Corrigé complet — Bac 2022 Amérique du Sud Jour 2

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

Ex 1	**L'airbag** Circuit RC · Condensateur plan · Vecteurs vitesse et accélération · Lecture graphique · Équation d'état du gaz parfait · Stœchiométrie	10 pts	1 h 45	19 questions	p. 2
Ex 2	**Le PLA ou acide polylactique** Nomenclature et groupes caractéristiques · Couple acide-base et schéma de Lewis · Acide faible · Polymère et motif · Facteur cinétique · Vitesse volumique et loi d'ordre 1	5 pts	53 min	10 questions	p. 9
Ex 3	**Besoin en magnésium** Titrage avec indicateur coloré · Équivalence d'un titrage · Concentration en quantité de matière · Masse et quantité de matière · Analyse critique d'un résultat	5 pts	53 min	6 questions	p. 13
Ex 4	**La batterie au lithium-fer-phosphate d'une automobile** Oxydation et réduction · Fonctionnement d'une pile · Constante d'équilibre · Réactif limitant et avancement maximal · Capacité électrique d'une pile	5 pts	53 min	7 questions	p. 16

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.

L'airbag

Bac 2022 Amérique du Sud Jour 2 · Exercice 1 **10 points** **Durée conseillée 1 h 45**

1.1 Partie 1. Déterminer, à l'aide de la figure 2, la valeur de E et la fréquence f de la tension en créneaux $u_G(t)$.

La tension u_G vaut alternativement 0 V et sa valeur haute, lue sur le palier : $E = 5{,}0$ V.

Le motif se répète à l'identique tous les $T = 1{,}0$ s (fronts montants à $t = 0$ s puis $t = 1{,}0$ s), donc $f = \dfrac{1}{T} = \dfrac{1}{1{,}0}$.

$E = 5{,}0$ V et $f = 1{,}0$ Hz

COMPRENDRE
Les graduations sont données au dixième (« 6,0 », « 1,0 ») : on garde deux chiffres significatifs pour les valeurs lues.

1.2 Partie 1. Établir l'expression de l'intensité $i(t)$ en fonction de C et de $\dfrac{\mathrm{d}u_C(t)}{\mathrm{d}t}$.

L'intensité est le débit de charge sur l'armature du condensateur : $i(t) = \dfrac{\mathrm{d}q(t)}{\mathrm{d}t}$.

Avec l'orientation de la figure 1 (convention récepteur), $q(t) = C\,u_C(t)$, et C est une constante :

$$i(t) = C\,\frac{\mathrm{d}u_C(t)}{\mathrm{d}t}$$

PIÈGE
Donner la formule sans les deux étapes. « Établir » demande $i = \dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}$ puis $q = C\,u_C$.

1.3.1 Partie 1. Établir l'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$ pendant la charge, lorsque $u_G(t) = E$.

Loi des mailles : $u_G(t) = u_C(t) + u_R(t)$, avec $u_G(t) = E$.

Loi d'Ohm : $u_R(t) = R\,i(t) = RC\,\dfrac{\mathrm{d}u_C(t)}{\mathrm{d}t}$ (question 1.2).

Donc $E = u_C(t) + RC\,\dfrac{\mathrm{d}u_C(t)}{\mathrm{d}t}$, soit en divisant par RC :

$$\frac{\mathrm{d}u_C(t)}{\mathrm{d}t} + \frac{u_C(t)}{RC} = \frac{E}{RC}$$

MÉTHODE
Toujours le même enchaînement pour un circuit RC : loi des mailles, loi d'Ohm, relation $i = C\,\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$, puis on ne garde que u_C et sa dérivée.

1.3.2 Partie 1. Vérifier que $u_C(t) = E\left(1 - \exp\left(-\dfrac{t}{RC}\right)\right)$ est solution de l'équation différentielle.

On dérive la fonction proposée : $\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} = \dfrac{E}{RC}\exp\left(-\dfrac{t}{RC}\right)$.

On calcule le membre de gauche de l'équation :

$$\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + \frac{u_C}{RC} = \frac{E}{RC}\exp\left(-\frac{t}{RC}\right) + \frac{E}{RC} - \frac{E}{RC}\exp\left(-\frac{t}{RC}\right) = \frac{E}{RC}$$

De plus $u_C(0) = E\,(1 - 1) = 0$: le condensateur est bien déchargé à $t = 0$ s.

Le membre de gauche vaut $\dfrac{E}{RC}$ à chaque instant : la fonction proposée est solution.

PIÈGE
Oublier le signe en dérivant : la dérivée de $-\exp\left(-\dfrac{t}{RC}\right)$ est $+\dfrac{1}{RC}\exp\left(-\dfrac{t}{RC}\right)$.

1.3.3 Partie 1. À partir de l'expression de $u_C(t)$, montrer que $u_R(t) = E\exp\left(-\dfrac{t}{RC}\right)$.

D'après la loi des mailles, $u_R(t) = E - u_C(t) = E - E\left(1 - \exp\left(-\dfrac{t}{RC}\right)\right)$.

$$u_R(t) = E\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$$

1.4 Partie 1. Associer, en justifiant, les courbes 1 et 2 de la figure 2 aux tensions $u_C(t)$ et $u_R(t)$.

À $t = 0$ s : $u_C(0) = 0$ V et $u_R(0) = E = 5{,}0$ V.

Pendant la charge, u_C augmente et tend vers E, alors que u_R diminue et tend vers 0 V.

La courbe 2 part de 0 V et monte vers 5,0 V ; la courbe 1 part de 5,0 V et descend vers 0 V.

Courbe 1 : $u_R(t)$; courbe 2 : $u_C(t)$.

COMPRENDRE
À $t = 0{,}5$ s, la courbe 1 saute de 0 à -5 V : seule u_R peut être discontinue. La tension aux bornes d'un condensateur ne subit jamais de saut.

1.5 Partie 1. Estimer la valeur de la résistance R en explicitant la méthode.

Données utiles $C = 1\ \mu\text{F}$; $E = 5{,}0$ V (1.1)

Le temps caractéristique du circuit est $\tau = RC$, donc $R = \dfrac{\tau}{C}$.

À $t = \tau$: $u_C(\tau) = E\left(1 - \text{e}^{-1}\right) = 0{,}63\,E = 0{,}63 \times 5{,}0 \approx 3{,}2$ V.

Sur la courbe 2, u_C atteint 3,2 V à la date $\tau \approx 0{,}1$ s.

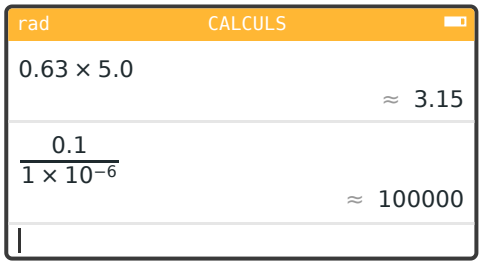
$$R = \frac{0{,}1}{1 \times 10^{-6}}$$

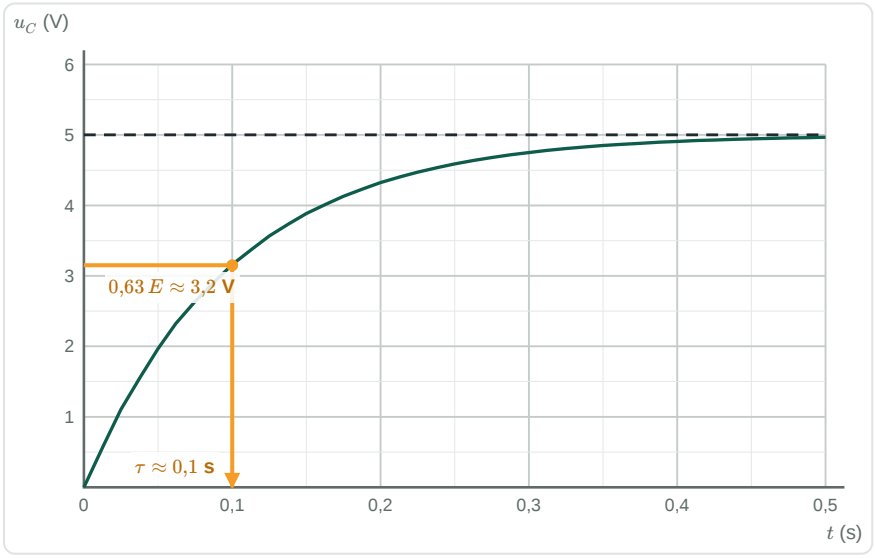
$R \approx 1 \times 10^5\ \Omega$, soit environ $100\ \text{k}\Omega$

PIÈGE
Laisser C en microfarads : $1\ \mu\text{F} = 1 \times 10^{-6}$ F.

