Corrigé complet — Bac S 2006 Antilles-Guyane (ancien programme)

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

Ex 1	**A propos de lumière** Diffraction par une fente · Lumière monochromatique · Longueur d'onde et fréquence · Indice de réfraction et dispersion · Énergie d'un photon	4 pts	52 min	16 questions	p. 2
Ex 2	**Analyse d'un lait** Dilution · Titrage conductimétrique · Conductivité d'une solution ionique · Titrage pH-métrique · Constante d'acidité et prédominance	6,5 pts	1 h 18	16 questions	p. 7
Ex 3	**Bobine à inductance réglable** Décharge d'un condensateur (circuit RC) · Constante de temps · Oscillations d'un circuit RLC série · Pseudo-période et inductance · Énergies du condensateur et de la bobine	5,5 pts	1 h 05	15 questions	p. 13
Ex 4	**Spécialité : Les taches solaires** Lunette astronomique afocale · Image intermédiaire et plan focal · Diamètre apparent · Grossissement · Relation de conjugaison · Projection sur un écran	4 pts	52 min	12 questions	p. 19

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

A propos de lumière

Bac S 2006 Antilles-Guyane (ancien programme) · Exercice 1 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

1.1 Quel phénomène subit la lumière émise par le laser dans cette expérience ? Que peut-on en conclure par analogie avec les ondes mécaniques ?

Après la fente fine, le faisceau s'étale et donne plusieurs taches sur l'écran : la lumière subit une **diffraction**.

Les ondes mécaniques (à la surface de l'eau, par exemple) sont elles aussi diffractées par une ouverture étroite.

Phénomène de diffraction ; par analogie, la lumière a un caractère ondulatoire.

COMPRENDRE
La fente est horizontale et la figure s'étale verticalement : l'étalement se fait toujours perpendiculairement à la fente.

1.2.1 Que représente l'angle θ de la relation (1) $\theta = \dfrac{\lambda}{a}$?

θ est l'angle, vu depuis la fente, entre la direction du faisceau incident (centre de la tache centrale) et la direction de la première extinction (bord de la tache centrale).

θ est la demi-largeur angulaire de la tache centrale de diffraction (écart angulaire).

PIÈGE
Dire que θ couvre toute la tache centrale. L'angle sous lequel on voit la tache entière depuis la fente vaut 2θ.

1.2.2 Préciser les unités de chaque terme intervenant dans la relation (1).

θ en radians (rad) ; λ en mètres (m) ; a en mètres (m).

COMPRENDRE
Le quotient de deux longueurs est sans dimension, ce qui est cohérent avec un angle en radians. La relation est fausse si θ est exprimé en degrés.

1.2.3 Comment évolue la largeur de la tache centrale lorsqu'on réduit la largeur de la fente ?

D'après la relation (1), à λ fixée, θ est inversement proportionnel à a : si a diminue, θ augmente.

Quand on réduit la largeur de la fente, la tache centrale s'élargit.

1.3 Exprimer θ en fonction de la largeur ℓ de la tache centrale et de la distance D (relation (2)), avec l'approximation $\tan\theta \approx \theta$.

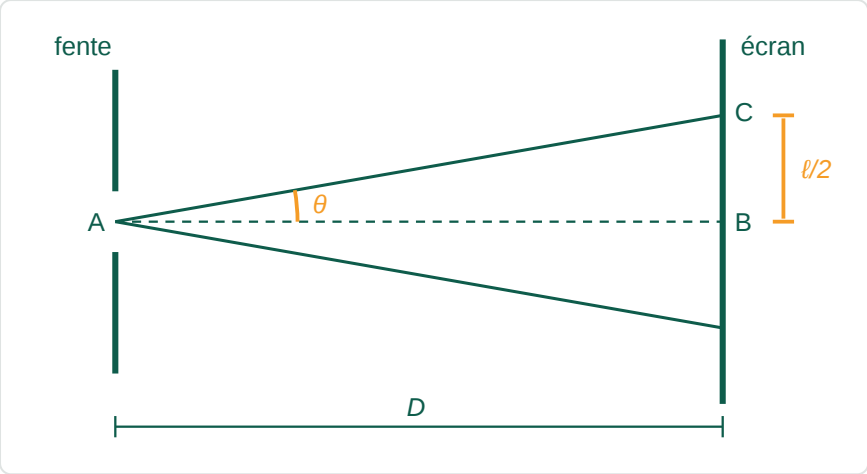
Dans le triangle ABC rectangle en B (A : fente, B : centre de la tache, C : bord de la tache centrale) :

$$\tan\theta = \frac{BC}{AB} = \frac{\ell/2}{D} = \frac{\ell}{2D}$$

L'angle étant petit (en radians), $\tan\theta \approx \theta$.

$\theta = \dfrac{\ell}{2D}$ (relation (2))

PIÈGE
Écrire $\theta = \dfrac{\ell}{D}$. Le côté opposé à θ est la moitié de la tache centrale, pas sa largeur entière.



1.3 · Demi-largeur angulaire θ de la tache centrale (vue de profil)

1.4 À l'aide des relations (1) et (2), montrer que $a = \dfrac{2\lambda D}{\ell}$. Calculer a.

Données utiles $\lambda = 633$ nm ; $\ell = 38$ mm ; $D = 3{,}00$ m

En égalant les deux expressions de θ : $\dfrac{\lambda}{a} = \dfrac{\ell}{2D}$, d'où $a\,\ell = 2\lambda D$, soit $a = \dfrac{2\lambda D}{\ell}$.

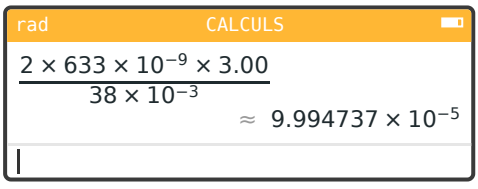
$$a = \frac{2 \times 633 \times 10^{-9} \times 3{,}00}{38 \times 10^{-3}} = 1{,}0 \times 10^{-4}\ \text{m}$$

$a = \dfrac{2\lambda D}{\ell} = 1{,}0 \times 10^{-4}$ m, soit 0,10 mm

PIÈGE
Laisser λ en nm ou ℓ en mm : toutes les longueurs se convertissent en mètres avant le calcul.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs seulement, comme $\ell = 38$ mm, la donnée la moins précise. Vérification : $\theta = \ell/(2D) \approx 6{,}3 \times 10^{-3}$ rad, l'approximation des petits angles est justifiée.

À LA CALCULATRICE



2.1 Quelle est la nature de la lumière émise par le laser ? Justifier.

Après le prisme, milieu dispersif, on observe un seul point lumineux, de la même couleur que le faisceau incident : la lumière n'est pas décomposée. Elle ne contient donc qu'une seule radiation, de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 633$ nm.

La lumière du laser est monochromatique.

2.2.1 Rappeler la relation entre la longueur d'onde λ de l'onde émise par le laser, sa fréquence ν et sa célérité c. Calculer ν.

Données utiles $c = 3{,}00 \times 10^{8}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; $\lambda = 633$ nm

Dans le vide : $\lambda = \dfrac{c}{\nu}$, donc $\nu = \dfrac{c}{\lambda}$.

$$\nu = \frac{3{,}00 \times 10^{8}}{633 \times 10^{-9}} = 4{,}74 \times 10^{14}\ \text{Hz}$$

$\nu = \dfrac{c}{\lambda} = 4{,}74 \times 10^{14}$ Hz

COMPRENDRE
Le sujet écrit « Calculer v » : c'est une coquille, la grandeur demandée est la fréquence ν (lettre grecque nu), à ne pas confondre avec la vitesse v dans le milieu.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{3.00 \times 10^{8}}{633 \times 10^{-9}} \approx 4.739336 \times 10^{14}$$

2.2.2 La valeur de ν varie-t-elle lorsque cette onde change de milieu de propagation ?

La fréquence est imposée par la source ; elle caractérise la radiation.

Non : ν garde la même valeur dans tous les milieux transparents.

COMPRENDRE
Ce sont la célérité et la longueur d'onde qui changent d'un milieu à l'autre. La couleur perçue, liée à la fréquence, reste la même.

2.3 Donner les limites des longueurs d'onde dans le vide du spectre visible et les couleurs correspondantes. Situer les domaines ultraviolet et infrarouge.

Le spectre visible s'étend d'environ 400 nm (violet) à environ 800 nm (rouge).

