Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac STL, veuillez visiter :
bacstl.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2023

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE

Physique-Chimie et Mathématiques

Durée de l'épreuve : **3 heures** - Coefficient : 16

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

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.

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 (4 points)

(Physique-chimie et Mathématiques)

Chute verticale dans un fluide visqueux

Cet exercice propose de modéliser la chute verticale d'une bille de plomb dans une huile alimentaire.

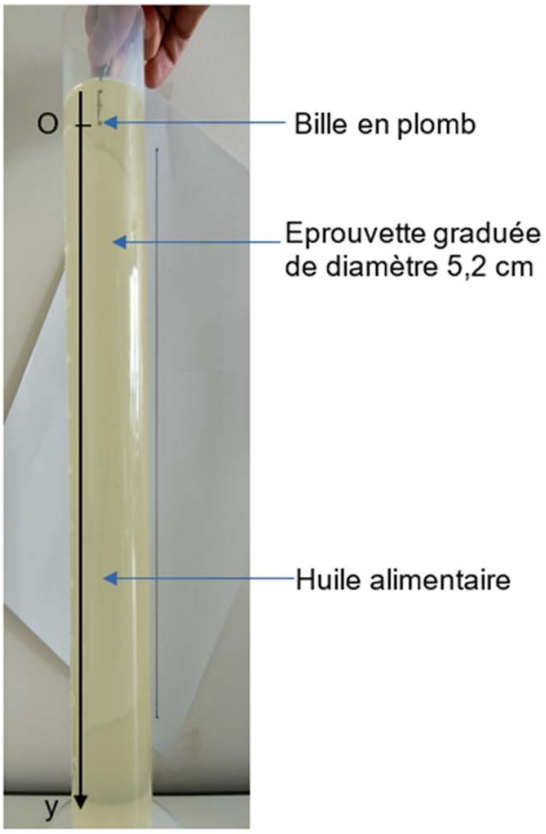
Données :

- Les actions exercées par le fluide sur la bille sont modélisées par une force de frottement fluide : $\vec{f} = -6\pi\eta r\vec{v}$ dans laquelle η est la viscosité du fluide, r est le rayon de la bille et $\vec{v}$ le vecteur vitesse de la bille ;
- intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$;
- intervalle des valeurs courantes de la viscosité η d'une huile alimentaire : entre 60 et 100 mPa·s.

Une bille de plomb de rayon $r = 1{,}03$ mm et de masse $m = 0{,}056$ g est lâchée à $t = 0$ s sans vitesse initiale dans une huile alimentaire (photo ci-dessous).

On nomme $v(t)$ la valeur de la vitesse de la bille, exprimée en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, à l'instant t, exprimé en seconde.

L'axe Oy est orienté suivant la verticale descendante.



Le pointage des positions successives de la bille permet de tracer l'évolution de sa vitesse en fonction du temps :

