

TARTU ÜLIKOOL
TEADUSKOOL

ETTEVALMISTUS KEEMIAOLÜMPIAADIKS

REAKTSIOONISAAGIS

Natalia Nekrassova

Õppevahend TK õpilastele
Tartu 2008

Reaktsioonisaagis

Reaktsioonist osavõtvate ainete hulcade (ka masside ja ruumalade) arvutamise aluseks on keemilise reaktsiooni võrrand. Reaktsioonivõrrandi koefitsiendid näitavad reageerivate ainete moolvahekordi. Kui teada on ühe aine hulk, siis selle kaudu saame arvutada kõikide keemilises võrrandis esinevate (reageerivate ja tekkivate) ainete hulki.

Keemiliste protsesside läbiviimisel reaalsetes tingimustes esinevad sageli mitmesugused kaod. Kadude põhjused võivad olla järgmised:

- reaktsioonid ei kulge lõpuni (lähteained ei reageeri täielikult ära);
- toimuvad soovimatud kõrvalreaktsioonid;
- saadusained ei õnnestu täielikult kätte saada.

Kadude tõttu on reaalset saadud saaduse hulk väiksem teoreetiliselt arvutatud hulgast. Seetõttu tuleb kindla hulga saaduse saamiseks lähteaineid võtta rohkem (kui teoreetiliselt arvutatud). **Protsessi saagist** arvutatakse järgmise võrrandi järgi:

$$\%(\text{saagis}) = \frac{\text{tegelikult saadud aine hulk}}{\text{teoreetiliselt võimalik hulk}} \cdot 100 = \frac{n'(X)}{n(X)} \cdot 100$$

Seega nimetatakse **saagise protsendiks** saaduse tegeliku hulga (moolide arvu, massi või gaaside korral ruumala) ja reaktsioonivõrrandi alusel arvutatud teoreetilise hulga (moolide arvu, massi või ruumala) 100-kordset suhet.

Saagis (protsentides) on see produktide osa, mida me tegelikult kätte saame ja on arvutatav ka nii: 100 protsendist lahutame kaoprotsendi

$$\%(\text{saagis}) = 100 - \%(\text{kadu})$$

Kui reaktsioonisaagis ei ole ülesandes antud, siis eeldatakse, et saagis on võrdne teoreetilise (ehk 100%-ga). Teoreetiline saagis - on tootmiskadudeta reaktsiooni saaduse hulk moolides, mass või ruumala (see, mis saame reaktsioonivõrrandist stöhhiomeetritelisel

arvutustel). Praktiline saagis on alati väiksem 100%-sest, kuna tootmiskaod on vältimatud.

Saagist arvestavate ülesannete lahendamisel kasutatakse matemaatilist valemit osa leidmiseks tervikust või terviku leidmiseks osa järgi.

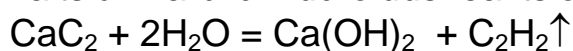
Alljärgnevalt vaatleme erinevaid reaktsiooni saagisearvutuse ülesannete tüüpe.

1. Saagise leidmine.

On antud lähteaine hulk (moolide arv, mass, gaaside korral ruumala) ja saadusaine hulk (moolide arv, mass, gaaside korral ruumala). Leida saagis.

Näide 1.

Atsetüleeni C_2H_2 saamiseks laboratooriumis kasutatakse kaltsiumkarbiidi hüdroolüüsireaktsiooni:



56,0 kuupdetsimeetri atsetüleeni saamiseks kulutati 185 g kaltsiumkarbiidi. Milline on saagise protsent ?

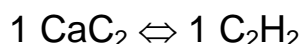
Lahendus:

Saadud atsetüleeni hulk:

$$n(C_2H_2) = 56,0 \text{ dm}^3 / 22,4 \text{ (dm}^3/\text{mol)} = 2,50 \text{ mol}$$

Lähteaine hulk:

$$n(CaC_2) = 185 \text{ g} / 64,1 \text{ g/mol} = 2,89 \text{ mol}$$



Siit leiame, et sellest kaltsiumkarbiidi kogusest teoreetiliselt võib saada 2,89 mol atsetüleeni.

$$\%(\text{saagis}) = \frac{n'(C_2H_2)}{n(C_2H_2)} \cdot 100 = \frac{2,50}{2,89} \cdot 100 = \mathbf{86,5}$$

2. Saadusaine koguse leidmine.

On antud lähteaine hulk (moolide arv, mass, gaaside korral ruumala) ja reaktsiooni saagis.

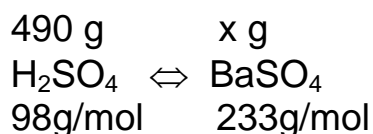
Leida saadusaine hulk (moolide arv, mass, gaaside korral ruumala).

