Polynésie 2025 Sujet 2
CORRECTION Yohan Atlan © https://www.vecteurbac.fr/

CLASSE : Terminale	**EXERCICE 1** : 11 points
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ :** PHYSIQUE-CHIMIE
DURÉE DE L'EXERCICE : 1h45	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui « type collège »

EXERCICE 1 Exploration du ciel profond par le télescope James Webb

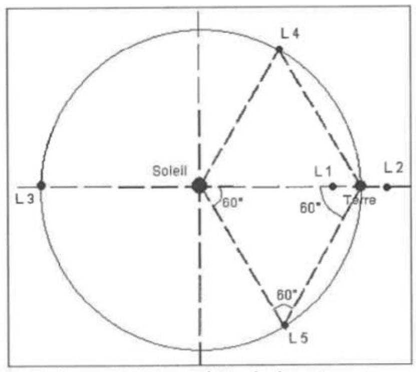


Figure 1. Les points de Lagrange.

Q1.

Au point de Lagrange L1, le télescope JWST est face au soleil et n'est donc pas à l'abri du rayonnement thermique du Soleil.

Q2.

Le télescope JWST est situé en L2. Dans cette position, le Soleil, la Terre et le télescope JWST sont alignés dans cet ordre.

$D_{S-J} = D_{T-S} + D_{T-J}$

$D_{S-J} = 149{,}6 \times 10^6 + 1{,}511 \times 10^6$

$D_{S-J} = 1{,}511 \times 10^8$ Km

Q3.

$$F_{T-J} = G \times \frac{M_T \times m_J}{D_{T-J}^2}$$

$$F_{T-J} = 6{,}67 \times 10^{-11} \times \frac{5{,}97 \times 10^{24} \times 6{,}17 \times 10^3}{(1{,}511 \times 10^6 \times 10^3)^2}$$

$$F_{T-J} = 1{,}08 \text{ N}$$

Q4.

Q5.

$\vec{F} = \overrightarrow{F_{T-J}} + \overrightarrow{F_{S-J}}$

$\overrightarrow{F_{T-J}}$ *et* $\overrightarrow{F_{S-J}}$ sont dans le même sens :

$F = F_{T-J} + F_{S-J}$

$F = 1{,}08 \ + 35{,}9$

$F = 1{,}08 \ + 35{,}9$

$F = 37{,}0\ \mathrm{N}$

Q6.

D'après l'énoncé :

$$F = G \times m_J \left(\frac{M_S}{D_{S-J}^2} + \frac{M_T}{D_{T-J}^2}\right)$$

et

$$F = G \times m_J \left(\frac{M_S}{D_{eff}^2}\right)$$

Par identification :

$$\frac{M_S}{D_{S-J}^2} + \frac{M_T}{D_{T-J}^2} = \frac{M_S}{D_{eff}^2}$$

$$D_{eff}^2 \times \left(\frac{M_S}{D_{S-J}^2} + \frac{M_T}{D_{T-J}^2}\right) = M_S$$

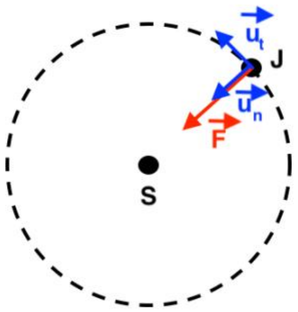
$$D_{eff}^2 = \frac{M_S}{\frac{M_S}{D_{S-J}^2} + \frac{M_T}{D_{T-J}^2}}$$

$$D_{eff} = \sqrt{\frac{M_S}{\frac{M_S}{D_{S-J}^2} + \frac{M_T}{D_{T-J}^2}}}$$

$$D_{eff} = \sqrt{\frac{1{,}99 \times 10^{30}}{\frac{1{,}99 \times 10^{30}}{(1{,}511 \times 10^{8} \times 10^{3})^2} + \frac{5{,}97 \times 10^{24}}{(1{,}511 \times 10^{6} \times 10^{3})^2}}}$$

$D_{eff} = 1{,}49 \times 10^{11}\ \mathrm{m}$

Q7.



Q8.

D'après l'énoncé :

$\vec{a} = a_n\vec{u}_n + a_t\vec{u}_t$

Pour un mouvement circulaire, dans le repère de Frenet, le vecteur accélération est de la forme :

$$\vec{a} = \frac{v^2}{D_{J-S}}\vec{u}_n + \frac{dv}{dt}\vec{u}_t$$

Par identification :

$$a_n = \frac{v^2}{D_{S-J}}$$

Q9.

$$\vec{F} = G \times \frac{m_J \times M_S}{D_{eff}^2}\vec{u}_n$$

Système : télescope JWST

Référentiel : Héliocentrique supposé galiléen.

