

Sujet zéro CORRECTION Yohan Atlan © www.vecteurbac.fr	
CLASSE : Terminale	EXERCICE 1 : 4 points
VOIE : ☑ Générale	ENSEIGNEMENT : physique-chimie
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53	CALCULATRICE AUTORISÉE : ☑ Oui sans mémoire, « type collège »

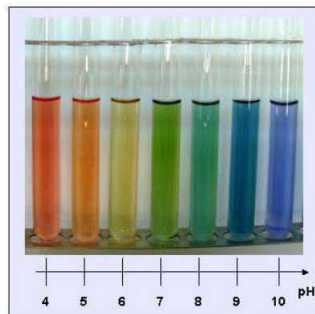
EXERCICE I – Capture géologique du dioxyde de carbone (4 points)

1.

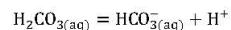
Avant expiration de l'air Après expiration de l'air



Avant expiration de l'air, la couleur de la solution est verte. On en déduit que la solution a un pH=7 puis se transforme en jaune avec pH=6 cela met en évidence le caractère acide de la solution aqueuse de dioxyde de carbone.



2.



$\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$ est capable de céder un proton H^+ : c'est un acide de Brønsted.

3.

$$C_S = \frac{n_{\text{H}_2\text{CO}_3}}{V_{\text{sol}}}$$

Or

$$n_{\text{H}_2\text{CO}_3} = n_{\text{CO}_2} \text{ (question 2)}$$

d'où

$$C_S = \frac{n_{\text{CO}_2}}{V_{\text{sol}}}$$

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}}$$

D'où

$$C_S = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2} \times V_{\text{sol}}}$$

« On suppose que l'ajout de dioxyde de carbone gazeux à l'eau ne fait pas varier le volume de liquide. »

$$V_{\text{sol}} = V_{\text{eau}}$$

Or

$$\rho_{\text{eau}} = \frac{m_{\text{eau}}}{V_{\text{eau}}}$$

$$V_{\text{eau}} = \frac{m_{\text{eau}}}{\rho_{\text{eau}}}$$

D'où

$$C_S = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2} \times \frac{m_{\text{eau}}}{\rho_{\text{eau}}}}$$

$$C_S = \frac{m_{\text{CO}_2} \times \rho_{\text{eau}}}{M_{\text{CO}_2} \times m_{\text{eau}}}$$

$$C_S = \frac{70 \times 1000}{44 \times 1800}$$

$$C_S = 0,88 \text{ mol. L}^{-1}$$

4.

	$\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$	$+\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow$	$\text{HCO}_3^-(\text{aq})$	$+\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
Etat initial	C_S	Solvant	0	négligeable
Etat final	$C_S - x_{\text{eq}}$	Solvant	x_{eq}	x_{eq}

5.

$$K_{A_1} = \frac{[\text{HCO}_3^-]_{\text{eq}} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}{[\text{H}_2\text{CO}_3]_{\text{eq}} \times c^0}$$

$$K_{A_1} = \frac{x_{\text{eq}} \times x_{\text{eq}}}{(C_S - x_{\text{eq}}) \times c^0}$$

$$K_{A_1} = \frac{x_{\text{eq}}^2}{(C_S - x_{\text{eq}}) \times c^0}$$

$$K_{A_1} \times (C_S - x_{\text{eq}}) \times c^0 = x_{\text{eq}}^2$$

$$K_{A_1} \times (C_S - x_{\text{eq}}) \times c^0 - x_{\text{eq}}^2 = 0$$

$$K_{A_1} \times C_S \times c^0 - K_{A_1} \times x_{\text{eq}} \times c^0 - x_{\text{eq}}^2 = 0$$

$$-x_{\text{eq}}^2 - x_{\text{eq}} \times K_{A_1} \times c^0 + K_{A_1} \times C_S \times c^0 = 0$$

$$x_{\text{eq}}^2 + K_{A_1} \times c^0 \times x_{\text{eq}} - K_{A_1} \times C_S \times c^0 = 0$$

$$ax_{\text{eq}}^2 + bx_{\text{eq}} + c = 0$$

Par identification :

$$a = 1$$

$$b = K_{A_1} \times c^0$$

$$c = -K_{A_1} \times C_S \times c^0$$

6.

