Corrigé complet — Bac S 2008 Centres étrangers (ancien programme)

Physique-chimie, Bac S (épreuve écrite) **16 points** **3 h 30**

Ex 1	**Spécialité : De l'eugénol à la vanilline** Hydrodistillation · Extraction liquide-liquide · Chromatographie sur couche mince · Chauffage à reflux · Réactif limitant et rendement · Catalyse	4 pts	52 min	16 questions	p. 2
Ex 2	**Autour de la voiture** Ondes mécaniques progressives · Célérité et retard · Période, fréquence, longueur d'onde · Dilution · pH et concentration · Tableau d'avancement	7 pts	1 h 31	22 questions	p. 6
Ex 3	**Pluton & Charon** Mouvement circulaire uniforme · Interaction gravitationnelle · Deuxième loi de Newton · Période de révolution · Troisième loi de Kepler · Masse d'un astre	5 pts	1 h 05	12 questions	p. 13
Ex 4	**La bouteille magique** Oxydant et réducteur · Demi-équations électroniques · Réactions lente et rapide · Facteurs cinétiques · Tableau d'avancement · Volume molaire	4 pts	52 min	11 questions	p. 18

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 : De l'eugénol à la vanilline

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

1.1 Parmi les trois montages de verrerie proposés (a, b, c), identifier celui qui sert à l'hydrodistillation.

Le montage b comporte un ballon surmonté d'une tête de distillation et d'un réfrigérant incliné vers le bas : les vapeurs se condensent et le distillat coule dans un récipient séparé.

Il faut utiliser le **montage b**.

COMPRENDRE
Le montage a sert au chauffage à reflux : son réfrigérant vertical renvoie les vapeurs condensées dans le ballon, on ne recueille rien. Le montage c est une ampoule à décanter, qui sert à séparer deux liquides non miscibles.

1.2.1 Justifier à l'aide des tableaux qu'il y a deux phases dans l'ampoule, une phase organique et une phase aqueuse.

Données utiles Tableau 1 : miscibilité du dichlorométhane à l'eau : faible.

Le distillat est constitué essentiellement d'eau. D'après le tableau 1, le dichlorométhane est très peu miscible à l'eau : les deux liquides ne se mélangent pas.

Le mélange est hétérogène : une **phase aqueuse** (eau, puis eau salée) et une **phase organique** (dichlorométhane).

1.2.2 La phase inférieure dans l'ampoule est-elle la phase aqueuse ou la phase organique ?

Données utiles Tableau 1 : densité du dichlorométhane $d = 1{,}34$; densité de l'eau $d = 1$.

La densité du dichlorométhane $(1{,}34)$ est supérieure à celle de l'eau (1) : le liquide le plus dense se place en dessous.

La phase inférieure est la **phase organique**.

PIÈGE
Répondre par habitude que la phase organique surnage. C'est vrai pour le cyclohexane ou l'éther, pas pour les solvants chlorés : seule la comparaison des densités permet de conclure.

1.2.3 Après agitation, dans quelle phase se trouve l'eugénol ?

Données utiles Tableau 2 : solubilité de l'eugénol grande dans le dichlorométhane, faible dans l'eau, très faible dans l'eau salée.

D'après le tableau 2, l'eugénol est très soluble dans le dichlorométhane et très peu soluble dans l'eau (salée). Lors de l'agitation, il passe donc de l'eau vers le dichlorométhane.

L'eugénol se trouve dans la **phase organique**.

1.2.4 Pourquoi a-t-on ajouté du chlorure de sodium dans l'ampoule à décanter ?

Données utiles Tableau 2 : solubilité de l'eugénol faible dans l'eau, très faible dans l'eau salée.

Le chlorure de sodium se dissout dans la phase aqueuse, qui devient de l'eau salée. Or l'eugénol est encore moins soluble dans l'eau salée que dans l'eau.

Il reste moins d'eugénol dans la phase aqueuse : l'extraction par le dichlorométhane est **plus complète**.

COMPRENDRE
Cette opération s'appelle le relargage. Elle sert aussi à mieux séparer les deux phases, puisque l'eau salée est plus dense que l'eau pure.

1.2.5 Le cyclohexane et l'éthanol sont-ils utilisables pour réaliser l'extraction ?

Données utiles Tableaux 1 et 2 : cyclohexane, $d = 0{,}89$, miscibilité faible, solubilité de l'eugénol grande ; éthanol, miscibilité très grande, solubilité de l'eugénol grande.

Un solvant d'extraction doit remplir deux conditions : ne pas être miscible à l'eau, et dissoudre l'espèce à extraire bien mieux que l'eau.

- Éthanol : l'eugénol y est très soluble, mais l'éthanol est très miscible à l'eau. On n'aurait qu'une seule phase, donc aucune séparation possible.
- Cyclohexane : il est peu miscible à l'eau et l'eugénol y est très soluble. Les deux conditions sont réunies.

L'éthanol ne convient pas ; le **cyclohexane convient**.

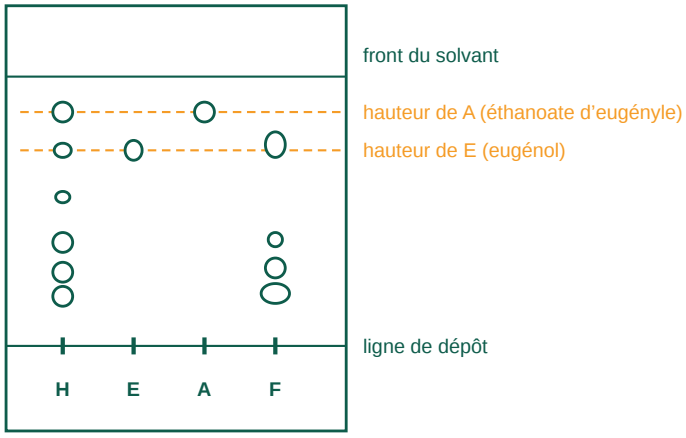
COMPRENDRE
Avec le cyclohexane ($d = 0{,}89 < 1$), la phase organique serait cette fois la phase supérieure.

1.3.1 D'après le chromatogramme, l'huile essentielle extraite des feuilles de giroflier (F) contient-elle de l'éthanoate d'eugényle (A) ?

Dans les mêmes conditions, une même espèce migre à la même hauteur. Le dépôt A donne une seule tache, proche du front du solvant. Le dépôt F ne présente aucune tache à cette hauteur.

L'huile essentielle des feuilles **ne contient pas** d'éthanoate d'eugényle.

MÉTHODE
Lecture d'une chromatographie : tracer une horizontale passant par la tache de chaque référence, puis regarder quels dépôts ont une tache sur cette ligne. Une tache par espèce : plusieurs taches signalent un mélange.



1.3.1 · Chromatogramme du sujet, avec les lectures horizontales

1.3.2 Quelles sont les espèces chimiques pures identifiables contenues dans l'huile essentielle de clous de girofle (H) ?

Le dépôt H présente six taches : c'est un mélange. Deux d'entre elles sont à la même hauteur qu'une référence : l'une au niveau de la tache de E, l'autre au niveau de la tache de A.

On identifie l'**eugénol** et l'**éthanoate d'eugényle**.

COMPRENDRE
Les quatre autres taches correspondent à d'autres constituants de l'huile, mais aucune référence déposée ne permet de les nommer. Le résultat est cohérent avec le texte : eugénol et éthanoate d'eugényle sont les principaux constituants.

2.1.1 Quel est le rôle du chauffage à reflux ?

Chauffer augmente la température, facteur cinétique : la transformation est plus rapide. Le réfrigérant vertical condense les vapeurs, qui retombent dans le ballon.

Le chauffage à reflux **accélère la réaction sans perte de matière** (ni réactifs, ni produits).

