Corrigé et barème – décrire la matière : masse volumique, air et organisation de l'Univers — niveau ★

Durée : 55 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Chimie 4e

Exercice 1 – Vrai ou faux ? Justifie *(4 pts)*

a) **Faux** (0,5 pt). La masse volumique est une propriété de la matière : elle ne dépend ni de la taille ni de la forme. La masse et le volume de la poutre sont plus grands, mais leur quotient m ÷ V est le même que pour la planchette. (0,5 pt) (1)

b) **Faux** (0,5 pt). Sur 10 000 particules d'air sec, environ 100 sont des atomes d'argon (1 sur 100) et seulement 4 sont des molécules de dioxyde de carbone (0,04 %) : il y a environ $100 \div 4 = 25$ fois plus d'atomes d'argon. (0,5 pt) (1)

c) **Faux** (0,5 pt). Le Big Bang n'a formé que des noyaux d'hydrogène et d'hélium, avec des traces de lithium. L'oxygène a été fabriqué plus tard, par fusion nucléaire au cœur d'étoiles (à partir de l'hélium), puis dispersé dans l'espace avant la naissance du système solaire. (0,5 pt) (1)

d) **Faux** (0,5 pt). 0,2 mm = 0,000 2 m $= 2 \times 10^{-4}$ m : 2 est proche de 1, l'ordre de grandeur est 10^{-4} m. 0,8 mm = 0,000 8 m $= 8 \times 10^{-4}$ m : 8 est proche de 10, l'ordre de grandeur est 10^{-3} m. (0,5 pt) (1)

Méthode — pour justifier un « faux », on ne se contente pas de dire non : on écrit ce qui est juste, avec un nombre ou une règle du cours (25 fois plus d'argon ; 10^{-4} m et 10^{-3} m).

Exercice 2 – Une cale en métal *(5 pts)*

a) $V = 8 \times 2{,}5 \times 0{,}4 = 8$ cm³ (volume d'un pavé : longueur × largeur × hauteur). (1 pt) (1,25)

b) $\rho = m \div V = 63{,}2 \div 8 = 7{,}9$ g/cm³ (1 pt) : c'est la valeur du fer, la cale est en fer. (0,5 pt) (1,25)

c) $V = m \div \rho = 63{,}2 \div 2{,}7 \approx 23{,}4$ cm³ (1 pt : 0,5 pour la relation, 0,5 pour le résultat) : près de trois fois plus de place, car l'aluminium a une masse volumique bien plus petite que le fer. (1,25)

d) Symbole : **Fe** (0,5 pt). Les atomes de fer ont été fabriqués par fusion nucléaire au cœur d'étoiles massives (plus de 8 fois plus massives que le Soleil) : c'est le dernier élément qu'elles fabriquent ainsi (0,5 pt). Dispersés par les vents de ces étoiles et par leur explosion en supernova, ils se sont mêlés au nuage de gaz et de poussières d'où sont nés le Soleil et la Terre, il y a 4,6 milliards d'années. (0,5 pt) (1,25)

Piège — pour un volume, on divise : $V = m \div \rho$. Multiplier $63{,}2 \times 2{,}7$ ne donne pas un volume ; contrôle toujours l'unité (des g divisés par des g/cm³ donnent des cm³).

Exercice 3 – L'air du CDI *(4 pts)*

a) $V = 9 \times 7 \times 3 = 189$ m³ (0,5 pt) ; $m = \rho \times V = 1{,}2 \times 189 = 226{,}8$ kg : plus de 200 kg d'air. (0,5 pt) (1)

b) Diazote : $3\,000 \times 78 \div 100 = 2\,340$ molécules (0,5 pt) ; dioxygène : $3\,000 \times 21 \div 100 = 630$ molécules. (0,5 pt) (1)

c) m = concentration × volume $= 20 \times 189 = 3\,780$ µg (0,5 pt), soit $3\,780 \div 1\,000 = 3{,}78$ mg. (0,5 pt) (1)

d) $20 > 15$: la valeur guide de l'OMS est dépassée (0,5 pt). La principale source de PM2,5 est le chauffage des bâtiments, surtout au bois (environ 70 % des PM2,5 en France en 2022), devant le trafic routier et l'industrie. (0,5 pt) (1)

Erreur fréquente — confondre les unités : la masse volumique de l'air s'écrit en kg/m³, la concentration d'un polluant en µg/m³, et 1 kg = 1 000 000 000 µg. Dans les deux cas, on multiplie par le volume en m³.

Exercice 4 – Les planètes et leur masse volumique *(4 pts)*

a) Planètes **telluriques** : Mercure, la Terre, Mars (0,5 pt). Planètes **géantes** : Jupiter (géante gazeuse) et Neptune (géante de glaces). (0,5 pt) (1,33333)

b) Les planètes telluriques : de 3,9 à 5,5 g/cm³, contre 1,3 et 1,6 g/cm³ pour les géantes (0,5 pt). Formées près du Soleil, où il faisait trop chaud pour que l'eau, l'ammoniac et le méthane restent solides, elles ne sont faites que de roches et de métaux, des matières denses (0,5 pt). Les géantes, formées loin du Soleil, sont faites surtout d'hydrogène et d'hélium (Jupiter) ou d'eau, d'ammoniac et de méthane (Neptune), bien moins denses. (0,5 pt) (1,33333)

c) La Terre entière est plus dense que sa croûte : son intérieur est donc fait d'une matière plus dense que les roches de surface (0,5 pt). C'est le fer (7,9 g/cm³) : très dense, il est descendu vers le centre lors de la formation de la Terre et forme l'essentiel de son noyau (0,5 pt). Voilà pourquoi la Terre entière est surtout faite de fer (environ 32 % de sa masse), alors que la croûte est riche en oxygène et en silicium. (0,5 pt) (1,33333)

Astuce — la masse volumique moyenne renseigne sur la matière d'un astre qu'on ne peut pas aller voir : plus de 5 g/cm³, des roches et beaucoup de métal ; moins de 2 g/cm³, surtout des gaz et des glaces.

Exercice 5 – La mare de la ferme pédagogique *(3 pts)*

a) 6 t = 6 000 kg ; V = m ÷ ρ = 6 000 ÷ 1 = 6 000 L. (0,5 pt) (0,75)

b) m = teneur × volume = 4,5 × 6 000 = 27 000 mg (0,5 pt), soit 27 g. (0,5 pt) (0,75)

c) 4,5 mg/L, c'est moins que les 5,5 mg/L qu'il leur faut : ils manquent de dioxygène. Et plus l'eau est chaude, moins elle peut dissoudre de gaz, donc de dioxygène. (0,5 pt) (0,75)

d) Brasser l'eau avec l'air (pompe qui fait une cascade ou un jet d'eau) : plus de contact entre l'eau et l'air, donc plus de dioxygène dissous (0,5 pt). Installer des plantes aquatiques : le jour, par la photosynthèse, elles rejettent du dioxygène dans l'eau (0,5 pt). On accepte aussi : empêcher tout rejet d'eaux usées, qui nourrissent des bactéries consommatrices de dioxygène. (0,75)

Méthode — masse dissoute = teneur × volume : la teneur est en mg/L, le volume doit donc être en litres. Une masse d'eau en tonnes se convertit d'abord : 1 t d'eau = 1 000 kg = 1 000 L.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).