



KEMIA 14.9.2020

Alustavat hyvän vastauksen piirteet 14.9.2020

Alustavat hyvän vastauksen piirteet on suuntaa-antava kuvaus kokeen tehtäviin odotetuista vastauksista ja tarkoitettu ensisijaisesti tueksi alustavaa arvostelua varten. Alustavat hyvän vastauksen piirteet eivät välttämättä sisällä ja kuvaa tehtävien kaikkia hyväksytyjä vastauksia. Alustavat hyvän vastauksen piirteet eivät ole osa Ylioppilastutkintolautakunnan yleisissä määräyksissä ja ohjeissa tarkoitettua tietoa siitä, miten arvosteluperusteita on sovellettu yksittäisen kokelaan koesuoritukseen. Alustavat hyvän vastauksen piirteet eivät sido Ylioppilastutkintolautakuntaa lopullisen arvostelun perusteiden laadinnassa.

Ylioppilastutkinnon kokeessa selvitetään, ovatko opiskelijat omaksuneet lukion opetus-suunnitelman mukaiset tiedot ja taidot sekä saavuttaneet lukiokoulutuksen tavoitteiden mukaisen riittävän kypsyyden. Kemian kokeessa arvioinnin kohteina ovat kemiallisen tiedon ymmärtäminen ja soveltaminen. Arvioinnissa otetaan huomioon myös kokeellisen tiedonhankinnan ja -käsittelyn taidot. Näihin kuuluvat esimerkiksi kokeiden suunnittelu, työvälineiden ja reagenssien turvallinen käyttö, tulosten esittäminen ja tulkitseminen sekä johtopäätösten tekeminen ja soveltaminen.

Kemian tehtäviä arvosteltaessa painotetaan oppiaineen luonteen mukaista esitystapaa sekä käsitteiden ja kielenkäytön täsmällisyyttä. Reaktioyhtälöt esitetään ilman hapetuslukuja pienimmin mahdollisin kokonaislukukertoimin ja olomuodoilla varustettuna. Orgaanisissa reaktioyhtälöissä käytetään rakennekaavoja, mutta olomuotoja ei tarvitse mainita. Rakennekaavojen eri esitystavat hyväksytään.

Laskennallisissa tehtävissä suureyhtälöjä ja kaavoja käytetään tavalla, joka osoittaa kokelaan ymmärtäneen tehtävänannon oikein ja soveltaneen ratkaisussaan asianmukaista periaatetta tai lakia. Vastauksesta ilmenee yksiselitteisesti, miten lopputulokseen päädytään,

mutta laajoja välivaiheita ei tarvita. CAS-ohjelmia voi hyödyntää tehtävän eri vaiheissa. Merkintätapojen kannalta keskeisiä vaiheita ovat periaatteiden ja lakien sekä lopputuloksen ja johtopäätösten esittäminen. Lopputulokset annetaan lähtöarvojen mukaisella tarkkuudella yksiköineen ja johtopäätökset perustellaan.

Mittaustuloksia ja niistä piirrettyjä kuvaajia hyödynnetään tiedon analysoinnissa ja johtopäätösten tekemisessä. Mittauspisteisiin sovitetaan asianmukainen suora tai käyrä esimerkiksi jonkin sovitefunktion avulla. Jos mittauspisteet ovat lähellä toisiaan, varsinaista sovitefunktiota ei tarvitse lisätä. Mittauspisteiden välisiä arvoja voi interpoloida kuvaajaa silmäääräisesti lukemalla tai sopivalla ohjelmalla. Kuvaajaan merkitään akselien nimet, yksiköt ja asteikko. Kuvaajaan merkitään johtopäätösten kannalta olennaiset kohdat, kuten ekvivalenttikohta titrauskäyrässä tai hetkellistä nopeutta laskettaessa kyseinen tangentti.

Essee- ja selittävissä vastauksissa tekstiä täydennetään reaktioyhtälöillä, kaavoilla tai piirroksilla. Käsiteltäviä ilmiöitä kuvataan makroskooppisella, mikroskooppisella ja symbolisella tasolla. Vastauksesta ilmenee, että tehtävään liittyvää aineistoa on hyödynnetty, sovellettu, analysoitu ja arvioitu tehtävänannon mukaisesti. Hyvä vastaus on jäsennelty ja sisällöltään johdonmukainen.

