Corrigé complet — Bac S 2008 La Réunion (ancien programme)

Physique-chimie, enseignement de spécialité **20 points** **3 h 30**

Ex 1	**Spécialité : Extraction du limonène et du citral dans l'écorce d'orange** Groupes caractéristiques · Hydrodistillation · Relargage · Extraction liquide-liquide · Séchage d'une phase organique · Chromatographie sur couche mince	4 pts	52 min	10 questions	p. 2
Ex 2	**Pile et charge d'un condensateur** Charge d'un condensateur · Constante de temps du circuit RC · Énergie emmagasinée et effet Joule · Quotient de réaction et sens d'évolution · Pile zinc-argent · Polarité et porteurs de charge	8 pts	1 h 44	25 questions	p. 6
Ex 3	**Pendule élastique** Bilan des forces · Force de rappel d'un ressort · Équation différentielle harmonique · Période propre · Énergie mécanique · Lecture d'un enregistrement	4 pts	52 min	11 questions	p. 14
Ex 4	**Taux d'alcoolémie** Suivi par spectrophotométrie · Absorbance et concentration · Tableau d'avancement · Réactif limitant · Concentration en masse	4 pts	52 min	8 questions	p. 19

Comment s'en servir. Fais d'abord le sujet en temps limité, puis corrige-toi exercice par exercice. À gauche de chaque question, sur les carreaux : ce qu'il faut écrire sur ta copie. À droite : les pièges, ce qu'il faut comprendre et les méthodes.

Spécialité : Extraction du limonène et du citral dans l'écorce d'orange

Bac S 2008 La Réunion (ancien programme) · Exercice 1 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

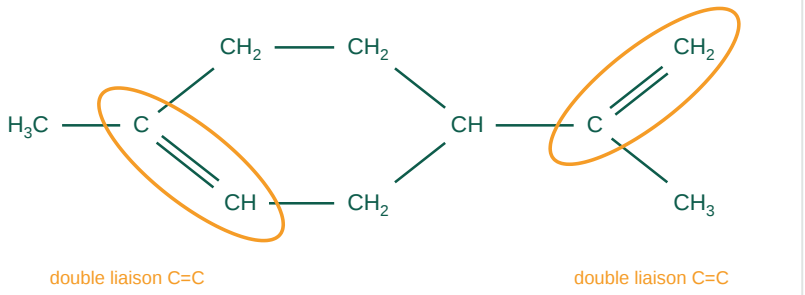
1.1 L'eau de brome est décolorée en présence de limonène. Recopier la formule de la molécule et entourer la ou les parties responsables de la décoloration.

Le dibrome, qui colore l'eau de brome, réagit avec les doubles liaisons carbone-carbone. Le limonène en possède deux : l'une dans le cycle, l'autre sur la chaîne latérale.

Les deux doubles liaisons $C{=}C$ du limonène sont responsables de la décoloration.

PIÈGE
N'entourer qu'une seule double liaison. La consigne dit « la (ou les) partie(s) » : il faut repérer celle du cycle et celle du groupe porté par le cycle.

COMPRENDRE
Le citral possède lui aussi deux doubles liaisons $C{=}C$: il décolorerait également l'eau de brome. Ce test ne distingue donc pas les deux espèces.



1.1 · Limonène : les deux doubles liaisons C=C entourées

1.2 Le test à la liqueur de Fehling est positif en présence de citral. Quel groupe caractéristique du citral est ainsi mis en évidence ?

À chaud, la liqueur de Fehling donne un précipité rouge brique avec les aldéhydes. Le citral porte en effet, en bout de chaîne, le groupe $-CHO$.

Le test révèle le groupe carbonyle $C{=}O$ placé en bout de chaîne : le citral est un aldéhyde.

PIÈGE
Répondre seulement « groupe carbonyle ». Une cétone possède aussi ce groupe mais ne réagit pas avec la liqueur de Fehling : il faut préciser sa position en bout de chaîne.

2.1 Donner le nom et l'utilité des trois montages de l'annexe. En déduire celui qui est adapté à l'étape 1.

Montage 1 : distillation fractionnée (colonne et thermomètre en tête). Il sépare des liquides miscibles de températures d'ébullition différentes.

Montage 2 : chauffage à reflux (réfrigérant vertical à boules). Il accélère une transformation en chauffant sans perte de matière : les vapeurs condensées retombent dans le ballon.

Montage 3 : hydrodistillation. La vapeur d'eau entraîne les espèces organiques du zeste ; le mélange est condensé puis recueilli.

L'étape 1 se réalise avec le montage 3.

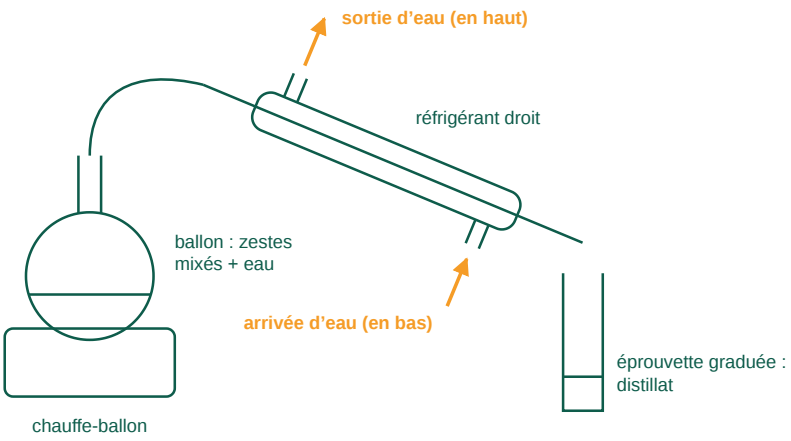
MÉTHODE
Pour reconnaître un montage, regarder ce qui surmonte le ballon : colonne et thermomètre (distillation fractionnée), réfrigérant vertical (reflux), simple coude vers un réfrigérant incliné (hydrodistillation).

2.2 Indiquer le sens de circulation de l'eau dans le réfrigérant sur le montage choisi.

L'eau froide entre par la tubulure la plus basse du réfrigérant et ressort par la tubulure la plus haute. Le manchon reste ainsi entièrement rempli d'eau et les vapeurs sont refroidies sur toute sa longueur.

Arrivée d'eau par le bas, sortie par le haut (voir l'annexe complétée).

PIÈGE
Faire entrer l'eau par le haut : elle s'écoulerait directement sans remplir le manchon et le refroidissement serait insuffisant.



2.2 · Montage 3 (hydrodistillation) : sens de circulation de l'eau

2.3 Quel est le nom donné à l'étape 2 du protocole ? Préciser son intérêt.

Données utiles limonène et citral : très peu solubles dans l'eau, insolubles dans l'eau salée

L'étape 2 est un relargage.

Le limonène et le citral sont très peu solubles dans l'eau mais insolubles dans l'eau salée. Ajouter du chlorure de sodium fait donc sortir de la phase aqueuse l'huile essentielle qui y était dissoute.

Relargage : il diminue la solubilité de l'huile essentielle dans la phase aqueuse et prépare ainsi son extraction.

COMPRENDRE
« Très peu soluble » ne veut pas dire « insoluble » : sans relargage, une partie de l'huile resterait dans l'eau et serait perdue.

2.4 Pour l'étape 3, représenter l'ampoule à décanter en justifiant les positions des deux phases. Préciser, en le justifiant, la phase qui contient majoritairement l'huile essentielle.

Données utiles densités : eau salée $d = 1{,}1$; dichlorométhane $d = 1{,}30$; limonène et citral : solubles en toutes proportions dans le dichlorométhane, insolubles dans l'eau salée

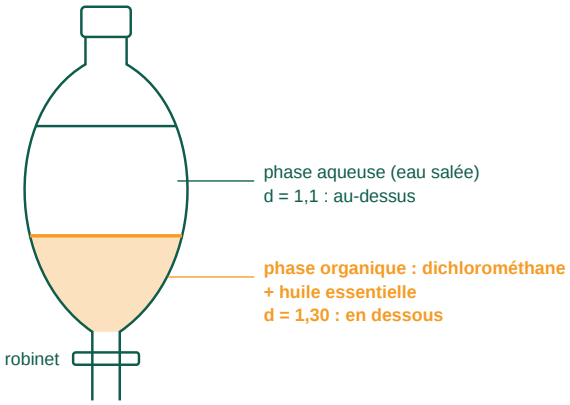
Les deux liquides ne sont pas miscibles. La phase organique, surtout du dichlorométhane, a une densité voisine de $1{,}30$, supérieure à celle de l'eau salée $(1{,}1)$: elle se place en dessous.

