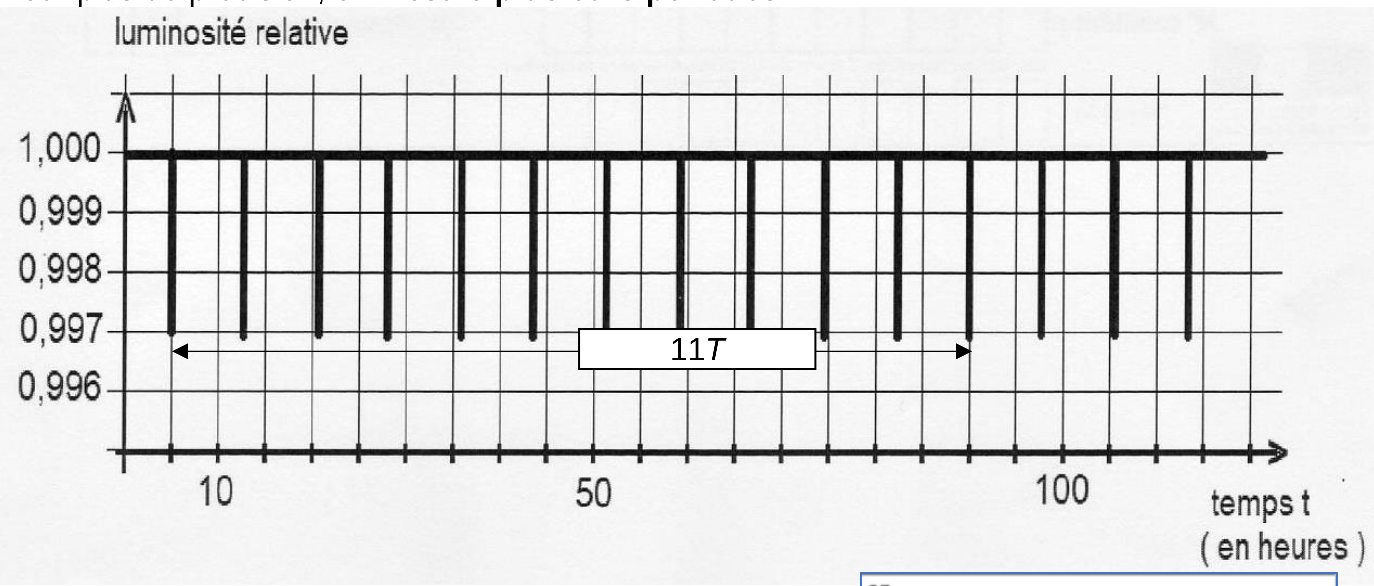
**Bac 2023 Centres Étrangers (jour 1)** **Correction © https://labolycee.org**
**Spécialité physique chimie**
**Exercice 2 – À LA RECHERCHE D'UNE AUTRE TERRE (6 points)**

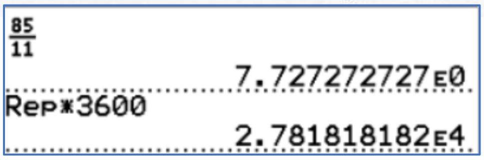
## Partie A – Détection par la méthode du transit

**1.** La variation de luminosité de l'étoile est **périodique** car elle se reproduit identiquement à **intervalle de temps réguliers.**

**2.** Pour plus de précision, on mesure **plusieurs périodes *T*** :

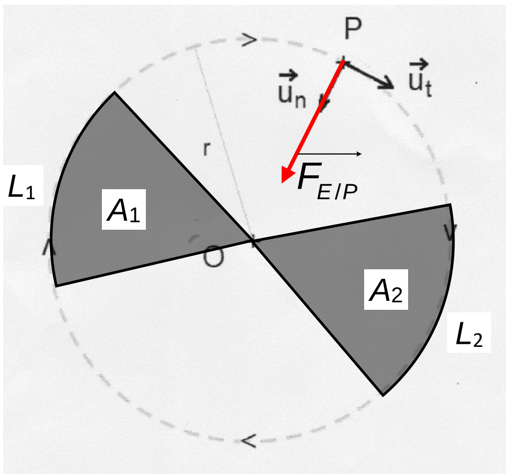



$11T \Leftrightarrow (90 - 5)$ h donc $T = \dfrac{85}{11} = \approx$ **7,7 h = 2,78×10$^4$ s.**




## Partie B – Mouvement de l'exoplanète GJ 367b

**3.** La force gravitationnelle $\overrightarrow{F_{E/P}}$ exercée par l'étoile E sur l'exoplanète P est orientée de P vers O (voir schéma).




**4.** Force gravitationnelle exercée par l'étoile E sur l'exoplanète P : $\boxed{\overrightarrow{F_{E/P}} = \dfrac{G.m_P.M_E}{r^2}.\overrightarrow{u_n}}$ .

**5.** <u>Deuxième loi de Kepler ou loi des aires</u> : dans le référentiel héliocentrique, la droite Soleil-Planète balaye des aires égale pendant des durées égales.