Visible : $400 \text{ nm} \leqslant \lambda \leqslant 800 \text{ nm}$, du violet au rouge ; ultraviolets : $\lambda < 400$ nm ; infrarouges : $\lambda > 800$ nm.

MÉTHODE
Pour retenir l'ordre : l'ultraviolet est « au-delà du violet » (courtes longueurs d'onde, hautes fréquences), l'infrarouge « en deçà du rouge » en fréquence, donc aux grandes longueurs d'onde.

2.4.1 Pourquoi précise-t-on la fréquence ν de l'onde lorsqu'on donne la valeur de n ?

Le verre est un milieu dispersif : la vitesse v de la lumière y dépend de la fréquence de la radiation. Comme $n = \dfrac{c}{v}$ et que c est une constante, n dépend lui aussi de la fréquence.

L'indice n du verre dépend de la fréquence : la valeur $1{,}61$ n'est valable que pour la radiation utilisée.

2.4.2 Calculer la longueur d'onde λ' de cette onde dans le verre.

Données utiles $n = 1{,}61$; $\lambda = 633$ nm

Dans le verre, l'onde se propage à la vitesse $v = \dfrac{c}{n}$ avec la même fréquence ν (2.2.2) :

$$\lambda' = \frac{v}{\nu} = \frac{c}{n\nu} = \frac{\lambda}{n} \quad \text{car } \frac{c}{\nu} = \lambda$$

$$\lambda' = \frac{633}{1{,}61} = 393 \text{ nm}$$

$$\lambda' = \frac{\lambda}{n} = 393 \text{ nm} = 3{,}93 \times 10^{-7} \text{ m}$$

PIÈGE
Conclure que la lumière devient violette ou ultraviolette parce que $\lambda' < 400$ nm. La couleur est fixée par la fréquence, inchangée ; les limites du visible sont données pour le vide.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{633}{1.61} \approx 393.1677$$

2.5 On remplace le laser par une lumière blanche. Qu'observe-t-on sur l'écran ?

La lumière blanche est polychromatique. L'indice du verre dépendant de la fréquence, chaque radiation est déviée différemment par le prisme : la lumière est décomposée.

On observe une tache étalée et colorée, continue du rouge au violet : le spectre de la lumière blanche.

2.6 Sur la figure 3, tracer en les identifiant clairement les deux rayons, rouge et bleu, correspondant aux traits en pointillé.

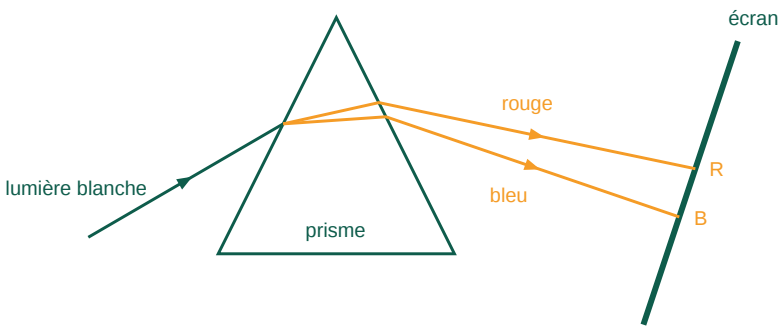
Données utiles la déviation d augmente quand la longueur d'onde diminue

$\lambda_{\text{bleu}} < \lambda_{\text{rouge}}$, donc $d_{\text{bleu}} > d_{\text{rouge}}$: le rayon bleu s'écarte davantage de la direction du rayon incident.

Sur la figure, la déviation se fait vers la base du prisme, donc vers le bas de l'écran.

Le rayon bleu est le trajet du bas (le plus dévié), le rayon rouge celui du haut (le moins dévié).

MÉTHODE
Repasser chaque trajet en trait plein depuis le point d'entrée jusqu'à l'écran, avec une flèche pour le sens de propagation et le nom de la couleur écrit le long du rayon.



2.6 · Figure 3 de l'annexe complétée : le bleu est plus dévié que le rouge

3.1 Rappeler la relation qui lie ΔE et ν.

En passant de l'état d'énergie E_2 à l'état d'énergie E_1, l'atome émet un photon dont l'énergie est égale à ΔE.

$\Delta E = E_2 - E_1 = h\,\nu$, avec h la constante de Planck, ΔE en joules et ν en hertz.

COMPRENDRE
Le fonctionnement du laser (émission stimulée) ne figure plus au programme actuel de spécialité. La relation $\Delta E = h\,\nu$, elle, reste exigible.

3.2 Calculer ΔE. Donner le résultat en eV.

Données utiles $h = 6{,}62 \times 10^{-34}\ \text{J} \cdot \text{s}$; $1\ \text{eV} = 1{,}60 \times 10^{-19}\ \text{J}$; $c = 3{,}00 \times 10^{8}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; $\lambda = 633\ \text{nm}$

$$\Delta E = h\nu = \frac{h\,c}{\lambda} = \frac{6{,}62 \times 10^{-34} \times 3{,}00 \times 10^{8}}{633 \times 10^{-9}} = 3{,}14 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

Conversion : $\Delta E = \dfrac{3{,}14 \times 10^{-19}}{1{,}60 \times 10^{-19}} = 1{,}96\ \text{eV}$

$$\boxed{\Delta E = 3{,}14 \times 10^{-19}\ \text{J} = 1{,}96\ \text{eV}}$$

PIÈGE
Multiplier par $1{,}60 \times 10^{-19}$ au lieu de diviser. Un électronvolt est très petit devant un joule : la valeur en eV est un nombre de l'ordre de l'unité.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{6.62 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{633 \times 10^{-9}} \approx 3.137441 \times 10^{-19}$$

$$\frac{\frac{6.62 \times 10^{-34} \times 3.00 \times 10^{8}}{633 \times 10^{-9}}}{1.60 \times 10^{-19}} \approx 1.9609$$

Analyse d'un lait

Bac S 2006 Antilles-Guyane (ancien programme) · Exercice 2 **6,5 points** **Durée conseillée 1 h 18**

1.1 Le lait (solution S_0) est dilué dans une fiole jaugée pour donner la solution S. Quel rapport existe entre les concentrations C_0 et C_S ?

Données utiles $V_0 = 20{,}0$ mL ; $V_S = 100{,}0$ mL

Diluer ne change pas la quantité de soluté prélevée : $C_0\,V_0 = C_S\,V_S$.

$$\frac{C_0}{C_S} = \frac{V_S}{V_0} = \frac{100{,}0}{20{,}0} = 5{,}00$$

$C_0 = 5{,}00\,C_S$: la solution S est cinq fois moins concentrée que le lait.

PIÈGE
Inverser le rapport. La solution diluée est la moins concentrée : $C_S < C_0$, donc C_0/C_S est supérieur à 1.

COMPRENDRE
Le résultat garde trois chiffres significatifs, comme V_0, la donnée la moins précise. Cette règle vaut pour tous les calculs de l'exercice.

1.2 Indiquer précisément le protocole à suivre pour prélever $10{,}0$ mL de solution S (matériel, manipulations).

Matériel : un bécher de prélèvement, une pipette jaugée de $10{,}0$ mL, une propipette (ou poire à pipeter).

- Verser un peu de solution S dans le bécher de prélèvement (on ne pipette jamais dans la fiole).
- Rincer la pipette jaugée avec la solution S.
- Aspirer la solution à l'aide de la propipette jusqu'au-dessus du trait de jauge supérieur, puis ajuster le bas du ménisque sur ce trait, l'œil à sa hauteur.
- Laisser s'écouler la solution dans le bécher de dosage, pipette verticale, pointe contre la paroi (jusqu'au second trait pour une pipette à deux traits).

Prélèvement à la pipette jaugée de $10{,}0$ mL, rincée avec S et munie d'une propipette.

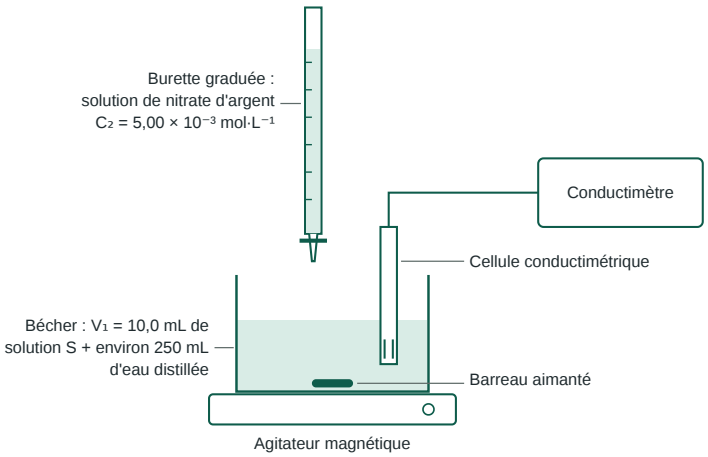
COMPRENDRE
Le volume V_1 doit être connu avec précision, car il sert au calcul de C_S : verrerie jaugée obligatoire. Les 250 mL d'eau, eux, se mesurent à l'éprouvette, ils ne changent pas la quantité d'ions chlorure.

