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 – Problème — La montgolfière *(4 pts)*

a) $m = \rho \times V = 0{,}95 \times 2\,500 = 2\,375$ kg. (1 pt) (1)

b) Masse totale : $420 + 2 \times 80 + 2\,375 = 2\,955$ kg (0,5 pt) ; ρ moyenne $= 2\,955 \div 2\,500 = 1{,}182$ kg/m³, plus petite que 1,2 kg/m³ : elle monte. (0,5 pt) (1)

c) Masse totale : $2\,955 + 80 = 3\,035$ kg ; ρ moyenne $= 3\,035 \div 2\,500 = 1{,}214$ kg/m³ (0,5 pt), plus grande que 1,2 kg/m³ : elle ne monte plus (0,5 pt). Autre méthode : la masse totale doit rester sous $1{,}2 \times 2\,500 = 3\,000$ kg. (1)

d) Dans l'air chaud, les molécules sont un peu moins serrées (0,5 pt) : un même volume en contient moins, sa masse est plus petite, donc $\rho = m \div V$ aussi. C'est l'inverse de l'air froid : environ 1,29 g/L à 0 °C contre 1,2 g/L à 20 °C. (0,5 pt) (1)

Piège — on compare la masse volumique moyenne de tout l'objet (air chaud, enveloppe, nacelle, personnes) à celle de l'air, jamais sa masse seule : 3 tonnes peuvent s'envoler si elles occupent assez de volume.

Exercice 2 – De l'air à la plongée *(4 pts)*

a) Diazote : $5\,000 \times 78 \div 100 = 3\,900$ molécules ; dioxygène : $5\,000 \times 21 \div 100 = 1\,050$ molécules ; argon : $5\,000 \times 1 \div 100 = 50$ atomes (vérification : $3\,900 + 1\,050 + 50 = 5\,000$). (1 pt : 0,5 pour la méthode, 0,5 pour les trois résultats) (1)

b) Chaque molécule N_2 compte 2 atomes d'azote : $3\,900 \times 2 = 7\,800$ atomes d'azote (0,5 pt). Chaque molécule O_2 compte 2 atomes d'oxygène : $1\,050 \times 2 = 2\,100$ atomes d'oxygène. (0,5 pt) (1)

c) Dans les premières minutes après le Big Bang, seuls des noyaux d'hydrogène et d'hélium (avec des traces de lithium) se sont formés (0,5 pt). L'azote et l'oxygène, plus lourds, ont été fabriqués plus tard par fusion nucléaire au cœur des étoiles, puis dispersés dans l'espace avant la naissance du système solaire. (0,5 pt) (1)

d) $68 \div 32 \approx 2{,}1$: environ 2 molécules de diazote pour une de dioxygène, contre environ 4 dans l'air ($78 \div 21 \approx 3{,}7$) (0,5 pt). À chaque inspiration, le plongeur respire moins de diazote : sous pression, il s'en dissout moins dans son sang, et moins de bulles de diazote risquent de se former à la remontée. (0,5 pt) (1)

Erreur fréquente — compter des molécules quand on demande des atomes (ou l'inverse) : 1 050 molécules O_2 contiennent 2 100 atomes d'oxygène. Relis le mot « molécules » ou « atomes » dans chaque question.

Exercice 3 – Enquête sur une météorite *(4 pts)*

a) $V = 26{,}5 - 20{,}0 = 6{,}5$ mL $= 6{,}5$ cm³ (0,5 pt) ; $\rho = m \div V = 50{,}7 \div 6{,}5 = 7{,}8$ g/cm³, entre 7,0 et 8,0 g/cm³ : c'est une météorite de fer. (0,5 pt) (1)

b) $m = 50{,}7 \times 8 \div 100 = 4{,}056 \approx 4{,}1$ g de nickel (0,5 pt) ; symbole : **Ni**. (0,5 pt) (1)

c) Dans le **noyau** de la Terre (0,5 pt). Ces métaux sont très denses : lors de la formation de la Terre, ils sont descendus vers le centre, où le fer forme l'essentiel du noyau, avec du nickel. (0,5 pt) (1)

d) $V = m \div \rho = 26{,}4 \div 3{,}3 = 8$ cm³ $= 8$ mL (0,5 pt) ; niveau lu : $20{,}0 + 8 = 28{,}0$ mL. (0,5 pt) (1)

