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 BTS Bioqualité, veuillez visiter :
btsbioqualite.fr/annales-sujets-et-corriges

BTS BIOQUALITÉ • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Physique-chimie

Session 2007 • Code sujet : **QAPHY** • Durée : **Non indiquée dans les pages fournies**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. La fabrication du yaourt (9 questions) **Page 3**

2. Principe et utilisation d'un spectrophotomètre d'absorption moléculaire (5 questions) **Page 7**

3. Étude de la circulation du lait dans des conduites (5 questions) **Page 12**

4. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 14**

Sujet officiel (PDF) : https://btsbioqualite.fr/assets/annales/bts-bioqualite/E2.2 - Physique-chimie/2007/BTS Bioqualité - E2.2 - Physique-chimie - Session 2007 - 1-Sujet.pdf

1. La fabrication du yaourt

La fermentation du lactose produit de l'acide lactique, dont les propriétés stéréochimiques sont étudiées. Un dosage acido-basique permet ensuite d'en déterminer la concentration dans le lait fermenté et de comparer sa teneur au seuil réglementaire.

Question 1. Définir le terme « chirale », puis indiquer si l'acide lactique est une molécule chirale et justifier la réponse.

Une molécule est chirale lorsqu'elle n'est pas superposable à son image dans un miroir. Dans l'acide lactique, le carbone portant le groupe –OH est lié à quatre substituants différents : –OH, –H, $–CH_3$ et –COOH. Ce carbone est un centre stéréogène. La molécule et son image miroir ne peuvent donc pas être superposées : l'acide lactique est chiral.

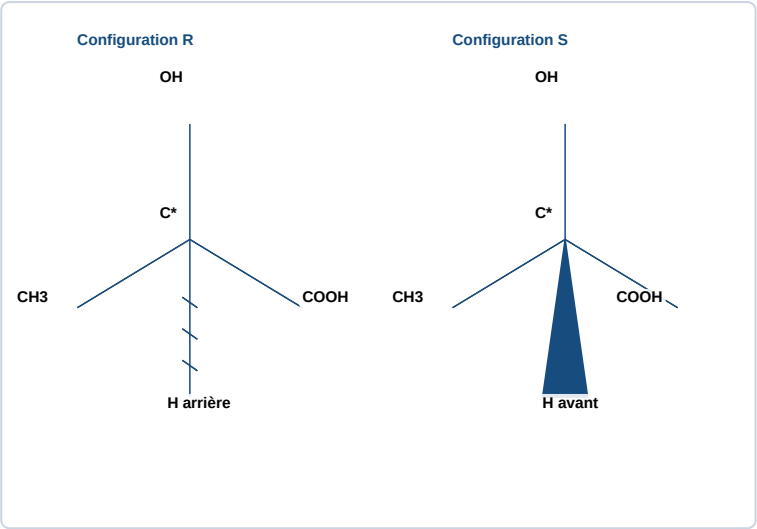
> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'acide lactique est chiral : son carbone portant –OH est lié à quatre substituants différents et son image miroir n'est pas superposable.

Question 2. Classer les substituants selon la règle C.I.P. et représenter en perspective les deux stéréoisomères de configuration de l'acide lactique.

Priorité C.I.P.	Substituant	Comparaison des atomes
1	–OH	O, numéro atomique supérieur à celui de C
2	–COOH	C lié à O, O, O
3	$–CH_3$	C lié à H, H, H
4	–H	Plus faible numéro atomique

Les deux structures du dessin sont des images l'une de l'autre dans un miroir. Les liaisons pleines représentent des substituants dans le plan de la feuille, le coin hachuré une liaison dirigée vers l'arrière et le coin plein une liaison dirigée vers l'observateur. Inverser l'orientation d'un substituant au centre stéréogène donne l'autre configuration. Ces deux représentations correspondent aux deux stéréoisomères de configuration possibles de l'acide lactique.

Deux stéréoisomères de l’acide lactique



✓ RÉPONSE À RETENIR

Ordre C.I.P. : –OH (1) > –COOH (2) > –CH_3 (3) > –H (4). Les deux formes sont des images miroir non superposables.

Question 3. Préciser la configuration absolue, R ou S, de chacun des deux stéréoisomères.

