Metropole2023 Sujet 1 CORRECTION Yohan Atlan © https://www.vecteurbac.fr/	
CLASSE : Terminale **VOIE :** ☒ Générale **DURÉE DE L'EXERCICE :** 1h45	**EXERCICE 1** : 11 points **ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ:** PHYSIQUE-CHIMIE **CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui « type collège »

EXERCICE 1 11 points

A la découverte de Saturne

Q1.

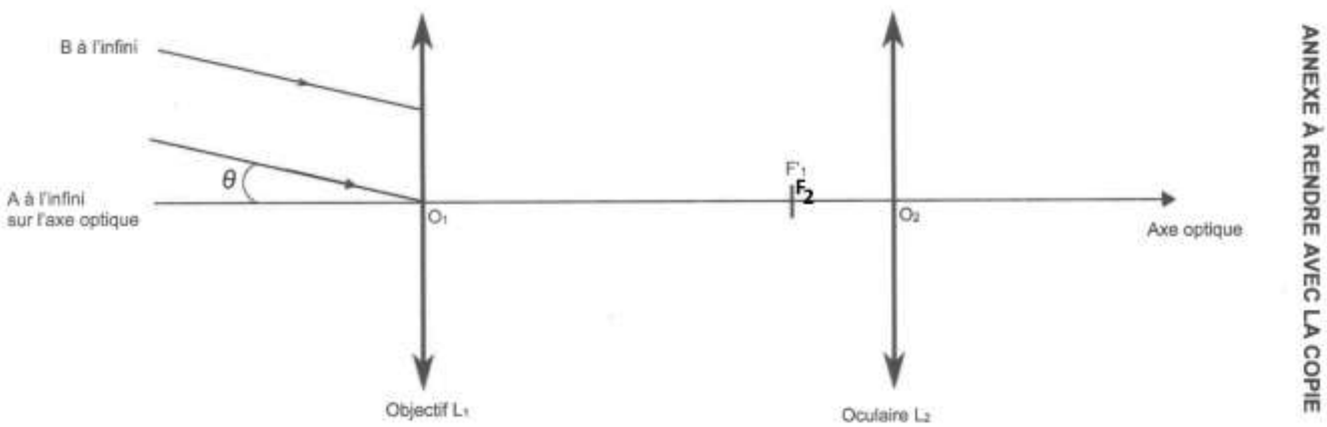
Un système optique est dit afocal s'il donne d'un objet à l'infini une image à l'infini.

Q2.

La lentille L_1, donne de l'objet $A_\infty B_\infty$, une image A_1B_1sur le foyer image F_1'.

Pour que la lentille L_2, donne de l'objet A_1B_1, une image à l'infini, il faut que celui-ci soit sur le foyer F_2.

Ainsi, les deux foyers F_1' et F_2 sont confondus.

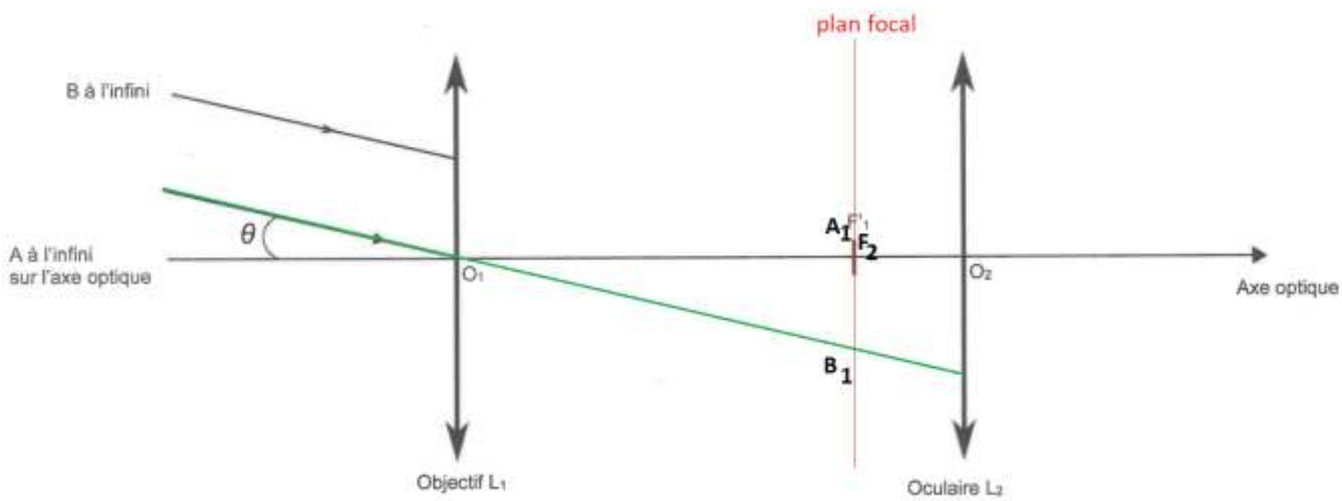


Q3.

