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

Dans une sucrerie

I. Production de la chaux (7 points)

« Industriellement, on obtient l'oxyde de calcium (la chaux vive) par calcination du calcaire, dans des fours verticaux (jusqu'à 30 m de haut, 7 m de diamètre), entre 900 et 1250°C, ou des fours rotatifs, vers 1100 à 1300°C. Les fours sont toujours situés près des carrières d'extraction du calcaire. Une partie importante de la production est effectuée directement par les industries utilisatrices telles que les sucreries, les papeteries, quelques usines sidérurgiques.»

L'équation correspondant à cette transformation chimique est la suivante :

$$CaCO_3\ (s) = CaO\ (s) + CO_2\ (g)$$

1. Calculer la variation d'enthalpie standard molaire ($\Delta_R H^0_{298}$) accompagnant cette réaction à 298 K. La réaction est-elle exothermique ou endothermique ?

2. Calculer la variation d'entropie standard molaire ($\Delta_R S^0_{298}$) accompagnant cette réaction à 298 K. Cette valeur est supérieure à zéro, était-ce prévisible ? Expliquer.

3. Calculer la variation d'enthalpie libre standard molaire ($\Delta_R G^0_{298}$) accompagnant cette réaction à 298 K. La réaction est-elle spontanée à 298 K ?

4. Á l'aide de la courbe fournie en annexe et qui se rapporte à la réaction étudiée, déterminer la température à partir de laquelle cette réaction devient spontanée. Est-ce compatible avec les informations données en introduction ?

5. Á 1400 K, la constante d'équilibre de cette réaction vaut : K = 44,3. En déduire la valeur de la variation d'enthalpie libre standard molaire $\Delta_R G^0_{1400}$ accompagnant cette réaction à 1400 K.

Données : - Tableau de valeurs numériques

	$\Delta_f H^0_{298}$ en kJ·mol^{-1}	S^0_{298} en J·K^{-1}·mol^{-1}
CaO (s)	- 635,1	39,7
CO_2 (g)	- 393,5	213,6
$CaCO_3$ (s)	- 1206,9	92,9

- Constante des gaz parfaits : R = 8,314 J·K^{-1}·mol^{-1}

6. *« L'hydroxyde de calcium (chaux éteinte) est obtenu par addition d'eau à la chaux vive dans des hydrateurs au rythme de 8 à 20 t/h. La quantité d'eau ajoutée est ajustée de façon à obtenir la chaux éteinte sous forme d'une poudre sèche. Il faut 0,3 m^3 d'eau par tonne de CaO pour l'hydratation ; un volume de 0,3 à 0,4 m^3 est évacué en vapeur. La température atteinte est de 110°C. »*

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 \qquad \Delta_R H^0 = -65{,}5\ kJ\cdot mol^{-1}$$

6.1 Calculer la quantité de chaleur Q dégagée par cette réaction, lorsqu'une tonne de chaux vive est consommée.

6.2 Exprimer la masse d'eau vaporisable, m_{eau}, en fonction de Q et de la chaleur latente de vaporisation de l'eau L_v.

On néglige la quantité de chaleur nécessaire à l'élévation de température de l'eau.

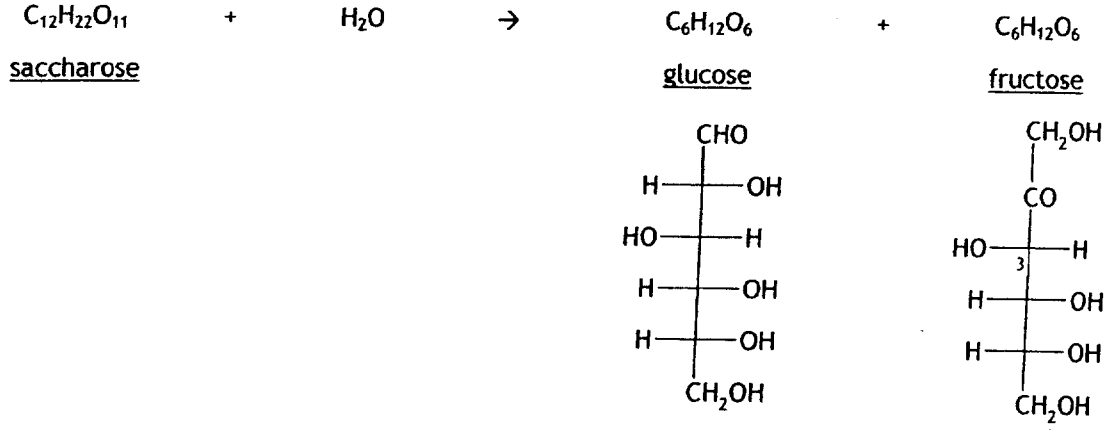
6.3 En utilisant la définition de la masse volumique, en déduire le volume d'eau vaporisable noté V_{eau}. Le résultat est-il compatible avec le texte précédent ?

