

Chapitre 19

EXERCICE 50 – Grossissement d'une lunette astronomique afocale – page 460

→ Comment réaliser la maquette d'une lunette astronomique afocale et calculer son grossissement avec le matériel d'optique du lycée ?

> Descriptif du sujet

Compétences évaluées	<ul style="list-style-type: none"> • S'approprier : coefficient 1. • Analyser - raisonner : coefficient 2. • Réaliser : coefficient 3.
Tâches à réaliser par l'élève	<p>S'approprier : l'élève doit repérer dans l'énoncé les distances focales des deux lentilles convergentes qui vont jouer le rôle de l'objectif et de l'oculaire. Il doit également comprendre le montage proposé et identifier les différents éléments nécessaires dans le matériel mis à sa disposition.</p> <p>Réaliser : l'élève doit réaliser le montage proposé et viser l'objet afin d'observer l'image définitive à travers la lunette afocale. Puis, après avoir enlevé l'oculaire, il doit observer sur la règle transparente graduée l'image intermédiaire et repérer sa position par rapport à l'objectif. Enfin, après avoir remis l'oculaire, il observe cette fois l'image intermédiaire à travers l'oculaire et détermine, en s'aidant de la règle graduée transparente, sa hauteur ; il mesure aussi la distance entre l'oculaire et la règle graduée transparente.</p> <p>Analyser - raisonner : l'élève doit utiliser la construction géométrique proposée dans les documents et l'approximation des petits angles afin de déterminer les relations littérales permettant d'exprimer θ et θ' pour calculer le grossissement.</p>
Préparation du poste de travail	<p>Matériel nécessaire : le document, représentant la Lune avec les repères A et B, imprimé sur une feuille A3 (doc.2) et collé sur un mur : la photographie de la Lune doit faire au moins 25 cm de diamètre, deux lentilles convergentes de distance focale 20 cm et 5 cm, un banc d'optique, une règle graduée transparente, un support pour cette règle, un support élévateur pour incliner le banc d'optique.</p>
Déroulement de l'épreuve / Gestion des différents appels	<p>Il est prévu trois appels obligatoires de la part de l'élève.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lors de l'appel n° 1, le professeur évalue la compétence : S'approprier (identification des données utiles de l'énoncé). Pour cela, le professeur vérifie que l'élève a repéré les deux distances focales indiquées dans l'énoncé et identifié le matériel nécessaire. Réaliser (mise en œuvre du protocole expérimental). Pour cela, le professeur vérifie que l'élève met en place convenablement le matériel expérimental, en particulier, il vérifie le choix des lentilles convergentes. Il observe l'image définitive de l'objet AB à travers la lunette afocale construite par l'élève. Après 15 minutes d'épreuve, le professeur intervient si l'élève est bloqué ou s'il n'est pas en mesure de réaliser une observation exploitable. • Lors de l'appel n° 2, le professeur évalue la compétence : Réaliser (mise en œuvre du protocole expérimental). Pour cela, le professeur vérifie que l'élève a ôté l'oculaire et placé la règle graduée transparente afin de former l'image intermédiaire. Le professeur vérifie que la distance O_1A_1 est exprimée avec un nombre de chiffres significatifs cohérent. Après 15 minutes d'épreuve, le professeur intervient si l'élève est bloqué ou s'il n'est pas en mesure de réaliser une observation exploitable. • Lors de l'appel n° 3, le professeur évalue la compétence : Réaliser (mise en œuvre du protocole expérimental). Pour cela, le professeur vérifie que l'élève a remis l'oculaire convenablement afin de pouvoir observer simultanément l'image définitive de l'objet AB observé à travers la lunette afocale et l'image de la règle graduée observée à travers l'oculaire. Le professeur vérifie que la distance O_2A_1 et la hauteur A_1B_1 sont exprimées avec un nombre de chiffres significatifs cohérent. Après 15 minutes d'épreuve, le professeur intervient si l'élève est bloqué ou s'il n'est pas en mesure de réaliser une observation exploitable. • En continu, le professeur évalue la compétence : Analyser - raisonner (rédaction d'une synthèse). Pour cela, le professeur vérifie que la définition du grossissement est connue. L'élève doit utiliser le schéma pour exprimer les angles θ et θ' en fonction des mesures réalisées au cours de l'ÉCE. Le professeur vérifie que l'élève rédige rigoureusement les calculs demandés.

