

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE - SESSION 2001
SERIE SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE
SPECIALITE : CHIMIE DE LABORATOIRE ET DE PROCÉDES INDUSTRIELS

Épreuve de GÉNIE CHIMIQUE
Partie écrite

Durée : 3 heures

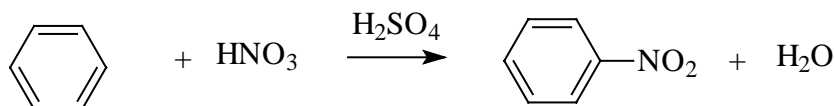
Coefficient : 3

Le sujet comporte 5 pages dont une annexe à rendre avec la copie. Calculatrice autorisée

TECHNOLOGIE ET SCHÉMA : FABRICATION DU NITROBENZÈNE
--

A - PRINCIPE DE LA FABRICATION

Le nitrobenzène est obtenu par nitration du benzène avec un mélange sulfonitrique selon la réaction :



B - DESCRIPTION DU PROCÉDÉ

I- Réaction

Le réacteur **R1**, surmonté par trois doseurs **B1**, **B2** et **B3**, possède un agitateur, un serpentin interne et une mise à l'air pourvue d'un liebig de condensation.

Le serpentin et le liebig sont alimentés par de l'eau froide.

Le réacteur **R1** est initialement chargé avec 300 kg de benzène. Une masse de 900 kg de mélange sulfonitrique, contenu dans le doseur **B1**, est ensuite introduite à débit constant dans le réacteur, la température étant maintenue aux environs de 60 °C au moyen du serpentin interne.

II- Neutralisation

La phase acide n'ayant pas réagi est neutralisée par une solution d'hydroxyde de sodium contenue dans le doseur **B2**.

L'agitation est arrêtée et les deux phases obtenues sont laissées au repos pour obtenir la décantation. La phase organique est coulée dans la cuve de lavage **R2** (munie d'un agitateur) et la phase aqueuse est déchargée.

III - Purification

La purification du nitrobenzène fabriqué comprend deux étapes :

Étape 1 : lavage dans la cuve **R2** de la phase organique avec de l'eau contenue dans le doseur **B3** suivi d'une décantation dans le décanteur discontinu **S1**.

À l'issue de cette décantation, la phase organique est conduite dans le réacteur **R3** à l'aide d'une pompe centrifuge montée en charge et la phase aqueuse est déchargée.

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE - SESSION 2001
SERIE SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE
SPECIALITE : CHIMIE DE LABORATOIRE ET DE PROCÉDES INDUSTRIELS

Épreuve de GÉNIE CHIMIQUE
Partie écrite

Durée : 3 heures

Coefficient : 3

Étape 2 : entraînement à la vapeur dans le réacteur **R3** afin d'éliminer le benzène en excès.

Le réacteur **R3**, maintenu à la pression atmosphérique, est équipé d'une double enveloppe et d'un condenseur à faisceau tubulaire horizontal **E** permettant le chauffage à reflux et la distillation simple à pression atmosphérique.

La double enveloppe est traversée, selon les besoins, par de la vapeur de chauffe ou de l'eau de refroidissement et le condenseur par de l'eau froide.

L'eau nécessaire à l'entraînement à la vapeur est versée dans **R3** à partir du doseur **B3**.

Pendant cette dernière opération, le mélange benzène-eau issu du condenseur **E** est soumis à une décantation continue dans le décanteur continu **S2**, de type florentin.

Le nitrobenzène purifié est refroidi et stocké dans le réservoir **B4**.

C - DONNÉES SUR LES PRODUITS

Le benzène et le nitrobenzène sont des liquides inflammables insolubles dans l'eau. La densité de benzène par rapport à l'eau est de 0,874 et celle du nitrobenzène de 1,204.

D - TRAVAIL DEMANDE

I - Schéma

En tenant compte des descriptions des appareils utilisés et du procédé, ainsi que des données ci-dessus, compléter le schéma de la fabrication (**annexe page 5/5, à rendre avec la copie**) en représentant les appareils et les accessoires nécessaires au bon fonctionnement et à la sécurité.

II - Cours

1. Grâce à un schéma légendé, donner le principe de fonctionnement du décanteur continu de type florentin.
2. Les échangeurs
 - 2.1. Citer les différents types d'échangeurs thermiques les plus couramment utilisés.
 - 2.2. Donner le principe de fonctionnement de l'un d'entre eux.
3. L'eau de refroidissement utilisée dans un échangeur thermique peut subir un traitement qui n'est pas la déminéralisation.
 - 3.1. Donner le nom et le but de ce traitement.
 - 3.2. Décrire brièvement un mode simple de ce traitement.

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE - SESSION 2001
SERIE SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE
SPECIALITE : CHIMIE DE LABORATOIRE ET DE PROCÉDES INDUSTRIELS

Épreuve de GÉNIE CHIMIQUE
Partie écrite

Durée : 3 heures

Coefficient : 3

III - Exercices

1. Étude de la pompe centrifuge située entre S1 et R3.

- 1.1. Calculer la perte de charge totale de la canalisation de refoulement.
- 1.2. Calculer la pression absolue, en bar, indiquée par le manomètre placé au refoulement de la pompe.

