Correction Bac Blanc – Février 2024

Exercice n°1 : Le miel et les abeilles	**(10 points)**
A.1. La transformation est considérée comme lente car nous voyons qu'au bout de 1000h la concentration en saccharose n'est encore pas nulle.	0,5
A.2. D'après le graphique, la concentration initiale en saccharose est $[S]_0$ = 0,40 mol.L^{-1}.	0,25
A.3. Le temps de demi-réaction est la durée nécessaire pour que la concentration initiale en saccharose soit divisée par 2. Sachant que $[S]_0$ = 0,40 mol.L^{-1}, pour t = $t_{1/2}$, on a $[S](t_{1/2}) = [S]_0/2$ = 0,20 mol.L^{-1}. Graphiquement, on lit $t_{1/2}$ = 500 h.	0,5 def 0,25 déter 0,25 justif
A.4. Par définition $v_{disp} = -\frac{d[S]}{dt}$	0,5
A.5. La vitesse de disparition du saccharose correspond à l'opposé du coefficient directeur de la tangente à la courbe [S](t) ou à la valeur absolue de ce coefficient directeur. On constate en traçant des tangentes à la courbe [S](t) que la valeur absolue du coefficient directeur à la courbe diminue. La vitesse de disparition du saccharose diminue donc également au cours du temps.	1
A.6. La représentation graphique de ln [S] en fonction du temps est une droite affine décroissante. Sa modélisation mathématique est donc du type ln [S] = a × t + b où a est le coefficient directeur de cette droite < 0 puisque la droite est décroissante et b est l'ordonnée à l'origine. Graphiquement, on peut lire l'ordonnée à l'origine : b = - 0,85 environ, ce qui correspond environ à la valeur de ln $[S]_0$ = ln 0,40 = - 0,9. Ainsi, on conclut qu'à partir de la modélisation, l'hypothèse de la cinétique d'ordre 1 est bien vérifiée.	1
B.1. Un acide de Brönsted est une espèce capable de céder un proton H^+.	0,5
B.2. L'acide gluconique est titré par l'hydroxyde de sodium (Na^+(aq), HO^-(aq)). Les ions Na^+ sont spectateurs. La réaction support du titrage est donc : $C_5H_{11}O_5COOH\ (aq) + HO^-(aq) \rightarrow C_5H_{11}O_5COO^-(aq) + H_2O\ (\ell)$	0,5
B.3. L'équivalence est le moment où les réactifs de la réaction support du titrage sont introduits dans les proportions stœchiométriques. C'est aussi le moment où il y a changement de réactif limitant.	0,25
B.4. Pour savoir si le miel de châtaignier respecte la règlementation européenne, il faut connaitre la quantité de matière en mmol d'acide gluconique dans 1 kg de miel. Il faut donc exploiter le titrage de l'acide gluconique. Ainsi, nous aurons la quantité de matière d'acide gluconique dans 5,00g de miel. On se place à l'équivalence du titrage. Déterminons tout d'abord la valeur du volume équivalent à l'aide de la méthode des tangentes. La valeur du volume équivalent est V_{Beq} = 7,0 mL. A l'équivalence, les réactifs sont dans les proportions stœchiométriques. On a donc $n_{AG} = n_{HO-,eq}$ soit $n_{AG} = C_B.V_{Beq.}$ Soit n_{AG} = 1,00.10^{-2} × 7,0.10^{-3} = 7,0.10^{-5}mol = 7,00.10^{-2} mmol contenu dans 5,0 g de miel. Dans 1,0 kg de miel, il y a donc une quantité de matière $n_{AG,1kg}$ = 7,0.10^{-2} × 200 = 14 mmol. L'acidité libre du miel est donc égale à 14 mEq/kg. Cette valeur est inférieure à la valeur maximale de 50 mEq/kg donc le miel est conforme à la règlementation européenne.	0,5 V_{Beq} 1 exploitation titrage 0,5
