

# Lääketieteellisten alojen valintakoe 2020, vaihe 1, kemia – ratkaisut ja oikopolut

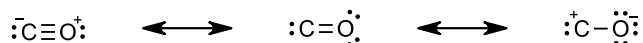
Teemu Arppe / [Valkemisti](#), CC BY-SA 4.0

## Osio 2

6. Hiilen hapetusluku hiilimonoksidissa on
- +4
  - +2
  - 0
  - 2

**Ratkaisu.** Hiilimonoksidin kaava on CO. Hapen hapetusluku on yleensä -2. Koska hapetuslukujen summan pitää molekyyllillä olla 0, hiilen hapetusluvun on oltava +2.

**Huomautus.** Se, että hapen hapetusluku olisi hiilimonoksidissa -2, on oikeastaan arvaus. Piirtämällä oheiset hiilimonoksidin oleelliset [Lewisin kaavat](#) nähdään, että niissä kaikissa hiilellä on vain yksi jakamaton elektronipari. Koska hapetuslukua määritettäessä sidoselektronit luetaan elektronegatiivisemmalle alkuaineelle eli hapelle, hiilen hapetusluvuksi tulee kaikissa rakenteissa  $4 - 2 = +2$ .



(Hiilimonoksidin resonanssimuodoista nähdään näppärästi ero hapetusluvun ja muodollisen varauksen laskutavassa: muodollista varausta laskettaessa sidoselektronit jaetaan atomien kesken, joten hiili-atomin muodolliseksi varaukseksi saadaan vasemmanpuoleisessa rakenteessa  $4 - 2 - 3 = -1$ , keskimäisessä rakenteessa  $4 - 2 - 2 = 0$  ja oikeanpuoleisessa rakenteessa  $4 - 2 - 1 = +1$ .)

7. Erään lääkeaineen molekyylikaava on  $\text{C}_{16}\text{H}_{28}\text{N}_2\text{O}_4$ . Kuinka monta lääkeainemolekyyliä on 300 milligramman tabletissa?
- $5,6 \cdot 10^{19}$
  - $5,8 \cdot 10^{20}$
  - $9,0 \cdot 10^{21}$
  - $1,7 \cdot 10^{24}$

**Ratkaisu.**  $M(\text{C}_{16}\text{H}_{28}\text{N}_2\text{O}_4) = (16 \cdot 12,01 + 28 \cdot 1,008 + 2 \cdot 14,01 + 4 \cdot 16,00) \text{ g/mol} \approx 312,4 \text{ g/mol}$   
 $N = nN_A = (m / M) \cdot N_A = (0,300 \text{ g} / 312,4 \text{ g/mol}) \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \approx 5,8 \cdot 10^{20}$

**Huomautus.** Kaavaliitteessä annetaan atomipainot viidellä numerolla, mutta neljä numeroa riittää monivalinnoissa tulokselta vaadittavaan tarkkuuteen vällän hyvin.

8. 5,0 millilitraa natriumhydroksidin (konsentraatio 4,0 mmol/l) vesiliuosta laimennetaan vedellä 200 millilitran tilavuuteen. Mikä on muodostuneen liuoksen pH?
- 9
  - 10
  - 11
  - 12

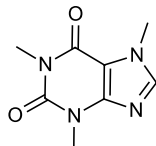
**Ratkaisu.** Laimennuksessa  $c_1V_1 = c_2V_2$ , joten  $c_2 = c_1V_1 / V_2 = 4,0 \text{ mmol/l} \cdot 5,0 \text{ ml} / 200 \text{ ml} = 0,10 \text{ mmol/l}$ . Natriumhydroksidi on vedessä  $\text{Na}^+$ - ja  $\text{OH}^-$ -ioneina, joten  $[\text{OH}^-] = c(\text{NaOH}) = 0,10 \text{ mmol/l}$ . Siten  $\text{pOH} = -\lg [\text{OH}^-] = -\lg (0,10 \cdot 10^{-3}) = -\lg 10^{-4} = 4$  eli  $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 10$ .

**Huomautus.** Kaava  $\text{pH} + \text{pOH} = 14,00$  pätee vain lämpötilassa  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , mutta se on lähtöoletus pH-laskuissa, ellei muuta ole sanottu.

9. Kuinka monta elektronia on yhteensä perustilaisen rikkiatomin p-atomiorbitaaleilla?
- 6
  - 8
  - 10
  - 12

**Ratkaisu.** Jaksollisesta järjestelmästä nähdään, että perustilaisen rikkiatomin elektronirakenne on  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ . Siten rikillä on p-orbitaaleilla elektroneja  $6 + 4 = 10$ .

10. Montako grammaa typpeä on 100 mg:ssa kofeiinia?



- 0,014 g
- 0,029 g
- 0,072 g
- 0,140 g

**Ratkaisu.** Kofeiinin molekyylikaava on rakennekaavan perusteella  $C_8H_{10}N_4O_2$ . Koska  $M(C_8H_{10}N_4O_2) = (8 \cdot 12,01 + 10 \cdot 1,008 + 4 \cdot 14,01 + 2 \cdot 16,00) \text{ g/mol} = 194,2 \text{ g/mol}$ , niin typen massaosuus kofeiinissa on  $4 \cdot 14,01 / 194,2 \approx 0,2886$ . Siten typen massa 100 mg:ssa kofeiinia on  $0,2886 \cdot 0,100 \text{ g} \approx 0,029 \text{ g}$ .

**Huomautus.** Tässä kohdassa googlettaja hyötyi selvästi, sillä tehtävässä hölmösti paljastetaan, että kysymys on kofeiinista. Kun nimittäin Googlesta hakee yhdisteen nimellä, saa kätevästi heti näkyviin kaavan ja moolimassan.

Ilman yhdisteen nimeäkin pystyy oikaisemaan, vieläpä vilpittömästi. Huomataan, että vastausvaihtoehdot ovat melko kaukana toisistaan. Sen sijaan hiilen, typen ja hapen atomipainot ovat lähellä toisiaan. Lisäksi yhdisteessä on melko vähän vetyä. Rakennekaavasta voidaan nopeasti laskea, että siinä on 14 "raskasta" atomia, joista 4 on typpeä. Siten typen massaosuudeksi voidaan arvioida  $4/14 \approx 0,286$ . Kymmenen vetyatomin lisääminen yhdeksi raskaaksi atomiksi heikentää tässä tapauksessa massaosuuden tarkkuutta mutta ei pahasti vaihtoehtojen kannalta:  $4/15 \approx 0,267$ . Valintakokeen paineessa näin mutkikkaat arviot eivät välttämättä onnistu. Siten hitaampi mutta selkäytimestä tuleva laskutapa on todennäköisesti varmempi valinta.

### Osio 3

6. Mikä seuraavista sidoksista on poolisin, kun molekyylin muuta rakennetta ei huomioida?
- H—I
  - H—N
  - H—P
  - H—Si

**Ratkaisu.** Sidos on sitä poolisempi, mitä suurempi on osapuolten välinen elektronegatiivisuusero. Tehtävän vedyn kanssa sitoutuneista alkuaineista elektronegatiivisin on typpi, sillä se on lähimpänä fluoria jaksollisessa järjestelmässä. Siten poolisin sidos on H—N.