MÉTHODE
Autre lecture possible sur la courbe 1 : $u_R(\tau) = 0{,}37\,E \approx 1{,}9$ V. On peut aussi tracer la tangente à l'origine, qui coupe l'asymptote $u_C = E$ à $t = \tau$.

À LA CALCULATRICE





1.5 · Courbe 2 (u_C) pendant la charge : lecture de la constante de temps

2.1 Partie 1. Sachant que $C = \varepsilon \dfrac{S}{e}$, comparer C_1 et C_2 en justifiant.

Les deux condensateurs ont la même constante ε et la même surface S : la capacité est inversement proportionnelle à l'écartement e des armatures.

Sur la figure 3 (MEMS accéléré), $e_1 < e_2$, donc $\dfrac{\varepsilon S}{e_1} > \dfrac{\varepsilon S}{e_2}$.

$\boxed{C_1 > C_2}$

2.2 Partie 1. Avec $C_1 = C\,(1 + k\,a_x)$ et $C_2 = C\,(1 - k\,a_x)$, donner le signe de a_x correspondant à la figure 3 et commenter.

$C_1 > C_2$ s'écrit $C\,(1 + k\,a_x) > C\,(1 - k\,a_x)$, soit $2\,k\,a_x > 0$. Comme $k > 0$:

$\boxed{a_x > 0}$

Commentaire : c'est cohérent avec la figure 3, où la flèche « accélération » est dans le sens de l'axe Ox. On a alors $C_1 > C > C_2$: l'écart entre les deux capacités renseigne sur la valeur et le sens de l'accélération.

COMPRENDRE
Quand le boîtier accélère vers la droite, la partie mobile, retenue par des ressorts, prend du retard par inertie : elle se décale vers la gauche par rapport à la partie fixe, d'où $e_1 < e_2$.

2.3 Partie 1. Donner la signification physique de V_0, calculer la variation de la tension de sortie pour une accélération de $40\,g$ suivant x, puis commenter.

Données utiles $V_{out} = V_0 + S\,a_x$; $S = 27\ \text{mV}/g$

Pour $a_x = 0$, $V_{out} = V_0$: V_0 est la tension de sortie du capteur en l'absence d'accélération suivant Ox (véhicule à l'arrêt ou à vitesse constante).

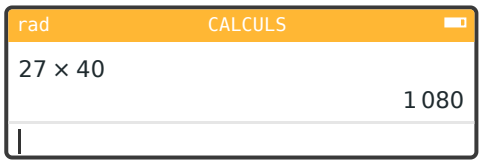
Variation de la tension de sortie : $\Delta V_{out} = V_{out} - V_0 = S\,a_x = 27 \times 40 = 1\,080$ mV.

$\boxed{\Delta V_{out} \approx 1{,}1\ \text{V}}$

Commentaire : une variation de l'ordre du volt est facile à mesurer et à distinguer des quelques dizaines de millivolts obtenues en conduite normale (accélérations inférieures à $1\,g$). Le circuit peut donc reconnaître un choc sans ambiguïté.

PIÈGE
Convertir g en $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ est inutile : S est en mV par g et l'accélération en g, les g se simplifient.

À LA CALCULATRICE



1 Partie 2. À partir des images de la figure 4, évaluer en $\mathrm{km \cdot h^{-1}}$ la vitesse de la voiture à son arrivée sur l'obstacle, en détaillant la démarche.

Données utiles deux mires consécutives sont distantes de 25 cm ; images aux dates -24 ms et 0 ms

Entre les deux premières images, il s'écoule $\Delta t = 24\ \mathrm{ms} = 24 \times 10^{-3}$ s.

Échelle : l'écart entre deux mires voisines de la carrosserie représente 25 cm.

On repère un même point de la voiture (la première mire de l'aile avant, ou le centre de la roue avant) sur les deux images : il avance d'environ 1,7 fois l'écart entre deux mires.

Distance parcourue : $d = 1{,}7 \times 0{,}25 \approx 0{,}43$ m.

$$v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{1{,}7 \times 0{,}25}{24 \times 10^{-3}} \approx 18\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

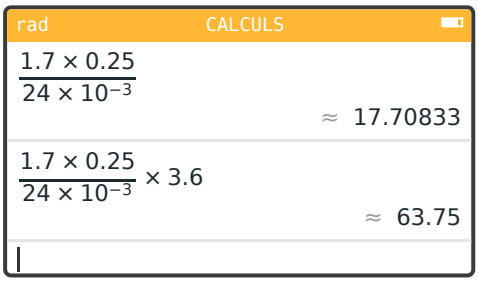
Conversion : $v = 17{,}7 \times 3{,}6$.

$v \approx 64\ \mathrm{km \cdot h^{-1}}$ (valeur cohérente avec la figure 5 : environ $17{,}6\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$ avant l'impact)

PIÈGE
Se tromper de mire d'une image à l'autre : elles se ressemblent toutes. Suivre un détail unique (roue, rétroviseur) évite de compter un intervalle en trop ou en moins.

COMPRENDRE
La mesure sur photo est peu précise : toute valeur entre 60 et 66 $\mathrm{km \cdot h^{-1}}$, obtenue par une démarche claire, convient. Pour gagner en précision, mesurer à la règle dix intervalles de mires (2,50 m).

À LA CALCULATRICE



2.1 Partie 2. Caractériser le mouvement de la tête du mannequin pendant les 25 ms qui suivent l'impact.

Sur la figure 5, entre $t = 0$ et $t = 25$ ms, la vitesse de la tête reste constante, proche de $17{,}5\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$, alors que celle de la voiture diminue déjà. La trajectoire de la tête est une droite horizontale.

Dans le référentiel du laboratoire, le mouvement de la tête est rectiligne uniforme.

COMPRENDRE
Rien ne retient encore la tête : d'après le principe d'inertie, elle garde sa vitesse pendant que l'habitacle ralentit. Elle avance donc vers le volant, d'où l'intérêt de l'airbag.

2.2 Partie 2. Schématiser sommairement la voiture à la date $t = 75$ ms et représenter, sans souci d'échelle, ses vecteurs vitesse et accélération.

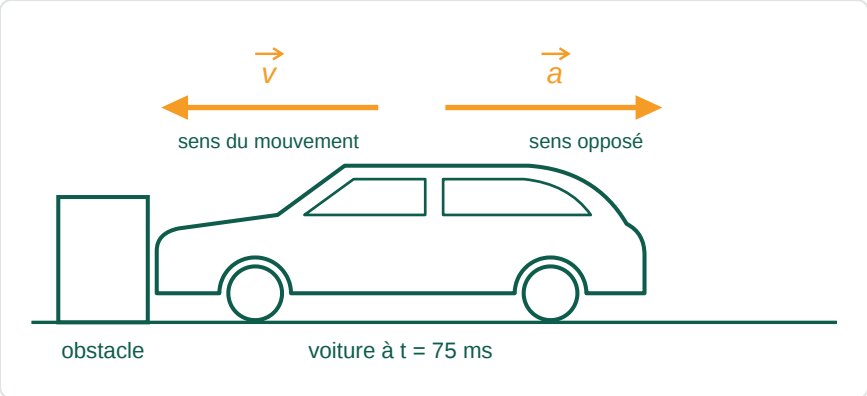
À $t = 75$ ms, la voiture avance encore vers l'obstacle ($v \approx 6\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$) et sa vitesse diminue : le mouvement est rectiligne ralenti.

