

Correction bac blanc

Exercice 1 (6 points)


1. Étude du mouvement du skieur sur la piste d'élan du tremplin

1.1. $E_{mD} = E_{cD} + E_{ppD}$

$$E_{mD} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_D^2 + m \cdot g \cdot y_D$$

Comme $v_D = 0$, alors $E_{mD} = m \cdot g \cdot y_D$

$E_{mD} = 70 \times 9,8 \times 98 = 6,7 \times 10^4 \text{ J}$ (0,5 point)



```
70*9.8*98
6.7228E4
```

1.2. $E_{mT} = E_{cT} + E_{ppT}$

$$E_{mT} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_T^2 + m \cdot g \cdot y_T$$
 (0,5 point)

1.3. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, on obtient

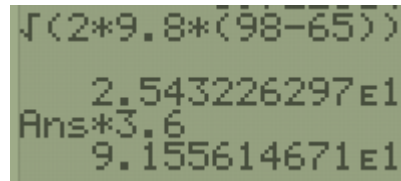
$$\frac{1}{2} m v_T^2 - 0 = m g (y_D - y_T)$$

On divise chaque terme par m , et on multiplie chaque terme par 2.

$$v_T^2 = 2 \cdot g \cdot (y_D - y_T)$$

$$v_T = \sqrt{2 \cdot g \cdot (y_D - y_T)}$$

$v_T = \sqrt{2 \times 9,8 \times (98 - 65)} = 25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (1 point)



```
√(2*9.8*(98-65))
2.543226297E1
Ans*3.6
9.155614671E1
```

En multipliant par 3,6, on obtient $v_T = 92 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

1.4. La vitesse mesurée vaut $83,3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, elle est inférieure à celle calculée. Ces résultats sont en accord, en effet les frottements ne sont en réalité pas négligeables et une partie de l'énergie mécanique a été dissipée sous forme de chaleur. (0,5 point)

2. Étude du mouvement du skieur lors du saut

2.1. Système {skieur+équipement} de masse m supposée constante et assimilé à un point matériel M.

Référentiel terrestre supposé galiléen

Repère (T, \vec{i}, \vec{j}) indiqué dans le sujet

Forces : poids, $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$

les forces de frottement de l'air sont négligées

Deuxième loi de Newton : $\Sigma \vec{F}_{ext.} = m \cdot \vec{a}$

soit $\vec{P} = m \cdot \vec{a}$ soit $m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}$ d'où $\vec{a} = \vec{g}$

$$\vec{a} \begin{cases} a_x(t) = g_x = 0 \\ a_y(t) = g_y = -g \end{cases}$$

En projection dans le repère : (0,5 point)

2.2.

Or $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ donc $\vec{a} \begin{pmatrix} a_x = \frac{dv_x(t)}{dt} = 0 \\ a_y = \frac{dv_y(t)}{dt} = -g \end{pmatrix}$ en primitivant $\vec{v} \begin{pmatrix} v_x(t) = C_1 \\ v_y(t) = -g \cdot t + C_2 \end{pmatrix}$

À $t = 0$, $\vec{v}(t = 0) = \vec{v}_T$ avec $\vec{v}_T \begin{pmatrix} v_{Tx} = v_T \cdot \cos \alpha \\ v_{Ty} = -v_T \cdot \sin \alpha \end{pmatrix}$

Donc en égalant les coordonnées des deux vecteurs, il vient $\begin{pmatrix} C_1 = v_T \cdot \cos \alpha \\ 0 + C_2 = -v_T \cdot \sin \alpha \end{pmatrix}$

Finalement :
$$\vec{v} \begin{pmatrix} v_x(t) = v_T \cdot \cos \alpha \\ v_y(t) = -g \cdot t - v_T \cdot \sin \alpha \end{pmatrix}$$

Et
$$\vec{v} = \frac{d\vec{TM}}{dt} \text{ donc } \vec{v} \begin{pmatrix} v_x(t) = \frac{dx(t)}{dt} = v_T \cdot \cos \alpha \\ v_y(t) = \frac{dy(t)}{dt} = -g \cdot t - v_T \cdot \sin \alpha \end{pmatrix}$$

en primitivant
$$\vec{TM} \begin{pmatrix} x(t) = v_T \cdot \cos \alpha \cdot t + C_3 \\ y(t) = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 - v_T \cdot \sin \alpha \cdot t + C_4 \end{pmatrix}$$