Le limonène et le citral sont insolubles dans l'eau salée et solubles en toutes proportions dans le dichlorométhane.

L'huile essentielle se trouve majoritairement dans la phase organique, c'est-à-dire la phase inférieure.

PIÈGE
Placer d'office la phase organique au-dessus. Ce sont les densités qui décident, et le dichlorométhane est plus dense que l'eau.

MÉTHODE
Un bon solvant d'extraction réunit deux qualités : l'espèce à extraire y est bien plus soluble que dans l'eau, et il n'est pas miscible à l'eau.



2.4 · Ampoule à décanter après décantation

2.5 Quel est le rôle du sulfate de magnésium anhydre ?

Après la décantation, la phase organique contient encore des traces d'eau. Le sulfate de magnésium anhydre capte cette eau ; on l'élimine ensuite par filtration.

Le sulfate de magnésium anhydre est un desséchant : il élimine les traces d'eau de la phase organique.

COMPRENDRE
« Anhydre » signifie « sans eau » : c'est parce que le solide n'en contient pas qu'il peut en fixer.

3.1 Que matérialisent les deux traits repérés par les lettres A et B, en haut et en bas du chromatogramme ?

Le trait B porte les repères L, H et C : c'est la ligne de dépôt. Le trait A marque le niveau atteint par l'éluant quand la plaque a été retirée de la cuve.

A : front de l'éluant ; B : ligne de dépôt.

3.2 Décrire le protocole qui a permis d'obtenir ce chromatogramme.

1. Tracer au crayon à papier un trait en bas de la plaque (ligne de dépôt) et y marquer trois repères L, H et C. 2. Déposer sur chaque repère, avec un capillaire ou une pique propre, une microgoutte de l'échantillon correspondant ; laisser sécher. 3. Sous la hotte, verser un fond d'éluant (mélange de cyclohexane et d'éther) dans la cuve : son niveau doit rester sous la ligne de dépôt. Fermer la cuve. 4. Poser la plaque verticalement dans la cuve, refermer et laisser l'éluant monter. 5. Sortir la plaque avant que l'éluant atteigne le bord supérieur, repérer aussitôt au crayon le front de l'éluant, puis sécher. 6. Si les taches sont incolores, les révéler (lampe UV ou révélateur chimique) et les entourer au crayon.

Dépôts sur la ligne tracée au crayon, élution, repérage du front, séchage, révélation.

PIÈGE
Laisser la ligne de dépôt tremper dans l'éluant : les dépôts se dissoudraient dans la cuve au lieu de migrer sur la plaque.

COMPRENDRE
Le trait se fait au crayon, jamais à l'encre : les colorants d'une encre migreraient avec l'éluant et fausseraient le chromatogramme.

3.3 Interpréter ce chromatogramme.

Les dépôts L et C donnent chacun une seule tache : le limonène et le citral utilisés comme références sont des espèces pures.

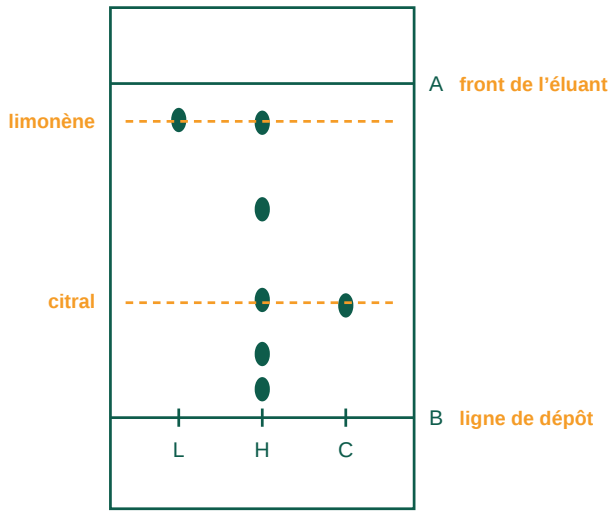
Le dépôt H donne cinq taches : l'huile essentielle est un mélange d'au moins cinq espèces chimiques.

Deux espèces qui migrent à la même hauteur sur une même plaque sont identiques. Or la tache la plus haute de H est au niveau de celle de L, et une autre tache de H est au niveau de celle de C.

L'huile essentielle extraite contient du limonène et du citral, ainsi que trois autres espèces non identifiées ici.

COMPRENDRE
Le limonène monte presque jusqu'au front, le citral beaucoup moins : dans ces conditions, le limonène est davantage entraîné par l'éluant.

MÉTHODE
Lecture d'une CCM : verticalement, on compte les taches d'un dépôt (pur ou mélange) ; horizontalement, on compare les hauteurs avec celles des références (identification).



3.3 · Chromatogramme de l'annexe, complété

Pile et charge d'un condensateur

Bac S 2008 La Réunion (ancien programme) · Exercice 2 **8 points** **Durée conseillée 1 h 44**

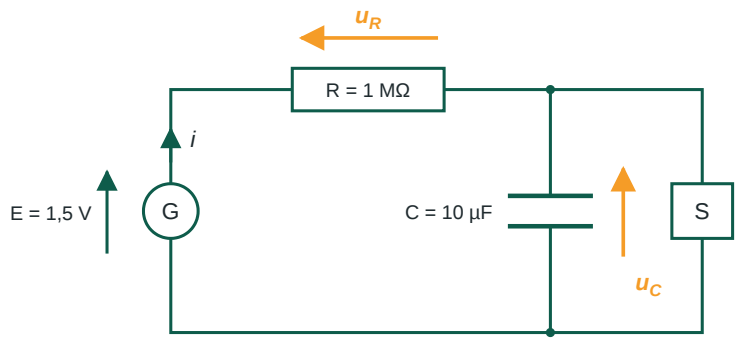
1 Tracer sur la figure 1 de l'annexe les flèches-tension correspondant à u_R et à u_C, en convention récepteur.

En convention récepteur, la flèche-tension d'un dipôle est de sens opposé à la flèche du courant qui le traverse.

Le courant i traverse le conducteur ohmique de la gauche vers la droite, puis le condensateur du haut vers le bas.

La flèche u_R pointe vers la gauche (vers la borne par laquelle i entre dans R) ; la flèche u_C pointe vers le haut (vers l'armature supérieure).

PIÈGE
Dessiner les flèches-tension dans le sens de i : c'est la convention générateur. Les relations $u_R = R\,i$ et $i = C\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$ changeraient alors de signe.



1 · Figure 1 de l'annexe complétée : en convention récepteur, chaque flèche-tension est opposée au sens de i

2 Établir l'équation différentielle vérifiée par u_C lors de la charge du condensateur, entre $t = 0$ et $t = t_f$.

Pendant la charge, le système S se comporte comme un interrupteur ouvert : le circuit se réduit à la pile, au conducteur ohmique et au condensateur en série.

Loi des mailles : $E = u_R + u_C$.

Loi d'Ohm : $u_R = R\,i$.

Pour le condensateur, $q = C\,u_C$ et $i = \dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}$, donc $i = C\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$ puisque C est constante.

On remplace dans la loi des mailles :

$$R\,C\,\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + u_C = E$$

MÉTHODE
Circuit RC : 1) loi des mailles ; 2) loi d'Ohm pour u_R ; 3) $i = C\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$; 4) on remplace pour ne garder que u_C et sa dérivée.

3 Quelle serait la valeur maximale prise par la tension u_C en l'absence du système S ?

Données utiles $E = 1{,}5$ V

Sans le système S, la charge irait à son terme. Le condensateur chargé, u_C ne varie plus : $\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} = 0$.

L'équation différentielle devient alors $u_C = E$.

$u_{C,\max} = E = 1{,}5$ V

COMPRENDRE
Condensateur chargé, plus aucun courant ne circule : $u_R = R\,i = 0$, toute la tension de la pile se retrouve aux bornes du condensateur.

4.1 Préciser l'expression de τ et donner son nom.

$\tau = RC$: cette grandeur s'appelle la constante de temps du dipôle RC.

COMPRENDRE
On le vérifie en dérivant : $\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} = \dfrac{E}{\tau}\,e^{-t/\tau}$.
L'équation de la question 2 donne $E\,e^{-t/\tau}\left(\dfrac{RC}{\tau} - 1\right) = 0$ à tout instant, ce qui impose $\tau = RC$.

