

TERMINALE SPÉCIALITÉ · PHYSIQUE-CHIMIE · ONDES ET SIGNAUX · CHAPITRE 21



R. RINGUET · 2026 – 2027

Contrôle B Lunette astronomique et photons

Établir le grossissement d'une lunette afocale (partie A) — niveaux d'énergie, flux de photons et conversion photovoltaïque (partie B)

Durée : 1 h · calculatrice autorisée · 4 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : / 20

★ CONSIGNES

Toute réponse doit être justifiée ; une expression littérale est attendue avant chaque application numérique, et les résultats sont donnés avec leur unité et un nombre adapté de chiffres significatifs. Les exercices 1 et 2 portent sur la **lunette astronomique** (partie A), les exercices 3 et 4 sur les **photons** (partie B). Formulaire : petits angles, $\tan \alpha \approx \alpha$ (radians).

Exercice 1 Questions de cours (parties A et B)

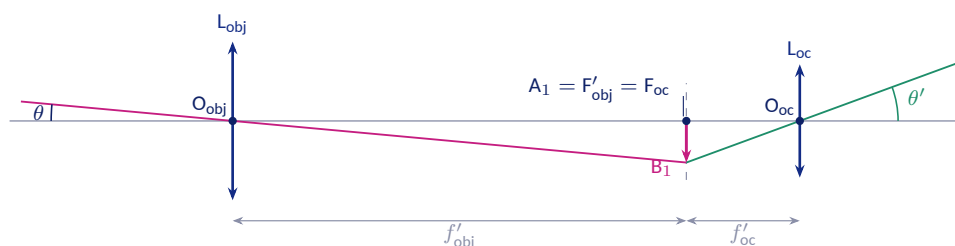
4 pts ●●●○

- 1.1** Pourquoi l'image d'un objet à l'infini se forme-t-elle dans le plan focal image d'une lentille convergente ? Quel est l'intérêt d'associer un objectif de grande distance focale à un oculaire de courte distance focale ?
- 1.2** Citer trois propriétés du photon, puis deux observations de l'effet photoélectrique que le modèle ondulatoire n'explique pas.
- 1.3** Pour chaque affirmation, recopier la seule proposition exacte.
- a) Une lunette afocale a un encombrement de 66 cm et un grossissement de 32. La distance focale de son oculaire vaut :
 - a) ☐ 2,0 cm
 - b) ☐ 2,1 cm
 - c) ☐ 3,3 cm
 - d) ☐ 20 cm
 - b) Le nombre de photons émis chaque seconde par une source de puissance lumineuse P émettant à la longueur d'onde λ est proportionnel à :
 - a) ☐ P/λ
 - b) ☐ $P\lambda$
 - c) ☐ P/λ^2
 - d) ☐ $P\lambda^2$
 - c) Pour un métal donné, l'énergie cinétique maximale des électrons extraits dépend :
 - a) ☐ de l'intensité lumineuse
 - b) ☐ de la fréquence de la lumière
 - c) ☐ de la surface éclairée
 - d) ☐ de la durée d'éclairement
 - d) Une cellule photovoltaïque de rendement 18 % et de surface $0,50 \text{ m}^2$ reçoit un éclairement de $500 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Elle fournit :
 - a) ☐ 4,5 W
 - b) ☐ 45 W
 - c) ☐ 90 W
 - d) ☐ 250 W

Exercice 2 Partie A — Établir le grossissement, et régler une maquette

6 pts ●●●●○

La figure 1 représente une lunette afocale d'objectif L_{obj} (centre O_{obj} , distance focale f'_{obj}) et d'oculaire L_{oc} (centre O_{oc} , distance focale f'_{oc}). Un point B d'un objet à l'infini envoie un faisceau de rayons parallèles faisant l'angle θ avec l'axe ; l'image intermédiaire est A_1B_1 .

Figure 1 — Le rayon issu de B passant par O_{obj} (rose) et le rayon émergent passant par O_{oc} (vert) ; angles exagérés

- 2.1 Justifier que chacun de ces deux rayons traverse sans être dévié la lentille dont il atteint le centre optique.
- 2.2 Exprimer $\tan \theta$ en fonction de A_1B_1 et f'_{obj} , puis $\tan \theta'$ en fonction de A_1B_1 et f'_{oc} .
- 2.3 En déduire, dans l'approximation des petits angles, l'expression du grossissement $G = \theta'/\theta$ en fonction des deux distances focales.
- 2.4 Application. Maquette : $f'_{\text{obj}} = 400 \text{ mm}$, $f'_{\text{oc}} = 25 \text{ mm}$; on vise un immeuble de 15 m de haut à 1,5 km. Calculer θ , A_1B_1 , θ' et G .
- 2.5 Un élève décale l'oculaire de 5 mm vers l'arrière : l'image intermédiaire est alors à 30 mm de l'oculaire. Le faisceau émergent est-il encore parallèle ? Déterminer la position de l'image finale et expliquer la gêne de l'observateur.
- 2.6 Pour obtenir $G = 40$ avec cet objectif, quelle distance focale d'oculaire faut-il ?

Exercice 3 Partie B — La lampe à vapeur de sodium

5 pts ●●●○

Les lampes de l'éclairage public à vapeur de sodium doivent leur couleur jaune caractéristique à une transition entre deux niveaux d'énergie de l'atome de sodium, dont les premiers niveaux sont donnés ci-dessous.

niveau	E_1 (fondamental)	E_2	E_3	E_∞
énergie (eV)	-5,14	-3,03	-1,94	0

■ DONNÉES $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ • $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ • $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$ • $hc = 1,99 \times 10^{-25} \text{ J}\cdot\text{m}$

- 3.1 Que signifie le fait que l'énergie de l'atome ne puisse prendre que ces valeurs ? Calculer l'énergie du photon émis lors de la transition $E_2 \rightarrow E_1$, en eV puis en J, et la longueur d'onde correspondante : explique-t-elle la couleur de la lampe ?
- 3.2 La lampe émet 35 W de puissance lumineuse, dont 30 % à cette longueur d'onde : calculer le nombre de photons correspondants émis chaque seconde.
- 3.3 Calculer l'énergie minimale à fournir pour ioniser un atome de sodium dans son état fondamental, puis la longueur d'onde du photon correspondant.
- 3.4 Un photon de 480 nm traverse la vapeur, dont tous les atomes sont dans leur état fondamental : peut-il être absorbé ? Justifier par le calcul des transitions possibles.

Exercice 4 Partie B — Dimensionner une installation photovoltaïque

5 pts ●●●○

Une famille consomme 3 500 kWh d'électricité par an et veut couvrir cette consommation par des panneaux photovoltaïques. Chaque panneau a une surface de $1,70 \text{ m}^2$ et un rendement de 19 % ; dans la région, un mètre carré de toiture bien orienté reçoit du Soleil 1 300 kWh par an. Un onduleur, de rendement 95 %, convertit ensuite le courant continu produit.

■ DONNÉES $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ • $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ • $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$

- 4.1 Calculer la puissance crête d'un panneau, obtenue pour un éclairement de $1,0 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$, puis l'énergie électrique qu'il produit en un an, en kWh.
- 4.2 En tenant compte de l'onduleur, déterminer le nombre de panneaux à installer et la surface de toiture occupée. La démarche suivie doit apparaître clairement, même si elle n'aboutit pas.
- 4.3 En assimilant la lumière à des photons de 600 nm, calculer le nombre de photons reçus en un an par un panneau. Pourquoi, enfin, la famille doit-elle rester raccordée au réseau électrique ?