

TEST OF OPTICAL KNOWLEDGE
Raymond MERCIER

ESO 2^{ème} année: 4 mai 2007
Durée 1h, aucun document ni calculatrice autorisés
Ce sujet comporte 30 questions.

Sujet à rendre en fin de séance

Nom:

Prénom:

Répondre dans la colonne prévue à cet effet, ne pas omettre les unités. La présence d'un "J:" requière une justification de la réponse.

n°	Questions	Réponses/answers	
1	What object size gives a 5 mm image in the focal plane of a plano-convex lens, the radius of curvature of the convex surface being 1 m and the refractive index 1,5?	$\theta=y'/f'$; $1/f'=(n-1)/R$; $f'=2$ m; $\theta=5/2000=2.5$ mrad	
2	Que peut-on dire d'une optique qui serait télécentrique à l'entrée et à la sortie?	Elle est afocale.	
3	A laser cavity is composed of two 1 m radius concave mirrors. At what condition will it be stable?	The length of the cavity must be less than 2 m (R_1+R_2).	
4	Comment varie la luminance photonique d'un corps noir si l'on augmente sa température de 1 %?	La luminance photonique varie en T^3 , elle augmente donc de 3%.	
5	What is the condition for a sampling ¹ at 1kHz frequency not to suffer loss of information?	The sampled signal must not contain frequencies above 500Hz.	
6	Une lunette afocale de grossissement +5 est éclairée par une onde plane de direction fixe. On fait tourner la lunette de 1°. Qu'advient-il du faisceau émergent ?	-4°.	
7	On utilise un store opaque pour se protéger du soleil. A 2m du store la largeur de la zone de pénombre (zone de transition entre partie éclairée et l'ombre) due à la dimension angulaire du soleil est de 17 mm. Quelles est l'ordre de grandeur de la zone perturbée par la diffraction de Fresnel dans le visible? Comment se compare-t-elle à la zone de pénombre?	Ordre de grandeur de la largeur de la zone perturbée par la diffraction de Fresnel: $\sqrt{\lambda d}=\sqrt{(2000 \times 0,5 \cdot 10^{-3})}=1$ Elle est: Négligeable/comparable/prépondérante ² par rapport à la pénombre	

¹ To sample = échantillonner

² Rayer la ou les réponses fausses.

8	On observe deux étoiles séparées de $10 \mu\text{rad}$ à l'aide d'une lunette, sans aberration, ayant une pupille d'entrée de 20 mm de diamètre et un grossissement de 40. Distingue-t-on les deux étoiles?	J: Rayon de la tache d'Airy objet= $1,22\lambda/D=1,22*0,5.10^{-3}/20=30 \mu\text{rad}$. On aura donc du mal à distinguer les deux étoiles!	
9	Avec la même lunette, à quelle condition la pupille de l'œil ne limiterait pas l'éclairement produit sur la rétine?	Anneau oculaire: diamètre= $20/40=0,5$ mm. Il faut que la pupille de l'œil ait un diamètre supérieur, ce qui n'est pas un problème!	
10	What is the condition for one to be able to focalise a laser beam into a $4\mu\text{m}^2$ surface?	The wavelength must be less than $2\mu\text{m}$ ($S \geq \lambda^2$)	
11	Que peut-on dire du spectre des fréquences spatiales d'une image formée par une optique d'ouverture numérique image 0,4, l'éclairage de l'objet étant réalisé par une source de lumière blanche, associée à un filtre passe-bande [$0,4 \mu\text{m} - 0,6 \mu\text{m}$] ?	A la longueur d'onde λ , l'imagerie incohérente réalisée par l'optique supprime les fréquences spatiales supérieures à $2\sin(\alpha')/\lambda$, l'image ne pourra donc contenir de fréquences supérieures à $2\sin(\alpha')/\lambda_{\text{min}}$, i.e. $2\mu\text{m}^{-1}$. Le spectre est donc à support borné.	
12	Quelle condition doit-on imposer à la finesse de la source afin d'observer des interférences à $\lambda=0,5\mu\text{m}$ avec une différence de chemin optique de 5 mm?	Finesse > longueur de cohérence / $\lambda = 10^4$.	
13	What is the condition for a light ray to be totally reflected in a medium with a refractive index of 1.414?	It's incidence angle must be greater than 45° ($n\sin(i) > 1$).	
14	L'énergie de gap d'un cristal est la différence énergétique entre:	<input type="checkbox"/> bas de la bande de valence <input checked="" type="checkbox"/> haut de la bande de valence <input checked="" type="checkbox"/> bas de la bande de conduction <input type="checkbox"/> haut de la bande de conduction	
15	Où se trouve le niveau de Fermi d'un semi-conducteur non dégénéré?	Dans la bande interdite.	
16	Que vaut l'albédo d'un diffuseur parfait?	1	

