

DS-3bis - Barème

	👉	👍	👍👍
Connaissance du cours			
Quantité de questions traitées			
Détail/Rigueur de la rédaction			
Utilisation appropriée de schémas			
Soin de la rédaction			
Commentaires pertinents			

	Décomposition de l'eau	élève	prof	max
1.	• Bilan de matière • BONUS si colonne $n_{\text{tot,gaz}}$ • $P(H_2O) = \frac{n_0 - 2\xi}{n_0 + \xi} P$ • $\xi = n_0 \frac{P - P(H_2O))}{2P + P(H_2O)}$			1.5(+0.5)
2.	• À l'équilibre $K^\circ = \Pi_i a_{i,\text{éq}}^{\nu_i}$ (L.A.M.) • • • $K^\circ = \frac{4}{27} \frac{(P - P(H_2O))^3}{P(H_2O)^2 P^\circ}$			2
3.	• $K^\circ = 2,76 \times 10^{-5}$ • $\xi_f = 4,58 \times 10^{-2}$ • BONUS $K^\circ \ll 1$ réaction très limitée			1(+0.5)
4.	• $V = (n_0 + \xi_f) \frac{RT_1}{P} = 0,79 \text{ m}^3$			0.5
5.	• • Par théorème des comb. lin. ou directement avec Q_r : $K^\circ = \frac{K_1^\circ}{(K_2^\circ)^2}$ • A.N. $K^\circ = 2,79 \times 10^{-5}$			1.5
6.	• $\Delta_r G^\circ(T_1) = -RT_1 \ln(K^\circ) = \Delta_r H^\circ - T_1 \Delta_r S^\circ$ • $\Delta_r S^\circ = \frac{\Delta_r H^\circ + RT_1 \ln(K^\circ)}{T_1} = 121 \text{ J/K/mol}$ • $\Delta_r S^\circ = \sum_i \nu_i S_{m,i}^\circ \Rightarrow S_m^\circ(H_2O) = \frac{S_m^\circ(O_2) + 2S_m^\circ(H_2) - \Delta_r S^\circ}{2}$ • $S_m^\circ(H_2O) = 284 \text{ J/K/mol}$ • BONUS Valide car $\Delta_r S^\circ$ indép de T			2(+0.5)
7.a)	• $\tau = \frac{2\xi_f}{n_0} \Leftrightarrow \xi_f = n_0 \frac{\tau}{2}$ • • $K^\circ = \frac{\tau^3}{(2+\tau)(1-\tau)^2} \frac{P_1}{P^\circ}$ • $P_1 = P^\circ \times K^\circ \times \frac{(2+\tau)(1-\tau)^2}{\tau^3} = 47 \times 10^{-3} \text{ bar}$			2
7.b)	• À P et T Cst : $Q = \Delta_r H^\circ \times (\xi_f - \xi_i)$ • $Q = 52 \text{ kJ}$ • BONUS Réaction fortement endothermique			1(+0.5)
Total				11.5

	La ruée vers l'or (Centrale MP 2021)	élève	prof	max
Q1.	• $2 \text{ CO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} = 2 \text{ CO}_{2(g)}$			0.5
Q2.	• Loi de Hess $\Delta_r H^\circ = 2\Delta_f H^\circ(\text{CO}_2) - 2\Delta_f H^\circ(\text{CO}) = -565,8 \text{ kJ/mol}$ • BONUS si $\Delta_f H^\circ(\text{O}_2) = 0$ • $\Delta_r S^\circ = \sum_i \nu_i S_{m,i}^\circ = -172,6 \text{ J/K/mol}$ • BONUS si $\Delta_r S^\circ < 0$ car diminution du désordre (et pourquoi) • $\Delta_r G^\circ = \Delta_r H^\circ - 298\Delta_r S^\circ \Rightarrow K^\circ = \exp(-\frac{\Delta_r G^\circ}{RT}) = 1,61 \times 10^{90}$ • BONUS Réaction totale!			1.5(+1.5)
Q3.	• Bilan de matière • $n_0(\text{O}_2) = \sigma n_0(\text{CO})$ et $\alpha = \frac{2\xi_f}{n_0(\text{CO})}$ • • LAM donne : $K^\circ = \frac{P^\circ}{P} \frac{(\sigma+1)-\alpha/2}{(\sigma-\alpha/2)(1-\alpha)^2} \alpha^2$			2
