

Pääsykoe
Kemian laitos, Turun yliopisto
Tiistaina 7.6. klo 9-12

Lue huolellisesti seuraavat ohjeet

1. Koe alkaa, kun valvoja antaa luvan. Koe päättyy klo 12.00. Poistua saa aikaisintaan klo 10.00.
2. Kokeessa saa käyttää ylioppilaskokeessa hyväksytyä laskinta. Taulukkokirjaa ei saa olla mukana. Kokeen lopussa on liitteinä atomipainotaulukko, sekä taulukko, jossa on listattu orgaanisten yhdisteiden fysikaalisia ominaisuuksia.
3. Kaikki ylimääräiset tavarat jätetään laukkuun salin käytävälle. Kännykän pitää olla suljettuna laukussa.
4. Tehtäväpaperinipussa on 10 tehtäväsivua ja kaksi liitesivua. Mikäli tehtäväpaperisi on puutteellinen, ilmoita heti valvojalle.
5. Kaikki vastaukset kirjoitetaan tehtäväpaperiin niille osoitettuihin kohtiin. Kirjoita vastaukset selkeästi ja perustele vastauksesi. Epäselkeistä tai puutteellisista vastauksista voidaan vähentää pisteitä.
6. Jos tarvitset lisää konseptipaperia, tai sinulla on muuta asiaa valvojalle, nosta käsi ylös.
7. Älä irrota sivuja toisistaan.
8. Kirjoita nimesi ja sosiaalitytunnukseksi etusivulle, sekä nimesi jokaiselle muulle sivulle, sitä varten osoitettuun kohtaan sivun alalaidassa. Laita nimesi myös suttupaperiin. Täysin tyhjiin konseptipapereihin ei nimeä tarvita.
9. Jätä lähtiessäsi kaikki paperit niille osoitettuihin pinoihin.
10. Lähtiessäsi todista henkilöllisyytesi valvojalle (henkilöllisyystodistus, ajokortti, passi). Mikäli sinulle ei ole kuvallista henkilöllisyystodistusta mukana, sinulta pyydetään käsialanäyte ja sinun pitää käydä esittämässä henkilöllisyystodistus tiedekunnan kansliassa viikon sisällä.
11. Jos tarvitset todistuksen kokeeseen osallistumisesta, pyydä sitä valvojalta lähtiessäsi.

Pisteet (tarkastaja täyttää)

1	2	3	4	5	6	7	Yhteensä

Sukunimi, Etunimi:	Sosiaalitytunnus:
---------------------------	--------------------------

Tehtävä 1. (4 pistettä)

Yksiarvoisen hapon HA vesiliuoksen pH on 2,34. Kuinka paljon vettä on lisättävä 15,0 millilitraan tätä liuosta, jotta sen pH nousisi arvoon 3,34? Tarkastele erikseen tapauksia, joissa

- HA on vahva happo
- HA on heikko happo, jonka $K_a = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$

(a) Vahva happo dissosioituu täysin, joten hapon liuoksessa on voimassa

$$\alpha(\text{happo}) = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,34} \text{ moldm}^{-3} = 4,57 \cong 10^{-3} \text{ moldm}^{-3}.$$

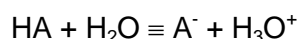
Hapon ainemääräksi saadaan: $n(\text{happo}) = 15 \cong 10^{-3} \text{ dm}^3 \cong 4,57 \cong 10^{-3} \text{ moldm}^{-3} = 68,6 \cong 10^{-6} \text{ mol}$

Uudessa liuoksessa $[\text{H}_3\text{O}^+] = 4,57 \cong 10^{-4} \text{ moldm}^{-3}$, jolloin liuoksen tilavuus on

$$V = \frac{68,6 \cdot 10^{-6} \text{ mol}}{4,57 \cdot 10^{-4} \text{ moldm}^{-3}} = 150 \text{ ml} \quad \text{Vettä on siten lisättävä } (150 - 15) \text{ ml} = 135 \text{ ml}$$

Vastaus: vettä on lisättävä 135 ml.

(b) Lasketaan ensin heikon hapon ainemäärä



Kun $[\text{A}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,34} \text{ moldm}^{-3} = 4,57 \cong 10^{-3} \text{ moldm}^{-3}$, saadaan happovakion yhtälöstä

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ moldm}^{-3} \quad \text{selville arvo } [\text{HA}]$$

$$[\text{HA}] = \frac{(4,57 \cdot 10^{-3} \text{ moldm}^{-3})^2}{2,5 \cdot 10^{-3} \text{ moldm}^{-3}} = 8,35 \cdot 10^{-5} \text{ moldm}^{-3}$$

Hapon HA ainemääräksi saadaan tällöin: $n(\text{HA}) = 15 \text{ ml} \cong ([\text{HA}] + [\text{A}^-]) = 0,194 \text{ mmol}$

Kun pH = 3,34 saadaan: $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{A}^-] = 10^{-3,34} \text{ moldm}^{-3} = 4,57 \cong 10^{-4} \text{ moldm}^{-3}$

$$[\text{HA}] = \frac{(4,57 \cdot 10^{-4} \text{ moldm}^{-3})^2}{2,5 \cdot 10^{-3} \text{ moldm}^{-3}} = 8,35 \cdot 10^{-5} \text{ moldm}^{-3}$$

