

Correction DS 1 - Classe de Tle Spé PC

Effet photoélectrique

L'énergie molaire de première ionisation du silicium vaut $E_i = 786,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. Le silicium est un semi-conducteur : la bande de valence et la bande de conduction ne se chevauchent pas (ce n'est pas un conducteur) mais leur écart énergétique est assez petit. Le gap, c'est-à-dire l'énergie nécessaire à l'électron pour passer de la bande de valence à la bande de conduction, vaut $\Delta E = 1,11 \text{ eV}$.

Données : Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, conversion Joule - électronvolt : $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$, constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

1. (a) Justifier que le travail d'extraction d'un électron d'un atome de silicium (provoquant son ionisation) vaut :

$$W_{ext} = \frac{E_i}{N_A} \quad (1)$$

Exprimer sa valeur en eV.

Solution: L'énergie molaire de première ionisation correspond à l'énergie nécessaire pour extraire 1 mol d'électron du cristal. Or, dans une mole il y a N_A électrons et pour extraire un électron il faut une énergie W_{ext} . On en déduit que pour une mole d'électrons il faut $E_i = N_A \times W_{ext} \iff W_{ext} = \frac{E_i}{N_A}$.
On peut en outre vérifier l'homogénéité :

$$[W_{ext}] = \frac{[E_i]}{[N_A]} = \frac{\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}}{\text{mol}^{-1}} = \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}} = \text{J} \quad (2)$$

On peut calculer la valeur du travail d'extraction : $W_{ext} = \frac{E_i}{N_A} = \frac{786,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}{6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = \frac{786,3 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}}{6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 1,31 \times 10^{-18} \text{ J} = 8,19 \text{ eV}$

- (b) Calculer la fréquence seuil ν_s du silicium.

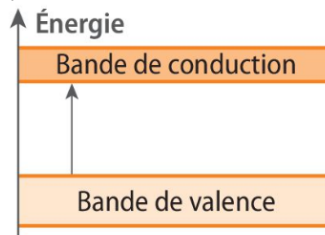
Solution: $W_{ext} = h\nu_s \iff \nu_s = \frac{W_{ext}}{h} = \frac{1,31 \times 10^{-18} \text{ J}}{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} = 1,98 \times 10^{15} \text{ Hz}$

- (c) Quelle est la longueur d'onde maximale λ_{PE} de la radiation permettant l'observation de l'effet photoélectrique sur le silicium ?

Solution: $c = \frac{\lambda_{PE}}{T_s} = \lambda_{PE} \nu_s \iff \lambda_{PE} = \frac{c}{\nu_s} = \frac{3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{1,98 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}} = 1,52 \times 10^{-7} \text{ m} = 152 \text{ nm}$

2. (a) Schématiser le diagramme énergétique du silicium en représentant la bande de valence, la bande de conduction et la bande interdite. Représenter le gap par une flèche.

Solution:



- (b) Lorsqu'un photon d'énergie supérieure ou égale à ΔE frappe un atome de silicium, il est absorbé. L'électron monte alors dans la bande de conduction et un courant apparaît dans le cristal : c'est l'effet photovoltaïque. Quelle est la longueur d'onde maximale λ_{PV} de la radiation permettant l'observation de cet effet ?

Solution: $\lambda_{PV} = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{1,11 \text{ eV}} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{1,11 \text{ eV} \times 1,60 \times 10^{-19} \text{ J} \cdot \text{eV}^{-1}} = 1,12 \times 10^{-6} \text{ m}$

Asie 2021 jour 1

CORRECTION Yohan Atlan © <https://www.vecteurbac.fr/>

CLASSE : Terminale

EXERCICE A : au choix du candidat (5 points)

VOIE : Générale

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui sans mémoire, « type collègue »

EXERCICE B : Observations de la division de Cassini (5 points) au choix du candidat

1.

$$\theta_{\text{cas}} = 3,39 \cdot 10^{-6} \text{ rad}$$

$$\theta_s = 3,0 \cdot 10^{-4} \text{ rad (pouvoir de résolution de l'œil humain)}$$

$$\theta_{\text{cas}} < \theta_s$$

Ainsi Cassini ne peut pas être distingué à l'œil nu.

