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

Exercice 2 – Observer l'ISS (5,5 points)

Le vendredi 23 avril 2021, le spationaute Thomas Pesquet a décollé du Centre Spatial Kennedy, situé aux États-Unis, en direction de la Station Spatiale Internationale (ISS) pour une durée d'environ 200 jours.

L'ISS est une station spatiale qui tourne autour de la Terre, sur orbite terrestre basse.

Les objectifs de cet exercice sont l'étude du mouvement de l'ISS autour de la Terre et l'observation de la station à l'aide d'une lunette astronomique.



Thomas Pesquet – D'après « Télérama »

Données et hypothèses :

- constante de gravitation universelle : $G = 6{,}67\times10^{-11}$ m^3·kg^{-1}·s^{-2} ;
- l'étude est conduite dans le référentiel géocentrique supposé galiléen ;
- dans tout l'exercice les angles sont considérés très inférieurs à 1 radian ;
- approximation des petits angles en radian : pour θ << 1 rad, on peut écrire $\tan(\theta) = \theta$;
- le pouvoir séparateur ε de l'œil correspond au plus petit angle permettant de distinguer deux points très proches : $\varepsilon = 2{,}9\times10^{-4}$ rad ;
- masse de la Terre : $M_T = 5{,}97\times10^{24}$ kg ;
- rayon de la Terre : $R_T = 6\,371$ km ;
- la Terre est assimilée à une sphère de centre O ;
- le centre de masse de l'ISS est noté S ;
- la masse de l'ISS est notée m ;
- seule l'interaction entre la Terre et l'ISS est prise en compte ;
- le mouvement de l'ISS est considéré circulaire dans le référentiel géocentrique : l'ISS décrit un cercle de centre O et de rayon $R_S = 6\,771$ km, ce qui correspond à une altitude de 400 km ;
- l'ISS mesure 108 m de long et 74 m de large ;
- caractéristiques de la lunette astronomique commerciale utilisée :

	Objectif	Oculaire (Oc_A)	Oculaire (Oc_B)
Distance focale (mm)	400	50	20

D'après www.stelvision.com

1. Le mouvement de l'ISS

Q1. Schématiser, la Terre et l'ISS, sans souci d'échelle, en précisant le sens de rotation de l'ISS. Placer sur ce schéma le repère de Frenet (S ; $\overrightarrow{u_T}$, $\overrightarrow{u_N}$).

Q2. Écrire, dans ce repère, l'expression vectorielle de la force de gravitation $\overrightarrow{F}$ à laquelle est soumise l'ISS de la part de la Terre. Représenter cette force sans souci d'échelle sur le schéma de la question **Q1**.

Q3. Montrer que le vecteur accélération du centre de masse de l'ISS s'écrit : $\overrightarrow{a_S} = \frac{G\cdot M_T}{R_S^2}\cdot\overrightarrow{u_N}$. En déduire la nature du mouvement de l'ISS.

Q4. Établir l'expression de la vitesse v_S du centre de masse de l'ISS en fonction de G, M_T et R_S. Calculer sa valeur.

Q5. Montrer que la période T de révolution de l'ISS autour de la Terre et le rayon R_S du cercle décrit par l'ISS sont reliés par la troisième loi de Kepler :

$$\frac{T^2}{R_S^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_T}$$

Q6. Calculer le nombre de rotations effectuées par l'ISS autour de la Terre durant les 200 jours que dure la mission.

2. La lunette astronomique

Afin d'observer l'ISS lors d'un de ses passages au-dessus de la France, il est possible d'utiliser une lunette astronomique commerciale. Dans le cadre de cet exercice, la lunette utilisée est équipée d'un objectif et de deux oculaires différents, notés (Oc_A) et (Oc_B). On se propose de modéliser cette lunette à l'aide de deux lentilles minces convergentes successives : l'objectif, noté (L_1) de centre (O_1), et l'oculaire, noté (L_2) de centre (O_2).

Q7. La lunette astronomique étudiée est afocale. Sur l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, placer les foyers de l'objectif et ceux de l'oculaire dans le cas de l'utilisation de l'oculaire (Oc_A).

Q8. Tracer, sur l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, la marche des deux rayons lumineux incidents représentés, à travers la lunette astronomique. Construire notamment l'image intermédiaire A_1B_1 de l'objet $A_\infty B_\infty$ situé à l'infini. Faire apparaître l'angle θ' sous lequel on observe l'image finale à travers la lunette astronomique.

Q9. Exprimer le grossissement G de la lunette astronomique en fonction des angles θ et θ', θ étant l'angle sous lequel l'objet $A_\infty B_\infty$ est vu à l'œil nu.

On admet que le grossissement s'écrit $G = \frac{f_1'}{f_2'}$ où f_1' et f_2' sont les distances focales respectivement de l'objectif et de l'oculaire.

Q10. Calculer les deux valeurs de grossissement possibles pour cette lunette astronomique.

Dans les conditions de luminosité adéquates, on peut distinguer des éléments de l'ISS avec certaines lunettes astronomiques.

