

REPUBLICQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ●●●●● EXAMEN DU BACCALAUREAT SESSION 2018	<b>Session de contrôle</b>	
	Epreuve : <b>Sciences physiques</b>	Section : <b>Mathématiques</b>
	Durée : <b>3h</b>	Coefficient de l'épreuve: <b>4</b>

*Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5.  
La page 5/5 est à remplir par le candidat et à rendre avec sa copie*

## CHIMIE (7 points)

### Exercice 1: (3 points)

On effectue le suivi cinétique d'une transformation lente et supposée totale, mettant en jeu la réaction entre les ions iodure  $I^-$  et les ions peroxodisulfate  $S_2O_8^{2-}$ . Cette réaction chimique est modélisée par l'équation:

$$2I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$$

1) A l'instant  $t = 0$ , on mélange une solution aqueuse ( $S_1$ ) d'iodure de potassium KI, de volume  $V$  et de concentration molaire  $C_1$  avec une solution aqueuse ( $S_2$ ) de peroxodisulfate de potassium  $K_2S_2O_8$ , de même volume  $V$  et de concentration molaire  $C_2$ .

Par une procédure expérimentale convenable, on suit l'évolution des quantités de matière en ions  $I^-$  et en ions  $S_2O_8^{2-}$  en fonction de l'avancement  $x$  de la réaction.

Les résultats expérimentaux ont permis de tracer les courbes (a) et (b) de la figure 1.

- Dresser le tableau descriptif d'avancement  $x$  de la réaction chimique.
  - Montrer que la courbe (a) correspond à l'évolution de la quantité de matière en ions  $I^-$  en fonction de l'avancement  $x$ .
- 2) En exploitant les courbes (a) et (b) :
- Justifier que  $S_2O_8^{2-}$  est le réactif limitant et déduire l'avancement final  $x_f$  de la réaction.
  - Déduire les quantités de matière initiales des réactifs  $I^-$  et  $S_2O_8^{2-}$  notées respectivement  $n_{01}$  et  $n_{02}$ .

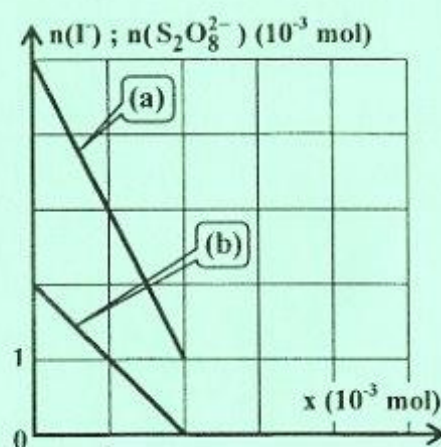


Figure 1

- 3) Sachant que la concentration molaire en ions  $I^-$  à la fin de la réaction est  $[I^-]_f = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Déterminer les valeurs de  $V$ ,  $C_1$  et  $C_2$ .
- 4) A l'aide d'un dispositif approprié, on trace la courbe de la figure 2 qui représente l'évolution de la quantité de matière  $n(I^-)$  au cours du temps.

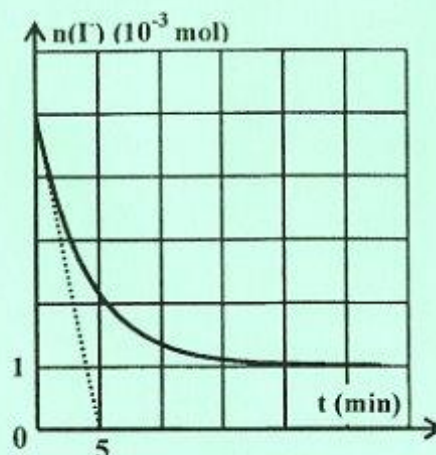


Figure 2

- Montrer que la vitesse de la réaction chimique étudiée peut

se mettre sous la forme :  $v(t) = - \frac{1}{2} \frac{dn(I^-)}{dt}$ .

- Déterminer graphiquement la valeur de cette vitesse à l'instant  $t = 0$ .



## Exercice 2: (4 points)

A 25°C, on réalise la pile électrochimique (P) symbolisée par :  $\text{Ni} | \text{Ni}^{2+}(\text{C}_1) || \text{Co}^{2+}(\text{C}_2) | \text{Co}$ .

