DS-7 (CCINP) - Barème

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

	CHIMIE - Problème 1 : Diagramme potentiel-pH du cadmium	élève	prof	max
Q.1	calcul des n.o. ; justification espèces les plus basiques A = Cd^{2+}, B = $Cd(OH)_2$, C = $[Cd(OH)_3]^-$ et D = Cd			1.5
Q.2	demi-eq électronique ; E_{Nernst} ; $[Cd^{2+}] = C_{\text{tra}}$; $E_{lu} = -0.46\ V$ et $E^0 = -0{,}40$ V			2
Q.3	$Cd(OH)_2 + OH^- = [Cd(OH)_3]^-$; $K^0 = \frac{[[Cd(OH)_3]^-]\,[H_3O^+]}{K_e\,(C^0)^2}$ $pH_{lu} = 11.3$; $K^0 = 5{,}0.10^3$			2
Q.4	$Cd(OH)_2 + 2\,H^+ + 2e^- = Cd + 2\,H_2O$; $E = E^0 - 0{,}06$ pH ; pente $-$ 0,06 V/pH			1.5
Q.5	1,23$-$0,06 pH (O_2/H_2O) ; $-$0,06 pH (H_2O/H_2) ; BONUS si démo. domaines Cd/H_2O disjoints $\Rightarrow$ Cd non stable dans l'eau			1.5
	Total			8.5

	PHYSIQUE - Problème 2 : Appareil photographique (d'après CCINP)	élève	prof	max
Q.1	Descartes $\Rightarrow d = \overline{OA'} = \frac{f_1\,L}{L-f_1}$; $d_{min} = 50,0mm$; $d_{max} = 52,2mm$ 3 chiffres significatifs ; BONUS si schéma ; BONUS si étude de fonction			2
Q.2	BONUS si $L \gg f_1'$ $\Rightarrow$ tour $\simeq$ à l'infini ; schéma ; $A'B' = f_1'\alpha$; $A'B' = 1.25\ mm$			1.5
Q.3.a)	schéma ; utilisation de Thalès ; utilisation de Descartes ; $\phi = 2\text{R}\,\frac{f_1'}{L}$			2
Q.3.b)	$\phi < g \Rightarrow L > 2\text{R}\,\frac{f_1}{g} = L_{\min}$			0.5
Q.3.c)	$L_{\min} = \frac{f_1^2}{\sigma\,g}$; $L_{\min}(\sigma = 2.8) = 89\ m$ et $L_{\min}(\sigma = 22) = 11\ m$ BONUS si commentaire intéressant			1
Q.3.d)	profondeur de champ = $[L_{\min}, +\infty]$; profondeur de champ $\nearrow$ si $R \searrow$ g représente la taille du "grain" ou du "pixel"			1.5
Q.4.a)	BONUS si $A_\infty \xrightarrow{(L_2)} F_2' \xrightarrow{(L_3)} A'$; utilisation de Descartes ; utilisation de Chasles $\overline{O_3A'} = \frac{f_3\,(f_2-e)}{f_2+f_3-e}$; $\overline{O_3A'} = 76$ mm ; $L_E = \overline{O_2A'} = e + \overline{O_3A'}$; $L_E = 107$ mm			3
Q.4.b)	$A_1B_1 = \alpha f_2'$; $A'B' = \lvert\gamma_3\rvert\,A_1B_1$; $A'B' = \frac{f_2\,f_3\,\alpha}{f_2+f_3-e}$; $A'B' = 5.0\ mm$ BONUS si comparaison avec cas précédent ($A'B' = 1.25\ mm$)			2
Q.4.c)	schéma ; construction de B_1 ; BONUS si B_1 objet virtuel pour $\mathcal{L}_2$ tracé du rayon O_3B_1 non dévié tracé du rayon $\parallel$ à l'axe optique avant $\mathcal{L}_3$ et sortant en passant par F_3' BONUS si tracé du troisième rayon $A'B'$ correct ; flèches, pointillés et traits pleins corrects ; échelle correcte BONUS si remarque $\overline{O_3A'} \simeq 76\ mm$			3.5
Q.4.d)	avec une seule lentille, $f' = \frac{f_2\,f_3}{f_2+f_3-e}$; $f' =$ 200 mm BONUS si 2$\times$ plus encombrant, intérêt du téléobjectif			1
	Total			18