$$x_{eq} = 0,000591 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$x_{eq} = 5,91 \times 10^{-4} \text{ mol. L}^{-1}$$

	$\text{H}_2\text{CO}_{3(aq)}$	$+\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow$	$\text{HCO}_3^-_{(aq)}$	$+\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$
Etat initial	C_S	Solvant	0	négligeable
Etat final	$C_S - x_{eq}$	Solvant	x_{eq}	x_{eq}

$$[\text{H}_2\text{CO}_3]_f = C_S - x_{eq} = 0,88 - 5,91 \times 10^{-4} = 0,88 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[\text{HCO}_3^-]_f = x_{eq} = 5,91 \times 10^{-4} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_f = x_{eq} = 5,91 \times 10^{-4} \text{ mol. L}^{-1}$$

$$\text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c^0}\right)$$

$$\text{pH} = -\log\left(\frac{5,91 \times 10^{-4}}{1,0}\right)$$

$$\text{pH} = 3,2$$

7.

Entre 0 et 50 jours et entre 150 et 200 jours, le DIC augmente car c'est une phase d'injection de dioxyde de carbone.

le pH diminue suite à cette injection car la solution de dioxyde de carbone est acide (question 1)

Entre 50 et 100 jours et entre 200 et 250 jours, le DIC diminue malgré la phase d'injection de dioxyde de carbone.

D'après le texte : " Le contact entre la solution et les roches entraîne une dissolution partielle des roches Ces ions réagissent alors entre eux pour former du carbonate de calcium $\text{CaCO}_3(s)$ ou de magnésium $\text{MgCO}_3(s)$."

Or "la DIC prend en compte l'ensemble des espèces carbonées inorganiques ($\text{H}_2\text{CO}_{3(aq)}$, $\text{HCO}_3^-_{(aq)}$ et $\text{CO}_3^{2-}_{(aq)}$).".

Ainsi en se transformant en carbonate de calcium ou de magnésium, le DIC diminue et le pH augmente suite à cette diminution.

Entre 100 et 150 jours et entre 250 et 300 jours, le DIC et le pH restent stables car il n'y a pas d'injection.

Sujet zéro

CORRECTION Yohan Atlan © www.vecteurbac.fr

CLASSE : Terminale

EXERCICE 2 : 5 points

VOIE : ☑ Générale

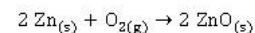
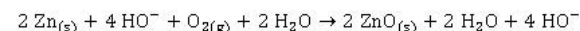
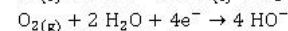
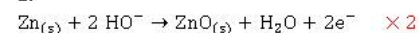
ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☑ Oui sans mémoire, « type collège »

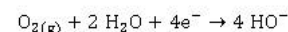
EXERCICE 2 – Pile « zinc-air » (5 points)

1.



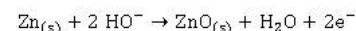
2.

Un oxydant est capable de capter un ou plusieurs électrons



$\text{O}_{2(g)}$ est l'oxydant.

Un réducteur est capable de céder un ou plusieurs électrons



$\text{Zn}_{(s)}$ est le réducteur.

3.

Les électrons sont donnés par le réducteur : ils partent de la borne négative $\text{Zn}_{(s)}$ vers la borne positive.

