NOM - Prénom :

DS-3bis (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 : Atomistique	élève	prof	max
Q.1	• $[O] = 1s^2 2s^2 2p^4$ • Règle de Klechkowsky • énoncé complet • BONUS si règles de Hund et de Pauli citées			$1.5_{(+0.5)}$
Q.2	• 6 électrons de valence • $16^{\text{ème}}$ colonne et $2^{\text{ème}}$ période ($n = 2$)			1
Q.3	• $n_{e-\ de\ valence} = 16 \Rightarrow 8$ doublets à placer • formule de Lewis CO_2 correcte • BONUS si commentaire respect de l'octet et absence de charges formelles			$1_{(+0.5)}$
Q.4	• $n_{e-\ de\ valence} = 24 \Rightarrow 12$ doublets à placer • formule de Lewis NO_3^- correcte			1
Q.5.a)	• Atome stable si $A \simeq 2Z$ • $M \simeq A \simeq 2 \times 82 = 164\ g.mol^{-1}$ (au lieu de $M = 207\ g.mol^{-1}$)			1
Q.5.b)	• $E_{I(1,2)}$ énergies de $1^{ère}$ et 2^{nde} ionisation : énergie pour arracher 1 ou 2 e- • atome à l'état gazeux • $E_{rayonnement} = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = 1,66.10^{-18}\ J$ • $i^{\text{ième}}$ ionisation si $E_{rayonnement} > E_{I,i}$ • $E_{I,1} = 715.10^3/6,02.10^{23} = 1,2.10^{-18}\ J$ et $E_{I,2} = 2,4.10^{-18}\ J$ • $1^{\text{ère}}$ ionisation seulement car $E_{I,1} < E_{rayonnement} < E_{I,2}$			3
Q.5.c)	• Schéma de la maille PbO • tangence ions sur grande diagonale du cube • $a = \frac{2}{\sqrt{3}}(r_- + r_+) = 300\ pm$			1.5
Q.5.d)	• $C = \frac{\text{volume occupé par les ions}}{\text{volume de la maille}}$ • $C = \frac{N_+ \frac{4}{3}\pi r_+^3 + N_- \frac{4}{3}\pi r_-^3}{a^3}$ avec $N_+ = N_- = 1$ • $C = 0.69$ • BONUS si $C < 0.74$ le plus compact (cas du c.f.c.)			$1.5_{(+0.5)}$
Q.5.e)	• $\rho = \frac{N_+ \frac{M(Pb)}{N_A} + N_- \frac{M(O)}{N_A}}{a^3} = \frac{3\sqrt{3}}{8N_A} \frac{M(Pb)+M(O)}{(r_+ + r_-)^3}$ • $\rho = 13,7.10^3\ kg.m^{-3}$ • BONUS si cohérent car $\rho = 13,7\rho_{eau}$			$1_{(+0.5)}$
	Total			12.5

	CHIMIE 2 : Décomposition du monoxyde d'azote	élève	prof	max
Q.1.a)	• $[NO]_0 = \frac{p_0}{RT}$ • avec T en K, p_0 en Pa et $[NO]_0$ en $mol.m^{-3}$ • $[NO]_0$ (en $mol.L^{-1}$)= $\{1,11.10^{-3}; 1,67.10^{-3}; 2,22.10^{-3}; 3,33.10^{-3}; 4,44.10^{-3}\}$			1.5
Q.1.b)	• $v = k\,[NO]^a$ • à $t = 0$: $ln(v_0) = aln([NO]_0) + ln(k)$ • on trace $ln(v_0)$ en fonction de $ln([NO]_0)$ • régression linéaire avec $\|r\| > 0.99$ • $a \simeq 2$ • valeur cohérente avec Van't Hoff s'il s'agit d'un acte élémentaire			$2.5_{(+0.5)}$
Q.2	• ordonnée à l'origine : $ln(k) = 4786$ • $k(1151°C) = 120 L.mol^{-1}.min^{-1}$ ou $k = 2.10^{-3} m^3.mol^{-1}.s^{-1}$ • unité OK • BONUS si commentaire en lien avec les valeurs du tableau juste en dessous			$1.5_{(+0.5)}$
