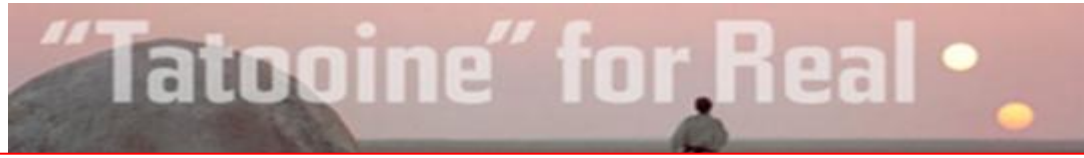
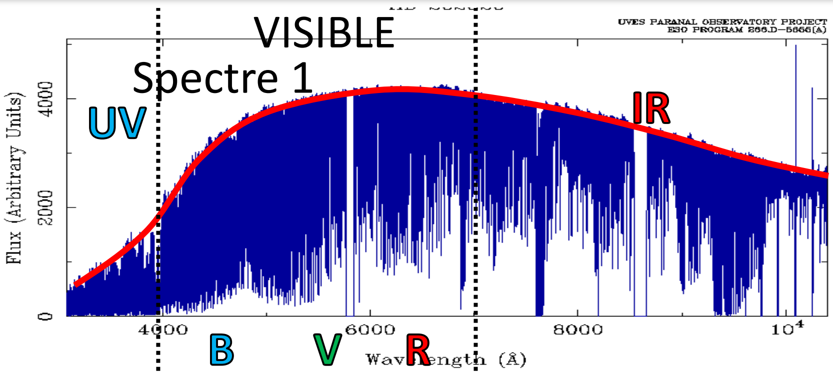
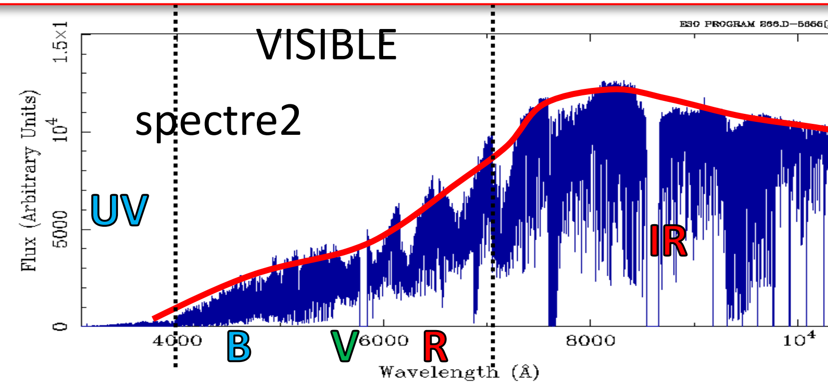
Exercice I



Partie A : le système d'étoiles doubles : Kepler-16A et Kepler-16B

1- Indiquer sur les spectres (document2) les limites des différents domaines d'ondes électromagnétiques et identifier en justifiant quel spectre correspond à Kepler-16A et à Kepler-16B. (l'axe des longueurs d'onde est gradué en Å, 1Å=0.1 nm)





Emet surtout dans le rouge et vert

Emet surtout dans le rouge

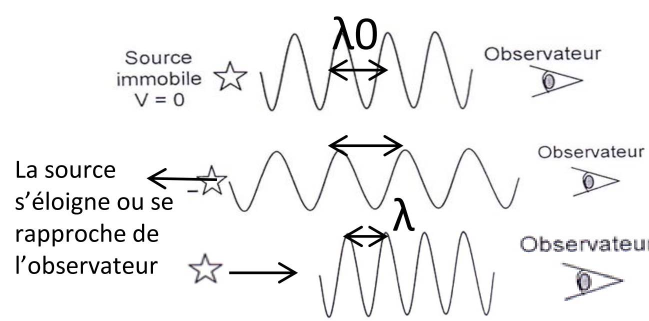
« **Kepler-16A est une** <u>étoile jaune</u> et **Kepler-16B est une étoile naine rouge**. »

2- D'après le document sur l'effet Doppler, montrer que si un système stellaire s'éloigne la vitesse radiale mesurée est positive et que s'il se rapproche elle est négative.