HO^- réagit avec Zn, il se déplace vers Zn

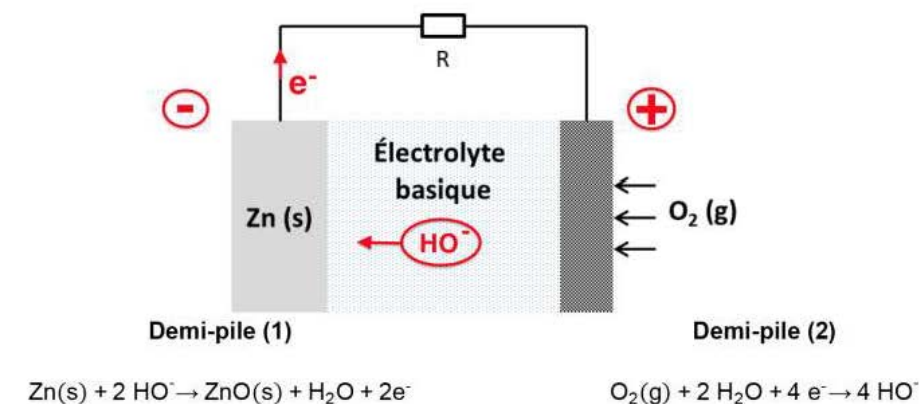
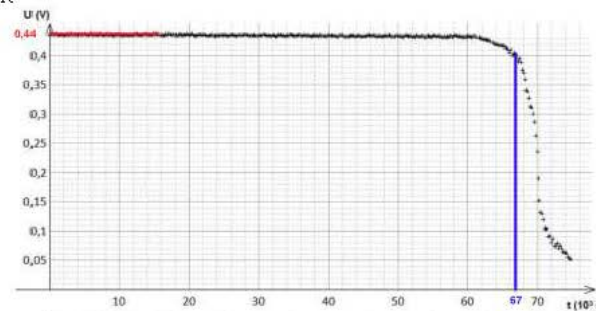


Figure 1. Schématisation du fonctionnement d'une pile « zinc-air ».

4.

Proposition 1	$Q = I \times \Delta t$ Or $U = R \times I$ $I = \frac{U}{R}$ D'où $Q = \frac{U}{R} \times \Delta t$  Figure 2. Évolution temporelle de la tension aux bornes de la pile ou de la résistance $R = 15 \Omega$. $Q = \frac{0,44}{15} \times 67 \cdot 10^3$ $Q = 2,0 \cdot 10^3 \text{ C}$ Proposition vraie.
Proposition 2	La capacité électrique d'une pile ne correspond pas à la tension. La capacité électrique d'une pile correspond à la charge électrique totale qu'elle peut fournir lors de sa décharge. Proposition fausse.
Proposition 3	La capacité électrique d'une pile ne correspond pas à l'énergie électrique. La capacité électrique d'une pile correspond à la charge électrique totale qu'elle peut fournir lors de sa décharge. Proposition fausse.

5.

$$Q = I \times \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{Q}{I}$$

$$\Delta t = \frac{2,0 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^{-3}}$$

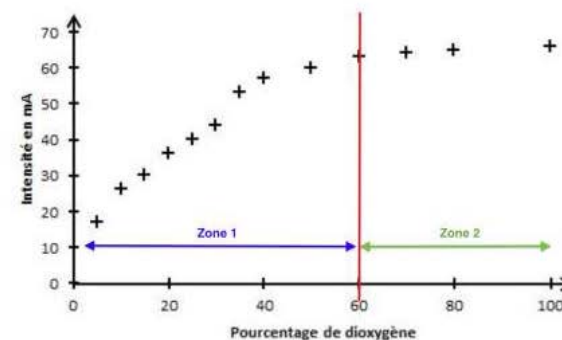
$$\Delta t = 2,5 \cdot 10^5 \text{ s}$$

$$\Delta t = 69 \text{ h } 26 \text{ min}$$

$$\Delta t = 2,9 \text{ jours}$$

C'est une autonomie cohérente pour une prothèse auditive. De plus, sachant que la prothèse auditive ne fonctionne pas 24h/24 l'autonomie est plus grande que celle estimée.

6.