4.2 Montrer que l'expression de τ est homogène à un temps.

Loi d'Ohm : $R = \dfrac{u_R}{i}$, donc R s'exprime en $\mathrm{V \cdot A^{-1}}$.

Relation du condensateur : $i = C\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$, donc $C = \dfrac{i}{\mathrm{d}u_C/\mathrm{d}t}$ s'exprime en $\mathrm{A \cdot s \cdot V^{-1}}$.

Le produit RC s'exprime en $\mathrm{V \cdot A^{-1} \cdot A \cdot s \cdot V^{-1}} = \mathrm{s}$.

$\tau = RC$ s'exprime en secondes : cette grandeur est homogène à un temps.

MÉTHODE
Pour une analyse dimensionnelle, ramener chaque grandeur à des unités simples à l'aide d'une relation connue : ici la loi d'Ohm pour R et $i = C\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$ pour C.

4.3 Calculer la valeur de τ.

Données utiles $R = 1{,}0\ \mathrm{M\Omega}$; $C = 10\ \mu\mathrm{F}$

$\tau = RC$ avec $R = 1{,}0 \times 10^6\ \Omega$ et $C = 10 \times 10^{-6}$ F.

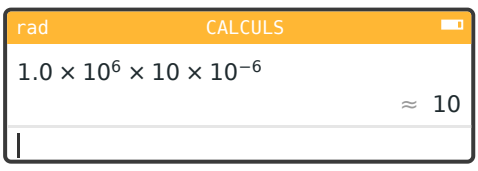
$$\tau = 1{,}0 \times 10^6 \times 10 \times 10^{-6}$$

$\tau = 10$ s

PIÈGE
Laisser R en mégaohms ou C en microfarads : τ ne sort en secondes que si R est en ohms et C en farads.

COMPRENDRE
Chiffres significatifs : R et C sont données avec deux chiffres, le résultat en garde deux. Il en sera de même dans tout l'exercice.

À LA CALCULATRICE



4.4 Déterminer graphiquement la valeur de τ à l'aide de la figure 2 de l'annexe, complétée par les constructions nécessaires.

Données utiles $E = 1{,}5$ V ; figure 2

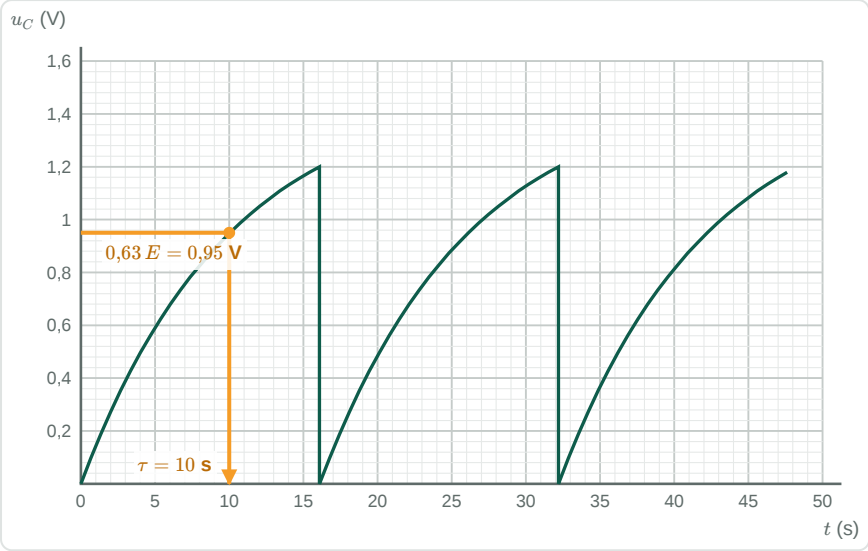
À la date $t = \tau$: $u_C(\tau) = E\,(1 - e^{-1}) = 0{,}63\,E$.

$u_C(\tau) = 0{,}63 \times 1{,}5 = 0{,}95$ V.

Sur la première charge de la figure 2, on trace l'horizontale d'ordonnée $0{,}95$ V jusqu'à la courbe, puis la verticale jusqu'à l'axe des dates.

On lit $\tau \approx 10$ s, en accord avec la valeur calculée à la question 4.3.

PIÈGE
Prendre 63 % de la tension maximale lue sur la courbe (1,2 V) : la charge est interrompue avant son terme, le pourcentage s'applique à $E = 1{,}5$ V.



4.4 · Figure 2 de l'annexe complétée : lecture de τ à $0{,}63\,E$

MÉTHODE

Autre construction possible : la tangente à l'origine coupe l'asymptote $u_C = E$ à la date $t = \tau$. Elle est moins précise, car le tracé d'une tangente est délicat.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$1 - e^{-1} \approx 0.6321206$

$0.63 \times 1.5 \approx 0.945$

5.1 À partir de la solution donnée à la question 4, établir l'expression littérale de t en fonction de E, u_C et τ.

$u_C = E\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$ donc $\dfrac{u_C}{E} = 1 - e^{-t/\tau}$, soit $e^{-t/\tau} = 1 - \dfrac{u_C}{E} = \dfrac{E - u_C}{E}$.

On prend le logarithme népérien : $-\dfrac{t}{\tau} = \ln\left(\dfrac{E - u_C}{E}\right)$.

$$t = -\tau \ln\left(\frac{E - u_C}{E}\right) = \tau \ln\left(\frac{E}{E - u_C}\right)$$

MÉTHODE

Pour extraire t d'une exponentielle : isoler l'exponentielle seule dans un membre, puis appliquer $\ln$ aux deux membres. On utilise ensuite $-\ln(a) = \ln(1/a)$.

5.2 Calculer la valeur de t_f et vérifier l'accord avec la figure 2 de l'annexe.

Données utiles $E = 1{,}5$ V ; $u_C(t_f) = 1{,}2$ V ; $\tau = 10$ s (4.3)

À la date t_f, la tension vaut $u_C = 1{,}2$ V :

$$t_f = \tau \ln\left(\frac{E}{E - u_C}\right) = 10 \times \ln\left(\frac{1{,}5}{1{,}5 - 1{,}2}\right) = 10 \times \ln(5{,}0)$$

Sur la figure 2, la tension atteint $1{,}2$ V puis retombe brutalement à zéro à la date 16 s environ, juste après la graduation 15 s.

$t_f = 16$ s : la valeur calculée est en accord avec la figure 2.

PIÈGE

Oublier les parenthèses autour de $1{,}5 - 1{,}2$ à la calculatrice : on obtiendrait le logarithme d'un nombre négatif.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$10 \times \ln\left(\dfrac{1.5}{1.5 - 1.2}\right) \approx 16.09438$

5.3 En déduire la fréquence du phénomène périodique.

Données utiles $t_f = 16$ s (5.2)

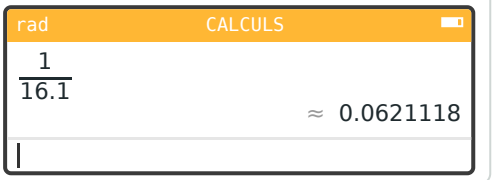
La décharge est de durée négligeable : la période du phénomène est la durée d'une charge, $T = t_f$.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{t_f} = \frac{1}{16{,}1}$$

$\boxed{f = 6{,}2 \times 10^{-2} \text{ Hz}}$

COMPRENDRE
On calcule avec la valeur non arrondie $t_f = 16{,}1$ s. Avec 16 s, on trouve $6{,}3 \times 10^{-2}$ Hz : cet écart d'une unité sur le dernier chiffre, dû à l'arrondi, est accepté.

À LA CALCULATRICE



6.1 Établir l'expression littérale de i à partir de l'expression de u_C donnée à la question 4.

$i = C\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$ avec $u_C = E\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$.

$\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} = E \times \dfrac{1}{\tau}e^{-t/\tau}$, donc $i = \dfrac{C\,E}{\tau}e^{-t/\tau}$.

Comme $\tau = RC$:

$\boxed{i(t) = \dfrac{E}{R}e^{-t/\tau}}$

PIÈGE
Erreur de signe en dérivant : la dérivée de $e^{-t/\tau}$ est $-\dfrac{1}{\tau}e^{-t/\tau}$, et le signe « − » placé devant l'exponentielle dans u_C rend le résultat positif.

