NOM - Prénom :

DS-4bis (CCS-Mines) - Barème

	👎	👍	👍👍
Connaissance du cours			
Quantité de questions traitées			
Détail de la rédaction			
Rigueur de la rédaction			
Soin de la rédaction			
Commentaires pertinents			

	CHIMIE 1 : Décomposition de l'eau	élève	prof	max
Q.1	• tableau d'avancement correct • BONUS si colonne "$n_{total,gaz}$" • $\xi_f = \frac{n_0[P-P(H_2O)]}{2P+P(H_2O)}$			1(+0.5)
Q.2	• $K^0(T_0) = \frac{P(O_2)P^2(H_2)}{P^2(H_2O)P^0}$ • $P = P(H_2O) + P(H_2) + P(O_2)$ • $K^0(T_0) = \frac{4}{27}\frac{[P-P(H_20)]^3}{P^2(H_2O)P^0}$			1.5
Q.3	• $K^0(T_0) = 2.76 \times 10^{-5}$ • $\xi_f = 4.58 \times 10^{-2}\ mol$ • BONUS si valeurs cohérentes car réaction très peu avancée			1(+0.5)
Q.4	• $V = (n_0 + \xi_f)\frac{RT_0}{P}$ • $V = 0.79\ m^3$ • BONUS si commentaire ODG			1
Q.5	• $(3) = (1) - 2 \times (2) \Rightarrow K^0 = \frac{K_1^0}{(K_2^0)^2}$ • $K^0 = 2.79 \times 10^{-5}$ • BONUS si cohérent avec Q.3.			1.5(+0.5)
Q.6	• $\Delta_r G^0(T_0) = -RT_0 ln(K^0(T_0))$ • $\Delta_r G^0(T_0) = -218\ kJ.mol^{-1}$ • $\Delta_r S^0 = \frac{\Delta_r H^0 - \Delta_r G^0(T_0)}{T_0} = 121\ J.K^{-1}.mol^{-1}$ • BONUS si $\Delta_r S^0 > 0$ cohérent avec $\Delta_{\nu,gaz} > 0$ • BONUS si $\Delta_r H^0 > 0$ cohérent car réaction inverse d'explosion • $S_m^0(H_2O,g) = \frac{S_m^0(H_2O,g)+2S_m^0(H_2,g)-\Delta_r S^0}{2} = 284\ J.K^{-1}.mol^{-1}$ • BONUS si ODG cohérent car $S_m^0(gaz) \simeq 200\ J.K^{-1}.mol^{-1}$			2(+1.5)
Q.7.a)	• $\tau = \frac{2\xi_f}{n_0} = 0.10$ • BONUS si $\xi_f = 0.1\ mol > \xi_f = 0.0458\ mol (Q.3)$ • au moins une activité correcte dans $a(H_2O)_{eq} = \frac{n_0 - 2\xi_f}{n_0+\xi_f}\frac{P_1}{P^0} = \frac{1-\tau}{1+\frac{\tau}{2}}\frac{P_1}{P^0}$, $a(H_2)_{eq} = \frac{\tau}{1+\frac{\tau}{2}}\frac{P_1}{P^0}$ et $a(O_2)_{eq} = \frac{\frac{\tau}{2}}{1+\frac{\tau}{2}}\frac{P_1}{P^0}$ • $K^0(T_0) = \frac{\tau^3}{(2+\tau)(1-\tau)^2}\frac{P_1}{P^0}$ • $P_1 = P^0 K^0(T_0)\frac{(2+\tau)(1-\tau)^2}{\tau^3} = 47 \times 10^{-3}\ bar$ • BONUS si cohérent avec loi de Le Châtelier car $P \searrow \Rightarrow \xi_f \nearrow$ avec $\Delta_{\nu,gaz} > 0$			2(+1)
Q.7.b)	• réaction isobare $\Rightarrow \Delta H = Q$ • à P et T constants $\Delta H = \Delta_r H \xi_f$ • or $\Delta_r H \simeq \Delta_r H^0$ • $Q = \Delta_r H^0 \frac{n_0 \tau}{2}$ • $Q = 52.2\ kJ$ • BONUS si $Q > 0$ donc réaction endothermique cohérent avec $\Delta_r H > 0$			2.5(+0.5)
Q.8.a)	• $Q_r = \frac{x(O_2)x^2(H_2)}{x^2(H_2O)}\frac{P}{P^0} = 1/5$ Méthode 1 (signe de $\Delta_r G$) : • $\Delta_r G = \Delta_r G^0 + RT_1 ln(Q_r)$ • $\Delta_r G = 388\ kJ.mol^{-1}$ • $\Delta_r G > 0$ et critère d'évolution à T et P constants $\Delta_r G d\xi \leq 0 \Rightarrow$ sens $\xleftarrow{2}$ Méthode 2 (comparaison de $Q_{r,hors\ eq}$ et K^0) : • $K^0(T_1) = exp\left(-\frac{\Delta_r G^0(T_1)}{RT_1}\right)$ • $K^0(T_1) = 1.1 \times 10^{-21}$ • $Q_r > K^0(T_1)$ et critère d'évolution à T et P constants $\Rightarrow$ sens $\xleftarrow{2}$			2