On attribue les priorités C.I.P. aux quatre groupes : –OH est prioritaire, puis –COOH, puis –CH_3, tandis que –H est dernier. Pour lire la configuration, le groupe de priorité 4 doit être dirigé vers l’arrière. En suivant alors les groupes 1, 2 et 3, un sens horaire donne R et un sens antihoraire donne S. Sur le dessin précédent, la première structure a son groupe –H à l’arrière ; la seconde est son image miroir et possède la configuration opposée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La structure avec –H dirigé vers l’arrière est R ; sa forme miroir est S.

Question 4. Indiquer si les deux stéréoisomères agissent sur la lumière polarisée rectiligne. Si oui, expliquer en quoi leurs comportements diffèrent et comment on les appelle.

Oui. Un énantiomère pur est optiquement actif : il fait tourner le plan de la lumière polarisée rectiligne. Les deux formes sont des images miroir non superposables, ce qui explique leurs comportements opposés.

- Les angles de rotation ont la même valeur absolue.
- Les rotations se font en sens opposés : l’une est dextrogyre, l’autre lévogyre.

On appelle ces deux stéréoisomères des énantiomères. La configuration R ou S ne permet pas de déduire le sens de rotation optique.

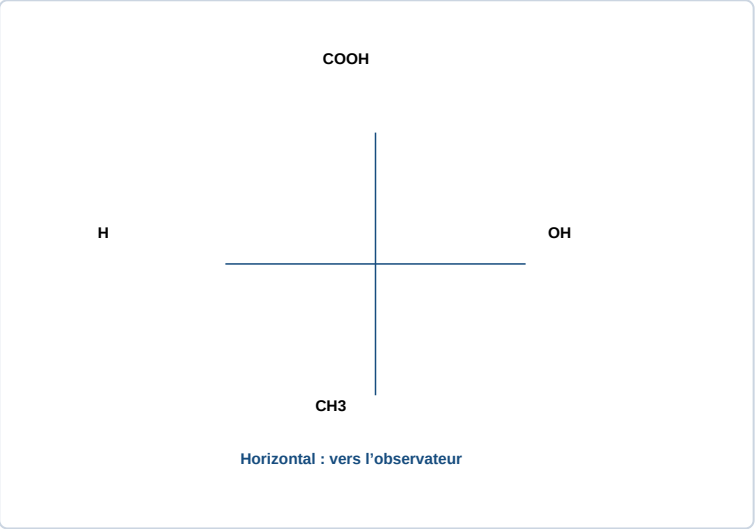
✓ RÉPONSE À RETENIR

Les deux formes sont des énantiomères optiquement actifs : elles font tourner le plan polarisé en sens opposés et d'angles égaux en valeur absolue.

Question 5. Réaliser la projection de Fisher de l'acide R-lactique, puis indiquer s'il est D ou L et justifier.

Dans une projection de Fischer, la chaîne carbonée principale est verticale : ses liaisons sont dirigées vers l'arrière, tandis que les liaisons horizontales viennent vers l'observateur. Pour l'acide lactique, on place –COOH en haut et $–CH_3$ en bas. La configuration R est obtenue avec –H à gauche et –OH à droite. Pour l'acide lactique, cette disposition correspond à la série D. La notation D/L indique une relation de configuration, pas le sens de rotation de la lumière polarisée.

Projection de Fischer de l'acide R-lactique



✓ RÉPONSE À RETENIR

Fischer : –COOH en haut, $–CH_3$ en bas, –H à gauche et –OH à droite. L'acide R-lactique est de série D.

6

Question 6 a). Pour le dosage de 10,0 mL de lait fermenté par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration 0,100 mol·L⁻¹, écrire l'équation de la réaction de titrage.

L'acide lactique, $CH_3–CHOH–COOH$, est un acide monoprotique : sa fonction carboxylique libère un proton.

Pendant le titrage, l'ion hydroxyde OH^- capte ce proton. Les produits sont l'ion lactate, base conjuguée de l'acide lactique, et l'eau. L'équation est équilibrée avec un coefficient égal à 1 pour chaque espèce. À l'équivalence, les quantités d'acide lactique et d'ions hydroxyde sont donc égales.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$CH_3–CHOH–COOH + OH^- \rightarrow CH_3–CHOH–COO^- + H_2O$

Question 6 b). Parmi les indicateurs colorés du tableau, choisir celui qui est le plus approprié pour le titrage.