1.3 Indiquer, sur un schéma annoté, le dispositif expérimental du dosage suivi par conductimétrie.

Voir le schéma : la solution titrante (nitrate d'argent) est dans la burette graduée ; la solution titrée (prélèvement de S et eau distillée) est dans le bécher, sous agitation ; la cellule plonge dans le bécher et est reliée au conductimètre.

Burette (nitrate d'argent, C_2), bécher (solution S diluée), agitateur magnétique, cellule reliée au conductimètre.

PIÈGE
Un schéma sans légende ne rapporte rien. Il faut nommer la verrerie et préciser le contenu de la burette et du bécher, sans oublier l'agitation.



1.3 · Montage du titrage suivi par conductimétrie

1.4 Quelle est l'origine de la conductivité initiale de la solution ?

Avant tout ajout de nitrate d'argent, la solution contient déjà des ions, apportés par le lait : les ions chlorure Cl^- et les cations qui les accompagnent (la solution est électriquement neutre).

La conductivité initiale est due aux ions du lait : Cl^- et cations associés, qui ne réagiront pas.

COMPRENDRE
Seuls les ions conduisent le courant dans une solution. Les cations du lait sont spectateurs : leur contribution à σ reste la même pendant tout le dosage.

1.5 À l'aide des conductivités molaires ioniques, interpréter la variation de la conductivité σ du milieu réactionnel au cours du dosage.

Données utiles en $S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$: $\lambda(Cl^-) = 76{,}3 \times 10^{-4}$; $\lambda(NO_3^-) = 71{,}4 \times 10^{-4}$; $\lambda(Ag^+) = 61{,}9 \times 10^{-4}$

La conductivité est la somme des contributions des ions : $\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$. Le volume du mélange varie très peu (250 mL d'eau au départ), la dilution est négligeable.

Avant l'équivalence : les ions Ag^+ versés sont consommés par Cl^- et forment $AgCl$ solide, qui ne conduit pas. Chaque ion Cl^- disparu est remplacé par un ion NO_3^- apporté par la burette. Comme $\lambda(NO_3^-) < \lambda(Cl^-)$, σ diminue, mais faiblement car les deux valeurs sont proches.

Après l'équivalence : il n'y a plus d'ions Cl^-. Les ions Ag^+ et NO_3^- versés s'accumulent dans le bécher : σ augmente nettement.

σ diminue légèrement (NO_3^- remplace Cl^-), puis augmente fortement (Ag^+ et NO_3^- en excès).

PIÈGE
Dire que σ baisse « parce que des ions disparaissent ». Le nombre d'ions ne change pas avant l'équivalence : un anion en remplace un autre, un peu moins conducteur.

MÉTHODE
Pour justifier une courbe de titrage conductimétrique : lister, avant puis après l'équivalence, les ions qui apparaissent, disparaissent ou restent, puis comparer les λ des ions échangés.

1.6 Quel événement correspond au point particulier apparaissant sur la courbe $\sigma = f(V_2)$?

La courbe présente un minimum, où la pente change brutalement (rupture de pente). Ce point sépare les deux comportements décrits en 1.5.

Ce point correspond à l'équivalence du titrage : tous les ions chlorure ont été consommés.

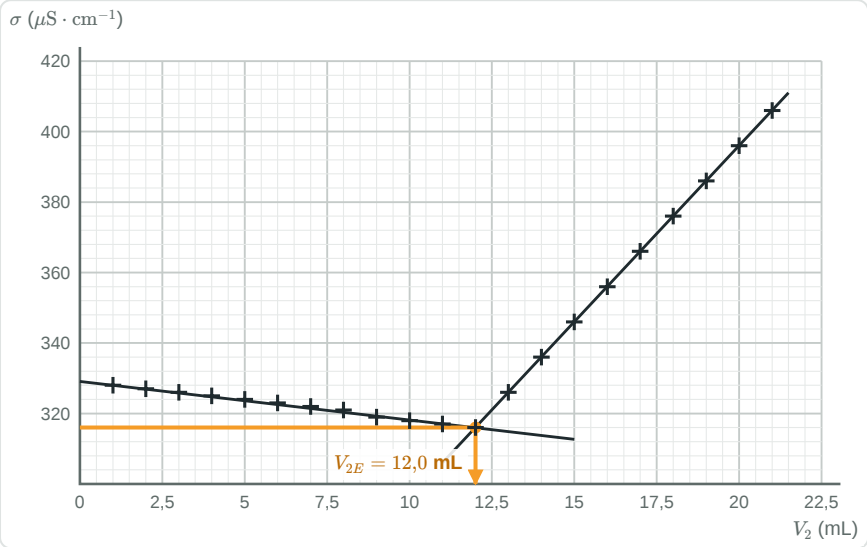
COMPRENDRE
Le titrage conductimétrique est au programme actuel de spécialité, mais pas le titrage par précipitation : on ne rencontre plus cette réaction support à l'examen. Le raisonnement sur la courbe reste le même.

1.7 Déterminer, en utilisant la courbe, le volume V_{2E} de solution de nitrate d'argent versé à l'équivalence.

On trace la droite qui passe au mieux par les points de la partie décroissante, puis celle de la partie croissante. L'abscisse de leur point d'intersection est le volume à l'équivalence.

$$V_{2E} = 12{,}0 \text{ mL}$$

MÉTHODE
Chaque droite s'appuie sur les points éloignés de l'équivalence, où l'alignement est le meilleur. On lit l'abscisse de l'intersection, pas celle d'un point de mesure.



1.7 · Document 1 complété : les deux droites se coupent à l'équivalence

1.8 Quelle est, à l'équivalence, la relation entre la quantité d'ions argent introduits et la quantité d'ions chlorure initialement présents ?

À l'équivalence, les deux réactifs ont été apportés dans les proportions stœchiométriques de $Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \longrightarrow AgCl(s)$: une mole de Ag^+ pour une mole de Cl^-.

$$n(Ag^+)_{\text{versé}} = n(Cl^-)_{\text{initial}}$$

PIÈGE
Écrire « $n(Ag^+) = n(Cl^-)$ » sans préciser : à l'équivalence, les deux quantités restantes sont nulles. La relation porte sur la quantité versée et la quantité initiale.

1.9 En déduire la concentration molaire C_S en ions chlorure dans la solution S, puis celle C_0 dans le lait.

Données utiles $C_2 = 5{,}00 \times 10^{-3}$ mol · L^{-1} ; $V_{2E} = 12{,}0$ mL (1.7) ; $V_1 = 10{,}0$ mL ; $C_0 = 5{,}00\,C_S$ (1.1)

Les ions chlorure dosés sont ceux du prélèvement V_1 de solution S : $n(Cl^-)_{\text{initial}} = C_S\,V_1$. D'après 1.8 : $C_2\,V_{2E} = C_S\,V_1$.

$$C_S = \frac{C_2\,V_{2E}}{V_1} = \frac{5{,}00 \times 10^{-3} \times 12{,}0}{10{,}0} = 6{,}00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

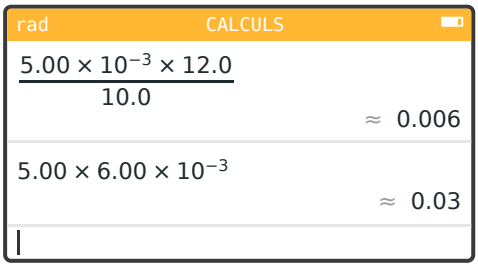
Le lait est cinq fois plus concentré : $C_0 = 5{,}00 \times 6{,}00 \times 10^{-3}$.

$$C_S = 6{,}00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ et } C_0 = 3{,}00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

PIÈGE
Utiliser 260 mL (prélèvement et eau) à la place de V_1. L'eau ajoutée ne modifie pas la quantité d'ions chlorure : le volume à retenir est celui prélevé à la pipette.