Q.8.b)	• $Q_r = 0.2/5$ • idem avant $\Rightarrow$ sens $\xleftarrow{2}$			1
Q.8.c)	• équilibre si $\Delta_r G = 0$ (ou $Q_r = K^0(T_1)$) • $P_1 < 5.52 \times 10^{-21}\ bar$ • BONUS si P quasi nulle, atteignable, donc jamais sens $\xrightarrow{1}$			1(+0.5)

Q.9.a)	• schéma • réaction monobare et adiabatique $\Delta H = 0$ • réaction totale (ou tableau d'avancement) • $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4$ (réaction à T_0, réchauffement jusqu'à T_{vap}, changement d'état à T_{vap} et réchauffement jusqu'à T_F) car H fonction d'état • $\Delta H = \Delta_r H^0(298K)\xi_f + \xi_f C_{Pm}(H_2O,\ell)(T_{vap} - T_0) + \Delta_{vap}H(H_2O)\xi_f + \xi_f C_{Pm}(H_2O,g)(T_F - T_{vap})$ • $T_F = 7396\ K$ • BONUS si T_F très élevée mais cohérent pour une explosion			$3_{(+0.5)}$
Q.9.b)	• idem avant avec ajout de 2 moles de $N_2 \Rightarrow n(H_2) = 2\xi_f$ • idem avant avec $C_{Pm}(H_2O,\ell) \longrightarrow [C_{Pm}(H_2O,\ell) + 2C_{Pm}(N_2,g)]$ et $C_{Pm}(H_2O,g) \longrightarrow [C_{Pm}(H_2O,g) + 2C_{Pm}(N_2,g)]$ • $T'_F = 2921\ K$			1.5
Q.9.c)	• $T'_F < T_F$ car le chauffage de N_2 utilise une partie de l'énergie dégagée			0.5
	Total			21.5

	PHYSIQUE : À propos de champs magnétiques (d'après Mines Ponts PSI 2016 et MP 2019)	élève	prof	max
Q.1	• schéma avec point M, axes et coordonnées correctes • symétries et invariances de la distribution de courant $\Rightarrow \overrightarrow{B}(M) = B(r)\overrightarrow{u}_z$ • théorème d'Ampère avec son expression et dessin d'un contour orienté • contour entre r_{int} et r_{ext} • $I_{enlacé} = +NI$, signe avec règle de la main droite • utilisation de $B(r_{ext}) = 0$ et de $\int \overrightarrow{B} \cdot \overrightarrow{d\ell} = 0$ pour les parties radiales • $\overrightarrow{B}(M) = \mu_0 \frac{N}{\ell} I \overrightarrow{u}_z$ • BONUS si commentaires I s'enroule autour de $\overrightarrow{B}$ et discontinuité car $\exists\ \overrightarrow{j}_s$			3.5(+0.5)
Q.2	• $(M, \overrightarrow{e_r}, \overrightarrow{e_z}) = \Pi_{antisym}$ des courants $\Rightarrow B_\theta = 0$ • invariance d'angle θ des courants $\Rightarrow B_{hr}$ et B_{hz} ne dépendent pas de θ • (Oxy) ou $(O, \overrightarrow{e_r}, \overrightarrow{e_\theta}) = \Pi_{sym}$ des courants $\Rightarrow \overrightarrow{B_h}(M') = -\,\mathrm{sym}_{Oxy}\overrightarrow{B_h}(M)$ • $B_{rh}(r,-z)\,\overrightarrow{e_r} + B_{hz}(r,-z)\,\overrightarrow{e_z} = -\left[B_{rh}(r,z)\,\overrightarrow{e_r} - B_{hz}(r,z)\,\overrightarrow{e_z}\right]$ • illustration des relations précédentes sur le schéma • $B_{hz}(r,-z) = B_{hz}(r,z) \Rightarrow B_{hz}(r,z)$ est bien paire par rapport à z • BONUS si $B_{hr}(r,-z) = -B_{rh}(r,-z) \Rightarrow B_{rh}(r,z)$ est impaire / z			3(+0.5)