Décalage Doppler: $\boxed{z = \dfrac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}}$

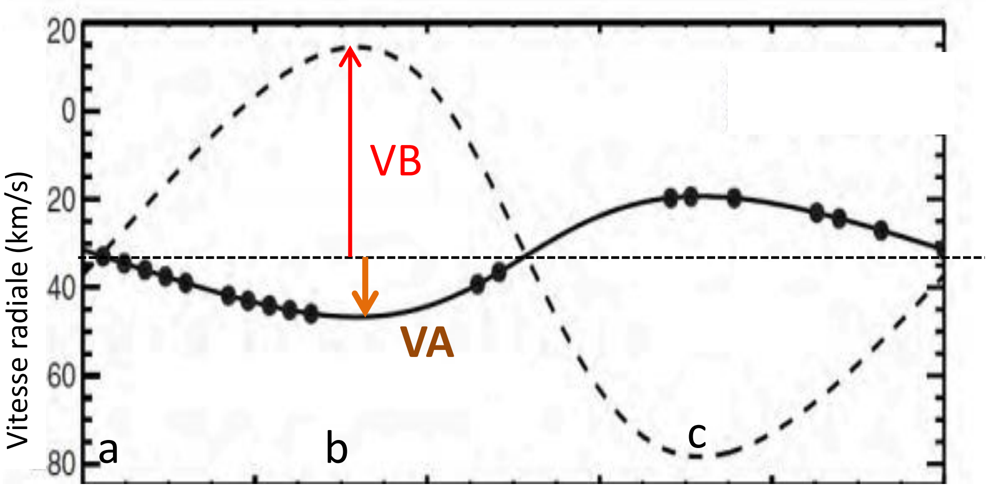
Si $\lambda > \lambda_0$ (décalage vers le rouge : éloignement) alors $z>0$ donc $V=c \times z >0$

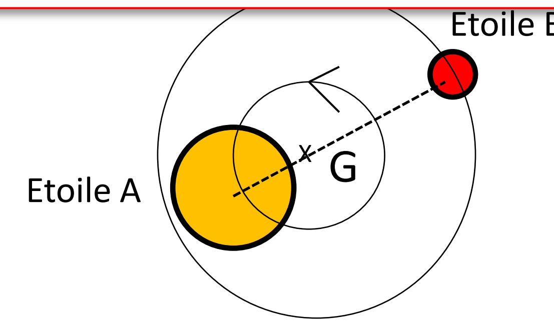
Si $\lambda < \lambda_0$ (décalage vers le bleu : rapprochement) alors $z<0$ donc $V=c \times z <0$



3- Le graphe des vitesses radiales (document 1)

3-1- Pourquoi peut-on affirmer que la courbe en pointillé représente la vitesse radiale de l'étoile Kepler-16B et que celle en trait plein est celle de Kepler-16A ?

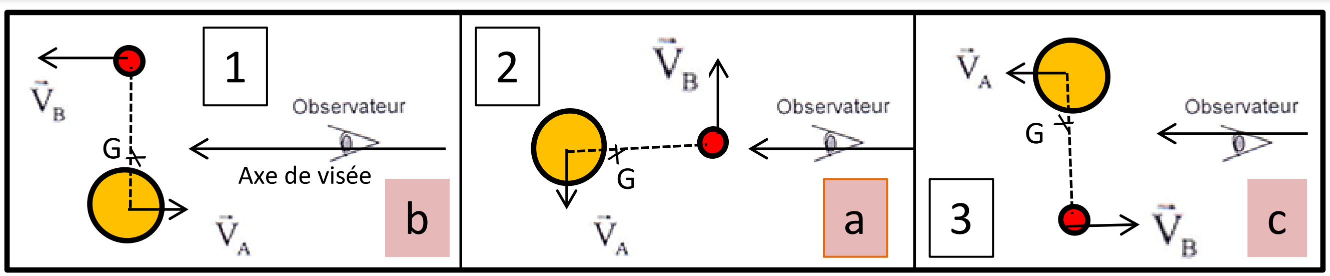




Ces deux étoiles orbitent autour de leur centre d'inertie G en 41 jours.