Näide 2.

Baariumsulfaadi sademe saamiseks võeti väävelhappe lahus, milles oli 490 g H₂SO₄. Reaktsiooni saagis on 96%. Mitu grammi baariumsulfaati saadi?

Lahendus:

Koostame vastavuse:



Leiame teoreetiliselt moodustada võiva BaSO₄ massi H₂SO₄ massi järgi:

$$m(\text{BaSO}_4) = \frac{1}{1} \cdot \frac{490 \text{ g} \cdot 233 \text{ g/mol}}{98 \text{ g/mol}} = 1165 \text{ g}$$

Leiame, kui palju BaSO₄ saadakse kätte:

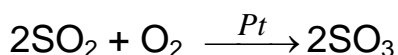
$$m(\text{BaSO}_4) = 1165 \text{ g} \cdot 0,96 = 1118 \text{ g} \quad \sim \mathbf{1100 \text{ g}}$$

3. Lähteaine koguse leidmine.

On antud saadusaine hulk (moolide arv, mass, gaaside korral ruumala) ja reaktsiooni saagis. Leida lähteaine hulk (moolide arv, mass, gaaside korral ruumala).

Näide 3. Vääveltrioksiidi saadakse vääveldioksiidi katalüütilisel oksüdatsioonil kõrgel temperatuuril (450-500°C). Mitu dm³ SO₂ (nt) tuleb võtta, et saada 20,0 g SO₃? Reaktsionisaagis on 80,0%.

Lahendus:



Leiame vääveltrioksiidi teoreetilise massi

$$m(\text{SO}_3) = \frac{m'(\text{SO}_3) \cdot 100}{\%(\text{saagis})} = \frac{20,0 \text{ g} \cdot 100}{80,0} = 25,0 \text{ g}$$

Leiame vääveltrioksiidi teoreetilise hulga

$$n(\text{SO}_3) = \frac{m(\text{SO}_3)}{M(\text{SO}_3)} = \frac{25,0\text{g}}{80 \text{ g/mol}} = 0,3125 \text{ mol}$$

Reaktsioonivõrrandist selgub, et

$$\frac{n(\text{SO}_2)}{n(\text{SO}_3)} = \frac{2}{2}$$

Siit $n(\text{SO}_2) = n(\text{SO}_3) = 0,3125 \text{ mol}$

Leiame SO_2 ruumala (n.t.)

$$V(\text{SO}_2) = 22,4\text{dm}^3/\text{mol} \cdot 0,3125 \text{ mol} = \mathbf{7,00 \text{ dm}^3}$$

4. Arvutused kaoprotsendiga.

Need on samad, mis eelpool toodud ülesannete tüübid, kus kasutatakse kaoprotsenti. Nüüd tuleb kasutada järgmist valemit:

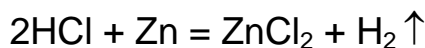
$$\%(\text{saagis}) = 100 - \%(\text{kadu})$$

Näide 4.

Mitu kuupdetsimeetrit vesinikku saadakse 250 g 25% soolhappe reageerimisel 100 grammi tsingiga, kui vesiniku kadu on 12%?

Lahendus:

Reaktsioonivõrrand:

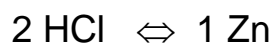


$$m(\text{HCl}) = 250 \text{ g} \cdot 0,25 = 62,5 \text{ g}$$

$$n(\text{HCl}) = 62,5 \text{ g} / 36,5(\text{g/mol}) = 1,712 \text{ mol}$$

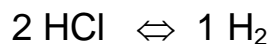
$$n(\text{Zn}) = 100 \text{ g} / 65,4(\text{g/mol}) = 1,529 \text{ mol}$$

Koostame vastavuse:



Selgub, et lähteainetest Zn on liias. Arvutame soolhappe järgi.

HCl hulga järgi leiame teoreetiliselt moodustada võiva H_2 ruumala:



$$V(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \cdot 1,712 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ dm}^3 / \text{mol} = 38,3 \text{ dm}^3$$

Reaktsiooni saagis:

$$\%(\text{saagis}) = 100 - \%(\text{kadu}) = 100 - 12 = 88$$

Leiame, kui palju vesinikku saadakse:

$$V(\text{H}_2) = 38,3 \text{ dm}^3 \cdot 0,88 = 33,8 \sim \mathbf{34 \text{ dm}^3}$$

Keemiliste protsesside läbiviimisel reaalses tingimustes võivad esineda mitte ainult saadus-, vaid ka lähteainete kaod.

Kirjandus:

R.Pullerits, M.Mölder. Keemiaülesannete lahendamine. Tallinn, Avita, 2000, 2001