**Bac 2023 Centres étrangers 1 Jour 1** [**https://labolycee.org**](https://labolycee.org)

**EXERCICE 2 (6 points)**

**À la recherche d’une autre Terre**

Les astronomes s’intéressent particulièrement aux exoplanètes (planètes situées en dehors de notre système solaire) présentant des similitudes avec notre Terre car elles pourraient éventuellement réunir des conditions indispensables à l’apparition de la vie telle que nous la connaissons.

L’objectif de cet exercice est de déterminer quelques caractéristiques d’une exoplanète dont la découverte a été annoncée en décembre 2021, dans le cadre d’un projet international.

Cette exoplanète est nommée GJ 367b, elle sera notée P dans cet exercice. Elle est en orbite autour de l’étoile hôte GJ 367, qui sera notée E.

**Donnée**

Constante de gravitation universelle : *G* = 6,67×10-11 m3⋅kg-1⋅s-2

**Partie A - Détection par la méthode du transit**

Une exoplanète peut être détectée par la méthode du transit planétaire qui consiste à mesurer régulièrement la luminosité d’une étoile afin de détecter la baisse périodique de sa luminosité.

Cette baisse de luminosité est associée au passage par rapport à l’observateur d’une exoplanète devant l’étoile (**figure 1** et **figure 2** ci-dessous).



**1.** à partir de la **figure 3** (**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**), justifier l’utilisation du terme « périodique » pour décrire la variation de luminosité de l’étoile.

**2.** à partir de la **figure 3** (**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**), déterminer la valeur de la période *T* du phénomène observé le plus précisément possible, en indiquant la méthode employée.

**Partie B - Mouvement de l’exoplanète GJ 367b**

Dans le référentiel de l’étoile E, supposé galiléen, on considère que l’orbite de l’exoplanète P est circulaire, de centre O (centre de l’étoile) et de rayon *r*. La masse de l’exoplanète est notée *mP* .

Par ailleurs, l’exploitation d’observations complémentaires a permis de déterminer la valeur de la masse de l’étoile E : *ME* = 9,5x1029 kg.

**3.** Sans souci d’échelle, représenter sur la **figure 4** (**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**) la force gravitationnelle exercée par l’étoile E sur l’exoplanète P.

**4.** Écrire l’expression vectorielle de cette force dans le repère de Frenet (*P*, $\vec{u\_{t}}$, $\vec{u\_{n}}$) en fonction de *G*, *ME*, *mP* et *r*.

**5.** Énoncer la deuxième loi de Kepler, dite « loi des aires ».

**6.** Compléter la **figure 4** (**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**) afin d’illustrer cette loi et justifier que le mouvement de l’exoplanète P est uniforme.

**7.** Appliquer la deuxième loi de Newton à l’exoplanète P et démontrer que la vitesse *vP* de l’exoplanète P sur son orbite peut s’écrire : $v\_{P}=\sqrt{\frac{G×M\_{E}}{r}}$.

**8.** Donner l’expression de la période de révolution *T* de l’exoplanète P en fonction de sa vitesse *vP* et du rayon *r* de son orbite circulaire. En déduire l’égalité suivante :

 $T^{2}=\sqrt{\frac{4π^{2}×r^{3}}{G×M\_{E}}}$

**9.** En admettant que *T* = 7,7 h, montrer que la valeur du rayon *r* de la trajectoire circulaire de l’exoplanète autour de l’étoile E est proche d’un million de kilomètres.

**Partie C – GJ 367b : une exoplanète de fer ?**

Concernant l’exoplanète GJ 367b, en décembre 2021, un magazine scientifique titre « *Une planète de fer a été découverte* ».

Les chercheurs ont pu déterminer que l’exoplanète P a un volume *VP* égal à 37 % du volume de la Terre *VT* et une masse *MP* égale à 55 % de la masse de la Terre *MT*.

**Données**

* Masse de la Terre : *MT* = 5,97×1024 kg
* Rayon de la Terre : *RT* = 6,37×106 m
* Masse volumique du fer : *ρ*(Fe) = 7,9×103 kg·m-3
* Volume d’une sphère de rayon *r* : $V =\frac{4}{3}π×r^{3}$

**10.** Calculer la masse volumique de la planète et justifier la référence au fer dans le titre « *Une planète de fer a été découverte* ».

**ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE**

**EXERCICE 2**



**Figure 3. Variation temporelle de la luminosité relative de l’étoile GJ 367**



**Figure 4. Trajectoire de l’exoplanète P autour du centre O de l’étoile GJ 367**