NOM - Prénom :

DS3 (CCINP - e3a) - Barème

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

	Chimie	élève	prof	max
Q.I.A.1	• $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2$, soit 10 e^- de cœur et 4 e^- de valence			0.5
Q.I.A.2	• $14^{ème}$ colonne • même colonne que C • C est plus électronégatif			1.5
Q.I.A.3	• 3 formules de Lewis correctes • n.o(Si) = +IV • BONUS si commentaire sur Lewis (pas de charges formelles - règle de l'octet) • BONUS si méthode expliquée pour n.o.			1(+1)
Q.I.B.1	• BONUS si schéma • 8 sites T et 4 sites O			0.5(+0.5)
Q.I.B.2	• 8 atomes • coordinence de 4			1
Q.I.B.3	• $r(\mathrm{Si}) = \frac{\sqrt{3}\,a}{8}$ • BONUS si schéma			0.5(+0.5)
Q.I.B.4	• $\rho = \frac{8\,M(\mathrm{Si})}{N_A\,a^3}$ • $r(Si) = \left(\frac{3\sqrt{3}\,M(\mathrm{Si})}{8^2 N_A\,\rho}\right)^{1/3}$ • ≈ 118 pm • MALUS si mauvaise valeur sans commentaire			1.5(-0.5)
Q.I.B.5	• $C = \frac{8\times\frac{4}{3}\pi\,r(\mathrm{Si})^3}{a^3}$ • $= \frac{\sqrt{3}\,\pi}{16} = 0{,}34$ • $C < C_{max} = 0.74$			1.5
Q.I.B.6	• Si très dur car liaisons covalentes			0.5
Q.I.B.7	• variétés allotropiques			0.5
Q.I.B.8	• 3 Si^{4+} et 4 N^{3-} donc stœchiométrie respectée			0.5
Q.I.B.9	• $r_T + r(\mathrm{N}^{3-}) = \sqrt{3}\times\frac{a}{2}\times\frac{1}{2}$ • BONUS si schéma • $4r(\mathrm{N}^{3-}) = \sqrt{2}\,a$ • $r_T = \left(\sqrt{\frac{3}{2}} - 1\right) r(\mathrm{N}^{3-})$ • $r_T = 31{,}4$ pm • BONUS si cohérent car $r(Si) = 27\ pm < r_T = 31.4\ pm$			2(+1)
Q.I.B.10	• liaison ionique			0.5
Q.II.1	• $v = -\frac{\mathrm{d[RBr]}}{dt} = -\frac{\mathrm{d[I^-]}}{dt} = \frac{\mathrm{d[RI]}}{dt} = \frac{\mathrm{d[Br^-]}}{dt}$ • $v = k[\mathrm{Rbr}]^\alpha[\mathrm{I}^-]^\beta$			1
Q.II.2.a)	• RBr en large excès par rapport à I^- $\Rightarrow \exists$ dégénérescence de l'ordre • $v = k_{app}\,[\mathrm{I}^-]^\beta$ avec $k_{app} = k\,([\mathrm{RBr}]_0)^\alpha$			1
Q.II.2.b)	• $\beta = 1 \Rightarrow \ln[I^-] = \ln[I^-]_0 - k_{app}t$ • régression linéaire sur $(t, \ln[I^-])$ conduit à $\|r\| = 0{,}99999891$			1
Q.II.2.c)	• pente $-k_{app}$ • $k_{app} = 0.266\ h^{-1} = 7.39.10^{-5}\ s^{-1}$ • unité correcte			1.5
Q.II.3.a)	• tableau d'avancement • $C = [\mathrm{RBr}] = [\mathrm{I}^-]$ • $C = C_0\,(1-\tau)$			1.5
Q.II.3.b)	• $v = k\,[\mathrm{RBr}]^\alpha\,[\mathrm{I}^-] = k\,[\mathrm{RBr}]^{1+\alpha} = -\frac{\mathrm{d[RBr]}}{\mathrm{dt}}$ • pour $\alpha = 0$: $\ln[\mathrm{RBr}] = \ln C_0 - kt$ • régression linéaire sur $(t, \ln[RBr])$ conduit à $\|r\| = 0{,}984<0.999$ donc $\alpha \neq 0$ • pour $\alpha = 1$: $\frac{1}{[\mathrm{RBr}]} = \frac{1}{C_0} + kt$ • régression linéaire sur $(t, 1/[RBr])$ conduit à $\|r\| = 0{,}999993$ donc $\alpha = 1$ • BONUS si suit loi de Van't Hoff			2.5(+0.5)
Q.II.3.c)	• pente k • $k = 61{,}2\ \mathrm{L.mol^{-1}.h^{-1}} = 1{,}70.10^{-2}\ \mathrm{L.mol^{-1}.s^{-1}}$ • unité correcte			1.5

