

Rajoittava tekijä kuluu reaktiossa ensimmäisenä loppuun

KEMIALLINEN
REAKTIO, KE4

Pieni "alkupala" (harjoitus)



Kuinka monet aurinkolasit voidaan valmistaa, jos kehyksiä on 100 ja linssinä 100? **Aurinkolaseja voidaan valmistaa 50 kappaletta. Kehyksiä jää yli 50 kappaletta, kun linssit on käytetty loppuun.**

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.

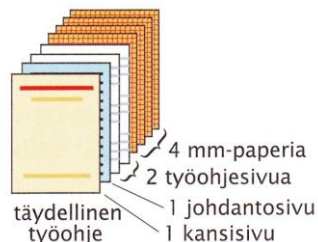
Kun on annettuna useamman kuin yhden lähtöaineen ainemäärä, niin tällöin on laskettava mikä lähtöaine loppuu reaktiossa ensin. Tällaista lähtöainetta, joka loppuu ensin, kutsutaan reaktion **rajoittavaksi tekijäksi**.

kansisivu	johdanto-sivu	työohje-sivu	mm-paperi
83 kpl	87 kpl	168 kpl	348 kpl

Määritelmä, rajoittava tekijä:

Reaktion rajoittava tekijä on se lähtöaine, joka

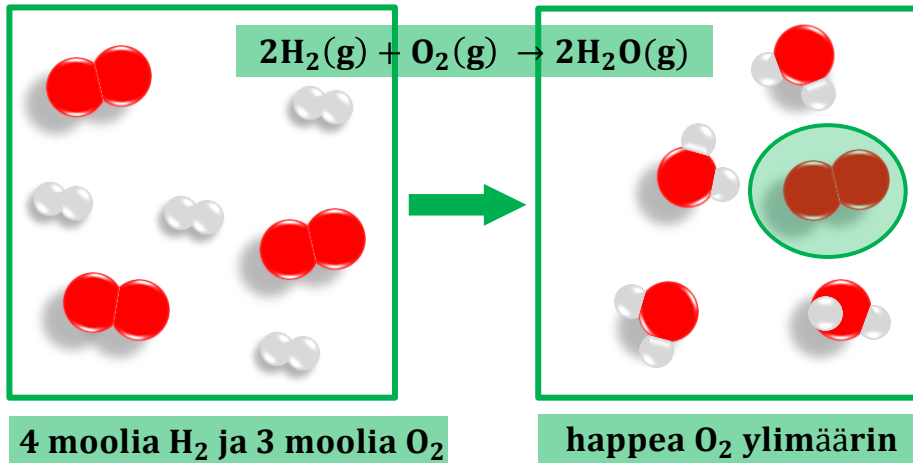
- loppuu ensimmäisenä kemiallisessa reaktiossa. Tämän jälkeen reaktiota ei enää tapahdu.
- määrittää sen, kuinka paljon reaktiotuotteita pystytään valmistamaan.



Rajoittava tekijä täytyy selvittää aina, kun tehtävässä annetaan useamman kuin yhden lähtöaineen määrä.

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/laskea näistä tiedoista mikä lähtöaine on reaktion rajoittava tekijä.



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

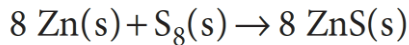
- Kuinka monta polkupyörää (normaalia) näistä osista voidaan koota?
- Mikä osista on rajoittava tekijä polkupyöriä koottaessa?
- Mitä osia ja kuinka monta jää yli, kun pyörät on koottu?

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 Sinkki reagoi rikin kanssa muodostaen valkoista sinkkisulfidia.



$$m(\text{Zn}) = 1,82 \text{ g} \quad m(\text{S}_8) = 0,96 \text{ g}$$

Rikillä on useita alkuainemuotoja. Yleisin niistä on keltainen, rengasrakenteinen S_8 -muoto.

a) Voidaanko rajoittava tekijä päätellä lähtöaineiden massoista?