2.

$$\frac{\theta_s}{\theta_{\text{cas}}} = \frac{3,0 \cdot 10^{-4}}{3,39 \cdot 10^{-6}}$$

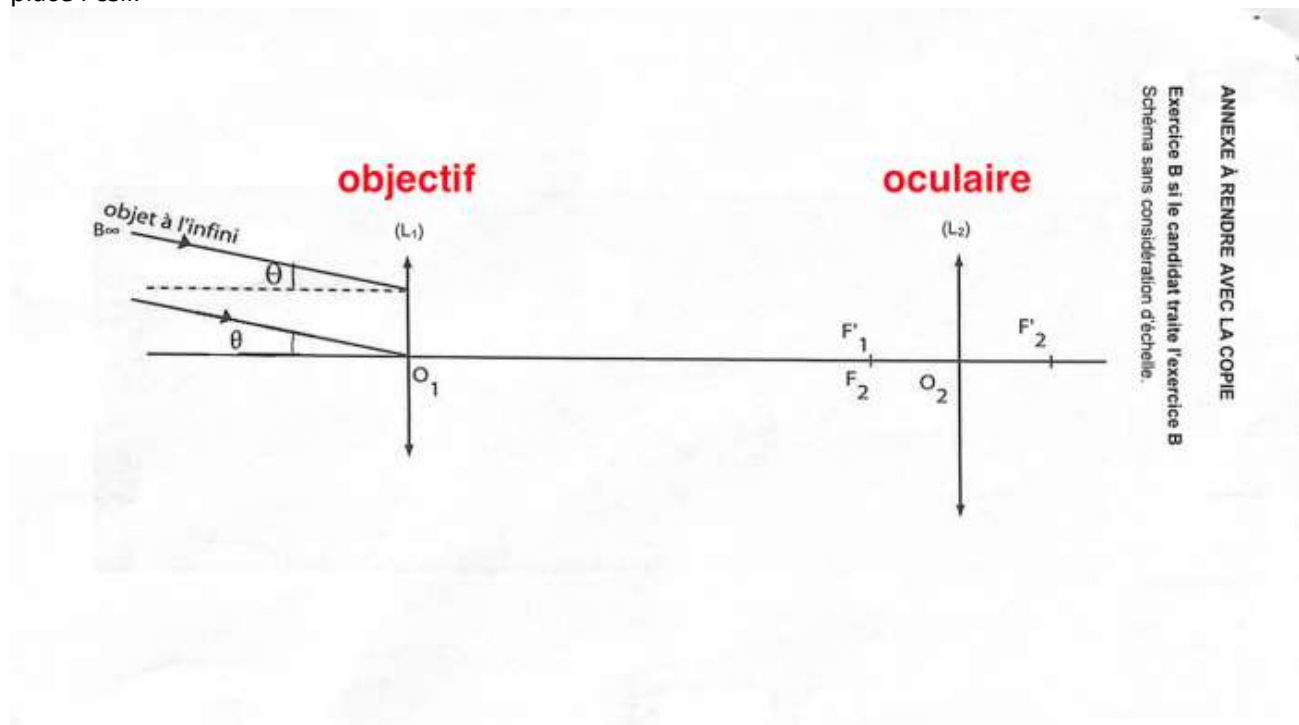
$$\frac{\theta_s}{\theta_{\text{cas}}} = 88,5$$

Le grossissement minimal est de 88,5 soit environ 89.

3.

