

La lunette astronomique

Schéma de la lunette afocale, faisceau émergent, grossissement, lunette commerciale : **les quatre capacités exigibles du programme**, et leurs prérequis.



1 Quatre parties, une vraie progression

Cours essentiel, méthodes pas à pas, QCM de tête, exercices corrigés. On démarre par les rappels de lentilles, on termine sur des sujets complets.

2 « Les erreurs qui coûtent des points »

Dans chaque partie, les erreurs classiques du chapitre, en X / ✓, avec le réflexe qui les évite. Et le barème d'une question type, décrypté sur un exemple.

3 Rien que le programme officiel

Les capacités exigibles de la partie couverte, et pas une de plus. **Chaque exercice est rattaché à une capacité du programme.**

4 L'essentiel pour réviser

Le formulaire des cartes sur une page, et la page qui donne le plan de réponse de chaque type de question. À photographier, à relire dans le bus.

4

parties
progressives

16

exercices corrigés
pas à pas

16

cartes
formules

10

méthodes
pas à pas

Conforme au programme de **physique-chimie de terminale, enseignement de spécialité** - B.O. spécial n° 8 du 25 juillet 2019. Thème « Ondes et signaux », rubrique « **A) Former des images** », les deux capacités expérimentales comprises. Les notions de première que le programme suppose acquises sont réinstallées en partie 1. Un test de positionnement en page 3 t'indique par où commencer.

« Une lunette ne rend pas les astres plus grands :
elle multiplie par 6 l'angle sous lequel tu les vois. »

Génies des Sciences

Méthodes & entraînement · Lycée
www.geniesdessciences.com



3 Par quelle partie commencer ?

CORRIGÉ FERMÉ

Seize questions qui balaient les quatre parties. Réponds **sur une feuille**, sans regarder les réponses. Ce test ne te note pas : il te dit seulement **par où commencer si tu ne peux pas tout reprendre**. Chaque question correspond à une capacité exigible du programme, ou à une notion de première qu'elle suppose.

01 Un rayon passant par le centre optique d'une lentille mince :

- a ressort parallèle à l'axe b n'est pas dévié
c passe par le foyer image

02 Un rayon incident parallèle à l'axe optique ressort :

- a en passant par F b sans être dévié c en passant par F'

03 L'image d'un objet réel placé au-delà du foyer objet d'une lentille convergente est :

- a réelle et renversée b virtuelle et droite c réelle et droite

04 L'image d'un objet « à l'infini » se forme :

- a à l'infini derrière la lentille b dans le plan focal image
c sur la lentille

05 Le diamètre apparent d'un astre est :

- a son diamètre en kilomètres b le diamètre de son image
c l'angle sous lequel on le voit

06 Dans $\theta \approx D/d$, l'angle θ s'exprime :

- a en radians b en degrés c dans l'unité de D

07 L'objectif d'une lunette astronomique est la lentille :

- a de petite focale, côté œil b de grande focale, côté objet
c la plus proche de l'œil

08 Une lunette est afocale quand :

- a $F'_1 = F_2$ b $F_1 = F'_2$ c $F'_1 = F'_2$

09 L'image intermédiaire se forme :

- a dans le plan focal commun aux deux lentilles b sur l'oculaire
c dans l'œil de l'observateur

10 Le faisceau issu d'un point à l'infini ressort d'une lunette afocale :

- a convergent b divergent c parallèle

11 Le grossissement d'une lunette compare :

- a deux angles b la taille de l'image à celle de l'objet
c deux luminosités

12 Pour une lunette afocale :

- a $G = f'_2/f'_1$ b $G = f'_1 \times f'_2$ c $G = f'_1/f'_2$

13 Une lunette de focales $f'_1 = 900$ mm et $f'_2 = 9,0$ mm grossit :

- a 0,01 fois b 100 fois c 891 fois

14 Changer d'oculaire modifie :

- a le grossissement b la focale de l'objectif
c le diamètre apparent de l'astre à l'œil nu

15 Un objectif de grand diamètre sert surtout à :

- a grossir davantage b collecter plus de lumière
c raccourcir le tube

16 Pour mesurer θ' au banc optique, l'œil est remplacé par :

- a un écran seul b une lentille et un écran c un miroir plan

QUESTIONS PARTIE SI TU RATES L'UNE D'ELLES...

