Corrigé complet — Bac S 2008 Polynésie rattrapage (ancien programme)

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

Ex 1	**De Marcellin Berthelot à Yves Chauvin** Estérification et hydrolyse · Catalyse · Constante d'équilibre · Tableau d'avancement · Rendement · Déplacement d'équilibre	4 pts	52 min	14 questions	p. 2
Ex 2	**Le bleu de bromothymol** Spectre d'absorption et couleur · Loi de Beer-Lambert · Couple acide/base · Constante d'acidité · Diagramme de prédominance · Indicateur coloré	3 pts	39 min	7 questions	p. 6
Ex 3	**Du système à sa modélisation** Ondes mécaniques progressives · Décroissance radioactive · Charge d'un condensateur (circuit RC) · Chute verticale avec frottement fluide · Mouvement d'un satellite · Énergie d'un photon	9 pts	1 h 57	26 questions	p. 9
Ex 4	**Spécialité : Le nylon** Polymère et motif · Groupe amide · Masse molaire et degré de polymérisation · Miscibilité et densité · Catalyseur · Déplacement d'équilibre et rendement	4 pts	52 min	16 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.

De Marcellin Berthelot à Yves Chauvin

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

1.1 Citer au moins un « phénomène » sur les trois « phénomènes essentiels » cités par Berthelot.

La réaction entre un acide carboxylique et un alcool (estérification) est :

- **lente** : il faut des mois à température ambiante pour que le système cesse d'évoluer ;
- **limitée** : elle s'arrête avant que les réactifs soient entièrement consommés ;
- **athermique** : elle ne dégage ni n'absorbe d'énergie thermique.

L'estérification est lente, limitée et athermique (une seule de ces caractéristiques suffit).

COMPRENDRE
Le tableau de la partie 2 illustre les deux premières : il faut 368 jours pour atteindre 55 %, et le pourcentage n'approche jamais 100 %.

1.2 Quel nom donne-t-on à la réaction d'un ester et de l'eau ?

La réaction d'un ester avec l'eau forme un acide carboxylique et un alcool : c'est la réaction inverse de l'estérification.

Cette réaction est une **hydrolyse** (hydrolyse de l'ester).

PIÈGE
Ne pas répondre « saponification » : celle-ci met en jeu l'ion hydroxyde HO^-, pas l'eau, et elle est totale.

1.3 Quel est l'intérêt d'un catalyseur ?

Un catalyseur est une espèce chimique qui augmente la vitesse d'une réaction sans figurer dans son équation : il est régénéré en fin de transformation.

Un catalyseur permet d'atteindre plus vite l'état final, sans le modifier.

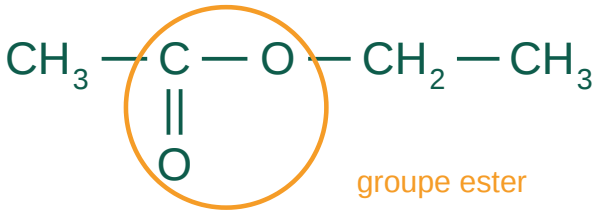
PIÈGE
Un catalyseur ne change ni la constante d'équilibre ni le rendement : écrire qu'il « améliore la réaction » ou « augmente la quantité de produit » est faux.

2.1 Reproduire la formule semi-développée du produit, entourer le groupe caractéristique et donner le nom de ce groupe.

Le groupe caractéristique est formé de l'atome de carbone doublement lié à un atome d'oxygène et lié par une liaison simple à un second atome d'oxygène : $-COO-$.

Le groupe entouré est le groupe **ester**.

PIÈGE
Entourer seulement $C{=}O$ (groupe carbonyle) ou seulement l'atome d'oxygène de la chaîne ne suffit pas : le groupe ester comprend les deux atomes d'oxygène et l'atome de carbone qui les porte.



2.1 · Formule semi-développée du produit : le groupe ester est entouré

2.2 Nommer le produit obtenu.

La partie CH_3-COO^- provient de l'acide éthanoïque (deux atomes de carbone) : elle donne « éthanoate ». La partie $-CH_2-CH_3$ provient de l'éthanol : c'est un groupe éthyle.

Le produit est l'**éthanoate d'éthyle** (ou acétate d'éthyle).

MÉTHODE
Nom d'un ester : la chaîne qui contient le carbone du groupe $-COO-$ donne le premier mot en « -oate » ; la chaîne portée par l'atome d'oxygène donne le second en « -yle ».

2.3 Écrire l'équation de la réaction d'estérification et sa constante d'équilibre K.

L'acide éthanoïque réagit avec l'éthanol pour former l'ester et de l'eau :

$$CH_3COOH\,(l) + CH_3CH_2OH\,(l) = CH_3COOCH_2CH_3\,(l) + H_2O\,(l)$$

L'eau n'est pas ici le solvant : elle figure dans la constante d'équilibre comme les autres espèces.

$$K = \frac{[CH_3COOCH_2CH_3]_{éq} \times [H_2O]_{éq}}{[CH_3COOH]_{éq} \times [CH_3CH_2OH]_{éq}}$$

PIÈGE
Retirer l'eau de l'expression de K par habitude des solutions aqueuses. Ici l'eau est un produit comme un autre, en quantité comparable à celle de l'ester.

COMPRENDRE
Toutes les espèces occupent le même volume V, qui se simplifie : K s'écrit aussi avec les quantités de matière à l'équilibre.

2.4.1 La quantité initiale d'acide acétique est de 1,00 mol. Dresser le tableau d'avancement du système.

Données utiles mélange équimolaire : $n_0 = 1{,}00$ mol d'acide et $n_0 = 1{,}00$ mol d'éthanol

Le mélange est équimolaire : il contient aussi 1,00 mol d'éthanol.
Quantités de matière en mol :

État (avancement)	acide	alcool	ester	eau
initial ($x = 0$)	1,00	1,00	0	0
en cours (x)	$1{,}00 - x$	$1{,}00 - x$	x	x
final (x_f)	$1{,}00 - x_f$	$1{,}00 - x_f$	x_f	x_f

À chaque instant : $n(\text{acide}) = n(\text{alcool}) = 1{,}00 - x$ et $n(\text{ester}) = n(\text{eau}) = x$, en mol.

COMPRENDRE
Si la transformation était totale, les deux réactifs disparaîtraient ensemble : $1{,}00 - x_{max} = 0$, soit $x_{max} = 1{,}00$ mol. Cette valeur sert au calcul du rendement.

2.4.2 Déterminer l'avancement final.

Données utiles dernière mesure du tableau : 55,0 % de l'acide initial estérifié au bout de 368 jours ; $n_0 = 1{,}00$ mol

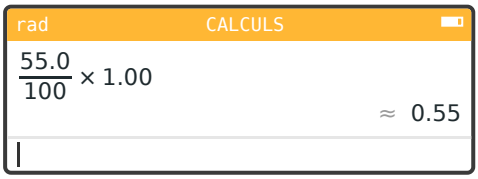
On assimile l'état final à la dernière mesure de Berthelot (368 jours).
La quantité d'acide estérifié est égale à l'avancement, donc :

$$\frac{x_f}{n_0} = \frac{55{,}0}{100} \quad \text{soit} \quad x_f = \frac{55{,}0}{100} \times 1{,}00$$

$x_f = 0{,}550$ mol

COMPRENDRE
Trois chiffres significatifs, comme 55,0 % et 1,00 mol : on écrit 0,550 mol et non 0,55 mol.