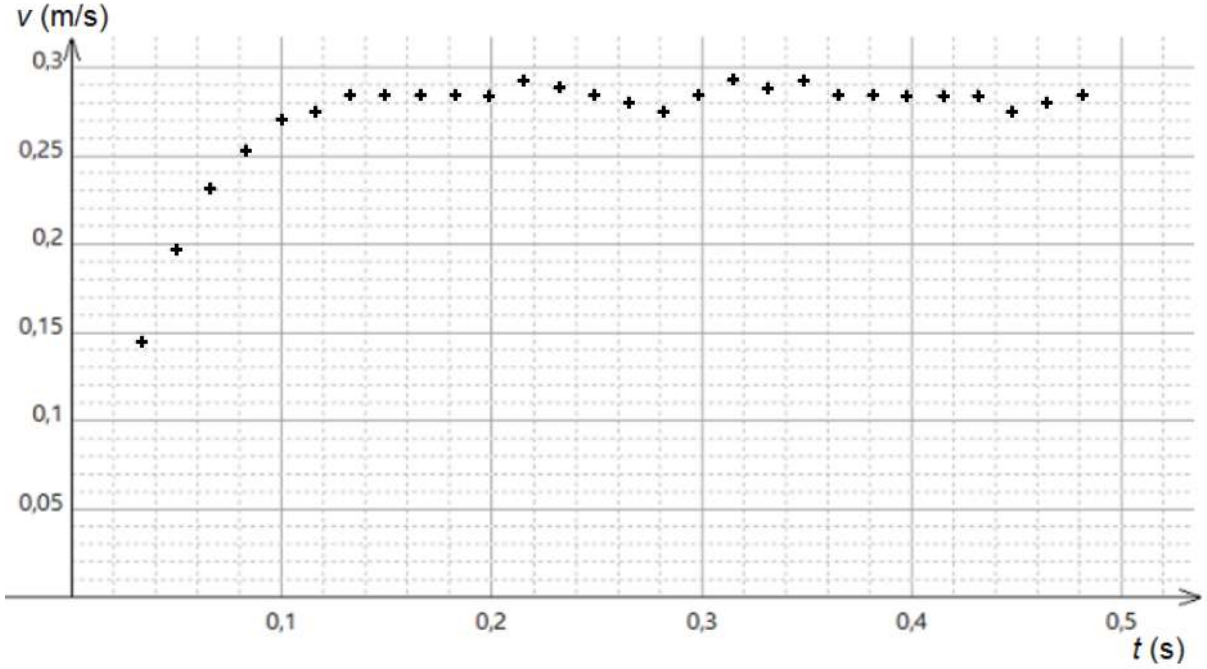


Figure 1. Vitesse de la bille en fonction du temps

1. Justifier, à partir des résultats de la figure 1, que la chute de la bille n'est pas une chute libre.

2. Estimer graphiquement la valeur de la vitesse de chute de la bille en régime permanent.

Pour la suite de l'exercice, on prendra comme valeur de la viscosité de l'huile alimentaire $\eta = 80\times10^{-3}$ Pa·s.

3. En considérant le système {bille} dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen, écrire l'expression vectorielle de la seconde loi de Newton.

4. En déduire, par projection de la deuxième loi de Newton sur l'axe (Oy), que la vitesse de chute de la bille doit vérifier l'égalité :

$$\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = -\frac{6\pi\eta r}{m}v + g.$$

Étude mathématique de la vitesse

On souhaite déterminer une expression de la vitesse de la chute de la bille. Les données physiques de l'expérience conduisent à résoudre l'équation différentielle (E) :

$$y' = -27{,}7y + 9{,}81.$$

5. Déterminer l'ensemble des solutions de l'équation différentielle (E).

6. Montrer que l'unique solution v de l'équation différentielle (E) qui vérifie $v(0) = 0$ est définie par l'expression : $v(t) = \frac{9{,}81}{27{,}7}\times\left(1-\mathrm{e}^{-27{,}7t}\right)$.

7. Calculer $\lim\limits_{t\to+\infty} v(t)$.

Analyse du modèle obtenu

Dans cette expérience, la valeur de la vitesse de la bille, exprimée en $m \cdot s^{-1}$, en fonction du temps t exprimé en s, est donnée par la fonction v définie sur [0 ; 0,5] dont l'expression est :

$$v(t) = 0{,}35 \times \left(1 - e^{-27{,}7t}\right)$$

8. Vérifier la cohérence de l'ordre de grandeur de la limite obtenue à la question 7 avec celui de la vitesse en régime permanent estimée à la question 2. Proposer une justification à l'écart observé.

EXERCICE 2 (6 points)

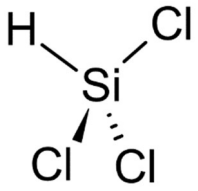
(Physique-chimie)

Le silicium dans les molécules organiques et dans les panneaux photovoltaïques

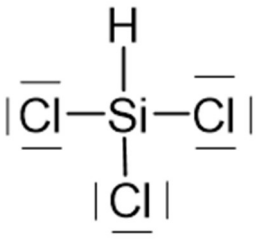
Les propriétés semi-conductrices du silicium et son abondance sur Terre en font un candidat de choix pour la fabrication des panneaux photovoltaïques.

Silicium et structure spatiale de molécules

Le trichlorosilane est un intermédiaire dans la fabrication du silicium ultra-pur. Une représentation de Cram est donnée ci-dessous.