L'acide lactique est un acide faible titré par une base forte. À l'équivalence, le milieu est basique en raison de la présence d'ions lactate. L'indicateur adapté doit donc virer dans la zone de pH basique, proche du saut de pH à l'équivalence.

- Bleu de thymol : virage entre pH 1,2 et 2,8.
- Hélianthine : virage entre pH 3,1 et 4,4.
- Phénolphtaléine : virage entre pH 8 et 9,9.

Seule la zone de virage de la phénolphtaléine correspond au caractère basique du milieu à l'équivalence.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La phénolphtaléine est l'indicateur le plus approprié.

Question 6 c). Sachant que le virage est obtenu après ajout de 9,5 mL de solution d'hydroxyde de sodium, déterminer la concentration molaire en acide lactique du yaourt, puis sa concentration massique.

La réaction acide-base est de proportion 1:1. À l'équivalence, la quantité d'acide dans 10,0 mL de lait fermenté est donc celle de la soude versée : **$n = C \times V = 0{,}100 \times 9{,}5 \times 10^{-3} = 9{,}5 \times 10^{-4}$ mol**. Ainsi, **$C_{acide} = n/V = 9{,}5 \times 10^{-4} / 10{,}0 \times 10^{-3} = 0{,}095$ mol·L^{-1}**. La masse molaire de $C_3H_6O_3$ vaut 90 g·mol^{-1}, donc la concentration massique calculée est 8,55 g·L^{-1}, soit 8,6 g·L^{-1} à deux chiffres significatifs.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $C_{\text{acide lactique}}$ = 0,095 mol·L^{-1} ; concentration massique = 8,6 g·L^{-1}.

Question 7. Sachant qu'un degré Dornic correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre et que la teneur réglementaire minimale d'un lait fermenté est de 80 °D, conclure sur les résultats obtenus.

La concentration massique calculée avant arrondi vaut 8,55 g·L^{-1}. Comme 1 °D correspond à 0,1 g·L^{-1} d'acide lactique, la teneur obtenue est **8,55 / 0,1 = 85,5 °D**, soit environ 86 °D. Le seuil réglementaire indiqué est de 80 °D : la teneur mesurée le dépasse d'environ 5,5 °D. Le lait fermenté satisfait donc au critère minimal de teneur en acide lactique demandé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Teneur mesurée : environ 86 °D, au-dessus du minimum de 80 °D. Le lait fermenté est conforme au critère indiqué.

2. Principe et utilisation d’un spectrophotomètre d’absorption moléculaire

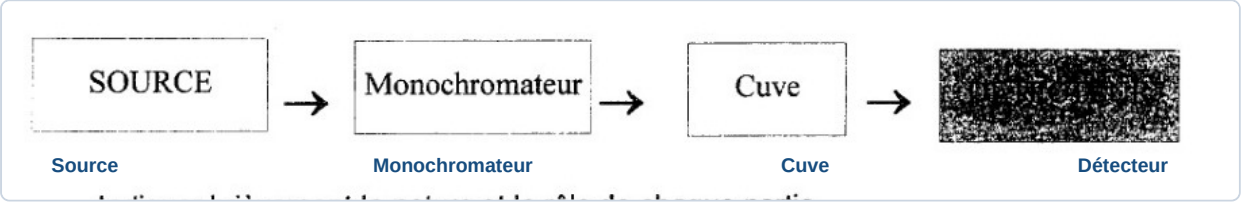
La formation du caillé dépend du rapport phosphore-calcium, ce qui motive le dosage du phosphore total dans le lait avant sa transformation en fromage. Le dosage utilise un complexe bleu mesuré par spectrophotométrie après minéralisation, avec une gamme étalon et des essais sur l’échantillon préparé.

Question 1. À partir du schéma du spectrophotomètre, indiquer brièvement la nature et le rôle de chaque partie représentée.

La lumière suit le trajet indiqué par le schéma. La source est une lampe qui émet un rayonnement ; le monochromateur est un sélecteur optique qui isole la longueur d’onde voulue ; la cuve transparente contient la solution à analyser ; le détecteur photosensible reçoit la lumière après son passage dans la cuve et la convertit en signal électrique. Ce signal permet ensuite de déterminer l’absorbance de l’échantillon.