Q.3	• $v = -\frac{1}{2}\frac{[NO]}{dt} = k\,[NO]^2$ • $[NO]\,(t) = \frac{[NO]_0}{1+2kt[NO]_0}$			1
Q.4	• $\tau_{1/2} = \frac{1}{2k[NO]_0}$ • $\tau = 8,0 min$			1
Q.5	• Arrhénius : $k(T) = \mathcal{A}e^{-\frac{E_a}{RT}}$ • $ln(k) = ln(\mathcal{A}) - \frac{E_a}{RT}$ • régression linéaire avec tracé de $ln(k)$ en fonction de $\frac{1}{T}$ • $\|r\| > 0,99$ • $E_a = 245\ kJ.mol^{-1}$ • BONUS si bon ordre de grandeur			$2.5_{(+0.5)}$
	Total			10

	PHYSIQUE 1 : Réalisation d'un accéléromètre capacitif (d'après Centrale TSI et Mines-MP-2013)	élève	prof	max
Q.1	• Schéma • Invariances et symétries $\Rightarrow \overrightarrow{E_1}(M) = E_1(x)\,\overrightarrow{e_x}$			1
Q.2	• plan $x=0 \leftrightarrow \Pi_{sym}$ de la distribution de charges • $\overrightarrow{E_1}(M') = \text{sym}_{Oyz}\,\overrightarrow{E_1}(M) = -\,\overrightarrow{E_1}(M)$ • Schéma			1.5
Q.3	• Surface de Gauss décrite ou représentée sur le schéma • $\Phi_{latérale} = 0$ • $\Phi = 2E_1(x)S$ • $Q_{int} = \sigma S$ • $\overrightarrow{E_1}(x>0) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\overrightarrow{e}_x$ • $\overrightarrow{E_1}(x<0) = -\frac{\sigma}{2\epsilon_0}\overrightarrow{e}_x$ • BONUS si discontinuité de $\overrightarrow{E}$ car $\exists$ charges surfaciques			3(+0.5)
Q.4	• Schéma ou tableau • Principe de superposition • $\overrightarrow{E}(M) = \frac{\sigma}{\epsilon_0}\overrightarrow{e}_x$ entre les deux disques et $\overrightarrow{E}(M) = \overrightarrow{0}$ ailleurs • Utilisation du théorème de la circulation entre les deux plaques • $U = \frac{Q\,(2d)}{S\varepsilon_0}$ • $C = \frac{\varepsilon_0 S}{2d}$			3
Q.5	• e^- attirés par la plaque de plus grand potentiel • $\sigma_A < 0$ et $\sigma_B > 0$ • neutralité $\Rightarrow \sigma_A = -\sigma_B$ • BONUS si schéma			1.5(+0.5)
Q.6	• Principe de superposition et calcul de $\overrightarrow{E}_{tot,métal}$ de deux façons • $\overrightarrow{E}_{tot,métal} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\overrightarrow{e_x} + \frac{\sigma_A}{2\varepsilon_0}\overrightarrow{e_x} - \frac{\sigma_B}{2\varepsilon_0}\overrightarrow{e_x} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\overrightarrow{e_x} + \frac{\sigma_A}{\varepsilon_0}\overrightarrow{e_x} = \overrightarrow{0}$ • $\sigma_A = -\sigma$			1.5
Q.7	• Les champs électriques créés par A et B se compensent • $\overrightarrow{E_{\text{tot}}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\overrightarrow{e_x}$ pour $x \in [0, x_0]$ et $x \in [x_0+h, 2d]$ • $\overrightarrow{E}_{tot} = \overrightarrow{0}$ dans le métal $\Rightarrow V(x_0) = V(x_0+h)$ • Th. de la circulation ou "Chasles" $\Rightarrow U = \frac{\sigma\, x_0}{\varepsilon_0} + \frac{\sigma\,(2d-x_0-h)}{\varepsilon_0}$ • $U = \frac{\sigma\,(2d-h)}{\varepsilon_0}$			2.5