COMPRENDRE
Dans le rapport V_{2E}/V_1, les deux volumes peuvent rester en mL : les unités se simplifient.

À LA CALCULATRICE



1.10 Calculer la masse d'ions chlorure présents dans un litre du lait étudié et conclure (elle doit être comprise entre 1,0 g et 2,0 g).

Données utiles $C_0 = 3{,}00 \times 10^{-2}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (1.9) ; $M(\text{Cl}^-) = 35{,}5\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $V = 1{,}00$ L

Dans un volume $V = 1{,}00$ L de lait : $m = n\,M = C_0\,V\,M(\text{Cl}^-)$.

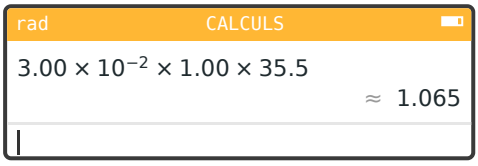
$$m = 3{,}00 \times 10^{-2} \times 1{,}00 \times 35{,}5 = 1{,}07\ \text{g}$$

$1{,}0\ \text{g} < 1{,}07\ \text{g} < 2{,}0\ \text{g}$.

$m = 1{,}07$ g d'ions chlorure par litre : le lait étudié respecte la norme.

COMPRENDRE
La valeur est proche de la limite basse. Pour conclure avec rigueur, il faudrait connaître l'incertitude sur V_{2E} : une lecture à 11,0 mL donnerait une masse inférieure à 1,0 g.

À LA CALCULATRICE



2.1 Écrire l'équation de la réaction qui se produit lors du mélange. Quelles caractéristiques doit-elle présenter pour être adaptée à un dosage ?

L'acide lactique HA cède un ion H^+ à la base HO^- :

$$\text{HA (aq)} + \text{HO}^- \text{(aq)} \longrightarrow \text{A}^- \text{(aq)} + \text{H}_2\text{O (l)}$$

Pour servir de support à un dosage, la réaction doit être totale, rapide et unique.

COMPRENDRE
« Unique » signifie que le réactif titrant ne réagit qu'avec l'espèce dosée. C'est pourquoi l'énoncé précise que l'acide lactique est le seul acide du lait.

2.2 Exprimer puis calculer la constante de réaction K correspondante. Conclure.

Données utiles H_2O/HO^- : $pK_{A1} = 14{,}0$; HA/A^- : $pK_{A3} = 3{,}9$

$$K = \frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HA}]_{\text{éq}}\,[\text{HO}^-]_{\text{éq}}}$$

On multiplie le numérateur et le dénominateur par $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$:

$$K = \frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}}\,[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{HA}]_{\text{éq}}} \times \frac{1}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}\,[\text{HO}^-]_{\text{éq}}} = \frac{K_{A3}}{K_{A1}}$$

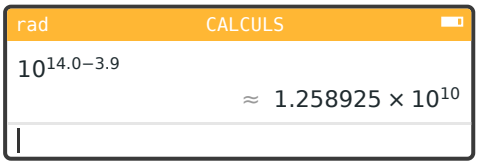
$$K = \frac{10^{-\text{p}K_{A3}}}{10^{-\text{p}K_{A1}}} = 10^{\text{p}K_{A1} - \text{p}K_{A3}} = 10^{14{,}0 - 3{,}9} = 10^{10{,}1}$$

$K = 1{,}3 \times 10^{10}$: K est très supérieure à 10^4, la réaction est totale, donc adaptée à un dosage.

PIÈGE
Inverser le quotient et trouver $K = 10^{-10{,}1}$. Un acide qui réagit avec une base forte donne toujours une constante très grande.

MÉTHODE
Pour une réaction entre l'acide d'un couple et la base d'un autre : $K = 10^{\text{p}K_A(\text{base}) - \text{p}K_A(\text{acide})}$, où chaque $\text{p}K_A$ est celui du couple de l'espèce nommée.

À LA CALCULATRICE



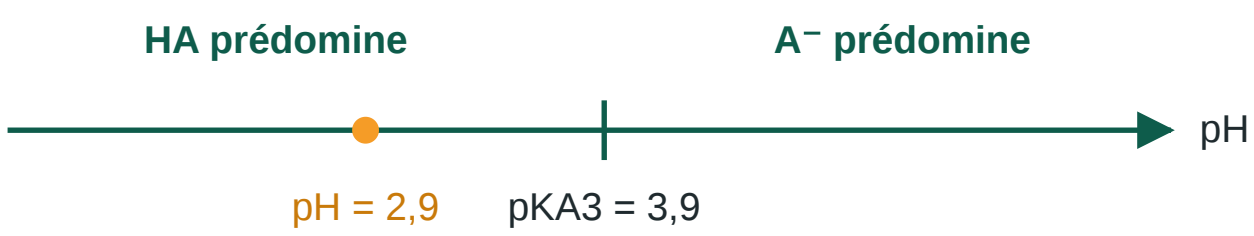
2.3 En utilisant un diagramme de prédominance, déterminer quelle est, entre HA et $\mathrm{A^-}$, l'espèce prédominante au début du dosage.

Données utiles $\mathrm{p}K_{A3} = 3{,}9$; tableau : $\mathrm{pH} = 2{,}9$ pour $V_B = 0$

La forme acide HA prédomine si $\mathrm{pH} < \mathrm{p}K_{A3}$, la forme basique $\mathrm{A^-}$ si $\mathrm{pH} > \mathrm{p}K_{A3}$ (voir le diagramme).

Au début du dosage ($V_B = 0$), $\mathrm{pH} = 2{,}9 < 3{,}9$.

Au début du dosage, l'espèce prédominante est l'acide lactique HA.



2.3 · Diagramme de prédominance du couple HA / A⁻

2.4 Pour quel volume de soude versé HA et $\mathrm{A^-}$ sont-elles présentes en quantités égales ?

Données utiles $\mathrm{p}K_{A3} = 3{,}9$; tableau : $\mathrm{pH} = 3{,}9$ pour $V_B = 6{,}0$ mL

$\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_{A3} + \log \dfrac{[\mathrm{A^-}]}{[\mathrm{HA}]}$. Si les deux espèces sont en quantités égales, $\dfrac{[\mathrm{A^-}]}{[\mathrm{HA}]} = 1$ et $\log 1 = 0$, donc $\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_{A3} = 3{,}9$.

D'après le tableau, cette valeur du pH est atteinte pour $V_B = 6{,}0$ mL.

$V_B = 6{,}0$ mL

COMPRENDRE
C'est la demi-équivalence : $6{,}0$ mL est la moitié de $V_{BE} = 12{,}0$ mL. La moitié de l'acide a été transformée en $\mathrm{A^-}$, il en reste autant sous forme HA.

2.5 L'équivalence est atteinte pour $V_B = 12{,}0$ mL. En déduire la quantité de matière d'acide lactique présente dans le volume V_A de lait.

Données utiles $C_B = 5{,}00 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$; $V_{BE} = 12{,}0$ mL

À l'équivalence, les réactifs sont dans les proportions stœchiométriques (une mole de $\mathrm{HO^-}$ pour une mole de HA) :

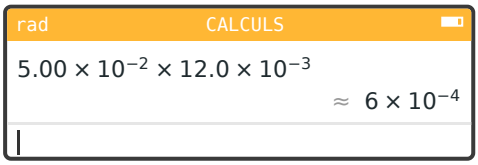
$n(\mathrm{HA})_{\text{initial}} = n(\mathrm{HO^-})_{\text{versé}} = C_B\, V_{BE}$.

$$n(\mathrm{HA}) = 5{,}00 \times 10^{-2} \times 12{,}0 \times 10^{-3} = 6{,}00 \times 10^{-4}\ \mathrm{mol}$$

$n(\mathrm{HA}) = 6{,}00 \times 10^{-4}$ mol dans $V_A = 20{,}0$ mL de lait.

PIÈGE
Laisser V_{BE} en mL : avec C_B en $\mathrm{mol \cdot L^{-1}}$, le volume se convertit en litres, sinon le résultat est mille fois trop grand.

À LA CALCULATRICE



2.6 Un lait frais a une concentration en acide lactique inférieure à $1{,}8\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. Quelle est la masse d'acide lactique présente dans un litre de lait ? Conclure.