Partie	Nature	Rôle
Source	Lampe	Émet la lumière.
Monochromateur	Sélecteur optique	Isolé la longueur d’onde choisie.
Cuve	Contenant transparent	Reçoit la solution à analyser.
Détecteur	Capteur photosensible	Mesure la lumière transmise et produit un signal électrique.

Éléments du spectrophotomètre



✓ RÉPONSE À RETENIR

Source : émission lumineuse ; monochromateur : sélection de la longueur d’onde ; cuve : contient la solution ; détecteur : mesure la lumière transmise.

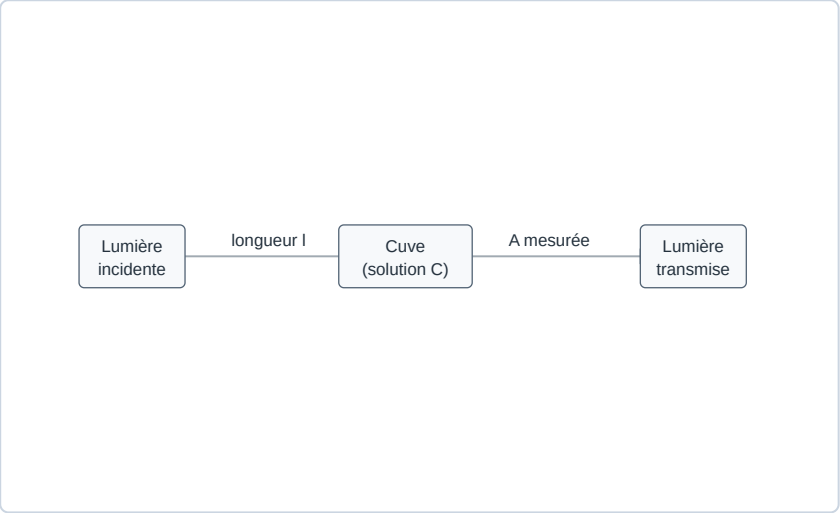
Question 2. Indiquer la loi de Beer-Lambert et préciser la signification ainsi que l’unité de chacun de ses termes.

Pour une solution homogène éclairée par une lumière monochromatique, la loi de Beer-Lambert relie l’absorbance à la concentration de l’espèce absorbante et à la longueur de solution traversée. Elle s’écrit $A = \varepsilon l C$. L’absorbance est sans unité et augmente proportionnellement à la concentration lorsque la longueur de cuve et la longueur d’onde restent fixes.

Terme	Signification	Unité usuelle
A	Absorbance	Sans unité
ε	Coefficient d'absorption molaire	$\mathrm{L\,mol^{-1}\,cm^{-1}}$
l	Longueur de cuve traversée	cm
C	Concentration molaire	$\mathrm{mol\,L^{-1}}$

Les unités de l et C doivent correspondre à celles choisies pour ε. On peut aussi exprimer l en mètres et utiliser un coefficient en $\mathrm{m^2\,mol^{-1}}$.

Principe de mesure de l'absorbance



La cuve absorbe une partie de la lumière incidente.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

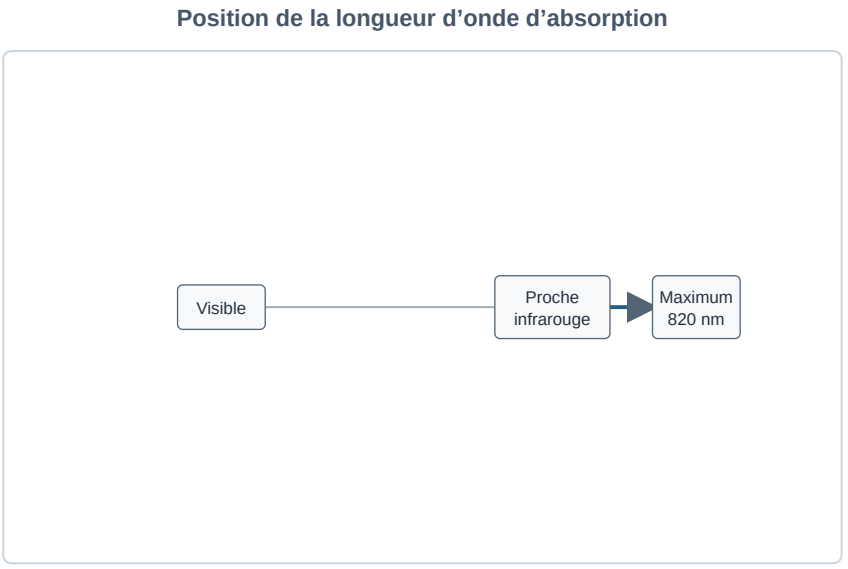
$A = \varepsilon l C$; A sans unité, ε en $\mathrm{L\,mol^{-1}\,cm^{-1}}$, l en cm et C en $\mathrm{mol\,L^{-1}}$.

