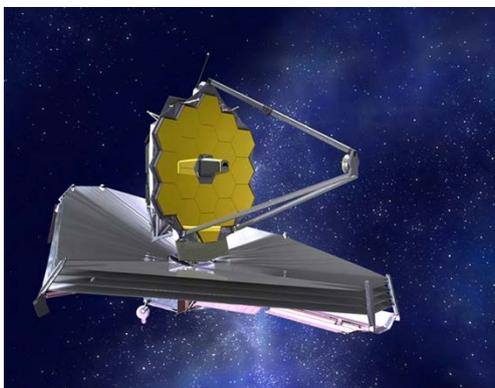


Partie 2 : Sciences physiques

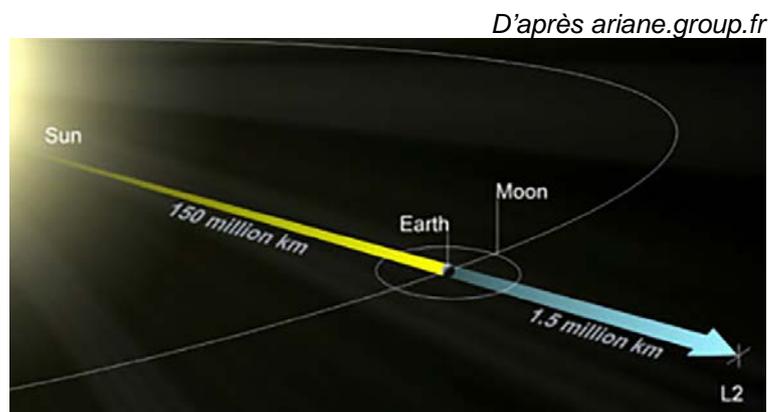
EXERCICE A – Mouvement du télescope James-Webb dans un champ de gravitation

Le télescope spatial James-Webb, lancé par Ariane 5 le 25 décembre 2021, stationne au point de Lagrange L₂ pour effectuer sa mission d'observation de l'espace lointain. L₂ est situé à environ 1,5 million de km de la Terre, soit à 1 % seulement de la distance Soleil-Terre. C'est un bon emplacement pour un observatoire de l'espace lointain comme l'est James-Webb.

L₂ est l'un des cinq points remarquables du système Soleil-Terre. Tout objet de faible masse qui s'y trouve garde sa position relative par rapport à la Terre et au Soleil en dehors de toute perturbation. Cet alignement assure au télescope de demeurer dans l'ombre portée de la Terre et donc à l'abri du rayonnement thermique du Soleil.



Télescope James-Webb



Position du point L₂ par rapport à la Terre et au Soleil

Données :

Constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$

Masse du Soleil : $M_S = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$

Masse de la Terre : $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$

Masse de James-Webb : $m = 6 \times 10^3 \text{ kg}$

Distance moyenne Soleil James-Webb : $D = 1,51 \times 10^{11} \text{ m}$

Distance moyenne Terre James-Webb : $d = 1,50 \times 10^9 \text{ m}$

Durée d'une année terrestre : 365,24 jours

On étudie le système {télescope James-Webb}, représenté par le point J, dans le référentiel héliocentrique supposé galiléen. Il subit simultanément l'interaction gravitationnelle du Soleil et celle de la Terre. Son mouvement est considéré ici comme circulaire, comme l'est celui de la Terre.

1. Positionner, sans souci d'échelle, sur le schéma du **DOCUMENT-RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE**, la base de Frenet au point L₂ ainsi que les forces gravitationnelles exercées par le Soleil S sur J, $\vec{F}_{S/J}$, et par la Terre T sur J, $\vec{F}_{T/J}$

2. À partir de la deuxième loi de Newton, montrer que dans l'approximation d'une trajectoire circulaire, le mouvement de J est uniforme.

3. Montrer que l'expression de la valeur de la vitesse v de J dans le référentiel héliocentrique

$$\text{est : } v = \sqrt{D \times G \times \left(\frac{M_T}{d^2} + \frac{M_S}{D^2} \right)}.$$

La valeur v de la vitesse du télescope est d'environ $30 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ (proche de celle de la Terre).

