

Optique géométrique, circuit électrique et chimie

Extrait de l'entête des sujets de la banque PT :

La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la **rédaction**, la **clarté** et la **précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans l'**appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leurs calculs.

Problème: Lunette astronomique (CCP, MP)

Ce problème traite de l'observation de deux étoiles E_a et E_b à l'aide d'une lunette astronomique munie d'un détecteur. Les deux étoiles E_a et E_b sont considérées ponctuelles et à l'infini, séparées par une distance angulaire θ , l'étoile E_a étant située dans la direction de l'axe optique de la lunette.

Dans une première partie, on définit la configuration de la lunette utilisée dans les conditions de Gauss et on demande de calculer ses caractéristiques géométriques.

La deuxième partie étudie la tache de diffraction produite par la lunette et évalue la limite de résolution de l'instrument définie comme la plus petite distance angulaire entre deux étoiles décelable.

Enfin, la troisième partie aborde le principe de la mesure de la distance angulaire entre deux étoiles effectuée grâce aux interférences produites par deux fentes placées devant la lunette astronomique.

NB : la distance algébrique entre un point M et un point N est notée $\overline{MN}$.

Les figures sont rassemblées en pages 5 et 6.

I – Etude géométrique

On néglige dans cette partie les effets de la diffraction. On considère une lunette astronomique d'axe optique $z'z$ (Figure 1) constituée d'un objectif assimilé à une lentille mince convergente L_1 de diamètre $D_1 = 50\text{cm}$ et de distance focale image $f'_1 = 7,5\text{m}$ associé à une lentille divergente L_2 de distance focale image $f'_2 = -0,025\text{m}$. On désigne respectivement par O_1 et O_2 , par F_1 et F'_1 , F_2 et F'_2 , les centres optiques, les foyers objet et image des lentilles L_1 et L_2 .

- Quelle est la forme et la direction des faisceaux lumineux des ondes 1 et 2, respectivement émises par les étoiles E_a et E_b , lorsqu'elles parviennent sur la lunette ?
- On appelle A_1 l'image de l'étoile E_a à travers la lentille L_1 . De même, B_1 désigne l'image de E_b à travers L_1 .
 - Dans quel plan se situent A_1 et B_1 ? Donner la distance algébrique $\overline{A_1B_1}$.
 - La lentille L_2 est placée peu avant le plan où se forment les images A_1 et B_1 . On appelle respectivement A_2 et B_2 , les images de E_a et E_b à travers la lunette. Sachant que $\frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{A_1B_1}} = 2$, exprimer et calculer la distance $\overline{O_2A_1}$.
- On définit la distance focale f' de la lunette par la relation $\overline{A_2B_2} = f' \cdot \theta$.
 - Calculer la distance focale f' de la lunette.
 - Exprimer $\overline{A_1A_2}$. Comment évolue l'encombrement de la lunette par rapport au cas où seule la lentille L_1 existerait ? Quel est l'intérêt de la lentille L_2 ?

4. On place dans le plan où se forment les images A_2 et B_2 , une caméra à DTC (Dispositif à Transfert de Charge). Ce récepteur d'images est composé d'une matrice rectangulaire de 768×512 détecteurs élémentaires, appelés pixels, de forme carrée, de côtés $a_1 = 9 \mu m$. On suppose que la lunette est librement orientable.

Une image parfaite à travers la lunette d'un point situé à l'infini, produit sur le détecteur un signal donnant une image dont la dimension ne peut être inférieure à la taille d'un pixel. Exprimer et calculer en seconde d'arc, la limite de perception angulaire $\theta_{\min}$ due au récepteur d'image. Quelle est la plus grande valeur décelable $\theta_{\max}$ en minute d'arc ?

