

Mooli

KE3

Jakso 5

Harjoittele-tehtävien
malliratkaisut



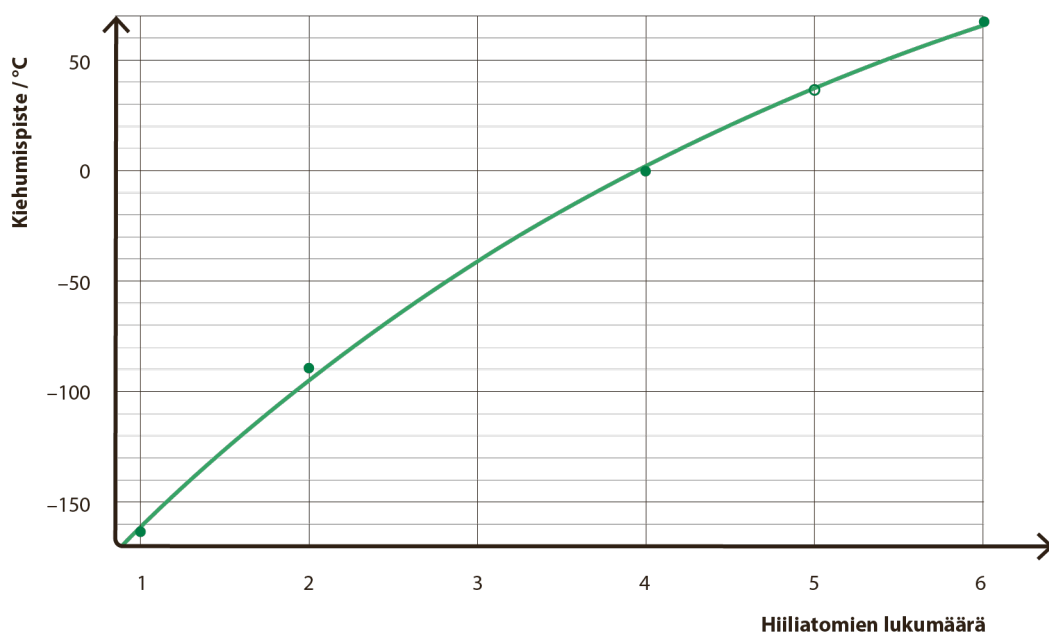
5.1 Pentaanin kiehumispisteen määrittäminen kuvaajalta

Laadi oheisten taulukkotietojen perusteella kuvaaja, jolta näkyy, kuinka alkaanien kiehumispiste muuttuu hiiliatomien lukumäärän funktiona. Määritä kuvaajalta sellaisen alkaanin kiehumispiste, jossa on viisi hiiliatomia. Vertaa määrittämäsi kiehumispiste tietokirjallisuudessa annettuun, kokeellisesti mitattuun arvoon.

Hiiliatomien lukumäärä	Kiehumispiste (°C)
1	- 164
2	- 89
3	- 42
4	-1
6	68

Ratkaisu:

Mallikuvaaja



Viisi hiiliatomia sisältävän alkaanin (pentaanin) kiehumispiste on noin 36 astetta.

Tietokirjallisuusarvo: 36 °C.

James Wei (1999), *Molecular Symmetry, Rotational Entropy, and Elevated Melting Points*. Ind. Eng. Chem. Res., volume 38 issue 12, pp. 5019–5027, haettu 12.3.2021

<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0534.htm>, haettu 18.3.2021

5.2 Väittämiä orgaanisten yhdisteiden ominaisuuksista

Valitse oikeat väittämät.

- a) Kaikki alkaanit ovat huoneenlämpötilassa kaasuja.
- b) Mitä pidempi hiilivetyketju yksiarvoisessa alkoholimolekyylissä on, sitä korkeampi on alkoholin kiehumispiste.
- c) Kaikki alkoholit liukenevat hyvin veteen.

- d) 2-metyylipropanin kiehumispiste on $-11,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja butaanin $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kiehumispisteiden ero selittyy sillä, että 2-metyylipropanimolekyylien välillä dispersiovoimia on pienemmällä alalla.
- e) Metanaalilla on alhaisempi kiehumispiste kuin metanolilla, koska metanaalimolekyylien välille muodostuu dipoli-dipolisidoksia, mutta metanolimolekyylien välille vetysidoksia.
- f) Metyyliformiaatti ja etyyliasetaatti ovat molemmat estereitä. Metyyliformiaatin liukoisuus veteen on parempi kuin etyyliasetaatin. Tämä selittyy sillä, että metyyliformiaatissa on pienempi pooliton hiilivetyosa.

Ratkaisu:

Oikeat väittämät: b, d, e, f

5.3 Ominaisuuksien vertailua

Valitse yhdisteistä se,

a) jolla on korkeampi kiehumispiste.

yhdistepari: propaani ja pentaani

b) joka liukenee paremmin veteen.

yhdistepari: propan-1-oli ja heksan-1-oli

c) jolla on alhaisempi sulamispiste.

yhdistepari: etaanihappo ja etaanidihappo

d) joka liukenee paremmin heksaaniin.

yhdistepari: propan-1-oli ja pentan-1-oli.

Ratkaisu:

a) pentaani

b) propan-1-oli

c) etaanihappo

d) pentan-1-oli

5.4 Alkaanien ominaisuuksien selittäminen

Selitä molekyylien välisten sidosten avulla, miksi

a) heksaani kiehuu korkeammassa lämpötilassa kuin propaani.

b) metaani on kaasu huoneenlämpötilassa, mutta heksaani neste.

c) oktaani liukenee hyvin bensiiniin, mutta huonosti veteen.

Ratkaisu:

a) Sekä heksaani että propaani ovat hiilivetyjä, jotka koostuvat poolittomista molekyyleistä eli molekyylien välille muodostuu vain dispersiovoimia. Heksaanimolekyylit ovat suurempia, joten molekyylien välille muodostuu dispersiovoimia laajemmalle alalle. Täten molekyylien välisten sidosten katkaisemiseen tarvitaan enemmän lämpöenergiaa ja heksaanin kiehumispiste on korkeampi.

b) Metaani on pienistä poolittomista molekyyleistä koostuva hiilivety. Molekyylien välille muodostuu dispersiovoimia vain hyvin pienelle pinta-alalle. Metaanimolekyylien välisten dispersiovoimien katkaisemiseksi riittää huoneenlämpötilassa oleva lämpöenergia. Täten metaani on huoneenlämpötilassa kaasu. Heksaanimolekyylit ovat suurempia, joten molekyylien välille muodostuu dispersiovoimia laajemmalle alalle. Huoneenlämpötilan

lämpöenergia ei riitä heksaanimolekyylien välisten dispersiivoimien rikkomiseen, joten heksaani on neste huoneenlämpötilassa.

c) Oktaani on melko suurista, poolittomista molekyyleistä koostuva aine, samoin kuin bensiini, joka on erilaisten hiilivetyjen seos. Oktaani- ja bensiinimolekyylien välille muodostuu dispersiivoimia laajalle alalle, joten aineet sekoittuvat keskenään. Suurien, poolittomien oktaanimolekyylien ja pienten, hyvin poolisten vesimolekyylien välille ei tällaisia vuorovaikutuksia pääse muodostumaan, joten oktaani ei sekoitu eikä liukene veteen.

5.5 Funktionaaliset ryhmät ja aineiden ominaisuudet

Selitä poolisuuden ja molekyylien välisten sidosten avulla, miksi

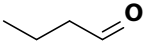
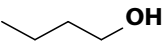
a) butanaalin kiehumispiste on alhaisempi (76 °C) kuin butan-1-olin (118 °C).

b) etaanihapon kiehumispiste on 118 °C, mutta etanaalin vain 21 °C.

c) metaanihappo liukenee hyvin veteen, mutta steariinihappo ei juuri lainkaan.

d) metyyliamiini on huoneen lämpötilassa kaasu, mutta metanoli neste. Mallinna Ratkaisutasi myös piirroksella.

