

MAOL:n pistesuositus kemian reaalikokeen tehtäviin syksyllä 2007.

Kemian kannalta epätäsmällisestä kielenkäytöstä, huolimattomasti piirretyistä orgaanisten yhdisteiden rakennekaavoista tai huolimattomasta kaavojen kirjoittamisesta sekä virheellisistä nimistä vähennetään 0 – 1 p. Pieni laskuvirhe tai likiarvojen huolimaton käyttö aiheuttaa 1/3 – 1 pisteen vähennyksen. Tehtävän eri osat arvostellaan 1/3 pisteen tarkkuudella ja loppusumma pyöristetään kokonaisiksi pisteiksi. Tehtävän sisällä pieniä puutteita voi korvata jonkin muun kohdan tavallista syvällisemmällä käsittelyllä.

Selventävien kuvien ja kaavioiden käyttö on suositeltavaa. Sanallisissa vastauksissa tulee käyttää myös kemiallisia kaavoja.

1.

a) Alkuaine koostuu atomeista, joissa kaikissa on sama määrä protoneita. 2 p

Määritelmä vain järjestysluvun perusteella. 1 p

Todettu vain pelkkä atomien ”samanlaisuus”, 1/3 – 2/3 p.

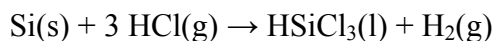
b) Alkuaineita: D, puhtaita aineita: A, B, D, yhdisteitä: A, B ja seoksia: C.

Pisteitys: 7 oikein 4 p, 5- 6 oikein 3 p, 3- 4 oikein 2 p, 2 oikein 1 p. 4 p

2.

a) $M(\text{Si}) = 28,9 \text{ g/mol}$ $M(\text{SiH}_4) = 32,12 \text{ g/mol}$

Reaktioyhtälöt:



2 x 1 p

Olomuotosymbolit puuttuvat, -1/3 p

Kertoimet eivät pienimpiä kokonaislukuja, -1/3 p

Yksikin kerroin väärin, 0 p.

b) Kokonaisreaktio: $4 \text{Si(s)} + 12 \text{HCl(g)} \rightarrow \text{SiH}_4\text{(g)} + 3 \text{SiCl}_4 + 4 \text{H}_2\text{(g)}$

$$n(\text{SiH}_4) = \frac{1}{4} n(\text{Si}) \quad 2 \text{ p}$$

$$n(\text{SiH}_4) = \frac{1}{4} \cdot \frac{m(\text{Si})}{M(\text{Si})} = \frac{1,5 \text{ kg}}{4 \cdot 28,09 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 13,34 \dots \text{mol} \quad 1 \text{ p}$$

$$m(\text{SiH}_4) = 32,12 \text{ g/mol} \cdot 13,34 \dots \text{mol} = 428,8 \dots \text{g} \approx 0,43 \text{ kg} (430 \text{ g}) \quad 1 \text{ p}$$

Laskettu väärien kertoimien perusteella, vähennetään 1–2 p.

Merkitseviä numeroita liikaa/liian vähän, -1/3 –2/3 p.

3.

a) Selitetty

- ionisidosten purkautuminen
- ioni-dipolisidosten muodostuminen
- vesimolekyylien orientaatio erimerkkisiin ioneihin

3 x 1 p

Epätäsmällisestä tai virheellisestä terminologiasta vähennetään 1/3 –1 p.

b) Selitetty liukoisuuteen vaikuttavat tekijät

- liuottimien poolisuuserot
- molekyylikoko
- sähköiset vuorovaikutukset

3 p

Todettu vain liuottimien poolisuuserot, 1 p.

4.

- a) Epäjälompi sinkki naulan pinnalla suojaa rautaa hapettumiselta, koska pinnalle muodostuu suojaava sinkkioksidikerros. 1 p
Sinkki ja rauta muodostavat sähkökemiallisen parin, jolloin sinkki syöpyy ja rauta säilyy. 1 p
Sinkkioksidin suojaavaa vaikutusta ei mainittu (-1/3 p)
- b) Marmori on kalsiumkarbonaattia. Ilmassa olevat happamat oksidit aiheuttavat ilman kosteuden kanssa happaman liuoksen, joka reagoi marmorin kanssa vapauttaen hiilidioksidia. 2 p
Vastauksen voi antaa myös reaktioyhtälönä.
- c) Pronssi koostuu pääasiassa kuparista ja tinasta. Kupari hapettuu ilmassa olevien epäpuhtauksien vaikutuksesta, jolloin muodostuu vihertävää patinaa. 1 p
Se on pääasiassa kuparikarbonaatin ja kuparihydroksidin seosta. 1 p
Todettu vain, että muodostuu vihreitä kuparisuoloja, 2/3 p.