Vastaus arvostellaan tehtäväkohtaisten kriteerien mukaisesti. Lähtökohtana ovat vastauksen ansiot, joista kertyy pisteitä. Jos keskeinen kemiallinen periaate puuttuu tai se on virheellinen, pisteiden kertyminen päättyy. Tällöin virheellisen tuloksen siirtymistä eteenpäin ei hyväksytä (ei-VSE). Muiden puutteiden tai virheiden kohdalla virheellisen tuloksen siirtymisen eteenpäin hyväksytään (VSE), jolloin pisteiden kertyminen jatkuu puutteen tai virheen jälkeen. Kokeen loppupään vaativat tehtävät edellyttävät täsmällisempää periaatteiden hallintaa kuin kokeen alkupään perustehtävät. Kemian kannalta epätasoisesta kielenkäytöstä, pienestä laskuvirheestä tai likiarvojen huolimattomasta käytöstä vähennetään 0–3 p.

Osa I

1. Monivalintatehtäviä kemian eri osa-alueilta (20 p.)

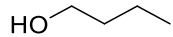
- 1.1. cesium, Cs (2 p.)
- 1.2. CO₂ (2 p.)
- 1.3. molekyylien lukumäärä (2 p.)
- 1.4. 2-metyylipropaani (2 p.)
- 1.5. valsartaani (2 p.)
- 1.6. 106 mg (2 p.)
- 1.7. 0,0400 ml (2 p.)
- 1.8. eteeniä (2 p.)
- 1.9. etenevän ja palautuvan reaktion nopeudet ovat samansuuruiset (2 p.)
- 1.10. IV, II, III, I (2 p.)

Osa II

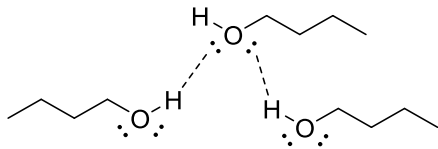
2. Aineiden rakenteen kuvaaminen (15 p.)

2.1. (5 p.)

Butan-1-olin rakennekaava:



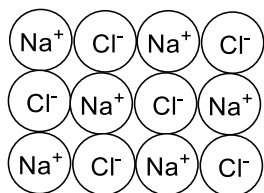
Nestemäisen butan-1-olimolekyylin hydroksiryhmän happi muodostaa vetysidoksia toisen butan-1-olimolekyylin hydroksiryhmän vetyatomin kanssa:



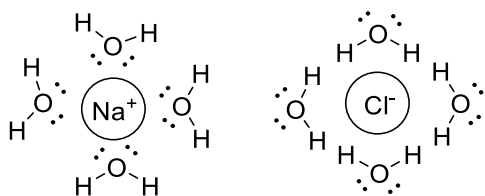
Butan-1-olimolekyylin poolittomien hiiliketjujen välillä on dispersiovoimia.

2.2. (4 p.)

NaCl:n ionihilassa kukin Na⁺-ioni sitoutuu useaan Cl⁻-ioniin ionisidoksilla:



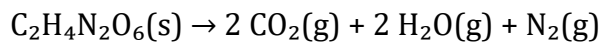
2.3. (6 p.)



Natrium- ja kloridi-ionit muodostavat vesimolekyylin kanssa ioni-dipolisidoksia. Vesimolekyylin negatiivisesti osittaisvarautuneet happiatomit sitoutuvat natriumioneihin ja positiivisesti osittaisvarautuneet vetyatomit sitoutuvat kloridi-ioneihin.

3. Räjähdyksaineiden kemiaa (15 p.)

3.1. (3 p.)



3.2. (7 p.)

Lasketaan ensin PETN:n ainemäärä.

$$n(\text{PETN}) = m/M = 982 \cdot 10^{-3} \text{ g} / 316,154 \text{ g/mol} = 3,10608 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{Kaasujen kokonaisainemäärä: } n = 11 \cdot n(\text{PETN}) = 11 \cdot 3,10608 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,0341669 \text{ mol}$$

Kaasuseoksen tilavuus saadaan kaasujen tilanyhtälöstä

$$V = nRT/p$$

eli sijoittamalla saadaan

$$V(\text{kaasuseos}) = 0,0341669 \text{ mol} \cdot 8,31451 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / (\text{mol} \cdot \text{K}) \cdot 1\,473,15 \text{ K} / 101\,000 \text{ Pa}$$

$$= 0,0041435 \text{ m}^3 \approx 4,1 \text{ l}$$

Vastaus: Kaasuseoksen kokonaistilavuus on 4,1 l.

3.3. (5 p.)

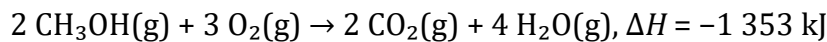
Etyleeniglykolidinitraatti on pienimolekyylisempi yhdiste kuin glyseryyliitrinitraatti. Lisäksi glyseryyliitrinitraatissa on kolme poolista nitraattiesteriryhmää/nitroryhmää, kun etyleeniglykolidinitraatissa niitä on vain kaksi. Siksi glyseryyliitrinitraattimolekyylien välillä on voimakkaammat vuorovaikutukset kuin etyleeniglykolidinitraattimolekyylien välillä.