À $t = 0$, $\vec{TM}(t = 0) = \vec{0}$ donc en égalant les coordonnées des deux vecteurs $\begin{pmatrix} C_3 = 0 \\ C_4 = 0 \end{pmatrix}$

$$\vec{TM} \begin{pmatrix} x(t) = v_T \cdot \cos \alpha \cdot t \\ y(t) = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 - v_T \cdot \sin \alpha \cdot t \end{pmatrix}$$

Finalement les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ sont :

2.3. Déterminons l'équation de la trajectoire $y = f(x)$.

$$t = \frac{x}{v_T \cdot \cos \alpha}$$

Comme $x(t) = v_T \cdot \cos \alpha \cdot t$ alors

On introduit cette expression de t dans l'expression de $y(t)$.

$$y(x) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot \frac{x^2}{(v_T \cdot \cos \alpha)^2} - v_T \cdot \sin \alpha \cdot \frac{x}{v_T \cdot \cos \alpha}$$

$$y(x) = -\frac{g}{2(v_T \cdot \cos \alpha)^2} \cdot x^2 - \tan \alpha \cdot x$$

$$y(x) = -\frac{9,8}{2 \left(\frac{83,3}{3,6} \times \cos 11 \right)^2} \cdot x^2 - \tan 11 \cdot x$$

$$y(x) = -9,5 \times 10^{-3} \cdot x^2 - 1,9 \times 10^{-1} \cdot x \quad (0,5 \text{ point})$$

2.4. Au point L, la droite d'équation $y_{\text{piste}}(x) = -0,59 \cdot x$ croise la parabole modélisant la trajectoire du skieur d'équation $y(x) = -9,5 \times 10^{-3} \cdot x^2 - 1,9 \times 10^{-1} \cdot x$.

Si le modèle est correct $y_{\text{piste}}(x_L) = y(x_L)$

$$-0,59 \cdot x_L = -9,5 \times 10^{-3} \cdot x_L^2 - 1,9 \times 10^{-1} \cdot x_L$$

$$9,5 \times 10^{-3} \cdot x_L^2 + 1,9 \times 10^{-1} \cdot x_L - 0,59 \cdot x_L = 0$$

$$9,5 \times 10^{-3} \cdot x_L^2 - 0,40 \cdot x_L = 0$$

$$x_L \cdot (9,5 \times 10^{-3} \cdot x_L - 0,40) = 0$$

Cette égalité est vérifiée si $x_L = 0$ solution qui ne correspond pas à la situation,

ou si $9,5 \times 10^{-3} \cdot x_L - 0,40 = 0$,

$$\text{soit si } x_L = \frac{0,40}{9,5 \times 10^{-3}} = 42 \text{ m} \quad (0,75 \text{ point})$$

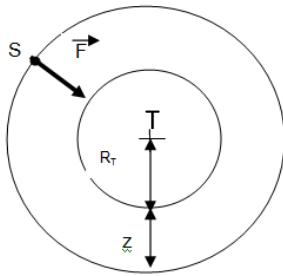
2.5 Le modèle théorique indique que l'abscisse du point d'atterrissage est largement inférieure à l'abscisse réelle égale à 97 m.

L'introduction indique la présence d'un vent important le jour de l'épreuve. Celui-ci a sans doute joué un très grand rôle sur l'abscisse du point d'atterrissage.

Le skieur a profité du vent pour planer et atterrir beaucoup plus loin que ce que prévoit notre modèle théorique simplifié. (0,25 point)

Exercice 2 (4 points)

1.



\vec{F} : Force d'interaction gravitationnelle exercée par la Terre (1 point)

S : satellite

T : Terre

2.

