

Egyszerű kémiai számítások

Az egyes fizikai, illetve kémiai mennyiségek közötti összefüggéseket mérésrel állapítjuk meg. Ahhoz, hogy egy mennyiséget mérni tudjunk, a mennyiségnek valamely rögzített értékét (mértékegység) kell alapul választani. Napjainkban **az SI mértékegység-rendszert használjuk** a mérések és számítások során.

Az SI használatát, prefixumait és átváltásukat egyénileg gyakorolják!

A kémiai változások fontos mértékegysége a **mól**, amely **az anyagmennyiség kifejezésére szolgál**. **Jele: n** , a mértékegység **rövidítése mol** (ahogy a tömeg jele: m , és a kilogramm rövidítése a kg)

Egy mól az anyagmennyisége annak az anyagnak, amely annyi azonos elemi egységet (entitást: atomot, molekulát, iont, elektront, stb.) tartalmaz, mint ahány atom van pontosan 0,012 kg ^{12}C -izotópban. Egy mól anyagban $6,022 \cdot 10^{23}$ elemi egység található (Avogadro-állandó: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$).

Adott anyagmennyiség és benne lévő entitás részecskeszáma között tehát **az Avogadro-állandó az arányossági tényező**: $n = \frac{N}{N_A}$.

Példa

1. Egy darabka gyémánt $5,0 \cdot 10^{21}$ szénatomot tartalmaz. Hány mól C-atom van benne?

$$n = \frac{N}{N_A} \quad n = 5,0 \cdot 10^{21} / 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} = \mathbf{8,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$$

2. Hány gázmolekula van abban a mintában, amelyik 2,155 mólt tartalmaz?

$$n = \frac{N}{N_A} \quad N = n \cdot N_A \quad N = 2,155 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} = \mathbf{1,298 \cdot 10^{24}}$$

Abban az esetben, ha az elemi egység összetett (pl. atomokban proton, neutron, elektron; molekulában atomok, stb.) akkor azok számát **egy további szorzószám** fogja megmutatni:

$$n_{\text{kisebb egység}} = u \cdot n_{\text{nagyobb egység}}$$

Ez a LEGO-elv (2) alappanelje

Példa

3. Hány oxigénatomot tartalmaz 1,88 mol ózonmolekula?

(az ózon molekula képlete O_3 , vagyis $u = 3$ lesz)

$$n_{\text{O-atom}} = 3 \cdot n_{\text{ózon}} \quad \frac{N_{\text{O-atom}}}{N_A} = 3 \cdot n_{\text{ózon}} \quad N_{\text{O-atom}} = 3 \cdot N_A \cdot n_{\text{ózon}}$$

$$N_{\text{O-atom}} = 3 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} \cdot 1,88 \text{ mol} = \mathbf{3,40 \cdot 10^{24}}$$

4. Hány mól proton található $3,15 \cdot 10^{20}$ szilíciumatomban?

(a szilícium rendszáma – aminek számértéke megegyezik 1 Si-atomban lévő protonok számával: 14, vagyis $u = 14$)

$$n_{\text{proton}} = 14 \cdot n_{\text{Si}} \quad n_{\text{proton}} = 14 \cdot \frac{N_{\text{Si}}}{N_A}$$

$$n_{\text{proton}} = 14 \cdot 3,15 \cdot 10^{20} / 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} = \mathbf{7,32 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$$

5. Hány mól a 65-ös réz-izotóp anyagmennyisége, ha a minta $5,48 \cdot 10^{21}$ neutronot tartalmaz? (a réz rendszáma: 29, tömegszáma: 65, ekkor a neutronok száma = $65 - 29 = 36$; azaz $u = 36$)

$$n_{\text{neutron}} = 36 \cdot n_{\text{Cu}} \quad \frac{N_{\text{neutron}}}{N_A} = 36 \cdot n_{\text{Cu}} \quad \frac{N_{\text{neutron}}}{36 \cdot N_A} = n_{\text{Cu}}$$

$$n_{\text{Cu}} = 5,48 \cdot 10^{21} / 36 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} = \mathbf{2,53 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}$$

A kémiai anyag tömege és az anyagmennyisége között állapít meg arányosságot a **moláris tömeg** (jele: M , mértékegység rövidítése: g/mol). $n = \frac{m}{M}$

