

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2023

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 9 pages numérotées de 1/9 à 9/9.

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

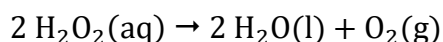
Le document page 9/9 est à rendre avec la copie.

EXERCICE 1 (5 points)

(physique-chimie et mathématiques)

Décomposition de l'eau oxygénée

L'eau oxygénée, utilisée comme désinfectant, est une solution de peroxyde d'hydrogène H_2O_2 . Son efficacité diminue au cours du temps à cause de la réaction de dismutation de cette espèce. L'équation de réaction associée est la suivante :



Lors d'une activité expérimentale au lycée, les élèves étudient la cinétique de cette réaction catalysée par la présence d'ions fer (III). La température dans la salle est de 20 °C.

Un binôme d'élèves prépare un volume $V_f = 500 \text{ mL}$ de solution de peroxyde d'hydrogène de concentration $C_f = 8,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ par dilution d'une solution mère de concentration $C_m = 1,60 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Ils versent ensuite une faible quantité de solution contenant des ions fer (III) dans la solution fille, à l'instant où ils déclenchent un chronomètre. Ils réalisent alors des titrages du peroxyde d'hydrogène à différents instants.

1. Expliquer ce qu'est un catalyseur.
2. Montrer qu'il est judicieux de prendre un volume $V_m = 25 \text{ mL}$ de solution mère pour préparer la solution fille de peroxyde d'hydrogène.
3. Proposer un protocole opératoire permettant de préparer la solution fille de peroxyde d'hydrogène par dilution de la solution mère. Préciser la verrerie utilisée.

Les résultats expérimentaux permettent de réaliser le graphe du **document réponse DR page 9 à rendre avec la copie**.

La concentration en peroxyde d'hydrogène à l'instant initial sera désormais notée $[\text{H}_2\text{O}_2]_0$.

4. Définir le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.
5. En effectuant une construction graphique sur le **document réponse DR page 9 à rendre avec la copie**, déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

Le même suivi cinétique est ensuite réalisé à une température de 28 °C.

6. Indiquer, en justifiant, quelle sera l'évolution du temps de demi-réaction entre l'expérience réalisée à 20 °C et celle réalisée à 28 °C.
7. Dans le cas d'une loi de vitesse d'ordre 1, rappeler la relation qui existe entre la vitesse volumique de disparition $v_{disp}(\text{H}_2\text{O}_2)$ du peroxyde d'hydrogène, la concentration en peroxyde d'hydrogène $[\text{H}_2\text{O}_2]$ à un instant t et la constante de vitesse notée k .

On fait l'hypothèse d'une cinétique d'ordre 1 par rapport au peroxyde d'hydrogène pour la réaction de dismutation étudiée. Dans ce cas, en posant $f(t) = [\text{H}_2\text{O}_2](t)/[\text{H}_2\text{O}_2]_0$, on montre que l'équation différentielle vérifiée par la fonction f est :

$$\frac{df}{dt} + k \times f = 0$$

8. Vérifier que la fonction f définie par $f(t) = e^{-kt}$ est solution de l'équation différentielle $y' + ky = 0$.

On admet que $\ln f(t) = -k \times t$.

9. En utilisant le graphe de la figure suivante, obtenu à partir des résultats expérimentaux, justifier que la pente de la droite est voisine de $-0,08$.

En déduire une valeur approchée de k .

