

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT	Session de contrôle	2024
	Épreuve : Sciences physiques	Section : Sciences expérimentales	
	Durée : 3h	Coefficient de l'épreuve: 4	

N° d'inscription

Le sujet comporte quatre pages numérotées de 1/4 à 4/4.

Chimie (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

Toutes les expériences sont réalisées à **25 °C**, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$. On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau devant ceux provenant de l'ionisation de la monobase qui sera étudiée.

On considère une solution aqueuse (**S**) d'une monobase faible **B** de concentration molaire **C** et de **pH** donné. On désigne par τ_f le taux d'avancement final de la réaction de **B** avec l'eau dans (**S**). On suppose que la monobase **B** est faiblement ionisée dans la solution (**S**) ($\tau_f \leq 0,05$).

I/

1) Écrire l'équation de la réaction de la monobase **B** avec l'eau.

2) Montrer que $C = 10^{(2pH - pK_e - pK_a)}$

II/ On dispose d'une solution aqueuse (**S**₀) de la monobase faible **B** de concentration molaire **C**₀ = 0,1 mol.L⁻¹.

On prélève un volume **V**₀ = 20 mL de la solution (**S**₀), auquel on ajoute un volume **V**_e d'eau distillée ; on obtient une solution aqueuse diluée (**S**₁) de concentration molaire **C**₁. On dose un volume **V**_{b1} = 10 mL de la solution (**S**₁) par une solution aqueuse (**S**_a) d'acide chlorhydrique (monoacide fort) de concentration molaire **C**_a. Le suivi pH-métrique du dosage permet de tracer la courbe de la **figure 1**, traduisant l'évolution du **pH** du mélange réactionnel en fonction du volume **V**_a versé de la solution (**S**_a). On désigne par **V**_{aE} le volume ajouté de la solution (**S**_a) pour atteindre le point d'équivalence **E**.

1) En exploitant la courbe de la **figure 1** :

- a- justifier que la monobase **B** est faible ;
- b- déterminer le **pK**_a du couple **BH**⁺ / **B**.

2) On désigne par τ_{f1} , le taux d'avancement final de la réaction de la monobase **B** avec l'eau dans (**S**₁). On suppose que **C**₁ ≥ 0,02 mol.L⁻¹.

- a- Justifier que la monobase **B** est faiblement ionisée dans (**S**₀).
- b- Déduire les valeurs de **C**₁ et **C**_a.

3) Déterminer la valeur du volume **V**_e.

4) Dans un bécher, on mélange un volume **V**_{b0} = 10 mL de la solution (**S**₀) avec un volume **V**_a = 10 mL de la solution (**S**_a) d'acide chlorhydrique. Justifier que le mélange obtenu représente une solution tampon.