Deux zones :

- entre 0 et 60% : L'intensité varie en fonction du pourcentage en dioxygène. Cette pile peut être utilisée comme capteur de dioxygène dans ce domaine.
- entre 60 et 100% : L'intensité ne varie pas en fonction du pourcentage en dioxygène. Cette pile ne peut pas être utilisée comme capteur de dioxygène dans ce domaine.

L'air qui nous entoure est composé de 20% de dioxygène. Un être humain consomme du dioxygène. Ainsi, l'air expiré par un être humain comporte entre 0 et 20% de dioxygène.

Cette pile peut être utilisée comme capteur de dioxygène pour la mesure du pourcentage de dioxygène expiré par un être humain car le pourcentage est inférieur à 60%.

7.

Incertitude-type associée au pourcentage de dioxygène : 0,423577403996

On ne garde qu'un chiffre significatif : $u(\%O_2) = 0,4$

Pourcentage de dioxygène : 16,8403926039

L'incertitude $u(\%O_2) = 0,4$ porte sur les dixièmes (le 1^{er} chiffre après la virgule), on ne conserve que le chiffre des dixièmes : 16,8.

$$\%O_2 = 16,8 \pm 0,4$$

Le pourcentage mesuré est inférieur à 20% car nous consommons du dioxygène lors de la respiration.

8.

Pas de question.

9.

Calculons le z-score :

$$z = \frac{|\%O_2 - \%O_{2ref}|}{u(\%O_2)}$$

$$z = \frac{|16,2 - 16,8|}{0,4}$$

$$z = 1,5$$

Le z-score est inférieur à 2 : la mesure est compatible à la valeur de référence.

Sujet zéro	
CORRECTION Yohan Atlan © www.vecteurbac.fr	
CLASSE : Terminale	EXERCICE 3 : 11 points
VOIE : ☒ Générale	ENSEIGNEMENT : physique-chimie
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53	CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui sans mémoire, « type collège »

EXERCICE 3 – Un vol inaugural un peu particulier (11 points)

A

1.

Système : propulseurs

Référentiel : terrestre supposé galiléen

D'après le texte : « on considère que le mouvement est vertical » de plus entre 420 s et 430 s, la vitesse est constante. »

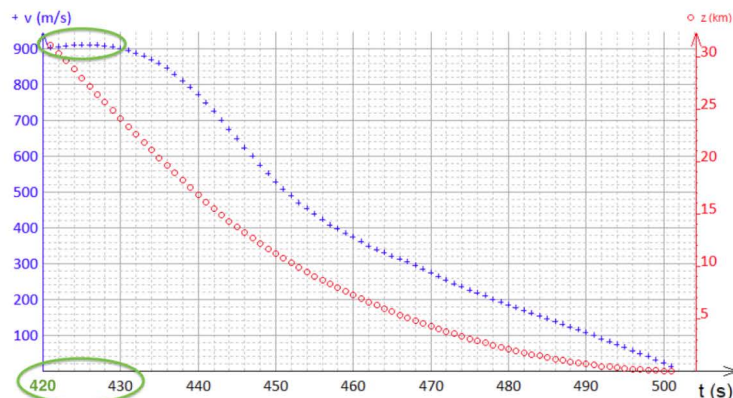


Figure 2. Évolution de la vitesse et de l'altitude d'un propulseur pendant les 80 secondes précédant l'atterrissage (le quadrillage correspond à l'axe de la vitesse).

Le mouvement est donc rectiligne uniforme.

Ainsi, d'après le principe d'inertie,

$$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0}$$

$$\vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$$

$$\vec{F} = -\vec{P}$$

Le poids est compensé par une force \vec{F} .

Cette force est verticale mais orienté vers le haut.

D'après le texte : « les moteurs sont éteints », cette autre force n'est pas la force de poussée.

Il s'agit de la force de frottement.

2.

2.1.