Données utiles $n(\text{HA}) = 6{,}00\times10^{-4}$ mol (2.5) ; $V_A = 20{,}0$ mL ; $M(\text{HA}) = 90\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Concentration en masse de l'acide lactique dans le lait : $t = \dfrac{m(\text{HA})}{V_A} = \dfrac{n(\text{HA})\,M(\text{HA})}{V_A}$.

$$t = \frac{6{,}00\times10^{-4}\times90}{20{,}0\times10^{-3}} = 2{,}7\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$$

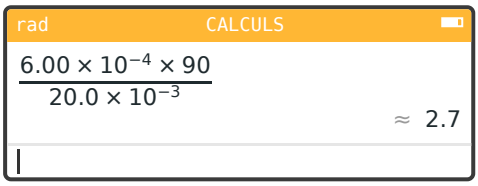
Un litre de lait contient donc $2{,}7$ g d'acide lactique, et $2{,}7 > 1{,}8$.

$m = 2{,}7$ g d'acide lactique par litre : le lait étudié n'est pas frais.

COMPRENDRE

Deux chiffres significatifs seulement, car $M(\text{HA}) = 90\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ n'en a que deux.

À LA CALCULATRICE



Bobine à inductance réglable

Bac S 2006 Antilles-Guyane (ancien programme) · Exercice 3 **5,5 points** **Durée conseillée 1 h 05**

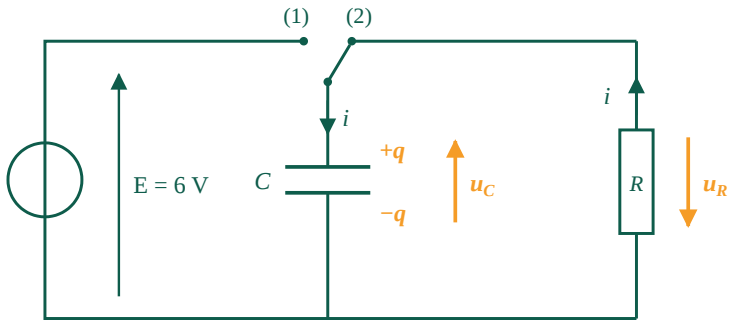
1.1 En convention récepteur, flécher les tensions u_C et u_R sur le document 1 et noter q et $-q$ les charges des armatures.

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

L'armature du haut était reliée à la borne positive du générateur pendant la charge : elle porte la charge $+q$, l'autre armature porte $-q$.

u_C : flèche pointant vers l'armature du haut, qui porte $+q$; u_R : flèche pointant vers le bas de R (voir le document 1 complété).

PIÈGE
Le courant fléché monte dans R : la flèche u_R pointe donc vers le bas. Dessiner les deux tensions dans le même sens « par symétrie » fausse l'équation de la question suivante.



1.1 · Document 1 complété (ajouts en orange)

1.2 Montrer que la tension u_C vérifie l'équation différentielle $u_C + RC\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} = 0$.

Loi des mailles, interrupteur en position 2 : $u_C + u_R = 0$.

Loi d'Ohm (convention récepteur) : $u_R = R\,i$.

Le courant i est orienté vers l'armature qui porte q : $i = \dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}$, avec $q = C\,u_C$ et C constante, donc $i = C\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$.

En remplaçant : $u_C + R\,C\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} = 0$.

$u_C + RC\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} = 0$: c'est l'équation attendue.

COMPRENDRE
Pendant la décharge, u_C diminue : $i = C\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$ est négatif. Le courant circule en réalité dans le sens opposé à la flèche du schéma, ce qui ne change rien à l'équation.

MÉTHODE
Équation d'un circuit RC : 1) loi des mailles ; 2) loi d'Ohm ; 3) $i = \dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}$ et $q = C\,u_C$; 4) tout exprimer en fonction de u_C.

1.3 À $t = \tau$, la tension aux bornes du condensateur vaut-elle 37 %, 63 % ou 93 % de sa valeur initiale ? Justifier.

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

La valeur initiale est $u_C(0) = E$. À la date $t = \tau$:

$$u_C(\tau) = E\,\mathrm{e}^{-\tau/\tau} = E\,\mathrm{e}^{-1} = 0{,}37\,E$$

À $t = \tau$, la tension vaut 37 % de sa valeur initiale.

PIÈGE
63 % correspond à la charge : c'est la fraction de E atteinte à $t = \tau$ quand le condensateur se charge. En décharge, 63 % est ce qui a été perdu, il reste 37 %.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

e^{-1}

$\approx$ 0.3678794

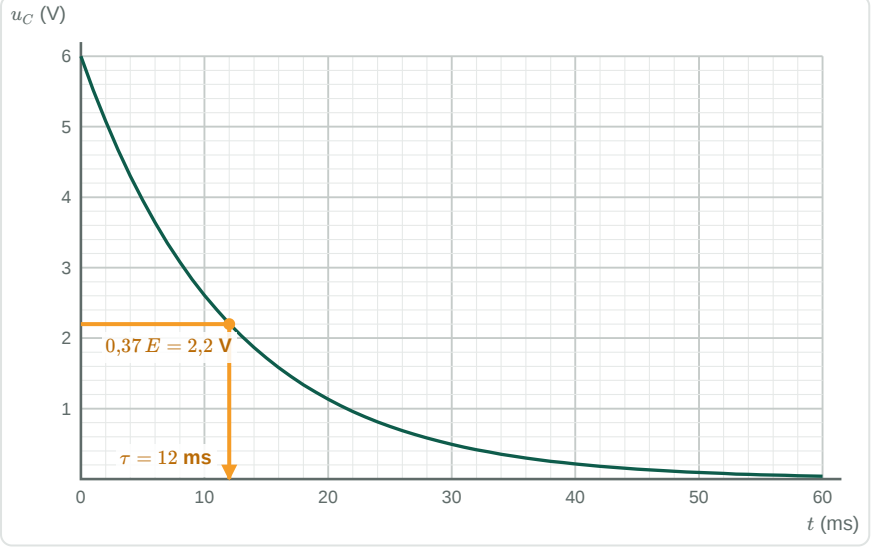
1.4 À l'aide du document 2, déterminer la constante de temps τ.

Données utiles $E = 6{,}0$ V (valeur initiale lue sur le document 2) ; $u_C(\tau) = 0{,}37\,E$ (1.3)

$u_C(\tau) = 0{,}37 \times 6{,}0 = 2{,}2$ V.

On trace la droite horizontale d'ordonnée 2,2 V ; elle coupe la courbe en un point dont l'abscisse est τ.

$\tau = 12$ ms



1.4 · Document 2 : lecture de la constante de temps

COMPRENDRE

La lecture graphique donne deux chiffres significatifs au mieux, comme R : les résultats suivants en garderont deux. Une valeur entre 12 et 13 ms est acceptable.

MÉTHODE

Autre possibilité : tracer la tangente à l'origine, qui coupe l'axe des temps en $t = \tau$. Le tracé est moins précis que la lecture à 37 %.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

0.37 × 6.0

$\approx$ 2.22

1.5 En déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

Données utiles $\tau = 12$ ms (1.4) ; $R = 5{,}6$ kΩ

$\tau = RC$ donc $C = \dfrac{\tau}{R}$.

$$C = \frac{12 \times 10^{-3}}{5{,}6 \times 10^{3}} = 2{,}1 \times 10^{-6}\ \text{F}$$

$C = 2{,}1 \times 10^{-6}$ F $= 2{,}1\ \mu$F

PIÈGE

Convertir avant de calculer : τ en secondes et R en ohms. Avec 12 et 5,6 laissés tels quels, on obtient un résultat faux d'un facteur 10^6.

COMPRENDRE

La valeur trouvée est cohérente avec les $2{,}2\ \mu$F utilisés ensuite par l'énoncé : l'écart, 5 %, est de l'ordre de la précision de la lecture de τ.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\dfrac{12 \times 10^{-3}}{5.6 \times 10^{3}}$

$\approx$ 2.142857 × 10^{-6}

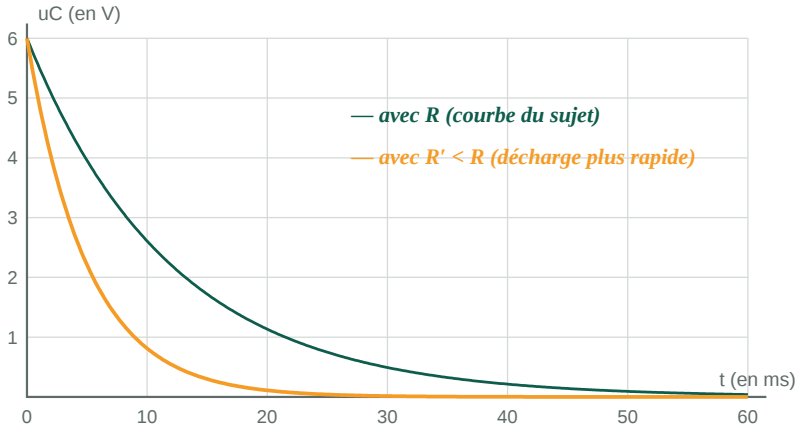
1.6 Tracer sur le document 2 l'allure de la courbe de décharge avec un conducteur ohmique de résistance R' plus faible. Justifier.

