



7	المعامل :	الفيزياء والكيمياء	المادة :
3	مدة الإنجاز :	شعبـة العـلوم التجـريـبيـة مـسلـك العـلـوم الفـيـزيـائـيـة	الشعبـة أو المـسلـك :

L'usage des calculatrices programmables ou d'ordinateurs n'est pas autorisé

Chimie : (07 points)

Etude d'une solution d'eau de Javel.

Physique : (13 points)

- Exercice 1 (03 points) : Les ondes

Etude des ondes à la surface de l'eau.

- Exercice 2 (04,5 points) : Electricité

Etude d'un circuit RLC

- Exercice 3 (05,5 points) : Mécanique

Etude d'un oscillateur mécanique

Donner les expressions littérales avant les applications numériques

Les parties de tous les exercices sont indépendantes

Barème

Chimie : (07 points)

Le dichlore (Cl_2) est l'un des gaz essentiel entrant dans la synthèse de plusieurs composés chimiques, en particulier 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 Litres) se trouvant dans 1L d'eau de Javel. Ce volume est donné dans les conditions normales de température et de pression où le volume molaire est : $V_m = 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$.

Le but de cet exercice est d'étudier :

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

Données :

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

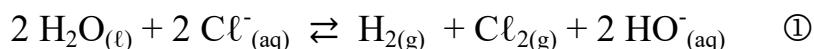
1- Etude de la préparation du gaz dichlore :

On effectue l'électrolyse d'une solution concentrée de chlorure de sodium ($\text{Na}_{\text{aq}}^+ + \text{Cl}_{\text{aq}}^-$) pendant 30 min, à l'aide d'un courant continu d'intensité $I = 57,9 \text{ A}$.

L'expérience a montré le dégagement :

- Du gaz dichlore (Cl_2) au voisinage de l'un des électrodes ;
- Du gaz dihydrogène (H_2) et formation des ions hydroxydes HO^- au voisinage de l'autre électrodes.

Cette électrolyse est modélisée par l'équation de réaction suivante :



- 0,5 1-1- Préciser les couples (oxydant/réducteur) intervenant dans cette réaction.
- 0,5 1-2- Ecrire l'équation modélisant la réaction chimique ayant lieu au voisinage de la cathode.
- 0,75 1-3- Construire le tableau d'avancement de la réaction chimique se produisant au voisinage de l'anode.
- 0,75 1-4- Trouver l'expression de la quantité de matière n du corps formé à l'anode en fonction de : I , Δt et \mathcal{F} . Calculer sa valeur.

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

On prépare une solution (S_0) d'eau de Javel de concentration molaire C_0 en faisant réagir le gaz dichlore (Cl_2) avec les ions (HO^-) selon une transformation chimique supposée totale et rapide et modélisée par l'équation de réaction suivante :

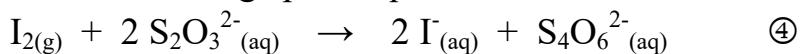


On ajoute de l'eau distillée à un volume de la solution (S_0) pour préparer une solution (S) de concentration molaire : $C = \frac{C_0}{10}$. On prélève un volume $V = 10 \text{ mL}$ de la

solution (S), et in lui ajoute une quantité en excès d'une solution acidifiée d'iodure de potassium ($\text{K}^+_{(aq)} + \text{I}^-_{(aq)}$), et quelques gouttes d'une solution d'amidon.

Les ions hypochlorites ClO^- oxydent, en milieu acide, les ions I^- selon la réaction modélisée par l'équation : $\text{ClO}^-_{(aq)} + 2 \text{I}^-_{(aq)} + 2 \text{H}^+_{(aq)} \rightarrow \text{I}_{2(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \quad ③$
On neutralise le diiode formé par une solution de thiosulfate de sodium ($2\text{Na}^+_{(aq)} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(aq)}$) de concentration molaire $C_2 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. L'équivalence est atteinte lorsque le volume versé est $V_E = 10,8 \text{ mL}$.