« Un axe (Oz) vertical orienté vers le haut et dont l'origine est choisie au sol »

2.2.

$$\vec{v} = \frac{d\vec{OG}_P}{dt}$$



2.3.

$$\vec{v} = \frac{d\vec{OG}_P}{dt}$$

$$\vec{v} = \frac{dz}{dt} \vec{k}$$

$$-v \times \vec{k} = \frac{dz}{dt} \times \vec{k}$$

$$-v = \frac{dz}{dt}$$

$$v = -\frac{dz}{dt}$$

Z décroît donc $\frac{dz}{dt} < 0$

$$v = -\frac{dz}{dt}$$

D'où $v > 0$

La valeur de la vitesse est positive

3.

$$a_z = \frac{dv_z}{dt}$$

La dérivée est le coefficient directeur de la tangente.

Traçons la tangente pour $t > 467$ s et calculons le coefficient directeur :

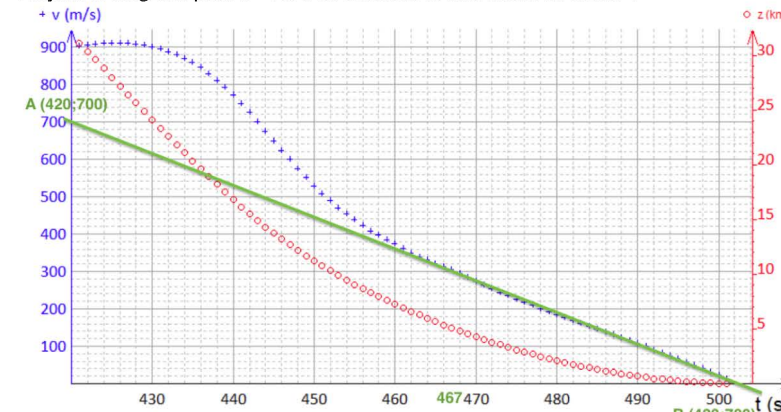


Figure 2. Évolution de la vitesse et de l'altitude d'un propulseur pendant les 80 secondes précédant l'atterrissage (le quadrillage correspond à l'axe de la vitesse).

$$k = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

$$k = \frac{0 - 700}{502 - 420}$$

$$k = -8,5 \text{ m.s}^{-2}$$

$$a_z = -8,5 \text{ m.s}^{-2}$$

$$a = \sqrt{a_z^2}$$

$$a = \sqrt{(-8,5)^2}$$

$$a = 8,5 \text{ m.s}^{-2}$$

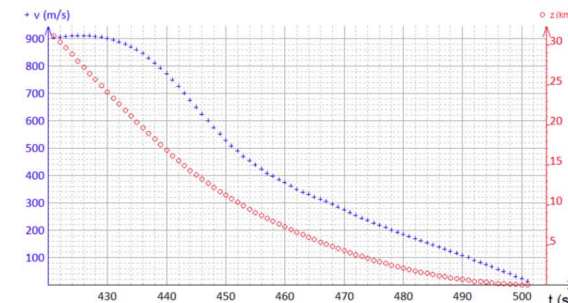
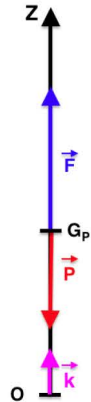


Figure 2. Évolution de la vitesse et de l'altitude d'un propulseur pendant les 80 secondes précédant l'atterrissage (le quadrillage correspond à l'axe de la vitesse).

4.
4.1.



4.2.

D'après la 2nd loi de Newton :

$$\begin{aligned}\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} &= m\vec{a} \\ \vec{P} + \vec{F} &= m\vec{a} \\ \vec{F} &= -\vec{P} + m\vec{a}\end{aligned}$$

Projetons sur l'axe z :

$$\begin{aligned}F &= -P + ma \\ F &= P + ma \\ F &= mg + ma \\ F &= m(g + a) \\ F &= 2,53 \cdot 10^3 (9,81 + 8,5) \\ F &= 4,63 \cdot 10^4 \\ F &= 463 \text{ kN}\end{aligned}$$

Commenter le résultat obtenu :

D'après le texte : « Poussée maximale d'un moteur Merlin au niveau du sol : 845 kN

La poussée de chaque moteur Merlin est modulable entre 50 % et 100 % de la poussée maximale. »

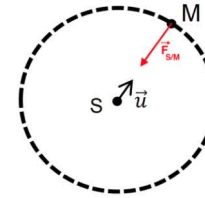
$$\frac{50}{100} \times 845 = 423 \text{ kN}$$

Soit

$$423 \text{ kN} < F < 845 \text{ kN}$$

La valeur trouvée est bien comprise dans cet intervalle.

