16. MOLEKULSKI SASTAV TVARI (3.1. - 3.17.)

3.1. Komadić parafina obujma 1 mm^3 bacimo u vruću vodu. Parafin se rastali i na površini vode načini sloj površine 1 m^2. Odredi promjer molekule parafina uz pretpostavku da je debljina sloja jednaka promjeru molekule.

V = 1 mm^3
A = 1 mm^2
d = ?

$$V = A \cdot d$$
$$d = \frac{V}{A} = \frac{10^{-9}}{1} = 10^{-9}\,[\mathrm{m}]$$

3.2. Odredi masu molekule vodika (H_2) , dušika (N_2) i vode (H_2O).

m(H_2), m(N_2), m(H_2O), = ?

$$M(\mathrm{H_2}) = 2 \cdot 1{,}008 = 2{,}016[g]$$
$$m(H_2) = M(\mathrm{H_2}) \cdot u = 2{,}016 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} = 3{,}346 \cdot 10^{-27}[kg]$$
$$M(\mathrm{N_2}) = 2 \cdot 14{,}01 = 28{,}02[g]$$
$$m(N_2) = M(\mathrm{N_2}) \cdot u = 28{,}02 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} = 4{,}65 \cdot 10^{-27}[kg]$$
$$M(\mathrm{H_2O}) = 2 \cdot 1{,}008 + 16 = 18{,}016[g]$$
$$m(H_2O) = M(\mathrm{H_2O}) \cdot u = 18{,}016 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} = 2{,}997 \cdot 10^{-26}[kg]$$

3.3. Odredi broj molekula koji se nalazi pri normiranom tlaku u: a) 1 g helija, b) 1 m^3 argona.

a) m_{He} = 1 g
b) V_{Ar} = 1 m^3
N = ?

a)

$$\mathrm{n} = \frac{\mathrm{m_{He}}}{\mathrm{M_{He}}} = \frac{10^{-3}}{4{,}003 \cdot 10^{-3}} = 0{,}2498$$
$$N = n \cdot N_A = 0{,}2498 \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} = 1{,}5 \cdot 10^{23}[molekula]$$

b)

$$\mathrm{n} = \frac{\mathrm{V_{Ar}}}{\mathrm{V_m}} = \frac{1}{22{,}4 \cdot 10^{-3}} = 44{,}64$$
$$N = n \cdot N_A = 44{,}64 \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} = 2{,}688 \cdot 10^{25}[molekula]$$

3.4. U posudi obujma 0,5 l nalazi se plin pri normiranom tlaku. Koliko molekula plina ima u posudi?

V=0,5 [l]
N = ?

$$\mathrm{n} = \frac{\mathrm{V}}{\mathrm{V_m}} = \frac{0{,}5 \cdot 10^{-3}}{22{,}4 \cdot 10^{-3}} = 0{,}0223$$
$$N = n \cdot N_A = 0{,}0223 \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} = 1{,}34 \cdot 10^{22}[molekula]$$

3.5. Odredi obujam što ga zauzima 4 g kisika pri normiranom tlaku.

m (O_2) = 4 [g]
V = ?

$$\mathrm{n} = \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{M}} = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{32 \cdot 10^{-3}} = 0{,}125[mola]$$
$$V = n \cdot V_m = 0{,}125 \cdot 22{,}4 \cdot 10^{-3} = 2{,}8 \cdot 10^{-3}\left[m^3\right] = 2{,}8\left[dm^3\right]$$

3.6. Koliko molekula sadrži 1 kg vodika?

m (H_2) = 1 [kg]
N = ?

$$\mathrm{n} = \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{M}} = \frac{1}{2{,}016 \cdot 10^{-3}} = 496{,}03[mola]$$
$$N = n \cdot N_A = 496{,}03 \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} = 2{,}987 \cdot 10^{26}[molekula]$$

3.7. U posudi obujma 590 l nalazi se kisik pri normiranom tlaku. Izračunaj masu tog kisika.

V = 590 [l] = 590 · 10^{-3} [m^3]
m (O_2) = ?

$$\rho_{O_2} = 1{,}43\left[\frac{kg}{m^3}\right]$$
$$m = \rho \cdot V = 1{,}43 \cdot 590 \cdot 10^{-3} = 0{,}8437[kg]$$

3.8. Odredi: a) gustoću ugljik (IV)- oksida (CO_2) pri normiranom tlaku; b) masu jedne molekule ugljik (IV)- oksida.

a) ρ (CO_2) = ?
b) m (CO_2) = ?