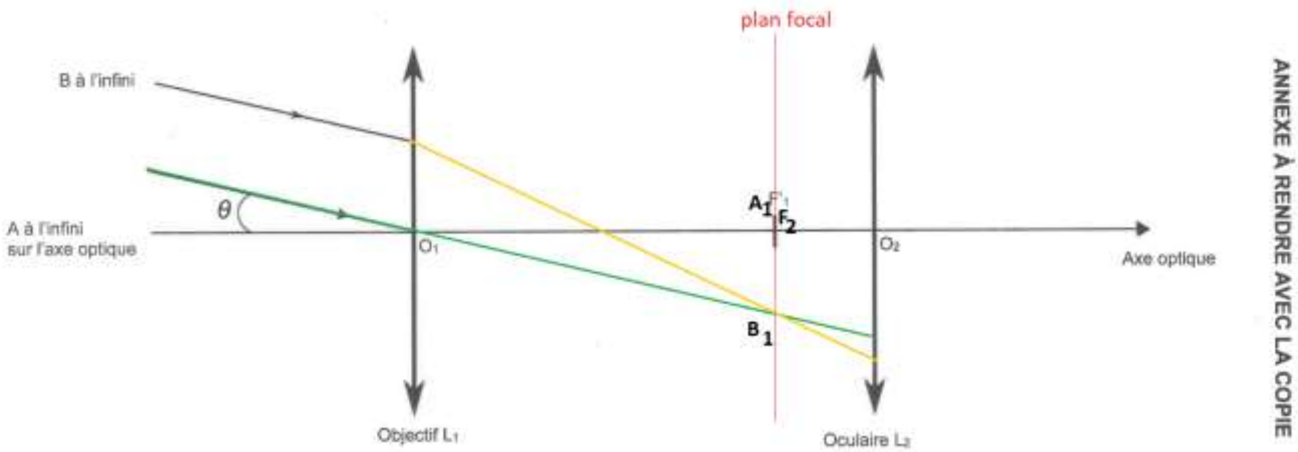
La lentille L_1, donne de l'objet $A_\infty B_\infty$, une image A_1B_1sur le plan focal.

Le rayon issu de B, passant par O_1 n'est pas dévié.

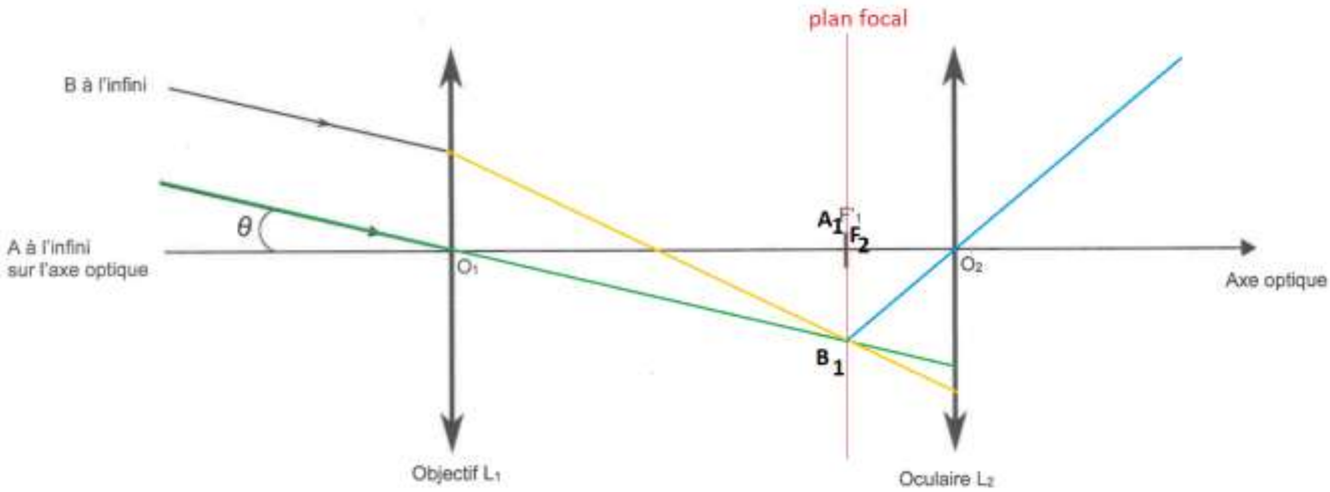
Le point B_1 est défini par l'intersection de ce rayon et le plan focal.



