

DS-7bis (Centrale-Mines) - Barème
--

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

	CHIMIE : Une eau traitée par électrolyse (Centrale TSI 2018 et Centrale PSI 2016)	élève	prof	max
Q.1.1	- Schéma de la maille ou de la tangence entre atomes $a = 2R^+ + 2R^-$ • $a = 556$ pm			1.5
Q.1.2	$\mu = \frac{m_{\text{maille}}}{V_{\text{maille}}} = \frac{4(M_{\text{Cl}} + M_{\text{Na}})}{N_A a^3}$ • $\mu = 2,26.10^3$ kg.m⁻³ - BONUS si cohérent car plus dense que l'eau (1,0.10³ kg.m⁻³)			1(+0.5)
Q.2.1	- valeur des no(Cl) données ou calculées - HClO + H₂O = H₃O⁺ + ClO⁻ donc HClO acide - Justification du diagramme : no(Cl) faible ↔ E faible et acides à pH faible			1.5
Q.2.2	$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{ClO}^-]}{[\text{HClO}]}$ • À la frontière, [HClO] = [ClO⁻] donc [H₃O⁺]_f = K_a - on lit pH_f = 7,5 donc pK_a = 7,5			1.5
Q.2.3	ClO⁻_(aq) + 2H⁺ + 2e⁻ = Cl⁻_(aq) + H₂O			0.5
Q.2.4	$E = E^0(\text{ClO}^-/\text{Cl}^-) + \frac{0,06}{2} \log \left(\frac{[\text{ClO}^-][\text{H}^+]^2}{[\text{Cl}^-]} \right)$ - Frontière [ClO⁻] = [Cl⁻] ⇒ E_f = E⁰ - 0,06 pH ⇒ pente = - 0,06 V/pH - On retrouve graphiquement par calcul de la pente ≈ - 0,06 V/pH			1.5
Q.2.5	D'après Q.2.4, E_f = E⁰ - 0,06 pH, avec un point ⇒ E⁰ = 1,74 V			0.5
Q.2.6	O_{2(g)} + 4 H⁺ + 4 e⁻ = 2 H₂O ⇒ E = 1.23 - 0.06pH			0.5
Q.2.7	2 H⁺ + 2 e⁻ = H_{2(g)} ⇒ E = -0.06pH			0.5
Q.2.8	- Cl_{2(aq)}, HClO_(aq) et ClO⁻_(aq) domaines disjoints de H₂O ⇒ instables en solution aqueuse - Domaines de Cl⁻_(aq) et H₂O communs, donc Cl⁻_(aq) stable en solution aqueuse			1
Q.3.1	m_{sel} = cV₀ = 5.10⁻³ × 150.10³ = 750 kg • BONUS si ODG cohérent			0.5(+0.5)
Q.3.2	- Cathode ↔ réduction - H₂O + 2 H⁺ + 2 e⁻ → H_{2(g)} + H₂O ⇒ production de H_{2(g)} à la cathode - Anode ↔ oxydation • 2 Cl⁻_(aq) → Cl_{2(g)} + 2 e⁻ 2 H₂O → O_{2(g)} + 4 H⁺ + 4 e⁻ ⇒ production de Cl_{2(g)} et O_{2(g)} à l'anode			2.5
Q.3.3.a)	Courbes correctement complétée			0.5
Q.3.3.b)	- Courbe correctement complétée en traçant la courbe somme pour l'anode, ou en mentionnant la somme des i_a - Tracé de U en respectant l'égalité totale des courants à chaque électrode			1
Q.3.3.c)	- Il existe un surpotentiel anodique pour le couple O₂/H₂O sur le titane - BONUS si E(O₂/H₂O)=1.23-0.06pH=0.81 V - BONUS si η_{a,O₂/H₂O} = 0.79V ici sur le titane			0.5(+1)
Q.3.4	26 g de dichlore produit en une heure donc n_{Cl₂} = 0,37 mol - n_e = 2 n_{Cl₂} = 0,73 mol d'e⁻ • Q = n_e × F = 7,1.10⁴ C • i = Q/Δt = 20 A			2
Q.3.5	Véritable masse horaire : m = 0,75 m' = 0,19 g.h⁻¹			0.5