C.1. La température est un facteur cinétique et permet donc d'accélérer la réaction chimique.	0,5
C.2. On introduit un volume V_1 = 9,9 mL de 3-méthylbutan-1-ol. La masse de 3-méthylbutan-1-ol est alors $m_1 = \rho_1.V_1$ et la quantité de matière est alors $n_1 = \frac{\rho_1.V_1}{M_1} = \frac{0,81\times 9,9}{88,1} = 9,1.10^{-2}$ mol. On effectue le même type de calcul pour l'anhydride éthanoïque : $n_2 = \frac{\rho_2.V_2}{M_2} = \frac{1,08\times 8,6}{102,1} = 9,1.10^{-2}$mol.	0,5 0,25
C.3. Le mélange est équimolaire (c'est-à-dire que les réactifs sont introduits en quantité de matière égale). Pour connaitre la valeur de l'avancement maximal, il faut comparer les rapports : $\frac{n_1}{1}$ et $\frac{n_2}{1}$. Or ici $\frac{n_1}{1} = \frac{n_2}{1}$ et $x_{max} = n_1 = n_2 = 9,1 \times 10^{-2}$ mol	0,5
C.4. Le taux d'avancement final est défini par $\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$. Ici, $x_f = n_f$ = 7,4.10^{-2} mol d'après l'énoncé et on a donc $\tau = \frac{7,4\times 10^{-2}}{9,1\times 10^{-2}}$ =0,81. On constate que τ < 1 donc on conclut que la réaction est limitée.	0,25 def 0,25 calcul 0,25 com

Exercice n°2 : Protection des crapauds (5 points)	
Q1. Système {Crapaud} de masse *m* et de centre de masse G Référentiel terrestre supposé galiléen. Repère $\left(O,\vec{i},\vec{j}\right)$ d'axes Ox et Oz. Forces : poids $\vec{P}=m\vec{g}$; Actions de l'air négligées. Deuxième loi de Newton : $\Sigma\overrightarrow{F_{ext}}=m\cdot\overrightarrow{a_G}$ soit $\vec{P}=m\cdot\overrightarrow{a_G}$ d'où $m\cdot\vec{g}=m\cdot\overrightarrow{a_G}$ donc $\boxed{\overrightarrow{a_G}=\vec{g}}$ En projection selon les axes Ox et Oz du repère choisi et compte tenu du sens du vecteur $\vec{g}$ il vient : $\overrightarrow{a_G}\begin{cases}a_x=g_x=0\\a_z=g_z=-g\end{cases}$.	0,25 $\vec{a}=\vec{g}$ 0,5 coor
Q2. $\overrightarrow{a_G}=\dfrac{d\overrightarrow{v_G}}{dt}$ donc $a_x=\dfrac{dv_x(t)}{dt}=0$ et $a_z=\dfrac{dv_z(t)}{dt}=-g$ Ainsi en primitivant on obtient : $\overrightarrow{v_G}\begin{cases}v_x(t)=Cte_1\\v_z(t)=-g\cdot t+Cte_2\end{cases}$ On détermine les constantes avec les conditions initiales : $\overrightarrow{v_0}\begin{cases}v_{0x}=v_0\cdot\cos(\alpha)\\v_{0z}=v_0\cdot\sin(\alpha)\end{cases}$ Comme $\overrightarrow{v_G}(t=0)=\overrightarrow{v_0}$ il vient : $\begin{cases}Cte_1=v_0\cdot\cos(\alpha)\\0+Cte_2=v_0\cdot\sin(\alpha)\end{cases}$ Et finalement : $\overrightarrow{v_G}\begin{cases}v_x(t)=v_0\cdot\cos(\alpha)\\v_z(t)=-g\cdot t+v_0\cdot\sin(\alpha)\end{cases}$	0,25 relation a et V 0,25 conditions initiales 0,25 coord V