Q4.	• À T et P constantes $F(\alpha) = \frac{P}{P^\circ} K^\circ(T) = \text{Cste}$ • • Utilisation du diagramme fourni avec Tracé droite horizontale • Choix de $\sigma \in [5, 10]$			2
Q6.	• $\frac{dN_{\text{oc}}}{dt} = v_a - v_d = k_a(N - N_{\text{oc}})p - k_d N_{\text{oc}}$ • $N_{\text{oc}} = N\theta \Rightarrow \frac{d\theta}{dt} = k_a(1 - \theta)p - k_d\theta$			1
Q7.	• Régime stationnaire : $\frac{d\theta}{dt} = 0 \Rightarrow \theta = \frac{Kp}{1+Kp}$			0.5
Q8.	• $\mathcal{P} = \mathcal{P}(-\varepsilon) = Ce^{\beta\varepsilon}$ et $\mathcal{P}(0) = Ce^{-\beta \times 0}$ • Normalisation probabilité $\Rightarrow C = \frac{1}{1+e^{\beta\varepsilon}}$ • $\mathcal{P} = \frac{e^{\beta\varepsilon}}{1+e^{\beta\varepsilon}}$ • BONUS Analogue à un système à deux niveaux			1.5+(0.5)
Q9.	• $E = n \times (-\varepsilon) + (N - n) \times 0 = -n\varepsilon$ • $g_n = \binom{N}{n} = \frac{N!}{n!(N-n)!}$ = nombre de parties à n éléments d'un ensemble à N éléments.			1
Q10.	• Une molécule occupe site avec proba $\mathcal{P}$ ou non (proba $1 - \mathcal{P}$) : épreuve de Bernouilli • N molécules CO_2 indépendantes • X = variable aléatoire comptant le nombre de sites occupés suit loi binômiale $B(N, \mathcal{P})$ • $= g_n \mathcal{P}^n \times (1 - \mathcal{P})^{N-n}$			1.5
Q11.	• Par théorème (ou directement) $\langle n \rangle = N\mathcal{P} = N \frac{e^{\beta\varepsilon}}{1+e^{\beta\varepsilon}}$			0.5
Q12.	• $e^{\beta\varepsilon} = \alpha p \Rightarrow \theta = \frac{\langle n \rangle}{N} = \frac{\alpha p}{1+\alpha p}$ • $\alpha = K$			1
Q12bis.	• • • • Toute démarche pertinente, à l'appréciation du correcteur			2
Q13.	• Invariance par rotation $\Rightarrow T = T(r, t)$			0.5
Q14.	• 1 ^{er} principe à une coquille $d(\delta U) = \delta W + \delta Q$ • $\delta W = 0$ (isochore) • $d(\delta U) = C_g \times 4\pi r^2 dr \frac{\partial T}{\partial t} dt$ • $\delta Q = \Phi(r, t) dt - \Phi(r + dr, t) dt = -\frac{\partial \Phi}{\partial r} dr dt$ • Loi de Fourier $\vec{j}_Q = -\kappa \text{grad} T = -\kappa \frac{\partial T}{\partial r} \vec{e}_r$ • $\Phi(r, t) = j_Q(r, t) \times 4\pi r^2$ • $C_g 4\pi r^2 dr \frac{\partial T}{\partial t} dt = -4\pi \frac{\partial(r^2 j_Q)}{\partial r} dr dt$ • $C_g \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\kappa}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 \frac{\partial T}{\partial r})$			4
Q15.	• $\frac{\partial T}{\partial t} = 0 \Rightarrow T(r) = A + \frac{B}{r}$ • Conditions aux limites $T(a) = T_s$ et $\lim_{r \rightarrow +\infty} T(r) = T_0$ • $T(r) = (T_s - T_0) \frac{a}{r} + T_0$			1.5