Q.8	• $C' = \frac{\varepsilon_0\, S}{2d-h}$ • $C' > \frac{\varepsilon_0\, S}{2d} = C$ donc $\exists$ plaque dans condensateur $\Rightarrow C \nearrow$			1
Q.9	• $\overrightarrow{F_{r,g}} = -k\,(\ell_g - \ell_0)\,\overrightarrow{e_x} = -k\,(x - b/2 - x_1 - \ell_0)\,\overrightarrow{e_x}$ • $\overrightarrow{F_{r,g}} = -k\,(x - x_e)\,\overrightarrow{e_x}$ • $\overrightarrow{F_{r,d}} = k\,(\ell_d - \ell_0)\,\overrightarrow{e_x} = k\,(x_2 - b/2 - x - \ell_0)\,\overrightarrow{e_x}$ • $\overrightarrow{F_{r,d}} = -k\,(x - x_e)\,\overrightarrow{e_x}$ • $\overrightarrow{F_r} = -2k\,(x - x_e)\,\overrightarrow{e_x} = -2kL\overrightarrow{e_x}$ • $\overrightarrow{F_a} = -2f\dot{x}\overrightarrow{e_x} = -2f\dot{L}\overrightarrow{e_x}$			3
Q.10	• PFD dans $\mathcal{R}_{voiture}$ non galiléen • $\overrightarrow{F}_{ie} = -ma\,\overrightarrow{e}_x$ • $\overrightarrow{F}_{ic} = \overrightarrow{0}$ car translation • $m\ddot{x}\,\overrightarrow{e_x} = -\,2k\,L\,\overrightarrow{e_x} -\, 2f\,\dot{L}\,\overrightarrow{e_x} -\, ma\,\overrightarrow{e_x} \Rightarrow \ddot{L} + 2\mu\,\omega_0\,\dot{L} + \omega_0^2\,L = -\,a$			2
Q.11	• $(-\,\omega^2 + 2j\mu\omega_0\,\omega + \omega_0^2)\,\underline{L} = -\,\underline{a}$ • $\frac{\underline{L}}{\underline{a}} = \frac{-1/\omega_0^2}{1-\xi^2+2j\mu\,\xi}$ • mesure de $L \Rightarrow$ mesure de l'accélération simple si $\underline{L} \propto \underline{a}$ • pour $\xi \ll 1$ (BF), $L(t) \approx -\,a(t)/\omega_0^2$			2
Q.12	• Q.10 $\Rightarrow L_\infty = -\,a/\omega_0^2$ • BONUS si $L_\infty < 0$ cohérent avec une $\overrightarrow{a}$ selon $\overrightarrow{e}_x$ • convergence vers L_∞ le plus rapidement si régime critique ($\Delta = 0$) • $\Delta = 4\omega_0^2(\mu^2 - 1) = 0 \Rightarrow \mu = 1$			1.5(+0.5)
Q.13	• $C_1 = \frac{\varepsilon_0\, S}{d+L}$ et $C_2 = \frac{\varepsilon_0\, S}{d-L}$			0.5
Q.14	• LDN en A (entre C_1 et C_2) $\Rightarrow i = C_1\,\frac{\mathrm{d}(v_A - v_1)}{\mathrm{d}t} + C_2\,\frac{\mathrm{d}(v_A - v_2)}{\mathrm{d}t}$ • LDN en B (entre les résistances) $\Rightarrow i = \frac{0 - v_B}{R} + \frac{V_s - v_B}{R}$ • $v_A = v_B = v_3$ • $(C_1 + C_2)\,\frac{\mathrm{d}v_3}{\mathrm{d}t} + \frac{2v_3}{R} = \frac{V_s}{R} + (C_1 - C_2)\,\omega V_1\cos(\omega t)$ • $\frac{\mathrm{d}v_3}{\mathrm{d}t} + \frac{v_3}{\tau} = \frac{V_s}{2\tau} + \omega V_2\cos(\omega t)$			2.5