Ratkaisu:

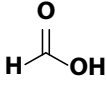
a) butanaali  butan-1-oli 

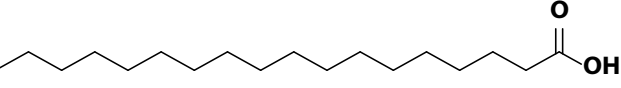
Molemmat aineet koostuvat molekyyleistä, joissa on neljä hiiliatomia. Butan-1-oli on alkoholi, joten butanolimolekyyleissä on hydroksiryhmä –OH. Hydroksiryhmien kautta butan-1-olimolekyylien välille muodostuu voimakkaita molekyylien välisiä vetysidoksia. Butanaalissa on aldehydeille tyypillinen –CHO-ryhmä. –CHO-ryhmien kautta butanaalimolekyylien välille muodostuu vetysidoksia heikompia dipoli-dipolisidoksia, joiden katkeamiseen tarvitaan vähemmän lämpöenergiaa. Siten butanaalin kiehumispiste on alhaisempi.

b) etaanihappo  etanaali 

Molemmat aineet koostuvat molekyyleistä, joissa on kaksi hiiliatomia.

Etaanihappomolekyyleissä on karboksyylihapoille tyypillinen –COOH-ryhmä. Näiden ryhmien vaikutuksesta etaanihappomolekyylien välille muodostuu vetysidoksia. Etanaalimolekyyleissä on aldehydeille tyypillinen –CHO-ryhmä. Aldehydiryhmien vaikutuksesta etanaalimolekyylien välille muodostuu dipoli-dipolisidoksia, jota ovat heikompia molekyylien välisiä sidoksia kuin vetysidokset. Nämä heikommat molekyylien väliset sidokset selittävät etanaalin alhaisemman kiehumispisteen.

c) metaanihappo 

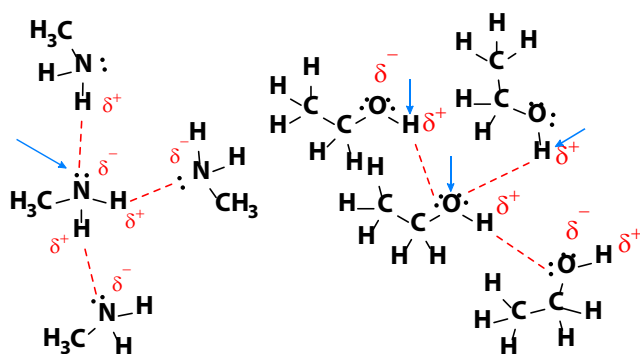
steariinihappo 

Metaanihappo on koostunut pienistä, poolisista molekyyleistä, joissa on –COOH-ryhmä.

Tämän ryhmän kautta metaanihappomolekyylit muodostavat vetysidoksia vesimolekyylien kanssa, joten aine liukenee hyvin veteen. Steariinihappomolekyylissä on hyvin pitkä, pooliton hiiliketju, joka vähentää –COOH-ryhmän ja vesimolekyylien välille muodostuvien vetysidosten merkitystä vesiliukoisuudelle. Vesimolekyylit eivät pääse tunkeutumaan pitkien, poolittomien hiiliketjujen väliin, joten steariinihappo ei liukene juuri lainkaan veteen.

d) metyyliamiini $\text{H}_3\text{C}-\text{NH}_2$ metanoli $\text{H}_3\text{C}-\text{OH}$

Molemmissa molekyyeissä on vain yksi hiiliatomi eli poolittoman osan merkitys on yhtä suuri. Metyyliamiinissa on poolinen aminoryhmä $-\text{NH}_2$. Aminoryhmän typpiin voi muodostua yksi vetysidos toisen metyyliamiinin aminoryhmän vetyatomista. Metanolimolekyyllissä on poolinen hydroksiryhmä $-\text{OH}$. Hydroksiryhmän happiatomiin voi muodostua kaksi vetysidosta toisten metanolimolekyylien $-\text{OH}$ -ryhmistä. Metanolimolekyylien välillä olevat vetysidokset ovat voimakkaammat kuin metyyliamiinimolekyylien välillä. Siksi metanolin kiehumispiste on korkeampi kuin metyyliamiini.



5.6 Funktionaalisen ryhmän vaikutus sulamispisteeseen

Tutustu taulukon yhdisteiden rakennekaavoihin ja yhdisteiden sulamispisteisiin.

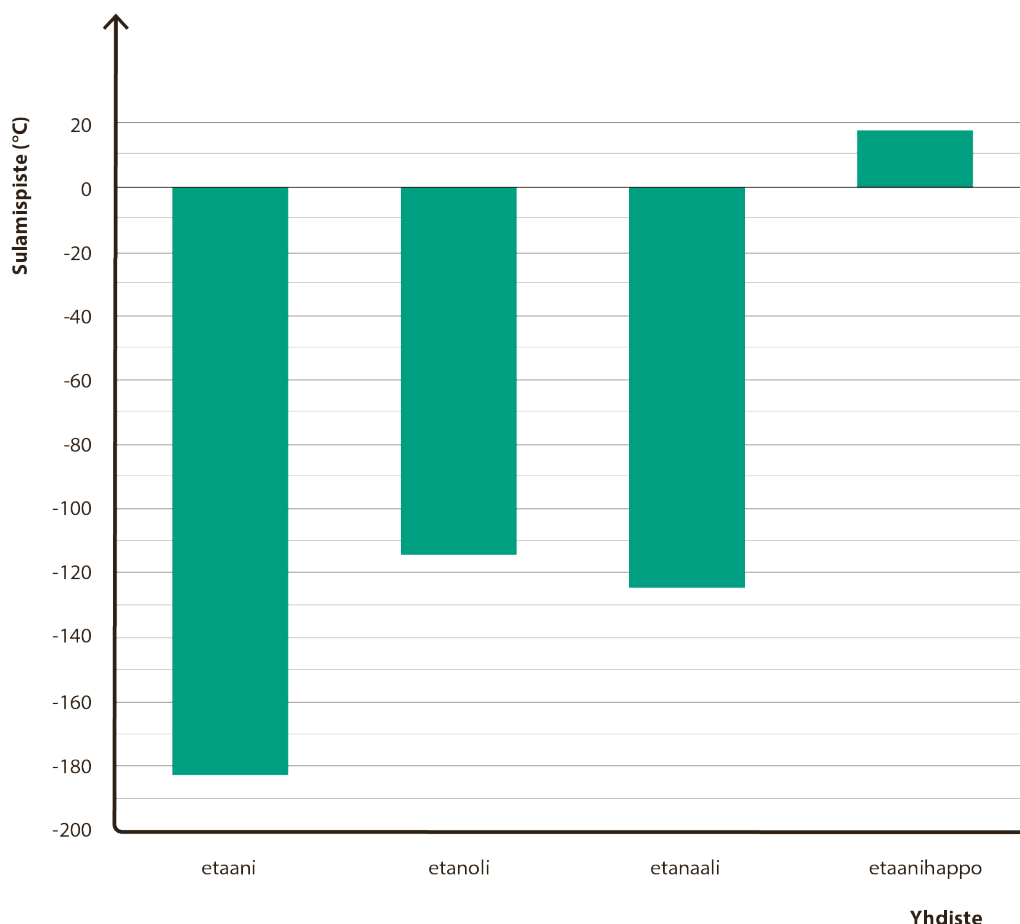
Yhdisteen nimi	Rakennekaava	Sulamispiste (°C)
etaani	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} - \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	-183
etanoli	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{OH} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} - \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	-114
etanaali	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{O} \\ & \backslash & // \\ & \text{C} - \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	-124
etaanihappo (etikkahappo)	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{O} \\ & \backslash & // \\ & \text{C} - \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{OH} \end{array}$	17

a) Laadi pylväsdiagrammi taulukon yhdisteiden sulamispisteille.

b) Vertaile taulukon yhdisteiden sulamispisteitä ja selitä yhdisteissä olevien funktionaalisten ryhmien vaikutus sulamispisteisiin.