7. Makeisesta saadusta sakkaroosista ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) muodostuu ihmiselimistössä hiilidioksidia ja vettä. Kalle syö suklaapatukan, jossa on 18,1 grammaa sakkaroosia. Kuinka monta grammaa hiilidioksidia muodostuu?
- 0,194 g
  - 0,635 g
  - 2,79 g
  - 27,9 g

**Ratkaisu.** Sakkaroosin palamisreaktio on  $C_{12}H_{22}O_{11} + 12 O_2 \rightarrow 12 CO_2 + 11 H_2O$ . Koska sakkaroosin moolimassa on  $M(C_{12}H_{22}O_{11}) = (12 \cdot 12,01 + 22 \cdot 1,008 + 11 \cdot 16,00) \text{ g/mol} \approx 342,3 \text{ g/mol}$ , hiilidioksidin ainemääräksi saadaan reaktioyhtälön avulla  $n(CO_2) = 12 \cdot n(C_{12}H_{22}O_{11}) = 12 \cdot 18,1 \text{ g} / 342,3 \text{ g/mol} \approx 0,635 \text{ mol}$ . Hiilidioksidin moolimassa on  $M(CO_2) = (12,01 + 2 \cdot 16,00) \text{ g/mol} = 44,01 \text{ g/mol}$ , joten kysytty massa on  $m(CO_2) = 0,635 \text{ mol} \cdot 44,01 \text{ g/mol} \approx 27,9 \text{ g}$ .

**Huomautus.** Reaktioyhtälön tasapainottamiseen ei kannata tuhlata aikaa. Koska täydellisessä palamisessa kaikki hiili menee hiilidioksidin, riittää ajatella, että yksi sakkaroosimolekyyli sisältää 12 hiiliatomia, jotka tuottavat 12 hiilidioksidimolekyyliä.

Vielä helpommalla pääsee, kun tutkii vastausvaihtoehtoja. Vain yksi massa on suurempi kuin lähtöaineen massa. Palamisessa hiileen sitoutunut massa kuitenkin selvästi kasvaa, sillä hiiliatomeihin sitoutuneet vetyatomit korvautuvat happiatomeilla. Täsmällisemmin asiaa voidaan tarkastella seuraavasti: Sakkaroosin suhdekaava on  $C_{12/11}H_{22/11}O_{11/11}$ . Se on pyörästettynä  $C(H_2O)$ , kuten useimmilla hiilihydraateilla eli ”hiilen vesiyhdisteillä”. Palamisessa tapahtuukin siis käytännössä muutos  $C(H_2O) \rightarrow C(O_2)$ . Koska happimolekyylin massa on suurempi kuin vesimolekyylin massa, muodostuvan hiilidioksidin massa on suurempi kuin reagoivan sakkaroosin massa.

8. Erästä yhdenarvoista happoa liuotetaan 12 millimoolia 1,0 litraan vettä. Muodostuneen liuoksen pH on 3,00. Mikä on hapon happovakion ( $K_a$ ) arvo? ( $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ )
- $8,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$
  - $9,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$
  - $8,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$
  - $9,1 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$

**Ratkaisu.** Koska  $\text{pH} = 3,00$ , niin  $[H_3O^+] = 10^{-3} \text{ (mol/l)}$ . Reaktioyhtälö on  $HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$ , joten sen mukaan  $[A^-] = [H_3O^+] = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$  ja  $[HA] = [HA]_0 - [A^-] = 12 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 1,0 \text{ l} - 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} = 11 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$ . Happovakioksi saadaan:

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} = \frac{(1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l})^2}{11 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}} \approx 0,091 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} = 9,1 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}.$$

**Huomautus.** Approksimointi  $[HA] = [HA]_0 - [A^-] \approx [HA]_0$  johtaa väärään tulokseen:

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} = \frac{(1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l})^2}{12 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}} \approx 0,083 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} = 8,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}.$$

Approksimointi tuottaa kohtalaisen virheen, sillä liuos on melko laimea (luokkaa  $0,01 \text{ mol/l}$ ) ja happo on melko vahva (luokkaa  $10^{-3}$ – $10^{-4}$ ). Jopa monivalinnoissa approksimointi happovakiolaskussa kannattaa unohtaa, jos kaksi vaihtoehtoa on lähellä toisiaan.

9. Mikä alla olevista yhdisteistä on niukkaliukoisin veteen?
- $CH_4$
  - $Na_2SO_4$
  - $CH_3CH_2OH$
  - $CH_3CH_2COONa$

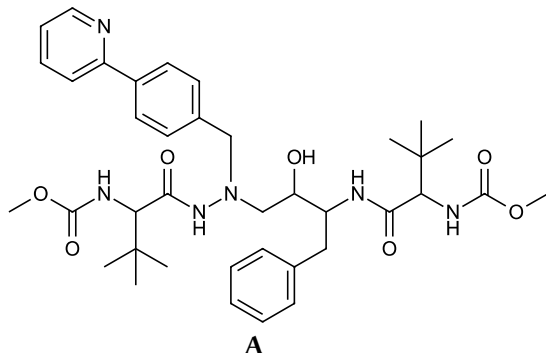
**Ratkaisu.** Niukkaliukoisin veteen on  $CH_4$ , sillä se on täysin pooliton. Muut liukenevat hyvin veteen:  $Na_2SO_4$  on ioniyhdiste,  $CH_3CH_2OH$  on hyvin poolinen alkoholi ja  $CH_3CH_2COONa$  on ioniyhdiste.

10. Vetykloridia sisältävää,  $100,0 \text{ cm}^3$ :n tilavuista näytettä titrattiin  $0,500 \text{ mol/dm}^3$ :n vahvuisella NaOH-liuoksella. Indikaattorin värinmuutos havaittiin, kun NaOH-liuosta oli lisätty  $12,25 \text{ cm}^3$ . Kuinka paljon näyte sisälsi liuennutta vetykloridia?
- $0,223 \text{ g}$
  - $0,560 \text{ g}$
  - $0,893 \text{ g}$
  - $1,12 \text{ g}$

**Ratkaisu.** Reaktioyhtälö on  $HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow H_2O(l) + NaCl(aq)$ . Siten  $n(HCl) = n(NaOH) = cV = 0,500 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,01225 \text{ dm}^3 = 0,006125 \text{ mol}$  ja  $m(HCl) = nM = 0,006125 \text{ mol} \cdot 36,46 \text{ g/mol} \approx 0,223 \text{ g}$ .

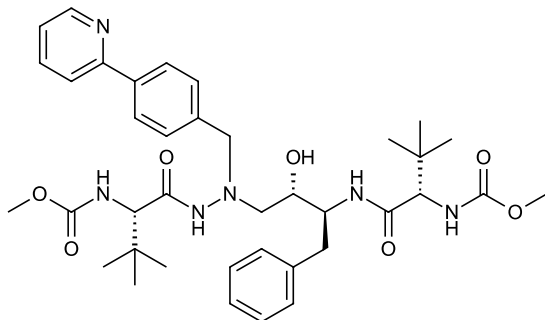
## Osio 4

6. Yhdiste **A** on antiviraalinen lääkeaine. Kuinka monta asymmetristä hiiltä sillä on?



- a) 2  
b) 3  
c) 4  
d) 5

**Ratkaisu.** Asymmetrisestä hiilestä lähtee neljä erilaista atomia tai atomiryhmää. Lääkeaineella on neljä asymmetristä hiiltä, jotka näkyvät oheisessa lääkeaineen rakenteessa kiilamaisten sidosviivojen osapuolina.



**Huomautus.** Neljän erilaisen ryhmän vaatimus tarkoittaa, että asymmetrisiä hiiliä etsittäessä voidaan heti sivuuttaa hiilet, joista lähtee kaksois- tai kolmoissidos. Samoin voidaan jättää huomiotta metyyli-ryhmät  $-\text{CH}_3$  ja metyleenisillat eli metaanidiyyliryhmät  $-\text{CH}_2-$ . Tehtävän yhdiste on HIV-lääke atatsanaviiri.

