Corrigé complet — Bac 2021 Métropole Mars Sujet 2

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

Ex 1	**L'aquarium récifal** Couples acide-base et prédominance · Solution tampon · Polarité et solubilité · Titrage conductimétrique · Rendement d'une synthèse · Dosage par étalonnage	10 pts	1 h 45	17 questions	p. 2
Ex 2	**Un saut stratosphérique** Champ de pesanteur uniforme · Deuxième loi de Newton · Chute libre verticale · Équations horaires · Force de frottement de l'air · Vitesse limite	5 pts	55 min	8 questions	p. 9
Ex 3	**Un système de détection de passager** Condensateur et capacité · Circuit RC série · Équation différentielle du premier ordre · Décharge d'un condensateur · Temps caractéristique	5 pts	55 min	8 questions	p. 14
Ex 4	**Quelle taille pour les mailles d'un tamis ?** Diffraction par une fente · Écart angulaire · Interférences lumineuses · Interfrange · Incertitude-type composée	5 pts	55 min	7 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.

L'aquarium récifal

Bac 2021 Métropole Mars Sujet 2 · Exercice 1 **10 points** **Durée conseillée 1 h 45**

1.1 Indiquer ce qui peut être mis en œuvre si la valeur du pH devient trop élevée dans l'aquarium.

Un pH trop élevé signifie que l'eau est devenue trop basique : il faut lui apporter une espèce acide.

On injecte du dioxyde de carbone dans l'eau (diffuseur) : une fois dissous, (CO_2, H_2O) est un acide et le pH diminue.

COMPRENDRE
La solution est décrite un peu plus loin dans l'énoncé (le diffuseur de CO_2). Parcourir tout le sujet avant de répondre permet de repérer ce genre d'indice.

1.2 Citer les propriétés d'une solution tampon. Justifier l'utilisation d'une telle solution dans l'aquarium récifal.

Le pH d'une solution tampon varie très peu lors de l'ajout modéré d'un acide ou d'une base, ou lors d'une dilution modérée.

Dans l'aquarium, la photosynthèse fait monter le pH le jour et il redescend la nuit, alors que les espèces vivantes ne supportent que de faibles écarts autour de 8,1.

L'effet tampon de l'eau limite les variations de pH et protège les espèces de l'aquarium.

PIÈGE
Écrire « le pH ne varie pas » : il varie peu. Les trois situations sont attendues : ajout modéré d'acide, ajout modéré de base, dilution modérée.

1.3 En s'appuyant notamment sur les électronégativités des atomes, justifier la faible solubilité du dioxyde de carbone dans l'eau.

Données utiles $\chi(H) = 2{,}20$; $\chi(C) = 2{,}55$; $\chi(O) = 3{,}44$; CO_2 linéaire ; H_2O coudée

Dioxyde de carbone : $\chi(O) > \chi(C)$, donc chaque liaison C=O est polarisée. Chaque atome O porte une charge partielle négative δ^- et l'atome C une charge positive $2\delta^+$. La molécule est linéaire et symétrique : le centre des charges négatives se trouve sur l'atome C, comme celui des charges positives. La molécule CO_2 est apolaire.

Eau : $\chi(O) > \chi(H)$, donc les liaisons O−H sont polarisées. La molécule est coudée : le centre des charges positives (entre les deux H) est distinct de celui des charges négatives (sur O). L'eau est un solvant polaire.

Une espèce apolaire est peu soluble dans un solvant polaire : CO_2 se dissout faiblement dans l'eau.

PIÈGE
Conclure « liaisons polarisées, donc molécule polaire ». La géométrie tranche : linéaire et symétrique, CO_2 est apolaire malgré ses deux liaisons polarisées.

MÉTHODE
Polarité d'une molécule : 1) comparer les électronégativités pour repérer les liaisons polarisées ; 2) utiliser la géométrie pour placer les centres des charges partielles ; 3) conclure : polaire si ces centres sont distincts.

1.4 Indiquer, parmi les espèces acido-basiques associées au dioxyde de carbone dissous, celles qui sont des acides de Brönsted et celles qui sont des bases de Brönsted.

Données utiles couples $(CO_2, H_2O)/HCO_3^-$ et HCO_3^-/CO_3^{2-}

Un acide de Brönsted peut céder un ion H^+, une base de Brönsted peut en capter un. Dans l'écriture d'un couple, l'acide est placé en premier.

- Couple $(CO_2, H_2O)/HCO_3^-$: l'acide est (CO_2, H_2O), la base est HCO_3^-.
- Couple HCO_3^-/CO_3^{2-} : l'acide est HCO_3^-, la base est CO_3^{2-}.

Acides : (CO_2, H_2O) et HCO_3^-. Bases : HCO_3^- et CO_3^{2-}.

COMPRENDRE
L'ion hydrogénocarbonate figure dans les deux listes : acide d'un couple et base de l'autre, c'est une espèce amphotère.

1.5 En précisant la démarche suivie, indiquer, parmi les espèces acido-basiques associées au dioxyde de carbone dissous, celle(s) qui prédomine(nt) dans l'aquarium récifal.

Données utiles $pK_{A1} = 6{,}4$; $pK_{A2} = 10{,}3$; pH optimal de l'aquarium : 8,1

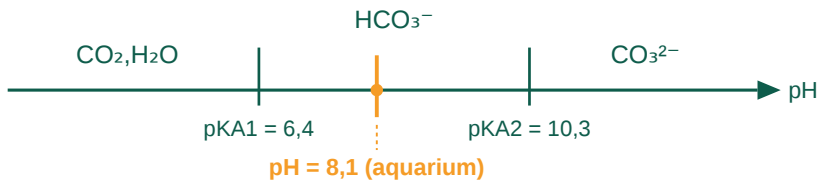
On trace le diagramme de prédominance : les frontières entre domaines sont à $pH = pK_{A1}$ et $pH = pK_{A2}$.

- $pH < 6{,}4$: (CO_2, H_2O) prédomine ;
- $6{,}4 < pH < 10{,}3$: HCO_3^- prédomine ;
- $pH > 10{,}3$: CO_3^{2-} prédomine.

Dans l'aquarium, $pH = 8{,}1$ et $6{,}4 < 8{,}1 < 10{,}3$.

L'ion hydrogénocarbonate HCO_3^- prédomine dans l'aquarium récifal.

COMPRENDRE
Pour un couple, l'acide prédomine si $pH < pK_A$, la base si $pH > pK_A$. Ici 8,1 est à plus d'une unité de chaque frontière : les deux autres espèces sont très minoritaires.



1.5 · Diagramme de prédominance des espèces associées au dioxyde de carbone dissous

1.6 Expliquer pourquoi l'utilisation d'un diffuseur de CO_2 dans l'aquarium peut freiner la formation du squelette et de la coquille des coraux.

Données utiles $Ca^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq) \longrightarrow CaCO_3(s)$

Le dioxyde de carbone dissous est un acide. Son apport produit des ions oxonium et le pH diminue :

$$(CO_2, H_2O)(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$$

Quand le pH diminue, on s'éloigne du domaine de prédominance de la base CO_3^{2-} ($pH > 10{,}3$) : des ions carbonate sont transformés en ions hydrogénocarbonate et leur concentration diminue.

Les ions carbonate sont un réactif de la formation de $CaCO_3$: moins concentrés, ils forment moins de calcaire, ce qui freine la construction du squelette et des coquilles.

COMPRENDRE
On peut résumer par $(CO_2, H_2O) + CO_3^{2-} \longrightarrow 2\,HCO_3^-$: l'acide apporté réagit avec la base la plus forte présente, justement celle dont les coraux ont besoin.

2.1 Justifier qualitativement l'évolution de la pente de la courbe lors du titrage.

Données utiles conductivités molaires ioniques en $\text{mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$: $\lambda(\text{Ag}^+) = 6{,}19$; $\lambda(\text{NO}_3^-) = 7{,}14$; $\lambda(\text{Na}^+) = 5{,}01$; $\lambda(\text{Cl}^-) = 7{,}63$

Avant l'équivalence : chaque ion Ag^+ versé réagit avec un ion Cl^- pour former le précipité, tandis que l'ion NO_3^- versé avec lui reste en solution. Tout se passe comme si un ion Cl^- était remplacé par un ion NO_3^-. Comme $\lambda(\text{NO}_3^-)$ est un peu plus petite que $\lambda(\text{Cl}^-)$, la conductivité diminue légèrement.

Après l'équivalence : il n'y a plus d'ions Cl^-. Les ions Ag^+ et NO_3^- versés s'accumulent dans la solution, la conductivité augmente nettement.

