

Corrigé – DNB Métropole (septembre 2024) – Sciences

Physique-chimie & Technologie

1. Partie A – Physique-chimie (25 points)

Plus de trente années ont été nécessaires pour mettre au point le télescope spatial James Webb, lancé le 25 décembre 2021. Ses innovations technologiques visent notamment à améliorer les connaissances sur la formation des étoiles et des galaxies, ainsi que sur la composition des atmosphères de planètes situées en dehors du système solaire.

Question 1 (7 points)

1a – Indiquer deux domaines d'études scientifiques dans lesquels des progrès sont attendus grâce aux observations du télescope spatial James Webb.

- Formation des étoiles et des galaxies.
- Composition des atmosphères des planètes situées hors du système solaire.

Le télescope spatial James Webb effectue un mouvement circulaire uniforme autour du Soleil et met un an pour parcourir la totalité de sa trajectoire. Toujours situé à une distance de 1,5 million de kilomètres de la Terre, il accompagne notre planète dans son mouvement autour du Soleil. Le Soleil, la Terre et le télescope sont toujours alignés.

1b – Caractériser un mouvement circulaire uniforme.

Trajectoire : cercle ; valeur de la vitesse : constante.

1c – Déterminer lequel des schémas représente correctement les mouvements du télescope James Webb et de la Terre par rapport au Soleil. Justifier la réponse en donnant une raison pour laquelle l'autre schéma n'est pas correct.

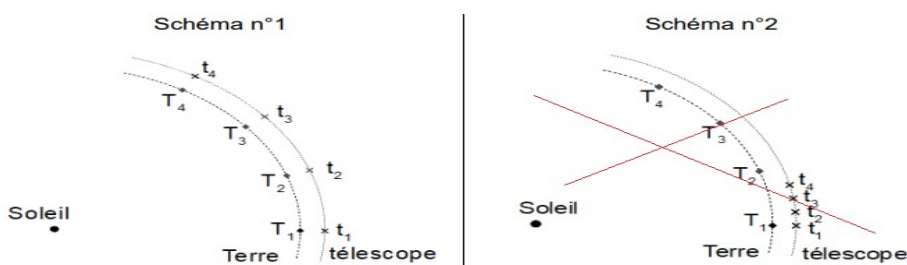


Schéma (mouvements Terre / télescope / Soleil).

Le schéma correct est celui où le Soleil, la Terre et le télescope restent toujours alignés.

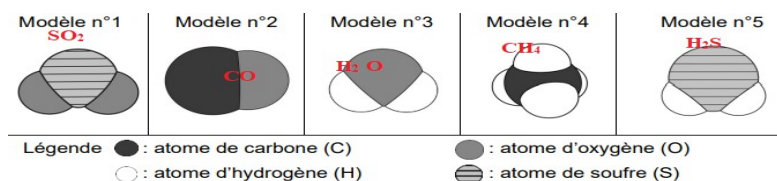
Question 2 (6 points)

2a – Indiquer la formule chimique de la molécule de dioxyde de carbone.

CO₂.

Les modélisations indiquent que l'atmosphère contiendrait également de l'eau, du monoxyde de carbone (CO) et du sulfure d'hydrogène (H₂S), mais pas de méthane.

2b – Identifier les trois modèles moléculaires correspondant à des molécules présentes dans l’atmosphère, en associant le numéro du modèle au nom de la molécule. Justifier avec les compositions atomiques.



Modèles moléculaires proposés.

Réponse attendue : sélectionner les modèles correspondant à H₂O, CO et H₂S (molécules annoncées présentes), en justifiant par le nombre et la nature des atomes.

Question 3 (7 points)

Cette planète se situe à 92 unités astronomiques de l’étoile autour de laquelle elle est en orbite. Sa masse est environ sept fois celle de Jupiter, tandis que son diamètre est quasiment identique à celui de Jupiter.

3a – Convertir en millions de kilomètres la distance D séparant la planète et son étoile, puis comparer la taille de ce système planétaire à celle du système solaire ($\approx 4\,500$ millions de km).

Une unité astronomique (UA) = 150 millions de km.

$D = 92 \times 150 = 13\,800$ millions de km.

Comparaison : $13\,800 / 4\,500 \approx 3 \rightarrow$ ce système planétaire est environ 3 fois plus grand que la taille indiquée pour le système solaire.

3b – Sans calcul, expliquer pourquoi la masse volumique moyenne de cette planète est bien plus grande que celle de Jupiter.

Le volume est (quasiment) identique puisque les diamètres sont similaires, mais la masse est environ 7 fois plus grande : la masse volumique est donc plus grande.

