Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + Physique, veuillez visiter :
bac-maths-physique.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Physique-chimie

Session 2023 • Amérique du Nord • Jour 2

Code sujet **23-PYCJ2AN1** 3 heures 30

Proposition de corrigé pédagogique • FormaV

Se repérer dans le corrigé

Exercice 1 — Bicycle Moto Cross
16 réponses • sujet p. 2–6

Exercice 2 — Optimisation de la synthèse de l’éthanoate de benzyle
9 réponses • sujet p. 7–9

Exercice 3 — Fabrication de la bière
6 réponses • sujet p. 10–12

Les numéros, parties et pages renvoient au sujet original. Chaque réponse rappelle la consigne, explique la démarche et donne le résultat.

Exercice 1

11 points

Bicycle Moto Cross

A. Les signaux associés au départ de la course

Question Q.1.

Sujet p. 2, 3

> Calculer le niveau d'intensité sonore Lt1 transmis à l'intérieur du casque du premier pilote. Le niveau incident mesuré sur la paroi de son casque est Li1 = 83 dB et l'atténuation par absorption est de l'ordre de 10 dB.

L'atténuation vaut la différence entre le niveau incident et le niveau transmis : $L_{i1} - L_{t1} = 10\ \text{dB}$. Ainsi, $L_{t1} = 83 - 10 = 73\ \text{dB}$.

RÉPONSE À RETENIR

Le niveau sonore transmis à l'intérieur du casque du premier pilote est $\boxed{L_{t1} = 73\ \text{dB}}$.

Question Q.2.

Sujet p. 2, 3

> Calculer le niveau d'intensité sonore Li8 du son incident sur le casque du huitième pilote, puis le niveau d'intensité sonore Lt8 du son transmis correspondant. Commenter ce résultat. Le haut-parleur est à 4,0 m du pilote 1 et le pilote 8 se trouve 7,0 m plus loin ; l'atténuation par absorption est de l'ordre de 10 dB.

La distance du haut-parleur au pilote 8 est $d' = 4{,}0 + 7{,}0 = 11{,}0\ \text{m}$. La distance au pilote 1 est $d = 4{,}0\ \text{m}$. D'après la relation donnée :

$L_{i8} = 83 + 20\log\left(\frac{4{,}0}{11{,}0}\right) \approx 74{,}2\ \text{dB}$.

Le casque atténue ensuite le niveau d'environ $10\ \text{dB}$, donc $L_{t8} \approx 74{,}2 - 10 = 64{,}2\ \text{dB}$. Ce niveau dépasse le seuil d'audibilité indiqué, de l'ordre de $60\ \text{dB}$, et reste inférieur à $85\ \text{dB}$. Il est toutefois inférieur d'environ $8{,}8\ \text{dB}$ au niveau transmis au pilote 1.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{L_{i8} \approx 74{,}2\ \text{dB}}$ et $\boxed{L_{t8} \approx 64{,}2\ \text{dB}}$. Le bip reste audible et ne dépasse pas $85\ \text{dB}$, mais il est moins fort pour le pilote 8 que pour le pilote 1.

Question Q.3.

Sujet p. 3

> Expliquer qualitativement pourquoi le dispositif à double haut-parleur, disposé aux extrémités de la ligne de départ, est plus équitable.

Avec un seul haut-parleur, le niveau sonore diminue quand la distance à la source augmente ; les pilotes éloignés reçoivent donc un signal moins intense. Des haut-parleurs aux deux extrémités rapprochent chaque pilote d'au moins une source et réduisent les écarts de distance entre pilotes et sources. Les niveaux reçus tendent ainsi à être plus homogènes.

RÉPONSE À RETENIR

Le dispositif à deux haut-parleurs rend les niveaux sonores reçus par les pilotes plus homogènes et donc le signal plus équitable.

Question Q.4.