Q.II.4.a)	• tableau d'avancement • $v = k\,(a_0 - x)(b_0 - x)$ • $\ln\left[\frac{(b_0-x)a_0}{(a_0-x)b_0}\right] = (b_0 - a_0)kt$ • constante d'intégration correcte			2
Q.II.4.b)	• RBr réactif limitant • $k = \frac{1}{(b_0-a_0)t_{1/2}}\,\ln\left[\frac{(2b_0-a_0)}{b_0}\right]$ • $k(323\text{K}) = 6{,}9.10^{-5}$ L.mol^{-1}.s^{-1} • unité correcte			2
Q.II.4.c)	• Avec $[\text{RBr}]_0 = [\text{I}^-]_0 = a_0$ et $k' = k(353\text{K})$, $\frac{dx}{dt} = k'\,(a_0 - x)^2$ • $k' = \frac{1}{a_0 t_{1/2}}$ • $k(353\text{K}) = 2{,}8.10^{-3}$ L.mol^{-1}.s^{-1} • unité correcte			2
Q.II.4.d)	• $E_a = \frac{R\,T_1T_2}{T_2-T_1}\,\ln\left(\frac{k'}{k}\right)$ • $E_a = 120$ kJ.mol^{-1} • BONUS si commentaire ODG			1(+0.5)
	Total			29

Problème : Étude d'un condensateur

	PARTIE A. – ÉTUDE D'UN MICROPHONE ÉLECTROSTATIQUE. D'après Centrale TSI	élève	prof	max
1)	• Deux plans de symétrie (Mxy) et (Mxz) contenant M : $\overrightarrow{E}(M)//\overrightarrow{u_x}$ • Invariance par toute translation selon $\overrightarrow{u_y}$ et $\overrightarrow{u_z}$: $\overrightarrow{E}(M) = E(x)\,\overrightarrow{u_x}$			1
2)	• (Oyz) est Π_{Sym} des charges • $\overrightarrow{E}(M') = \text{sym}/(Oyz)\overrightarrow{E}(M)$ • donc $\overrightarrow{E}(M') = -\overrightarrow{E}(M)$ • Schéma			2
3)	• Définition surface de Gauss • Schéma • Décomposition flux + nullité sur surface latérale • $\phi(\overrightarrow{E}/S_G) = 2\,\phi(\overrightarrow{E}/\text{Base Sup})$ • $\phi(\overrightarrow{E}/\text{Base Sup}) = 2E(x)S$ • $Q_{\text{int}} = \sigma S$ • $E(x) = \dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ si $x > 0$ et $E(x) = -\dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ si $x < 0$			3.5
4)	• $\overrightarrow{E}(M) = \vec{0}$ si $x < 0$ • $\overrightarrow{E}(M) = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}\,\overrightarrow{u_x}$ si $0 < x < e$ • $\overrightarrow{E}(M) = \vec{0}$ si $x > e$ • BONUS si champ $\overrightarrow{E}$ uniforme dans espace $0 < x < e$.			2
5)	• Thm circulation ou $\overrightarrow{E} = -\overrightarrow{\text{grad}}\,V$ • $V_{P1} - V_{P_2} = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}e$ • $V_{P1} - V_{P_2} = \dfrac{q}{S\varepsilon_0}e$ • $C = \dfrac{\varepsilon_0 S}{e}$			2
	II. Introduction d'une plaque métallique entre les deux armature du condensateur			
1)	• On suppose $\sigma > 0$: P_1 chargée + attire les e^- et P_2 chargée − les repousse • donc $\sigma_A < 0$ et $\sigma_B > 0$ • $\mathcal{P}$ neutre électriquement : $\sigma_A = -\sigma_B$			1.5
2)	• Thm de superposition • $\overrightarrow{E}(x) = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\,\overrightarrow{u_x} + \frac{\sigma_A}{2\varepsilon_0}\,\overrightarrow{u_x} - \frac{\sigma_B}{2\varepsilon_0}\,\overrightarrow{u_x} = \vec{0}$ • $\sigma_A = -\sigma$			1.5
3)	• $\overrightarrow{E}(x) = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\,\overrightarrow{u_x} - \frac{\sigma_A}{2\varepsilon_0}\,\overrightarrow{u_x} - \frac{\sigma_B}{2\varepsilon_0}\,\overrightarrow{u_x} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\,\overrightarrow{u_x}$ si $x \in [0, x_0]$ • $\overrightarrow{E}(x) = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\,\overrightarrow{u_x} + \frac{\sigma_A}{2\varepsilon_0}\,\overrightarrow{u_x} + \frac{\sigma_B}{2\varepsilon_0}\,\overrightarrow{u_x} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\,\overrightarrow{u_x}$ si $x \in [x_0 + d, e]$ • $\overrightarrow{E} = \vec{0}$ dans $\mathcal{P} \Longrightarrow V(x_0) = V(x_0 + d)$ • Thm circulation ou $\overrightarrow{E} = -\overrightarrow{\text{grad}}\,V \Longrightarrow u_c = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}x_0 + \frac{\sigma}{\varepsilon_0}(e - x_0 - d) = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}(e - d)$			2
4)	• $u_c = \frac{q}{S\varepsilon_0}(e - d) \Longrightarrow C' = \frac{\varepsilon_0 S}{e-d}$ • BONUS $C' > C_0$: la capacité augmente.			1
	III. Réponse du circuit électrique en régime permanent sinusoïdal			
1)	• $C = \frac{\varepsilon_0 S}{e}\frac{1}{1+x_1/e} \approx \frac{\varepsilon_0 S}{e}\,\left(1 - \frac{x_1}{e}\right) = C_0 - C_0 x_1/e$ • $C_1 = C_0\frac{X_1}{e}$			1
2) a)	• $i = \frac{\text{d}(Cu_c)}{\text{d}t} = C\,\frac{\text{d}u_c}{\text{d}t} + u_c\,\frac{\text{d}C}{\text{d}t}$			0.5
2) b)	• $u = Ri = RC\,\frac{\text{d}u_c}{\text{d}t} + Ru_c\,\frac{\text{d}C}{\text{d}t}$ • $u_c = U_0 - u$ • donc $u = -RC\,\frac{\text{d}u}{\text{d}t} + R(U_0 - u)\,\frac{\text{d}C}{\text{d}t} \Longrightarrow RC\,\frac{\text{d}u}{\text{d}t} + u\,\left(1 + R\frac{\text{d}C}{\text{d}t}\right) = RU_0\,\frac{\text{d}C}{\text{d}t}$			1.5
3)	• $\frac{\text{d}C}{\text{d}t} = C_0\omega\,\frac{X_1}{e}\,\sin(\omega t)$ • On suppose $RC_0\omega\,\frac{X_1}{e} \ll 1$ • $RC \approx RC_0$ • d'où $RC_0\frac{\text{d}u}{\text{d}t} + u = RC_0U_0\omega\,\frac{X_1}{e}\,\sin(\omega t) \Longrightarrow \frac{\text{d}u}{\text{d}t} + \omega_0 u = U_0\omega\,\frac{X_1}{e}\,\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$			2

