du vecteur accélération:

$$\vec{a}(t) =$$

c) [2] Calculez le module de ce vecteur accélération :

$$a(t) =$$

d) [3] S'agit-il d'un MRUA ? **Justifiez votre réponse.**

e) [4] Pouvez-vous décrire la forme de la trajectoire ou la dessiner (basez-vous, entre autres, sur le vecteur position donné dans l'énoncé)?

f) [3] Comment, dans le référentiel $\vec{i}_x, \vec{i}_y, \vec{i}_z$, est orienté le champ magnétique produit par cet électron ?

Question 2 (6 points) :

Indiquer par une flèche la direction du champ magnétique \vec{B} aux points P dans les différentes situations ci-dessous. Si $\vec{B} = 0$, faites un cercle autour du point P ou écrivez $\vec{B} = 0$. **Justifiez** brièvement vos réponses en énonçant notamment les lois ou règles suivies.

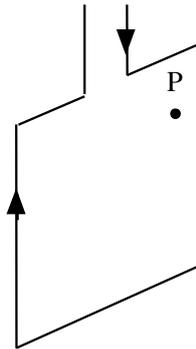
a) [2] au voisinage d'un conducteur rectiligne infini parcouru par un courant I, sortant perpendiculairement de la feuille :



- b) [2] entre deux conducteurs rectilignes infinis, parallèles et parcourus par un courant I de même intensité et de même sens. P se trouve à égale distance des deux conducteurs :

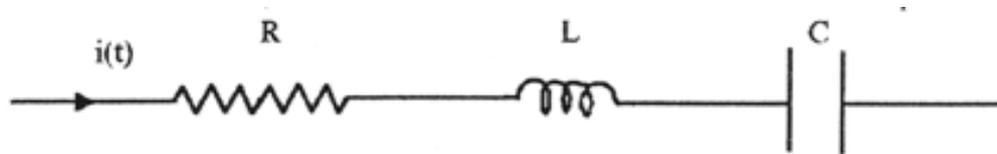


- c) [2] à l'intérieur d'un circuit constitué d'un fil conducteur en forme de rectangle, parcouru par un courant I :



Question 3 (10 points)

- a) [6] Soit $i(t)$ le courant qui parcourt une branche de circuit comportant un resistor de résistance R , une bobine d'inductance L et un condensateur de capacité C :



Donnez l'expression de la différence de potentiel aux bornes de chacun de ces trois composants :

i) $V_R(t) =$

ii) $V_L(t) =$

iii) $V_C(t) =$

b) [2] Ecrire l'impédance de ce circuit :

c) [2] Supposant que l'intensité du courant $i(t)$ varie comme une sinusoïde d'amplitude i_0 et de fréquence f , écrire (en terme de l'impédance et de l'intensité efficace du courant i_{eff}) l'expression de la puissance dissipée en moyenne sur un cycle par cette portion de circuit.

Question 4 (5 points) :

Démontrer la relation suivante, exprimant la capacité équivalente à une combinaison de

n condensateurs montés en série et possédant chacun une capacité C_i : $\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$

- d. [3] Quel rôle a joué la perche dans le processus du saut ?
- e. [3] Quelle est la durée de la chute, une fois la barre passée ?
- f. [3] Que devrait faire le perchiste pour passer une barre à 8 m ? Grossir ou maigrir peuvent-il l'aider ? [Le record du monde actuel est à 6.16 m, par le français Lavillenie, établi le 15 février 2014]
- g. [3] Supposant que la course sur 100 mètres d'Usain Bolt le 16 août 2009 au championnat du monde de Berlin corresponde à un MRUA, quelle est la vitesse atteinte à l'issue de celle-ci, sachant qu'il établit ce jour-là le record du monde en la durée de 9.58 sec ?

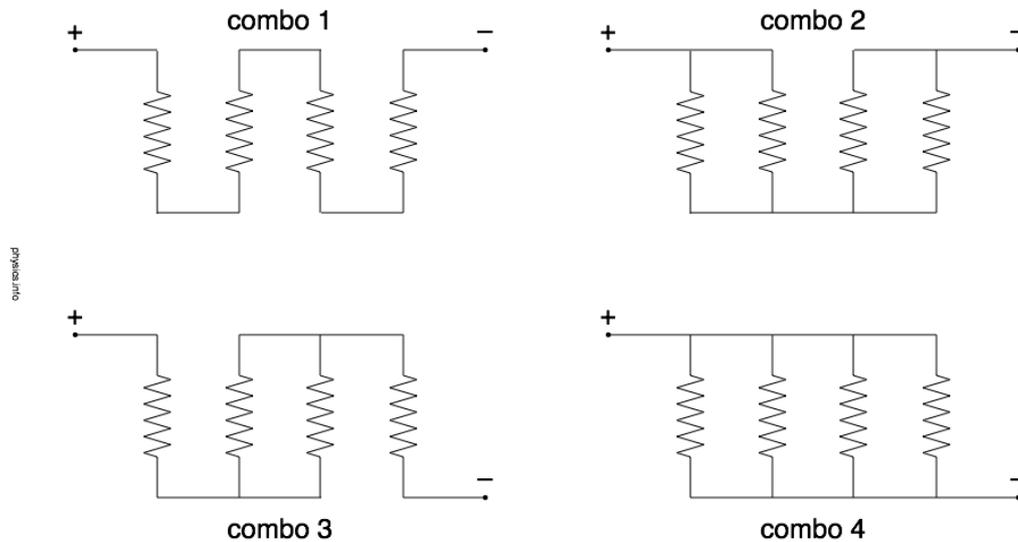
[En réalité, la course de Bolt n'est pas un MRUA, et sa vitesse maximale atteinte entre 60 et 80 m s'établit à 12.4 m/s]

- h. [3] A supposer qu'U. Bolt puisse atteindre pareille vitesse de 12.4 m/s en portant une perche de 6 m de long, quelle hauteur pourrait-il franchir ?

