BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Session 2012

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Enseignement Obligatoire

Durée de l'épreuve : 3 heures 30 – Coefficient : 6

L'usage des calculatrices est autorisé.

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

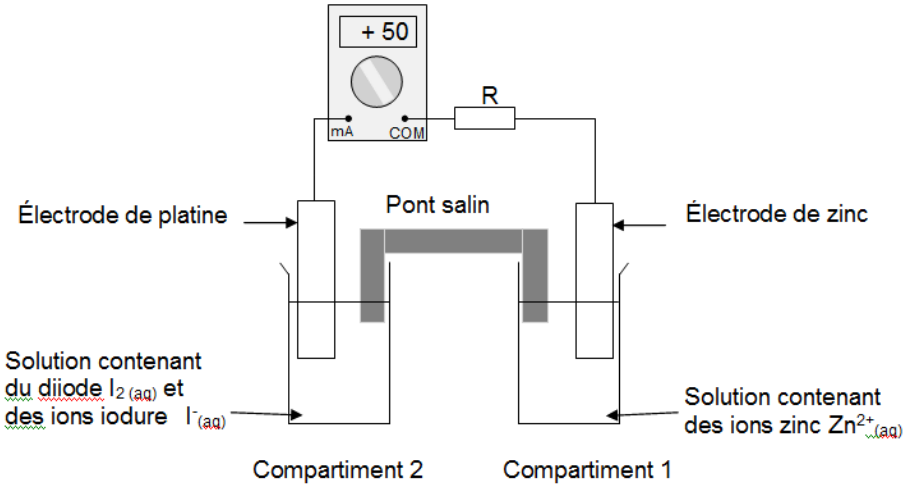
Ce sujet comporte 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11

Les feuilles d'annexes (pages 10/11 et 11/11)
SONT À RENDRE AGRAFÉES À LA COPIE

12PYSCOPO1

EXERCICE 1 : UN DOSAGE POUR DÉTERMINER LA DURÉE DE FONCTIONNEMENT D'UNE PILE (7 POINTS)

La pile étudiée est une pile diiode - zinc. Elle est composée de deux demi-piles reliées par un pont salin, papier filtre imbibé d'une solution de chlorure de potassium ($K^+_{(aq)}$+$Cl^-_{(aq)}$). La première demi-pile (compartiment 1) est constituée d'une lame de zinc plongeant dans 100 mL de solution contenant des ions zinc à la concentration molaire $[Zn^{2+}_{(aq)}]_0 = 1{,}0 \times 10^{-1}$ mol.L^{-1}. La seconde demi-pile (compartiment 2) est constituée d'une lame de platine plongeant dans 100 mL d'une solution brune contenant du diiode de concentration molaire $[I_{2(aq)}]_0 = 1{,}0 \times 10^{-1}$ mol.L^{-1} et des ions iodure de concentration molaire $[I^-_{(aq)}]_0 = 5{,}0 \times 10^{-2}$ mol.L^{-1}. L'électrode de platine ne subit aucune altération chimique lorsque la pile fonctionne.
On associe à cette pile un ampèremètre et une résistance en série comme indiqué sur le schéma ci-dessous.



Données :
Couples oxydant réducteur : I_2/I^- Zn^{2+}/Zn
Constante de Faraday : F = 96 500 C.mol^{-1}

1. Réalisation de la pile

1.1. Sur le schéma de l'**annexe 1 à rendre avec la copie**, indiquer le sens conventionnel du courant et les polarités de la pile. Justifier.

1.2. Écrire les demi-équations des réactions se produisant aux électrodes et préciser la nature de ces réactions.

1.3. En déduire l'équation globale de fonctionnement de la pile.

1.4. Préciser la nature et le sens de déplacement des porteurs de charges à l'intérieur et à l'extérieur de la pile en complétant le schéma de l'**annexe 1 à rendre avec la copie**.

