



SYNTHÈSE PHYSIQUE CHIMIE SUJET 3/15

EXERCICE 1

Données: $M(H) = 1 \text{ g mol}^{-1}$; $M(C) = 12 \text{ g mol}^{-1}$; $M(O) = 16 \text{ g mol}^{-1}$; $M(Na) = 23 \text{ g mol}^{-1}$;

$K_a(H_3O^+/H_2O) = 1$; $K_a(H_2O/OH^-) = 10^{-14}$.

L'acide benzoïque de formule $C_6H_5 - COOH$ et les ions benzoate de formule $C_6H_5 - COO^-$ sont utilisés dans les boissons sodas et certains aliments comme conservateurs car ils ont des propriétés fongicides, même à faible dose.

1.1 A 25°C une solution aqueuse d'acide benzoïque de concentration molaire $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ a un pH de 3,1.

1.1.1 Calculer le coefficient de dissociation de l'acide benzoïque dans la solution. Conclure.

1.1.2 Ecrire l'équation de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau.

1.1.3 Exprimer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans la solution en fonction de α et de C , puis montrer que la constante d'acidité du couple acide benzoïque/ion benzoate a pour expression :

$K_a = \frac{C \cdot \alpha^2}{1 - \alpha}$. Calculer la valeur de K_a .

1.2 On veut préparer une solution tampon de $\text{pH} = \text{p}K_a$ à partir de la solution d'acide benzoïque de concentration molaire $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

1.2.1 Rappeler les caractéristiques d'une solution tampon.

1.2.2 Calculer la masse m de benzoate de sodium solide à ajouter à 100 mL de la solution d'acide benzoïque pour la préparation de cette solution.

On suppose dans les deux cas que l'addition d'une petite quantité d'un solide ne modifie pas le volume de la solution.

1.3 Maintenant on dose un échantillon de volume 10 mL d'une solution aqueuse d'acide benzoïque de concentration molaire C_a inconnue à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_b = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. Les valeurs indiquées par un pH-mètre ont permis de tracer la courbe ci-après, donnant les variations du pH du mélange en fonction du volume d'hydroxyde de sodium versé.

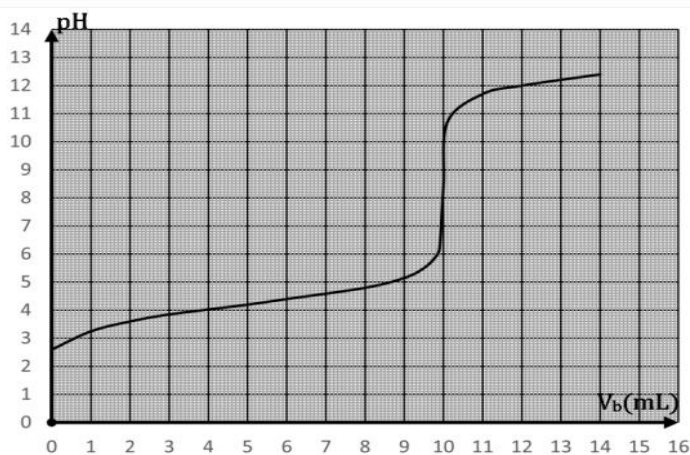
1.3.1 Faire un schéma légendé du dispositif de dosage de la solution d'acide benzoïque.

1.3.2 Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide benzoïque et d'hydroxyde de sodium. Calculer la constante de réaction K_r .

1.3.3 Déterminer la valeur de la concentration molaire C_a de la solution d'acide benzoïque.

1.3.4 Quelle est le caractère acide, basique ou neutre du mélange obtenu à l'équivalence ? Justifier.

1.3.5 En justifiant brièvement, donner la valeur du $\text{p}K_a$ du couple acide benzoïque /ion benzoate.



EXERCICE 2

La planète Pluton, découverte par l'américain Clyde Tombaugh en 1930 était considérée comme la neuvième planète de notre système solaire. Le 5 janvier 2005, une équipe d'astronomes a découvert sur des photographies prises le 21 octobre 2003 un nouveau corps gravitant autour du Soleil. Provisoirement nommé 2003 UB313, cet astre porte maintenant le nom d'Éris du nom de la déesse grecque de la discorde. La découverte d'Éris et d'autres astres similaires (2003 EL61, 2005 FY9 ...) a été le début de nombreuses discussions et controverses acharnées entre scientifiques sur la définition même du mot « planète ». Au cours d'une assemblée générale, le 24 août 2006 à Prague 2500 astronomes de l'Union Astronomique Internationale (UIA) ont décidé à main levée de déclasser Pluton comme planète pour lui donner le rang de « planète naine » en compagnie d'Éris et de Cérès (gros astéroïde situé entre Mars et Jupiter). **NASA, ESA and M. Brown (California Institute of Technology).**

4-1. Orbite d'Éris :

Éris parcourt une orbite « circulaire » autour du Soleil avec une période de révolution T_E environ 557 années terrestres.