COMPRENDRE
Même résultat sans dériver, avec la loi des mailles : $i = \dfrac{u_R}{R} = \dfrac{E - u_C}{R}$. L'intensité décroît pendant que u_C augmente.

6.2 Calculer les valeurs de i aux dates $t = 0$ et $t = t_f$.

Données utiles $E = 1{,}5$ V ; $R = 1{,}0 \times 10^6\ \Omega$; $\tau = 10$ s (4.3) ; $t_f = 16{,}1$ s (5.2)

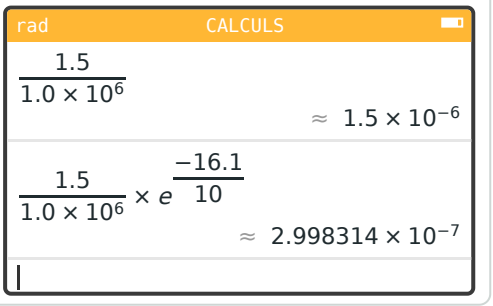
À $t = 0$: $i(0) = \dfrac{E}{R}e^0 = \dfrac{E}{R} = \dfrac{1{,}5}{1{,}0 \times 10^6} = 1{,}5 \times 10^{-6}$ A.

À $t = t_f$: $i(t_f) = \dfrac{E}{R}e^{-t_f/\tau} = \dfrac{1{,}5}{1{,}0 \times 10^6} \times e^{-16{,}1/10} = 3{,}0 \times 10^{-7}$ A.

$\boxed{i(0) = 1{,}5\ \mu\text{A} \text{ et } i(t_f) = 0{,}30\ \mu\text{A}}$

COMPRENDRE
Vérification rapide : $i(t_f) = \dfrac{E - u_C(t_f)}{R} = \dfrac{1{,}5 - 1{,}2}{1{,}0 \times 10^6} = 3{,}0 \times 10^{-7}$ A.

À LA CALCULATRICE



7.1 Rappeler l'expression de l'énergie $E_{\text{élec}}$ en fonction de C et de u_C. Préciser les unités des grandeurs utilisées.

$\boxed{E_{\text{élec}} = \dfrac{1}{2}C\,u_C^2}$, avec $E_{\text{élec}}$ en joules (J), C en farads (F) et u_C en volts (V).

7.2 Déterminer la valeur de cette énergie à la date t_f.

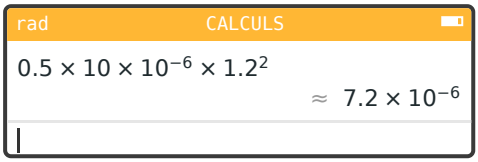
Données utiles $C = 10 \times 10^{-6}$ F ; $u_C(t_f) = 1{,}2$ V

$$E_{\text{élec}}(t_f) = \frac{1}{2} C\, u_C(t_f)^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-6} \times 1{,}2^2$$

$E_{\text{élec}}(t_f) = 7{,}2 \times 10^{-6}$ J $= 7{,}2$ μJ

PIÈGE
Oublier le carré sur la tension, ou utiliser $E = 1{,}5$ V : à la date t_f, le condensateur n'est chargé que sous 1,2 V.

À LA CALCULATRICE



7.3 Sur la durée d'un cycle, l'énergie électrique totale délivrée par la pile vaut $E_G = 18$ μJ. Comment expliquer la différence entre les valeurs de E_G et de $E_{\text{élec}}$?

Données utiles $E_G = 18$ μJ ; $E_{\text{élec}}(t_f) = 7{,}2$ μJ (7.2)

$E_G > E_{\text{élec}}(t_f)$: le condensateur n'emmagasine qu'une partie de l'énergie fournie par la pile.

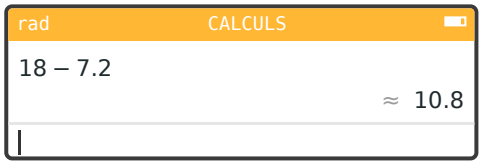
Pendant la charge, le courant traverse le conducteur ohmique, qui dissipe de l'énergie par effet Joule (transfert thermique vers l'extérieur).

Énergie dissipée : $E_G - E_{\text{élec}}(t_f) = 18 - 7{,}2 = 10{,}8$ μJ.

La différence, environ 11 μJ, est l'énergie dissipée par effet Joule dans le conducteur ohmique pendant la charge.

COMPRENDRE
La valeur de E_G se retrouve : la pile fait circuler la charge $q = C\, u_C(t_f)$ sous la tension E, soit $E_G = C\, u_C(t_f)\, E = 18$ μJ.

À LA CALCULATRICE



8.1 Écrire les équations de dissolution dans l'eau des deux solides ioniques ayant permis de réaliser les deux solutions électrolytiques.

Les solutions sont obtenues en dissolvant du nitrate de zinc $Zn(NO_3)_2\,(s)$ et du nitrate d'argent $AgNO_3\,(s)$; chaque solide se dissocie en ses ions.

$Zn(NO_3)_2\,(s) \longrightarrow Zn^{2+}\,(aq) + 2\,NO_3^-\,(aq)$ et
$AgNO_3\,(s) \longrightarrow Ag^+\,(aq) + NO_3^-\,(aq)$

PIÈGE
Écrire $ZnNO_3$: le solide est électriquement neutre, il faut deux ions nitrate NO_3^- pour un ion Zn^{2+}.

8.2 En déduire les concentrations initiales de tous les ions présents dans chacune de ces solutions aqueuses.

Données utiles $C_0 = 0{,}100$ mol · L^{-1}

D'après les équations de dissolution, supposées totales :

Solution de nitrate de zinc : une mole de solide libère une mole d'ions zinc et deux moles d'ions nitrate.

$[Zn^{2+}]_i = C_0 = 0{,}100$ mol · L^{-1} et $[NO_3^-]_i = 2\,C_0 = 0{,}200$ mol · L^{-1}.

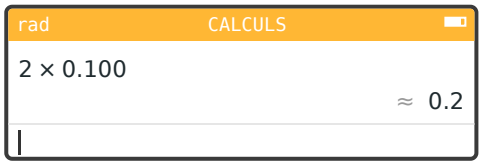
Solution de nitrate d'argent : une mole de solide libère une mole d'ions argent et une mole d'ions nitrate.

$[Ag^+]_i = [NO_3^-]_i = C_0 = 0{,}100$ mol · L^{-1}.

Demi-pile au zinc : $[Zn^{2+}]_i = 0{,}100$ mol · L^{-1}, $[NO_3^-]_i = 0{,}200$ mol · L^{-1} ; demi-pile à l'argent : $[Ag^+]_i = [NO_3^-]_i = 0{,}100$ mol · L^{-1}

COMPRENDRE
On vérifie l'électroneutralité de chaque solution : $2\,[Zn^{2+}]_i = [NO_3^-]_i$ dans la première, $[Ag^+]_i = [NO_3^-]_i$ dans la seconde.

À LA CALCULATRICE



9.1 Écrire la demi-équation associée à chaque couple oxydant-réducteur.

Pour chaque couple, l'oxydant capte des électrons pour donner le réducteur ; on équilibre les charges avec les électrons.

$\mathrm{Zn^{2+}\,(aq) + 2\,e^- = Zn\,(s)}$ et $\mathrm{Ag^+\,(aq) + e^- = Ag\,(s)}$

9.2 Parmi les deux réactions pouvant se produire a priori lors du fonctionnement de la pile, écrire celle pour laquelle le métal argent intervient en tant que réactif.

Si l'argent métallique est un réactif, il est oxydé, et l'oxydant de l'autre couple, $\mathrm{Zn^{2+}}$, est réduit :

$\mathrm{Ag\,(s) = Ag^+\,(aq) + e^-}$ (à multiplier par 2)

$\mathrm{Zn^{2+}\,(aq) + 2\,e^- = Zn\,(s)}$

On additionne, de façon que les électrons disparaissent :

$\mathrm{Zn^{2+}\,(aq) + 2\,Ag\,(s) = Zn\,(s) + 2\,Ag^+\,(aq)}$

PIÈGE
Ne pas multiplier la demi-équation de l'argent par 2 : il doit y avoir autant d'électrons cédés que d'électrons captés, et aucun électron dans l'équation finale.

10.1 Calculer le quotient de réaction initial $Q_{r,i}$ de la réaction écrite à la question 9.2 et prévoir le sens d'évolution spontanée du système chimique constituant la pile.