Ratkaisu:

a)



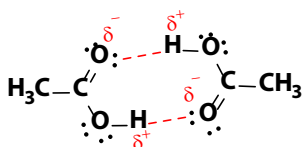
b) Kaikissa tehtävän molekyyeissä on kahden hiiliatomin mittainen pooliton osa. Aineiden sulamispisteiden järjestys on: etaani < etanaali < etanoli < etaanihappo.

Etaani on alkaani, joten se ei sisällä mitään funktionaalista ryhmää. Etaanimolekyylien välille muodostuu vain hieikkoja dispersiovoimia. Näiden heikkojen sidosten seurauksena etaanin sulamispiste on alhaisin.

Etanaalimolekyylistä löytyy poolinen aldehydiryhmä. Etanaalimolekyylien välille muodostuu dispersiovoimien lisäksi dipoli-dipolisidoksia, jotka ovat dispersiovoimia vahvempia. Etanaalin sulamispiste (-124 °C) on siten korkeampi kuin etaanin.

Etanolimolekyyliässä on hydroksihyhmä, joka on vahvasti poolinen. Etanolimolekyylien välille muodostuu dispersiovoimien lisäksi vetysidoksia, jotka ovat vahvimpia molekyylien välisiä sidoksia. Etanolin sulamispiste (-114 °C) on tämän takia korkeampi kuin etaanin ja etanaalin.

Etaanihappomolekyyliässä on karboksyylihyhmä, joka on vahvasti poolinen. Etaanihappomolekyylien välille muodostuu dispersiovoimia ja vetysidoksia. Tämän lisäksi kaksi etaanihappomolekyyliä voivat muodostaa dimeerin. Kaikki nämä molekyylien väliset vuorovaikutukset nostavat etaanihapon sulamispistettä (17 °C), joka on siksi korkein muihin taulukon yhdisteiden kiehumispisteisiin verrattuna.



5.7 Alkoholien käyttökohteita

Yhdistä alkoholi ja käyttökohde.

Alkoholi	Käyttökohde
metanoli	desinfiointiaineena
etanoli	liuottimena parfyymeissä ja partavesissä
glyseroli	auton tuulilasin pesunesteessä
glykoli	kosteudensitojana voiteissa ja hammastahnoissa
	auton jäähdytinnesteessä
	sprii-keittimessä palavana aineena

Ratkaisu:

metanoli: auton tuulilasin pesunesteessä

etanoli: desinfiointiaineena, auton tuulilasin pesunesteessä, liuottimena parfyymeissä ja partavesissä, sprii-keittimessä palavana aineena

glyseroli: kosteudensitoja voiteissa ja hammastahnoissa

glykoli: auton jäähdytinnesteessä

5.8 Karboksyylihappoja luonnossa ja elintarvikkeissa

Yhdistä karboksyylihapo oikeaan asiayhteyteen.

Karboksyylihapo
muurahaishappo
etikkahappo
maitohappo
oksaalihappo
bentsoehappo

Asiayhteys



Ratkaisu:

muurahaishappo – nokkonen

etikkahappo – ketsuppi

maitohappo – viili
 oksaalihappo – raparperi
 bentsoehappo – puolukka

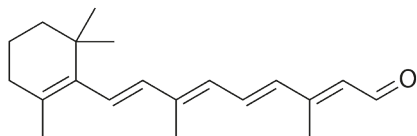
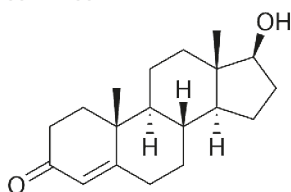
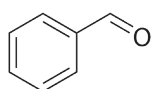
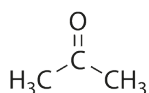
5.9 Aldehydejä ja ketoneja luonnossa ja tuotteissa

Yhdistä yhdisteen nimi, rakennekaava ja oikea asiayhteys.

Aldehydin tai ketonin nimi

asetoni
 bentsaldehydi
 formaldehydi
 retinaali
 testosteroni

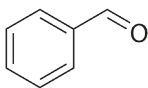
Yhdisteen rakennekaava

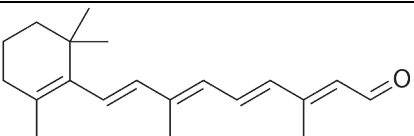
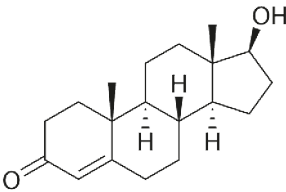


Asiayhteys

näköprosessi
 biologisten preparaattien säilytys
 hormoni
 kynsilakan poistoaine
 karvasmanteliöljy

Ratkaisu:

Yhdisteen nimi	Rakennekaava	Asiayhteys
asetoni	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$	kynsilakan poistoaine
bentsaldehydi		karvasmanteliöljy

formaldehydi		biologisten preparaattien säilytys
retinaali		näköprosessi
testosteroni		hormoni

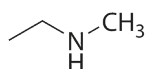
5.10 Typpiyhdisteiden luokittelu

Alla on lueteltu joukko orgaanisia typpiyhdisteitä ja eräitä kemian käsitteitä. Mitkä näistä voidaan yhdistää toisiinsa? Esitä vastauksessa kunkin yhdisteen rakennekaava ja merkitse näkyviin kaikki siihen liittyvät käsitteet käyttäen annettua numerointia.

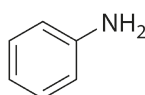
Typpiyhdiste	Käsite
A ettyylimetyyliamiini	1 sekundäärinen amiini
B aminobentseeni	2 aromaattinen yhdiste
C 2-aminoetaanihappo	3 molekyylien välillä vetysidoksia
D trimetyyliamiini	4 aminohappo
E ettyyliamiini	5 tertiäärinen amiini

Ratkaisu:

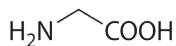
A:



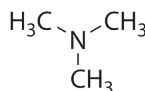
B:



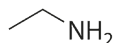
C:



D:

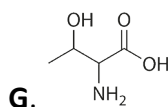
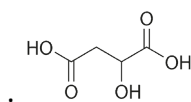
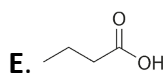
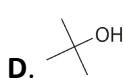
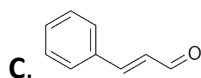
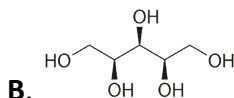
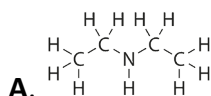


E:



5.11 Orgaanisten molekyylien luokittelu

Alla on lueteltu joukko orgaanisia yhdisteitä eri yhdisteryhmistä ja muutamia kemian käsitteitä luokittelusta ja sidoksista. Yhdistä kunkin yhdisteen rakennekaava ja kaikki siihen liittyvät käsitteet käyttäen annettua numerointia.



1. aminohappo
2. moniarvoinen alkoholi
3. aldehydi
4. tertiäärinen alkoholi
5. hydroksihappo
6. sekundäärinen amiini
7. molekyylien välillä vetysidoksia heikompia dipoli-dipolisidoksia
8. molekyylien välillä vetysidoksia
9. molekyylien välillä dispersiovoimia

Ratkaisu:

6, 8, 9

2, 8, 9

3, 7, 9

4, 8, 9

8, 9

5, 8, 9

1, 8, 9

5.12 Hiilivedyn ja veden seos

Katso oheinen videoleike ja tee yhteenveto, mitä demonstraatiolla havainnollistettiin ja selitä havainnot. Havaintojen selkeyttämiseksi demonstraatiossa käytetty vesi on värjätty sinisellä elintarvikeväriä.

