Q.R.O.C. à propos de l'énergie

Bac S 2003 Asie (ancien programme) · Exercice 1 **5,5 points** **Durée conseillée 1 h 05**

1 Question 1 (circuit RLC). Identifier la tension représentée par la courbe 1 (propositions a, b, c) et par la courbe 2 (propositions d, e).

Données utiles $E = 4{,}0$ V ; voies d'acquisition reliées aux points A, B et M

Avec M pour référence, le système d'acquisition mesure $u_{AM} = u_C$ (condensateur) et $u_{BM} = u_R$ (conducteur ohmique). La tension de la bobine, u_{AB}, n'est pas mesurée directement : **c et d sont FAUX**.

À $t = 0$, le condensateur est chargé sous la tension du générateur : $u_C(0) = E = 4{,}0$ V. La courbe 1 part de 4 V : **a est VRAI**, donc **b est FAUX**.

La bobine s'oppose à l'établissement du courant : $i(0) = 0$, donc $u_R(0) = R\,i(0) = 0$ V. La courbe 2 part de 0 V : **e est VRAI**.

Courbe 1 : tension u_C du condensateur (a) ; courbe 2 : tension u_R du conducteur ohmique (e).

COMPRENDRE
La bobine et les circuits RL et RLC ne figurent plus au programme actuel de spécialité. Le condensateur, sa charge et l'étude du circuit RC y restent.

MÉTHODE
Pour identifier une courbe, regarder sa valeur à $t = 0$: la tension du condensateur est continue (elle part de E), l'intensité dans une bobine est continue (elle part de 0).

2 Question 1. Énergie E_1 emmagasinée par le circuit RLC à l'instant initial : 8,0 mJ, $8{,}0 \times 10^{-6}$ J ou $2{,}0 \times 10^{-6}$ J ?

Données utiles $C = 1{,}0 \times 10^{-6}$ F ; $u_C(0) = E = 4{,}0$ V ; $i(0) = 0$

À $t = 0$ l'intensité est nulle : la bobine ne stocke aucune énergie ($\frac{1}{2} L\, i^2 = 0$). Toute l'énergie est dans le condensateur :

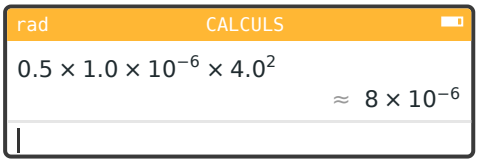
$$E_1 = \frac{1}{2}\, C\, E^2 = \frac{1}{2} \times 1{,}0 \times 10^{-6} \times 4{,}0^2 = 8{,}0 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$E_1 = 8{,}0 \times 10^{-6}$ J : **b est VRAI**, a et c sont FAUX.

PIÈGE
Oublier le carré de la tension donne $2{,}0 \times 10^{-6}$ J (proposition c). Et $8{,}0 \times 10^{-6}$ J valent 8,0 µJ, pas 8,0 mJ (proposition a).

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme C et E.

À LA CALCULATRICE



3 Question 1. Intensité du courant lorsque les deux courbes se coupent pour la première fois : 5,0 mA, 7,7 mA ou 4,2 mA ?

Données utiles $R = 4{,}0 \times 10^2\ \Omega$; graphe : premier point d'intersection à $u \approx 1{,}7$ V

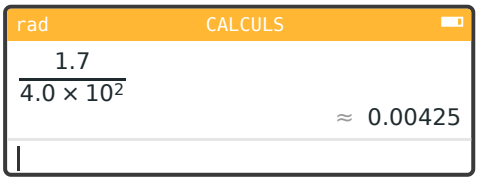
Au premier point d'intersection, on lit sur le graphe $u_R = u_C \approx 1{,}7$ V.

Loi d'Ohm : $i = \frac{u_R}{R} = \frac{1{,}7}{4{,}0 \times 10^2} = 4{,}2 \times 10^{-3}$ A

$i \approx 4{,}2$ mA : **c est VRAI**, a et b sont FAUX.

COMPRENDRE
La lecture graphique est peu précise (une graduation vaut 0,2 V). Les autres propositions correspondraient à 2,0 V et 3,1 V, lectures incompatibles avec le graphe.

À LA CALCULATRICE



4 Question 1. Somme E_2 des énergies emmagasinées dans la bobine et dans le condensateur au premier point d'intersection : $7{,}0 \times 10^{-6}$ J, $5{,}0 \times 10^{-6}$ J ou $2{,}0 \times 10^{-6}$ J ?