Le vecteur vitesse $\vec{v}$ est horizontal, dans le sens du mouvement (vers l'obstacle).

Le vecteur accélération $\vec{a}$ a la même direction mais le sens opposé à $\vec{v}$.

$\vec{v}$ dirigé vers l'obstacle, $\vec{a}$ horizontal et de sens opposé (voir le schéma).

PIÈGE
Dessiner $\vec{a}$ dans le sens du mouvement. Quand un mobile ralentit en ligne droite, $\vec{a}$ et $\vec{v}$ sont de sens contraires.



2.2 · Voiture à $t = 75$ ms : $\vec{v}$ vers l'obstacle, $\vec{a}$ en sens opposé

2.3 Partie 2. Estimer la valeur maximale de l'accélération subie par la tête du mannequin au cours du choc, en détaillant la démarche.

Données utiles figure 5 ; $g = 9{,}81\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

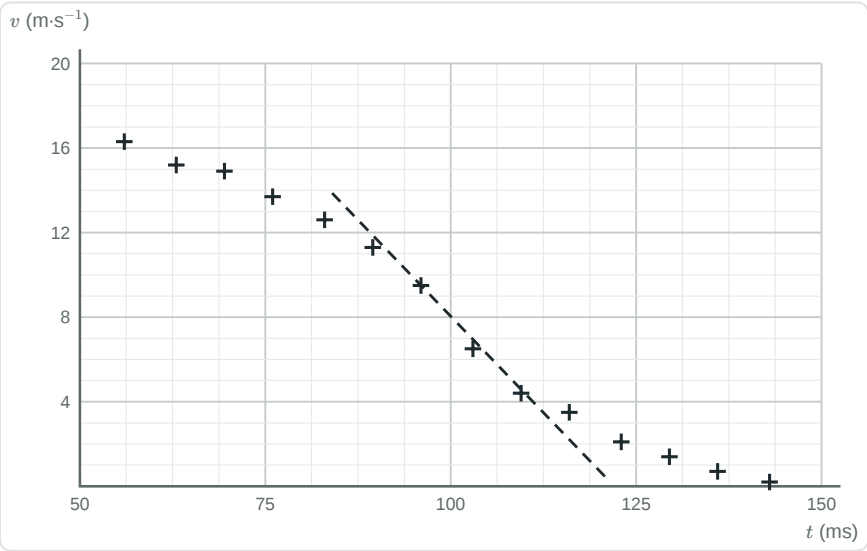
Le mouvement est rectiligne : la valeur de l'accélération est $a = \left|\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\right|$, c'est-à-dire la pente (en valeur absolue) de la courbe $v(t)$ de la tête.

Elle est maximale là où la courbe descend le plus vite, autour de $t = 100$ ms. On y trace une droite qui suit au mieux les points : elle passe par (96 ms ; $9{,}5\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) et (110 ms ; $4{,}4\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$).

$$a_{max} \approx \frac{9{,}5 - 4{,}4}{(110 - 96) \times 10^{-3}} \approx 3{,}6 \times 10^{2}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

En unités de g : $\dfrac{3{,}6 \times 10^{2}}{9{,}81} \approx 37$.

$a_{max} \approx 3{,}6 \times 10^{2}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$, soit environ $37\,g$ (ordre de grandeur : $40\,g$)



2.3 · Vitesse de la tête (figure 5) et droite tracée dans la zone la plus pentue

PIÈGE
Oublier de convertir les millisecondes en secondes, ou calculer une pente moyenne sur toute la décélération (de 60 à 143 ms) : on obtient alors une valeur moyenne, pas le maximum.

COMPRENDRE
C'est une estimation : selon la droite tracée, on trouve entre 35 et 50 g. Le correcteur attend la démarche (pente la plus forte, deux points lus, conversion en g) plus qu'une valeur précise.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\dfrac{9.5 - 4.4}{(110 - 96) \times 1 \times 10^{-3}}$ ≈ 364.2857

$\dfrac{364}{9.81}$ ≈ 37.10499

2.4 Partie 2. La probabilité d'apparition d'une commotion cérébrale est-elle importante pour un conducteur lors d'un choc similaire à ce crash-test ? Justifier.

Données utiles $a_{max} \approx 37\,g$ (2.3) ; figure 6

Sur la figure 6, la zone de forte probabilité est située au-dessus de la courbe. Cette courbe limite décroît quand la durée augmente : environ $70\,g$ pour 10 ms, $57\,g$ pour 20 ms, et encore $44\,g$ pour 100 ms.

La tête subit son accélération maximale, voisine de $37\,g$, pendant une quinzaine de millisecondes seulement, et des accélérations plus faibles le reste du temps (la décélération complète dure moins de 100 ms).

Quelle que soit la durée retenue, le point représentant le choc est sous la courbe.

La tête reste hors de la zone de forte probabilité : le risque de commotion cérébrale n'est pas important lors de ce choc.

COMPRENDRE
La conclusion dépend de la valeur trouvée en 2.3. Avec une estimation haute (environ $50\,g$ maintenus plus de 35 ms), le point arrive sur la courbe limite : il faut alors conclure à un risque réel. L'essentiel est la cohérence.

MÉTHODE
Pour exploiter un graphique « zone de danger » : placer le point (durée ; accélération) et dire de quel côté de la courbe limite il se trouve.

1 Partie 3. Rappeler l'équation d'état du gaz parfait en précisant l'unité de chaque grandeur.

$$PV = nRT$$

- P : pression du gaz, en pascals (Pa) ;
- V : volume occupé par le gaz, en mètres cubes ($\mathrm{m^3}$) ;
- n : quantité de matière de gaz, en moles (mol) ;
- T : température absolue, en kelvins (K) ;
- R : constante des gaz parfaits, en $\mathrm{J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}}$.

2 Partie 3. Déterminer la quantité de matière de diazote qui gonfle un airbag de 60 L à 20 °C et à la pression atmosphérique.

Données utiles $P_0 = 101$ kPa ; $R = 8{,}31\ \mathrm{J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}}$; $T(\mathrm{K}) = \theta(^\circ\mathrm{C}) + 273$

Conversions : $P_0 = 101 \times 10^3$ Pa ; $V = 60\ \mathrm{L} = 60 \times 10^{-3}\ \mathrm{m^3}$; $T = 20 + 273 = 293$ K.

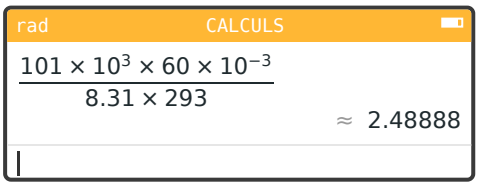
$$n(\mathrm{N_2}) = \frac{P_0 V}{RT} = \frac{101 \times 10^3 \times 60 \times 10^{-3}}{8{,}31 \times 293}$$

$$n(\mathrm{N_2}) \approx 2{,}5\ \mathrm{mol}$$

PIÈGE
Trois conversions à ne pas manquer : kPa en Pa, L en $\mathrm{m^3}$ ($1\ \mathrm{L} = 10^{-3}\ \mathrm{m^3}$), °C en K.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme le volume (60 L). On garde la valeur non arrondie, 2,489 mol, pour les calculs suivants.

