



*La présentation, le soin et la rédaction seront pris en compte pour un point dans la notation.
Justifier en expliquant votre démarche si cela est nécessaire.
Tout calcul doit être précédé de la formule utilisée.
La valeur numérique prise par une grandeur physique est toujours suivie d'une unité.
Respecter la notation des grandeurs utilisées dans l'énoncé.*

EXERCICE 1 (7pts)

L'ibuprofène est un acide faible, de formule brute $C_{13}H_8O_2$, qui a des propriétés analogues à celles de l'aspirine. Mélangé à un excipient, il constitue un médicament présenté sous forme de gélules. L'étiquette du médicament étudié indique 200 mg d'ibuprofène par gélule. On se propose de vérifier cette information par un dosage.

Données : Masse molaire de l'ibuprofène : $M_{ibu} = 206 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$

Pour séparer l'ibuprofène de l'excipient, on agite dans un bécher le contenu d'une gélule avec de l'éthanol, puis on pratique une filtration. On recueille un filtrat composé de l'éthanol qui a dissous l'ibuprofène et on récupère sur le filtre un produit solide, on évapore l'éthanol du filtrat et on recueille une poudre blanche.

On mélange cette poudre à 200 mL de soude (solution d'hydroxyde de sodium) de concentration molaire $C_b = 9 \cdot 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. On obtient 200 mL d'une solution devenue limpide, notée S.

1- Écrire l'équation-bilan de la réaction acido-basique, supposée totale (quantitative), entre l'ibuprofène (noté RCOOH) et la soude $\text{OH}^-_{(aq)}$.

2- En admettant que l'indication portée sur l'étiquette du médicament est correcte, montrer que les ions hydroxyde sont introduits en excès par rapport à la quantité d'ibuprofène.

3- On prélève 20,0 mL de la solution S et on dose l'excès de soude par une solution d'acide chlorhydrique $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ de concentration $C_a = 1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. À l'équivalence, on a versé 8,6 mL de solution d'acide chlorhydrique.

3-1- Réaliser un schéma du montage permettant d'effectuer le titrage.

3-2- Écrire l'équation-bilan support de ce dosage en considérant que seuls les ions hydroxyde en excès réagissent lorsqu'on ajoute la solution d'acide chlorhydrique.

3-3- Définir par une phrase l'équivalence d'un dosage. En déduire le nombre de mole d'ions hydroxyde en excès, qui restait dans les 20 mL de la solution S.

3-4- déterminer la constante K de la réaction de dosage. Que peut-on en déduire?

3-5- En déduire la quantité (en moles) d'ions hydroxyde ayant réagi avec le contenu de la gélule, puis la masse d'ibuprofène par gélule.

4- Parmi les indicateurs colorés acido-basiques proposés dans le tableau ci-après, quel est celui qui est le mieux adapté au titrage précédent ? Justifier.

Indicateur coloré	Zone de virage
Vert de bromocrésol	3,8 – 5,4
bromothymol	6 – 7,6
Jaune d'alizarine	10,1 – 12,0

EXERCICE 2 (6pts)

Pour permettre l'allumage des bougies d'une voiture, une étincelle est créée au niveau des bougies. La formation de cette étincelle est liée à l'ouverture, puis à la fermeture d'un circuit comprenant notamment une bobine.

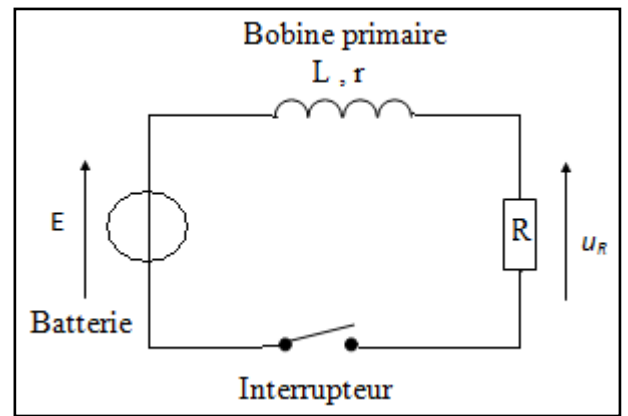
Un courant électrique circule dans un circuit comprenant la batterie de la voiture, la bobine appelée

bobine primaire et un interrupteur électronique.

On considérera que la batterie de la voiture délivre une tension continue qui vaut $E = 12 \text{ V}$.

La bobine primaire est caractérisée par une inductance L et une résistance interne $r = 0,50 \Omega$.

Le schéma simplifié du principe est donné ci-après où R représente la résistance des autres éléments du circuit. On prendra $R = 2,5 \Omega$.



