## **Travaux dirigés -** Chapitre 2 : Etude des interfaces solides-liquides

## Exercice 1 :

Une bille métallique de masse volumique 7,8 $g.cm^{-3}$ et de 4 mm de diamètre descend d'une hauteur de 1m à travers une huile de densité 1,12 sous l'effet de la pesanteur pendant 55s. Calculer la viscosité de l'huile?

**Correction :**

la viscosité est donnée par **:**

$$\eta = \frac{2R^2}{9v_{LIM}}(\mu_{BILLE} - \mu_{LIQ})g$$

**L'unité de la masse volumique μ : $Kg.m^{-3}$**

**Pour $\mu_{bille}$**

$7,8\,g \rightarrow 1\,cm^3$ $\quad 7,8\,g \rightarrow 1\,ml$ $\quad 7,8\,kg \rightarrow 1L$

$\mu_{BILLE} \rightarrow 1m^3\,(1000L)$

**Donc** $\mu_{BILL} = 7,8.10^3\,kg/m^3$

Pour **$\mu_{Liq} = 1,12.10^3\ Kg.m^{-3}$**

**A.N (Application numérique) :**

$$\eta_{huile} = \frac{2 \times (2.10^{-3})^2 \times (7,8.10^3 - 1,12.10^3) \times 9,8}{9 \times 1/55}$$

$$\eta_{huile} = 3,2\ Pa.s$$

## Exercice 2 :

Une bille métallique de 7,5 g.cm$^{-3}$ de masse volumique descend à travers de l'eau dans un tube et met 2 s pour atteindre le fond. La bille met 9 s lorsque le tube est rempli de sang. Calculer la viscosité du sang si sa densité est de 1,06 et la viscosité de l'eau $10^{-2}$poise?

**Correction :**

La viscosité est donnée par :

La viscosité de l'eau

**1** $$\eta_{eau} = \frac{2 \times R^2 \times (\mu_{BILLE} - \mu_{eau}) \times g}{9 \times d/t_{eau}}$$

La viscosité de sang

**2** $$\eta_{sang} = \frac{2 \times R^2 \times (\mu_{BILLE} - \mu_{sang}) \times g}{9 \times d/t_{sang}}$$

**On déduit à partir de 1 et 2 que:**

**1** $$\Leftrightarrow d = \frac{2 \times R^2 \times (\mu_{BILLE} - \mu_{eau}) \times g}{9 \times \eta_{eau}/t_{eau}}$$

**2** $$\Leftrightarrow d = \frac{2 \times R^2 \times (\mu_{BILLE} - \mu_{sang}) \times g}{9 \times \eta_{sang}/t_{sang}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{2 \times R^2 \times (\mu_{BILLE} - \mu_{eau}) \times g}{9 \times \eta_{eau}/t_{eau}} = \frac{2 \times R^2 \times (\mu_{BILLE} - \mu_{sang}) \times g}{9 \times \eta_{sang}/t_{sang}}$$

**Donc**

$$\Leftrightarrow \eta_{sang} = \frac{\eta_{eau} \times (\mu_{BILLE} - \mu_{sang})\, t_{sang}}{(\mu_{BILLE} - \mu_{eau})\, t_{eau}} = 4{,}45.10^{-2}\ Poise$$

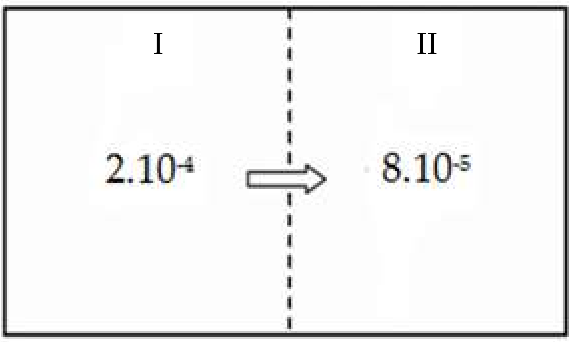
## Exercice 3 :

Soit une solution d'hémoglobine de concentration $2.10^{-4}$ mol/l qui diffuse à travers une membrane de surface diffusante S= 5cm² jusqu'à une concentration de $8.10^{-5}$ mol/l de l'autre côté.

