

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



R. RINGUET · 2026 – 2027

Contrôle A Lunette astronomique et photons

Lunette afocale et grossissement (partie A) — photon, flux de photons et effet photoélectrique (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. Le sujet traite les deux parties du chapitre : les exercices 1 et 2 portent sur la **lunette astronomique** (partie A), les exercices 3 et 4 sur les **photons** (partie B). Formulaire : $E = h\nu = hc/\lambda$ • $h\nu = W_{\text{ext}} + E_{\text{c,max}}$ • $G = \theta'/\theta = f'_{\text{obj}}/f'_{\text{oc}}$.

Exercice 1 Questions de cours (parties A et B)

5 pts ●○○

■ **DONNÉES** $hc = 1,24 \times 10^3 \text{ eV}\cdot\text{nm}$

- 1.1** Qu'appelle-t-on une lunette *afocale*? Où se forme alors l'image intermédiaire d'un objet situé à l'infini, et quelle est la particularité du faisceau qui sort de l'oculaire?
- 1.2** Énoncer le bilan d'énergie de l'effet photoélectrique en définissant chacun des trois termes, puis définir la fréquence seuil d'un métal.
- 1.3** Pour chaque affirmation, recopier la seule proposition exacte.
- a) Dans une lunette afocale, l'image intermédiaire d'une étoile se forme :
- a) ☐ sur l'oculaire b) ☐ dans le plan focal image de l'objectif
c) ☐ au foyer objet de l'objectif d) ☐ à l'infini
- b) On remplace l'oculaire par un oculaire de distance focale deux fois plus petite. Le grossissement est :
- a) ☐ divisé par 2 b) ☐ multiplié par 2
c) ☐ inchangé d) ☐ multiplié par 4
- c) L'énergie d'un photon de longueur d'onde 400 nm vaut environ :
- a) ☐ 1,6 eV b) ☐ 3,1 eV c) ☐ 6,2 eV d) ☐ 12,4 eV
- d) Un métal de travail d'extraction 2,0 eV est éclairé très intensément par des photons d'énergie 1,5 eV.
Alors :
- a) ☐ $E_{c,max} = 0,5 \text{ eV}$ b) ☐ aucun électron n'est émis
c) ☐ $E_{c,max} = 3,5 \text{ eV}$ d) ☐ l'émission débute après un délai
- 1.4** Indiquer si chaque affirmation est vraie ou fausse et justifier en une phrase.
- a) L'image finale donnée par une lunette afocale est droite.
- b) Un photon de lumière rouge transporte plus d'énergie qu'un photon de lumière bleue.
- c) À puissance lumineuse égale, une source rouge émet plus de photons par seconde qu'une source violette.

Exercice 2 Partie A — Une lunette 70/700 pour observer Mars

6 pts ●●●○

Une lunette astronomique porte l'indication « 70/700 » : son objectif a un diamètre de 70 mm et une distance focale $f'_{\text{obj}} = 700$ mm. Elle est livrée avec deux oculaires, de distances focales 20 mm et 10 mm.

- 2.1 Qu'est-ce qu'un système afocal ? En déduire la distance qui doit séparer les centres optiques des deux lentilles lorsque l'oculaire de 20 mm est monté.
- 2.2 Faire un schéma soigné de la lunette (sans souci d'échelle) et y construire la marche de deux rayons issus d'un point B situé à l'infini, hors de l'axe optique. Faire apparaître les foyers, l'image intermédiaire A_1B_1 et les angles θ et θ' .
- 2.3 Calculer le grossissement obtenu avec chacun des deux oculaires.
- 2.4 Le soir de l'observation, Mars (diamètre $6,8 \times 10^3$ km) est à $7,8 \times 10^7$ km de la Terre. Calculer son diamètre apparent θ vu à l'œil nu, en radians.
- 2.5 En déduire la taille de l'image intermédiaire A_1B_1 , en millimètres, puis l'angle θ' obtenu avec l'oculaire de 10 mm. Comparer cet angle au diamètre apparent de la pleine Lune vue à l'œil nu ($9,0 \times 10^{-3}$ rad).
- 2.6 L'observateur souhaite un grossissement de 100. Quelle distance focale d'oculaire faut-il ? Est-elle disponible parmi les deux oculaires fournis ? Calculer l'encombrement de la lunette équipée d'un tel oculaire.

Exercice 3 Partie B — La diode laser d'un lecteur Blu-ray

5 pts ●●●○

La diode laser d'un lecteur Blu-ray émet une lumière violette de longueur d'onde $\lambda = 405$ nm avec une puissance lumineuse $P = 5,0$ mW.

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

- 3.1 Calculer l'énergie d'un photon émis, en joules puis en électronvolts.
- 3.2 En déduire le nombre de photons émis chaque seconde par la diode.
- 3.3 Le laser d'un lecteur de DVD émet à $\lambda' = 650$ nm avec la même puissance lumineuse. Sans refaire tout le calcul, indiquer si le nombre de photons émis chaque seconde est plus grand ou plus petit, puis le calculer.
- 3.4 La diode Blu-ray est utilisée en impulsions de durée 1,0 ns. Calculer le nombre de photons contenus dans une impulsion.
- 3.5 Cette diode convertit 30 % de la puissance électrique qu'elle reçoit en lumière. Calculer la puissance électrique consommée, puis l'énergie électrique consommée en 1,0 h de lecture, en joules.

Exercice 4 Partie B — Une cellule photoélectrique au sodium

4 pts ●●●○

La cathode d'une cellule photoélectrique est recouverte de sodium, métal de travail d'extraction $W_{\text{ext}} = 2,3$ eV (figure 1). Lorsque la lumière arrache des électrons à la cathode, ceux-ci sont collectés par l'anode et l'ampèremètre indique un courant non nul.

■ **DONNÉES** $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J·s • $c = 3,00 \times 10^8$ m·s⁻¹ • $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19}$ J • $hc = 1,99 \times 10^{-25}$ J·m = $1,24 \times 10^3$ eV·nm

- 4.1 Calculer la longueur d'onde seuil λ_0 du sodium, en nanomètres. À quel domaine du spectre appartient-elle ?
- 4.2 La cathode est éclairée par une radiation de longueur d'onde $\lambda_1 = 450$ nm. Calculer l'énergie du photon correspondant, en électronvolts, puis l'énergie cinétique maximale des électrons émis, en eV et en J.
- 4.3 On éclaire maintenant la cathode avec une radiation de longueur d'onde $\lambda_2 = 600$ nm : l'ampèremètre indique-t-il un courant ? Justifier.
- 4.4 On revient à λ_1 et l'on double la puissance lumineuse reçue par la cathode. Indiquer, en justifiant, ce que deviennent l'intensité du courant mesuré et l'énergie cinétique maximale des électrons émis.

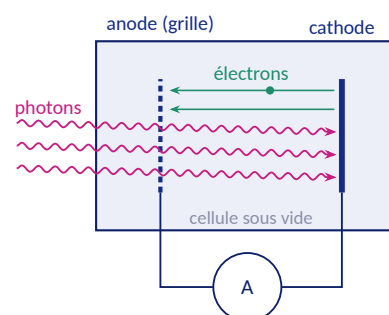


Figure 1 — La cellule photoélectrique