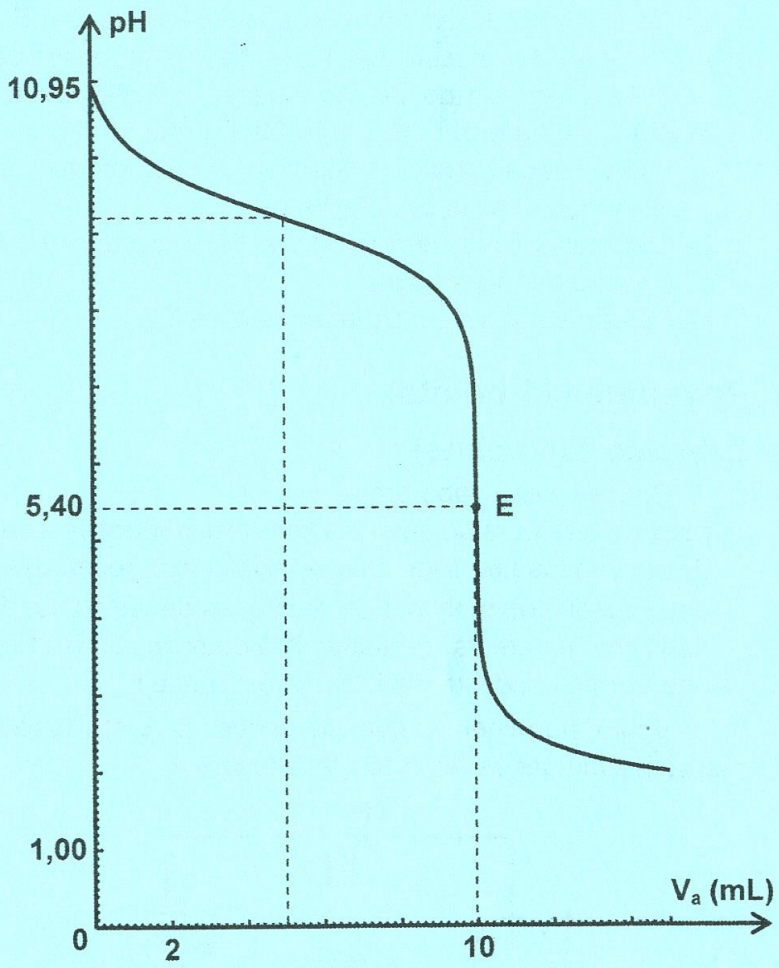


Figure 1

Exercice 2 (4,5 points)

À 25 °C, on réalise la pile électrochimique (P) dont le schéma est représenté sur la **figure 2**.

Durant toute l'expérience, on négligera les variations de volume et on supposera qu'aucune lame ne sera complètement consommée.

- 1) a- Écrire l'équation chimique associée à la pile (P).
- b- Exprimer la fem initiale E_i de la pile (P) en fonction de sa fem standard E° et la concentration C .

- 2) Pour différentes valeurs de la concentration C , on mesure à l'aide d'un voltmètre la fem initiale E_i de la pile correspondante. Les résultats expérimentaux ont permis de tracer la courbe de la **figure 3** traduisant l'évolution de E_i en fonction du logarithme décimal de C : $\log C$.

- a- Déterminer graphiquement la valeur de E° .
- b- Déduire la valeur de la constante d'équilibre K relative à l'équation chimique associée à la pile (P).

- 3) Maintenant, on considère la pile (P_0) dont la concentration C est telle que : $\log C = -1$. Les deux solutions contenues dans les deux compartiments de la pile (P_0) ont le même volume $V = 100 \text{ mL}$. On ajoute un volume V_e d'eau distillée dans l'un des compartiments de cette pile (P_0), on obtient ainsi une pile notée (P_1). On mesure à l'aide d'un voltmètre la fem initiale E_{i1} de la pile (P_1). On constate que E_{i1} est négative. On enlève le voltmètre et on relie les bornes de la pile (P_1) à un circuit extérieur comportant un conducteur ohmique. On laisse cette pile débiter du courant électrique dans le circuit extérieur. Après une durée suffisante, la fem E de cette pile s'annule et la masse de l'une des électrodes augmente de $m = 29,1 \text{ mg}$. On donne les masses molaires de Ni et de Co : $M(\text{Ni}) = 58,7 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{Co}) = 58,9 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

- a- Écrire l'équation de la réaction qui se produit spontanément lorsque la pile (P_1) débite du courant électrique dans le circuit extérieur.
- b- Déterminer l'avancement final x_f de la réaction qui se produit spontanément.
- c- Déduire que $V_e = 50 \text{ mL}$.
- d- Déterminer la valeur de la fem initiale E_{i1} .

