

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا  
المسالك الدولية - خيار فرنسية  
الدورة الإستدراكية 2009  
- الموضوع -

3	مدة الإنجاز :	الفيزياء والكيمياء	المادة :
7	المعامل :	مسلك العلوم الفيزيائية (خيار فرنسية)	الشعبة / المسلك :

*L'usage de la calculatrice scientifique non programmable est autorisé*

*Le sujet comporte 4 exercices*

**Chimie : (7 pts) :**

- ✚ Étude d'une solution d'eau de Javel

**Physique : (13 pts) :**

*Exercice 1 : (3 pts)*

- ✚ Les ondes - Étude des ondes à la surface de l'eau.

*Exercice 2 : (4,5 pts)*

- ✚ Electricité - Étude d'un circuit électrique RLC.

*Exercice 3 : (5,5 pts)*

- ✚ Mécanique - Étude d'un oscillateur mécanique.

**Les différentes parties des exercices sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre différent.**

**CHIMIE****Étude d'une solution d'eau de Javel**

Le Dichlore ( $\text{Cl}_2$ ) est l'un des principaux gaz qui entrent dans la préparation des substances chimiques dont l'eau de Javel.

L'eau de Javel est caractérisée par son degré chlorométrique ( $D^\circ \text{Chl}$ ) qui représente le volume du Dichlore, en litre, présent dans 1L d'eau de Javel. Ce volume est déterminé dans les conditions standards de pression et de température, tel que le volume molaire  $V_m = 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$ .

Cet exercice a pour objectifs d'étudier :

- La préparation du dichlore par électrolyse.
- La détermination du degré chlorométrique ( $D^\circ \text{Chl}$ ) de la solution préparée de l'eau de Javel.
- Les caractéristiques acido-basiques de l'eau de Javel.

**Données :**

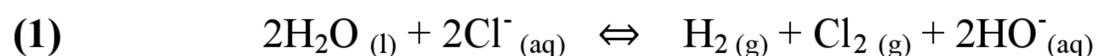
- La masse molaire du chlorure de sodium :  $M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g.mol}^{-1}$
- La constante de Faraday :  $1F = 96500 \text{ C}$ .
- Le degré chlorométrique de l'eau de Javel est exprimé par la relation :  $(D^\circ \text{Chl}) = [\text{ClO}^-]_0 \cdot V_m$ , tel que  $[\text{ClO}^-]_0$  est la concentration initiale des ions hypochlorites ( $\text{ClO}^-$ ) dans la solution de l'eau de Javel étudiée.
- A  $25^\circ\text{C}$ , le produit ionique de l'eau  $K_e = 10^{-14}$
- La constante d'équilibre  $K$  de la réaction de  $\text{ClO}^-$  avec l'eau est :  $K = 3,16 \cdot 10^{-7}$ .

**1- Etude de la préparation du dichlore :**

On effectue l'électrolyse d'une solution aqueuse concentrée de chlorures de sodium ( $\text{Na}^+_{\text{aq}} + \text{Cl}^-_{\text{aq}}$ ) pendant une durée  $\Delta t = 30 \text{ min}$ , grâce à un courant électrique continu d'intensité  $I = 57,9 \text{ A}$ . Cette expérience met en évidence l'émission du :

- Dichlore ( $\text{Cl}_2$ ) sur une électrode.
- Dihydrogène ( $\text{H}_2$ ) et la formation des ions hydroxyde ( $\text{HO}^-$ ) sur l'autre électrode.

Cette électrolyse est modélisée par la réaction chimique suivante :



- 1.1- Donner les deux couples (Ox/Red) mis en jeu dans cette réaction. (0,5pts)
- 1.2- Ecrire l'équation de la réaction chimique ayant lieu à la cathode. (0,5pts)
- 1.3- Etablir le tableau d'avancement de la transformation ayant lieu à l'anode. (0,75pts)

1.4- Trouver l'expression de la quantité de matière  $n$  du corps formé au niveau de l'anode en fonction de  $I$  et  $\Delta t$  et  $F$ . Calculer  $n$ . (0,75pts)