Q.3	• analyse dimensionnelle à partir de $\overrightarrow{B}_{spire}$ ou $\overrightarrow{B}_{solénoïde}$ • $B_0 = \frac{\mu_0 I}{2R}$			1
Q.4	• utilisation du DL avec $X = z/R$ • si $M \in (Oz)$, $(M, \overrightarrow{e_\theta}, \overrightarrow{e_z}) = \Pi_{antisym}$ des courants $\Rightarrow B_{rh} = 0 \Rightarrow \overrightarrow{B_h} \parallel \overrightarrow{e}_z$ • $\overrightarrow{B_h}(z) = NB_0\, \frac{8}{5\sqrt{5}} \left[2 - \frac{288}{125}\frac{z^4}{R^4}\right] \overrightarrow{e_z}$ • $B_h(z=0) = NB_0\,\frac{8}{5\sqrt{5}} \times 2$ • on veut z tq $\left\lvert\frac{B_h(z)-B_h(0)}{B_h(0)}\right\rvert = \frac{144}{125}\frac{z^4}{R^4} < 2/100$ • $\lvert z\rvert < R\left(\frac{125}{72\times 100}\right)^{1/4} \overset{AN}{=} 5{,}4$ cm • BONUS si commentaire : zone assez étendue de part et d'autre de O • $B_h(z=0) = NB_0\,\frac{16}{5\sqrt{5}} = 1{,}2$ mT			3.5(+0.5)
Q.5	• $R_{\text{tot}} = \frac{2N\times 2\pi R}{\gamma a^2}$ • $R = 0{,}39\ \Omega$ • BONUS si très faible, cohérent pour une bobine de $2\times$ 50 spires (cf TP) • $P_J = R_{\text{tot}} I^2 \approx 6$ W • BONUS si pas si faible car courant important			1.5(+1)
Q.6	• $b_0(z) = B_h(z)$ • $c_0(z) = 0$ puisque $\overrightarrow{B_h} \parallel \overrightarrow{e}_z$ sur l'axe, en $r = 0$ • (MT) div $\overrightarrow{B_h} = 0 \Rightarrow \frac{1}{r}\frac{\partial(r^2 c_1(z))}{\partial r} + \frac{\partial(B_h + r b_1(z) + r^2 b_2(z))}{\partial z} = 0$ • $2c_1(z) + \frac{\mathrm{d}B_h}{\mathrm{d}z} + r\,\frac{\mathrm{d}b_1}{\mathrm{d}z} + r^2\,\frac{\mathrm{d}b_2}{\mathrm{d}z} = 0$ • et pour $r \to 0$, $c_1(z) = -\,\frac{1}{2}\frac{\mathrm{d}B_h}{\mathrm{d}z}(z)$ • (MF) statique $\overrightarrow{\mathrm{rot}}\,\overrightarrow{B_h} = \overrightarrow{0} \Rightarrow \frac{\partial B_{hr}}{\partial z} - \frac{\partial B_{hz}}{\partial r} = 0$ • $r\,\frac{\mathrm{d}c_1}{\mathrm{d}z}(z) - b_1(z) - 2rb_2(z) = 0$ • et pour $r \to 0$, $b_1(z) = 0$ • $b_2(z) = \frac{1}{2}\frac{\mathrm{d}c_1}{\mathrm{d}z}(z) = -\,\frac{1}{4}\frac{\mathrm{d}^2 B_h}{\mathrm{d}z^2}(z)$			4.5
Q.7	• $B_{rh}(r,0) = 0$ • BONUS si cohérent avec Q.2, car $B_{rh}(r,z)$ est impaire par rapport à z • $B_{hr}(r,z) = \frac{\mu_0 NI}{2R}\,\frac{r}{2}\,\frac{8}{5\sqrt{5}}\,\frac{288\times 4}{125}\,\frac{z^3}{R^4}\left[1 + \frac{3r}{2z}\right]$ • $B_{hr}(r,z) = 1.4\times 10^{-4}\ mT$ • $B_{hr}(r,z) \ll B_h(z=0) \Rightarrow$ champ pratiquement selon $\overrightarrow{e}_z$ au voisinage de O			2(+0.5)
Q.8	• E_p minimale $\Rightarrow$ stable si $\overrightarrow{m}$ est colinéaire et de même sens que $\overrightarrow{B}(O)$ • BONUS si $\overrightarrow{m}$ selon $+\overrightarrow{e}_z$ dans le cas où $I > 0$ d'après partie I			0.5(+0.5)
