

**SUJET BAC 2002 - Sciences PHYSIQUES - CHIMIE TS - PONDICHERY**

**calculatrices autorisées**

## Exercice 1

**L'eau de Javel. Précaution d'emploi. Stabilité.**

(4 points)

**DONNEES** (à lire avec attention)

L'eau de Javel est un produit courant très utilisé pour son pouvoir désinfectant.

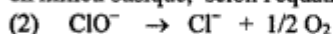
Elle peut-être obtenue en dissolvant du dichlore gazeux dans une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium selon l'équation-bilan :

Lors de la préparation de l'eau de Javel, les ions  $\text{HO}^-$  sont introduits en excès. Le pH de l'eau de Javel est compris entre 11 et 12.Les propriétés de l'eau de Javel sont dues au caractère oxydant des ions hypochlorites  $\text{ClO}^-$ .

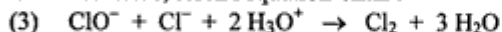
Ces ions peuvent donner lieu à diverses réactions, dans lesquelles interviennent différents facteurs : pH, concentrations, température, catalyseurs (ions métalliques), rayonnements (UV).

En particulier, les ions hypochlorites réagissent en présence d'eau :

- en milieu basique, selon l'équation-bilan :



- en milieu acide, selon l'équation-bilan :

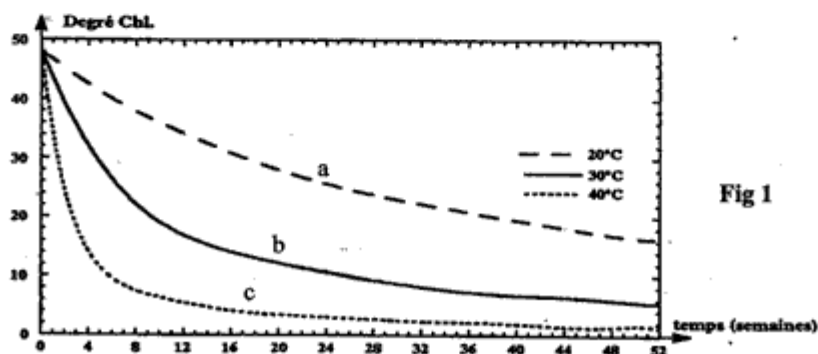
**Quelques recommandations lues sur les emballages d'eau de Javel:**

- Conserver au frais, à l'abri du soleil et de la lumière.
- Ne pas utiliser en combinaison avec d'autres produits ; au contact d'un acide, dégage un gaz toxique.

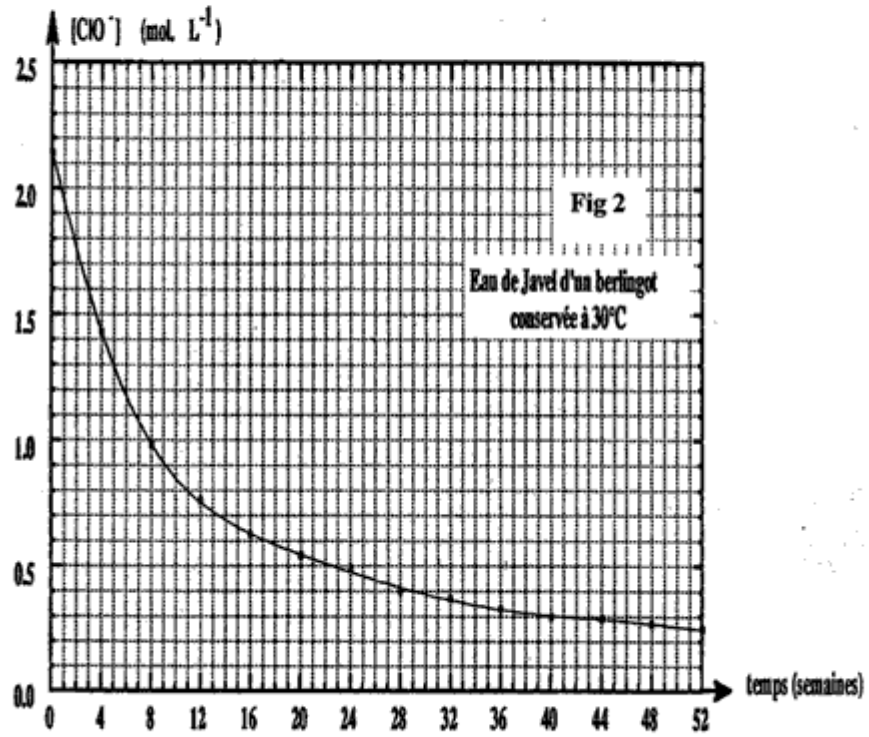
**Concentration d'une eau de Javel :**Elle est souvent définie par le degré chlorométrique ( $^\circ\text{chl}$ ). Il correspond au volume (exprimé en litres) de dichlore gazeux, mesuré dans les conditions normales de température et de pression, qu'il faudrait utiliser pour fabriquer 1 litre de cette eau de Javel selon l'équation-bilan (1).Dans ces conditions, le volume molaire est :  $V_m = 22,4 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