Az **elemek** moláris tömegét – azok izotópjainak természetes előfordulása szerinti súlyozott átlagát – a periódusos rendszer, illetve egyes táblázatok tartalmazzák (**átlagos moláris tömeg**). pl. a klór 75,77 % ^{35}Cl atomot (34,9689 g/mol) és 24,23 % ^{37}Cl atomot (36,9658 g/mol) tartalmaz, így $M_{\text{Cl}} = 35,4527 \text{ g/mol} \sim 35,45 \text{ g/mol}$

Korábban azt tapasztalhatta, hogy számításokban az elemek moláris tömegének egésze kerekített értékét, valamint az izotópok tömegszámát használták azok moláris tömege számértékeként. Azonban ez az elhanyagolás, kerekítés nem vezet helyes értékhez, és az Avogadro-állandó $6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$ helyett sem csak a $6 \cdot 10^{23}$ számot használjuk.

Példa

6. Mekkora az anyagmennyisége annak az alumínium-fólia darabnak, melynek tömege 0,4582 g?

$$n_{\text{Al}} = \frac{m_{\text{Al}}}{M_{\text{Al}}} \quad n_{\text{Al}} = 0,4582 \text{ g} / 26,98 \text{ g/mol} = \mathbf{1,698 \cdot 10^{-2} \text{ mol}}$$

7. Hány Al-atom van az előbbi fóliában, vagyis 0,4582 g-ban?

ugyanarról az anyagról van szó, vagyis a tömeg és moláris tömeg, valamint a részecskeszám és Avogadro-állandó arány egyaránt az alumínium anyagmennyiségét adja meg:

$$n = \frac{m}{M} \quad n = \frac{N}{N_A} \quad \frac{m_{\text{Al}}}{M_{\text{Al}}} = \frac{N_{\text{Al}}}{N_A} \quad N_{\text{Al}} = \frac{N_A \cdot m_{\text{Al}}}{M_{\text{Al}}}$$

$$N_{\text{Al}} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} \cdot 0,4582 \text{ g} / 26,98 \text{ g/mol} = \mathbf{1,026 \cdot 10^{22}}$$

8. Az ezüst 51,84 % ^{107}Ag -t és 48,16 % ^{109}Ag -t tartalmaz. A ^{107}Ag moláris tömege 106,905092 g/mol. Mekkora a ^{109}Ag moláris tömege? ($M_{\text{Ag}} = 107,87 \text{ g/mol}$)

az izotópok előfordulási arányuknak megfelelően járulnak hozzá az átlagos moláris tömeg értékéhez:

$$M = a \cdot M_{^{107}\text{Ag}} + b \cdot M_{^{109}\text{Ag}}$$

$$(107,87 \text{ g/mol} - 0,5184 \cdot 106,905092 \text{ g/mol}) / 0,4816 = M_{^{109}\text{Ag}}$$

$$M_{^{109}\text{Ag}} = \mathbf{108,9078 \text{ g/mol}}$$

9. Hány mg annak a kénkristálynak a tömege, amelyik $5,22 \cdot 10^{19}$ S_8 -molekulát tartalmaz?

a kénatomok moláris tömege adott, tehát az $n_{\text{S-atom}} = 8 \cdot n_{\text{molekula}}$ összefüggést használjuk fel:

$$\frac{m_{\text{S}}}{M_{\text{S}}} = 8 \cdot \frac{N_{\text{molekula}}}{N_A} \quad \text{alakban} \quad m_{\text{S}} = 8 \cdot \frac{M_{\text{S}} \cdot N_{\text{molekula}}}{N_A}$$

$$m_{\text{S}} = 8 \cdot 32,07 \text{ g/mol} \cdot 5,22 \cdot 10^{19} / 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} = 0,0228 \text{ g} = \mathbf{22,8 \text{ mg}}$$

A tapasztalati képlettel jelzett vegyületek, molekulák és összetett ionok, **moláris tömegét** megkapjuk, ha az alkotó elemek moláris tömegét összeadjuk, annak figyelembevételével, hogy a képletben hány atomjuk található. A számított moláris tömeg és a tömeg, valamint a részecskeszám kapcsolatára ugyanazok az összefüggések érvényesek, mint az elemeknél!

