

Ainemäärien suhteista laskujen kautta aineiden määriin

KEMIALLINEN
REAKTIO, KE4

Pieni "alkupala" (harjoitus)



1. Kuinka monet aurinkolasit voidaan valmistaa, jos kehyksiä on 50 ja linsejä 100? Aurinkolaseja voidaan valmistaa 50 kappaletta.
2. Kuinka monta kehystä ja linssiä tarvitaan, jos halutaan valmistaa 1000 aurinkolasia? Kehyksiä tarvitaan 1000 ja linsejä 2000 kappaletta.
3. Kuinka monta moolia kehyksiä ja linsejä tarvitaan, kun aurinkolaseja valmistetaan 10 moolia? Kehyksiä tarvitaan 10 moolia ja linsejä 20 moolia.
4. Mikä on aurinkolaseihin tarvittavien kehysten ja linssien lukumäärien suhde? Kehysten ja linssien lukumäärien suhde on 1:2.

Mitä on kemia? Kemia on reaktioyhtälöitä, ja niiden tulkitsemista.

Ollaan havaittu, että reaktioyhtälöt kertovat kemiallisen ilmiön. Miten hyödynnämme yhtälöstä saatavaa tietoa?

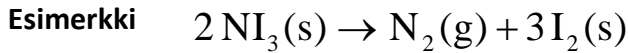
Vastaus: Tasapainotetun reaktioyhtälön kertoimet liittävät yhteen tarvittavien lähtöaineiden ja syntyvien tuotteiden ainemäärät.

→ Kun jonkin reaktioon osallistuvan aineen määrä tiedetään, muiden aineiden ainemäärät voidaan laskea reaktioyhtälön kertoimien avulla.

→ Kemian laskuissa käytetään ainemäärien (kaasutilavuuksien tai massojen) suhteita. Kun tasapainotettua reaktioyhtälöä hyödynnetään jonkin reaktioon osallistuvan aineen ainemäärää laskettaessa, puhutaan **stoikiometriasta**.

Määritelmä, stoikiometria:

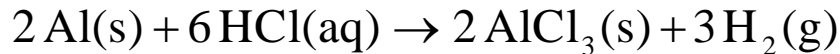
Stoikiometrialla tarkoitetaan ainemäärien suhteellisia määriä kemiallisessa reaktiossa. Eli stoikiometriset kertoimet = tasapainotetun reaktioyhtälön kertoimet.



Typpitriiodidin hajoaminen typeksi ja jodiksi on näyttävä reaktio, jossa jodi vapautuu ruskeanviolettinä savupilvenä.

- | | |
|---|---|
| a) Kuinka monta typpi- ja jodimolekyyliä saadaan neljästä typpitriiodidista? | 2 typpimolekyyliä
6 jodimolekyyliä |
| b) Kuinka monta moolia tyypeä ja jodia muodostuu kahdesta moolista typpitriiodidia? | Yksi mooli tyypeä ja
kolme moolia jodia. |
| c) Kuinka monta moolia trityppijodidia tarvitaan, kun valmistetaan 3 moolia tyypeä? | Trityppijodidia tarvitaan 6 moolia. |
| d) Kuinka monta moolia typpitriiodidia tarvitaan, kun halutaan saada 15 moolia jodia? | Trityppijodidia tarvitaan 10 moolia. |

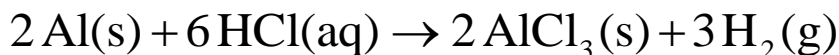
Harjoitus Alumiini ja suolahappo reagoivat seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti:



Muodosta reaktioyhtälön kertoimien suhde annetulle ainemääräsuhteelle.

$$\text{a) } \frac{n(\text{HCl})}{n(\text{Al})} = \frac{6}{2} \quad \text{b) } \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{Al})} = \frac{3}{2} \quad \text{c) } \frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{HCl})} = \frac{3}{6}$$

Harjoitus Kun alumiini reagoi suolahapon kanssa, muodostuu alumiinikloridia ja vetykaasua:



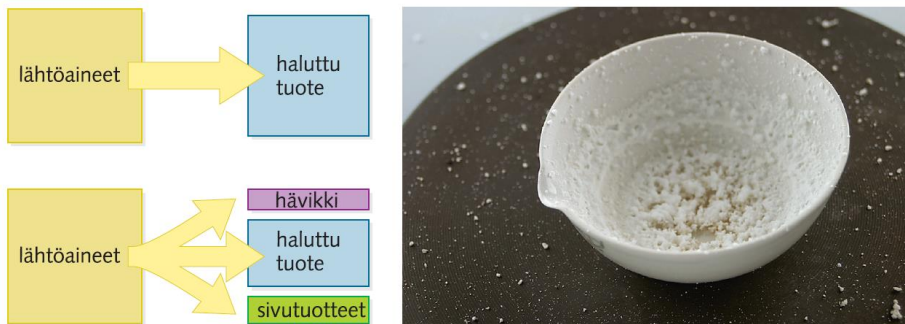
Alumiinia punnitaan 1,39 g. Kuinka paljon reaktiossa muodostuu vetykaasua?

- Mikä on reaktion tunnettu aine ja mikä kysytty aine?
- Mikä on reaktioyhtälössä tunnetun aineen ja mikä kysytyn aineen kerroin?
- Ilmaise lausekkeena kysytyn aineen ainemäärä tunnetun aineen ainemäärän avulla.

Teorettinen saanto kertoo, kuinka paljon reaktiotuotteita muodostuu, jos reaktio etenee täydellisesti reaktioyhtälön mukaisesti. Tämä ei ole todellisuutta. AINA on hävikkiä, ilmankosteus/epäpuhtaudet vaikuttavat. **Todellinen saanto** on se määrä, joka punnitaan. Lisäksi usein ilmoitetaan tuotteen saantoprosentti eli puhtausprosentti tai puhtausaste. Siis

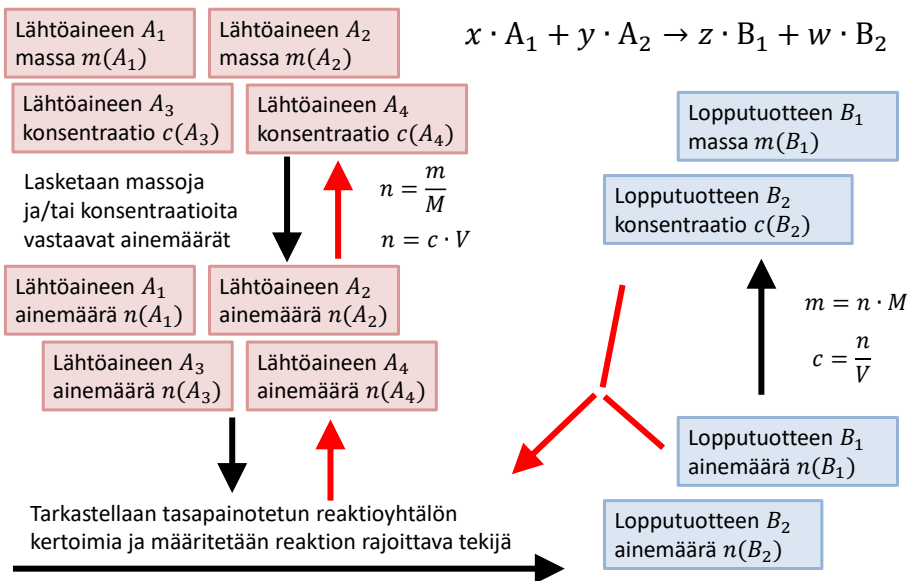
$$\text{saantoprosentti} = \frac{\text{todellinen eli punnittu saanto}}{\text{teorettinen saanto}} \cdot 100\%$$

Teoret. saanto lasketaan aina rajoittavan tekijän, luku 4, ainemäärästä!



Haihduuttaminen on tehtävä varoen. Liian voimakas kuuminus saa seoksen räiskymään, jolloin hävikistä tulee suuri.

Laskutehtävät

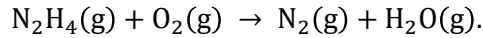


Esimerkki 1: Hydratsiinia $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g})$ käytetään raketin polttoaineena. Kun se reagoi hapen kanssa, muodostuu typpikaasua ja vettä.