conditionnement	en flacons (1 ou 2 L)	en berlingots (concentré)
$^\circ\text{chl}$	12 $^\circ$	48 $^\circ$

La figure 1 ci-dessous précise l'évolution de la réaction (2) à différentes températures.



Annexe 1 à rendre avec la copie



## Exercice 2

## Couple acide benzoïque / ion benzoate

(5 points)

**Données :**

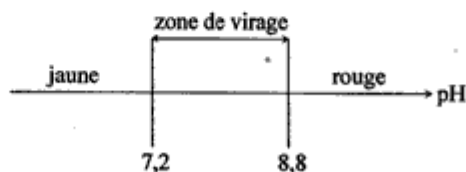
**Définition :** la solubilité  $s$  dans l'eau d'une substance à la température  $t$  est la masse maximale de substance que l'on peut dissoudre dans un litre d'eau à cette température  $t$ . Elle s'exprime ici en  $\text{g.L}^{-1}$ .

**Acide benzoïque :**  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  solide blanc d'aspect soyeux.  
monoacide faible peu soluble dans l'eau.  
masse molaire :  $122 \text{ g.mol}^{-1}$ .  
solubilité  $s_1$  dans l'eau à  $25^\circ\text{C}$  inférieure à  $3 \text{ g.L}^{-1}$ .  
conservateur alimentaire utilisé dans les boissons rafraîchissantes sans alcool (code E 210).

**Benzoate de sodium :**  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$  solide ionique blanc.  
masse molaire :  $144 \text{ g.mol}^{-1}$ .  
solubilité  $s_2$  dans l'eau à  $25^\circ\text{C}$  environ  $650 \text{ g.L}^{-1}$ .

**Valeur des  $\text{pK}_a$  à  $25^\circ\text{C}$  (température des expériences) :**

$\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-$	:	14,0
$\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$	:	0,0
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$	:	4,2

**Zone de virage du rouge de crésol :**

**Les 3 parties sont indépendantes**

**1<sup>ère</sup> partie**

- 1) Écrire l'équation-bilan de la réaction entre l'acide benzoïque et l'eau.
- 2) Donner, dans le cas général, l'expression de la constante d'acidité ; en déduire les domaines de prédominance dans le cas de l'acide benzoïque et de sa base conjuguée ; les représenter sur une échelle de pH.
- 3) Sur l'étiquette d'une bouteille de soda, on note la présence du conservateur E 210. On mesure le pH pour la boisson :  $\text{pH} = 3,5$ . En déduire le rapport  $\frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]}$  dans celle-ci.

**2<sup>ème</sup> partie**

- 1) On met à disposition la verrerie suivante :

- béchers de 50, 100 et 250 mL,
- éprouvettes graduées de 50, 100 et 200 mL,
- pipettes jaugées de 5, 10 et 20 mL,
- fioles jaugées de 50, 100 et 200 mL.