NOM - Prénom :

	PHYSIQUE - Problème 3 : Un défi métrologique : la détection des ondes gravitationnelles - d'après e3a - PC - 2006	élève	prof	max
Q.A1.a	$\underline{s}(M,t) = ae^{j\omega t}\left[e^{-j\varphi_1(M)} + e^{-j\varphi_2(M)}\right]$			0.5
Q.A1.b	$I(M) = \underline{ss}^* = 2a^2\left[1 + cos(\varphi_1(M) - \varphi_2(M))\right]$; $a^2 = I_0$ I_0 pour une source seule			1.5
Q.A1.c	$I(M)$ max pour $\delta\varphi(M) = 2\pi n$ et $I(M)$ min pour $\delta\varphi(M) = (2n+1)\pi$			0.5
Q.A2.a	contact optique si $\delta_0 = 0$ on fait rentrer les anneaux avec Michelson en lame d'air avec laser ou Na BONUS si on affine avec lumière blanche			1
Q.A2.b	$I(M) = I_0\left[1 + cos\left(\frac{2\pi\delta_0}{\lambda}\right)\right]$			0.5
Q.A2.c	$(\Delta I)_{og} = \frac{4I_0\pi}{\lambda}L\epsilon sin\left(\frac{2\pi\delta_0}{\lambda}\right)$			0.5
Q.A2.d	$(\Delta I)_{og}$ max si $\delta_0 = (2n+1)\frac{\lambda}{4}$			0.5
Q.A2.e	$\frac{(\Delta I)_{og}}{I_0} = \frac{4\pi L\epsilon}{\lambda}$; $\frac{(\Delta I)_{og}}{I_0} = 1.2\times 10^{-9}$; BONUS si extrêmement faible			1
Q.A3.a	ondes non synchrones incohérentes $\Rightarrow$ on somme les intensités ; $I_0 = K\Delta\omega$			1
Q.A3.b	$dI(M) = 2I_0\left[1 + cos\left(\frac{\omega\delta}{c}\right)\right]\frac{d\omega}{\Delta\omega}$			0.5
Q.A3.c	$I(M) = \int_{\omega_0-\frac{\Delta\omega}{2}}^{\omega_0+\frac{\Delta\omega}{2}} 2I_0\left[1 + cos\left(\frac{\omega\delta}{c}\right)\right]\frac{d\omega}{\Delta\omega}$; utilisation formule de trigo $V(\delta) = sin_c\left(\frac{\delta\Delta\omega}{2c}\right)$; $V(\delta) = 1$ si $\Delta\omega = 0$ BONUS si cohérent si on retrouve le cas monochromatique			2
Q.A3.d	$\lvert V(\delta)\rvert$ contraste ; BONUS si démo ; tracé du sin_c ; $\lvert V(0)\rvert = 1$ $1^{ère}$ annulation pour $\delta = \frac{2\pi c}{\Delta\omega}$; puis pour $\delta = \frac{4\pi c}{\Delta\omega}, \frac{6\pi c}{\Delta\omega}...$ BONUS si cohérent car annulation pour $\delta \to \infty$ si $\Delta\omega \to 0$			2.5
Q.A3.e	max secondaires de la fonction sin_c d'amplitude décroissante pour $\delta \to \infty$ BONUS si ℓ_c longueur de cohérence BONUS si brouillage lorsque $\delta \gg \ell_c$ avec $\ell_c = c\tau_c = \frac{c}{\Delta f} = \frac{2\pi c}{\Delta\omega}$			0.5
Q.A3.f	estimation bon contraste jusqu'à $\delta_{max} = \frac{\pi c}{2\Delta\omega}$ (ou autre valeur proche) $\frac{\Delta\omega_{max}}{\omega_0} = \frac{\pi c}{2\delta_{0,max}\omega_0} = \frac{\lambda}{4\delta_{0,max}}$; $\frac{\Delta\omega_{max}}{\omega_0} = 2.5\times 10^{-8}$ BONUS si très faible, $\Rightarrow$ donc source nécessairement un LASER			0.5
Q.B1.a	$(\Delta I)_{fluc} = 2\Delta I_0\left[1 + cos\left(\frac{2\pi\delta_0}{\lambda}\right)\right]$			0.5
Q.B1.b	$(\Delta I)_{fluc}$ minimum lorsque $cos\left(\frac{2\pi\delta_0}{\lambda}\right) = -1$ inverse de la condition de détection optimale BONUS si compromis ou autre méthode à trouver (voir suite)			1
Q.B2.a	$\delta = \delta_0 + L\epsilon + 2(n_2 - n_1)e$; signe correct			1
Q.B2.b	$\delta = \delta_0 + L\epsilon + 4a_0 e cos(\Omega t)$ $I = 2I_0\left[1 + cos(\Phi_0 + \alpha + 2m cos(\Omega t))\right]$ avec $\Phi_0 = \frac{2\pi\delta_0}{\lambda}$, $\alpha = \frac{2\pi L}{\lambda}$ et $m = \frac{4\pi e a_0}{\lambda}$			1
Q.B3.a	passe-bande centré sur Ω ; BONUS si grand facteur de qualité nécessaire			0.5
Q.B3.b	équivalents C en BF et HF ; justification $V_s = 0$ en BF justification $V_s = 0$ en HF ; BONUS si cohérent car passe-bande			1
Q.B3.c	ALI en régime linéaire $\Rightarrow V^+ = V^-$; $V^+ = 0$ car relié à la masse ajout d'un point A ; loi des nœuds en terme de potentiel en A ; en V^- expression de $\underline{H}$; $H_0 = -\frac{k}{2}$; $Q = \sqrt{\frac{k}{2}}$; $\Omega_0 = \sqrt{\frac{2}{k}}\frac{1}{RC}$			4.5
Q.B3.d	$G_{dB} = 20log\lvert\underline{H}\rvert$; $\lvert H_0\rvert = Q^2 = 100$; $G_{dB,max} = 40\ dB$; équations asymptotes courbe $G_{dB} = f(log(x))$; asymptotes OK ; $G_{dB,max}$ OK			3.5
Q.B3.e	$\Delta\omega = \frac{\Omega_0}{Q}$; BONUS si def $\Delta\omega$; BONUS si démo			0.5
Q.B3.f	adapté si $\Omega_0 = \Omega$; BONUS si Q doit être grand			0.5

