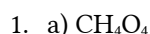


KE1-kurssikoettelemuksen malliratkaisu (LOPS 2003)

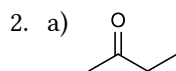
Teemu Arppe / Valkemisti, CC BY-SA 4.0



oikea kaava 1 p. ($\text{C}(\text{OH})_4$ 0,5 p.)

b) metaanitetraoli/metaanitetroli/tetrahydroksimetaani

oikea nimi 1 p.



lähtöaine: butan-2-oni/2-butanoni/butanoni

pelkistymistuote: butan-2-oli/2-butanoli/sek-butanoli
viivakaava 2 × 0,5 p. (muu kaava 0 p.), nimi 2 × 0,5 p. (pelkkä butanoli 0 p.)

b) lähtöaine: dispersiovuorovaikutus/dispersiovoimat, dipoli-dipolivuorovaikutus ("dipoli-dipolisidokset")

tuote: dispersiovuorovaikutus, dipoli-dipolivuorovaikutus, vetysidokset

lähtöaineen vuorovaikutukset 2 × 0,5 p., tuotteella dispersio- ja dipoli-dipolivuorovaikutus yhteensä 0,5 p., vetysidokset 0,5 p. (kukin väärä vuorovaikutus -0,5 p., alin pistemäärä 0 p.)

c) Butanolilla on vetysidosten vuoksi korkeampi kiehumispiste kuin butanonilla, joten butanoni voidaan tislata pois seoksesta.

tislaus 0,5 p., tislausjärjestys 0,5 p., kiehumispisteiden ero 0,5 p., selitys erolle 0,5 p.

3. a) kaksi fenoliryhmää / fenolista/aromaattista hydroks(yyli)ryhmää, kaksi sekundaarista hydroks(yyli)ryhmää, tertiaarinen hydroks(yyli)ryhmä, (hiili-hiili)kaksoissidos, esteriryhmä, karboksyyli(happo)ryhmä

oikea ryhmä (lukumääriä ei vaadita) 6 × 0,5 p. (annettu yhdistetyyppejä funktionaalisten ryhmien asemesta yhteensä -0,5 p., sekundaarinen ja tertiaarinen puuttuvat tai väärin yhteensä -0,5 p., alin pistemäärä 0 p.)

b) Klorogeenihapon molekyylikaava on $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{O}_9$.

$$M = (16 \cdot 12,01 + 18 \cdot 1,008 + 9 \cdot 16,00) \text{ g/mol} = 354,304 \text{ g/mol}$$

$$n = m / M = 300 \cdot 10^{-3} \text{ g} / 354,304 \text{ g/mol} \approx 8,467 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$c = n / V = 8,467 \cdot 10^{-4} \text{ mol} / 0,2 \text{ L} \approx 0,004234 \text{ mol/L} \approx 4 \text{ mmol/L}$$

molekyylikaava 1 p., moolimassa 0,5 p., ainemäärä 0,5 p., konsentraatio 1 p. (kaksi merkitsevää numeroa 0,5 p.)

c) Klorogeenihapossa on kolme hapanta ryhmää, joten yksi mooli klorogeenihappoa kuluttaa ainakin periaatteessa kolme moolia natriumhydroksidia.

$$n(\text{NaOH}) = 3 \cdot 8,467 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \approx 2,540 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$V(\text{NaOH}) = n / c = 2,540 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 0,10 \text{ mol/L} = 2,540 \cdot 10^{-2} \text{ L} \approx 30 \text{ mL}$$

ainemääräsuhde 1:3 (tai perusteltu lähekkäisillä varauksilla 1:2) 1 p., NaOH:n tilavuus 1 p. (25 mL hyväksytään)

4. a) $n(\text{NaOH}) = c \cdot V = 0,10 \text{ mol/L} \cdot 1 \text{ L} = 0,10 \text{ mol}$

$$m(\text{NaOH}) = n \cdot M = 0,10 \text{ mol} \cdot (22,99 + 16,00 + 1,008) \text{ g/mol} \approx 4,00 \text{ g}$$