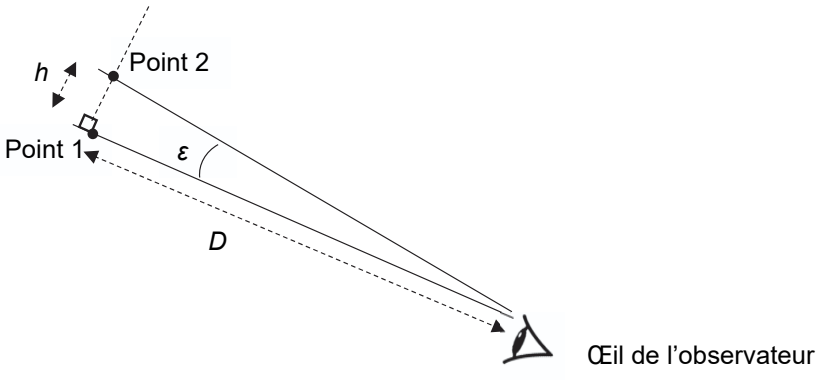
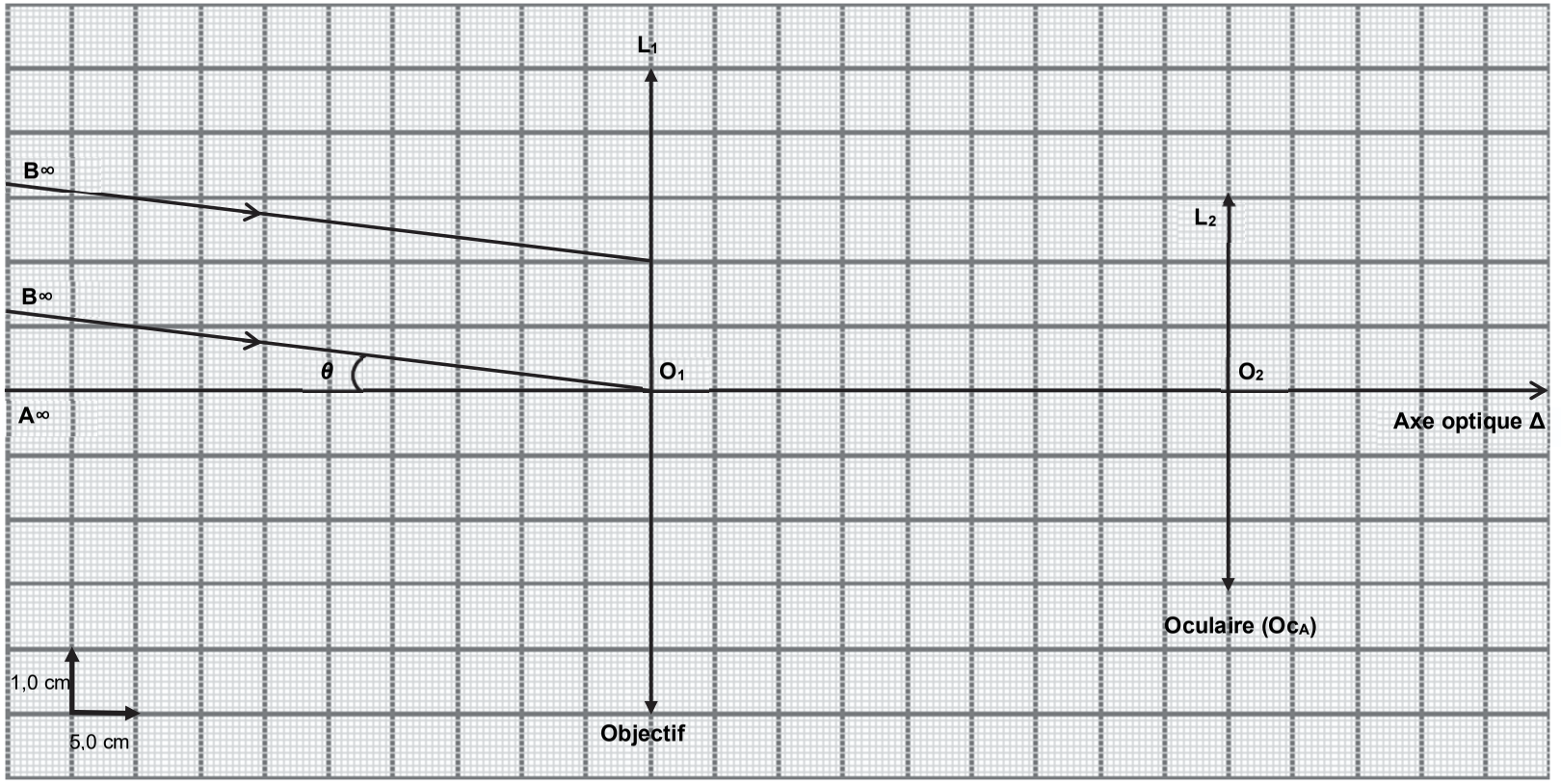


Figure 1. Construction géométrique permettant de déterminer l'angle ε
sous lequel on voit deux points distants de h, observés à une distance D

Q11. À l'aide de la figure 1, vérifier que la lunette astronomique commerciale utilisée permet de distinguer deux extrémités de l'ISS. Commenter la faisabilité pratique de cette observation.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE



Modélisation d'une lunette astronomique commerciale

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.