1. L'interrupteur est fermé

À $t = 0$, le courant ne circule pas dans le circuit.

1.1. Donner l'expression de la tension u aux bornes de la bobine primaire en fonction de r , L et i .

1.2. Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de i est : $L \cdot \frac{di}{dt} + Ki = E$ où K est une

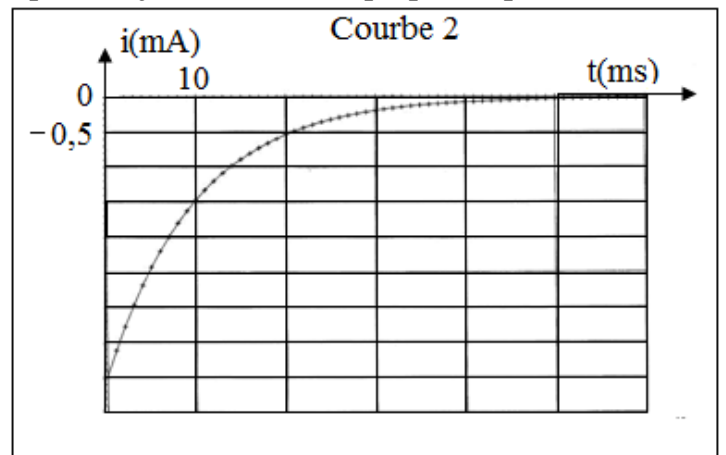
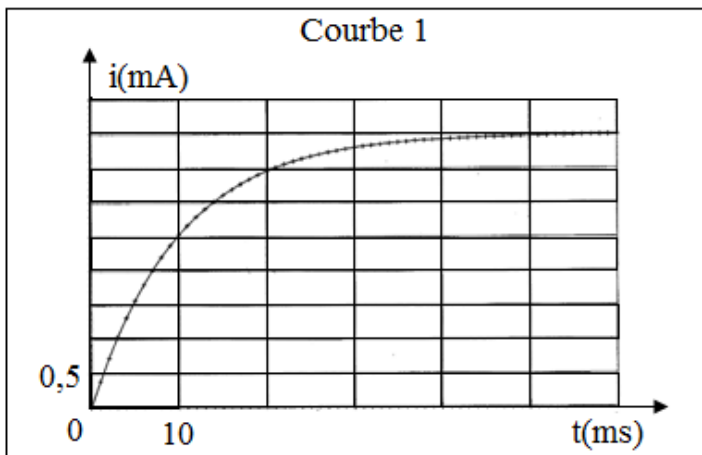
constante dont on donnera l'expression en fonction des paramètres du circuit.

1.3. Une solution de l'équation différentielle peut s'écrire $i(t) = A \times (1 - e^{-Bt})$ où A et B sont deux constantes positives non nulles.

1.3.1. En utilisant l'équation différentielle, montrer que $A = \frac{E}{K}$ et que $B = \frac{K}{L}$.

1.3.2. Calculer la valeur de A . Préciser son unité.

1.4. Parmi les courbes 1 et 2 données ci-dessous, indiquer, en justifiant, celle qui peut représenter $i(t)$.



1.5. Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ du circuit à partir de la courbe choisie.

1.6. Donner l'expression littérale de la constante de temps τ en fonction des paramètres du circuit.

2.1.7. En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine primaire.

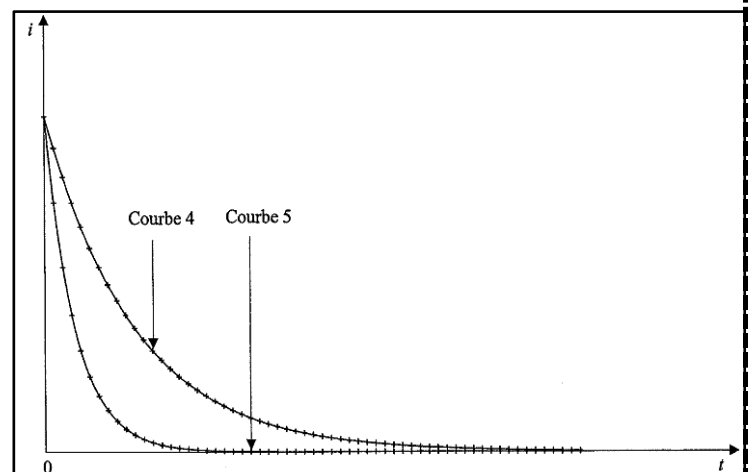
1.8. Donner l'expression littérale de l'énergie W_L emmagasinée dans la bobine primaire.

1.9. Calculer l'énergie maximale emmagasinée dans la bobine primaire à l'aide de la courbe choisie dans la question 2.1.4.

