

TOK 2A 2008 – TD#2

n°	Questions	Réponses
1	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 ?	+5°.
2	Une lunette a une pupille d'entrée de 20 mm de diamètre et un grossissement de 40. A quelle condition la pupille de l'œil ne limiterait pas l'éclairement produit sur la rétine?	Anneau oculaire: diamètre=20/40=0,5 mm. Il faut que la pupille de l'œil ait un diamètre supérieur, ce qui n'est pas un problème!
3	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).
4	A normal incidence mirror is used to image a plasma situated at 500 mm. The mirror reflects wavelengths within a narrow band around 10 nm. If the mirror is optically perfect, at what condition will it be able to achieve a 1µm resolution in the plasma?	The resolution is given by the radius of the Airy pattern, i.e. $1.22\lambda/2\sin(\alpha)$, $2\sin(\alpha)\sim d/D$; the diameter of the mirror must therefore be larger than $1.22 \times 10 \text{ nm} \times 500 \text{ mm} / 1 \mu\text{m} \sim 6 \text{ mm}$
5	Under the conditions of the previous question, at what condition would a CCD camera with a 15 µm pitch ² be able to register ³ the image without losing resolution?	The image resolution must be larger (worse) than 15 µm (or $15 \times \sqrt{2} = 21 \mu\text{m}$ for the diagonal resolution!), the magnification must be greater than 15 (or 21), so the image distance must be greater than 7.5 m (or 10.5 m).
6	Dans un laser déclenché à cavité linéaire ayant 1,5 m de longueur optique entre les deux miroirs extrêmes, que peut-on dire de la durée de l'impulsion émise?	$t > \text{durée d'un aller-retour} = 2L/c = 10 \text{ ns.}$
7	Dans un laser continu en anneau fonctionnant au-delà du seuil et dont le facteur de réflexion cumulé sur un tour est de 0,999, que peut-on dire du gain du milieu amplificateur sur un tour?	Il est: $\leftarrow\leftarrow\leftarrow = \rightarrow\rightarrow\rightarrow$ ¹ Le gain est <u>égal</u> (car au delà du seuil) à $1/0,999 \sim 1,001$
8	Peut-on toujours corriger le chromatisme de grandeur apparente par le choix de la position de la pupille?	Idem question 3, effet de la fatigue, de l'âge ?!!!
9	Quel est le demi-angle de divergence d'un laser He-Ne dont le rayon du waist est de 2 mm?	$\theta = \lambda / (\pi w_0) = 0,633 \cdot 10^{-3} / (\pi \times 2) \sim 1 \cdot 10^{-4} \text{ rad} \sim 20''$

¹ Rayer la ou les mentions fausses.

² pitch=pas (=coté des pixels sur un CCD)

³ register = enregistrer

n°	Questions	Réponses
10	Quel est l'ordre de grandeur de la taille d'un grain du speckle produit à 1 m par un diffuseur de 10 mm de diamètre, éclairé par une source monochromatique à la longueur d'onde de 0,5 μm?	Ordre de grandeur = Ø réponse percussionnelle d'une optique ayant une pupille circulaire de 10 mm de diamètre et 1 m de focale, i.e. $1,22\lambda/\sin(\alpha') = 1,22 \times 0,5 \cdot 10^{-3} / (5/1000) \sim 120 \mu\text{m}$
11	Un compteur de photons reçoit 10^3 photons qu'il détecte avec une efficacité quantique $\eta=0,4$. Quel est le meilleur rapport signal à bruit que l'on puisse obtenir, en supposant que l'arrivée des photons suit une statistique de Poisson?	Nombre de photons détectés: $N_{\text{détectés}} = \eta N_{\text{incidents}} = 4 \cdot 10^2$ $\sigma_{\text{Bruit}} = \sqrt{N_{\text{détectés}}} = 20$ si pas d'autre source de bruit. $S/B = N_{\text{détectés}} / \sigma_{\text{Bruit}} = 20$
12	Un corps noir observé en incidence normale a une luminance de $0,707 \text{ Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}$. Quelle est sa luminance lorsqu'il est observé à 45° ?	La même, $0,707 \text{ Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}$, un corps noir étant lambertien.
13	Quelle est la transmission d'une densité de 2?	$T = 10^{-D} = 0,01$
14	Quelle est l'étendue géométrique maximale délimitée par un diaphragme carré de $1\mu\text{m}$ de côté?	$G = \pi S \sin^2(\theta_m)$ $G \leq \pi S = 3,14 \mu\text{m}^2 \text{sr} = 3,14 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{sr}$
15	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 $F/0.5$
16	Où se trouve le niveau de Fermi d'un semi-conducteur non dégénéré?	Dans la bande interdite.
17	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 50 mm?	Finesse > longueur de cohérence / $\lambda = 10^5$.
18	Que peut-on dire du spectre des fréquences spatiales d'une image formée par une optique d'ouverture numérique image 0,2, 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. $1\mu\text{m}^{-1}$. Le spectre est donc à support borné.
19	What is the condition for one to be able to focalise a laser beam into a $16\mu\text{m}^2$ surface?	The wavelength must be less than $4\mu\text{m}$ ($S \geq \lambda^2$)
20	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: $\sqrt{\lambda d} = \sqrt{(2000 \times 0,5 \cdot 10^{-3})} = 1$ Elle est: Négligeable/comparable/prépondérante ¹ par rapport à la pénombre
21	What is the condition for a sampling ² at 1kHz frequency not to suffer loss of information?	The sampled signal must not contain frequencies above 500Hz.

¹ Rayer la ou les réponses fausses.

² To sample = échantillonner

n°	Questions	Réponses
22	Comment varie la luminance photonique d'un corps noir si l'on augmente sa température de 1 % ?	La luminance photonique varie en T^3 , elle augmente donc de 3%.
23	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).
24	Que peut-on dire d'une optique qui serait télécentrique à l'entrée et à la sortie?	Elle est afocale.
25	What object size gives a 2 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?	$\theta=y'/f'$; $1/f'=(n-1)/R$; $f'=2$ m; $\theta=2/2000=1$ mrad