On se propose de préparer une solution S de benzoate de sodium de concentration  $C = 0,200 \text{ mol.L}^{-1}$  à partir d'une solution  $S_0$  de benzoate de sodium de concentration  $C_0 = 0,500 \text{ mol.L}^{-1}$ .

Comment procéder ? Nommer et dessiner la verrerie utilisée.

- 2) À 10 mL de la solution S on ajoute un peu d'acide chlorhydrique concentré. On note l'apparition d'un précipité blanc.
  - a) Écrire l'équation-bilan de la réaction mise en jeu. Calculer la constante de réaction et conclure.
  - b) Préciser le nom de ce précipité et justifier qualitativement sa formation.

**3<sup>ème</sup> partie**

On se propose de déterminer la solubilité de l'acide benzoïque à 25° C.

On pèse environ 0,4 g d'acide benzoïque et on l'introduit dans un bécher contenant environ 100 mL d'eau distillée. Après quelques minutes d'agitation, de petits grains restent en suspension.

Une filtration permet d'obtenir la solution saturée en acide benzoïque de concentration  $C_A$ .

On introduit dans un erlenmeyer  $V_A = 10,0 \text{ mL}$  de cette solution ; on y ajoute quelques gouttes de rouge de crésol et on dose par une solution d'hydroxyde de sodium (soude) de concentration  $C_B = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Le rouge de crésol change de couleur pour un volume de soude versé de 19,6 mL.

- 1) Pourquoi reste-t-il des "grains en suspension" dans le mélange préparé avant sa filtration ?
- 2) Faire un schéma annoté du dispositif expérimental utilisé lors du dosage.
- 3) Préciser le changement de couleur observé.
- 4) Écrire l'équation-bilan de la réaction de dosage.
- 5) Définir l'équivalence de cette réaction et en déduire la concentration  $C_A$  de la solution d'acide benzoïque.
- 6) Calculer la valeur de la solubilité  $s$  de l'acide benzoïque.



## Exercice 3

## Satellites de Jupiter

(6 points)

Galilée commença à observer la planète Jupiter en janvier 1610 avec une lunette de sa fabrication. Il découvrit qu'autour de Jupiter tournaient « quatre lunes », auxquelles il donna le nom d'astres médicéens ; ce sont quatre satellites de Jupiter : Io, Europe, Ganymède et Callisto.

**Données :**

$G$  = Constante de gravitation universelle =  $6,67 \times 10^{-11}$  S.I.

Masse de Jupiter =  $M_J = 1,9 \times 10^{27}$  kg      Rayon de Jupiter =  $R_J = 7,15 \times 10^4$  km

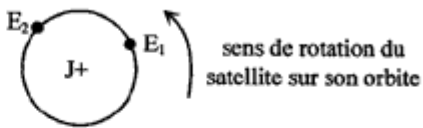
Période de rotation de Jupiter sur elle-même (ou rotation propre) =  $T_J = 9$  h 55 min

Masse du satellite Europe (noté E)  $M_E$ .      Rayon de l'orbite du satellite Europe =  $r_E = 6,7 \times 10^5$  km

Période de révolution du satellite Europe autour de Jupiter =  $T_E = 3$  j 13 h 14 min

Tous les corps seront supposés à répartition de masse à symétrie sphérique.

On supposera que chaque satellite n'est soumis qu'à l'influence de Jupiter.

