

--	--	--	--

**EXAMEN DE PHYSIQUE**  
**Juin 2017**

**Nom :**

**Prénom :**

**Règles de l'examen :**

- a) L'examen comporte deux parties, séparées par une interruption. Vous devez être présent à l'heure exacte prévue pour le début de la seconde partie, c'est-à-dire 9h.
- b) Les notes et/ou livres ne peuvent être utilisés.
- c) Vous pouvez consulter votre aide-mémoire constitué de 1 page A4 recto-verso, **uniquement pour la 2<sup>ème</sup> partie** de l'examen. Celui-ci doit porter clairement votre nom et ne peut être prêté.
- d) Les calculettes ne peuvent être prêtées.
- e) **Les GSM doivent être éteints** et laissés dans les serviettes le long du mur. En aucun cas vous ne pouvez avoir un GSM à portée de main, même éteint.
- f) **Les réponses doivent toutes être justifiées.** Les unités doivent être indiquées pour les résultats numériques.
- g) Des feuilles vierges vous sont fournies pour les réponses. **INDIQUEZ Y VOS NOMS ET PRENOMS.**

**PREMIERE PARTIE : THEORIE [1h]**

**Question 1 (9 points) :**

1. [3] Enoncer le principe d'action – réaction (3<sup>e</sup> loi de Newton), en n'omettant pas de spécifier le point d'application de l'action et celui de la réaction.
2. [3] Ecrire l'expression (vectorielle) de la force de gravitation entre deux masses ponctuelles  $m_1, m_2$  séparées par une distance  $r$ . Cette expression fera usage d'un vecteur unitaire  $\underline{L}_{12}$  défini le long du segment joignant les deux masses.
3. [3] Montrer que la force de gravitation satisfait au principe d'action – réaction [Conseil : ré-écrire l'expression  $\underline{F}_{12}$  ci-dessus en permutant les indices 1 et 2, et confronter le résultat obtenu  $\underline{F}_{21}$  à l'expression de départ  $\underline{F}_{12}$  ]

**Question 2 (10 points) :**

Donner la définition:

- a) [2] de la vitesse instantanée d'un mobile
- b) [2] de l'intensité d'un courant électrique
- c) [2] de la résistivité d'un matériau
- d) [2] du phaseur d'un courant alternatif déphasé d'un angle  $\varphi$  par rapport à la tension [Etablir également le lien entre phaseur et grandeur physique correspondante]
- e) [2] de l'impédance complexe d'un circuit.

NB : Si vous donnez une formule plutôt qu'une phrase, n'oubliez pas d'explicitier la signification de tous les symboles utilisés.

**Question 3 (8 points) :**

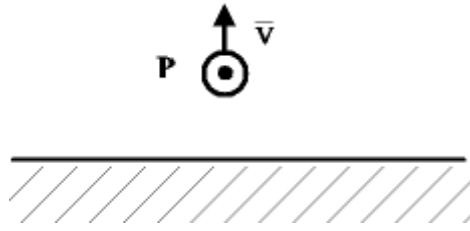
Un long solénoïde comporte  $n$  spires par mètre et est parcouru par un courant d'intensité  $I$ . Lorsqu'on examine le solénoïde depuis sa face gauche, le courant parcourt les spires dans le sens horlogique.

- a) [2] Quelles sont la direction et le sens du champ magnétique à l'intérieur du solénoïde? Justifier vos réponses.
- b) [3] Un électron pénètre dans le solénoïde, avec une vitesse initiale, dirigée suivant l'axe principal du solénoïde, de la gauche vers la droite. Sera-t-il dévié lorsqu'il pénètre dans le solénoïde ? Si oui, dans quel sens ? Quel type de mouvement aura-t-il à l'intérieur du solénoïde ? Justifier vos réponses [et faites éventuellement un schéma].
- c) [3] Un électron pénètre dans le solénoïde avec une vitesse initiale, dirigée perpendiculairement à l'axe principal du cylindre, du haut vers le bas. Sera-t-il dévié lorsqu'il pénètre dans le solénoïde ? Si oui, dans quel sens ? Quel type de mouvement aura-t-il à l'intérieur du solénoïde ? Justifier vos réponses [et faites éventuellement un schéma].