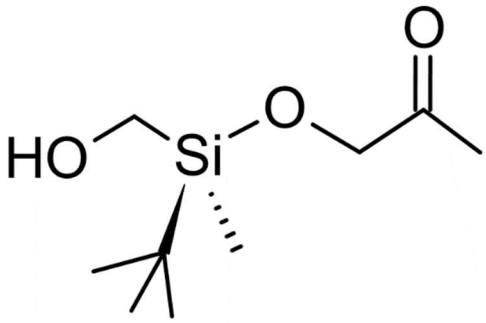
Un schéma de Lewis de la molécule de trichlorosilane est :



1. Déterminer la géométrie autour de l'atome de silicium dans la molécule de trichlorosilane à l'aide de la théorie VSEPR. La comparer à une géométrie courante autour des atomes de carbone dans les molécules organiques.

2. Préciser en justifiant la réponse, si la molécule de trichlorosilane est chirale.

Les molécules organiques contenant du silicium sont aussi utilisées pour synthétiser des molécules d'intérêt biologique. La molécule ci-dessous, notée A, permet la fabrication au laboratoire d'une phéromone naturelle.



3. Repérer deux groupes caractéristiques de la molécule, les recopier dans la copie et donner le nom de la fonction chimique associée à chacun d'entre eux.

4. Donner la définition d'un atome de carbone asymétrique.

5. Appliquer les règles de Cahn, Ingold et Prelog aux quatre groupes d'atomes portés par l'atome de silicium dans la molécule A pour leur classement par ordre de priorité.

6. Déduire la configuration absolue de l'atome de silicium de la molécule, avec la même méthode que celle utilisée pour un atome de carbone.

Structure cristalline des cellules en silicium d'un panneau photovoltaïque

Données : dimensions de la cellule photovoltaïque : 9,7 cm $\times$ 7,6 cm.

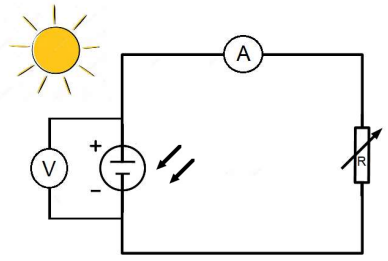
Différents types de cellules en silicium sont utilisées pour fabriquer des panneaux photovoltaïques :

- les cellules monocristallines (sc-Si) dont le rendement commercial des modules se situe entre 13 et 21 %. Cette technologie est avantageuse, mais présente un coût élevé en raison du prix des matériaux et de la quantité d'énergie requise pour leur fabrication ;
- les cellules polycristallines (mc-Si) dont le coût de fabrication est plus avantageux mais qui présentent un rendement entre 11 et 18 % plus faible que les cellules monocristallines. Environ 57 % des panneaux photovoltaïques vendus dans le monde se composaient de cellules mc-Si en 2011 ;
- les cellules au silicium amorphe (a-Si) ne contenant du silicium que sur une épaisseur d'environ 1 µm. Le caractère amorphe, c'est-à-dire désordonné des atomes de silicium dans ces cellules entraine des rendements plus faibles, compris entre 6 et 8 %. Jusqu'en 2000, cette technologie a principalement été destinée à alimenter de petits appareils électroniques, comme des montres ou des calculatrices.

D'après le site Futura-Sciences

Dans le cadre de l'étude expérimentale d'un panneau photovoltaïque, on mesure la tension *U (en V)* aux bornes du panneau photovoltaïque et l'intensité I (en A) du courant qu'il délivre lorsqu'il alimente une résistance variable *R* branchée à ses bornes grâce au dispositif expérimental ci-dessous :