Q3. $\overrightarrow{v_G}=\dfrac{d\overrightarrow{OG}}{dt}$ donc $v_x=\dfrac{dx(t)}{dt}=v_0\cdot\cos(\alpha)$ et $v_z=\dfrac{dz(t)}{dt}=-g\cdot t+v_0\cdot\sin(\alpha)$ Ainsi en primitivant on obtient : $\overrightarrow{OG}\begin{cases}x(t)=v_0\cdot\cos(\alpha)\cdot t+Cte_3\\z(t)=-\dfrac{1}{2}\cdot g\cdot t^2+v_0\cdot\sin(\alpha)\cdot t+Cte_4\end{cases}$ Comme $\overrightarrow{OG}(t=0)=\vec{0}$ il vient : $\begin{cases}0+Cte_3=0\\0+0+Cte_4=0\end{cases}$ Et finalement : $\overrightarrow{OG}\begin{cases}x(t)=v_0\cdot\cos(\alpha)\cdot t\\z(t)=-\dfrac{1}{2}\cdot g\cdot t^2+v_0\cdot\sin(\alpha)\cdot t\end{cases}$	0,25 relation V et OG 0,25 conditions initiales 0,25 coord OG
Q4. Lorsque le crapaud finit son saut $z(t_{saut})=0$ soit : $-\dfrac{1}{2}\cdot g\cdot t_{saut}{}^2+v_0\cdot\sin(\alpha)\cdot t_{saut}=0$. Soit $\left(-\dfrac{1}{2}\cdot g\cdot t_{saut}+v_0\cdot\sin(\alpha)\right)t_{saut}=0$. En éliminant la solution $t_{saut}=0$ s il vient : $-\dfrac{1}{2}\cdot g\cdot t_{saut}+v_0\cdot\sin(\alpha)=0$ soit $\dfrac{1}{2}\cdot g\cdot t_{saut}=v_0\cdot\sin(\alpha)$ et finalement $t_{saut}=\dfrac{2v_0\cdot\sin(\alpha)}{g}$	0,25 $z(t_{saut})=0$ 0,5 tsaut

Q5.	On reporte l'expression de t_{saut} dans $x(t)$: $x(t_{saut}) = v_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t_{saut}$ = d. $v_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot \frac{2v_0 \cdot \sin(\alpha)}{g} = d$ soit $2v_0^2 \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha) = g \cdot d$ donc $v_0^2 = \frac{g \cdot d}{2 \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha)}$ Et finalement, en ne gardant que la solution positive : $v_0 = \sqrt{\frac{g \cdot d}{2 \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha)}}$.	0,5 **3**
Q6.	Taille moyenne d'un crapaud : 10 cm. Les crapauds peuvent faire des sauts jusqu'à 20 fois leur taille, ainsi : $d = 20 \times 10$ cm = $2{,}0 \times 10^2$ cm = 2,0 m. $v_0 = \sqrt{\frac{9{,}81 \times 2{,}0}{2 \times \sin(45) \times \cos(45)}}$ = **4,4 m·s^{-1}.**	0,25
Q7.	Le crapaud réalise un saut vertical avec α = 90° donc sin(90) = 1,0. Pour $t = t_{max}$ le crapaud atteint l'altitude maximale z_{max} pour laquelle $v_z(t_{max}) = 0$. Soit $v_z(t_{max}) = -g \cdot t_{max} + v_0 \cdot \sin(90) = 0$ soit $-g \cdot t_{max} + v_0 = 0$ et $t_{max} = \frac{v_0}{g}$. L'expression $z(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t$ permet alors de calculer z_{max} : $z_{max} = z(t_{max}) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot {t_{max}}^2 + v_0 \cdot \sin(90) \cdot t_{max}$ soit $z_{max} = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot {t_{max}}^2 + v_0 \cdot t_{max}$ d'où : $z_{max} = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{v_0}{g}\right)^2 + v_0 \cdot \frac{v_0}{g}$ Et : $z_{max} = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot \frac{v_0^2}{g^2} + \frac{v_0^2}{g}$ donc $z_{max} = -\frac{1}{2}\frac{v_0^2}{g} + \frac{v_0^2}{g}$ finalement : $z_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$.	0,25 $v_z(t_{max})$ = 0. 0,5
Autre méthode : la seule force qui intervient est le poids, il s'agit d'une force conservative. L'énergie mécanique du crapaud est conservée entre le point O et le sommet S de la trajectoire. $E_M(O) = E_M(S)$ $E_C(O) + E_{PP}(O) = E_C(S) + E_{PP}(S)$ $\frac{1}{2}mv_0^2 + mgz_O = \frac{1}{2}mv_S^2 + mgz_{max}$ Or z_O = 0 m et au sommet S de la trajectoire v_S = 0 m·s^{-1} : $\frac{1}{2}mv_0^2 = mgz_{max}$ D'où : $v_0^2 = 2gz_{max}$ et finalement : $z_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$		