Pente faible et négative avant l'équivalence (Cl^- remplacé par NO_3^-, un peu moins conducteur), puis pente forte et positive après (accumulation de Ag^+ et NO_3^-).

COMPRENDRE
Les 200 mL d'eau distillée rendent négligeable la dilution due à la solution titrante : la courbe est alors formée de deux portions de droite.

MÉTHODE
Pour chaque phase du titrage, lister les ions dont la quantité change, puis comparer leurs conductivités molaires ioniques. Les ions spectateurs présents dès le départ (Na^+) ne modifient pas la pente.

2.2 Indiquer si un traitement de l'eau est nécessaire à l'issue du contrôle de la salinité.

Données utiles $c = 5{,}00 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (nitrate d'argent) ; volume titré $V = 10{,}0$ mL d'eau diluée 10 fois ; $M(\text{Cl}^-) = 35{,}5\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; salinité attendue entre 19,3 et 19,6 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$

Le volume à l'équivalence est l'abscisse du point d'intersection des deux droites tracées sur la figure 1 : $V_{\text{éq}} \approx 10{,}8$ mL.

À l'équivalence, les ions argent versés ont exactement consommé les ions chlorure présents : $n(\text{Cl}^-)_{\text{titré}} = n(\text{Ag}^+)_{\text{versé}}$, soit $C_d \times V = c \times V_{\text{éq}}$.

$$C_d = \frac{c \times V_{\text{éq}}}{V} = \frac{5{,}00 \times 10^{-2} \times 10{,}8}{10{,}0} = 5{,}40 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

L'eau de l'aquarium a été diluée 10 fois : $C = 10 \times C_d = 0{,}540\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

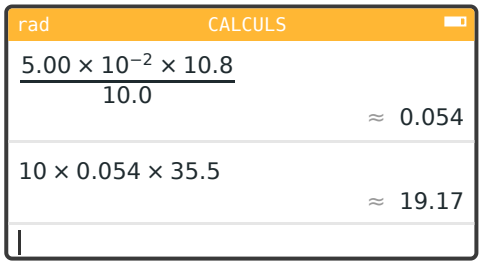
Concentration en masse : $C_m = C \times M(\text{Cl}^-) = 0{,}540 \times 35{,}5 = 19{,}2\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$.

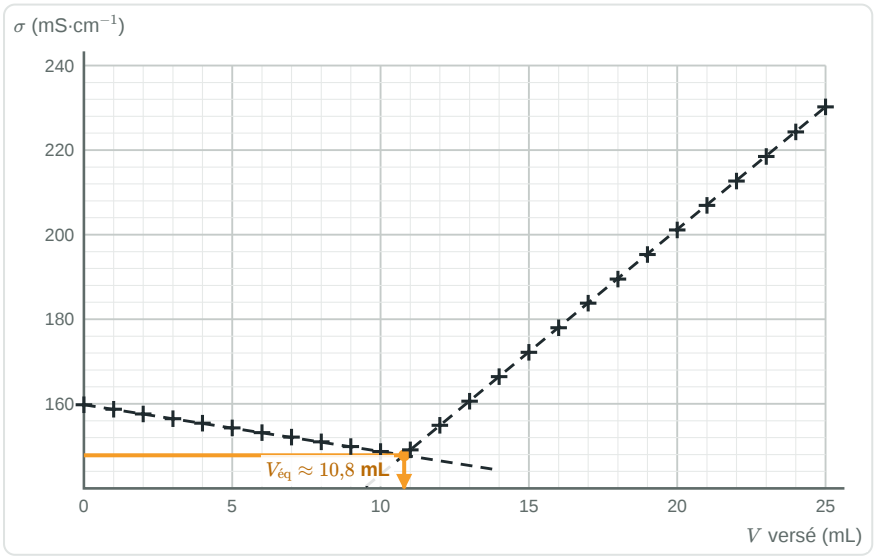
$C_m \approx 19{,}2\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1} < 19{,}3\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$: la salinité est trop faible, un traitement de l'eau est nécessaire (apport de sel).

PIÈGE
Oublier le facteur 10 de la dilution, ou prendre 210 mL comme volume titré : l'eau distillée ajoutée ne change pas la quantité d'ions chlorure dosée.

COMPRENDRE
Trois chiffres significatifs, comme les données. Selon le tracé, on lit $V_{\text{éq}}$ entre 10,5 et 10,8 mL, soit 18,6 à 19,2 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$: même conclusion. La limite 19,3 correspondrait à 10,9 mL.

À LA CALCULATRICE





2.2 · Figure 1 du sujet : les deux droites se coupent au volume équivalent

3.1.1 Justifier que la molécule B se nomme méthanal en nomenclature officielle.

La molécule B ne possède qu'un seul atome de carbone : la racine du nom est « méthan- ».

Cet atome de carbone porte le groupe carbonyle $C{=}O$ et il est lié à un atome d'hydrogène : B appartient à la famille des aldéhydes, dont le nom se termine par « -al ».

Un atome de carbone et la fonction aldéhyde : B est le méthanal.

PIÈGE
Citer le groupe carbonyle sans préciser la famille : il est commun aux aldéhydes et aux cétones. C'est l'atome H lié au carbone fonctionnel qui désigne un aldéhyde.

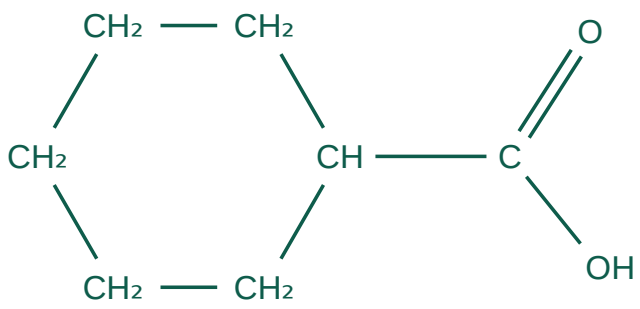
3.1.2 Donner la formule semi-développée, puis brute du réactif C.

Dans la formule topologique, chaque sommet du cycle est un atome de carbone, complété par des atomes d'hydrogène pour former quatre liaisons. Le cycle comporte cinq groupes CH_2 et un groupe CH lié au groupe carboxyle $COOH$ (formule semi-développée ci-dessous).

Décompte : $6 + 1 = 7$ atomes C ; $5 \times 2 + 1 + 1 = 12$ atomes H ; 2 atomes O.

Formule brute de C : $C_7H_{12}O_2$

PIÈGE
Écrire CH_2 au sommet qui porte $COOH$: ce carbone a déjà trois liaisons avec des atomes de carbone, il ne porte qu'un seul H.



3.1.2 · Formule semi-développée du réactif C

3.1.3 Déterminer le produit F formé à l'issue de l'étape 2 en s'appuyant sur les formules brutes des espèces chimiques mises en jeu.

Données utiles A : C_9H_9N ; B : CH_2O ; C : $C_7H_{12}O_2$ (3.1.2) ; D : $C_4H_{11}O_2N$; E : $C_{21}H_{32}O_4N_2$

Les éléments chimiques se conservent au cours de la transformation.
Du côté des réactifs (A + B + C + D) :

- C : $9 + 1 + 7 + 4 = 21$;
- H : $9 + 2 + 12 + 11 = 34$;
- O : $0 + 1 + 2 + 2 = 5$;
- N : $1 + 0 + 0 + 1 = 2$.

Le produit E contient 21 C, 32 H, 4 O et 2 N. Il reste donc pour F : 2 atomes H et 1 atome O.

F a pour formule H_2O : c'est de l'eau.

MÉTHODE
Pour identifier une espèce manquante, écrire l'équation en formules brutes puis faire le bilan élément par élément. Les nombres stœchiométriques valent tous 1 ici.

3.1.4 Déterminer le rendement de l'étape 2.

Données utiles $m(\text{E}) = 40{,}9$ g ; $M(\text{E}) = 376{,}5$ g · mol^{-1} ; 0,110 mol de chacun des réactifs A, B, C et D

Les quatre réactifs sont introduits en quantités égales et leurs nombres stœchiométriques valent 1 : le mélange est stœchiométrique. Si la transformation était totale, on obtiendrait $n_{\max}(\text{E}) = 0{,}110$ mol.