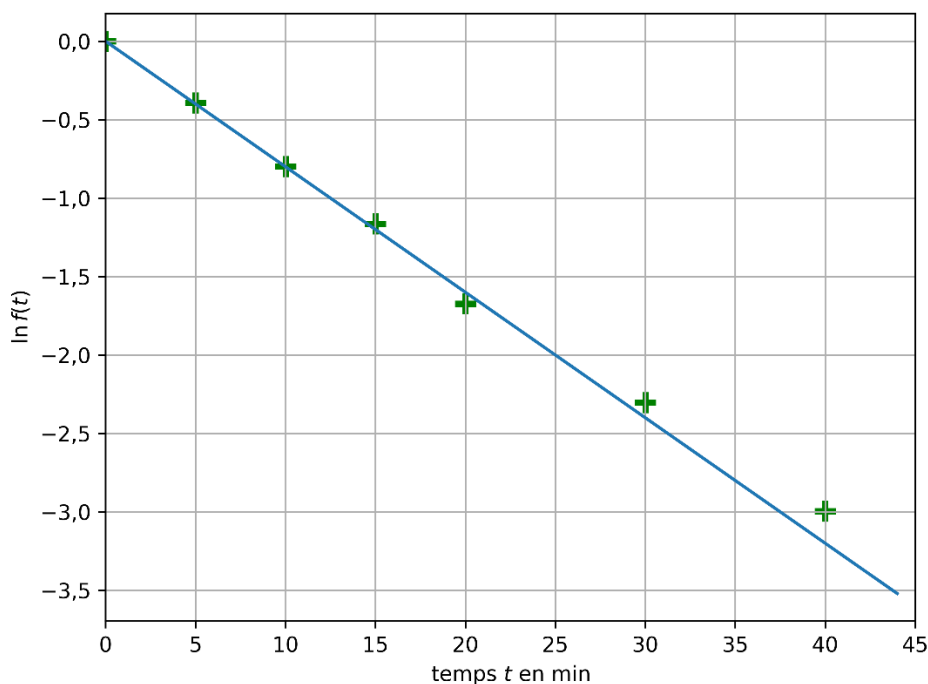


Figure – Évolution de $\ln f(t) = \ln([\text{H}_2\text{O}_2](t)/[\text{H}_2\text{O}_2]_0)$ en fonction du temps

L'expression de la concentration en quantité de matière de peroxyde d'hydrogène à un instant t peut s'écrire : $[\text{H}_2\text{O}_2](t) = [\text{H}_2\text{O}_2]_0 \times e^{-kt}$

10. Montrer que le temps de demi-réaction peut s'exprimer par la relation : $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$.

11. Calculer la valeur du temps de demi-réaction. Comparer avec la valeur déterminée graphiquement à la question 5.

EXERCICE 2 (5 points)

(physique-chimie)

La méthylamine, de formule CH_3NH_2 , est une base utilisée dans l'industrie pharmaceutique pour la synthèse de plusieurs produits tels que des antispasmodiques, des analgésiques, des antihistaminiques et des anesthésiques.

Données :

- pK_a de quelques couples acido-basiques :

Couple acide/base	pK_a
$\text{CH}_3\text{NH}_3^+(\text{aq})/\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{aq})$	10,7
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})/\text{HO}^-(\text{aq})$	14,0

- Relation d'autoprotolyse de l'eau : $[\text{H}_3\text{O}^+] \times [\text{HO}^-] = 1,0 \times 10^{-14}$ (avec des concentrations en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$).

On prépare une solution (S) en ajoutant une quantité de matière $n_b = 0,20$ mol de méthylamine CH_3NH_2 à un volume $V_b = 1,00$ L d'eau pure ; la variation de volume lors de l'ajout est négligeable. Le pH mesuré pour la solution (S) ainsi obtenue est de 12,0.

1. Tracer le diagramme de prédominance de la méthylamine et déterminer l'espèce prédominante dans la solution (S).

On souhaite déterminer les concentrations en quantité de matière de différentes espèces dans cette solution (S) et en déduire une valeur expérimentale du pK_a du couple $\text{CH}_3\text{NH}_3^+(\text{aq})/\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{aq})$.