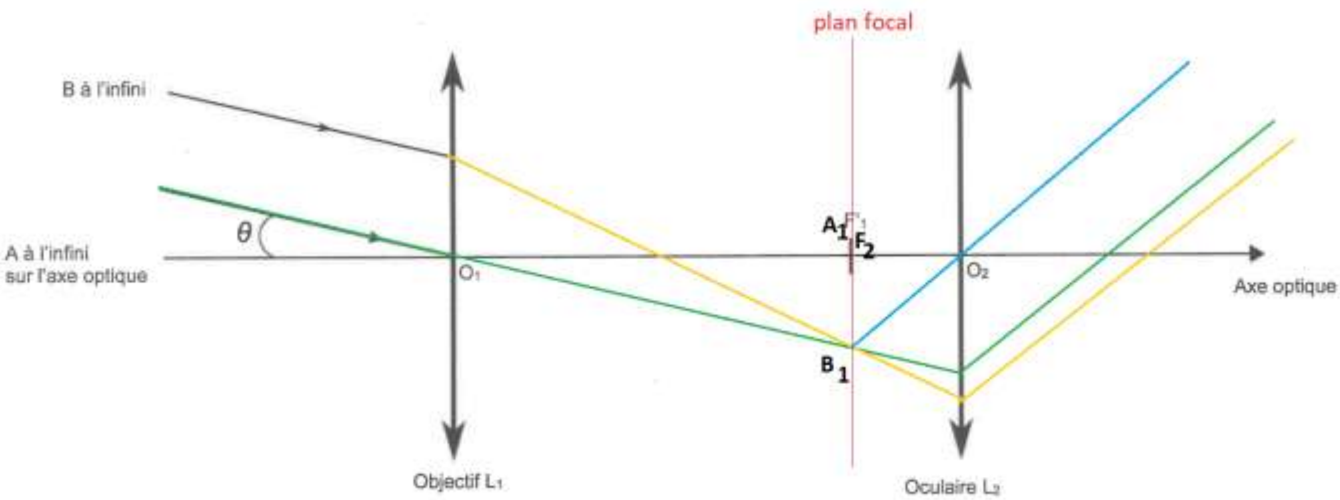
L'autre rayon est parallèle au premier. Il est dévié vers le point B_1



Un rayon issu de B_1 passant par O_2 n'est pas dévié.



A_1B_1 étant sur le plan focal, il donnera une image à l'infini, tous les rayons issus de B_1, passant par la lentille L_2 seront parallèles.



Q4.

L système optique est dit afocal si les deux foyers F_1' et F_2 sont confondus donc si

$O_1O_2 = f_1' + f_2'$

D'après la représentation :

