Session 2009

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

QUALITÉ DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET LES BIO-INDUSTRIES

U22 – SCIENCES PHYSIQUES

Durée : 2 heures

Coefficient : 3

Les calculatrices de poche sont autorisées conformément à circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

Tout autre document est interdit

La clarté du raisonnement et la qualité de la rédaction interviennent pour une part importante dans l'appréciation des copies.

Ce sujet comporte 5 pages, numérotées de 1/5 à 5/5
Assurez-vous qu'il est complet dès qu'il vous est remis.

BTS QUALITÉ DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET LES BIO-INDUSTRIES

DURÉE : 2 HEURES **COEFFICIENT : 3**

SUJET

ÉTUDE D'UN SORBET À LA POIRE

La composition d'un sorbet à la poire est la suivante :
Poire (46%), (purée et morceaux), eau, sucre inverti, sucre, acide citrique, oligofructose, stabilisants (farine de graines de caroube, pectine, carraghénanes), protéines de lait et lactose, arôme.

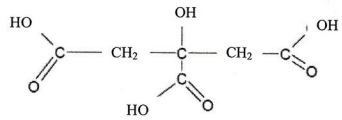
Le mélange des ingrédients qui est pasteurisé, homogénéisé et maturé avant d'être congelé, est appelé le « mix ».

La congélation maintient la température au cœur du sorbet jusqu'à -18°C. Ce procédé provoque la cristallisation en glace de l'eau contenue dans les aliments.

1. Étude de l'acide citrique (4 points)

Données :
H_3A / H_2A^- $pKA_1 = 3,1$
H_2A^- / HA^{2-} $pKA_2 = 4,8$
HA^{2-} / A^{3-} $pKA_3 = 6,4$

L'acide citrique est le nom courant de l'acide 3-carboxy-3-hydroxy-pentanedioïque, de masse molaire 192 $g.mol^{-1}$. On donne sa formule semi-développée :



1.1. Entourer et nommer les groupes fonctionnels.

1.2. Écrire les équations des réactions de dissociation observées lors de sa mise en solution dans l'eau. (L'acide citrique peut être noté H_3A)

1.3. Établir le diagramme de prédominance de ces différentes espèces.

Le service qualité de l'entreprise souhaite contrôler la teneur en acide citrique de la solution qui va être ajoutée au mix. Le mix ne doit pas contenir plus de 5 g/kg d'acide citrique pour être conforme à la législation.

On dose 10 mL de la solution d'acide citrique par une solution d'hydroxyde de sodium NaOH à 1,0 $mol.L^{-1}$. On donne l'équation du dosage :

$$H_3A + 3HO^- \rightarrow A^{3-} + 3H_2O$$

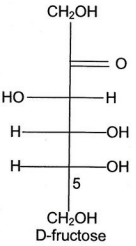
L'équivalence est observée pour un volume $V_{NaOH} = 7,8$ mL.

1.4. Déterminer la concentration molaire puis la concentration massique de la solution d'acide citrique.

1.5. Sachant que la recette indique un ajout de 10 L de solution d'acide citrique pour préparer 100 kg de mix, le mix respectera-t-il la législation ou faut-il modifier la recette ?

2. Étude de la structure du fructose (4 points)

Le principal glucide de la poire est le fructose qui a pour formule linéaire semi-développée :



D-fructose

2.1. De quel type de représentation s'agit-il ?

2.2. Recopier la molécule de fructose. Entourer et nommer les différentes fonctions chimiques en précisant éventuellement la classe.

2.3. Définir un carbone asymétrique et repérer sur la molécule le(s) carbone(s) asymétrique(s).

2.4. Définir le terme « chiral ».

2.5. Classer les substituants du carbone 5 du fructose selon les règles C.I.P. et déterminer sa configuration absolue.

2.6. Donner la représentation de Fischer du L-fructose.
L'énantiomère naturel est-il de la série D ou de la série L ?

3. Étude de réactions autour du sucre (5,5 points)

3.1. Combustion du glucose :

3.1.1. Écrire et équilibrer la réaction de combustion complète du glucose solide (formule brute : $C_6H_{12}O_6$) sachant qu'il se forme du dioxyde de carbone gazeux et de l'eau liquide.

