

### T01. Le vide en question

D'après vous quel serait le rayon  $r_T$  de la Terre si on enlevait tout le vide dans la matière ?

Données : masse d'un neutron  $m = 1,675 \cdot 10^{-27}$  kg ; rayon  $r \approx 1 \cdot 10^{-15}$  m ;

masse de la Terre  $m_T = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg +  $10^7$  kg/an ; rayon terrestre moyen :  $R_T = 6\,371$  km.

### T 02. Utilisation de la masse molaire

Dans certains des exercices qui suivent, la masse indiquée est une masse molaire (en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ), c'est-à-dire la masse d'une quantité  $\mathcal{N}_A$  d'atomes ( $\mathcal{N}_A$  se nomme nombre d'Avogadro)

1) Par quelle relation peut-on déduire la masse  $m$  d'un atome de sa masse molaire  $M$  ?

2) Application : la masse molaire de l'oxygène étant  $M = 16,00$   $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , quelle est la masse  $m$  d'un atome d'oxygène ?

Donnée :  $\mathcal{N}_A = 6,022 \cdot 10^{23}$   $\text{mol}^{-1}$ . On exprimera le résultat en kg.

### T 03. Le chlore naturel.

La masse molaire atomique du chlore vaut  $M(\text{Cl}) = 35,453$   $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Sachant que le chlore est un mélange des isotopes  $^{35}\text{Cl}$  et  $^{37}\text{Cl}$ , dont les masses molaires atomiques valent  $M(^{35}\text{Cl}) = 34,969$   $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  et  $M(^{37}\text{Cl}) = 36,966$   $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , calculer les proportions de ces deux isotopes dans le chlore naturel.

### T 04. Le carbone.

Le carbone ( $M(\text{C}) = 12,011$   $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ), contient 98,892 % d'isotope  $^{12}\text{C}$  et 1,108 % de  $^{13}\text{C}$ . Connaissant la masse molaire atomique du carbone 12,  $M(^{12}\text{C}) = 12,000$   $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , en déduire celle du carbone 13.

### T 05. Isotope 34 du soufre.

Considérons l'isotope 34 du soufre ( $Z = 16$ ), qui constitue 4,2 % du soufre naturel. On donne  $e = 1,60 \cdot 10^{-19}$  C.

1) Combien de protons contient-il ? d'électrons ? de neutrons ?

2) Quelles sont, en Coulomb, sa charge, la charge de son noyau, et celle de son nuage électronique ?

### T 06. Ions.

1) Considérons un ion aluminium, formé à partir de l'isotope 27 :  $^{27}_{13}\text{Al}^{3+}$ .

Combien de protons, d'électrons et de neutrons contient-il ?

2) Mêmes questions avec  $^{35}_{17}\text{Cl}^-$ .

3) Mêmes questions avec un ion sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) formé avec  $^{32}_{16}\text{S}$  et  $^{16}_8\text{O}$ .

### T 07. Du cuivre en cubes.

On donne les valeurs approchées  $M(^{63}_{29}\text{Cu}) \approx 63$   $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  et  $M(^{64}_{29}\text{Cu}) \approx 64$   $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

1) Le cuivre naturel étant formé uniquement de ces deux isotopes, déterminer leurs proportions respectives.

2) En supposant que dans un échantillon de cuivre, tous les atomes de cuivre sont jointifs et de forme cubique, déterminer l'arête du cube occupé par chaque atome. Commenter ce résultat.

Application numérique :  $M(\text{Cu}) = 63,54$   $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ; masse volumique du cuivre  $\rho = 8900$   $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$  ;  $\mathcal{N}_A = 6,022 \cdot 10^{23}$   $\text{mol}^{-1}$ .

### T 09. Équations chimiques de réactions.

Ecrire les équations chimiques des réactions correspondant aux transformations chimiques suivantes :

a) carbone + eau  $\rightarrow$  monoxyde de carbone + dihydrogène

b) monoxyde d'azote + dioxygène  $\rightarrow$  dioxyde d'azote

c) acide sulfurique + soufre  $\rightarrow$  dioxyde de soufre + eau

d) carbone + dioxygène  $\rightarrow$  monoxyde de carbone

e) méthane + dioxygène  $\rightarrow$  dioxyde de carbone + eau

### T 10. Défaut de masse.

On rappelle que  $M(^{12}_6\text{C}) = 12,000$   $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  et  $\mathcal{N}_A = 6,022 \cdot 10^{23}$   $\text{mol}^{-1}$ .

Connaissant (voir cours)  $m(e^-)$ ,  $m(p^+)$ , et  $m(n)$ , essayer de retrouver la masse molaire atomique du carbone 12, que l'on notera  $M'$ . Comparer  $M'$  et  $M(^{12}_6\text{C})$ . Comment interpréter cette différence ?