À LA CALCULATRICE



2.4.3 Calculer le rendement de la transformation.

Données utiles $x_f = 0{,}550$ mol (2.4.2) ; $x_{max} = 1{,}00$ mol (2.4.1)

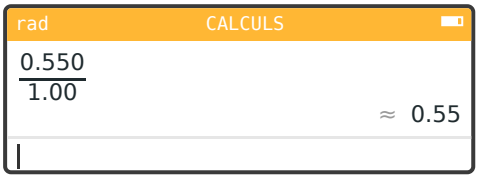
Le rendement est le rapport de la quantité d'ester obtenue à la quantité maximale que l'on obtiendrait si la transformation était totale :

$$\eta = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{0{,}550}{1{,}00} = 0{,}550$$

$\eta = 55{,}0\ \%$

COMPRENDRE
Le rendement retrouve le pourcentage d'acide estérifié : c'est normal, les deux grandeurs sont définies par le même rapport x_f/n_0 puisque $x_{max} = n_0$.

À LA CALCULATRICE



2.4.4 Actuellement on obtient, comme valeur finale, 0,67 mol d'ester. Comment interpréter la différence avec l'expérience historique ?

Dans le tableau de Berthelot, le pourcentage augmente encore entre 277 et 368 jours (de 53,7 % à 55,0 %) : le système évolue toujours. À 20 °C et sans catalyseur, la réaction est si lente que l'état d'équilibre n'était pas atteint au bout d'un an. En prolongeant l'expérience, la quantité d'ester aurait continué de croître jusqu'à 0,67 mol.

Aujourd'hui on chauffe le mélange et on ajoute un catalyseur (acide sulfurique) : l'équilibre est atteint en une durée raisonnable.

Berthelot a mesuré 0,55 mol parce que l'équilibre (0,67 mol) n'était pas encore atteint après 368 jours.

PIÈGE
Ne pas écrire que le chauffage ou le catalyseur « augmentent le rendement » : la réaction est athermique, l'état d'équilibre est le même. Seule la durée pour l'atteindre change.

COMPRENDRE
La valeur 0,67 mol correspond à $K = 4$: $\frac{x^2}{(1{,}00-x)^2} = 4$ donne $\frac{x}{1{,}00-x} = 2$, soit $x = \frac{2}{3}$ mol.

3.1 Quel est le nom de la famille qui contient des doubles liaisons carbone-carbone ?

Les hydrocarbures dont la chaîne carbonée comporte une double liaison C=C forment une famille.

Il s'agit de la famille des **alcènes**.

PIÈGE
Ne pas confondre avec les alcanes, qui ne comportent que des liaisons simples carbone-carbone.

3.2 La catalyse utilisée peut être homogène ou hétérogène. Expliquer les deux termes.

- Catalyse **homogène** : le catalyseur et les réactifs sont dans la même phase (par exemple tous dissous dans le même liquide).
- Catalyse **hétérogène** : le catalyseur est dans une phase différente de celle des réactifs (par exemple un catalyseur solide au contact de réactifs liquides ou gazeux).

Homogène : catalyseur et réactifs dans la même phase ; hétérogène : dans des phases différentes.

COMPRENDRE
Exemples : l'acide sulfurique dissous dans le mélange d'estérification (homogène) ; le platine solide d'un pot catalytique traversé par des gaz (hétérogène). Un catalyseur solide se sépare facilement des produits.

3.3 En production industrielle, l'eau formée est évacuée en continu. Quel est l'intérêt de cette élimination ?

L'eau est l'un des produits : sa concentration figure au numérateur du quotient de réaction Q_r. En l'éliminant au fur et à mesure, on maintient Q_r inférieur à la constante d'équilibre K. Le système évolue alors sans cesse dans le sens direct, celui de la formation des produits, et la réaction inverse ne peut pas se produire.

Éliminer l'eau déplace l'équilibre dans le sens direct : le rendement augmente, la transformation peut devenir totale.

COMPRENDRE
On raisonne avec l'énoncé. En réalité, une métathèse échange les groupes portés par deux doubles liaisons et forme un autre alcène, souvent gazeux (éthène), pas de l'eau ; le raisonnement reste le même.

MÉTHODE
Pour améliorer le rendement d'une transformation limitée : éliminer un produit au fur et à mesure, ou introduire un réactif en excès. Dans les deux cas, on garde $Q_r < K$.

3.4 Proposer un facteur cinétique qui peut augmenter la vitesse de réaction de métathèse.

Un facteur cinétique est un paramètre qui modifie la durée d'une transformation. Une élévation de température rend les chocs entre entités plus fréquents et plus efficaces.

On peut augmenter la **température** (ou la concentration des réactifs).

PIÈGE
Le catalyseur accélère aussi la réaction, mais le texte le cite déjà : mieux vaut proposer la température ou la concentration des réactifs.

Le bleu de bromothymol

Bac S 2008 Polynésie rattrapage (ancien programme) · Exercice 2 **3 points** **Durée conseillée 39 min**

1.1 Pour quelle longueur d'onde λ_1 l'absorbance de la forme HInd est-elle maximale ? Justifier la teinte jaune de la forme acide.

Le sommet de la courbe de HInd se lit à $\lambda_1 \approx 425$ nm.

Cette longueur d'onde appartient au domaine du violet-bleu. La forme acide absorbe donc surtout ces radiations et transmet le reste du spectre visible (vert, jaune, rouge), dont la superposition donne la couleur complémentaire du bleu : le jaune.

$\lambda_1 \approx 425$ nm : HInd absorbe dans le violet-bleu, sa solution paraît jaune.

PIÈGE
Dire que la solution est jaune « parce qu'elle absorbe le jaune ». C'est l'inverse : à 580 nm (jaune), l'absorbance de HInd est presque nulle.

COMPRENDRE
La couleur perçue d'une solution est la couleur complémentaire de celle qu'elle absorbe le plus. Bleu et jaune sont diamétralement opposés sur le cercle chromatique.

1.2 Avec quel appareil mesure-t-on l'absorbance ? Quelle relation lie l'absorbance d'une espèce en solution à sa concentration molaire ?

L'absorbance se mesure avec un spectrophotomètre.

Loi de Beer-Lambert : pour une solution diluée, à longueur d'onde fixée, l'absorbance A (sans unité) est proportionnelle à la concentration molaire c de l'espèce absorbante :

$A = k \times c$, avec k une constante (en $\mathrm{L \cdot mol^{-1}}$ si c est en $\mathrm{mol \cdot L^{-1}}$).

COMPRENDRE
La constante s'écrit $k = \varepsilon \times \ell$: ε dépend de l'espèce et de la longueur d'onde, ℓ est l'épaisseur de solution traversée (largeur de la cuve).

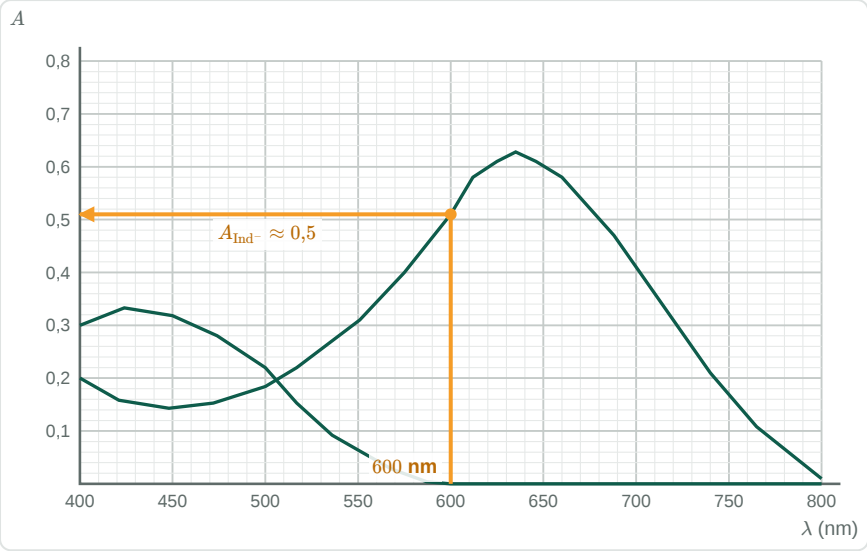
1.3 L'appareil est réglé sur $\lambda = 600$ nm. Quel est l'intérêt de ce réglage ?

