Télescope spatial James Webb

Brevet 2024 Métropole septembre · Physique-chimie **25 points** **Durée conseillée 30 min**

1 a) Indiquer deux domaines d'études scientifiques dans lesquels des progrès sont attendus grâce au télescope. b) Caractériser un mouvement circulaire uniforme. c) Choisir le schéma qui représente correctement les mouvements du télescope et de la Terre par rapport au Soleil, en donnant une raison pour laquelle l'autre ne convient pas.

Données utiles le télescope a un mouvement circulaire uniforme autour du Soleil et fait un tour en un an ; il reste à 1,5 million de kilomètres de la Terre ; le Soleil, la Terre et le télescope sont toujours alignés

a) D'après le texte d'introduction, les deux domaines sont :

- la formation des étoiles et des galaxies ;
- la composition des atmosphères des planètes situées en dehors du système solaire.

b) Dans un mouvement circulaire uniforme, la trajectoire est un cercle et la valeur de la vitesse reste constante.

c) D'après le texte, le Soleil, la Terre et le télescope sont toujours alignés, et le télescope reste à la même distance de la Terre.

Sur le schéma n°1, à chaque date, le Soleil, la Terre T et le télescope t sont sur une même droite, et t reste à la même distance de T. Les positions du télescope sont régulièrement espacées sur un cercle : son mouvement est bien circulaire uniforme.

Sur le schéma n°2, aux dates 2, 3 et 4, le Soleil, la Terre et le télescope ne sont pas alignés : le télescope avance beaucoup moins que la Terre et s'en éloigne.

a) Formation des étoiles et des galaxies ; atmosphères des planètes hors du système solaire. b) Trajectoire en cercle, valeur de la vitesse constante. c) Schéma n°1 ; dans le schéma n°2, le Soleil, la Terre et le télescope ne restent pas alignés.

PIÈGE
En b), il faut deux informations : « circulaire » décrit la trajectoire, « uniforme » décrit la vitesse. N'en donner qu'une fait perdre la moitié de la réponse.

MÉTHODE
Relever dans le texte une condition précise (ici l'alignement), puis la vérifier date par date avec une règle : posée sur le Soleil et T_4, elle passe par t_4 seulement sur le schéma n°1.

2 a) Indiquer la formule chimique de la molécule de dioxyde de carbone. b) Identifier les trois modèles moléculaires qui correspondent à des molécules présentes dans l'atmosphère de la planète étudiée, en associant chaque numéro à un nom et en justifiant par la composition en atomes.

Données utiles l'atmosphère contiendrait de l'eau, du monoxyde de carbone CO et du sulfure d'hydrogène H_2S, mais pas de méthane ; cinq modèles moléculaires avec leur légende (carbone, oxygène, hydrogène, soufre)

a) La formule chimique du dioxyde de carbone est CO_2.

b) Avec la légende, on compte les atomes de chaque modèle :

- modèle n°2 : 1 atome de carbone et 1 atome d'oxygène, c'est le monoxyde de carbone CO ;
- modèle n°3 : 1 atome d'oxygène et 2 atomes d'hydrogène, c'est l'eau H_2O ;
- modèle n°5 : 1 atome de soufre et 2 atomes d'hydrogène, c'est le sulfure d'hydrogène H_2S.

Les deux autres ne conviennent pas : le modèle n°1 contient 1 atome de soufre et 2 atomes d'oxygène, le modèle n°4 contient 1 atome de carbone et 4 atomes d'hydrogène (c'est le méthane, absent de cette atmosphère).

a) CO_2. b) Modèle n°2 : monoxyde de carbone ; modèle n°3 : eau ; modèle n°5 : sulfure d'hydrogène.

PIÈGE
Les modèles n°1 et n°5 se ressemblent : un gros atome de soufre et deux atomes autour. Il faut regarder la couleur des petits atomes : gris pour l'oxygène, blanc pour l'hydrogène.

COMPRENDRE
Dans une formule, le chiffre en bas à droite d'un symbole donne le nombre d'atomes de cette sorte ; sans chiffre, un seul atome : H_2S a 2 atomes H et 1 atome S.

3 a) Convertir en millions de kilomètres la distance D entre la planète observée et son étoile, puis comparer la taille de ce système planétaire à celle du système solaire. b) Sans calcul, expliquer pourquoi la masse volumique moyenne de cette planète est bien plus grande que celle de Jupiter.