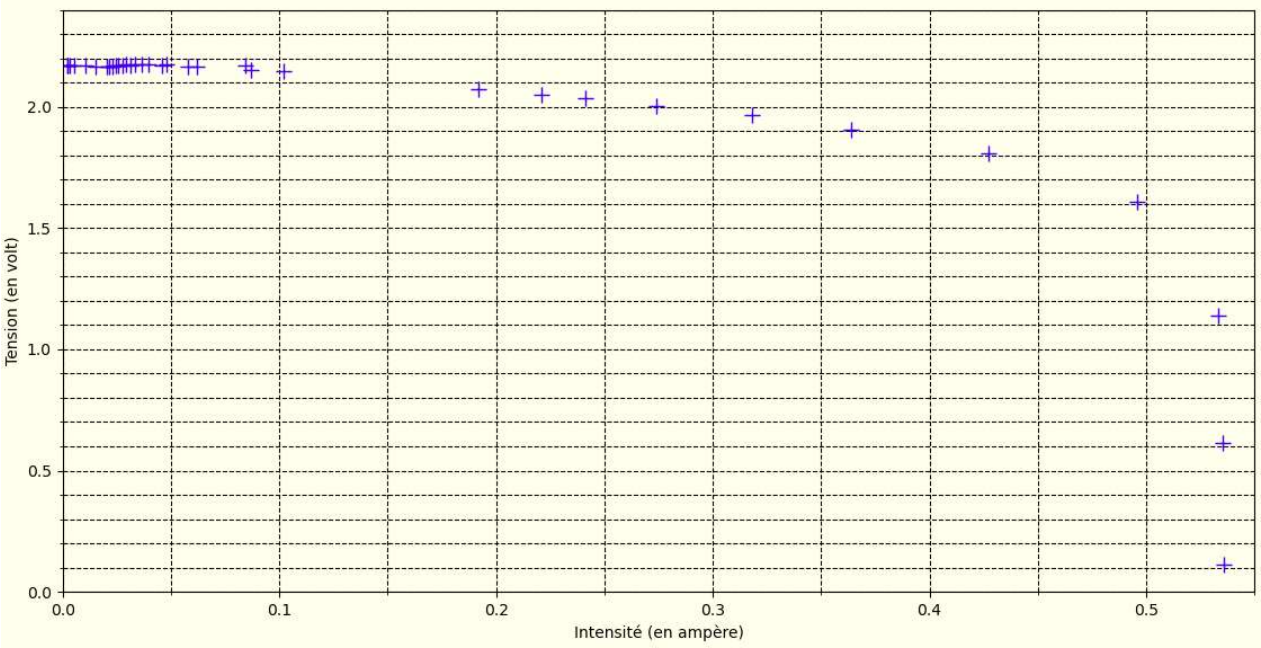


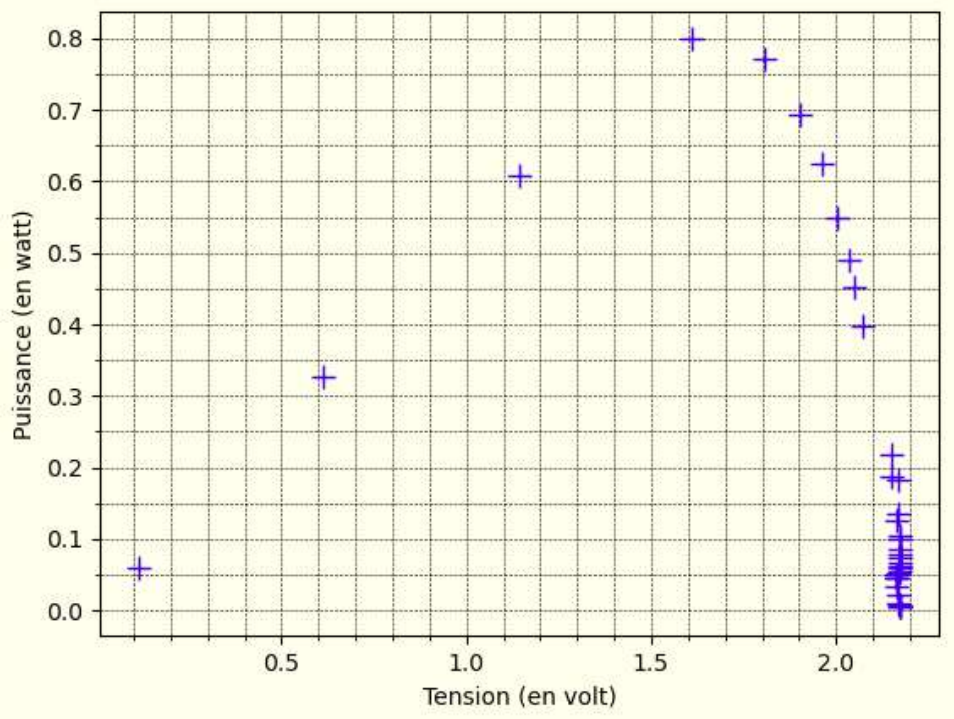


Les mesures obtenues sont intégrées dans un programme écrit en langage Python pour déterminer la puissance électrique délivrée, notée $P_{é}$, dans le circuit par le panneau. Une capture d'écran d'un extrait du programme est donnée ci-après.

```
1  import matplotlib.pyplot as plt
2  # Valeurs de la tension (en V)
3  U=[0.1113,0.613,1.141,1.61,1.806,1.905,1.964,2.005,2.034,2.049,2.073,2.148,
   2.151,2.167,2.166,2.173,2.171,2.175,2.173,2.173,2.172,2.173,2.171,2.171,
   2.169,2.166,2.165,2.164,2.166,2.168,2.169,2.17,2.172,2.172,2.172]
4  # Valeurs de l'intensité (en A)
5  I=[0.536,0.535,0.533,0.496,0.427,0.364,0.318,0.274,0.241,0.221,0.192,0.102,
   0.087,0.062,0.0579,0.0477,0.0457,0.0394,0.03636,0.03362,0.03126,0.02909,
   0.02764,0.02572,0.02446,0.02292,0.02147,0.0206,0.01512,0.01057,0.0841,
   0.00509,0.00302,0.00226,0.00203]
6  # Calcul de la puissance (en W)
7  Pe=[]
8  for k in range(len(U)):
9      Pe.append(U[k]*I[k])
10 # Tracé des graphiques
11 plt.figure("graphique1")
…  …
17 plt.plot(I,U,'b+',markersize=10)
18 plt.figure("graphique2")
…  …
24 plt.plot(U,Pe,'b+',markersize=10)
25 plt.show()
```