Példa**10. Mekkora a moláris tömege az etanolnak (CH₃CH₂OH)?**

1 molekula etanolban 2 C, 6 H és 1 O atom van, 1 mólnyi molekulában 2 mol C, 6 mol H és 1 mol O

1 mol C₂H₆O-ban C: 2 mol · 12,01 g/mol = 24,02 g H: 6 mol · 1,008 g/mol = 6,05 g

O: 1 mol · 16,00 g/mol = 16,00 g Σ = 46,07 g / 1 mol = **46,07 g/mol**

11. Hány klorid iont tartalmaz a konyhasó (NaCl) 45,0 mg-ja?

a képletegységben 1 Cl⁻-ion van, így u = 1; $n_{\text{Cl}^-} = 1 \cdot n_{\text{NaCl}}$

$$\frac{N_{\text{Cl}}}{N_{\text{A}}} = 1 \cdot \frac{m_{\text{NaCl}}}{M_{\text{NaCl}}} \quad N_{\text{Cl}} = \frac{N_{\text{A}} \cdot m_{\text{NaCl}}}{M_{\text{NaCl}}}$$

$$N_{\text{Cl}^-} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} \cdot 0,0450 \text{ g} / 58,44 \text{ g/mol} = \mathbf{4,64 \cdot 10^{20}}$$

12. Hány gramm nitrogént tartalmaz 2,00 g karbamid (H₂NCONH₂)?

a molekulában 2 N-atom van, így u = 2; $n_{\text{N}} = 2 \cdot n_{\text{karbamid}}$

a kisebb egység tömegét keressük, és a nagyobb egységnek is tömegét ismerjük, ezért a tömeg és moláris tömeg hányadosával kifejezett anyagmennyiségeket használjuk:

$$\frac{m_{\text{N}}}{M_{\text{N}}} = 2 \cdot \frac{m_{\text{karbamid}}}{M_{\text{karbamid}}} \quad m_{\text{N}} = 2 \cdot \frac{M_{\text{N}} \cdot m_{\text{karbamid}}}{M_{\text{karbamid}}}$$

$$m_{\text{N}} = 2 \cdot 14,01 \text{ g/mol} \cdot 2,00 \text{ g} / 60,05 \text{ g/mol} = \mathbf{0,933 \text{ g}}$$

Vegyületek képlete és összetétele

A vegyületek képletének ismeretében (meghatározva a moláris tömeget) az **alkotó atomok**, vagy atomcsoportok **tömegtörtje** (W), illetve **tömeg%**-a (w%) is kiszámítható.

A tömegtört és a tömegszázalék általánosan használható definiáló képlete:

$$W = \frac{m_{\text{komponens}}}{m_{\text{összes}}} \quad w\% = 100 \cdot \frac{m_{\text{komponens}}}{m_{\text{összes}}}$$

Vegyületekre: $W = \frac{m_{\text{atom}}}{m_{\text{képlet}}}$ és $w\% = 100 \cdot \frac{m_{\text{atom}}}{m_{\text{képlet}}}$

Az $n_{\text{atom}} = u \cdot n_{\text{képlet}}$ összefüggést (LEGO-2 alappanelt) használjuk fel, a tömeg és moláris tömeg hányadosát behelyettesítve, majd úgy rendezzük, hogy a tömegtört vagy tömeg% kifejezhető legyen:

$$\frac{m_{\text{atom}}}{M_{\text{atom}}} = u \cdot \frac{m_{\text{képlet}}}{M_{\text{képlet}}} \quad W = \frac{m_{\text{atom}}}{m_{\text{képlet}}} = u \cdot \frac{M_{\text{atom}}}{M_{\text{képlet}}} \quad \text{illetve} \quad w\% = 100 \cdot \frac{m_{\text{atom}}}{m_{\text{képlet}}} = 100 \cdot u \cdot \frac{M_{\text{atom}}}{M_{\text{képlet}}}$$

Példa**13. Határozzuk meg a penicillin molekula (C₁₄H₂₀O₄N₂S) tömeg%-os összetételét!**

$$w\% = 100 \cdot u \cdot \frac{M_{\text{atom}}}{M_{\text{képlet}}} \quad M = 312,4 \text{ g/mol}$$

$$w\%_{\text{C}} = 100 \cdot 14 \cdot 12,01 \text{ g/mol} / 312,4 \text{ g/mol} = \mathbf{53,81} \quad w\%_{\text{H}} = 100 \cdot 20 \cdot 1,008 \text{ g/mol} / 312,4 \text{ g/mol} = \mathbf{6,45}$$

$$w\%_{\text{O}} = 100 \cdot 2 \cdot 16,00 \text{ g/mol} / 312,4 \text{ g/mol} = \mathbf{20,49} \quad w\%_{\text{N}} = 100 \cdot 2 \cdot 14,01 \text{ g/mol} / 312,4 \text{ g/mol} = \mathbf{8,70}$$

$$w\%_{\text{S}} = 100 \cdot 32,07 \text{ g/mol} / 312,4 \text{ g/mol} = \mathbf{10,27}$$