Ei voida, koska massat eivät ole verrannollisia reaktioyhtälön kertoimiin eli massoista on aina ensin laskettava ainemäärät.

b) Kumpi lähtöaineista on rajoittava tekijä?

Vaihe 1. Lasketaan lähtöaineiden ainemäärät:

$$n(\text{Zn}) = \frac{m}{M} = \frac{1,82 \text{ g}}{65,38 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,02783... \text{ mol}$$

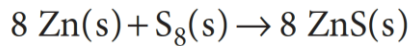
$$n(\text{S}_8) = \frac{m}{M} = \frac{0,96 \text{ g}}{256,56 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,003741... \text{ mol}$$

VAIHE 1.
Lasketaan
lähtöaineiden
ainemäärät

VAIHE 2.
Määritetään
reaktion
rajoittava
tekijä

VAIHE 3.
Lasketaan
kysytyn
aineen massa
rajoittavan
tekijän avulla

Vaihe 2. Tutkitaan reaktion rajoittava tekijä verrannon avulla.



$$n(\text{Zn}) = 0,02783... \text{ mol}$$

$$n(\text{S}_8) = 0,003741... \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{S}_8)}{n(\text{Zn})} = \frac{1}{8} \quad | \cdot n(\text{Zn})$$

$$n(\text{S}_8) = \frac{1}{8} \cdot n(\text{Zn}) = \frac{1}{8} \cdot 0,02783... \text{ mol} = 0,003479... \text{ mol} < 0,003741 \text{ mol}$$

Rikkiä on käytettävissä enemmän kuin reaktioon tarvitaan eli sitä on ylimäärin ja **sinkki on reaktion rajoittava tekijä.**

c) Kuinka monta moolia ja grammaa sinkkisulfidia ZnS muodostuu?

Vaihe 3. Lasketaan sinkkisulfidin ainemäärä rajoittavan tekijän eli sinkin ainemäärän avulla.

$$\frac{n(\text{ZnS})}{n(\text{Zn})} = \frac{8}{8} \quad | \cdot n(\text{Zn})$$

$$n(\text{ZnS}) = n(\text{Zn}) = 0,02783... \text{ mol}$$

Sinkkisulfidia löytyy luonnosta sinkkivälkkeestä.

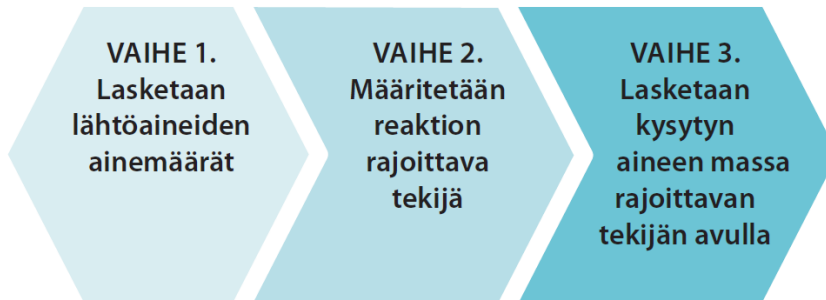


Lasketaan sinkkisulfidin massa. $m(\text{ZnS}) = n(\text{ZnS}) \cdot M(\text{ZnS})$

Vastaus: Sinkkisulfidia muodostuu 2,7 g. $= 0,02783 \dots \text{mol} \cdot 97,45 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

d) Mitä aineita astiassa on reaktion loputtua? $= 2,712 \dots \text{g} \approx 2,7 \text{ g}$

Astiassa on tuotetta, sinkkisulfidia ja reaktiossa jäljelle jäänyttä lähtöainetta eli rikkiä.

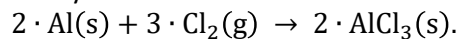


Esimerkki: Astiassa on 1,5 moolia alumiinia ja 3,5 moolia kloorikaasua.

- 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 ainemääräsuhte, eli $\frac{n(\text{Al})}{n(\text{Cl}_2)} = \frac{2}{3}$, eli yhtä kloorimoolia Cl_2 kohti kuluu $0,6$ 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?