2. Déterminer la concentration en quantité de matière en ions hydronium $[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})]$ dans la solution (S).
3. En déduire que la concentration en quantité de matière en ions hydroxyde, dans cette solution, est $[\text{HO}^-(\text{aq})] = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
4. Écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique de la méthylamine $\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{aq})$ avec l'eau $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ lors de la réalisation de la solution (S).
5. En déduire que $[\text{CH}_3\text{NH}_3^+(\text{aq})] = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ dans la solution (S).
6. En utilisant une loi de conservation, montrer que $[\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{aq})] = \frac{n_b}{V_b} - [\text{HO}^-(\text{aq})]$ dans la solution (S).
7. Calculer la valeur numérique de $[\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{aq})]$.
8. À partir des concentrations déterminées aux questions précédentes, calculer la constante d'acidité K_a du couple $\text{CH}_3\text{NH}_3^+(\text{aq})/\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{aq})$.
9. En déduire la valeur de pK_a du couple $\text{CH}_3\text{NH}_3^+(\text{aq})/\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{aq})$. Commenter le résultat au regard de la valeur fournie dans le tableau de données.

EXERCICE 3 (4 points)

(mathématiques)

Dans cet exercice, les quatre questions sont indépendantes.

Il faut traiter les quatre questions.

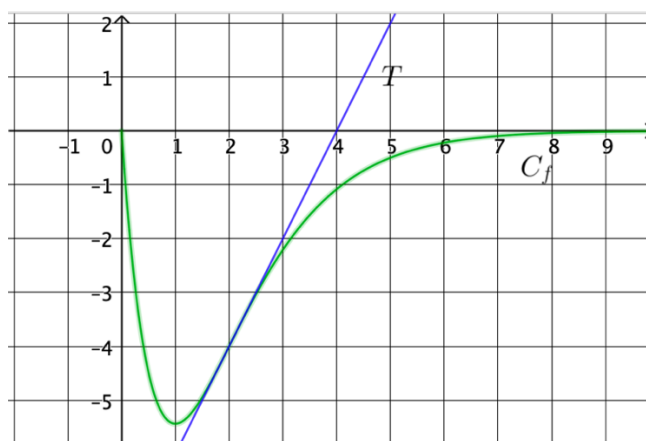
Question 1 :

Soit la fonction f définie sur $[0; +\infty[$ par $f(x) = (4x + 8)e^x$.

Vérifier que $f(0)$ est un nombre entier que l'on précisera.

Question 2 :

Soit la fonction f définie sur $[0; +\infty[$ et C_f sa courbe représentative donnée sur le graphique ci-dessous. On admet que f est dérivable sur $[0; +\infty[$ et on note f' sa dérivée. Soit T la tangente à la courbe C_f au point d'abscisse 2.



Déterminer par lecture graphique $f(2)$ et $f'(2)$.

Question 3 :

Un triangle ABC est tel que $AB = 5$, $BC = 8$ et $AC = 10$.

Déterminer le cosinus de l'angle \widehat{BAC} en utilisant une formule d'Al-Kashi.

Question 4 :

On considère la fonction f définie et dérivable sur \mathbb{R} par $f(x) = -3x^2 + 8x$.

Démontrer que la fonction F définie et dérivable sur \mathbb{R} par

$F(x) = -x^3 + 4x^2 + 1789$ est une primitive de f sur \mathbb{R} .

EXERCICE 4 (6 points)

(physique-chimie)

Le saut de l'extrême

Le plongeon de haut vol est une discipline sportive qui consiste à s'élancer d'une plateforme ou d'une falaise de plus de 20 mètres afin de plonger dans un lac, une rivière ou une piscine.

Dans les compétitions, le départ se fait d'une plateforme dont la hauteur est fixée à 20 mètres pour les femmes et 27 mètres pour les hommes. Quand le plongeur est dans les airs, il se retrouve en chute libre [...]. Les équations reliant la hauteur de chute et l'accélération gravitationnelle terrestre permettent de déterminer le temps que met le plongeur pour toucher l'eau. Le calcul donne environ **2 secondes** pour une hauteur de 20 mètres.



Lysanne Richard
D'après <https://ici.radio-canada.ca>

Pour un saut de 20 mètres, comme celui que réalise Lysanne Richard, membre de l'équipe nationale de plongeon de haut vol du Canada, la vitesse d'entrée dans l'eau est de **71 km·h⁻¹** ; pour un saut de 27 mètres (catégorie des hommes), elle est de 80 km·h⁻¹.