12PYSCOPO1

2. Étude de la pile

2.1. Donner l'expression du quotient de réaction initial Q_{ri} et calculer sa valeur.

2.2. La constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction ayant pour réactifs le zinc métal et le diiode en solution aqueuse est $K = 10^{46}$ à la température T = 25 °C. Prévoir le sens d'évolution spontanée du système chimique constituant la pile.

2.3. Que peut-on dire de l'évolution de la concentration molaire en diiode dans le compartiment 2 lorsque la pile fonctionne ? Justifier à partir de l'expression du quotient de réaction Q_r.

3. Durée de fonctionnement de la pile

On laisse fonctionner la pile pendant la durée Δt. On suppose que l'intensité I du courant débité par la pile reste constante et égale à 50 mA.
Pour déterminer la quantité de matière de diiode ayant été consommée pendant le fonctionnement de la pile, on dose le diiode restant dans le compartiment 2 de la pile avec une solution incolore de thiosulfate de sodium ($2\ Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}{}_{(aq)}$) de concentration molaire en soluté apporté $C_1 = 2{,}0 \times 10^{-1}$ mol.L^{-1}.
On précise que la couleur brune de la solution du compartiment 2 est due à la présence de diiode, seule espèce colorée mise en jeu.
Le volume de solution de thiosulfate de sodium versé à l'équivalence est $V_{1,E} = 14{,}7$ mL.

L'équation de la réaction servant de support au dosage est :

$$2\ S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} + I_{2(aq)} = S_4O_6^{2-}{}_{(aq)} + 2\ I^-_{(aq)}.$$

3.1. Faire un schéma annoté du dispositif expérimental de dosage.

3.2. Définir l'équivalence d'un dosage. Comment la repère-t-on ici ?

3.3. Quantité de matière de diiode consommé

3.3.1. Compléter le tableau d'avancement de l'**annexe 1 à rendre avec la copie**. On note x' l'avancement de la réaction de dosage.

3.3.2. Déterminer la valeur de la quantité de matière n_2 de diiode restant dans le compartiment 2 avant le dosage.

3.3.3. En déduire la quantité de matière $n_{cons}(I_2)$ de diiode consommé lors du fonctionnement de la pile.

3.4. Durée de fonctionnement de la pile

3.4.1. En déduire la valeur de l'avancement x de la réaction correspondant au fonctionnement de la pile au bout de la durée Δt.

3.4.2. Exprimer la quantité de matière d'électrons échangée pendant le fonctionnement de la pile en fonction de x.

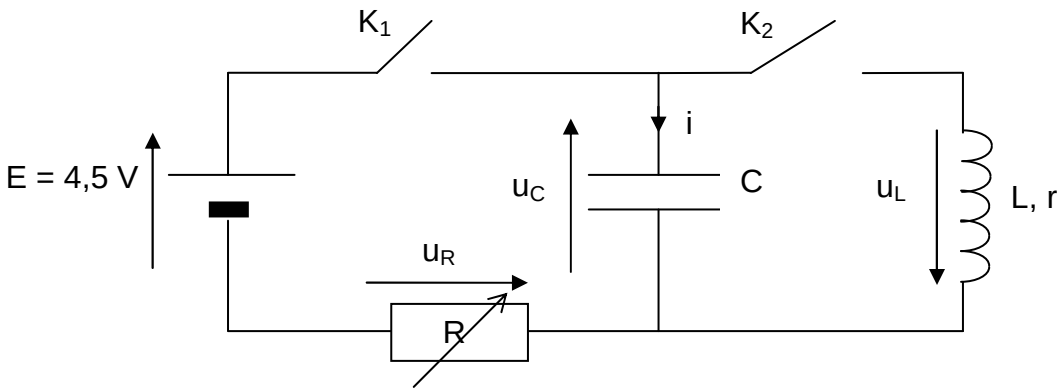
3.4.3. Vérifier que la quantité d'électricité fournie par la pile est proche de $1{,}6 \times 10^3$ C.