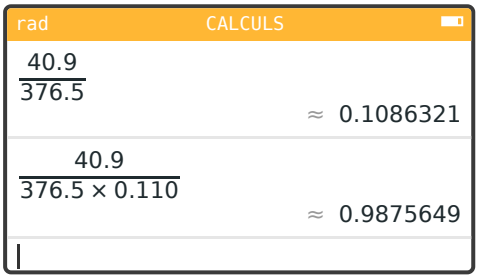
Quantité de E réellement obtenue : $n_{\text{exp}}(\text{E}) = \dfrac{m(\text{E})}{M(\text{E})} = \dfrac{40{,}9}{376{,}5} =$ 0,1086 mol.

$$\eta = \frac{n_{\text{exp}}(\text{E})}{n_{\max}(\text{E})} = \frac{40{,}9}{376{,}5 \times 0{,}110} = 0{,}988$$

$\eta = 98{,}8\ \%$

COMPRENDRE
Un rendement ne dépasse jamais 100 %. On peut aussi comparer des masses : la masse maximale vaut $0{,}110 \times 376{,}5 = 41{,}4$ g, pour 40,9 g obtenus.

À LA CALCULATRICE



3.2.1 Associer à chacune des opérations a. et c. du protocole un ou plusieurs des mots suivants : dissolution, séparation, purification, transformation chimique.

- Opération a : le solide E est mis en solution dans l'AMS (dissolution), puis le chauffage pendant 6 heures à 70 °C permet la réaction qui forme le praziquantel (transformation chimique).
- Opération c : le lavage retire de la phase organique les espèces solubles dans l'eau, le séchage en retire les traces d'eau et l'évaporation isole le solide de son solvant (séparation).

a : dissolution et transformation chimique ; c : séparation.

COMPRENDRE
L'extraction (b) est aussi une séparation et la recristallisation (d) est la purification. Le lavage de c retire déjà des impuretés : y associer aussi « purification » se défend.

3.2.2 Nommer une méthode d'identification possible pour le solide obtenu.

Mesure de la température de fusion du solide (banc Kofler), comparée à la valeur de référence du praziquantel.

Autres réponses possibles : chromatographie sur couche mince avec un échantillon de référence, ou spectroscopie infrarouge.

PIÈGE
Une seule méthode est demandée : en donner plusieurs ne rapporte rien, et une méthode fausse dans la liste peut coûter le point.

4.1 Justifier l'intérêt de l'étape de filtration.

Après agitation, le mélange contient des grains de charbon actif en suspension, noirs, qui ont fixé une partie du colorant. Ces grains absorbent et diffusent la lumière : l'absorbance mesurée ne serait plus due au seul bleu de méthylène dissous.

La filtration retire le charbon actif et le colorant qu'il a adsorbé : l'absorbance du filtrat ne dépend que du bleu de méthylène resté en solution.

COMPRENDRE
La loi de Beer-Lambert s'applique à une solution limpide. Toute particule en suspension augmente l'absorbance mesurée et ferait surestimer la concentration restante.

4.2 Montrer que la masse m_a de colorant adsorbée par gramme de charbon actif est voisine de 7 mg.

Données utiles $A_{\text{polluée}} = 1{,}5$; $A_{\text{traitée}} = 0{,}2$; $V = 50{,}0$ mL ; masse de charbon actif : 100,0 mg

Les points d'étalonnage sont alignés sur une droite passant par l'origine (loi de Beer-Lambert). Lecture graphique sur cette droite :

- $A_{\text{polluée}} = 1{,}5 : C_{\text{polluée}} = 15 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$;
- $A_{\text{traitée}} = 0{,}2 : C_{\text{traitée}} = 2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

Masse de colorant adsorbée dans $V = 50{,}0 \times 10^{-3}$ L :

$$m = (C_{\text{polluée}} - C_{\text{traitée}}) \times V = (15 - 2) \times 50{,}0 \times 10^{-3} = 0{,}65 \text{ mg}$$

Cette masse est fixée par 100,0 mg, soit 0,1000 g de charbon actif.

Pour un gramme : $m_a = \dfrac{0{,}65}{0{,}1000} = 6{,}5$ mg.

$m_a = 6{,}5$ mg par gramme de charbon actif, valeur bien voisine de 7 mg.

PIÈGE

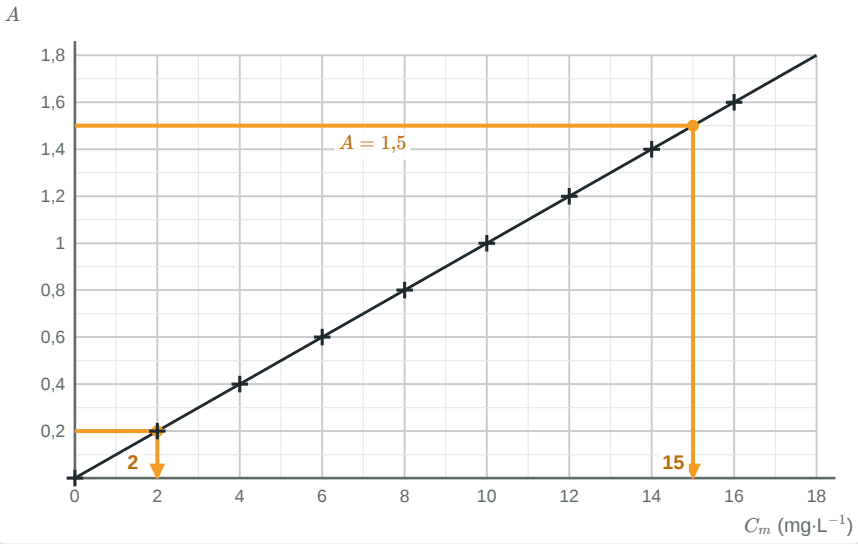
Calculer avec la seule concentration initiale (15 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) : la masse adsorbée correspond à la différence des deux concentrations. Penser aussi à convertir 50,0 mL en litres et 100,0 mg en grammes.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$(15 - 2) \times 50.0 \times 10^{-3}$ ≈ 0.65

$\dfrac{0.65}{0.1000}$ ≈ 6.5



4.2 · Figure 3 du sujet : droite d'étalonnage et lectures des deux concentrations

4.3 Sachant qu'un traitement préventif de l'aquarium, de volume $V = 8\,000$ L, nécessite 1 à 2 mg de bleu de méthylène par litre d'eau, calculer la masse de charbon actif nécessaire afin de réaliser le traitement pour cet aquarium récifal. Commenter.

Données utiles $V = 8\,000$ L ; 1 à 2 mg de bleu de méthylène par litre ; $m_a \approx 7$ mg par gramme de charbon actif (4.2)

Masse de bleu de méthylène introduite dans l'aquarium : de $1 \times 8\,000 = 8\,000$ mg à $2 \times 8\,000 = 16\,000$ mg.

Un gramme de charbon actif fixe environ 7 mg de colorant. Pour retirer tout le colorant :

$$m_c = \frac{m_{\text{bleu}}}{m_a} \quad \text{soit de} \quad \frac{8\,000}{7} = 1{,}1 \times 10^3 \text{ g} \quad \text{à} \quad \frac{16\,000}{7} = 2{,}3 \times 10^3 \text{ g}$$

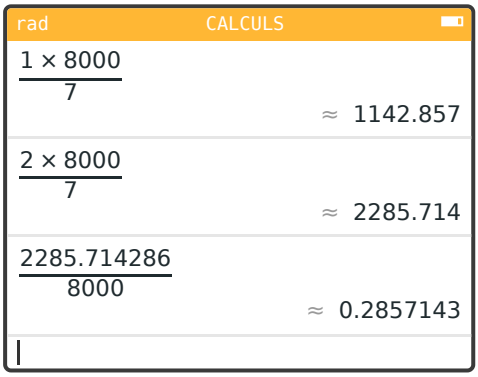
Commentaire : cette masse paraît importante, mais elle reste raisonnable pour un bassin de 8 000 L (moins de 0,3 g de charbon par litre d'eau) et peut être répartie dans des filtres.

Il faut entre 1,1 kg et 2,3 kg de charbon actif selon la dose de bleu de méthylène utilisée.

COMPRENDRE

Avec la valeur calculée de 6,5 mg par gramme, on obtient 2,5 kg pour la dose maximale : même ordre de grandeur. Les données n'ont qu'un chiffre significatif, deux chiffres suffisent au résultat.

À LA CALCULATRICE



Un saut stratosphérique

Bac 2021 Métropole Mars Sujet 2 · Exercice 2 **5 points** **Durée conseillée 55 min**

1.1 Calculer la différence $\Delta g = |g(z_{\max}) - g(z_{\min})|$ entre les valeurs du champ de pesanteur aux limites de la stratosphère.

