Corrigé et barème – Lumière : images, couleurs et photons

Lentille mince convergente : relations de conjugaison et de grandissement, image réelle ou virtuelle ; mesure d'une distance focale et mise au point ; synthèses additive et soustractive, vision des couleurs ; couleur des objets ; ondes électromagnétiques et photon ; niveaux d'énergie et spectres de raies.

Durée : 90 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Spécialité Physique-Chimie 1re

Exercice 1 – L'image d'une bougie ★★ *(4 pts)*

a) $f' = \dfrac{1}{C} = \dfrac{1}{8{,}0} = 0{,}125$ m, soit **12,5 cm**. (1)

b) $\overline{OA} = -0{,}50$ m : $\dfrac{1}{\overline{OA'}} = 8{,}0 - 2{,}0 = 6{,}0$ m^{-1}, donc $\overline{OA'} \approx 0{,}167$ m : écran à **16,7 cm** après la lentille (image réelle). (1)

c) $\gamma = \dfrac{0{,}167}{-0{,}50} \approx \mathbf{-0{,}33}$ (0,5 pt) ; $\overline{A'B'} \approx -0{,}33 \times 4{,}0 \approx -1{,}3$ cm : image de 1,3 cm, **renversée** (0,5 pt). (1)

d) $\overline{OA} = -0{,}10$ m : $\dfrac{1}{\overline{OA'}} = 8{,}0 - 10 = -2{,}0$ m^{-1}, $\overline{OA'} = -0{,}50$ m : négative, l'image est **virtuelle**, aucun écran ne la recueille (0,5 pt). $\gamma = \dfrac{-0{,}50}{-0{,}10} = +5{,}0$: droite, cinq fois plus grande, 20 cm (0,5 pt). La bougie est entre F et O : la lentille sert de loupe. (1)

Erreur fréquente — Oublier que OA est négative pour un objet réel : le calcul donne alors une image réelle là où elle est virtuelle.

Exercice 2 – Mise au point d'un module photo ★★ *(4 pts)*

a) L'image d'un objet très éloigné se forme dans le plan focal image : capteur à **4,00 mm** de la lentille. (1)

b) $\dfrac{1}{\overline{OA'}} = \dfrac{1}{4{,}00} - \dfrac{1}{200} = \dfrac{49}{200}$ mm^{-1}, donc $\overline{OA'} \approx \mathbf{4{,}08\ mm}$ (0,5 pt) : la lentille s'éloigne du capteur d'environ **0,08 mm** (0,5 pt). (1)

c) $C = \dfrac{1}{0{,}00400} - \dfrac{1}{-0{,}200} = 250 + 5{,}0 = \mathbf{255\ \delta}$, soit $f' \approx 3{,}92$ mm. (1)

d) $\dfrac{1}{f'} = \dfrac{1}{42{,}0} + \dfrac{1}{21{,}0} = \dfrac{3}{42{,}0}$, d'où $f' = \mathbf{14{,}0\ cm}$ (0,5 pt). On trace $\dfrac{1}{\overline{OA'}}$ en fonction de $\dfrac{1}{\overline{OA}}$: on attend une droite de coefficient directeur 1 et d'ordonnée à l'origine $\dfrac{1}{f'}$ (0,5 pt). (1)

Attention — Deux façons de faire la mise au point : déplacer la lentille à focale fixe, ou changer la focale à distance fixe.

Exercice 3 – Couleurs d'une vitrine ★★ *(4 pts)*

a) Deux lumières superposées : synthèse **additive** (0,5 pt), rouge + bleu = **magenta** (0,5 pt). (1)

b) La robe cyan diffuse le vert et le bleu et absorbe le rouge. Elle reçoit du rouge et du bleu : elle ne renvoie que le bleu, elle paraît **bleue**. (1)

c) Fond : rouge + vert + bleu = **blanc** (0,5 pt). Robe : elle reçoit les trois lumières et diffuse le vert et le bleu : elle paraît **cyan** (0,5 pt). (1)

d) Les peintures retirent des radiations : synthèse **soustractive**. La peinture rouge absorbe le vert et le bleu, la verte absorbe le rouge et le bleu, la bleue le rouge et le vert : le mélange absorbe presque tout et paraît **noir** (gris très foncé), pas blanc. (1)

Erreur fréquente — Appliquer à des peintures les règles des lumières : les pigments retirent, les lumières ajoutent.

Exercice 4 – Des ondes à l'hôpital ★★ *(4 pts)*

a) $\lambda = \dfrac{3{,}00 \times 10^{8}}{64 \times 10^{6}} \approx \mathbf{4{,}7\ m}$ (0,5 pt) : **ondes radio** (0,5 pt). (1)

b) $\nu = \dfrac{3{,}00 \times 10^{8}}{3{,}0 \times 10^{-11}} = \mathbf{1{,}0 \times 10^{19}\ Hz}$. (1)

c) $E = \dfrac{6{,}63 \times 10^{-34} \times 3{,}00 \times 10^{8}}{1{,}93 \times 10^{-7}} \approx 1{,}03 \times 10^{-18}$ J (0,5 pt), soit $\dfrac{1{,}03 \times 10^{-18}}{1{,}60 \times 10^{-19}} \approx \mathbf{6{,}44\ eV}$: un ultraviolet (0,5 pt). (1)

d) $E = 6{,}63 \times 10^{-34} \times 64 \times 10^{6} \approx 4{,}24 \times 10^{-26}$ J, soit $\mathbf{2{,}65 \times 10^{-7}\ eV}$ (0,5 pt). C'est environ $\dfrac{6{,}44}{2{,}65 \times 10^{-7}} \approx 2{,}4 \times 10^{7}$ fois moins que le photon du laser : les photons de l'IRM sont bien trop peu énergétiques pour casser une liaison chimique (0,5 pt). (1)

Méthode — Convertir d'abord : MHz en Hz, nm en m ; puis E = h × ν ou h × c ÷ λ, et diviser par $1{,}60 \times 10^{-19}$ pour l'électronvolt.

Exercice 5 – Le laser hélium-néon ★★★ *(4 pts)*

a) $E_3 - E_1 = -0{,}90 - (-21{,}56) = \mathbf{20{,}66\ eV}$. (1)

b) $E_3 - E_2 = -0{,}90 - (-2{,}86) = 1{,}96\ \text{eV} = 3{,}136 \times 10^{-19}$ J (0,5 pt) ; $\lambda = \dfrac{1{,}989 \times 10^{-25}}{3{,}136 \times 10^{-19}} \approx 6{,}34 \times 10^{-7}$ m, soit **634 nm** : **rouge** (0,5 pt). La valeur mesurée est 632,8 nm. (1)

c) **Non** : pour être absorbé, un photon doit avoir exactement l'énergie d'un écart entre le fondamental et un niveau excité, soit au moins 16,6 eV ; 1,96 eV ne correspond à aucun de ces écarts. (1)

d) À température ordinaire, les atomes sont au fondamental : ils ne peuvent absorber que des photons d'au moins 16,6 eV, de longueur d'onde au plus $\dfrac{1{,}989 \times 10^{-25}}{16{,}6 \times 1{,}60 \times 10^{-19}} \approx 74{,}9$ nm (0,5 pt). C'est de l'ultraviolet lointain : le gaz n'absorbe aucune radiation visible et paraît **incolore** (0,5 pt). (1)

À retenir — Un gaz n'absorbe que les photons dont l'énergie fait monter ses atomes depuis les niveaux occupés, le plus souvent le fondamental.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).