3.4.4. En déduire la durée Δt de fonctionnement de la pile.

EXERCICE 2 : RÉALISATION D'UNE BALISE EXPÉRIMENTALE (5 points)

Après la lecture d'un article concernant le suivi à l'aide de balises Argos de différents animaux de mer, un élève de terminale S envisage de réaliser une balise lumineuse émettant des flashs à intervalles de temps réguliers. Il pense en équiper sa tortue afin de suivre les mouvements de celle-ci lors de ses déplacements nocturnes.
Pour que la diode électroluminescente émette des flashs, il veut obtenir des oscillations électriques.

Dans un premier temps, il réalise le montage schématisé ci-dessous comportant une pile de force électromotrice E = 4,5 V et de résistance interne négligeable, une bobine d'inductance L et de résistance r, une résistance R réglable et un condensateur de capacité C dont on cherche à déterminer la valeur.



1. Charge du condensateur

1.1. L'élève souhaite suivre l'évolution de la tension aux bornes du condensateur lors de sa charge à l'aide d'un système d'acquisition. Faire figurer sur l'**annexe 2 à rendre avec la copie** les branchements nécessaires à cette acquisition**.**

1.2. Les interrupteurs K_1 et K_2 sont ouverts, le condensateur est déchargé. À la date t = 0 s, il ferme l'interrupteur K_1 et déclenche l'acquisition de la tension u_C. L'élève obtient la courbe donnant $u_C = f(t)$ et représentée sur l'**annexe 2 à rendre avec la copie**.
Déterminer la constante de temps τ en précisant la méthode utilisée.

1.3. Donner l'expression littérale de τ.
La valeur de la résistance R est réglée sur 100 Ω. Calculer la valeur de C.

1.4. Indiquer comment procéder pour charger plus rapidement ce condensateur.

12PYSCOPO1

2. Décharge du condensateur à travers la bobine

Le condensateur étant chargé, on ouvre l'interrupteur K_1 et on ferme l'interrupteur K_2 à une date prise comme nouvelle origine (t = 0 s).

2.1. Donner les valeurs de la tension u_C et de l'intensité i à la date t = 0 s. Justifier.

2.2. Étude théorique

On néglige pour cette question la résistance r de la bobine.

2.2.1. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C s'écrit :

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC}\,u_C = 0$$

2.2.2. La solution de cette équation différentielle est de la forme :

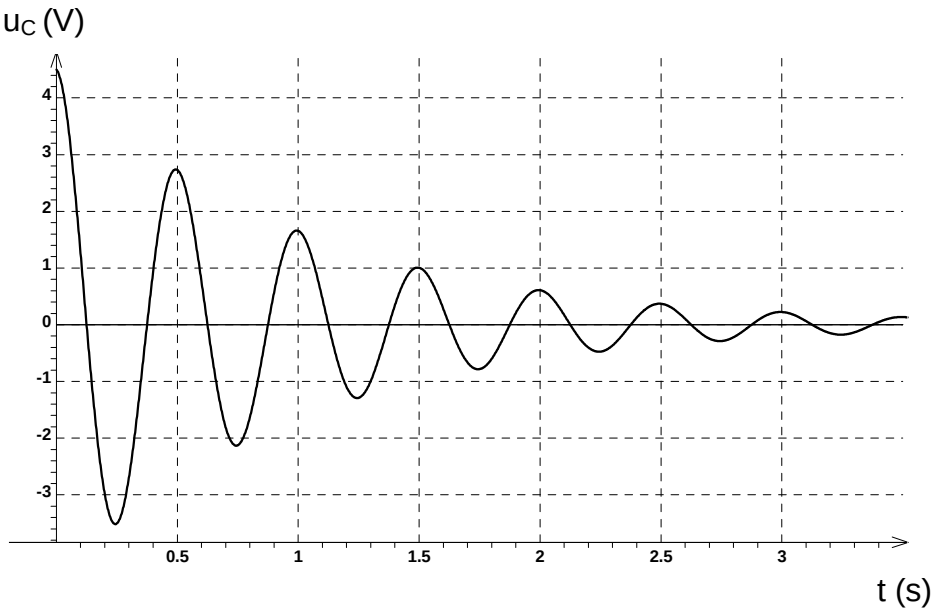
$$u_C = A\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t\right)$$

avec A une constante et T_0 la période propre de l'oscillateur LC.
Déterminer la valeur de A.