Uusi lopputilavuus on tällöin

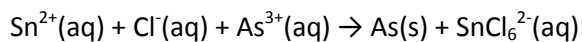
$$V = \frac{n(\text{HA})}{[\text{HA}] + [\text{A}^-]} = \frac{0,194 \text{ mmol}}{(8,35 \cdot 10^{-5} \text{ moldm}^{-3} + 4,57 \cdot 10^{-4} \text{ moldm}^{-3})} = 359 \text{ ml} \approx 360 \text{ ml}$$

Vastaus: Vettä on lisättävä 345 ml

Jos vastauksena on ilmoitettu lopputilavuus, niin kohdista a ja b saa yhden pisteen kummastakin.

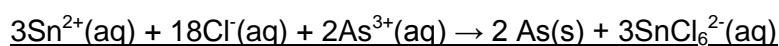
Tehtävä 2. (4 pistettä)

Bettendorffin koe on vanha kemiallinen määritysmenetelmä, jolla voidaan osoittaa näytteen sisältävän arseenia. Väkevään vetykloridihappoon liuotettu tina(II)kloridi pelkistää liuoksessa olevat arseeni-ionit vapaaksi alkuaineeksi, joka värjää liuoksen ruskeaksi. Reaktioyhtälö (ilman kertoimia) on seuraava:



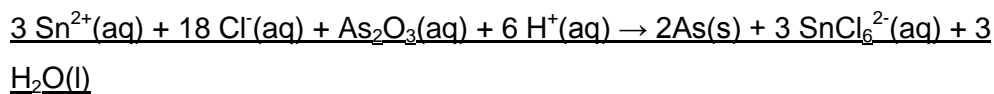
- Määritä reaktioyhtälön kertoimet
- Mitkä aineet hapettuvat ja mitkä pelkistyvät? Esitä myös vastaavat hapetuslukujen muutokset
- Esitä reaktioyhtälö, kun liuoksessa oleva arseeni esiintyy arseenitrioksidina As_2O_3 . Lisää tarvittaessa reaktioyhtälöön vetyioneja ja vettä

(a) Tasapainotettu reaktioyhtälö on:



(b) Tina hapettuu Sn(II) \rightarrow Sn(IV), Arseni pelkistyy As(III) \rightarrow As(0)

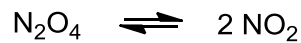
(c) Tasapainotettu reaktioyhtälö on:



Jos kertoimet ovat kohdassa c esim. kaksinkertaiset, niin kohdasta saa yhden pisteen. Jos alkuaineiden nimet väärin kohdassa b, niin 0 pistettä!

Tehtävä 3. (4 pistettä)

Kun dityppitetroksidia liuotetaan kloroformiin, liuokseen muodostuu tasapaino seuraavan yhtälön mukaisesti:



Jos 2,50 moolia dityppitetroksidia liuotetaan 1,00 litraan kloroformia ja tasapainon annetaan asettua, havaitaan että liuokseen on muodostunut 2,20 moolia typpidioksidia.

Tähän tasapainoseokseen lisätään 1,20 moolia typpidioksidia. Mikä on typpidioksidin konsentraatio liuoksessa, kun tasapainotila on asettunut uudelleen?

Ratkaisu:

Lähtö- ja tasapainokonsentraatiot ovat seuraavat:

	$[\text{N}_2\text{O}_4] / \text{M}$	$[\text{NO}_2] / \text{M}$
Alkutilanne	2,50	0
Tasapaino	2,50 – 1,10	2,20

Sijoittamalla konsentraatiot lausekkeeseen

$$K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} \text{ saadaan tasapainovakion arvoksi } K = \frac{(2,20 \text{ mol dm}^{-3})^2}{(1,40 \text{ mol dm}^{-3})} = 3,46 \text{ mol dm}^{-3}$$

(jos tämä oikein, niin 2 p)

Uudet lähtö- ja tasapainokonsentraatiot ovat seuraavat:

	$[\text{N}_2\text{O}_4] / \text{M}$	$[\text{NO}_2] / \text{M}$
Alkutilanne	1,40	3,40
Tasapaino	1,40 + x	3,40 - 2x

Sijoittamalla tasapainovakion lausekkeeseen saadaan

$$K = \frac{(3,40 - 2x)^2}{(1,40 + x)} = 3,46 \text{ mol dm}^{-3}$$

(jos tämä osattu, mutta ei oikeaa lopputulosta, niin 1p)

