Concours d'entrée en 3ème année
Année universitaire 2003-2004

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES
Durée 4 heures – Documents non autorisés

Exercice 1

Le cercle A $\rightarrow$B $\rightarrow$C $\rightarrow$A effectué par n moles d' un gaz parfait diatomique est représenté dans un diagramme de Clapeyron par le triangle ABC défini par les points A(VA, PA), B(VB,PB), C(VC, PC), avec

$$P_B = 3P_A = P_C \qquad V_B = V_A = \frac{V_C}{4}$$

1. Représenter le cycle dans le diagramme de Clapeyron en précisant la nature des tronçons AB et BC.
2. Donnez les expressions de la chaleur reçue Q et du travail effectué W au cours du cycle sachant que T_A, T_B, T_C sont les températures respectives des états A, B, et C.
3. Calculer $\frac{T'_A}{T_B}$ et $\frac{T'_C}{T_B}$.
4. Calculer le rendement η du cycle (γ=1,4 pour un gaz parfait diatomique)

Exercice 2

On considère une lampe à faces parallèles d'épaisseur e et d'indice de réfraction n placé dans l'air.
Un rayon lumineux incident SI atteint la face supérieure (dioptre plan) au point I sous un angle d'incidence *i*, Il se divise en un rayon lumineux réfléchi IR_1 et un rayon lumineux réfracté IJ (angle de réfraction r) qui atteint la face inférieure réfléchissante de la lame au point J. Le rayon lumineux réfléchi JK atteint le dioptre plan au point K et est réfracté selon le rayon lumineux KR_2.

1 Faire une figure soignée et exprimer l'angle d'incidence du rayon r' lumineux IJ sur la surface réfléchissante, l'angle d'incidence r'' du rayon lumineux JK sur le dioptre plan et l'angle de réfraction i'' du rayon lumineux KR_2 en fonction de i et r.
2 On veut obtenir la différence de marche L (différence de chemin optique) entre les rayons IR_1 et KR_2.
   a. Quelle est par définition l'expression de L.
   b. Exprimer L en fonction de n, e et i.
   c. Calculer L pour e=2mm, n=1,6 et i=60°.

Exercice 3

Un milieu de constante diélectrique ε_0 et de perméabilité μ_0 égales à celles du vide, contient par unité de volume, n ions positifs animés d'une vitesse $\vec{v_i}$(charge -e ; masse m_0) et n électrons animés d'une vitesse $\vec{v_e}$ (charge -e ; masse m_e). On négligera les interactions entre les particules et on supposera que leurs mouvements ne sont déterminés que par leur inertie et l'action du champ électrique E liés aux ondes électromagnétiques qui se propagent dans le milieu.

1. Donner l'équation du mouvement d un ion et d un électron sous l'action d un champ électrique
2. On suppose que $\vec{E}$ est sinusoïdal de pulsation ω.

   a. Exprimer les vitesses $\vec{v_i}$ et $\vec{v_e}$ en fonction de $\vec{E}$

   b. .Donner la densité de courant j et la conductivité q du milieu à la pulsation w

Exercice 4

L'espace est rapporté dans un repère orthonormé cartésien ($O, \vec{a_x}, \vec{a_y}, \vec{a_z}$), on considère le plan z=0

1. On suppose que le plan porte une densité superficielle σ de charges positives. Calculer le champ électrique $\vec{E}$ créé par cette distribution dans tout l'espace.
2. On suppose maintenant est traversé par un courant de densité $\vec{j_s} = -k\vec{a_x}$ ($k \rangle 0$). Calculer l'induction magnétique $\vec{B}$ créée ce plan dans tout l'espace.
3. A l'instant t=0, on place une particule électrisée de charge q position et de masse m au point $O(0,0,0)$ où agissent simultanément un champ électrique $\vec{E} = E\vec{a_x}$ (E $\rangle$ 0) et une induction magnétique $\vec{B} = B\vec{a_y}$ (B $\rangle$ 0)

   a. Ecrire les équations régissant de la particule

   b. En supposant que la vitesse de la particule est nulle à l'instant t = 0, trouver les équations paramétriques du mouvement de la particule électrisée.