Sujet p. 3

> Justifier sans calcul l'intérêt pour les pilotes d'être davantage attentifs aux signaux lumineux qu'aux signaux sonores pour prendre le départ.

La lumière se propage dans l'air beaucoup plus vite que le son. Les pilotes perçoivent donc les signaux lumineux presque simultanément, tandis que les bips mettent un temps plus long à leur parvenir, qui dépend de leur distance au haut-parleur. Les feux fournissent ainsi un repère temporel de départ plus simultané.

RÉPONSE À RETENIR

Les pilotes ont intérêt à être particulièrement attentifs aux feux : la lumière, beaucoup plus rapide que le son, leur permet de percevoir le signal presque simultanément.

B. Le départ

Question Q.5.

Sujet p. 4

> Appliquer le théorème de l'énergie cinétique au système lors du trajet AB pour exprimer le travail WAB(F⃗) de la force motrice liée au pédalage du pilote.

Dans le référentiel terrestre supposé galiléen, le théorème de l'énergie cinétique s'écrit $\Delta E_c = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{R}) + W_{AB}(\vec{F})$. La réaction $\vec{R}$ est perpendiculaire au déplacement, donc son travail est nul. Le travail du poids vaut $W_{AB}(\vec{P}) = mg(z_A - z_B)$. Par conséquent :

$W_{AB}(\vec{F}) = \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2) - mg(z_A - z_B)$.

La vitesse initiale n'étant pas précisée, cette expression générale la conserve. Pour l'application numérique, on supposera que le pilote est au repos au départ, soit $v_A = 0$.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{W_{AB}(\vec{F}) = \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2) - mg(z_A - z_B)}$, puisque $W_{AB}(\vec{R}) = 0$. Pour un départ au repos, $v_A = 0$.

Question Q.6.

Sujet p. 4

> Calculer la valeur de ce travail, à partir des données du trajet AB.

On convertit la vitesse finale en unités SI : $v_B = 61/3{,}6 \approx 16{,}9\ \mathrm{m\,s^{-1}}$. En prenant le pilote au repos en A, avec $m = 93\ \mathrm{kg}$, $g = 9{,}81\ \mathrm{m\,s^{-2}}$ et $z_A - z_B = 8{,}0\ \mathrm{m}$, on applique le résultat de Q.5 :

$W_{AB}(\vec{F}) = \frac{1}{2} \times 93 \times (61/3{,}6)^2 - 93 \times 9{,}81 \times 8{,}0 \approx 6{,}05 \times 10^3\ \mathrm{J}$.

RÉPONSE À RETENIR

Le travail de la force motrice vaut environ $\boxed{6{,}1 \times 10^3\ \mathrm{J}}$, soit $6{,}1\ \mathrm{kJ}$.

Question Q.7.

Sujet p. 4

> Montrer que la valeur du travail calculé à la question Q.6 est en accord avec la puissance de pédalage du pilote, supposée constante. Le pilote peut développer une puissance de l'ordre de 2000 à 2500 W lors du trajet AB.

Pour une puissance constante, le travail fourni pendant la durée Δt vérifie $W = P\Delta t$, donc $P = W/\Delta t$. Avec $W \approx 6{,}05 \times 10^3\ \mathrm{J}$ et $\Delta t = 2{,}7\ \mathrm{s}$:

$P \approx \frac{6{,}05\times10^{3}}{2{,}7} \approx 2{,}24\times10^{3}\ \mathrm{W}$.

Cette valeur appartient à l'intervalle annoncé, de 2000 à $2500\ \mathrm{W}$.

RÉPONSE À RETENIR

La puissance correspondante est d'environ $\boxed{2{,}2\times10^{3}\ \mathrm{W}}$, en accord avec la puissance de pédalage indiquée.

C. Le saut de bosse

Question Q.8.

Sujet p. 5

En appliquant la deuxième loi de Newton au système, montrer que les équations horaires du mouvement pendant le saut sont x(t) = (V0 · cos α) · t et z(t) = −½ g · t² + (V0 · sin α) · t. Données : α = 23° et la norme de $\vec{V}0$ vaut 13,6 m·s⁻¹.