$O_1O_2 = L - l$

$O_1O_2 = 372 - 36$

$O_1O_2 = 336\ \text{cm}$

Or

$f_1' + f_2' = 329 + 7{,}0$

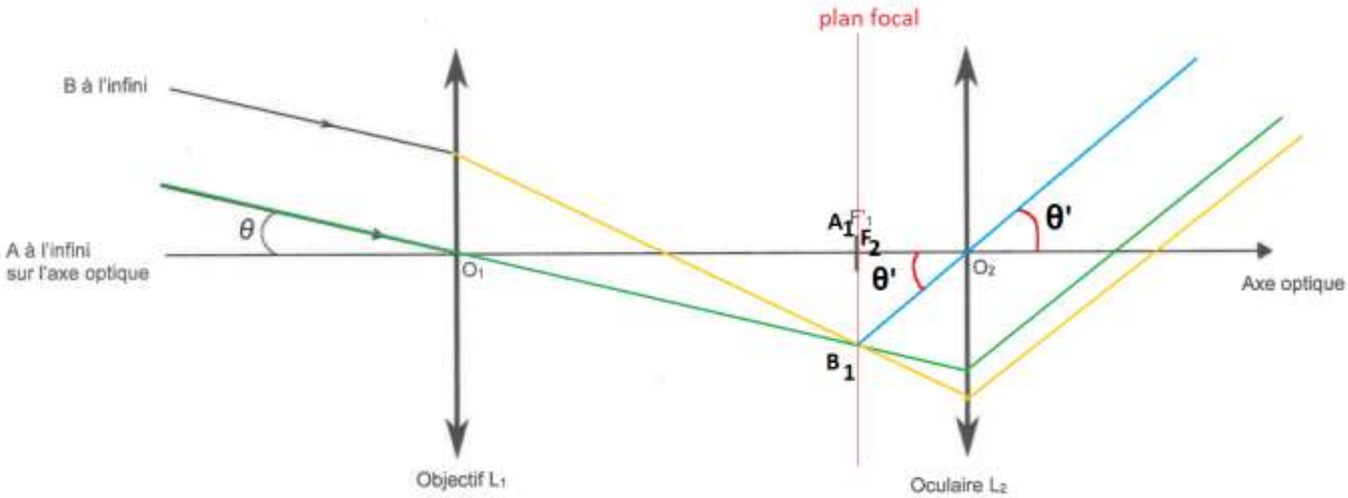
$f_1' + f_2' = 336\ \text{cm}$

On a donc : $O_1O_2 = f_1' + f_2'$

La lunette d'Hygens peut être considérée comme « afocale »

Q5.

θ' est l'angle sous lequel est vue l'image finale en sortie de lunette.

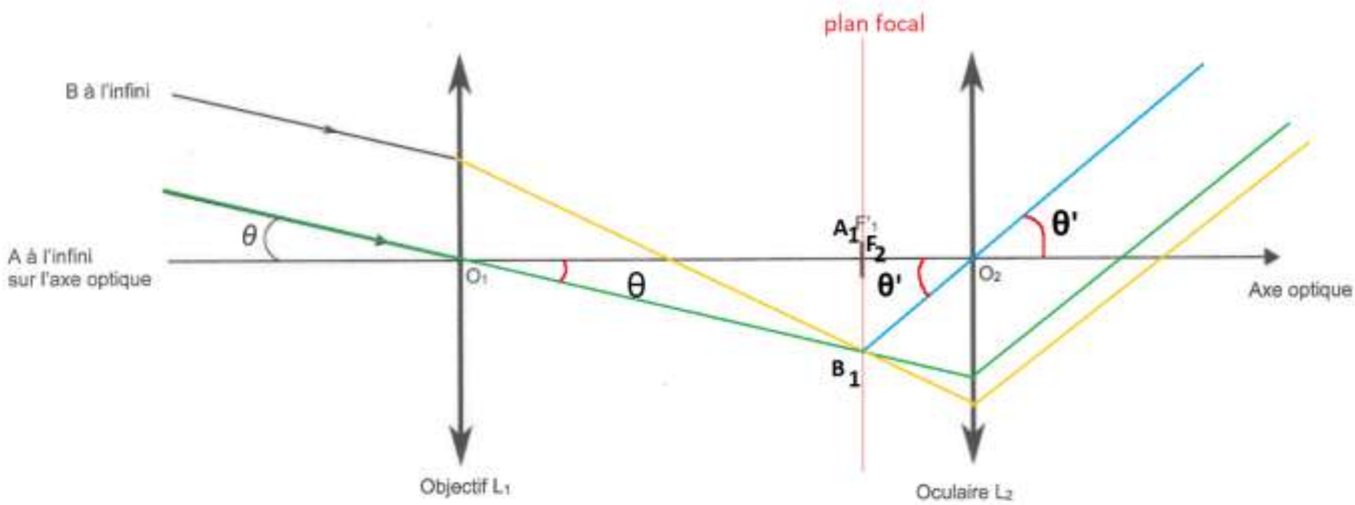


Q6.

Le grossissement G est défini par :

$$G_{Huy} = \frac{\theta'}{\theta}$$

Q7.



$$\tan(\theta) \approx \theta = \frac{A_1B_1}{f_1'}$$
$$\tan(\theta') \approx \theta' = \frac{A_1B_1}{f_2'}$$
$$G_{Huy} = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{\frac{A_1B_1}{f_2'}}{\frac{A_1B_1}{f_1'}} = \frac{A_1B_1}{f_2'} \times \frac{f_1'}{A_1B_1} = \frac{f_1'}{f_2'}$$

Q8.

$$G_{Huy} = \frac{f_1'}{f_2'}$$
$$G_{Huy} = \frac{329}{7{,}0} = 47$$

Q9.

$$\tan(\theta) \approx \theta = \frac{D_{A-B}}{D_{TS}}$$
$$\theta = \frac{D_{A-B}}{D_{TS}} = \frac{3{,}17 \times 10^4}{1{,}42 \times 10^9}$$
$$\theta = 2{,}23 \times 10^{-5}\ \mathrm{rad}$$

Or

$$G_{Huy} = \frac{\theta'}{\theta}$$
$$\frac{\theta'}{\theta} = G_{Huy}$$
$$\theta' = \theta \times G_{Huy}$$
$$\theta' = 2{,}23 \times 10^{-5} \times 47$$
$$\theta' = 1{,}1 \times 10^{-3}\ \mathrm{rad}$$

$\theta' > 3{,}0\ \times 10^{-4}$ rad : Huygens peut donc distinguer la surface de Saturne de son premier anneau en utilisant la lunette.