Ehhez hasonlóan a tömeg%-os összetétel lehetőséget ad **a vegyület képletének meghatározására**. Ha *ismert a moláris tömeg*, akkor az **u** értékét keressük valamennyi alkotó atomra külön-külön.

$$w\% = 100 \cdot \frac{m_{\text{atom}}}{m_{\text{képlet}}} = 100 \cdot u \cdot \frac{M_{\text{atom}}}{M_{\text{képlet}}} \quad u = \frac{w\% \cdot M_{\text{képlet}}}{100 \cdot M_{\text{atom}}}$$

Példa

14. Az adipinsav tömeg%-os összetétele: 49,31 % szén, 43,79 % oxigén és a maradék hidrogén, moláris tömege 146,1 g/mol. Állapítsuk meg ennek a szerves savnak a képletét!

$$u = \frac{w\% \cdot M_{\text{képlet}}}{100 \cdot M_{\text{atom}}}$$

$$u_{\text{C}} = 49,31 \cdot 146,1 \text{ g/mol} / (100 \cdot 12,01 \text{ g/mol}) = 6,00$$

$$u_{\text{O}} = 43,79 \cdot 146,1 \text{ g/mol} / (100 \cdot 16,00 \text{ g/mol}) = 4,00$$

$$u_{\text{H}} = 6,90 \cdot 146,1 \text{ g/mol} / (100 \cdot 1,008 \text{ g/mol}) = 10,00$$



Ha *nem ismert a moláris tömeg*, akkor a vegyület pontosan 100 grammjából indulunk ki, mert ekkor a megadott %-os értékek azonnal az atomok g-jaként értelmezhetők. Az alkotó atomok anyagmennyiségét kiszámítva megkapjuk, hogy 100 g vegyületben az adott atom hány mólja van, majd azokat a legkisebb értékhez arányítva jutunk az alkotó atomok egész számú anyagmennyiségét.

$$w\% = 100 \cdot \frac{m_{\text{atom}}}{m_{\text{képlet}}} \quad n_{\text{atom}} = \frac{m_{\text{atom}}}{M_{\text{atom}}} = \frac{w\% \cdot m_{\text{képlet}}}{100 \cdot M_{\text{atom}}} = \frac{w\%}{M_{\text{atom}}}$$

Ha a komponensek tömege adott, akkor az a kiindulási tömeg.

Példa

15. Határozzuk meg a tapasztalati képletét a warfarin nevű patkányirtó szernek, amelynek tömeg%-os összetétele: 74,01 % szén, 5,23 % hidrogén és 20,76 % oxigén!

$$n_{\text{atom}} = \frac{w\% (\text{g})}{M_{\text{atom}}}$$

$$n_{\text{C}} = 74,01 \text{ g} / 12,01 \text{ g/mol} = 6,162 \text{ mol}$$

$$n_{\text{C}}/n_{\text{O}} = 6,162 \text{ mol} / 1,298 \text{ mol} = 4,75 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}} = 5,23 \text{ g} / 1,008 \text{ g/mol} = 5,188 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}}/n_{\text{O}} = 5,188 \text{ mol} / 1,298 \text{ mol} = 4,00 \text{ mol}$$

$$n_{\text{O}} = 20,76 \text{ g} / 16,00 \text{ g/mol} = 1,298 \text{ mol}$$

$$n_{\text{O}}/n_{\text{O}} = 1,00 \text{ mol}$$

ahhoz, hogy egész számokat kapjunk az egyes számok 4-szeresét kell venni: $\text{C}_{19}\text{H}_{16}\text{O}_4$

16. Egy karbamid minta elemzésekor megállapították, hogy 1,121 g nitrogént, 0,161 g hidrogént, 0,480 g szenet és 0,640 g oxigént tartalmaz. Mi a tapasztalati képlete a karbamidnak?

