EXERCICE C. UNE EXOPLANETE : 51PEG_b (5 POINTS)

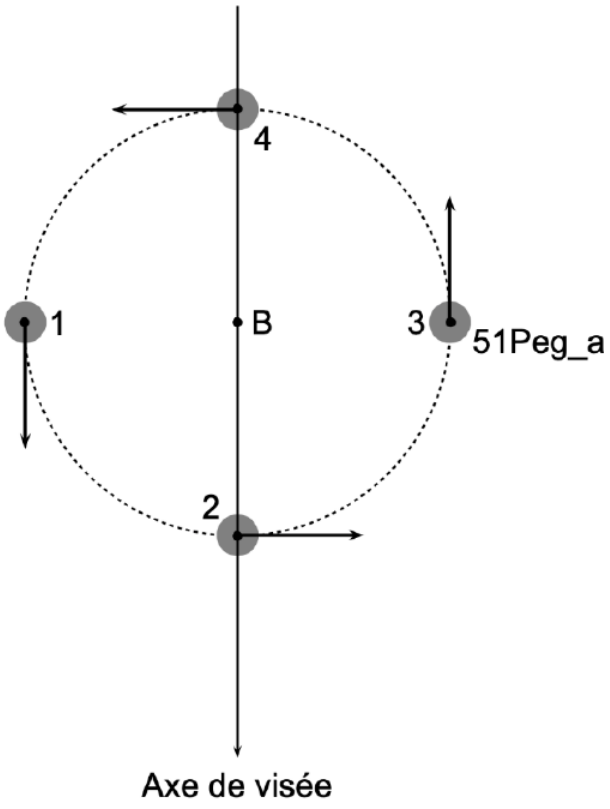
En 2019, Michel Mayor et Didier Queloz obtiennent le prix Nobel pour la découverte en 1995 d'une exoplanète, nommée 51Peg_b, orbitant autour d'une étoile de type solaire, nommée 51Peg_a.

Données :

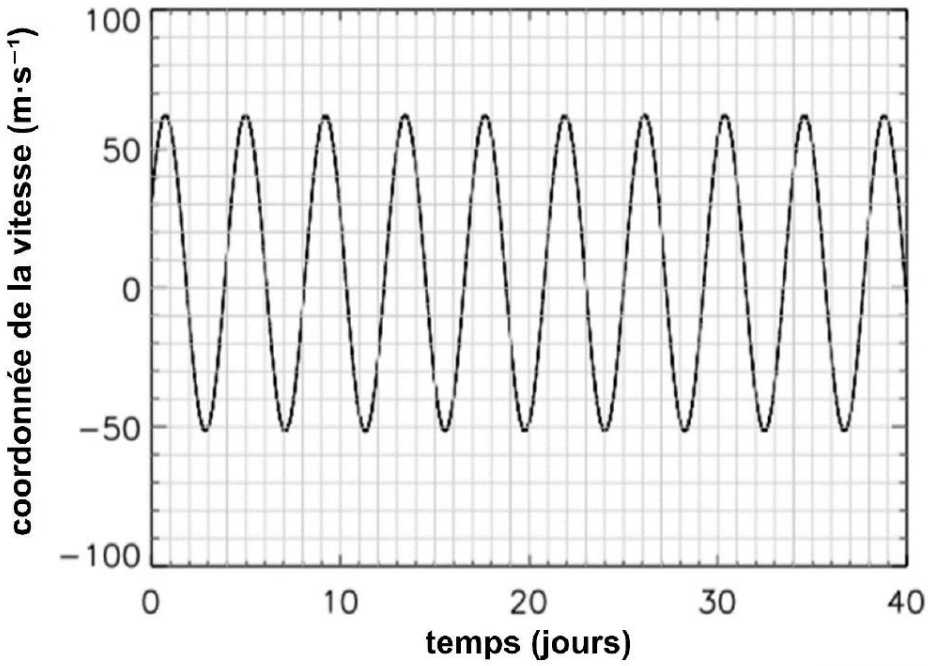
- distance entre la Terre et l'étoile 51Peg_a : $D_{Terre\text{-}51Peg_a} = 4{,}53 \times 10^{17}$m ;
- masse de l'étoile 51Peg_a : $M_{51Peg_a} = 1{,}89 \times 10^{30}$ kg ;
- masse du Soleil : $M_{Soleil} = 1{,}989 \times 10^{30}$ kg ;
- constante de gravitation universelle : $G = 6{,}6742 \times 10^{-11}$ $m^3 \cdot s^{-2} \cdot kg^{-1}$.