D'après www.ficsum.com

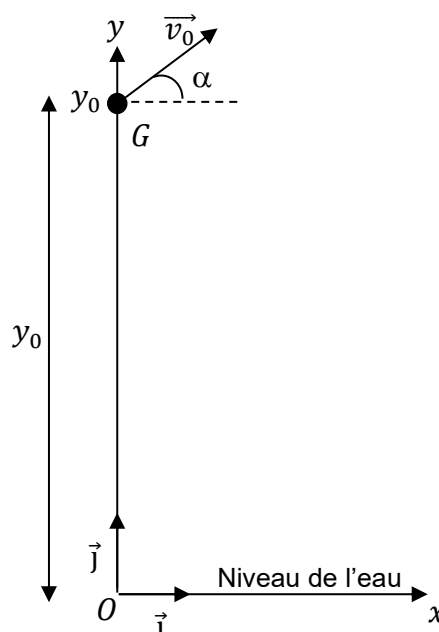
On se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie G d'une plongeuse qui réalise un plongeon de haut vol dans le repère (Ox, Oy) muni des vecteurs unitaires \vec{i} et \vec{j} et dont l'origine O est au niveau de l'eau. Le référentiel d'étude est supposé galiléen.

On négligera le mouvement de rotation de la plongeuse autour de son centre d'inertie, ainsi que les frottements avec l'air.

À la date $t = 0$, la plongeuse, assimilée au point G , quitte la plateforme située à une hauteur $y_0 = 20$ m. Le vecteur vitesse initiale \vec{v}_0 est incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale (voir figure ci-contre).

Donnée : intensité de la pesanteur $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

1. Nommer la force qui s'exerce sur la plongeuse pendant sa chute. Écrire son expression vectorielle.
2. Appliquer la deuxième loi de Newton à la plongeuse et en déduire l'expression du vecteur accélération du centre d'inertie G du système étudié.



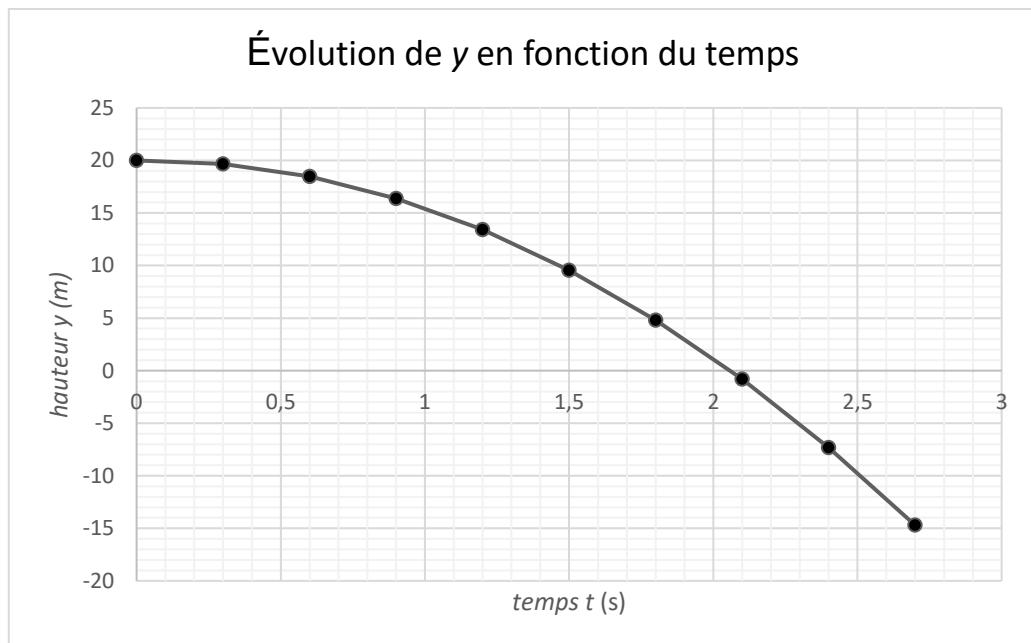
3. Représenter sur la copie, sans souci d'échelle, le vecteur accélération \vec{a} en une position quelconque de la plongeuse au cours de sa chute.
4. Indiquer les coordonnées $a_x(t)$ et $a_y(t)$ du vecteur accélération.
5. Déterminer les coordonnées $v_x(0)$ et $v_y(0)$ du vecteur vitesse initiale \vec{v}_0 en fonction de sa norme v_0 et de l'angle d'inclinaison α .
6. Dédire des deux questions précédentes, les coordonnées $v_x(t)$ et $v_y(t)$ du vecteur vitesse $\vec{v}(t)$.
7. Montrer que les équations horaires du mouvement de G ont pour expressions :

