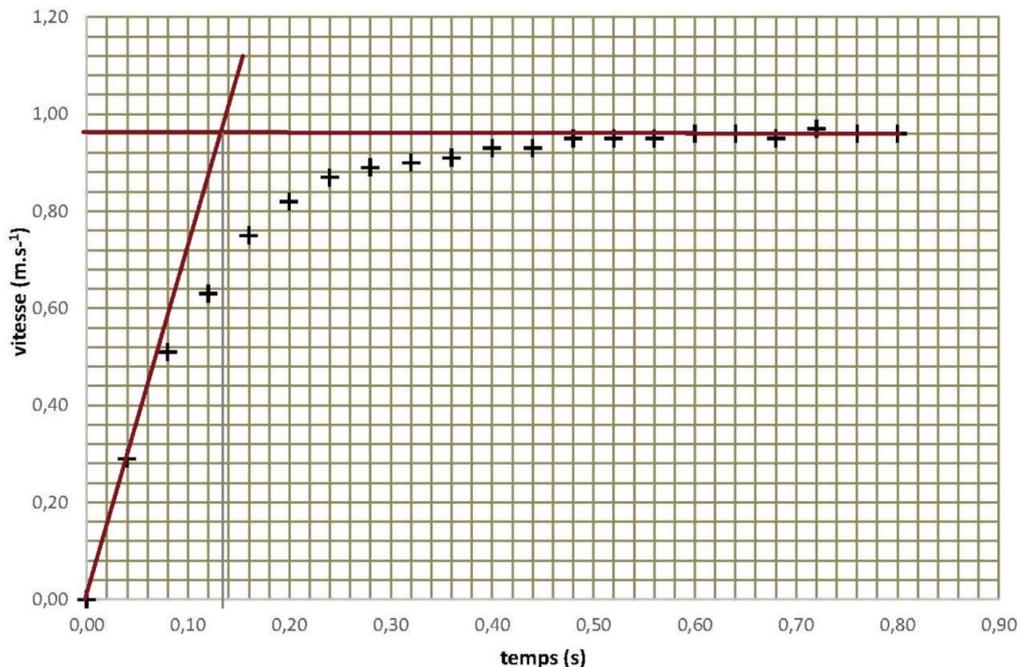


CORRIGÉ
STL - MÉTROPOLE 2022
PHYSIQUE-CHIMIE ET MATHÉMATIQUES
SUJET CORRIGÉ DU 11 MAI

Exercice 1

Q1. La vitesse limite est atteinte quand la courbe fait un plateau. Le temps caractéristique se lit en abscisse de l'intersection entre la tangente à l'origine et la droite d'équation $y = v_{\text{lim}}$

Évolution de la vitesse de la bille au cours du temps



Selon la lecture graphique :
 $v_{\text{lim}} = 0,96 \text{ m.s}^{-1}$ et $\tau = 0.14 \text{ s}$

Q2. La seconde loi de Newton est : $\sum \bar{F}_{ext} = m\bar{a}$

Appliqué à notre exercice :

$$\bar{P} + \bar{\Pi} + \bar{f} = m\bar{a}$$

$$m\bar{g} - \rho_{huile} V_{im} \bar{g} - 6\pi\eta R \bar{v} = m\bar{a}$$

Q3. En projetant sur l'axe (Oy), on obtient :

$$mg - \rho_{huile} V_{im} g - 6\pi\eta R v = ma$$

$$mg - \rho_{huile} V_{im} g - 6\pi\eta R v = m \frac{dv}{dt}$$

$$g - \frac{\rho_{huile} V_{im} g}{m} - \frac{6\pi\eta R}{m} v = \frac{dv}{dt}$$

$$\frac{dv}{dt} = - \frac{6\pi\eta R}{m} v + g - \frac{\rho_{huile} V_{im} g}{m}$$

$$\frac{dv}{dt} = Av + B$$

$$\text{Avec } A = - \frac{6\pi\eta R}{m} \text{ et } B = g - \frac{\rho_{huile} V_{im} g}{m} = g - \frac{\rho_{huile} \frac{4}{3} \pi R^3 g}{m}$$

Q4. Les calculs pour obtenir A et B sont :

$$A = - \frac{6\pi \times 0,39 \times 5,0 \cdot 10^{-3}}{4,1 \cdot 10^{-3}} = - \frac{6\pi \times 0,39 \times 5,0}{4,1}$$

$$B = 9,8 - \frac{920 \times \frac{4}{3} \pi (5,0 \cdot 10^{-3})^3 \times 9,8}{4,1 \cdot 10^{-3}}$$

Q5. L'équation différentielle est de forme $y' = ay + b$
Les solutions sont donc de forme $y(x) = Ce^{ax} - \frac{b}{a}$.