Pendant le saut, on néglige l'action de l'air : la seule force exercée sur le système est son poids $\vec{P} = m\vec{g}$. La deuxième loi de Newton donne $m\vec{a} = m\vec{g}$. Dans les axes du schéma, cela signifie $a_x = 0$ et $a_z = -g$. Les composantes initiales de la vitesse sont $v_{x0} = V_0\cos\alpha$ et $v_{z0} = V_0\sin\alpha$. Après intégration, $v_x = V_0\cos\alpha$ et $v_z = -gt + V_0\sin\alpha$. Comme le système part de O, $x(0) = z(0) = 0$. Une nouvelle intégration donne les équations horaires demandées.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{x(t) = (V_0\cos\alpha)t}$ et $\boxed{z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + (V_0\sin\alpha)t}$.

Question Q.9.

Sujet p. 5

Le système retrouve le contact avec le sol au bout de 1,0 s. Déterminer si le saut est réussi dans le cadre du modèle utilisé. Les deux sommets sont situés à la même hauteur et distants de 7,0 m.

En utilisant la durée de contact indiquée dans l'énoncé, $t = 1{,}0\ \mathrm{s}$, la distance horizontale prévue est :

$x(1{,}0) = 13{,}6\cos(23^\circ)\times 1{,}0 \approx 12{,}5\ \mathrm{m}$.

Cette distance dépasse les $7{,}0\ \mathrm{m}$ séparant les deux sommets. Le modèle prévoit donc que le pilote franchit le deuxième sommet avant le contact annoncé. À titre de vérification, le modèle à même hauteur initiale et finale donne un temps de retour $t = 2V_0\sin(23^\circ)/g \approx 1{,}08\ \mathrm{s}$ et une portée d'environ $13{,}6\ \mathrm{m}$, elle aussi supérieure à $7{,}0\ \mathrm{m}$.

RÉPONSE À RETENIR

Dans le cadre du modèle, le saut est réussi : la distance horizontale prévue dépasse les $7{,}0\ \mathrm{m}$ entre les sommets.

Question Q.10.

Sujet p. 5

> En réalité, le système entre en contact avec le sol juste après le deuxième sommet, pour une distance horizontale parcourue de l'ordre de 8,0 m. Montrer que le modèle n'est pas adapté à la description du saut et en indiquer une raison possible.

Le modèle prévoit une distance horizontale d'environ $12{,}5\ \mathrm{m}$ au bout de la durée de $1{,}0\ \mathrm{s}$ indiquée (ou environ $13{,}6\ \mathrm{m}$ pour le retour à la hauteur de départ calculé par le modèle). La distance réelle est de l'ordre de $8{,}0\ \mathrm{m}$. Cet écart montre que le modèle ne décrit pas correctement le saut réel. Une raison possible est qu'il néglige l'action de l'air, notamment les frottements, qui modifient la trajectoire.

RÉPONSE À RETENIR

Le modèle est inadapté : il prévoit une portée supérieure à la distance réelle d'environ $8{,}0\ \mathrm{m}$. Une raison possible est la négligence des frottements de l'air.

D. Une expérience contestée

Question Q.11.

Sujet p. 6

> Citer trois modes de transfert thermique.

Les trois modes usuels de transfert thermique sont la conduction, la convection et le rayonnement.

RÉPONSE À RETENIR

Conduction, convection et rayonnement.

Question Q.12.

Sujet p. 6

> En appliquant le premier principe de la thermodynamique, relier la variation d'énergie interne ΔU du système {pilote de BMX} à l'énergie thermique Q.