Données utiles $g(z) = \dfrac{g_0 \times R_T^2}{(R_T + z)^2}$; $g_0 = 9{,}81\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$; $R_T = 6\,370$ km ; $z_{\min} = 11$ km ; $z_{\max} = 50$ km

Les distances restent en kilomètres : le rapport $\dfrac{R_T^2}{(R_T + z)^2}$ n'a pas d'unité.

$$g(z_{\max}) = \frac{9{,}81 \times 6\,370^2}{(6\,370 + 50)^2} = 9{,}658\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$g(z_{\min}) = \frac{9{,}81 \times 6\,370^2}{(6\,370 + 11)^2} = 9{,}776\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$\Delta g = |9{,}658 - 9{,}776| = 0{,}118\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$$

$$\boxed{\Delta g \approx 0{,}12\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}}$$

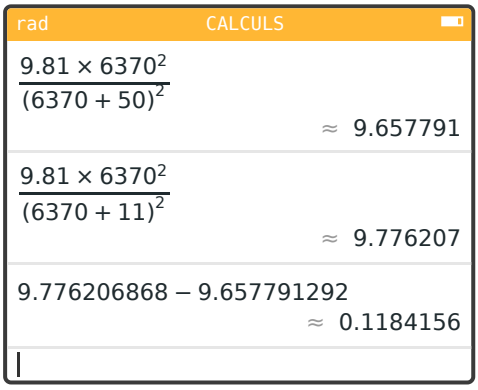
PIÈGE

Arrondir g trop tôt, ou mélanger kilomètres et mètres dans la parenthèse $(R_T + z)$. On garde les valeurs intermédiaires en mémoire et on arrondit à la fin.

COMPRENDRE

Chaque valeur de g est connue à trois chiffres significatifs (9,66 et 9,78). Leur différence n'est donc fiable qu'au centième : on annonce deux chiffres significatifs.

À LA CALCULATRICE



1.2 Le champ est dit uniforme si sa variation, rapportée à sa valeur à l'altitude $z_{\max}$, est inférieure à 2 %. Est-ce le cas dans la stratosphère ?

Données utiles $\Delta g = 0{,}118\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ (1.1) ; $g(z_{\max}) = 9{,}66\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ (1.1)

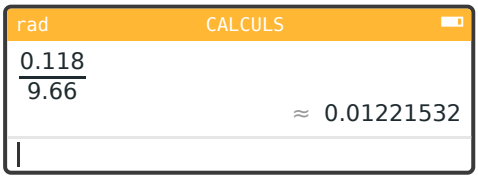
Variation relative : $\dfrac{\Delta g}{g(z_{\max})} = \dfrac{0{,}118}{9{,}66} = 1{,}2 \times 10^{-2}$, soit 1,2 %.

$1{,}2\ \% < 2\ \%$: le champ de pesanteur peut être considéré comme **uniforme** dans la stratosphère.

MÉTHODE

Pour juger si une grandeur est « quasi constante », on calcule l'écart relatif (écart divisé par la valeur de référence imposée par l'énoncé), puis on le compare au critère donné.

À LA CALCULATRICE



2 Établir, dans le modèle de la chute libre, l'équation horaire $z(t)$ de l'altitude du centre de masse en fonction de t, g et $z_{\text{départ}}$.

Données utiles axe Oz vertical vers le haut, origine au sol ; à $t = 0$: vitesse nulle, altitude $z_{\text{départ}}$

Système {Félix Baumgartner et son équipement}, de masse m constante ; référentiel terrestre supposé galiléen. En chute libre, la seule force est le poids $\vec{P} = m\,\vec{g}$.

Deuxième loi de Newton : $m\,\vec{a} = m\,\vec{g}$, donc $\vec{a} = \vec{g}$.

Le vecteur $\vec{g}$ est vertical vers le bas et l'axe est orienté vers le haut : $a_z = -g$.

Comme $a_z = \dfrac{\mathrm{d}v_z}{\mathrm{d}t}$, par intégration : $v_z(t) = -g\,t + C_1$. À $t = 0$, $v_z = 0$, donc $C_1 = 0$: $\quad v_z(t) = -g\,t$.

Comme $v_z = \dfrac{\mathrm{d}z}{\mathrm{d}t}$, par intégration : $z(t) = -\dfrac{1}{2}\,g\,t^2 + C_2$. À $t = 0$, $z = z_{\text{départ}}$, donc $C_2 = z_{\text{départ}}$.

$$z(t) = -\frac{1}{2}\,g\,t^2 + z_{\text{départ}}$$

PIÈGE
Oublier le signe « − » : l'axe pointe vers le haut alors que $\vec{g}$ pointe vers le bas. Oublier les constantes d'intégration, ou ne pas les justifier par les conditions initiales.

MÉTHODE
Toujours le même enchaînement : système, référentiel, bilan des forces, deuxième loi de Newton, projection sur l'axe, puis deux intégrations successives avec les conditions initiales.

3 En déduire, dans ce modèle, l'altitude à laquelle la valeur de la vitesse est égale à $307\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$.

Données utiles $v = 307\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$; $g = 9{,}66\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$; $z_{\text{départ}} = 38\,969$ m ; $v_z(t) = -g\,t$ et $z(t)$ (Q2)

La valeur de la vitesse est $v = |v_z| = g\,t$. Elle vaut $307\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$ à la date $t_1 = \dfrac{v}{g} = \dfrac{307}{9{,}66} = 31{,}8$ s.

On remplace dans l'équation horaire :

$$z(t_1) = -\frac{1}{2}\,g\left(\frac{v}{g}\right)^2 + z_{\text{départ}} = z_{\text{départ}} - \frac{v^2}{2\,g}$$

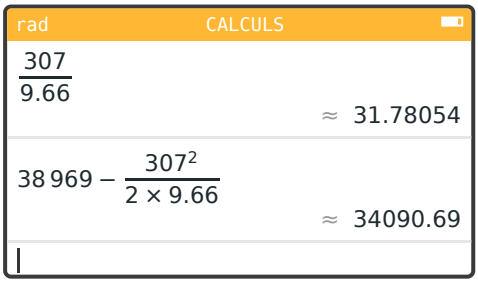
$$z(t_1) = 38\,969 - \frac{307^2}{2 \times 9{,}66} = 34\,091\ \mathrm{m}$$

$z(t_1) \approx 3{,}41 \times 10^4$ m, soit environ 34,1 km

PIÈGE
Calculer $z(t_1)$ avec la valeur arrondie $t_1 = 31{,}8$ s : on obtient 34 085 m au lieu de 34 091 m. Mieux vaut l'expression littérale $z_{\text{départ}} - \dfrac{v^2}{2g}$.

COMPRENDRE
La hauteur de chute $\dfrac{v^2}{2g} = 4{,}88 \times 10^3$ m n'est connue qu'à trois chiffres significatifs : l'altitude est fiable à la dizaine de mètres près, d'où $3{,}41 \times 10^4$ m.

À LA CALCULATRICE



4 Indiquer, dans ce modèle et en justifiant, si Félix Baumgartner a dépassé la vitesse du son lorsqu'il atteint cette altitude.

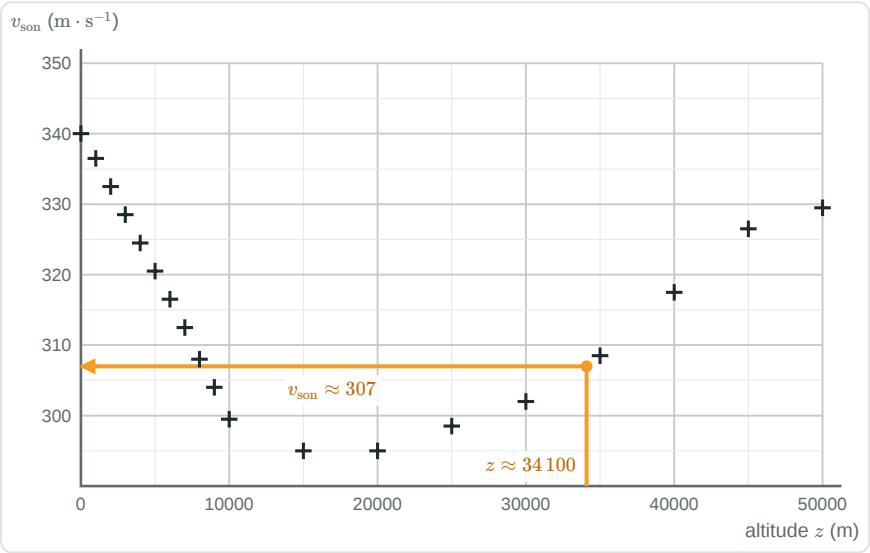
Données utiles figure 1 ; $z(t_1) \approx 34\,100$ m (Q3) ; $v = 307\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

Sur la figure 1, la vitesse du son vaut environ $302\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ à 30 000 m et environ $308\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ à 35 000 m. À 34 100 m, on estime donc $v_{\text{son}} \approx 307\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

La vitesse du sauteur ($307\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) est égale à celle du son, à la précision de la lecture graphique (un ou deux mètres par seconde).

