Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + Physique, veuillez visiter :
bac-maths-physique.fr/annales-sujets-et-corriges

Bac Métropole 2023 Jour 1 CORRECTION © https://labolycee/org

EXERCICE I : À LA DÉCOUVERTE DE SATURNE (11 pts)

1. Observation de Saturne par Huygens

Q1. Un instrument optique afocal donne d'un objet observé à l'infini, une image également observée à l'infini (Cela permet à l'œil de l'observateur de ne pas accommoder et ainsi d'éviter la fatigue visuelle).

Q2. et **Q3.** : Voir ANNEXE en fin de corrigé

Q2. *Explications (non demandées) :* Pour qu'une lunette astronomique soit afocale, le foyer objet F_2 de la lentille L_2 doit être confondue avec le foyer image F'_1 de la lentille L_1. Le foyer image F'_2 est le symétrique de F_2 par rapport à la lentille L_1.

Q3. *Explications (non demandées) :* L'objet B étant à l'infini, l'image intermédiaire B_1 se forme dans le plan focal image de la lentille L_1.
Les rayons entrants dans la lentille L_1 sont parallèles entre eux : ils émergent tous par le point image intermédiaire B_1.
Les rayons issus de l'image intermédiaire B_1, située dans le plan focal objet de la lentille L_2, ressortent tous parallèles entre eux. Pour trouver leur direction, la solution la plus simple est de tracer le rayon B_1O_2 qui ressort de la lentille L_2 en étant non dévié.

Q4. D'après les données, pour la lunette de Huygens, $f_1' = 329$ cm et $f_2' = 7{,}0$ cm.

Pour que la lunette soit afocale, il faut que la distance entre l'objectif et l'oculaire soir égale à $f_1' + f_2'$ soit $329 + 7{,}0 = 336$ cm
D'après la figure **4.** Cette distance vaut $372 - 36 = 336$ cm : la lunette peut être considérée comme afocale.

Q5. θ': Voir ANNEXE en fin de corrigé

Q6. Par définition du grossissement de la lunette : $G_{Huy} = \dfrac{\theta'}{\theta}$

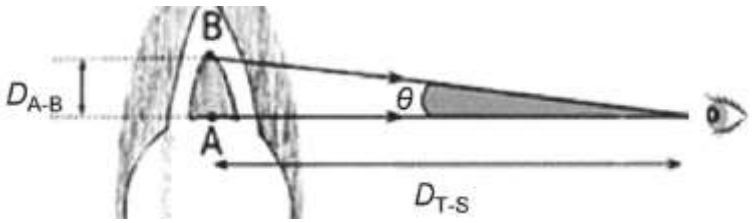
Q7. Dans le triangle $O_1A_1B_1$: $\tan\theta = \dfrac{\mathbf{A_1B_1}}{\mathbf{O_1A_1}} = \dfrac{\mathbf{A_1B_1}}{f_1'} \approx \theta$ (approximation des petits angles).

Dans le triangle $O_2A_1B_1$: $\tan\theta' = \dfrac{\mathbf{A_1B_1}}{\mathbf{O_2A_1}} = \dfrac{\mathbf{A_1B_1}}{f_2'} \approx \theta'$ (approximation des petits angles).

Ainsi, $G_{Huy} = \dfrac{\theta'}{\theta} = \dfrac{\mathbf{A_1B_1}}{f_2'} \times \dfrac{f_1'}{\mathbf{A_1B_1}} = \dfrac{f_1'}{f_2'}$.

Q8. $G_{Huy} = \dfrac{329 \text{ cm}}{7{,}0 \text{ cm}} = 47$

Q9. En s'inspirant du schéma de la figure 5. $\tan\theta = \dfrac{D_{A-B}}{D_{T-S}} \approx \theta$ (approximation des petits angles).



Donc $\theta = \frac{3{,}17\times10^{4}\ \text{km}}{1{,}42\times10^{9}\ \text{km}} = 2{,}23\times10^{-5}$ rad (l'approximation des petits angles n'est valable qu'en radian).