2.2.3. L'expression de la période propre d'un circuit LC est : $T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$.
Montrer à l'aide d'une analyse dimensionnelle que la période propre T_0 est homogène à un temps.

2.3. Étude expérimentale

2.3.1. À l'aide du dispositif d'acquisition, on enregistre l'évolution de la tension aux bornes du condensateur lors de sa décharge. On obtient la courbe représentant $u_C = f(t)$ ci-après.



L'étude expérimentale montre qu'il y a un amortissement des oscillations. Quelle simplification effectuée dans l'étude théorique précédente n'est manifestement pas justifiée ? Expliquer.

12PYSCOPO1

2.3.2. On ajoute au montage précédent un dispositif électronique permettant d'obtenir des oscillations électriques sinusoïdales de période T_0. L'évolution de la tension u_C à l'aide de ce dispositif est donnée sur l'**annexe 2 à rendre avec la copie.**
Quel est le rôle du dispositif électronique ?

3. Conception du flash

L'élève intègre une diode électroluminescente idéale (DEL) au circuit de manière à ce qu'elle n'en perturbe pas le fonctionnement.
La DEL ne s'allume que lorsque la tension u_C est positive.

3.1. Sur le graphe $u_c(t)$ de l'**annexe 2 à rendre avec la copie**, surligner sur l'axe des abscisses, les parties où la DEL s'allume.

3.2. L'œil arrive à distinguer deux flashs successifs si la durée d'extinction de la DEL est supérieure à 50 ms. L'élève pourra-t-il voir séparément les flashs ?

12PYSCOPO1

EXERCICE 3 : MESURE DE VITESSE À L'AIDE D'UN CINÉMOMÈTRE (4 POINTS)



Un cinémomètre permet la détermination de la vitesse d'un véhicule. Les distances successives séparant le véhicule de l'appareil sont obtenues par la mesure du temps mis par une impulsion laser pour atteindre la cible visée et revenir au cinémomètre après réflexion.

Un compteur électronique de temps est déclenché lorsque l'impulsion est émise par le laser et arrêté lorsque l'impulsion « retour » est détectée. Connaissant le temps d'aller et retour ainsi que la vitesse de la lumière, on en déduit facilement la distance cinémomètre-cible.
Pour connaître la vitesse de la cible, il suffit de répéter ce processus à des intervalles de temps fixes. La variation de distance obtenue par unité de temps donne une valeur très précise de la vitesse.
Le système de mesure de la vitesse est basé sur l'évaluation analytique d'un grand nombre de distances consécutives (plus de 200). La durée d'une mesure normalement conduite est de 360 millisecondes. Durant tout ce temps, l'appareil doit être pointé sur la cible.

Précision de la mesure de vitesse
En deçà de 100 km/h, la précision de l'appareil est de 3 km/h en plus et en moins.
Au-delà de 100 km/h, elle est de 3 % en plus et en moins.

Source : Notice d'utilisation EUROLASER .

Données :

- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3{,}00 \times 10^{8}$ m.s^{-1}
- Célérité des ultrasons dans l'air : $v_{son} = 340$ m.s^{-1}
- Constante de Planck : $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J.s
- 1 ps = 10^{-12} s

1. Ondes mécaniques et lumineuses

1.1. Définir une onde mécanique.

1.2. Le son est une onde longitudinale. Définir cet adjectif.

1.3. La lumière est-elle une onde mécanique ? Justifier votre réponse.

12PYSCOPO1

2. Énergie lumineuse

L'impulsion laser est émise par une diode électroluminescente (DEL) d'arséniure de gallium. Lorsqu'on fournit de l'énergie à un électron de ce solide, cet électron passe de l'état E_1 à l'état E_2.
En revenant à l'état E_1, la DEL émet une « particule de lumière ». La longueur d'onde de la radiation correspondante est égale à 904 nm.