Dans ce modèle, il **atteint tout juste** la vitesse du son à cette altitude ; la lecture graphique ne permet pas d'affirmer qu'il l'a nettement dépassée. Sa vitesse continuant d'augmenter, il la dépasse aussitôt après.

COMPRENDRE
La vitesse du son dépend de l'altitude. Il faut la lire à l'altitude où se trouve le sauteur, et non prendre la valeur au sol ($340\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$).



4 · Figure 1 du sujet, avec la lecture à l'altitude trouvée en question 3

5 Comparer la norme de la force de frottement de l'air et celle du poids lorsque la vitesse atteint $307\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ à l'altitude de 33 446 m. Critiquer le modèle de chute libre.

Données utiles $f = 0{,}4 \times \rho_{\text{air}}(z) \times v^2$; $m = 120$ kg ; $g = 9{,}66\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$; figure 2

Lecture sur la figure 2 : à $z = 33\,446$ m, $\rho_{\text{air}} \approx 0{,}010\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Frottement : $f = 0{,}4 \times 0{,}010 \times 307^2 \approx 3{,}8 \times 10^2$ N.

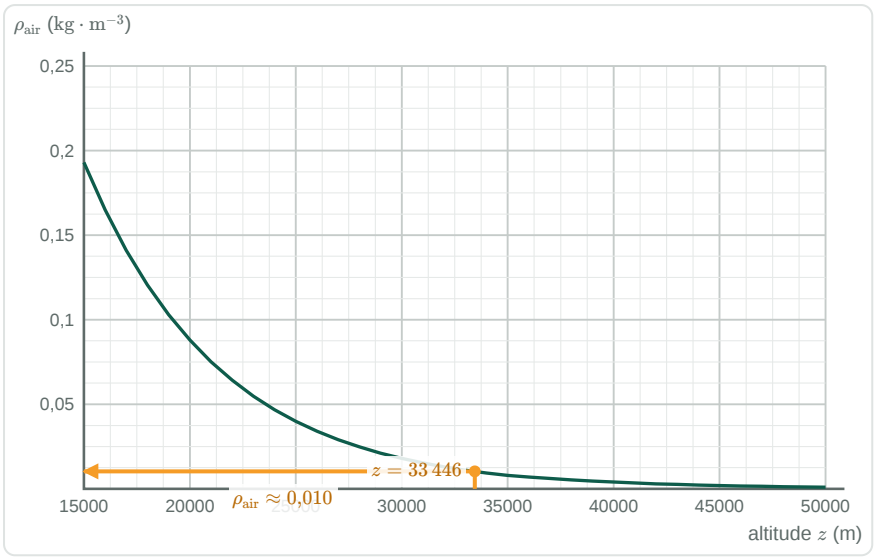
Poids : $P = m\,g = 120 \times 9{,}66 = 1{,}16 \times 10^3$ N.

Rapport : $\dfrac{P}{f} = \dfrac{1{,}16 \times 10^3}{3{,}8 \times 10^2} \approx 3.$

$f \approx \dfrac{P}{3}$: le frottement n'est **pas négligeable** devant le poids. Le modèle de la chute libre, qui ne retient que le poids, n'est pas adapté à cette altitude.

COMPRENDRE
La masse volumique lue est très petite, donc imprécise : f n'est qu'un ordre de grandeur. Cela suffit pour conclure, car une force est négligeable seulement si elle est au moins dix fois plus faible que l'autre.

COMPRENDRE
Le frottement freine la chute : la vitesse du son est atteinte en réalité à 33 446 m, donc plus bas que les 34 100 m prévus par la chute libre.



5 · Figure 2 du sujet, avec la lecture à l'altitude z_{son}

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$0.4 \times 0.010 \times 307^2 \approx 376.996$

$120 \times 9.66 \approx 1159.2$

$\frac{1159.2}{376.996} \approx 3.074834$

6 En supposant la vitesse limite atteinte après 4 000 m de chute, calculer la vitesse limite v_{lim} pour un saut depuis l'altitude $z = 20\,000$ m.

Données utiles $f = 0{,}4 \times \rho_{air}(z) \times v^2$; $m = 120$ kg ; $g = 9{,}66$ m · s^{-2} ; figure 2

Après 4 000 m de chute, l'altitude est $z = 20\,000 - 4\,000 = 16\,000$ m.
Lecture sur la figure 2 : $\rho_{air} \approx 0{,}17$ kg · m^{-3}.

À la vitesse limite, $f = P$:

$$0{,}4 \times \rho_{air} \times v_{lim}^2 = m\,g \quad \text{donc} \quad v_{lim} = \sqrt{\frac{m\,g}{0{,}4 \times \rho_{air}}}$$

$$v_{lim} = \sqrt{\frac{120 \times 9{,}66}{0{,}4 \times 0{,}17}} = 1{,}3 \times 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$v_{lim} \approx 1{,}3 \times 10^2$ m · s^{-1}

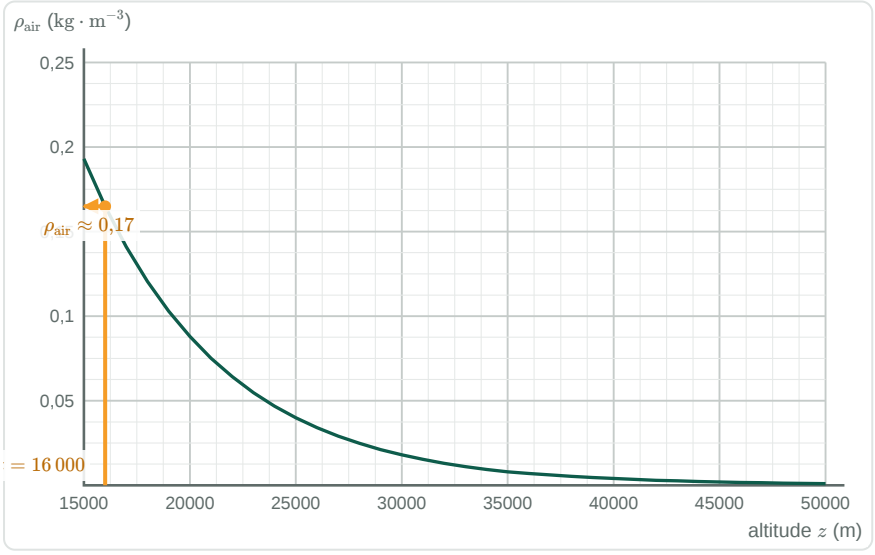
PIÈGE
Lire ρ_{air} à 20 000 m, l'altitude du départ. La vitesse limite est atteinte 4 000 m plus bas : la lecture se fait à 16 000 m.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme la valeur lue sur le graphique. Une lecture entre 0,16 et 0,18 donne de 127 à 135 m · s^{-1} : le résultat $1{,}3 \times 10^2$ reste valable.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\sqrt{\frac{120 \times 9.66}{0.4 \times 0.17}} \approx 130.5644$



6 · Figure 2 du sujet, avec la lecture à 16 km d'altitude

7 Expliquer qualitativement pourquoi il est nécessaire de s'élancer depuis la zone supérieure de la stratosphère pour atteindre une vitesse égale à celle du son.

Données utiles $v_{\text{lim}} \approx 1{,}3 \times 10^{2}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ (Q6) ; figures 1 et 2

Pour un saut depuis 20 000 m, la vitesse limite (environ $130\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) reste très inférieure à la vitesse du son à 16 000 m (environ $295\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ sur la figure 1) : le mur du son n'est pas atteint.

D'après la figure 2, la masse volumique de l'air diminue fortement quand l'altitude augmente. Or $v_{\text{lim}} = \sqrt{\dfrac{m\,g}{0{,}4 \times \rho_{\text{air}}}}$: plus l'air est rare, plus le frottement est faible à vitesse donnée et plus la vitesse limite est grande.

Dans la haute stratosphère, l'air très peu dense freine peu : le sauteur peut y dépasser $300\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ avant que le frottement ne compense le poids. Plus bas, la vitesse limite est trop faible.