En utilisant la définition du grossissement : $G_{Huy} = \frac{\theta'}{\theta}$ donc $\theta' = G_{Huy}\times\theta$

$\theta' = 47\times2{,}23\times10^{-5}$ rad $= 1{,}0\times10^{-3}$ rad

Cette valeur est supérieure à $3{,}0\times10^{-4}$ rad, condition indiquée dans l'énoncé pour distinguer deux points donc Huygens a pu distinguer Saturne de ses anneaux à travers sa lunette.

Q10. $\theta_{diff} = 1{,}22.\frac{\lambda}{a}$

Pour Galilée : $\theta_{diff} = 1{,}22\times\frac{550\times10^{-9}}{29{,}0\times10^{-3}} = 2{,}31\times10^{-5}$ rad

On a calculé précédemment que vu depuis la Terre $\theta = 2{,}23\times10^{-5}$ rad.

Donc $\theta_{diff} > \theta$, ce qui confirme qu'à cause du phénomène de diffraction Galilée ne pouvait pas distinguer Saturne de ses anneaux.

Pour Huygens : $\theta_{diff} = 1{,}22\times\frac{550\times10^{-9}}{51{,}0\times10^{-3}} = 1{,}32\times10^{-5}$ rad $< \theta$ ainsi Huygens a pu observer les anneaux.

2. Observation de Saturne par Huygens

Q11. Huygens a constaté plusieurs fois qu'il fallait 16 jours* pour revoir Titan au même point : il s'agit de la période de révolution de Titan autour de Saturne d'où l'idée de diviser sa trajectoire en 16 : une observation par jour à la même heure.

* le 25 mars et le 10 avril ; le 3 et le 19 avril ; le 13 et le 29.

Q12. $\overrightarrow{F_{S/T}} = G.\frac{M_T.M_S}{R^2}.\overrightarrow{u_n}$

Q13. Système : {Titan} de masse M_T

Référentiel : saturnocentrique considéré galiléen

Inventaire des forces : uniquement la force d'attraction gravitationnelle exercée par Saturne $\overrightarrow{F_{S/T}}$

Deuxième loi de Newton ($\sum\vec{F} = M_T.\vec{a}$) : $\overrightarrow{F_{S/T}} = M_T.\vec{a}$ donc $G.\frac{M_T.M_S}{R^2}.\overrightarrow{u_n} = M_T.\vec{a}$ donc $\vec{a} = \frac{G.M_S}{R^2}.\overrightarrow{u_n}$

Dans le repère de Frenet, pour un mouvement circulaire $\vec{a} = \frac{v^2}{R}.\overrightarrow{u_n} + \frac{dv}{dt}\overrightarrow{u_t}$.

Par analogie entre ces deux expressions de $\vec{a}$, on en déduit que :

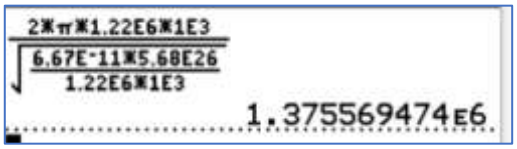
- selon $\overrightarrow{u_t}$: $\frac{dv}{dt} = 0$ donc v = constante : le mouvement est uniforme.

- selon $\overrightarrow{u_n}$: $\frac{v^2}{R} = \frac{G.M_S}{R^2} \Leftrightarrow v^2 = \frac{G.M_S}{R} \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{G.M_S}{R}}$

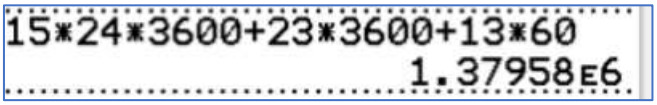
Q14. La vitesse étant constante, on peut écrire : $v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{2\pi.R}{T_{Kep}}$ pour une révolution.

Donc $T_{Kep} = \frac{2\pi.R}{v} = \frac{2\pi.R}{\sqrt{\frac{G.M_S}{R}}}$ d'après la question Q13.