Données utiles $[\mathrm{Ag^+}]_i = [\mathrm{Zn^{2+}}]_i = 0{,}100\ \mathrm{mol\cdot L^{-1}}$ (8.2) ; $K = 10^{-52}$

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

$$Q_{r,i} = \frac{[\mathrm{Ag^+}]_i^2}{[\mathrm{Zn^{2+}}]_i} = \frac{0{,}100^2}{0{,}100} = 0{,}100$$

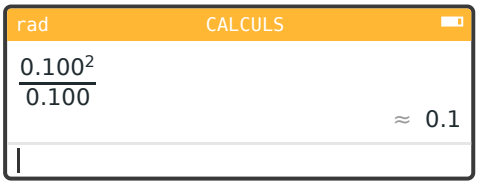
$Q_{r,i} = 0{,}100$ est très supérieur à $K = 10^{-52}$: le quotient de réaction doit diminuer pour tendre vers K.

$Q_{r,i} = 0{,}100 > K$: le système évolue spontanément dans le sens inverse de l'équation écrite à la question 9.2.

PIÈGE
Oublier l'exposant 2 sur $[\mathrm{Ag^+}]$ (nombre stœchiométrique), ou faire figurer les métaux solides dans Q_r.

MÉTHODE
Critère d'évolution : si $Q_{r,i} < K$, évolution en sens direct ; si $Q_{r,i} > K$, évolution en sens inverse ; si $Q_{r,i} = K$, le système est à l'équilibre.

À LA CALCULATRICE



10.2 Écrire l'équation de la réaction dans le sens où elle évolue spontanément.

On inverse l'équation de la question 9.2 :

$\mathrm{Zn\,(s) + 2\,Ag^+\,(aq) \longrightarrow Zn^{2+}\,(aq) + 2\,Ag\,(s)}$

COMPRENDRE
Écrite dans ce sens, la réaction a pour constante $K' = \frac{1}{K} = 10^{52}$ et pour quotient initial $\frac{1}{0{,}100} = 10{,}0$, très inférieur à K' : le sens direct est confirmé.

10.3 Rappeler les définitions d'un oxydant et d'un réducteur, et les identifier dans la transformation spontanée observée.

Oxydant : espèce susceptible de gagner un ou plusieurs électrons.

Réducteur : espèce susceptible de perdre un ou plusieurs électrons.

Dans la transformation spontanée : $\mathrm{Zn\,(s)} \longrightarrow \mathrm{Zn^{2+}\,(aq)} + 2\,\mathrm{e^-}$, le zinc cède des électrons ; $\mathrm{Ag^+\,(aq)} + \mathrm{e^-} \longrightarrow \mathrm{Ag\,(s)}$, l'ion argent en capte.

L'oxydant est l'ion argent $\mathrm{Ag^+\,(aq)}$; le réducteur est le métal zinc $\mathrm{Zn\,(s)}$.

PIÈGE
Citer les produits $\mathrm{Zn^{2+}}$ et Ag : l'oxydant et le réducteur qui réagissent sont les réactifs de la transformation.

10.4 En déduire, en le justifiant, les polarités des électrodes.

À l'électrode de zinc, l'oxydation $\mathrm{Zn\,(s)} \longrightarrow \mathrm{Zn^{2+}\,(aq)} + 2\,\mathrm{e^-}$ libère des électrons, qui partent dans le circuit extérieur : cette électrode est le pôle négatif.

À l'électrode d'argent, la réduction $\mathrm{Ag^+\,(aq)} + \mathrm{e^-} \longrightarrow \mathrm{Ag\,(s)}$ consomme des électrons, qui arrivent par le circuit extérieur : cette électrode est le pôle positif.

Électrode de zinc : pôle $-$ (anode) ; électrode d'argent : pôle $+$ (cathode).

MÉTHODE
Dans une pile, les électrons sortent par le pôle négatif. L'électrode où a lieu l'oxydation (anode) est donc le pôle $-$, celle où a lieu la réduction (cathode) le pôle $+$.

10.5 Comment est assurée l'électroneutralité des solutions lors du fonctionnement de la pile ?

L'électroneutralité est assurée par le pont salin, grâce au déplacement des ions qu'il contient.

Dans la demi-pile au zinc, il se forme des cations $\mathrm{Zn^{2+}}$: des anions du pont salin y migrent pour compenser cet apport de charges positives.

Dans la demi-pile à l'argent, des cations $\mathrm{Ag^+}$ disparaissent : des cations du pont salin y migrent pour les remplacer.

Le pont salin apporte des anions du côté du zinc et des cations du côté de l'argent ; il ferme aussi le circuit électrique.

PIÈGE
Faire passer des électrons dans le pont salin ou dans les solutions : les électrons ne circulent que dans les métaux, le courant y est porté par les ions.

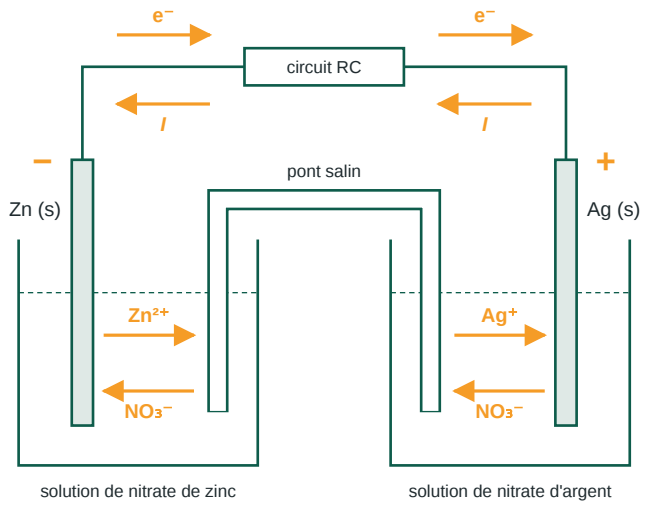
11 Faire un schéma complet et clair de cette pile en fonctionnement : espèces chimiques concernées, polarités, sens du courant et sens de déplacement de tous les porteurs de charge (hors pont salin).

Le schéma comporte : les deux demi-piles reliées par le pont salin, la lame de zinc (pôle $-$) et la lame d'argent (pôle $+$) reliées par le circuit extérieur.

- Dans les fils, les électrons vont de l'électrode de zinc vers l'électrode d'argent.
- Le courant I circule en sens inverse : il sort de la pile par l'électrode d'argent (pôle $+$).
- Dans les solutions, les cations $\mathrm{Zn^{2+}}$ et $\mathrm{Ag^+}$ se déplacent dans le sens du courant, vers l'électrode d'argent ; les anions $\mathrm{NO_3^-}$ se déplacent en sens inverse, vers l'électrode de zinc.

Électrons : du zinc vers l'argent par le circuit extérieur ; courant : de l'argent vers le zinc à l'extérieur de la pile ; cations vers l'argent, anions vers le zinc dans les solutions.

PIÈGE
Confondre sens du courant et sens des électrons : le courant sort par le pôle $+$, les électrons, de charge négative, sortent par le pôle $-$.



11 · Pile zinc-argent en fonctionnement : les électrons vont du zinc vers l'argent, le courant en sens inverse

Pendule élastique

Bac S 2008 La Réunion (ancien programme) · Exercice 3 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

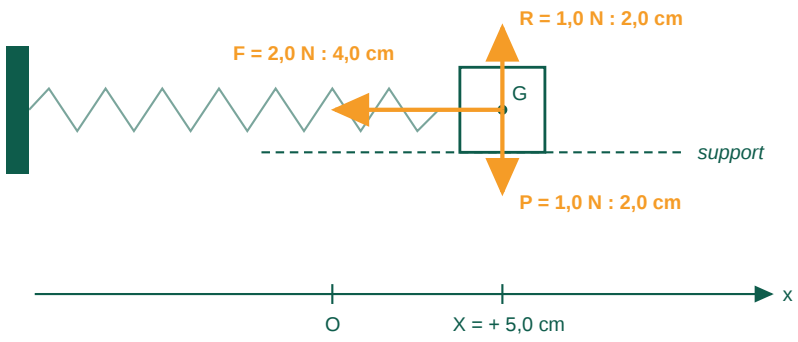
1 Faire l'inventaire des forces extérieures appliquées au solide juste après le lâcher et les représenter sur la figure 2, à l'échelle 1 cm pour 0,5 N.