7. Auton katalysaattori hapettaa hiilimonoksidin hiilidioksidiksi. Tasapainotettu reaktioyhtälö on:  
 $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g})$   
 Jos 8,0 g hiilimonoksidia ja 14,0 g happea reagoivat keskenään, mikä seuraavista väittämistä kuvaa parhaiten reaktiota?  
 a) 9,4 g happea jää reagoimatta.  
 b) 4,9 g happea jää reagoimatta.  
 c) 4,3 g happea jää reagoimatta.  
 d) 1,9 g hiilimonoksidia jää reagoimatta.

**Ratkaisu.** Hiilimonoksidia on  $n(\text{CO}) = m / M = 8,0 \text{ g} / 28,01 \text{ g/mol} \approx 0,2856 \text{ mol}$  ja happea on  $n(\text{O}_2) = m / M = 14,0 \text{ g} / 32,00 \text{ g/mol} = 0,4375 \text{ mol}$ . Reaktioyhtälön mukaan kaksi moolia hiilimonoksidia kuluttaa yhden moolin happea, joten 0,2856 mol hiilimonoksidia kuluttaa  $\frac{1}{2} \cdot 0,2856 \text{ mol} = 0,1428 \text{ mol}$  happea. Happea on siis ylimäärin. Sen kulutus on massana  $0,1428 \text{ mol} \cdot 32,00 \text{ g/mol} \approx 4,57 \text{ g}$ , joten happea jää reagoimatta  $14,0 \text{ g} - 4,57 \text{ g} \approx 9,4 \text{ g}$ .

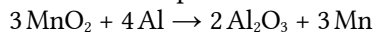
**Huomautus.** Päättely onnistuu päässälaskunakin. Hiilen atomipaino on 12 ja hapen atomipaino 16, joten hiilimonoksidin massasta on pyöreästi puolet hiiltä ja puolet happea eli lähtötilanteessa noin 4 g kumpaakin. Hapetuksessa yhteen hiilimonoksidimolekyyliin tulee yksi happiatomi lisää eli yhteensä noin 4 g. Koska happea on tarjolla 14,0 g, reagoimatta jää noin 10 g. Tämä tarkkuus riittää tehtävän

vaihtoehtoilla. Arviota voi parantaa laskemalla hapen määrän hiilimonoksidissa tarkemmalla massaosuudella:  $16 / (12 + 16) \cdot 8,0 \text{ g} \approx 4,57 \text{ g}$ . Tällöin päästään samaan lukemaan kuin edellä lasketussa ratkaisussa.

8. Liuotat 2,0 grammaa  $\text{CaCl}_2$ :a 100 millilitraan 0,10 mol/l NaCl-liuosta. Mikä on  $\text{Cl}^-$ -ionien konsentraatio muodostuneessa liuoksessa?  $\text{CaCl}_2$ :n lisäys ei muuta liuoksen tilavuutta.  $M(\text{CaCl}_2) = 110,98 \text{ g/mol}$
- 0,12 mol/l
  - 0,14 mol/l
  - 0,28 mol/l
  - 0,46 mol/l

**Ratkaisu.** Suolojen ainemääräksi voidaan laskea  $n(\text{CaCl}_2) = m / M = 2,0 \text{ g} / 110,98 \text{ g/mol} \approx 0,01802 \text{ mol} = 18,02 \text{ mmol}$  ja  $n(\text{NaCl}) = cV = 0,10 \text{ mol/l} \cdot 100 \text{ ml} = 10 \text{ mmol}$ . Koska yhdessä kaavayksikössä  $\text{CaCl}_2$ :a on kaksi  $\text{Cl}^-$ -ionia, ionin ainemäärä on  $n(\text{Cl}^-) = 2 \cdot n(\text{CaCl}_2) + n(\text{NaCl}) = 2 \cdot 18,02 \text{ mmol} + 10 \text{ mmol} \approx 46 \text{ mmol}$ . Tämä määrä on liuenneena NaCl-liuoksen tilavuuteen:  $[\text{Cl}^-] = n / V = 46 \text{ mmol} / 100 \text{ ml} = 0,46 \text{ mol/l}$ .

9. Mikä toimii hapettimena alla olevassa reaktiossa?



- $\text{MnO}_2$
- Al
- $\text{Al}_2\text{O}_3$
- Mn

**Ratkaisu.** Hapetin hapettaa eli pelkistyy itse. Tässä reaktiossa hapetin on  $\text{MnO}_2$ , sillä siltä siirtyy happea toiselle lähtöaineelle Al.

**Huomautus.** Hieman työläämpää on tarkastella hapen liikkumisen sijasta hapetuslukuja:  $\text{MnO}_2$  pelkistyy, sillä mangaanin hapetusluku muuttuu reaktiossa +IV:stä 0:aan.

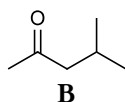
10. Oranssikiteistä tinatetrajodidia ( $\text{SnI}_4$ ) valmistetaan kuumentamalla 1,0 g tinaa (Sn), 3,0 g jodia ( $\text{I}_2$ ) ja 15 ml tolueenia. Mikä seuraavista aineista on reaktiota rajoittava tekijä?
- Sn
  - $\text{I}_2$
  - $\text{SnI}_4$
  - tolueeni

**Ratkaisu.** Reaktioyhtälö on  $\text{Sn} + 2\text{I}_2 \rightarrow \text{SnI}_4$ , eli yksi mooli tinaa kuluttaa kaksi moolia jodia. Koska  $n(\text{Sn}) = 1,0 \text{ g} / 118,7 \text{ g/mol} \approx 0,008425 \text{ mol}$ , jodia tarvittaisiin  $n(\text{I}_2) = 2 \cdot 0,008425 \text{ mol} \approx 0,01685 \text{ mol}$  eli massana  $m(\text{I}_2) = nM = 0,01685 \text{ mol} \cdot (2 \cdot 126,9 \text{ g/mol}) \approx 4,3 \text{ g}$ . Koska jodia ei ole tarjolla näin paljon, se on rajoittava tekijä.

**Huomautus.** Tehtävä onnistuu myös ilman laskinta: Tinan atomipaino 118,7 ja jodin atomipaino 126,9 ovat lähellä toisiaan, eli grammassa tinaa on suunnilleen yhtä monta atomia kuin grammassa jodia. Koska tinatetrajodidissa on neljä jodiatomia yhtä tina-atomia kohti, yksi gramma tinaa vaatii suunnilleen neljä grammaa jodia eli selvästi enemmän kuin saatavilla olevat kolme grammaa. Tämä on vastaimisen kannalta riittävä tarkkuus – etenkin kun neljän gramman arvio on alakanttiin siksi, että jodilla on hieman suurempi atomipaino kuin tinalla.

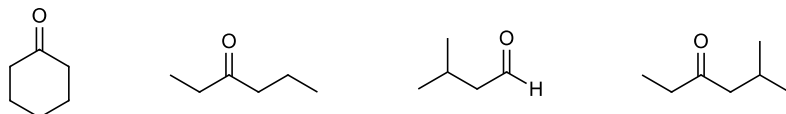
## Osio 5

6. Mikä seuraavista yhdisteistä on yhdisteen **B** isomeeri?



- a) Sykloheksanoni
- b) Heksan-3-oni
- c) 3-Metyylibutanaali
- d) 5-Metyyliheksan-3-oni

**Ratkaisu.** Yhdisteen **B** molekyylikaava on  $C_6H_{12}O$ . Vastausvaihtoehtojen molekyylikaavat ovat oheisen kuvan perusteella järjestyksessä  $C_6H_{10}O$ ,  $C_6H_{12}O$ ,  $C_5H_{10}O$  ja  $C_7H_{14}O$ . Siten **B**:n isomeeri on heksan-3-oni.