Q10.

Calculons θ_{diff} pour la lunette de Galilée et pour la lunette de Huygens :

$$\theta_{diff} = 1{,}22 \times \frac{\lambda}{a}$$

Pour la lunette de Galilée

$$\theta_{diff,gal} = 1{,}22 \times \frac{\lambda}{a}$$
$$\theta_{diff,gal} = 1{,}22 \times \frac{550 \times 10^{-9}}{29{,}0 \times 10^{-3}}$$
$$\theta_{diff,gal} = 2{,}31 \times 10^{-5}\ \mathrm{rad}$$

$\theta_{diff,gal} < \theta = 2{,}23 \times 10^{-5}$ rad : le phénomène de diffraction a empêché Galilée d'observer les anneaux de Saturne.

Pour la lunette de Huygens

$\theta_{diff,Huy} = 1{,}22 \times \frac{\lambda}{a}$

$\theta_{diff,Huy} = 1{,}22 \times \frac{550 \times 10^{-9}}{51{,}0 \times 10^{-3}}$

$\theta_{diff,Huy} = 1{,}32 \times 10^{-5}\ \mathrm{rad}$

$\theta_{diff,Huy} > \theta = 2{,}23 \times 10^{-5}\ \mathrm{rad}$: le phénomène de diffraction n'a pas empêché Huygens d'observer les anneaux de Saturne.

Q11.

Huygens divise la trajectoire de Titan en 16 pour pouvoir en donner une position précise.

« Après le 25 mars 1655, à savoir le 10 avril, le satellite a été vu à
la même position qu'il occupait à cette première date » : du 25 mars au 10 avril il y a 16 jours

« De même, le 3 et le 19 avril de cette même année des positions identiques furent observées » : du 3 au 19 avril il y a 16 jours
« de même encore le 13 et le 29 de ce mois» : du 13 au 29 il y a 16 jours.

Tout les 16 jours la position occupée est identique. Ainsi, Huygens divise la trajectoire de Titan en 16 pour pouvoir faire une mesure par jour et qu'au bout de 16 jours (sa période) le cycle recommance.

Q12.

$\overrightarrow{F_{S/T}} = G\,.\frac{M_S \times M_T}{R^2}\vec{u}_N$

Q13.

Système : Titan
Référentiel : saturnocentrique supposé galiléen.

D'après la 2nd loi de Newton :

$\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = M_T\vec{a}$

$\overrightarrow{F_{S/T}} = M_T\vec{a}$

$G\,.\frac{M_S \times M_T}{R^2}\vec{u}_N = M_T\vec{a}$

$\vec{a} = G\,.\frac{M_S}{R^2}\vec{u}_N$

Pour un mouvement circulaire, dans le repère de Frenet, le vecteur accélération est de la forme:

$\vec{a} = \frac{v^2}{R}\vec{u}_N + \frac{dv}{dt}\vec{u}_T$

L'accélération étant unique, par identification :

1) $\frac{dv}{dt} = 0$ donc la vitesse est constante : le mouvement est uniforme

2) $\frac{v^2}{R} = G \cdot \frac{M_S}{R^2}$

$$\frac{v^2}{R} = G \cdot \frac{M_S}{R^2}$$

$$v^2 = G \cdot \frac{M_S}{R}$$

$$v = \sqrt{G \cdot \frac{M_S}{R}}$$

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_S}{R}}$$

Q14.

La période de révolution est :

$$T = \frac{\text{Périmètre d'un cercle}}{\text{vitesse}} = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi R}{\sqrt{\frac{G \cdot M_S}{R}}} = 2\pi R\sqrt{\frac{R}{G \cdot M_S}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{R^2 \frac{R}{G \cdot M_S}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{R^3}{G \cdot M_S}}$$

$$T_{Kep} = 2\pi\sqrt{\frac{(1{,}22 \times 10^6 \times 10^3)^3}{6{,}67 \times 10^{-11} \times 5{,}68 \times 10^{26}}}$$

$$T_{Kep} = 1{,}38 \times 10^6 \text{s}$$

$$T_{Kep} = 15 \text{ jours } 23 \text{ heures } 20 \text{ min}$$

$$T_{Huy} = 15 \text{ jours } 23 \text{ heures } 13 \text{ min}$$

T_{Kep} et T_{Huy} sont identiques.