Ratkaisu:

Demonstraatiolla havainnollistettiin heksaanin huonoa vesiliukoisuutta, kahden toisiinsa liukenemattoman nesteen muodostamaa heterogeenistä seosta ja nesteiden erilaista tiheyttä.

Havaintojen selitykset:

Heksaani koostuu poolittomista molekyyleistä, joten se ei liukene hyvin poolisista molekyyleistä koostuvaan veteen.

Aineen eivät sekoitu keskenään, vaan muodostuu heterogeeninen seos, jossa havaitaan kaksi faasia.

Vesikerros asettuu heksaanikerroksen alle, mikä tarkoittaa, että veden tiheys on suurempi kuin heksaanin tiheys.

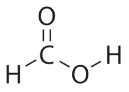
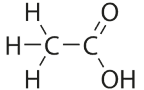
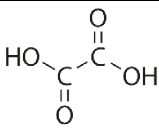
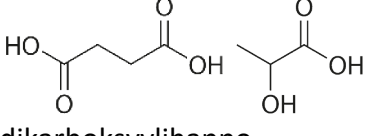
5.13 Karboksyylihappojen ominaisuudet ja käyttö

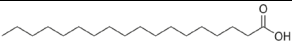
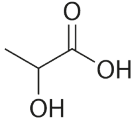
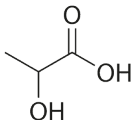
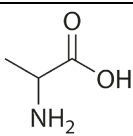
Tutustu taulukon tietoihin.

a) Laadi pylväsdiagrammit seuraavien yhdisteiden sulamispisteille ja vesiliukoisuuksille: etaanihappo, etaanidihappo, oktaadekaanihappo ja bentseenikarboksyylihappo.

b) Vertaile laatimasi kuvaajan avulla yhdisteiden sulamispisteitä ja vesiliukoisuutta. Tee johtopäätöksiä molekyylin koon, poolisuuden ja molekyylin välisen heikkojen sidosten vaikutuksesta sulamispisteeseen ja vesiliukoisuuteen.

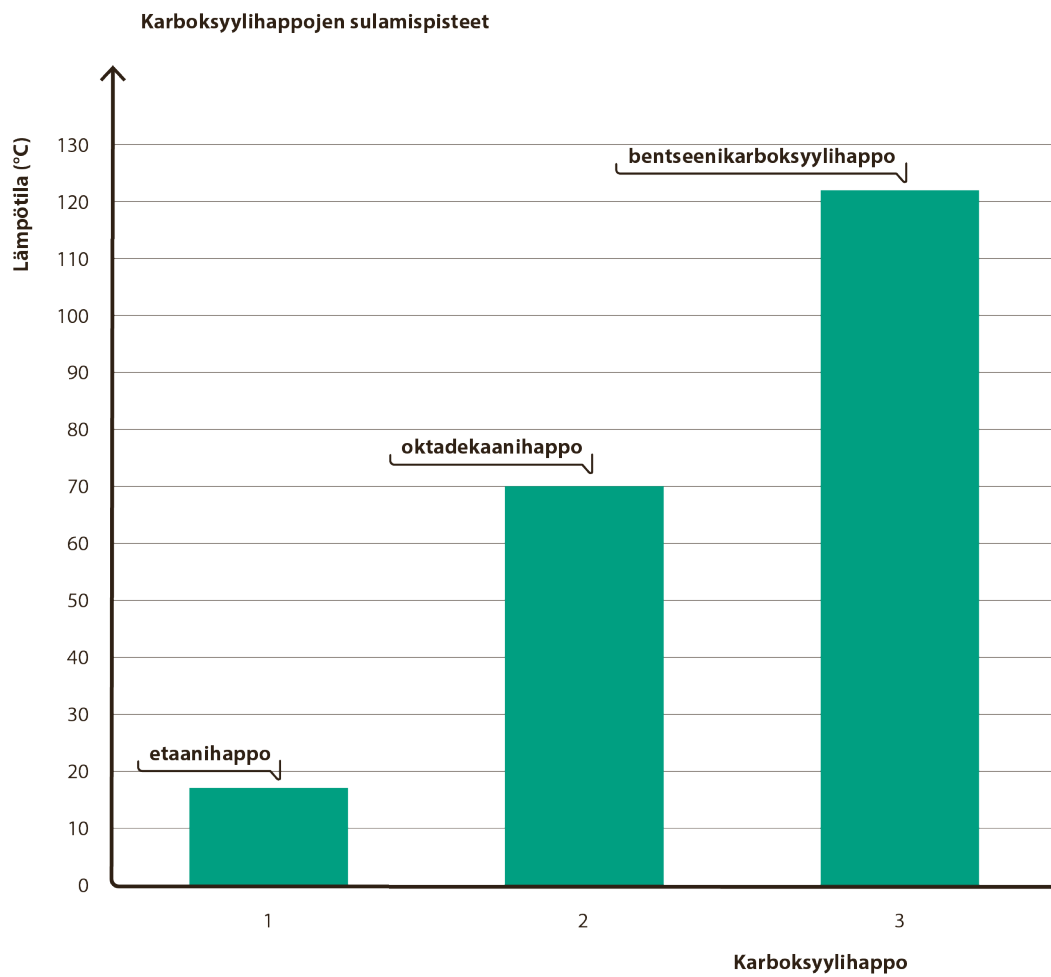
c) Yhdistä yksi kuvien A-H mukainen käyttökohte yhteensä taulukossa esitettyyn karboksyylihappoon.

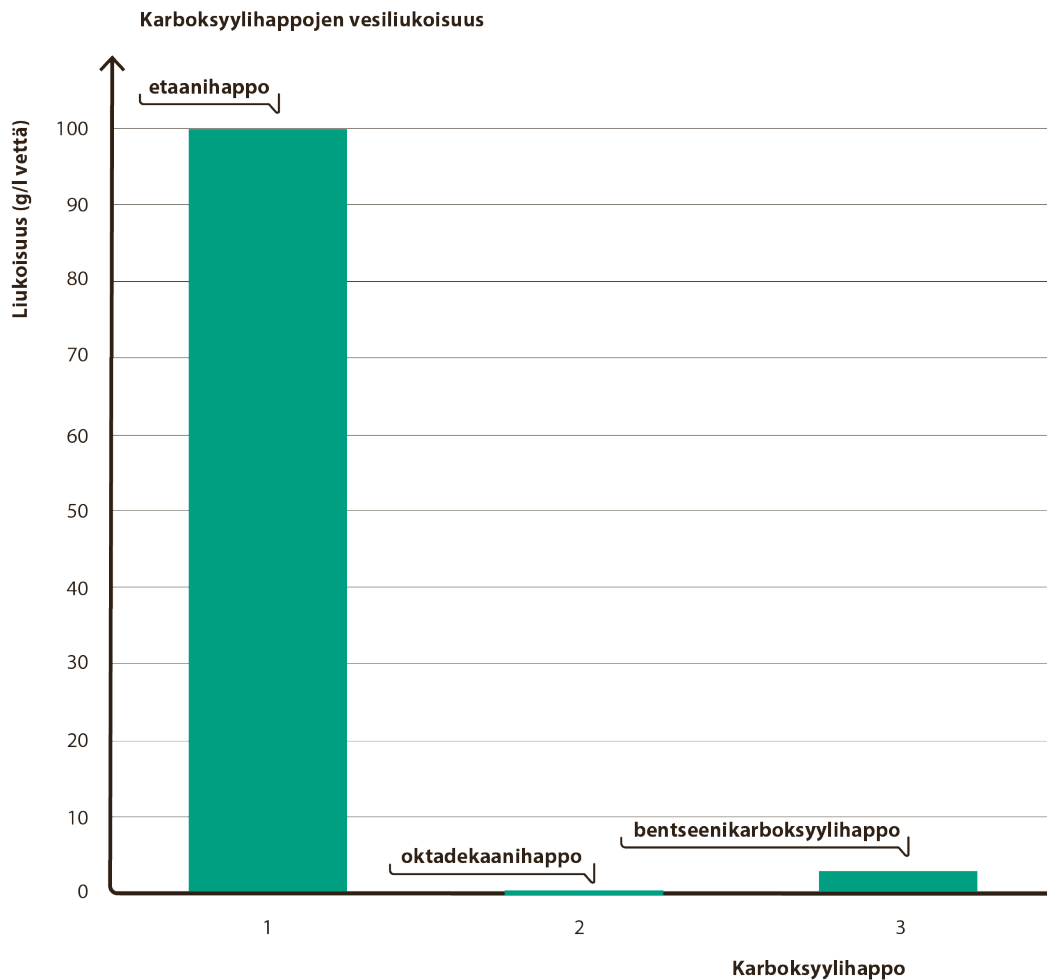
Karboksyylihapon nimi	Rakennekaava ja luokittelu	Sulamispiste (°C)	Liukoisuus vet. °C) (g/l vettä)
metaanihappo (muurahaishappo)	 monokarboksyylihappo	8	∞
etaanihappo (etikkahappo)	 monokarboksyylihappo	17	∞
etaanidihappo (oksaalihappo)	 dikarboksyylihappo	190	94
butaanidihappo (meripihkahappo)	 dikarboksyylihappo	186	58