COMPRENDRE

Autre atout : entre 20 et 50 km, la vitesse du son augmente avec l'altitude mais ne varie que de 295 à 330 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. C'est donc bien la masse volumique de l'air qui décide.

Un système de détection de passager

Bac 2021 Métropole Mars Sujet 2 · Exercice 3 **5 points** **Durée conseillée 55 min**

1.1 Justifier l'utilisation de l'adjectif « capacitif » dans l'expression « capteur de pression capacitif ».

Deux feuilles conductrices (aluminium) séparées par un isolant (papier) forment un condensateur. La pression exercée modifie la capacité C de ce condensateur : c'est la variation de C qui permet la mesure.

Le capteur est un condensateur dont la capacité dépend de la pression : il est « capacitif ».

1.2 Donner l'expression littérale de la charge Q_A puis celle de la charge Q_B en fonction de C et U_{AB}.

La tension U_{AB} est positive : l'armature A porte une charge positive, l'armature B la charge opposée.

$Q_A = C \times U_{AB}$ et $Q_B = -Q_A = -C \times U_{AB}$

PIÈGE
Donner la même charge aux deux feuilles. Les armatures d'un condensateur portent toujours des charges opposées ; l'ensemble reste électriquement neutre.

1.3 Indiquer, en justifiant, le sens de variation de la capacité C du capteur quand un objet est posé sur le condensateur « artisanal ».

Données utiles $C = \dfrac{\varepsilon \times S}{e}$

L'objet appuie sur les feuilles et écrase le papier : l'épaisseur e diminue, alors que ε et S sont supposées inchangées.

Comme C est inversement proportionnelle à e, une diminution de e entraîne une augmentation de C.

Quand un objet est posé sur le capteur, e diminue donc C augmente.

COMPRENDRE
La question est ouverte : on attend surtout une hypothèse énoncée clairement et un raisonnement cohérent avec la formule. La relation donnée avant la question 3.2 confirme que c'est bien l'épaisseur qui varie.

2.1 Établir l'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$ pour $t \geq 0$, l'écrire sous la forme $\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + \dfrac{u_C}{\tau} = 0$ et exprimer τ en fonction de R et C.

En position 2, le générateur est hors circuit. Loi des mailles : $u_R + u_C = 0$.

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

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

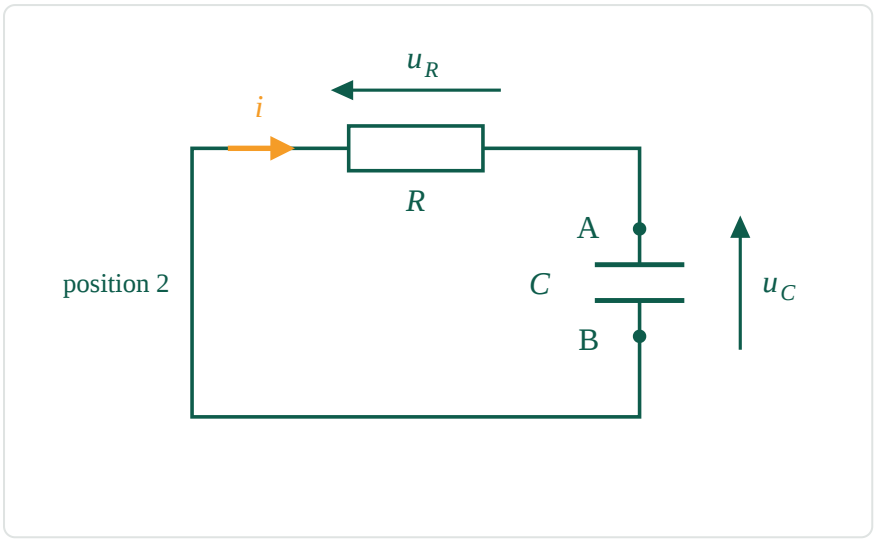
On remplace : $RC\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + u_C = 0$, puis on divise par RC :

$$\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + \frac{u_C}{RC} = 0$$

$\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + \dfrac{u_C}{\tau} = 0$ avec $\tau = R \times C$

PIÈGE
Garder E dans la loi des mailles. Pour $t \geq 0$, la maille ne contient plus que le conducteur ohmique et le condensateur : le second membre est nul.

MÉTHODE
Toujours trois étapes : 1) loi des mailles ; 2) loi d'Ohm et relation $i = C\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$; 3) substitution puis division par le coefficient de la dérivée.



2.1 · Circuit pour t ≥ 0 (commutateur en position 2), avec le sens choisi pour i

2.2 Vérifier que $u_C(t) = A \times \mathrm{e}^{-t/\tau}$ est solution de l'équation différentielle et exprimer A en fonction de E.

Données utiles $u_C(0) = E$

On dérive : $\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} = -\dfrac{A}{\tau}\mathrm{e}^{-t/\tau}$.

On reporte dans le premier membre de l'équation :

$$\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + \frac{u_C}{\tau} = -\frac{A}{\tau}\mathrm{e}^{-t/\tau} + \frac{A}{\tau}\mathrm{e}^{-t/\tau} = 0$$

L'égalité est vraie à toute date : la fonction proposée est bien solution.

Condition initiale : $u_C(0) = A \times \mathrm{e}^{0} = A$ et $u_C(0) = E$.

$A = E$, soit $u_C(t) = E \times \mathrm{e}^{-t/\tau}$

PIÈGE

Oublier le facteur $-\dfrac{1}{\tau}$ en dérivant l'exponentielle : la somme ne s'annule alors plus.

2.3 Montrer que le condensateur est déchargé à la date $t = 5\,\tau$, c'est-à-dire que u_C ne vaut plus que 1 % de sa valeur initiale.

Données utiles $u_C(t) = E \times \mathrm{e}^{-t/\tau}$ (2.2)

À la date $t = 5\,\tau$:

$$u_C(5\,\tau) = E \times \mathrm{e}^{-5\tau/\tau} = E \times \mathrm{e}^{-5} = 6{,}7 \times 10^{-3} \times E$$

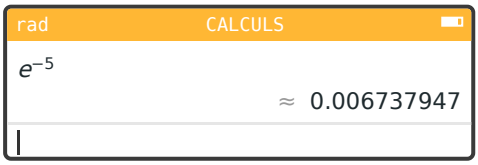
La tension ne vaut plus que 0,67 % de sa valeur initiale E, ce qui est inférieur à 1 %.

$\dfrac{u_C(5\,\tau)}{E} = \mathrm{e}^{-5} \approx 0{,}67\,\% < 1\,\%$: le condensateur est déchargé à $t = 5\,\tau$.

COMPRENDRE

Le seuil de 1 % est franchi un peu avant $5\,\tau$ (à $t = \tau \times \ln(100) \approx 4{,}6\,\tau$). À $5\,\tau$, la tension est déjà passée sous ce seuil : la décharge est considérée comme terminée.

À LA CALCULATRICE



3.1 Associer chaque série de mesures (▲ ou ■) au dispositif sans pression ou au dispositif avec pression. Justifier.

Données utiles $\tau = R \times C$ (2.1) ; C augmente avec la pression (1.3)

À chaque date, la tension de la série ▲ est supérieure à celle de la série ■ : la décharge ▲ est la plus lente, donc $\tau_{▲} > \tau_{■}$.

Comme $\tau = R \times C$ avec la même résistance R, on en déduit $C_{▲} > C_{■}$.

Or la capacité augmente lorsqu'une pression écrase le papier (1.3).

Série ▲ : dispositif avec pression ; série ■ : dispositif sans pression.

MÉTHODE

Pour comparer deux décharges sans calcul : la courbe qui reste au-dessus de l'autre a le plus grand temps caractéristique, donc ici la plus grande capacité.

3.2 Déterminer la valeur de la variation d'épaisseur Δe, après avoir évalué la variation de capacité électrique ΔC.

Données utiles $E = 5$ V ; $R = 10$ MΩ ; $e = 1{,}0 \times 10^{-4}$ m ; $\dfrac{\Delta C}{C} = \dfrac{\Delta e}{e}$

À $t = \tau$, $u_C(\tau) = E \times \mathrm{e}^{-1} = 0{,}37 \times E = 0{,}37 \times 5 = 1{,}85$ V.

Lecture graphique des dates où $u_C = 1{,}85$ V : $\tau_{\blacksquare} = 110$ ms (sans pression) et $\tau_{\blacktriangle} = 140$ ms (avec pression).

Capacité sans pression : $C = \dfrac{\tau_{\blacksquare}}{R} = \dfrac{110 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{6}} = 1{,}1 \times 10^{-8}$ F.

