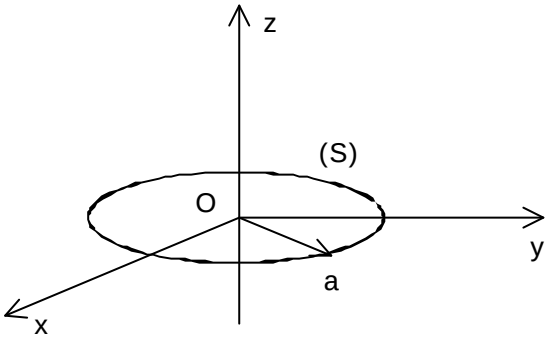
- CCP DEUG 2002 : Physique 1 -

• **ENONCE :** « Thermodynamique – Electro - Optique »

- Partie A : Electromagnétisme -

L'espace est rapporté, en coordonnées cartésiennes, à un repère orthonormé direct (Ox,Oy,Oz) de base $(\vec{e}_x,\vec{e}_y,\vec{e}_z)$.

On considère, dans le vide, une spire (S) (ou boucle circulaire filiforme), plane, de centre O et de rayon a, contenue dans le plan xOy (figure 1).



- figure 1 -

I. Champ et potentiel électrostatiques sur l'axe Oz

On rappelle que, dans le vide, la charge q_P, située en un point P, crée au point M, le champ électrostatique $\vec{E}_{q_P}(M)$, défini par :

$$\vec{E}_{q_P}(M)=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_P}{r^2}\vec{u} \qquad \text{avec :} \quad r=\left\|\overrightarrow{PM}\right\| \quad \text{et} \quad \vec{u}=\frac{\overrightarrow{PM}}{\left\|\overrightarrow{PM}\right\|}$$

La spire (S) porte la charge Q positive, répartie uniformément sur toute la circonférence, avec la charge linéique l.

1.1) Relier les grandeurs l et Q.

1.2) Exprimer, en fonction des données, le potentiel $V_Q(O)$ créé, au point O, par la charge Q.

1.3) Soit un point $M(0,0,z)$ appartenant à l'axe Oz.

1.3.1) Déterminer l'expression du potentiel $V_Q(M)=V_Q(z)$ créé, au point M, par la charge Q.

1.3.2) Même question pour l'expression vectorielle du champ électrostatique résultant $\vec{E}_Q(z)$.

1.3.3) Tracer, pour tout point M de l'axe tel que $z\in]-\infty;+\infty[$, l'allure des courbes représentatives des fonctions $V_Q(z)$ et $E_Q(z)$.

Christian MAIRE
© EduKlub S.A.
Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Extrait gratuit de document, le document original comporte 10 pages.

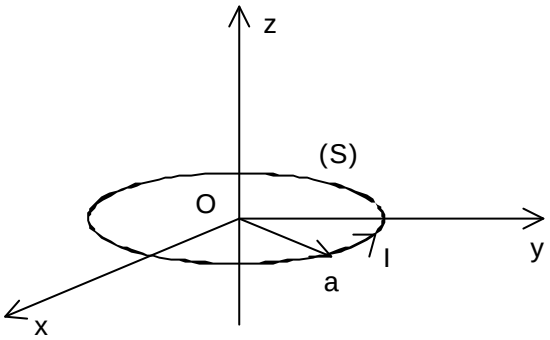
1.4) Exprimer, en fonction des données de l'énoncé, le travail W de la force qui serait nécessaire pour amener, le long de l'axe Oz, une charge q positive, de l'infini jusqu'au point O.

II. Champ magnétique sur l'axe Oz

On rappelle que l'élément de champ magnétique $d\vec{B}$, créé en un point M par un élément de circuit $d\vec{l}$, centré au point P et parcouru par un courant i, est défini par :

$$d\vec{B} = \frac{m_0 i}{4p}\frac{d\vec{l}\wedge\vec{u}}{r^2} \qquad \text{avec :} \quad r = \left\|\overrightarrow{PM}\right\| \quad \text{et} \quad \vec{u} = \frac{\overrightarrow{PM}}{\left\|\overrightarrow{PM}\right\|}$$

La spire (S) est, maintenant, un conducteur métallique filiforme parcouru par un courant d'intensité I constant et positif (figure 2) :



- figure 2 -

2.1) On considère le champ magnétique $\vec{B}(O)$ créé au point O par le courant I.