## 2- Détermination du degré chlorométrique ( $D^\circ\text{Chl}$ ) de l'eau de Javel :

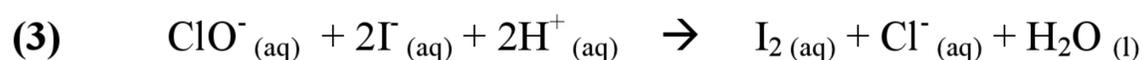
On prépare une solution ( $S_0$ ) d'eau de Javel de concentration  $C_0$  par une réaction de dichlore ( $\text{Cl}_2$ ) avec les ions hydroxyde ( $\text{HO}^-$ ) selon une transformation chimique considérée totale et rapide qu'on modélise par l'équation suivante :



On ajoute l'eau distillée à un volume de la solution ( $S_0$ ) pour préparer une solution aqueuse ( $S$ ) de concentration molaire  $c = \frac{C_0}{10}$ .

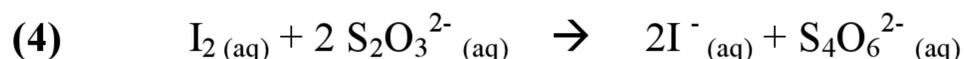
On prend un volume  $V = 10\text{mL}$  de la solution ( $S$ ) et on lui ajoute une quantité en excès d'une solution acidifiée d'iodure de potassium ( $\text{K}^+ (\text{aq}) + \text{I}^- (\text{aq})$ ) et quelques gouttes de la solution d'amidon.

Dans un milieu acidifié, les ions iodures ( $\text{I}^-$ ) sont oxydés par les ions hypochlorite ( $\text{ClO}^-$ ) suivant la réaction chimique :



On dose le diode  $\text{I}_2$  formé par une solution de thiosulfate de sodium ( $2\text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} (\text{aq})$ ) de concentration  $C_2 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ . Le volume de la solution de thiosulfate ajoutée à l'équivalence est  $V_E = 10,8\text{mL}$ .

L'équation de la réaction modélisant le dosage peut s'écrire :



2.1- En se basant sur le tableau d'avancement attaché à la réaction du dosage, déterminer la quantité de matière  $n(\text{I}_2)$  du diode présent dans le mélange. (1pt)

2.2- Sachant que  $n(\text{I}_2)$  représente la quantité de matière du diode résultante de la réaction (3), en déduire la quantité de matière  $n(\text{ClO}^-)$  des ions hypochlorite présents dans le volume  $V$ . (0,5pts)

2.3- Déterminer la concentration  $C$ , en déduire la concentration  $C_0$ . (0,75pts)

2.4- Trouver le degré chlorométrique ( $D^\circ\text{Chl}$ ) de la solution ( $S_0$ ) (0,75pts)

## 3- Les caractéristiques acido-basiques de l'eau de Javel :

L'ion hypochlorite ( $\text{ClO}^-$ ), l'élément actif de l'eau de Javel, représente la base conjuguée de l'acide hypochloreux  $\text{HClO}$ , qui peut réagir avec l'eau.

3.1- Ecrire l'équation chimique de la réaction modélisant cette transformation, sachant qu'elle est limitée. (0,5pts)

3.2- Déterminer la constante  $K_A$  du couple ( $\text{HClO}/\text{ClO}^-$ ), sachant que la constante d'équilibre de l'équation chimique de la réaction entre  $\text{ClO}^-$  et l'eau est  $K = 3,16 \cdot 10^{-7}$ . (1pt)

**PHYSIQUE** Exercice 1 : Les ondes - Étude des ondes à la surface de l'eau

Les vents créent dans les hautes mers, des vagues se propageant vers la plage. On s'intéressera dans cet exercice à l'étude du mouvement de ces vagues.

On considère les ondes qui se propagent le long de la surface de la mer périodiques et sinusoïdales de période  $T=7s$

- 1- L'onde étudiée est-elle longitudinale ou transversale ? Justifier (0,5pts)
- 2- Calculer  $v$  la vitesse de propagation de l'onde, sachant que la distance séparant deux crêtes successives est  $d=70m$ . (0,5pts)

3- La figure 1 représente une coupe verticale de la surface de l'eau à l'instant  $t$ .

