Centres étrangers 2 2022 Jour 1 **Correction © https://labolycee.org**

Spécialité physique-chimie

EXERCICE A. OBSERVATION D'UN SATELLITE (5 pts, 53 minutes)

Mots-clés : deuxième loi de Newton ; période de révolution ; lunette astronomique.

Orbite d'un satellite Starlink

1. Justifier à l'aide de la deuxième loi de Newton que le mouvement du satellite est uniforme.

Système : {Satellite Starlink} de masse m Référentiel : géocentrique considéré galiléen

Inventaire des forces :

uniquement la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre

Deuxième loi de Newton :

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

$\dfrac{G.m.M_T}{OS^2}.\overrightarrow{u_n} = m.\vec{a}$ où $\overrightarrow{u_n}$ est un vecteur unitaire radial et centripète

$\vec{a} = \dfrac{G.M_T}{(R_T+h)^2}.\overrightarrow{u_n}$

Dans le repère de Frenet, $\vec{a} = \dfrac{dv}{dt}.\overrightarrow{u_\tau} + \dfrac{v^2}{R_T+h}.\overrightarrow{u_n}$

Par analogie entre ces deux expressions de $\vec{a}$, on en déduit que $\dfrac{dv}{dt} = 0$.

Le mouvement du satellite Starlink est bien uniforme si la trajectoire est considérée circulaire.

2. Définir puis exprimer la période de révolution *T* en fonction de la vitesse v_S du satellite, du rayon terrestre R_T et de l'altitude *h* du satellite.

La période de révolution T est la durée nécessaire pour que la satellite parcourt son orbite circulaire de périmètre $2\pi.(R_T+h)$.

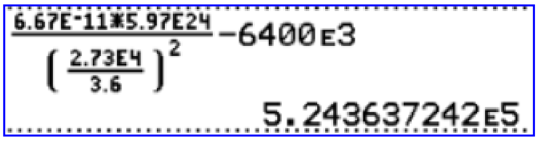
Ainsi $v_S = \dfrac{2\pi.(R_T+h)}{T}$, soit $T = \dfrac{2\pi.(R_T+h)}{v_S}$

3. À l'aide de la deuxième loi de Newton, exprimer $R_T + h$ en fonction de G, M_T et v_S.

Par analogie entre les deux expressions de $\vec{a}$, on déduit aussi que $\dfrac{v_S^2}{R_T+h} = \dfrac{G.M_T}{(R_T+h)^2}$

$v_S^2 = \dfrac{G.M_T}{(R_T+h)}$ donc $(R_T+h) = \dfrac{G.M_T}{v_S^2}$

4. Calculer l'altitude *h* du satellite. Commenter.



$h = \dfrac{G.M_T}{v_S^2} - R_T$

$h = \dfrac{6{,}67\times10^{-11}\times5{,}97\times10^{24}}{\left(\dfrac{2{,}73\times10^4}{3{,}6}\right)^2} - 6400\times10^3$ = $5{,}24\times10^5$ m = 524 km.

Ce résultat est en accord avec les données qui donnaient h comprise entre 340 et 1 200 km.