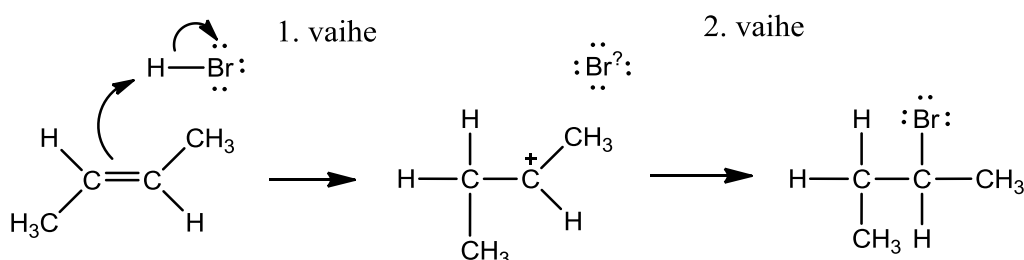
ja ratkaisemalla 2. asteen yhtälö saadaan $x_1 = 0,44$ ja $x_2 = 3,83$ (ei käy, koska negat. konsentraatio). Täten

$$[\text{NO}_2] = (3,40 - 2 \cdot 0,44) \text{ mol dm}^{-3} = 2,52 \text{ mol dm}^{-3} \quad (1 \text{ p})$$

Tehtävä 4. (4 pistettä)

Suuri osa orgaanisista reaktioista tapahtuu elektronirikkaan nukleofiilin ja elektroniköyhän elektrofiilin välillä. Tällaisissa reaktioissa sidoksia katkeaa ja uusia sidoksia muodostuu elektroniparien siirtymisen seurauksena. Elektroniparien siirtymistä kuvataan kaarinuolien avulla: elektronipari siirtyy kaarinuolen suunnassa. Siirtyvästä elektroniparista muodostuu joko kovalenttinen sidos tai vapaa elektronipari. Elektronien siirtyessä atomien varaukset muuttuvat: kun atomi vastaanottaa elektroniparin, sen varaus muuttuu -1:llä; kun atomi luovuttaa elektroniparin, sen varaus muuttuu vastaavasti +1:llä.

Alla olevassa kaaviossa on kuvattu alkeenin reaktiota vetybromidin kanssa kaarinuolia käyttäen. Reaktio on kaksivaiheinen: ensimmäisessä muodostuu karbokationi-intermediaatti ja toisessa tämä reagoi bromidi-ionin kanssa muodostaen bromibutaania



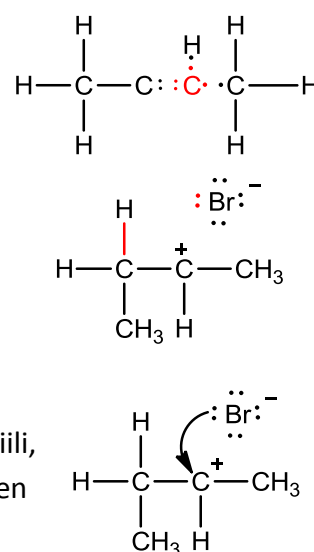
- Hiiliatomilla on neljä valenssi- eli ulkoelektronia. Selvitä joko sanallisesti tai ylläolevasta kuvasta osoittamalla, missä 2-buteenin 2-hiilen neljä ulkoelektronia ovat
- Ensimmäisessä vaiheessa siirtyy kaksi elektroniparia. Missä elektronit ovat, kun karbokationi-intermediaatti on muodostunut?
- Mikä on bromin varaus, kun 1. vaiheen elektroninsiirrot ovat tapahtuneet?
- Piirrä yllä olevaan kuvaan kaarinuoli, joka kuvaa elektroniparin siirtymistä reaktion toisessa vaiheessa
- Mikä on elektrofiili reaktion toisessa vaiheessa?

a-kohta: hiilen neljä valenssielektronia ovat kolmessa hiilen muodostamassa σ -sidoksessa ja yhdessä π -sidoksessa. Nämä sidokset on esitetty elektronipareina oheisessa kuvassa.

b-kohta: yksi elektronipari on C-H -sidoksessa ja toinen bromidi-ionilla

c-kohta: -1

d- ja e-kohta: d oheisessa kuvassa. Bromidi-ioni on elektronirikas nukleofiili, joka luovuttaa elektroniparin ja karbokationi (tai tarkemmin sen positiivisen varauksen omaava 2-hiili) on elektrofiili



1. tehtävän pisteet:

a-kohta 1 p. Vastauksen voi esittää piirtämällä tai sanallisesti, mutta vastauksesta on jollain lailla käytävä ilmi, että elektronit ovat sidoksessa

b-kohta 1 p. Edelleen toisen elektroniparin yhteydessä tulee mainita, että se on C-H -sidoksessa, ei atomilla.

c-kohta 0.5 p. Varauksella pitää olla lukuarvo. Negatiivinen ei kelpaa vastaukseksi

d-kohta 1 p. Ainoastaan bromidi-ionista karbokationin positiivisesti varautuneeseen hiileen piirretty nuoli kelpaa. Kaikki muut vastaukset ovat väärin.

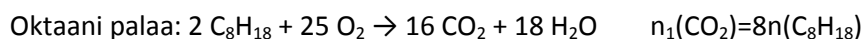
e –kohta 0.5 p. Elektrofiiliksi voidaan nimittää joko koko karbokationia tai sen positiivisesti varautunutta hiiltä. Jos viitataan hiiliatomiin, pitää selkeästi käydä ilmi, mistä hiilestä puhutaan.