On néglige le phénomène de dispersion, et on considère  $S$  la source de l'onde et  $M$  son front séparé de  $S$  d'une distance  $SM$ .



Figure 1

3.1- Ecrire, en se basant sur la figure 1, l'expression de  $\tau$ , le retard du temps du point  $M$  par rapport au mouvement de  $S$ , en fonction de la longueur d'onde  $\lambda$ . Calculer  $\tau$ . (0,5pts)

3.2- Déterminer, en justifiant votre réponse, le sens du mouvement du point  $M$  à l'instant où l'onde l'atteint. (0,5pts)

4- Les ondes arrivent à une ouverture, de largeur  $a = 60 m$ , située entre deux quais d'un port (Figure 2). Recopier la figure 2 et présenter dessus les ondes après leurs passages à travers l'ouverture, et nommer le phénomène observé. (1pts)

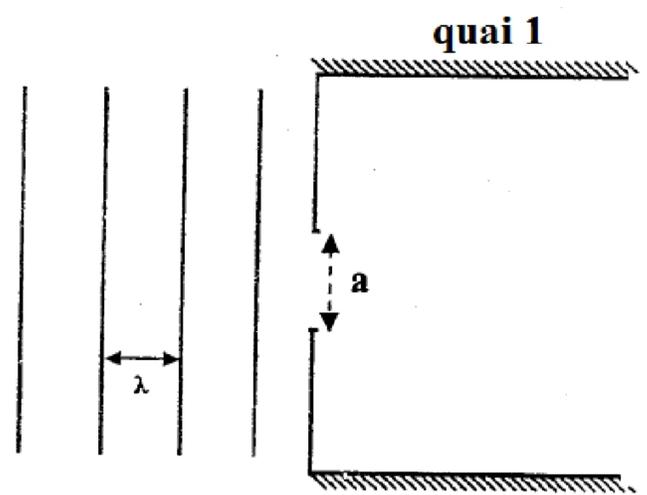


Figure 2

**Exercice 2 : Electricité - Étude d'un circuit électrique RLC**

Les condensateurs sont utilisés pour stocker l'énergie électrique dans le but de la récupérer et de l'utiliser dans les circuits électroniques et électriques.

Cet exercice a pour objectif, l'étude de la charge d'un condensateur et sa décharge à travers une bobine.

**1- Partie I : Charge d'un condensateur par un générateur idéal de tension**

On réalise le montage électrique schématisé ci-contre (Figure 1), avec  $G$  un générateur qui alimente le circuit par un courant électrique d'intensité constante.

À l'instant  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur  $K$ , et un courant électrique d'intensité  $I=0,3 A$  circule dans le circuit.

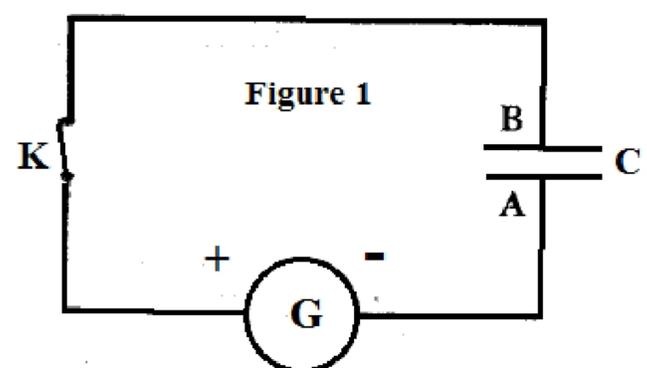


Figure 1

On étudie les variations de la tension  $U_C$  aux bornes du condensateur en fonction du temps, et on obtient la courbe de la figure 2.