$$n_{\text{atom}} = \frac{m_{\text{atom}}}{M_{\text{atom}}}$$

$$n_{\text{N}} = 1,121 \text{ g} / 14,01 \text{ g/mol} = 0,0795 \text{ mol}$$

$$n_{\text{N}}/n_{\text{C}} = 0,0795 \text{ mol} / 0,0400 \text{ mol} = 2$$

$$n_{\text{H}} = 0,161 \text{ g} / 1,008 \text{ g/mol} = 0,1597 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}}/n_{\text{C}} = 0,1597 \text{ mol} / 0,0400 \text{ mol} = 4$$

$$n_{\text{C}} = 0,480 \text{ g} / 12,01 \text{ g/mol} = 0,0400 \text{ mol}$$

$$n_{\text{C}}/n_{\text{C}} = 0,0400 \text{ mol} / 0,0400 \text{ mol} = 1$$

$$n_{\text{O}} = 0,640 \text{ g} / 16,00 \text{ g/mol} = 0,0400 \text{ mol}$$

$$n_{\text{O}}/n_{\text{C}} = 0,0400 \text{ mol} / 0,0400 \text{ mol} = 1$$



Számítási feladatok

1. A kémiai elemek egyikének csak egyetlen természetes izotópja létezik, amelynek egyetlen atomja $9,123 \cdot 10^{-23}$ g tömegű. Azonosítsuk a moláris tömeg alapján az atomot!

Ugyanarról az anyagról van szó, így a LEGO-(1) alappanelt használjuk. Részecske tömeget ismerünk, és moláris tömeget keresünk.

$$(1) \quad n_{\text{keresett}} = n_{\text{ismert}} \quad \rightarrow \quad \frac{N}{N_{\text{A}}} = \frac{m}{M} \quad \frac{1}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}} = \frac{9,123 \cdot 10^{-23} \text{ g}}{M}$$

$$M = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} \cdot 9,123 \cdot 10^{-23} \text{ g} = \mathbf{55,58 \text{ g/mol}}$$

a keresett elem a mangán

2. Az oxigén három izotóp keveréke, melyek természetes előfordulási aránya és pontos tömege az alábbi: 16-os tömegszámú 99,759 % - 15,99491 g/mol; 17-es tömegszámú 0,037 % - 17,00450 g/mol; 18-as tömegszámú 0,204 % - 18,00490 g/mol. Mennyi az oxigén moláris tömege?

Az izotópatomok előfordulási %-a a részecskék %-át fejezi ki (nem tömeg%): így felírhatjuk 100 mol oxigénre:

$$M_{\text{O}} \text{ g/mol} = (99,759 \text{ mol} \cdot 15,99491 \text{ g/mol} + 0,037 \text{ mol} \cdot 17,00450 \text{ g/mol} + 0,204 \text{ mol} \cdot 18,00490 \text{ g/mol}) / 100,00 \text{ mol} = \mathbf{15,996 \text{ g/mol}}$$

3. A szőlőcukor tabletta glükóz-monohidrát ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$) mellett talkumot és magnézium-sztearátot tartalmaz. Hány tömeg% vízmentes glükózt tartalmaz a 2,500 g tömegű tabletta, ha tudjuk, hogy benne $7,412 \cdot 10^{21}$ vízmolekula van?

A glükóz molekulák száma megegyezik a vízmolekuláéval, ezért a LEGO-(1) alappanelre építkezünk, és felhasználjuk a tömeg% összefüggést:

$$(1) \quad n_{\text{keresett}} = n_{\text{ismert}} \quad \rightarrow \quad \frac{N}{N_{\text{A}}} = \frac{m_{\text{glükóz}}}{M_{\text{glükóz}}} \quad \text{és} \quad w\% = 100 \cdot \frac{m_{\text{glükóz}}}{m_{\text{tabletta}}}$$

mindkét összefüggésből kifejezzük a glükóz tömegét, és egyenlőséget állapítunk meg, majd kifejezzük a $w\%$ értékét:

$$m_{\text{glükóz}} = \frac{N \cdot M_{\text{glükóz}}}{N_{\text{A}}} = \frac{w\% \cdot m_{\text{tabletta}}}{100} \quad w\% = \frac{100 \cdot N \cdot M_{\text{glükóz}}}{N_{\text{A}} \cdot m_{\text{tabletta}}} = \frac{100 \cdot 7,412 \cdot 10^{21} \cdot 180,16 \text{ g/mol}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} \cdot 2,500 \text{ g}}$$

$$w\% = \mathbf{88,70}$$

4. Az adrenalin molekula tömeg%-os összetétele: 56,79 % szén, 6,56 % hidrogén, 28,37 % oxigén és 8,28 % nitrogén. Állapítsuk meg az adrenalin tapasztalati képletét!