Le potentiel standard du couple  $\text{Ni}^{2+} / \text{Ni}$  est  $E_{\text{Ni}^{2+} / \text{Ni}}^0 = -0,26 \text{ V}$ .

- 1) a- Représenter un schéma légendé de la pile (P).  
b- Écrire l'équation chimique associée à cette pile.
- 2) A partir d'un instant pris comme origine des temps ( $t = 0$ ), on laisse la pile (P) débiter un courant électrique dans un circuit extérieur et on suit l'évolution de sa fem  $E$  en fonction de  $\log \Pi$  ( $\Pi$  étant la fonction des concentrations). Cette étude expérimentale a permis d'obtenir la courbe représentée sur la figure 3 de la page 5/5, à remplir par le candidat et à rendre avec la copie.

En exploitant cette courbe :

- a- Montrer que la réaction qui a lieu spontanément quand la pile (P) débite un courant est :



En déduire les polarités de cette pile ;

- b- Déterminer :

- la constante d'équilibre  $K$  relative à l'équation chimique associée à la pile (P) ;
- la fem normale  $E^0$  de la pile (P). Déduire le potentiel standard  $E_{\text{Co}^{2+} / \text{Co}}^0$  du couple  $\text{Co}^{2+} / \text{Co}$ .

- 3) A l'équilibre dynamique, la quantité de matière totale des ions  $\text{Ni}^{2+}$  et  $\text{Co}^{2+}$  dans les deux solutions est  $n_T = 2,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$  et le taux d'avancement final de la réaction spontanée est  $\tau_f = 0,8$ .

- a- Dresser le tableau descriptif d'avancement volumique  $y$  relatif à la réaction spontanée.
- b- Déterminer les concentrations molaires initiales  $\text{C}_1$  et  $\text{C}_2$ .

On suppose, qu'au cours de la réaction, les volumes des solutions dans les deux compartiments de la pile sont égaux et restent inchangés ( $V_1 = V_2 = V = 200 \text{ mL}$ ). De plus, aucune des deux électrodes ne sera complètement consommée.

## PHYSIQUE : (13 points)

### Exercice 1: (5,5 points)

On dispose au laboratoire d'une bobine B d'inductance  $L$  et de résistance  $r$  et d'un dipôle D, dont les valeurs des grandeurs caractéristiques indiquées par le constructeur sont grattées.

Afin de retrouver les valeurs de ces grandeurs, on demande à un groupe d'élèves de réaliser les expériences suivantes (1) et (2) :

#### Expérience (1):

Le groupe d'élèves réalise le montage de la figure 4 comportant, montés en série, un générateur idéal de tension de fem  $E = 9 \text{ V}$ , la bobine B, un conducteur ohmique de résistance  $R = 50 \Omega$  et un interrupteur K.

Un oscilloscope à mémoire permet d'enregistrer :

- sur la voie X : la tension  $u_R(t)$  aux bornes du conducteur ohmique ;
- sur la voie Y : la tension  $u(t)$  aux bornes du générateur.

A l'instant  $t = 0$ , on ferme K. Les courbes, donnant l'évolution au cours du temps des tensions électriques  $u_R(t)$  et  $u(t)$ , sont représentées sur la figure 5 de la page 5/5, à remplir par le candidat et à rendre avec la copie.

- 1) a- Indiquer sur la figure 6 de la page 5/5 les branchements à réaliser à l'oscilloscope pour visualiser simultanément  $u_R(t)$  et  $u(t)$ .  
b- Justifier que la courbe  $\mathcal{C}_1$  de la figure 5 correspond à  $u_R(t)$ .

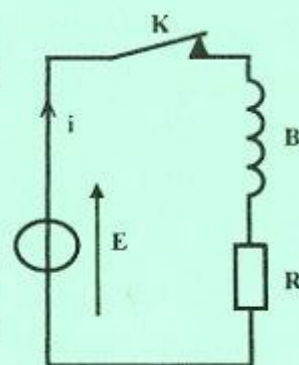


Figure 4



- 2) Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension  $u_R(t)$  aux bornes du conducteur ohmique s'écrit  $\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} u_R(t) = \frac{RE}{L}$ ; où  $\tau$  désigne la constante de temps du circuit électrique dont on donnera son expression en fonction de  $R$ ,  $r$  et  $L$ .
- 3) L'équation différentielle précédente admet comme solution  $u_R(t) = U_{R_m} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ ; où  $U_{R_m}$  est la valeur maximale de  $u_R(t)$ . Exprimer  $U_{R_m}$  en fonction de  $R$ ,  $r$  et  $E$ .
- 4) En exploitant les courbes  $\mathcal{C}_1$  et  $\mathcal{C}_2$  de la figure 5 :
- Montrer que  $r = 10 \Omega$ ;
  - Déterminer la valeur de la constante de temps  $\tau$  et déduire celle de l'inductance  $L$ .