Le programme trace l'évolution de la tension *U* en fonction de l'intensité I puis l'évolution de la puissance $P_é$ en fonction de la tension *U* aux bornes du générateur.





7. Justifier que le panneau solaire n'est pas une source idéale de tension.

8. Déterminer, parmi les valeurs mesurées de la tension U et de l'intensité I, celles pour lesquelles la puissance délivrée par le panneau solaire est maximale.

9. Recopier sur la copie la ligne de code du programme écrit en langage Python qui calcule les valeurs successives de la puissance électrique libérée $P_{é}$.

10. Sachant que les mesures ont été réalisées sous un éclairement énergétique de 900 $W \cdot m^{-2}$, déterminer la nature probable de la cellule photovoltaïque (cellule monocristalline (sc-Si), cellule polycristalline (mc-Si) ou cellule au silicium amorphe (a-Si)).

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

EXERCICE 3 (4 points)

(Mathématiques)

La fonction f est définie sur $[0; +\infty[$ par : $f(x) = x\mathrm{e}^{0,02x} - 10\,000$.

1. Déterminer $\lim\limits_{x\to+\infty} f(x)$.

2. On note f' la fonction dérivée de f sur $[0; +\infty[$.
Justifier que pour tout nombre réel $x \geq 0$, $f'(x) = (0{,}02x + 1)\mathrm{e}^{0,02}$.