COMPRENDRE
Le reflux évite aussi de rejeter dans la salle des vapeurs nocives ou inflammables, comme celles de l'anhydride éthanoïque.

2.1.2 Pourquoi utilise-t-on un anhydride d'acide plutôt qu'un acide carboxylique pour effectuer cette réaction ?

Avec un acide carboxylique, l'estérification est lente et limitée : l'hydrolyse de l'ester, réaction inverse, se produit en même temps. Avec un anhydride d'acide, il ne se forme pas d'eau, donc pas d'hydrolyse.

Avec l'anhydride, la réaction est **totale** (et rapide) : le rendement est meilleur.

2.1.3 Pourquoi verse-t-on le contenu du ballon dans de l'eau glacée ?

Données utiles Éthanoate d'isoeugénol : insoluble dans l'eau glacée, $T_{\text{fusion}} = 80\ ^\circ\text{C}$. Anhydride éthanoïque : réagit avec l'eau.

L'éthanoate d'isoeugénol est insoluble dans l'eau glacée et solide à cette température : il cristallise, ce qui permet de le récupérer par filtration sur Büchner.

L'eau détruit en même temps l'anhydride éthanoïque en excès, qui réagit avec elle.

L'eau glacée fait **précipiter le produit** pour le séparer du reste du mélange.

2.1.4 Calculer la quantité de matière initiale de chacun des réactifs.

Données utiles Isoeugénol : $m_1 = 5{,}0$ g, $M_1 = 164\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$. Anhydride éthanoïque : $V_2 = 10$ mL, $d = 1{,}08$, $M_2 = 102\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$. $\rho_{\text{eau}} = 1{,}00\ \text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

Isoeugénol (masse connue) : $n_1 = \dfrac{m_1}{M_1} = \dfrac{5{,}0}{164} = 3{,}0 \times 10^{-2}\ \text{mol}$

Anhydride éthanoïque (liquide, volume connu) : sa masse est $m_2 = \rho_2\, V_2 = d\, \rho_{\text{eau}}\, V_2$, donc

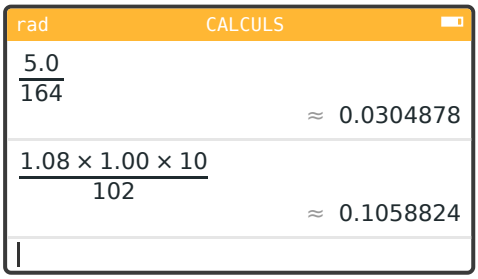
$$n_2 = \frac{d\, \rho_{\text{eau}}\, V_2}{M_2} = \frac{1{,}08 \times 1{,}00 \times 10}{102} = 0{,}11\ \text{mol}$$

$n_1 = 3{,}0 \times 10^{-2}$ mol d'isoeugénol ; $n_2 = 0{,}11$ mol d'anhydride éthanoïque

PIÈGE
Appliquer la densité à l'isoeugénol, donné en masse, ou oublier que la densité n'a pas d'unité : il faut la multiplier par $\rho_{\text{eau}} = 1{,}00\ \text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ pour obtenir une masse volumique.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme $5{,}0$ g et 10 mL, les données les moins précises. On garde la valeur non arrondie de n_1 en mémoire pour la suite.

À LA CALCULATRICE



2.1.5 Calculer la masse maximale d'éthanoate d'isoeugénol que l'on pourrait obtenir par cette synthèse.

Données utiles $n_1 = 3{,}0 \times 10^{-2}$ mol et $n_2 = 0{,}11$ mol (2.1.4) ; $M(\text{éthanoate d'isoeugénol}) = 205 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

D'après l'équation, les réactifs réagissent mole à mole. Comme $n_1 < n_2$, l'isoeugénol est le réactif limitant : $x_{\max} = n_1$.

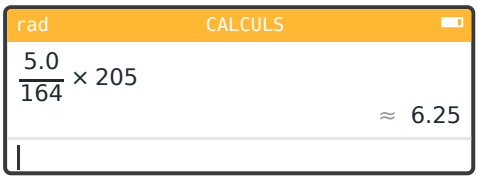
Une mole d'isoeugénol donne une mole d'ester : $n_{\max}(\text{ester}) = n_1$.

$$m_{\max} = n_1 \times M = \frac{5{,}0}{164} \times 205 = 6{,}25 \text{ g}$$

$m_{\max} \approx 6{,}3$ g

PIÈGE
Calculer la masse à partir de l'anhydride, en excès. Il faut d'abord justifier le réactif limitant en comparant les quantités, ici avec des nombres stœchiométriques tous égaux à 1.

À LA CALCULATRICE



2.1.6 L'expérimentateur a obtenu 5,6 g de cristaux d'éthanoate d'isoeugénol. Calculer le rendement de cette synthèse.

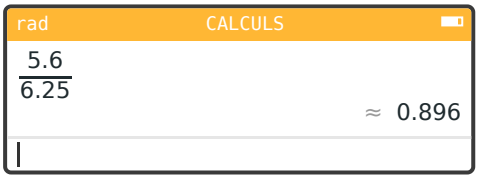
Données utiles $m_{\text{exp}} = 5{,}6$ g ; $m_{\max} = 6{,}25$ g (2.1.5).

$$\eta = \frac{m_{\text{exp}}}{m_{\max}} = \frac{5{,}6}{6{,}25} = 0{,}896$$

$\eta \approx 0{,}90$, soit un rendement de $90\ \%$

COMPRENDRE
Avec la valeur arrondie 6,3 g, on trouverait $89\ \%$: c'est pourquoi on reprend la valeur non arrondie. Le rendement est inférieur à $100\ \%$ à cause des pertes lors de la cristallisation et de la filtration.

À LA CALCULATRICE



2.2.1 La synthèse de la vanilline est l'hydrolyse d'un ester. Donner deux caractéristiques de cette réaction.

L'hydrolyse d'un ester est une réaction **lente** et **limitée** (non totale).

COMPRENDRE
Elle est limitée parce que la réaction inverse, l'estérification, a lieu simultanément : on aboutit à un état d'équilibre où coexistent ester, eau, acide et produit hydroxylé. D'où le chauffage et le catalyseur, qui agissent sur la lenteur.

2.2.2 L'acide chlorhydrique concentré est un catalyseur de la réaction de synthèse de la vanilline. Qu'appelle-t-on un catalyseur en chimie ?

Un catalyseur est une espèce chimique qui **accélère** une réaction sans être consommée : il n'apparaît pas dans l'équation de la réaction.

COMPRENDRE
Un catalyseur ne modifie pas l'état final : ici l'hydrolyse reste limitée, l'équilibre est seulement atteint plus vite.

Autour de la voiture

Bac S 2008 Centres étrangers (ancien programme) · Exercice 2 **7 points** **Durée conseillée 1 h 31**

1.1 Partie A. Donner la définition d'une onde mécanique progressive.

Une onde mécanique progressive est la propagation d'une perturbation dans un milieu matériel, avec transport d'énergie mais sans transport de matière.

PIÈGE
Oublier « milieu matériel » ou « sans transport de matière » : ce sont les deux mots-clés attendus.

1.2 Partie A. Pourquoi une communication par onde sonore entre la Terre et la Lune ne serait-elle pas possible ?

Une onde sonore est une onde mécanique : elle a besoin d'un milieu matériel pour se propager. Or l'espace entre la Terre et la Lune est pratiquement vide.

Sans milieu matériel, le son ne peut pas se propager de la Terre à la Lune.

1.3 Partie A. Donner un exemple d'onde pouvant se propager dans le vide.

La lumière (comme toute onde électromagnétique : ondes radio, rayons X…) se propage dans le vide.

1.4 Partie A. La perturbation est parallèle à la direction de propagation : comment qualifier ces ondes ?

Ce sont des ondes **longitudinales**.