2.1. Pourquoi peut-on dire que l'énergie d'un atome est quantifiée ?

2.2. À quel domaine du spectre électromagnétique la radiation émise appartient-elle ? Justifier.

2.3. Déterminer en joules la différence d'énergie ΔE entre les états E_2 et E_1.

3. Mesure de la vitesse d'un véhicule

Le cinémomètre émet des impulsions laser à intervalles de temps réguliers de valeur T = 1,80 ms en direction d'un véhicule se rapprochant.
Lors de la première émission, le véhicule se trouve à une distance d_1. Le cinémomètre mesure la durée Δt_1 entre l'émission et la réception de l'onde.
Lors de la seconde émission, le véhicule se trouve à une distance d_2. Le cinémomètre mesure la durée Δt_2 entre l'émission et la réception de l'onde.

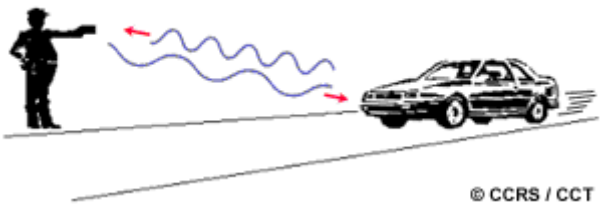
3.1. Exprimer la relation entre la distance d_1, Δt_1 et c la célérité de la lumière dans l'air.

3.2. Démontrer que la vitesse du véhicule est donnée par $v = \dfrac{c\,(\Delta t_1 - \Delta t_2)}{2T}$

3.3. Déterminer l'écart $\Delta t_1 - \Delta t_2$ si la vitesse obtenue est égale à 100 $km.h^{-1}$.
Cet écart est difficile à mesurer : comment le dispositif améliore-t-il la précision de cette mesure ?