Q.3.6	• $U = u_{ESH}(\text{anode}) - u_{ESH}(\text{cathode}) - Ri$ • $u_{ESH}(\text{anode}) - u_{ESH}(\text{cathode}) = 10,5 \text{ V}$ • $P = [u_{ESH}(\text{anode}) - u_{ESH}(\text{cathode})] \times i$ • $P = 210 \text{ W}$ • $E = \frac{P \Delta t}{m} = 3,87.10^9 \text{ J.kg}^{-1}$ • Energie considérable!			3
Q.4.1	• $\text{Cl}_{2(aq)} + 2 \text{ e}^- = 2 \text{ Cl}_{(aq)}^-$ et $2 \text{ ClO}_{(aq)}^- + 4 \text{ H}^+ + 2 \text{ e}^- = \text{Cl}_{2(aq)} + 2 \text{ H}_2\text{O}$ • $\text{Cl}_{2(aq)} + \text{H}_2\text{O} = \text{Cl}_{(aq)}^- + \text{ClO}_{(aq)}^- + 2 \text{ H}^+$			1
Q.4.2	• Réaction de dismutation • $K^0 = \exp\left(\frac{F(E_1^0 - E_2^0)}{RT}\right)$ • $K^0 = 3,6.10^{-8}$ • réaction très limitée • BONUS si conversion en ClO^- néanmoins favorable si on fixe pH = 7 puisque $\frac{[\text{ClO}^-][\text{Cl}^-]}{[\text{Cl}_2]^2} = \frac{K^0}{[\text{H}^+]^2} = 3,8.10^6 \gg 1$			2(+0.5)
Total				23.5

	PHYSIQUE : Faire l'image d'une exoplanète (d'après Centrale MP 2025)	élève	prof	max
Q.1	• Schéma avec $\alpha/2$ à deux endroits • Schéma avec projeté $\perp$ de T_1 sur le rayon • Théorème de Malus • $\delta_{source} = a \sin(\alpha/2) \simeq a\alpha/2$			2
Q.2	• $s_1(t) = s_0 \cos(\omega t - k(S_A T_1 M) - \varphi_{S_1})$ • $s_2(t) = s_0 \cos(\omega t - k(S_A T_2 M) - \varphi_{S_2})$ • BONUS si on néglige la décroissance en $1/r$ des ondes sphériques car on assimile les ondes à des ondes planes			1(+0.5)
Q.3	• $I = \gamma \langle s^2(t) \rangle = \gamma \langle (s_1(t) + s_2(t))^2 \rangle$ (on prendra $\gamma = 2$ pour la suite) • $I = 2 [\langle s_1^2(t) \rangle + \langle s_2^2(t) \rangle + 2 \langle s_1(t) s_2(t) \rangle]$ • $\langle s_1^2(t) \rangle = \langle s_2^2(t) \rangle = \frac{s_0^2}{2} = \frac{I_0}{2}$ • $I = 2I_0 [1 + \langle \cos(2\omega t - k(S_A T_1 M) - k(S_A T_2 M) - 2\varphi_{S_1}) \rangle + \langle \cos(k(S_A T_2 M) - k(S_A T_1 M)) \rangle]$ • $I(\delta) = 2I_0 (1 + \cos[k\delta_{tot}]) = 2I_0 (1 + \cos[k(a\frac{\alpha}{2} + \delta)])$			2.5
Q.4	• S_A et S_B n'interfèrent pas car incohérentes (pas de relation de phase) • on somme les intensités : $I_d(\delta) = I_A(\delta) + I_B(\delta)$ • $I_B(\delta)$ obtenue en remplaçant α par $-\alpha$ • $I_d(\delta) = I_{d,0} (1 + \cos(\frac{ka\alpha}{2}) \cos(k\delta))$, avec $I_{d,0} = 4I_0$			2
Q.5	• Courbe avec axes pour $\Gamma(a, \alpha) = 1$ • I_d varie entre 0 et $8I_0$ • graduation horizontale complète avec I_d max lorsque $\delta = n\lambda$, n entier relatif • Pour $\Gamma(a, \alpha) = 1$, courbe constante $i_d = 4I_0$			2
Q.6	• $\frac{ka}{2} = \frac{\pi a}{\lambda_0} = 967$			0.5
Q.7	• $u(\beta) = \frac{\beta}{\lambda_0} u(\lambda_0)$ • $u(\beta) = 45$ • BONUS si on considère que $u(a) = 0$			1(+0.5)
Q.8	• On lit $I_{max} = 112 \text{ u.a.}$ et $I_{min} = 50 \text{ u.a.}$ • $C = 0,38$ • BONUS si valeur très faible • BONUS si tentative d'explication (intensité $\neq$ des sources, largeur des fentes sources $\Rightarrow$ brouillage) • BONUS si $\exists$ figure de diffraction des fentes en surimpression			1(+1.5)
Q.9	• Point placé correctement sur le document réponse • Barre d'erreur horizontale cohérente • Barre d'erreur verticale cohérente • BONUS si commentaire point et barres d'erreurs tout juste cohérents			1.5(+0.5)
Q.10	• Méthode de Monte-Carlo (tirage aléatoire) • On répète l'ajustement pour en tirer l'écart-type sur C_0 et α • BONUS si on s'attendait à $C_0 = 1$ (cf Q.8)			1(+0.5)
Q.11	• $\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{d}{2f'_1}$ • $d = \alpha f'_1 = 508 \mu\text{m}$ • $u(d) = f'_1 u(\alpha) = 9 \mu\text{m}$ • BONUS si schéma (ok si schéma de questions antérieures)			1.5(+0.5)