Punnitaan analyysivaa'alla 4,00 g natriumhydroksidia ja liuotetaan se 1 L:n mittapullossa pieneen määrään vettä. Lisätään sen jälkeen vettä ruiskupullolla merkkiin asti, suljetaan mittapullo ja sekoitetaan.

ainemäärä 0,5 p., massa 0,5 p. (myös 4,0 g hyväksytään), välineet 0,5 p., liuotus ja täyttö sen jälkeen 0,5 p.

b) Lasketaan, kuinka suuressa tilavuudessa väkevää liuosta on 0,10 mol natriumhydroksidia.

$$V = n / c = 0,10 \text{ mol} / 19 \text{ mol/L} \approx 5,3 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 5,3 \text{ mL}$$

Koska laimennuksessa vapautuu paljon lämpöä, lisätään 1 L:n mittapulloon ensin pohjalle vettä. Annostellaan pulloon sen jälkeen mittapipetillä 5,3 mL väkevää liuosta ja lisätään vettä merkkiin asti.

tilavuus 1 p., välineet 0,5 p., lisäysjärjestys 0,5 p.

5. Koska molekyylien lukumäärä on suoraan verrannollinen ainemäärään, on suuruusjärjestys sama niin luku- kuin ainemäärän mukaan laskettuna.

a) $n = 2,3 \text{ mol}$ ($N = nN_A = 2,3 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \approx 1,4 \cdot 10^{24}$)

b) Propeenin kaava on C_3H_6 , joten atomien ainemäärä propeenissa on
 $9 \cdot n(C_3H_6) = 9 \cdot m / M = 9 \cdot 9 \text{ g} / (3 \cdot 12,01 + 6 \cdot 1,008) \text{ g/mol} \approx 1,9 \text{ mol}$.
 $(N = nN_A = 1,92 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \approx 1,2 \cdot 10^{24})$

c) $n(\text{NaCl}) = c \cdot V = 2,0 \text{ mol/L} \cdot 0,5 \text{ L} = 1,0 \text{ mol}$

Koska yhdessä kaavayksikössä natriumkloridia on yksi natriumioni ja yksi kloridi-ioni, ionien ainemäärä on
 $2 \cdot 1,0 \text{ mol} = 2,0 \text{ mol}$.

$(N = nN_A = 2,0 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \approx 1,2 \cdot 10^{24})$

d) $\rho(F_2) = 1,6 \text{ kg/m}^3 = 1,6 \text{ g/dm}^3 = 1,6 \text{ g/L}$

$m(F_2) = \rho \cdot V = 1,6 \text{ g/L} \cdot 3 \text{ L} = 4,8 \text{ g}$

$n(F_2) = m / M = 4,8 \text{ g} / (2 \cdot 19,00) \text{ g/mol} \approx 0,126 \text{ mol}$

Koska fluorin järjestysluku on 9, elektronien ainemäärä on $2 \cdot 9 \cdot 0,126 \text{ mol} \approx 2,3 \text{ mol}$.

$(N = nN_A = 2,27 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \approx 1,4 \cdot 10^{24})$

Suuruusjärjestys on siten $N(b) < \approx N(c) < N(a) \approx N(d)$.

propeenin kaava 0,5 p., 9 atomia 0,5 p., ainemäärä 0,5 p., natriumkloridin ainemäärä 0,5 p., ionien ainemäärä 1 p., fluorin massa 1 p., fluorin ainemäärä 0,5 p. (fluorin kaavana F 0 p.), elektronien ainemäärä 0,5 p., suuruusjärjestys 1 p. (pelkkiä epäyhtälömerkkejä suuruusjärjestyksessä -0,5 p.)