1.1- Déterminer l'armature qui porte les charges électriques négatives. (0,25pts)

1.2- En se basant sur la courbe de la figure 2 et en justifiant votre réponse, le condensateur est-il chargé ou déchargé à l'instant  $t=0$ ? (0,25pts)

1.3- Montrer que l'expression de la tension  $U_C$  entre les bornes du condensateur s'écrit sous la forme :

$$U_C = \frac{I \cdot t}{C} \text{ pour } U_C < U_{C_{\max}} \text{ (0,5pts)}$$

1.4- Donner l'expression de  $U_C = f(t)$  à partir de la courbe pour  $U_C < U_{C_{\max}}$ , et vérifier que la capacité du condensateur est :  $C = 0,1 \text{ F}$ . (0,5pts)

1.5- Montrer que l'expression de l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur à un instant  $t$  s'écrit sous la forme :  $E_e = \frac{1}{2} C \cdot U_C^2$  et calculer sa valeur maximale  $E_{e,\max}$ . On rappelle l'expression de la puissance

instantanée  $\mathcal{P}$  :  $\mathcal{P} = \frac{dW}{dt}$  (0,5pts)

## 2- Partie II : Détermination de l'inductance L d'une bobine

On réalise le montage électrique schématisé ci-contre (Figure 3) et qui est composé de :

- Un générateur électrique de f.e.m :  $E=6\text{V}$   
et de résistance interne négligeable
- Conducteur ohmique  $D_1$  de résistance  $R_1 = 48 \Omega$
- Conducteur ohmique  $D_2$  de résistance  $R_2$
- Une bobine (b) d'inductance L et de résistance  $r = R_2$
- Deux interrupteurs du courant  $K_1$  et  $K_2$

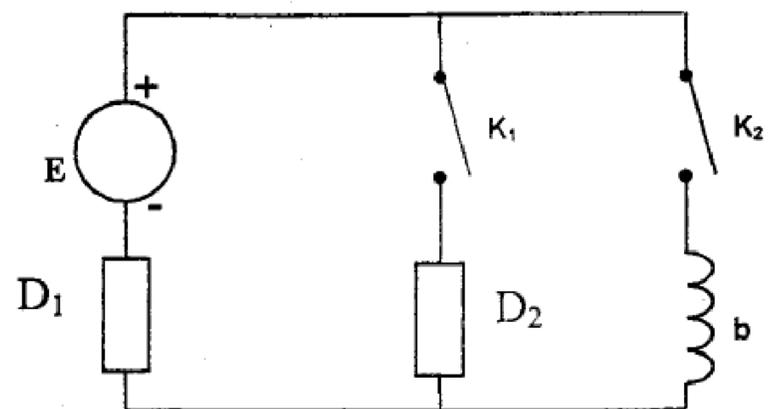


Figure 3

- Dans une première étape : on garde  $K_2$  ouvert et on ferme  $K_1$
- Dans la deuxième étape : on garde  $K_1$  ouvert et on ferme  $K_2$

La figure 4 (page suivante) représente les deux courbes (a) et (b) des variations d'intensité du courant électrique passant par le circuit de chaque étape séparément.

2.1- Identifier, en justifiant votre réponse, la courbe qui correspond à chaque étape. (0,5pts)

2.2- Trouver l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant électrique  $i(t)$  passant par le circuit pendant l'étape qui a permis d'obtenir la courbe (b). (0,25pts)