3

Question 3 a). Pour le complexe phosphomolybdeux-molybdique dont l'absorption maximale est à 820 nm, indiquer le domaine d'ondes d'absorption et calculer la fréquence correspondante à l'aide de la célérité de la lumière fournie.

La longueur d'onde $820\,\mathrm{nm}$ appartient au proche infrarouge. La fréquence se calcule par $\nu = c/\lambda$. Il faut convertir la longueur d'onde en unités SI : $820\,\mathrm{nm} = 820 \times 10^{-9}\,\mathrm{m}$.

Avec $c = 3,0 \times 10^{8}\,\mathrm{m\,s^{-1}}$, on obtient $\nu = (3,0 \times 10^{8})/(820 \times 10^{-9}) = 3,66 \times 10^{14}\,\mathrm{Hz}$, soit environ $3,7 \times 10^{14}\,\mathrm{Hz}$.



Le maximum d’absorption mesuré à 820 nm appartient au proche infrarouge.

✓ RÉPONSE À RETENIR

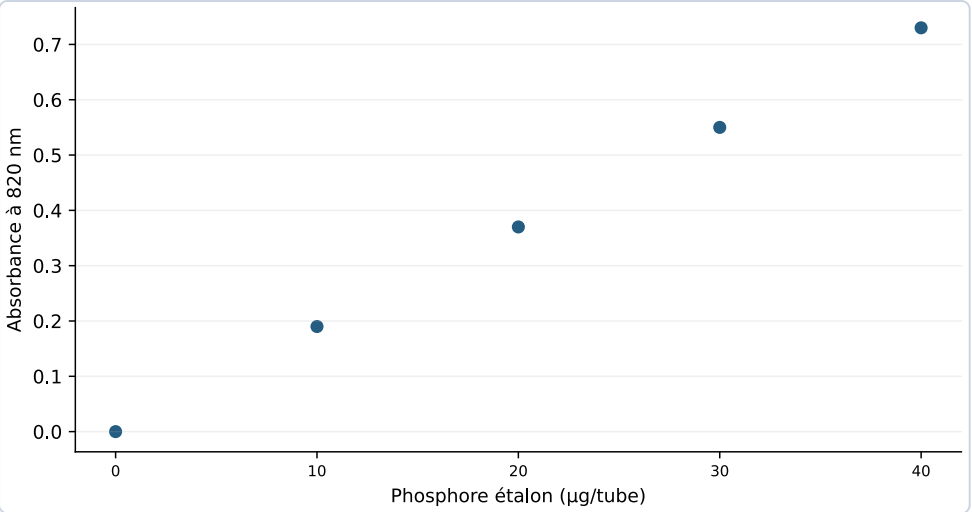
Proche infrarouge ; $\nu \approx 3,7 \times 10^{14}\,\text{Hz}$.

Question 3 b). À partir des absorbances de la gamme étalon et des deux essais, déterminer par une méthode rigoureuse la quantité de phosphore dans chaque essai. Tenir compte de la minéralisation de 10 mL de lait, de la remise en solution dans 100 mL, de la dilution au 1/10 et du prélèvement de 2 mL.

La régression linéaire des cinq étalons donne $A = 0,0182m + 0,004$, avec m en µg de phosphore par tube. Pour chaque essai, on inverse cette relation : $m = (A - 0,004)/0,0182$. Le tube contient 2 mL de solution diluée au dixième, soit l’équivalent de 0,2 mL de la solution initiale S1.

Essai	Absorbance	Phosphore dans le tube	Phosphore dans les 10 mL de lait
1	0,48	26,2 µg	13,08 mg
2	0,47	25,6 µg	12,80 mg

Le facteur de restitution est $100/0,2 = 500$: il permet de passer de la quantité mesurée dans le tube à la quantité totale issue des 10 mL de lait. Les valeurs du tableau sont arrondies à trois chiffres significatifs.



