

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

QUALITÉ DANS LES INDUSTRIES ALIMENTAIRES ET LES BIO-INDUSTRIES

U.22 – SCIENCES PHYSIQUES

SESSION 2018

Durée : 2 heures
Coefficient : 3

Matériel autorisé :

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 8 pages, numérotées de 1/8 à 8/8.

BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries		Session 2018
U.22 : Sciences physiques	Code : QAPHY PF	Page : 1/8

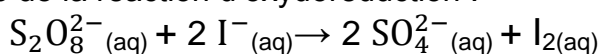
Vous êtes stagiaire dans un laboratoire de recherche alimentaire. Votre maître de stage a dû s'absenter trois jours. Il vous a laissé des documents ainsi qu'un message :

« Je n'ai pas fini l'étude cinétique de la réaction entre les ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ et les ions iodure I^- . J'ai uniquement fait l'étude expérimentale. J'aimerais que tu la termines : il faudrait que tu m'écrives l'équation de la réaction chimique et que tu exploites mes résultats afin de déterminer la loi de vitesse. Ensuite, tu devras terminer l'étude sur la qualité du miel qui se trouve sur mon bureau. Merci. »

Partie A : Cinétique (5 points)

A.1. Réaction d'oxydoréduction

On étudie la cinétique de la réaction d'oxydoréduction :



1. Écrire la demi-équation électronique correspondant à l'oxydation des ions iodure, $I^- (aq)$.
2. Écrire la demi-équation électronique correspondant la réduction des ions peroxodisulfate, $S_2O_8^{2-} (aq)$.
3. Retrouver l'équation de la réaction chimique à partir de ces deux demi-équations électroniques. Expliquer la méthode utilisée.

Données : Couples d'oxydo-réduction, ($S_2O_8^{2-} (aq) / SO_4^{2-} (aq)$) et ($I_2(aq) / I^- (aq)$)

A.2. Étude de l'ordre partiel α par rapport aux ions $S_2O_8^{2-}$

Les ions iodure ayant été introduits en large excès avec une concentration initiale $[I^-]_0 = 8,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, on peut écrire $[I^-]_t = [I^-]_0$.

$[I^-]_t$ représente la concentration en $I^- (aq)$ à l'instant t .

Le but est de vérifier l'ordre partiel α par rapport aux ions $S_2O_8^{2-}$.

Dans tout l'exercice les notations suivantes seront utilisées :

v : vitesse volumique de la réaction, on parle de vitesse de réaction ;

k : constante de vitesse ;

k_{app} constante de vitesse apparente, $k_{app} = k \cdot [I^-]_0^\beta$;

α : ordre partiel par rapport à $S_2O_8^{2-}$;

β : ordre partiel par rapport à I^- ;

$[S_2O_8^{2-}]_t$: concentration des ions $S_2O_8^{2-}$ à l'instant t .

4. Exprimer la vitesse volumique, v , de la réaction en fonction de la dérivée de la concentration en $S_2O_8^{2-}$ en fonction du temps.