3. En déduire le sens de variation de f sur $[0; +\infty[$.

4. L'affirmation suivante est-elle vraie ou fausse ? Justifier.

« Tout nombre réel x, compris entre 0 et 1000, a une image négative par f. »

5. Quatre fonctions A, B, C et D sont écrites dans le même programme Python ci-dessous. Laquelle de ces quatre fonctions permet de déterminer la plus petite valeur entière dont l'image par f est positive ?

```
from math import exp
def A():
    n = 0
    return n * exp(0.02 * n) – 10000

def B():
    n = 0
    f = – 10000
    while f < 0:
        n = n + 1
        f = n * exp(0.02 * n) – 10000
     return n

def C():
    f = – 10000
    for n in range(0,1000):
        f = n * exp(0.02 * n) – 10000
    return f

def D():
    n = 0
    f = – 10000
    if f < 0:
        n = n + 1
        f = n * exp(0.02 * n) – 10000
    return n
```

EXERCICE 4 (6 points)

(Physique-chimie)

Piles électrochimiques et alimentation d'une voiture télécommandée

Une pile Daniell est un dispositif électrochimique réalisant la conversion d'énergie chimique en énergie électrique par le biais d'une réaction d'oxydoréduction. Le principe de fonctionnement de cette pile a été démontré par Edmond Becquerel et a été perfectionné par le chimiste britannique John Daniell en 1836, au moment où le développement du télégraphe faisait apparaître un besoin urgent de sources de tension sûres et constantes.

La pile Daniell vient corriger certains défauts de la pile Volta : elle est simple de construction, commode d'usage et de tension stable durant son utilisation, si bien qu'elle servit pendant longtemps de pile étalon en laboratoire.

On appelle pile alcaline un type de pile électrique dont l'électrolyte est alcalin, c'est-à-dire basique. L'un des modèles les plus courants est la pile alcaline zinc-dioxyde de manganèse (Zn-MnO_2) que l'on utilise pour alimenter des jouets par exemple (*Source Wikipédia).*

L'objectif de cet exercice est d'étudier une pile Daniell réalisée au laboratoire puis d'étudier les performances d'une voiture télécommandée, alimentée à l'aide de piles alcalines.

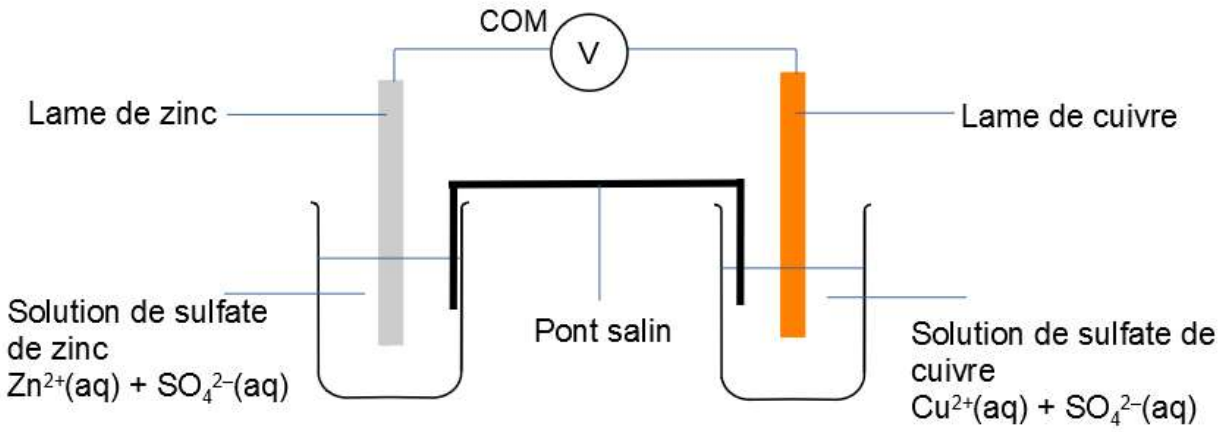
Données :

- masses molaires atomiques : $M(Cu) = 63{,}5\ g \cdot mol^{-1}$; $M(Zn) = 65{,}4\ g \cdot mol^{-1}$;
- charge élémentaire : $e = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C ;
- constante d'Avogadro : $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$;
- couples oxydant/réducteur de la pile Daniell : $Zn^{2+}(aq)/Zn(s)$ et $Cu^{2+}(aq)/Cu(s)$;
- couples oxydant/réducteur de la pile alcaline : $ZnO(s)/Zn(s)$ et $MnO_2(s)/MnO(OH)(s)$;
- capacité d'une pile alcaline : de 2 000 mAh à 3 000 mAh, soit respectivement de 7 200 C à 10 800 C ;
- masse de la voiture radiocommandée : $m = 741$ g.