Exercice 5

Le système bielle- manivelle, représenté dans la figure 1 comprend une bielle rigide MN)L, articulée en M sur une extrémité d' une manivelle OM de rayon R et qui tourne autour de l' axe Oz fixe et perpendiculaire au plan xOy. L'autre extrémité N de la bielle décrit un mouvement rectiligne de va et vient sur l'axe Ox. Une force de frottement F dirigée suivant l'axe Ox s'oppose au mouvement de N.

1. Donner l'expression $\frac{dx}{dy}$ avec $x = \overline{ON}$ et α = angle (ON, OM)
2. On suppose R très petit devant L (R $\langle\langle$ L).

   a. Déterminer les valeurs de α pour lesquels le couple Γ sur la manivelle est nul. (On utilisera le théorème des travaux virtuels).

   b. Calculer $x_1 = \overline{ON_1}$ et $x_2 = \overline{ON_2}$ de ces deux positions.

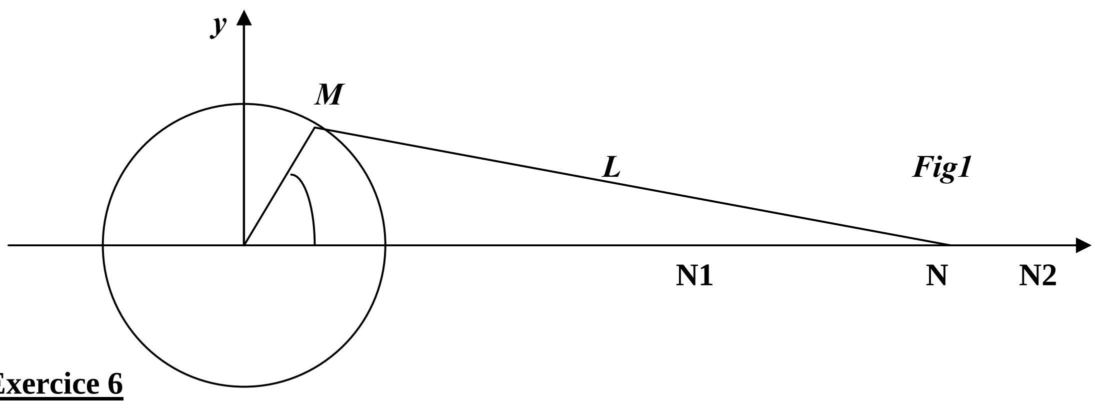


Fig1

Exercice 6

2. Déterminer le coefficient d'ionisation α d'un électrolyte. En fonction de quels facteurs varie t-il ?

3. On considère trois solutions d'acide acétique de concentrations C_1 = 1 mol/l ; C_2=0,1 mol/l et C_3=0,01mol/l. Les coefficients d'ionisation de ces solutions sont respectivement $\alpha_1 = 0,0043$, $\alpha_2 = 0,0133$ $\alpha_3 = 0,0410$

   a. Ecrire l'équation de dissociation de l'acide acétique en solution aqueuse.
   b. Calculer la concentration en ions H3O+ et le Ph de chacune de ces solutions.

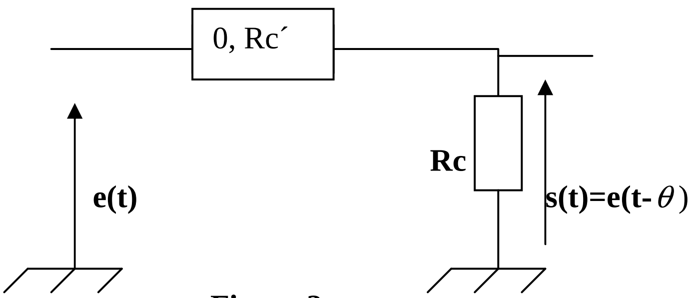
4. Calculer la valeur de la constante d'équilibre de la solution normale.