Q.12	- Schéma des rayons • $d' = f'_2 \alpha = \frac{f'_2}{f'_1} d$ à lire sur l'écran - On lit sur l'écran $d' = 32\mu m$ • $u(d') = 2\mu m$ • $d = \frac{f'_1}{f'_2} d' = 457\mu m$ $u(d) = \frac{f'_1}{f'_2} u(d') = 23\mu m$ • Calcul du Z-score ou de l'écart normalisé $E_N = \frac{ d_1 - d_2 }{\sqrt{u(d_1)^2 + u(d_2)^2}}$ • $E_N = 2.1$ $E_N > 2 \Rightarrow$ accord très moyen • BONUS si explication (mauvais réglage?)			5(+0.5)
Q.13	• Idem Q.1 : $\delta = a \frac{\alpha}{2} + \delta_r$ • Figure d'interférence obtenue point par point			1
Q.14	$\alpha_{res} = \frac{\lambda_0}{2a} = 2,5 \cdot 10^{-9} rad$ • $d = \alpha_{res} l = 2,36 \cdot 10^6 km$ - Distance énorme $\Rightarrow$ ne permet pas de faire une image d'exoplanète			1.5
Q.23	• $\mathcal{P} = I_s S \cos \beta$			0.5
Q.24	• $\delta E = \mathcal{P} \delta t = I_s S \cos \beta \delta t$ • $\delta N = \frac{\delta E}{E_{photon}} = \frac{I_s S \cos \beta \lambda \delta t}{hc}$			1
Q.25	- Conservation de la qté de mvt • BONUS si chocs supposés élastiques - Pdt δt : $\delta \vec{p}_{voile} = -\delta \vec{p}_{photons}$ • Or $\delta \vec{p}_{photons} = \delta N (\vec{p}_{photon,r} - \vec{p}_{photon,i})$ $\vec{p}_{photon,r} = \frac{h}{\lambda} (-\cos \beta \vec{e}_x + \sin \beta \vec{e}_z)$ • $\vec{p}_{photon,i} = \frac{h}{\lambda} (\cos \beta \vec{e}_x + \sin \beta \vec{e}_z)$ $\delta \vec{p}_{voile} = \frac{2 I_s S \cos^2 \beta \delta t}{c} \vec{e}_x$ • TRC à la voile dans $\mathcal{R}_{galiléen}$ héliocentr. par ex $\vec{F}_{photons \rightarrow voile} = \lim_{\delta t \rightarrow 0} \frac{\delta \vec{p}_{voile}}{\delta t} = \frac{2 I_s S \cos^2 \beta}{c} \vec{e}_x$ $\vec{F}_{photons \rightarrow voile} = p_r S \vec{e}_x \Rightarrow p_r = \frac{2 I_s \cos^2 \beta}{c}$			4.5(+0.5)
Q.26	- On choisit incidence normale $\beta = 0 \Rightarrow F = p_r S = \frac{2 I_s S}{c}$ • $F = 1.57 mN$ - Bon ordre de grandeur avec l'énoncé - BONUS si incidence non normale ou photons un peu absorbés (pas élastique) - BONUS si $I_s > 1000 W.m^{-2}$ cohérent hors de l'atmosphère			1.5(+1)