Q.15	• on injecte la solution dans l'eq. diff. • $\left(\omega B_3 + \frac{A_3}{\tau} - \omega V_2\right)\cos(\omega t) + \left(-\omega A_3 + \frac{B_3}{\tau}\right)\sin(\omega t) = 0$ • applications $t \longrightarrow \cos(\omega t)$ et $t \longrightarrow \sin(\omega t)$ système libre • $A_3 = V_2\,\frac{\tau\omega}{1+\tau^2\omega^2}$ et $B_3 = V_2\,\frac{\tau^2\omega^2}{1+\tau^2\omega^2}$			2
Q.16	• $\tau\omega = 500 \gg 1$ • d'après Q.15 $A_3 \simeq 0$ et $B_3 \simeq V_2$ • $t \gg \tau \Rightarrow Ae^{-t/\tau} \simeq 0$ • $v_3(t) = \frac{V_s}{2} + V_2\sin(\omega t)$			2

Q.17	• $s_1(t) = \frac{hV_s^2}{4} + \frac{hV_s(V_1+V_2)}{2}\sin(\omega t) + hV_1V_2\sin^2(\omega t)$ • Linéarisation $s_1(t) = \frac{hV_s^2}{4} + \frac{hV_1V_2}{2} + \frac{hV_s(V_1+V_2)}{2}\sin(\omega t) - \frac{hV_1V_2}{2}\cos(2\omega t)$ • $RC \leftrightarrow$ filtre passe-bas • $\omega_c = \frac{1}{R_fC_f} = 1000$ rad.s^{-1} • $\omega = 10^5$ rad.s$^{-1} \gg \omega_C$ et $2\omega \gg \omega_C$ • $s(t) = \frac{h}{4}\left(V_s^2 + 2V_1V_2\right) = \frac{h}{4}\left(V_s^2 + 2V_1^2\frac{C_1-C_2}{C_1+C_2}\right)$ • signal continu en mode DC • $\frac{C_1-C_2}{C_1+C_2} = -\frac{L}{d}$ • $s = \frac{h}{4}\left(V_s^2 + 2V_1^2\frac{ma}{kd}\right)$ • BONUS si a mesurable facilement car $s \propto a$			4(+0.5)
	Total			34.5

	PHYSIQUE 2 : Mesures des variations du champ de gravitation terrestre	élève	prof	max
Q.1	• div $\vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$ et $\overrightarrow{\text{rot}}\,\vec{E} = \vec{0}$ • $\vec{E} \leftrightarrow \vec{g}$, $\rho_{elec} \leftrightarrow \rho_{grav}$ et $\frac{1}{\epsilon_0} \leftrightarrow -4\pi\mathcal{G}$			1
Q.2	• $\Phi(\vec{g}/S_F) = -4\pi G\, M_{\text{int}}$			0.5
Q.3.a)	• invariances et symétries de $\mathcal{D}_{masse} \Rightarrow \overrightarrow{g}(M) = g(z)\,\overrightarrow{e_z}$			0.5
Q.3.b)	• (xOy) plan de symétrie de $\mathcal{D}_{masse} \Rightarrow g(M \in (xOy)) = 0$ • $\overrightarrow{g}(M') = \text{sym}/xOy\,\overrightarrow{g}(M) = -\overrightarrow{g}(M)$ • Schéma			1.5
Q.3.c)	▷ **si avec eq locale** : • div $\vec{g} = \frac{\mathrm{d}g}{\mathrm{d}z} = -4\pi\mathcal{G}\rho(z)$ • intégration avec 3 constantes • utilisation de $g(0) = 0$ pour C_2 • continuité en $z = \pm h/2$ (pas de masses surfaciques) pour C_1 et C_3 • $\vec{g}(M) = 2\pi G\,\rho h\,\overrightarrow{e_z}$ si $z < -h/2$ • $\vec{g}(M) = -4\pi G\,\rho z\,\overrightarrow{e_z}$ si $0 \leqslant z \leqslant h/2$ • $\vec{g}(M) = -2\pi G\,\rho h\,\overrightarrow{e_z}$ si $h/2 < z$ ▷ **si avec th. de Gauss** • surface de Gauss représentée sur un schéma • $\Phi(\vec{g}/S_G) = 2g(z)S$ en utilisant $g(-z) = -g(z)$ • $\Phi_{lat} = 0$ • $M_{\text{int}} = \begin{cases} 2\rho Sz & \text{si} \quad 