DM 3 : Vacances - épisode 1

Exercice 1 : Appareil photo numérique

Caractéristiques techniques

1. Pour un capteur « plein format », le capteur CCD a une largeur de 24 mm et une longueur de 36 mm. Si le capteur a 22 millions de pixel, quelle est la taille approximative d'un pixel ?

2. Pour une ouverture $N = 22$ et une longueur d'onde moyenne $\lambda = 0{,}5\,\mu\text{m}$, quelle est la taille de la tache de diffraction sur le capteur (pour une mise au point à l'infini) ? Commenter.

3. Recherches complémentaires : qu'est-ce que le bokeh et comment l'observation de photographies prises avec un objectif donné peut-elle renseigner sur la forme du diaphragme ?

Champ angulaire

4. En vous appuyant sur le schéma du document, calculer le champ angulaire en fonction de la focale, lorsque la mise au point est faite à l'infini.

5. Si la mise au point est maintenant à distance finie, comment est modifié le champ angulaire ?

Profondeur de champ

6. Grâce aux relations de conjugaison, exprimer la profondeur de champ, pour une mise au point à l'infini, en fonction de la focale f, le nombre d'ouverture N et la taille maximale admissible δ_m d'une image ponctuelle sur le capteur.

7. Pour faire une photo de paysage (sujet situé à 100 m), un photographe utilise un grand angle (focale $f' = 30\,\text{mm}$) et une ouverture $N = 11$. Calculer la profondeur de champ. Commenter.

8. Pour faire un portrait (sujet situé à 3 m), un photographe utilise un objectif de focale $f' = 85\,\text{mm}$, et une ouverture $N = 2$. Calculer la profondeur de champ. Commenter.

9. Si on veut réaliser un portrait de face, vaut-il mieux faire la mise au point sur l'œil, le nez, ou l'oreille du sujet ?

Exercice 2 : Phénomène d'interférence avec des atomes froids

1. Calculer la longueur d'onde de de Broglie d'un atome de néon froid.

2. Calculer d'interfrange de la figure d'interférence. Comparer cette valeur à celle donnée dans le texte.

Exercice 3 : Fonction d'onde d'une particule dans un puits infini (optionnel)

Une particule quantique est confinée dans la zone comprise entre les plans $x = 0$ et $x = l$ dans un puits infini. On admet que sa fonction d'onde est de la forme :

$$\psi(x,t) = A\sin(kx)\exp(-j\omega t) \ ,$$

où A, k et ω sont des constantes réelles positives.

1. Déterminer les valeurs possibles de k en fonction de l et d'un entier n positif quelconque.

2. La probabilité de trouver la particule dans l'intervalle $[x, x+\mathrm{d}x]$ est $|\psi(x,t)|^2\mathrm{d}x$. Justifier la condition de normalisation

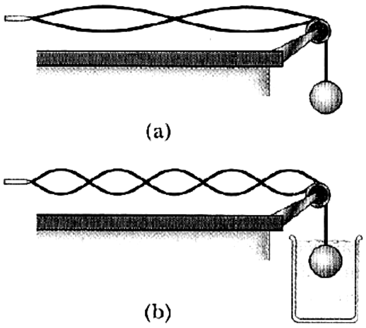
$$\int_0^l |\psi(x,t)|^2 \,\mathrm{d}x = 1 \ .$$

L'utiliser pour trouver l'expression de A en fonction de l.

3. Tracer $|\psi(x,t)|^2$ en fonction de x dans les cas $n = 1$ et $n = 2$. Commenter. Comparer aussi au cas d'une particule classique.

Exercice 4 : Rayon d'une sphère (optionnel)

Une corde horizontale est attachée à l'une de ses extrémités à une lame vibrante. À l'autre extrémité, la corde passe par une poulie et est reliée à une sphère de masse $m = 2{,}00\,\mathrm{kg}$. La corde oscille selon le mode propre de rang 2 (seconde harmonique). Sans modification de la fréquence d'oscillations de la lame vibrante, la sphère est ensuite totalement immergée dans un récipient d'eau. Dans cette configuration, la corde oscille selon le mode propre de rang 5.



Que vaut le rayon R de la sphère ?

<u>Données :</u>

- La sphère plongée dans l'eau subit la poussée d'Archimède exercée par l'eau, dirigée vers le haut et de norme $\rho_{eau}Vg$, où $\rho_{eau} = 1000\,\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^{-3}$, V le volume de la sphère et $g = 9{,}8\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-2}$ l'accélération de la pesanteur.
- La sphère sera supposée immobile, c'est-à-dire à l'équilibre.
- La célérité d'une onde le long d'une corde vibrante est donnée par $c = \sqrt{T/\mu}$, où T est la tension de la corde et μ sa masse par unité de longueur.