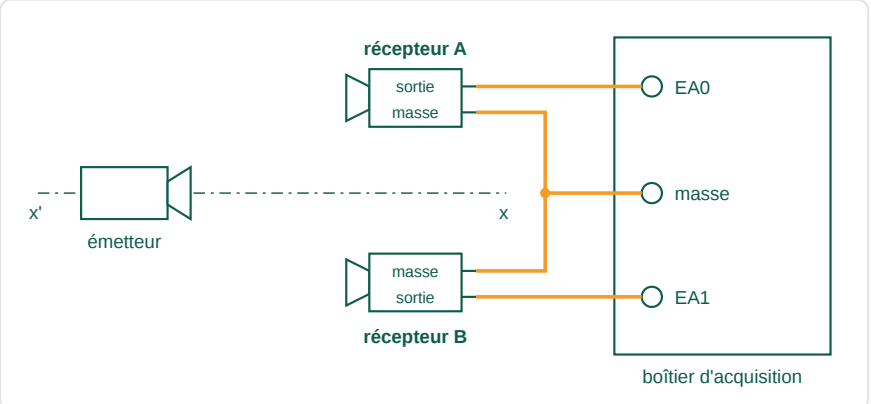
COMPRENDRE
À l'inverse, une onde est transversale quand la perturbation est perpendiculaire à la direction de propagation (corde, surface de l'eau).

2.1 Partie A. Compléter le schéma du montage en faisant apparaître les branchements vers le boîtier d'acquisition.

La sortie du récepteur A est reliée à la voie EA0, celle du récepteur B à la voie EA1. Les masses des deux récepteurs sont reliées à la masse du boîtier.

Sortie de A sur EA0, sortie de B sur EA1, masses reliées à la masse du boîtier.

PIÈGE
Oublier les fils de masse : une tension se mesure entre deux points, chaque récepteur demande donc deux fils.

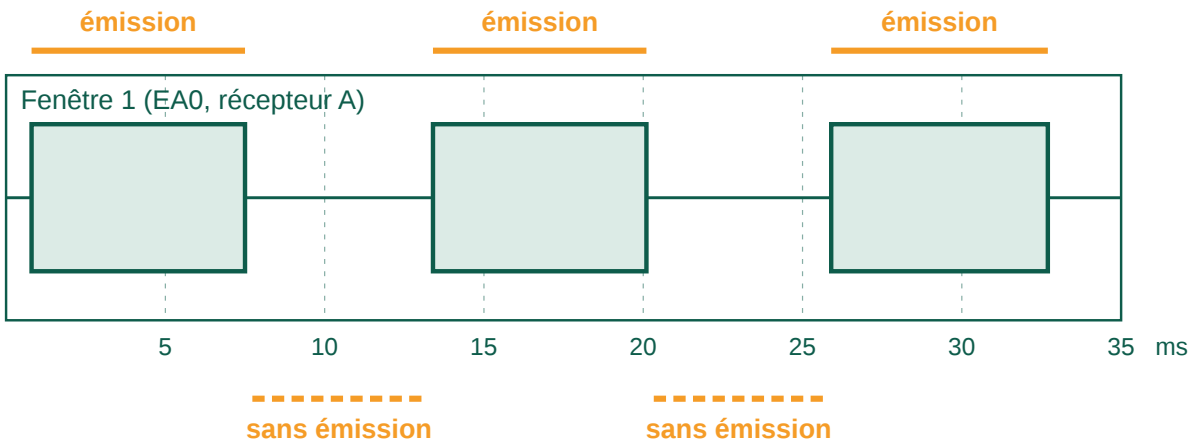


2.1 · Annexe complétée : branchements (en orange) vers le boîtier d'acquisition

2.2 Partie A. Identifier dans la fenêtre 1 les zones d'émission sonore et les zones sans émission.

Quand le récepteur capte les ultrasons, la tension oscille avec une grande amplitude (environ 150 mV) : ce sont les salves. Entre deux salves, la tension reste pratiquement nulle : il n'y a pas d'émission.

Émission : d'environ 1 à 7,5 ms, de 13,5 à 20 ms et de 26 à 33 ms ; pas d'émission entre ces intervalles.

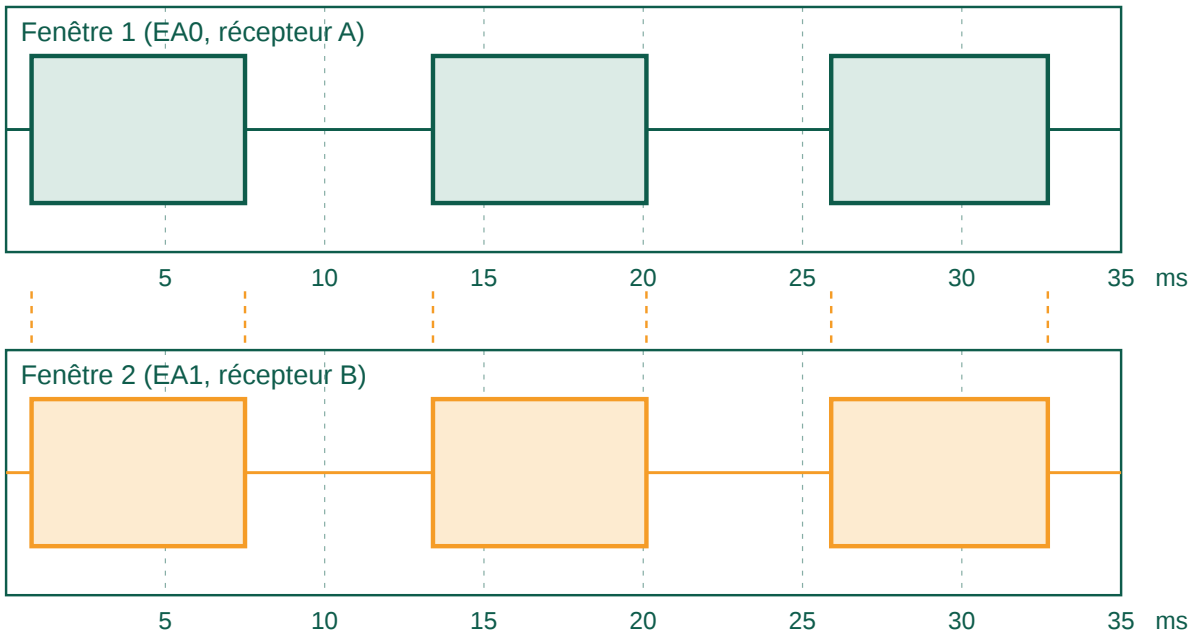


2.2 · Fenêtre 1 (enveloppes) : zones d'émission et zones sans émission

2.3 Partie A. Positionner les enveloppes des salves dans la fenêtre 2 de la figure 1.

Les récepteurs A et B sont côte à côte, à la même distance de l'émetteur : l'onde les atteint au même instant, avec la même amplitude.

Les enveloppes de la fenêtre 2 sont identiques à celles de la fenêtre 1 et occupent les mêmes dates.



2.3 · Fenêtre 2 complétée (en orange) : mêmes enveloppes, aux mêmes dates que dans la fenêtre 1

2.4 Partie A. Indiquer sur la figure 2 le retard Δt et le mesurer.

Le signal apparaît à $t_A \approx 4{,}05$ ms dans la fenêtre 1 et à $t_B \approx 4{,}95$ ms dans la fenêtre 2.