Quantités de phosphore des essais

Quantité de Phosphore en µg/tube	0	10	20	30	40	Essai 1	Essai 2
						26,2 µg	25,6 µg
Absorbance	0	0,19	0,37	0,55	0,73	0,48	0,47

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Dans les tubes : essai 1, 26,2 µg ; essai 2, 25,6 µg. Dans les 10 mL de lait : 13,08 mg et 12,80 mg.

Question 3 c). Calculer le pourcentage massique de phosphore, exprimé en masse de phosphore pour 100 g de lait, puis comparer le résultat à la valeur réglementaire voisine de 0,1 % et conclure.

La moyenne des deux mesures est $(26,1538 + 25,6044)/2 = 25,8791\ \mu g$ par tube. Le facteur de restitution 500 donne $12,9396\ mg$ de phosphore dans les 10 mL de lait, dont la masse est 10,33 g. Ainsi, le pourcentage massique vaut $(0,0129396/10,33) \times 100 = 0,125\ \%$.

Cette teneur est supérieure à 0,1 %, mais reste relativement proche de la valeur réglementaire indiquée comme valeur voisine. Le résultat est donc cohérent avec l'ordre de grandeur attendu.

Bilan du phosphore dans le lait

Grandeur	Résultat
Masse moyenne dans l'aliquot	25,879 µg
Masse dans 10 mL de lait	12,940 mg
Masse de 10 mL de lait	10,33 g
Pourcentage massique	0,125 %
Valeur réglementaire voisine	0,1 %

Comparaison de la teneur mesurée à la valeur réglementaire.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Phosphore total : $0,125\,\%$ en masse. Teneur relativement proche de la valeur réglementaire voisine de $0,1\,\%$.

3. Étude de la circulation du lait dans des conduites

Le sujet porte sur le transvasement de 2,9 m³ de lait depuis une cuve vers un tank à l'aide d'une pompe centrifuge et d'une canalisation en inox. Les données de durée, de diamètre, de longueur, de viscosité et de masse volumique servent à déterminer le débit, le régime d'écoulement et la perte de charge.

Question 1). Déterminer le débit volumique constant nécessaire pour transvaser 2,9 m³ de lait en 5,0 minutes.

Le débit volumique constant est le volume transféré divisé par la durée. On convertit d'abord le temps : $5,0\ \text{min} = 5,0 \times 60 = 300\ \text{s}$. Ainsi, $Q_v = V/t = 2,9/300 = 9,67 \times 10^{-3}\ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Avec deux chiffres significatifs, cela donne $9,7 \times 10^{-3}\ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, soit environ $9,7\ \text{L} \cdot \text{s}^{-1}$. Le diamètre de la cuve n'intervient pas dans ce calcul.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $Q_v = 9,7 \times 10^{-3}\ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, soit $9,7\ \text{L} \cdot \text{s}^{-1}$.

Question 2). Déterminer la vitesse de circulation du lait dans la canalisation de diamètre intérieur 50 mm.

Grandeur	Valeur
Débit Q_v	$9,67 \times 10^{-3}\ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Diamètre intérieur d	$50\ \text{mm} = 0,050\ \text{m}$
Section $S = \pi d^2/4$	$1,96 \times 10^{-3}\ \text{m}^2$

La vitesse moyenne dans la canalisation est $v = Q_v / S$. On obtient $v = 9,67 \times 10^{-3} / (\pi \times 0,050^2/4) = 4,92\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$. Le diamètre est converti en mètres avant le calcul.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $v = 4,92\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Question 3). Déterminer le type d'écoulement dans la canalisation à partir du nombre de Reynolds et des critères fournis.

Le nombre de Reynolds s'obtient avec $Re = \rho v d / \mu$. En utilisant $\rho = 1\,033\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$, $v = 4,92\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, $d = 0,050\ \text{m}$ et $\mu = 2,2 \times 10^{-3}\ \text{Pa} \cdot \text{s}$, on trouve environ $1,16 \times 10^5$.

- Pour $Re \leq 2\,000$, l'écoulement est laminaire.
- Pour $Re \geq 3\,000$, il est turbulent.