5.

- a) pent-2-eeni (2-penteeni)
- b) 3-metyylipent-1-eeni, (3-metyylipenteeni)
- c) 1,2-dimetyylibentseeni (o-ksyleeni)
- d) 3-bromi-2-metyyliheksaani 2 p
4 oikein 2 p, 3 oikein 1 1/3 p, 2 oikein 2/3 p, 1 oikein 1/3 p
- b) cis-trans-isomeriaa tavataan yhdisteellä a. 2 p
Vääriä vaihtoehtoja, -1 1/3 p.
- c) Todettu, että optista isomeriaa tavataan yhdisteillä b ja d ja merkitty kiraliakeskukset. 2 p
Kiraliakeskukset merkitsemättä, -1 p.

6.

- a) Valitaan yhdisteen massaksi esimerkiksi 100 g. Tällöin
 $n(\text{C}) = 46,2 \text{ g} : 12,01 \text{ g/mol} = 3,846 \dots \text{ mol}$
 $n(\text{N}) = 53,8 \text{ g} : 14,01 \text{ g/mol} = 3,840 \dots \text{ mol}$

$$\frac{n(\text{C})}{n(\text{N})} \approx \frac{1}{1} \rightarrow \text{empiirinen kaava on } (\text{CN})_x \text{ (tai CN)}. \quad 1 \text{ p}$$

$$\text{b) } pV = nRT = \frac{m}{M} \cdot RT \text{ ja } \rho = \frac{m}{V}$$

$$M = \frac{\rho \cdot RT}{p} = \frac{2,10 \text{ g/l} \cdot 0,0831 \cdot \text{bar} \cdot \text{l} \cdot 298,15 \text{ K}}{\text{mol} \cdot \text{K} \cdot 1,00 \cdot \text{bar}} = 52,0 \text{ g/mol}$$

$$x = \frac{M}{M(\text{CN})} = \frac{52,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{26,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 2$$

→ molekyylikaava on C₂N₂ (disyaani) 2 p

c) N≡C–C≡N 1 p

d) Kyseessä on lineaarinen molekyyli, jossa varausjakauma on symmetrinen ja yhdiste on pooliton. 2 p

7. a) Piirretty titrauskäyrä oikein (muoto, akselit, graafinen esitys) 1 p

Merkitty ekvivalenttikohta oikein 1 p

b) NH₃(aq) + HCl(aq) → NH₄⁺(aq) + Cl⁻(aq) 1 p

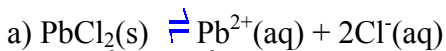
Olomuotosymbolit puuttuvat, -1/3 p.

c) $n(\text{HCl}) = 0,100 \text{ ml/l} \cdot 0,0250 \text{ l} = 0,00250 \text{ mol}$

$m(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) = 0,00250 \text{ mol} \cdot 17,034 \text{ g/mol} \approx 42,6 \text{ mg}$ 3 p

Hyväksyttävä tulos on 42,6 ± 0,2 mg (43 mg).

8.



$$K_s = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{Cl}^{-}]^2$$

1 p

b) S = liukoisuus:

$$4S^3 = 1,6 \cdot 10^{-5} (\text{mol/l})^3$$

→ liukoisuus = 15,874... mmol/l → 0,50 litraan vettä liukenee 7,9 mmol PbCl_2 .

2 p

Väärä yksikkö – 1/3 p.

c) $M[(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)] = 331,2 \text{ g/mol}$

Lyijynitraatin liukoisuus $S = [\text{Pb}^{2+}]$ ja $[\text{Cl}^{-}] = 0,10 \text{ mol/l}$

$$K_s = S \cdot (0,10 \text{ mol/l})^2 = 1,6 \cdot 10^{-5} (\text{mol/l})^3$$

Saadaan $S = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$ → liukoisuus on $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \cdot 331,2 \text{ g/mol} \approx 0,529... \text{ g/l}$

→ 0,50 litraan liuosta lyijynitraattia liukenee 0,26 g.