**Huomautus.** Rakenteita ei tarvitse piirtää, kun mieltii, että yhdisteessä **B** on kuusi hiiliatomia ja yksi hiilen ja hapen välinen kaksoissidos. Vaihtoehtoja silmäilemällä huomaa nopeasti, että vastaavat ehdot täyttää vain heksan-3-oni. Tarkistuksena voi vielä varmistaa, että sykloheksanonissa on kuusi hiiltä, mutta siinä on kaksoissidoksen lisäksi rengas, joten vetyjen määrä ei voi täsmätä. Kahdessa jäljelle jäävässä vaihtoehdossa taas on viisi ja seitsemän hiiltä (metyyli + but- ja metyyli + heks-).

7. Mikä seuraavista yhdisteistä on vahvin happo vesiliuoksessa?

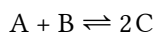
- a)  $NH_3$
- b)  $CH_3CO_2CH_3$
- c)  $C_6H_5OH$  (fenoli)
- d)  $CH_2(OH)CH(OH)CH_2(OH)$  (glyseroli)

**Ratkaisu.** Ammoniakki  $NH_3$  on emäs. Glyseroli on alkoholi ja  $CH_3CO_2CH_3$  on esteri, joten ne ovat neutraaleja vedessä. Vahvin happo on siten fenoli, joka on heikko happo.

8. Rasvoista saadaan yli kaksinkertainen määrä energiaa painoyksikköä kohti verrattuna hiilihydraatteihin. Yhdestä grammasta rasvaa saadaan energiaa noin 38 kJ. Kinkkupizzaviipaleessa on 32 grammaa rasvaa ja yhteensä 4000 kJ saatavilla olevaa energiaa. Kuinka monta prosenttia viipaleen energiamäärästä tulee rasvasta?
- a) 30 %
  - b) 33 %
  - c) 47 %
  - d) 70 %

**Ratkaisu.** Pizzaviipaleen rasvasta saa energiaa  $32 \text{ g} \cdot 38 \text{ kJ/g} = 1216 \text{ kJ}$ . Se on energian kokonaismäärästä  $1216 \text{ kJ} / 4000 \text{ kJ} \cdot 100 \% \approx 30 \%$ .

9. Yhdisteet A ja B reagoivat nestefaasissa yhdisteeksi C alla olevan reaktioyhtälön mukaisesti.



Mikä seuraavista väittämistä pitää paikkansa, kun alkutilanteessa  $[A] = 4 \text{ mol/l}$ ,  $[B] = 2 \text{ mol/l}$  ja  $[C] = 0 \text{ mol/l}$ ? Reaktion tasapainovakion arvo on 4. ( $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ )

- a) Tasapainotilassa yhdisteiden A ja C konsentraatiot ovat yhtä suuret.
- b) Tasapainotilassa yhdisteiden B ja C konsentraatiot ovat yhtä suuret.
- c) Tasapainotilassa yhdisteen A konsentraatio on suurempi kuin yhdisteen C konsentraatio.
- d) Tasapainotilassa yhdisteen B konsentraatio on suurempi kuin yhdisteen C konsentraatio.

**Ratkaisu.** Muodostetaan tilanteesta taulukko ja sijoitetaan tasapainokonsentraatiot tasapainovakion lausekkeeseen:

	A	+	B	$\rightleftharpoons$	2C
alussa	4		2		0
muutos	-x		-x		+2x
tasapainossa	4 - x		2 - x		2x

$$K = \frac{[C]^2}{[A][B]} = \frac{(2x)^2}{(4-x)(2-x)} = 4 \Leftrightarrow 4x^2 = 4(8-4x-2x+x^2) \Leftrightarrow 24x = 32 \Leftrightarrow x = \frac{4}{3}$$

Lasketaan konsentraatiot tasapainotilassa:

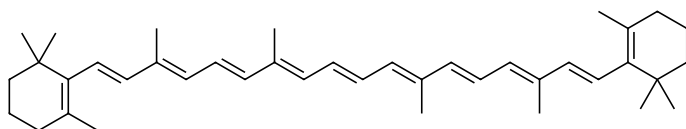
$$[A] = 4 - \frac{4}{3} = 2\frac{2}{3}, [B] = 2 - \frac{4}{3} = \frac{2}{3}, [C] = 2 \cdot \frac{4}{3} = \frac{8}{3} = 2\frac{2}{3}$$

Siis A:n ja C:n konsentraatiot ovat yhtä suuret.

**Huomautus.** Vaikka yhtälön toisen asteen termit supistuvatkin, yhtälö on silti nopeinta ratkaista graafisella tai symbolisella laskimella tai laskentaohjelmalla. Lisähyötyä tulee, kun laskimen tai ohjelman muuttuuaan  $x$  tallentamaa ratkaisua voi suoraan hyödyntää jatkolaskuissa  $4 - x$ ,  $2 - x$  ja  $2x$ .

10. Puiden lehtien syksyiset keltaoranssit värit johtuvat beetakaroteenista. Beetakaroteeni kuuluu terpeeneihin. Terpeenit muodostuvat toisiinsa liittyneistä viiden hiiliatomin pituisista isopreeniyksiköistä. Terpeenit ovat siis 2-metyyli-1,3-dieenin polymerisoitumistuotteita.

Montako isopreeniyksikköä on beetakaroteenissa?

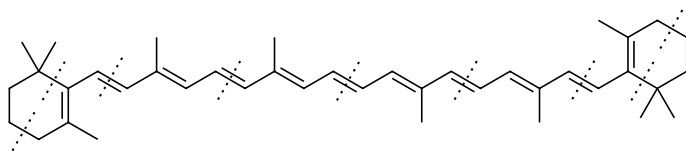


- a) 6
- b) 8
- c) 9
- d) 11

**Ratkaisu.** Yhdessä isopreeniyksikössä on 5 hiiliatomia (kuva alla). Beetakaroteenissa on 40 hiiliatomia. Isopreeniyksiköitä on siten  $40 / 5 = 8$ .

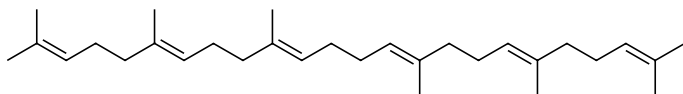


**Huomautus.** Kaikkia hiiliatomeja ei ole pakko laskea, jos huomaa beetakaroteenin symmetrian. Oikeastaan riittää laskea vain metyyliryhmiä, sillä jokaisessa neljän atomin mittaisessa isopreeniyksikössä on kakkoshiilessä kiinni metyyliryhmä. Kun samaan hiileen on sitoutunut kaksi metyyliryhmää, niistä toinen on peräisin isopreeniyksikön ykköshiilestä, kuten nähdään oheisesta kuvasta, jossa beetakaroteeni on jaettu isopreeniyksiköihin katkoviivoilla. Googlettaja selvittää hiiliatomien lukumäärän etsimällä beetakaroteenin molekyylikaavan netistä.



## Osio 6

6. Oliiviöljynäyte (3,00 g) sisältää 10,00 mg alla olevassa kuvassa esitettyä lipidii. Kuinka monta millimoolia kyseistä lipidii 50,0 g näytettä sisältää?