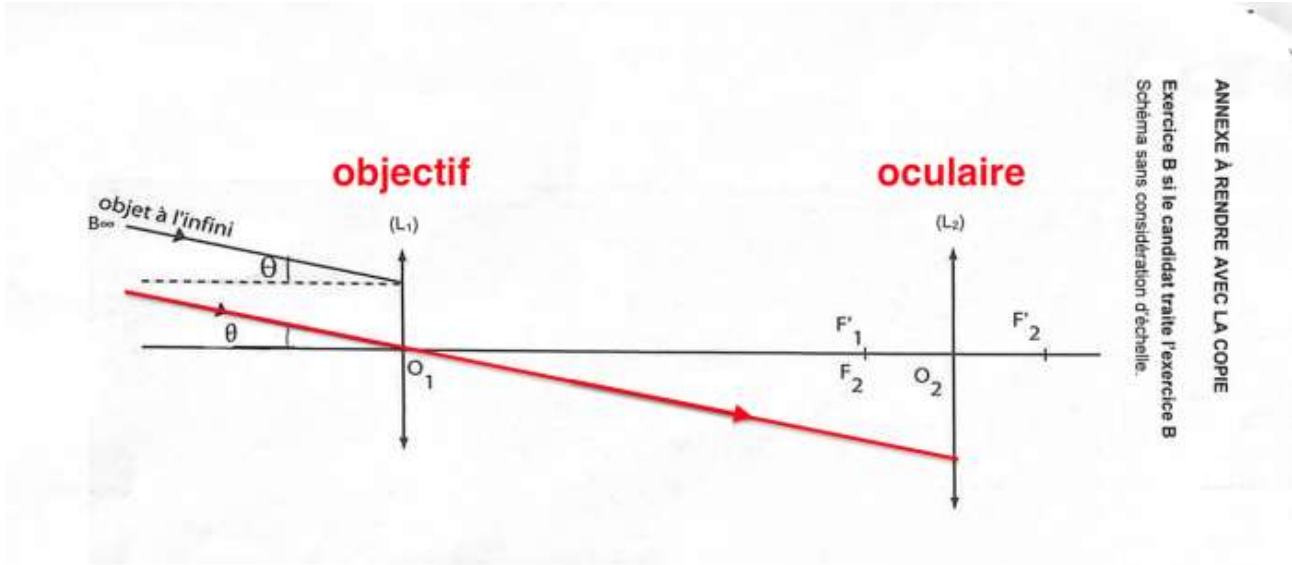
L_1 : l'objectif car c'est une lentille convergente possédant une grande distance focale. C'est la lentille placée vers l'objet

L_2 : l'oculaire car c'est une lentille convergente possédant une petite distance focale. C'est la lentille où on place l'œil.