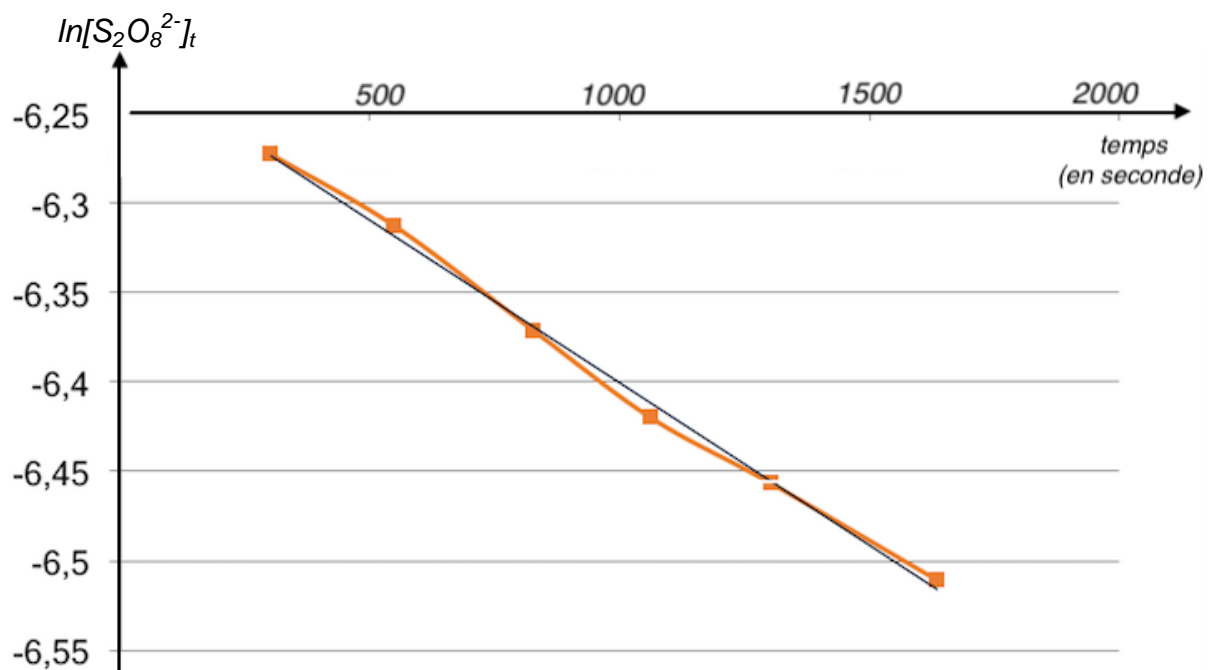
La vitesse volumique peut aussi s'exprimer sous la forme : $v = k \cdot [I^-]_t^\beta [S_2O_8^{2-}]_t^\alpha$

Or, I^- étant en large excès, la méthode de la dégénérescence de l'ordre permet de simplifier la loi de vitesse sous la forme : $v = k_{app} \cdot [S_2O_8^{2-}]_t^\alpha$.

BTS Qualité dans les industries alimentaires et les bio-industries		Session 2018
U.22 : Sciences physiques	Code : QAPHY PF	Page : 2/8

Document 1

Les résultats expérimentaux de l'évolution du logarithme népérien de la concentration des ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ au cours du temps sont présentés sur le graphe suivant :



La droite d'ajustement a pour équation (avec t en seconde) :

$$\ln[S_2O_8^{2-}]_t = -0,0002.t - 6,2186$$

5. Recopier sur votre copie les mots ou les expressions ci-dessous qui décrivent l'allure de la courbe :

droite croissante – droite décroissante – parabole – hyperbole – « passe par l'origine » – « ne passe pas par l'origine » – « la grandeur portée en ordonnées dépend du temps » – « la grandeur portée en ordonnées ne dépend pas du temps ».

Expérimentalement (**document 1**), la loi d'évolution en fonction du temps obtenue est du type : $\ln[S_2O_8^{2-}]_t = -k_{app}.t + \ln[S_2O_8^{2-}]_0$

6. En déduire la valeur de l'ordre partiel α par rapport aux ions $S_2O_8^{2-}$.

7. Donner la valeur de k_{app} . Préciser son unité.

Cette étude terminée vous devez respecter les délais imposés par le maître de stage et commencer le travail sur la qualité du miel.

Partie B : Qualité d'un miel (8,5 points)

Il existe de nombreux critères qui déterminent la qualité d'un miel : l'humidité, l'acidité, la teneur en HMF (5-HydroxyMéthyl-2-Furfural), les sucres qui le composent et les grains de pollen.

Vous allez commencer l'étude d'un sucre (le glucose) dans un premier temps puis étudier dans un second temps l'acidité libre du miel.

B.1 Stéréochimie du glucose

Document 2

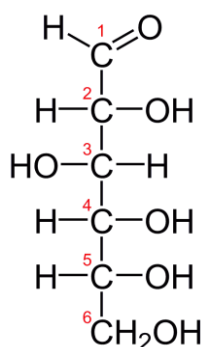
En schématisant, la composition moyenne du miel est la suivante :

hydrates de carbone (sous forme de sucres divers) : 79,5 % ; eau : 17 % ; divers : 3,5 %.