Données

- Perte de charge régulière unitaire du circuit : 5,0 cm de liquide par mètre de canalisation droite.
- La perte de charge singulière dans la canalisation de refoulement, due aux accessoires de tuyauterie, est équivalente à celle d'une longueur L_e de 20,0 m de canalisation droite.
- Longueur de la canalisation de refoulement : $L = 15,0$ m.
- Masse volumique ρ de la phase organique : 1200 kg.m^{-3} .
- Hauteur de refoulement de la phase organique dans **R3** : $h = 4,0$ m au-dessus de la pompe.
- Accélération de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.
- Théorème de Bernoulli appliqué entre deux points A et B :

$$H_{mt} + \frac{P_A}{\rho \cdot g} + \frac{u_A^2}{2g} + z_A = \frac{P_B}{\rho \cdot g} + \frac{u_B^2}{2g} + z_B + J$$

2. Étude du décanteur continu de type florentin

Calculer la hauteur, au-dessus du sol, à laquelle la phase la plus dense déborde du florentin.

Données

- Masse volumique ρ_{org} de la phase organique : 874 kg.m^{-3} .
- Masse volumique ρ_{aq} de la phase aqueuse : 1010 kg.m^{-3} .
- Hauteur au-dessus du sol de la surface libre de la phase légère (hauteur de débordement de la phase légère) : $h_1 = 2,20$ m
- Hauteur au-dessus du sol de l'interphase : $h_2 = 1,50$ m

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE - SESSION 2001
SERIE SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE
SPECIALITE : CHIMIE DE LABORATOIRE ET DE PROCÉDES INDUSTRIELS

Épreuve de GÉNIE CHIMIQUE
Partie écrite

Durée : 3 heures

Coefficient : 3

3. Étude du condenseur E

Les fluides circulent à contre courant ; on considère l'échangeur parfaitement isolé thermiquement de l'atmosphère.

3.1. Calculer le nombre de tubes de l'échangeur.

3.2. Calculer le diamètre des tubes.

Données

Pour l'hétéroazéotrope eau-benzène :

- Température de condensation : $\theta_{h1} = 69,3 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Température à la sortie du condenseur : $\theta_{h2} = 22,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Pour l'eau :

- Chaleur massique : $c_e = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.
- Température initiale : $\theta_{e1} = 16,0 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Température à la sortie de l'échangeur : $\theta_{e2} = 21,0 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Débit masse $q_{me} = 320 \text{ kg.h}^{-1}$.

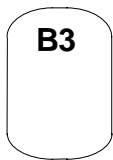
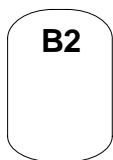
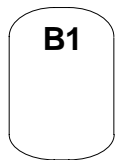
Pour l'échangeur :

- Coefficient de transmission thermique globale : $K = 300 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.
- Surface d'échange thermique d'un tube : $s = 0,030 \text{ m}^2$.

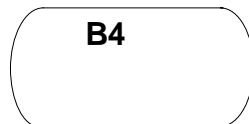
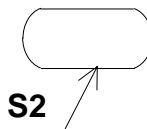
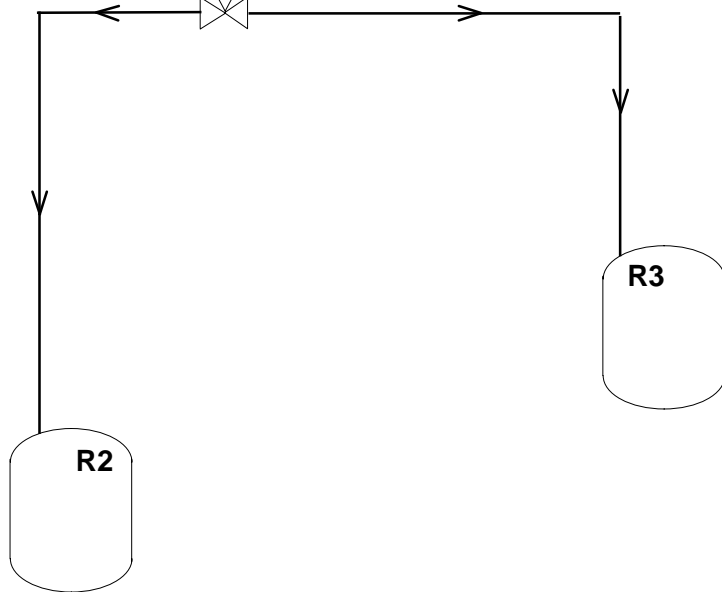
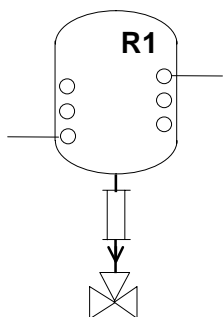
- Écart de température moyen logarithmique : $\Delta\theta_m = \frac{\Delta\theta_1 - \Delta\theta_2}{\ln\left|\frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2}\right|}$

GC2-01

**FEUILLE A COMPLÉTER
ET A RENDRE**



V2



S/S