Q.27	- Mouvement supposé circulaire • BONUS si schéma - PFD à la voile dans $\mathcal{R}_{hélio}$ galiléen • projection sur $\vec{e}_r$: $-mr\dot{\theta}^2 = -\frac{GmM_s}{r^2}$ $R_T \omega_T^2 = \frac{GM_s}{R_T^2} \Rightarrow R_T^3 \omega_T^2 = GM_s$ • 3^{ème} loi de Kepler avec $\omega_T = \frac{2\pi}{T}$			2.5(+0.5)
Q.28	- BONUS si facteur $\frac{R_T^2}{r^2}$ illustre la conservation de la puissance - force gravitationnelle et force de pression de radiation radiales - TMC à voile / O fixe dans $\mathcal{R}_{hélio}$ galiléen • $\frac{d\vec{L}_O}{dt} = \vec{0} \Rightarrow \vec{L}_O = cst \vec{e}$ $\vec{L}_O = m \vec{OM} \wedge \vec{v} = mr^2 \dot{\theta} \vec{e}_z \Rightarrow C = r^2 \dot{\theta}$ est une constante			2(+0.5)
Q.29	- Pour pression de radiation $\vec{F}_r = -\vec{grad} E_{p,r}$ ou $\delta W(\vec{F}_r) = -dE_{p,r}$ $E_{p,r} = \frac{p_T R_T^2 S}{r}$ • $E_{p,tot} = -\frac{GmM_s - p_T R_T^2 S}{r}$ • Utilisation de E_p nulle à l'∞			2
Q.30	• $E_m = E_c + E_{p,tot}$ • $\dot{\theta}^2 = \frac{C^2}{r^4}$ • $E_{p,eff}(r) = \frac{mC^2}{2r^2} - \frac{GmM_s - p_T R_T^2 S}{r}$			1.5
Q.31	- Recherche d'un minimum de $E_{p,eff}$ avec $\frac{dE_{p,eff}}{dr} = 0$ $\frac{dE_{p,eff}}{dr} = -\frac{mC^2}{r^3} + \frac{GmM_s - p_T R_T^2 S}{r^2} = 0 \Rightarrow r = \frac{mC^2}{GmM_s - p_T R_T^2 S}$ $\exists$ extremum si $\frac{mC^2}{GmM_s - p_T R_T^2 S} > 0$ • $S < S_{lim} = \frac{GmM_s}{p_T R_T^2}$ - Tracé de $E_{p,eff}(r)$ • Divergence pour $r \rightarrow 0$ et limite nulle pour $r \rightarrow \infty$ $E_m > 0$: trajectoire hyperbolique (libre), $E_m = 0$: trajectoire parabolique (libre), $E_m < 0$: trajectoire elliptique (liée)			3.5
Q.32	$r = R_T$ juste après ouverture de la voile • $v = R_T \omega_T = \sqrt{\frac{GM_s}{R_T}}$ d'après Q.27 $E_m = \frac{1}{2} m v_T^2 + E_{p,tot}(R_T) = p_T R_T S - \frac{GmM_s}{2R_T}$ $E_m \geq 0$ pour que la voile puisse atteindre l'infini (mvt libre) $S > \frac{GmM_s}{2p_T R_T^2} = \frac{1}{2} S_{lim}$ • $S_{min} = 1,8 \cdot 10^4 m^2$ - BONUS si très grand ($\simeq 100 m \times 100 m$) mais pas infaisable - BONUS si comparaison avec IKAROS ($173 m^2$)			3(+1)