- I 1 - • Représenter sur un schéma la force de gravitation  $\vec{F}_{J \rightarrow E}$  exercée par Jupiter sur Europe, et celle  $\vec{F}_{E \rightarrow J}$  exercée par Europe sur Jupiter.
- Donner l'expression vectorielle de  $\vec{F}_{J \rightarrow E}$ , les centres des deux astres étant séparés d'une distance  $d$ .
- 2 - a) Définir un mouvement uniforme.
- b) Le mouvement du satellite Europe (noté E) est étudié dans le référentiel « jupitocentrique ».
- Par analogie avec le référentiel géocentrique, donner les caractéristiques d'un référentiel « jupitocentrique ».
  - Montrer que le mouvement du satellite Europe en orbite circulaire est uniforme dans le référentiel « jupitocentrique ».
- c) Comparer les vecteurs vitesse  $\vec{V}_1$  et  $\vec{V}_2$  et accélération  $\vec{a}_1$  et  $\vec{a}_2$  du satellite aux points  $E_1$  et  $E_2$ .
- Reproduire le schéma ci-contre sur la copie et y tracer ces vecteurs (avec les mêmes échelles en  $E_1$  et  $E_2$ ).
- 
- II 1 - Établir que la valeur de la vitesse d'un satellite de Jupiter est telle que :  $V^2 = \frac{GM_J}{r}$  où  $r$  désigne le rayon de l'orbite du satellite.
- 2 - En déduire l'expression de la période  $T$  de révolution du satellite en fonction de  $G$ ,  $M_J$  et  $r$ .
- 3 - a) Montrer que le rapport  $\frac{T^2}{r^3}$  est constant pour les différents satellites de Jupiter. (ce résultat correspond à la 3<sup>ème</sup> loi de Kepler).
- b) La période de révolution de Io autour de Jupiter est  $T_{Io} = 1$  j 18 h 18 min. Thébé, un autre satellite de Jupiter, possède une orbite de rayon moitié de celui de l'orbite de Io. Déterminer la période de révolution  $T_{Th}$  de Thébé autour de Jupiter.
- 4 - Par analogie avec la définition d'un satellite géostationnaire, un satellite « jupitostationnaire » est un satellite fixe par rapport à Jupiter. Europe est-il « jupitostationnaire » ? Justifier sans calculs à l'aide des données fournies.

## Exercice 4

## Charge et décharge d'un condensateur

(5 points)

## Rappel

La tension aux bornes d'un condensateur chargé à travers une résistance  $R$  par une source de tension constante atteint 63 % de sa valeur maximale au bout d'un temps  $\tau = RC$ .

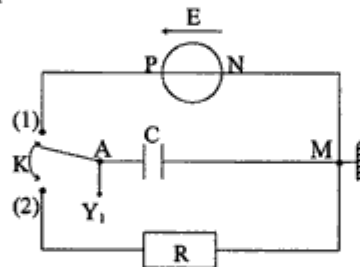
La tension aux bornes d'un condensateur se déchargeant à travers une résistance  $R$  a diminué de 63 % au bout du temps  $\tau = RC$ .

$\tau = RC$  est la constante de temps du dipôle  $(R,C)$ .

1<sup>re</sup> partie

On réalise le montage suivant comportant :

- un générateur de f.e.m.  $E = 9\text{ V}$  et de résistance négligeable ;
- un condensateur dont la capacité varie entre  $40$  et  $80\ \mu\text{F}$  ;
- un conducteur ohmique de résistance  $R = 10\ \Omega$ .



I -

Le condensateur est préalablement déchargé.

Quel est le phénomène physique mis en jeu quand on place l'interrupteur  $K$  en position (1) ? Pourquoi ce phénomène est-il très rapide ?

II -

Un ordinateur muni d'une carte d'acquisition permet d'enregistrer l'évolution au cours du temps de la tension  $u_{AM}$  entre les bornes du condensateur.

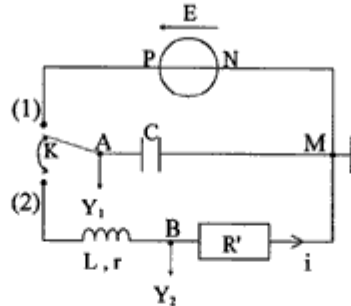
L'acquisition des données commence quand on bascule l'interrupteur  $K$  de la position (1) à la position (2). La courbe obtenue est fournie en annexe 2, figure (a) (page 10).

- 1) Quel est le phénomène physique mis en évidence ?
- 2) En utilisant la courbe donnée figure (a) de l'annexe 2 (à rendre complétée avec la copie) déterminer une valeur approchée de la capacité du condensateur.
- 3) On reprend la même expérience avec un condensateur de capacité 2 fois plus grande. Donner sur la figure (a) l'allure de la courbe obtenue. Justifier brièvement.