Démontrer que pour une masse d'hémoglobine:

$$dm = -D \times Sp \times \frac{dc}{dx} \times M \times dt$$

Déduire la masse d'hémoglobine qui s'est déplacée de 3 cm pendant 5 min. On donne $D_{hémoglobine}= 6{,}9.10^{-7}\ cm^2/s$ et $M_{hémoglobine}= 68$ kg/mol.




**Correction :**

Le débit molaire diffusif est donné par

$$J_D = \frac{dn}{dt} = -DS_p \frac{dC}{dx}$$

$$n = \frac{m}{M} \quad \rightarrow \quad \frac{dn}{dt} = \frac{dm}{M} \quad = -DS_p \frac{dC}{dx}$$

$$dm = -D \times Sp \times \frac{dc}{dx} \times M \times dt$$

**A.N :**

$$m_{hémoglobine} = 2{,}815.\ 10^{-6}\ g$$

## Exercice 4 :

On veut perfuser en 60 min un patient avec un flacon de 500 ml de plasma de densité 1,03 et de viscosité 1,4 $10^{-3}$ Pa.s. L'aiguille utilisée à une longueur de 3 cm et un diamètre intérieur de 0,4 mm.

Quel est le débit d'écoulement du plasma ?

Calculer la résistance hydraulique de l'aiguille et en déduire la perte de charge ?

**Correction :**

**Q ?**

500 ml → 60 min (3600 s)  x= 0,1388 ml/s  x= 0,1388 $10^{-3}$ L/s
x → 1 s

1 $m^3$ → 1000 L
Q → 0,1388 $10^{-3}$ L  ⟺  $\boxed{Q = 0{,}1388\ 10^{-6}\ m^3/s}$

Rp ?

$$R_p = 8\ \eta\ L / (\pi\ r^4)$$

A.N

$$R_p = 8 \times 1{,}4\ 10^{-3} \times 3.10^{-2} / [3{,}14 \times (0{,}2.10^{-3})^4] = 66{,}87.\ 10^9\ Pa.s.m^{-3}$$

On déduit la perte de charge

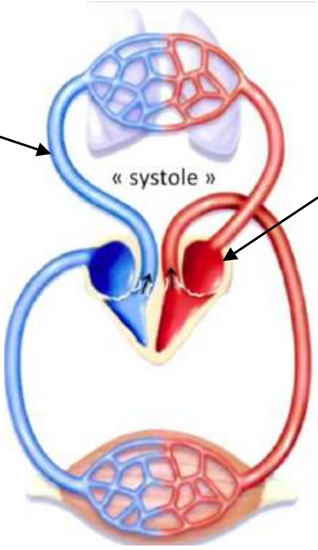
$$\Pi = R_P \times Q$$

A.N

$$\Pi = 66{,}87.\ 10^{-9} \times 0{,}1388\ 10^{-6} = 9{,}28.10^3\ Pa$$

## Exercice 5 :

La pression au niveau de l'artère pulmonaire est $P_{ap}$ = 12 mm Hg ;La pression au niveau de l'oreillette gauche est $P_{og}$ = 8 mm Hg. On prendra 1mm Hg = 120 Pa




**1 -** Si le débit Q dans l'artère est égal à 180 $mL.min^{-1}$, calculer la perte de charge et la résistance à l'écoulement ?

**2 -** A la suite d'un problème vasculaire (personne 1), $P_{ap}$ = 16 mm Hg. Si le débit et la $P_{og}$ restent constants, calculer la perte de charge et la résistance à l'écoulement ?

**3 -** A la suite d'un problème vasculaire (personne 2), $P_{ap}$ = 16 mm Hg et la $P_{og}$ reste constante. On veut que la résistance mécanique reste constante. Calculer le débit ?