1 à 6	1	les rayons remarquables et l'objet à l'infini, sur lesquels tout repose
7 à 9	2	le modèle afocal, dont le schéma est une capacité exigible
10 à 13	3	le grossissement, dont la démonstration est exigible
14 à 16	4	la lunette réelle, celle des documents de sujets

★ Comment lire ton résultat

Les réponses sont en tête des corrigés, page 27 : ne les consulte qu'une fois tes seize réponses écrites.

14 à 16 : si les questions 1 à 6 sont toutes justes, commence par la partie 2 (la partie 1 reprend des notions de première) ; sinon, enchaîne les quatre parties dans l'ordre.

9 à 13 : commence par les parties où tu as raté une question, puis reprends les autres dans l'ordre.

8 ou moins : fais les quatre parties dans l'ordre, sans en sauter une seule. Le pack est construit pour ce parcours complet.



1 Construire une image à la règle

- 1 **Je place l'axe, la lentille, F et F'.**
Le schéma commence par ce décor, à l'échelle indiquée.
- 2 **Je trace deux rayons remarquables issus de B.**
Le rayon passant par O et le rayon parallèle à l'axe se tracent sans hésitation.
- 3 **Je lis B' à leur intersection.**
A' est le pied de B' sur l'axe ; le troisième rayon vérifie le tracé.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Figure du cours : lentille de focale $f' = 2,0$ cm, objet AB de 1,0 cm placé à 4,0 cm devant elle, soit deux focales.

Le rayon parallèle à l'axe et le rayon passant par O se coupent 4,0 cm derrière la lentille, 1,0 cm sous l'axe ; le rayon passant par F y arrive aussi. L'image est réelle, renversée, de même taille que l'objet.

2 Calculer une position d'image

- 1 **J'oriente et je convertis.**
Sens de la lumière positif : $\overline{OA}$ négatif pour un objet réel, toutes les longueurs en mètres.
- 2 **J'isole $\overline{OA'}$.**
 $1/\overline{OA'} = 1/f' + 1/\overline{OA}$; je calcule chaque terme en m^{-1} , puis j'inverse.
- 3 **Je conclus en français.**
Position, nature (réelle ou virtuelle), sens et taille de l'image, avec le grandissement si besoin.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Objet à 25 cm devant une lentille de focale $f' = 20$ cm : $\overline{OA} = -0,25$ m, $f' = 0,20$ m.

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{0,20 \text{ m}} + \frac{1}{-0,25 \text{ m}}$$

$$= 5,00 \text{ m}^{-1} - 4,00 \text{ m}^{-1} = 1,00 \text{ m}^{-1}, \text{ d'où}$$

$\overline{OA'} = 1,00$ m, puis $\gamma = \frac{1,00 \text{ m}}{-0,25 \text{ m}} = -4,0$. **L'image est réelle, 1,0 m derrière la lentille, renversée et quatre fois plus grande que l'objet.**

3 Calculer un diamètre apparent

- 1 **Je repère D et d dans la même unité.**
Des kilomètres avec des kilomètres, des mètres avec des mètres.
- 2 **Je divise.**
 $\theta = D/d$, le résultat est en radians.
- 3 **Je convertis si l'énoncé le demande.**
En degrés : multiplier par $180^\circ/(\pi \text{ rad})$.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Mars lors d'une opposition : $D = 6,8 \times 10^3$ km à $d = 7,8 \times 10^7$ km.

$$\theta = \frac{6,8 \times 10^3 \text{ km}}{7,8 \times 10^7 \text{ km}} = 8,72 \times 10^{-5} \text{ rad, soit}$$

$$\theta = 8,7 \times 10^{-5} \text{ rad ; en degrés :}$$

$$8,72 \times 10^{-5} \text{ rad} \times \frac{180^\circ}{\pi \text{ rad}} = 5,0 \times 10^{-3} \text{ degré.}$$