Le miel est constitué essentiellement de deux sucres simples (glucose + fructose) à 80 %. En effet une enzyme « *l'invertase* » transforme le saccharose en glucose et fructose selon la réaction : $\text{Saccharose} + \text{H}_2\text{O} = \text{Glucose} + \text{Fructose}$.

Plusieurs acides entrent dans la composition d'un miel. Le plus important est l'acide gluconique. Il provient de la transformation du glucose sous l'action d'une bactérie nommée *Gluconobacter*.

La représentation de Fischer d'un des isomères du glucose est :



8. Recopier la molécule sur votre copie et entourer puis nommer les groupes caractéristiques.
9. Combien de carbone asymétrique(s) possède le glucose ? Les repérer sur la molécule recopiée sur votre copie (voir question 8).

10. En déduire le nombre de stéréoisomères de configuration que possède le glucose. Justifier la réponse.
11. Déterminer la configuration absolue associée à l'atome de carbone n°2 du glucose, après avoir classé les groupements portés par ce carbone d'après les règles de Cahn, Ingold, Prelog.

Données : numéros atomiques : Z (C) = 12 ; Z (H) = 1 ; Z (O) = 16.

12. Cet isomère du glucose est-il de la série D ou L ?

B.2 Nature du miel

Document 3

Il existe un lien entre le pH et le type de miel :

- miel de nectar : $3,5 \leq \text{pH} \leq 4,5$;
- miel de miellat : $4,5 \leq \text{pH} \leq 5,5$;
- miel de châtaigne : $\text{pH} \geq 5,5$

Le pH-mètre affiche pour le miel étudié : $\text{pH} = 4,0$.

13. Sachant que l'incertitude du pH-mètre est de 0,05 unité de pH, déterminer l'encadrement du pH mesuré.
14. Conclure sur le type de miel analysé.

B.3 Détermination de la teneur en acidité libre d'un miel

Document 4

Déterminer l'acidité libre permet de vérifier si le miel respecte les normes concernant la qualité du produit.

Principe de détermination de l'acidité libre d'un miel

Réaliser le titrage pH-métrique de $V_0 = 100$ mL solution aqueuse de miel par une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$) à la concentration $C_b = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Tracer la courbe $\text{pH} = f(V_b)$, puis calculer l'acidité libre du miel.

Document 5

La teneur en acide libre dans un miel est donnée couramment en milliéquivalents par kg (**meq.kg⁻¹**) : elle correspond à la quantité d'ions hydroxyde en millimoles qu'il faudrait introduire pour amener 1 kg de miel à $\text{pH} = 7$.

Conformité (Norme européenne) :

Teneur en acidité libre : $\leq 40 \text{ meq.kg}^{-1}$

D'après le Journal Officiel

15. Proposer un protocole en quelques lignes qui permette de préparer exactement 100 mL d'une solution de miel à partir de 10,0 g de miel.

Cette solution est titrée suivant le protocole présenté dans le **document 4**.

La courbe obtenue est fournie en **annexe (page 8/8)**. La courbe en gris représente la dérivée de la courbe donnant le pH en fonction du volume V_b .

16. À partir de cette courbe, déterminer le volume versé de solution d'hydroxyde de sodium correspondant à un **pH de 7**. Expliciter la méthode utilisée.
17. En déduire la quantité **n_b** , en millimoles, d'hydroxyde de sodium versée dans les 100 mL de solution de miel.
18. En déduire la quantité **n_b'** de solution d'hydroxyde de sodium qu'il aurait fallu utiliser pour 1 kg de miel et donner la teneur en acide libre en meq.kg^{-1} .
19. Le miel est-il conforme à la réglementation européenne ?

Partie C : Examen microscopique d'un miel (6,5 points)

La qualité d'un miel dépend aussi des grains de pollen qu'il contient. Il vous faut vérifier qu'il renferme bien des grains de pollen.