Données : Masses molaires : M_{Ca} = 40,1 g·mol^{-1} M_O = 16,0 g·mol^{-1} M_H = 1,0 g·mol^{-1}
Chaleur latente de vaporisation de l'eau : L_V = 44 kJ·mol^{-1}
Masse volumique de l'eau : ρ = 1 kg·L^{-1}

II. Inversion du saccharose (13 points)

« C'est l'épuration calco-carbonique dite de «double carbonatation» qui permet d'éliminer le maximum d'impuretés présentes, avec le sucre, dans le jus de betterave et d'obtenir un sucre de qualité avec le meilleur rendement d'extraction possible. Sans cette épuration on ne peut obtenir de cristaux dont la solution dans l'eau soit incolore et limpide. De plus le jus de betterave obtenu est acide et il y a risque d'inversion du saccharose. »

On souhaite étudier la cinétique de l'inversion du saccharose, c'est-à-dire son hydrolyse en D-glucose et D-fructose :



A. Glucose, fructose et chiralité (5 points)

Le saccharose est dextrogyre, le glucose et le fructose sont lévogyres.

1. Donner la signification des termes dextrogyre et lévogyre.

2. Recopier les représentations de Fischer du glucose et du fructose ci-dessus en entourant les fonctions présentes et en les nommant.

3. Repérer sur ces mêmes représentations les carbones asymétriques par un astérisque.

4. Donner la configuration absolue (R ou S) du carbone 3 du fructose en la justifiant et en énonçant les règles utilisées.

B. Monochromateur (3 points)

On décide d'étudier l'évolution de la réaction d'inversion par polarimétrie et le polarimètre dont on dispose est muni d'une source de lumière blanche à laquelle est, par conséquent, associé un monochromateur. La pièce maîtresse de ce monochromateur est un réseau par transmission ayant n = 500 traits/mm. Afin d'avoir un faisceau de rayons parallèles arrivant sur le réseau, le monochromateur est également muni d'une lentille mince.

1. Comment cette lentille doit-elle être placée par rapport à la source lumineuse pour obtenir ce faisceau de rayons parallèles ?

Ces rayons incidents font un angle i avec la normale au réseau, et l'on souhaite que les radiations de longueur d'onde λ_D = 589 nm correspondant à l'ordre 1, celles-là même que l'on souhaite utiliser pour la polarimétrie, sortent normalement au réseau (i' = 0).

2. Faire un schéma mettant en évidence le cheminement de la lumière de la source jusqu'à la sortie du réseau.

3. Calculer l'angle d'incidence i.

Donnée : on rappelle la formule $a \cdot (\sin i' - \sin i) = k \cdot \lambda$

(a étant le pas du réseau et k un entier relatif)

C. Justification du terme « inversion » (5 points)

La réaction d'inversion du saccharose est lente et catalysée par les ions hydrogène (H^+).

Masses molaires des sucres mis en jeu : $M_{saccharose} = 342\ g \cdot mol^{-1}$ $M_{glucose} = M_{fructose} = 180\ g \cdot mol^{-1}$

$[\alpha]_{20}$	$[\alpha]_{20}$ (saccharose) = $[\alpha]_s$	$[\alpha]_{20}$ (glucose) = $[\alpha]_g$	$[\alpha]_{20}$ (fructose) = $[\alpha]_f$
en $° \cdot mol^{-1} \cdot m^2$	+ 0,227	+ 0,180	- 0,315

On rappelle que la loi de Biot est additive et qu'elle s'écrit : $\alpha = [\alpha]_{20} \cdot C \cdot l$

1. Donner la signification de chacun des termes de cette relation et préciser leur unité.

D'une part, on prépare une solution S_1 en dissolvant 20 g de saccharose dans 100 mL d'eau distillée et d'autre part, on dispose d'une solution S_2 d'acide chlorhydrique à 3 $mol \cdot L^{-1}$. A l'instant t = 0, on mélange 25 mL de S_1 et 25 mL de S_2, puis on remplit rapidement le tube du polarimètre, de longueur 20 cm avec cette nouvelle solution S. Enfin on relèvera régulièrement les valeurs prises par α au cours du temps.

2. En supposant qu'à l'instant initial t = 0 aucune molécule de saccharose ne s'est encore hydrolysée,

2.1 Calculer la concentration C_0 de S en saccharose à l'instant t = 0 en $mol \cdot m^{-3}$.

2.2 Calculer l'angle $\alpha_0 = \alpha\ (t = 0)$.

C'est parce que l'angle α, d'abord positif, change de signe au cours de la réaction que l'on parle d'inversion.