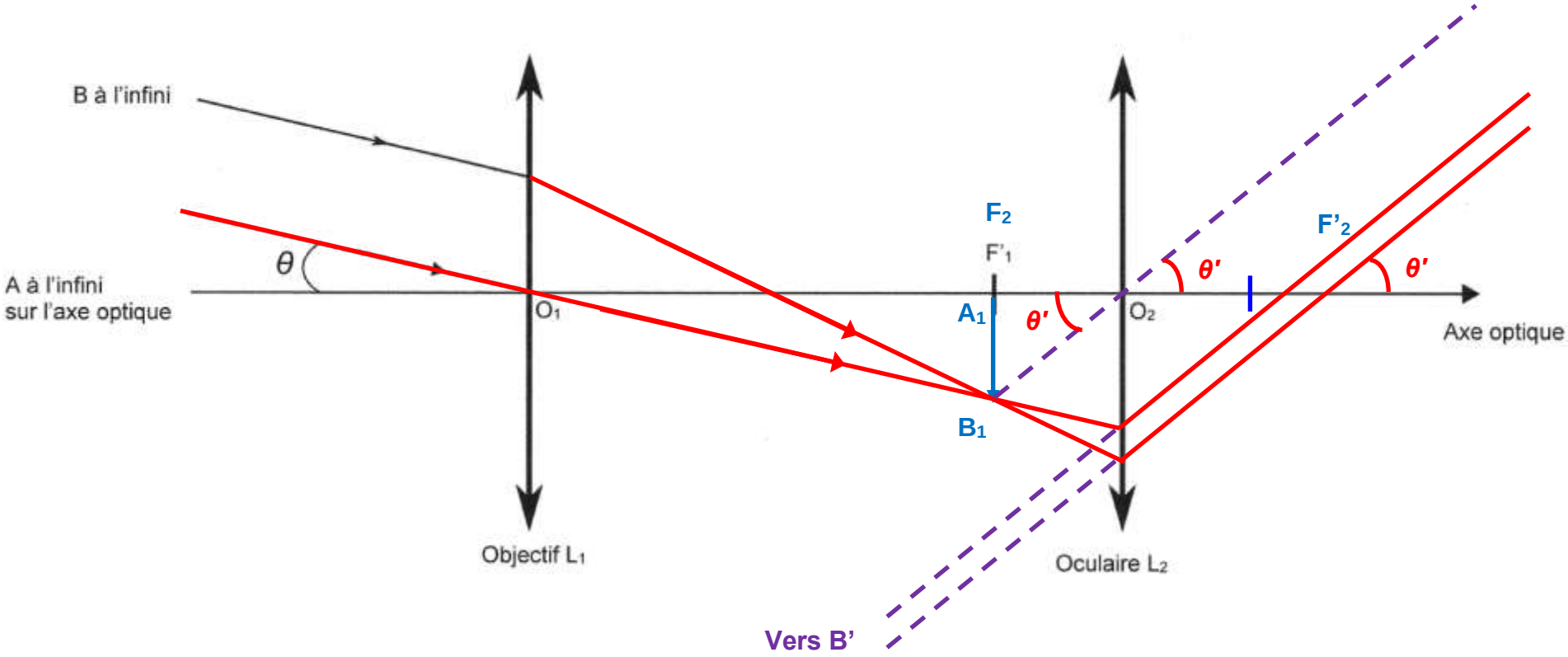
Ainsi, $T_{Kep} = \frac{2\pi \times 1,22 \times 10^6 \times 10^3 \text{ m}}{\sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \text{SI} \times 5,68 \times 10^{26} \text{ kg}}{1,22 \times 10^6 \times 10^3 \text{ m}}}} = 1,38 \times 10^6 \text{ s}$



La valeur trouvée par Huygens était 15 jours, 23 heures et 13 minutes soit :
$15 \times 24 \times 3600 + 23 \times 3600 + 13 \times 60 = 1\,379\,580$ s = $1,38 \times 10^6$ s ce qui est (avec 3 CS) la même valeur que celle prédite par la mécanique de Newton.



ANNEXE questions Q2.,Q3.,Q5.



Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.