- Graphique : VB>VA .
- En observant leur trajectoires : B va plus vite que A

3-2- Associer les configurations 1, 2 et 3 du schéma ci-dessous aux instants a, b et c du graphe des vitesses radiales en justifiant rapidement.



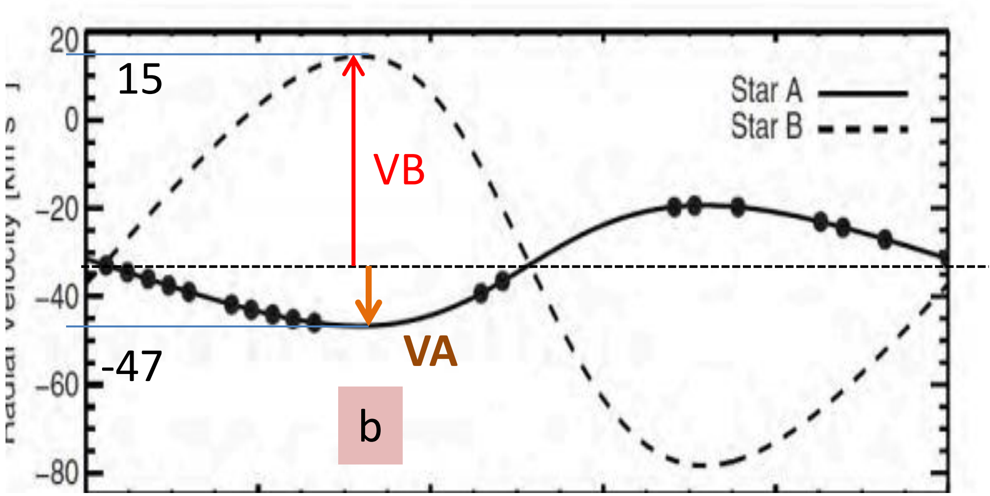
L'observateur se trouve infiniment loin sur Terre à 197 al

B s'éloigne
A se rapproche

VA et VB perpendiculaire à la ligne de visée donc vitesse radiale nulle

A s'éloigne
B se rapproche

3-3- Quelle est la vitesse propre (celle de son centre d'inertie) v0 du système stellaire Kepler-16AB par rapport au système solaire. Ce système s'éloigne-t-il ou se rapproche-t-il globalement du système solaire ?



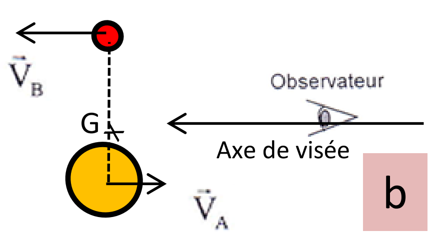
V_G = -34 km/s

La vitesse radiale du centre d'inertie est négative. Ce système se rapproche donc du système solaire

3-4- Comment peut-on montrer à l'aide de ce graphe que la vitesse de rotation de l'étoile Kepler16-A autour de G est de l'ordre de 13 km/s et celle de Kepler-16B est de l'ordre de 47 km/s ?

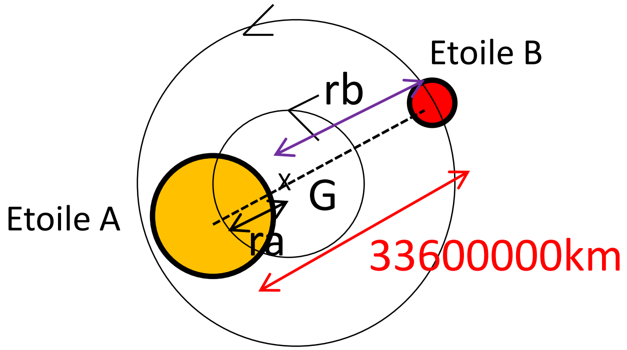
VA = -47-(-34) = -13 km/s (valeur 13 km/s)