Tehtävä 5. (5 pistettä)

Kuinka paljon auton hiilidioksidipäästöt muuttuvat, kun autoilija siirtyy käyttämään E10 –bensiniä (sisältää 10 til-% etanolia) aiemmin käytetyn E5 –bensiniin (5 til-% etanolia) sijasta? Oletetaan, että bensiini on puhdasta oktaania ja että polttoaine palaa täydellisesti moottorissa. Esimerkin autoilija ajaa 10000 km autolla, jonka keskipolttus on 7 l/100 km. Ilmoita tulos yksiköissä kg.

(Laskutehtävä perustuu moniin yksinkertaistaviin oletuksiin, eikä siten vastaa täysin todellista tilannetta.)

Hiilidioksidia muodostuu, kun oktaani ja etanoli palavat moottorissa. Jotta voidaan laskea, paljonko hiilidioksidia muodostuu, on tarkasteltava palamisreaktiota ja laskettava muodostuvan hiilidioksidin ainemäärä:



Hiilidioksidin kokonaisainemäärä = $n_1 + n_2$

Kokonaiskulutus, kun ajetaan 10000 km, on 700 l, kun kulutus on 7 l/100 km.

E95 –bensini: 700 l polttoainetta sisältää etanolia 0.05·700 l=35 l, oktaania on tällöin 665 l.

tiheys $\rho=m/V$ ja ainemäärä $n=m/M$. Näin ollen $n= \rho \cdot V/M$

$\rho(\text{C}_8\text{H}_{18})=0,703 \text{ gcm}^{-3}= 703 \text{ gdm}^{-3}$. Näin ollen $n(\text{C}_8\text{H}_{18})= 703 \text{ gdm}^{-3} \cdot 665 \text{ dm}^3/114,23 \text{ g mol}^{-1}$.

Palamisen reaktioyhtälön mukaisesti $n(\text{CO}_2)=8 \cdot n(\text{C}_8\text{H}_{18})=32740,611 \text{ mol}$

Etanolin palaessa muodostuvan hiilidioksidin ainemäärä lasketaan vastaavasti:

$\rho(\text{EtOH})=0,7893 \text{ gcm}^{-3}$ ja $n(\text{EtOH})=789,3 \text{ gdm}^{-3} \cdot 35 \text{ dm}^3/46,07 \text{ g mol}^{-1}$. $n(\text{CO}_2)=2 \cdot n(\text{EtOH})=1198,8279 \text{ mol}$.

Hiilidioksidin kokonaisainemäärä on $8 \cdot n(\text{C}_8\text{H}_{18}) + 2 \cdot n(\text{EtOH})= 32740,611 \text{ mol} + 1198,8279 \text{ mol} = 33939,439 \text{ mol}$

E10-bensiini: 700 l sisältää 70 l etanolia ja 630 l oktaania. Hiilidioksidin ainemäärä lasketaan vastaavasti: $31017,421 \text{ mol} + 2398,5674 \text{ mol} = 33415,98 \text{ mol}$

Hiilidioksidin määrän muutos: $33939,439 \text{ mol} + 33415,98 \text{ mol} = 523,459 \text{ mol}$

$M(\text{CO}_2)= (12,01+2 \cdot 16,00) \text{ g mol}^{-1}=44,01 \text{ g mol}^{-1}$. $m(\text{CO}_2)=523,459 \text{ mol} \cdot 44,01 \text{ g mol}^{-1}= 23037,431 \text{ g}$

Vastaus: Hiilidioksidipäästöt pienenevät 23 kg

Tehtävän 5 pisteytys:

Pisteet on laskettu niin, että 1 pisteen arvoisia kohtia ovat:

- 1) se perusajatus, että polttoaineen palaessa hiilidioksidia muodostuu oktaanin ja etanolin palamisesta
- 2) oktaanin palamisen reaktioyhtälö ja siitä johdettu $n(\text{CO}_2)$
- 3) etanolin palamisen reaktioyhtälö ja siitä johdettu $n(\text{CO}_2)$
- 4) ainemäärien laskeminen tiheyden avulla
- 5) muodostuvan hiilidioksidin kokonaismassan ja muutoksen laskeminen.

Pikkuvirheistä on vähennetty 0.5 pistettä. Tällaisia ovat mm. virheet reaktioyhtälöissä sekä virheet tiheyden yksikön muuntamisessa. Väärässä yksikössä annettu vastaus on myös 0.5 p. arvoinen virhe. Puutteellisista merkinnöistä on vähennetty 0.5-1 p., mikäli vastauksen logiikka ei käy mitenkään selväksi.

Moni oli laskenut ainemäärän ideaalikaasun tilanyhtälön avulla. Tämä on paha virhe, sillä se pätee ainoastaan kaasumaisiin yhdisteisiin. Siitä on vähennetty 1 p.