Données utiles $K = 40\ \text{N}\cdot\text{m}^{-1}$; $m = 100\ \text{g} = 0{,}100\ \text{kg}$; $g = 10\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$; $X = +5{,}0\ \text{cm} = 5{,}0\times10^{-2}\ \text{m}$

Système {solide}, référentiel terrestre supposé galiléen. Trois forces extérieures :

- le poids $\vec{P}$, vertical, vers le bas : $P = m\,g = 0{,}100\times10 = 1{,}0\ \text{N}$, soit une flèche de 2,0 cm ;
- la réaction $\vec{R}$ du support, verticale et vers le haut (pas de frottement) ; le solide ne bouge pas verticalement, donc $R = P = 1{,}0\ \text{N}$: flèche de 2,0 cm ;
- la force de rappel $\vec{F}$ du ressort étiré, horizontale, dirigée vers la gauche (vers O) : $F = K\,X = 40\times5{,}0\times10^{-2} = 2{,}0\ \text{N}$, soit une flèche de 4,0 cm.

$P = R = 1{,}0\ \text{N}$ (2,0 cm chacune) ; $F = 2{,}0\ \text{N}$ (4,0 cm, vers la gauche)



1 · Figure 2 complétée : les trois forces juste après le lâcher (1 cm pour 0,5 N)

PIÈGE
Laisser m en grammes ou X en centimètres : on trouverait $P = 1000$ et $F = 200$. Le sujet exige les unités S.I. : kilogramme et mètre.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme K, g et X. Le ressort est allongé : il tire le solide vers sa position d'équilibre, d'où le sens de $\vec{F}$, opposé à l'écart.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

0.100×10 ≈ 1

$40 \times 5.0 \times 10^{-2}$ ≈ 2

2.1 Montrer que $X(t) = X_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$ est solution de l'équation différentielle $\ddot{X} + \frac{K}{m}X = 0$, à condition d'exprimer T_0 en fonction de K et m.

On dérive deux fois la fonction proposée :

$\dot{X}(t) = -X_m \frac{2\pi}{T_0} \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$ puis $\ddot{X}(t) = -X_m \frac{4\pi^2}{T_0^2} \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right) = -\frac{4\pi^2}{T_0^2}X(t)$

On remplace dans l'équation différentielle :

$$-\frac{4\pi^2}{T_0^2}X(t) + \frac{K}{m}X(t) = 0 \quad \text{soit} \quad \left(\frac{K}{m} - \frac{4\pi^2}{T_0^2}\right)X(t) = 0$$

L'égalité doit être vraie à chaque instant, alors que $X(t)$ n'est pas toujours nul : il faut $\frac{4\pi^2}{T_0^2} = \frac{K}{m}$, donc $T_0^2 = 4\pi^2 \frac{m}{K}$.

La fonction est solution si $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$ (on garde la valeur positive).

PIÈGE
Oublier le facteur $\frac{2\pi}{T_0}$ qui sort à chaque dérivation : il apparaît au carré dans $\ddot{X}$, et c'est lui qui donne la période.

COMPRENDRE
L'oscillateur masse-ressort et son équation différentielle ne figurent plus au programme actuel de spécialité. L'exercice reste un bon entraînement : bilan des forces, dérivation, énergie mécanique.

MÉTHODE
Pour vérifier qu'une fonction est solution : 1) la dériver autant de fois que nécessaire ; 2) la reporter dans l'équation ; 3) chercher la condition qui rend l'égalité vraie pour tout t.

2.2 En utilisant les conditions initiales, donner la valeur de X_m.

À $t = 0$, l'expression donne $X(0) = X_m \cos(0) = X_m$.

Or le solide est lâché depuis l'abscisse $X(0) = +5{,}0$ cm.

$X_m = 5{,}0 \times 10^{-2}$ m

COMPRENDRE
X_m est l'amplitude : le solide oscille entre $-X_m$ et $+X_m$. La vitesse initiale nulle est bien respectée, car $\dot{X}(0)$ contient $\sin(0) = 0$.

3.1 En utilisant les valeurs de m et de K, calculer la valeur de T_0.

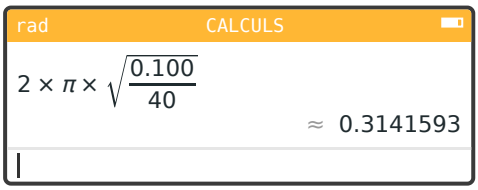
Données utiles $m = 0{,}100$ kg ; $K = 40$ N · m^{-1} ; expression de T_0 (Q2.1)

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}100}{40}} = 0{,}31 \text{ s}$$

$T_0 = 0{,}31$ s

PIÈGE
Avec $m = 100$ (en grammes), on obtient $9{,}9$ s : une valeur sans rapport avec l'enregistrement, où l'on compte trois oscillations en moins d'une seconde.

À LA CALCULATRICE



3.2 Cette valeur est-elle en accord avec celle que l'on peut déduire de la courbe de la figure 3 ?

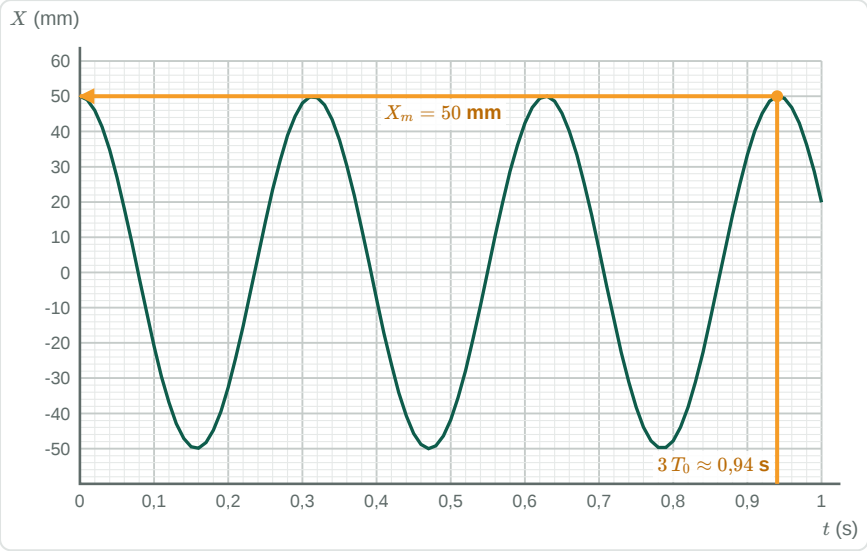
Données utiles figure 3 : X (en mm) en fonction de t (en s) ; $T_0 = 0{,}31$ s (Q3.1)

Sur la figure 3, la courbe part d'un maximum à $t = 0$ et atteint son quatrième maximum vers $t = 0{,}94$ s : cette durée correspond à trois périodes.

$T_0 = \frac{0{,}94}{3} = 0{,}31$ s

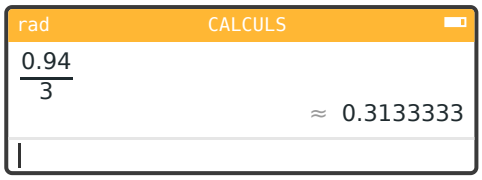
La lecture graphique donne $T_0 \approx 0{,}31$ s : accord avec la valeur calculée.

MÉTHODE
Mesurer plusieurs périodes puis diviser : l'erreur de lecture est répartie sur le nombre de périodes, le résultat est plus précis qu'avec une seule.



3.2 · Figure 3 : trois périodes entre t = 0 et t ≈ 0,94 s

À LA CALCULATRICE



4.1 Donner l'expression de l'énergie mécanique totale E_m en fonction de X, v, m et K. Nommer les deux termes de cette expression.

$$E_m = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} K X^2$$

- $\frac{1}{2} m v^2$: énergie cinétique du solide ;
- $\frac{1}{2} K X^2$: énergie potentielle élastique du ressort.

COMPRENDRE
Le mouvement est horizontal : l'altitude de G ne change pas, l'énergie potentielle de pesanteur est constante et on peut la prendre nulle.

