

TEST OF OPTICAL KNOWLEDGE Raymond MERCIER	<i>ESO 2^{ème} année: 11 avril 2014</i> <i>Durée 1h, aucun document ni calculatrice autorisés</i> <i>Ce sujet comporte 30 questions.</i>
---	--


Sujet à rendre en fin de séance			Note
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. Question en anglais ⇒ réponse en anglais.

n°	Questions	Réponses/answers	
1	Un laser à 628 nm a un demi-angle de divergence de 10 μrd. Quel est le rayon de son waist?	$w_0 = \lambda / (\pi\theta) = 20 \text{ mm}$	
2	Que peut-on dire d'une lumière polarisée p (TM) arrivant sous l'incidence de Brewster sur un dioptre?	Elle est totalement transmise, car non réfléchi.	
3	What adjective would you use to qualify a lens that has no spherical aberration and no coma?	It is said to be aplanatic.	
4	What object size gives an 8 mm image in the focal plane of a plano-convex lens, the radius of curvature of the convex surface being 12 m and the refractive index 4?	$\theta = y'/f'$; $1/f' = (n-1)/R$; $f' = 4 \text{ m}$; $\theta = 8/4000 = 2 \text{ mrad}$	
5	Que peut-on dire du chromatisme de grandeur apparente d'une optique dépourvue de chromatisme axial?	Il est identique au chromatisme de grandeur: la projection dans le plan commun de mise au point ne change pas la dimension des images.	
6	Où doit-on placer le diaphragme servant de pupille afin de rendre une lentille télécentrique coté objet?	Au foyer image, seule solution (coté objet, il faudrait le mettre à l'infini!)..	
7	Où se trouve le niveau de Fermi d'un semi-conducteur non dégénéré?	- dans la bande de conduction ¹ - dans la bande interdite. - dans la bande de valence - ailleurs	
8	Two stars are separated by an angle of 10 μrad. Is it feasible to separate them with a telescope with a 10 mm diameter entrance pupil, working in visible light?	Yes/No ² J: theoretical resolution = radius of the Airy pattern = $1.22 \cdot 5\mu\text{m}/10 = 60 \mu\text{rad} \gg 10 \mu\text{rad}$	
9	What is the condition in order to have total reflection in a medium with a refractive index of 1.414 plunged in air?	The incidence angle must be greater than 45° [$n \sin(i) \geq 1$].	

¹ Rayer la (les) mention(s) fausse(s)

² Rayer la mention fausse

10	Quelle focale d'astigmatisme est parallèle au plan d'incidence?	La focale sagittale.	
11	Les matériaux semi-conducteurs peuvent absorber la lumière dont la longueur d'onde λ est:	$< hc/E_g^1$ $\geq hc/E_g$ où E_g est: l'énergie de gap	
12	Une lunette afocale de grossissement +4 est éclairée par une onde plane de direction fixe. On fait tourner la lunette de +1°. Qu'advient-il du faisceau émergent?	Il tourne de -3° .	
13	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 percussive d'une optique ayant une pupille circulaire de 20 mm de diamètre et 1 m de focale, i.e. $1,22\lambda/\sin(\alpha') =$ $1,22 \times 0,5 \cdot 10^{-3} / (10/1000) \sim 60 \mu\text{m}$	
14	Si vous observez cet interférogramme dans un interféromètre de Michelson éclairé par un laser He-Ne, que pouvez-vous en déduire concernant l'amplitude du défaut sur l'un des miroirs, en supposant l'autre parfaitement plan?	 La déformation des franges étant de l'ordre de 0,5 if, le défaut a une amplitude de l'ordre de $\lambda/4$ soit 160 nm.	
15	Pour qu'une fibre optique soit monomode, sa fréquence réduite V doit être:	$< 2,405^1$ $\geq 2,405$	
16	Dans un laser continu à cavité linéaire dont les miroirs ont un facteur de réflexion de 99,9%, que pouvez-vous dire du gain du milieu amplificateur par passage?	Il est <u>égal</u> à $1/0,999$, soit $\sim 1,001$.	
17	Quel est le facteur de transmission correspondant à densité optique de 2?	$T=0,01$ ($T=10^{-D}$)	
18	Dans un laser déclenché à cavité linéaire ayant 3 m de longueur optique entre les deux miroirs extrêmes, que peut-on dire de la durée de l'impulsion émise?	$\tau > \text{durée d'un aller-retour} = 2L/c = 20 \text{ ns.}$	
19	Dans un laser déclenché, la durée de l'impulsion est plus courte quand:	le gain est faible ou élevé ¹ la cavité est courte ou grande les pertes sont faibles ou importantes	
20	What happens to the spherical aberration optical path difference when the field angle is doubled?	It is unchanged!	
21	What is the condition for a sampling ² at a 5MHz frequency not to suffer loss of information?	The sampled signal must not contain frequencies above 2.5 MHz.	

¹ Rayer la (les) mention(s) fausse(s)

² To sample = échantillonner

22	On veut concevoir une optique ayant une fréquence de coupure de 100mm^{-1} dans l'espace objet en imagerie incohérente et travaillant à une longueur d'onde de $0,5\mu\text{m}$. Qu'est-ce que cela impose à l'optique?	Son ouverture numérique doit être de $0,025$ ($v_c=2\sin(\alpha')/\lambda$)	
23	What is the F-number corresponding to the largest possible aperture for an aplanatic lens?	$F/0.5$ (if aplanatic, $\sin(\alpha')=1/2N$...)	
24	At what conditions is the astigmatism of a lens independent of the position of the pupil?	It must have no spherical aberration and no coma, i.e. be aplanatic.	
25	The object is 300 mm before a concave mirror with a curvature radius of 150 mm. Where is the image?	$x'=-100$ mm	
26	Un monochromateur à simple réseau est réglé pour transmettre à l'ordre 1 la longueur d'onde de 800 nm. Il est éclairé par une source blanche à travers un filtre ne laissant passer que la bande spectrale comprise entre 300 et 2000 nm. Quelles longueurs d'ondes peut-on observer à la sortie?	800 nm et 400 nm. J : Les harmoniques plus élevées ($800/3$...) seront arrêtées par le filtre.	
27	Dans un laser et dans la limite de Schalow-Townes, comment évolue la largeur de raie avec le temps de vie des photons dans la cavité?	La largeur de raie est inversement proportionnelle au carré du temps de vie des photons dans la cavité.	
28	Which third order aberrations preserve the spherical shape of the emerging wavefront?	Field curvature and distortion	
29	A lens is made of two thin converging lenses. The first has a focal length of 250 mm and a diameter of 25 mm, the second has a focal length of 50 mm and a diameter of 25 mm. The distance between the lenses is 300 mm. What is the size of the exit pupil?	The system is afocal; its magnifying power is $-250/50 = -5$, so the magnification is $-1/5 = -0.2$, independently of the position of the object. The exit pupil has a diameter of $25 \times 0.2 = 5$ mm.	
30	Complete the following sentence: The ① of an optical system is the ratio between the size of the image and the size of the object. If the system is afocal, the ① is independent of the ②. It is then equal to the reciprocal of the ③. If the system remains stigmatic in a small field, it is said to be ④. If so, the image of a point on axis is an ⑤.	①: magnification ②: position of the object ③: magnifying power ④: aplanatic ⑤: Airy pattern	