5. On neutralise la solution normale d'acide acétique avec une solution normale de soude. Calculer le pH au point d'équilibre.

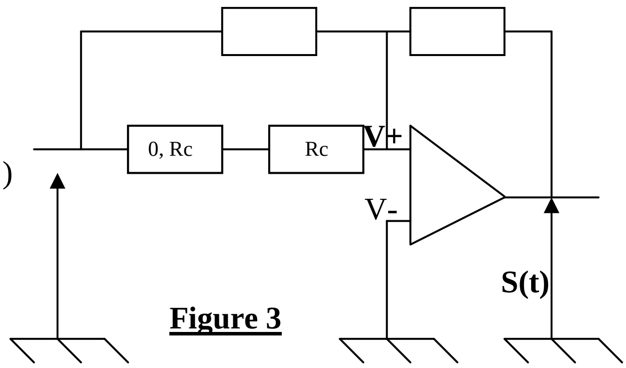
6. Pour suivre cette neutralisation, on a fait le choix entre deux indicateurs colorés : la phtaléine du phénol (pK=9,3) et l'hélianthine (pK=3,7).

   a. Quelle est la zone de pH utilisée pour chacun des deux ?
   b. En déduire celui à utiliser et donner sa couleur avant et après virage.

<u>Exercice 7</u>



<u>Figure 2</u>



<u>Figure 3</u>

Une figure de retard est un dispositif caractérisé par la valeur du retard θ q'elle introduit entre l'entrée et la sortie et par sa résistance caractéristique Rc. Lorsqu 'elle est chargée par sa résistance caractéristique elle réalise la fonction de retard (figure. 2.) on construit la montagne de la figure 3 dans lequel l'amplificateur opérationnel st supposé parfait et fonctionnant en régime linéaire.

1. En écrivant la loi des nœuds au point A, déterminer l'expression $\overline{s}$(t) en fonction de $\overline{e}$(t).
2. Calculer la fonction de transfert $\overline{H}$(.j ω)=$\frac{\overline{s}}{\overline{c}}$.

<u>Exercice 8</u>

Le sodium de masse molaire M=23g/mol et de masse volumique du solide p=964 kg/m3 Cristallise dans le système cubique centré. Calculer son rayon atomique r.

Exercice 9

A température constante, la vitesse de la réaction $2N_2O_5 \rightarrow O_2 + 4NO_2$ ne dépend que de la concentration en N_2O_5 à l'instant considéré. Par ailleurs, on constate que le temps de demi réaction est indépendant de la concentration de départ.

1. Quel est l'ordre de la réaction ? pourquoi ?
2. La constante de vitesse de cette réaction vaut $K_1 = 4{,}97*10^{-3}$ S^{-1} à T_1=65°C et son énergie d'activation est de E= 102,8KJ/mol. Calculer la valeur de la constante de vitesse à T_2=35°C.

Exercice 10

Dans la figure 4, déterminer $\vec{v}_2$ pour que le courant qui traverse l'impédance (2+j3)Ω soit nul.

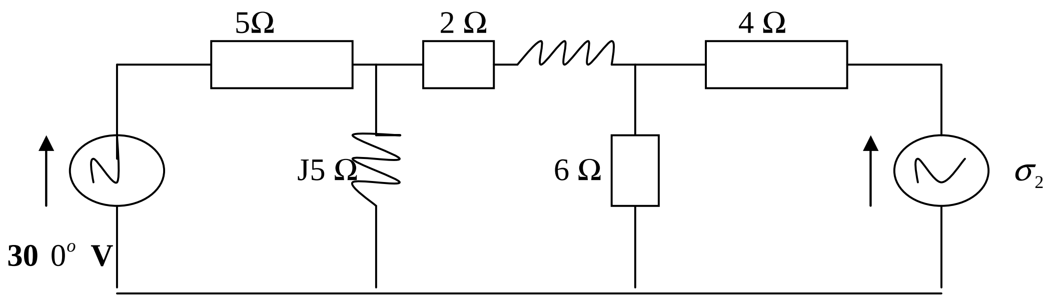


Figure4