Q.B4.a	$A_\Omega = 2\gamma I_0 H_0 m\alpha\epsilon$; $A_{2\Omega} = \frac{\gamma I_0 H_0 m^2}{\sqrt{1+\left(\frac{3Q}{2}\right)^2}}$ BONUS si composante continue complètement filtrée			1
Q.B4.b	$V(I_0,0) = bA_{2\Omega}$ car $A_\Omega \propto \epsilon$; $(\Delta V)_{fluc} = bA_{2\Omega}\frac{\Delta I}{I_0} = \frac{b\gamma\Delta I H_0 m^2}{\sqrt{1+\left(\frac{3Q}{2}\right)^2}}$ car $A_{2\Omega} \propto I_0$ $(\Delta V)_{og} = A_\Omega = 2\gamma I_0 H_0 m\alpha\epsilon$			1.5
Q.B4.c	$\frac{(\Delta V)_{og}}{(\Delta V)_{fluc}} = \frac{2\alpha I_0\epsilon\sqrt{1+\left(\frac{3Q}{2}\right)^2}}{mb\Delta I_0}$; m pas trop faible car signal $A_\Omega \propto m$ $\frac{(\Delta V)_{og}}{(\Delta V)_{fluc}} = 1.8$; BONUS si pas si grand pour la détection !			1.5
Q.B4.d	filtre diminue $A_{2\Omega}$; on remplace $\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{3Q}{2}\right)^2}} \simeq \frac{1}{15}$ par $10^{-43/20} = 7.1\times10^{-3}$ $\frac{(\Delta V)_{og}}{(\Delta V)_{fluc}} = 16$; détection bien meilleure			2
	Total			33

TOTAL			59.5