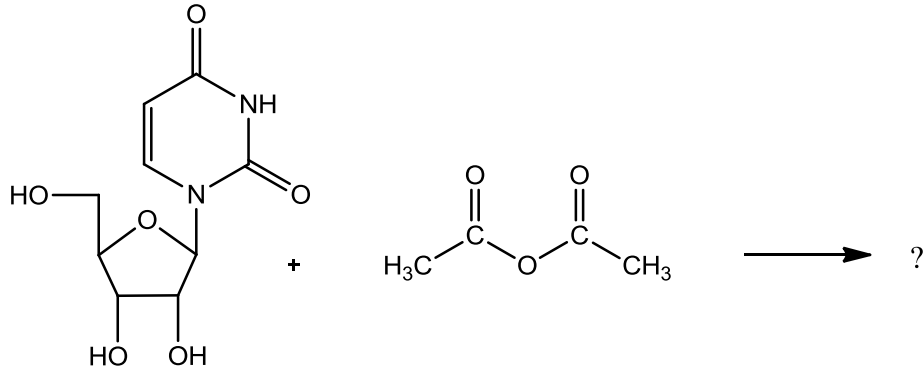
Monissa vastauksissa hiilidioksidin muodostumista oli tarkasteltu ainoastaan oktaanin tai etanolin palamisen seurauksena. Näistä vastauksista on yllä olevan listauksen perusteella annettu 3 p.

Myös sellaisia vastauksia oli useita, joissa oktaanin ja etanolin palamista oli tarkasteltu yhden reaktioyhtälön avulla. Hiilidioksidin ainemäärä oli näissä vastauksissa laskettu joko etanolin tai oktaanin mukaisesti. Yllä olevan pisteytysperiaatteen perusteella tällaisista vastauksista on annettu 2 p.

Kuten monet olivat huomauttaneet, taulukossa oli virhe tiheyden yksikön kohdalla. Taulukossa annettu yksikkö oli gcm^{-1} , kun oikea yksikkö olisi ollut gcm^{-3} . Tämä ei näytä kuitenkaan aiheuttaneen ongelmia tehtävän ratkaisussa.

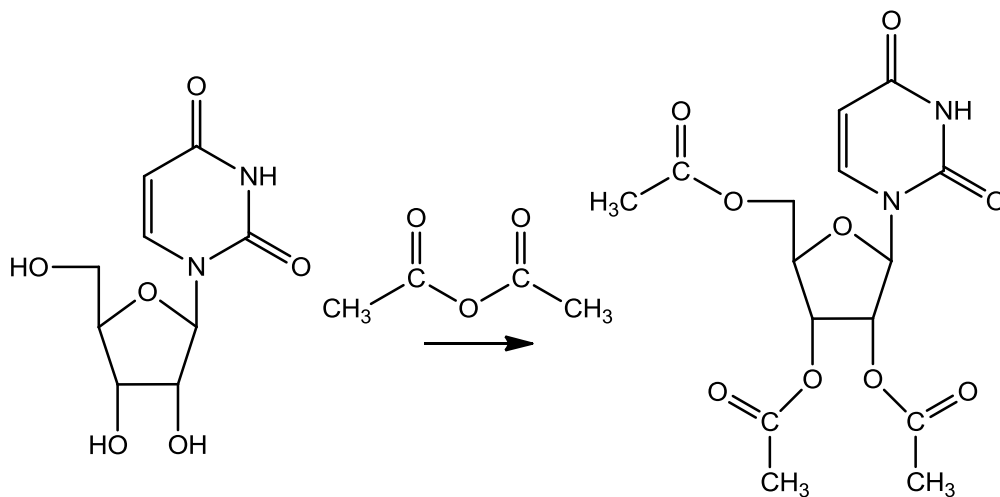
Tehtävä 6. (4 pistettä)

Uridiini –nukleosidi on monesti lähtöaineena synteeseissä, joissa valmistetaan RNA-malliyhdisteitä. Kun uridiini reagoi etikkahappoanhydridin kanssa ja etikkahappoanhydridiä käytetään ylimäärin uridiiniin nähden, uridiinin kaikki kolme hydroksiryhmää esteröityvät.



- a. Piirrä reaktiossa tuotteena muodostuva uridiinijohdannainen

(Tehtävä jatkuu seuraavalla sivulla)

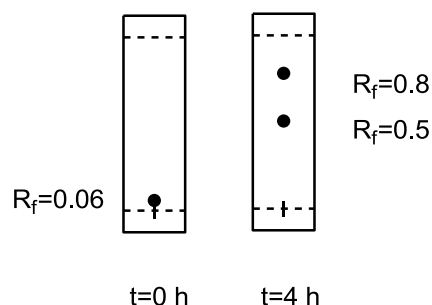


Oikein piirretystä tuotteesta on annettu 2 pistettä. Muunlaisista vastauksista, joissa uridiinin kaikki hydroksiryhmät ovat muodostaneet toisenlaisen esterin, on annettu 1 piste, vaikka vastaus onkin väärä. Tällöin on edellytetty kuitenkin, että atomien valenssit ovat oikein (hapella kaksi sidosta ja hiilellä neljä)

Tehtävä 6 (jatkuu)

Reaktion etenemistä voidaan seurata ottamalla reaktioseoksesta näytteitä ja analysoimalla ne ohutlevykromatografisesti (tlc). Tällöin käytetään yleensä silikageelilevyjä (silikageeli=piidioksidi), johon tutkittavat yhdisteet sitoutuvat vetysidosvuorovaikutuksin. Mitä useampia vetysidoksia muodostavia ryhmiä molekyylissä on, sitä voimakkaampi vuorovaikutus on, ja sitä hitaammin yhdiste kulkee levyllä nousevan nesterintaman mukana. Kulkunopeutta mittaa R_f -arvo: mitä pienempi arvo, sitä hitaammin yhdiste liikkuu.

