

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE

Physique-Chimie et Mathématiques

Durée de l'épreuve : **3 heures**

*L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.*

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.

Le document réponse page 10 est obligatoirement à rendre avec la copie.

PHYSIQUE-CHIMIE 14/20 points
MATHÉMATIQUES 6/20 points

Le candidat sera attentif aux consignes contenues dans le sujet pour traiter les 4 exercices.

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.

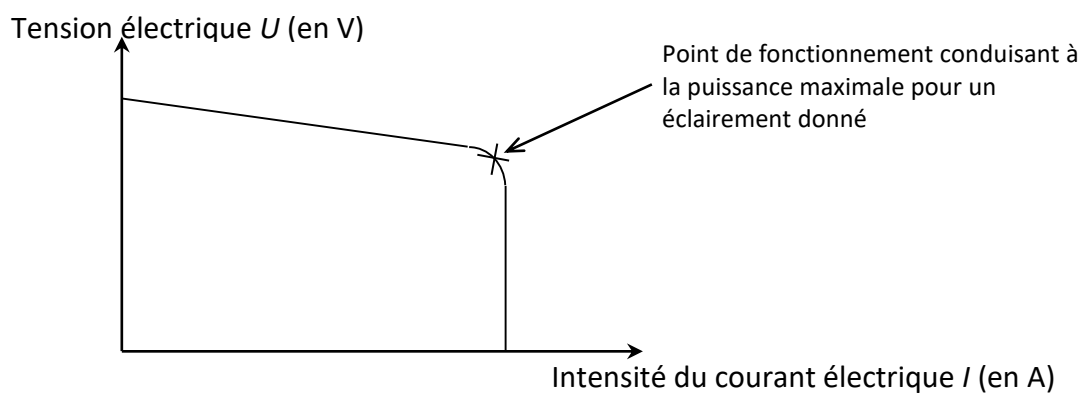
Caractéristiques photovoltaïques	
Cellules	60 cellules solaires monocristallines full black
Puissance max	300 W
Tension en circuit ouvert	39,8 V
Intensité de court-circuit	9,78 A
Tension à puissance maximale	32,6 V
Intensité à puissance maximale	9,21 A

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

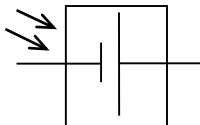
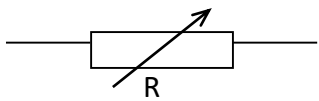
Données mesurées dans les conditions d'essai standard (STC) :

- 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



Données :
Symboles de composants électriques

Nom	Symbole
Panneau photovoltaïque	
Résistance variable	

1. Les panneaux photovoltaïques sont des convertisseurs d'énergie. Expliciter cette propriété dans le cas de ces dispositifs. On pourra s'appuyer sur un schéma.
2. Proposer un protocole expérimental comprenant un schéma du montage permettant de tracer la caractéristique tension-courant $U = f(I)$ du panneau solaire photovoltaïque.
3. Légender la caractéristique tension-courant dans le **document réponse DR1 page 10 à rendre avec la copie**, avec les données fournies par la plaque signalétique d'un panneau photovoltaïque.
4. Expliquer si le panneau photovoltaïque peut être considéré comme une source idéale de tension. Argumenter la réponse à l'aide des informations fournies et de vos connaissances.
5. Citer la relation entre le flux énergétique $P_{lumineuse}$ et l'éclairement énergétique $P_{lumineuse\ surfacique}$.
6. Montrer que la valeur du flux énergétique $P_{lumineuse}$ est de l'ordre de 1,6 kW.
7. Déterminer, en expliquant la démarche, la valeur du rendement η du panneau photovoltaïque dans les conditions d'essai standard.

L'ingénieur en charge du contrôle de la production d'énergie électrique pour l'immeuble Delta Green constate un écart entre la production réelle d'énergie électrique et la production attendue d'après le document constructeur.

8. Citer au moins deux raisons susceptibles d'expliquer cet écart.

Le cadre des panneaux photovoltaïques est en aluminium anodisé dont les propriétés physico-chimiques sont particulièrement adaptées à un usage en extérieur. L'anodisation de l'aluminium consiste à former une fine couche d'oxyde d'aluminium solide ou alumine, $Al_2O_3(s)$ à la surface de l'aluminium. Cette transformation chimique peut être modélisée par la réaction d'équation suivante :



9. Déterminer le nombre d'oxydation de l'élément aluminium dans l'espèce Al_2O_3 .
10. En déduire si l'aluminium subit une réaction d'oxydation ou de réduction au cours de son anodisation.

EXERCICE 3 commun à tous les candidats (4 points)

(mathématiques)

Vous traiterez quatre questions au choix parmi les six questions proposées.