On modélise la réaction du dosage par l'équation suivante :



1 2-1- A l'aide du tableau d'avancement traduisant l'évolution du dosage, déterminer la quantité de matière $n(\text{I}_2)$ du diiode existant dans le mélange.

0,5 2-2- Sachant que $n(\text{I}_2)$ représente la quantité de diiode résultant de la réaction ③, déduire la quantité de matière $n(\text{ClO}^-)$ d'ions hypochlorites se trouvant dans le volume V .

0,75 2-3- Calculer la valeur de la concentration molaire C et en déduire celle de C_0 .

0,75 2-4- Trouver la valeur du degré chlorométrique ($D^\circ \text{ Chl}$) de la solution (S_0).

3- Propriétés acido-basiques d'eau de Javel :

L'ion hypochlorite ClO^- , l'ion actif de l'eau de Javel, est la base conjuguée de l'acide hypochloreux HClO , et peut réagir avec l'eau.

0,5 3-1- Ecrire l'équation modélisant cette réaction, sachant qu'elle est limitée.

1 3-2- Déterminer la valeur de la constante d'acidité K_A du couple (HClO/ClO^-).

Physique : (13 points)

Exercice 1 : Les ondes (03 points)

Les vents créent aux larges des océans des vagues qui se propagent vers les côtes.
Le but de cet exercice est d'étudier le mouvement de ces vagues.

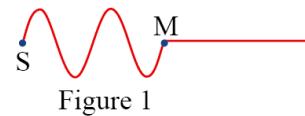
On considère que les ondes se propageant à la surface des eaux des mers sont progressives et sinusoïdales de période $T = 7 \text{ s}$.

0,5 1- L'onde étudiée est-elle longitudinale ou transversale ? Justifier.

1 2- Calculer V , la vitesse de propagation de ces ondes, sachant que la distance séparant deux crêtes consécutives est $d = 70 \text{ m}$.

3- La figure 1 modélise une coupe verticale de l'aspect de la surface de l'eau à un instant t.

On néglige le phénomène de dispersion, et on considère S comme source de l'onde et M son front loin de S de la distance SM.



0,5 3-1- A l'aide de la figure 1, écrire l'expression du retard temporel τ du mouvement de M par rapport à S en fonction de la longueur d'onde λ . Calculer la valeur de τ .

0,5 3-2- Préciser, en justifiant, le sens du mouvement de M à l'instant où l'onde l'atteint.

1 4- Les ondes arrivent à un portail de largeur $a = 60 \text{ m}$ situé entre deux quais d'un port (Figure 2). Recopier le schéma de la figure 2, et représenter dessus les ondes après la traversée du portail, et donner le nom du phénomène observé.

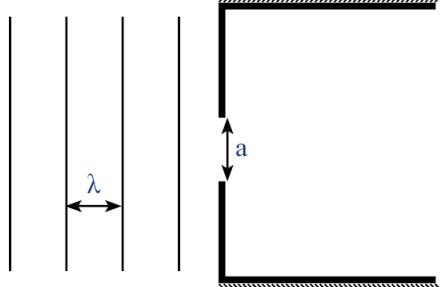


Figure 2

Exercice 2 : Electricité (04,5 points)

Les condensateurs sont utilisés pour stocker de l'énergie, afin de la récupérer pour l'utiliser dans les circuits électroniques.

Le but de cet exercice est d'étudier la charge d'un condensateur et sa décharge à travers une bobine.

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

On réalise le circuit représenté sur la figure 1 où G est un générateur qui débite dans le circuit un courant d'intensité constante.

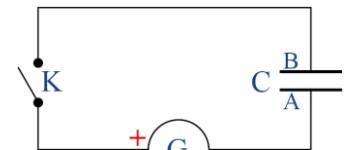


Figure 1

On ferme l'interrupteur à l'instant $t = 0$, le circuit est alors traversé par un courant d'intensité $I = 0,3 \text{ A}$.

l'étude des variations de la tension u_C aux bornes du condensateur permet de tracer le graphe de la figure 2

0,25 1-1- Préciser l'armature portant les charges électriques négatives.