Ici :

$$y(x) = Ce^{-9x} + \frac{8,6}{9}$$

On sait que $y(0) = 0$:

$$y(0) = Ce^{-9 \times 0} + \frac{8,6}{9}$$

$$0 = C + \frac{8,6}{9}$$

$$C = -\frac{8,6}{9}$$

$$\text{Donc } y(x) = -\frac{8,6}{9}e^{-9x} + \frac{8,6}{9} = \frac{8,6}{9}(1 - e^{-9x})$$

Q6. Déterminons la limite de $y(x)$:

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} e^{-9x} = 0 \text{ et } \lim_{x \rightarrow 0} -\frac{8,6}{9}x + \frac{8,6}{9} = \frac{8,6}{9} \simeq 0,96$$

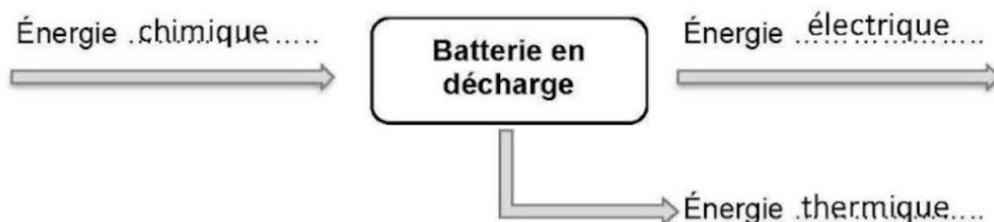
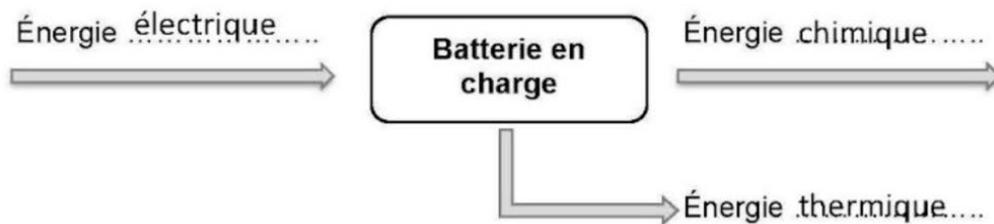
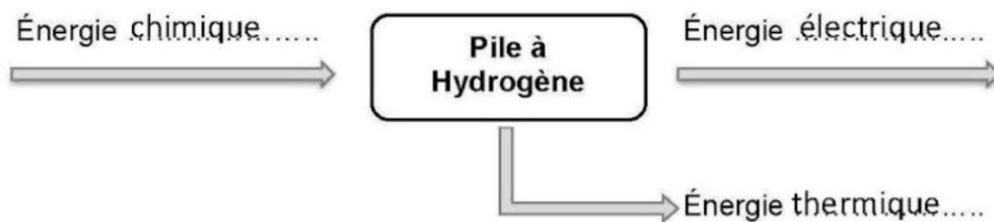
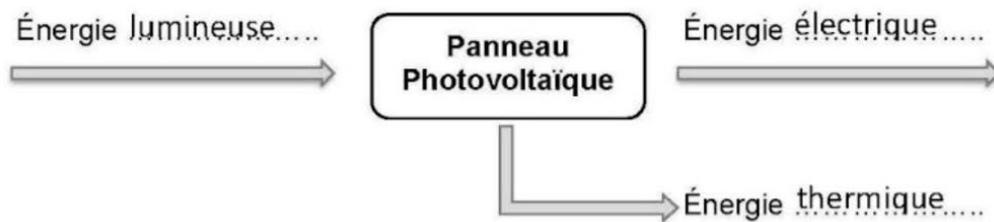
Q7. Avec ce modèle mathématique on retrouve bien la valeur de la vitesse limite de $0,96 \text{ m.s}^{-1}$

Exercice 2

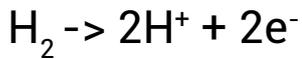
Q1.