oktadekaanihappo (steariinihappo)	 rasvahappo	70	0,0029
bentseenikarboksyylihap- po (bentsoehappo)	 aromaattinen karboksyylihappo	122	2,9
2-hydroksi- propanihappo (maitohappo)	 α -hydroksihappo	17	∞
2-aminopropaani- happo (alaniini)	 aminohappo	300	167

- A AIV-rehu
- B elintarvikkeiden säilöntäaine
- C gelatiini
- D karboksimeetyliselluloosa (CMC)
- E lääkesukkinaatit
- F maitohappokäyminen
- G ruosteen poistaminen
- H steariini-kynttilä

Ratkaisu:





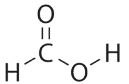
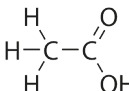
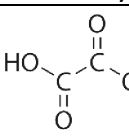
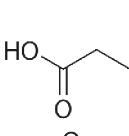
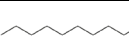
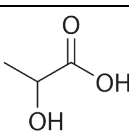
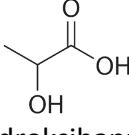
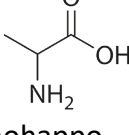
Sulamispisteet: Matalin sulamispiste on etaanihapolla, korkein sulamispiste on bentseenikarboksylihapolla. Näiden yhdisteiden väliltä löytyy oktadekaanin sulamispiste. Tämä tarkoittaa sitä, että bentseenikarboksylihapolla on vahvimmat molekyylin väliset sidokset. Nämä sidokset ovat vetysidoksia ja dispersiovoimia. Vetysidokset muodostuvat karboksyyliyhdyntymän vedyn positiivisen osittaisvarauksen ja toisen molekyylin hapen negatiivisen osittaisvarauksen välillä. Tämän lisäksi kaksi bentseenikarboksyliyhdyntymä molekyylia voi muodostaa dimeerin, joka kohoaa sulamispisteen lisäämällä molekyylin kokoa. Poolittoman bentseenin renkaan litteän muotonsa vuoksi, molekyylin väliset dispersiovoimat ovat voimakkaita. Etaanihappo on näistä molekyyleistä kooltaan pienin. Lyhyen, poolittoman hiilivetyketjun vuoksi, kahden etaanin molekyylin välille ei muodostu dispersiovoimia juuri ollenkaan. Molekyylit sitoutuvat toisiinsa vetysidoksilla ja pystyvät muodostamaan dimeerejä, jotka kuitenkin ovat kahden muun molekyylin kokoihin verrattuina pieniä. Oktadekaanin heikot sidokset ovat pääosin dispersiovoimia, pitkän, poolittoman hiilivetyketjun johdosta. Molekyylit ovat kuitenkin niin isoja, että näitä sidoksia on runsaasti kahden hiilivetyketjun välillä. Tämä kohoaa sulamispistettä verrattuna etaanihappoon.

Vesiliukoisuus: Etaanihappo liukenee missä suhteessa tahansa veteen. Muilla kahdella yhdisteellä on pieni liukoisuus veteen. Etaanihappo on näistä yhdisteistä siis poolisin. Tämä johtuu siitä, että etaanihapolla on lyhyt, pooliton hiilivetyketju ja poolinen karboksyyliyhdyntymä on dominoiva. Veden ja karboksyyliyhdyntymän välille muodostuu siten helposti vetysidoksia ja yhdiste liukenee helposti veteen. Oktadekaanin vesiliukoisuus on pienin, vain 2,9 mg vesiliitaa kohden. Tämä johtuu siitä, että vesimolekyylit eivät pysty muodostamaan

vetysidoksia oktadekaanihapon pitkän, poolittoman hiilivetyketjuun. Näin oktadekaanihappo ei liukene juuri ollenkaan veteen. Myös bentseenikarboksyylihapon liukoisuus (2,9 g/l vettä) on rajallinen, mutta kuitenkin tuhat kertaa suurempi kuin oktadekaanihapon.

Bentseenikarboksyylihapon pooliton osa, bentseenirengas, on paljon pienempi kuin oktaanidekaanihapon hiilivetyketju. Näin vesi pystyy muodostamaan riittävästi vetysidoksia bentseenikarboksyylihapon poolisen osan kanssa, että molekyyli liukenee veteen.

b)

Karboksyylihapon nimi	Rakennekaava ja luokittelu	Sulamispi ste (°C)	Liukoisuus veteen (20 °C) (g/l vettä)	Käyttö
metaanihappo (muurahaishappo)	 monokarboksyylihappo	8	∞	A. AIV-rehu
etaanihappo (etikkahappo)	 monokarboksyylihappo	17	∞	D. karboksimeetyylisellul (CMC)
etaanidihappo (oksaalihappo)	 dikarboksyylihappo	190	94	G. ruosteen poistaminen
butaanidihappo (meripihkahappo)	 dikarboksyylihappo	186	58	E. lääkesukkinaatit
oktadekaanihappo (steariinihappo)	 rasvahappo	70	0,0029	H. steariini kynttilä
bentseenikarboksyylihappo (bentsoehappo)	 aromaattinen karboksyylihappo	122	2,9	B. elintarvikkeiden säilöntäaine
2-hydroksi-propaanihappo (maitohappo)	 α-hydroksi happo	17	∞	F. maitohappokäyminen
2-aminopropaanihappo (alaniini)	 aminohappo	300	167	C. gelatiini

5.14 Poolisuus ja poolittomuus käytännössä

Etsi tietoa ja pohdi, miksi

- a) kasvien ja vihannesten C-vitamiinipitoisuus säilyy paremmin, mikäli ne kypsennetään höyryttämällä sen sijaan, että niitä keitetäisiin suuressa vesimäärässä.
- b) vesilintujen sulat eivät kastu niiden sukeltaessa, mutta öljyonnettomuuden sattuessa sulat peittyvät öljyllä.
- c) valkoisen, polypropeenista valmistetun muovirasian sisäpinta värjäytyy oranssiksi, kun rasiassa säilytetään porkkanaraastetta eikä rasia puhdistu pelkällä vespesulla.