D'après la 2nd loi de Newton :

$\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = m_J\vec{a}$

$\vec{F} = m_J\vec{a}$

$$G \times \frac{m_J \times M_S}{D_{eff}^2}\vec{u}_n = m_J\vec{a}$$

$$\vec{a} = G \times \frac{M_S}{D_{eff}^2}\vec{u}_n$$

Q10.

$$\vec{a} = G \times \frac{M_S}{D_{eff}^2}\vec{u}_n$$

Pour un mouvement circulaire, dans le repère de Frenet, le vecteur accélération est de la forme :

$$\vec{a} = \frac{v^2}{D_{J-S}}\vec{u}_n + \frac{dv}{dt}\vec{u}_t$$

L'accélération étant unique, par identification :

$$\frac{v^2}{D_{J-S}} = G \times \frac{M_S}{D_{eff}^2}$$

$$v^2 = G \times \frac{M_S \times D_{J-S}}{D_{eff}^2}$$

$$v = \sqrt{G \times \frac{M_S \times D_{J-S}}{D_{eff}^2}}$$

Q11.
La période de révolution est :

$$T = \frac{\text{Périmètre d'un cercle}}{\text{vitesse}} = \frac{2\pi \times D_{J-S}}{v} = \frac{2\pi \times D_{J-S}}{\sqrt{G \times \frac{M_S \times D_{J-S}}{D_{eff}^2}}} = 2\pi \times D_{J-S} \times \sqrt{\frac{D_{eff}^2}{G \times M_S \times D_{J-S}}}$$

$$T = 2\pi \times \sqrt{D_{S-J}^2 \times \frac{D_{eff}^2}{G \times M_S \times D_{J-S}}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{D_{J-S} \times D_{eff}^2}{G \times M_S}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{D_{J-S} \times D_{eff}^2}{G \times M_S}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{151{,}1 \times 10^6 \times 10^3 \times (1{,}49 \times 10^{11})^2}{6{,}67 \times 10^{-11} \times 1{,}99 \times 10^{30}}}$$

$$T = 3{,}16 \times 10^7\ s$$

$$T = \frac{3{,}16 \times 10^7}{60 \times 60 \times 24}$$

$$T = 365\ \mathrm{J}$$

Le télescope JWST fait le tour du soleil en 365 jours soit une année.
La Terre et le télescope JWST ont la même période de révolution autour du Soleil.
Le Soleil, la Terre et le télescope JWST restent alignés dans cet ordre.
Ainsi, le télescope JWST demeure pendant toute l'année dans l'ombre portée de la Terre conformément à ce qui est dit dans l'énoncé.

Q12.
D'après l'énoncé : « Le télescope JWST est sensible aux longueurs d'onde comprises entre 0,6 µm et 28 µm. »

$$0{,}6\ \mu m = 0{,}6 \times 10^{-6}\ m$$

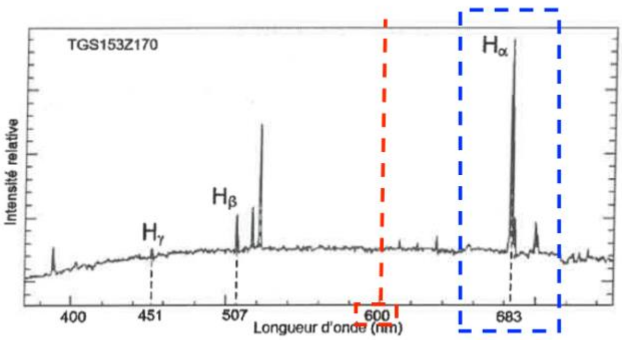
$$0{,}6\ \mu m = 0{,}6 \times 10^{-6} \times 10^9\ nm$$

$$0{,}6\ \mu m = 600\ nm$$

$$28\ \mu m = 28 \times 10^{-6}\ m$$

$$28\ \mu m = 28 \times 10^{-6} \times 10^9\ nm$$

$$28\ \mu m = 28\ 000\ nm$$



Le télescope JWST est donc sensible aux longueurs d'onde comprises entre 600 nm et 28 000 nm.
D'après le document, La seule raie Hα est émise dans cet intervalle.
Ainsi, seule la raie Hα de l'atome d'hydrogène émise par la galaxie TGS153Z170 peut être observée par le télescope JWST.

Q13.

Lorsque la galaxie TGS153Z170 se rapproche de la Terre : la fréquence perçue f'_H augmente. $f'_H > f_H$

Lorsque la galaxie TGS153Z170 s'éloigne de la Terre : la fréquence perçue f'_H diminue. $f'_H < f_H$

Q14.

$$\lambda'_H = \lambda_H \times \left(1 + \frac{v_{Gal}}{c}\right)$$

$$\lambda_H \times \left(1 + \frac{v_{Gal}}{c}\right) = \lambda'_H$$

$$1 + \frac{v_{Gal}}{c} = \frac{\lambda'_H}{\lambda_H}$$

$$\frac{v_{Gal}}{c} = \frac{\lambda'_H}{\lambda_H} - 1$$

$$v_{Gal} = c \times \left(\frac{\lambda'_H}{\lambda_H} - 1\right)$$

Prenons seule la raie Hα de l'atome d'hydrogène émise par la galaxie TGS153Z170 peut être observée par le télescope JWST. Sur les spectres, on relève les valeurs :

$$\lambda_{H\alpha} = 656 \text{ nm}$$

$$\lambda'_{H\alpha} = 683 \text{ nm}$$

$$v_{Gal} = 3{,}00 \times 10^8 \times \left(\frac{683}{656} - 1\right)$$

$$v_{Gal} = 1{,}23 \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$$

Q15.

D'après la loi de Hubble-Lemaître :

$$v_{Gal} = H_0 \times D$$

$$H_0 \times D = v_{Gal}$$

$$D = \frac{v_{Gal}}{H_0}$$

$$D = \frac{1{,}23 \times 10^7}{70 \times 10^3}$$

$$D = 1{,}8 \times 10^2 \text{ Mpc}$$

$$D = 1{,}8 \times 10^2 \times 3{,}1 \times 10^{22}$$

$$D = 5{,}6 \times 10^{24} \text{ m}$$

La galaxie TGS153Z170 se trouve à la distance $D = 1{,}8 \times 10^2$ Mpc $= 5{,}6 \times 10^{24}$ m de la Terre.