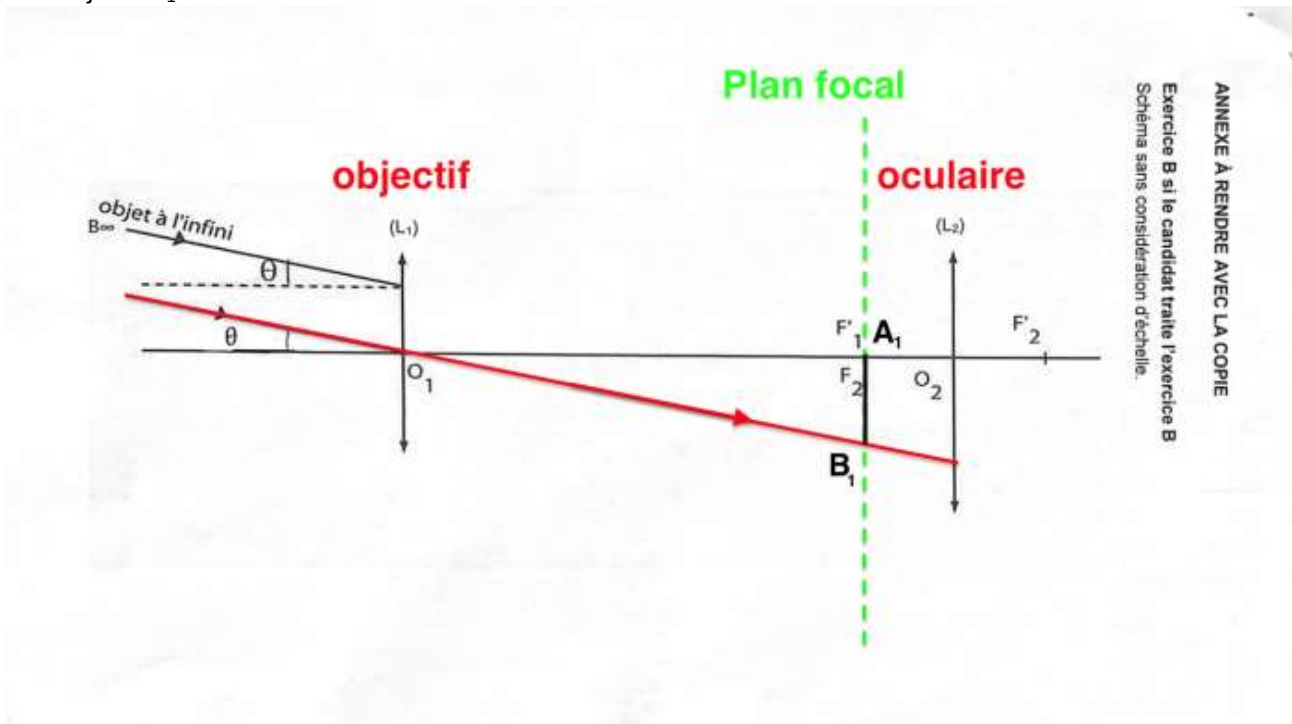


4.

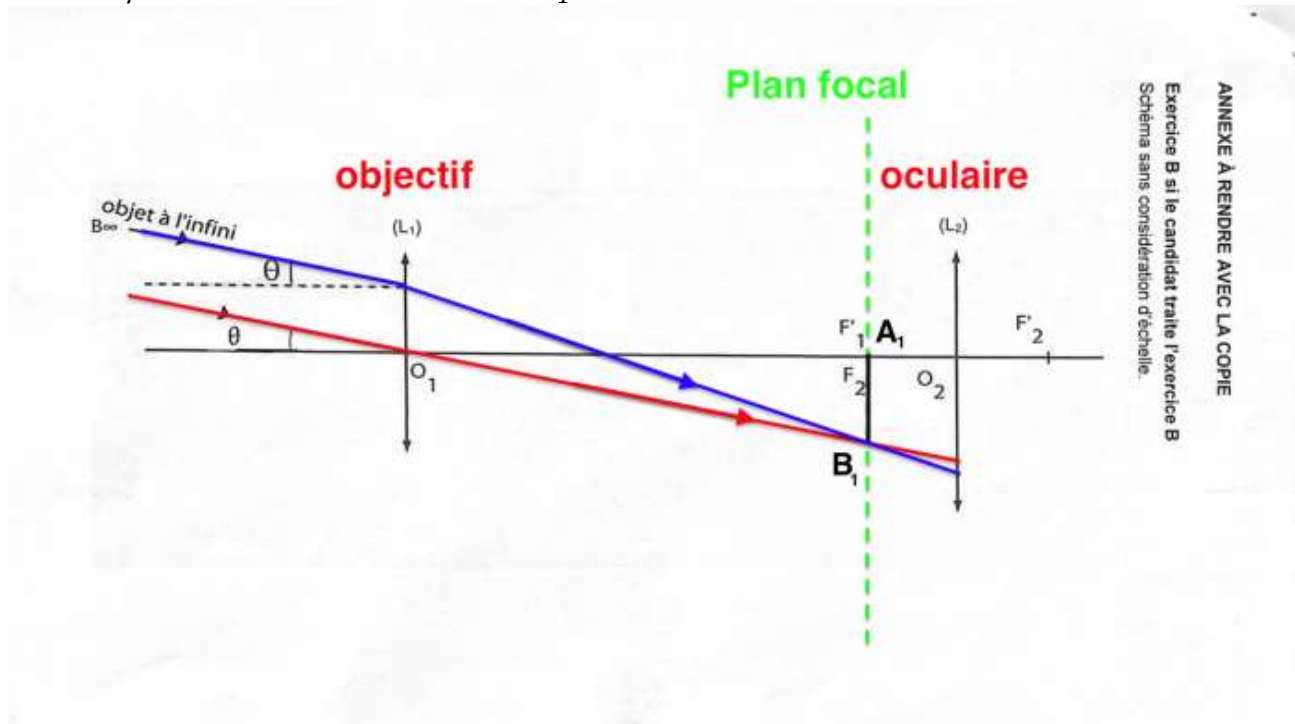
Le rayon lumineux 3 issu de B pénétrant dans la lunette par le centre optique O_1 de la lentille L_1 n'est pas dévié.