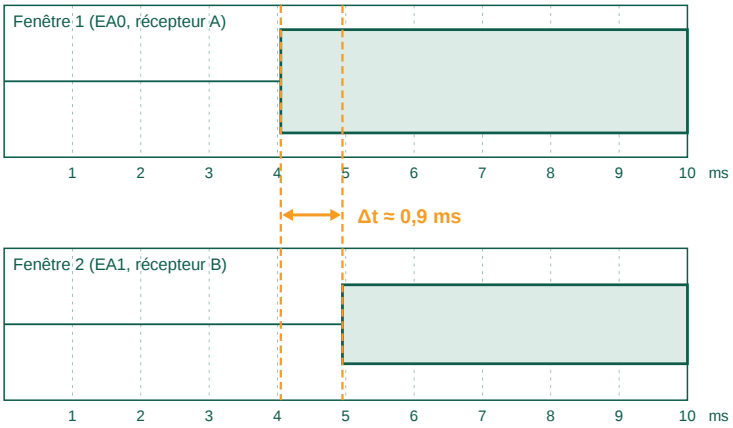
$\Delta t = t_B - t_A = 4{,}95 - 4{,}05$

$\Delta t \approx 0{,}9$ ms

MÉTHODE
Repérer le début de la salve dans chaque fenêtre avec une règle, puis convertir à l'aide de l'échelle mesurée sur l'axe (longueur de 10 ms). La lecture reste précise à 0,1 ms près.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS
4.95 − 4.05
≈ 0.9



2.4 · Figure 2 (enveloppes) : le retard Δt sépare les débuts de réception en A et en B

2.5 Partie A. En déduire la valeur V_1 de la célérité des ondes ultrasonores dans l'air.

Données utiles $d = 0{,}3$ m ; $\Delta t = 0{,}9$ ms (2.4)

L'onde parcourt la distance d séparant les récepteurs pendant la durée Δt :

$$V_1 = \frac{d}{\Delta t} = \frac{0{,}3}{0{,}9 \times 10^{-3}} = 3{,}3 \times 10^{2}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$V_1 \approx 3 \times 10^{2}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

PIÈGE
Laisser Δt en millisecondes : on obtiendrait une célérité mille fois trop petite.

COMPRENDRE
$d = 0{,}3$ m n'a qu'un chiffre significatif : le résultat s'écrit avec un seul chiffre. L'ordre de grandeur est bien celui de la célérité du son dans l'air (environ 340 m·s⁻¹).

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS
$\frac{0.3}{0.9 \times 10^{-3}}$
≈ 333.3333

2.6 Partie A. Obtiendrait-on le même résultat pour la célérité en utilisant l'eau à la place de l'air ? Justifier.

La célérité d'une onde mécanique dépend du milieu de propagation.

Non : dans l'eau, la célérité des ultrasons est différente (elle est plus grande que dans l'air).

3.1 Partie A. Déterminer la période et en déduire la fréquence des ultrasons.

Données utiles figure 3 ; sensibilité horizontale : 10 µs·div^{-1}

Sur la figure 3, trois périodes occupent 7,5 divisions :

$3T = 7{,}5 \times 10 = 75\ \mu s$, donc $T = 25\ \mu s = 2{,}5 \times 10^{-5}$ s.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2{,}5 \times 10^{-5}} = 4{,}0 \times 10^{4}\ \text{Hz}$$

$T = 25\ \mu s$ et $f = 40$ kHz

COMPRENDRE
$f > 20$ kHz : la fréquence est bien supérieure à la limite des sons audibles, il s'agit d'ultrasons.

MÉTHODE
Mesurer plusieurs périodes (entre deux maximums éloignés) puis diviser : l'erreur de lecture est répartie sur toutes les périodes.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\frac{7.5 \times 10}{3}$ ≈ 25

$\frac{1}{2.5 \times 10^{-5}}$ ≈ 40000

3.2 Partie A. À la 10e superposition des courbes, la distance entre A et B vaut d_1. Déterminer une grandeur caractéristique de l'onde, que l'on nommera.

Données utiles $d_1 = 8{,}4$ cm

Les deux sinusoïdes se superposent quand les signaux reçus en A et B sont en phase, c'est-à-dire chaque fois que B s'est éloigné d'une **longueur d'onde** λ supplémentaire.

À la 10e superposition : $d_1 = 10\,\lambda$, donc

$$\lambda = \frac{d_1}{10} = \frac{8{,}4}{10} = 0{,}84\ \text{cm}$$

Longueur d'onde : $\lambda = 0{,}84\ \text{cm} = 8{,}4 \times 10^{-3}\ \text{m}$

COMPRENDRE
La longueur d'onde est la plus petite distance séparant deux points du milieu qui vibrent en phase : c'est la période spatiale de l'onde.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\frac{8.4}{10}$ ≈ 0.84

3.3 Partie A. Utiliser les questions 3.1 et 3.2 pour déterminer une valeur V_2 de la célérité des ultrasons.

Données utiles $\lambda = 8{,}4 \times 10^{-3}$ m (3.2) ; $f = 4{,}0 \times 10^{4}$ Hz (3.1)

Pendant une période T, l'onde progresse d'une longueur d'onde λ :

$$V_2 = \frac{\lambda}{T} = \lambda \times f = 8{,}4 \times 10^{-3} \times 4{,}0 \times 10^{4} = 336\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$V_2 = 3{,}4 \times 10^{2}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

COMPRENDRE
Cette valeur est compatible avec V_1 et plus précise : mesurer dix longueurs d'onde réduit l'incertitude, alors que $d = 0{,}3$ m n'était connu qu'à un chiffre.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$8.4 \times 10^{-3} \times 4.0 \times 10^{4}$ ≈ 336

3.4 Partie A. La figure 4 donne le signal capté par B décalé d'une distance d_2 comprise entre 3,5 cm et 4,0 cm. En déduire la valeur de d_2.

Données utiles $\lambda = 0{,}84$ cm (3.2) ; $T = 25\ \mu$s (3.1) ; 10 µs·div^{-1}

Encadrement en longueurs d'onde : $\dfrac{3{,}5}{0{,}84} = 4{,}2$ et $\dfrac{4{,}0}{0{,}84} = 4{,}8$, donc $4{,}2\,\lambda < d_2 < 4{,}8\,\lambda$. Le signal en B a un retard $4T + \tau$ sur celui en A, avec $\tau < T$.

Lecture : par rapport à la figure 3, la courbe de la figure 4 est décalée de 1,3 division vers la droite, soit $\tau = 1{,}3 \times 10 = 13\ \mu$s (les deux signaux sont presque en opposition de phase).

$$d_2 = \left(4 + \frac{\tau}{T}\right)\lambda = \left(4 + \frac{13}{25}\right) \times 0{,}84 = 3{,}8\ \text{cm}$$

$d_2 \approx 3{,}8$ cm, soit environ $4{,}5\,\lambda$

PIÈGE
Le décalage lu sur l'écran ne donne le retard qu'à un nombre entier de périodes près : c'est l'encadrement de d_2 qui impose les 4 périodes entières.

MÉTHODE
Comparer un même point des deux courbes, par exemple le passage par zéro en descendant : vers 1,2 division sur la figure 3, vers 2,5 divisions sur la figure 4.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\dfrac{3.5}{0.84}$ ≈ 4.166667

$\dfrac{4.0}{0.84}$ ≈ 4.761905

$\left(4 + \dfrac{13}{25}\right) \times 0.84$ ≈ 3.7968

4 Partie A. Une salve réfléchie par un obstacle est détectée par le récepteur après une durée Δt. À quelle distance D de la voiture se trouve l'obstacle ?

Données utiles $\Delta t = 9{,}0$ ms ; $v = 1{,}2 \times 10^3$ km · h^{-1}

Conversion : $v = \dfrac{1{,}2 \times 10^3}{3{,}6} = 3{,}3 \times 10^2$ m · s^{-1}.

