



Exercices de la séquence 7

Distillation

EXERCICE 1 : Composition d'un mélange binaire

La composition d'un mélange binaire est exprimée en fraction massique ou fraction molaire.

Certains des exercices qui suivent nécessitent l'utilisation des relations exprimant une fraction massique en fonction d'une fraction molaire et réciproquement.

On suppose un mélange de deux espèces A et B.

1. Déterminer l'expression de la fraction massique en A en fonction des fractions molaires en A et B et des masses molaires correspondantes.
2. Déterminer l'expression de la fraction molaire en A en fonction des fractions massiques en A et B et des masses molaires correspondantes.

EXERCICE 2 : Distillation d'un mélange propan-1-ol - méthanol

Dans une colonne à garnissage de 6 m, on alimente avec un mélange à 20 % en masse en méthanol et un débit en masse global de $160 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$. On veut obtenir un distillat avec une pureté de 95 % en masse en méthanol. Le débit en masse de distillat souhaité est de $30 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$.

1. Représenter les entrées et sorties des flux de matière de la colonne à distiller. La colonne sera représentée par un simple rectangle avec des flèches aux entrées et sorties matérialisant les flux de matière.
2. A l'aide d'un bilan de matière global, déterminer le débit massique du résidu.
3. A partir de l'écriture du bilan de matière en méthanol sur la colonne, calculer la fraction massique en méthanol du résidu.
4. Calculer le rendement massique en méthanol de l'opération.

EXERCICE 3 : Distillation discontinue d'un mélange benzène-toluène

On distille 50 kg d'un mélange benzène-toluène. La fraction molaire de benzène est égale à 30 %. On récupère 16 kg de distillat et la fraction massique finale en benzène est de 2 % dans le bouilleur.

Données : Masses molaires (en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) : benzène : 78 toluène : 92

1. Réaliser un schéma de principe illustrant les entrées et sorties des flux de matière de la colonne à distiller. La colonne sera représentée par un simple rectangle avec des flèches aux entrées et sorties matérialisant les flux de matière.
2. A l'aide des résultats de l'exercice 1, déterminer la fraction massique en benzène du mélange à distiller.
3. A l'aide d'un bilan de matière global, déterminer la masse de résidu récupérée à la fin de la distillation.
4. A partir de l'écriture du bilan de matière en benzène sur la colonne, déterminer la fraction molaire en benzène du distillat.



EXERCICE 4 : Distillation discontinue d'un mélange eau - acétone

On charge le bouilleur d'une colonne de distillation avec 1000 kg de mélange eau-acétone à une fraction massique de 0,252 en acétone. On obtient à la fin de la distillation un distillat dont la fraction massique en acétone est de 0,980. La fraction massique en acétone dans le bouilleur est de 0,015.

1. Réaliser un schéma de principe représentant les entrées et les sorties des flux de matière de la colonne à distiller.
2. Calculer la masse totale de distillat obtenu et la masse totale restant dans le bouilleur.
3. En déduire le rendement de la distillation.

EXERCICE 5 : Distillation discontinue d'un mélange méthylcyclohexane-toluène

On réalise une distillation discontinue, à la pression atmosphérique, d'un mélange méthylcyclohexane-toluène comportant initialement dans le bouilleur 50 kg de méthylcyclohexane et 30 kg de toluène. Après distillation, la fraction massique en méthylcyclohexane est de 0,05 dans le bouilleur. On a récupéré un distillat dont la fraction massique en toluène est de 0,10.

1. Calculer la fraction massique en méthylcyclohexane du mélange initial.
2. Après avoir réalisé le schéma de principe représentant les entrées et les sorties de flux de matière de la distillation, déterminer la masse de distillat récupéré à la fin de la distillation.

Données:

Températures d'ébullition :	Méthylcyclohexane = 101°C	Toluène = 111°C
Masses molaires (g.mol ⁻¹) :	Méthylcyclohexane = 98	Toluène = 92

