

TOK 2A 2011 – TD#2

n°	Questions	Réponses
1	Le détecteur est initialement réglé dans le plan image d'une optique stigmatique. On introduit une lame à faces parallèles d'épaisseur 3 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 $e(1-1/n)=1$ mm
2	Pourquoi est-il inutile de préciser <u>paraxial</u> pour le plan image initial? Pourquoi est-il nécessaire de le préciser pour la deuxième configuration?	Dans le cas d'une optique stigmatique, le paraxial se confond avec l'image. L'introduction d'une lame à faces parallèle dans un faisceau convergent introduit de l'aberration sphérique, les meilleurs plans images géométrique ou physique ne sont plus confondus avec le paraxial (respectivement décalés de $3\ell/4$ et $\ell/2$).
3	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.
4	What adjective would you use to qualify a lens that has no spherical aberration and no coma?	It is said to be aplanatic.
5	A quel ordre d'interférence maximum une source de finesse 1000 permet-elle d'obtenir des franges avec un contraste minimum?	1000
6	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.
7	Quel est le contraste des franges obtenues par interférences de deux ondes parfaitement polarisées rectilignes et perpendiculaires?	0 (le contraste est nul)
8	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, $E=I \cos\theta/d^2$
9	Quelle focale d'astigmatisme est parallèle au plan d'incidence?	La focale sagittale.
10	A quelle condition une cavité laser plan-concave est-elle stable?	Sa longueur doit être inférieure au rayon de courbure du miroir.

n°	Questions	Réponses
11	En optique guidée, plus on se rapproche de la fréquence de coupure d'un mode:	- moins le mode est confiné ¹ - plus le mode est confiné - e'est sans influence sur le confinement du mode
12	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.
13	Comment évolue l'écart de fréquence entre deux modes longitudinaux consécutifs lorsque la longueur de la cavité linéaire d'un laser est doublée?	Elle est divisée par 2.
14	On cherche à injecter une onde gaussienne à l'intérieur d'une cavité plan concave. Où doit se situer le plan du waist de cette onde si celle-ci est capable de faire de multiples allers et retours dans la cavité sans déformation?	Sur le miroir plan, car dans la cavité l'onde gaussienne épouse les miroirs, et est donc plane sur le miroir plan.
15	L'écart normal dû à un défaut de mise au point varie avec l'ouverture en:	- ne varie pas ¹ - en α^2 - en α^2 - en α^3 - en α^4
16	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 .
17	Complete the following sentence: The _____ ① _____ of an optical fibre is the part that surrounds the _____ ② _____. In a _____ ③ _____, the _____ ④ _____ index of the _____ ② _____ varies radially.	①: cladding ②: core ③: graded index optical fibre ④: refractive
18	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)
19	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?	$\theta = y'/f'$; $1/f' = (n-1)/R$; $f' = 2 \text{ m}$; $\theta = 5/2000 = 2.5 \text{ mrad}$
20	What is the condition for a sampling ² at 1MHz frequency not to suffer loss of information?	The sampled signal must not contain frequencies above 500kHz.
21	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?	$\tau > \text{durée d'un aller-retour} = 2L/c = 20 \text{ ns}$.

¹ Rayer la (les) mention(s) fausse(s)

² To sample = échantillonner

n°	Questions	Réponses
22	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 $F/0.5$
23	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 μm – 0,6 μm] ?	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 $2\sin(\alpha')/\lambda_{\min}$, i.e. $2\mu\text{m}^{-1}$. Le spectre est donc à support borné.
24	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 $2\mu\text{m}$ ($S \geq \lambda^2$)
25	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: $\sqrt{\lambda d} = \sqrt{(2000 \times 0,5 \cdot 10^{-3})} = 1 \text{ mm}$ Elle est: Négligeable/comparable/prépondérante ¹ par rapport à la pénombre
26	Que peut-on dire d'une optique qui serait télécentrique coté objet et coté image?	Elle est afocale
27	Comment évolue la position de l'image d'un point (repéré par le barycentre de la tache de diffusion) en cas de défocalisation du plan du détecteur, dans le cas d'une optique télécentrique coté image?	Le rayon moyen étant parallèle à l'axe, le barycentre de la tache ne bouge pas.
28	In which case can one observe total reflection?	- in the case of a reflection in a high index medium on a low index medium ¹ - in the case of a reflection in a low index medium on a high index medium
29	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 $\sqrt{2}$)
30	Quelle est la différence entre les écarts normaux avant et après une optique stigmatique? Même question pour les aberrations transversales?	Les écarts normaux se conservent (théorème de Gouy), les aberrations transversales sont multipliées par le grandissement.

¹ Rayer la ou les réponses fausses.