On prend la convention où Q est l'énergie thermique reçue par le pilote. Le premier principe s'écrit $\Delta U = W + Q$, où W est le travail reçu par le système. Aucun travail n'étant considéré ici, $\Delta U = Q$. Lors du refroidissement, le pilote cède de l'énergie thermique : selon cette convention, $Q < 0$ et $\Delta U < 0$.

RÉPONSE À RETENIR

En l'absence de travail échangé, $\boxed{\Delta U = Q}$, avec $Q < 0$ lorsque le pilote perd de l'énergie thermique.

Question Q.13.

Sujet p. 6

> Exprimer le flux thermique Φ en fonction de Q et de Δt. Indiquer les unités du système international des grandeurs intervenant dans cette expression.

Le flux thermique moyen est l'énergie thermique échangée par unité de durée :

$\Phi = Q/\Delta t$. En unités SI, Q s'exprime en joules (J), Δt en secondes (s), et Φ en watts (W), avec $1\ \mathrm{W} = 1\ \mathrm{J\,s^{-1}}$.

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{\Phi = \dfrac{Q}{\Delta t}}$, avec Q en J, Δt en s et Φ en W.

Question Q.14.

Sujet p. 6

La variation d'énergie interne est donnée par ΔU = C · ΔT. Exprimer le flux thermique Φ en fonction de la capacité thermique C, de la variation de température ΔT et de la durée Δt.

En l'absence de travail, Q.12 donne $Q = \Delta U$. Or $\Delta U = C\Delta T$. En remplaçant dans la définition du flux thermique, on obtient :

RÉPONSE À RETENIR

$\boxed{\Phi = \dfrac{C\Delta T}{\Delta t}}$. Avec la convention où le flux est positif lorsqu'il est reçu par le pilote, le refroidissement correspond à $\Delta T < 0$ et à $\Phi < 0$.

Question Q.15.

Sujet p. 6

Le flux thermique moyen échangé entre le système {pilote de BMX} et l'eau froide est estimé à 4,6 × 10³ W. Calculer, à l'aide du modèle, la température du pilote au bout de 10 min d'immersion dans l'eau froide.

On prend le flux positif lorsqu'il est reçu par le pilote. Comme le pilote refroidit, $\Phi = -4{,}6 \times 10^3\ \mathrm{W}$. La durée vaut $\Delta t = 10\ \mathrm{min} = 600\ \mathrm{s}$, et $C = 347\ \mathrm{kJ\,K^{-1}} = 3{,}47 \times 10^5\ \mathrm{J\,K^{-1}}$. D'après Q.14 :

$\Delta T = \frac{\Phi \Delta t}{C} = \frac{(-4{,}6\times10^3)\times600}{3{,}47\times10^5} \approx -7{,}95\ \mathrm{K}$.

Une variation de température de $-7{,}95\ \mathrm{K}$ correspond à une variation de $-7{,}95\ ^\circ\mathrm{C}$. Ainsi, $\theta_f = 37 - 7{,}95 \approx 29\ ^\circ\mathrm{C}$.

RÉPONSE À RETENIR

Dans ce modèle à flux moyen constant, la température du pilote au bout de 10 min est d'environ $\boxed{29\ ^\circ\mathrm{C}}$ (soit environ $302\ \mathrm{K}$).

Question Q.16.

Sujet p. 6

Indiquer une des raisons expliquant pourquoi ce modèle n'est pas pertinent.

Le modèle suppose un flux thermique moyen constant pendant toute l'immersion. En réalité, les échanges thermiques varient notamment avec l'écart entre la température du corps et celle de l'eau, qui évolue au cours du refroidissement. La thermorégulation du corps est également négligée.

RÉPONSE À RETENIR

Une raison est que le modèle suppose un flux thermique constant, alors que l'intensité des échanges varie notamment avec l'écart de température entre le pilote et l'eau.

Exercice 2

5 points

Optimisation de la synthèse de l'éthanoate de benzyle

A. Formation de l'ester

Question Q.1.

Sujet p. 7

> Donner la formule brute de l'alcool benzylique.