Ratkaisu:

- a) C-vitamiini on pieni, useita poolisia hydroksiryhmiä sisältävä, hyvin veteen liukeneva vitamiini. Kun kasvikset kypsennetään höyryttämällä, C-vitamiinia ei liukene niin runsaasti kuin suurta vesimäärää käytettäessä.
- b) Vesilintujen sulkapeitteen pinnalla on poolittomista molekyyleistä koostuva vahamainen pinta, joka estää vesimolekyylejä tunkeutumasta sulkapeitteen läpi. Veteen joutunut öljy koostuu poolittomista molekyyleistä, jotka sitoutuvat dispersiovoimilla poolittomista molekyyleistä koostuvaan vahapintaan ja peittävät sulkakerroksen.
- c) Polypropeeni on poolittomista molekyyleistä koostuva, pitkäketjuinen polymeeri. Porkkanan oranssit väriaineet (karotenoidit) ovat orgaanisia molekyylejä, joissa on suuri pooliton osa. Porkkanan väriaineet sitoutuvat muovirasian pintaan dispersiovoimilla, joita muodostuu laajalle alalle. Vesimolekyylit eivät muodosta porkkanan väriaineiden kanssa riittävän vahvoja sidoksia, jotta väriaineet irtoaisivat rasian pinnasta.

5.15 Vitamiinien erilainen liukoisuus ja konsentraatiot elimistössä

Tutustu aineistoihin I ja II.

Aineisto I (kuva ja teksti): C- ja E-vitamiinit

Aineisto II (teksti): C- ja E-vitamiinien konsentraatiot veressä ajan funktiona.

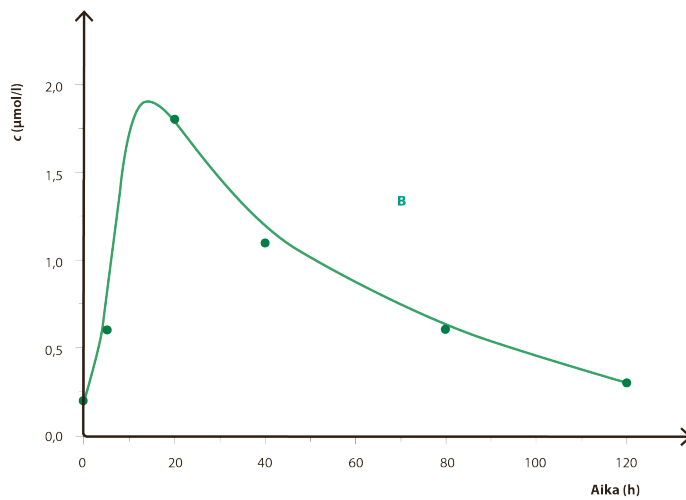
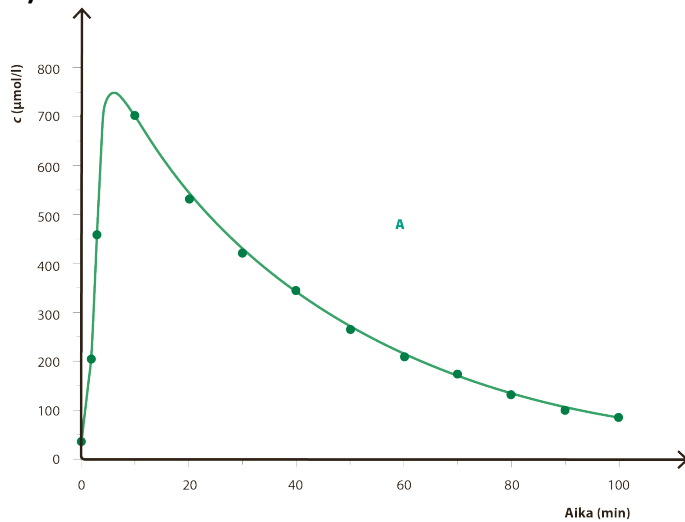
- a) Vertaile C-vitamiinin ja E-vitamiinien rakennekaavoja ja perustele, miksi C-vitamiini kuuluu vesiliukosiin vitamiineihin, mutta E-vitamiinia kutsutaan rasvaliukoiseksi vitamiiniksi.
- b) Kuvaile, miten aineiston II kuvaajat A ja B eroavat toisistaan ja perustele, kumpi kuvaajista esittää C-vitamiinin ajan konsentraatiofunktioita, kumpi E-vitamiinin konsentraatiota.

Ratkaisu:

a) C-vitamiini koostuu pienistä molekyyleistä, joissa on useita poolisia hydroksiryhmiä. Näiden ryhmien kautta C-vitamiinimolekyylit muodostavat vetysidoksia vesimolekyylien kanssa. Lisäksi C-vitamiinimolekyylissä on karbonyyliryhmä ($>C=O$), joka on poolinen. Poolisuutensa vuoksi tämä molekyylinosa lisää vitamiinin vesiliukoisuutta.

E-vitamiinissa on suuri, pooliton hiilivetyosa ja vain yksi hydroksiryhmä. E-vitamiinimolekyylien välillä on runsaasti dispersiovoimia. Vesimolekyylien ja E-vitamiinimolekyylien välille ei muodostu sellaisia molekyyliden välisiä sidoksia, joiden vaikutuksesta vitamiini liukenis (sekoittuisi) veteen.

b)



- kuvaajien vertailu:

1. Vitamiinin suurin konsentraation hetki: Kuvaajassa A suurin konsentraatio on mitattu jo noin 7 minuutin jälkeen mittausjakson alusta, kuvaajassa B vastaava aika on noin 14 tuntia.

2. Vitamiinin suurin konsentraatio: Kuvaajan A suurin konsentraatio on noin 750 µmol/l, kuvaajan B suurin noin 1,9 µmol/l.

3. Vitamiinin konsentraation ensimmäinen puoliintumisaika huippukonsentraatiosta: Kuvaajassa A konsentraatio 375 µmol/l on noin 37 minuutin kohdalla, eli puoliintumisaika on 30 minuuttia. Kuvaajassa B vastaava ajankohta tapahtuu noin 56 tunnin jälkeen, eli puoliintumisaika on 42 tuntia.

- päättely:

C-vitamiini on vesiliukoinen vitamiini, joka erittyy nopeasti virtsaan ja täten poistuu nopeasti elimistöstä.

E-vitamiini sen sijaan sitoutuu elimistön lipideihin ja poistuu elimistöstä hitaasti.

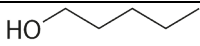
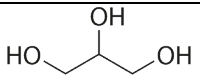
- kuvaaja A kuvaa E-vitamiinin konsentraatiota elimistössä, kuvaaja B E-vitamiinin konsentraatiota.

5.16 Yksi- ja moniarvoisen alkoholin rakenne ja ominaisuudet

Katso oheinen videoleike, jossa tutkitaan pentan-1-olia ja glyserolia.

a) Kokoa videolta tehtävät havainnot.

b) Pohdi, kuinka voisit selittää videolta tehtävät havainnot oheisessa taulukossa annettujen tietojen ja molekyylien välille muodostuvien sidosten avulla.

	Rakennekaava	M (g/mol)	ρ (g/cm ³)
pentan-1-oli		88,146	0,8
glyseroli		92,094	1,3

c) Selitä, miksi pentan-1-oli on yksiarvoinen, mutta glyseroli on moniarvoinen alkoholi.

d) Kuinka glyserolin moniarvoisuus näkyy sen systemaattisessa nimessä?

Ratkaisu:

a) Havainnot:

Molemmat alkoholit ovat nestemäisiä aineita.