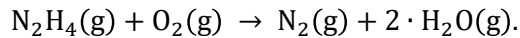
- Laadi tapahtumaa kuvaava reaktioyhtälö
- Kuinka monta grammaa happea kuluu, kun 150 g hydratsiinia palaa.

Ratkaisu:

Palamisen reaktioyhtälö (kaasut 2-atomisia, kyseessä ei ole jalokaasuja):



Vesi on höyrymuodossa. Tasapainotetaan, saadaan:



Tasapainotetusta reaktioyhtälöstä nähdään, että yhtä hydratsiini moolia kohden kuluu yksi mooli happea. Siis $\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{N}_2\text{H}_4)} = 1$.

Lasketaan hydratsiinin ainemäärä, kun massa $m(\text{N}_2\text{H}_4) = 150 \text{ g}$ ja moolimassa $M(\text{N}_2\text{H}_4) = 2 \cdot 14,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 4 \cdot 1,008 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 32,052 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$,

$$n(\text{N}_2\text{H}_4) = \frac{m(\text{N}_2\text{H}_4)}{M(\text{N}_2\text{H}_4)} = \frac{150 \text{ g}}{32,052 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 4,6798 \dots \text{ mol}.$$

Näin ollen reaktiossa (palamisessa) kuluvan hapen massaksi saadaan

$$\begin{aligned} m(\text{O}_2) &= n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = n(\text{N}_2\text{H}_4) \cdot 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx 4,6798 \dots \text{ mol} \cdot 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \\ &\approx 149,7566 \dots \text{ g} \approx 150 \text{ g}. \end{aligned}$$

Eli lähestulkoon yhtä paljon kuin hydratsiinia. Tämä on kohtuu selvää, koska moolimassat ovat lähestulkoon yhtä suuret.

$$M(\text{O}_2) = 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx 32,052 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = M(\text{N}_2\text{H}_4).$$

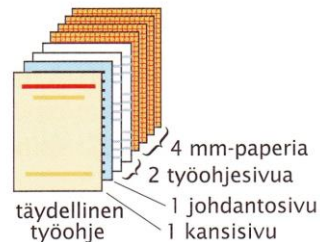
Rajoittava tekijä

Tasapainotetusta reaktioyhtälöstä saadaan reaktioon osallistuvien aineiden ainemääräsuhteet.

Jos on annettu vain yhden lähtöaineen ainemäärä (tai massa tai tilavuus + konsentraatio), niin tällöin ilman erillistä mainintaa oletetaan, että muita reaktioon osallistuvia aineita on ylimäärin → reaktiotuotteiden ainemäärät lasketaan näin ollen annetun lähtöaineen ainemäärän kautta.

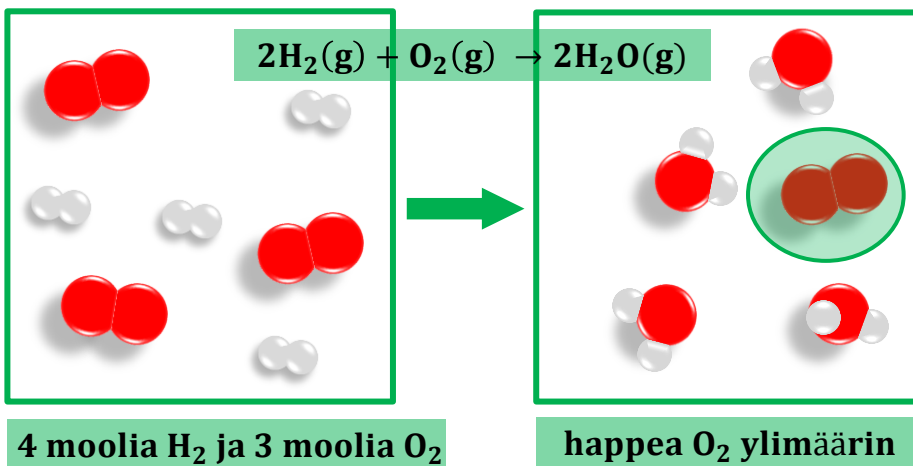


Kun on annettuna useamman kuin yhden lähtöaineen ainemäärä, niin tällöin on laskettava mikä lähtöaine loppuu reaktiossa ensin. Tällaista lähtöainetta, joka loppuu ensin, kutsutaan reaktion *rajoittavaksi tekijäksi*.