La salve fait un aller-retour : elle parcourt $2D$ pendant Δt, donc $2D = v \times \Delta t$.

$$D = \frac{v \times \Delta t}{2} = \frac{\dfrac{1{,}2 \times 10^3}{3{,}6} \times 9{,}0 \times 10^{-3}}{2} = 1{,}5\ \text{m}$$

$D = 1{,}5$ m

PIÈGE
Deux oublis classiques : le facteur 2 de l'aller-retour (on trouverait 3,0 m) et la conversion des km·h^{-1} en m·s^{-1} (division par 3,6).

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\dfrac{1.2 \times 10^3}{3.6}$ ≈ 333.3333

$\dfrac{\dfrac{1.2 \times 10^3}{3.6} \times 9.0 \times 10^{-3}}{2}$ ≈ 1.5

1 Partie B. On veut diluer 1000 fois l'électrolyte S_0 pour obtenir S_1. Choisir, en justifiant, la verrerie nécessaire.

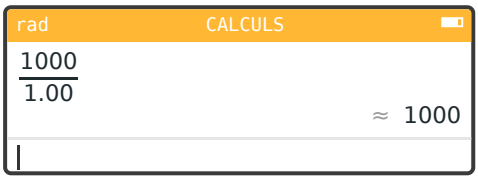
Lors d'une dilution, la quantité de soluté se conserve : $c_0 V_0 = c_1 V_1$. Le facteur de dilution est $\dfrac{c_0}{c_1} = \dfrac{V_1}{V_0} = 1000$.

Seul couple possible avec le matériel proposé : $V_0 = 1{,}00$ mL et $V_1 = 1{,}00\ \text{L} = 1000$ mL. On utilise de la verrerie jaugée, la plus précise.

Pipette jaugée de 1,00 mL (prélèvement de S_0, versé dans un bécher de 50 mL) et fiole jaugée de 1,00 L, complétée à l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

PIÈGE
Choisir une pipette graduée ou un bécher pour mesurer un volume : pour une dilution précise, prélèvement et volume final se font avec de la verrerie jaugée.

À LA CALCULATRICE



2 Partie B. À partir du pH de la solution S_1, déduire sa concentration en ions oxonium H_3O^+.

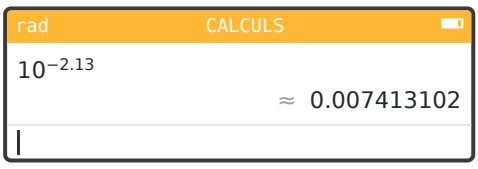
Données utiles $\text{pH} = 2{,}13$

$$[H_3O^+]_1 = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2{,}13} = 7{,}41 \times 10^{-3}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$[H_3O^+]_1 = 7{,}41 \times 10^{-3}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

COMPRENDRE
Un pH donné au centième ne justifie en toute rigueur que deux chiffres significatifs ; on en garde trois ici car le sujet attend $3{,}71\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ à la question 4.4.

À LA CALCULATRICE



3 Partie B. En déduire la concentration en ions oxonium de la solution S_0.

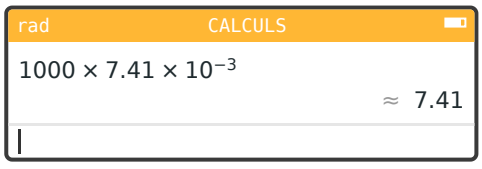
Données utiles $[H_3O^+]_1 = 7{,}41 \times 10^{-3}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (question 2)

S_0 est 1000 fois plus concentrée que S_1 :

$$[H_3O^+]_0 = 1000 \times [H_3O^+]_1 = 1000 \times 7{,}41 \times 10^{-3}$$

$[H_3O^+]_0 = 7{,}41\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

À LA CALCULATRICE



4.1 Partie B. Compléter le tableau d'avancement de la réaction de dissolution de H_2SO_4 dans l'eau.

Les nombres stœchiométriques sont 1 pour H_2SO_4, 2 pour H_3O^+ et 1 pour SO_4^{2-} : pour un avancement x, il disparaît x mol de H_2SO_4 et il se forme $2x$ mol de H_3O^+ et x mol de SO_4^{2-}.

État final : $n_i(H_2SO_4) - x_{max} = 0$; $n_f(H_3O^+) = 2\,x_{max}$; $n_f(SO_4^{2-}) = x_{max}$

Équation		$H_2SO_4(l)$ +	$2\ H_2O(l)$ =	$2\ H_3O^+(aq)$ +	$SO_4^{2-}(aq)$
État initial	0	$n_i(H_2SO_4)$	excès	0	0
Intermédiaire	x	$n_i(H_2SO_4) - x$	excès	$2x$	x
État final	x_{max}	$n_i(H_2SO_4) - x_{max} = 0$	excès	$2x_{max}$	x_{max}

4.1 · Tableau d'avancement complété (quantités en mol, cases remplies en orange)

4.2 Partie B. Établir une relation entre la quantité finale $n_f(H_3O^+)$ et l'avancement maximal x_{max}.

La réaction est totale : l'avancement final est égal à x_{max}. D'après la dernière ligne du tableau :

$$n_f(H_3O^+) = 2\,x_{max}$$

4.3 Partie B. En déduire une relation entre la quantité initiale $n_i(H_2SO_4)$ et la quantité finale $n_f(H_3O^+)$.

L'eau est en excès : H_2SO_4 est le réactif limitant, entièrement consommé. Donc $n_i(H_2SO_4) - x_{max} = 0$, soit $x_{max} = n_i(H_2SO_4)$.

Avec la relation de la question 4.2 :

$$n_i(H_2SO_4) = \frac{n_f(H_3O^+)}{2}$$

4.4 Partie B. Montrer que la concentration c en soluté H_2SO_4 apporté dans l'électrolyte vaut $3{,}71\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Données utiles $[H_3O^+]_0 = 1000 \times 10^{-2{,}13}\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ (question 3)

En divisant la relation de la question 4.3 par le volume V de la solution S_0 :

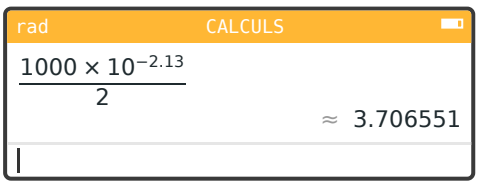
$$c = \frac{n_i(H_2SO_4)}{V} = \frac{n_f(H_3O^+)}{2V} = \frac{[H_3O^+]_0}{2}$$

$$c = \frac{1000 \times 10^{-2{,}13}}{2} = 3{,}71\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$c = 3{,}71\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$: c'est bien la valeur annoncée.

PIÈGE
Écrire $c = [H_3O^+]_0$: chaque H_2SO_4 libère deux ions H_3O^+, la concentration en soluté apporté est donc la moitié de celle des ions oxonium.

À LA CALCULATRICE



Pluton & Charon

Bac S 2008 Centres étrangers (ancien programme) · Exercice 3 **5 points** **Durée conseillée 1 h 05**

1.1 Définir un mouvement circulaire uniforme.

Dans un référentiel donné, le mouvement d'un point est circulaire uniforme si :

- sa trajectoire est un cercle (ou un arc de cercle) ;
- la valeur v de sa vitesse reste constante.

Trajectoire circulaire et vitesse de valeur constante.

PIÈGE
Écrire « vitesse constante » sans préciser « valeur ». Le vecteur vitesse change de direction à chaque instant : il n'est pas constant, et l'accélération n'est pas nulle.

1.2 Quelles sont les deux conditions nécessaires pour observer un mouvement circulaire uniforme ?

Pour un mouvement circulaire uniforme de rayon R et de vitesse v, le vecteur accélération (donc la somme des forces) doit être :

- radial et centripète : porté par le rayon et dirigé vers le centre du cercle, donc perpendiculaire au vecteur vitesse à chaque instant ;
- de valeur constante, égale à $a = \dfrac{v^2}{R}$.

Accélération dirigée vers le centre du cercle et de valeur constante $\dfrac{v^2}{R}$.