## 2ème partie

On réalise le montage suivant comportant

- un générateur de f.e.m.  $E = 9\text{ V}$  et de résistance négligeable ;
- un condensateur dont la capacité varie entre  $40$  et  $80\ \mu\text{F}$  ;
- une bobine d'inductance  $L = 1\text{ H}$  et de résistance  $r = 10\ \Omega$  ;
- un conducteur ohmique de résistance  $R' = 5\ \Omega$ .



L'interrupteur K est placé en position (1) puis basculé en position (2), l'acquisition des données commençant toujours au moment de ce basculement.

## I –

- 1) Quelles sont les grandeurs visualisées en voies  $Y_1$  et  $Y_2$  ?
- 2) L'une de ces grandeurs permet de connaître les variations de l'intensité  $i$  du courant. Laquelle ? Justifier la réponse.

## II –

Les grandeurs visualisées en voies  $Y_1$  et  $Y_2$  sont représentées sur la figure (b) donnée en annexe 2 (page 10).

- 1) Associer les courbes x et y aux voies  $Y_1$  et  $Y_2$ .
- 2) a) Quel est le phénomène observé ?  
b) Pourquoi ne se produit-il pas dans l'expérience de la 1<sup>ère</sup> partie ?

## III –

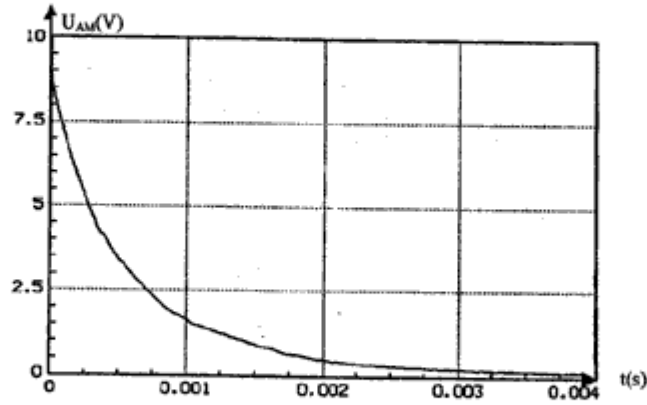
La figure (c) donnée en annexe 2 (page 10) représente les variations au cours du temps de l'énergie  $E_E$  emmagasinée par le condensateur, de l'énergie  $E_M$  emmagasinée par la bobine et de leur somme  $E = E_E + E_M$ .

- 1) Donner les expressions littérales des énergies  $E_E$  et  $E_M$ .
- 2) a) Identifier les 3 courbes de la figure (c) en justifiant la réponse.  
b) En comparant les courbes (3) et (4), donner une interprétation du phénomène étudié.
- 3) a) Interpréter qualitativement l'évolution de l'énergie représentée par la courbe (5).  
b) Évaluer l'énergie dissipée pendant les 60 premières millisecondes.

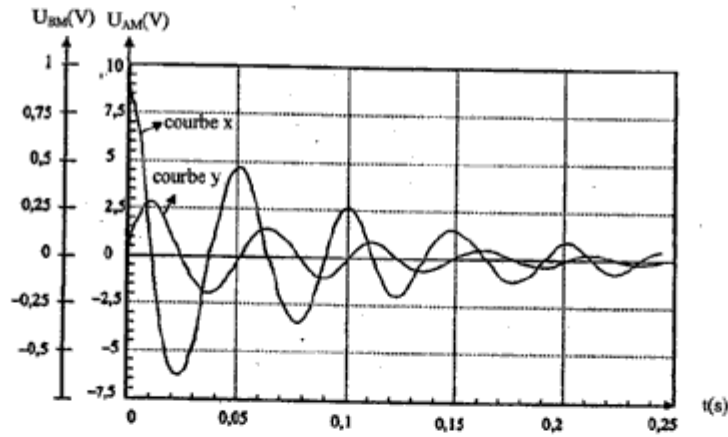
Annexe 2 à rendre avec la copie

Charge et décharge d'un condensateur

1ère partie II  
Figure (a)



2ème partie II  
Figure (b)



2ème partie III  
Figure (c)

