

**Semestre S 1 - Session de rattrapage  
Contrôle final de Physique SVI-STU  
Mécanique et mécanique des fluides  
Durée : 1 heure**

**Note du Professeur :**

**Nom et prénom :**

**Lieu d'examen :**

**Groupe de TD :**

**N.B. : Les réponses doivent être portées sur cette double feuille**

**M. ABD-LEFDIL**

**Données :**

La viscosité du sang  $\eta = 2,084 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$  (à  $37 \text{ }^\circ\text{C}$ )

La masse volumique du sang  $\rho_s = 1060 \text{ kg/m}^3$ .

L'accélération de la pesanteur  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

### I-(10 points)

Supposons que les globules rouges soient de petites sphères de rayon  $R = 2 \mu\text{m}$  et de masse volumique  $\rho_G = 1300 \text{ Kg/m}^3$ .

a) Calculer la masse  $M$  d'un globule rouge.

b) Donner les expressions des différentes forces exercées sur un globule rouge dans le sang de masse volumique  $\rho_s$ .

Calculer le poids effectif d'un globule rouge.

Lorsqu'on tient compte de la viscosité du sang, une force de résistance visqueuse apparaît et elle est donnée par la loi de Stokes :

$$F = 6\pi R \eta V$$

$\eta$  étant la viscosité du sang,  $V$  la vitesse du globule rouge et  $R$  son rayon.

c) Déterminer la vitesse  $V_s$  à laquelle se fait la sédimentation quand la somme vectorielle des forces appliquées au globule rouge est nulle.

Calculer  $V_s$ .

d) En déduire la durée de la sédimentation si le globule rouge doit se sédimenter au fond d'un tube de longueur 8 cm

Commenter le résultat obtenu

#### Solution :

① a-  $M = \rho_G V = \rho_G \frac{4}{3} \pi R^3$       A.N.:  $M = 1300 \frac{4}{3} \pi (2 \cdot 10^{-6})^3 = 4,36 \cdot 10^{-14} \text{ kg}$       0,5

0,5 b- Poids  $P = m g = \rho_G \frac{4}{3} \pi R^3 g$  dirigé vers le bas.

① Poussée d'Archimède  $P_A = \rho_s V g = \rho_s \frac{4}{3} \pi R^3 g$  dirigé vers le haut.

① Le poids effectif est donnée par :  $P_{\text{eff}} = P - P_A = (\rho_G - \rho_s) \frac{4}{3} \pi R^3 g$

A.N.:  $P_{\text{eff}} = (1300 - 1060) \frac{4}{3} \pi (2 \cdot 10^{-6})^3 = 0,80 \cdot 10^{-14} \text{ N}$       0,5

① c- On a:  $\vec{P} + \vec{P}_A + \vec{F} = 0$

Comme  $\vec{F}$  est une force de frottement, elle est dirigée vers le haut.

La projection sur un axe ascendant donne :  $P_A + F - P = 0$

② D'où :  $(\rho_G - \rho_s) \frac{4}{3} \pi R^3 g = 6\pi R \eta V_s \Leftrightarrow V_s = \frac{2}{9} (\rho_G - \rho_s) R^2 \frac{g}{\eta}$       A.N.:  $V_s = 1,02 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$       0,5

0,75 d-  $x = V_s t \Leftrightarrow t = \frac{x}{V_s}$       A.N.:  $t = 78431 \text{ s}$  (un peu moins de 22 heures)      0,25

Pendant ce temps, le sang aura coagulé: c'est pourquoi on doit utiliser une centrifugeuse.

①

## II- (4 points)

Une personne qui pèse 80 kg veut faire de l'exercice physique pour éliminer la graisse consommée durant un repas.

La graisse fournit une énergie de  $3,8 \cdot 10^7$  J/kg et cette énergie est convertie en énergie mécanique avec un rendement de 20 %.

Sachant que la personne a mangé un tajine contenant 45 g de graisse, quel dénivellement (hauteur) faut-elle monter pour éliminer la graisse consommée ?

### Solution :

Le travail pour soulever une masse  $M$  d'une hauteur  $h$  est donné par :

$$\textcircled{1} \quad W = M g h$$

Si on veut « brûler » une masse  $m_g$  de graisse, l'énergie pour soulever la masse  $M$  doit provenir de la graisse convertie en énergie mécanique.

Ce qui est important est le travail  $w$  que la personne doit fournir contre la pesanteur.

L'énergie cinétique n'est pas prise en compte (la personne de masse  $M$  part et arrive à vitesse nulle).

Par conséquent :  $W = M g h = 0,2 m_g E'$  avec  $E = 3,8 \cdot 10^7$  J/kg

$\textcircled{0,5}$  A.N. :  $h = 427,5$  m

## III- (6 points)

Une petite artère a une longueur  $L$  égale à 1,1 mm et un rayon  $R = 2,5 \cdot 10^{-5}$  m.

a- Calculer la résistance à l'écoulement.

b- Si la chute de pression le long de l'artère est de 1,3 kPa, déterminer la valeur du débit sanguin.

c- Calculer le nombre de Reynolds ? En déduire la nature de l'écoulement

### Solution :

$\textcircled{1}$  a- la résistance à l'écoulement est donnée par :

$$R_f = \Delta P / Q = 8 \eta L / \pi R^4$$

$\textcircled{0,5}$  A.N. :  $R_f = 1,5 \cdot 10^{13}$  Pa.s/m<sup>3</sup>

$\textcircled{1}$  b-  $Q = \Delta P / R_f$

$\textcircled{0,5}$  A.N. :  $Q = 0,87 \cdot 10^{-10}$  m<sup>3</sup>/s

$\textcircled{1,5}$  c-  $N_R = 2 R \rho_s v / \eta = 2 R \rho_s Q / (\eta \pi R^3)$  où  $v$  est la vitesse moyenne du fluide

$\textcircled{0,5}$  A.N. :  $N_R = 1,13$

$N_R < 2000$ : L'écoulement est laminaire

$\textcircled{0,5}$

$\textcircled{0,5}$