Dans le référentiel géocentrique supposé galiléen, on applique la 2^{ème} loi de Newton au système {satellite} :

$$\vec{F} = m_S \cdot \vec{a}$$

La force \vec{F} et l'accélération \vec{a} ont même sens (centripète) et même direction (radiale),

donc $F = m_S \cdot a$

$$G \cdot \frac{M_T \cdot m_S}{(z + R_T)^2} = m_S \cdot a \quad (1 \text{ point})$$

$$\text{ainsi } a = G \cdot \frac{M_T}{(z + R_T)^2}$$

• Le mouvement du satellite est circulaire uniforme sur l'orbite de rayon $R_T + z$ donc $a = \frac{v^2}{(z + R_T)}$

En égalant les deux expressions de l'accélération, on a $\frac{v^2}{(z + R_T)} = G \cdot \frac{M_T}{(z + R_T)^2}$

$$v^2 = \frac{G \cdot M_T}{(z + R_T)}$$

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{(z + R_T)}} \quad (1 \text{ point})$$

• Pendant une période T , le satellite parcourt son orbite de longueur $2\pi(z + R_T)$ à la vitesse v , donc $T = \frac{2\pi \cdot (z + R_T)}{v}$.

Dans l'expression (2), on remplace v par son expression (1), $T = \frac{2\pi \cdot (z + R_T)}{\sqrt{\frac{G \cdot M_T}{(z + R_T)}}}$

$$T^2 = \frac{(2\pi)^2 \cdot (z + R_T)^2}{\frac{G \cdot M_T}{(z + R_T)}} = \frac{(2\pi)^2 \cdot (z + R_T)^3}{G \cdot M_T}$$

$$\text{finalement on obtient } T = 2\pi \sqrt{\frac{(z + R_T)^3}{G \cdot M_T}}$$

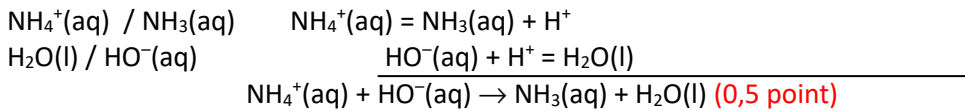
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{((667 + 6,38 \times 10^3) \times 10^3)^3}{6,67 \times 10^{-11} \times 5,98 \times 10^{24}}} = 5,89 \times 10^3 \text{ s}$$

$$T = 98 \text{ min} = 1 \text{ h } 38 \text{ min} \quad (1 \text{ point})$$

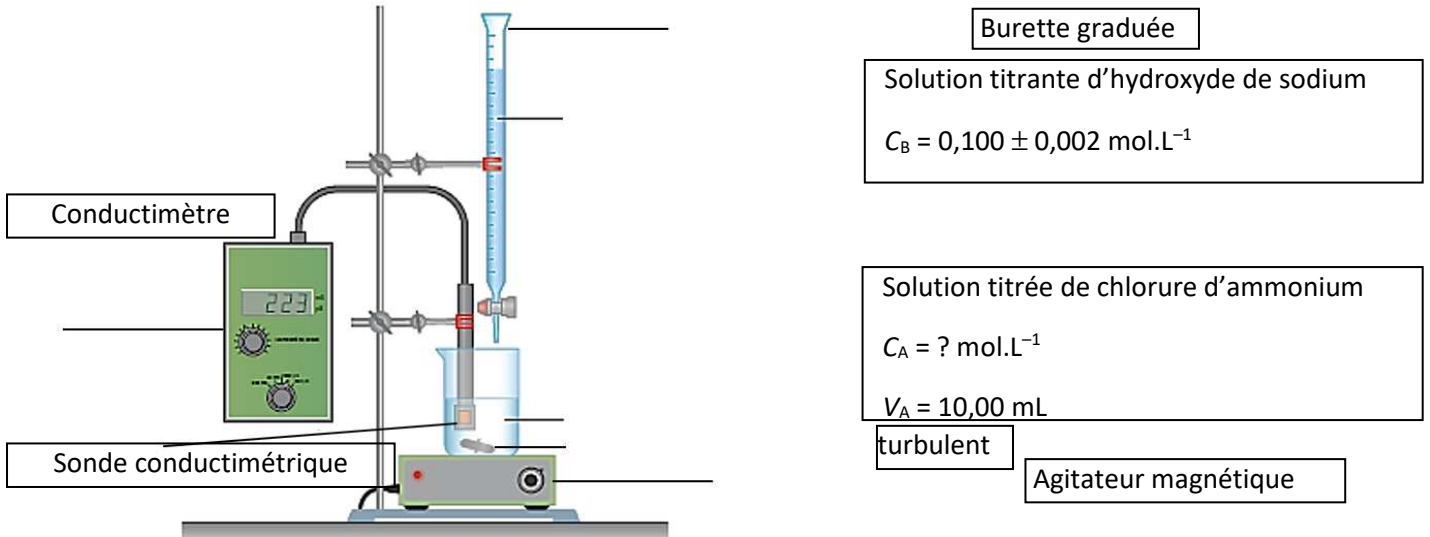
Exercice 3 (5 points)

A.1. L'équation $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ traduit une **réaction acido-basique**.