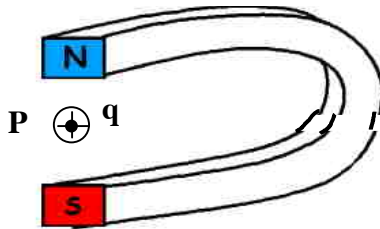
**Question 4 (12 points) :**

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) :

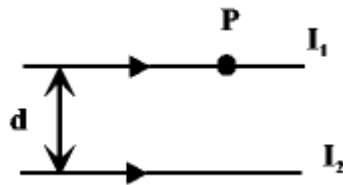
- a) [3] Une balle de masse  $m$  qui s'élève, à l'instant considéré, avec une vitesse  $\bar{v}$  dirigée vers le haut par rapport au sol terrestre; négligez la résistance de l'air.



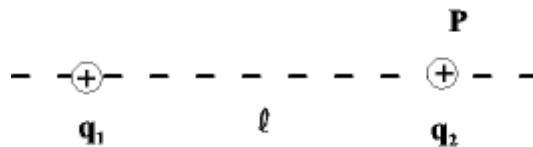
b) [3] Une charge électrique  $q$ , positive, immobile entre les pôles d'un aimant produisant un champ magnétique d'intensité  $B$  au point  $P$ .



c) [3] Un fil parallèle à un autre fil, tous deux de longueur infinie et parcourus par des courants de même sens.



d) [3] Une charge électrique  $q_1$  à une distance  $l$  d'une autre charge électrique  $q_2$ , toutes deux positives.



--	--	--	--	--	--

Nom :

Prénom :

## DEUXIEME PARTIE : EXERCICES [3h]

### Question 1 (9 points):

- 1) [2] Représentez les vecteurs  $\vec{I}_n$  et  $\vec{I}_t$  qui sont les vecteurs unités normaux et tangents à la trajectoire d'un mouvement circulaire.
- 2) [3] Que vaut l'accélération centripète d'un mouvement circulaire uniforme de rayon  $R$  et de période  $P$  ? [Représentez-la sur le schéma de la figure précédente]
- 3) [4] On peut se persuader au moyen d'arguments géométriques que, dans un mouvement circulaire, la dérivée du vecteur  $\vec{I}_t$  le long de la trajectoire est un vecteur proportionnel au vecteur unitaire  $\vec{I}_n$ , normal à la trajectoire. Dans le cas du mouvement circulaire uniforme, il est possible d'obtenir facilement la valeur de ce coefficient de proportionnalité. Démontrez en effet que  $\frac{d\vec{I}_t}{dt} = \omega \vec{I}_n$ , où  $\omega$  est la pulsation du mouvement. [Conseil : Ecrivez l'expression de l'accélération centripète de deux manières, d'une part en fonction des caractéristiques du mouvement, à savoir  $R$  et  $\omega$ , et d'autre part comme la dérivée du vecteur vitesse, qui ne possède qu'une composante tangentielle pour un mouvement circulaire].

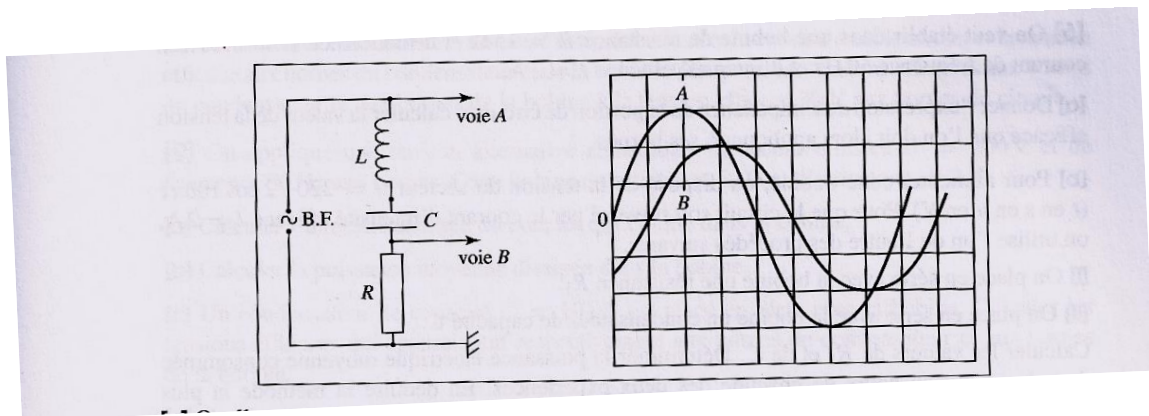
### Question 2 (4 points):