Kyseistä synteesireaktiota seurattaessa havaitaan lähtöaineen häviävän ja tuotteen muodostuvan. Sivutuotteena muodostuu yhdistettä, jossa vain kaksi hydroksiryhmistä on reagoinut. Ohessa on kuvattuna tlc-analyysi reaktion alusta ja kun reaktio on ollut käynnissä 4 tuntia huoneen lämpötilassa.



- b. Neljän tunnin kuluttua analyysissä nähdään kaksi täplää, joiden R_f -arvot ovat 0.5 ja 0.8. Toinen näistä on haluttu tuote, jossa kaikki kolme HO-ryhmää ovat reagoineet. Kumpi täplistä se on? Perustelee.
- c. Tuotteen raakapuhdistus voidaan tehdä uuttamalla dietyylieetterillä. Vesipitoinen reaktioliuos tehdään happamaksi, siihen lisätään dietyylieetteriä ja ravistellaan voimakkaasti. Kun ravistelu lopetetaan, vesifaasi ja eetterifaasi erottuvat. Ioniset epäpuhtaudet ja tuote ovat eri faaseissa. Onko tuote vesi- vai eetterifaasissa? Onko se ylempi vai alempi faasi? Perustelee vastauksesi.

b-kohta: Ylempi täplä, jonka R_f -arvo on 0.8, on haluttu tuote. Koska sen hydroksiryhmät ovat esteröityneet, ne eivät enää muodosta vetysidoksia. Sen vuorovaikutus silikamateriaalin kanssa on siksi heikompi kuin sivutuotteen, jossa on vielä yksi vetysidoksia muodostava hydroksiryhmä. Koska vuorovaikutus on heikompi, yhdiste nousee ylempään levyllä, eli R_f -arvo on suurempi.

c-kohta: Tuote on eetterifaasissa, sillä esteröityminen vähentää sen vuorovaikutusta veden kanssa ja tekee sen hydrofobisemmaksi. Tämän voi myös päätellä siitä, että lähtöaine ja ioniset epäpuhtaudet ovat eri faasissa kuin tuote. Ne ovat tyypillisesti vesiliukoisia, joten tuotteen on oltava eetterifaasissa.

Eetterifaasi on ylempi, sillä eetterin tiheys on pienempi kuin veden.

Pisteet: Kumpikin kohta on 1 p. arvoinen. Jos vastausta ei ole perusteltu, sitä ei ole hyväksytty. c-kohdassa oikea faasi ja oikea järjestys perusteluineen ovat molemmat 0.5 pisteen arvoisia.

Tehtävä 7 (5 pistettä)

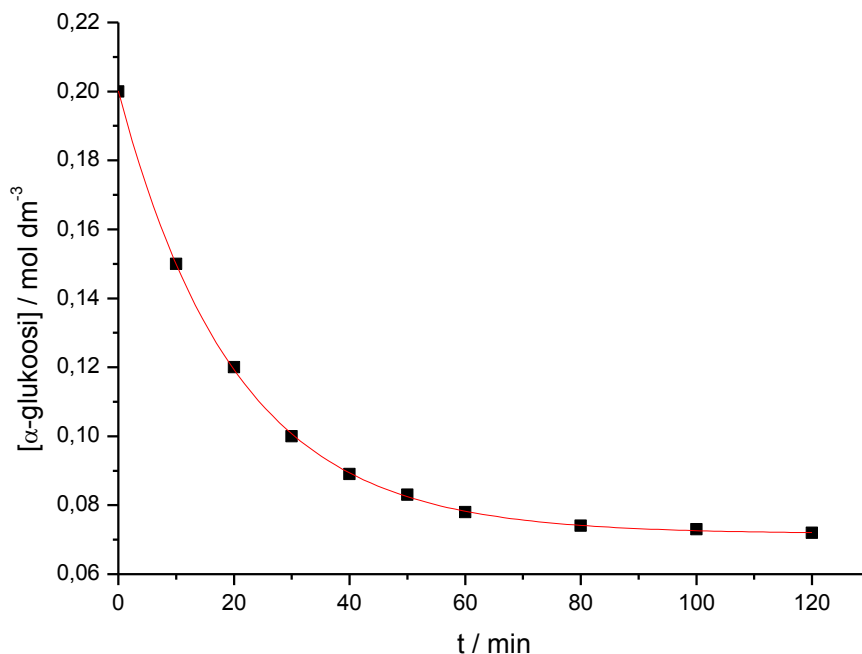
Glukoosi on monosakkaridi, joka vesiliuoksessa muodostaa tasapainosysteemin ns. α - ja β -isomeeriensä välillä. Kuitenkin kiinteässä tilassa glukoosi kiteytyy vain yhdessä isomeerisessä muodossa. Laboratoriokokeessa valmistettiin $0,20 \text{ mol dm}^{-3}$ vesiliuos liuottamalla α -muotoista kiinteää glukoosia, minkä jälkeen liuoksen α -glukoosikonsentraatio määritettiin eri ajanhetkinä alla olevan taulukon mukaisesti