La valeur dépasse largement 3 000 : l'écoulement dans la canalisation est turbulent.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $Re \approx 1,16 \times 10^5$: écoulement turbulent.

Question 4). Calculer le coefficient de perte de charge λ en utilisant la relation correspondant au régime d'écoulement déterminé.

1. Le régime étant turbulent, on applique la relation fournie : $\lambda = 0,0054 + 0,395\,Re^{-0,3}$.
2. Avec $Re \approx 1,16 \times 10^5$, le calcul donne $\lambda \approx 0,0174$.

Le coefficient de perte de charge est sans unité. La relation $\lambda = 64/Re$ concerne l'écoulement laminaire et ne s'applique donc pas ici. Le résultat est arrondi à trois chiffres significatifs, compte tenu de la précision des données du sujet.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\lambda \approx 0,0174$ (sans unité).

Question 5). Calculer la perte de charge J dans la canalisation, en J/kg, à partir de la relation et des données fournies.

La relation donnée pour la canalisation est $J = \lambda \frac{v^2}{2} \frac{L}{d}$. On utilise $\lambda \approx 0,0174$, $v \approx 4,92\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$, $L = 20\ \mathrm{m}$ et $d = 0,050\ \mathrm{m}$, donc $L/d = 400$.

$$J = 0,0174 \times \frac{4,92^2}{2} \times 400 \approx 84\ \mathrm{J \cdot kg^{-1}}$$

La perte de charge calculée pour les 20 m de canalisation est donc d'environ $84\ \mathrm{J \cdot kg^{-1}}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $J \approx 84\ \mathrm{J \cdot kg^{-1}}$.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2007)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve de physique-chimie, repérée QAPHY, porte sur la fabrication du yaourt et la qualité du lait destiné à la fromagerie. Les pages fournies présentent trois parties notées sur 8, 7 et 5 points : stéréochimie et dosage de l'acide lactique, spectrophotométrie du phosphore, puis circulation du lait en conduite. La session, la durée et le coefficient ne sont pas indiqués.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Une molécule est chirale si elle n'est pas superposable à son image dans un miroir.
- À l'équivalence d'un titrage, les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation.
- La loi de Beer-Lambert relie l'absorbance à la concentration et à la longueur de cuve : $A = \varepsilon \cdot l \cdot C$.
- Le nombre de Reynolds $Re = \rho v d/\mu$ caractérise le régime d'écoulement avant le choix de la relation de perte de charge.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer la configuration absolue R/S de la notation D/L et du sens de rotation optique.
- Choisir un indicateur dont la zone de virage convient au saut de pH à l'équivalence.
- Exploiter la gamme étalon et prendre en compte les volumes et facteurs de dilution de l'échantillon.
- Convertir les minutes en secondes et le diamètre en mètres avant les calculs de débit, de vitesse et de Reynolds.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer la concentration d'acide lactique à partir du volume de soude versé ?

Écrivez d'abord l'équation de neutralisation et repérez les coefficients stœchiométriques. À l'équivalence, reliez les quantités de matière selon ces proportions, puis divisez la quantité d'acide trouvée par le volume initial de lait exprimé en litres.

Q : Comment utiliser la gamme étalon pour exploiter les essais de phosphore ?

Associez chaque quantité connue de phosphore à son absorbance et établissez la droite d'étalonnage. Reportez-y l'absorbance de chaque essai, puis tenez compte des dilutions et des volumes de préparation pour remonter à la teneur du lait.

Q : Dans quel ordre réaliser les calculs de circulation du lait ?

Convertissez le temps en secondes et calculez le débit volumique. Déduisez la vitesse avec la section de la conduite, calculez le nombre de Reynolds pour identifier le régime, puis utilisez la formule correspondante pour λ et la relation de perte de charge.

Q : Quels éléments de présentation et de notation faut-il surveiller ?

Les parties valent respectivement 8, 7 et 5 points. Présentez les relations utilisées, les substitutions numériques, les unités et les conclusions demandées. Vérifiez également les dilutions du dosage spectrophotométrique et la cohérence des unités en mécanique des fluides.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsbioqualite.fr/assets/annales/bts-bioqualite/E2.2 - Physique-chimie/2007/BTS Bioqualité - E2.2 - Physique-chimie - Session 2007 - 1-Sujet.pdf

Ressources BTS Bioqualité : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

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.