Données utiles $L = 0{,}40$ H ; $C = 1{,}0 \times 10^{-6}$ F ; $u_C \approx 1{,}7$ V et $i \approx 4{,}2 \times 10^{-3}$ A (Q3)

$$E_2 = \frac{1}{2} C\, u_C^2 + \frac{1}{2} L\, i^2$$

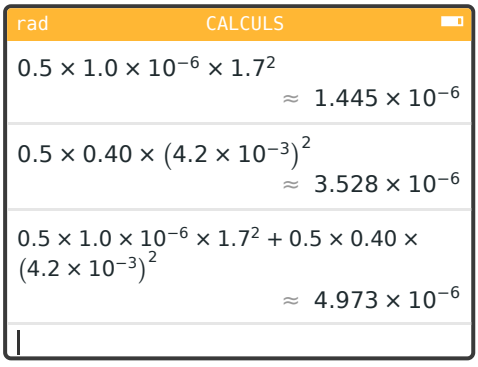
$$E_2 = \frac{1}{2} \times 1{,}0 \times 10^{-6} \times 1{,}7^2 + \frac{1}{2} \times 0{,}40 \times (4{,}2 \times 10^{-3})^2$$

$$E_2 = 1{,}4 \times 10^{-6} + 3{,}5 \times 10^{-6} = 5{,}0 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$E_2 \approx 5{,}0 \times 10^{-6}$ J : **b est VRAI**, a et c sont FAUX.

PIÈGE
Laisser l'intensité en mA : il faut $4{,}2 \times 10^{-3}$ A. Ne pas oublier non plus l'énergie de la bobine, qui est ici la plus grande des deux.

À LA CALCULATRICE



5 Question 1. Énergie dissipée dans la résistance au premier point d'intersection : $3{,}0 \times 10^{-6}$ J, $1{,}0 \times 10^{-3}$ J ou 10 mJ ?

Données utiles $E_1 = 8{,}0 \times 10^{-6}$ J (Q2) ; $E_2 = 5{,}0 \times 10^{-6}$ J (Q4)

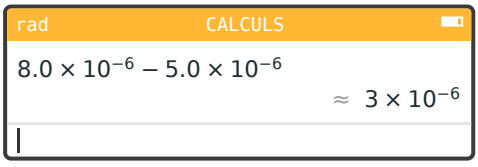
L'énergie perdue par l'ensemble {condensateur + bobine} a été dissipée par effet Joule dans le conducteur ohmique :

$$E_{\text{dissipée}} = E_1 - E_2 = 8{,}0 \times 10^{-6} - 5{,}0 \times 10^{-6} = 3{,}0 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$E_{\text{dissipée}} = 3{,}0 \times 10^{-6}$ J : **a est VRAI**, b et c sont FAUX.

COMPRENDRE
Les propositions b et c dépassent l'énergie initiale E_1 : le circuit ne peut pas dissiper plus qu'il n'a reçu. Ce contrôle d'ordre de grandeur suffit à les écarter.

À LA CALCULATRICE



1 Question 2 (système solide-ressort). Vrai ou faux : la courbe correspondant à l'énergie cinétique est représentée en trait plein.

Le solide est lâché sans vitesse initiale : $v(0) = 0$, donc $E_c(0) = \frac{1}{2} m\, v^2 = 0$.

Sur le graphe, la courbe nulle à $t = 0$ est celle en pointillés. La courbe en trait plein, maximale à $t = 0$, est l'énergie potentielle élastique (ressort étiré de x_0).

FAUX : l'énergie cinétique est représentée en pointillés.

COMPRENDRE
L'oscillateur solide-ressort et l'énergie potentielle élastique ne figurent plus au programme actuel de spécialité. Le raisonnement sur les conditions initiales et la conservation de l'énergie mécanique reste exigible.

2 Question 2. Vrai ou faux : l'énergie mécanique du système a pour expression $E_m = \frac{1}{2} k x_0^2$.

L'énergie potentielle de pesanteur étant nulle : $E_m = E_c + E_{pe} = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2$.

À $t = 0$: $v = 0$ et $x = x_0$, donc $E_m(0) = \frac{1}{2} k x_0^2$.

D'après le graphe, la somme des deux énergies reste constante : cette valeur initiale est celle de E_m à chaque instant.

VRAI : $E_m = \frac{1}{2} k x_0^2$

PIÈGE
S'arrêter à l'instant initial. L'expression n'est valable à toute date que parce que l'énergie mécanique se conserve : il faut le dire.

3 Question 2. Vrai ou faux : l'allure des courbes permet d'affirmer qu'il n'y a pas de frottements.

Les maximums des deux courbes gardent la même valeur au cours du temps, et quand une énergie est maximale l'autre est nulle : la somme $E_c + E_{pe} = E_m$ est constante.

L'énergie mécanique se conserve, donc aucune force de frottement ne dissipe d'énergie.

VRAI : l'énergie mécanique est constante, il n'y a pas de frottements.

COMPRENDRE
Avec des frottements, l'amplitude des deux courbes diminuerait au fil des oscillations, comme celle des tensions du circuit RLC de la question 1, où la résistance joue le rôle des frottements.

1 Question 3 (pile cuivre-argent). Valeur du quotient de réaction initial (50 ou 0,02) et sens d'évolution spontanée (direct ou inverse).

