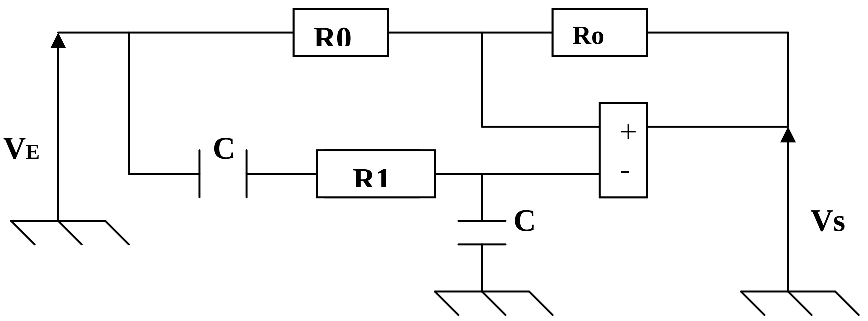
Examen d'entrée en troisième année - Année académique 2004-2005
Ecole Supérieure Polytechnique – Université de Yaoundé I

Epreuve de physiques
Durée : 3 heures –Documents non autorisés

Exercice 1 :

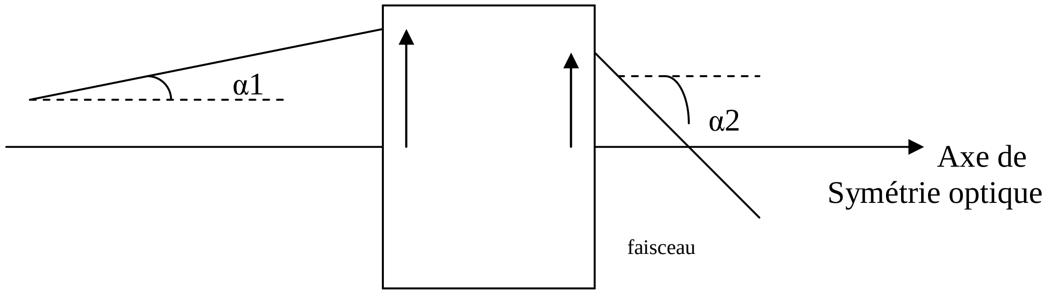
On considère le circuit suivant, où l'amplificateur opérationnel supposé parfait fonctionne en régime linéaire :



1. Calculer la transmit tance complexe $\overline{T}(j\omega) = \frac{\overline{V_S}}{\overline{V_E}}$.
2. $V_E(t) = E\cos(\omega t)$ .Sachant que la tension de sortie de l' A.O. est limitée par les tensions de surtension $\pm$ Vsat, déterminer la loi liant R, C, ω, E, Vsat. Calculer Vs (t) pour ω=1/RC.

Exercice 2 :

Un faisceau lumineux est repéré par sa position et par son inclinaison α par rapport à l'axe de symétrie optique.



Les paramètres du faisceau à la sortie du système α_2 et r_2 sont reliés à α_1 et r_1 par des équations qui prennent la forme matricielle suivante :

$$\begin{bmatrix} r_2 \\ \alpha_2 \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} * \begin{bmatrix} r_1 \\ \alpha_1 \end{bmatrix}$$

1. Etablir, en vous appuyant sur les constructions géométriques claires, la matrice de transfert (communément appelé matrice ABCD) qui permet, partant du rayon incident, de repérer le rayon émergent dans les trois cas suivants.
   - Lentille mince convergent de distance focale image f'_c.
   - Milieu homogène d'indice n et de longueur d.
2. Un rayon lumineux de pente α_1 arrive sur un système optique (S) constitué par l'association d'une lentille mince située dans le plan d'entrée de (S) et un milieu de longueur d et d'indice de réfraction n, la position du rayon lumineux dans le plan complexe est r_1. Calculer sa pente après la traversée du système optique et indiquer sa position r_2 dans le plan de sortie.

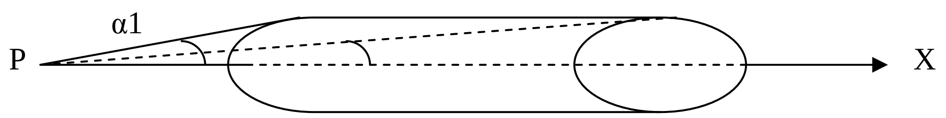
A.N (Pour question 2) : f'_e=5cm ; r_1=4cm ; α_1=0,09rad ; d=15cm.

Remarque : Les rayons étudiés sont supposés faiblement inclinés par rapport à l'axe optique.

Exercice 3 :

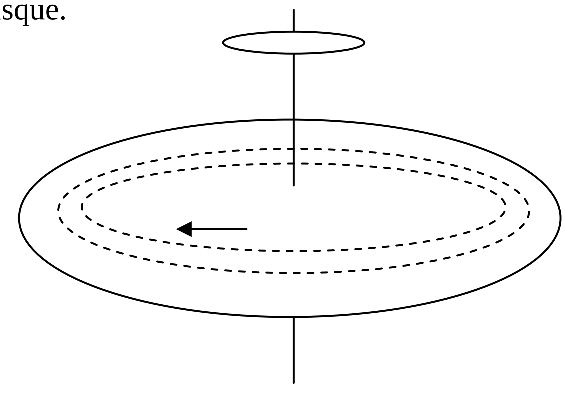
On considère un solénoïde de longueur I comprenant N spires de rayon R, parcourues dans le même sens par un courant I.

