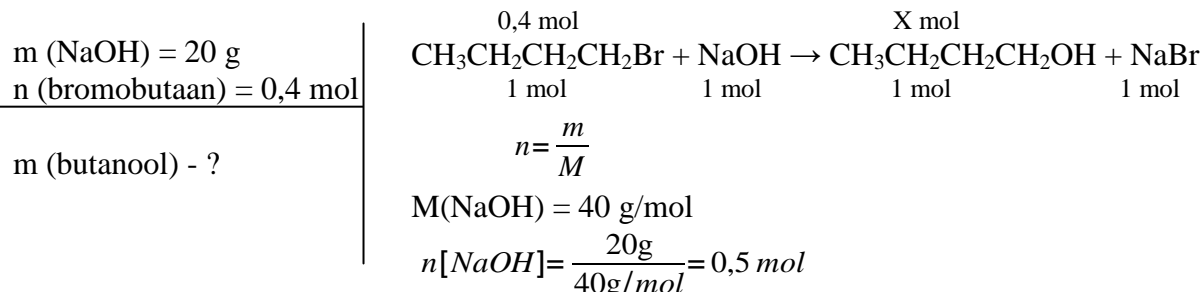


ARVUTUSED ÜLEHULGAGA

Halogenühendid

1. Mitu grammi butanooli tekib 20g naatriumhüdroksiidi toimel 0,4 mooli bromobutaanisse?



Meil on antud mõlema lähteaine (nii naatriumhüdroksiidi kui ka bromobutaani) kogused. On tõenäoline, et ühte lähteainet jääb üle (st teda on ülehulgas) ja teine lähteaine määrab ära hetke, mil reaktsioon seisma jääb (limiteeriv aine).

Antud juhul on otsustada lihtne. Bromobutaani ja naatriumhüdroksiidi suhe reaktsioonis on 1:1. Seega kulub 0,4 mooli bromobutaaniga reageerimiseks 0,4 mooli naatriumhüdroksiidi. Et aga NaOH on antud rohkem (0,5 mooli), siis jääb teda üle.

Arutleme ka teistpidi: NaOH on antud 0,5 mooli, temaga reageerimiseks kuluks 0,5 mooli bromobutaani. Et bromobutaani on vaid 0,4 mooli, siis saab ta enne otsa ja paneb reaktsiooni seisma.

Tekkivate saaduste koguse leidmisel tuleb alati lähtuda sellest, mis saab enne otsa ehk on limiteeriv aine. Antud juhul on selleks bromobutaan.

$$X = \frac{0,4 \text{ mol} \cdot 1 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} = 0,4 \text{ mol}$$

$$n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}) = 0,4 \text{ mol}$$

$$m = n \cdot M \quad M(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) = 74 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{C}_5\text{H}_{12}) = 0,4 \text{ mol} \cdot 74 \text{ g/mol} = \underline{29,6 \text{ g} \sim 30 \text{ g}}$$

2. Reaktsiooni astus 56 g jodoetaani ja 22 g kaaliumhüdroksiidi. Milline on maksimaalne kogus etanooli, mis selles reaktsioonis moodustuda võiks?

$$m(\text{jodoetaan}) = 56 \text{ g}$$

$$m(\text{KOH}) = 22 \text{ g}$$

$$m(\text{etanool}) - ?$$

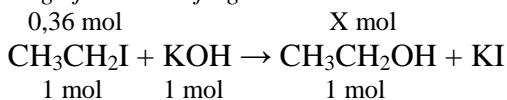
1. Leiame esmalt mõlema lähteaine hulga:

$$M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{I}) = 156 \text{ g/mol} \quad M(\text{KOH}) = 56 \text{ g/mol}$$

$$n[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{I}] = \frac{56\text{g}}{156\text{g/mol}} = 0,36 \text{ mol}$$

$$n[\text{KOH}] = \frac{22\text{g}}{56\text{g/mol}} = 0,39 \text{ mol}$$

2. Reaktsioonivõrrandist on näha, et lähteained reageerivad suhtes 1:1. Seega on limiteeriv tegur jodoetaan: ta saab enne otsa. Tekkiva etanooli hulga leiame seega jodoetaani järgi:



$$X = 0,36 \text{ mol} \quad n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 0,36 \text{ mol}$$

$$M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 46 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 0,36 \text{ mol} \cdot 46 \text{ g/mol} = \underline{16,6 \text{ g} \sim 17 \text{ g}}$$

3. 200 cm³ 1,46%-lisele HCl lahusele ($\rho=1,00 \text{ g/cm}^3$) lisati 8,55 g Ba(OH)₂. Milliseid lahustunud aineid sisaldas saadud lahus pärast reaktsiooni? Mitu mooli iga ainet oli? Kas lahus oli pärast reaktsiooni aluseline, happeline või neutraalne?

$$\begin{aligned} V(\text{HCl lahus}) &= 200 \text{ cm}^3 \\ \rho(\text{HCl lahus}) &= 1 \text{ g/cm}^3 \\ W\%(\text{HCl lahus}) &= 1,46\% \\ m(\text{Ba(OH)}_2) &= 8,55 \text{ g} \end{aligned}$$

milliseid lahustunud aineid ja kui palju oli lahuses pärast reaktsiooni?

