- Réponse Exercice de thermodynamique n° 1, ENTP, 2003 :

a) En appliquant l'équation d'état du gaz parfait à la bulle d'air, on obtient
- à la surface de l'eau de mer : $PV = nRT$
- à la profondeur h : $P'V' = nRT$,

soit

$$P' = P\frac{V}{V'} = P\left(\frac{r}{r'}\right)^3 .$$

Application numérique :

$$P' = 1\times\left(\frac{3}{2}\right)^3 = 3{,}375 \text{ atm} .$$

b) Ecrivons l'équation de l'équilibre hydrostatique :

$$dP = -\rho g dz .$$

Après intégration, on obtient :

$$\int_P^{P'} dP = -\int_0^{z=-h} \rho g dz ,$$

soit

$$P' - P = \rho g h ,$$

d'où la profondeur h

$$h = \frac{P'-P}{\rho g} .$$

Application numérique :

$$h = \frac{(3{,}375-1)\times 10^5}{10^3\times 9{,}8} \approx 24{,}2 \text{ m} .$$

- Réponse Exercice de thermodynamique n° 2, ENTP, 2003 :

a) Soit N le nombre de molécules contenues dans le gaz. L'énergie cinétique de système s'écrit :

$$\overline{\mathscr{E}_c} = \frac{1}{2}Nm\overline{v^2} = \frac{1}{2}Nm\left(\frac{3kT}{m}\right) = \frac{3}{2}NkT = \frac{3}{2}N\left(\frac{R}{\mathscr{N}}\right)T = \frac{3}{2}nRT .$$

Application numérique :

$$\overline{\mathscr{E}_c} = \frac{3}{2}\times 2\times 8{,}32\times 293 \approx 7313 \text{ J} .$$

b) L'énergie cinétique moyenne d'un atome est donnée par

$$\overline{\mathrm{E}}_c = \frac{\overline{\mathscr{E}_c}}{\mathrm{N}} = \frac{1}{2}m\overline{v^2} = \frac{3}{2}k\mathrm{T} = \frac{3}{2}\left(\frac{R}{\mathscr{N}}\right)\mathrm{T}.$$

<u>Application numérique</u> :

$$\overline{\mathrm{E}}_c = \frac{3}{2}\times\left(\frac{8{,}32}{6{,}02\cdot 10^{23}}\right)\times 293 = 6{,}07\cdot 10^{-21}\ \mathrm{J}.$$

c) La vitesse quadratique moyenne s'écrit :

$$u = \sqrt{\frac{3k\mathrm{T}}{m}} = \sqrt{\frac{3}{m}\left(\frac{R}{\mathscr{N}}\right)\mathrm{T}} = \sqrt{\frac{3R\mathrm{T}}{\mathrm{M}}}.$$

<u>Application numérique</u> :

$$u = \sqrt{\frac{3\times 8{,}32\times 293}{4\cdot 10^{-3}}} \approx 1352\ \mathrm{m\cdot s^{-1}}.$$

■ Réponse Exercice de thermodynamique n° 3, ENTP, 2003 :

a) Considérons un gaz parfait occupant un volume V à la température T et sous la pression P. L'équation d'état de ce gaz s'écrit :

$$\mathrm{PV} = nR\mathrm{T},$$

où n est le nombre de moles de ce gaz. Désignons par m la masse de ce gaz contenue dans le volume V ; on a $n = \frac{m}{\mathrm{M}}$.

Donc

$$\mathrm{PV} = \frac{m}{\mathrm{M}}R\mathrm{T}.$$

En tenant compte de la définition de la masse volumique, $\rho = \frac{m}{\mathrm{V}}$, on en déduit

$$\rho = \frac{\mathrm{PM}}{R\mathrm{T}}.$$

b) La dioxygène a pour masse molaire $\mathrm{M} = 16\times 2 = 32\ \mathrm{g}$; sa pression est celle de l'atmosphère, soit $\mathrm{P} = 10^5\ \mathrm{Pa}$ et sa température $\mathrm{T} = 293\ \mathrm{K}$. Donc, la masse volumique du dioxygène vaut :

$$\rho = \frac{10^5\times 32\cdot 10^{-3}}{8{,}32\times 293} \approx 1{,}31\ \mathrm{kg\cdot m^{-3}},$$

ou bien

$$\rho = 1{,}31\ \mathrm{g\cdot L^{-1}}.$$

■ Réponse Exercice de thermodynamique n° 4, ENTP, 2003 :

a) La vitesse moyenne s'obtient en additionnant les vitesses et en divisant le total par le nombre de particules :

$$\overline{v} = \frac{2\times v+3\times 2v+5\times 3v+4\times 4v+3\times 5v+2\times 6v+1\times 7v}{20} = 3{,}65v\,.$$

b) La valeur moyenne du carré de la vitesse est donné par

$$\overline{v^2} = \frac{2\times v^2+3\times(2v)^2+5\times(3v)^2+4\times(4v)^2+3\times(5v)^2+2\times(6v)^2+1\times(7v)^2}{20} = 15{,}95v^2\,.$$

Donc, la vitesse quadratique moyenne est :

$$u = \sqrt{\overline{v^2}} \approx 3{,}99v\,.$$

c)

– la probabilité d'obtenir la vitesse $\boldsymbol{v}$ est $P(v) = \frac{2}{20} = \frac{1}{10}$

– la probabilité d'obtenir la vitesse $\boldsymbol{2v}$ est $P(2v) = \frac{3}{20}$

– la probabilité d'obtenir la vitesse $\boldsymbol{3v}$ est $P(5v) = \frac{5}{20} = \frac{1}{4}$

– la probabilité d'obtenir la vitesse $\boldsymbol{4v}$ est $P(4v) = \frac{4}{20} = \frac{1}{5}$

– la probabilité d'obtenir la vitesse $\boldsymbol{5v}$ est $P(5v) = \frac{3}{20}$

– la probabilité d'obtenir la vitesse $\boldsymbol{6v}$ est $P(6v) = \frac{2}{20} = \frac{1}{10}$

– la probabilité d'obtenir la vitesse $\boldsymbol{7v}$ est $P(7v) = \frac{1}{20}$.

Par conséquent la **vitesse la plus probable est 3*v*.**

d) La pression exercée par les particules sur les parois est $\mathrm{P} = \frac{1}{3}\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{V}}m\overline{v^2} = \frac{1}{3}\times\frac{20}{\mathrm{V}}m\times 15{,}95v^2$.

Soit

$$\mathrm{P} \approx \frac{106mv^2}{\mathrm{V}}\,.$$