L'alcool benzylique a pour structure semi-développée $C_6H_5 - CH_2 - OH$. Le groupe phényle apporte C_6H_5, et le groupe CH_2OH apporte un carbone, deux hydrogènes et un oxygène.

RÉPONSE À RETENIR

La formule brute de l'alcool benzylique est C_7H_8O.

Question Q.2.

Sujet p. 7

> Recopier les trois formules topologiques ci-dessus, entourer les groupes caractéristiques en précisant pour chacun d'eux la famille fonctionnelle correspondante.

Voici les trois formules sous forme semi-développée ; les groupes caractéristiques à entourer sur les formules sont indiqués en gras.

1. Acide éthanoïque : $CH_3-C(=O)-OH$. Le groupe caractéristique est le carboxyle $-COOH$: famille des acides carboxyliques.
2. Alcool benzylique : $C_6H_5 - CH_2-OH$. Le groupe caractéristique est le hydroxyle $-OH$, lié à un carbone saturé : famille des alcools.
3. Éthanoate de benzyle : $C_6H_5 - CH_2-O - C(=O)-CH_3$. Le groupe caractéristique est $-COO-$: famille des esters.

RÉPONSE À RETENIR

Les groupes à entourer sont respectivement le groupe carboxyle (acide carboxylique), le groupe hydroxyle (alcool) et le groupe $-COO-$ (ester).

Question Q.3.

Sujet p. 7

> Préciser laquelle des deux molécules A et B représentées est un isomère de l'alcool benzylique. Justifier.

Deux molécules sont isomères si elles ont la même formule brute et des structures différentes. L'alcool benzylique a pour formule C_7H_8O. Sur la figure, la molécule B est le méthoxybenzène : son cycle porte un groupe $-O-CH_3$, ce qui donne aussi C_7H_8O. La molécule A est une cyclohexénone portant deux groupes méthyle ; sa formule est $C_8H_{12}O$, différente de celle de l'alcool benzylique.

RÉPONSE À RETENIR

La molécule B est un isomère de l'alcool benzylique : les deux molécules ont la formule brute C_7H_8O, mais des structures différentes.

Question Q.4.

Sujet p. 7

> La synthèse de l'éthanoate de benzyle est une transformation lente. Citer deux conditions expérimentales qui peuvent la rendre plus rapide.

Une hausse de la température augmente généralement la vitesse de transformation. Un catalyseur adapté fournit également un mécanisme réactionnel plus rapide sans être consommé. Pour cette synthèse, on peut chauffer le mélange à reflux et ajouter un catalyseur acide.

RÉPONSE À RETENIR

Deux conditions possibles sont donc le chauffage du mélange et l'ajout d'un catalyseur acide.

B. Optimisation du rendement de la synthèse

Question Q.5.

Sujet p. 8

> Déterminer les quantités de matière initiales ni1 d'acide éthanoïque et ni2 d'alcool benzylique introduites dans le ballon. Les volumes introduits sont V1 = 2,7 mL et V2 = 4,9 mL ; utiliser les masses molaires et masses volumiques fournies.

On calcule la masse introduite par $m = \rho V$, puis la quantité de matière par $n = m/M$. Les volumes en mL sont compatibles avec les masses volumiques en $\mathrm{g\,mL^{-1}}$.

Acide éthanoïque : $m_1 = 1{,}05 \times 2{,}7 = 2{,}835\ \mathrm{g}$, donc $n_{i1} = 2{,}835/60{,}0 = 0{,}04725\ \mathrm{mol}$.

Alcool benzylique : $m_2 = 1{,}04 \times 4{,}9 = 5{,}096\ \mathrm{g}$, donc $n_{i2} = 5{,}096/108{,}0 = 0{,}04719\ \mathrm{mol}$.

RÉPONSE À RETENIR

Avec les chiffres significatifs des mesures, $n_{i1} \approx 4{,}7 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol}$ d'acide éthanoïque et $n_{i2} \approx 4{,}7 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol}$ d'alcool benzylique.