Taulukko: Glukoosin pitoisuus ajan funktiona

$[\alpha\text{-glukoosi}] / \text{mol dm}^{-3}$	0,20	0,15	0,12	0,10	0,089	0,083	0,078	0,074	0,073	0,072
t / min	0	10	20	30	40	50	60	80	100	120

- Piirrä oheiseen ruudukkoon kuvaaja, jossa on esitetty α -glukoosin konsentraatio ajan funktiona.
- Määritä kuvaajan avulla tasapainottumisreaktion nopeus alkuhetkellä (Voit tehdä lisämerkintöjä kuvaajaan, mutta kirjoita varsinainen lasku seuraavalla sivulla olevaan vastaustilaan).
- Määritä kuvaajan avulla tasapainottumisreaktion nopeus hetkellä $t = 40$ minuuttia (Kuten b-kohdassakin, esitä lasku seuraavan sivun vastausruudussa).
- Miten reaktion nopeus muuttuu ajan kuluessa? Perustele vastauksesi.
- Kuinka monta prosenttia reaktion lopussa (tasapainotilanteessa) on β -glukoosia?

a-kohta: Kuvaaja, jossa esitetään α -glukoosin konsentraatio ajan funktiona (tehtävässä mainittu ruudukko ei näy tässä):



Jos akselit on piirretty väärinpäin, mutta kuvaajaa on tulkittu myöhemmissä kohdissa oikein, on vähennetty 0,5 pistettä.

Tehtävä 7 . (jatkuu edelliseltä sivulta)

- b. ja c.** Kohdissa pyydettiin määrittämään reaktionopeus reaktion alkuhetkellä sekä hetkellä $t = 40$ min. Reaktionopeus määritellään konsentraation derivaattana ajan suhteen dc/dt . Käytännössä tämä tarkoittaa a-kohdan kuvaajan kulmakerrointa ajanhetkillä 0 ja 40 min. Lähtöaineille tämä on negatiivinen, koska ainetta kuluu reaktiossa, mutta varsinainen nopeus annetaan yleensä positiivisena lukuna. Tehtävässä täytyy siis piirtää tangentti käyrälle ja määrittää sen avulla graafisesti kulmakerroin kaavan $\Delta c/\Delta t$ avulla. Laskennallisesti oikeat reaktionopeudet ovat:

$$v(t=0) = 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ min}^{-1} \text{ sekä } v(t=40) = 8,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \text{ min}^{-1}.$$

Vastaus on tulkittu oikeaksi, jos graafisesti piirretty tulos on ollut välillä:

$$v(t=0) = (6,4 \pm 3,0) \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ min}^{-1} \text{ sekä } v(t=40) = (8,7 \pm 3,0) \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \text{ min}^{-1}.$$

Jos yksikkö puuttuu tai on väärin, on vähennetty 0,5 pistettä. Samoin kertalukuvirheestä, jos lasku on muuten oikein. Edelleen sama vähennys on tehty, jos koepaperiin on kirjoitettu vain pelkkä numeerinen lasku ilman mitään selitystä tai reaktionopeuden laskukaavaa. Jos sama virhe on toistunut molemmissa kohdissa **b** ja **c**, niin siitä on vähennetty vain kertaalleen.

- d.** Reaktionopeus hidastuu kohti nollaa. Kyseessä on tasapainoreaktio, joka saavuttaa ajan kuluessa dynaamisen tasapainon, jolloin tuotetta ja lähtöainetta syntyy joka hetki yhtä paljon ja tällöin kokonaisreaktion nopeus on nolla. Tämä näkyy myös kuvaajasta: käyrä tasaantuu ja derivaatta (nopeus) lähestyy nollaa.

Vastauksesta ilman perusteluja ei saa pisteitä. Jos perustelut eivät ole täsmälleen oikein, mutta johtopäätös on, saa 0,5 pistettä.

- e.** Kuvaajasta nähdään, että reaktio on hyvin lähellä loppuaan ajanhetkellä $t = 120$ min. Tällöin α -glukoosin konsentraatio on pienentynyt alkuarvostaan $0,20 \text{ mol dm}^{-3}$ arvoon $0,072 \text{ mol dm}^{-3}$, joten β -glukoosia on siis muodostunut $0,20 - 0,072 = 0,128 \text{ mol dm}^{-3}$. Glukoosien yhteiskonsentraatio on $0,20 \text{ mol dm}^{-3}$, joten β -glukoosin prosentuaalinen osuus on $(0,128 \text{ mol dm}^{-3} / 0,20 \text{ mol dm}^{-3}) \cdot 100 \% = 64 \%$.

