DS-5 - Barème

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

	CHIMIE - Problème 1 : Etude d'une combustion	élève	prof	max
Q.1.a)	• Dans l'air : $n(N_2) = 4n(O_2) = 2n_0 = 2\ mol$ • BONUS si tableau d'avancement • BONUS si colonne "total gaz"			0.5(+1)
Q.1.b)	• $\Delta H = 0$ • car isobare et adiabatique • schéma • $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$ car H fonction d'état • $\Delta H_1 = \Delta_r H^0(T_0)n_0$ car réaction totale supposée isotherme • $\Delta H_2 = (n_0 C_{pm}(CO_2) + 2n_0 C_{pm}(N_2))(T_F - T_0)$ • $T_F = T_0 - \frac{\Delta_r H^0(T_0)}{C_{pm}(CO_2)+2C_{pm}(N_2)}$ • $T_F = 3270\ K$ • BONUS si cohérent avec une température de flamme			4(+0.5)
Q.2.a)	• $\Delta_r S^0 = S^0_m(CO_2) - S^0_m(CO) - \frac{1}{2}S^0_m(O_2) = -86,4\ J.K^{-1}.mol^{-1}$ • unité correcte • BONUS si < 0 en accord avec quantité de gaz qui diminue • $\Delta_r G^0(T) = -283.10^3 + 86,4 \times T$ (en $J.mol^{-1}$) • $K^0 = exp\left(-\frac{\Delta_r G^0}{RT}\right)$ et approximation d'Ellingham • $A = exp\left(\frac{\Delta_r S^0}{R}\right) = 3.05 \times 10^{-5}$ (sans unité) • $B = -\frac{\Delta_r H^0}{R} = 3.41 \times 10^4\ K$; unités correctes pour A et B			3.5(+0.5)
Q.2.b)	• tableau d'avancement • $K^0(T_F) = \frac{x(CO_2)}{x(CO)}\sqrt{\frac{P^0}{x(O_2)P}}$ • $K^0(T_F) = \frac{\xi_{eq}}{n_0-\xi_{eq}}\sqrt{\frac{7n_0-\xi_{eq}}{n_0-\xi_{eq}}}$			1.5
Q.2.c)	• $T_F = \frac{B}{ln\left(\frac{K^0}{A}\right)}$ • $T_F = 2500\ K$ pour $\xi_{eq} = 0.8\ mol$ • BONUS si $K^0(\xi_{eq} = 0.8\ mol) = 20.4 > 1$ cohérent car réaction avancée mais non totale			1(+0.5)
Q.3	• Idem Q.1.b) • $T_F = T_0 - \frac{\xi_{eq}\Delta_r H^0(T_0)}{C_{p,tot}}$ • avec $C_{p,tot} = (n_0 - \xi_{eq})C_{pm}(CO) + 0.5(n_0 - \xi_{eq})C_{pm}(O_2) + \xi_{eq}C_{pm}(CO_2) + 2n_0 C_{pm}(N_2)$ • $T_F = 2641\ K$ pour $\xi_{eq} = 0.8\ mol$ • BONUS si T_F plus faible que Q.1.b) normal car il faut chauffer davantage de gaz (réactifs)			2(+0.5)
Q.4	• Intersection des deux courbes • $\xi_{eq} = 0.77\ mol$ et $T_F = 2572\ K$			1
	Total			13.5

NOM - Prénom :

	CHIMIE - Problème 2 : Equilibre de Deacon	élève	prof	max
Q.1	• Approximation d'Ellingham • $\Delta_r S^0 = -130,5\ J.K^{-1}.mol^{-1}$ • BONUS si $\Delta_r S^0 < 0$ car diminution de la quantité de gaz/du désordre • $\Delta_r H^0 = -115,5\ kJ.mol^{-1}$ • BONUS si $\Delta_r H^0 < 0 \Rightarrow$ réaction exothermique			1.5(+1)
Q.2	• $K^0 = exp\left(-\frac{\Delta_r G^0}{RT}\right) = 5.3$ • BONUS si $K^0 > \simeq 1 \Rightarrow$ réaction avec taux d'avancement proche de 50%			0.5(+0.5)
Q.3	• $\Delta_r G = \Delta_r G^0 + RTln(Q_r)$ • $Q_r = \frac{n^2(Cl_2)n^2(H_2O)}{n^4(HCl)n(O_2)} n_{tot}$ • $Q_r = 0$ à l'état initial • $\Delta_r G \to -\infty$ • critère d'évolution $\Delta_r G d\xi \leq 0 \Rightarrow \xrightarrow{1}$ • BONUS si cohérent car il n'y avait que des réactifs			2.5(+0.5)
Q.4	• tableau d'avancement • BONUS si colonne total gaz • $\tau = \frac{\xi_F}{n_0}$ • $x(HCl) = \frac{4(1-\tau)}{5-\tau}$ et $x(O_2) = \frac{1-\tau}{5-\tau}$ • $x(H_2O) = x(Cl_2) = \frac{2\tau}{5-\tau}$			2(+0.5)
Q.5	• $Q_r = \frac{\tau^4(5-\tau)}{16(1-\tau)^5}$			0.5
Q.6.a)	• fonction `f` correcte			0.5
Q.6.b)	• boucle `while` • `abs(b-a)>eps` • calcul du milieu • `if`, `elif` et `else` • signes corrects pour l'algorithme • syntaxe correcte • indentation correcte			3.5
Q.7	• Calculatrice $\Rightarrow \tau_{eq} = 0.62$ • BONUS si cohérent car $\tau_{eq} \simeq 0.5$ avec $K^0 \simeq 1$			0.5(+0.5)
	Total			11.5