En effet, on peut identifier les **deux couples acide / base** associés aux demi-équations :



A.2. Dispositif du titrage conductimétrique :



(0,5 point)

A.3. À l'équivalence, les réactifs sont mélangés dans les proportions stœchiométriques de l'équation de titrage $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

$$\text{soit : } \frac{n_A(\text{NH}_4^+)}{1} = \frac{n_E(\text{HO}^-)}{1}$$

$$C_A = \frac{C_B \cdot V_{\text{eq}}}{V_A}$$

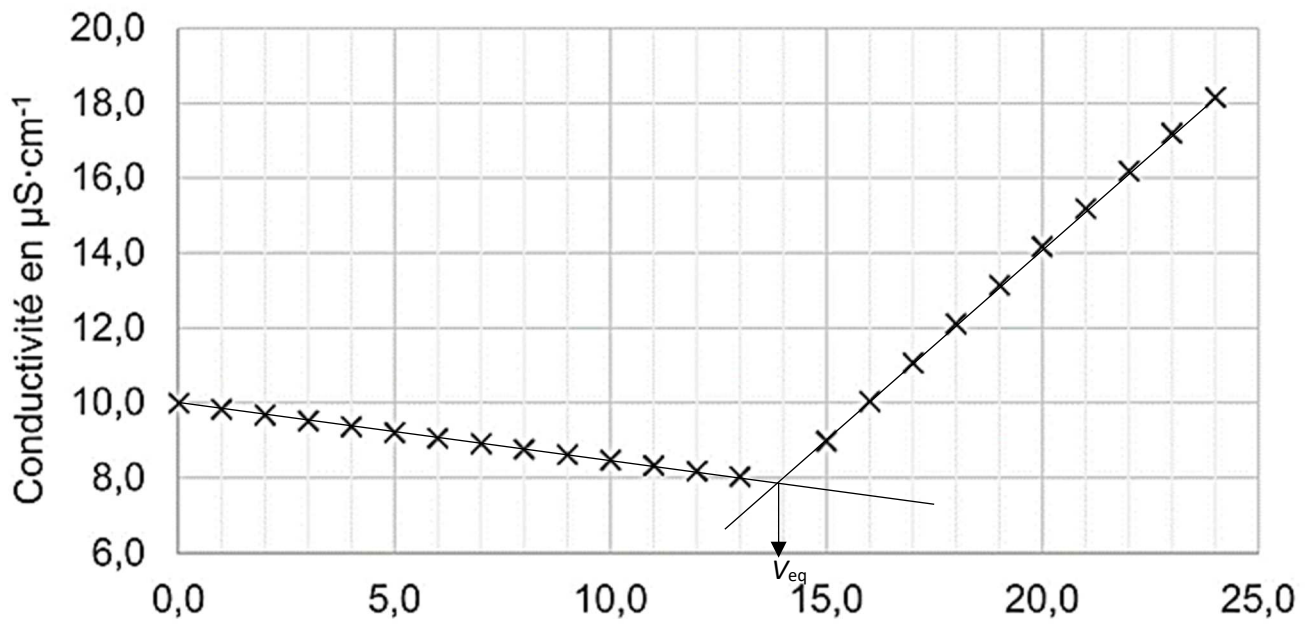
donc : $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{\text{eq}}$ d'où : (0,5 point)

Pour déterminer le volume équivalent, on trace les deux segments de droite modélisant l'évolution de la conductivité. L'abscisse leur point d'intersection donne la valeur du volume à l'équivalence V_{eq} (voir ci-après). Graphiquement, on lit $V_{\text{eq}} = 14,0 \text{ mL}$.