À 600 nm, l'absorbance de HInd est nulle alors que celle de $\mathrm{Ind^-}$ est élevée (proche de son maximum).

L'absorbance mesurée est donc due à la seule forme basique : $A = k \times [\mathrm{Ind^-}]$.

À 600 nm, seule $\mathrm{Ind^-}$ absorbe : la mesure de A donne directement $[\mathrm{Ind^-}]$.

COMPRENDRE
Dans un mélange, les absorbances s'additionnent : $A = A_{\mathrm{HInd}} + A_{\mathrm{Ind^-}}$. Choisir une longueur d'onde où l'un des termes est nul permet de suivre une seule espèce.



1.3 · Spectres du sujet : HInd (maximum vers 425 nm, nulle au-delà de 590 nm) et Ind^- (maximum vers 635 nm) ; lecture à 600 nm

2.1 Écrire l'équation de la réaction du bleu de bromothymol avec l'eau, avec les notations HInd et Ind^-.

L'acide HInd cède un ion H^+ à l'eau, qui joue le rôle de base :

$$\text{HInd}\,(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}\,(\text{l}) \rightleftharpoons \text{Ind}^-\,(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+\,(\text{aq})$$

PIÈGE
Faire réagir Ind^- avec l'eau. La réaction qui définit K_a est celle de l'acide du couple avec l'eau, produisant H_3O^+.

2.2 Donner l'expression de la constante d'acidité K_a.

K_a est la constante d'équilibre de la réaction précédente ; l'eau, solvant, n'y figure pas :

$$K_a = \frac{[\text{Ind}^-]_{\text{éq}} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{HInd}]_{\text{éq}}}$$

COMPRENDRE
Les concentrations sont celles de l'état d'équilibre, exprimées en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (chacune est en fait divisée par $c^\circ = 1\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) : K_a est sans unité.

2.3.1 Tracer le diagramme de prédominance du bleu de bromothymol en fonction du pH et y indiquer les trois couleurs de l'indicateur.

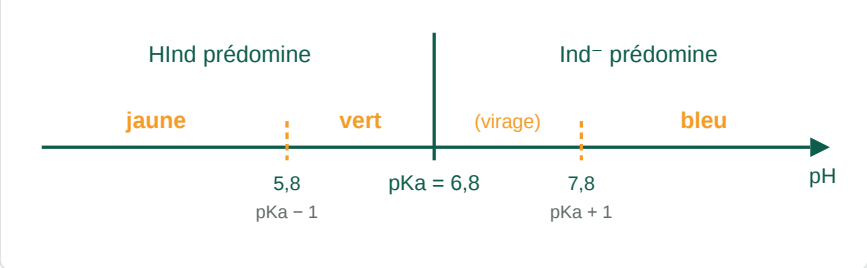
Données utiles $\text{p}K_a = 6{,}8$; zone de virage : $\text{p}K_a - 1 < \text{pH} < \text{p}K_a + 1$

Pour $\text{pH} < \text{p}K_a$, la forme acide HInd prédomine ; pour $\text{pH} > \text{p}K_a$, c'est la forme basique Ind^-.

Zone de virage : $6{,}8 - 1 = 5{,}8$ et $6{,}8 + 1 = 7{,}8$. Entre ces deux valeurs, les deux formes sont présentes en proportions comparables : teinte verte.

Jaune pour $\text{pH} < 5{,}8$; vert pour $5{,}8 < \text{pH} < 7{,}8$; bleu pour $\text{pH} > 7{,}8$ (voir diagramme).

COMPRENDRE
Le vert n'est pas une troisième espèce : c'est le mélange du jaune de HInd et du bleu de Ind^-, quand aucune des deux formes n'est au moins dix fois plus concentrée que l'autre.



2.3.1 · Diagramme de prédominance du bleu de bromothymol

2.3.2 Exprimer le pH en fonction de $\mathrm{p}K_a$, $[\mathrm{HInd}]$ et $[\mathrm{Ind}^-]$. Calculer le pH pour $\dfrac{[\mathrm{Ind}^-]}{[\mathrm{HInd}]} = 100$ et en déduire la teinte de l'indicateur.

Données utiles $\mathrm{p}K_a = 6{,}8$; expression de K_a (2.2) ; diagramme (2.3.1)

On prend l'opposé du logarithme décimal de l'expression de K_a :

$$-\log K_a = -\log[\mathrm{H_3O^+}] - \log\frac{[\mathrm{Ind}^-]}{[\mathrm{HInd}]}$$

Avec $\mathrm{p}K_a = -\log K_a$ et $\mathrm{pH} = -\log[\mathrm{H_3O^+}]$: $\mathrm{p}K_a = \mathrm{pH} - \log\dfrac{[\mathrm{Ind}^-]}{[\mathrm{HInd}]}$, soit

$$\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_a + \log\frac{[\mathrm{Ind}^-]}{[\mathrm{HInd}]}$$

Application : $\mathrm{pH} = 6{,}8 + \log(100) = 6{,}8 + 2{,}0 = 8{,}8$.

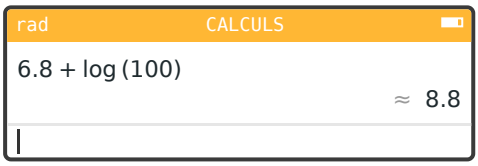
Comme $8{,}8 > 7{,}8$, on est au-delà de la zone de virage : Ind^- prédomine largement.

$\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_a + \log\dfrac{[\mathrm{Ind}^-]}{[\mathrm{HInd}]} = 8{,}8$: la solution est bleue.

PIÈGE
Inverser le quotient sous le logarithme : avec $[\mathrm{HInd}]/[\mathrm{Ind}^-]$ on trouverait $4{,}8$ et une teinte jaune. La base est toujours au numérateur.

COMPRENDRE
Le $\mathrm{p}K_a$ est donné au dixième : le pH se donne aussi avec un seul chiffre après la virgule.

À LA CALCULATRICE



Du système à sa modélisation

Bac S 2008 Polynésie rattrapage (ancien programme) · Exercice 3 **9 points** **Durée conseillée 1 h 57**

1.1 Partie I (ondes sismiques). À quels types d'ondes mécaniques les ondes P et S correspondent-elles ? Justifier.

Ondes P (schéma a) : la matière se comprime et se dilate dans la direction où l'onde avance. La déformation est parallèle à la direction de propagation : ce sont des ondes **longitudinales**.

Ondes S (schéma b) : le cisaillement est vertical alors que l'onde avance horizontalement. La déformation est perpendiculaire à la direction de propagation : ce sont des ondes **transversales**.

P : ondes longitudinales ; S : ondes transversales.

MÉTHODE
Pour classer une onde mécanique, comparer deux directions : celle de la déformation du milieu et celle de la propagation. Parallèles : longitudinale. Perpendiculaires : transversale.

1.2 À partir du texte, quelle grandeur peut-on utiliser pour comparer la propagation des deux ondes ?

Le texte indique que les ondes P sont « les plus rapides » : on compare donc les vitesses de propagation.

La grandeur utilisée est la célérité de l'onde.