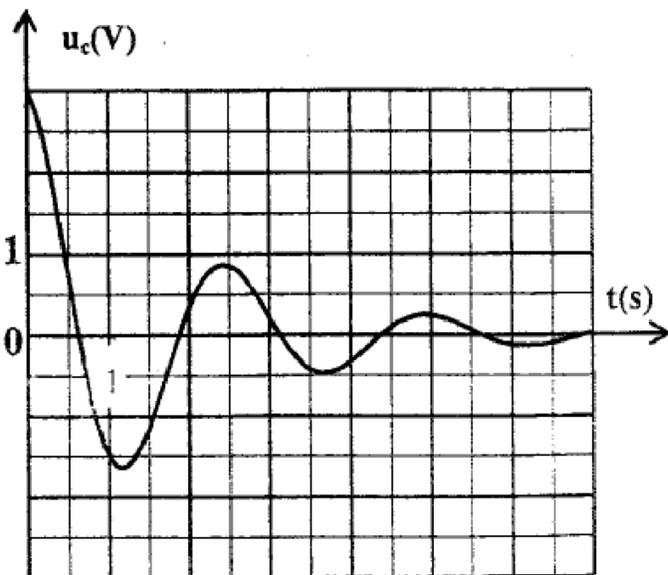
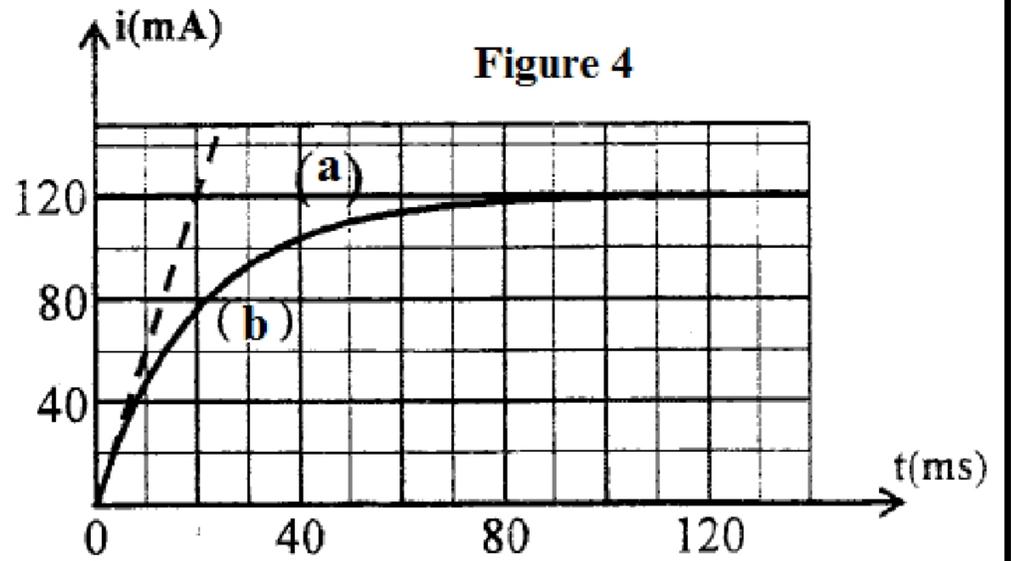
2.3- La solution de cette équation s'écrit :  
 $i(t) = A.e^{-\lambda t} + B$  ; avec A, B et  $\lambda$  des constantes.

2.3.1- Déterminer l'expression de A, B et  $\lambda$  en fonction des grandeurs appropriées. (0,75pts)

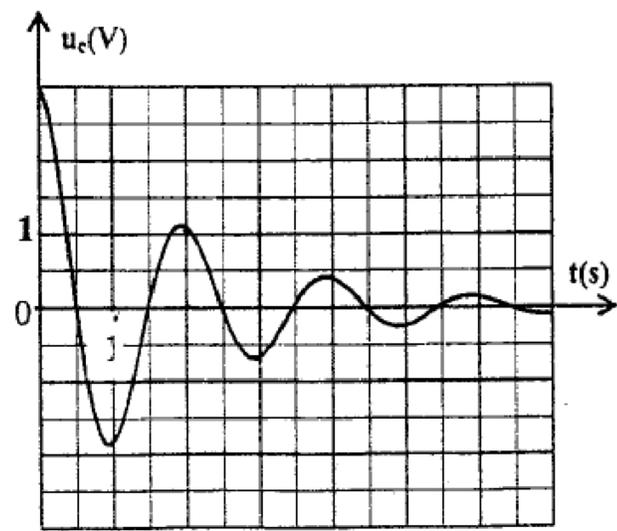
2.3.2- En déduire L. (0,5pts)

3- On charge complètement le condensateur précédent et on le décharge à travers la bobine(b). On suit les variations de  $U_c$  en fonction du temps et on obtient l'une des deux courbes présentées ci-dessous.

Déterminer, en justifiant votre réponse, la courbe qui correspond à cette expérience, sachant que la pseudo-période est égale à la période propre de l'oscillateur. (0,5pts)



(d)



(c)

### Exercice 3 : Mécanique - Étude d'un oscillateur mécanique

On utilise les oscillations mécaniques dans différents domaines industriels, dans quelques appareils de sport et de jeu et d'autres. Parmi ces oscillateurs on trouve la balançoire considérée comme pendule.