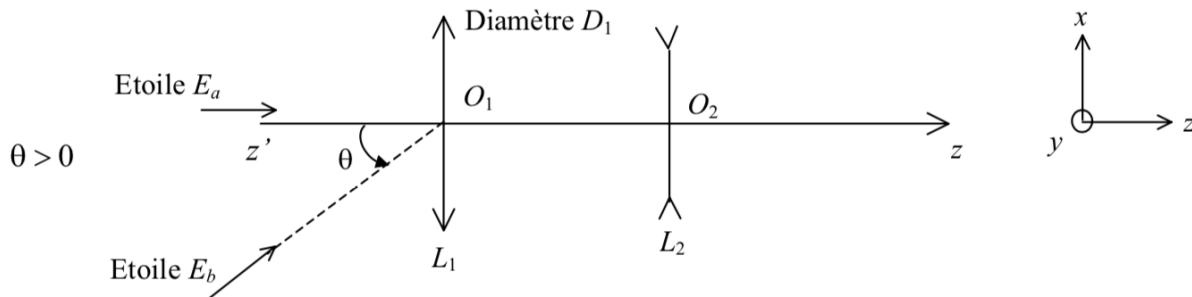


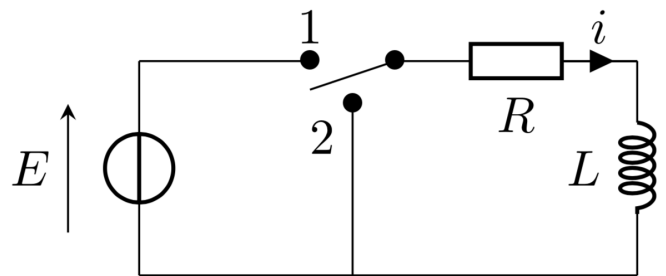
Figure 1 – lunette astronomique

Exercice 1: Circuit RL en régime transitoire

On considère le montage de la figure suivante qui possède un générateur parfait de tension $E = 5 \text{ V}$. avec $R = 1 \text{ k}\Omega$ et $L = 100 \text{ mH}$.

A $t = 0$ l'interrupteur passe de la position 1 à la position 2.

On donnera à chaque fois la réponse littérale puis la valeur numérique. Il faudra justifier vos réponses.



Note : Il faudra faire un schéma sur votre copie où seront représentés vos tensions et vos courants.

- 1) L'interrupteur est depuis longtemps en 1, le circuit a atteint le régime permanent. Déterminer $i(0^-)$ avant que l'interrupteur ne bascule en 2. En déduire l'énergie stockée dans la bobine.
- 2) Que vaut $i(0^+)$ juste après basculement de l'interrupteur ?
- 3) Déterminer $i(\infty)$.
- 4) Etablir l'équation différentielle qui gouverne l'évolution de $i(t)$ après basculement de l'interrupteur. Que vaut la constante de temps de ce circuit ?
- 5) Résoudre cette équation différentielle et tracer l'allure de la courbe de $i(t)$.
- 6) En déduire l'expression de la tension $u_L(t)$ aux bornes de la bobine et tracer son allure.
- 7) Montrer que l'énergie initialement stockée dans la bobine est dissipée par effet joule dans la résistance.

Exercice 2: pH et pourcentage de déprotonation d'un acide faible

L'acide acétique (nom commun, nom officiel acide éthanoïque) est un acide faible courant aussi bien au laboratoire qu'à la maison (acide du vinaigre) mais à quel point ses molécules ont-elles été réellement déprotonées ?

On considère une solution d'acide acétique $CH_3COOH_{(aq)}$ à $0,080 \text{ mol.L}^{-1}$ qui se décompose dans l'eau suivant la réaction acide-base :



a) Après avoir établi un tableau d'avancement en mol.L^{-1} , déterminer la concentration des espèces à l'équilibre. On fera la bonne hypothèse pour déterminer les concentrations que l'on vérifiera après coup. En

déduire le $pH \equiv -\log \frac{[H_3O^+]}{C_0}$ de la solution.

b) Déterminer le pourcentage d'acide acétique qui s'est dissocié (on dit déprotoné). Conclusion.

Exercice 3: Equilibre en phase gazeuse

L'oxyde de diazote, appelé familièrement « gaz hilarant », a été utilisé comme anesthésique en dentisterie en 1844. Supposez que vous soyez un chimiste qui essaie de préparer N_2O à partir de N_2 et de O_2 ; vous pourriez vouloir connaître la composition à l'équilibre prévue. Vous planifiez de transférer un mélange de $0,482 \text{ mol}$ de N_2 et de $0,933 \text{ mol}$ de O_2 dans un réacteur d'un volume de $10,0 \text{ L}$, où il formera N_2O à $800. \text{ K}$; à cette température, $K = 3,2 \times 10^{-28}$ pour la réaction $2 N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 N_2O(g)$. Calculez les pressions partielles des gaz dans le mélange à l'équilibre.

Note : Il faudra faire une hypothèse de « chimiste » adéquate et la justifier pour calculer les pressions partielles à l'équilibre ; ne pas faire la résolution d'une équation algébrique d'ordre 2 !!!

Bonnes vacances



Les belles couleurs d'automne en Belledonne au dessus de la cascade de l'Oursière