

TEST OF OPTICAL KNOWLEDGE Raymond MERCIER	<i>ESO 2^{ème} année: 4 mai 2010</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 \Rightarrow réponse en anglais.

n°	Questions	Réponses/answers	
1	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).	
2	Que vaut le waist d'un faisceau gaussien de longueur d'onde 628 nm, ayant un demi-angle de divergence à $1/e^2$ en éclairement de $100\mu\text{rad}$?	$w_0 = \lambda / (\pi\theta) = 2 \text{ mm}$	
3	Comment évolue le bruit thermique (écart type des fluctuations du courant) aux bornes d'une résistance (bruit de Johnson) lorsque l'on quadruple la bande passante et double la valeur de la résistance?	$\sigma_i = \sqrt{4kTB/R}$, le bruit est donc multiplié par $\sqrt{2}$.	
4	Lors d'une mesure de flux par comptage de photons sur une source à émission spontanée, on obtient un nombre moyen de 10^4 photons par mesure. Quel est le meilleur rapport signal à bruit que l'on puisse espérer?	$\sqrt{N} = 100$	
5	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 1,001.	
6	Où se trouve le niveau de Fermi d'un semi-conducteur non dégénéré?	<ul style="list-style-type: none"> - dans la bande de conduction¹ - dans la bande interdite. - dans la bande de valence - ailleurs 	
7	What can you say of the departure from the best sphere of the wavefront issued by a diffraction limited lens (following Maréchal's criterion) working at a $2.8 \mu\text{m}$ wavelength?	The wavefront departure is less than $\lambda/14$ RMS, i.e. 200 nm RMS	
8	An eyepiece with a focal length of 20 mm is used to observe graduations with a pitch ¹ of $1\mu\text{m}$. What are the chances of success?	Very little! J: The pitch of the image would be $10^{-3}/10 = 10^{-4}$ rad, i.e. the sixth of the eye's resolution!	

¹ Rayer la (les) mention(s) fausse(s)

9	Quelle focale d'astigmatisme est parallèle au plan d'incidence?	La focale sagittale.	
10	If you double the thickness and the radii of curvature of a lens, what happens to its focal length?	The focal length is doubled.	
11	Une optique d'ouverture numérique image 0,25 forme l'image d'un objet incohérent, à la longueur d'onde de 0,5 μ m. Quelle est la condition pour ne pas perdre d'information lors de l'échantillonnage de cette image?	$v_c=2\sin(\alpha)/\lambda=1\mu\text{m}^{-1}=1000\text{mm}^{-1}$; la fréquence d'échantillonnage doit être supérieure à $2v_c=2000\text{mm}^{-1}$.	
12	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.	
13	Un corps noir a une luminance photonique en incidence normale de 1 photon $\text{m}^{-2}\text{sr}^{-1}$. Que devient sa luminance si on double sa température absolue et qu'on l'observe sous un angle de 45°?	$\rightarrow 8 \text{ Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}$ J: Luminance photonique en T^3 , indépendante de l'incidence	
14	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 20 mm?	Finesse > longueur de cohérence / $\lambda = 4 \cdot 10^4$.	
15	L'objet se trouve à 100 mm en avant d'un miroir concave de 100 mm de rayon de courbure. Où se forme l'image?	$n'/x' = n/x + (n'-n)/R$, $x = -100$, $R = -100$, $x' = 100$, soit 100 mm derrière le miroir, ce qui est évident: objet au centre de courbure!	
16	Quelle est la condition pour qu'une fibre optique soit monomode?	Sa fréquence réduite doit être inférieure à 2,405	
17	A telescope with a magnifying power of +3 is illuminated by a fixed direction parallel beam. The telescope is rotated by +1°. What happens to the emerging beam?	It undergoes a -2° rotation.	
18	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?	$\theta = y'/f'$; $1/f' = (n-1)/R$; $f' = 4 \text{ m}$; $\theta = 8/4000 = 2 \text{ mrad}$	
19	On veut concevoir un objectif de microscope à immersion d'ouverture numérique 1,4. A quelle condition est-ce possible?	A condition que le liquide d'immersion ait un indice $\geq 1,4$.	
20	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 pitch=pas (d'un réseau ...)

21	Which third order aberrations preserve the spherical shape of the emerging wavefront?	Field curvature and distortion	
22	Quelle est la luminance d'un diffuseur lambertien d'albedo 0,314, éclairé à 45° par un faisceau collimaté produisant sur le diffuseur un éclairage de 10Wm ⁻² si le diffuseur est observé sous une incidence de 45°?	$L = \rho E / \pi, = 1 \text{ Wm}^{-2} \text{sr}^{-1}$, indépendamment des incidences.	
23	En optique guidée, que pouvez-vous dire de l'indice effectif d'un mode très confiné?	Il est proche de l'indice du cœur.	
24	Le foyer d'un objectif de 300 mm de focale est à 100 mm après son dernier dioptré. Où se trouve le plan principal image?	200 mm avant le dernier dioptré (H'F'=300 mm)	
25	Si une optique est seulement affectée de coma du 3 ^{ème} ordre, quel champ donnerait pour une pupille d'entrée de 10 mm de diamètre la même tache aberrante que pour un champ de 1° et une pupille de 20 mm de diamètre?	4° (dy'_{coma} en $y'\alpha'^2$)	
26	Que pouvez-vous dire d'un laser en cavité linéaire dont les modes longitudinaux sont espacés de 100MHz?	Intervalle entre modes = $c/2L$, donc $L = c/2\Delta\nu = 1,5 \text{ m}$	
27	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.	
28	Le détecteur est initialement réglé dans le plan image d'une optique stigmatique. On introduit une lame à faces parallèles d'épaisseur 6 mm et d'indice 1,5. De combien et dans quel sens doit-on déplacer le détecteur afin de maintenir la conjugaison paraxiale?	Le détecteur doit être reculé de $e(1-1/n) = 2 \text{ mm}$	
29	Quels matériaux semi-conducteurs sont susceptibles d'émettre de la lumière?	Seuls les matériaux semi-conducteurs à gap direct sont susceptibles d'émettre de la lumière.	
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.	①: Airy pattern ②: wavelength ③: reciprocal of the image numerical aperture ④: aplanatic ⑤: Aperture ratio number or F-value or F-number	