1. Leiame HCl hulga:

$$m = \rho \cdot V$$

$$m(\text{HCl lahus}) = 1 \text{ g/cm}^3 \cdot 200 \text{ cm}^3 = 200 \text{ g}$$

$$m(\text{HCl}) = 0,0146 \cdot 200 \text{ g} = 2,92 \text{ g}$$

$$n[\text{HCl}] = \frac{2,92 \text{ g}}{36,5 \text{ g/mol}} = 0,08 \text{ mol}$$

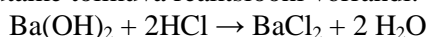
$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g/mol}$$

2. Leiame Ba(OH)₂ hulga:

$$n[\text{Ba(OH)}_2] = \frac{8,55 \text{ g}}{171 \text{ g/mol}} = 0,05 \text{ mol}$$

$$M[\text{Ba(OH)}_2] = 171 \text{ g/mol}$$

3. Kirjutame toimuva reaktsiooni võrrandi:



4. Analüüsime lähteainete moolsuhet, et saada teada, kumba ainet jääb üle (on ülehulgas) ja kumb on limiteeriv tegur.

Baariumhüdrosiid ja soolhape reageerivad suhtes 1:2.

Seega kuluks 0,05 mol Ba(OH)₂ neutraliseerimiseks 0,05·2=0,1 mol HCl. HCl on antud vaid 0,08 mol.

Seetõttu temast ei piisa ja HCl ongi limiteeriv tegur.

Arutleme ka teisiti. 0,08 mol HCl suudab neutraliseerida 0,08mol:2=0,04 mol Ba(OH)₂. Et Ba(OH)₂ on antud kokku 0,05 mol, jääb teda üle 0,05 mol – 0,04 mol = 0,01 mol.

5. Saaduse peame leidma samuti limiteeriva teguri ehk HCl järgi (saab enne otsa ja soola BaCl₂ moodustumine lõpeb).

$$\begin{array}{ccccccc} & & 0,08 \text{ mol} & X \text{ mol} & & & \\ \text{Ba(OH)}_2 & + & 2\text{HCl} & \rightarrow & \text{BaCl}_2 & + & 2 \text{H}_2\text{O} \\ 1 \text{ mol} & & 2 \text{ mol} & & 1 \text{ mol} & & \\ X = & \frac{0,08 \text{ mol} \cdot 1 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} & = & 0,04 \text{ mol} & & & \\ n(\text{BaCl}_2) & = & 0,04 \text{ mol} & & & & \end{array}$$

Niiviisi ongi reaktsiooni lõppedes lahuses 0,04 mol BaCl₂, samuti neutraliseerimata jäänud 0,01 mol Ba(OH)₂. Viimane annab reaktsioonisegule aluselise keskkonna.

HARJUTAMISEKS

- Mitu grammi vastavat nitrili on võimalik saada 13 g KCN toimel 45 cm³ jodoetaani ($\rho=0,8 \text{ g/cm}^3$).
- 23 g naatriumit asetati 33 g etaandioolisse. Mitu liitrit vesinikku eraldus?
- Viidi läbi reaktsioonide jada: etanool → naatriumetanolaat → etüülmetüüleeter
Etüülmetüüleetri saamiseks vajalik naatriumetanolaat saadi 20 g naatriumi lisamisel 80 cm³ etanooli ($\rho=0,8 \text{ g/cm}^3$). Mitu mooli naatriumetanolaati saadi? Mitu grammi etüülmetüületrit võib sellest saada?
- *Nüüdisaegne elektroonikatööstus vajab suurtes kogustes räni. Räni toodetakse ränidioksiidi redutseerimisel söega elektriühjades. Reaktsiooniks võeti 200 kg liiva, mis sisaldab 85% SiO₂, ja 50 kg sütt (süsinikku 92%). Mitu kg saab toota räni, kui protsessis saagis on 84%?

- reageerib 0,2 mol KCN ja 0,23 mol C₂H₅I. Jodoetaan on ülehulgas, saadakse 0,2 mol ehk 11 g C₂H₅CN
- reageerib 1 mol Na ja 0,53 mol etaandiool; etaandiool on ülehulgas. Saadakse 0,5 mol ehk 11,2 liitrit vesinikku
- reageerib 0,87 mol Na ja 1,4 mol etanooli; etanooli on selges ülehulgas. Saadakse 0,87 mol naatriumetanolaati. Sellest saab valmistada samuti 0,87 mol etüülmetüületrit, mille mass on 52,2 g.
- reageerib 2,83 kmol SiO₂ ja 3,83 kmol C; C on ülehulgas. Teoreetiliselt saadakse 2,83 kmol ehk 79,2 kg Si, tegelikult ~67 kg (66,5 kg).