Pentan-1-oli valuu ulos pipetistä nopeammin kuin glyseroli.

Glyseroli on jäykkäliikkeisempää nestettä.

b) Pentan-1-oli on viisi hiiliatomia sisältävä yksiarvoinen alkoholi, jonka tiheys on huomattavasti pienempi kuin glyserolin tiheys. Pentan-1-olimolekyyliä on siten tietyssä tilavuudessa nestettä vähemmän kuin glyserolimolekyyliä.

Pentan-1-olimolekyyliissä hiilivetyosat ovat pidempiä kuin glyserolimolekyyliissä, eli hiilivetyosien pinta-ala on suurempi. Tämän seurauksena molekyylit eivät pääse pakkautumaan niin tiiviisti kuin glyserolimolekyylit. Lisäksi pentanoli-1-molekyylien välille muodostuu vetysidoksia vain yhden hydroksiryhmän kautta.

Glyseroli on kolme hiiliatomia sisältävä pieni, moniarvoinen (kolmiarvoinen, trioli) alkoholi, jonka jokaisessa hiiliatomissa on yksi hydroksiryhmä. Glyserolimolekyylien välille muodostuu runsaasti vetysidoksia, joiden vaikutuksesta molekyylit pakkautuvat nesteeseen tiiviimmin kuin pentan-1-olimolekyylit. Glyseroli on siksi jäykkäliikkeisempää ja valuu hitaammin ulos pipetistä.

c) Pentan-1-oli on yksiarvoinen alkoholi, sillä molekyylissä on vain yksi hydroksiryhmä.

Glyseroli on moniarvoinen, sillä molekyylissä on kolme hydroksiryhmää.

d) Glyserolin systemaattinen nimi on propaani-1,2,3-trioli. Moniarvoisuus näkyy päätteen -oli edessä olevasta, kolmea hydroksiryhmää kuvaavasta merkinnästä "tri".

5.17 Mitä liuotinta taiteilija käytti?

Tutustu aineistoihin I ja II.

Aineisto I (teksti ja kuvat): Kaasukromatografia

Aineisto II (kuvat): Näytteiden kaasukromatogrammit

a) Pohdi, miksi kantajakaasuna käytetään aineistossa I mainittuja kaasuja eikä esimerkiksi happea.

b) Mitä voit päätellä metanolin ja propan-2-olin määristä aineisto I kuvan 2. perusteella? Perustele.

- c) Päättelö alkoholisten rakennekaavojen ja aineiston I kuvan 2. kaasukromatogrammin avulla, miten metanolin ja propan-2-olin sitoutuminen stationäärifaasiin poikkeaa.
- d) Arvioi aineiston I kuvan 2. avulla, millainen olisi butan-2-olin retentioaika, mikäli näyte sisältäisi sitä metanolin ja propan-2-olin lisäksi. Perustele vastauksesi.
- e) Hyödynnä kuvia 3–7 ja vastaa perustellen, mitä liuotinta restauroitavan taulun maalannut taiteilija oli käyttänyt.

Ratkaisu:

a) Kantajakaasu on oltava inertti kaasu, joka ei reagoi kemiallisesti analysoitavan yhdisteen kanssa. Happi ei sovellu kantajakaasuksi, koska se voisi hapettaa analysoitavaa ainetta. Tekstissä mainitut tyypit ja jalokaasut eivät reagoi helposti.

b) Propan-2-olia oli näytteessä enemmän kuin metanolia, sillä propan-2-olin piikin pinta-ala on isompi kuin metanolin piikin pinta-ala.

c) Metanolin retentioaika on noin 2,5 minuuttia ja propan-2-olin noin 3 minuuttia. Propan-2-oli sitoutui siis stationäärifaasiin vahvemmin kuin metanoli. Metanoli on primäärinen alkoholi, joka on poolisempi kuin sekundäärinen alkoholi propan-2-oli. Metanolin pooliton osa on myös pienempi kuin propan-2-olin pooliton molekyyliso. Koska poolisen yhdisteen vuorovaikutus on vahvempi toisen poolisen yhdisteen kanssa ja poolittoman vahvempi toisen poolittoman kanssa, voidaan päätellä, että stationäärifaasi ei ollut vahvasti poolinen. Näin metanolilla oli lyhyempi retentioaika.

d) Koska butan-2-oli pidemmän hiilivetykejunsa takia on poolittomampi kuin sekä propan-2-oli että metanoli, joten sitoutuisi stationäärifaasiin vielä vahvemmin kuin ne kaksi muuta, retentioaika olisi propan-2-olia vielä pitempää.

Öljymaalaukset yleistyivät 1400-luvulta alkaen. Taiteilijat käyttivät tuolloin pigmentteinä luonnosta saatavia väriaineita. Pigmentit liuotettiin esimerkiksi munankeltuaiseen (munatemperaan) tai kasviöljyihin. Kun maalauksia restauroidaan, teoksesta voidaan ottaa pieniä näytteitä ja tunnistaa pigmenttien sitomiseen käytetty liuotin kaasukromatografialla.

Erään 1500-luvulla työskennelleen taiteilijan maalauksen restaurointia varten kemistin tuli selvittää, mitä liuotinta taiteilija oli käyttänyt. Liuottimen tunnistusta varten hän otti taulusta ensin neljä pientä näytettä, liuotti nämä näytteet 1500-luvulla taiteilijoiden yleisesti käyttämiin liuottimiin ja analysoi näytteet kaasu-nestekromatografialla. Näiden näytteiden kaasukromatogrammit on esitetty kuvissa 3–6. Lopuksi kemisti otti taulusta vielä yhden pienen näytteen ja analysoi sen samoin kuin tunnetuissa liuottimissa olleet näytteet. Tämän näytteen kaasukromatogrammi on esitetty kuvassa 7.

e) Taiteilija oli käyttänyt pellavaöljyä - perusteluiksi tulisi sitten kaasukromatogrammien tulkinta (yhtä monta piikkiä, samoilla retentioajoilla)

5.18 Orgaanisten aineiden hapettumis- ja pelkistymisreaktioiden tunnistaminen ja orgaanisten molekyylien nimeäminen

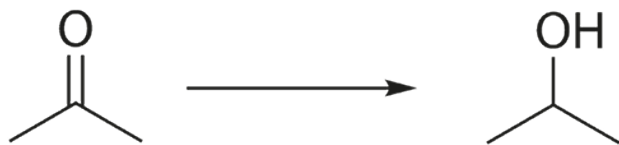
Tutki lähtöainetta ja reaktiotuotteen funktionaalisia ryhmiä. Päättelö, mihin aineryhmiin yhdisteet kuuluvat ja missä reaktiossa lähtöaine hapettuu ja missä pelkistyy.

Nimeä lähtöaine ja reaktiotuote.

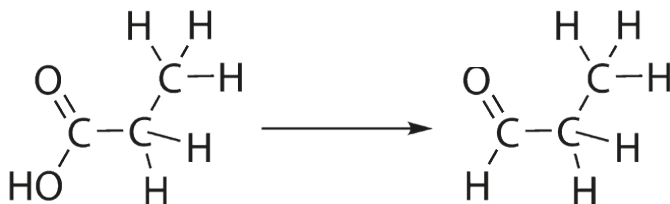
a)



b)



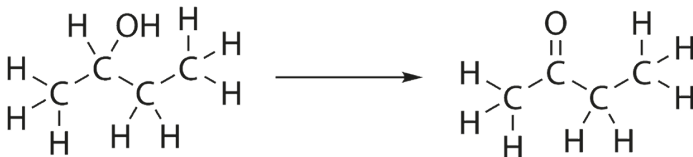
c)



d)



e)



Ratkaisu:

- a) Primäärinen alkoholi hapettuu aldehydiksi, etanoli → etanaali.
 b) Ketoni pelkistyy sekundääriseksi alkoholiksi, propanoni → propan-2-oli.
 c) Karboksyylihappo pelkistyy aldehydiksi, propaanihappo → propaanaali.
 d) Karboksyylihappo pelkistyy aldehydiksi, bentsoehappo → bentsaldehydi.
 e) Sekundäärinen alkoholi hapettuu ketoniksi, butan-2-oli → butan-2-oni.

