

4.5. Massan, moolimassan ja ainemäärän välinen yhteys

Massan (m), **moolimassan** (M) ja **ainemäärän** (n) välillä vallitsee seuraavanlainen matemaattinen yhteys.

$$\text{Moolimassa} = \frac{\text{Massa}}{\text{Ainemäärä}}, \quad \underline{\underline{M = \frac{m}{n}}}$$

Kaavasta voidaan ratkaista sekä **massa** (m) että **ainemäärä** (n).

$$\text{Massa} = \text{Ainemäärä} \cdot \text{Moolimassa}, \quad \underline{\underline{m = n \cdot M}}$$

$$\text{Ainemäärä} = \frac{\text{Massa}}{\text{Moolimassa}}, \quad \underline{\underline{n = \frac{m}{M}}}$$

Esimerkki 1. Vesiastiassa on 6,75 moolia vettä. Lasketaan, kuinka monta grammaa vettä on vesiastiassa?

Määritetään aluksi veden moolimassa.

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1,008 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 16,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 18,016 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Lasketaan seuraavaksi veden massa.

$$m = n \cdot M = 6,75 \text{ mol} \cdot 18,016 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx \underline{\underline{121,6 \text{ g}}}$$

Esimerkki 2. Punnitaan ruokasuolaa NaCl 78 grammaa. Lasketaan, kuinka suurta ainemäärää tämä vastaa?

Määritetään ensimmäisenä ruokasuolan moolimassa.

$$M(\text{NaCl}) = 22,99 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 35,45 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 58,44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}.$$

Lasketaan ruokasuolan ainemäärä.

$$n = \frac{m}{M} = \frac{75 \text{ g}}{58,44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx \underline{\underline{1,28 \text{ mol}}}.$$

Esimerkki 3. Lasketaan, mikä seuraavista kultakimpaleista on arvokkain.

Kimpale 1 sisältää $9,4 \cdot 10^{23}$ kulta-atomia.

Kimpale 2:n massa on 290 grammaa.

Kimpale 3:n ainemäärä on 1,50 moolia.

Muutetaan jokaisen kimpaleen aineen määrä ainemäärän yksiköihin eli mooleiksi.

$$\text{Kimpale 1} \quad n = \frac{9,4 \cdot 10^{23}}{6,0221367 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}} \approx \underline{\underline{1,56 \text{ mol}}}, \text{ (Muista } N_A)$$

$$\text{Kimpale 2} \quad n = \frac{m}{M} = \frac{290 \text{ g}}{197,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx \underline{\underline{1,47 \text{ mol}}},$$

$$\text{Kimpale 3} \quad n = \underline{\underline{1,50 \text{ mol}}}.$$

Vastaus: **Kimpale 1** on arvokkain.

Esimerkki 4. Lasketaan, kuinka monta moolia Na^+ -ioneja on 150 grammassa natriumsulfaattia Na_2SO_4 ?

Määritetään natriumsulfaatin moolimassa.

$$M(Na_2SO_4) = 2 \cdot 22,99 \frac{g}{mol} + 32,07 \frac{g}{mol} + 4 \cdot 16,00 \frac{g}{mol} = \underline{\underline{142,05 \frac{g}{mol}}}$$

$$\text{Natriumsulfaatin ainemäärä } n = \frac{m}{M} = \frac{150 \text{ g}}{142,05 \frac{g}{mol}} \approx \underline{\underline{1,06 \text{ mol}}}$$

Natriumsulfaatin liuetessa tapahtuu reaktio $Na_2SO_4 \rightarrow 2 Na^+ SO_4^{2-}$ ts. yksi mooli natriumsulfaattia tuottaa kaksi moolia Na^+ -ioneja.

Koska natriumsulfaattia on 1,06 moolia, niin Na^+ -ioneja on puolestaan $2 \cdot 1,06 \text{ mol} = \underline{\underline{2,12 \text{ mol}}}$.

Jos esimerkissä olisi kysytty kuinka monta moolia happiatomeja on kyseisessä yhdisteessä, niin happiatomien ainemäärä olisi ollut nelinkertainen verrattuna natriumsulfaatin ainemäärään eli $\underline{\underline{4,24 \text{ mol}}}$.

Muista!!!! Tämä asia on erittäin tärkeä osata lukuisissa kemian laskuissa.

Kaasumaisten aineiden yhteydessä sovelletaan *Avogadron lakia*.

Kaikki kaasut sisältävät samoissa ulkoisissa olosuhteissa yhtä suurissa tilavuuksissa saman määrän molekyyliä tai atomeja.

Sama asia *kääntäen*: yksi mooli mitä tahansa kaasua ottaa aina saman tilavuuden samoissa olosuhteissa.

Normaaliolosuhteissa (NTP) kaasujen moolitilavuus $V_m = 22,41410 \frac{l}{mol}$.

Esimerkki 5. Lasketaan, mikä on vetykaasun ainemäärä ja massa, kun sitä on 450 litraa normaaliolosuhteissa. (NTP)?