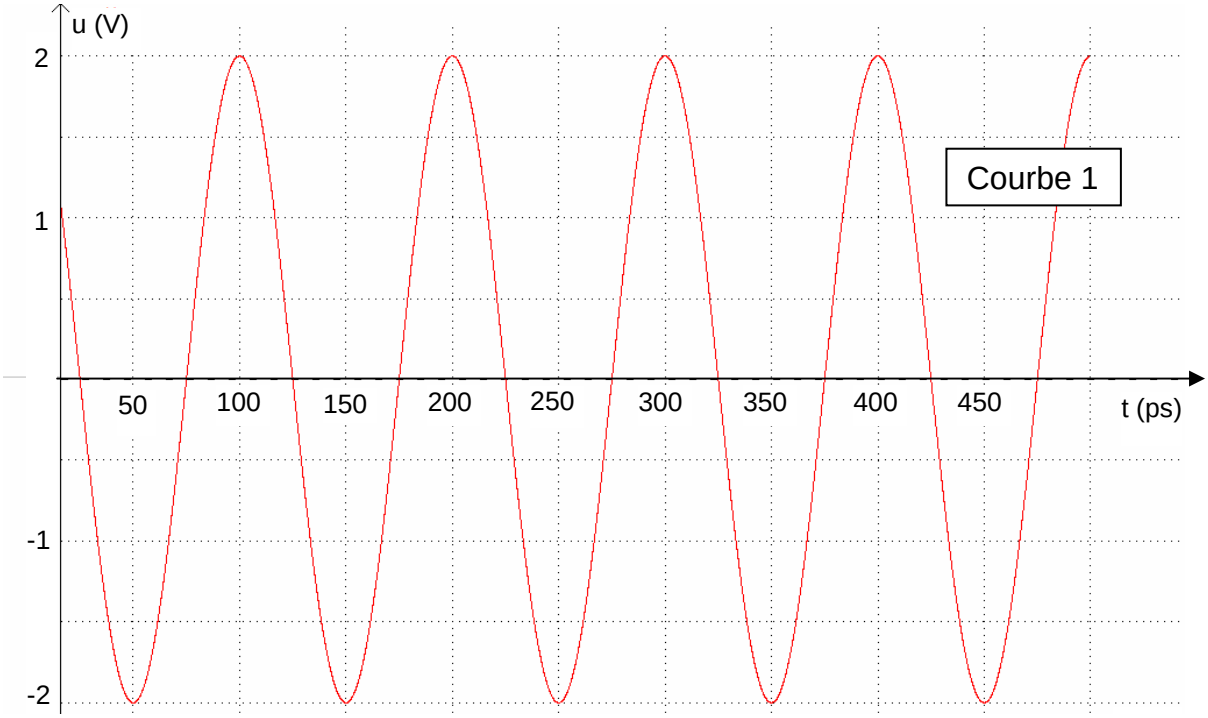
4. Cinémomètre à effet Doppler

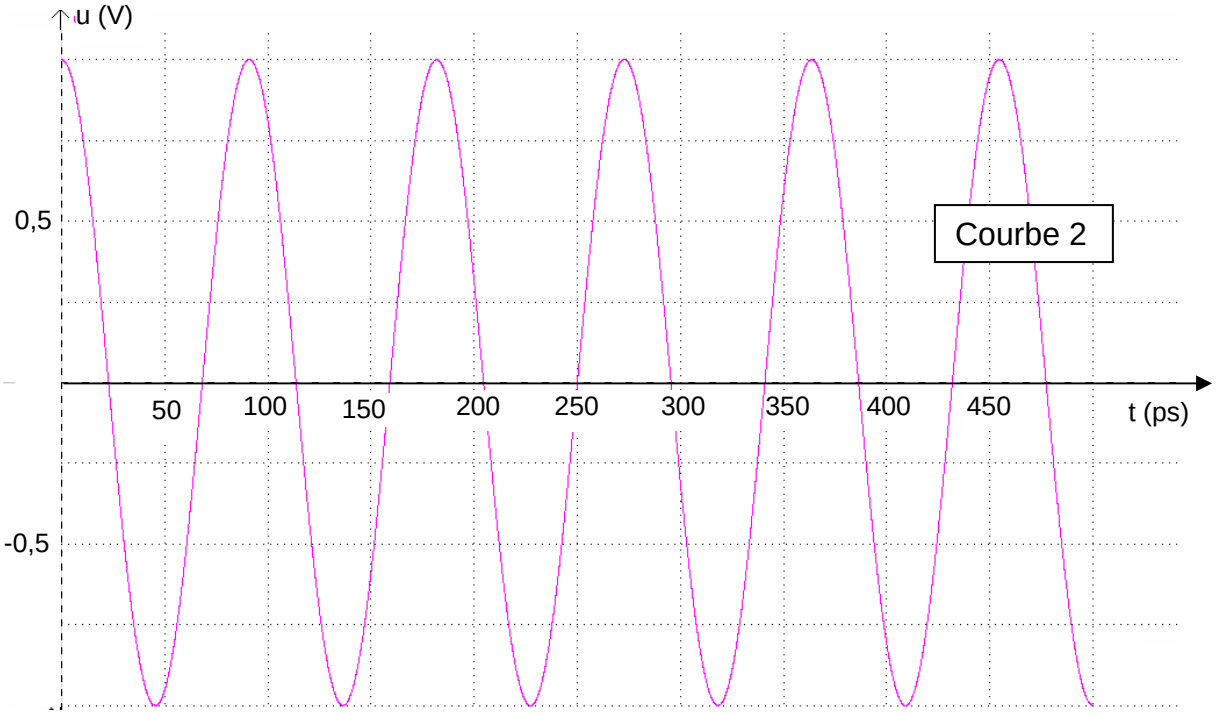
Un cinémomètre à effet Doppler émet des micro-ondes de fréquence f. Ces ondes sont réfléchies par le véhicule en mouvement vers l'émetteur. Le récepteur capte ces ondes de fréquence f' ≠ f.



La vitesse du véhicule est donnée par $v = v_{son}\dfrac{f'-f}{f'+f}$

Dans une agglomération où la vitesse est limitée à 50 km.h^{-1}, on désire mesurer la vitesse d'un véhicule. L'onde émise et l'onde reçue sont représentées sur les courbes ci-après.
La courbe 1 représente l'onde émise et la courbe 2 l'onde reçue.