- a) 0,024 mmol  
b) 0,194 mmol  
c) 0,406 mmol  
d) 3,65 mmol

**Ratkaisu.** Lipidin molekyylikaava on  $C_{30}H_{50}$ , joten sen moolimassa on  $(30 \cdot 12,01 + 50 \cdot 1,008) \text{ g/mol} = 410,7 \text{ g/mol}$ . Lipidii on  $50,0 \text{ g} / 3,00 \text{ g} \cdot 10,00 \text{ mg} \approx 166,7 \text{ mg}$ . Se on ainemääränä  $166,7 \text{ mg} / 410,7 \text{ g/mol} \approx 0,406 \text{ mmol}$ .

**Huomautus.** Kuvan lipidi on skvaleeni, joka on edellisen osion beetakaroteenin tavoin terpeeni. Siinä näkyy kuusi metyyliryhmää, joten molekyylikaava voidaan laskea kuudesta isopreeniyksiköstä: kaksi päätyä ovat kaavaltaan  $C_5H_9$  ja neljä keskiosaa ovat  $C_5H_8$ . Skvaleenin molekyylikaavaksi tulee  $C_{6 \cdot 5}H_{2 \cdot 9 + 4 \cdot 8}$  eli  $C_{30}H_{50}$ . Kaavasta tulee vastaamisen kannalta riittävän tarkka, vaikka sen laskisi kuudella keskiosalla.

Voidaan käyttää myös yleistä tempua, jolla voi nopeasti selvittää pitkiä hiilivetyketjuja sisältävien molekyylien kaavoja. Lasketaan hiiliatomien lukumäärä: 30. Jos yhdiste olisi täysin tyydyttynyt, sen kaava olisi muotoa  $C_nH_{2n+2}$  eli  $C_{30}H_{62}$ . Rakenteessa on kuusi kaksoissidosta, joista jokainen vähentää vetyjen määrää kahdella maksimista. Saadaan molekyylikaava  $C_{30}H_{62-6 \cdot 2}$  eli  $C_{30}H_{50}$ .

7. Liuokset valmistetaan alla olevilla tavoilla. Mikä alla kuvatuilla tavoilla valmistetuista liuoksista on puskuriliuos?
- a) Sekoitat 10 ml etikkahappoliuosta ( $c = 0,05 \text{ mol/l}$ ) ja 5 ml NaOH-liuosta ( $c = 0,05 \text{ mol/l}$ ).  
b) Sekoitat yhtä suuret tilavuudet etikkahappoliuosta ( $c = 0,1 \text{ mol/l}$ ) ja NaOH-liuosta ( $c = 0,1 \text{ mol/l}$ ).  
c) Sekoitat 10 ml ammoniakkiuosta ( $c = 0,1 \text{ mol/l}$ ) ja 5 ml NaOH-liuosta ( $c = 0,1 \text{ mol/l}$ ).  
d) Valmistat laimean NaOH-liuoksen, jonka pH on 8.

**Ratkaisu.** Kaksi viimeistä vaihtoehtoa eivät ole mahdollisia, koska niissä on vain emäksisiä aineita. Kahdessa ensimmäisessä vaihtoehdossa tapahtuu reaktio  $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$ . Toisessa tapauksessa natriumhydroksidia on yhtä suuri ainemäärä kuin etikkahappoa, joten kaikki etikkahappo kuluu. Ensimmäisessä tapauksessa natriumhydroksidia on puolet ( $0,05 \text{ mol/l} \cdot 5 \text{ ml} = 0,25 \text{ mmol}$ ) etikkahapon ainemäärästä ( $0,05 \text{ mol/l} \cdot 10 \text{ ml} = 0,50 \text{ mmol}$ ), joten tuloksena on puskuriliuos, jossa on yhtä paljon etikkahappoa ja sen vastinemästä asetaatti-ioniä.

8. Kuinka paljon 100 millilitraan HCl-liuosta ( $c = 0,10 \text{ mol/l}$ ) pitää lisätä NaOH-liuosta ( $c = 0,20 \text{ mol/l}$ ), jotta muodostuneen liuoksen pH olisi 2,0? ( $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ )
- a) 43 ml  
b) 45 ml  
c) 48 ml  
d) 50 ml

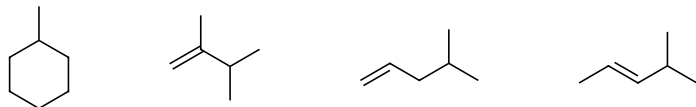
**Ratkaisu.** Lähtötilanteessa  $n(H_3O^+)_0 = n(HCl) = 0,10 \text{ mol/l} \cdot 100 \text{ ml} = 10 \text{ mmol}$ . Tapahtuva reaktio on  $H_3O^+ + NaOH \rightarrow 2H_2O + Na^+$ , joten lopussa  $n(H_3O^+) = n(H_3O^+)_0 - n(NaOH) = n(H_3O^+)_0 - c(NaOH) \cdot V$ , missä  $V$  on lisättävän liuoksen tilavuus. Lopussa  $pH = 2,0$ , eli  $[H_3O^+] = 10^{-2,0} \text{ mol/l} = 0,010 \text{ mol/l}$ . Lopputilavuus on  $100 \text{ ml} + V$ , joten  $n(H_3O^+) = [H_3O^+] \cdot (100 \text{ ml} + V)$ . Näin  $H_3O^+$ -ionien ainemäärästä saadaan koottua yhtälö:  $0,010 \text{ mol/l} \cdot (100 \text{ ml} + V) = 10 \text{ mmol} - 0,20 \text{ mol/l} \cdot V$ . Sen ratkaisuksi saadaan  $V = 9 \text{ mmol} / 0,21 \text{ mol/l} \approx 43 \text{ ml}$ .

**Huomautus.** Jotta tilavuuden yksiköksi tuli suoraan ml, ainemäärän yksikkönä piti olla mmol ja konsentraation yksikkönä mol/l eikä mmol/l. Kun tulos lasketaan tuntemattomien avulla, on yleensä nopeampaa ja varmempaa käyttää etuliitteettömiä yksiköitä ja muokata tuloksen yksikkö halutuksi.



9. Millä seuraavista yhdisteistä esiintyy *cis-trans*-isomeriaa (*E/Z*-isomeriaa)?
- metyylisykloheksaani
  - 2,3-dimetyylibut-1-eeni
  - 4-metyylipent-1-eeni
  - 4-metyylipent-2-eeni

**Ratkaisu.** Oheisista rakennekaavoista nähdään, että kaksi erilaista ryhmää kummassakin kaksois-sidoksen hiiliatomissa on viimeisellä rakenteella eli 4-metyylipent-2-eenillä.



**Huomautus.** Vaikka rakennekaavojen piirtäminen voi olla monelle nopein toimintatapa, se ei ole välttämätöntä. Metyylisykloheksaanin nimestä nimittäin nähdään, että renkaassa on vain yksi ryhmä, eli siinä ei voi esiintyä *cis-trans*-isomeriaa. Toisessa ja kolmannessa vaihtoehdossa kaksoissidos on ykköshiilessä, eikä nimissä mainita muita ykköshiileen sitoutuneita atomeja. Siten ykköshiilissä on kaksi vetyatomia, eikä *cis-trans*-isomeria ole mahdollista. Jäljelle jää viimeinen yhdiste, jonka valinnasta voi halutessaan varmistua piirtämällä sen rakenteen.