Document réponse DR2 à rendre avec la copie

Compléter le schéma, en faisant figurer les formes d'énergie qui interviennent (énergie chimique, énergie électrique, énergie lumineuse, énergie thermique).



Q2. Au niveau de l'anode :

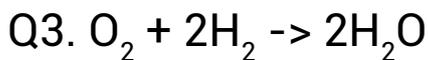


C'est une oxydation.

Au niveau de la cathode :



C'est une réduction.



Q4. Cette pile est considérée comme non polluante car elle ne rejette que de l'eau lors de son fonctionnement.

Q5. Lorsque les réservoirs sont pleins, il y a $m = 63 \text{ kg}$ de H_2 :

$$n = \frac{m}{M} = \frac{63 \cdot 10^3}{2,0} = 3,2 \cdot 10^4 \text{ mol}$$

Q6. L'énergie chimique libérée par une mole de dihydrogène lors du fonctionnement de la pile à hydrogène est de $2,4 \cdot 10^5 \text{ J}$

Donc l'énergie totale est de :

$$E = 3,2 \cdot 10^4 \times 2,4 \cdot 10^5 \simeq 7,7 \cdot 10^9 \text{ J} \simeq 2,1 \cdot 10^6 \text{ Wh} = 2,1 \text{ MWh}$$

Q7. Si le rendement est de 46 %, alors l'énergie libérée par la pile est de $2,1 \times 0,46 \simeq 0,97 \text{ MWh}$

Cette valeur est très proche du 1 MWh annoncé.

Q8. Un générateur idéal de tension délivre la même tension quelque soit l'intensité du courant.

Q9. $E = P \times t = 30 \times 24 \times 3600 = 2,6 \cdot 10^6 \text{ kJ} = 2,6 \cdot 10^9 \text{ J}$

Q10. $E = 2,6 \cdot 10^9 \text{ J} = 7,2 \cdot 10^5 \text{ Wh} = 0,72 \text{ MWh} < 1 \text{ MWh}$

Donc, l'autonomie de la pile était suffisante.

Exercice 3

Q1. $f(x) = uv$

Donc $f'(x) = u'v + uv'$

On a $u(x) = 8x - 2$ et $u'(x) = 8$

$v(x) = e^{-x}$ et $v'(x) = -e^{-x}$

$f'(x) = u'v + uv'$

$f'(x) = 8e^{-x} + (8x - 2)(-e^{-x})$

$f'(x) = e^{-x}(8 - (8x - 2))$

Q2.

$f'(x) = e^{-x}(10 - 8x)$

$f(x) = 0$

$(8x - 2)e^{-x} = 0$

Soit $8x - 2 = 0 \Leftrightarrow x = 2/8 = 1/4$

Soit $e^{-x} = 0 \Leftrightarrow$ pas de solutions

Donc l'unique solution de l'équation $f(x) = 0$ est $x = 1/4$

Q3. La fonction g' est positive sur $[0;4[$ donc la fonction g est croissante sur cet intervalle. Par conséquent, Julien a tort.

Q4. $\frac{\ln(\sqrt{8})}{\ln(\sqrt{2})} = \frac{\ln(8^{1/2})}{\ln(2^{1/2})} = \frac{1/2 \times \ln(8)}{1/2 \times \ln(2)} = \frac{\ln(8)}{\ln(2)} = \frac{\ln(2^3)}{\ln(2)} = \frac{3\ln(2)}{\ln(2)} = 3$

Q5.

$$f(x) = e^{6x} - 1$$

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} e^{6x} = 0 \text{ et } \lim_{X \rightarrow 0} X - 1 = -1$$

$$\text{Donc } \lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = -1$$

Q6. Avec la méthode de la projeté orthogonal, on a :

$$\overline{BF} \cdot \overline{BD} = 3 \times (-4) = -12$$

Avec la formule du produit scalaire :

$$\overline{BF} \cdot \overline{BD} = BF \times BD \times \cos(\overline{BF}; \overline{BD}) = 3 \times \sqrt{4^2 + 4^2} \times \cos(90 + 45) = -12$$

On a calculé BD grâce au théorème de Pythagore.

Exercice 4 - A

Q1. Le temps de demi-réaction correspond au temps nécessaire pour que la moitié du réactif limitant soit consommé.

