DS 6
Éléments de correction

N°	Elts de rép.	Pts	Note
00-00	**Titre de l'exo**	0	0
0	éléments de réponse	0	0

	Un télescope unitaire du VLT		
1 2	Pour la lumière visible $\lambda \in [400 \text{ nm } 800 \text{ nm}]$ La longueur d'onde est plus grande que l'intervalle visible, il s'agit donc d'une radiation infra-rouge.	1 1	
	Miroirs sphériques		
3	schéma avec un rayon réfléchis qui repasse par lui même	1	
4	c'est un point focal donc le rayon réfléchis est parallèle à l'axe optique.	1	
5	c'est un point focal donc le rayon incident est parallèle à l'axe optique.	1	
	Intérêt des miroirs sphériques comparé aux lentilles		
6	recopiage, tracé de l'axe optique et placer le point focal objet côté objet et le point focal image côté image	0,5	
7	Rayons passant par le point focal image sont parallèle à l'axe optique du côté objet. D'après le théorème de Malus les surfaces d'onde avant la lentille sont des plans perpendiculaires à l'axe optique.	1	
8	on prend un rayon passant par le centre de la lentille, il n'est pas dévié, puis on fait distance fois indice en ajoutant la partie dans le verre avec le bon indice et en la soustrayant de l'air donc $(FF') = f + f' - e + n_{verre}e = 2f + (n_{verre} - 1)e$.	1	
9	Comme le rayon passe par l'extrémité de la lentille il fait tout son chemin dans l'air donc on ajoute la distance tout droit et la distance inclinée : $(MF') = f + \sqrt{f'^2 + D^2} = f + \sqrt{f^2 + D^2}$	1	
10	D'après une propriété du théorème de Malus comme M et F appartiennent à la même surface d'onde et que les rayons passent par le même système optique on a $(MF') = (FF')$ donc $f + \sqrt{f'^2 + D^2} = 2f + (n_{verre} - 1)e$ donc $e = \frac{\sqrt{f^2+D^2}-f}{n_{verre}-1}$. Puis application numérique avec n_{verre} entre 1,3 et 1,5.	1	

	Montage de type Cassegrain		
11	Le foyer est au milieu de l'intervalle formé par le sommet et le centre du miroir donc $\overline{S_1F_1} = -14,4$ m.	1	
12	Avec le même argument on en déduit $\overline{S_2F_2} = -2,26$ m	1	
13	Le système est afocal, l'image de l'infini est à l'infini en passant par une image intermédiaire qui doit être à la fois le foyer image du miroir 1 et le foyer objet du miroir 2 donc $F_1 = F_2 = F$ et $\overline{S_2S_1} = \overline{S_2F} - \overline{S_1F} = 12,14$ m.	1	
14	L'image d'un objet vu à l'infini sous l'angle i_B est située dans le plan focal image avec pour dimension $d = f_1 i_B$; elle redonne alors une image à l'infini vue sous un angle $i'_B = d/f_2$ donc en valeur absolue $\lvert G\rvert = \frac{f_1}{f_2}$. le schéma montre qu'il n'y a pas inversion de l'image donc $G = -\frac{\overline{S_1F_1}}{\overline{S_2F_2}} = 6,37$.	1	
	Résolution limitée par la diffraction		
15	La tache circulaire de diffraction ou tache d'Airy a pour demi-angle au sommet $0,61\lambda/r_p$ où $r_p = D/2$ est le rayon de l'objet diffractant. Après projection dans le plan focal image de la lentille de focale $f'_1 = \lvert\overline{S_1F_1}\rvert$, on obtient donc $R = 1,22\frac{\lambda f'_1}{D}$. Si $0,61$ est remplacé par 1 et $1,22$ par 2 le résultat est aussi accepté.	1	
16	L'ouverture angulaire correspondante en sortie est R/f'_2 soit $\Delta\theta = 1,22\frac{\lambda}{D}G$.	1	
17	Il y a résolution si l'écart angulaire $i'_B - i'_A$ est, en valeur absolue, supérieur à l'angle $\Delta\theta$ (étalement par diffraction), $\lvert i'_B - i'_A\rvert > \Delta\theta = 1,22\frac{\lambda}{D}G$. On parle du critère de Rayleigh.	1	
18	Comme $i'_B - i'_A = G(i_B - i_A)$, la condition demandée est $\lvert i_B - i_A\rvert > i_{\min}$ où $i_{\min} = 1,22\frac{\lambda}{D} = 3\cdot10^{-7}$ rad soit aussi $i_{\min} = 0,6''$.	1	
	Le télescope interférentiel VLTI		
	Observation d'une source ponctuelle dans la direction de l'axe optique		
19	L'image d'un objet à l'infini est dans le plan focal image ; il est de plus sur l'axe optique donc $A' = F'$.	1	
20	Les rayons parvenant en F' en passant par T_1 et T_2 sont symétriques donc $\delta_0 = 0$.	1	
21	S'il n'y avait pas de ligne à retard, on aurait une différence de marche importante due au système de recombinaison des faisceaux.	1	
22	En l'absence de la ligne à retard, la différence de marche pourrait devenir supérieur à la longueur de cohérence.	1	
23	Le contraste est égal à 1 sous trois conditions : les deux télescopes doivent avoir la même intensité non nulle I_0, la source est ponctuelle (pas de brouillage due à l'élargissement spatial) ; la source est parfaitement monochromatique (pas de brouillage due à l'élargissement spectral).	1	