Variation de capacité :

$$\Delta C = \frac{\tau_{\blacktriangle} - \tau_{\blacksquare}}{R} = \frac{(140 - 110) \times 10^{-3}}{10 \times 10^{6}} = 3{,}0 \times 10^{-9} \text{ F}$$

Variation d'épaisseur :

$$\Delta e = \frac{\Delta C}{C} \times e = \frac{3{,}0 \times 10^{-9}}{1{,}1 \times 10^{-8}} \times 1{,}0 \times 10^{-4} = 2{,}7 \times 10^{-5} \text{ m}$$

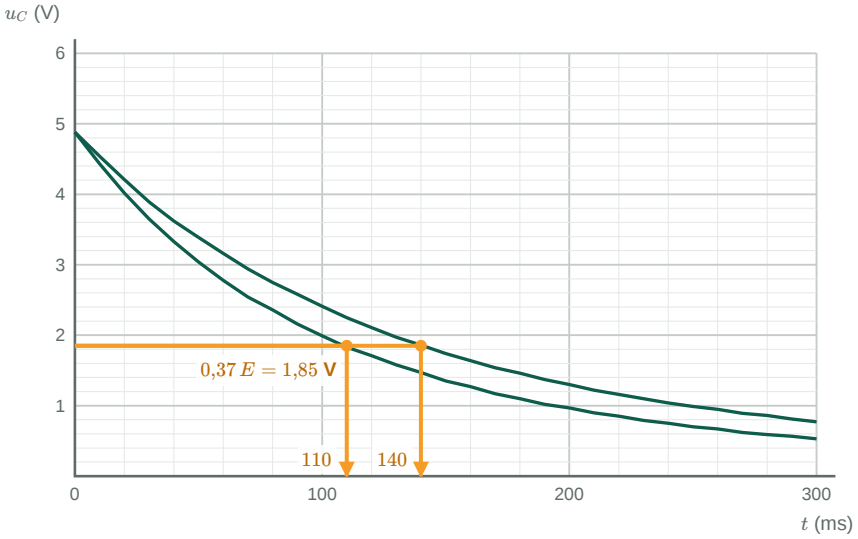
La relation de l'énoncé porte sur les valeurs absolues : C augmente, donc l'épaisseur diminue.

$\Delta C = 3{,}0 \times 10^{-9}$ F et l'épaisseur diminue de $\Delta e = 2{,}7 \times 10^{-5}$ m, soit environ 27 µm.

PIÈGE
Laisser τ en millisecondes ou R en mégaohms : 110 ms $= 110 \times 10^{-3}$ s et 10 MΩ $= 10 \times 10^{6}$ Ω.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme R et e ; la lecture graphique ne permet pas mieux. Avec $C = \dfrac{\varepsilon S}{e}$, C et e varient en sens contraires : en toute rigueur $\dfrac{\Delta C}{C} = -\dfrac{\Delta e}{e}$.

MÉTHODE
Lire τ à 37 % de la valeur initiale est plus précis que tracer la tangente à l'origine sur un nuage de points.



3.2 · Figure 7 du sujet (début) : courbe du haut ▲, courbe du bas ■ ; lecture de τ à 1,85 V

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

0.37×5 ≈ 1.85

$\dfrac{110 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{6}}$ ≈ 1.1×10^{-8}

$\dfrac{140 \times 10^{-3} - 110 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{6}}$ ≈ 3×10^{-9}

$\dfrac{3.0 \times 10^{-9}}{1.1 \times 10^{-8}} \times 1.0 \times 10^{-4}$ ≈ 2.727273×10^{-5}

Quelle taille pour les mailles d'un tamis ?

Bac 2021 Métropole Mars Sujet 2 · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 55 min**

1.1 Nommer le phénomène responsable des taches lumineuses observées sur l'écran. Discuter qualitativement de l'influence de la largeur de la fente et de la longueur d'onde sur ce phénomène.

La lumière s'étale après la fente, perpendiculairement à celle-ci : c'est la **diffraction**.

L'étalement est mesuré par l'angle $\theta = \dfrac{\lambda}{a}$:

- à longueur d'onde fixée, plus la fente est étroite, plus θ est grand et plus la tache centrale est large ;
- à largeur de fente fixée, plus la longueur d'onde est grande, plus θ est grand et plus la tache centrale est large.

Diffraction, d'autant plus marquée que a est petite et que λ est grande.

PIÈGE
Croire qu'une fente plus large donne une tache plus large : c'est l'inverse. Si on resserre la fente, la lumière s'étale davantage.

1.2 Déterminer l'expression de l'angle θ en fonction de L et de D, puis en déduire l'expression de λ en fonction de L, a et D.

Données utiles $\theta = \dfrac{\lambda}{a}$; $\tan\theta \approx \theta$ pour les petits angles

Dans le triangle rectangle de la figure 1, le côté opposé à θ mesure $\dfrac{L}{2}$ et le côté adjacent mesure D :

$$\tan\theta = \frac{L/2}{D} = \frac{L}{2D}$$

L'angle étant petit, $\tan\theta \approx \theta$, donc $\theta = \dfrac{L}{2D}$.

En égalant les deux expressions de θ : $\dfrac{\lambda}{a} = \dfrac{L}{2D}$.

$$\theta = \frac{L}{2D} \text{ et } \lambda = \frac{a\,L}{2D}$$

PIÈGE
Oublier le facteur 2. L'angle θ repère la première extinction depuis le centre : il correspond à la demi-largeur $\dfrac{L}{2}$ de la tache centrale, pas à L.

1.3 Déterminer la longueur d'onde de la diode laser en exploitant la figure 3, puis la comparer à la valeur indiquée par le constructeur.

Données utiles $a = 80\ \mu\text{m}$; $D = 56\ \text{cm}$; $\lambda = \dfrac{a\,L}{2D}$ (1.2) ; constructeur : $\lambda = (650 \pm 10)\ \text{nm}$

La tache centrale est limitée par les deux premiers minimums d'intensité, lus en $x = 9{,}0\ \text{mm}$ et $x = 18{,}0\ \text{mm}$:

$L = 18{,}0 - 9{,}0 = 9{,}0\ \text{mm}$

$$\lambda = \frac{a\,L}{2D} = \frac{80\times10^{-6}\times9{,}0\times10^{-3}}{2\times56\times10^{-2}} = 6{,}4\times10^{-7}\ \text{m}$$

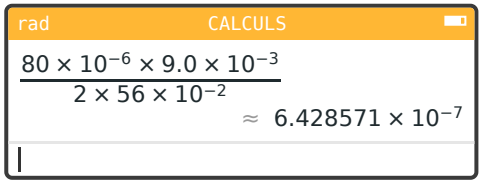
Le constructeur annonce une valeur comprise entre $640\ \text{nm}$ et $660\ \text{nm}$: la valeur mesurée appartient à cet intervalle.

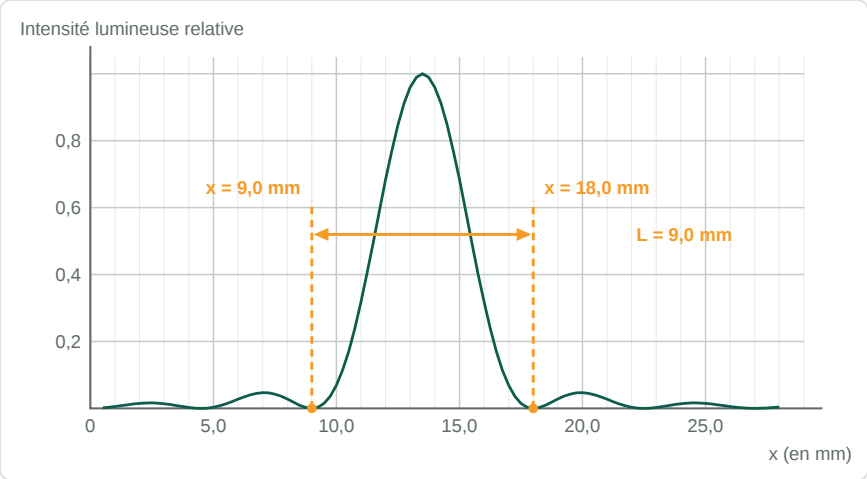
$\lambda = 6{,}4\times10^{-7}\ \text{m} = 6{,}4\times10^{2}\ \text{nm}$, compatible avec $(650 \pm 10)\ \text{nm}$.