17	What is the F-number corresponding to the largest possible aperture of an aplanatic lens working in air?	For an aplanatic lens, $N (F/N) = 1/[2\sin(\alpha')] \geq 0.5$, so the largest aperture is $F/0.5$	
18	Quelle est l'étendue géométrique maximale délimitée par un diaphragme carré de $10\mu\text{m}$ de coté?	$G = \pi S \sin^2(\theta_m)$ $G \leq \pi S = 314 \mu\text{m}^2 \text{sr} = 3,14 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2 \text{sr}$	
19	What wavefront departure (optical path difference) corresponds to Maréchal's criterion?	$\lambda/14$ RMS (is RMS isn't specified, P-V could be assumed!).	
20	Quelle est la transmission d'une densité de 1?	$T = 10^{-D} = 0,1$	
21	Qu'advient-il de l'éclairement produit par une source ponctuelle sur un écran quand on double sa distance?	L'éclairement est divisé par 4 (loi de Bouguer).	
22	Un corps noir observé en incidence normale a une luminance de $1 \text{ Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}$. Quelle est sa luminance lorsqu'il est observé à 45° ?	La même, $1 \text{ Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}$, un corps noir étant lambertien.	
23	Un compteur de photons reçoit 10^5 photons qu'il détecte avec une efficacité quantique $\eta=0,1$. Quel est le meilleur rapport signal à bruit que l'on puisse obtenir, en supposant que l'arrivée des photons suit une statistique de Poisson?	Nombre de photons détectés: $N_{\text{détectés}} = \eta N_{\text{incidents}} = 10^4$ $\sigma_{\text{Bruit}} = \sqrt{N_{\text{détectés}}} = 100$ si pas d'autre source de bruit. $S/B = N_{\text{détectés}} / \sigma_{\text{Bruit}} = 100$	
24	Quel est l'ordre de grandeur de la taille d'un grain du speckle produit à 1 m par un diffuseur de 20 mm de diamètre, éclairé par une source monochromatique à la longueur d'onde de $0,5 \mu\text{m}$?	Ordre de grandeur = \emptyset réponse percussionnelle d'une optique ayant une pupille circulaire de 20 mm de diamètre et 1 m de focale, i.e. $1,22\lambda / \sin(\alpha') =$ $1,22 \times 0,5 \cdot 10^{-3} / (10/1000) \sim 60 \mu\text{m}$	
25	Quel est le demi-angle de divergence d'un laser He-Ne dont le rayon du waist est de 1 mm?	$\theta = \lambda / (\pi w_0) = 0,633 \cdot 10^{-3} / (\pi \times 1) \sim 2 \cdot 10^{-4} \text{ rad} \sim 40''$	
26	Un laser en cavité linéaire a une longueur optique de 1 m entre les deux miroirs. Quel est l'écart de fréquence entre deux modes longitudinaux consécutifs?	$c / (2L) = 3 \cdot 10^8 / (2 \times 1) = 150 \text{ MHz}$.	

27	Dans un laser déclenché à cavité linéaire ayant 1,5 m de longueur optique entre les deux miroirs extrêmes, que peut-on dire de la durée de l'impulsion émise?	$t > \text{durée d'un aller-retour} = 2L/c = 10 \text{ ns.}$	
28	Dans un laser continu en anneau fonctionnant au-delà du seuil et dont le facteur de réflexion cumulé sur un tour est de 0,999, que peut-on dire du gain du milieu amplificateur sur un tour?	Il est: $\leftarrow \leftarrow \leftarrow = \rightarrow \rightarrow \rightarrow$ ¹ Le gain est <u>égal</u> (car au delà du seuil) à $1/0,999 \sim 1,001$	
29	What happens to a mode if the wavelength rises above the cut-off wavelength?	It disappears (it no longer exists)	
30	Peut-on toujours corriger le chromatisme de grandeur apparente par le choix de la position de la pupille?	Réponse: OUI NON ¹ J: si le chromatisme axial est nul, le chromatisme de grandeur apparente est indépendant de la position de la pupille (et identique au chromatisme de grandeur).	

¹ Rayer la ou les mentions fausses.