À LA CALCULATRICE



3 Partie 3. Montrer que la masse minimale d'azoture de sodium nécessaire est de 101 g, puis en déduire la masse minimale de nitrate de potassium que doit contenir la cartouche.

Données utiles $10\,\mathrm{NaN_3\,(s)} + 2\,\mathrm{KNO_3\,(s)} \longrightarrow 16\,\mathrm{N_2\,(g)} + \mathrm{K_2O\,(s)} + 5\,\mathrm{Na_2O\,(s)}$; $M(\mathrm{NaN_3}) = 65{,}0\ \mathrm{g\cdot mol^{-1}}$; $M(\mathrm{KNO_3}) = 101{,}1\ \mathrm{g\cdot mol^{-1}}$; $n(\mathrm{N_2}) = 2{,}489$ mol (2)

La transformation est totale. D'après les nombres stœchiométriques, 10 mol de $\mathrm{NaN_3}$ consommées donnent 16 mol de $\mathrm{N_2}$:

$$\frac{n(\mathrm{NaN_3})}{10} = \frac{n(\mathrm{N_2})}{16}$$

$$m(\mathrm{NaN_3}) = \frac{10}{16}\,n(\mathrm{N_2})\,M(\mathrm{NaN_3}) = \frac{10}{16} \times 2{,}489 \times 65{,}0 = 101\ \mathrm{g}$$

De même, 2 mol de $\mathrm{KNO_3}$ sont consommées pour 16 mol de $\mathrm{N_2}$ formées :

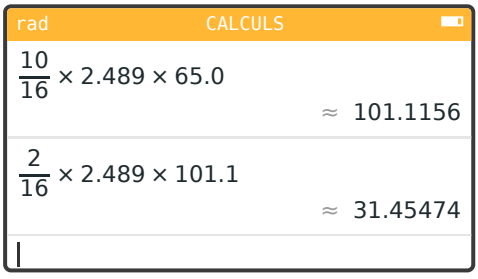
$$m(\mathrm{KNO_3}) = \frac{2}{16}\,n(\mathrm{N_2})\,M(\mathrm{KNO_3}) = \frac{2}{16} \times 2{,}489 \times 101{,}1 \approx 31\ \mathrm{g}$$

$m(\mathrm{NaN_3}) = 101$ g (valeur attendue : 101 g) et $m(\mathrm{KNO_3}) \approx 31$ g

PIÈGE
Utiliser $n(\mathrm{N_2}) = 2{,}5$ mol arrondi : on trouve alors 102 g et non 101 g. Dans un « montrer que », garder les valeurs intermédiaires non arrondies.

COMPRENDRE
« Minimale » signifie que les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques : aucun n'est en excès, et tout le diazote voulu est produit.

À LA CALCULATRICE



4 Partie 3. Les réactifs solides occupent 70 cm³. Expliquer l'intérêt de ce dispositif par rapport à du diazote stocké sous pression dans un réservoir à 20 °C.

Données utiles $V = 60$ L à $P_0 = 101$ kPa (2) ; $V' = 70\ \mathrm{cm^3} = 70 \times 10^{-6}\ \mathrm{m^3}$

Les 2,5 mol de diazote occupent 60 L à la pression atmosphérique : impossible de loger un tel volume dans un volant.

Pour enfermer ce gaz dans un réservoir aussi petit que les réactifs solides ($V' = 70\ \mathrm{cm^3}$), à la même température, il faudrait une pression P' telle que $P'\,V' = P_0\,V$ (n et T inchangés) :

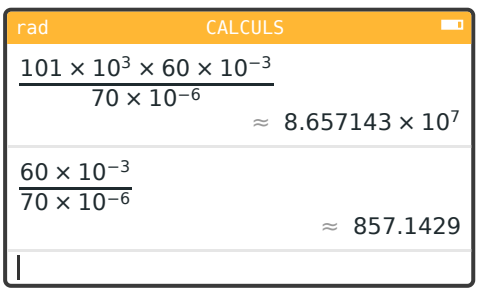
$$P' = \frac{P_0\,V}{V'} = \frac{101 \times 10^3 \times 60 \times 10^{-3}}{70 \times 10^{-6}} \approx 8{,}7 \times 10^7\ \mathrm{Pa}$$

soit environ 860 fois la pression atmosphérique.

Les réactifs solides stockent le diazote sous une forme environ 860 fois plus compacte (70 $\mathrm{cm^3}$ au lieu de 60 L), sans réservoir à très haute pression, lourd et dangereux, dans le volant.

COMPRENDRE
À une telle pression, le diazote ne se comporte plus vraiment comme un gaz parfait : le calcul ne donne qu'un ordre de grandeur, suffisant pour conclure.

À LA CALCULATRICE



Le PLA ou acide polylactique

Bac 2022 Amérique du Sud Jour 2 · Exercice 2 **5 points** **Durée conseillée 53 min**

1.1 Justifier le nom officiel de l'acide lactique : acide 2-hydroxypropanoïque.

- La chaîne carbonée compte trois atomes de carbone : racine « propan ».
- Elle porte un groupe carboxyle $-\mathrm{COOH}$ (famille des acides carboxyliques) : « acide … oïque ». Son carbone porte le numéro 1.
- Le carbone numéro 2 porte un groupe hydroxyle $-\mathrm{OH}$: préfixe « 2-hydroxy ».

Trois carbones, un groupe carboxyle en 1 et un groupe hydroxyle en 2 : acide 2-hydroxypropanoïque.

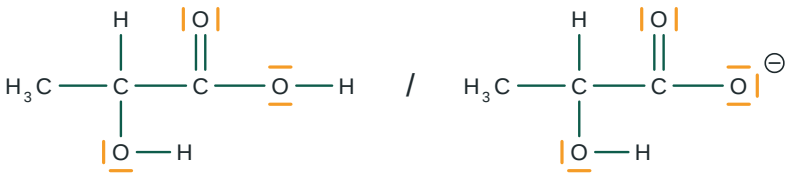
PIÈGE
Numéroter la chaîne à partir du $\mathrm{CH_3}$. Le carbone du groupe carboxyle est toujours le numéro 1 ; sinon le groupe hydroxyle semble aussi en 2, mais pour une mauvaise raison.

1.2 Écrire le couple acide-base associé à l'acide lactique en utilisant les schémas de Lewis.

L'acide lactique cède l'ion $\mathrm{H^+}$ de son groupe carboxyle. Sa base conjuguée est l'ion lactate, dont l'oxygène qui a perdu l'hydrogène porte trois doublets non liants et une charge négative (schémas ci-dessous).

Couple $\mathrm{CH_3-CH(OH)-COOH}$ / $\mathrm{CH_3-CH(OH)-COO^-}$

PIÈGE
Retirer l'hydrogène du groupe hydroxyle : c'est celui du groupe carboxyle qui est acide. Ne pas oublier les doublets non liants (deux par oxygène neutre, trois sur $\mathrm{O^-}$) ni la charge.



acide lactique (acide) ion lactate (base conjuguée)

1.2 · Couple acide lactique / ion lactate : les doublets non liants sont en orange

1.3 Indiquer si, dans ces conditions expérimentales, l'acide lactique est fort ou faible. Justifier.

Données utiles $C = 2{,}0 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$; $\mathrm{pH} = 2{,}8$; $c^\circ = 1\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$

Concentration en ions oxonium dans la solution : $[\mathrm{H_3O^+}] = c^\circ \times 10^{-\mathrm{pH}}$

$$[\mathrm{H_3O^+}] = 1 \times 10^{-2{,}8} = 1{,}6 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$$

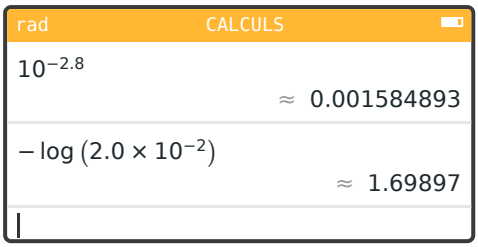
Si l'acide était fort, sa réaction avec l'eau serait totale et on aurait $[\mathrm{H_3O^+}] = C = 2{,}0 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$ (soit un pH de 1,7).