La capacité est inchangée et $R' < R$, donc $\tau' = R'C < \tau$: la décharge est plus rapide.

La nouvelle courbe part du même point ($u_C = E = 6$ V à $t = 0$), reste en dessous de la première et tend comme elle vers zéro.

$\tau' < \tau$: courbe partant de 6 V et décroissant plus vite (tracé orange sur le document 2 complété).

PIÈGE
La tension initiale ne dépend pas de la résistance : faire partir la nouvelle courbe d'une valeur inférieure à 6 V est une erreur.



1.6 · Document 2 complété : décharge plus rapide avec $R' < R$

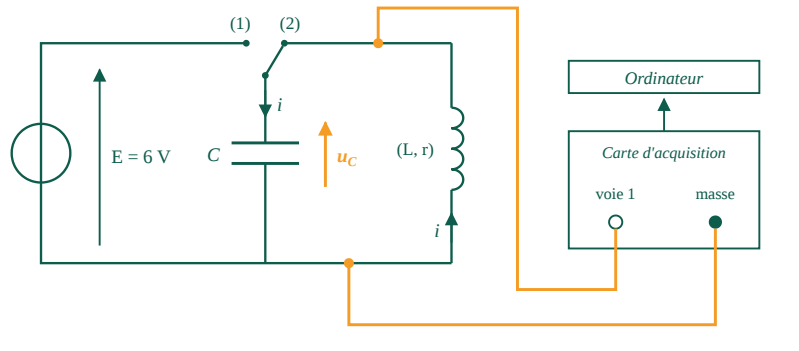
2.1 Représenter sur le document 3 les connexions de la voie 1 et de la masse de la carte d'acquisition permettant de visualiser u_C.

La carte mesure la tension entre la voie 1 et la masse. Pour obtenir u_C , la voie 1 est reliée au point vers lequel pointe la flèche u_C et la masse à l'autre borne du condensateur.

Voie 1 sur le fil relié à l'armature du haut du condensateur, masse sur le fil relié à l'armature du bas (document 3 complété).

PIÈGE
Inverser les deux fils ferait enregistrer $-u_C$: la courbe commencerait à -6 V au lieu de $+6$ V.

COMPRENDRE
Interrupteur en position 2, tout le fil du haut est au même potentiel que l'armature du haut : brancher la voie 1 sur ce fil ou directement sur l'armature revient au même.



2.1 · Document 3 complété : branchement de la carte d'acquisition

2.2 Pourquoi qualifie-t-on le régime de la tension u_C de pseudo-périodique ?

La tension u_C oscille autour de zéro en repassant par zéro à intervalles de temps réguliers, mais l'amplitude des oscillations diminue au cours du temps : les maximums successifs valent 6,0 V, puis environ 5,5 V et 5,0 V.

Oscillations amorties : u_C n'est pas périodique, car elle ne reprend jamais exactement la même valeur, mais la durée d'une oscillation reste constante. Le régime est pseudo-périodique.

COMPRENDRE
La bobine et les oscillations électriques (circuits RL et RLC) ne figurent plus au programme actuel de la spécialité. La partie 1, sur le circuit RC, reste en revanche entièrement au programme.

2.3 En assimilant la pseudo-période T à la période propre $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$, déterminer l'inductance L à l'aide du document 4 en expliquant la démarche.

Données utiles $C = 2{,}2\ \mu\text{F}$

Pour gagner en précision, on mesure deux pseudo-périodes, entre le premier maximum ($t = 0$) et le troisième : $2T = 12{,}9$ ms, soit $T = 6{,}45$ ms.

Avec $T = T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$: $\quad T^2 = 4\pi^2 L\,C \quad$ donc $\quad L = \dfrac{T^2}{4\pi^2 C}$

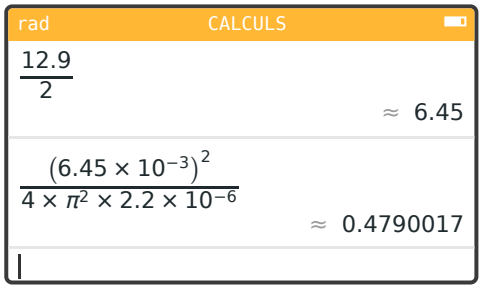
$$L = \frac{(6{,}45\times10^{-3})^2}{4\pi^2\times2{,}2\times10^{-6}} = 0{,}48\ \text{H}$$

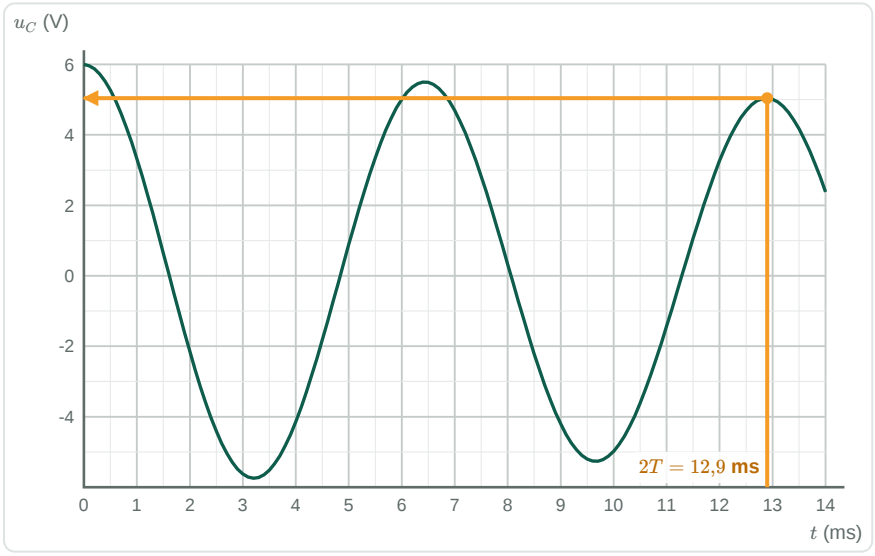
$L_{\text{exp}} = 0{,}48$ H

PIÈGE
T doit être en secondes et C en farads. Oublier le carré sur T ou sur 2π en isolant L est l'erreur la plus fréquente.

MÉTHODE
Mesurer plusieurs périodes puis diviser : l'incertitude de lecture est partagée entre les périodes. Lue sur une seule oscillation, $T = 6{,}5$ ms donnerait $L = 0{,}49$ H.

À LA CALCULATRICE





2.3 · Document 4 : deux pseudo-périodes entre le 1er et le 3e maximum

2.4 Comparer l'inductance obtenue à la valeur pointée par l'index en calculant l'écart relatif $\dfrac{L_{\text{exp}} - L_{\text{bobine}}}{L_{\text{bobine}}}$. L'indication de l'index est-elle correcte ?

Données utiles $L_{\text{exp}} = 0{,}48$ H (2.3) ; $L_{\text{bobine}} = 0{,}5$ H

$$\frac{L_{\text{exp}} - L_{\text{bobine}}}{L_{\text{bobine}}} = \frac{0{,}48 - 0{,}5}{0{,}5} = -0{,}04 = -4\ \%$$

La valeur mesurée est inférieure de 4 % à la valeur indiquée. Cet écart est faible, du même ordre que les incertitudes de l'expérience : lecture de T sur le graphe, valeur de C connue à quelques pour cent.

Écart relatif de $-4\ \%$: l'indication de l'index est correcte.

COMPRENDRE
L'index n'est lu qu'avec un chiffre significatif (0,5 H) : toute valeur entre 0,45 et 0,55 H s'arrondit à 0,5 H. La mesure 0,48 H est donc compatible avec l'indication.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{0.48 - 0.5}{0.5} \approx -0.04$$

3.1 Écrire les expressions des énergies W_C et W_L en fonction de u_C, i, C et L.

Énergie emmagasinée par le condensateur : $W_C = \frac{1}{2} C u_C^2$.