**6.** On applique la loi des aires pour le système étoile E exoplanète P. Dans le référentiel de l'étoile E, la droite OP balaye des aires égales $A_1 = A_2$ pendant la **même durée $\Delta t$**.
Les arcs de cercles parcourus $L_1$ et $L_2$ sont égaux : $\boldsymbol{L_1 = L_2}$.

En divisant par la même durée $\Delta t$ il vient : $\dfrac{L_1}{\Delta t} = \dfrac{L_2}{\Delta t}$ donc $\boldsymbol{v_1 = v_2}$.

Les vitesses sur les arcs de cercles sont égales : le mouvement de l'exoplanète P est **uniforme**.

**7.** Système : {exoplanète P} de masse $m_P$.
Référentiel de l'étoile E supposé galiléen.
Repère de Frenet $\left(P, \overrightarrow{u_t}, \overrightarrow{u_n}\right)$.

La seule force subie par l'exoplanète est : $\overrightarrow{F_{E/P}} = \dfrac{G.m_P.M_E}{r^2}.\overrightarrow{u_n}$ .

Deuxième loi de Newton : $\sum \overrightarrow{F_{ext.}} = m_P.\vec{a}$ soit ici : $\dfrac{G.m_P.M_E}{r^2}.\overrightarrow{u_n} = m_P.\vec{a}$ d'où : $\boxed{\vec{a} = \dfrac{GM_E}{r^2}\overrightarrow{u_n}}$.

Dans le cas d'un mouvement circulaire et uniforme, le vecteur accélération dans le repère de Frenet s'écrit : $\vec{a} = \dfrac{v_P^2}{r}.\overrightarrow{u_n}$ .

En égalant les deux expressions du vecteur accélération : $\dfrac{v_P^2}{r}.\overrightarrow{u_n} = \dfrac{G.M_E}{r^2}.\overrightarrow{u_n}$ .

Soit $\dfrac{v_P^2}{r} = \dfrac{G.M_E}{r^2}$ d'où : $v_P^2 = \dfrac{G.M_E}{r}$ et finalement en ne conservant que la solution positive :

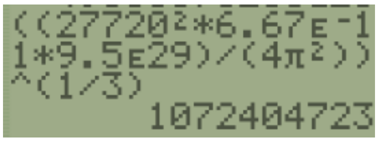
$$\boxed{v_P = \sqrt{\frac{G.M_E}{r}}}$$

**8.** Pendant une période $T$, l'exoplanète parcourt la distance $2\pi r$ à la vitesse $v_P$ soit $v_P = \dfrac{2\pi r}{T}$ .

En égalant les deux expressions de la vitesse $v_P$ : $\dfrac{2\pi r}{T} = \sqrt{\dfrac{GM_E}{r}}$ .

En élevant au carré : $\dfrac{4\pi^2 r^2}{T^2} = \dfrac{GM_E}{r}$ soit $4\pi^2 r^3 = T^2 GM_E$ et finalement : $\boxed{T^2 = \dfrac{4\pi^2.r^3}{GM_E}}$.

**9.** $T$ = 7,7 h = 7,7 × 3600 s = 27 720 s.




$T^2 = \dfrac{4\pi^2.r^3}{GM_E}$ donc $r^3 = \dfrac{T^2 GM_E}{4\pi^2}$ et $r = \left(\dfrac{T^2 GM_E}{4\pi^2}\right)^{1/3}$.

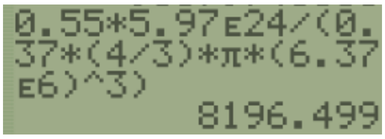
$r = \left(\dfrac{(27720)^2 \times 6{,}67 \times 10^{-11} \times 9{,}5 \times 10^{29}}{4\pi^2}\right)^{1/3}$ ≈ **1,1×10⁹ m = 1,1×10⁶ km**

soit 1,1 million de kilomètres donc effectivement proche d'1 million de kilomètres.

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

Déterminons la masse volumique $\rho_P = \dfrac{M_P}{V_P}$ de l'exoplanète et comparons-la à celle ρ(Fe) du fer.

On a : $V_P = 0{,}37 \times V_T$ et $M_P = 0{,}55 \times M_T$.




$\rho_P = \dfrac{M_P}{V_P} = \dfrac{0{,}55 \times M_T}{0{,}37 \times V_T} = \dfrac{0{,}55 \times M_T}{0{,}37 \times \frac{4}{3}\pi R_T^3}$

soit $\rho_P = \dfrac{0{,}55 \times 5{,}97 \times 10^{24}}{0{,}37 \times \frac{4}{3}\pi \times (6{,}37 \times 10^6)^3}$ = **8,2×10³ kg·m⁻³** et ρ(Fe) = **7,9×10³ kg·m⁻³**.


À environ 4 % près, on retrouve la masse volumique du fer d'où la référence au fer dans le titre « *Une planète de fer a été découverte* ».

Remarque : la masse volumique de la Terre est $\rho_T = \dfrac{M_T}{V_T} = \dfrac{M_T}{\frac{4}{3}\pi R_T^3}$ = **5,5×10³ kg·m⁻³**.