Astuce — un intervalle de valeurs (de 7,0 à 8,0 g/cm³) sert à classer : on vérifie que le résultat tombe dedans, on ne cherche pas une valeur exacte.

Exercice 4 – La qualité de l'air un soir d'hiver *(4 pts)*

a) Indice **mauvais** (0,5 pt). Le voisin a tort : l'indice ATMO est le sous-indice le plus dégradé, ici celui des PM2,5 ; on ne fait ni la moyenne, ni la majorité des sous-indices, car un seul polluant trop concentré suffit à nuire à la santé. (0,5 pt) (1)

b) En hiver, le chauffage des logements, surtout au bois, rejette beaucoup de particules fines, et sans vent elles restent sur place (0,5 pt). L'ozone, lui, n'est pas rejeté : il se forme dans l'air sous l'effet du soleil, à partir des oxydes d'azote ; un soir d'hiver, il n'y a pas de soleil (ses pics ont lieu l'été). (0,5 pt) (1)

c) $m = 38 \times 50 = 1\,900\ \mu g = 1{,}9\ mg$ (0,5 pt) ; $38 \div 15 \approx 2{,}5$: environ 2,5 fois la valeur guide. (0,5 pt) (1)

d) $2{,}5\ \mu m = 2{,}5 \times 10^{-6}\ m$; 2,5 est proche de 1 : ordre de grandeur 10^{-6} m (0,5 pt). $10^{-6} \div 10^{-10} = 10^{-6+10} = 10^{4}$: environ dix mille fois plus grande qu'un atome. (0,5 pt) (1)

Piège — une particule fine n'est ni un atome ni une molécule : c'est un minuscule grain de matière, fait d'un très grand nombre d'atomes, environ 10^4 fois plus large qu'un atome.

Exercice 5 – Qui a raison ? *(4 pts)*

a) **Faux** (0,5 pt). La Voie lactée est une seule galaxie, la nôtre : une galaxie spirale de 200 à 400 milliards d'étoiles, dont le Soleil. L'Univers observable compte 100 à 200 milliards de galaxies. (0,5 pt) (1)

b) **Faux** (0,5 pt). Les premières étoiles se sont allumées moins de 400 millions d'années (0,4 milliard d'années) après le Big Bang. Le Soleil est né il y a 4,6 milliards d'années, soit $13{,}8 - 4{,}6 = 9{,}2$ milliards d'années après le Big Bang : au moins $9{,}2 - 0{,}4 = 8{,}8$ milliards d'années après les premières étoiles. (0,5 pt) (1)

c) **Faux** (0,5 pt). Les astéroïdes sont faits de roches et de métaux (surtout entre Mars et Jupiter), mais les comètes sont faites de glaces et de poussières, et viennent des confins du système solaire, où il faisait assez froid pour que l'eau reste gelée. (0,5 pt) (1)

d) **Faux** (0,5 pt). $1\ m^3 = 1\,000\,000\ cm^3$: à 1 g par cm^3, 1 m^3 d'eau a une masse de 1 000 000 g = 1 000 kg, soit 1 tonne. Autrement dit, $1\ g/cm^3 = 1\,000\ kg/m^3$. (0,5 pt) (1)

Méthode — pour corriger une phrase, on garde ce qui est juste et on remplace l'erreur par le fait exact, avec un nombre si possible (une galaxie parmi 100 à 200 milliards, 8,8 milliards d'années d'écart, 1 tonne).

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).