**4-** A la suite d'un problème cardiaque (personne 3) la $P_{og}$ passe à 10 mm Hg. Si la $P_{ap}$ reste égale à 12 mm Hg et si le débit reste constant, calculer la perte de charge et la résistance à l'écoulement ?

**Correction :**

**1)-**
$\Pi = P_{ap} - P_{og} = 12 - 8 = 4 \text{ mm Hg} = \mathbf{480\ Pa}$

$\Pi = R_P \times Q \qquad R_P = \Pi / Q$

$180 \text{ ml} \rightarrow 60 \text{ s} \qquad v = 3 \text{ ml} = 3.10^{-3} \text{ L}$
$v \rightarrow 1 \text{ s}$

$1 \text{ m}^3 \rightarrow 1000 \text{ L} \qquad \mathbf{Q = 3.10^{-6}\ m^3/s}$
$Q \rightarrow 3.10^{-3} \text{ L}$

$R_P = \Pi / Q \qquad R_P = 480 / \mathbf{3.10^{-6} = 1{,}6.\ 10^8}\ \text{Pa.s.m}^{-3}$

**2)-** $\Pi = P_{ap} - P_{og} = 16 - 8 = 8 \text{ mm Hg} = \mathbf{960\ Pa}$

$R_P = \Pi / Q \qquad R_P = 960/\mathbf{3.10^{-6} = 3{,}2\ 10^8}\ \text{Pa.s.m}^{-3}$

**3)-** $\Pi = P_{ap} - P_{og} = 16 - 8 = 8 \text{ mm Hg} = \mathbf{960\ Pa}$

$Q = \Pi / R_P \qquad Q = \mathbf{960/\ 1{,}6.\ 10^8 = 6.\ 10^{-6}\ m^3/s}$

**4)-** $\Pi = P_{ap} - P_{og} = 12 - 10 = 2 \text{ mm Hg} = \mathbf{240\ Pa}$

$R_P = \Pi / Q \qquad R_P = 240/\mathbf{3.10^{-6} = 8\ 10^7}\ \text{Pa.s.m}^{-3}$

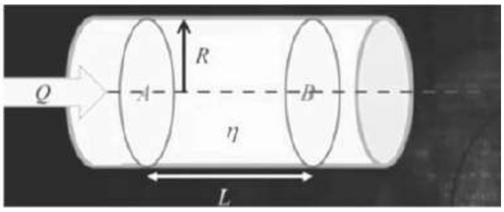
## Exercice 6 :

Le sang de viscosité $\eta = 3.10^{-3}$ Pa.s, circule dans un vaisseau horizontal de rayon R=1mm avec un débit $Q=6{,}28.10^{-7}$ m³/s. Si la pression en un point A est $P_a = 13$ kPa, quelle est la valeur de la pression en B $P_b$, après un trajet AB = 1 cm ?

**Correction :**

la perte de charge est donnée par :

Avec
$$\Pi = R_P \times Q$$
$$\mathbf{R_p = 8\ \eta\ L / (\pi\ r^4)}$$




Et par définition, la perte de charge est donnée également par :

$$\Pi = P_a - P_b$$
$$P_a - P_b = R_P \times Q$$

$$\Longleftrightarrow \quad P_a - P_b = \mathbf{8\ \eta\ L}\ Q / (\pi\ r^4)$$
$$= 8.\ 3.10^{-3}.\mathbf{1.10^{-2}.\ 6{,}28.10^{-7} / [3{,}14.\ (1.10^{-3})^4]}$$

$$P_a - P_b = 48 \text{ Pa}$$

Donc $\mathbf{P_b = 13000 - 48 = 12\,952\ Pa}$

# Bon courage

## LIENS UTILES ☝

# Visiter :

1. https://biologie-maroc.com
   - Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. https://biologie-maroc.com/shop/
   - Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
   - Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
   - Trouver des bourses et des écoles privées

3. https://biologie-maroc.com/emploi/
   - Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
   - Trouver des offres d'emploi et de stage