$$\text{soit } C_A = \frac{0,100 \times 14,0}{10,00} = 0,140 \text{ mol.L}^{-1} \quad (0,5 \text{ point})$$

$$0.10 \cdot 14.0 / 10.0 = 0.14$$

Titration conductimétrique de la solution de chlorure d'ammonium par la solution d'hydroxyde de sodium



A.4. La masse m de chlorure d'ammonium $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ dans $V = 1,00 \text{ L}$ de solution de l'élèveur est : $m = n.M = C_A.V.M$.
 En tenant compte de l'encadrement de C_A :

$$0,140 \times 1,00 \times 53,5 \text{ g} = 7,49 \text{ g}$$

Le site indique : $300 \text{ mg} = 0,300 \text{ g}$ par kg d'agneau à 10 % près.

Pour un agneau de 24 kg cela correspond à une masse m' : $24 \times 0,3 = 7,2 \text{ g}$

Les deux valeurs obtenues sont proches. L'élèveur apporte bien à l'agneau la masse de chlorure d'ammonium préconisée par le site. **(0,5 point)**

B. Simulation du titrage

```
1 # Simulation du titrage dont la réaction support est de la forme
2 # a A + b B -> c C + H2O
3 # a, b, c et d sont les coefficients stoechiométriques
4 from matplotlib import pyplot as plt
5
6 a=      # nombre stoechiométrique de l'espèce à titrer A COMPLETER
7 b=      # nombre stoechiométrique de l'espèce titrante A COMPLETER
8 c=      # nombre stoechiométrique du produit de la réaction A COMPLETER
9 Ca=0.14 # concentration de la solution à titrer (mol/L)
10 Va=10.0 # volume de la solution à titrer (mL)
11 Cb=0.10 # concentration de la solution titrante (mol/L)
12 Veq=    # Calcul du volume à l'équivalence (mL) A COMPLETER
13 pasVb=0.1
14 nA,nB,nC,nS_A,nS_B=[],[],[],[],[]
15 v=[i/10 for i in range(250)]
16 for Vb in v:
17     if Vb<Veq:
18         nA.append(Ca*Va-Cb*Vb*a/b)
19         # A COMPLETER AVEC LE CALCUL DE nB
20         nC.append(c/b*Cb*Vb)
21         nS_A.append(Ca*Va)
22         nS_B.append(Cb*Vb)
23     else:
24         nA.append(0)
25         nB.append(Cb*Vb-Cb*Veq)
26         nC.append(c/b*Cb*Veq)
27         nS_A.append(Ca*Va)
28         nS_B.append(Cb*Vb)
```

B.1 L'équation de la réaction support du titrage est de la forme : $a A + b B \rightarrow c C + H_2O$ (ligne 1) avec a , b et c les coefficients stœchiométriques.

L'équation de la réaction de titrage étant : $NH_4^+(aq) + HO^-(aq) \rightarrow NH_3(aq) + H_2O(l)$

On en déduit :

Ligne 6 : $a = 1$;

Ligne 7 : $b = 1$;

Ligne 8 : $c = 1$. (0,5 point)

B.2. Ligne 21 (et 27) `nS_A.append(Ca*Va)`. Cette ligne de code correspond à la quantité initiale d'ions chlorure Cl^- soit $n_A = C_A \cdot V_A = 0,140 \times 10,00 \times 10^{-3} \text{ mol} = 1,40 \text{ mmol}$. ($S = \text{spectateur ?}$).

Ligne 22. Cette ligne correspond à la quantité d'ions sodium Na^+ versée : $n_B = C_B \cdot V_B$. (1 point)

B.3. Figure 1 : la quantité de matière est nulle jusqu'à l'équivalence puis elle augmente \Rightarrow graphe de $n(HO^-)$ car HO^- est le réactif limitant avant l'équivalence et le réactif en excès après.

Figure 2 : la quantité de matière reste constante \Rightarrow graphe de $n(Cl^-)$ car Cl^- est un ion spectateur donc sa quantité de matière reste constante dans le bécher et égale à 1,40 mmol.

Figure 3 : la quantité de matière augmente jusqu'à l'équivalence puis reste constante \Rightarrow graphe de $n(NH_3)$ car NH_3 est formé jusqu'à l'équivalence et n'est plus formé au-delà.