### Expérience (2):

Dans le montage de la figure 4, le groupe d'élèves insère le dipôle  $D$  et remplace l'interrupteur  $K$  par un commutateur bipolaire  $K'$  comme le montre la figure 7.

À  $t = 0$ , on bascule  $K'$  sur la position 2. A l'aide d'un oscilloscope à mémoire convenablement branché aux bornes du dipôle  $D$ , on visualise la tension  $u_D(t)$ . On obtient la courbe de la figure 8.

- 5) a- Les oscillations de la tension  $u_D(t)$  sont dites libres amorties. Justifier cette affirmation et nommer le régime des oscillations obtenu.
- b- Montrer que le dipôle  $D$  ne peut-être qu'un condensateur.

- 6) Le dipôle  $D$  étant un condensateur de capacité  $C$ . Préciser, en le justifiant, s'il est en phase de charge ou en phase de décharge entre les instants  $t_1$  et  $t_2$ .

- 7) a- Exprimer, en fonction de  $L$ ,  $C$ ,  $u_D(t)$  et  $\frac{du_D(t)}{dt}$  l'énergie électromagnétique  $E$ .

- b- Montrer qu'à l'instant  $t_1$  l'énergie  $E$  s'écrit sous la forme :

$$E_1(t_1) = \frac{1}{2} LC^2 \left( \frac{du_D(t)}{dt} \right)^2$$

- c- Sachant que  $E_1(t_1) = 5.10^{-5} J$ , déterminer la capacité  $C$  du condensateur.

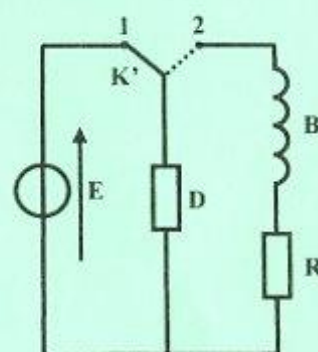


Figure 7

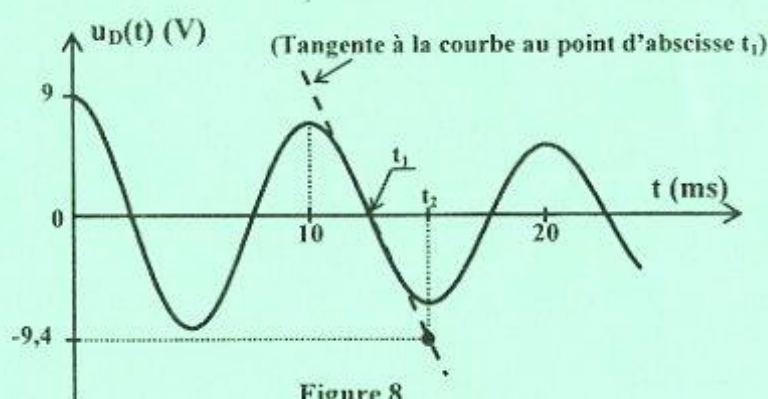


Figure 8

### Exercice 2: (4,5 points)

Données :

Constante de Planck $h = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$	Célérité de la lumière dans le vide $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$	$1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$	$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$
--	--	---	------------------------------------

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont quantifiés et obéissent à la relation  $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ ; où

$n$  est un entier naturel non nul.

- Expliquer le qualificatif « quantifié ».
  - Préciser la signification de  $E_0$  pour l'atome d'hydrogène.
- On représente sur la figure 9 de la page 5/5, à remplir par le candidat et à rendre avec la copie, les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène. Compléter le diagramme en indiquant les valeurs des énergies en fonction de  $E_0$ .