	PHYSIQUE - Problème 3 : A propos du champ magnétique - d'après CCS - PC - 2010 et CCS - TSI - 2011	élève	prof	max
Q.1	• forme locale : $div\overrightarrow{B} = 0$ • forme intégrale : $\oiint_{S_{fermée}} \overrightarrow{B} \cdot \overrightarrow{dS} = 0$ • flux identique à travers toute surface s'appuyant sur un même contour • conservation du flux à travers un tube de champ magnétique			2
Q.2	• a) $\leftrightarrow \alpha$ • invariance selon $y \Rightarrow \overrightarrow{A} = A(x)\overrightarrow{u}_y$ • $div\overrightarrow{A} = 0$ (conservatif) • b) $\leftrightarrow \gamma$ • invariance selon $\theta \Rightarrow \overrightarrow{A} = A(r)\overrightarrow{u}_\theta$ • $div\overrightarrow{A} = 0$ (conservatif) • c) $\leftrightarrow \beta$ • invariance selon $\theta \Rightarrow \overrightarrow{A} = A(r)\overrightarrow{u}_r$ • $div\overrightarrow{A} \neq 0$ (non conservatif) • d) $\leftrightarrow \gamma$ • invariance selon r et $\theta \Rightarrow \overrightarrow{A} = cste\overrightarrow{u}_\theta$ • $div\overrightarrow{A} = 0$ (conservatif)			6
Q.3	• a) $\overrightarrow{\text{rot}}\,\overrightarrow{A} = \frac{\partial A(x)}{\partial x}\,\overrightarrow{u_z} \neq \overrightarrow{0}$ • b) $\overrightarrow{\text{rot}}\,\overrightarrow{A} = \frac{1}{r}\frac{\partial(rA(r))}{\partial r}\,\overrightarrow{u_z} \neq 0$ • sauf si $A(r) = \frac{k}{r}$ • c) $\overrightarrow{\text{rot}}\,\overrightarrow{A} = \overrightarrow{0}$ • d) $\overrightarrow{\text{rot}}\,\overrightarrow{A} = \frac{1}{r}\frac{\partial(rk)}{\partial r}\,\overrightarrow{u_z} = \frac{k}{r}\,\overrightarrow{u_z} \neq \overrightarrow{0}$			2.5
Q.4	• (MF) dans l'ARQS : $\overrightarrow{\text{rot}}\,\overrightarrow{B} = \mu_0\,\overrightarrow{j}$ • démo th. d'Ampère avec Stokes • BONUS si mention d'une convention d'orientation			1(+0.5)
Q.5.a)	• solénoïde ∞ si $\ell \ggg R$ • BONUS si loin des bords			0.5(+0.5)
Q.5.b)	• $(M, \overrightarrow{u_r}, \overrightarrow{u_\theta}) = \Pi_{sym\ des\ courants}$ • invariance selon θ et $z \Rightarrow \overrightarrow{B}(M,t) = B(r,t)\,\overrightarrow{u_z}$			1
Q.5.c)	• schéma avec $\mathcal{C}_{orienté}$ • circulation sur $\mathcal{C}_{orienté}$ avec utilisation de $\overrightarrow{B}_{ext} = \overrightarrow{0}$ • $i_{enlacé} = \pm\frac{N}{\ell}Li_c(t)$ • signe justifié avec règle de la main droite • $\overrightarrow{B}_{int} = \mu_0\frac{N}{\ell}\,i_c(t)\,\overrightarrow{u_z}$			2.5
Q.5.d)	• $B_{int} = 5\ mT$ • BONUS si faible avec comparaison avec B_{IRM} ou $B_{terrestre}$ • commentaire sur $\frac{N}{\ell}$ avec limite • commentaire sur i_c avec limite • commentaire sur $\mu_0 \to \mu_0\mu_r$ et limite			2(+0.5)