Vérifiez l'homogénéité dimensionnelle de la loi de Faraday – Lenz :  $\xi = - d\Phi_B / dt$ , où  $\xi$  est la force électro-motrice induite et  $\Phi_B$  est le flux magnétique au travers d'une surface.

### Question 3 (12 points):

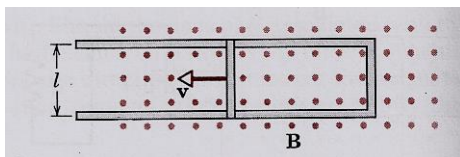
Un générateur délivre une tension sinusoïdale de fréquence  $\nu$  aux bornes d'un circuit RLC série. On connaît les valeurs de  $R$  et  $L$ , respectivement  $10 \Omega$  et  $1 \text{ H}$ . La tension sinusoïdale délivrée par le générateur est mesurée sur le canal d'entrée A d'un oscilloscope (c'est-à-dire la tension est mesurée entre le point A et la terre sur le schéma de gauche ci-dessous, comme s'il s'agissait d'une mesure au moyen d'un voltmètre). La

tension aux bornes de la résistance est mesurée sur le canal d'entrée B de ce même oscilloscope ; les deux canaux d'entrée de l'oscilloscope ont la même sensibilité, à savoir 5V par division (on entend par « division » l'intervalle entre deux lignes – verticales dans le cas présent – sur l'écran de l'oscilloscope). Le schéma ci-dessous à droite représente ce que l'on observe sur l'écran de l'oscilloscope, lorsqu'est sélectionnée une vitesse de balayage de  $2.5 \cdot 10^{-3}$  s par division (soit l'intervalle entre deux lignes horizontales). En d'autres termes, l'axe des ordonnées représente la tension, avec une échelle de 5V par division, tandis que l'axe des abscisses est une échelle temporelle avec  $2.5 \cdot 10^{-3}$  s par division.



- 1) [2] Quelle est la fréquence  $f$  de la tension sinusoïdale  $v(t)$ , et la pulsation correspondante ?
- 2) [2] A  $t = 0$ , le spot de la voie A est en 0. Quelle est l'expression de  $v(t)$  (en unités MKSA) ?
- 3) [2] Calculer les valeurs numériques de la tension efficace  $v_{eff}$  délivrée par le générateur ainsi que l'intensité efficace  $i_{eff}$  du courant.
- 4) [2] Quel est le déphasage  $\varphi$  de  $v(t)$  par rapport à  $i(t)$  ? En déduire l'expression de  $i(t)$  ?
- 5) [4] A l'aide des vecteurs de Fresnel, déterminer l'expression de  $\tan \varphi$ . En déduire la valeur de la capacité  $C$  du condensateur.