$[\mathrm{H_3O^+}] = 1{,}6 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}} < C$: la réaction avec l'eau n'est pas totale, l'acide lactique est un acide **faible**.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme C. Le taux d'avancement final vaut $\dfrac{1{,}6 \times 10^{-3}}{2{,}0 \times 10^{-2}} \approx 0{,}08$: seules 8 % des molécules d'acide ont réagi avec l'eau.

MÉTHODE
Fort ou faible : comparer $[\mathrm{H_3O^+}]$ mesurée à C, ou le pH mesuré à $-\log(C/c^\circ)$. Égalité : acide fort. pH plus grand : acide faible.

À LA CALCULATRICE



1.4 Écrire l'équation de la réaction entre l'acide lactique, noté AH, et l'eau.

$$\mathrm{AH\,(aq) + H_2O\,(l) \rightleftharpoons A^-\,(aq) + H_3O^+\,(aq)}$$

PIÈGE
Écrire une flèche simple. L'acide est faible (question 1.3) : la transformation est limitée et l'équation s'écrit avec une double flèche.

2.1 Citer la famille fonctionnelle à laquelle appartient le produit organique formé par la réaction (1).

Le produit $\mathrm{R_1-COO-R_2}$ contient le groupe caractéristique $-\mathrm{COO-C}$: c'est le groupe ester.

Le produit organique appartient à la famille des **esters**.

COMPRENDRE
La réaction (1), entre un acide carboxylique et un alcool, est une estérification. L'acide lactique possède les deux groupes : ses molécules peuvent donc s'enchaîner les unes aux autres.

2.2 Parmi les groupements d'atomes encadrés, indiquer celui qui correspond au motif du polymère.

Le motif est le plus petit groupe d'atomes qui se répète à l'identique le long de la chaîne. Ici il provient d'une seule molécule d'acide lactique : $-\mathrm{CO-CH(CH_3)-O^-}$.

Le cadre n°2 contient exactement ces atomes. Le n°1 ne contient pas l'oxygène de la chaîne ; les autres contiennent plus d'atomes qu'un seul motif.

Le motif du PLA est le groupement **n°2**.

PIÈGE
Choisir un grand cadre parce qu'il se répète aussi. Deux motifs à la suite se répètent, mais le motif est la plus petite unité de répétition.

3.1 Attribuer à T_1, T_2 et T_3 la valeur de température correspondante (70 °C, 90 °C, 110 °C). Justifier.

La température est un facteur cinétique : plus elle est élevée, plus la transformation est rapide, donc plus $[\mathrm{PLA}]$ diminue vite.

Sur la figure 1, à une même date (par exemple 20 min), $[\mathrm{PLA}]$ est la plus faible sur la courbe T_3 et la plus élevée sur la courbe T_1 : la disparition est la plus rapide à T_3, la plus lente à T_1.

$T_1 = 70\ °\mathrm{C}$; $T_2 = 90\ °\mathrm{C}$; $T_3 = 110\ °\mathrm{C}$

MÉTHODE
Pour classer des courbes cinétiques, comparer les concentrations à une même date ou les temps de demi-réaction : ici environ 24 min à T_1, 11 min à T_2, 5 min à T_3.

3.2.1 Définir la vitesse volumique de disparition du PLA.

C'est l'opposé de la dérivée par rapport au temps de la concentration en PLA :

$$v_{\mathrm{disp}}(\mathrm{PLA}) = -\frac{\mathrm{d}[\mathrm{PLA}]}{\mathrm{d}t}, \text{ en } \mathrm{mol \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}}$$

PIÈGE
Oublier le signe « − ». La concentration d'un réactif diminue, sa dérivée est négative : le signe moins rend la vitesse positive.

3.2.2 Déterminer graphiquement la vitesse volumique de disparition du PLA à $t = 0$ s pour la température T_1. Décrire la méthode utilisée.

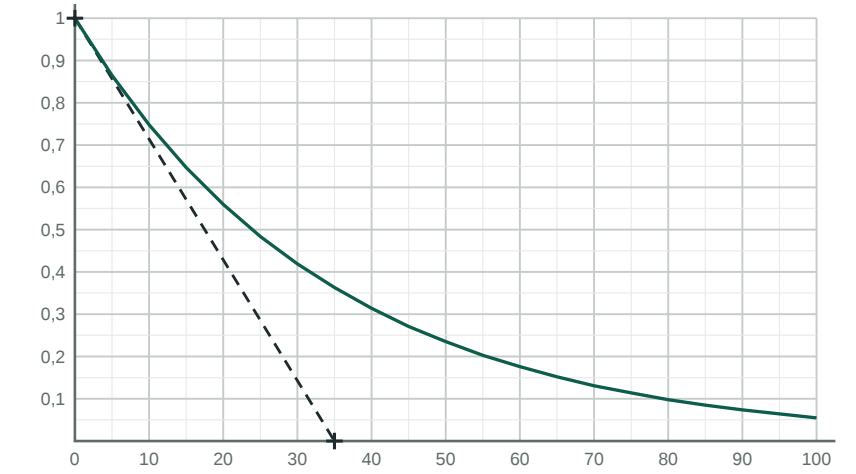
Données utiles figure 1, courbe T_1 : $[\text{PLA}]_0 = 1{,}0\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

La vitesse à $t = 0$ est l'opposé du coefficient directeur de la tangente à la courbe $[\text{PLA}] = f(t)$ au point d'abscisse $t = 0$.

On trace cette tangente : elle passe par $(0\ ;\ 1{,}0\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1})$ et coupe l'axe des abscisses vers $t = 35$ min.

$$v_{\text{disp}}(0) = -\frac{(0 - 1{,}0 \times 10^{-3})\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}{(35 \times 60 - 0)\ \text{s}}$$

$$\boxed{v_{\text{disp}}(0) \approx 4{,}8 \times 10^{-7}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}$$



3.2.2 · Courbe à T_1 et sa tangente à l'origine (en tirets), qui coupe l'axe des abscisses à $t = 35$ min

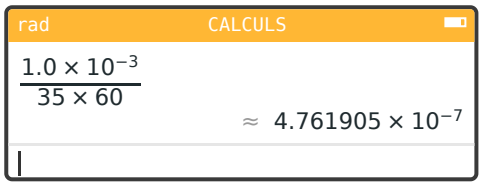
PIÈGE

Laisser les mmol et les minutes. Le tableau est en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$: il faut convertir $1{,}0$ mmol en $1{,}0 \times 10^{-3}$ mol et 35 min en 2100 s.

COMPRENDRE

Le tracé d'une tangente est peu précis : une intersection lue entre 33 et 37 min donne de $4{,}5 \times 10^{-7}$ à $5{,}1 \times 10^{-7}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, valeurs toutes acceptables.

À LA CALCULATRICE



3.2.3 Montrer, en explicitant la démarche, que l'évolution de la concentration en PLA suit une loi de vitesse d'ordre 1.

Données utiles tableau du sujet ; $v_{disp}(0) = 4{,}8 \times 10^{-7}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ (3.2.2)

Une loi de vitesse d'ordre 1 signifie que la vitesse de disparition est proportionnelle à la concentration : $v_{disp}(\text{PLA}) = k \times [\text{PLA}]$, avec k constante.

