

TD : Sédimentation, Centrifugation

Exercice 1 : Sujet BTS BC 1997:

On étudie la sédimentation d'un globule rouge dans le sang, sous l'effet de la pesanteur.

1. Faire le bilan et le schéma de toutes les forces qui s'exercent sur le globule rouge (poids, poussée d'Archimède, force de frottement).
2. Le mouvement du globule devient rapidement rectiligne uniforme. Calculer alors sa vitesse v de sédimentation dans le sang.
3. Quelle est la durée t nécessaire pour que le globule rouge se déplace de 10 cm quand son mouvement est rectiligne uniforme ?
4. Quelle technique peut-on utiliser afin de réduire notablement cette durée?

Données :

masse volumique du globule rouge: $\rho = 1,30 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$.

rayon du globule rouge considéré comme sphérique: $r = 2 \text{ }\mu\text{m}$

masse volumique du sang: $\rho' = 1,06 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$.

coefficient de viscosité du sang à la température de l'expérience : $\eta = 10^{-3} \text{ SI (Pa.s)}$

valeur du champ de pesanteur $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

volume d'une sphère: $V = \frac{4}{3} \pi r^3$.

Rappel :

La force de frottement s'exerçant sur une sphère de rayon r en mouvement à la vitesse v dans un fluide de coefficient de viscosité η vaut $f = 6 \pi \eta r v$.

Exercice 2 : Sujet AB 2004 :

On se propose d'étudier la sédimentation de la nucléohistone en solution aqueuse, sous l'effet de la pesanteur.

1. Coefficient de frottement d'une particule supposée sphérique.
 - 1.1. La molécule de nucléohistone a une masse m de $3,5 \cdot 10^{-21} \text{ kg}$. En supposant la molécule sphérique, déterminer son rayon.
 - 1.2. En supposant toujours la molécule sphérique et à l'aide de la loi de Stokes déterminer la valeur du coefficient de proportionnalité k de la force de frottement à la vitesse.
 - 1.3. Ce coefficient vaut en réalité $4,35 \cdot 10^{-10} \text{ uSI}$; la molécule est-elle sphérique ? Sinon proposer une forme pour la molécule.
2. Sédimentation de la particule réelle.
 - 2.1. Faire le bilan et le schéma de toutes les forces qui s'exercent sur cette molécule.
 - 2.2. Le mouvement de sédimentation de la molécule devient rapidement rectiligne uniforme. A l'aide du bilan de la première question, établir que la vitesse de sédimentation peut s'exprimer par la relation :
où μ et μ' désignent la masse volumique respectivement de la nucléohistone et de l'eau.

$$v = \frac{mg}{k} \left[1 - \frac{\mu'}{\mu} \right]$$

Calculer numériquement cette vitesse dans le cas de la molécule réelle.

2.3. Quelle serait la durée nécessaire pour qu'elle sédimente sur 1 cm?

2.4. Quelle technique pourrait-on utiliser afin de réduire notablement cette durée?

Données :

Nucléohistone :

Masse volumique à la température de travail: $\mu = 1520 \text{ kg.m}^{-3}$

Eau:

Masse volumique à la température de travail: $\mu' = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$.

Viscosité: $\eta = 1,005 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}$.

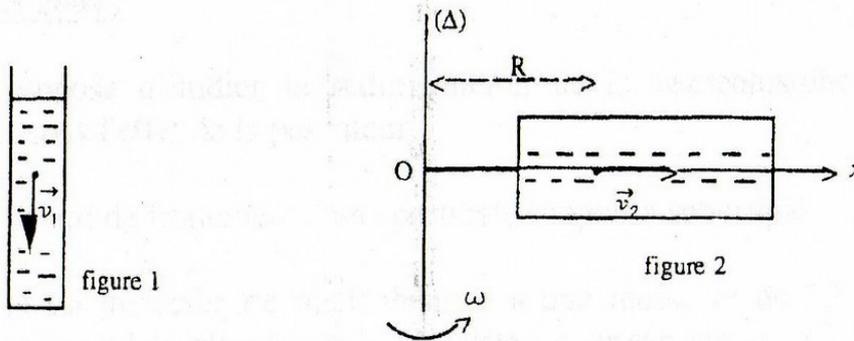
Divers :

Volume d'une sphère de rayon r : $V = \frac{4}{3} \pi r^3$.

Loi de Stokes : force de frottement proportionnelle à la vitesse dont le coefficient de proportionnalité est donné par $k = 6 \pi \eta r$ si la particule est sphérique et de rayon r .

Exercice 3 : Sujet AB 95

La sédimentation est une technique permettant de séparer une dispersion de solide ou de liquide dans un liquide non miscible et de densité inférieure. L'opération peut se faire sous l'action de la pesanteur (figure 1) ou par centrifugation (figure 2). Dans les deux cas, les particules constituant les corps dispersés (gouttelettes ou grains) sont considérées comme sphériques et elles migrent dans les sens indiqués par les vecteurs- vitesses. Les valeurs de ces vitesses sont données par les expressions (1) et (2). Dans les deux expressions, r représente le rayon d'une particule, ρ sa masse volumique, ρ_L celle du liquide, g l'accélération de la pesanteur ($9,81 \text{ ms}^{-2}$) et a celle due à la rotation.



$$(1) v_1 = \frac{2 r^2 (\rho - \rho_L)}{9 \eta_L} g$$

$$(2) v_2 = \frac{2 r^2 (\rho - \rho_L)}{9 \eta_L} a$$

1. Comment s'appelle la grandeur notée η_L ?
2. A un instant donné, la particule se trouve à une distance R de l'axe (Δ) et la vitesse angulaire de la centrifugeuse est ω . Calculer l'accélération $a = \omega^2 R$ si $R = 10 \text{ cm}$ et si la centrifugeuse tourne à $10\,000 \text{ tr.min}^{-1}$.
3. Comparer v_1 et v_2 en déduire l'intérêt de la centrifugation.
4. Quelle est l'influence de la température sur la séparation ?

Données $\eta_L = 10^{-3} \text{ Pa.s}$ à 20°C et $6 \cdot 10^{-4} \text{ Pa.s}$ à 45°C .