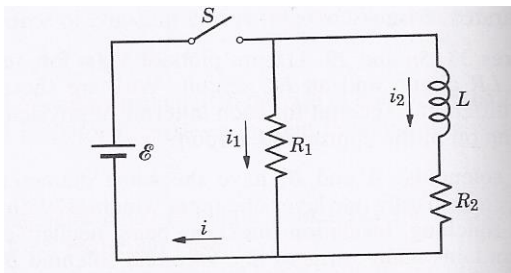
**Question 4 (26 points):**



La figure ci-dessus représente un barreau de longueur  $l$  et de résistance électrique  $R$  capable de se mouvoir sans frictions et sans glissement le long de deux rails conducteurs de résistance électrique négligeable. Le barreau mobile est lancé à l'instant initial avec une vitesse  $v$  vers la gauche. Le dispositif baigne dans un champ magnétique  $B$  homogène, perpendiculaire au schéma et venant vers l'observateur. On supposera que  $l = 10 \text{ cm}$ ,  $v = 5.0 \text{ m/s}$ ,  $B = 1.2 \text{ T}$  et  $R = 0.4 \Omega$ .

- [2] Expliquez pourquoi un courant induit apparaît (citez la loi physique incriminée).
- [2] Où ce courant circule-t-il ? Dans quel sens tourne-t-il le cas échéant (sens horlogique / anti-horlogique - Justifier) ?
- [4] Quelle est la valeur de la force électromotrice induite dans le barreau ? [Indice : calculer d'abord le taux d'accroissement de la surface, et ensuite le taux d'accroissement du flux magnétique]
- [2] Quelle est l'intensité du courant circulant dans le barreau ?
- [2] Quelle est la puissance dissipée par le barreau suite au passage de ce courant ?
- [4] Malgré qu'aucune action externe ne soit exercée sur le barreau, celui-ci ralentit car une force s'exerce lui. Quelle est l'origine de cette force ? Quelle est son expression mathématique ?
- [3] Quelle est son intensité, sa direction et son sens ?
- [3] Quelle est l'intensité, la direction et le sens de la force que le monde extérieur doit exercer continûment sur le barreau afin de maintenir sa vitesse constante ?
- [2] Quelle est la puissance développée par cette force ?
- [2] Comparer les valeurs obtenues en (i) et en (e), et commenter ce résultat.

**Question 5 (30 points):**



Dans le circuit ci-dessus,  $\varepsilon = 10 \text{ V DC}$ ,  $R_1 = 5 \Omega$ ,  $R_2 = 10 \Omega$ , et  $L = 5 \text{ H}$ .

- (a) [4] Ecrire l'équation générée par la loi des mailles pour la maille impliquant la pile, l'interrupteur, la bobine et la résistance  $R_2$  lorsque l'interrupteur est fermé.
- (b) [4] Vérifier que la relation  $I_2(t) = \varepsilon/R_2 [1 - \exp(-t/\tau)]$  avec  $\tau = L/R_2$  satisfait l'équation déduite de la loi des mailles (lorsque l'interrupteur est fermé à l'instant  $t = 0$ ).
- (c) [2] On considère deux situations distinctes : (I) l'interrupteur  $S$  vient d'être fermé, et (II) l'interrupteur est fermé depuis longtemps.  
Comment peut-on quantifier le terme « longtemps » de l'énoncé ci-dessus?
- (d) Pour chacune de ces deux situations (I et II) :
- (d1) [2] quel est le courant  $I_1$  au-travers de  $R_1$  ;
  - (d2) [2] quel est le courant  $I_2$  au-travers de  $R_2$  ;
  - (d3) [2] quel est le courant  $I$  au-travers de l'interrupteur ;
  - (d4) [2] quelle est la différence de potentiel aux bornes de  $R_2$  ;
  - (d5) [2] quelle est la différence de potentiel aux bornes de la bobine.
- (e) [6] Ecrire l'expression littérale de l'impédance totale de ce circuit lorsqu'il fonctionne avec un générateur de tension alternative avec une pulsation  $\omega$  (et lorsque l'interrupteur est fermé).
- (f) [4] Quel est le déphasage entre la tension fournie par le générateur et le courant total débité par le générateur?

**Question 6 (6 points) :**

Comment varie l'énergie stockée dans un condensateur plan lorsqu'on divise par deux

- a) [2] la différence de potentiel entre ses armatures ?
- b) [2] la charge portée par chacune des armatures ?
- c) [2] la distance qui sépare les deux plaques, en gardant le condensateur branché à la même pile ?