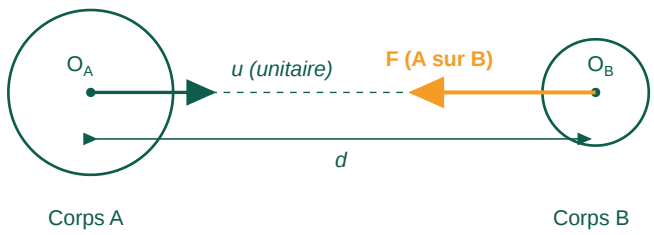
COMPRENDRE
Une accélération perpendiculaire à la vitesse ne modifie pas sa valeur : elle ne fait que courber la trajectoire. C'est pourquoi le mouvement reste uniforme.

1.3 Donner l'expression vectorielle de la force d'interaction gravitationnelle $\overrightarrow{F}_{A\to B}$ exercée par le corps A sur le corps B.

Le vecteur unitaire $\vec{u}$ est dirigé de O_A vers O_B. La force exercée par A sur B est attractive : elle s'applique en O_B et pointe vers O_A, donc dans le sens opposé à $\vec{u}$.

$$\overrightarrow{F}_{A\to B} = -G\,\frac{M_A\,M_B}{d^2}\,\vec{u}$$

PIÈGE
Oublier le signe « $-$ ». Il dépend du sens de $\vec{u}$ sur la figure : ici $\vec{u}$ part de A vers B, alors que la force subie par B est dirigée vers A.



1.3 · Figure 1 du sujet, avec la force exercée par A sur B

2.1 Quelle est la période de révolution de Pluton ? Justifier la réponse.

Données utiles un tour sur elle-même en 6,387 jours solaires ; un tour autour du Soleil en 248 années sidérales

La période de révolution d'un astre est la durée qu'il met pour décrire une fois son orbite autour de l'astre attracteur, ici le Soleil.

La durée de 6,387 jours solaires correspond à un tour de Pluton sur elle-même : c'est sa période de rotation propre.

Période de révolution de Pluton : 248 années sidérales.

PIÈGE
Confondre révolution (tour autour du Soleil) et rotation propre (tour sur soi-même). Les 6,387 jours sont aussi la période de révolution de Charon autour de Pluton, pas celle de Pluton.

2.2.1 Appliquer la seconde loi de Newton au centre d'inertie de Charon et en déduire direction, sens et norme du vecteur accélération $\vec{a}$.

Système : Charon, de masse M_C constante. Référentiel plutonocentrique, supposé galiléen. Seule force : l'attraction gravitationnelle de Pluton.

En notant $\vec{u}$ le vecteur unitaire dirigé de P vers C : $\vec{F}_{P\to C} = -G\dfrac{M_{P1}\,M_C}{R^2}\,\vec{u}$.

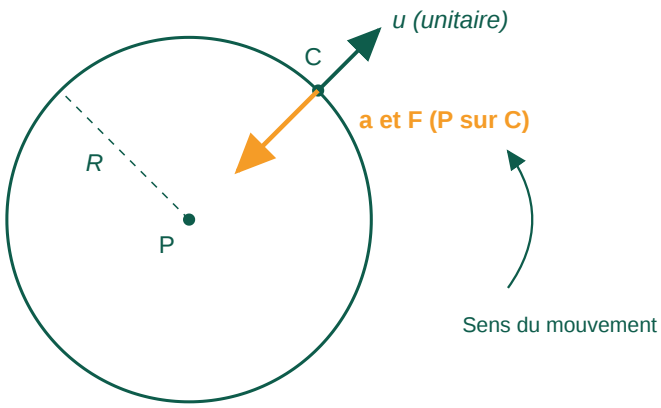
Seconde loi de Newton : $\vec{F}_{P\to C} = M_C\,\vec{a}$, donc $\vec{a} = -G\dfrac{M_{P1}}{R^2}\,\vec{u}$.

- Direction : la droite (PC), c'est-à-dire le rayon de la trajectoire.
- Sens : de C vers P (accélération centripète).

Norme : $a = \dfrac{G\,M_{P1}}{R^2}$, constante car G, M_{P1} et R sont constants.

COMPRENDRE
La masse M_C se simplifie : l'accélération de Charon ne dépend pas de sa propre masse, seulement de celle de l'astre attracteur et de la distance.

MÉTHODE
Toujours annoncer système, référentiel galiléen et bilan des forces avant d'écrire la loi. Ces trois lignes sont notées.



2.2.1 · Figure 2 du sujet, avec la force et l'accélération de Charon

2.2.2 Vérifier que le mouvement circulaire uniforme est une solution de la relation de la question 2.2.1 et montrer que $v = \sqrt{\dfrac{G\,M_{P1}}{R}}$.

D'après 2.2.1, l'accélération de Charon est radiale, centripète et de norme constante : ce sont les deux conditions de la question 1.2. Le mouvement circulaire uniforme est donc bien une solution.

Pour ce mouvement, de rayon R et de vitesse v, la norme de l'accélération vaut $a = \dfrac{v^2}{R}$.

En égalant avec 2.2.1 : $\dfrac{v^2}{R} = \dfrac{G\,M_{P1}}{R^2}$, soit $v^2 = \dfrac{G\,M_{P1}}{R}$.

$v = \sqrt{\dfrac{G\,M_{P1}}{R}}$ (une valeur de vitesse est positive).

PIÈGE
Simplifier trop vite : il reste un seul R au dénominateur, pas R^2. Vérification par les unités : $G\,M/R$ s'exprime en $\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{s}^{-2}$, sa racine en $\mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-1}$.

2.2.3 Établir l'expression de la période de révolution T de Charon autour de Pluton.

Pendant une période T, Charon parcourt une fois le périmètre $2\pi R$ de son orbite à la vitesse constante v : $v = \dfrac{2\pi R}{T}$.

$T = \dfrac{2\pi R}{v}$

2.2.4 Déduire des deux questions précédentes la relation $\dfrac{T^2}{R^3} = \dfrac{4\pi^2}{G\,M_{P1}}$.

On élève au carré l'expression de 2.2.3 : $T^2 = \dfrac{4\pi^2 R^2}{v^2}$.

Avec $v^2 = \dfrac{G\,M_{P1}}{R}$ (2.2.2) :

$$T^2 = 4\pi^2 R^2 \times \frac{R}{G\,M_{P1}} = \frac{4\pi^2 R^3}{G\,M_{P1}}$$

$\dfrac{T^2}{R^3} = \dfrac{4\pi^2}{G\,M_{P1}}$

COMPRENDRE
C'est la troisième loi de Kepler : le rapport T^2/R^3 est le même pour tous les satellites d'un même astre et ne dépend que de la masse de cet astre.

MÉTHODE
Élever T au carré avant de remplacer v évite de manipuler une racine au dénominateur.

2.3.1 À l'aide de la question 2.2.4, expliquer ce qui a permis, à partir de 1978, de déterminer la masse de Pluton.

La relation de 2.2.4 donne $M_{P1} = \dfrac{4\pi^2 R^3}{G\,T^2}$: la masse de Pluton se calcule si l'on connaît la période T et le rayon R de l'orbite d'un de ses satellites.

Avant 1978, on ne connaissait aucun satellite à Pluton. La découverte de Charon a rendu possibles ces deux mesures.

La mesure de la période de révolution de Charon et de sa distance à Pluton donne accès à M_{P1}.

2.3.2 En utilisant les tableaux de données et la question 2.2.4, calculer la masse M_{P1} de Pluton.

Données utiles $G = 6{,}673 \times 10^{-11}\ \text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$; $R = 1{,}94 \times 10^4$ km ; $T = 6{,}387$ jours solaires ; 1 jour solaire = 86 400 s

$M_{P1} = \dfrac{4\pi^2 R^3}{G\,T^2}$ avec $R = 1{,}94 \times 10^7$ m et $T = 6{,}387 \times 86\,400 = 5{,}518 \times 10^5$ s.