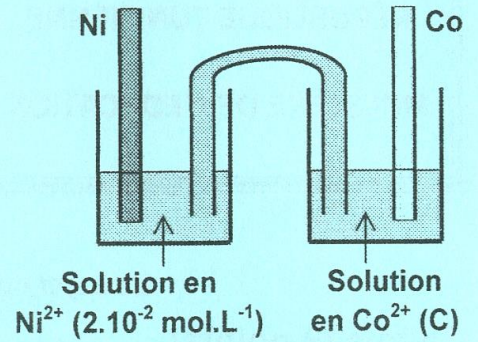


Figure 2

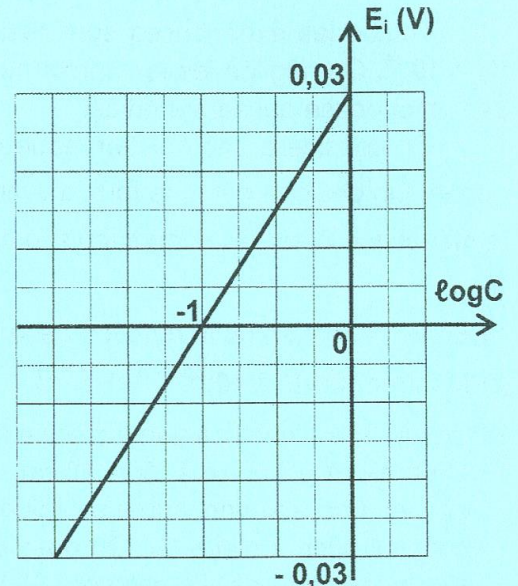


Figure 3

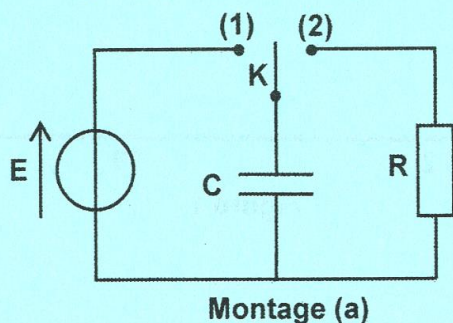
Physique (11 points)

Exercice 1 (4 points)

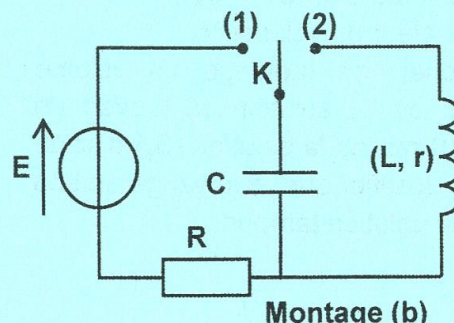
On dispose au laboratoire de :

- deux générateurs de tension identiques supposés idéaux et de fem E chacun ;
- deux condensateurs identiques initialement déchargés et de capacité C chacun ;
- deux conducteurs ohmiques identiques de résistance $R = 1 \text{ k}\Omega$ chacun ;
- deux commutateurs identiques K à deux positions (1) et (2) chacun ;
- une bobine d'inductance L et de résistance r .

Pour déterminer les caractéristiques C , L et r respectivement des deux condensateurs et de la bobine, on réalise les montages (a) et (b) de la **figure 4**.



Montage (a)



Montage (b)

Figure 4

1) À l'instant $t = 0$ et dans les deux montages (a) et (b), on ferme simultanément les deux commutateurs K en les plaçant en positions (1). Après une durée Δt , on bascule simultanément ces deux commutateurs en positions (2). Les évolutions en fonction du temps de la tension $u_c(t)$ aux bornes de chacun des deux condensateurs sont données par les enregistrements (c) et (d) de la figure 5.