4. Établir l'expression de la période de révolution T du télescope spatial James-Webb en fonction de D et v .

5. Calculer la période de révolution T du télescope, exprimée en jours. Conclure en commentant « l'alignement » du télescope.

EXERCICE B – Évolution de la température dans une bouteille isotherme

« Une bouteille isotherme est bien utile en milieu froid, en montagne par exemple. Cela permet de se réchauffer, de conserver de l'eau chaude pour un repas ultérieur. . Le matin par exemple, il peut être inutile de rallumer le réchaud, si la veille, on a fait chauffer l'eau pour le lendemain". ».

D'après <https://www.expemag.com/article/hydratation/test-thermos>

On modélise l'évolution de la température à l'intérieur d'une bouteille isotherme en fonction du temps, sachant qu'on verse de l'eau à $92 \text{ }^\circ\text{C}$ dans la bouteille isotherme, puis qu'on place la bouteille dans une pièce de température constante à $T_{ext} = 12 \text{ }^\circ\text{C}$. On mesure au cours du temps avec une sonde thermométrique la température de l'eau sans ouvrir la bouteille.

1. Citer les trois modes de transfert thermique.

2. Indiquer le mode du transfert thermique à travers la paroi de la bouteille et son sens.

On suppose que l'équation différentielle suivante modélise l'évolution de la température $T(t)$ de l'eau à l'intérieur de la bouteille isotherme en fonction du temps :

$$\frac{dT(t)}{dt} = \frac{1}{\tau} (T_{ext} - T(t))$$

3. Déterminer la dimension de la constante τ en la justifiant.

La température de l'eau en fonction du temps, solution de cette équation différentielle, est de la forme :

$$T(t) = A \times e^{-\frac{t}{\tau}} + B \quad \text{avec } A, B \text{ et } \tau \text{ des constantes.}$$

L'origine du temps $t = 0$ est choisie au moment où l'eau à la température $T_{ini} = 92 \text{ }^\circ\text{C}$ est versée.

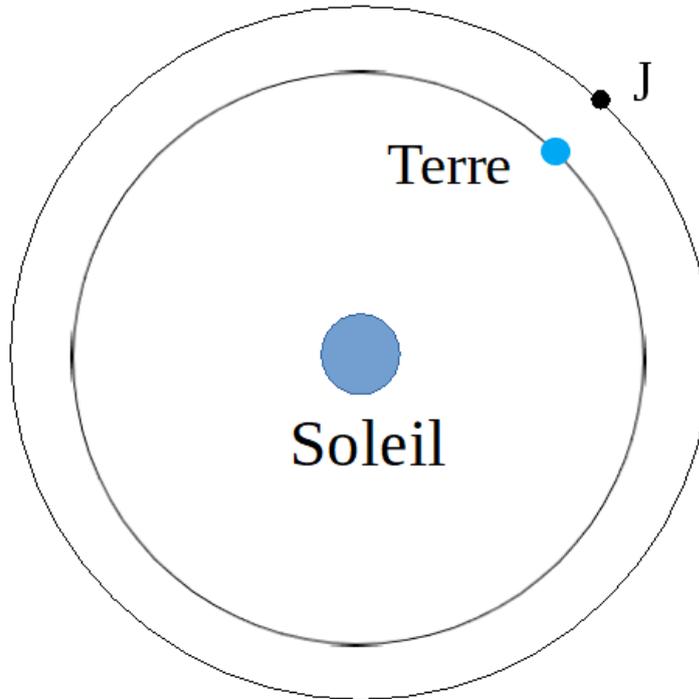
4. Établir les expressions de A et de B en fonction de la température initiale T_{ini} et de la température extérieure T_{ext} , puis calculer A et B .

DOCUMENT-RÉPONSE À RENDRE AVEC LA COPIE

EXERCICE A – Mouvement du télescope James-Webb dans un champ de gravitation

Question 1.

Schéma de l'orbite de la Terre et de J (en L_2) autour du Soleil (l'échelle n'est pas respectée).



EXERCICE B – Évolution de la température dans une bouteille isotherme

Question 5.

Évolution de la température $T(t)$ en fonction du temps pour une bouteille isotherme.