Q.9	• schéma • $\overrightarrow{\Gamma} = -\,m\,NB_0\,\frac{16}{5\sqrt{5}}\,\sin\theta\,\overrightarrow{e_x}$ • TMC avec petits mouvements $\Rightarrow J\,\ddot{\theta} = -\,m\,NB_0\,\frac{16}{5\sqrt{5}}$ • O.H. de période propre $\tau_{\text{osc}} = 2\pi\sqrt{\frac{5\sqrt{5}J}{16\,mNB_0}}$			2
Q.10	• $\kappa = \frac{4\pi^2}{\tau_{osc}^2}\,\frac{5\sqrt{5}}{16NB_0}$ • $\kappa = 3{,}6\times 10^5$ A.kg^{-1} • unité correcte			1.5
Q.11	• utilisation de formules trigo • $\lvert\lvert\overrightarrow{B}(O,t)\rvert\rvert = B_0$ • $\varphi(t) = \omega_0 t + \frac{\pi}{4}$ • $\overrightarrow{B}(O,t)$ champ magnétique tournant autour de O à la vitesse angulaire ω_0 • $\overrightarrow{B}(O,t)$ peut être généré à partir de 2 bobines d'axes respectifs $\overrightarrow{e}_z$ et $\overrightarrow{e}_y$, et alimentées par des courants sinusoïdaux déphasés de $\frac{\pi}{2}$			2.5

Q.12.a)	• schéma • $\overrightarrow{m} = m\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{4} - \alpha\right)\,\overrightarrow{e_y} + m\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4} - \alpha\right)\,\overrightarrow{e_z}$ • $\overrightarrow{\Gamma} = \overrightarrow{m}\wedge\overrightarrow{B} \Rightarrow \overrightarrow{\Gamma}(t) = \frac{mB_0}{2}\left[\cos\left((\omega+\omega_0)t-\alpha\right) + \cos\left((\omega-\omega_0)t+\frac{\pi}{2}-\alpha\right)\right.$ $\left.-\sin\left((\omega+\omega_0)t+\frac{\pi}{2}-\alpha\right) - \sin\left((\omega-\omega_0)t-\alpha\right)\right]\overrightarrow{e_x}$			1.5
Q.12.b)	• $\langle\overrightarrow{\Gamma}\rangle = \overrightarrow{0}$ si $\omega \neq \omega_0$ • $\langle\overrightarrow{\Gamma}\rangle = mB_0\sin\alpha\,\overrightarrow{e_x}$ si $\omega = \omega_0$			1
Q.12.c)	• moteur si $\langle\overrightarrow{\Gamma}\rangle\cdot\overrightarrow{e_x} > 0$ • $\sin\alpha > 0$, soit $\alpha \in]0,\pi[$			1
Q.13.a)	• schéma pour $\alpha \in]0,\pi[$ • valeurs particulières et α_1 et α_2 tq $\langle\overrightarrow{\Gamma}\rangle\cdot\overrightarrow{e_x} = \frac{mB_0}{2}$ • TMC avec $\omega = cste \Rightarrow J\,\dot\omega = 0 = \langle\overrightarrow{\Gamma}\rangle.\overrightarrow{e_x} - \frac{mB_0}{2}$ • $\sin\alpha_{1,2} = \frac{1}{2}$ • $\alpha_1 = \pi/6$ et $\alpha_2 = 5\pi/6$			2.5
Q.13.b)	• Action de l'expérimentateur $\Rightarrow \omega < \omega_0$ • α augmente car l'aiguille "prend du retard" • schéma $\Rightarrow$ seul α_1 permet à l'aiguille de "rattraper son retard" • α_1 fonctionnement moteur stable et α_2 instable car l'aiguille s'arrête			2
Q.14	• BONUS si schéma • à l'équilibre, $\overrightarrow{m}_{boussole} \parallel \overrightarrow{B}_{terrestre}$ (même sens) • BONUS si le Nord de la boussole indique le Sud magnétique, i.e. le nord géographique			0.5(+1)