On calcule le rapport $k = \dfrac{v_{disp}(\text{PLA})}{[\text{PLA}]}$ à chaque date :

- $t = 0$: $\dfrac{4{,}8 \times 10^{-7}}{1{,}0 \times 10^{-3}} = 4{,}8 \times 10^{-4}\ \text{s}^{-1}$
- $t = 20$ min : $\dfrac{2{,}7 \times 10^{-7}}{5{,}6 \times 10^{-4}} = 4{,}8 \times 10^{-4}\ \text{s}^{-1}$
- $t = 40$ min : $\dfrac{1{,}5 \times 10^{-7}}{3{,}2 \times 10^{-4}} = 4{,}7 \times 10^{-4}\ \text{s}^{-1}$
- $t = 60$ min : $\dfrac{8{,}5 \times 10^{-8}}{1{,}8 \times 10^{-4}} = 4{,}7 \times 10^{-4}\ \text{s}^{-1}$
- $t = 80$ min : $\dfrac{4{,}8 \times 10^{-8}}{1{,}0 \times 10^{-4}} = 4{,}8 \times 10^{-4}\ \text{s}^{-1}$

Le rapport est constant, $k \approx 4{,}8 \times 10^{-4}\ \text{s}^{-1}$: la vitesse est proportionnelle à $[\text{PLA}]$, la loi de vitesse est d'ordre 1.

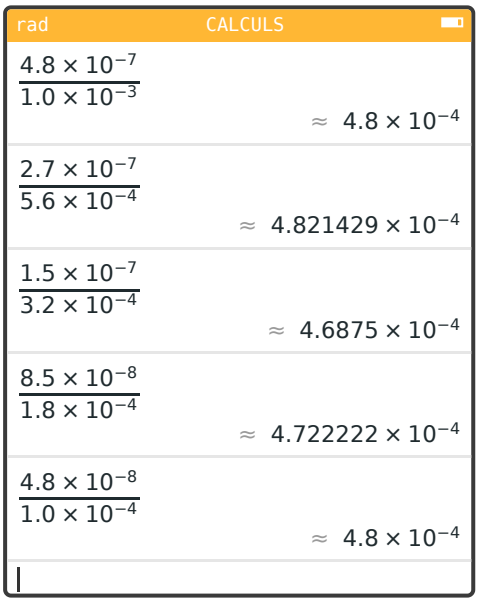
COMPRENDRE

On peut aussi tracer v_{disp} en fonction de $[\text{PLA}]$: on obtient une droite passant par l'origine, de coefficient directeur k.

MÉTHODE

Autre preuve possible : pour un ordre 1, le temps de demi-réaction ne dépend pas de la concentration initiale. Sur la courbe T_1, $[\text{PLA}]$ passe de 1,0 à 0,5 puis de 0,5 à 0,25 $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ en 24 min environ chaque fois.

À LA CALCULATRICE



Besoin en magnésium

Bac 2022 Amérique du Sud Jour 2 · Exercice 3 **5 points** **Durée conseillée 53 min**

1 Réaliser le schéma légendé du montage permettant de titrer les ions calcium présents dans une eau.

Données utiles titrage par l'EDTA, $c = 1{,}0 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; prise d'essai $V = 100{,}0$ mL ; pH supérieur à 12 ; indicateur coloré de fin de réaction

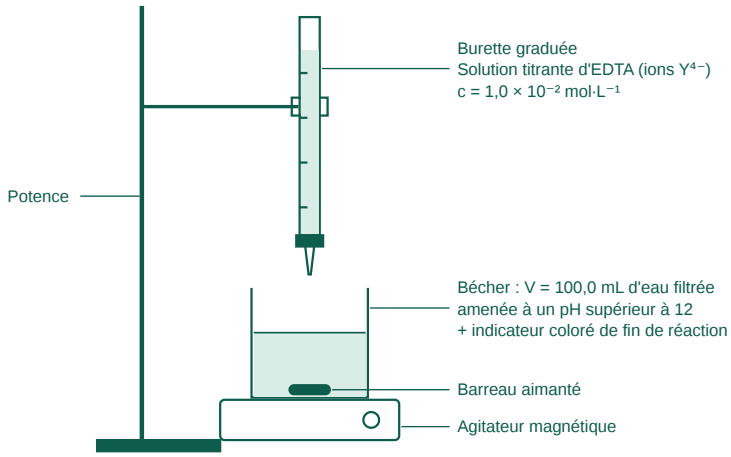
Le schéma comporte :

- une burette graduée, fixée à une potence, contenant la solution titrante d'EDTA ;
- un bécher contenant la solution titrée : $V = 100{,}0$ mL d'eau, amenée à un pH supérieur à 12, avec quelques gouttes d'indicateur coloré ;
- un agitateur magnétique et son barreau aimanté.

Montage de titrage colorimétrique : burette (EDTA), bécher (eau + indicateur coloré), agitation magnétique.

PIÈGE
Dessiner une sonde de pH-mètre ou de conductimètre. L'équivalence est ici repérée par le changement de couleur de l'indicateur : aucun appareil de mesure ne plonge dans le bécher.

MÉTHODE
Un schéma de titrage légendé nomme toujours la verrerie, la solution titrante avec sa concentration, la solution titrée avec son volume, et le moyen de repérer l'équivalence.



1 · Montage du titrage des ions calcium par l'EDTA

2 Pourquoi le titrage des ions calcium seuls est-il réalisé à un pH supérieur à 12 ?

Les ions Y^{4-} de l'EDTA réagissent aussi bien avec Mg^{2+} qu'avec Ca^{2+}. Or, à un pH supérieur à 12, les ions magnésium forment un précipité : ils ne sont plus disponibles en solution pour réagir avec l'EDTA.

À pH > 12, seuls les ions Ca^{2+} sont titrés par l'EDTA.

COMPRENDRE
Un titrage n'est exploitable que si l'espèce titrante réagit avec une seule espèce, ou avec un ensemble d'espèces bien identifié. Le choix du pH sert ici à écarter les ions magnésium.

3 Déterminer la concentration en quantité de matière en ions calcium de l'eau filtrée.

Données utiles $c = 1{,}0 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $V = 100{,}0$ mL ; $V_{E1} = 8{,}8$ mL (titrage des ions calcium)

Réaction support du titrage : $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{Y}^{4-}(\text{aq}) \longrightarrow \text{CaY}^{2-}(\text{aq})$.

À l'équivalence, les réactifs ont été mélangés dans les proportions stœchiométriques, ici une mole pour une mole :

$$n(\text{Ca}^{2+})_{\text{titré}} = n(\text{Y}^{4-})_{\text{versé}} \quad \text{soit} \quad [\text{Ca}^{2+}] \times V = c \times V_{E1}$$

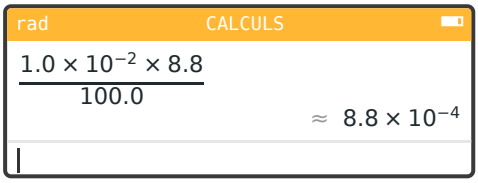
$$[\text{Ca}^{2+}] = \frac{c \times V_{E1}}{V} = \frac{1{,}0 \times 10^{-2} \times 8{,}8}{100{,}0} = 8{,}8 \times 10^{-4}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[\text{Ca}^{2+}] = 8{,}8 \times 10^{-4}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0{,}88\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

PIÈGE
Diviser par le volume versé à l'équivalence au lieu du volume V de la prise d'essai, ou convertir un seul des deux volumes en litres.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme c et V_{E1}, les données les moins précises. Les deux volumes peuvent rester en mL : leur rapport est sans unité.