Q16.	• $P_{\text{sph} \rightarrow \text{gel}} = \Phi(a) = j_Q(a) \times 4\pi a^2$ • $P_{\text{sph} \rightarrow \text{gel}} = 4\pi a \kappa \delta T_s$			1
Q17.	• 1 ^{er} principe $dU = -P_{\text{sph} \rightarrow \text{gel}} dt + P_{\text{abs}} dt$ • $dU = C_{Au} \frac{4\pi}{3} a^3 \frac{dT_s}{dt} dt$ • Équation différentielle sur δT_s • $\tau = \frac{C_{Au} a^2}{3\kappa}$			2
Q18.	• Solution homogène $\delta T_h = \lambda e^{-t/\tau}$ • Sol. part. avec $\frac{P_0}{4\pi\kappa a} : \delta T_{\text{part1}} = \frac{P_0}{4\pi\kappa a}$ • Sol. part. sinusoïdale en complexes $\delta T_{\text{part2}} = \frac{P_0}{4\pi\kappa a} \frac{e^{i\Omega t}}{1+i\Omega\tau}$ • $\tau = 1,4 \times 10^{-10} \text{ s}$ donc $\Omega\tau = 6 \times 10^{-4} \ll 1$ • $\delta T_{\text{part}} = \delta T_{\text{part1}} + \text{Re}(\delta T_{\text{part2}}) = \frac{P_0}{4\pi\kappa a} (1 + \cos(\Omega t))$ • Solution homogène négligeable si $t > 5\tau \approx 10^{-9} \text{ s}$			3
Q19.	• Moy tempo. $\langle \cos(\Omega t) \rangle = 0 \Rightarrow \overline{\delta T_s} = \frac{P_0}{4\pi\kappa a}$ • $\overline{\delta T_s} = 5,0 \text{ }^\circ\text{C}$			1
Q20.	• Distance caractéristique de variation de T dans le gel			0.5

	La ruée vers l'or	élève	prof	max
Q21.	• $T(a^+, t) = T_0 + \frac{\alpha}{a} (1 + \cos(\Omega t)) = T_s(t)$ • $\alpha = \frac{P_0}{4_p i \kappa a}$			1
Q22.	• Moy. tempo. $\Rightarrow \langle \delta T \rangle = \frac{\alpha}{r}$ • Moy volume $\overline{\delta T} = \frac{3}{4\pi r_{\text{th}}^3} \iiint \frac{\alpha}{r} r^2 \text{d}r \sin \theta \text{d}\theta \text{d}\varphi$ • $\overline{\delta T} = \frac{3\alpha}{4\pi r_{\text{th}}^3} \int_0^{r_{\text{th}}} r \text{d}r \times 4\pi = \frac{3\alpha}{r_{\text{th}}^3} \frac{r_{\text{th}}^2}{2}$ • $\overline{\delta T} = \frac{3\alpha}{2 r_{\text{th}}} = \frac{3P_0}{8\pi \kappa a r_{\text{th}}}$ • $\overline{\delta T} = \frac{3a}{2r_{\text{th}}} \overline{\delta T_s}$ • $r_{\text{th}} = 0,25 \text{ }\mu\text{m}$ donc $\overline{\delta T} = 0,29^\circ\text{C}$			3
Total				32.5

	Formation d'un croûte de lave solide (Mines Ponts MP 2023)	élève	prof	max
Q1.	$\frac{\partial \theta}{\partial t} = D \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2}$			0.5