4 Placer et mesurer l'image d'un objet à l'infini

- 1 **Je trace le rayon passant par O.**
Incliné de θ , non dévié : il coupe le plan focal image en B'.
- 2 **Je complète le faisceau.**
Les rayons parallèles à celui-ci convergent aussi en B'.
- 3 **Je calcule la taille.**
 $A'B' = f' \theta$, θ en radians.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Le Soleil ($\theta = 9,3 \times 10^{-3}$ rad), photographié à travers un filtre solaire avec un téléobjectif de focale $f' = 300$ mm :

$$A'B' = 300 \text{ mm} \times 9,3 \times 10^{-3} \text{ rad} = 2,8 \text{ mm, dans le plan focal image.}$$

1. Où se trouve F' par rapport à la lentille ?
2. Citer les trois rayons remarquables.
3. Combien de rayons suffisent à construire B' ?
4. Que signifie un grandissement négatif ?
5. Plus f' est courte, plus la lentille est... ?
6. Quel signe porte $\overline{OA}$ pour un objet réel ?
7. Que dit un $\overline{OA'}$ négatif ?
8. Un objet à $2f'$ donne une image de quelle taille ?

Cache cette ligne pendant que tu réponds. Réponses : 1. derrière, à la distance f' - 2. parallèle à l'axe (ressort par F'), passant par O (non dévié), passant par F (ressort parallèle) - 3. deux, le troisième vérifie - 4. image renversée - 5. convergente - 6. négatif - 7. l'image est virtuelle - 8. même taille, renversée, à $2f'$ derrière la lentille

1. Que reçoit une lentille d'un point objet à l'infini ?
2. Où se forme l'image correspondante ?
3. Quel rayon localise B' sans calcul ?
4. Définir le diamètre apparent.
5. Unité de θ dans les formules de petits angles ?
6. Taille de l'image d'un astre au plan focal ?
7. Pour un astre, doubler la focale change quoi pour son image ?
8. Ordre de grandeur du diamètre apparent de la Lune ?

Cache cette ligne pendant que tu réponds. Réponses : 1. des rayons parallèles entre eux - 2. dans le plan focal image - 3. celui qui passe par O - 4. l'angle sous lequel on voit l'objet - 5. le radian - 6. $A'B' = f' \theta$ - 7. sa taille double - 8. 9×10^{-3} rad, un demi-degré environ

10 Exercices

DU PLUS SIMPLE AU PLUS COSTAUD

Exercice 1 Le décor et les rayons

★★★ □

Une lentille convergente a une distance focale $f' = 4,0$ cm. Un objet AB de hauteur 2,0 cm, A sur l'axe, est placé à 6,0 cm devant elle. Le schéma se fait à l'échelle 1/1, sur une feuille placée dans le sens de la longueur.

1. Schématiser la lentille sur un axe optique orienté, et placer O, F et F' .
2. Construire l'image $A'B'$ avec deux rayons remarquables issus de B.
3. Vérifier la construction avec le troisième rayon.
4. Décrire l'image obtenue : nature, position, sens et taille, lues sur le schéma.

Exercice 2 La coïncidence des éclipses

★★★ □

Données : Lune : diamètre $D_L = 3,5 \times 10^3$ km, distance à la Terre $d_L = 3,8 \times 10^5$ km ; Soleil : diamètre $D_S = 1,4 \times 10^6$ km, distance à la Terre $d_S = 1,5 \times 10^8$ km.

1. Calculer le diamètre apparent de la Lune.
2. Calculer celui du Soleil.
3. Comparer les deux valeurs, et expliquer ce que cette quasi-égalité permet lors d'une éclipse de Soleil.
4. Calculer combien de fois le Soleil est plus grand que la Lune, puis combien de fois il est plus éloigné, et expliquer pourquoi les deux diamètres apparents sont si proches.



Les corrigés détaillés

La rédaction modèle est à gauche, les remarques du correcteur à droite. Compare **ta rédaction**, pas seulement tes résultats : le correcteur note le raisonnement écrit, pas seulement le nombre final.

