

--	--	--	--

EXAMEN DE PHYSIQUE
Première partie : THEORIE [1h30]

Juin 2019

Nom :

Prénom :

Question 1.

1a. Donner l'expression générale du travail d'une force (non constante).

1b. Utiliser le résultat de la question 1a pour montrer que l'unité du champ électrique peut s'exprimer indifféremment en N/C ou en V/m.

Question 2.

2a. Ecrire le phaseur associé au voltage AC $v(t) = v_0 \sin(\omega t + \varphi)$

2b. Ecrire le nombre complexe associé à ce phaseur si $v_0 = 6 \text{ V}$, $\varphi = \pi/4$, $\omega = 2\pi \cdot 50 \text{ rad s}^{-1}$.

2c. Dessiner le vecteur de Fresnel associé.

2d. Définir l'impédance Z .

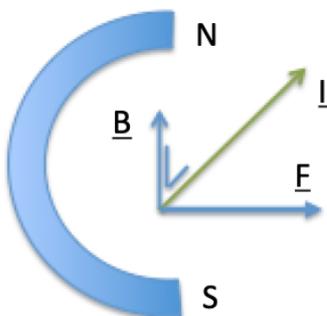
2e. Ecrire l'impédance complexe d'un composant aux bornes duquel le voltage est donné par l'expression 2a ci-dessus et $i(t) = i_0 \sin(\omega t)$ avec $i_0 = 2 \text{ A}$.

Question 3 : Vrai ou faux ? Si faux, expliquez pourquoi.

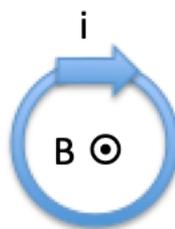
3a. Aimant permanent en fer à cheval

et fil parcouru par courant

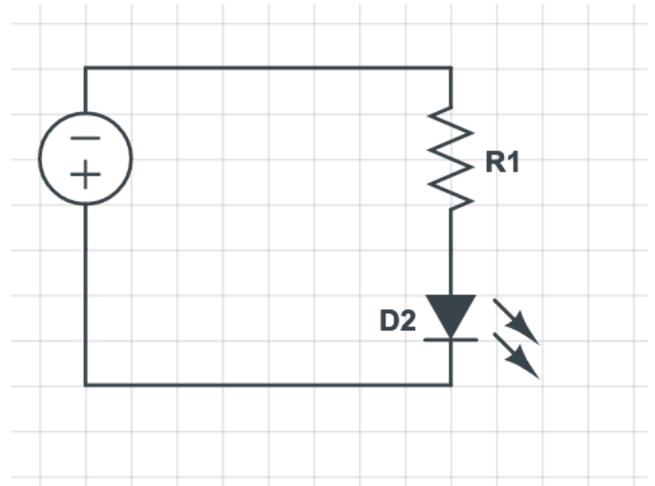
continu (I est dans le plan perpendiculaire à \underline{B} et \underline{E}).

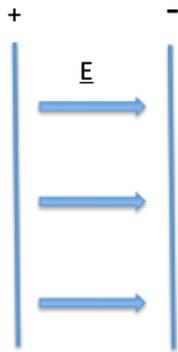


3b. Boucle de courant



3c. Circuit avec diode LED allumée





3d. Condensateur plan – parallèle et champ électrique

Question 4:

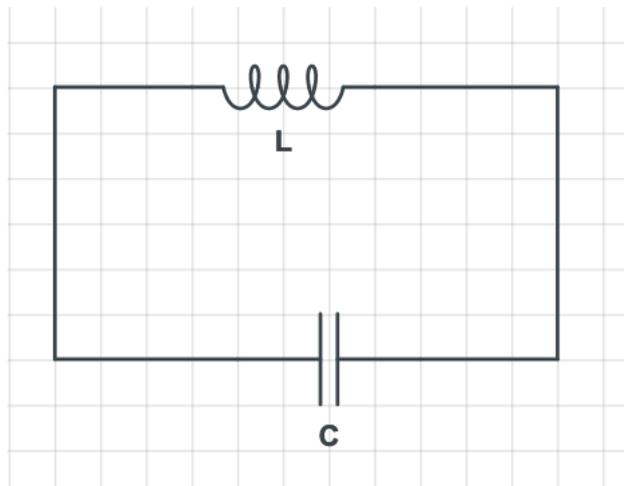
4a. **Vrai ou faux** : La force de gravité est conservative ssi $\oint \underline{F} \cdot d\underline{l} = 0$. Justifier !

4b. Que conserve une force *conservative* ?

