Corrigé complet — Brevet 2024 Métropole septembre

Épreuve de sciences, série générale **50 points** **1 h**

Physique-chimie	**Télescope spatial James Webb** Mouvement circulaire uniforme · Atomes et molécules · Masse volumique · Système solaire et distances · Gravitation universelle	25 pts	30 min	4 questions	p. 2
Technologie	**Douche économe en eau** Besoin et enjeux sociétaux d'un objet technique · Fonctions techniques et solutions techniques · Choix d'un composant à partir de ses caractéristiques · Capteurs et actionneurs · Programmation par blocs	25 pts	30 min	5 questions	p. 5

Comment s'en servir. Fais d'abord le sujet en 1 h, 30 minutes par discipline, puis corrige-toi question par question. À gauche de chaque question, sur les carreaux : ce qu'il faut écrire sur ta copie. À droite : les pièges, ce qu'il faut comprendre et les méthodes.

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 : $\rho = \frac{m}{V}$.

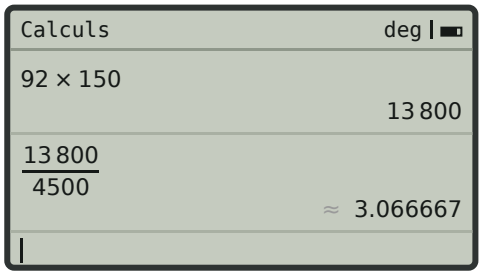
Les deux planètes ont quasiment le même diamètre, donc quasiment le même volume. La masse de la planète observée est environ 7 fois plus grande que celle de Jupiter. Pour un même volume, plus la masse est grande, plus la masse volumique est grande.

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)

Douche économe en eau

Brevet 2024 Métropole septembre · Technologie **25 points** **Durée conseillée 30 min**

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

Données utiles introduction : les douches représentent 39 % des utilisations domestiques de l'eau ; le prix de l'eau a augmenté de 10 % en 10 ans ; la douche économise de 70 % à 90 % de l'eau.

D'après l'introduction, les douches représentent 39 % des utilisations domestiques de l'eau : c'est une part importante de l'eau consommée à la maison.

En cycle fermé, l'eau est récupérée, recyclée puis réutilisée. La douche consomme ainsi de 70 % à 90 % d'eau en moins qu'une douche classique.

Ce système répond à l'enjeu de la préservation de la ressource en eau : il économise l'eau potable du logement. Il réduit aussi la facture d'eau, alors que le prix de l'eau augmente.

MÉTHODE
Pour un enjeu sociétal : nommer l'enjeu (ici, économiser l'eau), puis citer un chiffre du sujet qui montre que l'objet technique y répond.

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

Données utiles document 1 : rôle de chaque élément de la douche ; document 2 : diagramme des fonctions techniques.

Solutions techniques manquantes (document 1) :

- nettoyer et désinfecter l'eau → **filtre + stérilisateur UV** (le filtre retire les matières en suspension et les produits chimiques, le stérilisateur UV détruit les bactéries et les virus) ;
- réchauffer l'eau → **chauffe-eau** ;
- évacuer l'eau → **vanne d'évacuation**.

Fonctions techniques manquantes (document 2) :

- pompe → **faire circuler l'eau en cycle fermé** ;
- réservoir → **stocker l'eau** ;
- boitier de commande → **contrôler le système** (régler le débit, la température, choisir le mode).

Le tableau complété est donné ci-dessous.

PIÈGE
Pour « nettoyer et désinfecter », il faut les deux éléments : le filtre nettoie, le stérilisateur UV désinfecte. N'en citer qu'un seul donne une réponse incomplète.

MÉTHODE
Une fonction technique s'écrit avec un verbe à l'infinitif, repris du document 2. Une solution technique est le nom de l'élément, repris du document 1.

fonctions techniques	solutions techniques
nettoyer et désinfecter l'eau	**filtre + stérilisateur UV**
réchauffer l'eau	**chauffe-eau**
évacuer l'eau	**vanne d'évacuation**
faire circuler l'eau en cycle fermé	pompe
stocker l'eau	réservoir
contrôler le système	boitier de commande

2 · Tableau de la question 2 complété (en orange : les 6 réponses de l'élève)

3 Calculer le volume d'eau consommé pour chacun des deux scénarios. En déduire le gain de consommation d'eau en pourcentage, puis comparer avec les valeurs annoncées par la société.

Données utiles document 3 : scénario 1 = 6 min en cycle ouvert ; scénario 2 = 1 min en cycle ouvert puis 5 min en cycle fermé ; cycle ouvert : débit de 15 L/min ; cycle fermé : 5 L nécessaires au fonctionnement.

Scénario 1 : volume = débit × durée, donc $V_1 = 15 \times 6 = 90\ \text{L}$.

Scénario 2 : pendant 1 min en cycle ouvert, la douche consomme $15 \times 1 = 15\ \text{L}$. En cycle fermé, il faut 5 L, qui sont recyclés et réutilisés pendant les 5 minutes. Donc $V_2 = 15 + 5 = 20\ \text{L}$.

Gain : $G = \dfrac{V_1 - V_2}{V_1} = \dfrac{90 - 20}{90} \approx 0{,}78$, soit environ 78 %.

Conclusion : la société annonce une économie de 70 % à 90 %. Le gain calculé, 78 %, est bien compris entre ces deux valeurs.

$V_1 = 90\ \text{L}$; $V_2 = 20\ \text{L}$; $G \approx 78\ \%$: l'annonce de la société est vérifiée pour ces scénarios.

PIÈGE
Multiplier les 5 L par les 5 minutes de cycle fermé. Ces 5 L ne sont pas un débit : c'est la même eau qui tourne pendant tout le cycle fermé.