2.1 Partie I, onde sur une corde. Calculer la célérité de l'onde.

Données utiles $t_0 = 0$ s ; $t_1 = 0{,}20$ s ; échelle du schéma : $ON = 1{,}00$ m

À la date t_1, le front de la perturbation est en M : l'onde a parcouru la distance OM pendant la durée $t_1 - t_0$.

Sur le schéma, la mesure à la règle donne $OM = 2{,}5 \times ON$, soit $OM = 2{,}5$ m.

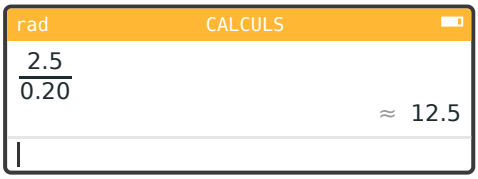
$$v = \frac{OM}{t_1 - t_0} = \frac{2{,}5}{0{,}20} = 12{,}5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$v \approx 13 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

PIÈGE
Le point M repère le front de l'onde, c'est-à-dire l'endroit le plus éloigné atteint à t_1. Mesurer jusqu'au sommet de la bosse donnerait une distance trop courte.

COMPRENDRE
La durée $0{,}20$ s et la distance lue sur le schéma ont deux chiffres significatifs : le résultat s'écrit avec deux chiffres. On garde $12{,}5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ pour les calculs suivants.

À LA CALCULATRICE



2.2 Une modification de l'amplitude de la perturbation, puis de la tension de la corde, modifie-t-elle la célérité de l'onde ? Justifier.

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

L'amplitude est une caractéristique de la perturbation, pas du milieu : la célérité ne change pas.

La tension est une propriété de la corde, donc du milieu : la célérité change (elle augmente quand la corde est plus tendue).

Amplitude : pas d'effet sur la célérité ; tension de la corde : la célérité est modifiée.

2.3 Calculer le retard τ de la perturbation au point N, situé à 1,00 m de la source, par rapport à la source O.

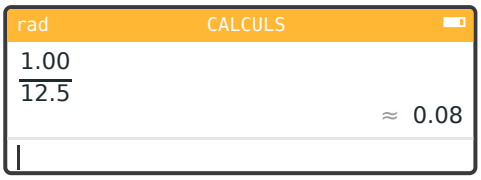
Données utiles $ON = 1{,}00$ m ; $v = 12{,}5$ m · s^{-1} (Q2.1)

Le retard est la durée mise par l'onde pour aller de O à N :

$$\tau = \frac{ON}{v} = \frac{1{,}00}{12{,}5} = 0{,}080 \text{ s}$$

$\tau = 0{,}080$ s

À LA CALCULATRICE



2.4 Représenter l'allure du déplacement du point N de la corde sur un axe temporel.

Le point N reste immobile jusqu'à la date $\tau = 0{,}080$ s, date d'arrivée du front de l'onde.

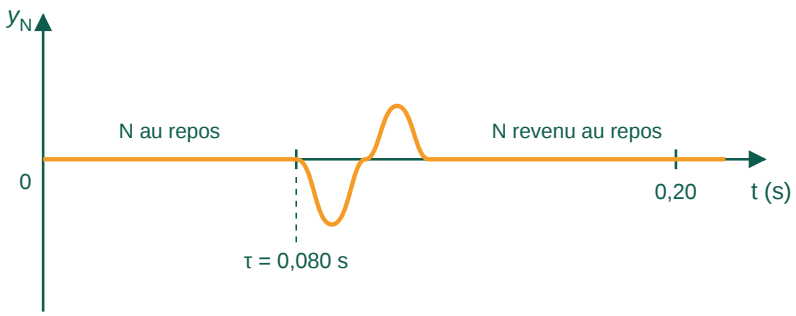
Il reproduit ensuite le mouvement de la source. Sur le schéma, le front (côté M) commence par un creux, suivi d'une bosse : N descend d'abord, remonte au-dessus de sa position de repos, puis revient au repos.

La perturbation s'étend sur environ $0{,}5$ m : le passage dure environ $\frac{0{,}5}{12{,}5} = 0{,}04$ s.

N est au repos jusqu'à $0{,}080$ s, descend puis monte, et retrouve le repos vers $0{,}12$ s (voir le graphique).

PIÈGE

Le graphique en fonction du temps n'est pas la copie du schéma de la corde : ce qui est le plus à droite sur la corde (le front) arrive en premier, donc se place le plus à gauche sur l'axe des temps.



2.4 · Déplacement du point N au cours du temps (sans souci d'échelle verticale)

3 Partie I, la source est un vibreur de fréquence 100 Hz. Déterminer la période et la longueur d'onde.

Données utiles $f = 100$ Hz ; $v = 12{,}5$ m · s^{-1} (Q2.1)

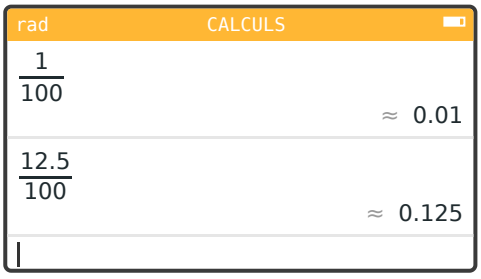
Période : $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{100} = 1{,}00 \times 10^{-2}$ s.

Longueur d'onde : distance parcourue par l'onde pendant une période, la corde et sa tension étant inchangées :

$$\lambda = v\,T = \frac{v}{f} = \frac{12{,}5}{100} = 0{,}125 \text{ m}$$

$T = 1{,}00 \times 10^{-2}$ s ; $\lambda \approx 0{,}13$ m

À LA CALCULATRICE



2.1 Partie II (décroissance radioactive). Donner la composition du noyau du radon 220.

Données utiles $^{220}_{86}\mathrm{Rn}$

$Z = 86$: le noyau contient 86 protons.

$A = 220$ nucléons, donc $A - Z = 220 - 86 = 134$ neutrons.

86 protons et 134 neutrons.

2.2 Écrire l'équation de désintégration du radon 220 en polonium 216.

Données utiles $^{220}_{86}\mathrm{Rn}$; $^{216}_{84}\mathrm{Po}$

Le radon 220 est émetteur α : il émet un noyau d'hélium 4. Conservation du nombre de nucléons : $220 = 216 + 4$; conservation de la charge : $86 = 84 + 2$.

$$^{220}_{86}\mathrm{Rn} \longrightarrow {}^{216}_{84}\mathrm{Po} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$$

2.3 Tracer la courbe moyenne sur l'enregistrement de l'annexe, puis déterminer graphiquement la demi-vie $t_{1/2}$ du radon 220 en explicitant la méthode.

On trace une courbe régulière qui passe au milieu du nuage de points. Prolongée jusqu'à $t = 0$, elle part d'environ $n_0 = 450$ désintégrations.

Le nombre de désintégrations détectées est proportionnel au nombre de noyaux encore présents : au bout d'une demi-vie, il est divisé par deux.

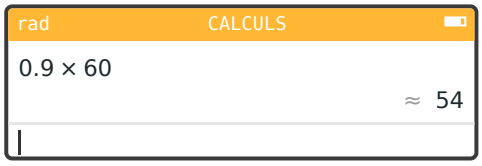
On place $\dfrac{n_0}{2} = 225$ sur l'axe vertical, on rejoint la courbe moyenne et on lit l'abscisse du point obtenu.

$t_{1/2} \approx 0{,}9$ min, soit environ 54 s.

COMPRENDRE

Les points sont dispersés car la désintégration est un phénomène aléatoire. Selon le tracé de la courbe moyenne, on lit entre $0{,}8$ et $1{,}0$ min : toute valeur de cet intervalle, justifiée par la construction, est acceptable.