EXERCICE 6 : Distillation discontinue d'un mélange eau-acide acétique

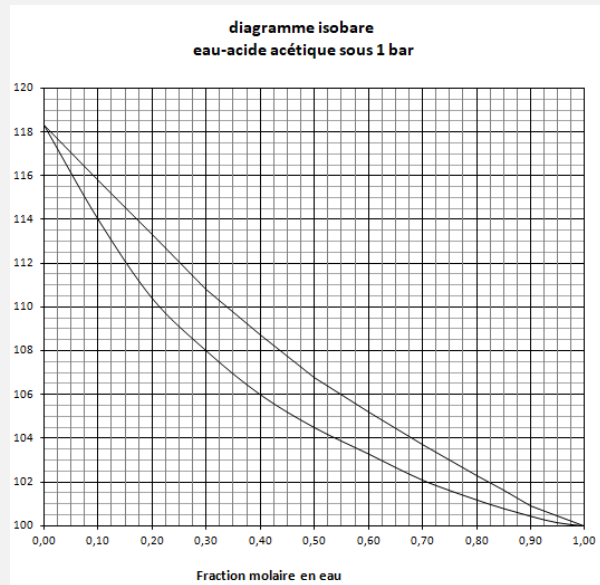
On distille en continu dans une colonne à plateaux un mélange d'eau et d'acide acétique. On dispose du diagramme isobare d'équilibre liquide-vapeur d'un mélange eau – acide acétique en fonction de la fraction molaire en eau.

On alimente la colonne de 8 m avec une solution aqueuse d'acide acétique à 60 % en masse d'acide acétique. Le débit massique d'alimentation est de 500 kg.h⁻¹. On veut récupérer et éliminer une eau ne contenant pas plus de 5 % d'acide acétique en masse (on prendra une fraction massique égal à 5 % pour les questions ci-après). Le débit massique de distillat obtenu est de 200 kg.h⁻¹.

1. A l'aide du diagramme isobare, déterminer la nature du distillat obtenu. Justifier.
2. Calculer la fraction molaire en eau du mélange initial à l'aide des résultats de l'exercice 1.
3. A l'aide du diagramme isobare, en déduire la température observée en tête de colonne.
4. Réaliser un schéma de principe représentant les entrées et les sorties de flux de matière de cette distillation.
5. Déterminer le débit massique du résidu.
6. Déterminer le rendement en acide acétique de l'opération.

Données:

Masses molaires (g.mol ⁻¹) :	Eau = 18	acide acétique = 60
--	----------	---------------------

**DOCUMENT 1 : diagramme isobare d'un mélange eau-acide acétique****EXERCICE 7 : Distillation continue d'un mélange toluène-xylène**

Un mélange de toluène et de xylène de fraction molaire 0,55 en toluène, alimente une installation de distillation. On désire obtenir en tête de colonne une fraction molaire de 0,95 en toluène, et dans le résidu un débit en moles de 890 mol.h^{-1} . Le débit en moles d'alimentation est de $2000 \text{ moles.h}^{-1}$.

1. Réaliser le schéma de principe représentant les différents flux de matière de la distillation.
2. Déterminer le débit en moles de distillat et la fraction molaire en toluène du résidu.
3. Calculer le rendement en toluène de la distillation.

Données : Températures d'ébullition (°C)

Toluène : 111°C

Xylène : 144°C

EXERCICE 8 : Distillation d'un mélange hexane-octane

On souhaite distiller un mélange constitué d'hexane et d'octane. On alimente la colonne avec 2000 kg de mélange dont la fraction massique en hexane est de 30 %.

Masses molaires (en g.mol^{-1}) : hexane : 86 octane : 114

Partie 1 : Etude du diagramme isobare

1. Indiquer les températures d'ébullition de l'hexane et de l'octane.
2. Indiquer, à partir de ce type de diagramme isobare, si une distillation d'un tel mélange peut permettre d'obtenir un distillat constitué d'un corps pur en tête de colonne. Justifier la réponse.
3. Quelle est la nature du distillat obtenu ainsi que celle du résidu.
4. Calculer, à partir de la fraction massique en hexane de l'alimentation, la fraction molaire en hexane correspondante.
5. Indiquer la température du bouilleur au début de la distillation ainsi que la composition des premières bulles de vapeur formées.

**Partie 2 : Bilan matière de l'opération**

On récupère un distillat de qualité constante au cours de la distillation avec une fraction massique en hexane égale à 0,95. Lorsque l'on arrête la distillation au bout de 1h30, on a récupéré 600 kg de distillat. On dispose du diagramme isobare d'équilibre liquide-vapeur du mélange hexane - octane.

6. Réaliser le schéma de principe représentant les différents flux de matière de cette opération.
7. Déterminer la masse de résidu récupéré à la fin de la distillation.
8. Déterminer la fraction massique en hexane du résidu.
9. Calculer le rendement de la distillation.

DOCUMENT 1 : diagramme isobare d'un mélange hexane-octane

Soit le diagramme isobare d'un mélange hexane-octane à pression atmosphérique