5.19 Orgaanisen aineen reaktion tunnistaminen yhdisteiden nimien perusteella

Yhdistä lähtöaineen kirjain sopivan reaktiotuotteen numeroon ja merkitse, onko kyseessä lähtöaineen hapettuminen vai pelkistyminen.

Lähtöaine	Reaktiotuote
A. pentaanihappo	1. pentaanihappo
B. pentanaali	2. pentan-2-oni
C. pentan-2-oli	3. pentan-2-oli
D. pentan-2-oni	4. pentanaali

Ratkaisu:

A – 4, pelkistyminen, B – 1, hapettuminen, C – 2, hapettuminen, D – 3, pelkistyminen

5.20 Reaktiotuotteen päättely

Esitä seuraavien reaktioiden reaktiotuotteiden rakennekaavat ja nimeä tuotteet.

a) metanolin vesiliuokseen lisätään hapetinta (kaksi eri reaktiotuotetta).

b) propanaali pelkistetään.

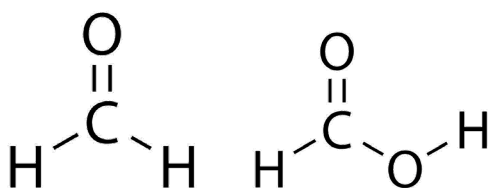
c) propan-2-olin vesiliuokseen lisätään kaliumdikromaatin hapanta vesiliuosta.

d) pentan-3-oni pelkistetään.

e) butaanihappo pelkistetään (kaksi eri reaktiotuotetta).

Ratkaisu:

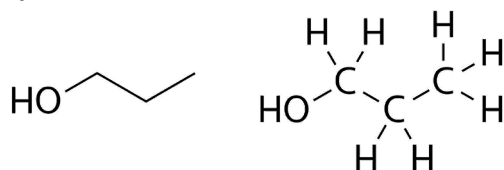
a)



metanaali

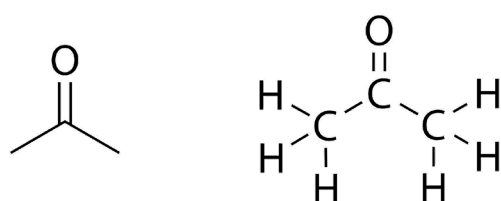
muurahaishappo

b)



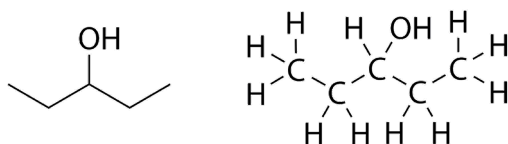
propan-1-oli

c)



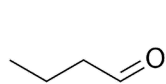
propan-2-oni

d)

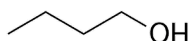
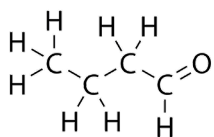


pentan-3-oli

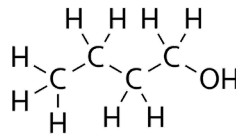
e)



butanaali



butan-1-oli



5.22 Hapettumis-pelkistymisreaktioiden kirjoittaminen

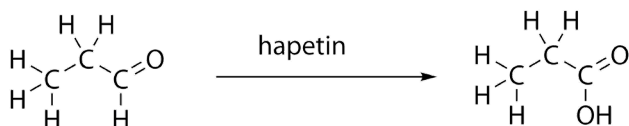
Kirjoita reaktio, kun

- a) propanaali hapettuu.
- b) propan-2-oli hapettuu.
- c) etanaali pelkistyy.
- d) sykloheksanonin pelkistyy.

Lisää reaktioyhtälöön myös merkintä hapettimesta tai pelkistimestä.

Ratkaisu:

a)



b)



c)

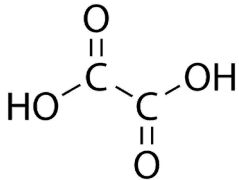
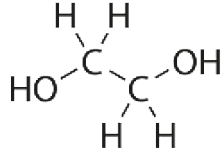
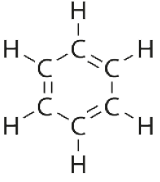
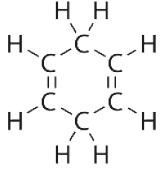
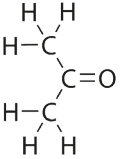
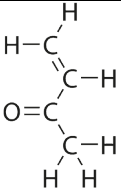


d)



5.23 Orgaanisen aineen reaktion ja olosuhteiden tulkitseminen

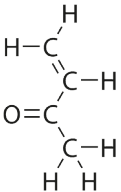
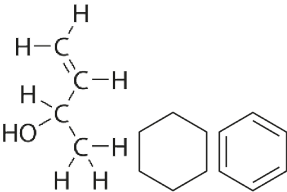
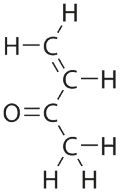
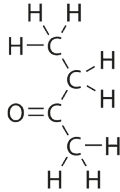
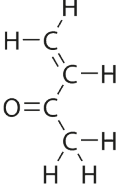
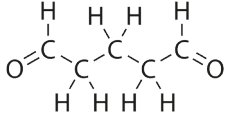
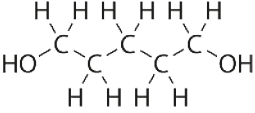
Täydennä taulukon puuttuvat tiedot. Ensimmäinen rivi on annettu esimerkkinä.

Lähtöaine, lähtöaineen luokitus	Reaktio hapetin tai pelkistin	Tuote, tuotteen luokitus	Hapettuminen tai pelkistyminen
 kaksiarvoinen karboksyylihappo, dihappo	hapetin 	 kaksiarvoinen alkoholi, dioli	pelkistyminen
			
	hapetin 	 ketoni	hapettuminen
	LiAlH ₄ 		

$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{O}=\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	→	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{O}=\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	
$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{O}=\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	$\text{MnO}_4^-/\text{H}^+$ →		
	→	$ \begin{array}{ccccccc} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & & & \\ \text{HO}- & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{OH} \\ & & & & & & & \\ & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} \end{array} $	pelkistyminen
	→		

Ratkaisu:

Lähtöaine, lähtöaineen luokitus	Reaktio hapetin tai pelkistin	Tuote, tuotteen luokitus	Hapettuminen tai pelkistyminen
$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{O} \end{array} $ kaksiarvoinen karboksyylihappo, dihappo	hapetin →	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{HO}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $ kaksiarvoinen alkoholi, dioli	hapettuminen
$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}=\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}=\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $ aromaattinen yhdiste	pelkistin →	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}=\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}=\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $ syklinen dieeni	pelkistyminen

 ketoni	LiAlH_4 	 yksiarvoinen, sekundäärinen alkoholi	hapettuminen
 ketoni, alkeeni	pelkistin 	 ketoni	pelkistyminen
	$\text{MnO}_4^-/\text{H}^+$ 	permanganaatti-ioni on hapetin, mutta ketoniryhmä ei reagoi, koska se ei voi hapettua permanganaatin vaikutuksesta	
 kaksiarvoinen aldehydi, dialdehydi	pelkistin 	 kaksiarvoinen, primäärinen alkoholi, dioli	pelkistyminen
 sykloalkaani	hapetin 	 bentseeni	hapettuminen