	ÉTUDE D'UN MICROPHONE ÉLECTROSTATIQUE. D'après Centrale TSI (suite)	élève	prof	max
4)	• Domaine complexe $\underline{u}(t) = U e^{j\varphi_u}\, e^{j\omega t}$ • $(j\omega + \omega_0)\,\underline{u}(t) = -j\omega U_0 \frac{X_1}{e}\, e^{j\omega t} \Longrightarrow \underline{u}(t) = \frac{-j\omega}{j\omega+\omega_0}\, U_0\, \frac{X_1}{e}\, e^{j\omega t}$ • $U = \vert\underline{u}(t)\vert = \frac{\omega}{\sqrt{\omega_0^2+\omega^2}}\, U_0 \frac{X_1}{e}$			1.5
5)	• Assymptote BF $(\omega \ll \omega_0)$: $U \approx \frac{\omega}{\omega_0} U_0 \frac{X_1}{e} \Longrightarrow 20\log U = 20\log\left(U_0 \frac{X_1}{e}\right) + 20\log\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)$ • Assymptote HF $(\omega \gg \omega_0)$: $U \approx U_0 \frac{X_1}{e} \Longrightarrow 20\log U = 20\log\left(U_0 \frac{X_1}{e}\right)$ • Bon comportement dans la zone 10 Hz - 10^4 kHz • BONUS si mesure pente $BF = \frac{8}{\log(70)-\log(30)} = 22$ dB/décade cohérent • BONUS Le microphone est analogue à un filtre passe-haut			2.5
6)	• Assymptote BF et HF se coupent en $\omega = \omega_0$ • $f_0 = \omega_0/2\pi = 70$ Hz • $C_0 = \frac{1}{2\pi f_0 R} = 2{,}3 \times 10^{-7}$ F $= 230$ nF			1.5
7)	• $\omega_R = \sqrt{\frac{k_e}{m}}$ • On lit $f_R = \omega_R/2\pi = 2.10^4$ Hz • $\sqrt{\frac{k_e}{m}} = 2\pi f_R = 1{,}3.10^5$ rad.s^{-1}			1.5
	Total			28.5