> Évaluation par compétences

	Exemples d'indicateurs de réussite	Niveaux de réussite				Coefficient pour la notation
		A	B	C	D	
S'approprier	<p>1. Identification du matériel</p> <ul style="list-style-type: none"> La distance focale de l'objectif est de 20 cm et la distance focale de l'oculaire est de 5 cm. 					1
Réaliser	<p>2. Réalisation du protocole expérimental :</p> <ul style="list-style-type: none"> La disposition des différents éléments sur le banc d'optique est correcte. L'image définitive de l'objet AB est nette à travers la lunette afocale. Lors de l'appel 2, l'oculaire est enlevé, la règle est bien positionnée (à environ 20 cm de l'objectif). L'image intermédiaire se forme sur la règle transparente. Lors de l'appel 3, les deux images (celles de la règle transparente et celle de l'objet AB) peuvent être observées à travers l'oculaire. (L'oculaire se situe à 5 cm de la règle transparente environ). Les mesures réalisées lors des appels 2 et 3 sont exprimées avec un nombre de chiffres significatifs cohérent. Les angles θ et θ' sont calculés en tenant compte du nombre de chiffres significatifs. 					3
Analyser - raisonner	<p>3. Détermination du grossissement :</p> <ul style="list-style-type: none"> La définition du grossissement est rappelée. L'approximation des petits angles est utilisée. L'angle θ sous lequel est vu l'objet à l'œil est exprimé en fonction de A_1B_1 et f_1. L'angle θ' sous lequel est vu l'image de l'objet est vu à travers la lunette astronomique est exprimé en fonction de A_1B_1 et f_2. 					2

> Aide à la notation

La grille d'évaluation suivante permet de convertir les niveaux de réussite par compétence en une note sur 20.

	coefficient	A												B																							
Réaliser	3	A												B																							
Analyser - Raisonner	2	A				B				C				D				A				B				C				D							
S'approprier	1	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Note		20	19	18	17	18	18	16	16	16	15	14	13	15	14	13	12	18	17	15	16	16	15	14	14	13	12	11	13	12	11	10					

	coefficient	C												D																							
Réaliser	3	C												D																							
Analyser - Raisonner	2	A				B				C				D				A				B				C				D							
S'approprier	1	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Note		14	13	12	11	13	12	11	10	10	10	8	8	9	8	7	6	11	10	10	11	10	9	8	8	8	6	6	6	5	5						

Note / 20
4 / 5

La grille d'évaluation est prévue pour attribuer une note entre 5 et 20. Cependant, si l'engagement de l'élève s'avère très insuffisant, le professeur a toute latitude pour attribuer une note comprise entre 0 et 5.

> Aides à distribuer aux élèves en difficulté

2. Réaliser

> Réaliser le montage proposé.

Exemple de solution partielle à donner à l'élève en cas de difficulté.

L'objectif a une distance focale de 20 cm et l'oculaire une distance focale de 5 cm.

L'oculaire doit être placé à l'extrémité du banc d'optique.

Déplacer l'objectif pour obtenir l'image de l'objet AB. On observe l'image d'un objet lorsque ses contours sont nets.

L'image intermédiaire se forme sur la règle transparente. Cette règle doit se situer dans le plan focal de l'objectif.

3. Analyser - Raisonner

> Calculer le grossissement

Exemples de solutions partielles à donner à l'élève en cas de difficulté.

Utiliser l'approximation des petits angles.

Tenir compte des chiffres significatifs dans les calculs.

Le grossissement G est égal à $G = \frac{\theta'}{\theta}$

L'angle θ sous lequel est vu l'objet à l'œil nu est $\theta \approx \tan \theta = \frac{A_1B_1}{f'_{1}}$

L'angle θ' sous lequel est vue l'image de l'objet à travers la lunette afocale est $\theta' \approx \tan \theta' = \frac{A_1B_1}{f'_{2}}$

Exemple de solution totale.

Calcul du grossissement :

Dans le triangle $O_1A_1B_1$,

$$\theta \approx \tan \theta = \frac{A_1B_1}{f'_{1}} = \frac{4 \text{ mm}}{20 \text{ cm}} = \frac{4 \times 10^{-3} \text{ m}}{20 \times 10^{-2} \text{ m}}$$

$$\theta \approx 2 \times 10^{-2} \text{ rad}$$

Dans le triangle $O_2A_1B_1$,

$$\theta' \approx \tan \theta' = \frac{A_1B_1}{f'_{2}} = \frac{4 \text{ mm}}{5 \text{ cm}} = \frac{4 \times 10^{-3} \text{ m}}{5 \times 10^{-2} \text{ m}}$$

$$\theta' \approx 8 \times 10^{-2} \text{ rad}$$

Le grossissement G vaut :

ÉVALUATION DES COMPÉTENCES EXPÉRIMENTALES → p. 460 du manuel

$$G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{8 \times 10^{-2} \text{ rad}}{2 \times 10^{-2} \text{ rad}} = 4.$$