Question 4 (5 points)

On donne : $F = G \times m_A \times m_B / d^2$, avec $G = 6,67 \times 10^{-11}$ (SI).

4a – Attribuer à l’application numérique les valeurs permettant de calculer la force d’attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur le télescope James Webb.

Application numérique : $F = 6,67 \times 10^{-11} \times 5,98 \times 10^{24} \times 6\,200 / (1,49 \times 10^9)^2$.

4b – Expliquer sans calcul pourquoi la force gravitationnelle exercée par le Soleil sur le télescope est plus grande que celle exercée par la Terre, bien que le Soleil soit environ 100 fois plus loin.

La force dépend du produit des masses (au numérateur) et de d^2 (au dénominateur). Même si la distance au Soleil est environ 100 fois plus grande (donc $d^2 \sim 10^4$ fois plus grand), la masse du Soleil est immensément plus grande que celle de la Terre (environ 10^6 fois dans le raisonnement fourni), ce qui rend la force exercée par le Soleil plus importante.

2. Partie B – Technologie (25 points)

Les douches représentent 39 % des utilisations domestiques de l'eau. En 10 ans, le prix de l'eau en France a augmenté de 10 %. Une société propose une douche permettant d'économiser de 70 % à 90 % de l'eau consommée par rapport à une douche classique. En cycle ouvert, elle fonctionne comme une douche classique : l'eau utilisée est évacuée. En cycle fermé, l'eau est récupérée (réservoir), recyclée puis réutilisée.

Question 1 (3 points)

Indiquer en quoi ce système répond à un enjeu sociétal actuel.

La quantité d'eau potable distribuée par le réseau est limitée : il faut donc économiser cette ressource.

Question 2 (6 points)

Compléter les fonctions techniques et les solutions techniques du système (6 réponses attendues).

Fonctions techniques	Solutions techniques
Nettoyer et désinfecter l'eau	Filtre et stérilisateur UV
Réchauffer l'eau	Chauffe-eau
Faire circuler l'eau en cycle fermé	Pompe
Stocker l'eau / gérer le niveau (niveau haut / niveau bas)	Réservoir + capteur(s) de niveau + vanne d'évacuation
Régler température, débit ; choisir cycle fermé / cycle ouvert	Boîtier de commande

Question 3 (6 points)

Deux scénarios :

- Scénario 1 : 6 minutes en cycle ouvert, débit 15 L/min.
- Scénario 2 : 1 minute en cycle ouvert puis 5 minutes en cycle fermé (volume d'eau nécessaire : 5 L).

Calculer le volume consommé pour chaque scénario. En déduire le gain (en %) et comparer avec les valeurs annoncées (70 % à 90 %).

Scénario 1 : $15 \times 6 = 90$ L.

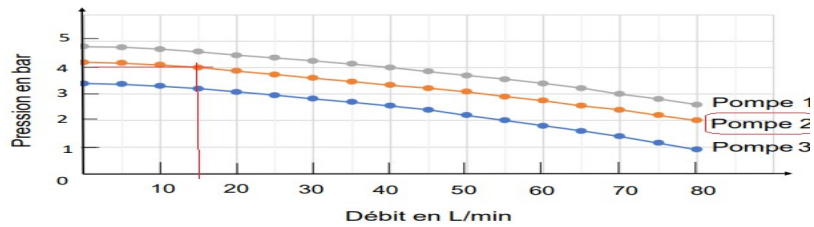
Scénario 2 : $15 + 5 = 20$ L.

Gain : $(90 - 20) / 90 \times 100 \approx 78 \%$ → cohérent avec les valeurs annoncées.

Question 4 (4 points)

Indiquer les valeurs numériques des deux caractéristiques utiles au choix de la pompe. En déduire le numéro de la pompe choisie correspondant à ces caractéristiques.

Débit de la pompe : 15 L/min ; pression : 4 bars.



Données / caractéristiques des pompes.

Question 5 (6 points)

Principe de fonctionnement (rappel) :

- Au départ, le mode « cycle ouvert » est sélectionné : pompe, chauffe-eau et stérilisateur UV arrêtés ; vanne d'alimentation en eau et vanne d'évacuation ouvertes.
- Si le mode « cycle fermé » est sélectionné : vanne d'évacuation fermée ; pompe, stérilisateur UV et chauffe-eau démarrés.
- Lorsque le niveau haut du réservoir est atteint : vanne d'alimentation en eau fermée.
- Si, en cycle fermé, le niveau bas du réservoir est atteint : vanne d'alimentation en eau ouverte.

Compléter le programme de fonctionnement (7 réponses attendues).



Organigramme / programme à compléter.