2. Étude de la formation de l'étincelle

Après la phase précédente, on modifie le circuit pour que l'intensité du courant diminue.

2.1. En modifiant les paramètres du circuit, on peut obtenir différentes allures de l'intensité du courant circulant dans la bobine. Deux courbes représentant l'allure de cette intensité sont proposées ci-dessous. Le coefficient directeur de



la tangente à l'origine est représenté par $\left| \frac{\Delta i}{\Delta t} \right|$. A quelle courbe correspond la valeur de $\left| \frac{\Delta i}{\Delta t} \right|$ à $t = 0$ la plus élevée ?

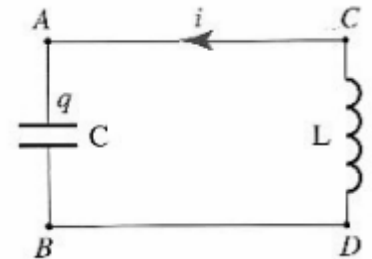
2.2. Cette bobine primaire est associée à une bobine secondaire, placée dans un autre circuit. Ce circuit, que l'on n'étudiera pas, comprend les bougies de l'allumage. La bobine secondaire est choisie de telle sorte que la tension u_2 à ses bornes soit proportionnelle à $\left| \frac{\Delta i}{\Delta t} \right|$ à $t = 0$. L'étincelle au niveau de la bougie apparaît si la tension u_2 est suffisamment importante. Indiquer quelle courbe permettrait d'obtenir plus facilement une étincelle au niveau des bougies.

EXERCICE 3 (6pts)

On considère le circuit idéal (L, C) ci-contre.

Le condensateur de capacité $330\mu\text{F}$ est chargé depuis longtemps sous une tension $E = 6,0\text{ V}$. A la date

$t = 0\text{ s}$, on le décharge dans la bobine idéale d'inductance $L = 7,2\text{mH}$ et l'on suppose que le courant a une intensité nulle à la date $t = 0\text{ s}$.



1. Reproduire le schéma et flécher les tensions u_C et u_L en convention récepteur.

2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité algébrique $i(t)$ du courant.

3. Solution de l'équation différentielle; courbes $u_C(t)$ et $i(t)$.

On propose comme solution de l'équation différentielle : $i(t) = I_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$ où I_m est une constante positive.

3.1. Etablir l'expression de T_0 en fonction de L et de C en utilisant l'équation différentielle établie en 2 et en déduire sa valeur numérique. Comment appelle-t-on T_0 ?

3.2. Exprimer $u_C(t)$ en fonction de L , I_m , T_0 et t .

3.3. En exprimant les conditions initiales, écrire deux relations littérales entre les constantes I_m et φ .

3.4. Déduire du système précédent, la valeur de φ ainsi que l'expression littérale de I_m en fonction de E , L et C .

3.5. En déduire les expressions de $i(t)$ en fonction de E , L et C , T_0 et t , puis de $u_C(t)$ en fonction de E , T_0 et t .

3.6. Calculer les valeurs maximales U_m et I_m ; Comment appelle-t-on U_m et I_m ?

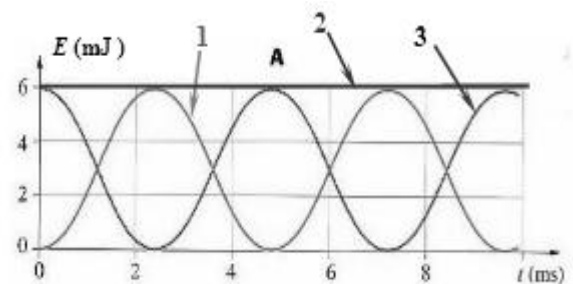
4. Etude énergétique

4.1. Donner les expressions de E_c , E_b et E_{tot} , respectivement énergie du condensateur, de la bobine et énergie totale du circuit (L , C), en fonction de L , C , $u_C(t)$ et $i(t)$.

4.2 En déduire les expressions littérales de $E_c(t)$, $E_b(t)$ et E_{tot} , en fonction de C , E , T_0 et t . Que pensez-vous de E_{tot} ? Etait-ce prévisible? Calculer E_{tot} en mJ.

4.3. Montrer que les fonctions $E_c(t)$, $E_b(t)$ ont comme période $T_0/2$.

4.4. On propose ci-contre trois courbes 1, 2 et 3, susceptibles de représenter les variations temporelles des énergies citées plus haut. Associer à chacune de courbes l'énergie qui convient. Justifier qualitativement.



4.5. Commenter les variations des diverses énergies identifiées. Conclure.

4.6. L'étude énergétique théorique développée aux questions 4.1, 4.2 et 4.3, est-elle cohérente avec les courbes proposées ?