Q.15	• $\overrightarrow{M} = M_0\,\overrightarrow{e_z} = M_0\cos\theta\,\overrightarrow{e_r} - M_0\sin\theta\,\overrightarrow{e_\theta}$ et $\overrightarrow{R} = R_T\,\overrightarrow{e_r}$ • $B_r = \overrightarrow{B}.\overrightarrow{e_r} = \frac{\mu_0}{4\pi}\,\frac{3(\overrightarrow{R}.\overrightarrow{e_r})(\overrightarrow{M}.\overrightarrow{R}) - R_T^2\,(\overrightarrow{M}.\overrightarrow{e_r})}{R_T^5} = \frac{\mu_0 M_0}{4\pi}\,\frac{2\cos\theta}{R_T^3}$ • $B_\theta = \overrightarrow{B}.\overrightarrow{e_\theta} = \frac{\mu_0}{4\pi}\,\frac{3(\overrightarrow{R}.\overrightarrow{e_\theta})(\overrightarrow{M}.\overrightarrow{R}) - R_T^2\,(\overrightarrow{M}.\overrightarrow{e_\theta})}{R_T^5} = \frac{\mu_0 M_0}{4\pi}\,\frac{\sin\theta}{R_T^3}$ • $B_\varphi = \overrightarrow{B}.\overrightarrow{e_\varphi} = 0$ • $\overrightarrow{B}(P) = \frac{\mu_0 M_0}{4\pi\,R_T^3}\,(2\cos\theta\,\overrightarrow{e_r} + \sin\theta\,\overrightarrow{e_\theta})$ • BONUS si cohérent car on retrouve bien la formule du cours			2.5(+0.5)
Q.16	• $M_0 < 0$ pour que le Nord de la boussole pointe vers le Nord géographique • BONUS si schéma avec lignes de champ • BONUS si le Nord géographique correspond donc au Sud magnétique • $\overrightarrow{B_E} = \frac{\mu_0 M_0}{4\pi\,R_T^3}\,\overrightarrow{e_\theta}(\theta = \pi/2) = -\frac{\mu_0 M_0}{4\pi\,R_T^3}\,\overrightarrow{e_z}$ • BONUS $\overrightarrow{B}_E$ sur le schéma • $M_0 = -\frac{4\pi R_T^3 B_E}{\mu_0}$ • $M_0 = -\,7{,}9\times 10^{24}\,\mathrm{A.m^2}$ • unité correcte • Pôle magnétique nord ($\theta = 0$) : $\lvert B_N\rvert = \frac{2\mu_0\lvert M_0\rvert}{4\pi R_T^3} = 2B_E$ • $\lvert B_N\rvert = 6{,}0\times 10^{-5}$ T • Pôle magnétique sud ($\theta = \pi$) : $\lvert B_S\rvert = \lvert B_N\rvert = 6{,}0\times 10^{-5}$ T • BONUS si ODG cohérent car $B_{Paris} \simeq 50\ \mu T$			4(+2)
Q.17	• schéma avec Nord, Sud, $\overrightarrow{e}_r$, $\overrightarrow{e}_\theta$ et $\overrightarrow{e}_N$ • dans l'hémisphère Nord géo, $B_r = \frac{\mu_0 M_0}{4\pi}\,\frac{2\cos\theta}{R_T^3} < 0$ car $M_0 < 0$ et $\cos\theta > 0$ • dans l'hémisphère Nord géo, $B_\theta = \frac{\mu_0 M_0}{4\pi}\,\frac{\sin\theta}{R_T^3} < 0$ car $M_0 < 0$ et $\sin\theta > 0$ • $\overrightarrow{B}$ et $\overrightarrow{D}$ sur le schéma • BONUS si schéma avec $\overrightarrow{M}_0$, lignes de champ et D • $D < 0$ • $\tan(D) = -\frac{B_r}{B_\theta}$ • $\tan D = -\frac{2\cos\theta}{\sin\theta} = -\frac{2\cos(\pi/2-\lambda)}{\sin(\pi/2-\lambda)} = -2\tan\lambda$ • aux pôles $D \to \pm\pi/2$ • $\overrightarrow{B}_{horizontal} \ll \overrightarrow{B}_{vertical}$ • aiguille de boussole horizontale instable			5(+0.5)
	Total			45.5

TOTAL			67