3 p

9.



n alussa (mol)	0,105	0,220	0,055
c alussa (mol/l)	0,021	0,044	0,011
c tasapainossa (mol/l)	0,021 - 2x	0,044 + x	0,011 + x

a) Sijoitetaan konsentraatiot tasapainovakion lausekkeeseen:

$$\frac{0,044 \text{ mol/l} \cdot 0,011 \text{ mol/l}}{(0,021 \text{ mol/l})^2} \approx 1,1 < 2,0 \text{ eli reaktio ei ole tasapainotilassa.}$$

2 p

b) Reaktio etenee oikealle eli reaktiotuotteiden suuntaan (lausekkeen osoittaja kasvaa)

1 p

$$\text{c) } K = \frac{(0,044 + x) \cdot (0,011 + x)}{(0,021 - 2x)^2} = 2,0$$

$$7x^2 - 0,223x + 3,98 \cdot 10^{-4} = 0$$

$x_1 = 0,00189... (x_2 = 0,0299...)$, ei kelpaa, lähtöaine ei riitä)

$$c(\text{COF}_2) = 0,017 \text{ mol/l}$$

$$c(\text{CO}_2) = 0,046 \text{ mol/l}$$

$$c(\text{CF}_4) = 0,013 \text{ mol/l}$$

3 p

Voidaan laskea myös ainemäärillä, jos tilavuuden supistuminen lausekkeesta on perusteltu.

Jos perustelu puuttuu, vähennetään 2 p.

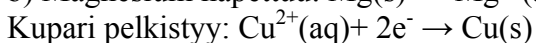
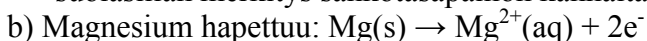
Jos kerroin 2 lähtöaineen konsentraatiossa huomioimatta, vähennetään 2 p..

10.

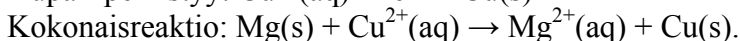
a) Selitetty:

- galvaanisessa kennossa tapahtuva spontaani kemiallinen reaktio, jossa epäjalompi metalli hapettuu ja jalompi pelkistyy
- metallikohtion (-elektrodin) ja liuoksen välinen elektrodipotentiaali
- suljetun virtapiirin muodostuminen ja sähkövirran tuottaminen
- suolasillan merkitys sähkötasapainon kannalta

4 p



1 p



1 p

+11.

- Orgaaniset polymeerit ovat suurimolekyylisiä yhdisteitä. Polymeerimolekyylit ovat syntyneet, kun pienikokoiset monomeerit, ovat liittyneet yhteen polyadditio- tai polykondensaatio-reaktiolla. Synteettiset polymeerit ovat teollisesti valmistettuja (esim. muovit, kumit ja erilaiset kuidut).
- Polyadditioreaktio: monomeereissa on vähintään yksi kaksoissidos, joka aukeaa. Muodostuu dimeeri, joka liittyy jälleen seuraavaan monomeeriin jne. Esimerkkejä additiopolymeereista: PE, PP jne. Valmistuksessa käytetään katalyyttinä metalliorgaanisia yhdisteitä.
- Polykondensaatioreaktio: kaksi molekyyliä, joissa on tavallisesti erilaiset funktionaaliset ryhmät, reagoivat keskenään ja samalla lohkeaa vesi tai muu pienimolekyylinen yhdiste. Esimerkkejä kondensaatiopolymeereista: polyamidit (nailon), polyesterit jne.
- Muovit jaetaan muovattavuuden perusteella kesto- ja kertamuoveihin. Kestomuovit ovat pitkiä polymeeriketjuja, joiden välillä vaikuttavat vain dispersiovoimat, jolloin kestumuovit ovat helposti uudelleen muokattavia PE, PP, PS, PVC, PET. Kertamuoveilla on jäykkä rakenne, eikä niitä voi lämmittämällä muovata uudelleen (esim. polyuretaani, epoksidit). Polymeeriketjujen välillä voi olla esimerkiksi vetysidoksia, kuten polyamideissa toisen ketjun aminoryhmän ja toisen ketjun karbonyyliryhmän välillä, jolloin vetysidokset tekevät polymeeristä erittäin lujan (esim. Kevlar).

Muodostumisreaktiot ja peruskäsitteet selitetty reaktioyhtälöin ja kemiallisin kaavoin, 5 p.