0 \leqslant z \leqslant h/2 \\ \rho Sh & \text{si} \quad h/2 < z \end{cases}$ • $g(z) = -4\pi G\,\rho z$ si $0 \leqslant z \leqslant h/2$ • $g(z) = -2\pi G\,\rho h$ si $h/2 < z$ • $g(z) = 2\pi G\,\rho h$ si $-h/2 > z$ obtenu par imparité de $g(z)$ ▷ **avec l'une ou l'autre des 2 méthodes** • Tracé de $g(z)$ • Valeurs particulières représentées • BONUS si $g(z)$ impaire et continue			4.5(+0.5)
Q.4.a)	• Théorème de Gauss en gravitation $\Rightarrow g_T(r) = \mathcal{G}\,\frac{m_T}{r^2}$			1
Q.4.b)	• $g_T(r) = G\,\frac{m_T}{(R_T+h)^2}$ • DL en $h/R_T \Rightarrow g_T(r) \approx g_0\left(1 - \frac{2h}{R_T}\right)$ • $g_0 = 9{,}81$ m.s^{-2}			1.5
Q.5	• Th. de superposition • $\vec{g} = -g_0\left(1 - \frac{2h}{R_T}\right)\overrightarrow{e_z} - 2\pi G\,\rho_P h\,\overrightarrow{e_z} = -g\,\overrightarrow{e_z}$ • $\Delta g = g - g_0 = 2\pi G\,\rho_P\,h - g_0\,\frac{h}{R_T}$ • $\Delta g = -\,4{,}21.10^{-4}$ m.s^{-2} • BONUS $\Delta g < 0$ car c'est la chute de la gravité de la Terre avec l'altitude qui domine par rapport à l'attraction supplémentaire du plateau			2(+0.5)
Q.6	• Au niveau de la mer $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g_0}} = 1s$ • Mesures dans $[1 - 10^{-5}, 1 + 10^{-5}]s$ • Sur le plateau $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g_0+\Delta g}} =\approx T_0\left(1 - \frac{\Delta g}{2g_0}\right)$ • $T = 1.0000215$ • Mesures dans $[1.0000215 \times (1 - 10^{-5}), 1.0000215 \times (1 + 10^{-5})]s$ • Intervalles disjoints $\Rightarrow$ mesures de l'écart possible par Bouguer			3
	Total			15.5

	PHYSIQUE 3 : Piéger une particule (d'après Mines-MP-2015)	élève	prof	max
Q.1	• $\vec{F} = q\,\vec{E} = -\,q\,\overrightarrow{\text{grad}}\,V$ • $a\,x = -\,q\frac{\partial V}{\partial x}$; $a\,y = -\,q\frac{\partial V}{\partial y}$ et $b\,z = -\,q\frac{\partial V}{\partial z}$ • en dehors des charges : Laplace $\Rightarrow \Delta V = 0$ • $\dfrac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \dfrac{\partial^2 V}{\partial z^2} = -\dfrac{a}{q} - \dfrac{a}{q} - \dfrac{b}{q} = 0$ • $b = -2a$ • par intégration $V(x,y,z) = \alpha - \frac{a}{q}\,(x^2 + y^2 - 2z^2)$ • $\beta = -a/q$ • exploitation de $V(0,0,z_0) = 0 \Rightarrow \alpha - 2\beta\,z_0^2 = 0$ • exploitation de $z_0 = r_0/\sqrt{2} \Rightarrow \alpha - \beta\,r_0^2 = 0$ • exploitation de $V = V_0$ pour $x^2 + y^2 = r_0^2$ et $z = 0 \Rightarrow \alpha + \beta r_0^2 = V_0$ • $\alpha = \frac{V_0}{2}$ et $\beta = \frac{V_0}{2r_0^2}$			5.5