À LA CALCULATRICE



4 Montrer que la concentration en quantité de matière en ions magnésium est égale à $0{,}20\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Données utiles $V_{E2} = 10{,}8$ mL (titrage des ions magnésium et calcium) ; $V_{E1} = 8{,}8$ mL ; $c = 1{,}0 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $V = 100{,}0$ mL

À un pH compris entre 9 et 10, l'EDTA réagit avec les deux ions, chaque fois mole pour mole. À l'équivalence de ce second titrage :

$$n(\text{Ca}^{2+}) + n(\text{Mg}^{2+}) = c \times V_{E2}$$

Comme $n(\text{Ca}^{2+}) = c \times V_{E1}$ pour la même prise d'essai (question 3) :

$$[\text{Mg}^{2+}] \times V = c \times (V_{E2} - V_{E1})$$

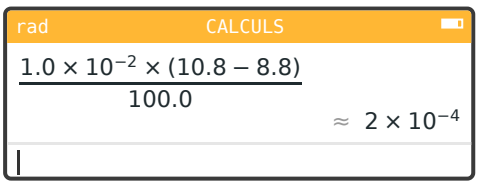
$$[\text{Mg}^{2+}] = \frac{c \times (V_{E2} - V_{E1})}{V} = \frac{1{,}0 \times 10^{-2} \times (10{,}8 - 8{,}8)}{100{,}0}$$

$[\text{Mg}^{2+}] = 2{,}0 \times 10^{-4}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0{,}20\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$: c'est la valeur attendue.

PIÈGE
Utiliser directement $V_{E2} = 10{,}8$ mL : on obtient $1{,}08\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$, qui est la concentration totale en ions calcium et magnésium, pas celle des ions magnésium seuls.

MÉTHODE
Titrage par différence : un dosage donne la somme de deux espèces, un autre donne l'une d'elles seule. La seconde s'obtient en soustrayant les volumes équivalents, les prises d'essai étant identiques.

À LA CALCULATRICE



5 Les résultats obtenus sont-ils en accord avec les propriétés annoncées pour la carafe filtrante munie de la cartouche « Edition Mg2+ » ?

Données utiles eau non filtrée : $[Ca^{2+}] = 2{,}2\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ et $[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] = 2{,}3\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$; eau filtrée : $0{,}88\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (Q3) et $0{,}20\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ (Q4)

Dans l'eau non filtrée : $[Mg^{2+}] = 2{,}3 - 2{,}2 = 0{,}1\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Bilan, en $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$:

- ions calcium : $2{,}2$ avant filtration, $0{,}88$ après ;
- ions magnésium : $0{,}1$ avant filtration, $0{,}20$ après.

La filtration retire $2{,}2 - 0{,}88 \approx 1{,}3\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ d'ions calcium : l'eau est bien adoucie. La concentration en ions magnésium augmente, elle est environ doublée, mais le gain n'est que de $0{,}20 - 0{,}1 = 0{,}1\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

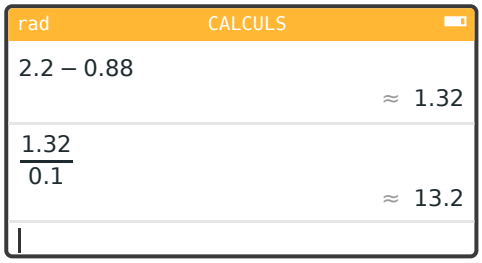
Si les ions calcium étaient remplacés par des ions magnésium, le gain en magnésium serait comparable à la perte en calcium. Il est environ treize fois plus faible.

Accord partiel seulement : l'eau filtrée est appauvrie en calcium et un peu enrichie en magnésium, mais les ions calcium retirés ne sont pas remplacés par des ions magnésium.

COMPRENDRE
La différence $2{,}3 - 2{,}2$ n'a qu'un chiffre significatif : la concentration initiale en magnésium est mal connue. La conclusion reste valable, car l'écart entre $1{,}3$ et $0{,}1$ est très grand.

MÉTHODE
Pour juger une annonce commerciale : traduire l'annonce en une prévision chiffrée, calculer la même grandeur avant et après, comparer, puis conclure en citant les valeurs.

À LA CALCULATRICE



6 Un adulte de masse 70 kg peut-il couvrir ses besoins journaliers en magnésium en consommant uniquement de l'eau filtrée ?

Données utiles apport conseillé : 6 mg par jour et par kg ; $M(\text{Mg}) = 24{,}3\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $[Mg^{2+}] = 2{,}0 \times 10^{-4}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (Q4)

Masse de magnésium nécessaire chaque jour : $m = 6 \times 70 = 420\ \text{mg} = 0{,}420\ \text{g}$.

Cette masse correspond à la quantité $n = \dfrac{m}{M(\text{Mg})}$, contenue dans un volume V_{eau} d'eau filtrée tel que $n = [Mg^{2+}] \times V_{\text{eau}}$:

$$V_{\text{eau}} = \frac{m}{M(\text{Mg}) \times [Mg^{2+}]} = \frac{0{,}420}{24{,}3 \times 2{,}0 \times 10^{-4}} \approx 86\ \text{L}$$

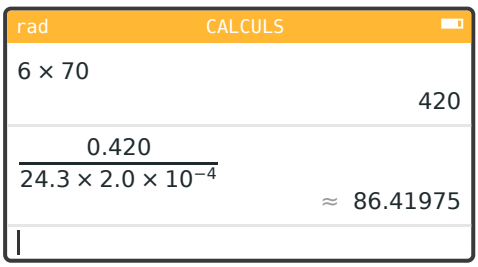
Personne ne peut boire un tel volume en une journée.

Non : il faudrait boire environ 86 L d'eau filtrée par jour. L'eau filtrée ne peut pas couvrir seule les besoins en magnésium.

PIÈGE
Mélanger les unités : la masse doit être en grammes si la masse molaire est en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ et la concentration en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Avec 420 mg laissés tels quels, le résultat est mille fois trop grand.

COMPRENDRE
Autre lecture : un litre d'eau filtrée apporte $24{,}3 \times 0{,}20 \approx 4{,}9$ mg de magnésium, soit à peine plus de 1 % du besoin journalier. L'essentiel vient de l'alimentation.

À LA CALCULATRICE



La batterie au lithium-fer-phosphate d'une automobile

Bac 2022 Amérique du Sud Jour 2 · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 53 min**

1 Identifier l'électrode où se produit une oxydation et celle où se produit une réduction. Justifier.

Dans le compartiment 2 : $\mathrm{LiC_6\,(s) = 6\,C\,(s) + Li^+ + e^-}$. Des électrons sont cédés : c'est une **oxydation**, qui se produit à l'électrode de carbone.

Dans le compartiment 1 : $\mathrm{Li^+ + e^- + FePO_4\,(s) = LiFePO_4\,(s)}$. Des électrons sont captés : c'est une **réduction**, qui se produit à l'électrode de phosphate de fer.

Oxydation à l'électrode de carbone (compartiment 2) ; réduction à l'électrode de phosphate de fer (compartiment 1).

MÉTHODE
Regarder de quel côté de la demi-équation se trouvent les électrons, écrite dans le sens où elle se déroule : à droite, ils sont cédés (oxydation) ; à gauche, ils sont captés (réduction).

2 Reproduire le schéma de la pile, indiquer les polarités des électrodes et représenter les porteurs de charges et leur sens de circulation lorsque la pile débite.

L'électrode de carbone, siège de l'oxydation, libère des électrons : c'est la borne $-$. L'électrode de phosphate de fer, siège de la réduction, en consomme : c'est la borne $+$.