Question Q.6.

Sujet p. 7, 8

> Établir la relation entre la quantité de matière d'acide éthanoïque consommée nacide cons. et la quantité de matière d'ester formé nester, à partir de l'équation de la réaction modélisant la synthèse.

L'équation de la synthèse représentée dans le sujet est :
$\mathrm{CH_3COOH + C_6H_5CH_2OH \rightleftharpoons CH_3COOCH_2C_6H_5 + H_2O}$. Les coefficients stœchiométriques de l'acide éthanoïque et de l'éthanoate de benzyle sont tous deux égaux à 1 : chaque mole d'acide consommée correspond à une mole d'ester formée.

RÉPONSE À RETENIR

La relation est $n_{\text{acide cons.}} = n_{\text{ester formé}}$.

Question Q.7.

Sujet p. 8, 9

> Déterminer la quantité de matière d'acide éthanoïque restant dans le mélange réactionnel nacide rest. Le changement de couleur est observé pour un volume d'hydroxyde de sodium versé VE = 8,5 mL ; sa concentration est CB = 2,0 mol·L⁻¹.

À l'équivalence, l'équation de titrage $\mathrm{CH_3COOH + HO^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O}$ montre une proportion stœchiométrique de 1:1. La quantité d'acide restant dans le mélange est donc égale à la quantité d'ions hydroxyde versée à l'équivalence. On convertit $V_E = 8{,}5\ \mathrm{mL} = 8{,}5 \times 10^{-3}\ \mathrm{L}$.

$n_{\text{acide rest.}} = C_B V_E = 2{,}0 \times 8{,}5 \times 10^{-3} = 1{,}70 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol}$.

RÉPONSE À RETENIR

La quantité d'acide éthanoïque restant est $n_{\text{acide rest.}} = 1{,}7 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol}$.

Question Q.8.

Sujet p. 8, 9

> Définir et calculer le rendement r de la synthèse. Conclure.

Le rendement est le rapport entre la quantité d'ester réellement obtenue et la quantité maximale théorique que les quantités initiales de réactifs permettent de former : $r = n_{\text{ester formé}} / n_{\text{ester,max}}$.

L'acide consommé vaut $n_{\text{acide cons.}} = n_{i1} - n_{\text{acide rest.}} = 0{,}04725 - 0{,}0170 = 0{,}03025\ \mathrm{mol}$. Par la stœchiométrie 1:1, $n_{\text{ester formé}} = 0{,}03025\ \mathrm{mol}$.

Les deux réactifs réagissent dans les proportions 1:1. L'alcool benzylique, légèrement moins abondant ($0{,}04719\ \mathrm{mol}$ contre $0{,}04725\ \mathrm{mol}$ d'acide), est le réactif limitant ; ainsi $n_{\text{ester,max}} = 0{,}04719\ \mathrm{mol}$. Donc $r = 0{,}03025 / 0{,}04719 \approx 0{,}641$.

RÉPONSE À RETENIR

Le rendement du protocole 1 est $r \approx 0{,}64$, soit environ $64\ \%$. La synthèse n'est pas totale : seule une partie de la quantité maximale théorique d'ester a été formée.

Question Q.9.

Sujet p. 9

> Dans les mêmes conditions expérimentales, le protocole 2 modifie le volume d'acide éthanoïque introduit : il passe de 2,7 mL dans le protocole 1 à 4 mL dans le protocole 2, tandis que le volume d'alcool benzylique reste égal à 4,9 mL. Le rendement du protocole 2 est 0,71. Justifier l'évolution du rendement de la réaction de synthèse.

Le tableau indique que le rendement passe de celui du protocole 1 à $0{,}71$ pour le protocole 2. Dans ce dernier, la quantité d'acide éthanoïque introduite augmente, tandis que la quantité d'alcool benzylique reste identique. L'alcool benzylique demeure le réactif limitant. Comme la synthèse est une réaction d'équilibre, mettre davantage d'acide en présence favorise le sens qui le consomme et forme l'ester.