B
1.



2.

Système : Mars

Référentiel : Héliocentrique supposé galiléen

$$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = M_M \times \vec{a}$$

$$\vec{F}_{S/M} = M_M \times \vec{a}$$

$$-G \cdot \frac{M_S \times M_M}{d_{MS}^2} \vec{u} = M_M \times \vec{a}$$

$$\vec{a} = -G \cdot \frac{M_S}{d_{MS}^2} \vec{u}$$

3.

3.1.

Pour un mouvement circulaire, dans la base de Frenet, le vecteur accélération est de la forme :

$$\vec{a} = \frac{v^2}{d_{MS}} \vec{n} + \frac{dv}{dt} \vec{t}$$

Or

$$\vec{a} = -G \cdot \frac{M_S}{d_{MS}^2} \vec{u}$$

$$\vec{n} = -\vec{u}$$

$$\vec{a} = G \cdot \frac{M_S}{d_{MS}^2} \vec{n}$$

L'accélération étant unique, par identification :

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{t} = 0 \text{ donc } v = \text{constante} \text{ donc Mars à un mouvement uniforme.}$$

3.2.

L'accélération étant unique, par identification :

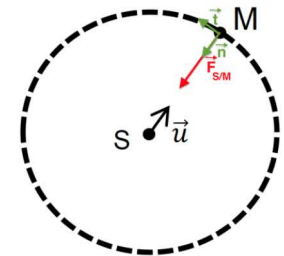
$$\vec{a} = \frac{v^2}{d_{MS}} \vec{n} = G \cdot \frac{M_S}{d_{MS}^2} \vec{n} \text{ donc } v = \sqrt{G \cdot \frac{M_S}{d_{MS}}}$$

4.

La période de révolution est :

$$T = \frac{\text{circonférence}}{\text{vitesse}} = \frac{2\pi d_{MS}}{\sqrt{G \cdot \frac{M_S}{d_{MS}}}} = 2\pi \sqrt{\frac{d_{MS}^3}{G \times M_S}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(2,28 \times 10^8 \times 10^3)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \times 1,99 \cdot 10^{30}}} = 5,94 \times 10^7 \text{ s} = 691 \text{ jours}$$



C

1.

1.1.

Un transfert thermique s'effectue toujours d'un corps chaud vers un corps froid.

D'après le texte : « Une technique déjà ancienne consiste à baisser la température des carburants et des combustibles en les faisant circuler dans un bain de diazote liquide »

Ainsi, la température du LOX diminue et la température du diazote augmente.

Le transfert thermique s'effectue du LOX (corps chaud) vers le diazote (corps froid).

La conséquence éventuellement observable pour le diazote : la température du diazote augmente, il risque de passer de l'état liquide à l'état gazeux.

1.2.

$$Q = \Delta U = M \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 287,4 \cdot 10^3 \times 1659 \times (-10)$$

$$Q = -4,8 \cdot 10^9 \text{ J}$$

2.

$$P = hS(T_{\text{air}} - T)$$

Or

$$P = \frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{M \cdot c \cdot \Delta T}{\Delta t}$$

D'où

$$\frac{M \cdot c \cdot \Delta T}{\Delta t} = hS(T_{\text{air}} - T)$$

En faisant tendre Δt vers 0

$$\frac{dT}{dt} = \frac{dT}{dt}$$

$$M \cdot c \frac{dT}{dt} = hS(T_{\text{air}} - T)$$

3.