- 3) Un faisceau d'électrons monocinétiques d'énergie cinétique  $E_c = 0,9 E_0$ , entre en collision avec un gaz d'hydrogène à faible pression. Un transfert d'énergie peut avoir lieu entre un électron et un atome d'hydrogène dans son état fondamental.

Montrer que l'atome d'hydrogène ne peut absorber que deux quanta d'énergie. Préciser les niveaux d'énergie correspondants.

- 4) On considère les transitions de l'atome d'hydrogène d'un niveau excité  $n$  à un même niveau  $p$ , tel que  $p < n$ ;  $p$  étant un entier naturel non nul.

On porte dans le tableau ci-contre, les valeurs de  $n$  et les variations  $\Delta E_{n,p}$  de l'énergie qui correspondent à ces transitions.

$n$	3	4	5	6
$\Delta E_{n,p}$ (eV)	-1,888	-2,550	-2,856	-3,022

a- Montrer que  $\Delta E_{n,p} = E_0 \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right)$ .

b- A partir du tableau, déterminer la valeur de  $E_0$ .

c- Dédurre que les transitions considérées correspondent à la série de Balmer.

- 5) On considère deux radiations (a) et (b) de longueurs d'onde respectives  $\lambda_1 = 450 \text{ nm}$  et  $\lambda_2 = 487 \text{ nm}$ . Préciser, en le justifiant, la radiation qui correspond à l'une des transitions de la série de Balmer.

### Exercice 3: (3points)

#### « Étude d'un document scientifique »

#### La résonance, une question de fréquence et d'énergie

La résonance est un phénomène pouvant affecter de très nombreux systèmes : mécaniques, électriques, acoustiques... Tout système pouvant accumuler de l'énergie est un système résonant...

De cette définition découlent deux conditions essentielles : il doit y avoir une accumulation d'énergie par le système et cette accumulation doit être effectuée à une fréquence bien particulière dépendant du système appelée « fréquence de résonance »...

Plus un système accumule de l'énergie à sa fréquence de résonance, plus ses oscillations vont être importantes, ce qui engendre des effets néfastes sur certaines structures... C'est notamment le cas des grands immeubles soumis aux tremblements de terre. Les vibrations engendrées par les ondes sismiques, se propageant dans le sol à une fréquence déterminée, sont communiquées aux immeubles qui emmagasinent progressivement de l'énergie. Si la fréquence des vibrations est proche de la fréquence propre de l'immeuble, ce dernier subit des oscillations d'amplitude croissante jusqu'à devenir instable et s'effondrer...

Afin de réduire les effets de la résonance sur les immeubles, des systèmes d'amortissement, tels que les pendules et les amortisseurs, sont installés au sein des immeubles pour dissiper l'énergie cinétique des vibrations.

D'après <http://trustmyscience.com/resonance-dangers>

#### Questions:

- 1) Préciser les conditions pour lesquelles un système soit résonant.
- 2) Indiquer, en le justifiant, le type de résonance mis en jeu dans ce texte.
- 3) Expliquer comment se manifeste le phénomène de résonance lors de l'effondrement de l'immeuble. Préciser, dans ce cas, l'excitateur et le résonateur.
- 4) Relever du texte la solution permettant d'éviter l'effondrement des immeubles. Préciser son rôle.



Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....  
 Nom et Prénom : .....  
 Date et lieu de naissance : .....

Signatures des surveillants

Épreuve: sciences physiques- Section: **Mathématiques** - Session de contrôle - 2018  
 Feuille à compléter par le candidat et à rendre avec la copie