Position de B_1 image intermédiaire de B : Comme B est à l'infini, son image B_1 est dans le plan focal image de l'objectif L_1 .



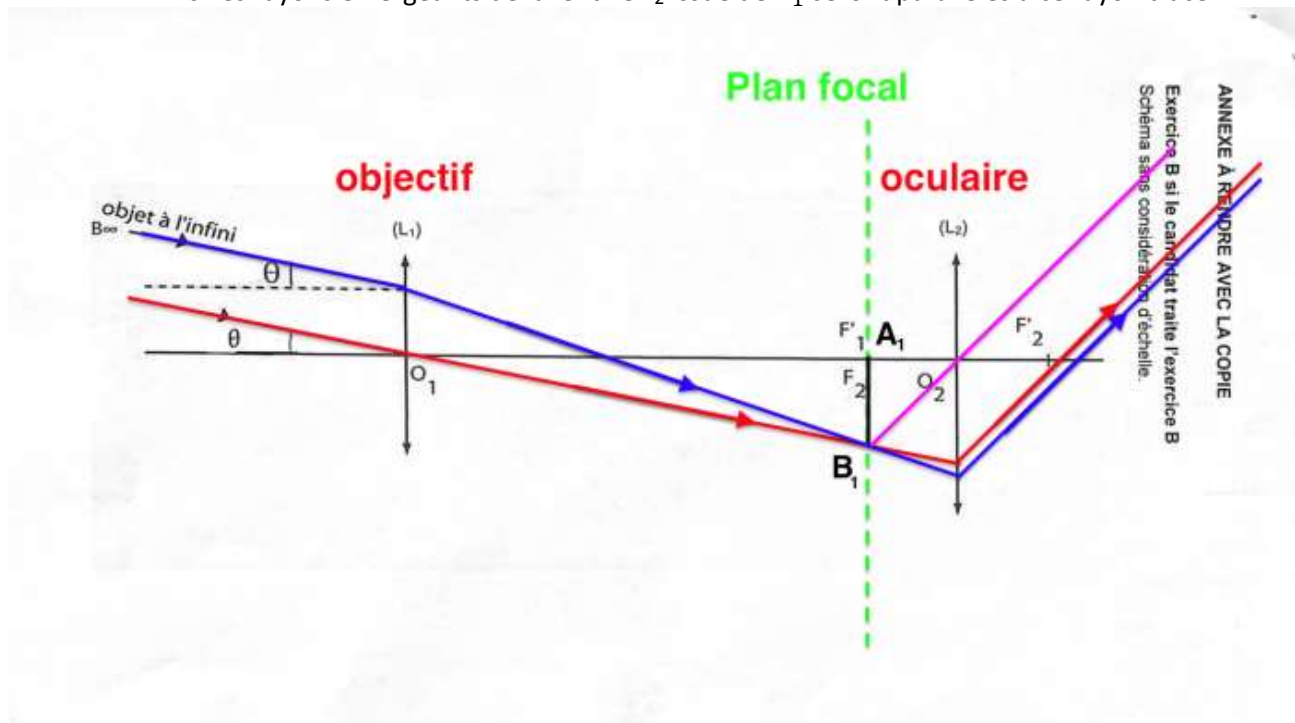
L'autre rayon lumineux issu B est dévié vers B_1 .



5.

Pour les rayons émergents de la lentille L_2 :

- On trace un rayon issu de B_1 passant par O_2 . Ce rayon ne sera pas dévié.
- De plus nous savons que l'image d'un objet situé dans le plan focal objet d'une lentille se forme à l'infini. Ainsi les rayons émergents de la lentille L_2 issue de B_1 seront parallèles à ce rayon tracé.



6.

