

Correction TP 11 : Quelle est la masse du soleil ?



- 1- Calcul de la valeur de la vitesse v de rotation de la Terre autour du Soleil :

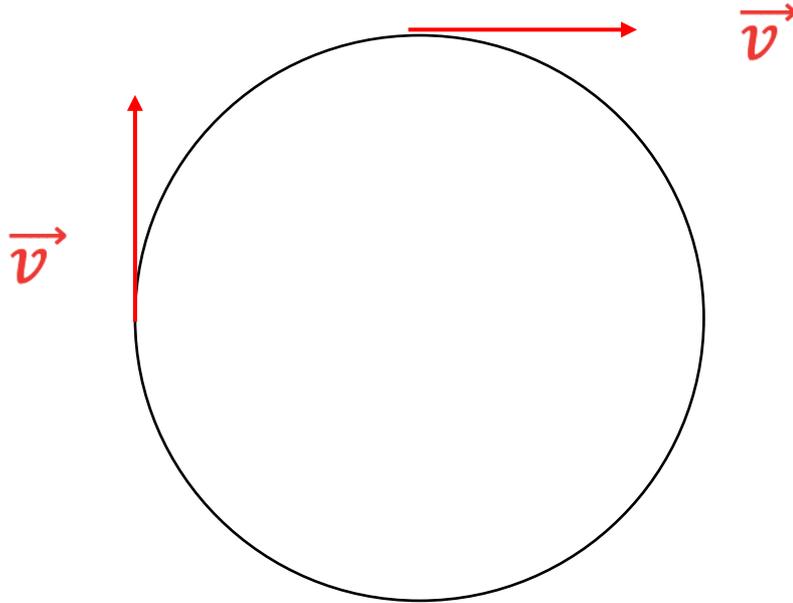
$$V = \frac{d_{\text{parcourue par la Terre}}}{t_{\text{pour faire le tour du Soleil}}}$$

$$d_{\text{parcourue par la Terre}} = 2 \times \pi \times R = 2 \times \pi \times 1,50 \cdot 10^8 = 9,42 \cdot 10^8 \text{ km}$$

$$t_{\text{pour faire le tour du Soleil}} = 1 \text{ an} = 365,25 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s} = 3,16 \cdot 10^7 \text{ s}$$

$$V = \frac{9,42 \cdot 10^8}{3,16 \cdot 10^7} = 29,9 \text{ km/s}$$

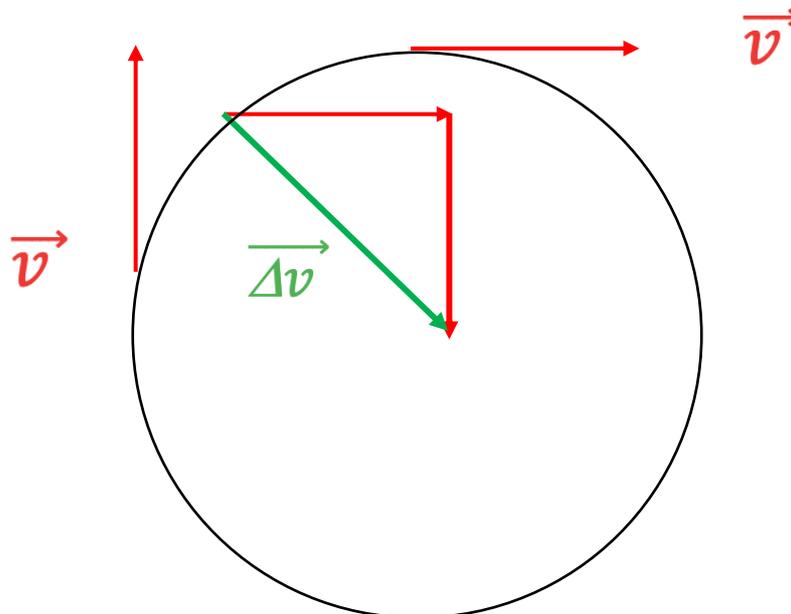
- 2- Tracé d'un arc de cercle de 90° de rayon 7,5 cm représentant la trajectoire de la Terre autour du soleil :



On sait que la valeur de la vitesse est de 29,9 km/s. L'échelle adaptée peut être la suivante:

30,0 km/s \longleftrightarrow 3,0 cm. On représente les vecteurs vitesses aux extrémités de l'arc de cercle d'une longueur de 3,0 cm, tangents à la trajectoire de la Terre autour du Soleil.