Q8.	On a : $H_{champion} = \frac{v_0^2}{2g}$ donc $H_{champion} = \frac{4{,}429...^2}{2 \times 9{,}81}$ = **1,0 m.**	0,25
Q9.	Les barrières mesurent 50 à 60 cm de haut : elles ont donc une hauteur nettement inférieure à 1,0 m. Lorsque le saut du crapaud n'est pas vertical mais oblique, l'altitude maximale atteinte par le crapaud est inférieure à 1,0 m. Par ailleurs, seuls les crapauds les plus puissants peuvent atteindre 1,0 m de haut ce qui n'est pas le cas de tous les crapauds.	0,25

Exercice n°3 : Le fer à cheval	
1. Chauffage du fer	
Q1. Par définition de la masse volumique : $\rho_{Fer} = \frac{m_{Fer}}{V_{Fer}} \Leftrightarrow m_{Fer} = \rho_{Fer}.V_{Fer}$ m_{Fer} = 7,87 × 104 = 818 g	0,5
Q2. $\Delta U = m_{Fer}.c_{Fer}.\Delta\theta$ $\Delta U = m_{fer} \times c_{fer} \times \Delta\theta$ $\Delta U = 818{,}48.10^{-3} \times 440 \times (900-15) = 3{,}19.10^{5} J = 319\ kJ$ ***Remarque*** *: une différence de température en °C est égale à la même différence de température en K*	0,5 formule 0,25 valeur
Q3. Au niveau microscopique, l'augmentation de l'énergie interne du fer à cheval correspond à une augmentation de l'énergie cinétique microscopique des atomes de fer (agitation thermique).	0,25
2. Refroidissement du fer **2.1. Refroidissement à l'air libre** **Q4.** Considérons que le système {fer à cheval} est au repos alors son énergie mécanique ne varie pas ; le 1er principe de la thermodynamique donne $\Delta U = W + Q$ On va considérer que le système n'échange pas de travail avec l'extérieur malgré les coups de marteaux du maréchal-ferrant…, ainsi $W = 0$ et donc $\Delta U = Q$. Donc $Q = \Delta U = m_{fer}.c_{fer}.\Delta\theta$ avec $\Delta\theta = \theta(t+\Delta t) - \theta(t)$ Par définition du flux thermique : $\Phi = \frac{Q}{\Delta t} = m_{fer}.c_{fer}.\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$ La loi de Newton dans l'air donne : $\Phi = h_{air}.S.(\theta_{EXT} - \theta)$ En égalant les deux expressions de Φ : $m_{fer}.c_{fer}.\frac{\Delta\theta}{\Delta t} = h_{air}.S.(\theta_{EXT} - \theta)$ $$\frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{h_{air}.S}{m_{fer}.c_{fer}}.(\theta_{EXT} - \theta)$$ $$\Leftrightarrow \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{h_{air}.S}{m_{fer}.c_{fer}}.\theta_{EXT} - \frac{h_{air}.S}{m_{fer}.c_{fer}}.\theta$$ $$\Leftrightarrow \frac{\Delta\theta}{\Delta t} + \frac{h_{air}.S}{m_{fer}.c_{fer}}.\theta = \frac{h_{air}.S}{m_{fer}.c_{fer}}.\theta_{EXT}$$ En faisant tendre Δt vers 0, $\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{dT}{dt}$ et avec $\tau = \frac{m_{fer}.c_{fer}}{h_{air}.S}$ on obtient $\frac{d\theta}{dt} + \frac{\theta}{\tau} = \frac{\theta_{ext}}{\tau}$	0,25 pour ΔU =Q justifié 0,25 pour φ 0,25 0,25 pour limite $\Delta t \to 0$