4.2 Calculer E_m à l'instant initial $t = 0$.

Données utiles $K = 40\ \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$; $X_m = 5{,}0 \times 10^{-2}\ \text{m}$ (Q2.2)

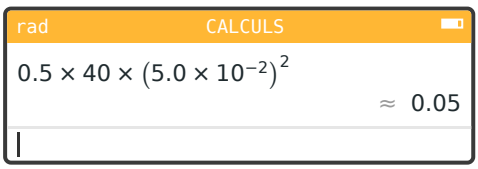
À $t = 0$, le solide est lâché sans vitesse ($v = 0$) depuis $X = X_m$: l'énergie est entièrement potentielle élastique.

$$E_m = \frac{1}{2} K X_m^2 = \frac{1}{2} \times 40 \times (5{,}0 \times 10^{-2})^2 = 5{,}0 \times 10^{-2}\ \text{J}$$

$$E_m = 5{,}0 \times 10^{-2}\ \text{J}$$

PIÈGE
Oublier le carré sur X_m, ou laisser X_m en centimètres : on obtiendrait 500 au lieu de $5{,}0 \times 10^{-2}$ J.

À LA CALCULATRICE



4.3 En déduire la valeur de la vitesse v lors du passage de G par la position d'équilibre.

Données utiles $E_m = 5{,}0 \times 10^{-2}$ J (Q4.2) ; $m = 0{,}100\ \text{kg}$

Les frottements sont négligés : l'énergie mécanique se conserve.

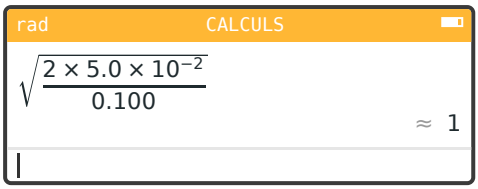
À la position d'équilibre, $X = 0$: l'énergie potentielle élastique est nulle, donc $E_m = \frac{1}{2} m v^2$.

$$v = \sqrt{\frac{2\,E_m}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 5{,}0 \times 10^{-2}}{0{,}100}} = 1{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v = 1{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

COMPRENDRE
C'est la vitesse maximale du solide : toute l'énergie est alors cinétique. Aux extrémités ($X = \pm X_m$), c'est l'inverse, la vitesse s'annule.

À LA CALCULATRICE



5.1 Quel est l'intérêt pratique d'utiliser deux ressorts au lieu d'un ?

Tenu des deux côtés par des ressorts qui restent tendus, le mobile est guidé : il oscille le long de l'axe des ressorts sans s'en écarter ni pivoter.

Un ressort seul devrait aussi travailler en compression, où il a tendance à fléchir sur le côté.

Deux ressorts maintiennent le mobile sur l'axe : le mouvement reste rectiligne.

5.2 En utilisant le graphique de la figure 5, montrer que K_{eq} vérifie la relation $K_{eq} = K_1 + K_2$.

Données utiles $K_1 = 10\ \text{N}\cdot\text{m}^{-1}$; $K_2 = 20\ \text{N}\cdot\text{m}^{-1}$; $m = 0{,}100\ \text{kg}$; figure 5

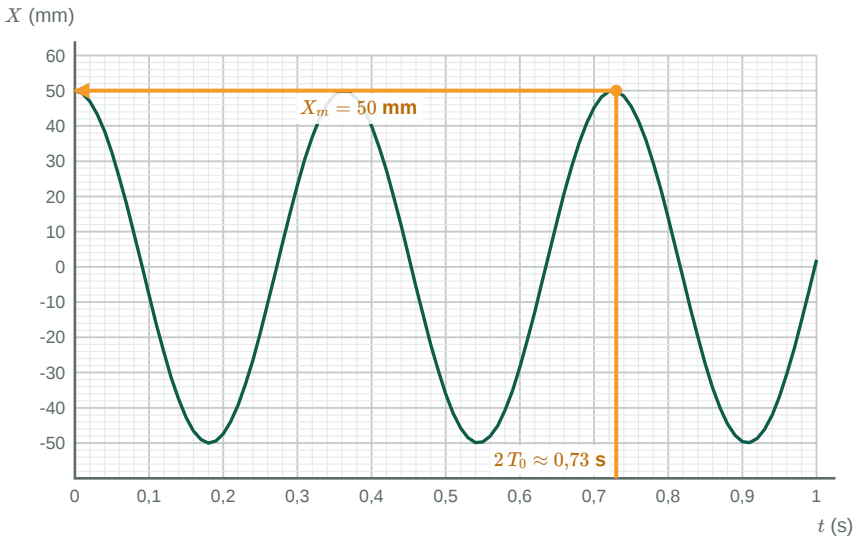
Sur la figure 5, le troisième maximum est atteint vers $t = 0{,}73$ s, soit deux périodes : $T_0 = \dfrac{0{,}73}{2} = 0{,}365$ s.

Le système équivaut à un seul ressort de raideur K_{eq} : $T_0 = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{K_{eq}}}$, donc

$$K_{eq} = \frac{4\pi^2\, m}{T_0^2} = \frac{4\pi^2 \times 0{,}100}{0{,}365^2} \approx 30\ \text{N}\cdot\text{m}^{-1}$$

Par ailleurs : $K_1 + K_2 = 10 + 20 = 30\ \text{N}\cdot\text{m}^{-1}$.

$K_{eq} \approx 30\ \text{N}\cdot\text{m}^{-1} = K_1 + K_2$: la relation est vérifiée.

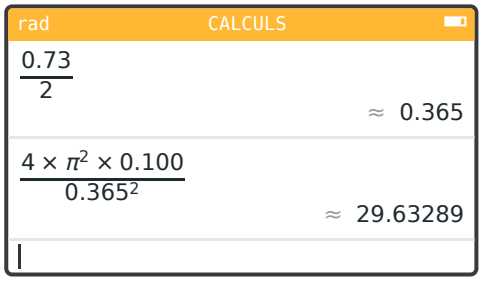


5.2 · Figure 5 : deux périodes entre t = 0 et t ≈ 0,73 s

COMPRENDRE

T_0 est au carré : une lecture à 0,01 s près change K_{eq} d'environ 5 %. Le résultat de la lecture graphique ne se donne donc qu'avec deux chiffres significatifs.

À LA CALCULATRICE



6 Proposer une méthode permettant de déterminer la valeur d'une masse en état d'impesanteur.

En impesanteur, une balance ne sert à rien. En revanche, la période $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$ d'un pendule élastique ne dépend pas de g.

Méthode : fixer l'objet à un ressort (ou entre deux ressorts) de raideur K connue, le faire osciller, chronométrer plusieurs oscillations pour obtenir T_0, puis calculer la masse.

$m = \frac{K\,T_0^2}{4\pi^2}$, avec K connue et T_0 mesurée.

COMPRENDRE

C'est ainsi que les astronautes se « pèsent » dans une station spatiale : un siège monté sur ressorts oscille, et sa période donne la masse de l'ensemble.

Taux d'alcoolémie

Bac S 2008 La Réunion (ancien programme) · Exercice 4 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

1.1 Expliquer pourquoi cette réaction chimique peut être suivie par spectrophotométrie.

Le système contient des espèces colorées : l'ion dichromate $Cr_2O_7^{2-}$ (jaune orangé), qui est consommé, et l'ion chrome Cr^{3+} (vert), qui est formé.

La couleur du mélange, donc son absorbance, évolue au cours de la transformation : on peut la suivre par spectrophotométrie.

COMPRENDRE
Un spectrophotomètre ne détecte que les espèces qui absorbent la lumière. L'éthanol et l'acide éthanoïque, incolores, ne pourraient pas être suivis directement de cette façon.

1.2 Pourquoi cette méthode peut-elle être qualifiée de « non-destructive » ?

La mesure consiste seulement à faire traverser l'échantillon par un faisceau lumineux : on ne prélève rien et on n'ajoute aucun réactif.

La mesure d'absorbance ne modifie pas la composition du système : la méthode est non destructive.

COMPRENDRE
À l'inverse, un titrage est une méthode destructive : l'espèce dosée est consommée par la réaction avec le réactif titrant.

2.1 Sur quel critère sélectionne-t-on la longueur d'onde pour effectuer un suivi spectrophotométrique ?

On choisit la longueur d'onde pour laquelle l'absorbance de l'espèce suivie est maximale (λ_{max} de son spectre d'absorption).

COMPRENDRE
Au maximum d'absorption, une même variation de concentration produit la plus grande variation de A : la mesure est plus précise. Ici, il faut aussi que Cr^{3+} n'absorbe pas à 420 nm.

2.2 Établir le tableau d'avancement du système, avec n_0 la quantité initiale d'alcool et n_1 la quantité initiale d'ions dichromate (sans la colonne de H^+, en excès).