	Problème 2 : À propos de mécanique dans le film "Fast and furious". CCINP MP 2021	élève	prof	max
1)	• Schéma avec $-\overrightarrow{F}$ • Schéma avec $\overrightarrow{R_1}$ et $\overrightarrow{R_2}$ en I_1 et I_2 • Schéma avec $m\vec{g}$ en G			1.5
2)	• TCI : $\overrightarrow{F} + m_0\vec{g} + \overrightarrow{R_0} = m_0\,\frac{\mathrm{d}\overrightarrow{V}}{\mathrm{d}t} = \vec{0}$ • $N_0 - m_0 g = 0$ et $F - T_0 = 0$ • Loi de Coulomb : $T_0 = f_0 N_0 = f_0 m_0 g$ • $F = f_0 m_0 g$			2
3) a)	• $\frac{\mathrm{d}E_c}{\mathrm{d}t} = 0$ • $P(\overrightarrow{R_1}) = P(\overrightarrow{R_2}) = 0$ • $P_m = \overrightarrow{F}.\overrightarrow{V}$			1.5
3) b)	• $P_m = f_0 m_0 g V = 950$ kW • $P_m = 1300$ ch • Ce chiffre est trop élevé et totalement iréaliste.			1.5
4) a)	• $J_\Delta \frac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}t} = M_\Delta$ • J_δ : moment d'inertie du solide / à l'axe de rotation Δ • ω : vitesse angulaire de rotation • M_Δ projection des moment des forces appliquées au solide sur axe de rotation.			1.5
4) b)	• Roue arrière : $\overrightarrow{R_1}$ en I_1, poids et liaison pivot • Roue avant : $\overrightarrow{R_2}$ en I_2, poids, pivot • Roue avant : $\overrightarrow{\Gamma} = \Gamma\,\overrightarrow{e_y}$			1.5
4) c)	• Roue arrière : $J_1 \frac{d\omega_1}{dt} = (-d/2)\overrightarrow{e_z} \wedge (N_1\overrightarrow{e_z} + T_1\overrightarrow{e_x})).\overrightarrow{e_y} = (-d/2)T_1$ • $\omega_1 = $ Cste $\Longrightarrow T_1 = 0$ • Roue avant : $J_2 \frac{d\omega_2}{dt} = (-d/2)\overrightarrow{e_z} \wedge (N_2\overrightarrow{e_z} + T_2\overrightarrow{e_x}) + \Gamma_m\,\overrightarrow{e_y}).\overrightarrow{e_y} = (-d/2)T_2 + \Gamma_m$ • $\omega_2 = $ Cste $\Longrightarrow \Gamma_m = T_2\,\frac{d}{2}$ • BONUS Moment du poids = 0 • BONUS Moment des liaisons pivot = 0			3
5) a)	• TCI appliqué à voiture sur $\overrightarrow{e_x}$ • $2m_1\,\frac{\mathrm{d}V}{\mathrm{d}t} = -F + T_1 + T_2 = 0$ • $F = T_2$			1.5
5) b)	• $\Gamma_m = F\frac{d}{2} = f_0 m_0 g \frac{d}{2}$ • $\Gamma_m = 4500$ N.m			1
6) a)	• C'est une action intérieure au système étudié			0.5
6) b)	• TCI Appliqué à voiture sur $\overrightarrow{e_z} \Longrightarrow N_1 + N_2 = 2m_1 g = mg$ • $N_1 - N_2 = T_2 h/b = f_0 m_0 g h/b$ • $N_1 = \frac{mg}{2} + \frac{f_0 m_0 g h}{2b}$ • $N_2 = \frac{mg}{2} - \frac{f_0 m_0 g h}{2b}$			2
7) a)	• C'est la roue avant • BONUS Roue arrière ne glisse jamais ($T_1 = 0$)			1
7) b)	• $T_2 < f_s N_2 = f_s\left(\frac{mg}{2} - \frac{f_0 m_0 g h}{2b}\right)$ • $T_2 = F = f_0 m_0 g$ • donc $m_0 < m\,\frac{f_s}{2f_0\left(1+f_s\frac{h}{2b}\right)} = m_{0,\max}$			1.5
7) c)	• $m_{0,\max} = 3{,}2.10^3$ kg = 3,2 tonnes • Ordre de grandeur réaliste • BONUS La roue avant ne glisse probablement pas			1.5
8) a)	• $T_2 = 0$ • $T_1 = \Gamma_m \frac{d}{2}$ • TCI à voiture conduit à $T_1 = F = f_0 m_0 g$			1.5
8) b)	• La roue arrière risque de glisser • BONUS Roue avant ne glisse jamais			1
8) c)	• Même calcul qu'en 7) b) : $m_0' < m\,\frac{f_s}{2f_0\left(1-f_s\frac{h}{2b}\right)} = m_{0,\max}'$ • BONUS $m_{0,\max}' > m_{0,\max}$: meilleure adhérence avec traction arrière			1
8) d)	• $m_{0,\max}' = 4{,}6.10^3$ kg = 4,6 tonnes • Adhérence améliorée mais Γ_m inchangé			1
	Total			26

TOTAL			83,5