$$M(CO_2) = (12{,}01 + 2 \cdot 16) \cdot 10^{-3} = 44{,}01 \cdot 10^{-3}[kg]$$
$$m_M = M(CO_2) \cdot u = 44{,}01 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} = 7{,}305 \cdot 10^{-29}[kg]$$
$$n = \frac{m}{M} = \frac{7{,}305 \cdot 10^{-29}}{44{,}01 \cdot 10^{-3}} = 1{,}66 \cdot 10^{-27}[mola]$$
$$V = n \cdot V_m = 1{,}66 \cdot 10^{-27} \cdot 22{,}4 \cdot 10^{-3} = 3{,}71 \cdot 10^{-29}\left[m^3\right]$$
$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{7{,}305 \cdot 10^{-29}}{3{,}71 \cdot 10^{-29}} = 1{,}96\left[\frac{kg}{m^3}\right]$$

3.9. Kolika je masa komada kamene soli koji ima 8 · 10^{24} molekula?

N = 8 · 10^{24} molekula
m = ?

$$\mathrm{M(NaCl)} = (22{,}99 + 35{,}45) \cdot 10^{-3} = 58{,}44 \cdot 10^{-3}[kg]$$
$$\mathrm{m} = n \cdot M = \frac{N}{N_A} \cdot M = \frac{8 \cdot 10^{24}}{6{,}022 \cdot 10^{23}} \cdot 58{,}44 \cdot 10^{-3} = 776{,}35[kg]$$

3.10. Koliko elektrona ima u 1 cm^3 olova? Redni je broj olova u periodnom sustavu 82.

V_{Pb} = 1 cm^3
N_{el} = ?

$$1mol : V = \frac{M}{\rho} = \frac{207}{11{,}3} = 18{,}3\left[cm^3\right]$$
$$1mol \rightarrow N_A atoma$$
$$1cm^3 \rightarrow \frac{6{,}022 \cdot 10^{23}}{18{,}3} = 3{,}345 \cdot 10^{22}\, atoma$$
$$N_{elektrona} = 82 \cdot N_{atoma}$$
$$N_{elektrona} = 82 \cdot 3{,}345 \cdot 10^{22} = 2{,}74 \cdot 10^{24}\, elektrona$$

3.11. Da bi 200 g vode potpuno ishlapilo iz čaše, potrebno je 20 dana. Koliko molekula prosječno izleti s površine vode u 1 s?

m = 200 g = 0,2 [kg]
t = 20 dana = 1728000 [s]
N / t = ?

$$N = n \cdot N_A = 11{,}11 \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} = 6{,}69 \cdot 10^{24}\, molekula$$
$$n = \frac{m}{M} = \frac{0{,}2}{18 \cdot 10^{-3}} = 11{,}11 mola$$
$$\frac{N}{t} = \frac{6{,}69 \cdot 10^{24}}{1728000} = 3{,}87 \cdot 10^{18}\, molekula$$

3.12. Uz normirane uvjete gustoća je vodika 0,090 kg/ m^3, a kisika 1,43 kg/ m^3. Koliko je puta masa molekule vodika manja od mase molekule kisika?

ρ (H_2) = 0,09 [kg/m^3]
ρ (O_2) = 1,43 [kg/m^3]
$\frac{m_{H_2}}{m_{O_2}} = ?$

$$V(O_2) = V(H_2)$$
$$\frac{m(O_2)}{\rho(O_2)} = \frac{m(H_2)}{\rho(H_2)}$$
$$\frac{m(H_2)}{m(O_2)} = \frac{\rho(H_2)}{\rho(O_2)} = \frac{0{,}09}{1{,}43} = 0{,}0629$$

3.13. Koliko se molekula nalazi u kapljici vode promjera 0,1 mm?

d = 0,1 [mm]
N = ?

$$n = \frac{m}{M} = \frac{5{,}24 \cdot 10^{-10}}{18 \cdot 10^{-3}} = 2{,}9 \cdot 10^{-8}\, mola$$
$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot \frac{4}{3} r^3 \cdot \pi = 1000 \cdot \frac{4}{3} \cdot (0{,}05 \cdot 10^{-3})^3 \cdot \pi = 5{,}24 \cdot 10^{-10} [kg]$$
$$N = n \cdot N_A = 2{,}9 \cdot 10^{-8} \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} = 1{,}75 \cdot 10^{16}\, molekula$$

3.14. U jezero srednje dubine 10 m i površine 20 km^2 bacimo komadić kuhinjske soli (NaCl) mase 0,01 g. Koliko će se molekula soli nalaziti u 2 cm^3 vode koju smo zagrabili iz jezera ako pretpostavimo da se sol, pošto se otopila, raspodijelila jednolično po cijelom jezeru?