3. Calcul des concentrations en glucose C_g, fructose C_f et saccharose C_s du mélange réactionnel lorsque $\alpha = 0$.

3.1 Sachant que la grandeur α est additive, exprimer α de la solution S en fonction des concentrations, des $[\alpha]$ des espèces présentes et de l.

3.2 À partir de l'équation-bilan écrire la relation entre C_f et C_g.

3.3 Utiliser l'équation de conservation de la matière $(C_0 = C_g + C_s)$ pour montrer la relation :

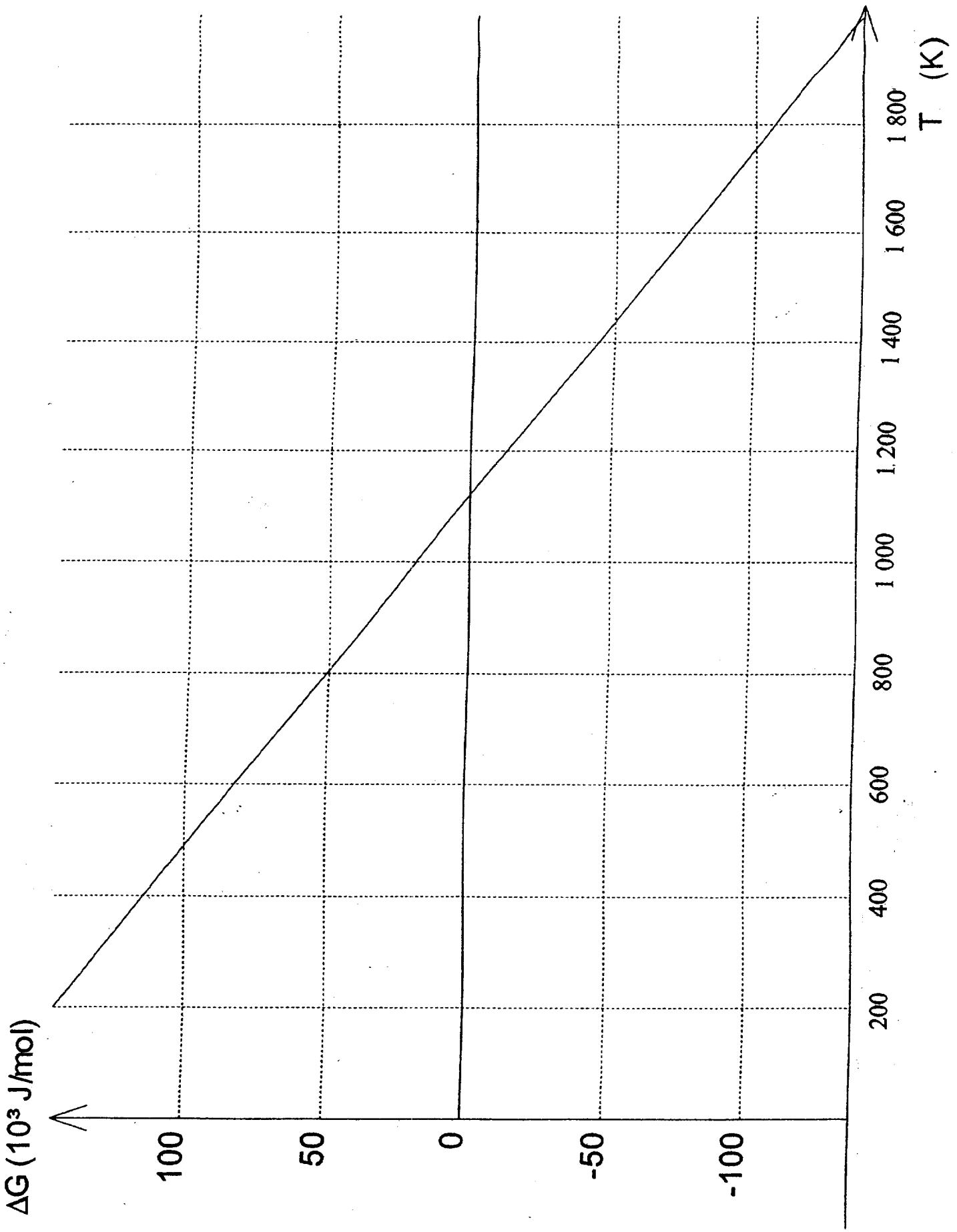
$$C_f = \frac{[\alpha]_s . C_0}{[\alpha]_s - [\alpha]_f - [\alpha]_g}$$

3.4 Calculer C_f.
3.5 En déduire la valeur de C_s.

4. Rappeler la définition d'un catalyseur. Quel est le type de catalyse utilisé au cours de cette réaction ?

5. Citer deux autres paramètres permettant d'augmenter la vitesse de cette réaction.

ANNEXE



Courbe représentative de l'évolution de $\Delta_R G^0$ en fonction de la température

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.