Étude d'une pile Daniell

Une pile Daniell est constituée d'une lame de zinc plongée dans une solution contenant un volume $V_0 = 20$ mL d'une solution de sulfate de zinc ($Zn^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$) de concentration $C_0 = 1{,}0 \times 10^{-2}\ mol \cdot L^{-1}$ et d'une lame de cuivre plongée dans une solution contenant un volume $V_0 = 20$ mL de solution de sulfate de cuivre ($Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$) de concentration $C_0 = 1{,}0 \times 10^{-2}\ mol \cdot L^{-1}$. Les deux solutions sont reliées par un pont salin contenant une solution de nitrate d'ammonium ($NH_4^+(aq) + NO_3^-(aq)$).

Un voltmètre est branché aux bornes de la pile (schéma ci-après) pour mesurer la valeur de la tension à vide U_0 lorsque la pile ne débite pas de courant électrique. Le voltmètre mesure une tension à vide positive : $U_0 = +\ 1{,}102$ V.



1. Préciser, en justifiant la réponse, la polarité de chaque électrode.

Par la suite, on remplace le voltmètre par un ampèremètre en série avec une résistance électrique.

2. Écrire les équations de demi-réaction électroniques se produisant à l'anode et à la cathode. En déduire la réaction d'oxydoréduction modélisant la transformation chimique au sein de la pile.

3. Donner le sens de déplacement des ions ammonium $NH_4^+(aq)$ et des ions nitrate $NO_3^-(aq)$ dans le pont salin.

La masse de la lame de cuivre est $m(Cu) = 62{,}8$ g et celle de la lame de zinc est $m(Zn) = 50{,}2$ g.

4. Déterminer le réactif limitant de la réaction.

5. En déduire la capacité Q_D de la pile Daniell. Commenter la valeur obtenue.

Étude d'une pile alcaline Power+

Les piles alcalines sont fabriquées sous forme de cylindres et de boutons. Une pile cylindrique est contenue dans un tube d'acier, qui sert de collecteur du courant de la cathode. Le trou central de la cathode est revêtu d'un séparateur qui empêche le mélange des produits de l'anode et de la cathode et le court-circuit de l'élément de pile. Il faut que le séparateur puisse laisser passer les ions et rester stable dans une solution électrolytique fortement basique. Pour éviter la polarisation de la pile en fin de vie, on utilise plus de dioxyde de manganèse qu'il n'est nécessaire pour réagir avec la totalité du zinc.