PIÈGE
Mesurer la largeur à mi-hauteur du pic, ou laisser L en mm, a en µm et D en cm : tout se convertit en mètres.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme a, D et L. Écrire 643 nm afficherait une précision que les données n'ont pas.

À LA CALCULATRICE





1.3 · Allure de la figure 3 : la tache centrale s'étend entre les deux premiers minimums d'intensité

2.1 Expliquer brièvement, sans calcul, l'origine des zones sombres et des zones brillantes dans une figure d'interférences lumineuses.

Les trous du tamis, éclairés par le même laser, se comportent comme des sources de lumière cohérentes. Les ondes qu'ils émettent se superposent sur l'écran.

- Là où elles arrivent en phase, elles s'ajoutent : les interférences sont constructives, la zone est brillante.
- Là où elles arrivent en opposition de phase, elles s'annulent : les interférences sont destructives, la zone est sombre.

Zones brillantes : interférences constructives. Zones sombres : interférences destructives.

COMPRENDRE
Le maillage est carré : il est périodique dans deux directions, d'où un quadrillage de taches sur l'écran. L'étude se limite à l'axe horizontal de la figure 7.

2.2 Évaluer l'interfrange i en explicitant la méthode qui donne la meilleure précision, puis évaluer l'incertitude-type $u(i)$.

Données utiles figure 7 à l'échelle 1/1

On mesure à la règle la plus grande distance possible : entre les centres des deux taches extrêmes de l'axe, il y a 5 taches, donc 4 interfranges.

$4\,i = 5{,}9$ cm, donc $i = \dfrac{5{,}9}{4} = 1{,}5$ cm

Les taches sont larges : le centre de chacune est repéré à environ 1 mm près, soit une incertitude de l'ordre de $0{,}2$ cm sur la distance $4\,i$. Elle se divise aussi par 4 :

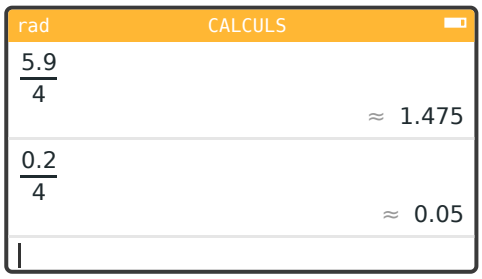
$u(i) = \dfrac{0{,}2}{4} = 0{,}05$ cm

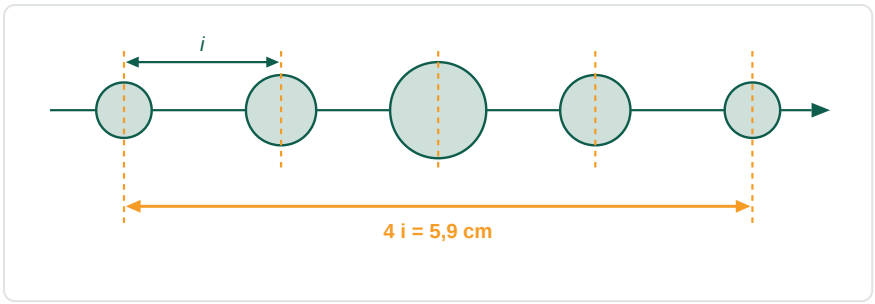
$i = 1{,}5$ cm et $u(i) = 0{,}05$ cm

COMPRENDRE
L'estimation de $u(i)$ dépend du soin du pointage : toute valeur justifiée entre $0{,}03$ et $0{,}1$ cm est recevable.

MÉTHODE
Mesurer N interfranges puis diviser par N : l'incertitude de pointage est elle aussi divisée par N. Même idée pour une période sur un oscillogramme.

À LA CALCULATRICE





2.2 · Figure 7 : cinq taches alignées sur l'axe, soit quatre interfranges entre les centres des taches extrêmes

2.3 Calculer b puis évaluer $u(b)$.

Données utiles $\lambda = (650 \pm 10)$ nm ; $D = (7{,}75 \pm 0{,}03)$ m ; $i = 1{,}5$ cm et $u(i) = 0{,}05$ cm (2.2)

De $i = \dfrac{\lambda D}{b}$ on tire $b = \dfrac{\lambda D}{i}$:

$$b = \frac{650 \times 10^{-9} \times 7{,}75}{1{,}5 \times 10^{-2}} = 3{,}36 \times 10^{-4} \text{ m}$$

Incertitude-type :

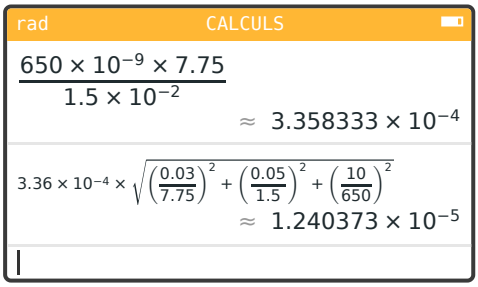
$$u(b) = b\sqrt{\left(\frac{u(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{u(i)}{i}\right)^2 + \left(\frac{u(\lambda)}{\lambda}\right)^2}$$

$$u(b) = 3{,}36 \times 10^{-4} \times \sqrt{\left(\frac{0{,}03}{7{,}75}\right)^2 + \left(\frac{0{,}05}{1{,}5}\right)^2 + \left(\frac{10}{650}\right)^2} = 1{,}2 \times 10^{-5} \text{ m}$$

On garde un seul chiffre significatif pour l'incertitude, arrondie par excès : $u(b) = 2 \times 10^{-5}$ m. La valeur de b s'arrête au même rang.

$b = (3{,}4 \pm 0{,}2) \times 10^{-4}$ m, soit $b = (340 \pm 20)$ μm

À LA CALCULATRICE



PIÈGE

Mélanger les unités dans un même rapport. Chaque quotient $\dfrac{u(x)}{x}$ est sans unité si numérateur et dénominateur ont la même unité : nm avec nm, cm avec cm.

COMPRENDRE

Le terme en i domine : $\dfrac{u(i)}{i} \approx 3{,}3$ %, contre $1{,}5$ % pour λ et $0{,}4$ % pour D. Pour améliorer la mesure, c'est le pointage de l'interfrange qu'il faut soigner.

2.4 Indiquer si le tamis étudié permet de récupérer les artémies voulues. Justifier.

Données utiles $b = (340 \pm 20)\ \mu\text{m}$ (2.3) ; largeur du fil : $230\ \mu\text{m}$; artémies à retenir : taille supérieure à $150\ \mu\text{m}$

La distance b entre les centres de deux trous voisins est la somme de la largeur d'un trou et de la largeur d'un fil :

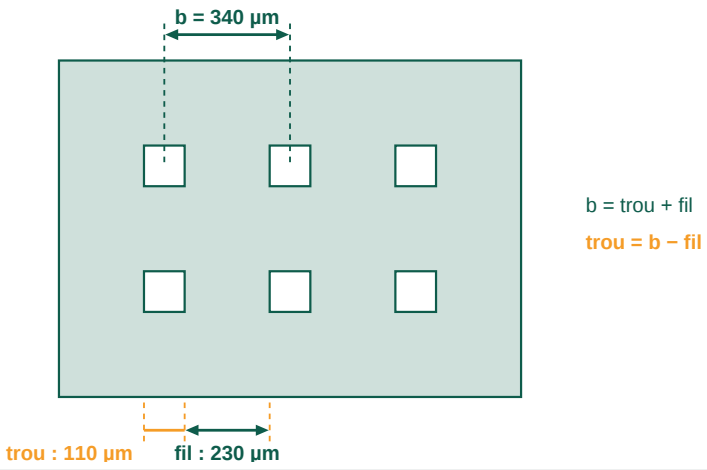
$$\text{trou} = b - \text{fil} = 340 - 230 = 110\ \mu\text{m}$$

Même avec la plus grande valeur de b compatible avec la mesure, $360\ \mu\text{m}$, le trou mesure $360 - 230 = 130\ \mu\text{m}$, ce qui reste inférieur à $150\ \mu\text{m}$.

Une artémie de plus de $150\ \mu\text{m}$ ne passe donc pas à travers les mailles.

Trou d'environ $110\ \mu\text{m} < 150\ \mu\text{m}$: le tamis retient bien les artémies voulues.

PIÈGE
Comparer directement $b = 340\ \mu\text{m}$ à $150\ \mu\text{m}$ et conclure que les artémies passent. b est le pas du maillage : l'ouverture s'obtient en retirant la largeur du fil.



2.4 · Le pas b du maillage est la somme de la largeur d'un trou et de la largeur d'un fil (échelle non respectée)

À LA CALCULATRICE