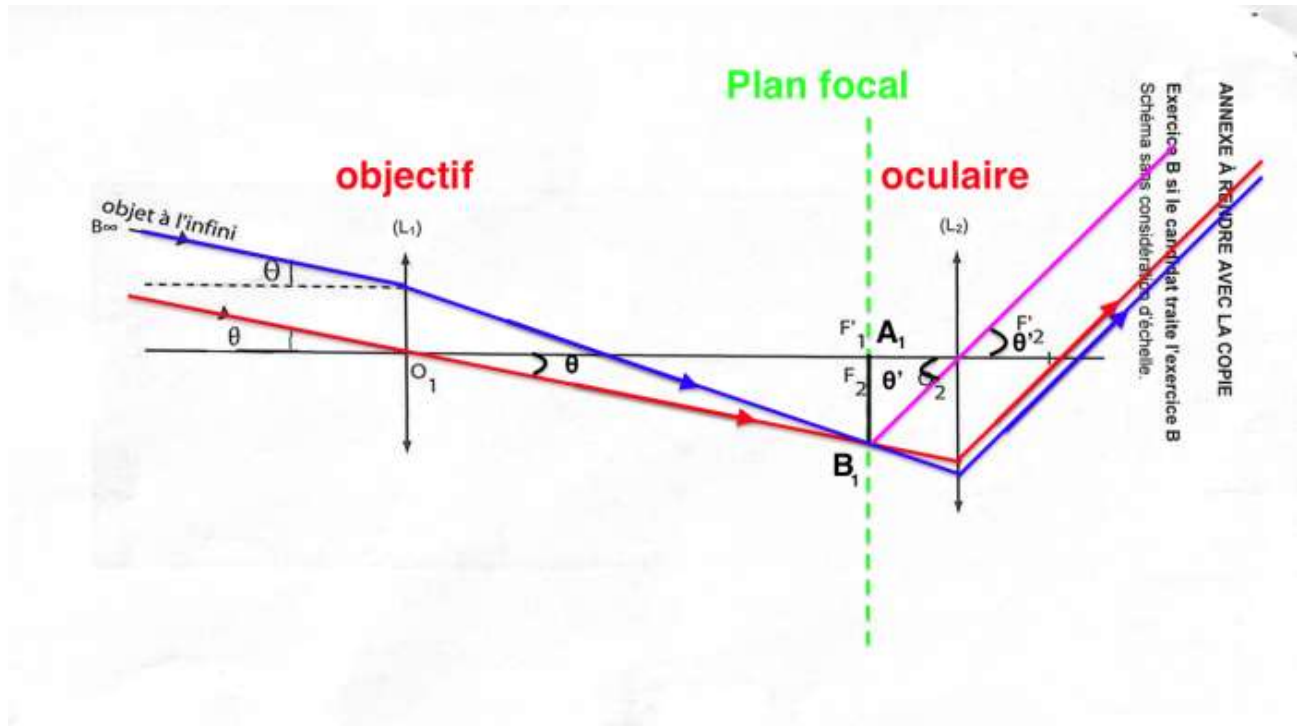
La lentille L_1 , donne de l'objet AB une image A_1B_1 sur le foyer image F'_1 .

Les deux foyers F'_1 et F_2 sont confondus, ainsi la lentille L_2 , donne de l'objet A_1B_1 , une image $A'B'$ à l'infini.

« Un système optique est dit afocal s'il donne d'un objet à l'infini une image à l'infini. »

La lunette est donc afocale.

7.



8.

$$G = \frac{\theta'}{\theta}$$

$$\tan(\theta) \approx \theta = \frac{A_1B_1}{f_1'}$$

$$\tan(\theta') \approx \theta' = \frac{A_1B_1}{f_2'}$$

$$G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{\frac{A_1B_1}{f_2'}}{\frac{A_1B_1}{f_1'}} = \frac{A_1B_1}{f_2'} \times \frac{f_1'}{A_1B_1} = \frac{f_1'}{f_2'}$$

$$G = \frac{f_1'}{f_2'}$$

9.

Oculaire	Grossissement	Observation de Cassini
$f_2' = 6 \text{ mm}$	$G = \frac{f_1'}{f_2'} = \frac{650}{6} = 108$	Oui car $G > 89$
$f_2' = 12,5 \text{ mm}$	$G = \frac{f_1'}{f_2'} = \frac{650}{12,5} = 52$	Non car $G < 89$
$f_2' = 20 \text{ mm}$	$G = \frac{f_1'}{f_2'} = \frac{650}{20} = 32,5$	Non car $G < 89$

Il faut choisir l'oculaire $f_2' = 6 \text{ mm}$ pour pouvoir observer Cassini.