$$M \cdot c \frac{dT}{dt} = hS(T_{\text{air}} - T)$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{hS}{M \cdot c} (T_{\text{air}} - T)$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{hS}{M \cdot c} T_{\text{air}} - \frac{hS}{M \cdot c} T$$

$$\frac{dT}{dt} = -\frac{hS}{M \cdot c} T + \frac{hS}{M \cdot c} T_{\text{air}}$$

C'est une équation différentielle de la forme : $y' = ay + b$

La solution de cette équation différentielle s'écrit : $y(t) = Ke^{at} - \frac{b}{a}$

$$y = T$$

$$a = -\frac{hS}{M \cdot c}$$

$$b = \frac{hS}{M \cdot c} T_{\text{air}}$$

$$T(t) = Ke^{-\frac{hS}{M \cdot c} t} - \frac{\frac{hS}{M \cdot c} T_{\text{air}}}{-\frac{hS}{M \cdot c}}$$

$$T(t) = Ke^{-\frac{hS}{M \cdot c} t} + T_{\text{air}}$$

Trouvons K :

$$T(t=0) = Ke^{-\frac{hS}{M \cdot c} \times 0} + T_{\text{air}}$$

$$T(t=0) = K + T_{\text{air}}$$

$$\text{Or à } t=0, T(t=0) = T_i$$

D'où

$$K + T_{\text{air}} = T_i$$

$$K = T_i - T_{\text{air}}$$

La solution de cette équation différentielle s'écrit :

$$T(t) = (T_i - T_{\text{air}})e^{-\frac{hS}{M \cdot c} t} + T_{\text{air}}$$

$$T(t) = T_{\text{air}} + (T_i - T_{\text{air}})e^{-\frac{hS}{M \cdot c} t}$$

Solution proposée par le sujet : $T(t) = T_{\text{air}} + A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

Par identification :

$$T(t) = T_{\text{air}} + (T_i - T_{\text{air}})e^{-\frac{hS}{M \cdot c} t}$$

$$T(t) = T_{\text{air}} + A \cdot e^{-\frac{1}{\tau} t}$$

$$A = T_i - T_{\text{air}}$$

$$-\frac{1}{\tau} = -\frac{hS}{M \cdot c}$$

$$\tau = \frac{M \cdot c}{hS}$$

Unité de τ :

$$[\tau] = \frac{[C]}{[h] \times [S]}$$

$$[\tau] = \frac{\text{J} \cdot \text{K}^{-1}}{\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \text{K}^{-1} \times \text{m}^2}$$

$$[\tau] = \frac{\text{J}}{\text{W}}$$

$$\text{Or } Q = P \times \Delta t$$

$$\text{donc } J = W \cdot s$$

donc

$$[\tau] = \frac{W \cdot s}{W}$$

$$[\tau] = s$$

L'unité de τ est la seconde. τ est une constante de temps.

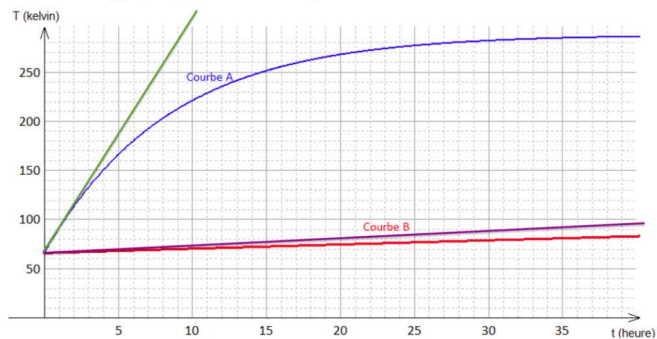
4.