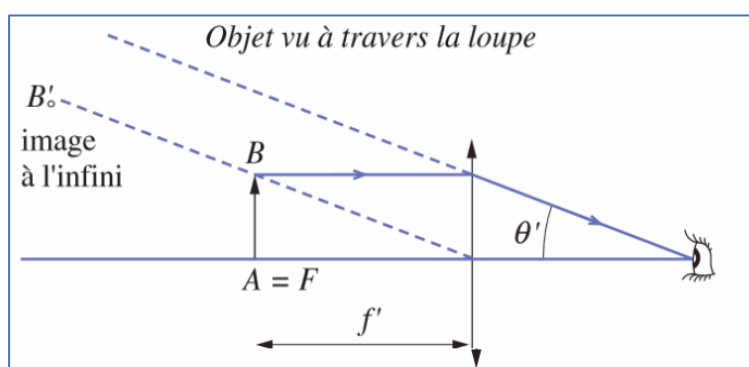
Le microscope se trouve dans un autre bâtiment. Vous disposez d'une loupe. Vous cherchez à savoir s'il est possible d'utiliser la loupe pour l'étude des grains de pollen.

C.1 La loupe

Document 6

Une loupe est un instrument d'optique constitué d'une lentille convergente permettant d'obtenir d'un objet, une image agrandie.

Pour un œil normal, il faut placer l'objet dans le plan focal objet pour former l'image à l'infini et ainsi l'observer sans accommoder (voir schéma ci-dessous).



On note f' la distance focale de la loupe utilisée.

20. Calculer la distance focale f' de la loupe sachant que la vergence $V = 20 \delta$.

On rappelle que la vergence d'une lentille est $V = \frac{1}{f'}$ et que $1 \delta = 1 \text{ m}^{-1}$.

21. Le grossissement commercial d'une loupe est donné par la formule :

$$G_c = \frac{1}{4 \cdot f'}$$

Calculer le grossissement commercial de la loupe.

22. À l'aide des informations contenues dans le **document 6** et le **document 7**, calculer la plus petite taille h_m d'un grain, que peut séparer l'œil à travers la loupe sans accommoder (donc lorsque « l'image est à l'infini »).

Conseils : - θ_m étant très petit on fera l'approximation : $\theta_m \approx \tan \theta_m$;

- on raisonnera sur le triangle de côté f' .

Document 7

Le pouvoir séparateur de l'œil est de $\theta_m = 3.10^{-4}$ rad en regardant à l'œil nu ou au travers d'un instrument d'optique comme la loupe.

L'observation étant impossible à la loupe, vous utiliserez donc un microscope pour observer les grains de pollen.

C.2. Le microscope

23. Sur la lentille jouant le rôle de l'objectif, il apparaît les indications suivantes : 80 et 0,70 (ouverture numérique).
Préciser la signification du nombre « 80 » inscrit sur l'objectif.
24. Sur la lentille jouant le rôle de l'oculaire nous observons l'indication x 10.
Préciser la signification de cette indication.
25. À l'aide des indications pertinentes calculer le grossissement G_c du microscope.
26. Les graduations micrométriques de l'oculaire permettent de mesurer la taille de l'image intermédiaire du grain de pollen à travers l'objectif : on mesure $h_{obj} = 0,10$ cm.
À partir du grandissement de l'objectif, déterminer la taille du grain de pollen que l'on notera h_{pollen} .
Avez-vous bien fait d'utiliser le microscope ?

Annexe : Dosage du miel

Tableau de valeurs pour la mesure du pH de la solution de miel en fonction du volume de soude versée V_b .

V_b (mL)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
pH	3,99	4,15	4,33	4,58	4,90	5,29	5,80	6,29	7,00	7,64	8,08	8,40
V_b (mL)	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	25,0
pH	8,64	8,77	8,88	8,98	9,07	9,14	9,22	9,28	9,32	9,38	9,44	9,57

Courbe de dosage pour le miel référencé 0111

Le point d'équivalence a pour coordonnées E (8,01 ; 7,02)

