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

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

Nom : _____ Date : _____ Note : _____ / 20

Tous les calculs doivent figurer sur la copie. Les résultats seront donnés sous la forme la plus simple possible.

Exercice 1 – Corriger une copie : la masse d'un litre d'air *(4 pts)*

Voici le compte rendu de Nils. « J'ai pesé une bouteille rigide de 1,5 L, munie d'une valve : $m_1 = 452{,}30$ g (bouteille vide). J'y ai pompé de l'air, puis je l'ai repesée : $m_2 = 455{,}90$ g. Masse de l'air : $455{,}90 - 452{,}30 = 3{,}60$ g. Le volume de cet air est celui de la bouteille, 1,5 L. Masse d'un litre d'air : $3{,}60 \div 1{,}5 = 2{,}4$ g/L. » La salle était à 20 °C.

a) Sans refaire la mesure, montre que le résultat de Nils est faux.

b) Nils écrit « bouteille vide », puis « le volume de cet air est celui de la bouteille ». Explique pourquoi chacune de ces deux affirmations est fausse.

c) Décris comment Nils aurait dû mesurer le volume de l'air qu'il a pompé.

d) Avec la masse d'un litre d'air à 20 °C, calcule le volume qu'occupent, dans la salle, les 3,60 g d'air pompé. Explique ensuite, avec les molécules, comment cet air a pu entrer dans la bouteille rigide de 1,5 L.

Exercice 2 – Problème — Le ludion *(4 pts)*

Un ludion est un petit tube de verre, fermé en haut et ouvert en bas, qui flotte dans une bouteille en plastique pleine d'eau et bouchée. Le tube a une masse de 6,0 g ; le verre a une masse volumique de 2,5 g/cm³. Le ludion (le verre et tout son intérieur) occupe en tout 6,5 cm³. Au départ, son intérieur est rempli d'air. L'eau a une masse volumique de 1,00 g/cm³.

a) Calcule le volume du verre, puis le volume de l'air enfermé. Montre, avec la masse d'un litre d'air vue en cours, que la masse de cet air est négligeable.

b) Calcule la masse volumique moyenne du ludion au départ (arrondie au centième). Explique pourquoi il flotte.

c) On serre la bouteille : 0,7 cm³ d'eau entre dans le tube et comprime l'air. Calcule la nouvelle masse volumique moyenne du ludion (verre, air et eau entrée), puis dis ce qu'il fait. Pourquoi est-ce l'air, et non l'eau, qui se laisse comprimer ?

d) Quel volume d'eau doit entrer dans le tube, au minimum, pour que le ludion coule ? Justifie.

Exercice 3 – Jupiter, une géante peu dense *(4 pts)*

Document — Masse et masse volumique moyenne de quatre planètes (NASA, valeurs arrondies).

Planète	Masse (kg)	Masse volumique moyenne (kg/m³)
Terre	$6{,}0 \times 10^{24}$	5 500
Jupiter	$1{,}9 \times 10^{27}$	1 300
Saturne	$5{,}7 \times 10^{26}$	690
Neptune	$1{,}0 \times 10^{26}$	1 600

a) Un élève écrit : « Jupiter est plus légère que la Terre, puisque sa masse volumique est plus petite. » Corrige-le, avec un calcul.

b) Calcule le volume de la Terre et celui de Jupiter, en m³, en notation scientifique (arrondis a au dixième). Montre que le volume de Jupiter vaut plus de mille fois celui de la Terre.

c) La masse volumique moyenne de Saturne est plus petite que celle de l'eau, celle de Neptune plus grande. Explique cette différence par la matière de ces deux planètes.

d) Jupiter et Saturne sont faites de la même matière. Pourtant, la masse volumique moyenne de Jupiter est près de deux fois celle de Saturne, et dépasse celle de l'eau. Propose une explication à l'aide du document.

Exercice 4 – Des molécules par milliards de milliards *(4 pts)*

À 0 °C, 1 L d'air contient environ $2{,}7 \times 10^{22}$ particules et a une masse de 1,29 g. Sur 100 particules d'air sec, environ 21 sont des molécules de dioxygène. Une chambre froide, à 0 °C, a un volume de 200 m³ (1 m³ = 1 000 L). Donne les résultats en notation scientifique.

a) Combien de particules l'air de la chambre froide contient-il environ ?

b) Combien de molécules de dioxygène cet air contient-il ?

c) Quelle est la masse moyenne d'une particule de l'air, en grammes ?

d) Le dioxyde d'azote est nocif même en faible quantité : la valeur guide annuelle de l'OMS est de 10 µg/m³ (1 µg = 10^{-6} g). Dans 1 m³ de l'air de la chambre froide, à cette concentration, quelle part de la masse de l'air le NO_2 représente-t-il ? Que montre ce résultat ?

Exercice 5 – Débat : quatre affirmations à juger *(4 pts)*

Pour chaque affirmation, dis si elle est vraie ou fausse, puis justifie par un raisonnement complet, appuyé sur le cours.

a) « Presque tous les atomes de ton corps sont plus vieux que le Soleil. »

b) « L'Univers observable compte plus de galaxies que la Voie lactée ne compte d'étoiles. »

c) « À la fin de sa vie, le Soleil fabriquera du fer dans son cœur. »

d) « Une rivière de montagne, froide et agitée, contient en général plus de dioxygène dissous qu'un étang de plaine, chaud et calme. »

Bon courage !

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).