

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
E8 SCIENCES DE LA MATIÈRE

Série : STAV

Durée : 2 heures

Matériel(s) et document(s) autorisé(s) : **Calculatrice**

Le sujet comporte **4** pages

PHYSIQUE-CHIMIE **20 points**

SUJET

Les yaourts sont des produits de consommation courante. Ils sont fabriqués à l'échelle industrielle et distribués par la filière agroalimentaire. On peut également fabriquer des yaourts à la maison. M. Dubois vient d'acheter une yaourtière afin de confectionner ses propres yaourts. Il s'agit d'un appareil dont les caractéristiques sont données dans le **document 1**.

PARTIE A (8 points)

1. Lors de la fabrication des yaourts, le lactose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) du lait est transformé en acide lactique.
 - 1.1 Donner le nom de cette transformation chimique.
 - 1.2 En s'appuyant sur les connaissances acquises et sur les informations données dans le **document 2**, justifier qu'il est impossible d'obtenir du yaourt si la température devient supérieure à 43 °C.

2. M. Dubois lance la fabrication de sept yaourts, comme indiqué dans le procédé de fabrication donné dans le **document 2**. Après la mise sous tension de l'appareil, la température du lait est tout d'abord amenée de sa valeur initiale ambiante à la valeur finale de fabrication. En s'appuyant sur les connaissances acquises et sur les informations données dans les **documents 1, 2 et 3** :
 - 2.1 Montrer que la masse de lait utilisé a pour valeur : $m = 1,15$ kg.
 - 2.2 Montrer que l'énergie thermique transférée au lait au cours de cette phase a pour valeur :
 $Q = 111 \times 10^3$ J.
 - 2.3 Calculer la durée Δt de cette phase d'échauffement du lait. On donnera le résultat en heure.

3. Lorsque la température du lait atteint la 43 °C, il s'agit de la maintenir à cette valeur encore quelques heures. On considèrera que les pertes thermiques ne s'opèrent que par le couvercle plastique, que la température de l'air sous le couvercle est identique à celle du lait et celle de l'air de la pièce où se trouve la yaourtière : 20°C. En s'appuyant sur les connaissances acquises et sur les informations données dans le **document 3** :

3.1 Evaluer la puissance thermique P_p perdue à travers le couvercle.

3.2 Expliquer pourquoi la puissance de la yaourtière achetée par M. Dubois est adaptée au maintien d'une température adaptée à la fabrication des yaourts. On pourra pour cela comparer la puissance thermique transférée par la yaourtière aux yaourts et la puissance P_p traversant la paroi du couvercle,

PARTIE B (12 points)

L'acide lactique est la molécule fabriquée lors de la production de yaourts. Certaines propriétés et informations la concernant sont consignées au **document 4**.

1. La molécule d'acide lactique.

1.1 Ecrire la formule semi-développée du groupe fonctionnel qui donne le caractère acide à cette molécule.

1.2 Nommer ce groupe.

1.3 En s'appuyant sur les connaissances acquises et sur les informations données dans le **document 4**, montrer que l'acide lactique est un acide faible.

On pourra pour cela écrire l'équation chimique de dissociation d'un acide noté HA dans l'eau et l'utiliser pour argumenter la réponse.

1.4 Le pH d'un yaourt liquide est de l'ordre de 4,5. Après consommation, le yaourt se retrouve dans l'estomac où le pH est égal à 1. Indiquer, en le justifiant, la forme prédominante de l'acide lactique dans l'estomac.

2. Le but de cette question est de vérifier si un yaourt liquide est dans un état de conservation satisfaisant. Un yaourt liquide frais doit avoir, selon la norme en vigueur, une acidité inférieure à 90 °D (degrés Dornic). On effectue le dosage de l'acide lactique contenu dans un yaourt liquide afin de vérifier son état de conservation. Les données utiles à l'étude sont consignées dans le **document 5**.

2.1 Choisir, en justifiant, dans la liste donnée dans le document, la verrerie adaptée pour effectuer la prise d'essai.

2.2 Indiquer, en justifiant, l'observation du changement de couleur qui permet de repérer l'équivalence.

2.3 C_1 est la concentration en acide que l'on cherche à déterminer. En s'appuyant sur l'équation support du dosage et les données du **document 5**, justifier la relation :

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_{2eq}$$

2.4 En exploitant les données et résultats du dosage effectué,

2.4.1 Montrer que la concentration massique en acide lactique de ce lait à pour valeur $C_m = 8,4 \text{ g.L}^{-1}$. On pourra, pour cela : calculer tout d'abord, la valeur de sa concentration molaire C_1 .