$\text{C}_c\text{H}_h\text{O}_o\text{N}_n$ képletben az c, h, o, n az egyes elemek anyagmennyiségét jelenti és csak egész szám lehet. Ha tetszőleges össztömegben megállapítjuk az összetevők móljainak számát, akkor azok egymáshoz viszonyított aránya a keresett anyagmennyiségeket adja. Célszerűen az össztömeget 100,00 g-nak szokás választani, mert ekkor a tömeg%-os adatok egyben a komponensek g-jait adják:

$$n_{\text{C}} = \frac{m_{\text{C}}}{M_{\text{C}}} = \frac{56,79 \text{ g}}{12,01 \text{ g/mol}} = 4,73 \text{ mol} \quad n_{\text{H}} = \frac{m_{\text{H}}}{M_{\text{H}}} = \frac{6,56 \text{ g}}{1,008 \text{ g/mol}} = 6,50 \text{ mol}$$

$$n_{\text{O}} = \frac{m_{\text{O}}}{M_{\text{O}}} = \frac{28,37 \text{ g}}{16,00 \text{ g/mol}} = 1,77 \text{ mol} \quad n_{\text{N}} = \frac{m_{\text{N}}}{M_{\text{N}}} = \frac{8,28 \text{ g}}{14,01 \text{ g/mol}} = 0,591 \text{ mol}$$

$$\text{C:H:O:N} = 8:11:3:1$$

$$\mathbf{\text{a keresett képlet: } \text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}_3\text{N}}$$

5. A polifenol oxidázok csoportjába tartozó kék színű lakkáz-enzim megtalálható egy fakorhadást előidéző gombában is (*Polyporus versicolor*). Mekkora a lakkáz-enzim moláris tömege, ha molekulájában 4 rézatom van és a réztartalom 0,390 tömeg%?

A Cu-atom alkotórésze az enzimnek, ezért a LEGO-(2) alappanelt és a tömeg% összefüggését használjuk a számításban.

(2) $n_{\text{kisebb egység}} = u \cdot n_{\text{nagyobb egység}}$, ebben az esetben $u = 4$ (az enzimben 4 Cu-atom van).

$$n_{\text{Cu}} = 4 \cdot n_{\text{enzim}} \quad \rightarrow \quad \frac{m_{\text{Cu}}}{M_{\text{Cu}}} = 4 \cdot \frac{m_{\text{enzim}}}{M_{\text{enzim}}} \quad \text{és} \quad w\% = 100 \cdot \frac{m_{\text{Cu}}}{m_{\text{enzim}}}$$

mindkét összefüggésből kifejezzük az $m_{\text{Cu}}/m_{\text{enzim}}$ hányadost, majd a keresett moláris tömeget:

$$\frac{m_{\text{Cu}}}{m_{\text{enzim}}} = \frac{w\%}{100} = 4 \cdot \frac{M_{\text{Cu}}}{M_{\text{enzim}}} \quad M_{\text{enzim}} = 4 \cdot \frac{100 \cdot M_{\text{Cu}}}{w\%} = 4 \cdot \frac{100 \cdot 63,55 \text{ g/mol}}{0,390}$$

$$M_{\text{enzim}} = \mathbf{6,52 \cdot 10^4 \text{ g/mol}}$$

6. Hány fluoridion található a kocka alakú 10,65 mm élhosszúságú fluorit-kristályban (CaF_2), melynek sűrűsége $3,150 \text{ g/cm}^3$?