Données :

Période de révolution terrestre : $T_T = 365$ jours. **Période de révolution de Pluton :** $T_P = 248$ ans ;

Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$.

4-1-1/ Rappeler l'expression de la troisième loi de Kepler, relative à la période de révolution d'une planète autour du Soleil, dans le cas d'une orbite circulaire.

4-1-2/ L'orbite d'Éris se situe-t-elle au-delà ou en deçà de celle de Pluton ? Justifier.

4-2. Découverte de Dysnomia :

Les astronomes ont découvert ensuite qu'Éris possède un satellite naturel qui a été baptisé Dysnomia (fille d'Éris et déesse de l'anarchie ...). Six nuits d'observation depuis la Terre ont permis de reconstituer l'orbite de Dysnomia.

Le mouvement de Dysnomia autour d'Éris est supposé circulaire et uniforme.

Données : M_E et M_D sont les masses respectives d'Éris et de Dysnomia ; Masse de Pluton :

$M_P = 1,31 \cdot 10^{22} \text{ kg}$; Rayon de l'orbite circulaire de Dysnomia $R_D = 3,60 \cdot 10^7 \text{ m}$; Période de révolution de

Dysnomia : $T_D = 15,0 \text{ jours terrestres}$.

4-2-1. Définir le référentiel permettant d'étudier le mouvement de Dysnomia autour d'Éris. Par la suite, ce référentiel sera considéré comme galiléen.

4-2-2. Etablir l'expression du vecteur accélération $\vec{a}$ du centre d'inertie de Dysnomia en fonction de G , M_E et R_D . (0,5 pt)

4-2-3. Etablir l'expression de la vitesse Dysnomia en fonction de G , M_E et R_D .

4-2-4. Etablir l'expression de la période de révolution T_D de Dysnomia en fonction de R_D , G et M_E .

4-3. Masse d'Éris :

4-3-1. Déduire de l'expression de T_D (4-2-4), celle de la masse M_E d'Éris. Calculer sa valeur.

4-3-2. Calculer le rapport des masses d'Éris et de Pluton $\frac{M_E}{M_P}$.

4-3-3. Expliquer alors pourquoi la découverte d'Éris a remis en cause le statut de planète pour Pluton

EXERCICE 3

$D = 40 \text{ cm}$; $\ell = 1 \text{ cm}$; $d = 10 \text{ cm}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $E = 5 \cdot 10^4 \text{ V.m}^{-1}$

Dans tout l'exercice, on négligera le poids de l'électron devant les autres forces qui agissent sur lui.

3.1. Des électrons de masse m et de charge q sont émis sans vitesse initiale par la cathode (C). Ils subissent sur la longueur d , l'action du champ électrique uniforme $\vec{E}$.

3.1.1. Quelle est la nature du mouvement de l'électron entre la cathode (C) et l'anode (A) ?

3.1.2. Que vaut la vitesse v_0 d'un électron au point O_1 ?

3.2. Arrivés en O_1 , les électrons subissent dans le domaine (II) l'action d'un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure (le domaine où règne ce champ $\vec{B}$ est hachuré).

3.2.1. Quel doit être le sens du vecteur $\vec{B}$ pour que les électrons décrivent l'arc de cercle O_1N ? Justifier la réponse.

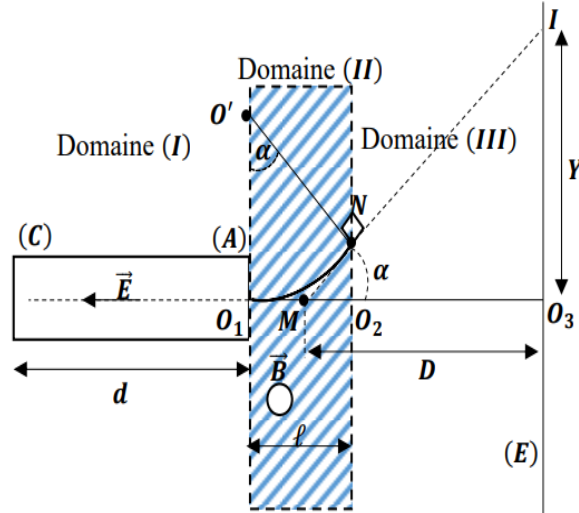
3.2.2. Etablir l'expression du rayon $R = MO_1 = O_1N$ de cet arc de cercle. A.N: Calculer R pour $B = 2 \cdot 10^{-3} \text{ T}$.