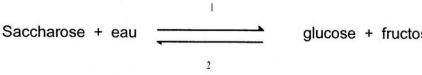
3.1.2. Déterminer la variation d'enthalpie standard de combustion du glucose.

3.1.3. Déterminer la variation d'entropie standard de combustion du glucose sachant que la variation d'enthalpie libre standard de combustion du glucose est de – 2 867,5 $kJ.mol^{-1}$ à 298 K.

On donne les enthalpies standard de formation :

$\Delta H°_f (CO_{2\,(g)}) = -393,5\ kJ.mol^{-1}$
$\Delta H°_f (H_2O_{\,(l)}) = -285,8\ kJ.mol^{-1}$
$\Delta H°_f (C_6H_{12}O_{6\,(s)}) = -1\,268\ kJ.mol^{-1}$
$\Delta H°_f (O_{2\,(g)}) = 0\ kJ.mol^{-1}$

3.2. Transformation du saccharose à 298 K



$\Delta S°_r = 4,66\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

$\Delta H°_r = -26,2\ kJ.mol^{-1}$

3.2.1. Déterminer l'enthalpie libre standard de cette réaction.

3.2.2. Conclure sur la spontanéité de la réaction dans le sens 1 en justifiant.

3.2.3. Déterminer la constante de cet équilibre (sens 1). Que peut-on conclure sur cette réaction ?

Donnée :
$R = 8,314\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

4. Dosage du sucre inverti par polarimétrie (4,5 points)

On souhaite contrôler une des matières premières par polarimétrie : le sucre inverti.

4.1. Définir le terme « substance optiquement active ».

4.2. Rappeler la loi de Biot, en précisant la signification des grandeurs et leurs unités.

Le sucre inverti est obtenu par hydrolyse du saccharose selon la réaction suivante :

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

4.3. Le saccharose est-il dextrogyre ou lévogyre ? Justifier.

Une mesure de l'angle de rotation est effectuée à 20°C sur le sucre inverti (on estime que l'hydrolyse du saccharose a été totale) et la valeur obtenue est de -9,5 °.

4.4. Justifier l'appellation « sucre inverti » donnée au mélange obtenu après hydrolyse du saccharose.

4.5. Calculer les concentrations massiques en glucose et en fructose dans la solution de sucre inverti.

Données :
Longueur du tube optique l = 1,0 dm
Pouvoir rotatoire spécifique du glucose : $[\alpha]_{20}$ = + 52 ° $L.kg^{-1}.dm^{-1}$
Pouvoir rotatoire spécifique du fructose : $[\alpha]_{20}$ = - 92 ° $L.kg^{-1}.dm^{-1}$
Pouvoir rotatoire spécifique du saccharose : $[\alpha]_{20}$ = + 66 ° $L.kg^{-1}.dm^{-1}$

5. Refroidissement du mix (2 points)

On donne :
- Température de changement d'état du mix : -1,9°C
- Capacité thermique massique du mix avant congélation : 3,55 $kJ.kg^{-1}.K^{-1}$
- Capacité thermique massique du mix après congélation : 1,88 $kJ.kg^{-1}.K^{-1}$
- Chaleur latente de changement d'état du mix : 280 $kJ.kg^{-1}$

Une entreprise a produit 700 kg de mix (poires écrasées, sucre…), à température ambiante (20°C), et elle doit le congeler à –18°C.

5.1. Déterminer la quantité de chaleur nécessaire pour amener le mix de 20°C à son point de congélation (-1,9°C).

5.2. Déterminer la quantité de chaleur nécessaire pour changer d'état le mix.

5.3. Déterminer la quantité de chaleur pour amener le mix de la température de changement d'état (-1,9°C) à la température de stockage (-18°C).

5.4. En déduire la quantité de chaleur totale à retirer au mix par l'entreprise.