

TOK 2A 2014 – TD#2

n°	Questions	Réponses
1	Que pouvez-vous dire de la durée d'impulsion d'un laser à modes verrouillés en phase à cavité linéaire ayant 3 m de longueur optique entre les deux miroirs extrêmes?	$\tau < \text{durée d'un aller-retour} = 2 \times 3 / 3 \cdot 10^8 = 20 \text{ ns}$
2	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 $2 \mu\text{m}$ ($S \geq \lambda^2$)
3	What is the condition for a sampling ¹ at a 1MHz frequency not to suffer loss of information?	The sampled signal must not contain frequencies above 500kHz.
4	Quel est le gain en rapport signal à bruit poissonnien si on double le nombre de photons détectés?	41% (N multiplié par 2, le bruit \sqrt{N} multiplié par $\sqrt{2}$, S/B multiplié par $\sqrt{2}$)
5	In which case can one observe total reflection?	- in the case of a reflection in a high index medium on a low index medium ² - in the case of a reflection in a low index medium on a high index medium
6	Le foyer d'un objectif est à 100 mm après son dernier dioptre. Que vous manque-t-il pour pouvoir dire où se trouve le plan principal image?	La focale ($\overline{H'F'}$)
7	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.
8	A quelle condition une cavité laser concave-concave dont les rayons de courbure sont respectivement de 1 m et 2 m est-elle stable?	Sa longueur doit être inférieure à 1 m (min(1 m, 2 m) ou comprise entre 2m (max(1 m, 2 m) et 3 m (1 m + 2 m).
9	Que peut-on dire d'une optique qui serait télécentrique coté objet et coté image?	Elle est afocale
10	Quels sont les couples de points pour lesquels la réfraction à travers un dioptre sphérique est aplanétique?	- le centre de courbure - les points de Weierstrass-Young - le sommet du dioptre
11	Un corps noir a une luminance en incidence normale de $1 \text{ Wm}^{-2} \text{sr}^{-1}$. Que devient sa luminance si on double sa température et qu'on l'observe sous un angle de 45° ?	$\rightarrow 16 \text{ Wm}^{-2} \text{sr}^{-1}$ J: Luminance énergétique en T^4 , indépendante de la direction (émetteur lambertien)
12	Une optique est affectée d'une distorsion de 1% du 3 ^{ème} ordre pour un champ de 1 mm. Quelle serait sa distorsion pour un champ de 2 mm?	4% J: car la distorsion du 3 ^{ème} ordre varie en y'^3 , et donc la distorsion relative $\delta y'/y'$ en y'^2 .

¹ To sample = échantillonner

² Rayer la (les) mention(s) fausse(s)

n°	Questions	Réponses
20	On introduit une lame à faces parallèles d'épaisseur 3 mm et d'indice 1,5 dans l'un des bras d'un interféromètre de Michelson, initialement réglé à la différence de marche nulle. De combien et dans quel sens doit-on déplacer le miroir du bras correspondant afin de rétablir la différence de marche nulle?	La lame à face parallèle introduit une différence de marche supplémentaire de $2(n-1)e$. On doit donc réduire la longueur de ce bras en avançant le miroir correspondant de $(n-1)e=1,5$ mm.
21	Quel est le contraste des franges obtenues par interférences de deux ondes parfaitement polarisées rectilignes et perpendiculaires?	0 (le contraste est nul)
22	Une étoile située à une année-lumière produit un éclairage de 1000 photons par seconde par cm^2 sur un écran en incidence normale. Quel éclairage produirait-elle à 10 années-lumière sur un écran à 45° ?	Résultat: $1000 \times 0,707 / 100 \sim 7,1$ photons/s/ cm^2 J: Loi de Bouguer, $E=I \cos\theta/d^2$
23	On observe les franges d'égalité d'épaisseur d'un interféromètre de Michelson réglé en coin d'air, dans une pièce à 20°C , avec une source monochromatique $\lambda=0,5 \mu\text{m}$. On place son doigt (dont la peau est à 30°C , de même que l'air dans son voisinage immédiat) transversalement dans l'une des voies. De combien seront déformées les franges au voisinage du doigt, sachant que la variation de l'indice de l'air avec la température $dn/dT = 10^{-6}\text{K}^{-1}$ et que la largeur du doigt est de 20 mm?	Déformation en franges = $2\delta n \cdot e / \lambda = 2 \times (10 \times 10^{-6}) \times 20 / (0,5 \cdot 10^{-3}) = 0,8$ if
24	If one samples an optical surface along a line 2 mm long with a $1 \mu\text{m}$ sampling period, what spatial frequencies may one hope to achieve?	The $1 \mu\text{m}$ sampling period limits the achievable spectrum to $\pm 500 \text{mm}^{-1}$; the 2 mm sampling length limits the spectral resolution to 0.5mm^{-1} .
25	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 $\Rightarrow \sin\alpha'=1/[2N]$)
26	Quelle grandeur se conserve à la réfraction d'un rayon à travers un dioptre?	$n\sin(i)$. Remarque: l'étendue géométrique n'est pas une bonne réponse, bien que se conservant à la traversée d'un dioptre, car elle n'est pas définie pour un rayon!
27	What is the maximum RMS wavefront departure for a diffraction limited (following Maréchal's criterion) optics illuminated by a Nd:YAG laser?	$\lambda/14 \sim 1.06\mu\text{m}/14 \sim 76 \text{ nm RMS}$
28	Un faisceau de rayons parallèles éclaire un diffuseur lambertien parfait avec un éclairage de 314W/m^2 . Quelle est la luminance de la source secondaire ainsi constituée?	$L=E/\pi \cdot 100 \text{ Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}$
29	Quelle est la distance entre les focales sagittales et tangentielles d'un miroir de 100 mm de focale, pour un champ image de 1 mm?	$10 \mu\text{m}$: $\Delta x=2Ay'^2/2$ [flèche correspondant à une courbure A et une corde $2y'$] avec $A=1/f'$ (pour un système mince, $A=1/f_T$)

n°	Questions	Réponses
30	<p>Complete the following sentence:</p> <p>In order to observe an image of an object at infinity, the ① (e.g. CCD) must be positioned in the ②. To have a sharp image, the defocusing must be less than the ③. The ④ of a lens is the distance between the last lens and the ②. To avoid spurious reflections on the lenses, ⑤ are currently used.</p>	<p>①: detector or sensor or screen or camera</p> <p>②: image focal plane</p> <p>③: depth of field</p> <p>④: back focus</p> <p>⑤: (anti-reflection) coatings</p>