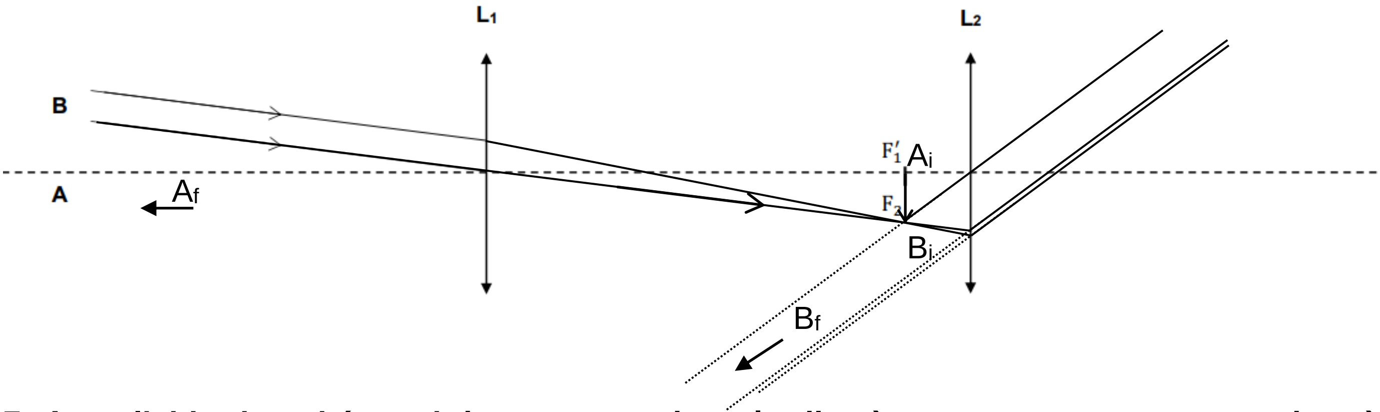
Observation du satellite

5. Donner la signification du terme afocal.

Un instrument d'optique afocal donne d'un objet à l'infini une image à l'infini.

Pour cela, il faut que le foyer image F_1' de l'objectif soit confondu avec le foyer objet F_2 de l'oculaire.

6. Le satellite est schématisé comme un objet AB perpendiculaire à l'axe optique, situé très loin de l'objectif (à « l'infini »). Sur l'annexe à rendre avec la copie, construire l'image intermédiaire, A_iB_i, de AB, donnée par l'objectif, puis construire l'image finale, A_fB_f de l'objet AB par la lunette astronomique.

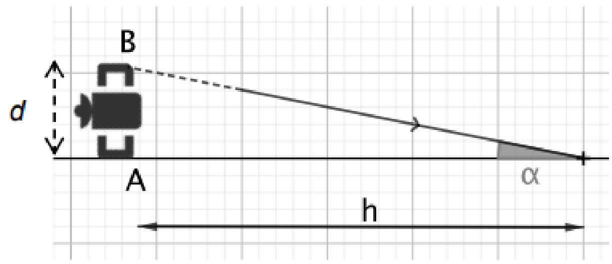


7. Avec l'aide du schéma ci-dessous, exprimer le diamètre apparent *α* correspondant à l'angle sous lequel les deux extrémités A et B du satellite sont observées depuis la surface de la Terre dans les conditions les plus favorables.

$\tan \alpha = \dfrac{d}{h}$

Pour de petits angles exprimés en radians, alors $\tan \alpha \approx \alpha$

donc $\alpha = \dfrac{d}{h}$



8. Indiquer si les points A et B d'un satellite Starlink peuvent être distingués à l'œil nu. On suppose que *h* = 520 km.

La taille d'un satellite est d'environ *d* = 1,0 m.

$\alpha = \dfrac{d}{h}$

$\alpha = \dfrac{1{,}0}{520 \times 10^3} = 1{,}9\times10^{-6}$ rad $< \alpha_{min} = 2{,}9\times10^{-4}$ rad

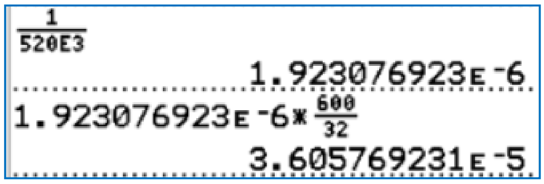
À l'œil nu, il n'est pas possible de distinguer les points A et B d'un satellite.

9. Montrer que la lunette utilisée dans cette exercice ne permet pas d'observer les détails d'un satellite Starlink.

À l'aide de la lunette, on observe le satellite sous un angle α'.

$\dfrac{\alpha'}{\alpha} = \dfrac{f_1'}{f_2'}$ donc $\alpha' = \dfrac{f_1'}{f_2'}.\alpha$

$\alpha' = \dfrac{600 \text{ mm}}{32 \text{ mm}} \times 1{,}9 \times 10^{-6} = 3{,}6\times10^{-5}$ rad $< \alpha_{min}$



Donc on ne peut pas observer les détails d'un satellite.