- Etablir l'expression du champ d'induction B créé par le solénoïde en un point P quelconque de son axe repéré comme indiqué sur la figure ci-dessous.



Exercice 4 :

Un disque circulaire de rayon R=20 cm et de masse 900g porte deux rails circulaires ayant chacun une lasse de 601g et de rayon respectifs R1= 17cm et R2=18cm. Ce disque peut tourner sans frottements autour d'un axe vertical véhicule de 100g qui peut rouler grâce à un moteur mécanique. Montrer que si le véhicule est mis en marche, le disque se met à tourner en sens inverse. Calculer les rapports des vitesses angulaires du train et du disque.



Exercice 5 :

Un camion tire un obus à la vitesse V_0=140m.s^{-1} suivant la verticale ascendante A_z. On désigne par A_{xyz} un repère orthonormé lié à la terre. On note g_0 le champ de pesanteur terrestre, de module supposé constant égal à 10m.s^{-2}.

On considère le référentiel lié à la terre galiléen.

1. On néglige la résistance de l'air.
   a. Donner la vitesse de l'obus à un instant quelconque.
   b. Exprimer l'énergie mécanique de l'obus. Varie-t-elle au cours du temps ? calculer l'altitude maximale atteinte par l'obus.
   c. En quel point et au bout de combien de temps l'obus retombe-t-il ?

2. La résistance de l'air sur l'obus de forme sphérique et de rayon r_0=5cm et animé d'une vitesse V, se traduit par une force de module $k\pi r_0^2 V^2$. Au voisinage des conditions normales, k=0,25 SI. L'obus es en plomb de masse volumique ρ =11,3g/cm^3.
   a. Préciser l'unité de k.
   b. Comparer la force de frottement au poids.
   c. On prend en compte cette force de frottement fluide. On pose u=v^2.
   Montrer que, dans cette phase ascendante, u vérifie l'équation,
   $$\frac{du}{dz} = -2g_0 - 2\frac{k\pi}{m} r_0^2 u$$
   Expliciter la fonction z(u). En déduire l'altitude maximale atteinte par l'obus.

Exercice 6 :

Deux réservoirs adiabatiques 1 et 2 de volume respectifs constants V1= V2=V0, sont respectivement reliés par un tuyau muni d'un robinet initialement fermé. Le premier réservoir contient un gaz parfait de constante γ à la pression P0 et à la température T0 et le second est vide. On ouvre le robinet et le récipient 1 se vide (lentement) partiellement.

Déterminer en fonction de ¨P0, T0, et γ les pressions finales P_1 et P2 et les températures finales T1 et T2 dans 1et 2.

Etablir la loi de transformation f(P2 , T2, P0, T0)=0 dans le récipient 2.

Exercice 7 :

2. Equilibrer les équations suivantes :

$As_2S_5(s) + NO_3^-(aq) \rightarrow H_3AsO_4(aq) + NO_2(g)$ (en milieu acide)

$BrO_3^- + F_2 \rightarrow BrO_4^- + F^-$ (en milieu basique)

3. Soit la pile $^{(-)}Sn/Sn^{2+} \| Cu^{2+}/Cu^{(+)}$

a. Donner la réaction globale qui a lieu lorsqu'elle débite.

b. Calculer la constante d'équilibre de la réaction globale.

4. Equilibrer l'équation bilan d'oxydoréduction suivante, en milieu acide.

$Cr_2O_7^{2-} + C_2H_5OH \leftrightarrow Cr^{3+} + CH_3COOH$

On prélève 10ml de sang sur un individu en état d'ivresse. On y ajoute, en milieu acide, une solution de dichromate de potassium e excès, de volume 20ml contenant 14,7g de dichromate de potassium par litre. Après un temps suffisamment long, on dose la solution obtenue et o trouve que la nouvelle concentration molaire du dichromate de potassium est de 0,024mole par litre.

Calculer la concentration en grammes par litre de l'éthanol présent dans le sang de l'individu au moment du prélèvement.

Données :

$M_{PbCl2} = 278,2 gmol^{-1}$; $M_{KCl04} = 138,6 gmol^{-1}$ $M_{PbCr04} = 323,2 gmol^{-1}$; $M_{Hg2Cl2} = 472,1 gmol^{-1}$; $M_K = 39 gmol^{-1}$; $M_{Cr} = 52 gmol^{-1}$; $M_O = 16 gmol^{-1}$; $M_H = 1 gmol^{-1}$; $E^0(C_n^{2+}/C_n) = 0,34V$; $E^0(S_n^{2+}/S_n) = -0,14V$; $M_{AgBr} = 187,8 gmol^{-1}$.