Les réponses du test de positionnement (page 3)

1. b - 2. c - 3. a - 4. b - 5. c - 6. a - 7. b - 8. a - 9. a - 10. c - 11. a - 12. c - 13. b - 14. a - 15. b - 16. b

Comment lire un corrigé

Chaque réponse est écrite comme sur une copie : la donnée utilisée, le raisonnement, la relation, puis l'application numérique avec l'unité après chaque valeur, et une phrase qui répond à la question posée. **Ce n'est pas du remplissage** : le correcteur note ce qu'il peut suivre, et un résultat posé seul ne se suit pas.

Quand ta réponse diffère de la mienne, cherche d'abord **où** les deux chemins se séparent. C'est ce point précis qu'il faut retravailler, pas l'exercice entier. Avant de comparer, relis ta copie avec la check-list de la page 38.



Les valeurs intermédiaires sont imprimées avec un chiffre significatif de plus que le résultat final : refaire chaque calcul avec les seuls nombres imprimés redonne le même résultat. Seul le résultat final est arrondi.

Exercice 1 Le décor et les rayons

1. L'axe optique est orienté dans le sens de la lumière, de gauche à droite ; la lentille est un segment à double flèche perpendiculaire à l'axe, de centre O.

F' est placé 4,0 cm après O, et F 4,0 cm avant O (F1).

2. B est 2,0 cm au-dessus de l'axe, 6,0 cm avant O. Le rayon issu de B parallèle à l'axe ressort en passant par F' ; le rayon issu de B qui passe par O n'est pas dévié (F2).

Les deux rayons se coupent en B', 12 cm après O et 4,0 cm sous l'axe ; A' est le pied de B' sur l'axe.

3. Le rayon issu de B qui passe par F ressort parallèle à l'axe, 4,0 cm sous l'axe.

Il passe lui aussi par B' : la construction est validée.

4. Les rayons se croisent réellement après la lentille :

l'image est réelle, renversée, située 12 cm derrière la lentille, et mesure 4,0 cm, soit deux fois la taille de l'objet.

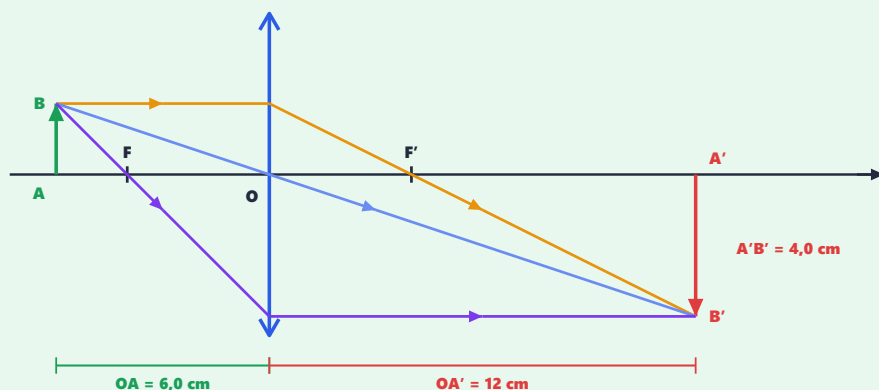
Le contrôle par le calcul

$$\begin{aligned} \frac{1}{\overline{OA'}} &= \frac{1}{0,040 \text{ m}} + \frac{1}{-0,060 \text{ m}} \\ &= 25,0 \text{ m}^{-1} - 16,67 \text{ m}^{-1} \\ &= 8,33 \text{ m}^{-1}, \text{ d'où } \overline{OA'} = 0,12 \text{ m} \text{ et} \\ \gamma &= \frac{0,12 \text{ m}}{-0,060 \text{ m}} = -2,0 : \text{ le tracé et le calcul concordent.} \end{aligned}$$

Trois repères pour vérifier un tracé

Objet réel entre f' et 2f' devant la lentille : image agrandie. Objet à 2f' : image de même taille (méthode 1).
Objet au-delà de 2f' : image réduite.

Corrigé de l'exercice 1 - la construction (figure réduite)



sur ta feuille, à l'échelle 1/1 : les trois rayons se coupent en B', 12 cm après O et 4,0 cm sous l'axe