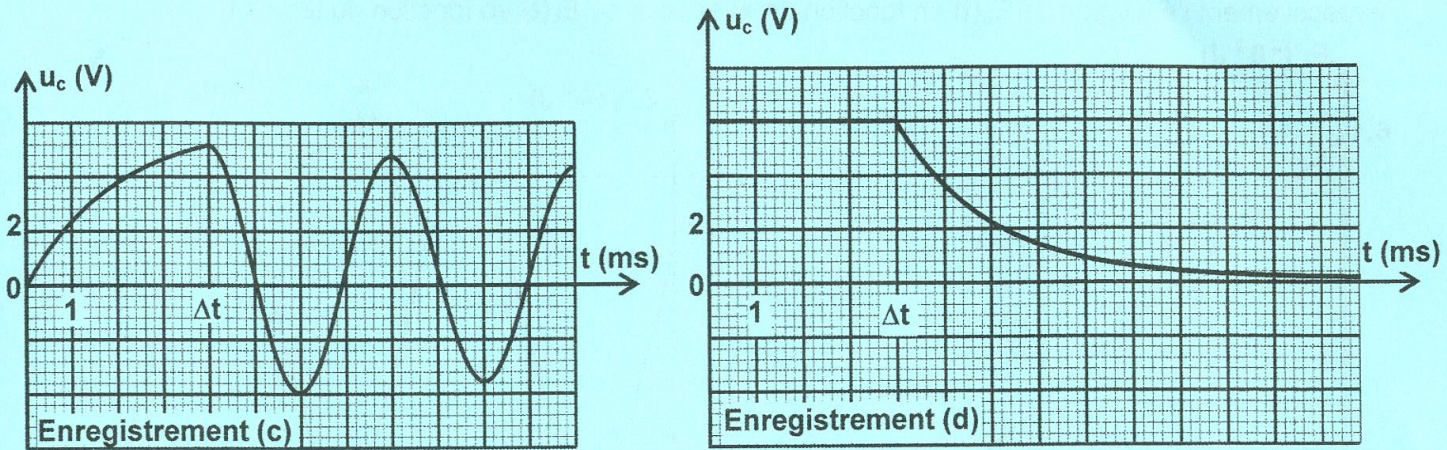


Figure 5

- a- Pour chacun des deux montages, nommer le phénomène observé au niveau du condensateur pour :
 - $0 \leq t \leq \Delta t$;
 - $t > \Delta t$.
 - b- Associer en le justifiant, chaque enregistrement au montage correspondant.
 - c- Expliquer la différence remarquée entre :
 - les formes des courbes traduisant l'évolution de la tension $u_c(t)$ pour $0 \leq t \leq \Delta t$;
 - les valeurs prises par la tension $u_c(t)$ à l'instant de date Δt .
- 2) a- En exploitant les enregistrements (c) et (d), déterminer les valeurs de E , de la pseudo-période T de l'oscillateur formé par le condensateur et la bobine et de la constante de temps τ du circuit de charge du condensateur du montage (b).
- b- Déduire les valeurs de C et L . On suppose que la pseudo-période T est égale à la période propre T_0 de l'oscillateur LC.
- 3) Par une méthode appropriée, on détermine, à l'instant $t_1 = \Delta t + \frac{T}{4}$, la valeur de la tension électrique u_1 aux bornes de la bobine ainsi que celle de l'énergie totale E_1 de l'oscillateur électrique (montage (b) : K en position (2)). Sachant que $|u_1| = 145 \text{ mV}$ et $E_1 = 2,1 \cdot 10^{-5} \text{ J}$, déterminer la valeur de la résistance r de la bobine.

Exercice 2 (4 points)

Le pendule élastique de la figure 6 est constitué d'un ressort (R) à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur k , lié à un solide (S) de masse m qui peut se déplacer le long d'une tige (T). L'autre extrémité du ressort est fixe. À l'équilibre, le centre d'inertie G de (S) coïncide avec l'origine O d'un repère (O, \vec{i}) porté par un axe horizontal $x'x$. À un instant t donné, la position de G est repérée par son abscisse $x(t)$ et la vitesse instantanée de G est $v(t)$. On néglige tout type de frottement. L'énergie potentielle de pesanteur est supposée nulle au niveau du plan horizontal contenant la tige (T).

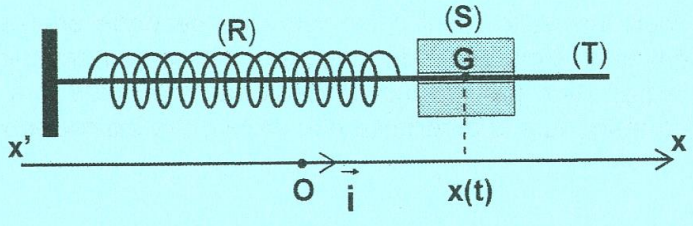


Figure 6

On écarte le solide (S) de sa position d'équilibre jusqu'à une position d'abscisse x_0 positive, et on le lâche à l'instant $t = 0$ avec une vitesse de valeur algébrique v_0 . L'équation différentielle régissant les oscillations de G est donnée par : $\frac{d^2x(t)}{dt^2} + \frac{k}{m}x(t) = 0$.

La solution de cette équation différentielle est de la forme : $x(t) = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$; avec X_m l'amplitude de $x(t)$, φ_x sa phase initiale et $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ est la pulsation propre de l'oscillateur { (R), (S) }.

- 1) a- Justifier que le système { (R), (S) } est conservatif.

b- Montrer que l'énergie cinétique $E_c(t)$ du solide (S) à un instant t quelconque, s'écrit :

$$E_c(t) = -\frac{1}{2}kx^2(t) + \frac{1}{2}kX_m^2.$$

2) Grâce à un protocole expérimental approprié, on trace les courbes des figures 7 et 8 traduisant respectivement l'évolution de $E_c(t)$ en fonction de x^2 et celle de $E_c(t)$ en fonction du temps t .