10. Millä seuraavista reagensseista saadaan keltaisesta volframioksidista ( $\text{WO}_3$ ) syvänsinistä volframioksidia ( $\text{W}_{20}\text{O}_{58}$ )?
- sinkkijauheella
  - kiinteillä natriumhydroksidirakeilla
  - laimealla vetykloridihapon vesiliuoksella
  - 5-tilavuusprosenttisella natriumhypokloriitin vesiliuoksella

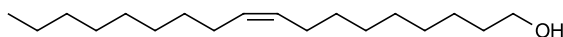
**Ratkaisu.** Volframioksidi pelkistyy hieman reaktiossa: lähtöaineessa on 3 happiatomia volframiatomia kohti, ja tuotteessa niitä on  $58/20 = 2,9$  (hapetusluvut +6 ja +5,8). Sinkki on tavanomainen pelkistin. Natriumhydroksidilta ja vetykloridilta voisi odottaa happo-emäsreaktioita. Hypokloriitti-ioni reagoi yleensä klooriksi, eli se pelkistyy itsekin.

## Osio 7

6. Kuinka paljon NaCl-liuosta ( $c = 40,0 \text{ mmol/l}$ ) voidaan enimmillään valmistaa 20,0 millilitrasta NaCl-liuosta ( $c = 0,10 \text{ mol/l}$ )?
- 0,050 l
  - 0,080 l
  - 0,50 l
  - 0,80 l

**Ratkaisu.** Natriumkloridia on käytettävissä  $n = cV = 0,10 \text{ mol/l} \cdot 20,0 \text{ ml} = 2,0 \text{ mmol}$ . Valmista liuosta saadaan  $V = n / c = 2,0 \text{ mmol} / 40,0 \text{ mmol/l} = 0,050 \text{ l}$ .

7. Mitä sidoksia katkeaa oleyylialkoholin sulaessa?



- hydroksyyli-ryhmien välisiä vetysidoksia
- hiiliatomien välisiä kaksoissidoksia
- hiiliatomien välisiä yksinkertaisia sidoksia
- hiili- ja happiatomien välisiä yksinkertaisia sidoksia

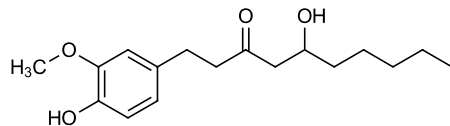
**Ratkaisu.** Vetysidokset ovat molekyylien välisiä vuorovaikutuksia, joita muodostuu hydroksyyli-ryhmien välille ja jotka osaltaan pitävät kiinteää oleyylialkoholia koossa. Yksinkertaiset sidokset ja kaksoissidokset eivät katkea sulamisen tapaisissa olomuodon muutoksissa.

8. 100,0 ml NaBr-liuosta (konsentraatio  $0,50 \text{ mol/dm}^3$ ) ja 50,0 ml  $\text{CaBr}_2$ -liuosta (konsentraatio  $0,150 \text{ mol/dm}^3$ ) sekoitetaan keskenään. Mikä on muodostuneen liuoksen bromidi-ionikonsentraatio?
- $0,0575 \text{ mol/dm}^3$
  - $0,065 \text{ mol/dm}^3$
  - $0,383 \text{ mol/dm}^3$
  - $0,433 \text{ mol/dm}^3$

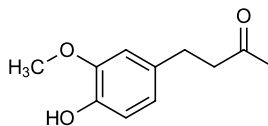
**Ratkaisu.**  $n(\text{NaBr}) = cV = 0,50 \text{ mol/l} \cdot 100,0 \text{ ml} = 50 \text{ mmol}$   
 $n(\text{CaBr}_2) = cV = 0,150 \text{ mol/l} \cdot 50,0 \text{ ml} = 7,5 \text{ mmol}$   
 $n(\text{Br}^-) = n(\text{NaBr}) + 2 \cdot n(\text{CaBr}_2) = 50 \text{ mmol} + 2 \cdot 7,5 \text{ mmol} = 65 \text{ mmol}$   
 $c(\text{Br}^-) = n / V = 65 \text{ mmol} / (100,0 \text{ ml} + 50,0 \text{ ml}) \approx 0,433 \text{ mol/l} = 0,433 \text{ mol/dm}^3$

**Huomautus.** Luvut on valittu sen verran mukavasti, että tehtävän pystyy tekemään päässälaskunakin. Bromidi-ionien konsentraatio on NaBr-liuoksessa  $0,50 \text{ mol/dm}^3$  ja  $\text{CaBr}_2$ -liuoksessa  $2 \cdot 0,150 \text{ mol/dm}^3 = 0,30 \text{ mol/dm}^3$ . Sekoituksen jälkeen konsentraatio on siten jotain näiden lukujen väliltä. Väkeväämpää liuosta otetaan 100,0 ml ja laimeampaa liuosta otetaan 50,0 ml, joten lopullinen konsentraatio on lähempänä arvoa  $0,50 \text{ mol/dm}^3$  kuin arvoa  $0,30 \text{ mol/dm}^3$ . Vaihtoehdoista vain viimeinen on puolivälin  $0,40 \text{ mol/dm}^3$  yläpuolella.

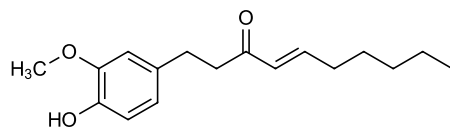
9. Mitkä seuraavista yhdisteistä voivat olla optisesti aktiivisia?



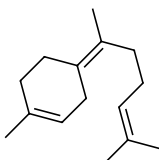
A



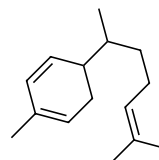
B



C



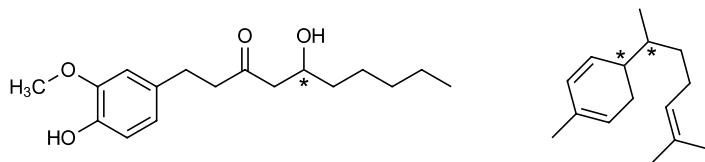
D



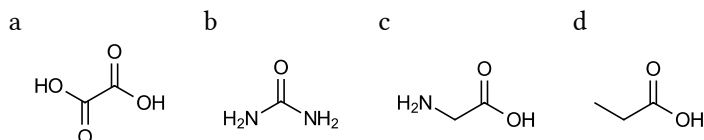
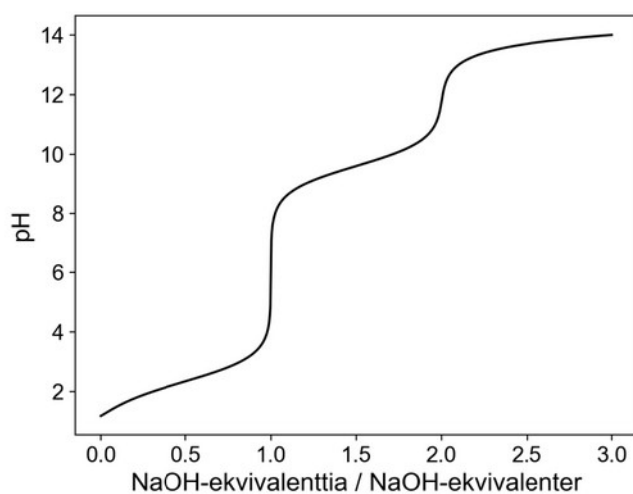
E

- a) A ja B
- b) A ja E
- c) B ja C
- d) D ja E

**Ratkaisu.** Optiseen aktiivisuuteen tarvitaan epäsymmetrisiä hiiliatomeja eli hiiliä, joista lähtee neljä erilaista atomia tai atomiryhmää. Niitä on yhdisteillä A ja E. Kohdat on merkitty alla olevaan kuvaan asteriskilla.