4.1.

$$\tau = \frac{M \cdot c}{hS}$$

Pour trouver τ graphiquement :

- On trace la tangente à la courbe à $t=0$
- On repère l'intersection de la tangente avec la valeur maximale de T atteinte
- On lit graphiquement ce temps et on trouve τ



$$\begin{aligned} \tau_A &< \tau_B \\ \frac{M \cdot c}{h_A S} &< \frac{M \cdot c}{h_B S} \\ \frac{1}{h_A} &< \frac{1}{h_B} \\ h_A &> h_B \end{aligned}$$

D'où

$$h_A = h_2 = 60 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$h_B = h_1 = 1,0 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$$

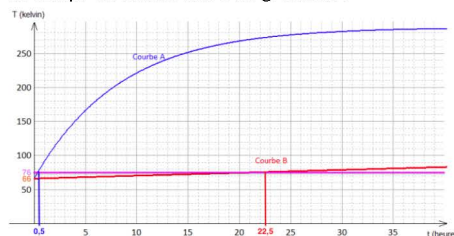
4.2.

D'après le texte : « Pour que l'augmentation de température du LOX dans le réservoir ne soit pas trop importante, le remplissage se fait pendant les 45 minutes précédant le décollage. »

Ainsi, l'augmentation de température se fait pour un temps du même ordre de grandeur.

Graphiquement, l'augmentation de 10°K se fait pour un temps $t_A = 0,5 \text{ h} = 30 \text{ min}$ et $t_B = 22,5 \text{ h}$.

La courbe A semble la mieux rendre compte de la situation réelle étudiée.



5.

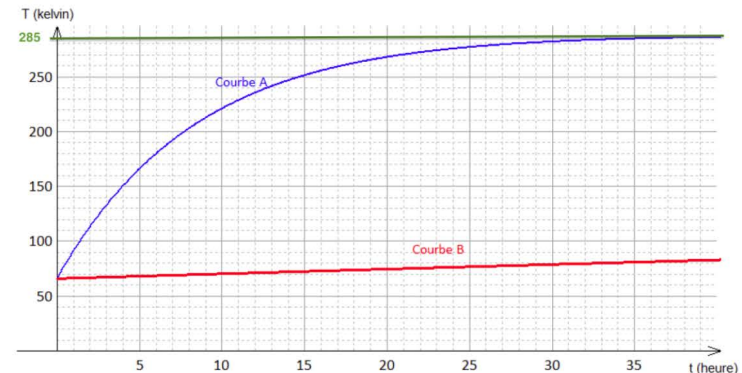
$$\frac{dT}{dt} = \frac{hS}{M \cdot c} (T_{\text{air}} - T)$$

- à $t=0 \text{ s}$ $T_i = 66^\circ\text{K}$
- à un temps t pour lequel l'élévation est de 10°K : $T = 76^\circ\text{K}$
- Pour trouver T_{air} , faisons tendre le temps $t \rightarrow \infty$ dans la solution de l'équation différentielle :

$$T(t \rightarrow \infty) = T_{\text{air}} + (T_i - T_{\text{air}}) e^{-\frac{hS}{M \cdot c} t}$$

$$T(t \rightarrow \infty) = T_{\text{air}}$$

$$\text{Graphiquement } T(t \rightarrow \infty) = 290^\circ\text{K d'où } T_{\text{air}} = 290^\circ\text{K}$$



Comparons la dérivée à ces deux instants :

$$\frac{dT}{dt}_{t=0} = \frac{hS}{M \cdot c} (T_{\text{air}} - T_i) = \frac{(T_{\text{air}} - T_i)}{(T_{\text{air}} - T)}$$

$$\frac{dT}{dt}_{t=0} = \frac{(285 - 66)}{(285 - 76)} = 1,0$$

$$\frac{dT}{dt}_{t=0} = \frac{dT}{dt}_t$$

Donc quelle que soit la valeur de la constante d'échange h , la dérivée de la température par rapport au temps $\frac{dT}{dt}$ peut être considérée constante au début du réchauffement.

6.

Question 4.2. : La courbe A semble la mieux rendre compte de la situation réelle étudiée.

Il faudrait connaître le temps expérimental d'élévation de 10°K pour déterminer la valeur de h la plus exacte possible.