- 3- Construction du vecteur variation $\Delta \vec{v}$ de vitesse au milieu de cet arc :



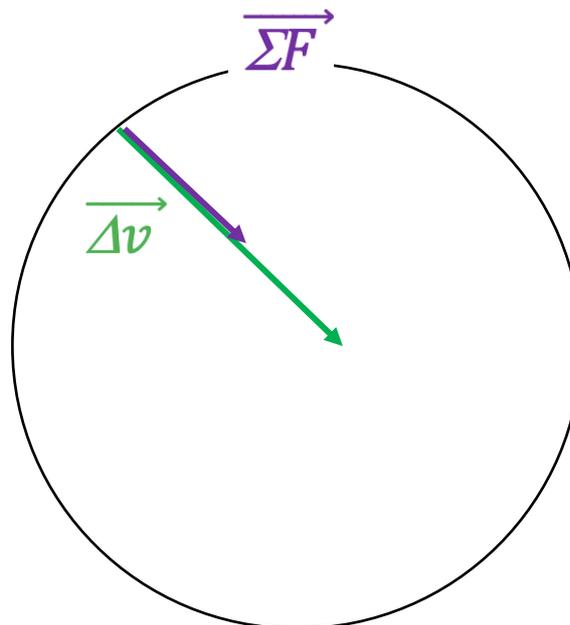
Détermination de sa valeur : D'après la mesure, la longueur de ce vecteur est de 4,2 cm. D'après l'échelle utilisée, la norme de ce vecteur $\Delta\vec{v}$ est de donc de 42,0 km/s.

4- A l'aide des doc. 2 et 3 :

a) La seule force qui s'exerce sur la Terre est la force gravitationnelle qu'exerce le soleil sur la Terre

$$\overrightarrow{F_{\text{Soleil/Terre}}} \text{ donc } \overrightarrow{\Sigma F} = \overrightarrow{F_{\text{Soleil/Terre}}}$$

b) Représentation du vecteur somme des forces $\overrightarrow{\Sigma F}$ au milieu de cet arc de cercle :



c) On sait que :

$$\overrightarrow{\Sigma F} = m \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

m en kg
 Valeur en newton N
 Valeur en $m \cdot s^{-1}$
 Δt en s

- 5- Exprimons la masse du Soleil en fonction de la variation de vitesse, de la durée, de la distance Terre-Soleil et de la constante de gravitation :

$$\Sigma F = m_{\text{Terre}} \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\text{Or } \Sigma F = F_{\text{Soleil/Terre}} = G \frac{m_{\text{Terre}} \times m_{\text{Soleil}}}{D_{\text{Terre-Soleil}}^2}$$

$$G \frac{m_{\text{Terre}} \times m_{\text{Soleil}}}{D_{\text{Terre-Soleil}}^2} = m_{\text{Terre}} \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$G \frac{m_{\text{Soleil}}}{D_{\text{Terre-Soleil}}^2} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$m_{\text{Soleil}} = \frac{\Delta v \times D_{\text{Terre-Soleil}}^2}{G \times \Delta t}$$

- 6- Calculons de la masse du Soleil avec les valeurs des grandeurs connues :

$$m_{\text{Soleil}} = \frac{\Delta v \times D_{\text{Terre-Soleil}}^2}{G \times \Delta t}$$

$$\Delta v = 42,0 \text{ km/s} = 42,0 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$D_{\text{Terre-Soleil}} = ?$$

La valeur du rayon du cercle $D_{\text{Terre-Soleil}}$ correspond au rayon du cercle soit $1,50 \cdot 10^8 \text{ km}$.

$$D_{\text{Terre-Soleil}} = 1,50 \cdot 10^8 \text{ km} = 1,50 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

$$\Delta t = 1 \text{ an} / 4 = 365,25 \times 24 \times 60 \times 60 / 4 = 7,89 \cdot 10^6 \text{ s}$$

$$m_{\text{Soleil}} = \frac{\Delta v \times D_{\text{Terre-Soleil}}^2}{G \times \Delta t}$$

$$m_{\text{Soleil}} = \frac{42,0 \cdot 10^3 \times (1,50 \cdot 10^{11})^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \times 7,89 \cdot 10^6} = 1,80 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$