Données utiles $2\,Ag^+(aq) + Cu(s) = 2\,Ag(s) + Cu^{2+}(aq)$; $K = 2{,}0 \times 10^{15}$; $[Ag^+]_i = 0{,}10\ mol \cdot L^{-1}$; $[Cu^{2+}]_i = 0{,}50\ mol \cdot L^{-1}$

Les solides n'apparaissent pas dans le quotient de réaction :

$$Q_{r,i} = \frac{[Cu^{2+}]_i}{[Ag^+]_i^2} = \frac{0{,}50}{0{,}10^2} = 50$$

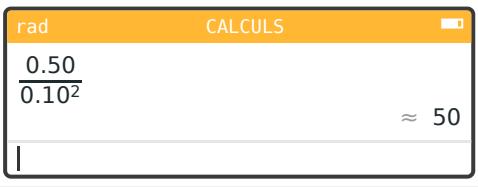
$Q_{r,i} < K$: le système évolue spontanément dans le sens direct.

$Q_{r,i} = 50 < K$, sens direct : **a est VRAI**, b, c et d sont FAUX.

PIÈGE
Oublier l'exposant 2 du nombre stœchiométrique de Ag^+, ou inverser la fraction : on obtient alors 0,02 (inverse de 50), valeur des propositions c et d.

MÉTHODE
Comparer $Q_{r,i}$ à K : si $Q_{r,i} < K$, sens direct ; si $Q_{r,i} > K$, sens inverse ; si $Q_{r,i} = K$, équilibre.

À LA CALCULATRICE



2 Question 3. Lorsque la pile débite, son quotient de réaction augmente, diminue ou ne varie pas ?

La réaction se fait dans le sens direct : $[Cu^{2+}]$ augmente et $[Ag^+]$ diminue.

Dans $Q_r = \frac{[Cu^{2+}]}{[Ag^+]^2}$, le numérateur augmente et le dénominateur diminue.

Q_r augmente : **a est VRAI**, b et c sont FAUX.

COMPRENDRE
Q_r croît en se rapprochant de K. Si Q_r atteignait K, le système serait à l'équilibre et la pile ne débiterait plus : elle serait usée.

3 Question 3. Quel est le pôle négatif de la pile : l'électrode d'argent ou l'électrode de cuivre ?

Dans le sens direct, le cuivre est oxydé : $\mathrm{Cu\,(s) = Cu^{2+}\,(aq) + 2\,e^-}$.

La lame de cuivre libère des électrons vers le circuit extérieur : c'est le pôle négatif. Sur le fil d'argent se produit la réduction $\mathrm{Ag^+\,(aq) + e^- = Ag\,(s)}$: c'est le pôle positif.

Le pôle négatif est l'électrode de cuivre : **b est VRAI**, a est FAUX.

MÉTHODE
Dans une pile, les électrons sortent par le pôle négatif : c'est l'électrode où a lieu l'oxydation (anode). La réduction a lieu au pôle positif (cathode).

1 Question 4 (pile de f.é.m. 2,0 V). Énergie maximale disponible : 11,5 J, $1{,}15 \times 10^4$ J ou $2{,}30 \times 10^4$ J ?

Données utiles $E = 2{,}0$ V ; $I = 320$ mA ; $\Delta t = 10$ h

La pile fournit la puissance $P = E\,I$ pendant la durée $\Delta t = 10 \times 3600 = 3{,}6 \times 10^4$ s :

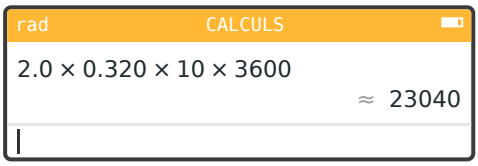
$$W = E\,I\,\Delta t = 2{,}0 \times 0{,}320 \times 3{,}6 \times 10^4 = 2{,}3 \times 10^4\ \mathrm{J}$$

$W = 2{,}3 \times 10^4$ J : **c est VRAI**, a et b sont FAUX.

PIÈGE
Convertir la durée en secondes et l'intensité en ampères. La proposition b ($1{,}15 \times 10^4$) est la charge $I\,\Delta t$ en coulombs : il manque le facteur E.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs suffisent ($E = 2{,}0$ V) : $2{,}3 \times 10^4$ J correspond bien à la proposition $2{,}30 \times 10^4$ J.

À LA CALCULATRICE



2 Question 4. Quantité d'électrons qui circulent pendant la durée totale du fonctionnement : 0,12 mol, 1,0 mol ou 2,0 mol ?

Données utiles $I = 320$ mA ; $\Delta t = 10$ h ; $1\ F = 9{,}65 \times 10^4\ \mathrm{C \cdot mol^{-1}}$

La charge débitée vaut $Q = I\,\Delta t$; elle est transportée par $n(\mathrm{e^-})$ moles d'électrons : $Q = n(\mathrm{e^-})\,F$.

$$n(\mathrm{e^-}) = \frac{I\,\Delta t}{F} = \frac{0{,}320 \times 3{,}6 \times 10^4}{9{,}65 \times 10^4} = 0{,}12\ \mathrm{mol}$$

$n(\mathrm{e^-}) = 0{,}12$ mol : **a est VRAI**, b et c sont FAUX.

COMPRENDRE
Le faraday F est la charge d'une mole d'électrons. Deux chiffres significatifs, comme la durée (10 h).

À LA CALCULATRICE