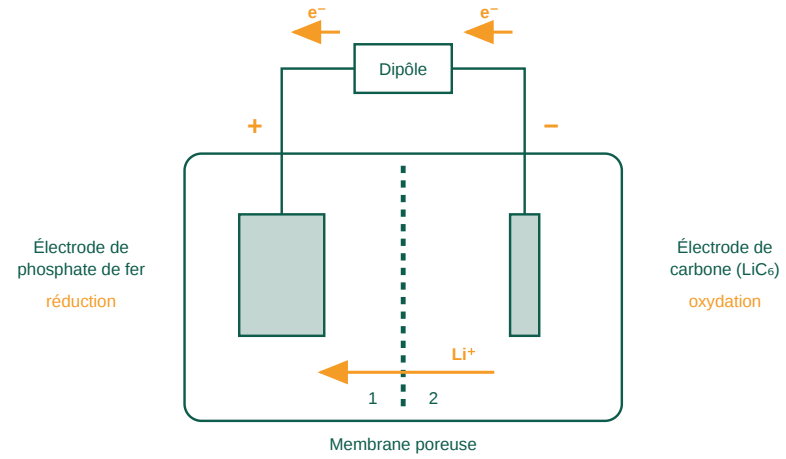
Dans les fils et le dipôle, les porteurs de charge sont les électrons : ils vont de la borne $-$ vers la borne $+$.

Dans l'électrolyte, les porteurs de charge sont les ions : les ions $\mathrm{Li^+}$, formés dans le compartiment 2, traversent la membrane vers le compartiment 1 où ils sont consommés.

Borne $-$: carbone ; borne $+$: phosphate de fer ; électrons du carbone vers le phosphate de fer par le circuit extérieur ; ions $\mathrm{Li^+}$ du compartiment 2 vers le compartiment 1.

PIÈGE
Faire circuler des électrons dans l'électrolyte. Ils ne quittent jamais les conducteurs métalliques ; en solution, seuls les ions assurent le passage du courant.

COMPRENDRE
Le courant électrique, de sens opposé à celui des électrons, sort de la pile par la borne $+$. Les cations se déplacent dans le sens du courant à l'intérieur de la pile, ce qui ferme le circuit.



2 · Schéma de la pile en fonctionnement (ajouts de l'élève en orange)

3 Écrire l'équation de la réaction modélisant le fonctionnement de la pile.

Chaque demi-équation met en jeu un seul électron : on les additionne membre à membre, les ions Li^+ et les électrons se simplifient.

$$LiC_6\,(s) + FePO_4\,(s) \longrightarrow 6\,C\,(s) + LiFePO_4\,(s)$$

PIÈGE
Laisser des électrons ou des ions Li^+ dans l'équation de fonctionnement : autant d'électrons sont cédés à une électrode que captés à l'autre, ils ne doivent plus apparaître.

4 La constante d'équilibre de la réaction de fonctionnement vaut $K = 10^{54}$ à 25 °C. Conclure quant à la transformation chimique mise en jeu dans la pile.

$K = 10^{54}$ est très supérieure à 10^4 : la réaction est très fortement déplacée dans le sens direct, celui de la formation de C et $LiFePO_4$.

La transformation peut être considérée comme **totale** : elle se poursuit jusqu'à la disparition du réactif limitant.

COMPRENDRE
Une transformation totale donne un avancement final égal à l'avancement maximal : c'est ce qui autorise, à la question suivante, à confondre les deux.

5 Montrer que l'avancement final de la transformation est $x_{max} = 14$ mol. Indiquer ce qu'il se passe lorsque cette valeur est atteinte lors du fonctionnement de la batterie.

Données utiles $m(FePO_4) = 4{,}7$ kg ; $m(LiC_6) = 1{,}1$ kg ; $M(FePO_4) = 150{,}8\ g \cdot mol^{-1}$; $M(LiC_6) = 78{,}9\ g \cdot mol^{-1}$

Quantités de matière initiales, avec $n = \dfrac{m}{M}$:

$$n_i(FePO_4) = \frac{4{,}7 \times 10^3}{150{,}8} = 31\ mol \qquad n_i(LiC_6) = \frac{1{,}1 \times 10^3}{78{,}9} = 14\ mol$$

Les deux réactifs ont le même nombre stœchiométrique (1) : le réactif limitant est celui qui est en plus petite quantité, LiC_6. La transformation étant totale (question 4) : $n_i(LiC_6) - x_{max} = 0$.

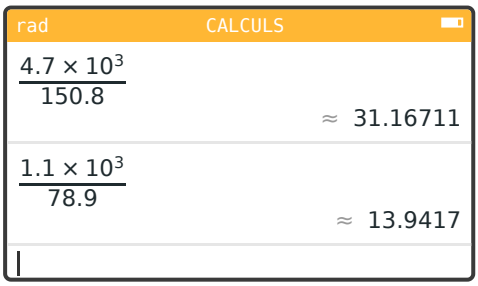
Lorsque cette valeur est atteinte, il ne reste plus de LiC_6 : la réaction s'arrête, la pile ne débite plus de courant. La batterie est entièrement déchargée (il reste $31 - 14 = 17$ mol de $FePO_4$).

$x_{max} = n_i(LiC_6) = 14$ mol, valeur attendue ; la batterie est alors déchargée.

PIÈGE
Laisser les masses en kilogrammes alors que les masses molaires sont en $g \cdot mol^{-1}$: on trouverait des quantités mille fois trop petites.

COMPRENDRE
Les masses sont données avec deux chiffres significatifs : les quantités de matière s'écrivent avec deux chiffres, 31 mol et 14 mol, et non 31,17 mol ou 13,94 mol.

À LA CALCULATRICE



6 Déterminer la valeur de la capacité électrique maximale q_{max} de cette batterie.

Données utiles $x_{max} = 14$ mol (Q5) ; $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$; $e = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C

La capacité est la charge totale que la pile peut faire circuler jusqu'à son arrêt.

D'après $\text{LiC}_6\,(\text{s}) = 6\,\text{C}\,(\text{s}) + \text{Li}^+ + \text{e}^-$, une mole de LiC_6 consommée libère une mole d'électrons : $n(\text{e}^-) = x_{max}$.

Une mole d'électrons porte la charge $N_A \times e$, donc :

$$q_{max} = n(\text{e}^-) \times N_A \times e = x_{max} \times N_A \times e$$

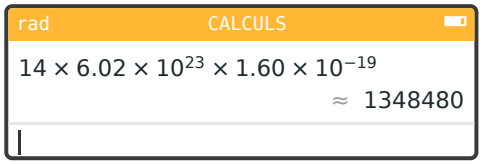
$$q_{max} = 14 \times 6{,}02 \times 10^{23} \times 1{,}60 \times 10^{-19} = 1{,}3 \times 10^6\ \text{C}$$

$q_{max} = 1{,}3 \times 10^6$ C

MÉTHODE

Capacité d'une pile : 1) avancement maximal ; 2) quantité d'électrons échangés, lue sur une demi-équation ; 3) $q = n(\text{e}^-) \times N_A \times e$. Le produit $N_A \times e$ est la charge d'une mole d'électrons.

À LA CALCULATRICE



7 Indiquer si la batterie permet le démarrage du véhicule.

Données utiles $q_D = 45$ Ah ; $1{,}0$ Ah $= 3{,}6 \times 10^3$ C ; $q_{max} = 1{,}3 \times 10^6$ C (Q6)

Charge nécessaire au démarrage, en coulombs :

$q_D = 45 \times 3{,}6 \times 10^3 = 1{,}6 \times 10^5$ C

On compare : $q_{max} = 1{,}3 \times 10^6\ \text{C} > q_D = 1{,}6 \times 10^5\ \text{C}$, soit $\dfrac{q_{max}}{q_D} \approx 8$.

$q_{max} > q_D$: la batterie chargée permet le démarrage du véhicule, sa capacité vaut environ 8 fois la charge nécessaire.

PIÈGE

Comparer directement $1{,}3 \times 10^6$ et 45 : les deux charges doivent être dans la même unité, coulomb ou ampère-heure, avant toute comparaison.

À LA CALCULATRICE