Énergie emmagasinée par la bobine : $W_L = \frac{1}{2} L i^2$.

$W_C = \frac{1}{2} C u_C^2$ et $W_L = \frac{1}{2} L i^2$

3.2 À l'aide des conditions initiales, identifier sur le document 5 les courbes W_C et W_L. Justifier.

À $t = 0$, le condensateur est chargé : $u_C(0) = E = 6$ V, donc W_C est maximale. Aucun courant ne circule encore : $i(0) = 0$, donc $W_L(0) = 0$.

La courbe en pointillés, qui part de sa valeur maximale, représente W_C ; la courbe en trait plein, qui part de zéro, représente W_L.

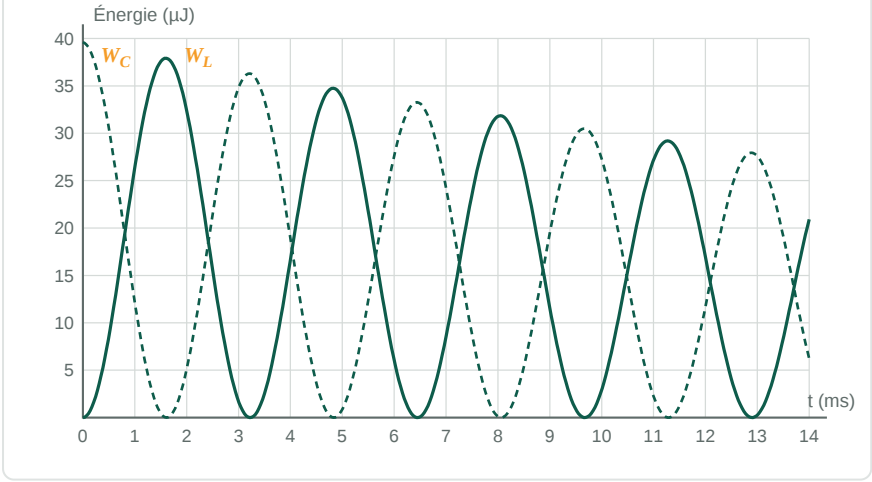
COMPRENDRE

Vérification : $W_C(0) = \frac{1}{2} \times 2{,}2 \times 10^{-6} \times 6{,}0^2 = 4{,}0 \times 10^{-5}$ J, soit 40 μJ. C'est bien l'ordonnée à l'origine de la courbe en pointillés.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$0.5 \times 2.2 \times 10^{-6} \times 6.0^2 \approx 3.96 \times 10^{-5}$$



3.2 · Document 5 complété : identification des deux courbes

3.3 En comparant les évolutions temporelles de W_C et W_L, que se passe-t-il entre le condensateur et la bobine ?

Quand W_C diminue, W_L augmente, et inversement. Quand l'une des énergies est maximale, l'autre est nulle.

Le condensateur et la bobine échangent de l'énergie : elle passe de l'un à l'autre deux fois par pseudo-période.

COMPRENDRE

Les énergies dépendent de u_C^2 et de i^2 : elles ne changent pas de signe et varient deux fois plus vite que u_C. Leur période est $T/2 \approx 3{,}2$ ms, ce qu'on lit sur le document 5.

3.4 L'énergie totale $W = W_C + W_L$ décroît au cours du temps. Quelle est l'origine de cette perte d'énergie ?

Données utiles $r = 12\ \Omega$

Le circuit possède une résistance, celle de la bobine ($r = 12\ \Omega$). À chaque passage du courant, une partie de l'énergie électrique y est convertie en énergie thermique.

L'énergie est dissipée par effet Joule dans la résistance r de la bobine, puis cédée au milieu extérieur sous forme de chaleur.

PIÈGE
Répondre « à cause de la bobine » ne suffit pas : une inductance seule ne dissipe rien. Il faut nommer la résistance et l'effet Joule.

3.5 Quel est le rôle d'un dipôle qui entretient les oscillations électriques, associé en série avec la bobine et le condensateur ?

Ce dipôle fournit au circuit, à chaque instant, une énergie égale à celle dissipée par effet Joule dans la résistance r.

Il compense les pertes : l'énergie totale W reste constante et les oscillations sont sinusoïdales, d'amplitude constante et de période T_0.

COMPRENDRE
Ce dipôle n'est pas un générateur ordinaire : c'est un montage électronique alimenté, qui se comporte comme une « résistance négative » $-r$ annulant l'effet de r.

Spécialité : Les taches solaires

Bac S 2006 Antilles-Guyane (ancien programme) · Exercice 4 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

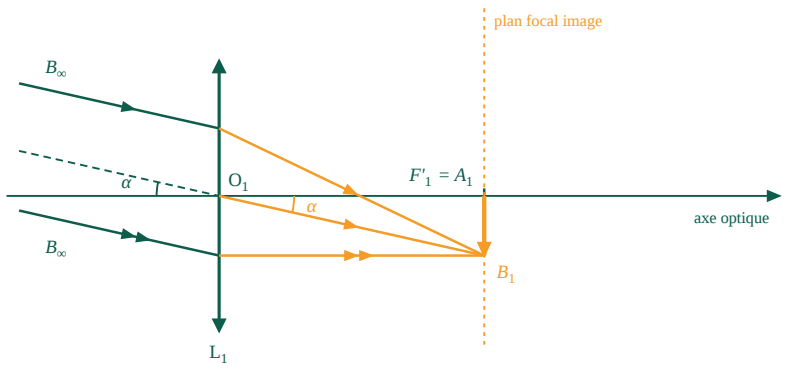
1.1.1 Où se forme l'image intermédiaire A_1B_1 de l'objet AB par rapport à l'objectif ? La construire sur la figure 1.

L'objet AB est à l'infini : son image par l'objectif se forme dans le **plan focal image** de (L_1), le plan perpendiculaire à l'axe optique passant par F_1'.

A est sur l'axe, donc A_1 est en F_1'. Le rayon issu de B qui passe par O_1 n'est pas dévié : il coupe le plan focal image en B_1. Les deux autres rayons issus de B convergent en ce même point.

A_1B_1 est dans le plan focal image de l'objectif, avec A_1 confondu avec F_1'.

MÉTHODE
Pour un objet à l'infini, un seul rayon suffit : celui qui passe par le centre optique, prolongé en ligne droite jusqu'au plan focal image. Tous les rayons parallèles à celui-ci y convergent.



1.1.1 · Figure 1 complétée : l'image intermédiaire dans le plan focal image de l'objectif

1.1.2 Calculer la taille de A_1B_1.

Données utiles $\alpha = 9{,}33 \times 10^{-3}$ rad ; $f_1' = 900$ mm

Dans le triangle $O_1A_1B_1$, rectangle en A_1 : $\tan\alpha = \dfrac{A_1B_1}{O_1F_1'} = \dfrac{A_1B_1}{f_1'}$.

Comme α est petit, $\tan\alpha \approx \alpha$, donc $A_1B_1 = \alpha \times f_1'$.

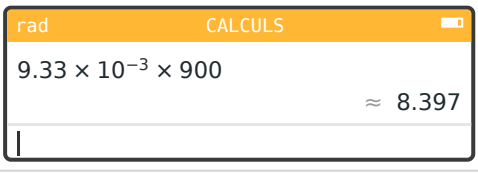
$$A_1B_1 = 9{,}33 \times 10^{-3} \times 900$$

$A_1B_1 = 8{,}40$ mm

PIÈGE
L'approximation $\tan\alpha \approx \alpha$ n'est valable que si l'angle est exprimé en radians. Avec un angle en degrés, le résultat serait faux.

COMPRENDRE
Trois chiffres significatifs, comme α et f_1' : on écrit 8,40 mm et non 8,4 mm. Le résultat sort en millimètres parce que f_1' est en millimètres et que α, en radians, n'a pas d'unité.

À LA CALCULATRICE



1.2.1 Quelle position particulière doit occuper A_1B_1 pour que l'image $A'B'$ soit rejetée à l'infini ?

Une lentille convergente donne une image à l'infini d'un objet placé dans son plan focal objet.

A_1B_1 doit être dans le plan focal objet de l'oculaire : A_1 est confondu avec F_2.

1.2.2 Où se trouve alors le foyer objet F_2 de l'oculaire par rapport au foyer image F_1' de l'objectif pour que la lunette soit afocale ?

A_1 est en F_1' (question 1.1.1) et doit être en F_2 (question 1.2.1).

F_2 est confondu avec F_1'.