4c. Que génère une force *non conservative* ?

4d. Donner un exemple de force non conservative et justifier par le calcul de l'intégrale de contour ci-dessus.

Question 5:



5a. Expliquer pourquoi ce circuit LC peut être assimilé à un oscillateur, en supposant que le condensateur soit initialement chargé avec une charge Q_0 .

5b. Expliquer la signification de la relation

$$U_{\text{tot}} = (Q^2 / 2C) + (L I^2 / 2) = Q_0^2 / 2C$$

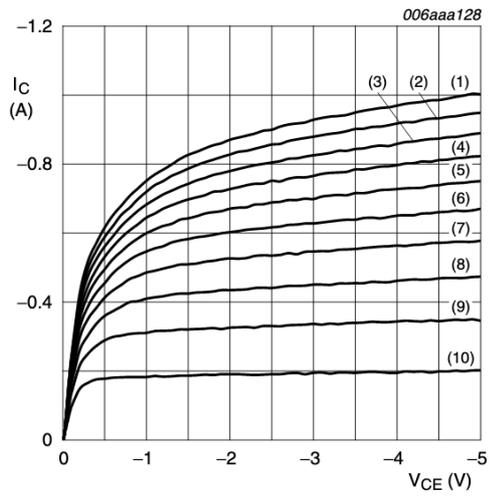
Question 6:

6a. Dessinez schématiquement un transistor pnp, et placez une pile dans le circuit base – émetteur qui polarise la jonction dans le sens passant. Placez également une alimentation qui permette au courant de passer dans la branche collecteur – émetteur.

6b. Dessinez sur ce schéma par des flèches les courants de collecteur I_C et de base I_B . Où se mesure la tension collecteur – émetteur V_{CE} ?

6c. Qu'entend-on par le *gain en courant* du transistor ?

6d. Voici la courbe caractéristique d'un transistor npn. Sous quelles valeurs de V_{CE} et de I_B faut-il le faire fonctionner pour que ce gain soit maximum ? Quelle est cette valeur maximale ?



$T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$

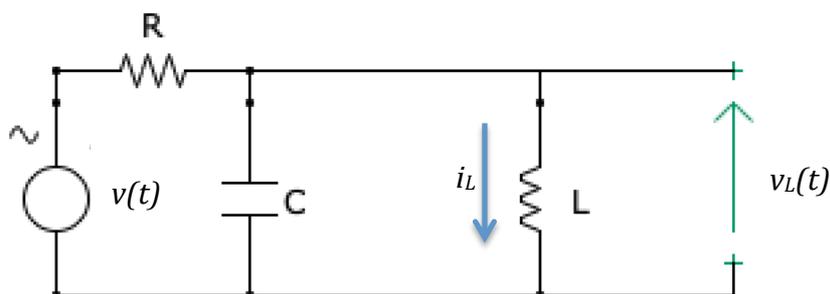
- (1) $I_B = -16.0\text{ mA}$
- (2) $I_B = -14.4\text{ mA}$
- (3) $I_B = -12.8\text{ mA}$
- (4) $I_B = -11.2\text{ mA}$
- (5) $I_B = -9.6\text{ mA}$
- (6) $I_B = -8.0\text{ mA}$
- (7) $I_B = -6.4\text{ mA}$
- (8) $I_B = -4.8\text{ mA}$
- (9) $I_B = -3.2\text{ mA}$
- (10) $I_B = -1.6\text{ mA}$

Fig 10. Selection -16: Collector current as a function of collector-emitter voltage; typical values

Question 4 : Circuit RLC

Le circuit RLC suivant est alimenté en courant alternatif de voltage $v(t) = v_0 \sin(\omega t)$.

Selon votre préférence, vous pourrez résoudre l'exercice soit de manière littérale, c'est-à-dire en écrivant les réponses demandées en fonction de R , L et C et ω , dont les valeurs numériques ne sont pas fixées, soit de manière numérique en supposant que ce circuit aide vos parents à filtrer le signal de *Radio Nostalgie* ($f = 100$ MHz) provenant de l'antenne radio extérieure. Considérer alors $L = 2.5$ nH = $2.5 \cdot 10^{-9}$ H, $C = 1$ nF = 10^{-9} F, $R = 100$ Ω et trouver ω à partir de f . Enfin $v_0 = 1$ mV = 10^{-3} V.



4.1. Ecrire l'impédance équivalente à la partie LC du circuit, et ensuite l'impédance du circuit total.

4.2. En utilisant les lois de Kirchhoff habituelles et les impédances des différents composants impliqués, établir la relation entre les phaseurs \hat{v} et \hat{v}_L (soit celui correspondant à la tension aux bornes de la bobine d'inductance L).