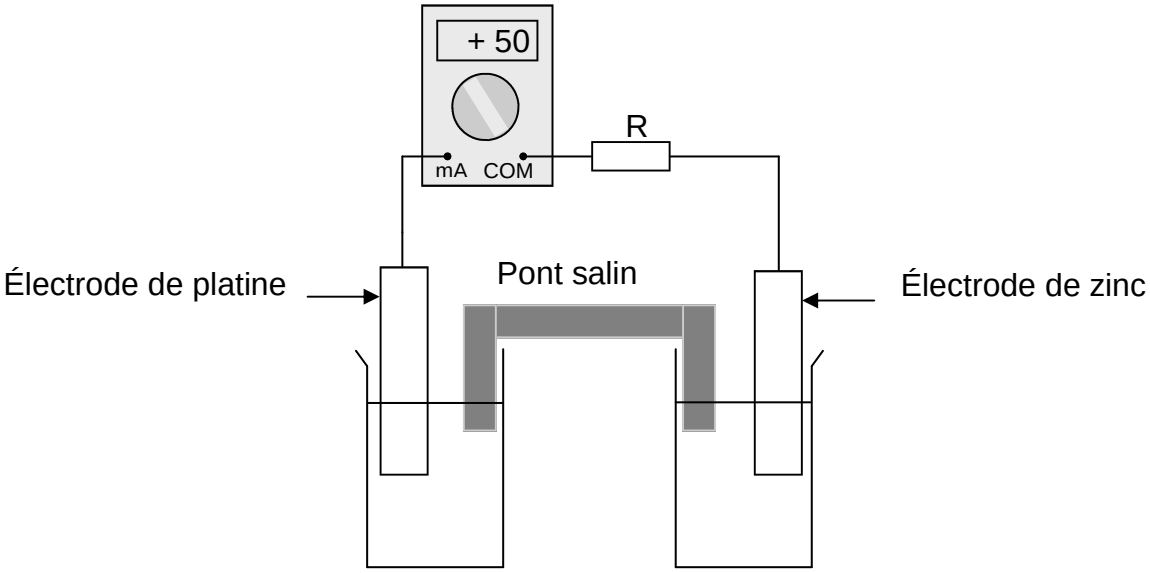
Le conducteur du véhicule est-il en infraction ?

12PYSCOPO1

ANNEXE 1 (À RENDRE AVEC LA COPIE)

Exercice 1 : Un dosage pour déterminer la durée de fonctionnement d'une pile

Questions 1.1 et 1.4



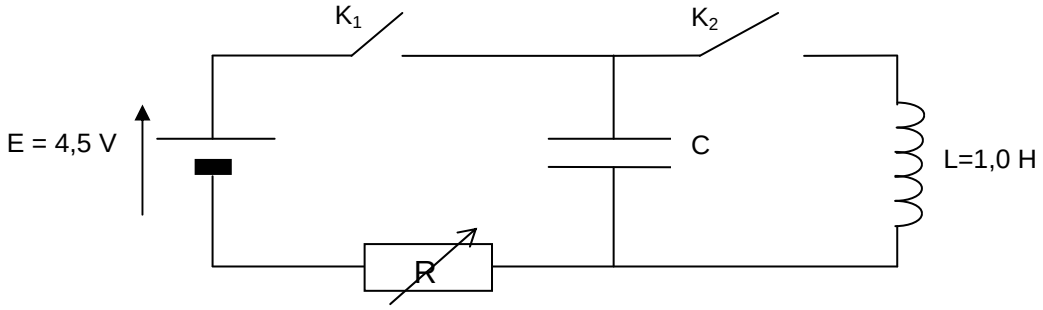
Question 3.3

Équation		$2\ S_2O_3^{2-}_{(aq)}$ + $I_{2(aq)}$ = $S_4O_6^{2-}_{(aq)}$ + $2I^-_{(aq)}$.			
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	0	n_1	n_2		$n_i\ (I^-)$
En cours de transformation	x'				