RÉPONSE À RETENIR

Le rendement augmente : il est d'environ $0{,}64$ pour le protocole 1 et vaut $0{,}71$ pour le protocole 2. L'excès d'acide éthanoïque favorise la formation de l'éthanoate de benzyle à l'équilibre.

Exercice 3

4 points

Fabrication de la bière

A. Hydrolyse de l'amidon

Question Q.1.

Sujet p. 10

> À l'aide de la formule de l'amidon représentée, identifier le motif de ce polymère.

Le motif est l'unité structurale qui se répète dans la chaîne du polymère. Sur la formule représentée, on repère des unités de glucose reliées entre elles par des atomes d'oxygène. Lors de cette liaison, chaque unité perd les éléments d'une molécule d'eau : la formule d'un motif est donc celle du glucose moins $\mathrm{H_2O}$.

On obtient ainsi $\mathrm{C_6H_{12}O_6 - H_2O = C_6H_{10}O_5}$.

RÉPONSE À RETENIR

Le motif de l'amidon est un résidu de glucose de formule $\mathrm{C_6H_{10}O_5}$, répété le long de la chaîne.

Question Q.2.

Sujet p. 11

> L'activité des enzymes est optimale lorsque $1{,}3 \times 10^{-6} \leq [H_3O^+] \leq 3{,}2 \times 10^{-6}$ mol·L^{-1}. Lors d'un contrôle, on mesure un pH = 5,6. Vérifier que l'activité des enzymes est optimale.

Par définition du pH, $\mathrm{pH} = -\log_{10}([\mathrm{H_3O^+}])$, avec la concentration exprimée en $\mathrm{mol \cdot L^{-1}}$. Ainsi, pour $\mathrm{pH} = 5{,}6$:

$[\mathrm{H_3O^+}] = 10^{-5{,}6} = 2{,}51 \times 10^{-6}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$.

On compare cette valeur à l'intervalle d'activité optimale indiqué :

$1{,}3 \times 10^{-6} \leq 2{,}51 \times 10^{-6} \leq 3{,}2 \times 10^{-6}$.

RÉPONSE À RETENIR

La concentration en ions oxonium mesurée appartient à l'intervalle d'activité optimale. L'activité des enzymes est donc optimale.

B. Fermentation alcoolique

Question Q.3.

Sujet p. 11

> Déterminer le volume maximal de dioxyde de carbone gazeux dégagé à la pression atmosphérique au cours de la fermentation d'un volume V = 1,0 L de moût, dont la concentration en masse de glucose est de 92,7 g·L^{-1}. On suppose que la température est de 20 °C, que la transformation est totale et que le gaz produit se comporte comme un gaz parfait. Exposer clairement la démarche et détailler les calculs.

La masse molaire du glucose est :

$M(\mathrm{C_6H_{12}O_6}) = 6 \times 12{,}0 + 12 \times 1{,}0 + 6 \times 16{,}0 = 180\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$.

Pour $V = 1{,}0\ \mathrm{L}$ de moût, la masse de glucose vaut $m = c_m V = 92{,}7 \times 1{,}0 = 92{,}7\ \mathrm{g}$. La quantité de glucose est donc :

$n_{\text{glucose}} = \dfrac{m}{M} = \dfrac{92{,}7}{180} = 0{,}515 \text{ mol}.$

L'équation de fermentation est $\mathrm{C_6H_{12}O_6(aq)} \rightarrow 2\ \mathrm{C_2H_5OH(aq)} + 2\ \mathrm{CO_2(g)}$. D'après ses coefficients stœchiométriques, une mole de glucose produit deux moles de dioxyde de carbone. Pour une transformation totale :