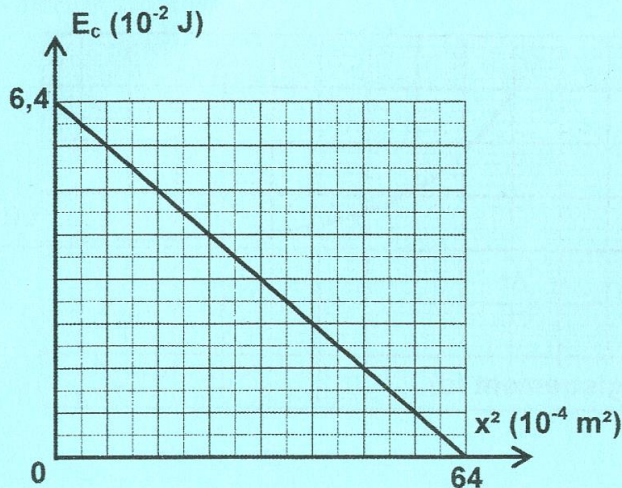


Figure 7

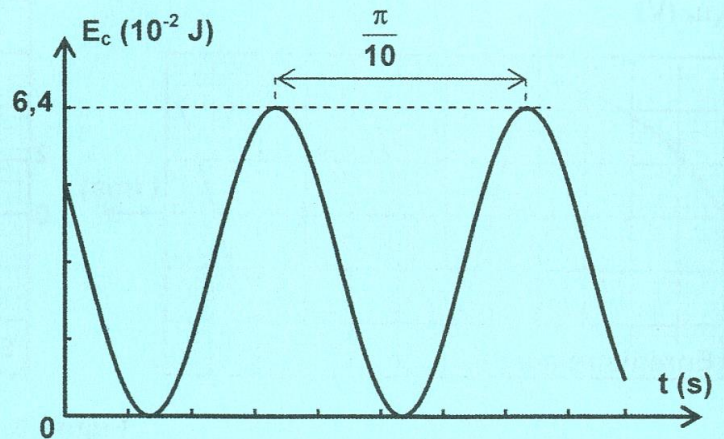


Figure 8

- a- En exploitant les deux courbes des figures 7 et 8, déterminer les valeurs de k , X_m , m et v_0 .
 b- Déduire la valeur de x_0 .
 c- Déterminer la valeur de la phase initiale φ_x .

Exercice 3 (3 points)

« Étude d'un document scientifique »

L'atome d'hydrogène dans le modèle de Bohr

Examinons l'atome d'hydrogène du point de vue du modèle de Bohr... Supposons que nous ayons un contenant d'hydrogène à travers lequel passent toute une série de photons, permettant à de nombreux électrons de monter à des niveaux plus élevés. Lorsque nous éteignons la source de lumière, ces électrons « retombent » des orbites les plus grandes vers des orbites plus petites et émettent des photons de lumière, uniquement de la lumière dont les énergies correspondent à la différence d'énergie entre les orbites autorisées...

Normalement, un atome se trouve dans l'état d'énergie la plus faible possible, son **état fondamental**. Dans le modèle de Bohr de l'atome d'hydrogène, l'état fondamental correspond à la présence de l'électron sur l'orbite la plus interne. Un atome peut absorber de l'énergie (seules certaines énergies discrètes sont autorisées), ce qui l'élève à un niveau d'énergie supérieur, c'est ce que l'on appelle **l'excitation**. On dit alors que l'atome est dans un état excité. En général, un atome ne reste excité que très peu de temps. Après un court intervalle (cent millionième de seconde environ), il revient spontanément à son état fondamental, avec émission simultanée de lumière. L'atome peut revenir à son état le plus bas en un seul saut, ou il peut effectuer la transition par étapes de deux sauts ou plus... À chaque saut, il émet un photon dont la longueur d'onde correspond à la différence d'énergie entre les niveaux au début et à la fin de ce saut.

D'après <https://query.libretexts.org>

- 1) a- En se référant au texte, définir l'état fondamental d'un atome.
 b- En déduire parmi les propositions suivantes celle qui est juste :
 - un atome d'hydrogène pris dans son état fondamental peut émettre un photon ;
 - un atome d'hydrogène pris dans son état fondamental peut absorber un photon.
 c- Dégager à partir du texte un passage qui confirme la quantification de l'énergie d'un atome.
- 2) Un atome d'hydrogène pris dans son état fondamental reçoit un photon de fréquence $\nu = 3,5 \cdot 10^{15}$ Hz. Montrer que l'énergie reçue peut ioniser l'atome d'hydrogène.

On donne :

- Les niveaux énergétiques possibles de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation :

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ en eV ; } n \text{ est un entier naturel non nul.}$$
- $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; constante de Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$