VB = 15-(-34) = 47km/s



A l'instant b la vitesse radiale mesurée est égale à la vitesse de rotation des étoiles

3-5- Sachant que chacune des deux étoiles a une période de révolution de 41j et connaissant leurs vitesses respectives, retrouver par des calculs que la distance entre ces 2 étoiles est de l'ordre de 33.6 millions de km comme indiqué document 1.



ra + rb = 33600000 km ?

$$VA = \frac{2\pi \times ra}{T} \qquad ra = \frac{VA \times T}{2\pi} \qquad ra = \frac{13 \times (41\times24\times3600)}{2\pi}$$

$$= \mathbf{7\,330\,000\ km}$$

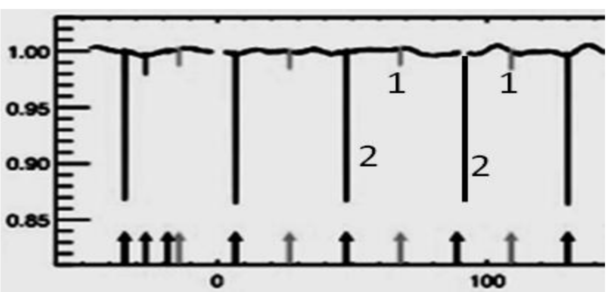
$$VB = \frac{2\pi \times rb}{T} \qquad rb = \frac{VB \times T}{2\pi} \qquad rb = \frac{47 \times (41\times24\times3600)}{2\pi}$$

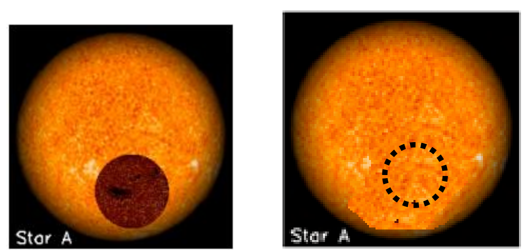
$$= \mathbf{26\,500\,000\ km}$$

ra + rb = 7 330 000 + 26 500 000 = **33830000 km**

4- Méthode des transits (document 3)

4-1- les pertes de lumière notées 1 sur le schéma du document 3 correspondent-elles au moment où Kepler-16A passe devant Kepler-16B ou au moment où Kepler-16B passe devant Kepler-16A. Même question pour les pertes de lumières notées 2.





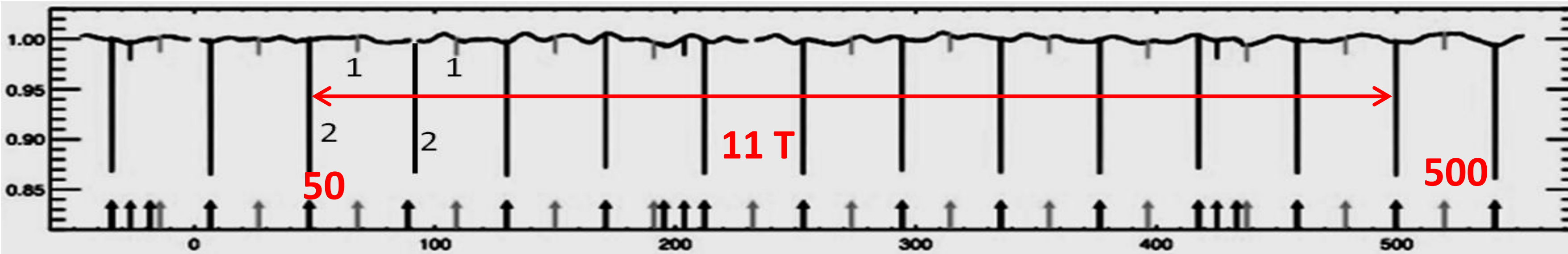
« L'étoile A est beaucoup plus lumineuse que l'étoile B. »