COMPRENDRE
Conséquence : dans une lunette afocale, la distance entre les deux lentilles vaut $O_1O_2 = f_1' + f_2'$, soit ici 920 mm.

1.3 Placer sur la figure 2 les foyers F_2 et F_2' de l'oculaire, puis tracer la marche du faisceau lumineux à travers la lunette.

F_2 est placé en F_1'. F_2' est le symétrique de F_2 par rapport à O_2.

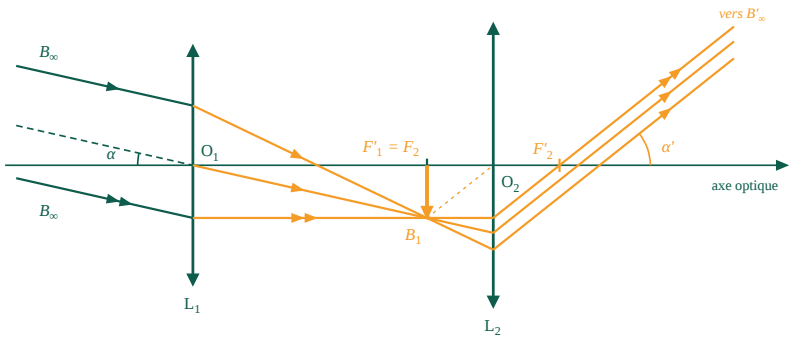
Les trois rayons convergent en B_1, dans le plan focal commun, puis continuent jusqu'à (L_2).

Celui qui arrive sur (L_2) parallèlement à l'axe optique en ressort en passant par F_2'. Comme B' est à l'infini, les deux autres rayons ressortent parallèles à celui-là.

Le faisceau sort de l'oculaire parallèle, dans la direction de la droite (B_1O_2).

PIÈGE
Sur l'annexe, le rayon marqué de deux flèches sort de l'objectif parallèle à l'axe : il passe donc par B_1 sans changer de direction. Ne pas arrêter les rayons en B_1 : ils se croisent et continuent.

MÉTHODE
Direction de sortie : tracer en pointillés la droite (B_1O_2), rayon fictif non dévié par O_2. Tous les rayons issus de B_1 sortent de l'oculaire parallèlement à cette droite.



1.3 · Figure 2 complétée : foyers de l'oculaire, marche du faisceau et angle α'

1.4.1 Donner la définition du diamètre apparent image α' et le représenter sur la figure 2.

α' est l'angle sous lequel l'œil, placé derrière l'oculaire, voit l'image définitive $A'B'$.

L'image de A est dans la direction de l'axe optique, celle de B dans la direction des rayons émergents.

α' est l'angle entre l'axe optique et les rayons qui sortent de l'oculaire (voir la figure 2 complétée, question 1.3).

1.4.2 Calculer α'.

Données utiles $A_1B_1 = \alpha \times f_1'$ (1.1.2) ; $f_2' = 20$ mm

Dans le triangle $O_2A_1B_1$, rectangle en A_1 (avec A_1 en F_2) : $\tan\alpha' = \dfrac{A_1B_1}{O_2F_2} = \dfrac{A_1B_1}{f_2'}$.

Avec $\tan\alpha' \approx \alpha'$ et $A_1B_1 = \alpha \times f_1'$:

$$\alpha' = \frac{\alpha \times f_1'}{f_2'} = \frac{9{,}33 \times 10^{-3} \times 900}{20}$$

$\alpha' = 0{,}42$ rad

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme $f_2' = 20$ mm. L'approximation des petits angles, imposée par l'énoncé, est ici grossière : l'angle dont la tangente vaut 0,42 est 0,40 rad.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{9.33 \times 10^{-3} \times 900}{20} \approx 0.41985$$

1.5 En déduire la valeur du grossissement G de la lunette.

Données utiles $\alpha' = \dfrac{\alpha \times f'_1}{f'_2}$ (1.4.2)

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\alpha \times f'_1}{f'_2 \times \alpha} = \frac{f'_1}{f'_2}$$

$$G = \frac{900}{20}$$

$\boxed{G = 45}$

PIÈGE
Inverser le rapport et écrire f'_2/f'_1 : une lunette grossit, G est supérieur à 1, l'objectif a donc la plus grande distance focale.

COMPRENDRE
G est un rapport de deux angles : il n'a pas d'unité. À travers cette lunette, le Soleil paraît 45 fois plus large qu'à l'œil nu.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{900}{20} \approx 45$$

2.1 Montrer que la distance algébrique $\overline{O_2A'}$ vaut 32 cm.

Données utiles $\overline{O_2F'_2} = f'_2 = 20\ \text{mm} = 2{,}0\ \text{cm}$; écran à 30 cm de F'_2

L'image nette A' est sur l'écran, situé après F'_2 dans le sens de la lumière : $\overline{F'_2A'} = 30$ cm.

$$\overline{O_2A'} = \overline{O_2F'_2} + \overline{F'_2A'} = 2{,}0 + 30$$

$\boxed{\overline{O_2A'} = 32\ \text{cm}}$, valeur attendue.

PIÈGE
Additionner 20 et 30 sans convertir : f'_2 est donnée en millimètres, la distance à l'écran en centimètres.

2.2 En utilisant la relation de conjugaison, calculer la distance algébrique $\overline{O_2A_1}$.

Données utiles $\overline{O_2A'} = 32$ cm (2.1) ; $\overline{O_2F'_2} = 2{,}0$ cm

$$\frac{1}{\overline{O_2A'}} - \frac{1}{\overline{O_2A_1}} = \frac{1}{\overline{O_2F'_2}} \quad \text{donc} \quad \frac{1}{\overline{O_2A_1}} = \frac{1}{\overline{O_2A'}} - \frac{1}{\overline{O_2F'_2}}$$

$$\overline{O_2A_1} = \frac{1}{\frac{1}{32} - \frac{1}{2{,}0}}$$

$\boxed{\overline{O_2A_1} = -2{,}1\ \text{cm}}$

PIÈGE
S'arrêter à $1/\overline{O_2A_1} = -0{,}47\ \text{cm}^{-1}$ en oubliant de prendre l'inverse.

COMPRENDRE
Le signe négatif est attendu : l'objet A_1 est avant l'oculaire, dans le sens contraire de la lumière. Il est un peu plus loin que le foyer objet (2,1 cm contre 2,0 cm), condition pour obtenir une image réelle sur un écran.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{1}{\frac{1}{32} - \frac{1}{2.0}} \approx -2.133333$$

2.3 A-t-on éloigné ou rapproché l'oculaire de l'objectif pour observer l'image du Soleil sur l'écran ? Justifier.

Données utiles $\overline{O_2A_1} = -2{,}1$ cm (2.2)

Le Soleil est toujours à l'infini : l'image intermédiaire A_1B_1 reste dans le plan focal image de l'objectif, elle ne bouge pas.

Lunette afocale : A_1 est en F_2, à 2,0 cm de l'oculaire. Pour la projection : A_1 est à 2,1 cm de l'oculaire.

La distance entre A_1 (fixe) et O_2 a augmenté.

On a **éloigné** l'oculaire de l'objectif, d'environ 1 mm.

COMPRENDRE

Sans arrondi, $A_1O_2 = 2{,}13$ cm : le déplacement est de 1,3 mm seulement. La lunette n'est plus afocale, puisque l'image définitive est à distance finie.

2.4 Calculer le diamètre d de la tache solaire dont l'image sur l'écran a un diamètre d'.

Données utiles $d' = 5$ mm ; $D' = 126$ mm ; $D = 1{,}39 \times 10^6$ km

La tache et le Soleil sont à la même distance et sont agrandis de la même façon par la lunette : les dimensions sur l'écran sont proportionnelles aux dimensions réelles.

$$\frac{d}{D} = \frac{d'}{D'} \text{ donc } d = \frac{d' \times D}{D'}$$

$$d = \frac{5 \times 1{,}39 \times 10^6}{126} = 5{,}5 \times 10^4 \text{ km}$$

$d \approx 5{,}5 \times 10^4$ km

COMPRENDRE

d' n'est connu qu'au millimètre : retenir l'ordre de grandeur, quelques dizaines de milliers de kilomètres. La tache est environ quatre fois plus large que la Terre (diamètre proche de 12 800 km).

MÉTHODE

d' et D' sont dans la même unité (mm), leur rapport est sans unité : d sort directement dans l'unité de D, le kilomètre. Aucune conversion n'est nécessaire.

À LA CALCULATRICE