Q.33	• PFD au satellite $\Rightarrow m \frac{d^2 \overrightarrow{OM}}{dt^2} = -\frac{GmM_S}{r^2} \overrightarrow{e_r} + \frac{p_T R_T^2}{r^2} \cos^2 \beta S \overrightarrow{u}$ • $\overrightarrow{OM} = R_T \overrightarrow{\rho}$ et $\tau = \omega_T t \Rightarrow m \frac{d^2 \overrightarrow{OM}}{dt^2} = m R_T \omega_T^2 \frac{d^2 \overrightarrow{\rho}}{d\tau^2} = \frac{GmM_S}{R_T^2} \frac{d^2 \overrightarrow{\rho}}{d\tau^2}$ • $\frac{d^2 \overrightarrow{\rho}}{d\tau^2} = -\frac{1}{\rho^2} \overrightarrow{e_r} + \frac{R_T^2 p_T S}{GmM_S} \cos^2 \beta \frac{1}{\rho^2} \overrightarrow{u}$ • $\eta = \frac{R_T^2 p_T S}{GmM_S} = \frac{S}{S_{lim}}$ • η grandeur adimensionnée • η rapport entre surface de la voile et surface limite, ou rapport entre force de pression et force de gravité quand la voile est face au Soleil			3
Q.34	• On note $v = \frac{d\rho}{d\tau}$ (1) • On note $\omega = \frac{d\theta}{d\tau}$ (2) • $\frac{d\overrightarrow{\rho}}{d\tau} = \frac{d\rho}{d\tau} \overrightarrow{e_r} + \rho \frac{d\theta}{d\tau} \overrightarrow{e_\theta}$ • $\frac{d^2 \overrightarrow{\rho}}{d\tau^2} = \frac{d^2 \rho}{d\tau^2} \overrightarrow{e_r} + 2 \frac{d\rho}{d\tau} \frac{d\theta}{d\tau} \overrightarrow{e_\theta} + \rho \frac{d^2 \theta}{d\tau^2} \overrightarrow{e_\theta} - \rho \left(\frac{d\theta}{d\tau}\right)^2 \overrightarrow{e_r}$ • PFD sur $\overrightarrow{e_r} \Rightarrow \frac{dv}{d\tau} - \rho \omega^2 = -\frac{1}{\rho^2} + \frac{\eta}{\rho^2} \cos^3 \beta$ (3) • PFD sur $\overrightarrow{e_\theta} \Rightarrow 2v\omega + \rho \frac{d\omega}{d\tau} = \frac{\eta}{\rho^2} \cos^2 \beta \sin \beta$ (4)			3
Q.35	• BONUS si cohérent : un an $\leftrightarrow$ un tour et ici, $5/12^{\text{ème}}$ de tour $\leftrightarrow$ 5 mois • $\rho(0) = 1, \theta(0) = 0$ • $\frac{d\rho}{d\tau}(0) = 0, \frac{d\theta}{d\tau} = 1$ • cond_init = [1,0,0,1]			1.5(+0.5)
Q.36	• Définition de la fonction avec : def voile_solaire_beta(y,t,eta,beta): • présence de " :" et indentation • Tableau y : [rho,theta,v,omega]=y • Définition des dérivées (1) : drho = v et dtheta = omega • Définition des dérivées (2) : dv = rho * omega**2 - 1/rho**2 + eta * np.cos(beta)**3/rho**2 et domega = -2*v*omega/rho + eta*np.cos(beta)**2*np.sin(beta)/rho**3 • Retourne le tableau dérivé : return ([drho,dtheta,dv,domega])			3
Q.37	• $\beta = \pm 90^\circ$ correspond à une voile $\perp$ rayonnement $\Rightarrow$ voile sans effet • la sonde reste alors sur sa trajectoire initiale, l'orbite de la Terre $\Rightarrow \rho_f = 1$			1
Q.38	• On lit $\beta_e = 20^\circ$ et $\beta_a = -50^\circ$			0.5
Total				57.5

TOTAL

		81
--	--	----