1 : A éclipse B

2 : B éclipse A

Quand B éclipse A les pertes de lumière sont donc plus grandes que quand A éclipse B

4-2- Retrouver que la période de révolution des 2 étoiles autour de leur centre d'inertie est de 41 j

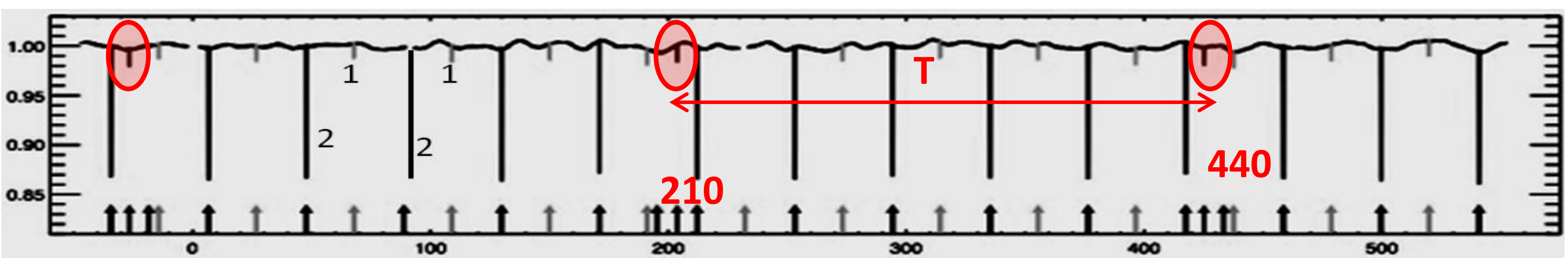


L'axe horizontal représente le temps (en jours). L'axe vertical représente le pourcentage de lumière reçu sur Terre (1.00= 100%). Les traits verticaux représentent les pertes de lumières dues au passage de A devant B ou de B devant A.

$$11\ T = 500 - 50 = 450\ j \qquad T = \frac{450}{11} = 40.9\ j \approx 41\ j$$

Partie B : La planète Kepler-16b orbitant autour du système double

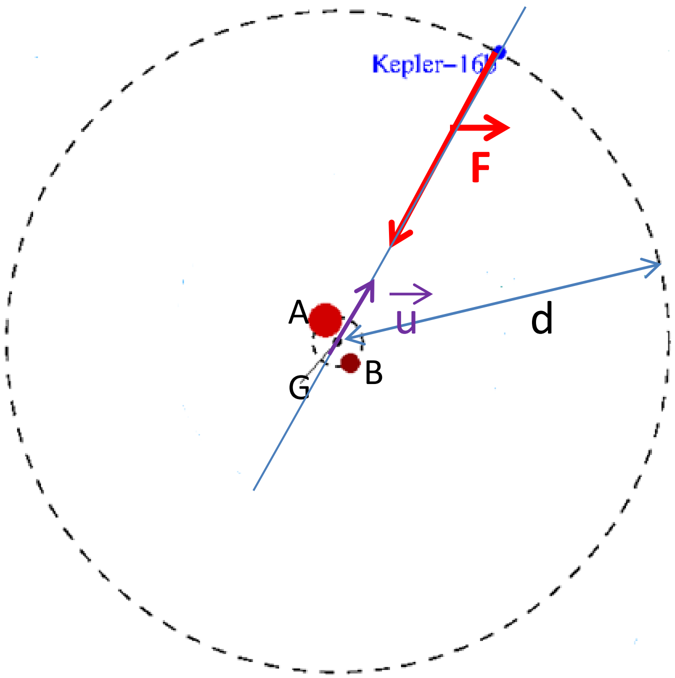
1- Trouver sur le document 3 les traces du passage de Kepler-16b et déterminer sa période de révolution T.



Document : Sa période de révolution est **T = 228.776 jours**.