Pour les questions 1 à 3, on considère la fonction suivante

Soit la fonction f définie sur $[-1; +\infty[$ par $f(x) = (4x - 1)e^x$.

Question 1 :

Calculer $f(-1)$.

Question 2 :

Justifier que la limite de la fonction f en $+\infty$ est $+\infty$.

Question 3 :

On admet que la fonction f est dérivable sur l'intervalle $[-1; +\infty[$ et on note f' sa fonction dérivée.

3.a. Montrer que pour tout x appartenant à $[-1; +\infty[$, $f'(x) = e^x(4x + 3)$.

3.b. Établir le tableau de variations de la fonction f sur $[-1; +\infty[$.

Question 4 :

On considère l'intégrale I suivante : $I = \int_{-1}^2 (4x - 1) dx$

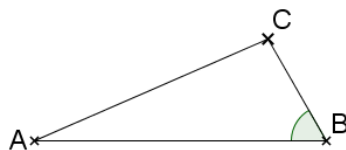
Montrer que $I = 3$.

Question 5 :

Montrer en détaillant vos calculs que $\ln(576) = 6\ln(2) + 2\ln(3)$.

Question 6 :

ABC est un triangle tel que : $AB = 10$, $BC = 4$, $\widehat{ABC} = 60^\circ$. Déterminer la longueur AC .



EXERCICE 4 au choix du candidat (6 points) (physique-chimie)

Vous indiquerez sur votre copie l'exercice 4 choisi : exercice 4 – A ou exercice 4 – B

EXERCICE 4 A : Pile Cuivre-Zinc

Mots clés : oxydo-réduction, pile

Lors d'une séance d'évaluation expérimentale, un élève dispose sur la paillasse du matériel décrit ci-après pour réaliser une pile.

L'objectif de la manipulation est de réaliser une pile cuivre-zinc et de déterminer la durée d'autonomie de cette pile lorsqu'elle alimente une LED.

Données :

- constante de Faraday : $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$
- quantité d'électricité $Q = n_{e^-} \times F$
avec n_{e^-} : quantité de matière d'électrons échangée dans la pile (mol)

Matériel :

- deux béchers ;
- une lame de zinc (Zn) et une lame de cuivre (Cu) de 50 g chacune ;
- une solution de sulfate de cuivre ($\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$) de concentration égale à $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$;
- une solution de sulfate de zinc ($\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$) de concentration égale à $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$;
- un pont salin ;
- un voltmètre, un ampèremètre, une diode électroluminescente ou LED, des fils, deux pinces crocodiles.

La solution de sulfate de cuivre a été préparée au laboratoire à partir de sulfate de cuivre pentahydraté, solide ionique de formule $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, dont la masse molaire vaut $249,7 \text{ g.mol}^{-1}$. Les pictogrammes suivants sont présents sur le flacon :



Pictogrammes de danger



1. Déterminer la masse de sulfate de cuivre pentahydraté à prélever pour préparer 500 mL de solution de concentration égale à $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.
2. Donner la liste du matériel nécessaire pour préparer cette solution.
3. Indiquer les précautions à prendre pour préparer cette solution.
4. Représenter le schéma légendé de la pile cuivre-zinc réalisée avec le matériel et les produits mis à disposition.

Un voltmètre est branché aux bornes de la pile, sa borne « V » sur la lame de cuivre et sa borne « COM » sur la lame de zinc. La valeur affichée sur l'appareil est + 1,1 V.

5. Compléter le schéma réalisé en y ajoutant :

- la polarité des bornes de la pile ;
- la LED et l'ampèremètre afin de schématiser le circuit électrique complet ;
- le sens de circulation du courant électrique.

6. Expliquer l'utilité du pont salin.

7. Écrire les réactions électrochimiques se produisant à chaque électrode lorsque la pile débite un courant et en déduire la réaction modélisant le fonctionnement de la pile.

8. Identifier, en justifiant votre réponse, la borne constituant l'anode et celle constituant la cathode de la pile.

9. Sachant que chaque bécher contient 75 mL de solution, calculer les quantités de matière d'ions Cu^{2+} et d'ions Zn^{2+} initialement présentes.

10. En déduire la quantité d'électricité Q maximale que peut débiter cette pile.

11. La pile alimente la LED. L'intensité mesurée est alors de 50 mA. Déterminer la durée Δt de fonctionnement théorique de la pile en heures.