A LEGO-(2) alappanelre építkezünk és a sűrűség összefüggését használjuk fel:

(2) $n_{\text{kisebb egység}} = u \cdot n_{\text{nagyobb egység}}$, és $u = 2$ (a CaF_2 -ben 2 fluorid van), részecskeszámot keresünk:

$$n_{\text{F}} = 2 \cdot n_{\text{fluorit}} \rightarrow \frac{N_{\text{F}}}{N_{\text{A}}} = 2 \cdot \frac{m_{\text{fluorit}}}{M_{\text{fluorit}}} \quad \text{és} \quad \rho = \frac{m_{\text{fluorit}}}{V_{\text{fluorit}}}$$

a sűrűségből kifejezzük a fluorit tömegét és az alapba helyettesítjük, majd a fluorid részecskeszámot meghatározzuk:

$$N_{\text{F}} = 2 \cdot \frac{N_{\text{A}} \cdot \rho \cdot V_{\text{fluorit}}}{M_{\text{fluorit}}} = \frac{2 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} \cdot 3,150 \text{ g/cm}^3 \cdot (1,065 \text{ cm})^3}{78,08 \text{ g/mol}}$$

$$N_{\text{F}} = \mathbf{5,869 \cdot 10^{22}}$$

7. Az eutektikus összetételű, alacsony olvadáspontú Sn-Pb-Cd ötvözetben az ón:ólom mólaránya 2,73:1,00 és az ólom:kadmium tömegaránya 1,78:1,00. Állapítsuk meg az ötvözet tömeg%-os összetételét!

A mólarány ismeretében a LEGO-(2)-vel analóg összefüggés és a tömegarányok segítségével tudjuk a tömeg%-ot meghatározni:

$$n_{\text{Sn}} = 2,73 \cdot n_{\text{Pb}} \rightarrow \frac{m_{\text{Sn}}}{M_{\text{Sn}}} = 2,73 \cdot \frac{m_{\text{Pb}}}{M_{\text{Pb}}} \quad \text{és} \quad \frac{m_{\text{Pb}}}{m_{\text{Cd}}} = 1,78 \quad \text{valamint} \quad w\% = 100 \cdot \frac{m}{m_{\text{ötvözet}}}$$

számítsuk ki először, hogy ha 1,00 g kadmium van jelen az ötvözetben, akkor mennyi a többi komponens tömege:

$$m_{\text{Pb}} = 1,78 \cdot 1,00 \text{ g} = 1,78 \text{ g}; \quad m_{\text{Sn}} = 2,73 \cdot \frac{m_{\text{Pb}} \cdot M_{\text{Sn}}}{M_{\text{Pb}}} = \frac{2,73 \cdot 1,78 \text{ g} \cdot 118,71 \text{ g/mol}}{207,2 \text{ g/mol}} = 2,78 \text{ g}$$

vagyis ekkor az ötvözet összes tömege $m_{\text{ötvözet}} = 1,00 \text{ g} + 1,78 \text{ g} + 2,78 \text{ g} = 5,56 \text{ g}$
a tömeg%-ok:

$$w\%_{\text{Cd}} = 100 \cdot 1,00 \text{ g} / 5,56 \text{ g} = \mathbf{17,99 \%} \quad w\%_{\text{Pb}} = 100 \cdot 1,78 \text{ g} / 5,56 \text{ g} = \mathbf{32,01 \%}$$

$$w\%_{\text{Sn}} = 100 \cdot 2,78 \text{ g} / 5,56 \text{ g} = \mathbf{50,00 \%}$$

Feladatok

- A krómnak 4 természetes izotópja van, amelyek tömegszáma, előfordulási %-a és moláris tömege a következő: 50-es 4,35 % - 49,9461 g/mol; 52-es 83,79 % - 51,9405 g/mol; 53-as 9,50 % - 52,9407 g/mol; 54-es 2,36 % - 53,9389 g/mol. Határozzuk meg a króm moláris tömegét! **(51,996 g/mol)**
- Az aszpartám ($\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5$) egy mesterséges édesítőszer (Nutra-Sweet), amely 160-szor édesebb, mint a kristálycukor. Számítsuk ki, hogy hány molekula van 5,0 mg aszpartámban? **($1,0 \cdot 10^{19}$)**
- Hány kénatom található az 1,225 cm élhosszúságú pirit-kockában (FeS_2), melynek sűrűsége 5,100 g/cm³? **($9,411 \cdot 10^{22}$)**
- Egy bizmutot, ólomot és ónt tartalmazó ötvözetben, amelynek olvadáspontja a víz forráspontja közelében van, a Bi:Pb:Sn atomok aránya 10:6:5. Milyen tömegű ötvözet tartalmaz pontosan 1 mólnyi atomot? **(187 g)**
- Adjuk meg a tömeg%-os összetételét az $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ összetételű vegyületnek, amelyen első alkalommal tapasztalták a szupravezetés tényét. **(Y: 13,35 Ba: 41,22 Cu: 28,62 O: 16,81 %)**