2.1.1) Recopier approximativement la figure **2** et préciser l'orientation du champ $\vec{B}(O)$.

2.1.2) Déterminer, en fonction des données de l'énoncé, la norme $B(O)$ de $\vec{B}(O)$.

2.2) Soit un point $M(0,0,z)$ appartenant à l'axe Oz.

2.2.1) Déterminer l'expression vectorielle du champ magnétique résultant $\vec{B}(M)$ créé, au point M, par le courant d'intensité I.

2.2.2) Tracer, pour tout point M de l'axe tel que $z\in]-\infty;+\infty[$, l'allure de la courbe représentative de la fonction $B(z)$.

2.3) Une particule, de charge positive q, se trouve au point O, à l'instant initial t=0, avec une vitesse initiale $\vec{v}_0 = v_0\vec{e}_z \quad (v_0 \succ 0)$; on néglige l'action de la pesanteur.
Décrire le mouvement de la particule.

III. Phénomène d'induction

La spire (S) est toujours un conducteur métallique filiforme, circulaire et plan, de centre O et de rayon a ; soient R sa résistance, et $\vec{n}$ le vecteur unitaire normal à sa surface.

Le courant d'intensité I du paragraphe II est supprimé, et la spire est placée dans une région où s'exerce le champ magnétique uniforme et stationnaire $\vec{B}_0 = B_0\vec{e}_z$.

3.1) La spire est contenue dans le plan xOy ; déterminer le flux Φ_0 du champ magnétique $\vec{B}_0$ à travers le circuit (S).

© EduKlub S.A.
Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Extrait gratuit de document, le document original comporte 10 pages.

3.2) La spire tourne maintenant autour d'un de ses diamètres confondu avec l'axe Ox ; on note q l'angle entre les vecteurs $\vec{B}_0$ et $\vec{n}$.

3.2.1) Exprimer, en fonction de B_0, a, R, q et dq/dt, l'intensité i du courant induit qui prend naissance dans le circuit.

3.2.2) Donner la condition nécessaire à l'obtention, dans la spire, d'un courant i alternatif et sinusoïdal.

- Partie B : Électronique -

A l'aide d'un montage électronique, on souhaite créer un signal $s(t)$, modulé sinusoïdalement en amplitude ; ce signal est de la forme :

$$s(t) = A_p[1 + m\cos(2p\, f_m t)]\cos(2p\, f_p t)$$

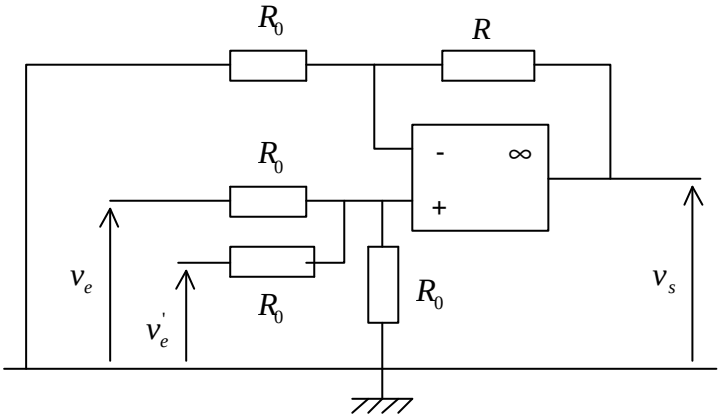
où f_p et A_p sont respectivement la fréquence et l'amplitude du signal porteur, f_m ($\ll f_p$) la fréquence du signal de modulation et m l'indice de modulation (avec $m \prec 1$).

Il s'agit, pour cela, de combiner l'action d'un montage sommateur et d'un montage multiplicateur.

I. Montage sommateur

On considère le montage suivant (figure 3) dans lequel toutes les résistances, sauf R (résistance réglable), ont la même valeur R_0 constante ; l'amplificateur opérationnel (A.O) utilisé est idéal et en fonctionnement linéaire.

Les différentes tensions d'entrée (v_e et v_e') et de sortie v_s sont mesurées par rapport à la masse du montage.