- g. [3] Si le secondaire est parcouru par un courant alternatif d'intensité efficace i_{eff} , que vaut la puissance dissipée en moyenne sur un cycle dans le circuit secondaire ?
- h. [3] Supposant que le transformateur fonctionne sans pertes, quelle est la puissance fournie par le circuit primaire au circuit secondaire en moyenne sur un cycle?
- i. [3] Comparer au résultat obtenu à la question d. L'impédance du circuit *primaire* peut-elle être la même lorsque le circuit *secondaire* est ouvert ou fermé ?
- j. [3] Lorsque le circuit secondaire est fermé et opérationnel, comment l'impédance du circuit primaire se modifie-t-elle afin de satisfaire la condition requise par la réponse à la question h ci-dessus ? [Conseil : Ecrire la relation entre puissance, impédance, intensité et tension efficaces].

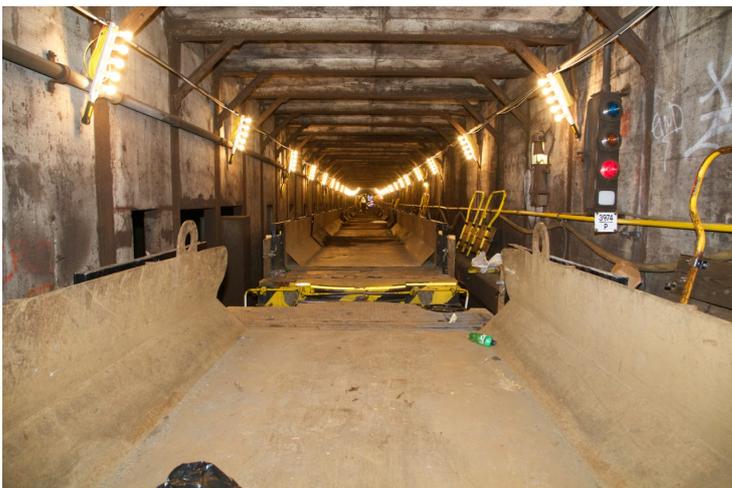
Question 3 (13 points) :

1. [8] On considère les 4 associations de résistors sur le schéma suivant. Supposant que chaque résistor possède une résistance de $1 \text{ k}\Omega$, que vaut pour chacune de ces 4 combinaisons, la résistance équivalente à un resistor unique monté entre les bornes + et - ?



2. [5] Les ouvriers chargés de la maintenance des voies du métro de New York n'obtiennent pas leur électricité du système américain domestique habituel (110V, 60 Hz), mais plutôt d'un troisième rail assurant l'alimentation électrique des rames de métro. La tension électrique fournie par ce troisième rail est différente de la tension domestique habituelle. Ils doivent donc utiliser des appareillages appropriés. En particulier, ils s'éclairent au moyen de lampes à incandescence standard destinées à l'usage domestique américain, mais toujours groupées par série de 5, montées en série entre le troisième rail et un conducteur connecté à la terre (voir l'illustration ci-dessous).

Considérant que l'intensité lumineuse fournie par chaque lampe individuelle est la même que lors de son utilisation domestique, quelle est la tension portée par le troisième rail du métro de New York? Justifier votre réponse.

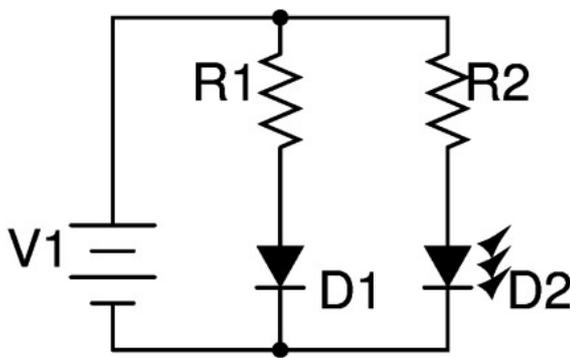


Question 4 (10 points) :

On considère le circuit suivant, constitué d'une pile délivrant une tension V_1 de 10 V, de diodes D_1 et D_2 dont la tension à leurs bornes vaut respectivement 0.7V et 2V, et d'une résistance R_1 de 1 k Ω .

a. [2] Que doit valoir la résistance R_2 afin de limiter à 25 mA le courant circulant dans la LED D_2 ?

b. [2] Quelle est l'intensité du courant circulant dans la diode D_1 ?



c. [2] Re-dessiner le circuit ci-dessus en indiquant comment y connecter un

ampèremètre  afin de mesurer ce courant circulant dans la diode.

d. [2] Quelle devrait être la résistance d'un resistor remplaçant la diode D_2 afin de ne pas modifier le courant circulant dans cette branche ?

- e. [2] Supposons que la pile de 10 V soit remplacée par une pile de 5 V. Dans ces nouvelles conditions de fonctionnement, l'échange entre la diode D2 et le resistor trouvé ci-dessus (d) laisserait-il toujours l'intensité du courant dans cette branche inchangée ? Justifier votre réponse (en utilisant le concept de *courbe caractéristique*).