24	On regarde dans le plan focal d'une lentille donc à l'infini. En dessinant la surface d'onde on en déduit la différence de marche $\delta = a\sin(\theta) = a\theta$. Après projection sur l'écran on a $\theta = \frac{x}{f_1'}$. La formule de Fresnel s'écrit alors $I = 2I_0\left(1+\cos\left[\frac{2\pi}{\lambda}\frac{ax}{f_1'}\right]\right)$.	1	
25	L'interfrange est défini comme la période de la fonction $I(x)$, donc $i = \frac{\lambda f_1'}{a}$.	1	
26	On observe des franges d'interférence.	1	
	Observation d'une source ponctuelle dans une direction différente de l'axe optique		
27	On utilise le rayon qui passe par le centre de la lentille, qui donne $x_B = f_1' i_B$.	1	
28	On ajoute à la différence de marche précédente une autre différence de marche égale à $-ai_B$; il vient donc $I = 2I_0\left(1+\cos\left[\frac{2\pi}{\lambda}\frac{a(x-x_B)}{f_1'}\right]\right)$ et on vérifie ainsi que l'ordre zéro est bien atteint au niveau de l'image géométrique B' de l'étoile.	1	
29	Il y a seulement décalage global mais pas de modification de la période, l'interfrange reste inchangée.	1	
	Observation de deux sources ponctuelles		
30	Non, deux sources spatialement distinctes sont incohérentes.	1	
31	Du fait de la question précédente, $I_{A\cup B} = I_A + I_B$ donc, compte tenu de la relation trigonométrique $\cos a + \cos b = 2\cos\left(\frac{a+b}{2}\right)\cos\left(\frac{a-b}{2}\right)$, $I_{A\cup B} = 4I_0\left[1+\cos\left(\frac{\pi a x_B}{\lambda f_1'}\right)\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}\frac{a}{f_1'}\left(x-\frac{x_B}{2}\right)\right)\right]$	1	
32	Il y a brouillage des franges (perte de contraste) si $\cos\left(\frac{\pi a x_B}{\lambda f_1'}\right) = 0$ (ou $\Delta p = q + \frac{1}{2}$) donc si $\frac{\pi a x_B}{\lambda f_1'} \equiv \frac{\pi}{2}\,[\pi]$, ce qu'on peut aussi écrire $a = \frac{\lambda}{2i_B} + q\frac{\lambda}{i_B}$ où q entier.	1	
33	On repère les valeurs de a où il y a brouillage et on trace le numéro du brouillage q en fonction de a on obtient une droite $q = \frac{i_B}{\lambda}a - \frac{1}{2}$ dont la pente est proportionnelle à i_B.	1	
34	Ici $a_{\max} = 100$ m donc si on observe un seul brouillage $\frac{1}{2} = \frac{i_{\min}}{\lambda}a_{\max}$ donc $i_{\min} = 1,0\cdot 10^{-8}$ rad $= 0,02''$. Le pouvoir de résolution est fortement amélioré car il dépend maintenant du décalage entre télescopes et plus du diamètre de chacun d'eux.	1	
	Préparation d'un substrat préalablement à un essai de pelage		
	Etude d'une étape de la synthèse de l'acide sulfurique		
	Optimisation des conditions expérimentales		
35	La conversion du dioxyde de soufre en trioxyde de soufre est optimale : à basse température et haute pression selon la figure 4, pour un mélange initialement enrichi en O2 par rapport à SO2 selon la figure 6, pour un mélange initialement enrichi en O2 par rapport à N2 selon la figure 5. Cependant si on travaille à suffisamment basse température, $\theta < 425$ °C, le taux de conversion est proche de 1 et l'influence des autres paramètres est moindre.	1	