Taulukko: Joidenkin orgaanisten yhdisteiden fysikaalisia ominaisuuksia

Yhdiste	Moolimassa M / g mol^{-1}	Tiheys ρ / g cm^{-3}	Kiehumispiste / $^{\circ}\text{C}$
2-bromibutaani	137,03	1,2585	91,2
2-buteeni	56,12	0,6213 (<i>cis</i>) 0,604 (<i>trans</i>)	3,7 (<i>cis</i>) 0,88 (<i>trans</i>)
Dietyylieetteri	74,12	0,71378	34,51
Etanoli	46,07	0,7893	78,5
Etikkahappoanhydridi	102,09	1,0820	139,55
Kloroformi	119,38	1,4832	61,7
Oktaani	114,23	0,703	125,66
Uridiini	244,21	-	-

Atomipainot (IUPAC, 2005)

Suhteelliset atomimassat, $A_r(^{12}\text{C}) = 12$

Numero suluissa ilmoittaa viimeisen desimaalin luotettavuuden. * Radioaktiivisille alkuaineille: tärkeän isotoopin nuklidimassa.
Th, Pa ja U: luonnon isotooppikoostumus. *Pure Appl. Chem.* **78**, 2051-2066 (2006)

Z	Alkuaine, E	$A_r(E)$	Z	Alkuaine, E	$A_r(E)$	
1	Vety	H	59	Praseodyymi	Pr	140,90765(2)
2	Helium	He	60	Neodyymi	Nd	144,242(3)
3	Litium	Li	61	Prometium	Pm	146,9151*
4	Beryllium	Be	62	Samarium	Sm	150,36(2)
5	Boori	B	63	Europium	Eu	151,964(1)
6	Hiili	C	64	Gadolinium	Gd	157,25(3)
7	Typpi	N	65	Terbium	Tb	158,92535(2)
8	Happi	O	66	Dysprosium	Dy	162,500(1)
9	Fluori	F	67	Holmium	Ho	164,93032(2)
10	Neon	Ne	68	Erbium	Er	167,259(3)
11	Natrium	Na	69	Tulium	Tm	168,93421(2)
12	Magnesium	Mg	70	Ytterbium	Yb	173,04(3)
13	Alumiini	Al	71	Lutetium	Lu	174,967(1)
14	Pii	Si	72	Hafnium	Hf	178,49(2)
15	Fosfori	P	73	Tantaali	Ta	180,94788(2)
16	Rikki	S	74	Volframi	W	183,84(1)
17	Kloori	Cl	75	Renium	Re	186,207(1)
18	Argon	Ar	76	Osmium	Os	190,23(3)
19	Kalium	K	77	Iridium	Ir	192,217(3)
20	Kalsium	Ca	78	Platina	Pt	195,084(9)
21	Skandium	Sc	79	Kulta	Au	196,966569(4)
22	Titaani	Ti	80	Elohopea	Hg	200,59(2)
23	Vanadiini	V	81	Tallium	Tl	204,3833(2)
24	Kromi	Cr	82	Lyijy	Pb	207,2(1)
25	Mangaani	Mn	83	Vismutti	Bi	208,98040(1)
26	Rauta	Fe	84	Polonium	Po	208,9824*
27	Koboltti	Co	85	Astatiini	At	209,9871*
28	Nikkeli	Ni	86	Radon	Rn	222,0176*
29	Kupari	Cu	87	Frankium	Fr	223,0197*
30	Sinkki	Zn	88	Radium	Ra	226,0254*
31	Gallium	Ga	89	Aktinium	Ac	227,0277*
32	Germanium	Ge	90	Torium	Th	232,03806(2)
33	Arseeni	As	91	Protaktinium	Pa	231,03588(2)
34	Seleeni	Se	92	Uraani	U	238,02891(3)
35	Bromi	Br	93	Neptunium	Np	237,0482*
36	Krypton	Kr	94	Plutonium	Pu	244,0642*
37	Rubidium	Rb	95	Amerikium	Am	243,0614*
38	Strontium	Sr	96	Curium	Cm	247,0704*
39	Yttrium	Y	97	Berkelium	Bk	247,0703*
40	Zirkonium	Zr	98	Kalifornium	Cf	251,0796*
41	Niobi, Niobium	Nb	99	Einsteinium	Es	252,0830*
42	Molybdeeni	Mo	100	Fermium	Fm	257,0951*
43	Teknetium	Tc	101	Mendelevium	Md	258,0984*
44	Rutenium	Ru	102	Nobelium	No	259,1010*
45	Rodium	Rh	103	Lawrencium	Lr	260,1097*
46	Palladium	Pd	104	Rutherfordium	Rf	261,1088*
47	Hopea	Ag	105	Dubnium	Db	262,1141*
48	Kadmium	Cd	106	Seaborgium	Sg	263,1219*
49	Indium	In	107	Bohrium	Bh	264,12*
50	Tina	Sn	108	Hassium	Hs	[277]
51	Antimoni	Sb	109	Meitnerium	Mt	268,1388*
52	Telluuri	Te	110	Darmstadtium	Ds	272,1535*
53	Jodi	I	111	Röntgenium	Rg	[272]
54	Ksenon	Xe	112	Ununbium	Uub	[285]
55	Cesium	Cs	114	Ununquadium	Uuq	[289]
56	Barium	Ba	116	Ununhexium	Uuh	[289]
57	Lantaani	La	118	Ununoctium	Uuo	[293]
58	Cerium	Ce				