3.3. Quelle est la nature du mouvement de l'électron dans le domaine III où n'existe aucun champ ? (pt)

3.4. Le domaine III est limité par un écran (E) sur lequel arrivent les électrons. Exprimer en fonction de m , e , B , D , ℓ et v_0 la déflection magnétique $O_3I = Y$ subie par un électron à la traversée du système (II + III). La droite IN coupe l'axe O_1O_2 au point M . L'écran E est à la distance D de ce point M .

On fera les hypothèses simplificatrices suivantes :

- Dans le domaine II de l'espace, on peut confondre la longueur de l'arc avec la longueur $O_1O_2 = \ell$ où règne le champ $\vec{B}$.
- On supposera que la déviation angulaire est faible sachant que $Y = 3,35 \text{ cm}$, retrouver la valeur v_0 de la vitesse de l'électron au point O_1 .



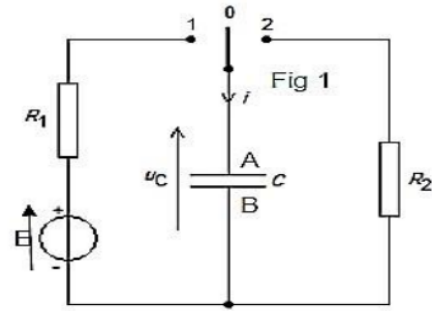
EXERCICE 4

Le Condensateur permet de Lisser et de stabiliser les alimentations électriques (puisque'il est capable d'emmagasiner de l'énergie sur un certain laps de temps, puis de la restituer). Le rôle du condensateur est alors indispensable dans un circuit électrique qui nécessite une grande précision.

On étudie la charge et la décharge d'un condensateur à travers un conducteur ohmique, pour cela on réalise le montage (fig.1) comportant :

- Un générateur idéal de tension de f. e.m E.
- Deux conducteurs ohmiques de résistances $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$ et R_2 inconnue.
- Un condensateur de capacité C d'armatures A et B.
- Un interrupteur à deux positions 1 et 2.

(Fig.1)



La charge du condensateur :

4.1 Le condensateur étant initialement déchargé, A la date $t = 0 \text{ s}$, on bascule l'interrupteur en position 1.

4.1.1. Reproduire le schéma nécessaire pour la charge et représenter par des flèches, les tensions u_C aux bornes du condensateur et u_{R_1} aux bornes du résistor R_1 .

4.1.2. Donner l'expression de u_{R_1} en fonction de l'intensité du courant i et de R_1 .

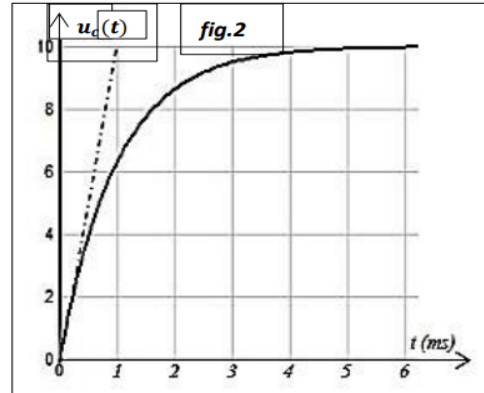
4.1.3. Etablir l'expression de $i(t)$ en fonction de C et de $u_C(t)$.

4.2. On se propose d'étudier les caractéristiques de ce dipôle.

4.2.1. Etablir l'équation différentielle régissant les variations de $u_C(t)$.

4.2.2. Trouver A, B et α pour que $u_C = A + Be^{-\alpha t}$ soit solution de l'équation différentielle.

4.2.3. En exploitant la figure 2 déterminer la constante de temps τ_1 du dipôle R_1C . Déduire la valeur de la capacité C du condensateur.



La décharge du condensateur :

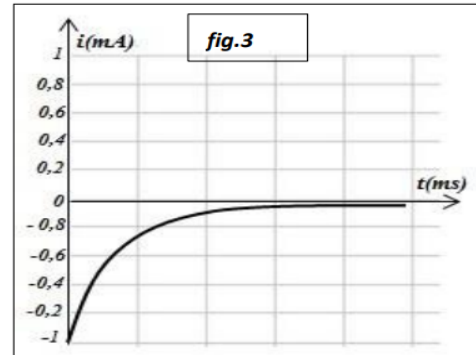
4.4. Lorsque le condensateur est complètement chargé, on bascule le commutateur K en position 2 à un instant choisi comme nouvelle origine des dates.

4.4.1. Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit U_{R_2} .

4.4.2. Vérifier que $u_{R_2} = -E e^{-\frac{t}{\tau_2}}$ (avec $\tau_2 = R_2C$) est solution de l'équation différentielle précédente.

4.4.3. On donne le graphe qui représente les variations de l'intensité i en fonction du temps (fig.3).

4.4.4. En utilisant la figure 3, déterminer R_2 puis calculer τ_2 .



**LA CORRECTION EST
DISPONIBLE FORMAT PDF**

77 273 34 35

BONNE CHANCE !!!