Q2. Expérience 1 : La concentration au départ est de $0,20 \text{ mol.L}^{-1}$, le temps de demi-réaction est à lire en abscisse quand la courbe passe à $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$

$$t_1 = 5 \text{ h}$$

Expérience 2 : La concentration au départ est de $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$, le temps de demi-réaction est à lire en abscisse quand la courbe passe à $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$

$$t_2 = 5 \text{ h}$$

Expérience 3 : La concentration au départ est de $0,20 \text{ mol.L}^{-1}$, le temps de demi-réaction est à lire en abscisse quand la courbe passe à $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$

$$t_3 = 0.23 \text{ h} \simeq 14 \text{ min}$$

Q3. Entre l'expérience 1 et 2, seule la concentration change mais le temps de demi-réaction reste identique. Par conséquent, la concentration n'a pas d'effet sur la vitesse de réaction.

Q4. Quand la température est plus élevée, on voit que le temps de demi-réaction est beaucoup plus court. Donc, une température élevée accélère la réaction.

Q5. Un facteur cinétique est un facteur externe qui modifie le temps de réaction. C'est bien le cas pour la température.

Q6. $v = - \frac{dc}{dt}$, avec c correspond à la concentration de l'urée.

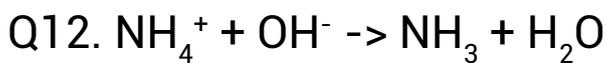
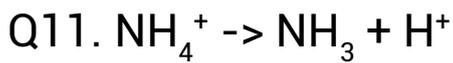
Q7. La courbe est une droite passant par l'origine. Donc, on a $v = kc$, la vitesse suivant donc une loi de vitesse d'ordre 1.

$$Q8. v = - \frac{dc}{dt} = kc$$

On a donc une équation différentielle : $c' = -kc$ donc $c(t) = [urée]_0 e^{-kt}$

$$Q9. k = \frac{0.025}{0.087} = 0,29 \text{ h}^{-1}$$

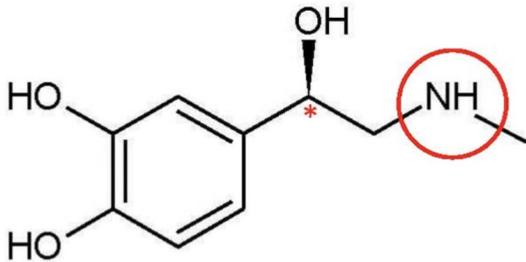
Q10. L'uréase est un catalyseur car il diminue le temps de demi-réaction.



Q13. L'acide NH_4^+ réagit avec la base OH^-
C'est donc une réaction acido-basique.

Exercice 4 - B

Q1. et Q2.



Q2. La molécule ne possède qu'un seul carbone asymétrique donc elle est chirale.

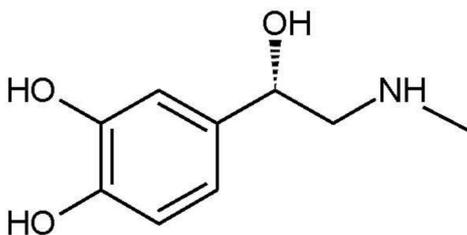
Q3. Les atomes directement liés au carbone asymétrique central sont de rang 1. Ils sont classés dans l'ordre de leur numéro atomique. Si deux atomes de rang 1 sont de même nature, on les classe en considérant les atomes qui leur sont liés (rang 2).

-O> -C(N,H,H) > -C (C,C,C) > H

Q4. Le sens de rotation entre les groupes -O> -C(N,H,H) > -C (C,C,C) est dans le sens des aiguilles d'une montre. Par conséquent, la configuration est R.

Q5. Les deux molécules sont les images l'une de l'autre dans un miroir mais non superposables.

Ce sont donc des énantiomères.



Q6. E2 est (1S,2S).

Q7. Les deux molécules sont non superposables et ne sont pas les images l'une de l'autre dans un miroir.
Ce sont donc des diastéréoisomères.

Q8. Une base est une entité chimique capable de capter un H^+

Q9. $B + H_2O \rightarrow OH^- + BH^+$

Q10.



Q11. Le pH du sang est inférieur au pKa du couple BH^+/B
C'est donc l'espèce basique BH^+ qui prédomine.