

CONCENTRATION EN CONTINU PAR EVAPORATION DE SOLVANT

Bouilleur initialement chargé avec une solution concentrée

A) But de la manipulation

Il s'agit d'étudier la concentration en continu d'une solution aqueuse de carbonate de sodium Na_2CO_3 par évaporation de solvant.

B) Préparation des solutions

1) Solution concentrée

a) Analyse du produit technique

Dans un erlenmeyer, peser à 0,01 g près une masse de carbonate de sodium technique voisine de 1g. Ajouter environ 100 mL d'eau déminéralisée et doser par une solution titrée d'acide sulfurique de concentration proche de 1 mol/L en présence d'hélianthine.

Déduire du dosage le titre massique en carbonate de sodium du produit technique.

b) Fabrication de la solution

Fabriquer 2000 g d'une solution de titre massique $w = 0,08$. Utiliser de l'eau à 50°C.

c) Contrôle de la solution

Dans un erlenmeyer, peser, à 0,01 g près, une masse de solution voisine de 10 g. Doser par une solution titrée d'acide sulfurique de concentration proche de 1 mol/L en présence d'hélianthine.

Déduire du dosage le titre massique en carbonate de sodium de la solution à concentrer.

Masses molaires en g/mol : Na = 23 ; C = 12 ; O = 16

2) Solution diluée

Préparer 10000 g de solution de carbonate de sodium de titre massique $w' = 0,03$. Dissoudre dans un premier temps le carbonate de sodium dans 2000 g d'eau à 50°C. Contrôler de même la solution avec de l'acide sulfurique à 0,1 mol/L.

C) Démarrage de l'installation

Mettre le poste sous tension en vérifiant que l'intensité du courant de chauffe est nulle.

Charger directement le bouilleur avec la solution concentrée. Récupérer toute la solution qui provient du débordement et déterminer la masse introduite dans le bouilleur.

Poser le bidon de solution diluée sur le plateau de la balance, introduire le tube d'aspiration dans le bidon. Relever la masse.

Relever la température T_0 de la solution contenue dans le bidon d'alimentation. On considérera dans toute la suite du T.P. que cette température est celle de la solution à concentrer.

Régler la pompe à 30% de fréquence de pulsation, ouvrir l'eau de refroidissement au condenseur à 200 L/h, ouvrir doucement l'eau de refroidissement des condensats et de la solution concentrée qui déborde du bouilleur, et mettre en marche le chauffage avec une intensité de 8,5 A.

D) Réalisation de la concentration

Dès que la solution contenue dans le bouilleur est à ébullition mettre en marche la pompe d'alimentation et déclencher du chronomètre.

Laisser l'installation fonctionner deux heures en procédant toutes les quinze minutes aux opérations suivantes :

- relevé de la masse indiquée par la balance,
- récupération de l'ensemble des condensats,
- récupération de l'ensemble de la solution concentrée,
- relevé des différentes températures et de l'intensité du courant de chauffe,
- relevé du débit d'eau de refroidissement au condenseur.

Déterminer les masses des condensats et de solution concentrée. Procéder à l'analyse de la solution concentrée en suivant le même mode opératoire que pour la solution initiale mais en adaptant la prise d'essai et la concentration de la solution titrante pour avoir des chutes de burette significatives.

Stocker la solution concentrée et les condensats.

En fin de manipulation, soutirer le contenu du bouilleur et du cristalliseur. Peser et analyser comme précédemment.

E) Exploitation des résultats expérimentaux

1) Bilans matière

Présenter les résultats dans plusieurs tableaux les plus clairs possible.

Pour chaque intervalle de temps de 15 min :

- établir le bilan matière en soluté et le bilan matière global,
- calculer les rendements en soluté et en masse globale.

Tracer les courbes donnant le titre massique de la solution concentrée et le rendement en soluté en fonction du temps. Commenter.

Etablir le bilan matière global et le bilan matière en soluté pour l'ensemble de la concentration en continu. Commenter.

2) Bilans énergétiques

Pour chaque intervalle de temps de 15 min, **calculer**, en kJ/h, **les flux thermiques** suivants :

- Φ_1 nécessaire pour faire passer la solution alimentant le bouilleur de la température d'alimentation à la température d'ébullition ;
- Φ_2 nécessaire pour vaporiser l'eau ;
- Φ_3 fourni au bouilleur ;
- Φ_4 reçu par l'eau de refroidissement dans le condenseur ;
- Φ_5 fourni par le solvant vaporisé au condenseur (condensation **et** refroidissement).

En déduire les rendements énergétiques : - de l'évaporateur : $R_e = (\Phi_1 + \Phi_2)/\Phi_3$
- du condenseur : $R_c = \Phi_4/\Phi_5$.

Données :

Capacités thermiques massiques : - de l'eau: $4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

- de la solution à concentrer : $3,86 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Enthalpie de vaporisation de l'eau L (en kJ.kg^{-1}) à la température t ($^\circ\text{C}$) : $L = 2535 - 2,9.t$