

**TEST OF OPTICAL KNOWLEDGE**  
Raymond MERCIER

*ESO 2<sup>ème</sup> année: 2 mai 2012*  
*Durée 1h, aucun document ni calculatrice autorisés*  
*Ce sujet comporte 30 questions.*

Sujet à rendre en fin de séance				Note
<b>Nom:</b>		<b>Prénom:</b>		

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  $\Rightarrow$  réponse en anglais.

n°	Questions	Réponses/answers	
1	Quelle est la focale d'un système constitué de deux lentilles minces de 1 m de focale, séparées de 1m?	Appliquez Gullstrand ou remarquer que le foyer de la 1 <sup>ère</sup> lentille est sur la seconde $\rightarrow$ focale=1m	
2	Où se trouve le niveau de Fermi d'un semi-conducteur non dégénéré?	- <del> dans la bande de conduction</del> <sup>1</sup> - dans la bande interdite. - <del> dans la bande de valence</del> - <del> ailleurs</del>	
3	Quelle focale d'astigmatisme est parallèle au plan d'incidence?	La focale sagittale.	
4	If you double the thickness and the radii of curvature of a lens, what happens to its focal length?	The focal length is doubled.	
5	Dans un laser et dans la limite de Schawlow-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.	
6	Pour qu'une fibre optique soit monomode, sa fréquence réduite V doit être:	$< 2,405^2$ <del><math>\geq 2,405</math></del>	
7	Dans une jonction PN, le matériau dopé P contient des impuretés:	acceptrices d'électrons <sup>3</sup> ou <del>donneuses d'électrons</del>	
8	Une lunette afocale de grossissement +3 est éclairée par une onde plane de direction fixe. On fait tourner la lunette de +1°. Qu'advient-il du faisceau émergent?	-2°.	
9	Que pouvez-vous dire d'un laser en cavité linéaire dont les modes longitudinaux sont espacés de 50MHz?	Intervalle entre modes = $c/2L$ , donc $L=c/2\Delta\nu=3$ m	

<sup>1</sup> Rayer la (les) mention(s) fausse(s)

<sup>2</sup> Rayer la ou les mentions fausses.

<sup>3</sup> Rayer la mention fausse

10	If you double the width of a Gaussian function, what can you say of the width of its spectrum?	It is halved/divided by two	
11	Which third order aberrations preserve the spherical shape of the emerging wavefront?	Field curvature and distortion	
12	Un corps noir a une luminance en incidence normale de $1 \text{ photon m}^{-2}\text{sr}^{-1}$ . Que devient sa luminance si on double sa température et qu'on l'observe sous un angle de $45^\circ$ ?	$\rightarrow 8 \text{ photons m}^{-2}\text{sr}^{-1}$ J: Luminance photonique en $T^3$ , indépendante de la direction (émetteur lambertien)	
13	What can you say of a lens working in air that would have an aperture of F/0.3?	It can't be aplanatic, otherwise its numerical aperture would be $1/(2 \times 0.3)$ !	
14	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?	$\theta = y'/f'$ ; $1/f' = (n-1)/R$ ; $f' = 4 \text{ m}$ ; $\theta = 8/4000 = 2 \text{ mrad}$	
15	What is the maximum RMS wavefront departure for a diffraction limited (following Maréchal's criterion) optics illuminated working at a 560 nm wavelength?	$\lambda/14 = 560\text{nm}/14 = 40 \text{ nm RMS}$	
16	Quelle est la finesse d'une source ayant une longueur de cohérence de 1 mm et une longueur d'onde de $0,5 \mu\text{m}$ ?	2000	
17	What happens to the spherical aberration optical path difference when the field angle is doubled?	It is unchanged!	
18	Les matériaux semi-conducteurs peuvent absorber la lumière dont la longueur d'onde $\lambda$ est:	$< hc/E_g^1$ <del><math>\geq hc/E_g</math></del> où $E_g$ est: l'énergie de gap	
19	Que peut-on dire du grandissement d'une optique qui serait télécentrique à l'entrée et à la sortie?	L'optique est afocale, son grandissement est donc indépendant de la conjugaison et égal à l'inverse de son grossissement.	
20	Le foyer d'un objectif de 300 mm de focale est à 100 mm après son dernier dioptr. Où se trouve le plan principal image?	200 mm avant le dernier dioptr (H'F'=300 mm)	
21	A quelle condition une cavité laser limitée par deux miroirs concaves de 1 m de rayon de courbure est-elle stable?	Si la longueur optique entre les miroirs est inférieure à 2 m.	
22	A lens has an aperture of F/4 and a focal length of 100 mm. What else can you say for this lens?	Its entrance pupil has a diameter $100/4 = 25 \text{ mm}$ , when it works between infinity and its focus.	
23	What is the radius of the Airy pattern of an aplanatic lens with a F/10 aperture and working at a $10 \mu\text{m}$ wavelength?	122 microns ( $\rho_{\text{Airy}} = 1.22\lambda/[2\sin\alpha']$ ; aplanatic $\Rightarrow \sin\alpha' = 1/[2N]$ )	

<sup>1</sup> Rayer la (les) mention(s) fausse(s)

24	L'énergie de gap d'un cristal est la différence énergétique entre:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- le bas de la bande de conduction<sup>1</sup></li> <li><del>- le bas de la bande de valence</del></li> <li><del>- le haut de la bande de conduction</del></li> <li>- le haut de la bande de valence</li> </ul>	
25	Le phénomène de réflexion totale s'observe lorsque la lumière arrive d'un milieu d'indice $n_1$ sur un dioptre le séparant d'un milieu d'indice $n_2$ si:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>n_1 &gt; n_2</math><sup>1</sup></li> <li>- <del><math>n_1 \leq n_2</math></del></li> </ul>	
26	Au travers de la résistance de charge d'un système de détection, on observe un bruit Johnson de 1pA. Quel bruit observerait-on si on double la bande passante de la chaîne de détection, les autres paramètres étant inchangés?	<p>1,4 pA</p> <p>J: <math>\sigma_i = \sqrt{4kTB / R}</math></p>	
27	En optique guidée, que pouvez-vous dire de l'indice effectif d'un mode très confiné?	Il est proche de l'indice du cœur.	
28	Un corps noir est un absorbant parfait, indépendamment des trois propriétés suivantes de la lumière incidente:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- la longueur d'onde</li> <li>- la direction</li> <li>- la polarisation</li> </ul>	
29	Peut-on toujours corriger le chromatisme de grandeur apparente par le choix de la position de la pupille?	<p>Réponse: <del>OUI</del> NON<sup>1</sup></p> <p>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).</p>	
30	Complete the following sentence: The image of a point given by a stigmatic lens is called an ①. Its radius is proportional to the ② of the light and the ③ of the lens. If the lens remains stigmatic in a small field, it is said to be ④. If so, and if the object is at infinity, you may relate the ③ to the ⑤.	<ul style="list-style-type: none"> <li>①: Airy pattern</li> <li>②: wavelength</li> <li>③: reciprocal of the image numerical aperture</li> <li>④: aplanatic</li> <li>⑤: Aperture ratio number or F-value or F-number</li> </ul>	