NOM - Prénom :

DS-5 - Barème

	Pas assez	Adapté	Trop
Quantité de questions traitées			
Détail de la rédaction			
Soin de la rédaction			
Commentaires pertinents			

	CHIMIE - Problème 1 : Etude d'une combustion	élève	prof	max
Q.1.a)	réaction totale $\Rightarrow$ stœchiométrie respectée $\Rightarrow n(O_2) = n(CO)/2$ or $n(CO) = n_0$ et $n(N_2) = 4n(O_2) = 2n_0 = 2\ mol$ BONUS si tableau d'avancement ; BONUS si colonne "total gaz"			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
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
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
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
Q.4	Intersection des deux courbes ; $\xi_{eq} = 0.77\ mol$ et $T_F = 2572\ K$			1
	Total			14

	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
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
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 $\Delta_r G \rightarrow -\infty$; 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
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 $x(O_2) = \frac{1-\tau}{5-\tau}$; $x(H_2O) = x(Cl_2) = \frac{2\tau}{1-\tau}$			2
Q.5	$Q_r = \frac{\tau^4(5-\tau)}{16(1-\tau)^5}$			2
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
	Total			13

	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
Q.5.a)	solénoïde ∞ si $\ell \ggg R$; BONUS si loin des bords			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 $\overrightarrow{B}_{ext} = \overrightarrow{0}$ $i_{enlacé} = \pm\frac{N}{\ell}L i_c(t)$; 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
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 $\Phi_{tot} = M i_c$ donc $M = \mu_0\frac{N N_b}{\ell}\pi r_b^2$			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
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 $R_u \gg R_b$, $\underline{u} = -\,j\omega M\,\underline{i}_c$; $U_m = \lvert\underline{u}\rvert = M\omega\,I_m = 2\pi M\,f\,I_m$ $U_m \propto f \Rightarrow$ régression linéaire (f, U_m) ; $r = 0{,}99997 > 0{,}99$ qui valide le modèle $a = 3{,}97.10^{-3}$; $M = \frac{a}{2\pi\,I_m} = 6{,}31.10^{-4}\,\mathrm{H}$; 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
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 $\overrightarrow{j_1} = \gamma_{\mathrm{Al}}\overrightarrow{E_1} = -\mu_0\gamma_{\mathrm{Al}}\frac{N}{\ell}\frac{r}{2}\frac{\mathrm{d}i_c}{\mathrm{d}t}\overrightarrow{u_\theta}$			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)	$\overrightarrow{\text{rot}}\,\overrightarrow{B_1} = -\frac{\partial B_1}{\partial r}\overrightarrow{u_\theta} = -\mu_0^2\gamma_{\mathrm{Al}}\frac{N}{\ell}\frac{r}{2}\frac{\mathrm{d}i_c}{\mathrm{d}t}\overrightarrow{u_\theta}$ 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 $r = a$ $B_1(r,t) = \mu_0^2\gamma_{\mathrm{Al}}\frac{N}{\ell}\frac{(r^2 - b^2)}{4}\frac{\mathrm{d}i_c}{\mathrm{d}t}$ si $a \leqslant r \leqslant b$ $B_1(r,t) = \mu_0^2\gamma_{\mathrm{Al}}\frac{N}{\ell}\frac{(a^2 - b^2)}{4}\frac{\mathrm{d}i_c}{\mathrm{d}t}$ si $r < a$			1
Q.10.a)	terme de mutuelle induction ; flux total avec N_b ; loi de Faraday $e_i(t) = -\frac{\mathrm{d}\Phi(\overrightarrow{B}_{\mathrm{tot}}/S)}{\mathrm{d}t} = -M\left(\frac{\mathrm{d}i_c}{\mathrm{d}t} - \frac{\mu_0\gamma_{\mathrm{Al}}(b^2 - a^2)}{4}\frac{\mathrm{d}^2 i_c}{\mathrm{d}t^2}\right)$			2

NOM - Prénom :

Q.10.b)	schéma électrique ; auto-induction L_b et R_u négligées complexe $\Rightarrow \underline{u}(t) = -M\, j\omega \left(1 - \frac{\mu_0 \gamma_{\text{Al}}\,(b^2-a^2)}{4}\, j\omega\right) \underline{i}_c(t)$ $U_m = M\omega\sqrt{1+\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}\, I_m$; $\omega_0 = \frac{4}{\mu_0\gamma_{\text{Al}}\,(b^2-a^2)}$			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)	$j = \frac{I}{ab}$; $\overrightarrow{E}_H = -\frac{dV}{dy}\overrightarrow{u}_y$; $V_H = V(y=a) - V(y=0) = \frac{R_H I B}{b}$; $R_H = \frac{1}{e n_e}$			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
Q.13.b)	V_H plus grand car n_e plus faible dans un semi-conducteur $B = \frac{n_e\, e\, b V_H}{I} = 340\,$mT ; BONUS si champ important			1
Q.13.c)	n_e dépend de T ; $\left\lvert\frac{R_H(T_0+10) - R_H(T_0)}{R_H(T_0)}\right\rvert = 1 - \exp\left(-\frac{E}{R}\frac{10}{(T_0+10)T_0}\right) \approx 20\%$ BONUS si variation importante qui peut fausser les mesures			1
Q.14.a)	$\underline{u}_D(t) = (R + jL\omega)\, \underline{i}_c(t)$ $\lvert\underline{u}_D(t)\rvert = U_m = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}\, I_m$; $\varphi = \arg(R + jL\omega) = \arctan\left(\frac{L\omega}{R}\right)$ $U_m = 95$ V ; $\varphi = 81° = 1{,}41$ rad			2.5
Q.14.b)	$P(t) = u_D(t) i_c(t)$; $< \cos(2\omega t + 2\varphi) > = 0$; $< P > = \frac{U_m I_m}{2}\cos(\varphi)$ $< P > = \frac{R I_m^2}{2}$; $< P > \approx 23\,$Watts ; BONUS si peu important			2.5
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)	$V_H(t) = \frac{k U_m I_m}{2}\left[\cos(\varphi) + \cos(2\omega t + 2\varphi)\right]$; passe-bas ; $f_c \ll 2 \times f = 100\ Hz$			1.5
	Total			63.5

TOTAL			90.5