COMPRENDRE
Le quotient $\dfrac{V_1 - V_2}{V_1}$ donne un nombre entre 0 et 1. On le multiplie par 100 pour l'écrire en pourcentage : 0,78 correspond à 78 %.

À LA CALCULATRICE



4 Indiquer les valeurs numériques des deux caractéristiques utiles au choix de la pompe. En déduire le numéro de la pompe qui correspond précisément à ces caractéristiques.

Données utiles document 2 : fonction « faire circuler l'eau en cycle fermé » : pression 4 bars, débit 15 L/min ; document 4 : pression en fonction du débit pour les pompes 1, 2 et 3.

D'après le document 2, la pompe doit fournir :

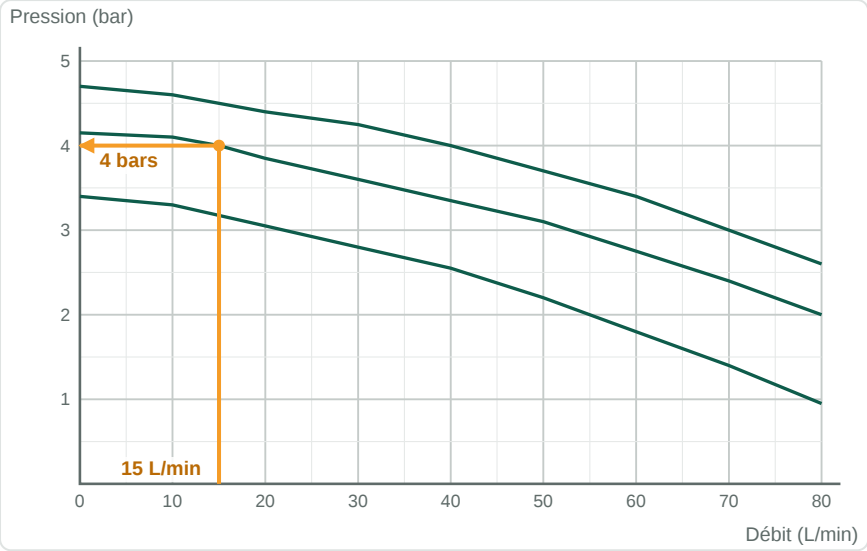
- une pression de 4 bars ;
- un débit de 15 L/min.

Sur le document 4, je me place à 15 L/min et je lis la pression de chaque pompe : environ 4,5 bars pour la pompe 1, 4 bars pour la pompe 2 et environ 3,2 bars pour la pompe 3.

La pompe choisie est la pompe 2 : c'est la seule qui donne 4 bars pour un débit de 15 L/min.

PIÈGE
Choisir la pompe 1 parce qu'elle est la plus puissante. La question demande la pompe qui correspond précisément : 4 bars, ni plus, ni moins.

MÉTHODE
Lire un graphique : partir de la valeur connue sur l'axe horizontal (15 L/min), monter jusqu'à chaque courbe, puis lire la pression sur l'axe vertical.



4 · Document 4 : lecture au débit de 15 L/min (courbes, de haut en bas : pompes 1, 2 et 3)

5 Compléter le programme de fonctionnement du système de la douche avec les blocs à replacer (7 réponses attendues).

Données utiles document 5 : principe du fonctionnement des cycles ouvert et fermé ; blocs à replacer : pompe, démarrer, cycle fermé, ouvrir, chauffe-eau, haut, arrêter.

Je suis le document 5 phrase par phrase.

Mode cycle ouvert : « la pompe, le chauffe-eau et le stérilisateur UV sont arrêtés ». Donc : mettre **pompe** à arrêter ; mettre stérilisateur UV à **arrêter**.

Deuxième condition : « si le mode cycle fermé est sélectionné ». Donc : si mode = **cycle fermé**.

« La pompe, le stérilisateur UV et le chauffe-eau sont démarrés ». Donc : mettre pompe à **démarrer** ; mettre **chauffe-eau** à démarrer.

« Si le niveau bas du réservoir est atteint, la vanne d'alimentation en eau est ouverte ». Donc : mettre vanne d'alimentation à **ouvrir**.

« Lorsque le niveau haut du réservoir est atteint, la vanne d'alimentation en eau est fermée ». Donc : attendre jusqu'à ce que niveau d'eau = **haut**.

Dans l'ordre du programme : pompe, arrêter, cycle fermé, démarrer, chauffe-eau, ouvrir, haut.

COMPRENDRE
Le capteur de niveau donne une information (bas, haut). Le programme la teste, puis commande un actionneur : ici la vanne d'alimentation en eau.

MÉTHODE
Chaque bloc ne sert qu'une fois : le barrer dans la liste dès qu'il est placé. À la fin, les 7 blocs doivent être utilisés.

répéter indéfiniment
- si mode = cycle ouvert alors
  - mettre **pompe** à arrêter
  - mettre chauffe-eau à arrêter
  - mettre stérilisateur UV à **arrêter**
  - mettre vanne d'alimentation à ouvrir
  - mettre vanne d'évacuation à ouvrir
- si mode = **cycle fermé** alors
  - mettre pompe à **démarrer**
  - mettre **chauffe-eau** à démarrer
  - mettre stérilisateur UV à démarrer
  - mettre vanne d'alimentation à ouvrir
  - mettre vanne d'évacuation à fermer
- attendre jusqu'à ce que niveau d'eau = haut
- mettre vanne d'alimentation à fermer
- si niveau d'eau = bas alors
  - mettre vanne d'alimentation à **ouvrir**
- attendre jusqu'à ce que niveau d'eau = **haut**
- mettre vanne d'alimentation à fermer

5 · Programme de la question 5 complété (en orange : les 7 blocs replacés)