

KE2-välikoettelemuksen malliratkaisu (LOPS 2015)

Teemu Arppe / Valkemisti, CC BY-SA 4.0

A-osa

1. b (Moolimassa on massa jaettuna ainemäärällä, joten se ei ole massa, vaikka se yhden ainemoolin massan ilmaiseekin. Suhteellinen atomimassa on määritelty niin, että hiili-12 saa arvon 12. Hiili-12:n moolimassa on moolin uuden määritelmän mukaan erittäin suurella tarkkuudella 12 g/mol, edellisen määritelmän mukaan tasan 12 g/mol. Helium-4:ssä on kaksi protonia ja kaksi neutronia, kun vety-2:ssa on kumpaakin yksi. Atomien massaero ei ole kuitenkaan täsmälleen kaksinkertainen, sillä ytimen hiukkasten väliset vuorovaikutukset vaikuttavat atomin sidosenergiaan ja tämä energia heijastuu massaan. Puhtaan aineen tiheyden ja konsentraation suhde on $\rho / c = (m / V) / (n / V) = m / n = M$. Liuokselle viimeinen yhtälö ei päde, sillä m viittaisi koko liuoksen massaan ja n liuenneen aineen ainemäärään.)
2. ab (Avogadron vakio on noin $6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, ja sen lukuarvo kertoo, mikä lukumäärä moolissa on hiukkasia. Se, mikä massa on moolilla hiiliatomeja, riippuu hiilen isotoopeista. Luonnon isotooppi-koostumuksella mooli hiiliatomeja painaa noin 12,01 g. Jos sakkaroosiliuos on 1-molaarista, litrassa liuosta on mooli sakkaroosia ja moninkertainen määrä vesimolekyylejä.)
3. c (Tavallisesti ajatellaan, että ‰ = 10^{-3} , ppm = 10^{-6} , ppb = 10^{-9} ja ppt = 10^{-12} . Kirjainten b ja t tulkinta on jossain määrin häilyvää.)
4. ab (Kahden aineen seoksessa aineen 1 tilavuusosuus on $V_1 / (V_1 + V_2)$. Lämpötila vaikuttaa eri tavalla eri aineiden tilavuuksiin: esimerkiksi vesi on tiheimmillään 4 °C:ssa. Siten saman liuoksen tilavuusosuus voi vaihdella lämpötilan mukaan. Tilavuusosuus on yhtä suuri kuin massaosuus, jos seoksen aineilla on sama tiheys tai tarkastellaan puhdasta ainetta, jolloin molemmat osuudet ovat joko 0 tai 1. Koska tilavuusosuuden nimittäjässä on aineiden tilavuudet itsenäisinä eikä kokonaistilavuus aina ole näiden erillisten tilavuuksien summa, kokonaistilavuuden muutoksesta ei voi suoraan päätellä tilavuusosuuden muutosta.)
5. abcd (Yhdisteen moolimassa on 128 g / 2,8 mol \approx 46 g/mol. Vaihtoehtojen moolimassat ovat $M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = M(\text{CH}_3\text{OCH}_3) \approx$ 46 g/mol, $M(\text{CH}_2=\text{CHF}) \approx$ 46 g/mol ja $M(\text{HCOOH}) \approx$ 46 g/mol.)
6. a (Ensinnäkin $1,0 \text{ kg/m}^3 = 1,0 \text{ g/dm}^3 = 1,0 \text{ g/L}$. Koska $M(\text{NaNO}_2) = 69,00 \text{ g/mol}$, toisen liuoksen massapitoisuudeksi saadaan $69,00 \text{ g/mol} \cdot 20 \text{ mmol/L} = 1380 \text{ mg/L} = 1,38 \text{ g/L}$. Laimen vesiliuoksen tiheys on lähellä veden tiheyttä 1000 g/L, joten 0,30 % natriumnitriittiä on massapitoisuutena noin $0,0030 \cdot 1000 \text{ g/L} = 3 \text{ g/L}$. Neljänneksi $0,40 \text{ g} / 100 \text{ mL} = 4,0 \text{ g} / 1000 \text{ mL} = 4,0 \text{ g/L}$.)
7. ab (Koska alumiinierillä on sama tiheys, niiden tilavuudet ovat suoraan verrannolliset massaan. Siten riittää verrata massoja. Ainemäärä 0,98 mol on massaksi muutettuna $0,98 \text{ mol} \cdot 26,98 \text{ g/mol} \approx 26 \text{ g}$. Lukumäärä $3 \cdot 10^{23}$ on noin puolet Avogadron vakion lukuarvosta $6,022 \cdot 10^{23}$ eli ainemääränä 0,5 mol, joka on vähemmän kuin 0,98 mol. Kuution sivun pituus on 13 mm eli 1,3 cm, joten kuution massa on $(1,3 \text{ cm})^3 \cdot 2,70 \text{ g/cm}^3 \approx 5,9 \text{ g}$.)
8. c (Kuparin atomipaino on 63,55, eli isotooppia 62 tai 63 on oltava enemmän kuin isotooppia 65. Kun mietitään painotettua keskiarvoa, vaihtoehto c näyttää sopivammalta kuin vaihtoehto a. Päätelmän voi tarkistaa, kun laskee arvion valitun esiintyvyyden mukaiselle atomipainolle käyttämällä massalukuja suhteellisina atomimassoina $0,69 \cdot 63 + 0,31 \cdot 65 = 63,62$.)

täysin oikea valinta 8 × 1 p.

B-osa

1. 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.

2. 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.)

yhteensä 18 p.