### T 11. Équations chimiques, la compil'.

- sulfure d'hydrogène + dioxyde d'azote → soufre + monoxyde d'azote + eau
- trioxyde de soufre + eau → acide sulfurique
- oxyde de fer III (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) + monoxyde de carbone → dioxyde de carbone + fer
- fer + dioxygène → oxyde magnétique de fer (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)
- fer + dioxygène → oxyde de fer II
- aluminium + dichlore → trichlorure d'aluminium
- trioxyde de soufre + oxyde de plomb II → sulfate de plomb
- soufre + dioxygène → trioxyde de soufre
- dichlore + phosphore → trichlorure de phosphore



**NB :** Pour tous les exercices qui suivent, on utilisera en cas de besoin les masses molaires suivantes, en g·mol<sup>-1</sup> :  
H : 1,0 ; C : 12,0 ; N : 14,0 ; O : 16,0 ; Al : 27,0 ; S : 32,1 ; Ca : 40,1.

Les volumes molaires  $V_m$  des gaz seront pris égaux à 24,0 L·mol<sup>-1</sup> dans les CSTP et à 22,4 L·mol<sup>-1</sup> dans les CNTP.

CSTP = conditions standard de température et de pression, c'est-à-dire  $T = 25^\circ\text{C}$  et  $p = 1,000$  bar.

CNTP = conditions normales de température et de pression, c'est-à-dire  $T = 0^\circ\text{C}$  et  $p = 1,013$  bar.

### T 12. Brûlons du méthanol.

On brûle 3 L de méthanol CH<sub>3</sub>OH (masse volumique  $\rho = 0,8$  g·cm<sup>-3</sup>) dans l'air.

- Écrire l'équation chimique de la combustion (il se forme du dioxyde de carbone et de l'eau).
- Combien de moles de méthanol contiennent ces 3 L ?
- Calculer, dans les CSTP, les nombres de moles de produits obtenus. On indique que la transformation est totale, c'est-à-dire qu'elle se poursuit jusqu'à ce que l'un des deux réactifs (ici le méthanol) ait disparu.
- En déduire le volume de dioxyde de carbone et la masse d'eau formés ?

Rép : 1800 L - 2700 g

### T 13. Formation de soufre.

On fait réagir 72 L de sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) avec 48 L de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) dans les CSTP. En supposant la transformation totale, quels sont la masse de soufre (S) et le volume d'eau formés ?

(réaction : sulfure d'hydrogène (g) + dioxyde de soufre (g) → soufre (s) + eau (l) )

### T 14. Asphyxie.

On considère un débit massique  $D_m = 138$  g·h<sup>-1</sup> de butane (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) qui brûle dans une pièce hermétique de 25 m<sup>3</sup>. En supposant que les conditions de la transformation chimique restent proches des CSTP et que la combustion est complète tant qu'il subsiste de l'oxygène dans la pièce, ce qui est inexact, au bout de combien de temps la combustion prend-elle fin ? Composition initiale de l'air : 4/5 N<sub>2</sub>, 1/5 O<sub>2</sub>.

On indique qu'une combustion complète est une réaction avec du dioxygène qui ne produit que de l'eau et du dioxyde de carbone. La transformation chimique correspondante est totale.

### T 15. Combustion du sulfure d'aluminium.

1) On donne la formule du sulfure d'aluminium : Al<sub>2</sub>S<sub>3</sub>. Quelles sont, en masse, les proportions de soufre et d'aluminium dans ce solide ?

2) En brûlant dans l'oxygène (molécule de dioxygène), le sulfure d'aluminium donne du dioxyde de soufre (gaz de formule SO<sub>2</sub>) et de l'oxyde d'aluminium (solide de formule Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Écrire l'équation chimique de la réaction correspondante. Sous 1 bar et à 25 °C, quel volume de dioxygène est nécessaire à cette réaction totale, et quel volume de dioxyde de soufre obtient-on, si on brûle 45,09 kg de sulfure d'aluminium ? Quelle masse d'oxyde d'aluminium est alors produite ?

Rép : 32,4 m<sup>3</sup> ; 21,6 m<sup>3</sup> ; 30,6 kg

### T 19. Formation d'acétylène.

1) Écrire les équations chimiques des réactions correspondant aux transformations chimiques suivantes :

carbonate de calcium + carbone → carbure de calcium + dioxyde de carbone

carbure de calcium + eau → hydroxyde de calcium + acétylène

hydroxyde de calcium + dioxyde de carbone → carbonate de calcium + eau

On donne les formules du carbonate de calcium : CaCO<sub>3</sub> ; du carbure de calcium : CaC<sub>2</sub> ; de l'hydroxyde de calcium : Ca(OH)<sub>2</sub> ; de l'acétylène : C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>.

2) Quelles quantités de carbone et de calcaire sont nécessaires pour produire 4 kg de carbure de calcium, et quel volume d'acétylène obtiendra-t-on, dans les CNTP ?

3) Par une combinaison linéaire des trois équations chimiques précédentes, écrire une équation chimique où l'élément calcium a totalement disparu.