$n_{\mathrm{CO_2,max}} = 2n_{\text{glucose}} = 2 \times 0{,}515 = 1{,}03 \text{ mol}.$

La température absolue est $T = 20 + 273 = 293 \text{ K}$. Avec la loi des gaz parfaits $pV = nRT$, le volume maximal vaut :

$V_{\mathrm{CO_2,max}} = \dfrac{nRT}{p} = \dfrac{1{,}03 \times 8{,}314 \times 293}{1{,}013 \times 10^5} = 2{,}48 \times 10^{-2} \text{ m}^3.$

Comme $1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ L}$, cela correspond à $24{,}8 \text{ L}$, soit environ 25 L avec les chiffres significatifs des données.

RÉPONSE À RETENIR

Le volume maximal théorique de dioxyde de carbone dégagé est $2{,}48 \times 10^{-2} \text{ m}^3$, soit environ 25 L, à $20\ ^\circ\text{C}$ et à la pression atmosphérique.

Question Q.4.

Sujet p. 11

En réalité, le volume de gaz dégagé est de 22 L. Proposer une hypothèse permettant d'expliquer cette différence.

Le calcul donne un volume maximal en supposant que tout le glucose fermente et que tout le dioxyde de carbone produit est récupéré sous forme gazeuse. Or une partie du $\mathrm{CO_2}$ peut rester dissoute dans le moût : le volume de gaz effectivement dégagé est alors inférieur au volume maximal calculé.

RÉPONSE À RETENIR

Une hypothèse possible est qu'une partie du dioxyde de carbone produit reste dissoute dans le moût. Cela peut expliquer que le volume gazeux réellement dégagé, 22 L, soit inférieur au maximum théorique d'environ 25 L.

C. Saveur de la bière

Question Q.5.

Sujet p. 12

Vérifier que le spectre infrarouge obtenu peut correspondre au butanoate d'éthyle, à l'aide du spectre, de sa formule semi-développée et de la table spectroscopique.

La formule semi-développée du butanoate d'éthyle est $\mathrm{CH_3 - CH_2 - CH_2 - C(=O) - O - CH_2 - CH_3}$. Elle comporte des liaisons C–H, une liaison C=O et des liaisons C–O, mais pas de liaison O–H.

Sur le spectre, on observe une absorption dans la zone des liaisons C–H, vers 2800–3100 cm^{-1}. Une bande forte proche de 1700–1740 cm^{-1} est compatible avec la liaison C=O d'un ester. Des absorptions dans la zone 1040–1300 cm^{-1} sont compatibles avec les liaisons C–O. Enfin, le spectre ne présente pas de large bande caractéristique d'une liaison O–H.

RÉPONSE À RETENIR

Les bandes observées sont compatibles avec les liaisons C–H, C=O et C–O de la formule du butanoate d'éthyle, et l'absence de bande O–H est cohérente avec cette formule. Le spectre peut donc correspondre au butanoate d'éthyle.

Question Q.6.

> Expliquer si ce spectre infrarouge suffit ou non pour affirmer que le composé isolé est le butanoate d’éthyle.

Le spectre révèle des absorptions compatibles avec certaines liaisons caractéristiques d’un ester, mais ces absorptions ne sont pas propres au butanoate d’éthyle. D’autres espèces chimiques, notamment d’autres esters, peuvent présenter des bandes infrarouges similaires. Le spectre permet donc de vérifier une compatibilité, mais pas d’établir à lui seul l’identité précise du composé.

RÉPONSE À RETENIR

Non. Le spectre infrarouge ne suffit pas à affirmer que le composé isolé est le butanoate d’éthyle : il est compatible avec cette molécule, mais d’autres composés peuvent présenter des absorptions similaires.

Sujet : https://www.sujetdebac.fr/annales-pdf/2023/spe-physique-chimie-2023-amerique-nord-2-sujet-officiel.pdf
© FormaV EI • Proposition de correction, distincte d'un corrigé officiel.

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.