10. Minkä yhdisteen (a–d) titrauskäyrä on esitetty kuvassa?



- a) a
- b) b
- c) c
- d) d

**Ratkaisu.** Titrauskäyrässä on kaksi ekvivalenssipistettä, joten titrattavassa yhdisteessä pitää olla kaksi hapanta tai emäksistä ryhmää. Koska yhdisteessä b eli ureassa on vain amidiryhmiä, se ei ole hapanta eikä emäksinen. Yhdisteessä d eli propaanihapossa on vain yksi ryhmä. Yhdisteen a eli oksaalihapon ja yhdisteen c eli glysiinin välillä voidaan tehdä valinta esimerkiksi ekvivalenssipistettä edeltävän puskurivyöhykkeen pH:n perusteella. Titrauskäyrän ensimmäinen puskurivyöhyke on happamalla alueella (noin pH:ssa 2,5) ja toinen puskurivyöhyke on emäksisellä alueella (noin pH:ssa 9,5). Siten on varsin ilmeistä, että titrattava aine on glysiini, jolla on sekä hapanta että emäksinen ryhmä.

**Huomautus.** Glysiinin  $pK_a$ -arvot ovat 2,35 ja 9,78, ja oksaalihapon  $pK_a$ -arvot ovat 1,25 ja 3,81. Nämä arvot ilmaisevat, missä pH:ssa on puskurivyöhykkeen keskus.

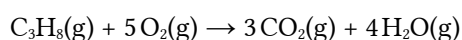
## Osio 8

1. Mistä seuraavista yhdistepareista voi muodostua alkoholi, kun yhdisteet reagoivat keskenään?
- propaani ja vesi
  - vesi ja propeeni
  - propaanihappo ja vesi
  - propaanihappo ja natriumpropanaatti

**Ratkaisu.** Veden ja propeenin reaktiossa muodostuu pääasiassa kuvan mukaisesti propan-2-olia. Propaani ja vesi eivät reagoi keskenään. Propaanihappo hajoaa vedessä osittain ioneiksi. Propaanihappo ja natriumpropanaatti voivat pallotella vetyionia keskenään.



2. Mikä on propaanin palamisen reaktiolämpö  $\Delta H$ ? Reaktioyhtälö ja reaktioon osallistuvien aineiden muodostumislämmöt on annettu alla.



$\Delta_f H^\circ(\text{kJ/mol})$	$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
	-104,7	0,0	-393,5	-241,8

- 530,6 kJ
- +530,6 kJ
- 2043,0 kJ
- +2043,0 kJ

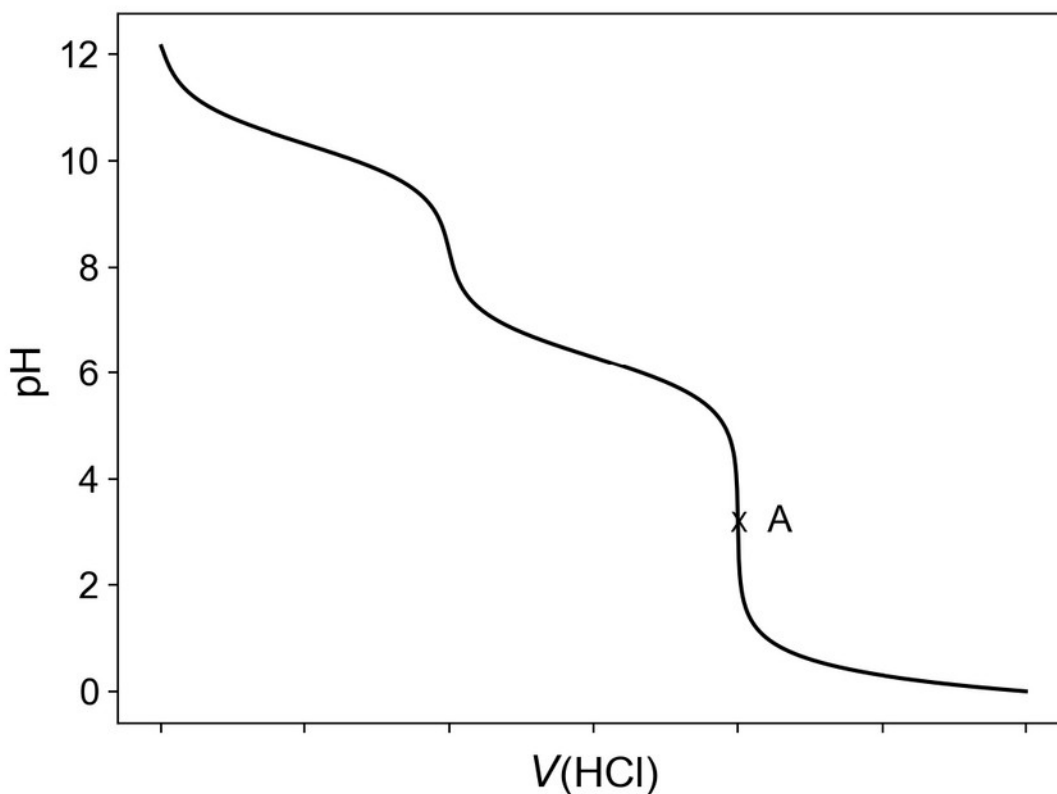
**Ratkaisu.**  $\Delta H = 3 \cdot \Delta_f H^\circ(\text{CO}_2, \text{g}) + 4 \cdot \Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}, \text{g}) - [\Delta_f H^\circ(\text{C}_3\text{H}_8, \text{g}) + 5 \cdot \Delta_f H^\circ(\text{O}_2, \text{g})] =$   
 $[3 \cdot (-393,5) + 4 \cdot (-241,8) - (-104,7) - 5 \cdot 0,0] \text{ kJ/mol} = -2043 \text{ kJ/mol}.$

Kun reaktioyhtälö tulkitaan moolia kohti annettuna, voidaan ilmoittaa tulos -2043 kJ.

**Huomautus.** Tähän tehtävään on helppo löytää netistä vastaus, jos hakee oikeilla sanoilla, esimerkiksi ”propaani palamisentalpia” tai ”propane heat of combustion”. Näin tulee kuitenkin vastaan yleensä sellaisen reaktion entalpiamuutos, jossa vesi muodostuu nestemäisenä. Kokeen laatijoiden olisikin kannattanut lisätä vaihtoehdoksi -2220 kJ, niin moni olisi mennyt halpaan.

Vilpitönkin pystyy ratkaisemaan tällaisen tehtävän hetkessä. Orgaanisten yhdisteiden palamiseen pätee nimittäin hämmästyttävän hyvin seuraava nyrkkisääntö: reaktiossa vapautuu lämpöä 418 kJ kutakin kuluva happimoolia kohti, kun vesi muodostuu kaasumaisena. Propaanin palamisen reaktiolämmölle saadaan näin arvio  $5 \cdot (-418 \text{ kJ}) = -2090 \text{ kJ}.$

3. Kun natriumkarbonaattia liuotettiin 250 ml:aan vettä ja saatu liuos titrattiin suolahapolla ( $c = 0,200 \text{ mol/l}$ ), saatiin oheinen titrauskäyrä. Kuinka monta grammaa natriumkarbonaattia liuos sisälsi, kun suolahapon kulutus pisteessä A oli 14,1 ml?