Polymeerien ominaisuuksia ja erilaisia käyttökohteita (esimerkiksi kuidut, elastomeerit, komposiitit ym.), 4 p. yhteensä 9 p

+12.

a)

Hiilidioksidipäästöt ovat lisääntyneet 57,12 milj. tonnista 69,39 milj. tonniin CO₂ ekvivalenttia. CO₂- päästöt johtuvat Suomessa 99-prosenttisesti energian tuotannosta (lämmön ja sähkön tuotanto, liikenne). Fossiiliset polttoaineet (öljytuotteet, maakaasu, kivihiili), mutta myös turve, puu ja biomassa tuottavat palaessaan ilmakehään hiilidioksidia. Sementtiteollisuudesta tuleva hiilidioksidikuorma on Suomessa noin 1%. Hiilidioksidipäästöt ovat Suomessa kasvaneet energian kulutuksen kasvaessa.

Vähentämismahdollisuudet:

Käytetään fossiilisten polttoaineiden sijaan uusiutuvia energialähteitä (vesi-, tuuli- ja aurinkoenergia, maalämpö ja biopolttoaineet) tai ydinenergiaa. Biopolttoaineiden käytöstä vapautuu hiilidioksidia, mutta sen katsotaan olevan hiilen normaalia kiertokulkuun kuuluvaa hiiltä. Hiilidioksidia sitoutuu kasvun aikana. Suomessa tärkeitä hiilinieluja ovat metsät ja suot.

Metaanipäästöt ovat vähentyneet 6,39 milj. tonnista 4,77 milj. tonniin CO₂ ekvivalenttia. Metaania syntyy bakteerien hajottaessa orgaanista ainetta hapettomissa olosuhteissa. Suomessa pääasialliset päästölähteet ovat kaatopaikat ja jäteveden puhdistus, karjatalous ja energiantuotanto.

Vähentämismahdollisuudet:

- biomassan talteenotto
- yhdyskuntajätteen lajittelu ja oikea käsittely
- polttotekniikan parannukset energiantuotannossa

5 p

Dityppioksidipäästöt ovat vähentyneet 7,59 milj. tonnista 6,94 milj. tonniin CO₂ ekvivalenttia. Dityppioksidia syntyy maaperässä ja vesistöissä mikrobitoiminnan vaikutuksesta. Noin puolet Suomen N₂O-päästöistä on peräisin maataloudesta. Lisäksi esimerkiksi typpihapon valmistus ja liikenne aiheuttavat dityppioksidipäästöjä.

Vähentämismahdollisuudet:

- parannukset lannoitus- ja viljelytekniikoissa
- teknologiakehitykset polttomoottoreissa

F-kaasupäästöt ovat lisääntyneet 0,09 milj. tonnista 0,73 milj. tonniin CO₂ ekvivalenttia. Rikkiheksafluoridia SF₆ käytetään sähkö- ja elektroniikkateollisuudessa jäähdytykseen ja eristykseen. Sen käytön lisääntyminen johtuu laitteiden toimintavarmuuden parantamisesta. Osittain fluorattuja hiilivetyjä HFC käytetään kuljetuskaluston ilmastoinneissa sekä elintarvikekuljetuskaluston, kaupan ja teollisuuden lämpötilansäätölaitteissa. Perfluorihiiilivetyjä PFC käytetään pinnoitteissa, koska ne hylkivät vettä ja öljyä. Myös teollisuudessa käytetään hyväksi PFC-yhdisteiden lämmönsietokykyä ja tarttumisen hylkimistä.

Vähentämismahdollisuudet:

Kehitetään korvaavia aineita. Useimpien yhdisteiden haitallisuutta on tutkittu vasta viime vuosina, ja siksi korvaavien aineiden ja tekniikoiden tutkimus on melko alussa. Käyttörajoituksia ja -kieltoja vasta valmistellaan. 2 p

b) GWP100 arvoon vaikuttaa kaasun elinikä ilmakehässä sekä molekyylin rakenteesta johtuva IR-säteilyn absorptio(absorption voimakkuus ja absorptioalue).

Hiilidioksidin elinikä ilmakehässä on olosuhteista riippuen 5 – 200 vuotta. Se sitoutuu melko nopeasti yhteyttämisreaktiossa. CO₂ - molekyyli on lineaarinen molekyyli, jonka voimakkain absorptiopiikki johtuu molekyylin sisäisistä sidosten venytysvärähdyksistä.

Metaanin elinikä ilmakehässä on 12 vuotta. Se hapettuu ilmassa helposti hiilidioksidiksi. CH₄-molekyyli on viisiatominen molekyyli ja sen vuoksi se absorboi useammalla aallonpituudella. 2 p
Hyvä vastaus edellyttää selkeää ja analyttistä aiheen tarkastelua.