0,25 1-2- Par exploitation du graphe de la figure 2, déduire si le condensateur était chargé ou non à l'instant $t = 0$?

0,5 1-3- Montrer que l'expression de u_C peut s'écrire sous la forme : $u_C = \frac{I \cdot t}{C}$ pour $u_C < u_{C \max}$.

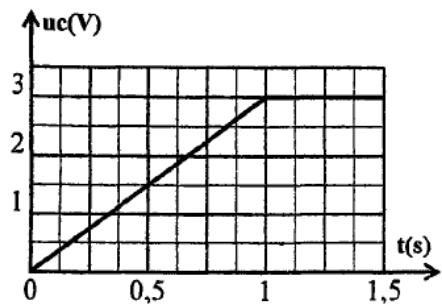


Figure 2

0,5 1-4- Donner, en exploitant le graphe, l'expression de $u_C = f(t)$ pour $u_C < u_{C \max}$. vérifier que la valeur de la capacité du condensateur est $C = 0,1 \text{ F}$.

0,5

1-5- Montrer que l'expression de l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur, à un instant t peut s'écrire : $E_e = \frac{1}{2} C u_C^2$, et calculer sa valeur maximale. On rappelle l'expression de la puissance instantanée : $\mathcal{P} = \frac{dW}{dt}$.

2- Partie II : Détermination du coefficient d'inductance d'une bobine

On réalise le circuit représenté sur la figure 3, et constitué de :

- Générateur de f.e.m : $E = 6$ V et de résistance interne négligeable;
- Résistor D_1 de résistance $R_1 = 48 \Omega$;
- Résistor D_2 de résistance R_2 ;
- Une bobine (b) de coefficient d'inductance L , et de résistance interne $r = R_2$.
- Deux interrupteurs K_1 et K_2 .

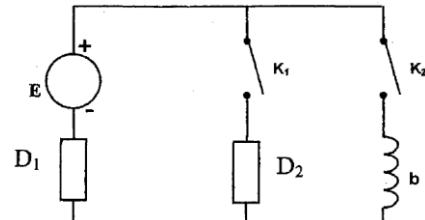


Figure 3

Dans une première phase, on maintient K_2 ouvert, et on ferme K_1 ;

Dans une deuxième phase, on maintient K_1 ouvert, et on ferme K_2 .

Sur la figure 4 sont représentées les courbes (a) et (b) traduisant les variations de l'intensité du courant traversant le circuit au cours de chacune des deux phases.

0,5
0,25
0,5
0,75
0,5

2-1- Associer, en justifiant, chaque courbe à la phase correspondante.

2-2- Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant $i(t)$ traversant le circuit au cours de la phase permettant d'obtenir la courbe (b).

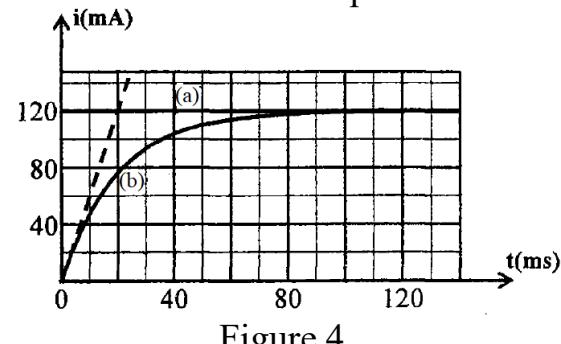


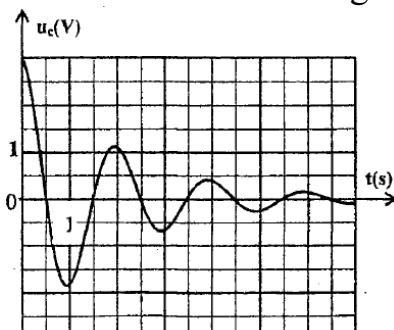
Figure 4

2-3- La solution de cette équation s'écrit sous la forme : $i(t) = Ae^{-\lambda t} + B$, où A , B et λ sont des constantes

