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 – Problème — La montgolfière *(4 pts)*

L'enveloppe d'une montgolfière a un volume de 2 500 m³. L'air extérieur, à 20 °C, a une masse volumique de 1,2 kg/m³ ; l'air chauffé par le brûleur, à 100 °C, de 0,95 kg/m³. L'enveloppe, la nacelle, le brûleur et les bouteilles de gaz ont une masse totale de 420 kg ; chaque personne à bord a une masse de 80 kg. On néglige le volume de la nacelle et des personnes : la montgolfière occupe 2 500 m³ en tout. Elle monte si sa masse volumique moyenne est plus petite que celle de l'air extérieur.

a) Calcule la masse de l'air chaud contenu dans l'enveloppe.

b) La montgolfière emporte le pilote et un passager. Calcule sa masse totale, puis sa masse volumique moyenne. Monte-t-elle ? Justifie.

c) Un deuxième passager veut embarquer. La montgolfière pourra-t-elle encore monter ? Justifie par un calcul.

d) Explique, à l'échelle des molécules, pourquoi l'air chaud a une masse volumique plus petite que l'air froid.

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

Sur 100 particules d'air sec : environ 78 molécules de diazote N_2, 21 molécules de dioxygène O_2 et 1 atome d'argon Ar. Les plongeurs utilisent aussi le **nitrox 32** : un mélange de 32 % de dioxygène et de 68 % de diazote, en volume, donc en nombre de molécules.

a) Un échantillon de 5 000 particules d'air sec contient combien de molécules de diazote, de molécules de dioxygène et d'atomes d'argon ?

b) Combien d'atomes d'azote et d'atomes d'oxygène cet échantillon contient-il en tout ? Détaille ton calcul.

c) Aucun des atomes d'azote et d'oxygène de cet air ne vient du Big Bang. Explique pourquoi, et dis où ils ont été fabriqués.

d) Dans le nitrox 32, combien y a-t-il environ de molécules de diazote pour une molécule de dioxygène ? Compare avec l'air, puis explique pourquoi ce mélange réduit le risque d'accident de décompression.

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

Un collège a reçu un fragment de météorite, venu d'un astéroïde. Sa masse est de 50,7 g. Plongé dans une éprouvette contenant 20,0 mL d'eau, il fait monter le niveau à 26,5 mL. Données : les météorites de fer, faites d'un alliage de fer et de nickel, ont une masse volumique de 7,0 à 8,0 g/cm³ ; la plupart des météorites pierreuses, faites surtout de roches, de 3,0 à 3,8 g/cm³.

a) Calcule le volume du fragment, puis sa masse volumique. De quel type de météorite s'agit-il ? Justifie.

b) Ce fragment contient 8 % de nickel en masse. Calcule la masse de nickel qu'il contient (arrondis au dixième), et donne le symbole de cet élément.

c) Dans quelle partie de la Terre trouve-t-on surtout du fer, avec du nickel ? Explique pourquoi ces métaux s'y trouvent.

d) Une météorite pierreuse de 26,4 g a une masse volumique de 3,3 g/cm³. On la plonge dans une éprouvette contenant 20,0 mL d'eau. Quel niveau lira-t-on ?

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

Bulletin de qualité de l'air d'une ville de vallée, un soir d'hiver froid et sans vent. Sous-indices : PM2,5 mauvais ; PM10 dégradé ; NO_2 moyen ; O_3 bon ; SO_2 bon. Dans le salon d'un appartement, de 50 m³, on mesure 38 µg/m³ de PM2,5. Une particule PM2,5 a un diamètre de 2,5 µm au plus (1 µm = 10^{-6} m).

a) Un voisin affirme : « Trois sous-indices sur cinq sont bons ou moyens : la qualité de l'air est plutôt bonne ce soir. » Donne l'indice ATMO de la soirée et corrige son raisonnement.

b) Explique pourquoi les particules fines sont nombreuses ce soir-là, alors que le sous-indice de l'ozone est bon.

c) Calcule la masse de PM2,5 contenue dans l'air du salon, en mg. Si cette concentration durait toute la journée, combien de fois dépasserait-elle la valeur guide de l'OMS sur 24 h (15 µg/m³) ? Arrondis au dixième.

d) Écris 2,5 µm en mètres, en notation scientifique, puis donne son ordre de grandeur. Combien de fois une telle particule est-elle plus grande qu'un atome (10^{-10} m) ?

Exercice 5 – Qui a raison ? *(4 pts)*

Quatre élèves révisent ensemble. Pour chaque phrase, dis si elle est juste ou fausse, puis justifie ; si elle est fausse, corrige-la.

a) Inès : « La Voie lactée, c'est le nom de l'ensemble des galaxies de l'Univers. »

b) Tom : « Le Soleil fait partie des toutes premières étoiles, nées juste après le Big Bang. »

c) Yanis : « Un astéroïde et une comète, c'est pareil : deux cailloux faits de roches et de métaux. »

d) Lou : « Puisque l'eau a une masse volumique de 1 g/cm³, 1 m³ d'eau a une masse de 1 kg. »

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).