

EXERCICE 1 commun à tous les candidats (4 points)

(physique-chimie et mathématiques)

Modèle de la vitesse de chute d'une hématie dans un plasma sanguin

La détermination de la vitesse de sédimentation d'une hématie (globule rouge) est une analyse médicale mise en œuvre pour détecter un état inflammatoire chez un patient. Initialement en suspension dans le plasma sanguin, les hématies d'un échantillon de sang anti-coagulé chutent verticalement dans le plasma et se déposent, c'est la sédimentation.

L'objectif de cet exercice est d'étudier un modèle de l'évolution de la vitesse de chute d'une hématie dans un plasma. Pour cela, on considère une hématie dans un plasma sanguin dilué. Elle est soumise à différentes actions mécaniques, dont une modélisée par une force de frottement fluide $\vec{f}$ proportionnelle à la vitesse de chute de l'hématie notée $\vec{v}$. L'hématie, initialement au repos, est animée d'un mouvement rectiligne vertical accéléré avant d'atteindre un régime permanent où elle évolue à vitesse constante, appelée vitesse de sédimentation.

Notations et données :

- m , masse de l'hématie : $m = 4,356 \times 10^{-14}$ kg
- m_L , masse de liquide déplacée par l'hématie : $m_L = 3,552 \times 10^{-14}$ kg
- K , coefficient de frottement de la force de frottement : $K = 4,900 \times 10^{-8}$ USI
- g , intensité de la pesanteur terrestre : $g = 9,81$ m.s⁻²

1. Écrire l'expression vectorielle de la seconde loi de Newton dans un cas général et préciser le nom de chaque grandeur ainsi que son unité dans le système international.

L'application de la seconde loi de Newton à l'hématie, après projection sur un axe vertical dirigé vers le bas, permet d'écrire la relation suivante :

$$m \times g - m_L \times g - K \times v = m \times a \quad (1)$$

2. Identifier dans cette relation (1), les forces modélisant les actions s'exerçant sur l'hématie en chute dans le plasma et donner le nom et l'expression de chacune d'elles.

3. Expliquer qualitativement, à partir de la relation (1), l'apparition d'un régime permanent.

4. a. Dédire de la relation (1), l'équation différentielle dont la vitesse $v(t)$ de l'hématie est une solution. Cette équation différentielle fera apparaître les grandeurs m , m_L et K .

4. b. Montrer que l'équation précédente peut s'écrire de la manière suivante :

$$\frac{dy}{dt} + 1,125 \times 10^6 \times y = 1,811$$

4. c. Donner l'ensemble des solutions de cette équation différentielle.

4. d. Justifier que parmi l'ensemble des solutions de cette équation, la fonction v est la solution qui vérifie la condition $v(0) = 0$. En déduire que, pour tout réel t de $[0; +\infty[$, $v(t) = 1,610 \times 10^{-6} \times (1 - e^{-1,125 \times 10^6 t})$.

5. Déterminer la valeur de la limite de $v(t)$ lorsque t tend vers $+\infty$. Préciser la signification physique de cette valeur dans le cadre de ce modèle.

6. Représenter l'allure de la courbe « vitesse de chute de l'hématie dans le plasma en fonction du temps t » pour tout t appartenant à l'intervalle $[0 ; +\infty[$.

EXERCICE 2 commun à tous les candidats (6 points)

(physique-chimie)

Étude d'un panneau photovoltaïque du Delta Green

Installé dans la périphérie de Nantes, le Delta Green est un immeuble mixte (logements, commerces et bureaux) récent qui présente la particularité d'être autonome en énergie. En effet, les panneaux photovoltaïques fixés sur le toit de l'immeuble lui permettent de produire une énergie électrique supérieure à celle consommée par les habitants.

La plaque signalétique d'une cellule solaire (panneau photovoltaïque) utilisée sur le toit du Delta Green ainsi que sa caractéristique $U = f(I)$ sont présentées ci-après.

Caractéristiques photovoltaïques	
Cellules	60 cellules solaires monocristallines full black
Puissance max	300 W
Tension en circuit ouvert	39,8 V
Intensité de court-circuit	9,78 A
Tension à puissance maximale	32,6 V
Intensité à puissance maximale	9,21 A

Caractéristiques physiques	
Dimensions	1,640 m $\times$ 0,992 m
Poids	18,5 kg
Cadre	Aluminium anodisé

Données mesurées dans les conditions d'essai standard (STC) :

- Éclairement énergétique : $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$
- Température de jonction : 25°C

Allure de la caractéristique tension-intensité $U = f(I)$ d'un panneau photovoltaïque