Mesure : T= 440 – 210 = **230 j**

2-Exprimer de façon vectorielle la force d'attraction gravitationnelle exercée par le centre de masse G des deux étoiles sur la planète en utilisant un vecteur unitaire de votre choix, puis représenter cela sur le schéma du document 4. On expliquera la signification de chaque terme utilisé et leurs unités.



$\vec{F}$:

- Direction : droite G-planète
- Sens : vers G (force centripète)
- Valeur : $F(N) = G \cdot \frac{m.M}{d^2}$

Expression vectorielle : $\vec{F}(N) = -G \cdot \frac{m.M}{d^2} \vec{u}$

- G : constante de gravitation universelle
- m (kg): masse de la planète
- M(kg): masse de KeplerAB
- d(m) : rayon de la trajectoire circulaire
- u: vecteur unitaire

3- En utilisant la seconde loi de Newton et les propriétés d'accélération du mouvement circulaire uniforme démontrer que la vitesse orbitale de cette planète peut s'exprimer sous la forme $v = \sqrt{\frac{GxM}{d}}$

$$\sum \overrightarrow{\text{Forces}}_{ext} = \vec{F} = m.\vec{a} \Rightarrow F = m.a \text{ avec } F = G . \frac{m. M}{d^2}$$

$$\left.\begin{array}{l} \text{Donc } a = G . \dfrac{M}{d^2} \\ \text{Mouvement circulaire : } a = \dfrac{V^2}{d} \end{array}\right\} \frac{V^2}{d} = G. \frac{M}{d^2} \Rightarrow V^2 = G. \frac{M}{d} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GxM}{d}}$$

4- Calculer le rayon d de l'orbite de cette planète. (données : G = 6.674×10^{-11} SI ; masse de l'étoile A : 1.37×10^{30} kg ; masse de l'étoile B : 4.04×10^{29} kg)

$$\frac{d^3}{T^2} = \frac{GxM}{4x\pi^2} \qquad d^3 = \frac{G.M}{4\pi^2} xT^2 \qquad d = \left(\frac{G.M}{4\pi^2} xT^2\right)^{1/3}$$

$$M = M_A + M_B = (1.37 + 0.404) x\, 10^{30} = 1.77\, x 10^{30} \text{ kg}$$

$$T = 228.776 \times 24 \times 3600 = 1.98 \times 10^7 \text{ s}$$

$d = 1.054 \times 10^{11}$ m= **1.054×10^8 km =105.4 millions de km**

(en ua = d= 0.704 ua) (1 ua= 150 Mkm)