4.3. Ce circuit peut être considéré comme un filtre, dont le signal d'entrée est $v(t)$ et le signal de sortie $v_L(t)$. La fonction de transfert H de ce filtre est un nombre complexe comparant le signal de sortie au signal d'entrée, selon la relation: $H \equiv \frac{\hat{v}_L}{\hat{v}}$.

Montrer que la fonction de transfert est maximale ($H_{\max} = 1$) à la fréquence de résonance du circuit LC, soit lorsque $\omega^2 = 1 / LC$.

4.4. Exprimer la relation entre le phaseur \hat{i}_L et le phaseur \hat{v} .

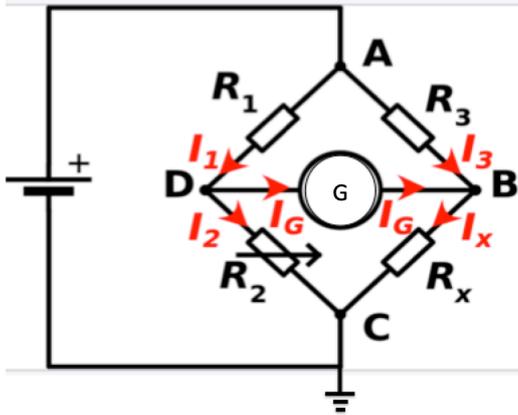
4.5. Exprimer la relation entre i_L et v_0 .

4.6. Vérifier qu'à la résonance l'intensité i_L est maximale et vaut $i_L = i_{\max} = v_0 / \omega L$.

Question 5 : Pont de Wheatstone

Un **pont de Wheatstone** est un instrument de mesure inventé par Samuel Christie en 1833, puis amélioré et popularisé par Charles Wheatstone en 1843. Il est utilisé pour mesurer une résistance électrique inconnue par équilibrage de deux branches d'un

circuit en pont, avec une branche contenant le resistor de résistance inconnue R_x . Le pont est constitué de deux résistances connues R_1 et R_3 , d'une résistance R_2 ajustable et de précision, ainsi que d'un galvanomètre G . Une pile maintient une différence de potentiel ξ_p entre les points A et C, soit $V_A - V_C = \xi_p$. On suppose en outre que le point C est relié à la terre, soit $V_C = 0$ V.



5.1. Lors d'une première expérience, l'opérateur ajuste la résistance variable R_2 de sorte à annuler le courant I_G parcourant le galvanomètre.

- Exprimez dans ces conditions le potentiel V_D en terme de R_1 , R_2 et ξ_p .
- Faites de même pour le potentiel V_B en terme de R_3 , R_x et ξ_p .
- S'il n'y a pas de courant circulant dans le galvanomètre, que peut-on dire de V_B et V_D ?
- A partir du résultat trouvé en c), exprimez la relation liant R_x à R_1 , R_2 et R_3 .
- Afin de disposer de la meilleure sensibilité possible sur l'annulation du courant I_G , quel est le montage à privilégier pour le galvanomètre (voltmètre, ampèremètre, ohmmètre) ? Justifier.

5.2. Lors d'une deuxième expérience, l'opérateur utilise un galvanomètre monté en voltmètre, qui possède par conséquent une grande résistance interne. De la sorte, le courant I_G peut être considéré comme négligeable vis-à-vis des courants I_1 , I_2 , et I_3 . L'opérateur ne doit donc plus ajuster la résistance R_2 afin d'annuler le courant I_G . Pour mesurer R_x , il lui suffit désormais de faire la lecture de la tension V_G au voltmètre, avec $V_G = V_D - V_B$ entre les points D et B, et d'insérer cette valeur dans la relation liant R_x à R_1 , R_2 , R_3 , V_G et ξ_p .

- Montrez, en vous inspirant des résultats obtenus à la question 5.1.ab) pour V_C et V_D , que cette relation est :

$$R_x = R_3 \frac{R_2 \xi_p - V_G (R_1 + R_2)}{R_1 \xi_p + V_G (R_1 + R_2)}.$$

- Afin d'assurer que $I_G \ll I_1$ et que $I_G \ll I_3$, quelles conditions doit satisfaire la résistance interne du voltmètre R_G vis-à-vis de R_1 , R_2 , R_3 , V_G et ξ_p ? [Conseil: Ré-exprimer les conditions $I_G \ll I_1$ et que $I_G \ll I_3$ en fonction de R_1 , R_2 , R_3 , V_G et ξ_p].