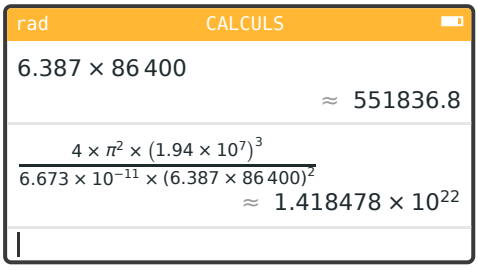
$$M_{P1} = \frac{4\pi^2 \times (1{,}94 \times 10^7)^3}{6{,}673 \times 10^{-11} \times (6{,}387 \times 86\,400)^2}$$

$$\boxed{M_{P1} = 1{,}42 \times 10^{22}\ \text{kg}}$$

PIÈGE
Laisser R en kilomètres ou T en jours. Comme R est au cube, l'oubli de la conversion fausse le résultat d'un facteur 10^9.

COMPRENDRE
Trois chiffres significatifs, comme R, la donnée la moins précise. R est la distance entre les centres : il ne faut ajouter aucun rayon.

À LA CALCULATRICE



2.3.3 En tenant compte de la masse de Charon, on a $\dfrac{T^2}{R^3} = \dfrac{4\pi^2}{G\,(M_{P2} + M_C)}$. En déduire la masse M_{P2} de Pluton.

Données utiles $M_C = 1{,}61 \times 10^{21}$ kg ; $M_{P1} = 1{,}42 \times 10^{22}$ kg (2.3.2)

La relation donne $M_{P2} + M_C = \dfrac{4\pi^2 R^3}{G\,T^2}$. Le second membre est exactement la masse M_{P1} calculée en 2.3.2, donc :

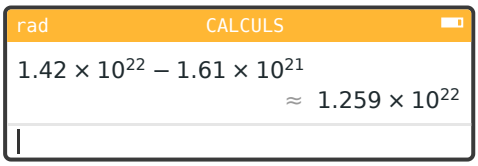
$$M_{P2} = M_{P1} - M_C = 1{,}42 \times 10^{22} - 1{,}61 \times 10^{21}$$

$$\boxed{M_{P2} = 1{,}26 \times 10^{22}\ \text{kg}}$$

PIÈGE
Soustraire les deux nombres sans regarder les puissances de dix : $1{,}61 \times 10^{21} = 0{,}161 \times 10^{22}$.

MÉTHODE
Reconnaître une expression déjà calculée évite de refaire toute l'application numérique : ici, la première méthode donnait en réalité la masse totale du système.

À LA CALCULATRICE



2.3.4 La valeur admise pour la masse de Pluton est $1{,}31 \times 10^{22}$ kg. Discuter de la pertinence de l'hypothèse formulée à la question 2.3.3.

Données utiles $M_{P1} = 1{,}42 \times 10^{22}$ kg (2.3.2) ; $M_{P2} = 1{,}26 \times 10^{22}$ kg (2.3.3)

Écart relatif de chaque valeur avec la valeur admise :

$$\frac{|M_{P1} - M_{\text{adm}}|}{M_{\text{adm}}} = \frac{1{,}42 - 1{,}31}{1{,}31} = 8{,}4\ \% \qquad \frac{|M_{P2} - M_{\text{adm}}|}{M_{\text{adm}}} = \frac{1{,}31 - 1{,}26}{1{,}31} = 3{,}8\ \%$$

La valeur M_{P2} est deux fois plus proche de la valeur admise que M_{P1}.

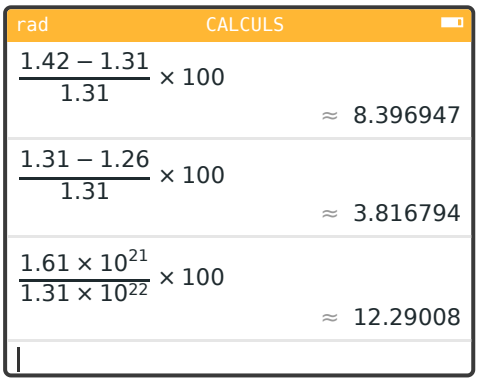
De plus $\frac{M_C}{M_{\text{adm}}} = \frac{1{,}61 \times 10^{21}}{1{,}31 \times 10^{22}} = 12\ \%$: Charon n'est pas négligeable devant Pluton.

L'hypothèse de 2.3.3 (masse de Charon non négligeable) est pertinente : écart de 3,8 % au lieu de 8,4 %.

COMPRENDRE

Il reste 4 % d'écart : l'orbite n'est pas rigoureusement celle du modèle et R n'est connu qu'à trois chiffres. Or R est au cube : 1 % d'erreur sur R donne 3 % sur la masse.

À LA CALCULATRICE



La bouteille magique

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

1.1 Donner la définition d'un oxydant, puis d'un réducteur.

Un oxydant est une espèce chimique susceptible de gagner un ou plusieurs électrons.

Un réducteur est une espèce chimique susceptible de perdre un ou plusieurs électrons.

Oxydant : capte des électrons ; réducteur : cède des électrons.

COMPRENDRE
Dans un couple noté oxydant/réducteur, on passe d'une forme à l'autre par un transfert d'électrons : $\mathrm{Ox} + n\,e^- = \mathrm{Red}$.

1.2 Écrire la demi-équation électronique de réduction de la forme oxydée $\mathrm{BM^+(aq)}$ du bleu de méthylène.

Données utiles couple $\mathrm{BM^+(aq)/BMH(aq)}$

On équilibre l'hydrogène avec un ion $\mathrm{H^+}$, puis les charges avec des électrons :

$$\mathrm{BM^+(aq) + H^+(aq) + 2\,e^- = BMH(aq)}$$

MÉTHODE
Ordre à suivre : élément principal, oxygène avec $\mathrm{H_2O}$, hydrogène avec $\mathrm{H^+}$, charges avec e^-. Vérifier à la fin : charge $+1+1-2=0$ à gauche, 0 à droite.

1.3 Écrire la demi-équation électronique d'oxydation du glucose $\mathrm{RCHO(aq)}$.

Données utiles couple $\mathrm{RCOOH(aq)/RCHO(aq)}$

Il manque un atome d'oxygène à gauche : on ajoute $\mathrm{H_2O}$, puis $2\,\mathrm{H^+}$ à droite, puis $2\,e^-$ à droite.

$$\mathrm{RCHO(aq) + H_2O(l) = RCOOH(aq) + 2\,H^+(aq) + 2\,e^-}$$

PIÈGE
Une oxydation est une perte d'électrons : ils figurent du côté des produits. Ne pas écrire la demi-équation dans le sens de la réduction.

1.4 En déduire l'équation d'oxydoréduction entre le glucose et la forme oxydée du bleu de méthylène (équation 1).

Données utiles demi-équations des questions 1.2 et 1.3

Les deux demi-équations échangent le même nombre d'électrons (2) : on les additionne membre à membre.

$$\mathrm{RCHO + H_2O + BM^+ + H^+ = RCOOH + 2\,H^+ + BMH}$$

On simplifie un ion $\mathrm{H^+(aq)}$ de chaque côté : On retrouve l'équation 1 (espèces en solution aqueuse, eau liquide) :

$$\mathrm{RCHO + BM^+ + H_2O = RCOOH + BMH + H^+}$$

COMPRENDRE
Aucun électron ne doit rester dans l'équation finale : tous ceux que cède le réducteur sont captés par l'oxydant.

2.1 À l'aide des caractéristiques des réactions d'équations 1 et 2, expliquer les variations de couleur observées et leurs vitesses.