- a) 74,7 mg  
b) 149 mg  
c) 282 mg  
d) 299 mg

**Ratkaisu.** Reaktio  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + 2\text{NaCl}$  on edennyt loppuun pisteessä A. Yksi mooli natriumkarbonaattia kuluttaa kaksi moolia suolahappoa, eli  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{HCl}) = \frac{1}{2} \cdot 0,200 \text{ mol/l} \cdot 14,1 \text{ ml} = 1,41 \text{ mmol}$ . Massaksi tulee  $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1,41 \text{ mmol} \cdot 106,0 \text{ g/mol} \approx 149 \text{ mg}$ .

4. Millä seuraavista yhdisteistä esiintyy peilikuvaisomeriaa (optista isomeriaa)?  
a) 2-metyylipentaani  
b) 3-metyylipentaani  
c) 3-metyylipent-1-eeni  
d) 4-metyylipent-1-eeni

**Ratkaisu.** Peilikuvaisomeriaa aiheuttava epäsymmetrinen hiiliatomi on vain kolmannessa rakenteessa: merkittyyn hiileen ovat sitoutuneet vetyatomin lisäksi etyyli-, metyyli- ja vinyyliryhmät.



5. Koeputkessa on tuntematonta yhdistettä. Koeputkeen lisätään vähitellen ruskeankeltaista bromin dikloorimetaaniliuosta, jolloin lisätyn bromiliuoksen väri häviää. Mikä seuraavista voi olla tämä tuntematon yhdiste?  
a) butanoli  
b) tolueni  
c) sykloheksaani  
d) syklohekseeni

**Ratkaisu.** Bromin väri häviää, koska bromi reagoi kaksoissidoksen kanssa additiolla. Yhdisteistä kaksoissidos on vain syklohekseniinillä.

6. 0,10 moolia etyyniä palaa täydellisesti hiilidioksidiksi ja vedeksi. Kuinka monta moolia vettä muodostuu?
- 0,10 mol
  - 0,15 mol
  - 0,20 mol
  - 0,25 mol

**Ratkaisu.** Reaktioyhtälö on  $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ . Sen mukaan vettä muodostuu yhtä suuri ainemäärä kuin etyyniä palaa. Siten 0,10 mol etyyniä tuottaa 0,10 mol vettä.

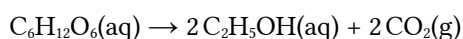
**Huomautus.** Reaktioyhtälö on tarpeeton, sillä palamisessa kaikki vety menee veteen ja etyynissä on kaksi vetyä kuten vedessäkin. Yhtä etyynimolekyyliä kohti syntyy siis yksi vesimolekyyli.

7. Elektrolyysikennon katodiksi kytketyn metallikappaleen pinnalle saostetaan 5,0 A:n sähkövirralla hopeaa  $\text{AgCN}(\text{aq})$ -liuoksesta 1,5 tunnin ajan. Mikä on muodostuneen hopeapinnan ainemäärä? ( $F = 96\,485 \text{ (A} \cdot \text{s)/mol}$ )
- 0,14 mol
  - 0,28 mol
  - 3,6 mol
  - 0,0047 mmol

**Ratkaisu.** Hopea pelkistyy seuraavasti:  $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$ . Siten saostuvan hopean ainemäärä on yhtä suuri kuin siirtyvien elektronien ainemäärä. Se saadaan laskettua sähkömäärän ja Faradayn vakion avulla:  $5,0 \text{ A} \cdot 1,5 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} / 96\,485 \text{ (A} \cdot \text{s)/mol} \approx 0,28 \text{ mol}$ .

**Huomautus.** Ne, jotka tarkkailevat silmä kovana kaavaliitteen vakioiden arvoja, saattoivat huomata, että Faradayn vakio on tehtävänannossa pari numeroa tarkempi kuin kaavaliitteessä. Onneksi tässä kokeessa ei taidettu sanoa, että kaavaliitteen vakio oletetaan tarkoiksi, koska sehän olisi tarkoittanut, että tehtävänannon tarkempi vakio olisikin ollut ”epätarkempi” kuin epätarkempi ”tarkka” arvo!

8. Glukoosin  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  käymisreaktiossa muodostuu hiivan entsyymien vaikutuksesta etanolia ja hiilidioksidia. Reaktio tapahtuu vesiliuoksessa.



Mikä on reaktiossa syntyvän hiilidioksidin (25 °C, 101 325 Pa) tilavuus, jos 310 g glukoosia käy täydellisesti etanoliksi?

- 21,0 dm<sup>3</sup>
- 42,1 dm<sup>3</sup>
- 84,2 dm<sup>3</sup>
- 93,4 dm<sup>3</sup>

**Ratkaisu.** Koska  $M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = (6 \cdot 12,01 + 12 \cdot 1,008 + 6 \cdot 16,00) \text{ g/mol} \approx 180,2 \text{ g/mol}$  ja reaktioyhtälön mukaan  $n(\text{CO}_2) = 2 \cdot n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$ , niin  $n(\text{CO}_2) = 2 \cdot 310 \text{ g} / 180,2 \text{ g/mol} \approx 3,441 \text{ mol}$ . Tilavuudeksi saadaan ideaalikaasun tilanyhtälöstä:  $V = nRT / p = 3,441 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot (273,15 + 25) \text{ K} / 101\,325 \text{ Pa} \approx 0,0842 \text{ m}^3 = 84,2 \text{ dm}^3$ .

**Huomautus.** Ideaalikaasun tilanyhtälö on nopea näpytellä laskimeen, mutta vielä nopeampaa on käyttää NTP-moolitilavuutta:  $3,441 \text{ mol} \cdot 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol} \approx 77 \text{ dm}^3$ . Koska NTP-olosuhteissa lämpötila on 0 °C, tilavuus on oikeaa pienempi, mutta näillä vaihtoehdoilla tarkkuus kutakuinkin riittää. Se, joka on jo ehtinyt opetella *MAOL-taulukoiden* uuden 20 °C:n moolitilavuuden 24,06 dm<sup>3</sup>/mol saakin tulokseksi jo 83 dm<sup>3</sup> eli lähes oikean vastauksen.

9. Tasapainossa olevan kaasusysteemin  
 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$   
painetta nostetaan vakio­lämpötilassa tilavuutta pienentämällä. Mitä tapahtuu?
- Tasapainoasema siirtyy kohti tuotteita.
  - Tasapainoasema siirtyy kohti lähtöaineita.
  - Tasapainoasema ei muutu.
  - Tasapainovakion arvo pienenee.

**Ratkaisu.** Vakio­lämpötila tarkoittaa, että tasapainovakion arvo ei muutu. Siten tilavuuden pienentyessä tasapainon on siirryttävä siihen suuntaan, jossa kaasumaisten aineiden lukumäärä on pienempi, eli kohti tuotteita.

10. Koeputkessa on tuntematonta ja väritöntä yhdistettä. Koeputkeen lisätään vähitellen violettiä kaliumpermanganaattiliuosta, jonka pitoisuus on  $0,03 \text{ mol/dm}^3$ . Kaliumpermanganaatin reagoidessa yhdisteen kanssa näyteliuos muuttuu keltaiseksi. Mikä seuraavista voi olla tämä tuntematon ja väritön yhdiste?
- propanoli
  - bentseeni
  - dietyylieetteri
  - sykloheksaani

**Ratkaisu.** Kaliumpermanganaatti on voimakas hapetin. Mainituista yhdisteistä se hapettaa ainoastaan propanolin, joko propaanihapoksi tai propanoniksi.

**Huomautus.** Liuoksesta odottaisi enemmän väritöntä kuin [keltaista](#).