Osa muista lähtöaineista jää tällöin reagoimatta.

Rajoittavan tekijän määrittämisessä pitää laskea ensin kaikkien lähtöaineiden ainemäärät (kuinka monta moolia) ja sitten tarkastella tasapainotetun reaktioyhtälön kertoimia ja päätellä näistä tiedoista mikä lähtöaine on reaktion rajoittava tekijä.



Laskutehtävissä siis ensin luodaan reaktioyhtälö. Sitten tasapainotetaan se. Tämän jälkeen lasketaan/määritetään *rajoittava tekijä* (lähtöaineista jokin). Lopuksi määritetään saanto eli *saantoprosentti*. Saantoa varten tarvitaan tieto ainemäärien suhteista.

Esimerkki 2: Polkupyörän valmistajalla on 5350 rengasta, 3023 runkoa ja 2655 ohjaustankoa.

- Kuinka monta polkupyörää (normaalia) näistä osista voidaan koota?
- Mikä osista on rajoittava tekijä polkupyöriä koottaessa?
- Mitä osia ja kuinka monta jää yli, kun pyörät on koottu?

Ratkaisu:

Yhdessä polkupyörässä on yksi tanko, kaksi rengasta ja yksi runko. Näin ollen

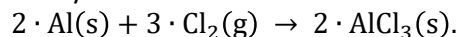
- 2655
- Ohjaustanko on rajoittava tekijä.
- Runkoja jää 368 kpl ylimäärin ja renkaita 20 kpl ylimäärin.

Esimerkki 3: Astiassa on 1,5 moolia alumiinia ja 3,5 moolia kloorikaasua.

- Kirjoita tasapainotettu reaktioyhtälö, kun alumiini ja kloori reagoivat keskenään muodostaen alumiinikloridia.
- Kumpi lähtöaine on reaktion rajoittava tekijä?
- Kuinka monta moolia toista lähtöainetta jää reagoimatta?
- Kuinka monta moolia alumiinikloridia muodostuu?

Ratkaisu:

a) Tasapainotettu reaktioyhtälö on:



b) Nyt tiedetään lähtöaineiden ainemääräsuhde, eli $\frac{n(\text{Al})}{n(\text{Cl}_2)} = \frac{2}{3}$, eli yhtä kloorimoolia Cl_2 kohti kuluu $0,6\bar{6}$ moolia alumiinia, Al. (Tai kolmea kloorimoolia kohden kuluu kaksi moolia alumiinia.) Huomioi perus matemaattinen verranto!

Jos tiedetään, että alumiinia on 1,5 mol ja klooria 3,5 mol, niin lasketaan, kumpi lähtöaine loppuu ensin. Tarvittava määrä klooria 1,5 moolille alumiinia on $n(\text{Cl}_2) = \frac{3}{2} \cdot n(\text{Al}) = \frac{3}{2} \cdot 1,5 \text{ mol} = 2,25 \text{ mol}$. Klooria on kuitenkin enemmän, joten sitä on ylimäärin \rightarrow eli alumiini on rajoittava tekijä.

c) Klooria jää jäljelle $3,5 \text{ mol} - 2,25 \text{ mol} = 1,25 \text{ mol}$.

d) Lopputuotteen (tai lopputuotteiden) ainemäärät lasketaan rajoittavan tekijän ainemäärän ja tasapainotetun reaktioyhtälön kertoimien perusteella. Näin ollen alumiinikloridia syntyy

$$\frac{n(\text{Al})}{n(\text{AlCl}_3)} = \frac{2}{2} = 1, \quad \Rightarrow n(\text{AlCl}_3) = n(\text{Al}) = 1,5 \text{ mol.}$$

Jäikö mieleen?

- Miten voit laskea reaktion muiden aineiden määrät, kun tunnet yhden aineen määrän?
- Mitä tarkoittaa
 - a) teoreettinen saanto
 - b) todellinen saanto
 - c) saantoprosentti
 - d) reaktiota rajoittava tekijä?