À LA CALCULATRICE





2.3 · Annexe (début de l'enregistrement) : courbe moyenne et lecture de $t_{1/2}$

2.4 Déterminer graphiquement la constante de temps τ. En déduire la constante radioactive λ.

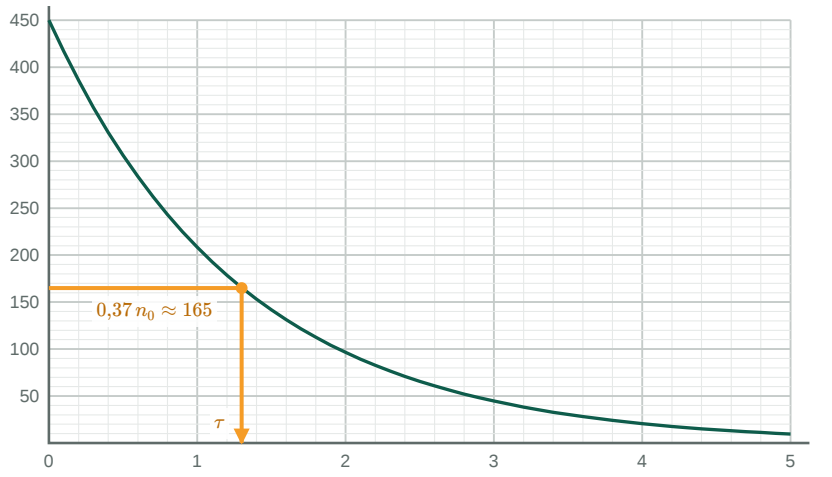
Pour une décroissance exponentielle, $n(\tau) = n_0\, e^{-1} \approx 0{,}37\, n_0$, soit $0{,}37 \times 450 \approx 165$ désintégrations.

La courbe moyenne passe par cette ordonnée à $\tau \approx 1{,}3$ min, soit 78 s. (Autre construction : la tangente à l'origine coupe l'axe des abscisses à $t = \tau$.)

$$\lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{78} = 1{,}3 \times 10^{-2}\ \text{s}^{-1}$$

$\tau \approx 1{,}3$ min $= 78$ s ; $\lambda \approx 1{,}3 \times 10^{-2}\ \text{s}^{-1}$

désintégrations



2.4 · Annexe : lecture de τ à 37 % de la valeur initiale

PIÈGE
Convertir τ en secondes avant de calculer λ en s^{-1}. La tangente à l'origine est difficile à tracer sur des points aussi dispersés : la valeur de τ obtenue ainsi est peu précise.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

0.37 × 450 ≈ 166.5

1.3 × 60 ≈ 78

$\frac{1}{78}$ ≈ 0.01282051

2.5 Le logiciel modélise le phénomène par $n(t) = 450\, e^{-0{,}012\, t}$ avec t en s. En déduire la constante radioactive λ.

La loi de décroissance radioactive s'écrit $n(t) = n_0\, e^{-\lambda t}$. Par identification avec le modèle : $n_0 = 450$ et $\lambda = 0{,}012\ \text{s}^{-1}$.

$\lambda = 1{,}2 \times 10^{-2}\ \text{s}^{-1}$

2.6 Montrer que $\lambda = \dfrac{\ln 2}{t_{1/2}}$ et vérifier l'accord de sa valeur numérique avec les résultats précédents.

Données utiles $t_{1/2} \approx 54$ s (Q2.3) ; $\lambda \approx 1{,}3 \times 10^{-2}\ \text{s}^{-1}$ (Q2.4) ; $\lambda = 1{,}2 \times 10^{-2}\ \text{s}^{-1}$ (Q2.5)

Par définition de la demi-vie : $n(t_{1/2}) = \dfrac{n_0}{2}$, soit $n_0\, e^{-\lambda t_{1/2}} = \dfrac{n_0}{2}$.

Donc $e^{-\lambda t_{1/2}} = \dfrac{1}{2}$, puis $-\lambda\, t_{1/2} = \ln \dfrac{1}{2} = -\ln 2$, d'où $\lambda = \dfrac{\ln 2}{t_{1/2}}$.

$$\lambda = \frac{\ln 2}{54} = 1{,}3 \times 10^{-2}\ \text{s}^{-1}$$

Les trois déterminations ($1{,}3 \times 10^{-2}$; $1{,}3 \times 10^{-2}$; $1{,}2 \times 10^{-2}\ \text{s}^{-1}$) s'accordent à moins de 10 % près, ce qui est satisfaisant pour des lectures graphiques.

$\lambda = \dfrac{\ln 2}{t_{1/2}} \approx 1{,}3 \times 10^{-2}\ \text{s}^{-1}$, en accord avec les valeurs précédentes.

COMPRENDRE
La valeur du logiciel est la plus fiable : elle s'appuie sur tous les points de mesure, alors qu'une lecture graphique dépend du tracé de la courbe moyenne.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\frac{\ln(2)}{54}$ ≈ 0.01283606

2.7 Donner la définition de l'activité et son unité.

L'activité A d'un échantillon radioactif est le nombre moyen de désintégrations qui s'y produisent par seconde.

Elle s'exprime en becquerels (Bq) : 1 Bq = 1 désintégration par seconde.

3.1 Partie III (charge d'un condensateur). Donner la relation entre la charge $q(t) = q_A(t)$ du condensateur et l'intensité $i(t)$ du courant.

Le courant i est orienté vers l'armature A, qui porte la charge q : l'intensité est le débit de charges arrivant sur cette armature.

$$i(t) = \frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}$$

PIÈGE
Le signe dépend de l'orientation : si la flèche de i s'éloignait de l'armature qui porte q, on aurait $i = -\frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}$.

3.2 Donner la relation entre $q(t)$, la tension $u(t)$ aux bornes du condensateur et sa capacité C.

La flèche de la tension u pointe vers l'armature A, qui porte la charge q.

$$q(t) = C\,u(t)$$

3.3 Montrer que la tension $u(t)$ vérifie l'équation différentielle $E = RC\,\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} + u$.

Loi d'additivité des tensions (loi des mailles) : $E = u_R + u$.

Loi d'Ohm, la résistance étant en convention récepteur : $u_R = R\,i$.

Or $i = \frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}$ et $q = C\,u$, avec C constante : $i = C\,\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t}$.

En remplaçant : $E = R\,C\,\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} + u$.

$E = RC\,\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} + u$: c'est bien l'équation attendue.

MÉTHODE
Circuit RC : 1) loi des mailles ; 2) loi d'Ohm ; 3) $i = \frac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t}$ et $q = Cu$ pour tout exprimer en fonction de u.

3.4 Le logiciel propose la solution $u = 5{,}0\,(1 - e^{-100\,t})$ avec t en s. À quoi correspondent les valeurs numériques 5,0 et 100 ?

La solution de l'équation différentielle, pour un condensateur initialement déchargé, s'écrit $u(t) = E\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$ avec $\tau = RC$.

Par identification : $5{,}0$ est la tension E du générateur, en volts, valeur atteinte par u en fin de charge ; 100 est l'inverse de la constante de temps, en s^{-1}.

$E = 5{,}0$ V et $\frac{1}{\tau} = \frac{1}{RC} = 100\ \mathrm{s}^{-1}$

3.5 Déterminer graphiquement la constante de temps τ sur la courbe de l'annexe. Calculer sa valeur théorique et conclure.

Données utiles $C = 10\ \mu\text{F}$; $R = 1{,}0\ \text{k}\Omega$; $E = 5{,}0$ V (Q3.4)

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

Sur la courbe, l'ordonnée 3,2 V correspond à l'abscisse $\tau = 10$ ms.