h = 10 [m]
A = 20 [km^2] = 20 · 10^6 [m^2]
m_{NaCl} = 0,01 [g] = 10^{-5} [kg]
V = 2 [cm^3] = 2 · 10 $^{-6}$ [m^3]
N / V = ?

$$V = A \cdot h = 20 \cdot 10^6 \cdot 10 = 2 \cdot 10^8 [m^3] = 2 \cdot 10^{14} [cm^3]$$
$$n = \frac{m}{M} = \frac{10^{-5}}{(22{,}99 + 35{,}45) \cdot 10^{-3}} = 1{,}71 \cdot 10^{-4} [mola]$$
$$N = n \cdot N_A = 1{,}71 \cdot 10^{-4} \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} = 1{,}03 \cdot 10^{20}\, molekula$$
$$\frac{N}{V} = \frac{1{,}03 \cdot 10^{20}}{2 \cdot 10^{14}} = 5 \cdot 10^5 \frac{molekula}{cm^3}$$
$$u\ 2\,\mathrm{cm}^3 \rightarrow \frac{N}{V} = \frac{2 \cdot 1{,}03 \cdot 10^{20}}{2 \cdot 10^{14}} = 1{,}03 \cdot 10^6\, molekula$$

3.15. Izračunaj koliki postotak ukupnog prostora što ga zauzima voda otpada na molekule, a koliki na prostor među njima. Pretpostavimo da molekule imaju kuglast oblik. Obujam jedne molekule iznosi približno 1,1 · 10-23 cm3.

$V(H_2O) = 1{,}1 \cdot 10^{-23}\ [cm^3] = 1{,}1 \cdot 10^{-29}\ [m^3]$

$\frac{\rho_{vode}}{\rho_{molekle}} = ?$

$$m_{molekule} = M \cdot u = 18 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} = 3 \cdot 10^{-29} [kg]$$

$$\rho_{molekule} = \frac{m}{V} = \frac{3 \cdot 10^{-29}}{1{,}1 \cdot 10^{-29}} = 2{,}727 \left[\frac{kg}{m^3}\right]$$

$$\frac{\rho_{vode}}{\rho_{molekle}} = \frac{1}{2{,}727} = 0{,}366 = 36\%$$

3.16. Promjer molekule vodika (H_2) iznosi oko 2,3 · 10-8 cm. Izračunaj koliki bi dugačku nit dobili kad bi sve molekule koje sadrži 1 mg tog plina poredali jednu do druge. Usporedi duljinu te niti sa srednjom udaljenosti Zemlje od Mjeseca (3,8 · 10^5 km).

$d(H_2) = 2{,}3 \cdot 10^{-8}\ [cm] = 2{,}3 \cdot 10^{-10}\ [m]$
$m(H_2) = 1\ [mg] = 10^{-6}\ [kg]$
$l = ?$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{10^{-6}}{2 \cdot 10^{-3}} = 5 \cdot 10^{-4} [mola]$$

$$N = n \cdot N_A = 5 \cdot 10^{-4} \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} = 3{,}011 \cdot 10^{20}\ molekula$$

$$l = N \cdot d = 3{,}011 \cdot 10^{20} \cdot 2{,}3 \cdot 10^{-10} = 6{,}92 \cdot 10^{10} [m] = 6{,}92 \cdot 10^{7} [km]$$

$$\frac{l}{l_{Z\_M}} = \frac{6{,}92 \cdot 10^{7}}{3{,}8 \cdot 10^{5}} = 182{,}1$$

3.17. Gdje ima više atoma, u čaši vode ili u čaši žive?

$V(H_2O)$
$V(Hg)$
$N_1, N_2 = ?$

Voda:

$$N = n \cdot N_A$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{\rho}{M}$$

$$N = \frac{\rho \cdot N_A}{M} \cdot V$$

$$N_1 = \frac{\rho_{H_2O} \cdot N_A}{M_{H_2O}} \cdot V$$

$$N_1 = \frac{3 \cdot 1000 \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23}}{18 \cdot 10^{-3}} \cdot V$$

$$N_1 = 10^{29} \cdot V$$

Živa:

$$N_2 = \frac{\rho_{Hg} \cdot N_A}{M_{Hg}} \cdot V$$

$$N_2 = \frac{13600 \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23}}{200{,}6 \cdot 10^{-3}} \cdot V$$

$$N_2 = 4 \cdot 10^{28} \cdot V$$

$$\underline{N_1 > N_2}$$