12. Préciser comment il sera possible de se rendre compte visuellement de l'usure de la pile.

EXERCICE 4 B : L'ibuprofène

Mots clés : structure spatiale des espèces chimiques, réaction acido-basique

Au XIX^e siècle, on utilisait déjà des principes actifs chiraux comme la morphine, administrée comme anti-douleur. Malgré les idées énoncées par Pasteur à la fin du XIX^e, les chimistes ont mis beaucoup de temps pour comprendre que la chiralité pouvait avoir un impact considérable sur les organismes vivants. Cette prise de conscience a eu lieu dans les années 1960 avec le drame de la thalidomide, médicament qui fut administré aux femmes enceintes comme anti-vomitif, et qui provoqua chez les nouveau-nés de graves malformations. On connaît aujourd'hui la raison de ce drame : alors que l'énantiomère R est bien anti-vomitif, l'énantiomère S est tératogène*. Beaucoup de médicaments possèdent des propriétés thérapeutiques différentes selon l'énantiomère utilisé comme principe actif.

**tératogène : peut provoquer des malformations fœtales*

L'ibuprofène est connu pour avoir un effet biologique anti-inflammatoire et antipyrétique sous sa forme S et sans effet thérapeutique notable sous sa forme R. Le produit commercial est généralement le mélange racémique**. Cependant, seul l'énantiomère S est biologiquement actif et présente les effets thérapeutiques désirés. L'énantiomère R est très difficile à séparer du S, mais est heureusement inoffensif. L'énantiomère S seul commence à produire son effet 12 minutes après son absorption, alors que le mélange racémique n'est

actif que 38 minutes après avoir été absorbé. Très curieusement, le corps humain possède par chance la propriété de pouvoir transformer chimiquement l'énantiomère R inactif en énantiomère S.

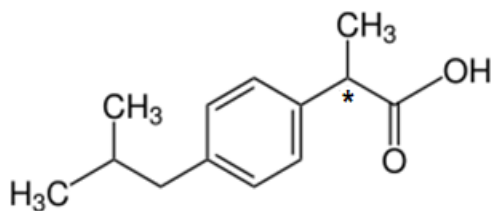
****** Quand un mélange contient en proportion égale les deux énantiomères R et S d'une molécule ayant un seul carbone asymétrique, le mélange est qualifié de racémique.

Données :

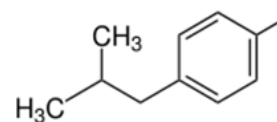
Numéros atomiques de l'hydrogène, du carbone, de l'oxygène :

$Z(\text{H}) = 1$; $Z(\text{C}) = 6$; $Z(\text{O}) = 8$.

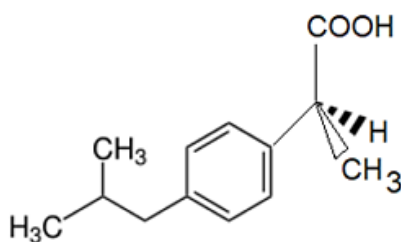
Une représentation de la molécule d'ibuprofène est donnée ci-dessous :



Le groupe ci-contre, pourra être noté MPP pour méthyl phénylpropane



1. Représenter la formule topologique de l'ibuprofène.
2. Entourer, sur la formule topologique, le groupe caractéristique présent dans la molécule d'ibuprofène et nommer la famille fonctionnelle associée.
3. Justifier que l'atome de carbone noté C* dans la représentation de la molécule d'ibuprofène est asymétrique.
4. La représentation d'un des énantiomères A de l'ibuprofène est donnée ci-dessous. Représenter, en perspective de Cram, l'autre énantiomère B de l'ibuprofène.



Énantiomère A

5. Déterminer la configuration absolue, R ou S, de chaque énantiomère A et B en expliquant votre démarche.
6. Expliquer en quoi un mélange racémique dans le cas de l'ibuprofène :
 - n'est pas dangereux pour l'Homme ;
 - retarde son action par rapport à l'énantiomère S seul.

L'ibuprofène est un acide faible. Il appartient à un couple acide-base de pK_a égal à 4,5 à 20°C.

7. Écrire la formule semi-développée de la base conjuguée de l'ibuprofène en notant MPP le groupe méthyl phénylpropane. Indiquer si la forme basique de l'ibuprofène possède les mêmes propriétés stéréochimiques que la forme acide.
8. Écrire l'équation de la réaction acide-base dont la constante d'acidité K_a de ce couple acide-base est la constante d'équilibre.
9. Indiquer sous quelle forme (acide ou basique) se trouve le principe actif d'un comprimé d'ibuprofène dans l'estomac de pH égal à environ 2, puis dans le sang de pH proche de 7,4. Un diagramme de prédominance légendé est accepté.
10. Déterminer la valeur du rapport des concentrations à l'équilibre de la forme acide et de la forme basique de l'ibuprofène dans le sang. Commenter.

DR1 – EXERCICE 2 (question 3) : Allure de la caractéristique tension-courant $U = f(I)$ d'un panneau solaire photovoltaïque à compléter