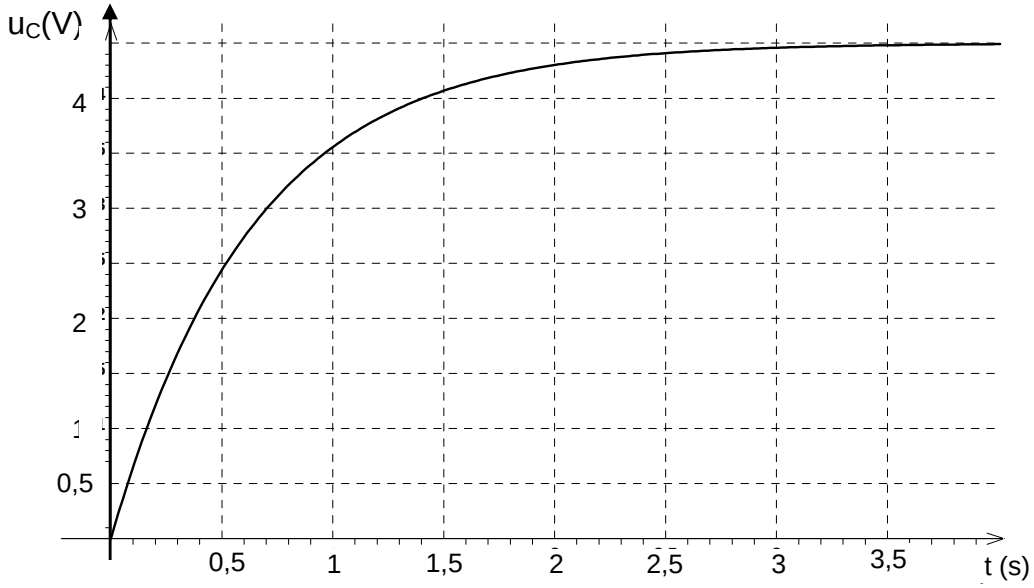
ANNEXE 2 (À RENDRE AVEC LA COPIE)

Exercice 2 : Réalisation d'une balise expérimentale

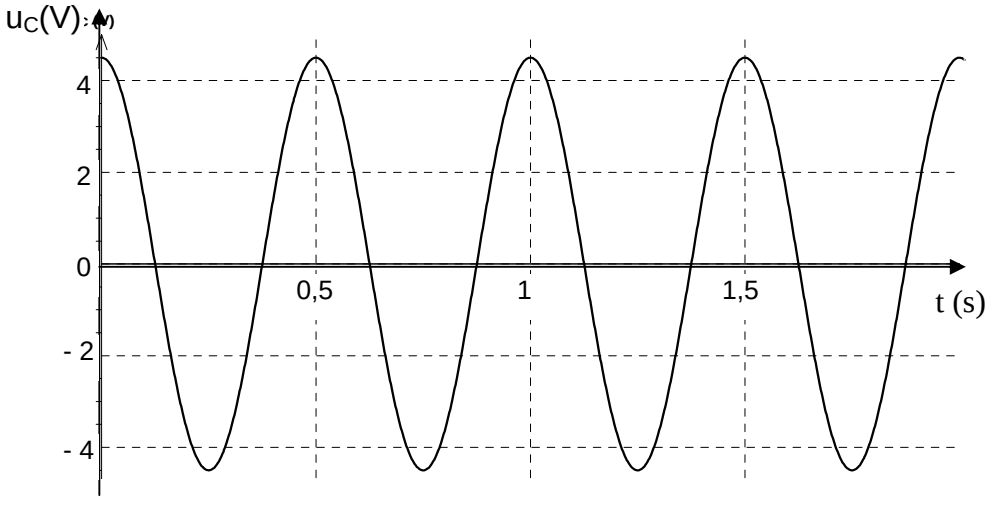
Question 1.1 : schéma du montage



Question 1.2



Questions 2.3.2 et 3.1



12PYSCOPO1