Figure 4 : la quantité de matière augmente constamment \Rightarrow graphe de $n(Na^+)$ car Na^+ est un ion spectateur ; il est apporté dans le bécher tout au long du titrage.

Figure 5 : la quantité de matière diminue depuis 1,4 mmol jusqu'à l'équivalence et est nulle après \Rightarrow graphe de $n(NH_4^+)$ car NH_4^+ est consommé avant l'équivalence et est le réactif limitant après.

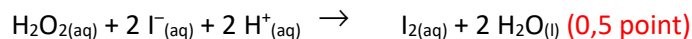
Remarque : les quantités sur les ordonnées devraient être en mmol et non en mol. (1 point)

Exercice 4 (5 points)

1.1. Un oxydant est une espèce qui capte un ou plusieurs électrons
Un réducteur est une espèce qui capte un ou plusieurs électrons (0,5 point)

1.2. Couple $I_{2(aq)} / I^-_{(aq)}$ oxydation: $2 I^-_{(aq)} \rightarrow I_{2(aq)} + 2e^-$
Couple $H_2O_{2(aq)} / H_2O_{(l)}$ réduction: $H_2O_{2(aq)} + 2 H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow 2 H_2O_{(l)}$

En effectuant la somme des deux demi-équations précédentes on obtient :



2.1. Si les proportions sont stœchiométriques alors $n(H_2O_2)_{initial} = n(I^-)_{initial} / 2$

$$n(H_2O_2)_{initial} = C_2 \cdot V_2 = 0,10 \times 2,0 \times 10^{-3} = 2,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{et } n(I^-)_{initial} = C_1 \cdot V_1 = 0,10 \times 20,0 \times 10^{-3} = 20 \times 10^{-4} \text{ mol et } n(I^-)_{initial} / 2 = 10 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

Les deux valeurs sont différentes, le mélange n'est donc pas dans les proportions stœchiométriques (0,5 point)

2.2. L'énoncé parle d'ions oxonium H_3O^+ en large excès, il s'agit des ions hydrogène $H^+_{(aq)}$.

Équation chimique		$H_2O_{2(aq)} + 2 I^-_{(aq)} + 2 H^+_{(aq)} = 2 H_2O_{(l)} + I_{2(aq)}$				
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (0,75 point) (mol)				
État initial	0	$C_2 \cdot V_2$	$C_1 \cdot V_1$	Excès	beaucoup	0
État en cours de transformation	x	$C_2 \cdot V_2 - x$	$C_1 \cdot V_1 - 2x$	Excès	beaucoup	x
État final	x_{max}	$C_2 \cdot V_2 - x_{max}$	$C_1 \cdot V_1 - 2x_{max}$	Excès	beaucoup	x_{max}

2.3 $n(H_2O_2)_{initial} < n(I^-)_{initial} / 2$ donc l'eau oxygénée est le réactif limitant

$$\text{alors } C_2 \cdot V_2 - x_{max} = 0 \text{ Soit } x_{max} = C_2 \cdot V_2 = 2,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

La quantité de matière finale en diiode est de $x_{max} = 2,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$ soit une concentration de

$$C = n / V_{total} = 2,0 \times 10^{-4} / (20,0 + 8,0 + 2,0) \times 10^{-3} = 6,7 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

On peut remarquer qu'à 1420 s la réaction est presque terminée. (0,75 point)

3.1. Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ correspond à la durée nécessaire pour que l'avancement de la réaction atteigne la moitié de sa valeur finale. Sur le graphique on lit une durée de 400 s (1 point)

3.2. On retrouve la valeur de la vitesse à l'aide de la concentrations précédente et suivante à l'instant 930 s et avec la durée écoulée entre l'instant précédant et suivant soit

$$V = (0,4 - 1,5) / (1178 - 682) = - 0,00222 \text{ mmol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

La vitesse est négative car le réactif diminue. (0,5 point)

3.3 Cette transformation suit bien une cinétique d'ordre 1 car la représentation de la vitesse de disparition d'un réactif en fonction de sa concentration est une droite qui passe par l'origine.

La relation théorique est $v = k [X]$ (0,5 point)