	Choix de la température - Approche théorique		
36	Dans le cadre de l'approximation d'Ellingham $\Delta_r G^\circ(T) = \Delta_r H^\circ - T\Delta_r S^\circ$ est une droite affine de T puisque $\Delta_r H^\circ$ et $\Delta_r S^\circ$ sont indépendants de T. En notant $\Delta_r G^\circ(T) = -R(k_2 + k_1 T)$, la relation $\Delta_r G^\circ(T) = -RT\ln(K^\circ)$ donne $\ln(K^\circ) = k_1 + \frac{k_2}{T}$.	1	
37	Loi de Hess : $\Delta_r H^\circ = \Delta_f H^\circ_{SO_{3(g)}} - \frac{1}{2}\Delta_f H_{O_{2(g)}} - \Delta_f H_{SO_{2(g)}} = -k_2 R = -99\,\mathrm{kJ.mol^{-1}}$. Par définition : $\Delta_r S^\circ = s^\circ_{SO_{3(g)}} - \frac{1}{2}s^\circ_{O_{2(g)}} - s^\circ_{SO_{2(g)}} = k_1 R = -93,5$ J.K^{-1}.mol^{-1}. Finalement $k_1 = -11,2$ et $k_2 = 11,9 \cdot 10^3$ K.	1	
38	Selon la loi de Van't Hoff, une baisse de température déplace l'équilibre dans le sens exothermique, ici le sens direct car k_2 positif ; cette loi est effectivement vérifiée sur les courbes 4, 5 et 6.	1	
	Choix de la composition du système - Approche théorique		
39	On fait un tableau d'avancement : initialement $SO_{2(g)}$ est présent avec n et $SO_{3(g)}$ est absent. L'avancement $\xi = \alpha n$, donc à l'équilibre il reste $(1-\alpha)n$ de $SO_{2(g)}$ et on a produit αn de $SO_{3(g)}$. On en déduit la constante d'équilibre $K^\circ = \frac{\alpha}{1-\alpha}\left(\frac{P^\circ}{P_{O_2}}\right)^{1/2}$	1	
40	À partir d'une situation d'équilibre initiale, si on ajoute du dioxygène P_{O_2} augmente, mais à T fixée $K^\circ(T)$ reste constant, donc α augmente. L'ajout de dioxygène permet donc d'optimiser l'oxydation de SO_2.	1	
41	on obtient $Q = \frac{n_{SO_3}}{n_{SO_2}}\left(\frac{n^{tot}_{gaz} + dn_{N_2}}{n_{O_2}} \times \frac{P^\circ}{P}\right)^{1/2}$	1	
42	À T et P fixée, ceci fait croître Q. Dans la situation initiale il est égal à K° donc $Q > K^\circ$. Selon le critère d'évolution, $Q \to K^\circ$, donc Q diminue on forme des réactifs ce qui nuit à l'oxydation de SO_2.	1	
43	L'analyse précédente montre que la présence de N_2 réduit l'oxydation de SO_2, l'utilisation de dioxygène pur est donc souhaitable thermodynamiquement. Elle n'est probablement pas utilisée à cause de choix économiques : coût d'élimination du dioxygène comparé à juste une diminution de la température.	1	