Q5. Vérifions que $\theta_{(t)} = (\theta_0 - \theta_{ext}) \times e^{-\frac{t}{\tau}} + \theta_{ext}$ est solution de l'équation différentielle précédente. $\frac{d\theta}{dt} = \frac{d((\theta_0-\theta_{ext})\times e^{-\frac{t}{\tau}}+\theta_{ext})}{dt} = (\theta_0 - \theta_{ext}) \times \left(-\frac{1}{\tau}\right) \times e^{-\frac{t}{\tau}} + 0$ Injectons les expressions de θ et $\frac{d\theta}{dt}$dans l'équation différentielle $\frac{d\theta}{dt} + \frac{\theta}{\tau} = \frac{\theta_{ext}}{\tau}$: $$\frac{d\theta}{dt} + \frac{\theta}{\tau} = (\theta_0 - \theta_{ext}) \times \left(-\frac{1}{\tau}\right) \times e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{1}{\tau} \times (\theta_0 - \theta_{ext}) \times e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{\theta_{ext}}{\tau}$$ $$\Leftrightarrow \frac{d\theta}{dt} + \frac{\theta}{\tau} = -\frac{1}{\tau}(\theta_0 - \theta_{ext}) \times e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{1}{\tau} \times (\theta_0 - \theta_{ext}) \times e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{\theta_{ext}}{\tau}$$ $$\Leftrightarrow \frac{d\theta}{dt} + \frac{\theta}{\tau} = \frac{\theta_{ext}}{\tau}$$	0,5
Q6. D'après l'énoncé, le maréchal-ferrant pose le fer à cheval au bout de deux minutes soit 120 s (τ est	

donnée en s) : $\theta(t=120\text{s}) = (900-15)\times e^{-\frac{120}{880}} + 15 = 787°\text{C}$ Le fer est donc encore très chaud quand il est posé sur le sabot ; on comprend bien pourquoi cela brûle la corne.	0,5
2.2. Refroidissement dans l'eau avant la pose. **Q7.** En adaptant le modèle dans l'eau froide : $\theta(t) = (\theta_0 - \theta_{EXT})\times e^{-\frac{t}{\tau_{eau}}} + \theta_{EXT}$ avec θ_0 = 600°C et $\tau_{eau} = \dfrac{m_{\text{fer}}.c_{\text{fer}}}{h_{eau}.S}$ $\tau_{eau} = \dfrac{818.10^{-3}\times 440}{360\times 293.10^{-4}} = 34{,}1\ s$ *cohérent car très inférieure à 880 s obtenue dans l'air*	0,5
Il faut donc trouver t_f qui vérifie : $\theta_{\text{finale}} = (\theta_0 - \theta_{EXT})\times e^{-\frac{t_f}{\tau_{eau}}} + \theta_{EXT}$ $\theta_{\text{finale}} - \theta_{EXT} = (\theta_0 - \theta_{EXT}).e^{-\frac{t_f}{\tau_{eau}}}$ $e^{-\frac{t_f}{\tau_{eau}}} = \dfrac{\theta_{\text{finale}} - \theta_{EXT}}{\theta_0 - \theta_{EXT}}$ $-\dfrac{t_f}{\tau_{eau}} = \ln\left(\dfrac{\theta_{\text{finale}} - \theta_{EXT}}{\theta_0 - \theta_{EXT}}\right)$ $t_f = -\tau_{eau}.\ln\left(\dfrac{\theta_{\text{finale}} - \theta_{EXT}}{\theta_0 - \theta_{EXT}}\right)$ Finalement : $t_f = -34{,}1\times\ln\left(\dfrac{40-15}{600-15}\right) = 108\ \text{s}$	0,5
Q8. On peut imaginer que si seulement 20 secondes suffisent, c'est que le modèle choisi n'est pas adapté. Les échanges entre le fer et l'eau n'obéissent probablement pas à la loi de Newton : - les échanges entre le fer et l'eau ne sont pas principalement conducto-convectifs car le fer est très chaud et il perd de l'énergie par rayonnement ; - la température de l'eau n'est pas constante alors qu'elle doit jouer le rôle de thermostat ; - l'eau change d'état (ce qui demande beaucoup d'énergie).	0,5