Q2.	$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{d\theta}{d\eta} \times \frac{\partial \eta}{\partial t} = \frac{d\theta}{d\eta} \times \left(-\frac{y}{4\sqrt{Dt}}\right) t^{-3/2}$ $\frac{\partial \theta}{\partial y} = \frac{d\theta}{d\eta} \times \frac{\partial \eta}{\partial y} = \frac{d\theta}{d\eta} \times \frac{1}{2\sqrt{Dt}} \bullet \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} = \frac{1}{2\sqrt{Dt}} \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{d\theta}{d\eta}\right) = \frac{1}{2\sqrt{Dt}} \times \frac{d^2 \theta}{d\eta^2} \times \frac{\partial \eta}{\partial y} = \frac{1}{4Dt} \frac{d^2 \theta}{d\eta^2}$ - Faire apparaître η et conclure $\frac{d^2 \theta}{d\eta^2} + 2\eta \frac{d\theta}{d\eta} = 0$ $\frac{d\varphi}{d\eta} + 2\eta \varphi = 0 \Rightarrow \varphi(\eta) = A e^{-\eta^2}$ $T(y = 0, t) = T_0 \Rightarrow \theta(\eta = 0) = 0 \bullet \theta(\eta) = A \int_0^\eta e^{-z^2} dz$			3.5
Q3.	$\theta(\eta_s) = 1$ et $\eta_s = \lambda = \text{Cste} \bullet \theta(\eta) = \frac{\int_0^\eta e^{-z^2} dz}{\int_0^\lambda e^{-z^2} dz} = \frac{\text{erf}(\eta)}{\text{erf}(\lambda)}$			3.5
Q4.	A P Cste $\delta Q = -\delta m \Delta h_{\text{sol} \rightarrow \text{liq}} \bullet \delta m = \rho S dy_s$			1
Q5.	$\delta Q = j_Q(y_s, t) S dt \bullet$ Loi de Fourier $j_Q(y_s, t) = -\kappa \left(\frac{\partial T}{\partial y}\right) (y = y_s)$ - Identification $\rho \Delta h_{\text{sol} \rightarrow \text{liq}} (T_f) \frac{dy_s(t)}{dt} = \kappa \left(\frac{\partial T}{\partial y}\right) (y = y_s, t)$ - BONUS Pas de transfert thermique de la lave liquide car $\vec{j}_Q = \vec{0}$ (temp. uniforme)			1.5+(0.5)
Q6.	$\frac{\partial T}{\partial y}(y, t) = (T_f - T_0) \frac{\partial \theta}{\partial y}(y, t) = (T_f - T_0) \frac{d\theta}{d\eta}(\eta) \times \frac{1}{2\sqrt{Dt}}$ $\frac{\partial T}{\partial y}(y = y_s, t) = (T_f - T_0) \frac{d\theta}{d\eta}(\eta_s) \times \frac{1}{2\sqrt{Dt}} = (T_f - T_0) \frac{e^{-\lambda^2}}{\frac{\sqrt{\pi}}{2} \text{erf}(\lambda)} \times \frac{1}{2\sqrt{Dt}}$ $y_s(t) = 2\lambda \sqrt{Dt} \Rightarrow \frac{dy_s}{dt} = 2\lambda \sqrt{D} \times \frac{1}{2\sqrt{t}} = \lambda \sqrt{\frac{D}{t}}$ $\bullet \frac{e^{-\lambda^2}}{\lambda \text{erf}(\lambda)} = \frac{\sqrt{\pi}}{c(T_f - T_0)} \Delta h_{\text{sol} \rightarrow \text{liq}} (T_f)$ avec $D = \frac{\kappa}{\rho c}$			2.5
Q7.	- Algo. Dichotomie (ou Newton) $\bullet \bullet \bullet$ À l'appréciation du correcteur selon description $\pm$ précise de l'algorithme. - BONUS Si deuxième algo. cité (Newton ou dichotomie)			2+(0.5)
Q8.	$\frac{\sqrt{\pi}}{c(T_f - T_0)} \Delta h_{\text{sol} \rightarrow \text{liq}} (T_f) = 0,708 \bullet$ On lit $\lambda \approx 0,8$ $y_s = 2\lambda \sqrt{Dt} \approx 5,3 \text{ m} \bullet$ Résultat du même ordre de grandeur. - BONUS concorde surtout avec Makaopuhi.			2+(0.5)
Total				16.5
TOTAL				60.5