2.4.2 Préciser si le yaourt analysé est frais selon la norme en vigueur.

DOCUMENT 1 : Yaourtière électrique



Prix de vente : 39,90 €

Nombre / capacité de chaque pot :
7 pots / 0,160 L

Puissance : $P = 20 \text{ W}$.

On admettra que la puissance de la yaourtière correspond à l'énergie thermique transférée tout d'abord au lait et ensuite aux yaourts.

DOCUMENT 2 : Le procédé de fabrication

Placer le lait dans les pots après l'avoir préalablementensemencé avec des ferments lactiques (à l'aide d'un yaourt déjà préparé ou acheté par exemple).

Placer les pots dans l'appareil, refermer le couvercle et brancher l'appareil sur le secteur.

Laisser l'appareil fonctionner 10 h, les yaourts seront alors faits, laisser refroidir.

La température est contrôlée par le système thermostatique de la yaourtière. Le lait est tout d'abord amené d'une température ambiante $t_i = 20^\circ\text{C}$ à la température $t_f = 43^\circ\text{C}$, puis maintenu à cette température durant la fabrication des yaourts. La température doit être maintenue à cette valeur, et ne pas s'élever au-delà, au risque de détruire tous les ferments nécessaire à la transformation du lactose.

DOCUMENT 3 : Données

Masse volumique du lait : $\rho = 1,03 \text{ kg.L}^{-1}$

Capacité thermique massique du lait :
 $c = 4,18 \times 10^3 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$

1 h correspond à 3 600 s

1 W.h correspond à 3 600 J

Quantité de chaleur Q échangée par un corps de masse m , de capacité thermique c , subissant une variation de température $t_f - t_i$:
 $Q = m \times c \times (t_f - t_i)$

Puissance P d'un transfert d'énergie E de durée Δt : $P = \frac{E}{\Delta t}$.

Les unités sont celles du système international.

Résistance thermique du matériau du couvercle de la yaourtière : $R = 1,1 \text{ K.W}^{-1}$

Expression de la puissance thermique traversant une

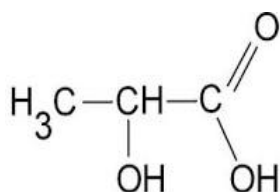
paroi : $P_p = \frac{T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}}{R}$ où T_{ext} et T_{int} sont

respectivement les températures des milieux extérieur et intérieur à la paroi et R sa résistance thermique.

Les unités sont celles du système international.

DOCUMENT 4 : L'acide lactique

L'acide lactique est un acide organique de formule semi-développée :

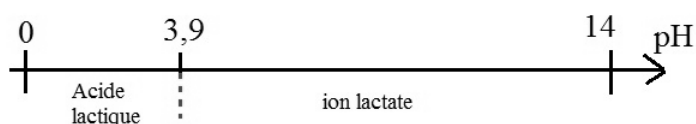


Propriétés acido-basiques de l'acide lactique :

Sa base conjuguée est l'ion lactate.

Le pH d'une solution d'acide lactique de concentration molaire : $c = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ a pour valeur : 3,4.

Diagramme de prédominance :



(le pKa du couple acide lactique/ion lactate a pour valeur : 3,9)

DOCUMENT 5 : Dosage de l'acide lactique contenu dans un yaourt

Equation support du dosage : $\text{HA}_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)} \rightarrow \text{A}^-_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ où HA correspond à l'acide lactique et A⁻ à l'ion lactate.

Masse molaire de l'acide lactique : 90 g.mol^{-1}

Protocole succinct :

On effectue une prise d'essai d'un yaourt liquide de volume $V_1 = 10,00 \text{ mL}$ et on la place dans un erlenmeyer. On assure une agitation de ce milieu.

On place dans ce milieu quelques gouttes de phénolphtaléine.

À l'aide d'une burette graduée, on verse dans cet erlenmeyer une solution dosante d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$) de concentration en ions hydroxyde (HO^-) : $C_2 = 0,11 \text{ mol.L}^{-1}$.

L'équivalence est obtenue après avoir versé un volume $V_{2eq} = 8,5 \text{ mL}$ de la solution dosante.

Verrerie utilisable pour la prise d'essai : On dispose pour cela :

Une burette graduée de $10,00 \text{ mL}$, un bécher de 50 mL gradué de 10 en 10 mL, une pipette jaugée de $10,00 \text{ mL}$, une fiole jaugée de $10,00 \text{ mL}$.

Couleur de la phénolphtaléine :

En milieu dont le	pH est supérieur à 10	pH est inférieur à 8,5
Couleur	rose fuchsia	incolor

Degré Dornic (° D) :

1°D correspond à une concentration massique en acide lactique égale : $0,10 \text{ g.L}^{-1}$