Q.2	• dans le plan : xOz $V(x,0,z) = V_1 = \frac{V_0}{2r_0^2}\,(x^2 - 2z^2 + r_0^2)$ • distinctions de cas pour le tracé • droites $x = \pm\sqrt{2}\,z$ si $V_0 = 2V_1$ • tracé d'équipotentielles • allure correcte des équipotentielles • lignes de $\vec{E} \perp$ équipotentielles • orientation correcte des lignes de $\vec{E}$ • dans le plan xOy : $V(x,y,0) = V_2 = \frac{V_0}{2r_0^2}\,(x^2 + y^2 + r_0^2)$ • cercles de centre O et de rayon $R = \sqrt{\frac{2V_2}{V_0} - 1}$ • tracé d'équipotentielles • allure correcte des équipotentielles • lignes de $\vec{E} \perp$ équipotentielles • orientation correcte des lignes de $\vec{E}$ • BONUS si cohérent car on retrouve bien la forme des électrodes de la fig 9			6.5(+0.5)
Q.3	• $\vec{F} = q\,\vec{E} = \vec{0}$ en $O(0,0,0)$ • PFD $\Rightarrow \ddot{x} + \frac{qV_0}{mr_0^2}\,x = 0$; $\ddot{y} + \frac{qV_0}{mr_0^2}\,y = 0$ et $\ddot{z} - \frac{2qV_0}{mr_0^2}\,z = 0$ • si $qV_0 > 0$, O.H. selon x et y mais instabilité selon (Oz) • si $qV_0 < 0$, O.H. selon z mais instabilité selon (Ox) et (Oy)			2
Q.4	• $\overrightarrow{F_m} = -e\,\vec{v} \wedge \overrightarrow{B_0} = -eB_0\,(-\dot{x}\,\overrightarrow{u_y} + \dot{y}\,\overrightarrow{u_x})$ • PFD $\Rightarrow \ddot{x} - \frac{eV_0}{m_p r_0^2}\,x + \frac{eB_0}{m_p}\dot{y} = 0$; $\ddot{y} - \frac{eV_0}{m_p r_0^2}\,y - \frac{eB_0}{m_p}\dot{x} = 0$ et $\ddot{z} + \frac{2eV_0}{m_p r_0^2}\,z = 0$ • $\ddot{x} - \omega_0^2\,x + \omega_c\,\dot{y} = 0$; $\ddot{y} - \omega_0^2\,y - \omega_c\,\dot{x} = 0$ et $\ddot{z} + 2\omega_0^2\,z = 0$ • avec $\xi = x + iy$, $\ddot{\xi} - i\,\omega_c\,\dot{\xi} - \omega_0^2\,\xi = 0$ et $\ddot{z} + 2\omega_0^2\,z = 0$ • O.H. selon (Oz) • équation caractéristique $X^2 - i\omega_c\,X - \omega_0^2 = 0$ et $\Delta = -\omega_c^2 + 4\,\omega_0^2$ • stable si sol. sinusoïdales, pour $\Delta < 0$ • $2\omega_0 < \omega_c \Rightarrow B_{\min} = \frac{2m_p\omega_0}{e}$ • $B_{\min} = 8{,}2.10^{-2}$ T • BONUS si $B_0 = 1$ T largement suffisant			4.5(+0.5)
Q.5	• $\omega_c = 9{,}4.10^7$ rad.s^{-1} et $\omega_0 = 3{,}8.10^6$ rad.s^{-1} • condition $2\omega_0 < \omega_c$ vérifiée • $X_1 = i\,\frac{\omega_c}{2} + i\,\frac{\sqrt{\omega_c^2 - 4\omega_0^2}}{2} \approx i\omega_c$ • $X_2 = i\,\frac{\omega_c}{2} - i\,\frac{\sqrt{\omega_c^2 - 4\omega_0^2}}{2} = i\,\frac{\omega_c}{2} - i\,\frac{\omega_c}{2}\,\sqrt{1 - 4\,\frac{\omega_0^2}{\omega_c^2}} \approx i\,\frac{\omega_0^2}{\omega_c} = i\omega_1$ • $\omega_1 \ll \omega_0 \ll \omega_c$ • $\xi(t) = a_1\,e^{i\omega_c t} + b_1\,e^{i\omega_1 t}$ et $z(t) = a_2\cos(\sqrt{2}\omega_0 t) + b_2\sin(\sqrt{2}\omega_0 t)$ • superposition de 3 oscillations, rapide à ω_c et très lent à ω_1 dans (xOy) et lent à $\sqrt{2}\omega_0$ selon (Oz)			3.5
	Total			20

TOTAL			92.5