

Série de TD N°02

Exercice 1.

Dans un container rectangulaire, on a stocké de l'hydrogène gazeux sous une pression élevée. Le matériau du container est de l'acier d'épaisseur 10 mm. La concentration d'hydrogène dans la surface interne est 1 kmol/m^3 . La concentration d'hydrogène sur la surface externe est négligeable. Le coefficient de diffusion de H dans l'acier est:

$D = 0,26 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$. Quelle est la densité de flux molaire de l'hydrogène dans l'acier?

Exercice 2.

Soit deux enceintes (parallélépipèdes rectangles de section 1m^2 et de volume $V_1 = 0,5\text{m}^3$ et $V_2 = 1,5\text{m}^3$) remplies d'un solvant et séparées par une membrane perméable aux solutés de 1mm d'épaisseur, les concentrations respectives en solutés (NaCl) à $t = 0$ sont $C_1 = 0.5 \text{ mmol.cm}^{-3}$ et $C_2 = 0,1\text{mmol.cm}^{-3}$. On prend le coefficient de diffusion du soluté (NaCl) dans la solution $D = 10^{-10} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$.

- 1) Calculer la densité du flux traversant la membrane
- 2) La concentration à l'équilibre qu'on aura dans chaque enceinte
- 3) Le temps nécessaire pour atteindre l'équilibre

Exercice 3.

Calculer la densité de flux massique de l'acide acétique à travers un film d'eau de $0,1\text{cm}$ d'épaisseur à $T = 17^\circ\text{C}$. Les compositions de l'acide acétique aux extrémités de la couche d'eau sont 9 % et 3 % en masse d'acide. Le coefficient de diffusion de l'acide acétique dans l'eau est $D_{AB} = 0,95 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$ et les masses volumiques de la solution acide à 9 % et 3 % sont, respectivement, $1,0120 \text{ g/cm}^3$ et $1,0032 \text{ g/cm}^3$.

On néglige le terme de convection devant le terme de diffusion. Le régime est stationnaire, unidirectionnel et sans réaction chimique.

Exercice 4.

A la suite de l'ouverture accidentelle d'une vanne, de l'eau s'est déversée sur le sol d'un atelier industriel où il est difficile de connaître et d'atteindre la surface mouillée. On désire estimer le temps nécessaire à l'évaporation de l'eau dans l'air ambiant. L'épaisseur du film liquide qui se trouve à une température de 25°C est de 1mm . L'air ambiant est à la même température et sous une pression de 1atm . L'humidité absolue de l'air est de $0,002\text{g d'eau/g d'air sec}$.

L'évaporation a lieu par diffusion moléculaire à travers un film de gaz de 5mm d'épaisseur. Le coefficient de diffusion de la vapeur d'eau dans l'air à 298K et sous 1atm est de $0,26\text{cm}^2/\text{s}$. Dans ces conditions, l'humidité saturée est de $0,0189\text{g d'eau/g d'air sec}$.

- 1) Calculer les fractions molaires aux extrémités de la couche de gaz.
- 2) Trouver l'expression du flux molaire d'évaporation.
- 3) Quel est le temps nécessaire à l'évaporation totale de la flaque d'eau si :
 - a) le régime est stationnaire,
 - b) le régime est quasi-stationnaire.

Exercice 5

Un tube à essai de diamètre $d=1\text{cm}$ est rempli d'acétone. Le niveau supérieur de l'acétone se trouve à $2,4\text{cm}$ du bord du tube. On place le tube dans un léger courant d'air à une température $T = 18,8^\circ\text{C}$ et une pression $P = 764\text{mmHg}$. Sachant que la pression de vapeur de l'acétone à la température de $18,8^\circ\text{C}$ est égale à 170mmHg , que la masse volumique de l'acétone liquide est égale à $0,79\text{g/cm}^3$ et que le coefficient de diffusion $D_{AB} = 0,0944 \text{ cm}^2/\text{s}$, déterminer le temps nécessaire pour que le niveau de l'acétone dans le tube baisse de 2cm .

Exercice 6

De l'ammoniac diffuse à travers une couche d'air de 1mm d'épaisseur vers un récipient d'eau où il instantanément absorbé. Les conditions sont telles que le gaz contient 50% en mole de NH_3 sur la face extérieure de la couche d'air. Calculer la densité de flux de NH_3 sachant que $T=295\text{K}$, $D_{AB} = 0,18\text{cm}^2/\text{s}$ et la pression totale égale à 1atm . Le régime est stationnaire et l'air n'est pas absorbé par l'eau.

Exercice 7.

L'Ingénieur-détective entre dans le bureau du financier en fuite et remarqua que l'homme s'était préparé une tasse de café avant de fuir précipitamment. La tasse était encore à moitié pleine mais les traces laissées sur la paroi par l'évaporation lente de l'eau, révélaient que la tasse avait été initialement remplie jusqu'à 1 cm du bord supérieur. Il estima que la tasse avait 8cm de profondeur et, se rappelant le cours sur la diffusion, il conclut que le financier était parti depuis au moins 27 jours . Qu'en pensez-vous ?

On considère que la pression totale est de 760mmHg et la température 20°C . Le coefficient de diffusion de la vapeur d'eau dans l'air est $D_{AB} = 0,261 \text{ cm}^2/\text{s}$ et l'humidité de l'air ambiant est égale à $0,32\%$ (en mole). La pression de vapeur saturante de l'eau est de $15,76\text{mmHg}$.

Exercice 8.

Une méthode de séparation de l'hélium d'un gaz naturel par diffusion est basée sur le fait que le pyrex est pratiquement imperméable à tous les gaz sauf à l'hélium. Une bouteille cylindrique en pyrex de hauteur L renferme ce gaz, considéré comme parfait, à la pression P et à la température T .

Il contient 1% en moles d'hélium qui diffuse à travers les parois et est immédiatement récupéré.

1) Trouver l'expression du flux molaire de diffusion de l'hélium à travers le pyrex (on supposera la concentration en hélium constante dans la bouteille).

2) Calculer la quantité d'hélium récupérée par unité de temps (en nombre de moles par heure et en gramme par heure).

On négligera la diffusion par les bases de la bouteille.

On donne :

$P = 2\text{atm}$, $L = 4\text{m}$, $T = 800\text{K}$, $R = 0,082\text{Latm/molK}$,

$R_1 = 50\text{cm}$, $R_2 = 50,5\text{cm}$, $D_{AB} = 2.10^{-8} \text{ cm}^2/\text{s}$