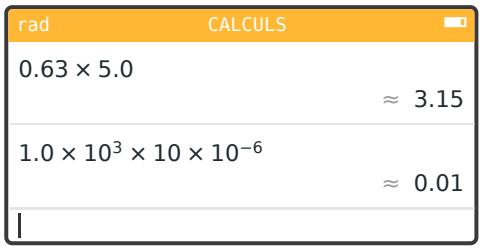
Valeur théorique : $\tau = RC = 1{,}0 \times 10^{3} \times 10 \times 10^{-6} = 1{,}0 \times 10^{-2}$ s, soit 10 ms.

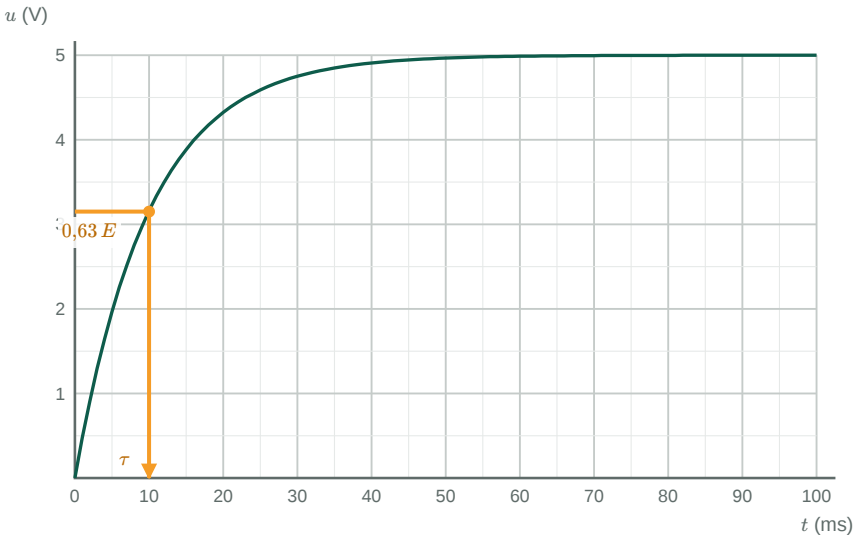
Les deux valeurs sont égales : le modèle du circuit RC décrit correctement la charge. C'est aussi cohérent avec $\dfrac{1}{\tau} = 100\ \text{s}^{-1}$.

$\tau_{\text{graphique}} = 10$ ms et $\tau_{\text{théorique}} = RC = 10$ ms : accord.

PIÈGE
Convertir R en ohms et C en farads : $1\ \text{k}\Omega = 10^{3}\ \Omega$ et $1\ \mu\text{F} = 10^{-6}$ F. Sans conversion, le produit RC n'est pas en secondes.

À LA CALCULATRICE





3.5 · Annexe : lecture de τ sur la courbe de charge

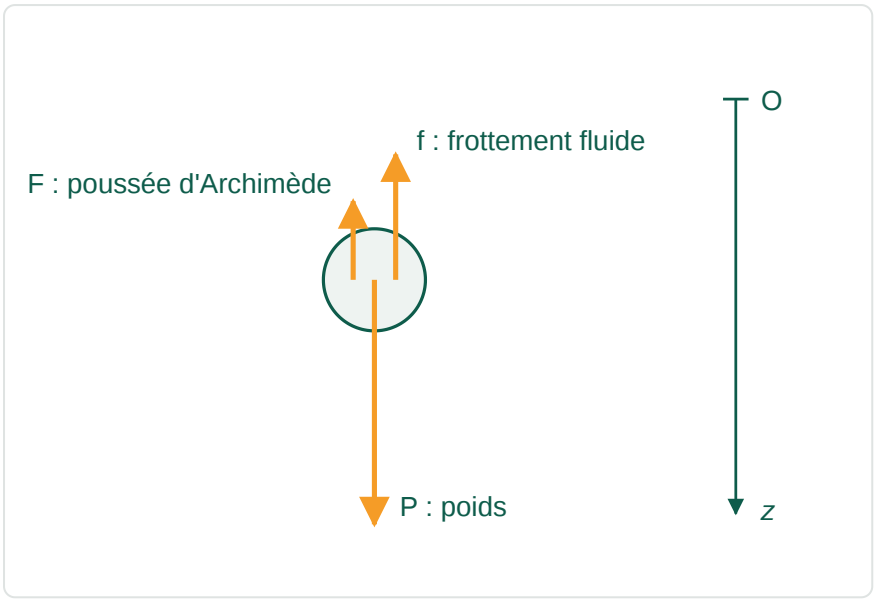
4.1 Partie IV (chute avec frottement). Représenter, sur un schéma, les forces extérieures appliquées à la bille en chute verticale dans le fluide.

Système : la bille, dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen.
Trois forces verticales :

- le poids $\vec{P} = m\,\vec{g}$, vers le bas ;
- la poussée d'Archimède $\vec{F} = -\rho\,V\,\vec{g}$, vers le haut ;
- la force de frottement fluide $\vec{f} = -k\,\vec{v}$, opposée à la vitesse, donc vers le haut.

Poids vers le bas ; poussée d'Archimède et frottement vers le haut (voir le schéma).

COMPRENDRE
Tant que la bille accélère, le vecteur poids est plus long que la somme des deux autres. Quand la vitesse limite est atteinte, les trois forces se compensent.



4.1 · Forces appliquées à la bille (sans souci d'échelle, points d'application décalés pour la lisibilité)

4.2 En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle est de la forme $a - b\,v = \dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$ avec $a = 8{,}2\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$ et $b = 8{,}7\ \mathrm{s^{-1}}$.

Données utiles $R = 1{,}00\ \mathrm{cm}$; $V = 4{,}20\ \mathrm{cm^3}$; $m = 32{,}6\ \mathrm{g}$; $\eta = 1{,}50\ \mathrm{N\cdot s\cdot m^{-2}}$; $\rho = 1{,}30\times10^{3}\ \mathrm{kg\cdot m^{-3}}$; $g = 9{,}81\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$; $k = 6\pi R\eta$

Deuxième loi de Newton appliquée à la bille : $\vec{P} + \vec{F} + \vec{f} = m\,\vec{a}_G$.

Projection sur l'axe Oz dirigé vers le bas : $m\,g - \rho V\,g - k\,v = m\,\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$.

En divisant par m :

$$\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = g\left(1 - \frac{\rho V}{m}\right) - \frac{k}{m}\,v \qquad \text{soit} \qquad a = g\left(1 - \frac{\rho V}{m}\right),\quad b = \frac{6\pi R\eta}{m}$$

$$a = 9{,}81 \times \left(1 - \frac{1{,}30\times10^{3}\times4{,}20\times10^{-6}}{32{,}6\times10^{-3}}\right) = 8{,}17\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$$

$$b = \frac{6\pi\times1{,}00\times10^{-2}\times1{,}50}{32{,}6\times10^{-3}} = 8{,}67\ \mathrm{s^{-1}}$$

$a \approx 8{,}2\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$ et $b \approx 8{,}7\ \mathrm{s^{-1}}$: valeurs attendues.