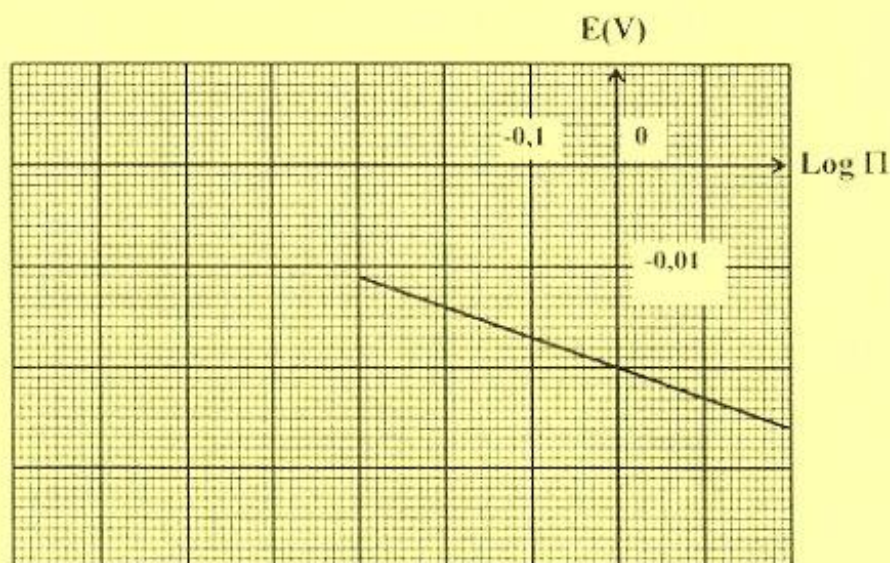


Figure 3

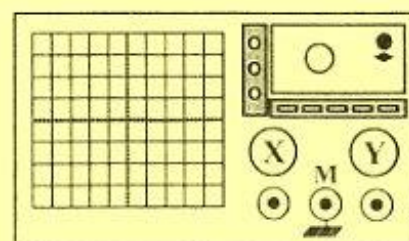


Figure 6

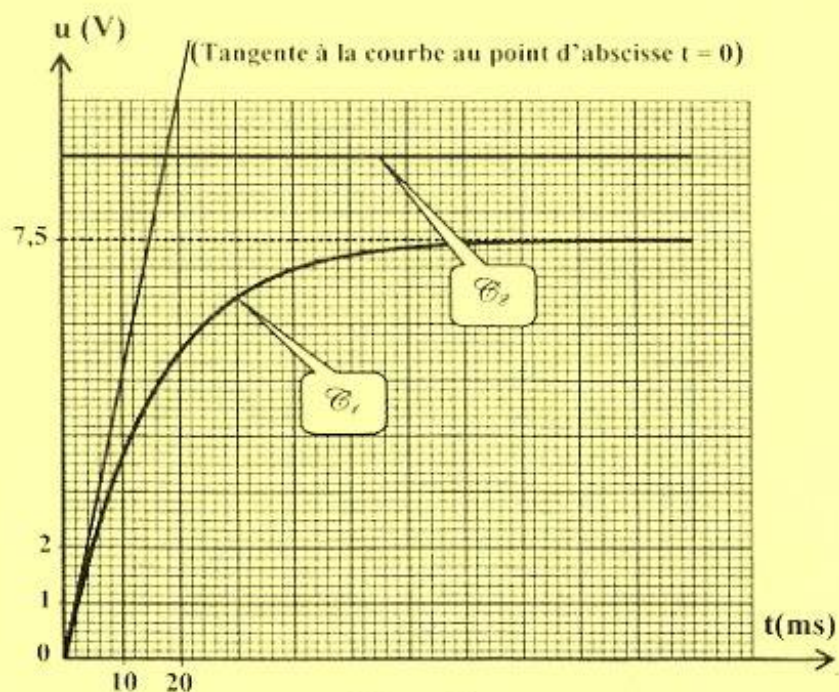


Figure 5

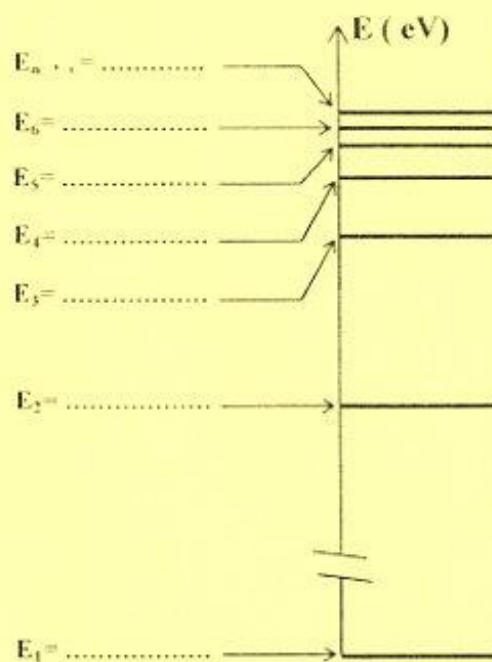


Figure 9