Q.6	• $\phi_{1\ spire} = \mu_0\frac{N}{\ell}i_c\pi r_b^2$ • pour N_b spires $\phi_{tot} = N_b\mu_0\frac{N}{\ell}i_c\pi r_b^2$ • or $\Phi_{tot} = Mi_c$ donc $M = \mu_0\frac{NN_b}{\ell}\pi r_b^2$			1.5
Q.7.a)	• schéma électrique • complet avec R_u, R_b, L_b et M • BONUS si commentaire sur l'impédance très grande de l'oscillo • utilisation de la loi de Faraday • $\frac{L_b}{R_u}\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} + \left(1 + \frac{R_b}{R_u}\right)u = -M\frac{\mathrm{d}i_c}{\mathrm{d}t}$; signes OK			2.5(+0.5)
Q.7.b)	• complexes $\Rightarrow \left(\frac{jL_b\omega}{R_u} + 1 + \frac{R_b}{R_u}\right)\underline{u} = -j\omega M\,\underline{i}_c$ • avec $R_u \gg L_b\omega$ et $R_u \gg R_b$, $\underline{u} = -j\omega M\,\underline{i}_c$ • $U_m = \|\underline{u}\| = M\omega\,I_m = 2\pi M\,f\,I_m$ • $U_m \propto f \Rightarrow$ régression linéaire (f, U_m) • $r = 0{,}99997 > 0{,}99$ qui valide le modèle • $a = 3{,}97.10^{-3}$ • $M = \frac{a}{2\pi\,I_m} = 6{,}31.10^{-4}$ H • unité correcte • $N_b = \frac{M\ell}{\mu_0 N\pi r_b^2} = 100$ • BONUS si commentaires sur la cohérence des A.N.			4.5(+0.5)
Q.7.c)	• question ouverte, 0.5 points par idée ou calcul intéressant			?
Q.8.a)	• loi de Faraday • démonstration			1
Q.8.b)	• invariance selon z • schéma et/ou mention claire de la convention pour $\mathcal{C}$ • $E(r,t) = -\frac{r}{2}\frac{\mathrm{d}B}{\mathrm{d}t} = -\mu_0\frac{N}{\ell}\frac{r}{2}\frac{\mathrm{d}i_c}{\mathrm{d}t}$			1.5
Q.8.c)	• loi d'Ohm locale • $\overrightarrow{j} = \gamma_{\text{Al}}\,\overrightarrow{E} = -\mu_0\gamma_{\text{Al}}\frac{N}{\ell}\frac{r}{2}\frac{\mathrm{d}i_c}{\mathrm{d}t}\,\overrightarrow{u_\theta}$			1
Q.9.a)	• invariance des courants par θ et z • $(M, \overrightarrow{u_r}, \overrightarrow{u_\theta}) = \Pi_{sym\ des\ courants}$ donc $\overrightarrow{B_1}(M,t) = B_1(r,t)\,\overrightarrow{u_z}$			1
Q.9.b)	• $\overrightarrow{\text{rot}}\,\overrightarrow{B_1} = -\frac{\partial B_1}{\partial r}\,\overrightarrow{u_\theta} = -\mu_0^2\gamma_{\text{Al}}\frac{N}{\ell}\frac{r}{2}\frac{\mathrm{d}i_c}{\mathrm{d}t}\,\overrightarrow{u_\theta}$ si $a \leqslant r \leqslant b$ • $\overrightarrow{\text{rot}}\,\overrightarrow{B_1} = -\frac{\partial B_1}{\partial r}\,\overrightarrow{u_\theta} = \overrightarrow{0}$ si $r < a$ • continuité de B_1 en $r = b$ et $r = a$ • BONUS continuité car absence de courants surfaciques en $r = b$ et $r = a$ • $B_1(r,t) = \mu_0^2\gamma_{\text{Al}}\frac{N}{\ell}\frac{(r^2-b^2)}{4}\frac{\mathrm{d}i_c}{\mathrm{d}t}$ si $a \leqslant r \leqslant b$ • $B_1(r,t) = \mu_0^2\gamma_{\text{Al}}\frac{N}{\ell}\frac{(a^2-b^2)}{4}\frac{\mathrm{d}i_c}{\mathrm{d}t}$ si $r < a$			2.5(+0.5)