Équation : $3\,CH_3CH_2OH + 2\,Cr_2O_7^{2-} + 16\,H^+ = 3\,CH_3COOH + 4\,Cr^{3+} + 11\,H_2O$

État	CH_3CH_2OH	$Cr_2O_7^{2-}$	CH_3COOH	Cr^{3+}
initial	n_0	n_1	0	0
en cours	$n_0 - 3x$	$n_1 - 2x$	$3x$	$4x$
final	$n_0 - 3x_{max}$	$n_1 - 2x_{max}$	$3x_{max}$	$4x_{max}$

L'eau est le solvant : elle est en large excès.

À la date t : $n(CH_3CH_2OH) = n_0 - 3x$ et $n(Cr_2O_7^{2-}) = n_1 - 2x$.

PIÈGE
Oublier les nombres stœchiométriques : chaque quantité varie de « coefficient $\times$ x », soit $-3x$ pour l'éthanol, $-2x$ pour le dichromate, $+4x$ pour Cr^{3+}.

2.3 Quelle relation existe entre l'avancement x, la concentration $[Cr_2O_7^{2-}]$ dans le mélange, le volume V du mélange et la quantité n_1 ?

D'après le tableau, la quantité d'ions dichromate à la date t est $n_1 - 2x$, dans le volume V :

$$[Cr_2O_7^{2-}] = \frac{n_1 - 2x}{V}$$

$$x = \frac{n_1 - [Cr_2O_7^{2-}]\,V}{2}$$

PIÈGE
Le volume à utiliser est celui du mélange, $V = 12{,}0$ mL, et non les 10,0 mL de solution de dichromate versés.

2.4 Sachant que $A = 150\,[Cr_2O_7^{2-}]$ à 420 nm, déduire de la relation précédente que $x = (10 - 4A) \times 10^{-5}$ mol.

Données utiles $c = 2{,}0 \times 10^{-2}$ mol · L^{-1} ; volume de solution de dichromate $V' = 10{,}0$ mL ; $V = 12{,}0$ mL ; relation de la question 2.3

Quantité initiale d'ions dichromate : $n_1 = cV' = 2{,}0 \times 10^{-2} \times 10{,}0 \times 10^{-3} = 2{,}0 \times 10^{-4}$ mol.

Comme $[Cr_2O_7^{2-}] = \dfrac{A}{150}$, la relation de la question 2.3 devient :

$$x = \frac{1}{2}\left(n_1 - \frac{AV}{150}\right) = \frac{1}{2}\left(2{,}0 \times 10^{-4} - \frac{12{,}0 \times 10^{-3}}{150}A\right)$$

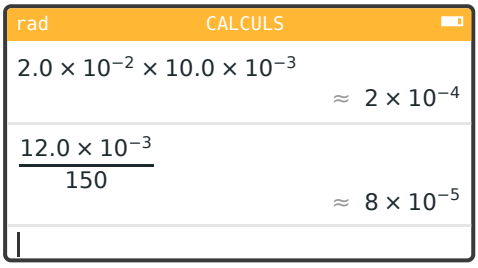
$$x = \frac{1}{2}\left(20 \times 10^{-5} - 8{,}0 \times 10^{-5}\,A\right)$$

$x = (10 - 4A) \times 10^{-5}$ mol : c'est la relation attendue.

COMPRENDRE
Vérification à $t = 0$: le graphique donne $A = 2{,}50$, donc $x = (10 - 4 \times 2{,}50) \times 10^{-5} = 0$ mol. La relation est cohérente avec l'état initial.

MÉTHODE
Pour un « montrer que », écrire d'abord la relation littérale, puis remplacer par les valeurs en unités cohérentes (ici mol et L), et factoriser pour faire apparaître la forme demandée.

À LA CALCULATRICE



2.5 La réaction étant considérée comme totale, calculer l'avancement maximal à l'aide du graphique $A = f(t)$. En déduire que le réactif limitant est l'éthanol.

Données utiles $x = (10 - 4A) \times 10^{-5}$ mol (2.4) ; $n_1 = 2{,}0 \times 10^{-4}$ mol (2.4)

Quand l'absorbance ne varie plus, la transformation est terminée ; comme elle est totale, $x = x_{max}$. Le palier du graphique donne $A_f = 2{,}39$.

$$x_{max} = (10 - 4 \times 2{,}39) \times 10^{-5} = 4{,}4 \times 10^{-6}\ \text{mol}$$

Quantité d'ions dichromate restante à l'état final :

$$n_1 - 2x_{max} = 2{,}0 \times 10^{-4} - 2 \times 4{,}4 \times 10^{-6} = 1{,}9 \times 10^{-4}\ \text{mol} \neq 0$$

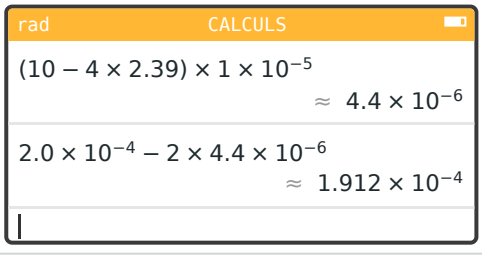
Il reste des ions dichromate : ils sont en excès. La réaction étant totale, c'est l'autre réactif, l'éthanol, qui est entièrement consommé.

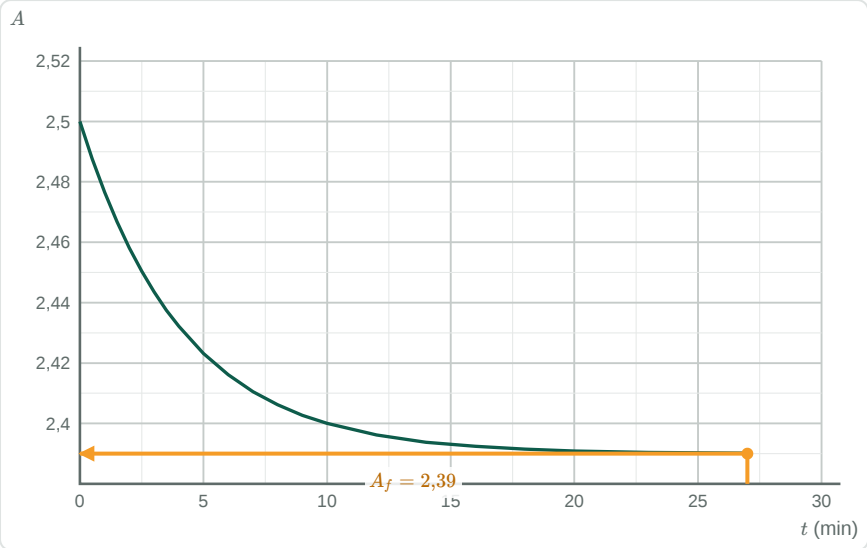
$x_{max} = 4{,}4 \times 10^{-6}$ mol ; le réactif limitant est l'éthanol.

COMPRENDRE
Chiffres significatifs : la différence $10 - 9{,}56 = 0{,}44$ ne garde que deux chiffres, comme les données c et 2,0 mL. On écrit donc $4{,}4 \times 10^{-6}$ mol.

MÉTHODE
Autre preuve : si le dichromate était limitant, on aurait $x_{max} = n_1/2 = 1{,}0 \times 10^{-4}$ mol et $A_f = 0$. L'absorbance finale n'étant pas nulle, il reste du dichromate.

À LA CALCULATRICE





2.5 · Allure de la courbe du sujet et lecture de l'absorbance finale

2.6 Le taux autorisé d'alcool est de 0,5 g dans 1 L de sang. Le conducteur est-il en infraction ?

Données utiles $x_{\max} = 4{,}4 \times 10^{-6}$ mol (2.5) ; volume de sang $V_s = 2{,}0$ mL ; $M(\text{éthanol}) = 46\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

L'éthanol est limitant : $n_0 - 3x_{\max} = 0$, donc $n_0 = 3x_{\max} = 3 \times 4{,}4 \times 10^{-6} = 1{,}3 \times 10^{-5}$ mol dans les 2,0 mL de sang.

Masse d'éthanol par litre de sang :

$$c_m = \frac{n_0\, M}{V_s} = \frac{3 \times 4{,}4 \times 10^{-6} \times 46}{2{,}0 \times 10^{-3}} = 0{,}30\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$c_m = 0{,}30\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1} < 0{,}5\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$: le conducteur n'est pas en infraction.

PIÈGE

Diviser par le volume du mélange (12,0 mL) au lieu du volume de sang (2,0 mL), ou oublier le facteur 3 entre n_0 et $x_{\max}$.

À LA CALCULATRICE