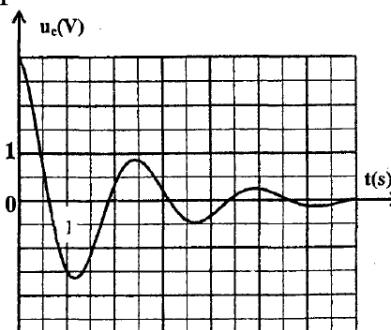
2-3-1- Exprimer λ , B et A en fonction des données nécessaires.

2-3-2- Déduire la valeur de L .

3- On charge complètement le condensateur précédent et on le décharge à travers la bobine (b). La visualisation des variations de la tension u_C en fonction du temps, permet d'obtenir l'un des graphes (c) et (d) représentés ci-dessous.



(c)



(d)

Déterminer le graphe correspondant à cette expérience, sachant que la valeur de la pseudo-période est voisine de celle la période propre de l'oscillateur.

Exercice 3 : Mécanique (05,5 points)

Les oscillateurs sont utilisés dans plusieurs domaines d'industrie, et quelques appareils de sport, de jeux et autres. Parmi ces oscillateurs, la balançoire considérée comme pendule.

Un enfant se balance à l'aide d'une balançoire constituée d'une barre utilisé comme siège, suspendue à l'aide de deux câbles fixés à un support fixe.

On modélise le système {Enfant + Balançoire} par un pendule simple constitué d'un :

- Câble inextensible, de masse négligeable, et de longueur ℓ ;
- Solide (S) de masse m.

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

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

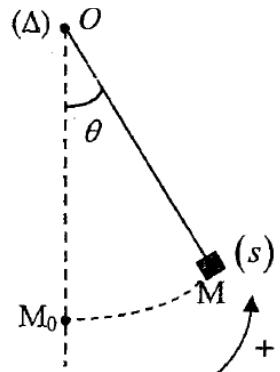
Données :

- $\ell = 3 \text{ m}$, $m = 18 \text{ kg}$, $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ (Intensité de pesanteur)
- On prendra dans le cas de petites oscillations : $\sin \theta \approx \theta$ et $\cos \theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$ (θ en rad)
- On néglige les dimensions de (S) par rapport à la longueur du fil, ainsi que tous les frottements.

1- Etude dynamique du pendule :

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

On repère la position du pendule à un instant t par son abscisse angulaire θ entre le pendule et la verticale passant par O, tel que $\theta = (\overrightarrow{OM_0}, \overrightarrow{OM})$ (voir figure).



1-1- Par application de relation fondamentale de la dynamique de rotation autour d'un axe fixe, montrer que l'équation différentielle du mouvement du pendule dans un repère galiléen lié à la terre s'écrit sous la forme : $\ddot{\theta} + \frac{g}{\ell}\theta = 0$.

1-2- Calculer la valeur de la période propre T_0 du pendule.

1-3- Ecrire l'équation horaire du mouvement du pendule.

1-4- Par application de la deuxième loi de Newton, et sa projection sur les axes du repère de Freinet, exprimer l'intensité T de la tension du câble à l'instant t en fonction de : m, g, θ , ℓ et v (Vitesse linéaire du solide (S)).

Calculer la valeur de T à l'instant $t = \frac{T_0}{4}$.

2- Etude énergétique :

On communique au pendule précédent initialement au repos à $t = 0$, une énergie cinétique de valeur $E_C = 264,6 \text{ J}$, qui le fait tourner dans le sens positif.

2-1- Ecrire l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur E_{pp} du pendule à un instant t en fonction de θ , m, ℓ et g.

Le plan horizontal passant par M_0 et choisi comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

2-2- A l'aide d'une étude énergétique, déduire la valeur maximale θ_m de l'abscisse angulaire.