A. Étude du système double 51Peg

Dans le cas du système double, constitué de l'exoplanète 51Peg_b et de son étoile 51Peg_a, les deux astres orbitent chacun autour du centre de masse B du système double. L'étoile 51Peg_a est animée d'un mouvement circulaire uniforme autour de B qui se manifeste par une variation de la coordonnée de son vecteur-vitesse selon l'axe de visée. Sur la figure suivante, le vecteur-vitesse de l'étoile est représenté par une flèche. Sa coordonnée selon l'axe de visée est : positive et maximale pour la position 1 ; nulle pour les positions 2 et 4 ; négative et minimale pour la position 3.



On détecte la variation de la coordonnée de ce vecteur-vitesse à travers l'effet induit sur le spectre lumineux de l'étoile. Cette coordonnée varie de façon périodique : la période correspond également à la période de révolution de l'exoplanète autour de son étoile.



Source : ufe.obspm.fr

A.1. Mesurer, avec le plus de précision possible, la période de révolution T de l'exoplanète 51Peg_b autour de son étoile.

Le mouvement de 51Peg_b autour de son étoile est un mouvement circulaire uniforme vérifiant la troisième loi de Kepler. Par application de cette loi, on montre que la valeur de la distance r séparant la planète 51Peg_b de son étoile est égale à $7{,}5 \times 10^6$ km.

A.2. Choisir, en argumentant, parmi les quatre expressions suivantes celle qui correspond à la troisième loi de Kepler pour la situation étudiée. L'argumentation devra s'appuyer notamment sur une analyse dimensionnelle.

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_{51Peg_a}} \qquad \frac{T^2}{r^3} = \frac{G \cdot M_{51Peg_a}}{4\pi^2} \qquad \frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_{Soleil}} \qquad \frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2 G}{M_{51Peg_a}}$$

A.3. Retrouver la valeur de la distance r séparant la planète 51Peg_b de son étoile.

Dans le système solaire, la planète Mercure est la plus proche du Soleil. Elle décrit une orbite quasi-circulaire de rayon égal à $5{,}8 \times 10^7$ km en 88 jours.

A.4. Comparer les caractéristiques du système double constitué de l'exoplanète 51Peg_b et son étoile 51Peg_a à celles du système Mercure-Soleil.

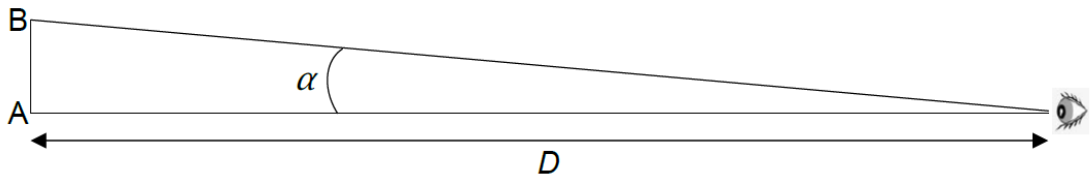
B. La lunette astronomique et exoplanète

Le système exoplanétaire, constitué de l'étoile 51Peg_a et de son exoplanète 51Peg_b, est observé depuis la Terre.

On se pose la question de savoir s'il est possible de distinguer 51Peg_a et 51Peg_b à l'œil nu ou à travers une lunette pour astronome amateur.

L'œil peut distinguer deux objets si l'angle de séparation est au minimum de $3{,}0 \times 10^{-4}$ rad.

Angle de séparation entre deux objets lointains vus de la Terre



Pour des objets lointains, comme les étoiles, l'angle α qui sépare deux objets A et B vus de la Terre est donné par : $\alpha = \frac{AB}{D}$. L'angle est exprimé en radian.

B.1. Indiquer si l'on peut distinguer 51Peg_a de 51Peg_b à l'œil nu.

Une lunette astronomique d'amateur est constituée d'un objectif de distance focale f_1' égale à 900 mm et de plusieurs oculaires de distances focales f_2' : 6,0 mm ; 10,0 mm ; 20,0 mm.

Un schéma de cette lunette astronomique se trouve sur le **document réponse à rendre avec la copie**.

B.2. Compléter le schéma du **document réponse à rendre avec la copie**, avec le trajet de la lumière et faire apparaître l'angle α' sous lequel est vu le système double quand on l'observe avec la lunette astronomique. On considère que l'étoile 51Peg_a est dans la direction de l'axe optique des lentilles de la lunette.

B.3. Établir l'expression du grossissement de la lunette en fonction de la distance focale de l'objectif et de la distance focale de l'oculaire.

B.4. En détaillant le raisonnement, indiquer si l'on peut distinguer 51Peg_b de son étoile à l'aide du matériel disponible.

DOCUMENT REPONSE A RENDRE AVEC LA COPIE

Exercice C – Question B.2

Les échelles ne sont pas respectées.