PIÈGE
Trois conversions : $V = 4{,}20\times10^{-6}\ \mathrm{m^3}$ (et non 10^{-3}), $R = 1{,}00\times10^{-2}$ m, $m = 32{,}6\times10^{-3}$ kg.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$9.81 \times \left(1 - \dfrac{1.30\times10^{3}\times4.20\times10^{-6}}{32.6\times10^{-3}}\right) \approx 8.166975$

$\dfrac{6\times\pi\times1.00\times10^{-2}\times1.50}{32.6\times10^{-3}} \approx 8.673109$

4.3 Déterminer la vitesse limite à l'aide du graphique. La calculer à l'aide de l'équation différentielle et conclure.

Données utiles graphique : une division verticale correspond à $0{,}2\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$; $a = 8{,}2\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$ et $b = 8{,}7\ \mathrm{s^{-1}}$ (Q4.2)

Graphique : la courbe tend vers un palier horizontal situé à $4{,}7$ divisions, soit $v_{\lim} = 4{,}7\times0{,}2 = 0{,}94\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$.

Équation différentielle : quand la vitesse limite est atteinte, v est constante, donc $\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = 0$ et $a - b\,v_{\lim} = 0$.

$$v_{\lim} = \frac{a}{b} = \frac{8{,}2}{8{,}7} = 0{,}94\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$$

Les deux valeurs coïncident : le modèle de frottement $\vec{f} = -k\,\vec{v}$ est validé pour cette chute.

$v_{\lim} = 0{,}94\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}$ par le graphique comme par le calcul.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$4.7 \times 0.2 \approx 0.94$

$\dfrac{8.2}{8.7} \approx 0.9425287$

5.1 Partie V (GALILEO). Calculer la vitesse du satellite sur son orbite circulaire, en déduire sa période.

Données utiles $h = 2{,}00 \times 10^4$ km ; $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ SI ; $R_T = 6380$ km ; $M_T = 5{,}98 \times 10^{24}$ kg ; $v = \sqrt{\dfrac{G\,M_T}{R_T + h}}$

Rayon de l'orbite : $R_T + h = 6{,}38 \times 10^6 + 2{,}00 \times 10^7 = 2{,}638 \times 10^7$ m.

$$v = \sqrt{\frac{G\,M_T}{R_T + h}} = \sqrt{\frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 5{,}98 \times 10^{24}}{2{,}638 \times 10^7}} = 3{,}89 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Pendant une période T, le satellite parcourt à vitesse constante la circonférence $2\pi(R_T + h)$:

$$T = \frac{2\pi\,(R_T + h)}{v} = \frac{2\pi \times 2{,}638 \times 10^7}{3{,}89 \times 10^3} = 4{,}26 \times 10^4 \text{ s}$$

$v = 3{,}89 \times 10^3$ m · s^{-1} et $T = 4{,}26 \times 10^4$ s (environ 11,8 h).

PIÈGE
Les distances sont données en kilomètres : les convertir en mètres. Le rayon de l'orbite est $R_T + h$, pas l'altitude h seule.

À LA CALCULATRICE

rad — CALCULS

$6.38 \times 10^6 + 2.00 \times 10^7 \approx 2.638 \times 10^7$

$\sqrt{\dfrac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24}}{2.638 \times 10^7}} \approx 3888.446$

$\dfrac{2 \times \pi \times 2.638 \times 10^7}{3.89 \times 10^3} \approx 42609.36$

$\dfrac{4.26 \times 10^4}{3600} \approx 11.83333$

5.2 Déterminer la durée t minimale mise par les ondes envoyées par le satellite pour arriver au récepteur situé au sol.

Données utiles $h = 2{,}00 \times 10^7$ m ; $c = 3{,}00 \times 10^8$ m · s^{-1}

La durée est minimale quand le trajet est le plus court, c'est-à-dire quand le satellite est à la verticale du récepteur : la distance parcourue est alors l'altitude h.

$$t = \frac{h}{c} = \frac{2{,}00 \times 10^7}{3{,}00 \times 10^8} = 6{,}67 \times 10^{-2} \text{ s}$$

$t = 6{,}67 \times 10^{-2}$ s

À LA CALCULATRICE

rad — CALCULS

$\dfrac{2.00 \times 10^7}{3.00 \times 10^8} \approx 0.06666667$

5.3 Le système prévoit un écart d'un centimètre sur la position. Quel est l'écart Δt sur la durée t ? La « précision » des horloges est-elle suffisante ?

Données utiles $d = 1$ cm ; $c = 3{,}00 \times 10^8$ m · s^{-1} ; précision des horloges : 10^{-12} s

Un écart de position d correspond à la durée mise par l'onde pour parcourir cette distance :

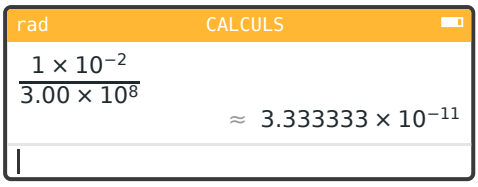
$$\Delta t = \frac{d}{c} = \frac{1 \times 10^{-2}}{3{,}00 \times 10^8} = 3 \times 10^{-11} \text{ s}$$

La précision des horloges, 10^{-12} s, est environ 30 fois plus petite que cet écart : elle est suffisante.

$\Delta t \approx 3 \times 10^{-11}$ s ; la précision des horloges (10^{-12} s) est suffisante.

COMPRENDRE
Pour distinguer deux positions séparées d'un centimètre, l'horloge doit mesurer des durées plus petites que Δt. Avec 10^{-12} s, l'incertitude de position due à l'horloge n'est que de 0,3 mm.

À LA CALCULATRICE



5.4 Les horloges au césium fonctionnent sur une transition atomique de fréquence $\nu = 9\,192\,631\,770$ Hz. Calculer l'énergie du photon correspondant.

Données utiles $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J·s

Énergie d'un photon de fréquence ν :

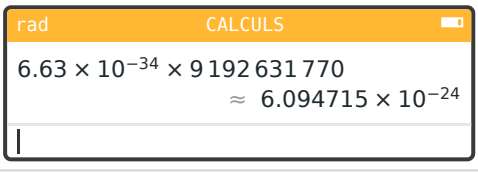
$$E = h\nu = 6{,}63 \times 10^{-34} \times 9\,192\,631\,770 = 6{,}09 \times 10^{-24} \text{ J}$$

$$\boxed{E = 6{,}09 \times 10^{-24} \text{ J}}$$

PIÈGE

Dans cette question, h désigne la constante de Planck, et non l'altitude du satellite notée elle aussi h dans les questions précédentes.

À LA CALCULATRICE



Spécialité : Le nylon

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

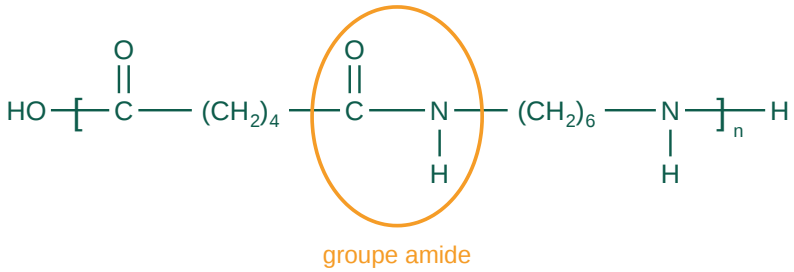
1.1 Recopier la formule du Nylon-6,6 et entourer le groupe amide.

$HO-[-CO-(CH_2)_4-CO-NH-(CH_2)_6-NH-]_n-H$

Le groupe amide associe un carbone doublement lié à un oxygène et un azote voisin.

Groupe amide : $-CO-NH-$, entouré sur la figure.

PIÈGE
Entourer seulement $C{=}O$ (carbonyle) ou seulement NH : le groupe amide réunit les deux, liés directement l'un à l'autre.



1.1 · Formule du Nylon-6,6 : groupe amide entouré

1.2 Donner la formule semi-développée de l'hexane-1,6-diamine.

« Hexane » : chaîne de 6 atomes de carbone ; « 1,6-diamine » : un groupe amine $-NH_2$ sur le carbone 1 et un autre sur le carbone 6.