Un enfant oscille avec une balançoire constituée d'une barre utilisée comme siège, suspendue à deux fils tendus par un support fixe.

On assimile l'ensemble {l'enfant + balançoire} à un pendule simple constitué d'un fil, inextensible de masse négligeable et de longueur  $l$ , et d'un corps solide (S) de masse  $m$ .

Le pendule est susceptible de tourner autour d'un axe horizontal ( $\Delta$ ) fixe et perpendiculaire au plan vertical.

Le moment d'inertie du pendule par rapport à l'axe  $\Delta$  est  $J_{\Delta} = m.l^2$

**Données :**

- L'intensité de la pesanteur  $9,8 \text{ m.s}^{-1}$
- La longueur de fil :  $l= 3\text{m}$
- Masse du corps (S) :  $m = 18 \text{ kg}$
- On considère dans le cas des petites oscillations :  $\sin \theta \approx \theta(\text{rad})$  et  $\cos \theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}(\text{rad})$

**1- L'étude dynamique du pendule :**

On écarte le pendule de sa position d'équilibre stable, d'un angle  $\theta_m = \frac{\pi}{20} \text{ rad}$  dans le sens positif et on le lâche sans vitesse initiale à l'instant  $t=0$ .

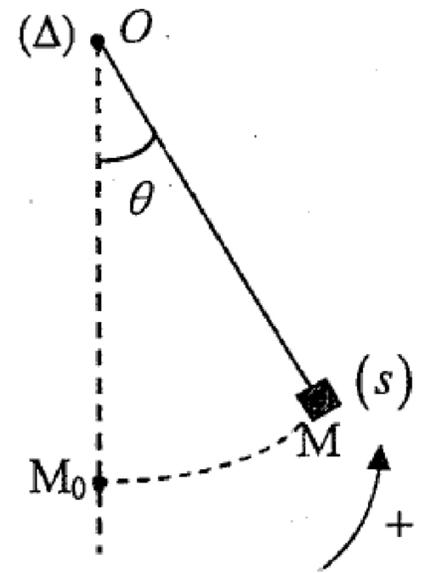
On repère la position du pendule à un instant  $t$  par l'abscisse angulaire  $\theta$  formée par le pendule et la ligne verticale passante par le point O tel que :  $\theta = (\overrightarrow{OM_0}; \overrightarrow{OM})$  (voir figure)

**1-1-** Montrer en appliquant la relation fondamentale de la dynamique dans le cas d'une rotation autour d'un axe fixe, que l'équation différentielle du mouvement du pendule, dans un repère Galiléen lié à la terre, s'écrit sous la forme :  $\ddot{\theta} + \frac{g}{l}\theta = 0$  (0,75pts)

**1-2-** Calculer la période propre du pendule  $T_0$ . (0,5pts)

**1-3-** Ecrire l'équation temporelle du mouvement du pendule. (0,75pts)

**1-4-** En appliquant la deuxième loi de Newton dans la base de Frenet, trouver l'expression de l'intensité  $T$  de la tension du fil à un instant  $t$  en fonction de  $m$ ,  $g$ ,  $\theta$ ,  $l$  et  $v$  la vitesse rectiligne du pendule. Calculer la valeur de  $T$  à l'instant  $t = \frac{T_0}{4}$  (1,5pts)



**2- L'étude énergétique :**

Nous fournissons, à l'instant  $t=0$ , au pendule précédent qui se trouve dans un état de repos dans sa position d'équilibre stable, une énergie cinétique de valeur  $E_c = 264,6 \text{ J}$  et il tourne dans le sens positif.

**2-1-** On choisit comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur le plan horizontal passant par le point  $M_0$  (voir figure). Ecrire l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur  $E_p$  du pendule à un instant  $t$  en fonction de  $\theta$ ,  $m$ ,  $l$  et  $g$ . (1pt)

**2-2-** En se basant sur l'étude énergétique, préciser la valeur maximale  $\theta_{max}$  de l'abscisse angulaire. (1pt)