Q.10.a)	• terme de mutuelle induction • flux total avec N_b • loi de Faraday • $e_i(t) = -\frac{\mathrm{d}\Phi(\overrightarrow{B}_{\text{tot}}/S)}{\mathrm{d}t} = -M\left(\frac{\mathrm{d}i_c}{\mathrm{d}t} - \frac{\mu_0\gamma_{\text{Al}}(b^2-a^2)}{4}\frac{\mathrm{d}^2 i_c}{\mathrm{d}t^2}\right)$			2
Q.10.b)	• schéma électrique • auto-induction L_b et R_u négligées • complexe ⇒ $u(t) = -M\,j\omega\left(1 - \frac{\mu_0\gamma_{\text{Al}}(b^2-a^2)}{4}j\omega\right)\underline{i}_c(t)$ • $U_m = M\omega\sqrt{1+\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}\,I_m$ • $\omega_0 = \frac{4}{\mu_0\gamma_{\text{Al}}(b^2-a^2)}$			2.5
Q.10.c)	• $\omega_0 = 1{,}4.10^3$ rad.s^{-1} • déclaration des constantes avec valeurs numériques • initialisation d'une liste • utilisation de `random.uniform` • calcul de ω_0 avec les valeurs précédentes • ajout d'éléments dans la liste avec `.append()` • utilisation de `np.std()` • affichage avec `print()`			4
Q.10.d)	• $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = 220\ Hz$ • $\log U_m = \log(2\pi M\,I_m) + \log(f) + \frac{1}{2}\log\left[1+\left(\frac{f}{f_0}\right)^2\right]$ • $f \ll f_0$: $\log U_m = \log(2\pi M\,I_m) + \log(f)$ • droite de pente 1 • $f \gg f_0$: $\log U_m = \log(2\pi M\,I_m) + 2\log(f) - \log(f_0)$ • droite de pente 2 • intersection des asymptotes en $f = f_0$ • validation graphique : deux droites • intersection pour $f \simeq 220\ Hz$ • pentes			5
Q.11.a)	• force de Lorentz • schéma			1
Q.11.b)	• trajectoire e^- sur schéma • apparition de charges • justification sens de $\overrightarrow{E}_H$			1.5
Q.12.a)	• $\overrightarrow{E_H} = -\overrightarrow{v}\wedge\overrightarrow{B}$			0.5
Q.12.b)	• $\overrightarrow{j} = -e\,n_e\overrightarrow{v}$			0.5
Q.12.c)	• $j = \frac{I}{ab}$ • $\overrightarrow{E}_H = -\frac{dV}{dy}\overrightarrow{u}_y$ • $V_H = V(y=a) - V(y=0) = \frac{R_H IB}{b}$ • $R_H = \frac{1}{en_e}$			2
Q.13.a)	• $n_e = n_a = \frac{\mu N_A}{M}$ • $n_e = 8{,}4.10^{22}$cm^{-3} • $V_H = 7{,}4.10^{-8}$ V • valeurs de I et B réalistes • BONUS si V_H difficilement mesurable • signe de V_H permet de trouver le signe des porteurs de charge			2.5(+0.5)
Q.13.b)	• V_H plus grand car n_e plus faible dans un semi-conducteur • $B = \frac{n_e\,e\,bV_H}{I} = 340\,$mT ; BONUS si champ important			1(+0.5)
Q.13.c)	• n_e dépend de T • $\left\|\frac{R_H(T_0+10)-R_H(T_0)}{R_H(T_0)}\right\| = 1 - \exp\left(-\frac{E}{R}\frac{10}{(T_0+10)T_0}\right) \approx 20\%$ • BONUS si variation importante qui peut fausser les mesures			1(+0.5)
Q.14.a)	• $\underline{u}_D(t) = (R + jL\omega)\,\underline{i}_c(t)$ • $\|\underline{u}_D(t)\| = U_m = \sqrt{R^2+(L\omega)^2}\,I_m$ • $\varphi = \arg(R+jL\omega) = \arctan\left(\frac{L\omega}{R}\right)$ • $U_m = 95$ V • $\varphi = 81° = 1{,}41$ rad			2.5
Q.14.b)	• $P(t) = u_D(t)i_c(t)$ • $<\cos(2\omega t+2\varphi)> = 0$ • $<P> = \frac{U_m I_m}{2}\cos(\varphi)$ • $<P> = \frac{RI_m^2}{2}$ • $<P> \approx 23\,$Watts • BONUS si peu important			2.5(+0.5)
Q.15.a)	• schéma équivalent • $i_H(t) = \frac{u_D(t)}{r+R_0}$ • $V_H(t) = \frac{R_H i_H(t)\,B(t)}{b} = \frac{\mu_0 R_H N}{\ell b\,(r+R_0)}\,u_D(t)i_c(t)$ • $k = \frac{\mu_0 R_H N}{\ell b\,(r+R_0)}$			2
Q.15.b)	• $V_H(t) = \frac{kU_m I_m}{2}\left[\cos(\varphi) + \cos(2\omega t + 2\varphi)\right]$ • passe-bas • $f_c \ll 2\times f = 100\ Hz$			1.5
	Total			65

TOTAL			90