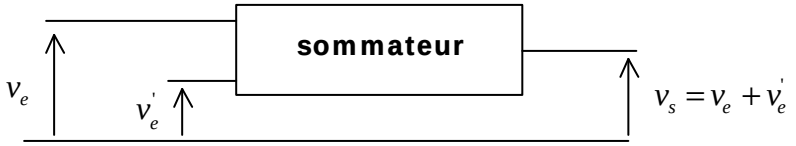


- **figure 3** -

1.1) Exprimer, en fonction de v_e et v_e', le potentiel v_+ de l'entrée non inverseuse de l'A.O.

1.2) Etablir, en fonction de R, R_0 et v_s, l'expression du potentiel v_- de l'entrée inverseuse de l'A.O.

1.3) Déterminer la valeur de R pour laquelle l'égalité $v_s = v_e + v_e'$ est vérifiée ; dans ce cas particulier, le montage sommateur peut être représenté par le symbole suivant (figure 4) :



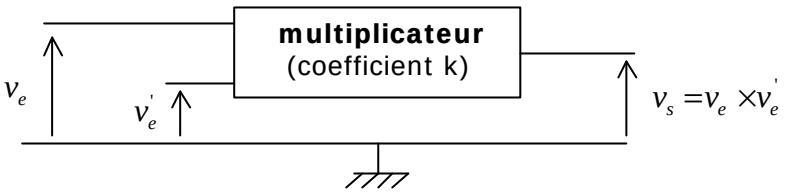
- **figure 4** -

Christian MAIRE
© EduKlub S.A.
Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Extrait gratuit de document, le document original comporte 10 pages.

II. Réalisation du modulateur d'amplitude

De la même façon que précédemment, on représente un montage multiplicateur, pour lequel la tension de sortie est $v_s = kv_e \times v_e'$, par le symbole suivant (figure5) :



- **figure 5** -

On dispose de deux générateurs de tension indépendants, notés G_p et G_m, qui délivrent respectivement les signaux $s_p(t) = A_p \cos(2p\, f_p t)$ (d'amplitude A_p et de fréquence f_p) et $s_m(t) = A_m \cos(2p\, f_m t)$ (d'amplitude A_m et de fréquence f_m).

On associe les montages précédents (sommateur de la figure **4** et multiplicateur de la figure **5**), ainsi que les générateurs G_p et G_m, en vue d'engendrer le signal :

$$s(t) = A_p[1 + m\cos(2p\, f_m t)]\cos(2p\, f_p t)$$

2.1) Proposer un schéma illustrant cette association.

2.2) Quelle relation existe-t-il entre le coefficient multiplicateur k et l'indice de modulation m ?

2.3) Tracer, qualitativement, l'allure de la courbe représentative de la fonction $s(t)$.

- Partie C : Optique géométrique -

Soit a l'angle sous lequel un observateur voit, à l'œil nu, un objet réel **AB** orthogonal à l'axe et situé à l'infini ; a est appelé diamètre apparent, ou diamètre angulaire, de l'objet **AB**. Le point A appartient à l'axe.

Afin de mieux observer cet objet, on souhaite fabriquer une lunette afocale, à l'aide de deux lentilles minces convergentes, utilisées dans les conditions de Gauss.

a' est le diamètre apparent, ou diamètre angulaire, de l'image finale **A'B'** donnée par la lunette ; le grossissement G de l'appareil est défini par : $G = a'/a$.

I. Principe de la lunette

1.1) Qu'est-ce qu'un système optique afocal ?

1.2) Soit e, la distance qui sépare les deux lentilles de même axe optique ; exprimer , en fonction de leurs distances focales images respectives f_1' et f_2', la distance e.

1.3) Faire un schéma et tracer la marche d'un faisceau de rayons issus de B, point à l'infini n'appartenant pas à l'axe.

1.4) Exprimer, en fonction de f_1' et f_2', le grossissement G.

1.5) L'image **A'B'** est-elle renversée par rapport à l'objet **AB** ?

II. Construction de la lunette

On dispose de deux lentilles, de même diamètre, marquées : $+20d$ et $+1d$.

2.1) Que signifie l'expression «$+20d$ » ?

2.2) Quelle est, de ces deux lentilles, celle qui sera choisie pour jouer le rôle d'objectif ? Justifier le choix, et calculer le grossissement.

Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Extrait gratuit de document, le document original comporte 10 pages.