Décoloration lente : la réaction 1 consomme $\mathrm{BM^+}$, seule espèce colorée (bleue), et forme BMH, incolore. Elle est lente : le bleu disparaît progressivement.

Retour immédiat au bleu : l'agitation dissout du dioxygène, qui oxyde BMH en $\mathrm{BM^+}$ selon la réaction 2. Elle est rapide et totale : la couleur bleue réapparaît aussitôt.

Ensuite, la réaction 1 reprend avec le glucose en excès : la solution se décolore de nouveau lentement.

Réaction 1 lente : décoloration progressive ; réaction 2 rapide : retour immédiat au bleu.

COMPRENDRE
Le bleu de méthylène n'est pas consommé au bilan : il est réduit puis réoxydé. Ce sont le glucose et le dioxygène qui disparaissent à chaque cycle.

2.2 Quels facteurs cinétiques pourrait-on utiliser pour augmenter la vitesse de la réaction décrite dans la partie 1 ?

On peut élever la température du mélange réactionnel.

On peut aussi augmenter la concentration initiale des réactifs, ici celle de $\mathrm{BM^+\,(aq)}$.

Deux facteurs cinétiques : la température et la concentration des réactifs.

COMPRENDRE
Plus la température ou la concentration est élevée, plus les chocs efficaces entre réactifs sont fréquents. Le glucose étant déjà en large excès, en ajouter change peu la durée de décoloration.

3.1 Compléter de façon littérale, en respectant les notations, le tableau d'avancement de l'annexe.

Les coefficients stœchiométriques donnent les quantités consommées ou formées : $2x$ pour BMH, x pour $\mathrm{O_2}$, $2x$ pour $\mathrm{BM^+}$.

État intermédiaire : $n_i(\mathrm{BMH}) - 2x$; $n_i(\mathrm{O_2}) - x$; $2x$.

État final : $n_i(\mathrm{BMH}) - 2x_{max}$; $n_i(\mathrm{O_2}) - x_{max}$; $2x_{max}$.

PIÈGE
Oublier le coefficient 2 devant x pour BMH et $\mathrm{BM^+}$. « Littérale » : aucune valeur numérique dans le tableau.

Équation chimique		2 BMH(aq) + O_2(aq) + 2 H^+(aq) = 2 H_2O(ℓ) + 2 BM^+(aq)				
État du système	*Avancement*	*Quantités de matière (mol)*				
État initial	0	n_i(BMH)	$n_i(O_2)$	excès	excès	0
État intermédiaire	*x*	n_i(BMH) − 2x	$n_i(O_2)$ − x	excès	excès	2x
État final	x_{max}	n_i(BMH) − $2x_{max}$	$n_i(O_2)$ − x_{max}	excès	excès	$2x_{max}$

3.1 · Annexe complétée : tableau d'avancement de la réaction d'équation 2 (ajouts en orange)

3.2 Calculer la quantité de matière initiale $n_i(\mathrm{O_2})$ de dioxygène contenu dans l'erlenmeyer.

Données utiles $V(\mathrm{O_2}) = 48$ mL ; $V_m = 24{,}0$ L · mol^{-1}

Le dioxygène est un gaz : $n_i(\mathrm{O_2}) = \dfrac{V(\mathrm{O_2})}{V_m}$, avec $V(\mathrm{O_2}) = 48 \times 10^{-3}$ L.

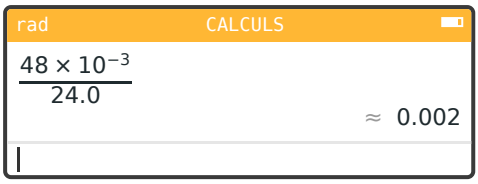
$$n_i(\mathrm{O_2}) = \frac{48 \times 10^{-3}}{24{,}0}$$

$n_i(\mathrm{O_2}) = 2{,}0 \times 10^{-3}$ mol

PIÈGE
Laisser le volume en mL alors que V_m est en L · mol^{-1} : le résultat serait mille fois trop grand.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme la donnée la moins précise (48 mL). On écrit donc $2{,}0 \times 10^{-3}$ mol et non 2×10^{-3} mol.

À LA CALCULATRICE



3.3 En déduire la quantité de matière $n_i(\mathrm{BMH})$ susceptible de réagir avec la quantité initiale $n_i(\mathrm{O_2})$ de dioxygène.

Données utiles $n_i(\mathrm{O_2}) = 2{,}0 \times 10^{-3}$ mol (3.2) ; tableau d'avancement (3.1)

La réaction 2 est totale et tout le dioxygène est consommé : $n_i(\mathrm{O_2}) - x_{max} = 0$, donc $x_{max} = n_i(\mathrm{O_2})$.

La quantité de BMH qui réagit exactement avec ce dioxygène vérifie $n_i(\mathrm{BMH}) - 2x_{max} = 0$, soit

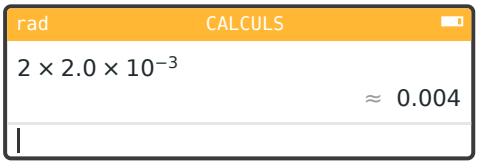
$n_i(\mathrm{BMH}) = 2\,x_{max} = 2\,n_i(\mathrm{O_2}) = 2 \times 2{,}0 \times 10^{-3}$

$\boxed{n_i(\mathrm{BMH}) = 4{,}0 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol}}$

MÉTHODE

Proportions stœchiométriques : $\frac{n(\mathrm{BMH})}{2} = \frac{n(\mathrm{O_2})}{1}$. Chaque quantité est divisée par son coefficient dans l'équation.

À LA CALCULATRICE



3.4 À partir de l'équation 1, montrer que la quantité de matière de glucose ayant réagi au cours de l'expérience est $4{,}0 \times 10^{-3}$ mol.

Données utiles $n_i(\mathrm{BMH}) = 4{,}0 \times 10^{-3}$ mol (3.3)

Le BMH oxydé par le dioxygène a été formé par la réaction 1, et le $\mathrm{BM^+}$ régénéré est de nouveau réduit par le glucose en excès.

Dans l'équation 1, tous les coefficients stœchiométriques valent 1 : la formation d'une mole de BMH consomme une mole de glucose.

$n(\mathrm{RCHO}) = n(\mathrm{BMH}) = 2\,n_i(\mathrm{O_2})$

$\boxed{n(\mathrm{RCHO}) = 4{,}0 \times 10^{-3}\ \mathrm{mol}}$, valeur attendue.

PIÈGE

Cette valeur suppose une quantité de bleu de méthylène négligeable : on ne compte que le glucose associé au dioxygène consommé.

COMPRENDRE

Au bilan, tout se passe comme si le dioxygène oxydait le glucose : $2\,\mathrm{RCHO} + \mathrm{O_2} = 2\,\mathrm{RCOOH}$. Le bleu de méthylène sert d'intermédiaire, d'où $n(\mathrm{RCHO}) = 2\,n_i(\mathrm{O_2})$.

3.5 En déduire la masse m de glucose n'ayant pas réagi dans l'erlenmeyer.

Données utiles $m_i = 5{,}0$ g ; $M = 180$ g · mol^{-1} ; $n(\text{RCHO}) = 4{,}0 \times 10^{-3}$ mol (3.4)

Masse de glucose ayant réagi : $m_{\text{réagi}} = n(\text{RCHO}) \times M$.

Masse restante : $m = m_i - n(\text{RCHO}) \times M$

$$m = 5{,}0 - 4{,}0 \times 10^{-3} \times 180 = 5{,}0 - 0{,}72$$

$$\boxed{m = 4{,}3 \text{ g}}$$

COMPRENDRE

Il reste 86 % du glucose : l'hypothèse du « large excès » est justifiée. Dans une soustraction, on arrondit au dixième, comme $5{,}0$ g.

À LA CALCULATRICE