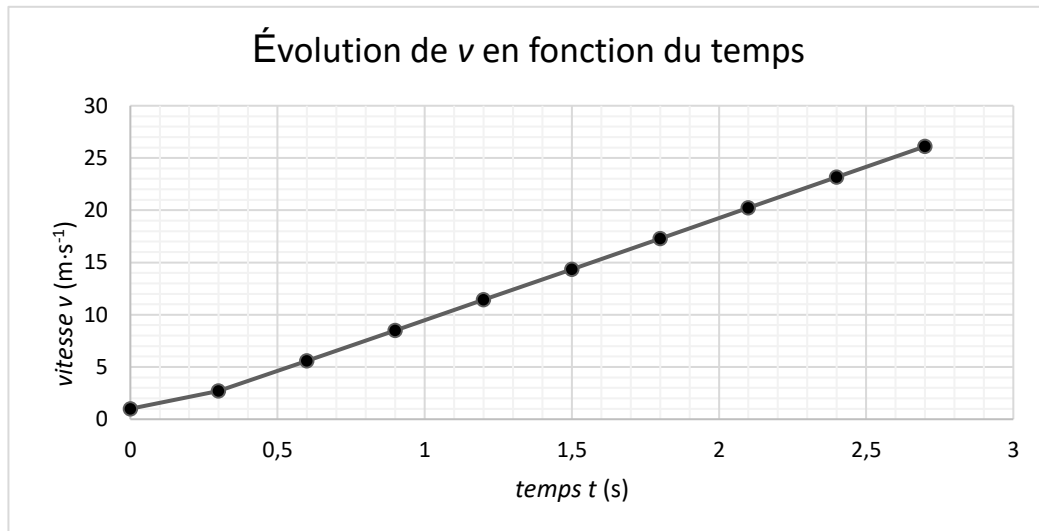
$$x(t) = v_0 \times \cos(\alpha) \times t$$

et $y(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t + y_0$

On considère dorénavant la situation où $\alpha = 23^\circ$. Par simulation, on obtient la représentation graphique (non fournie) de l'évolution de la coordonnée x en fonction du temps. Une modélisation donne l'équation $x = 0,92 \times t$ dans les unités du système international.

8. Montrer que la valeur de la vitesse initiale de la plongeuse est $v_0 = 1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
9. À partir des courbes simulées présentées sur les deux figures suivantes, représentant les évolutions en fonction du temps de la hauteur y et de la vitesse v de la plongeuse, retrouver la durée de chute et la vitesse d'entrée dans l'eau indiquées en gras dans le texte en introduction de l'exercice.





On considère à présent le cas d'un plongeur qui s'élanche donc d'une hauteur de 27 mètres (catégorie des hommes).

10. Donner l'expression de l'énergie mécanique du plongeur en fonction de la hauteur y et sa vitesse v . On choisira une énergie potentielle de pesanteur nulle pour une altitude nulle ($y = 0$).
11. À l'aide d'une étude énergétique, calculer la vitesse d'entrée dans l'eau du plongeur s'élançant avec une vitesse initiale $v_0 = 1,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ de la hauteur $y_0 = 27 \text{ m}$. Commenter le résultat obtenu en le comparant à la valeur indiquée dans le texte en introduction de l'énoncé.

Document réponse à rendre avec la copie

Exercice 1 : DR – Évolution de la concentration en peroxyde d'hydrogène au cours du temps