Ainemäärä saadaan laskettua tilavuuden ja moolitilavuuden avulla seuraavalla kaavalla.

$$\text{Ainemäärä} = \frac{\text{Tilavuus}}{\text{Moolitilavuus}}, \quad n = \frac{V}{V_m},$$

missä $V_m = 22,41410 \frac{l}{mol}$ (NTP)

$$\text{Vedyn ainemäärä } n = \frac{450 l}{22,41 \frac{l}{mol}} \approx \underline{\underline{20,08 mol}}.$$

Koska vetykaasu on kaksiatominen kaasu, niin vedyn moolimassa

$$M(H_2) = 2 \cdot 1,008 \frac{g}{mol} = \underline{\underline{2,016 \frac{g}{mol}}}.$$

$$\text{Vedyn massa } m = n \cdot M = 20,08 mol \cdot 2,016 \frac{g}{mol} \approx \underline{\underline{40,5 g}}.$$

Kaasujen tiheydelle normaaliolosuhteissa voidaan johtaa helposti kaava.

$$\text{Koska ainemäärä} = \frac{\text{Tilavuus}}{\text{Moolitilavuus}} \text{ eli } n = \frac{V}{V_m} \text{ ja tiheys} = \frac{\text{Massa}}{\text{Tilavuus}} \text{ eli } \rho = \frac{m}{V},$$

$$\text{niin } \rho = \frac{m}{V} = \frac{n \cdot M}{V} = \frac{V \cdot M}{V_m \cdot V} = \frac{M}{V_m}.$$

$$\text{Kaasun tiheys (NTP)} \quad \rho = \frac{M}{V_m}, \text{ missä } V_m = 22,41410 \frac{l}{mol}.$$

Esimerkki 6.

Lasketaan, mikä on hiilimonoksidin eli häkäkaasun CO tiheys NTP:ssä?

Määritetään hiilimonoksidin moolimassa.

$$M(CO) = 12,01 \frac{g}{mol} + 16,00 \frac{g}{mol} = \underline{\underline{28,01 \frac{g}{mol}}}.$$

$$\text{Tiheys } \rho(NTP) = \frac{28,01 \frac{g}{mol}}{22,41410 \frac{l}{mol}} \approx \underline{\underline{1,25 \frac{g}{dm^3}}}.$$

HARJOITUKSIA:

- Tehtävä 1.** Kuinka monta moolia on 500 grammaa titaanioksidia TiO_2 ?
- Tehtävä 2.** Kuinka monta grammaa painaa 2,25 moolia maantiesuolaa $CaCl_2$?
- Tehtävä 3.** Kuinka monta moolia OH^- -ryhmiä on 100 grammassa kalsiumhydroksidia $Ca(OH)_2$?
- Tehtävä 4.** Mikä on 1 m^3 vetykaasua massa *NTP*:ssä?
- Tehtävä 5.** Laske a) kloorikaasun ja b) ammoniakkin NH_3 tiheys *NTP*:ssä?
- Tehtävä 6.** Hitsauskaasupullossa on 50 kg asetyleeniä C_2H_2 . Kuinka monta litraa siitä saadaan kaasua, kun asetyleeni purkautuu pullosta ilmaan normaaliolosuhteissa?
- Tehtävä 7.** Kuinka suuri tilavuus on 2,4 kg:lla hiilidioksidia CO_2 *NTP*:ssä?
- Tehtävä 8.** Astiassa on 126 litraa rikkidioksidia SO_2 *NTP*:ssä. Laske rikkidioksidin ainemäärä ja massa.
- Tehtävä 9.** Nikotiinin $C_{10}H_{14}N_2$ tappavana annoksena pidetään 40:tä milligrammaa.
- Laske tappavan annoksen ainemäärä.
 - Kuinka monta moolia vetyatomeja on tässä ainemääräessä?
 - Mikä on nikotiinin tiheys *NTP*:ssä?
- Tehtävä 10.** Dietyylieetteriä $C_4H_{10}O$ käytettiin vuodesta 1842 sadan vuoden ajan nukutusaineena. Yhdiste on kuitenkin erittäin tulenarkaa.
- Mikä on dietyylieetterin tiheys *NTP*:ssä?
 - Kuinka suuri tilavuus on 50:llä grammalla dietyylieetteriä *NTP*:ssä?

4.5. Massan, moolimassan ja ainemäärän välinen yhteys

VASTAUKSIA:

Tehtävä 1. $n \approx 6,26 \text{ mol}$.

Tehtävä 2. $m \approx 250 \text{ g}$.

Tehtävä 3. $n \approx 2,7 \text{ mol}$.

Tehtävä 4. $m \approx 90 \text{ g}$.

Tehtävä 5. a) $\rho = 3,16 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$, b) $\rho = 0,760 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$.

Tehtävä 6. $V = 43000 \text{ l} = 43 \text{ m}^3$.

Tehtävä 7. $V = 1222 \text{ l} \approx 1,2 \text{ m}^3$.

Tehtävä 8. $n \approx 5,62 \text{ mol}$ ja $m \approx 360 \text{ g}$.

Tehtävä 9. a) $n \approx 0,00025 \text{ mol}$, b) $n \approx 0,0035 \text{ mol}$ ja c) $\rho = 7,06 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$.

Tehtävä 10. a) $\rho = 3,31 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$, b) $V \approx 15,1 \text{ l}$.

Takaisin