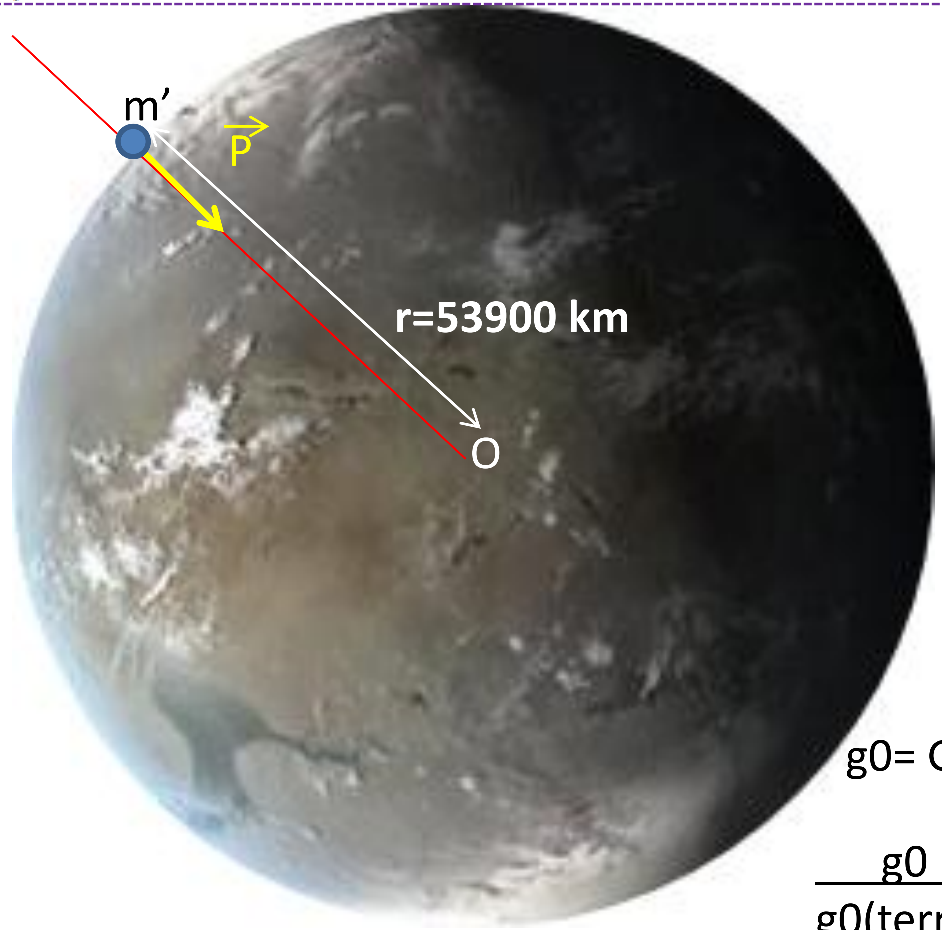
Planet	Mass (M_{Jup})	Radius (R_{Jup})	Period (day)	*a* (AU)	*e*	*i* (deg)	Ang. dist. (arcsec)	Status	Discovery	Update
Kepler-16 (AB) b	0.333	0.7538	228.776	0.7048	0.00685	90.0322	—	R	2011	2013-08-30

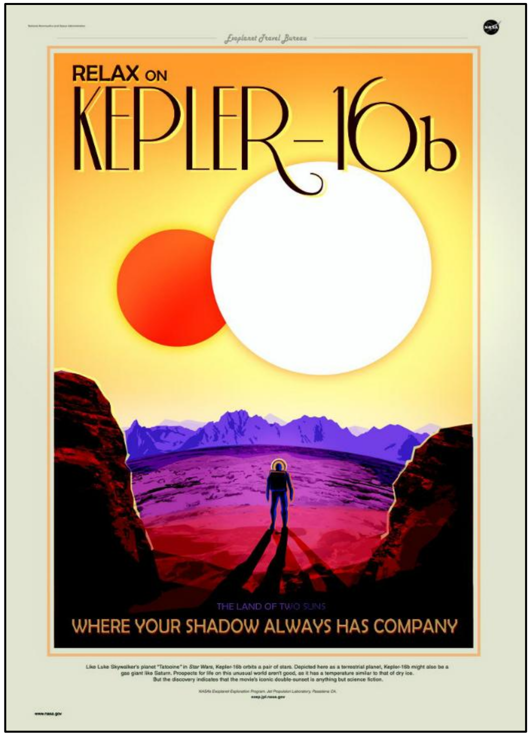
Showing 1 to 1 of 1 entries

First Previous 1 Next Last

5-1- Calculer la valeur de l'accélération de la pesanteur g0 à la surface de cette planète et la comparer à celle de la Terre g0(Terre)= 9.81 m/s².

On a pu aussi déterminer sa masse :**m = 6.26x10^{26} kg** et sa taille : rayon **r = 53900 km**





Pour un objet posé à sa surface :

$$P = m' \times g0 = G \times \frac{\mathbf{m'. m}}{\mathbf{r^2}}$$

$$g0 = G \times \frac{m}{r^2}$$

r= 5.39 x 10^7 m

m=6.26x10^{26} kg

g0= 14.38 m/s²

$$\frac{g0}{g0(terre)} = \frac{14.38}{9.81} \approx \mathbf{1.5}$$

5-2- Serait-il aisé de tenir debout sur cette planète ?

La gravité étant 1.5 fois plus forte on aurait l'impression d'avoir une masse 1.5 fois plus grande que sur Terre