Données utiles $D = 92$ ua ; 1 ua = 150 millions de kilomètres ; tableau : Neptune, la planète la plus éloignée, est à 4 500 millions de kilomètres du Soleil ; masse de la planète environ 7 fois celle de Jupiter, diamètre quasiment identique

a) Une unité astronomique vaut 150 millions de kilomètres, donc :

$$D = 92 \times 150 = 13\,800 \text{ millions de kilomètres}$$

D'après le tableau, la planète du système solaire la plus éloignée du Soleil est Neptune, à 4 500 millions de kilomètres.

$$\frac{13\,800}{4\,500} \approx 3$$

La planète observée est environ 3 fois plus loin de son étoile que Neptune ne l'est du Soleil : ce système planétaire est environ 3 fois plus étendu que le système solaire.

b) La masse volumique est le quotient de la masse par le volume : $\rho = \frac{m}{V}$.

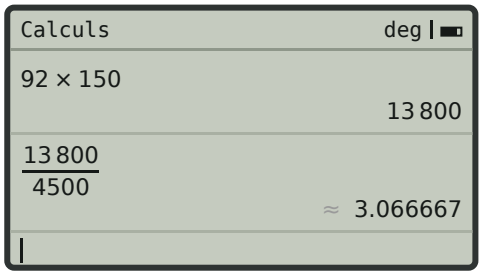
Les deux planètes ont quasiment le même diamètre, donc quasiment le même volume. La masse de la planète observée est environ 7 fois plus grande que celle de Jupiter. Pour un même volume, plus la masse est grande, plus la masse volumique est grande.

a) $D = 13\,800$ millions de kilomètres : un système environ 3 fois plus étendu que le système solaire. b) Même volume mais masse 7 fois plus grande, donc masse volumique bien plus grande.

PIÈGE
En a), s'arrêter à la conversion ne suffit pas. Comparer D à la distance Terre-Soleil ne dit rien de la taille du système solaire : il faut prendre la planète la plus lointaine, Neptune.

COMPRENDRE
Le diamètre ne donne pas la masse volumique. Il renseigne sur le volume : deux boules de même diamètre ont le même volume, quelle que soit leur matière.

À LA CALCULATRICE



4 a) Attribuer à chaque case de l'application numérique une valeur du tableau pour calculer la force gravitationnelle $F_{T/t}$ exercée par la Terre sur le télescope. b) Expliquer, sans calcul, pourquoi la force $F_{S/t}$ exercée par le Soleil sur le télescope est plus grande que $F_{T/t}$, bien que le Soleil soit environ cent fois plus loin du télescope que la Terre.

Données utiles $F_{A/B} = G \times \dfrac{m_A \times m_B}{d_{AB}^2}$; masses : Soleil $1{,}99 \times 10^{30}$ kg, Terre $5{,}98 \times 10^{24}$ kg, télescope 6 200 kg ; distances : Terre-télescope $1{,}49 \times 10^{9}$ m, Soleil-télescope $1{,}51 \times 10^{11}$ m

a) Les objets A et B sont la Terre et le télescope. Au numérateur on place leurs deux masses, au dénominateur la distance qui les sépare :

- case n°1 : $5{,}98 \times 10^{24}$ (masse de la Terre en kg) ;
- case n°2 : $6\,200$ (masse du télescope en kg) ;
- case n°3 : $1{,}49 \times 10^{9}$ (distance Terre-télescope en m).

b) Dans la formule, la force dépend de la distance, mais aussi des masses : plus les masses sont grandes, plus la force est grande.

Le télescope est le même dans les deux cas. D'après le tableau, la masse du Soleil ($1{,}99 \times 10^{30}$ kg) est énormément plus grande que celle de la Terre ($5{,}98 \times 10^{24}$ kg) : plusieurs centaines de milliers de fois plus grande.

Le Soleil est environ cent fois plus loin, ce qui diminue la force. Mais sa masse est tellement plus grande que cet effet l'emporte sur celui de la distance.

a) Case n°1 : $5{,}98 \times 10^{24}$; case n°2 : $6\,200$; case n°3 : $1{,}49 \times 10^{9}$.
b) La masse du Soleil, bien plus grande que celle de la Terre, compense largement l'éloignement.

PIÈGE
En a), ne prendre ni la masse du Soleil ni la distance Soleil-télescope : la force $F_{T/t}$ ne concerne que la Terre et le télescope.

COMPRENDRE
La distance est au carré : cent fois plus loin divise la force par $10\,000$. La masse du Soleil, environ $330\,000$ fois celle de la Terre, fait plus que compenser.

$$F_{T/t} = 6{,}67 \times 10^{-11} \times \frac{\text{case n°1 : } 5{,}98 \times 10^{24} \times \text{case n°2 : } 6\,200}{\left(\text{case n°3 : } 1{,}49 \times 10^{9}\right)^2}$$

4 · Application numérique complétée (les cases n°1 et n°2 peuvent être échangées)