$H_2N-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$

MÉTHODE
Lire le nom de droite à gauche : la terminaison donne la famille et le nombre de groupes, les chiffres leurs positions, le radical la longueur de la chaîne.

1.3 Quelle petite molécule est éliminée lorsque le Nylon-6,6 est synthétisé à partir de l'acide hexanedioïque ?

Chaque groupe carboxyle $-COOH$ du diacide réagit avec un groupe $-NH_2$ de la diamine : $-COOH + H_2N^- \longrightarrow -CO-NH^- + H_2O$.

La petite molécule éliminée est l'eau H_2O.

COMPRENDRE
Avec le dichlorure d'hexanedioyle utilisé au laboratoire, le groupe $-COCl$ remplace $-COOH$: c'est alors du chlorure d'hydrogène HCl qui est éliminé.

1.4.1 Rappeler le principe de la chromatographie.

Un solvant (phase mobile, ou éluant) entraîne les espèces d'un mélange le long d'un support (phase fixe). Chaque espèce migre plus ou moins vite selon son affinité pour l'éluant et pour la phase fixe.

Les espèces du mélange sont ainsi séparées, puis identifiées par comparaison avec des références.

1.4.2 Calculer la masse molaire du motif du polymère.

Données utiles masses molaires en $g \cdot mol^{-1}$: C = 12 ; H = 1 ; N = 14 ; O = 16

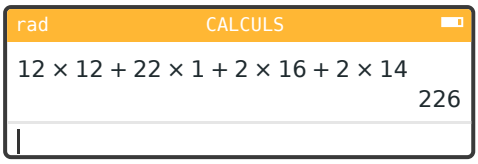
Le motif contient $2+4+6 = 12$ C, $8+12+2 = 22$ H, 2 O et 2 N : formule brute $C_{12}H_{22}O_2N_2$.

$M_{motif} = 12\,M(C) + 22\,M(H) + 2\,M(O) + 2\,M(N) = 12\times 12 + 22\times 1 + 2\times 16 + 2\times 14$

$M_{motif} = 226\ g \cdot mol^{-1}$

PIÈGE
Oublier les deux carbones des groupes CO (on trouve alors 10 C) ou les deux hydrogènes portés par les azotes.

À LA CALCULATRICE



1.4.3 Calculer le degré de polymérisation n du Nylon-6,6.

Données utiles $M_{\text{nylon}} = 1{,}2 \times 10^5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M_{\text{motif}} = 226 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (1.4.2)

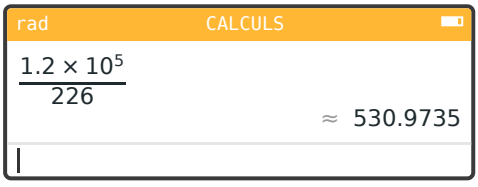
La macromolécule contient n motifs ; les extrémités HO^- et $-H$ sont de masse négligeable : $M_{\text{nylon}} = n \times M_{\text{motif}}$.

$$n = \frac{M_{\text{nylon}}}{M_{\text{motif}}} = \frac{1{,}2 \times 10^5}{226}$$

$n = 5{,}3 \times 10^2$ motifs

COMPRENDRE
M_{nylon} est donnée avec deux chiffres significatifs : le résultat en garde deux. Écrire 531 laisserait croire à une précision que la mesure n'a pas.

À LA CALCULATRICE



2.1 À l'aide des données, expliquer pourquoi les deux solutions ne sont pas miscibles.

La première solution a pour solvant le dichlorométhane, la seconde l'eau. D'après le tableau, le dichlorométhane est insoluble dans l'eau, comme le dichlorure d'hexanedioyle qu'il contient.

Les deux solvants ne se mélangent pas : les solutions forment deux phases distinctes.

2.2 Justifier l'ordre dans lequel les solutions sont versées.

La solution organique a une densité voisine de celle du dichlorométhane ($d = 1{,}3$) ; la solution aqueuse, une densité voisine de 1. La phase organique, plus dense, occupe donc le fond du bécher.

On verse d'abord la solution la plus dense, puis l'autre doucement par-dessus : les phases ne se brassent pas et l'interface reste nette.

COMPRENDRE
Une solution diluée a une densité proche de celle de son solvant. C'est pourquoi on raisonne sur 1,3 et 1, et non sur les densités 1,1 et 0,9 des solutés purs.

2.3 Pourquoi qualifie-t-on cette polycondensation d'interfaciale ?

Chaque réactif est dissous dans une phase différente : ils ne se rencontrent qu'à la surface de séparation des deux liquides.

La réaction se produit à l'interface des deux phases, où se forme le film de nylon.

2.4 Dans quel état physique obtient-on la fibre de nylon ?

Le nylon est insoluble dans l'eau et dans les solvants organiques usuels, et il ne fond qu'à 263 °C.

À température ambiante, la fibre est obtenue à l'état solide.

2.5 La solution aqueuse et la fibre sont colorées. La solution d'hexane-1,6-diamine est-elle acide, neutre ou basique ?

Données utiles phénolphtaléine : incolore en milieu acide, rose en milieu basique, zone de virage pH 8,2-10

La phénolphtaléine est rose dans la solution aqueuse : elle y est sous sa forme basique, le pH est donc supérieur à 8,2 et dépasse largement 7.

La solution d'hexane-1,6-diamine est basique.

PIÈGE
Incolore ne signifierait pas « acide » : la phénolphtaléine reste incolore jusqu'à pH 8,2, donc aussi dans une solution neutre ou faiblement basique.

2.6 Quel est le rôle du lavage ? Quelle opération effectue-t-on dans l'étuve ?

Le fil sort imprégné de solution basique et corrosive de diamine, d'où sa couleur rose. Le lavage à l'eau entraîne ces espèces solubles.

Le lavage élimine les restes de réactifs ; l'étuve sert au séchage du fil (évaporation de l'eau).

3.1 Quel est le réactif utilisé par l'ammonolyse ?

Le texte indique que le nylon réagit avec un excès d'ammoniaque.

Le réactif est l'ammoniac $\mathrm{NH_3}$, apporté en excès.

3.2 Pourquoi utilise-t-on un catalyseur ?

Un catalyseur accélère une réaction sans figurer dans son bilan et sans modifier l'état final.

Le catalyseur au phosphate augmente la vitesse de la dépolymérisation.

PIÈGE
Écrire que le catalyseur améliore le rendement : il permet d'atteindre plus vite l'état final, il ne le déplace pas.

3.3 Quel est l'intérêt de l'évacuation de l'eau ?

L'eau est un produit de la transformation. En l'éliminant au fur et à mesure, le quotient de réaction reste inférieur à la constante d'équilibre : le système continue d'évoluer dans le sens direct.

Évacuer l'eau déplace l'équilibre vers la formation des monomères et augmente le rendement.

MÉTHODE
Pour améliorer le rendement d'une transformation limitée : mettre un réactif en excès (ici l'ammoniac) ou retirer un produit (ici l'eau). Le procédé combine les deux.

3.4 Quelle masse annuelle de monomère l'unité de l'Ontario va-t-elle produire ?

Données utiles masse traitée : 1000 tonnes par an ; rendement en monomère : 18 %

En assimilant les 1000 t traitées à du nylon :

$$m_{\text{monomère}} = \frac{18}{100} \times m_{\text{traitée}} = 0{,}18 \times 1000$$

$m_{\text{monomère}} = 1{,}8 \times 10^2$ t par an

COMPRENDRE
C'est une estimation haute : les tapis triés contiennent aussi du polypropylène, qui ne donne pas de monomère du nylon.

À LA CALCULATRICE