D'après https://fr.wikipedia.org/wiki/Pile_alcaline

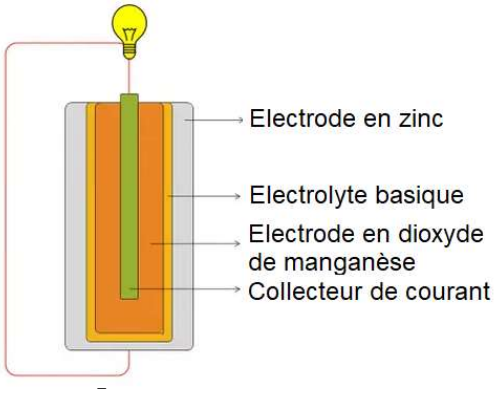
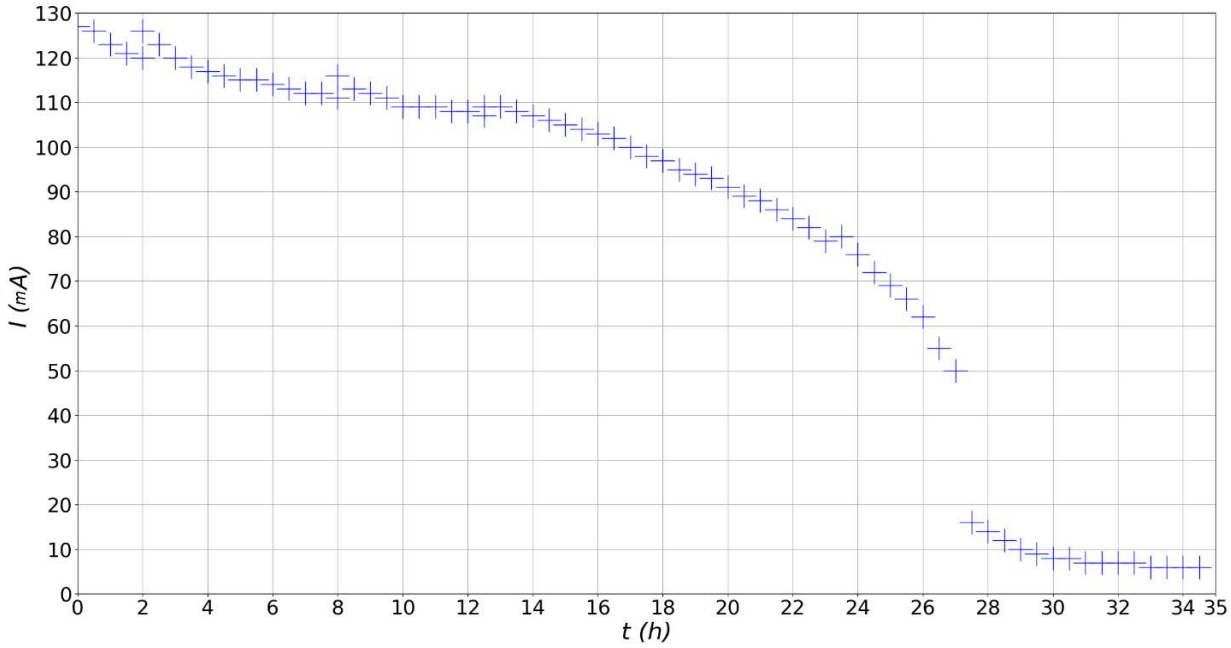


Schéma simplifié d'une pile alcaline
Source : d'après https://www.corepile.fr

6. Identifier en justifiant la réponse, le réactif limitant de la pile alcaline.

7. Identifier l'oxydant et le réducteur dans ce type de pile.

Une pile alcaline AA du commerce de type Power+ est reliée à une résistance de 10 Ω. L'intensité est mesurée à l'aide d'un ampèremètre. La courbe de l'évolution de l'intensité I débitée au cours du temps est donnée ci-dessous.



8. On considère qu'une chute brutale de l'intensité correspond à une pile déchargée. Déduire des mesures effectuées la valeur de la durée de fonctionnement de la pile dans ces conditions d'utilisation.

9. En s'appuyant sur le graphique, proposer une valeur de l'intensité moyenne délivrée par la pile Power+, puis estimer la valeur de sa capacité, notée Q_{P+}. Commenter le résultat.

Alimentation d'une voiture radiocommandée et étude des performances

Une voiture télécommandée, de type voiture de cascade tout terrain, est alimentée par un bloc de 6 piles alcalines AA Power+ étudiées précédemment.

La tension à vide mesurée aux bornes du bloc d'alimentation vaut U_0 = 9,23 V. La valeur de l'intensité du courant fourni par le bloc d'alimentation lorsque la voiture est en fonctionnement est I = 600 mA.

Pour la suite de l'exercice, on prendra comme valeur pour la capacité du bloc d'alimentation : Q_B = 10 000 C. Les piles étant branchées en série, la capacité du bloc correspond à la capacité d'une seule pile.

10. Déterminer la valeur de la durée d'utilisation maximale attendue de la voiture télécommandée. Commenter le résultat.

Les performances de la voiture sont testées sur une route horizontale et rectiligne. La voiture est initialement arrêtée et parcourt une distance d = 9,0 m au bout d'une durée Δt = 12 s.

On suppose que l'énergie électrique provenant des piles est intégralement convertie en énergie cinétique pour faire avancer la voiture.

11. Exprimer l'énergie électrique transférée par les piles au cours du test de performance en fonction de Δt, I, et U_0. En déduire la valeur de la vitesse de la voiture en exploitant ce transfert d'énergie et commenter la valeur obtenue.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.