6. a) Hiilidioksidin kaava on CO_2 , joten hiilen massaprosenttiosuus on

$12,01 / (12,01 + 2 \cdot 16,00) \cdot 100 \% \approx 27,3 \%$.

oikea tulos 1 p. (myös kahden ja neljän numeron tarkkuus hyväksytään)

b) Koska ainemäärä on suoraan verrannollinen tilavuuteen, kysytty suhde on

$n(CO_2) / n(Ar) = V(CO_2) / V(Ar)$.

Aineen tilavuus on tilavuuspitoisuuden ja kokonaistilavuuden V tulo, joten

$V(CO_2) / V(Ar) = (400 \cdot 10^{-6} \cdot V) / (0,93 \cdot 10^{-2} \cdot V) \approx 0,043$ (eli 1 : 23).

prosentti ja ppm muutettu vertailukelpoisiksi 1 p., oikea tulos 1 p. (hyväksytään myös suhde toisin päin)

c) Etanolin tiheys on 791 g/L ja veden tiheys on tunnetusti noin 1000 g/L. Merkitään puhtaan etanolin tilavuutta V_e :llä ja puhtaan veden tilavuutta V_v :llä. Etanolin massaosuudesta saadaan

$$\frac{m_e}{m_e + m_v} = \frac{\rho_e V_e}{\rho_e V_e + \rho_v V_v} = \frac{V_e}{V_e + \frac{\rho_v}{\rho_e} V_v} = \frac{V_e}{V_e + \frac{1000}{791} V_v} < \frac{V_e}{V_e + V_v}$$

Epäyhtälössä on käytetty tietoa $1000 / 791 > 1$. Koska vasemmalla on massaosuus ja oikealla on tilavuusosuus, tilavuusosuus on massaosuutta suurempi.

massaosuuden lausekkeeseen sijoitettu tiheydet ja tilavuudet 1 p., tiheyden arvot sijoitettu 1 p., epäyhtälö ja johtopäätös 1 p.

d) Deuteriumin osuus x vedyn isotooppien lukumäärästä voidaan laskea vedyn atomipainosta:

$x \cdot 2,014102m_u + (1 - x) \cdot 1,007825m_u = 1,008m_u$, mistä $x \approx 1,739 \cdot 10^{-4}$.

Deuteriumin massaosuus vedystä on $1,739 \cdot 10^{-4} \cdot 2,014102m_u / 1,008m_u \approx 3,475 \cdot 10^{-4}$.

Litrassa viinaa on etanolia $0,38 \text{ L} \cdot 791 \text{ g/L} = 300,58 \text{ g}$.

Litra viinaa painaa 953 g, joten veden massa on $(953 - 300,58) \text{ g} = 652,42 \text{ g}$.

Vedyn osuus etanolista C_2H_6O on $6 \cdot 1,008 / (2 \cdot 12,01 + 6 \cdot 1,008 + 16,00) \approx 0,1313$.

Vedyn osuus vedestä H_2O on $2 \cdot 1,008 / (2 \cdot 1,008 + 16,00) \approx 0,1119$.

Vedyn massa litrassa viinaa on $0,1313 \cdot 300,58 \text{ g} + 0,1119 \cdot 652,42 \text{ g} \approx 112,5 \text{ g}$

Deuteriumin massaosuus viinassa on $(3,475 \cdot 10^{-4} \cdot 112,5 \text{ g}) / 953 \text{ g} \approx 4,1 \cdot 10^{-5}$.

deuteriumisotoopin mooliosuus 0,5 p., massaosuus 0,5 p., etanolin massa 0,5 p., veden massa 0,5 p., vedyn osuus etanolista ja vedestä 0,5 p., vedyn massa viinassa 0,5 p., deuteriumin massaosuus viinassa 1 p. (viiden merkitsevän numeron atomipainoilla laskettuna tulos on $1,8 \cdot 10^{-5}$)

yhteensä 36 p.