Haihtuva yhdiste voi aiheuttaa terveyshaittoja hengitettynä. Haihtuminen voi myös heikentää räjähteen tehoa, jos räjähdettä säilytetään pitkiä aikoja.

4. Metanolin käyttömahdollisuuksia (15 p.)

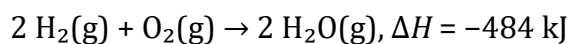
4.1. (7 p.)

Metanolin palaminen:



Kun 1 mol CH_3OH palaa, energiaa vapautuu 676,5 kJ.

Vedyn palaminen:



Kun 1 mol H_2 palaa, energiaa vapautuu 242 kJ.

(3 p.)

$$n(\text{CH}_3\text{OH}) = m(\text{CH}_3\text{OH})/M(\text{CH}_3\text{OH}) = 1,00 \cdot 10^3 \text{ g} / 32,042 \text{ g/mol} = 31,209 \text{ mol}$$

Metanolin palaessa energiaa vapautuu

$$31,209 \text{ mol} \cdot 676,5 \cdot 10^3 \text{ J/mol} = 21,113 \cdot 10^6 \text{ J} \approx 21,1 \text{ MJ.}$$

$$n(\text{H}_2) = m(\text{H}_2)/M(\text{H}_2) = 1,00 \cdot 10^3 \text{ g} / 2,016 \text{ g/mol} = 496,03 \text{ mol}$$

Vedyn palaessa energiaa vapautuu

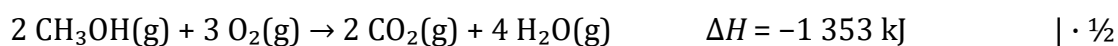
$$496,03 \text{ mol} \cdot 242 \cdot 10^3 \text{ J/mol} = 120,040 \cdot 10^6 \text{ J} \approx 120 \text{ MJ.}$$

(3 p.)

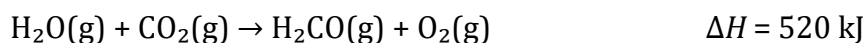
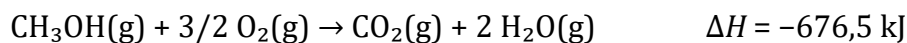
Vastaus: Vedyn palamisessa vapautuu enemmän energiaa.

(1 p.)

4.2. (8 p.)



Saadaan



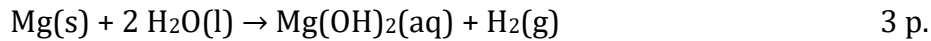
Vastaus: Reaktioentalpia on 86 kJ.

5. Magnesiumin reaktiot (15 p.)

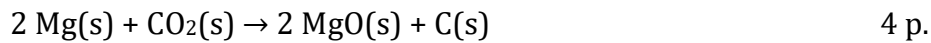
5.1. (3 p.)



5.2. (3 p.)



5.3. (4 p.)



5.4. (5 p.)

Vesi ja hiilidioksidi eivät sovellu palavan magnesiumin sammuttamiseen, koska **ne reagoivat magnesiumin kanssa.**

Magnesiumin ja veden reaktio on **eksoterminen**. Reaktiossa vapautuu myös erittäin **helposti syttyvää vetykaasua**, jonka vapautuva lämpö voi sytyttää palamaan.

Hiilidioksidin lisääminen ei estä magnesiumin hapettumisreaktiota.

Lisäksi magnesiumin ja hiilidioksidin reaktio on **eksoterminen reaktio**. Reaktiossa muodostuu lisäksi **hiiltä**. **Hiili voi** hiilidioksidin lisäämisen loputtua **syttyä palamaan** joutuessaan kosketuksiin ilman hapen kanssa.

6. Hypobromihapoke (15 p.)

6.1. (5 p.)

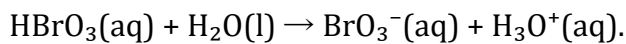
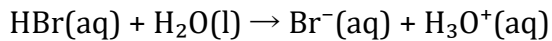


Reaktioyhtälön kertoimien perusteella

$$c(\text{HBr}) = 2/3 \cdot c(\text{HBrO}) = 2/3 \cdot 0,20 \text{ mol/l} = 0,133333 \text{ mol/l}$$

$$c(\text{HBrO}_3) = 1/3 \cdot c(\text{HBrO}) = 1/3 \cdot 0,20 \text{ mol/l} = 0,0666667 \text{ mol/l}$$

Koska vetybromidi ja bromihappo ovat molemmat vahvoja happoja, ne luovuttavat kaikkien happomolekyylinsä protonit:



Reaktioyhtälöistä nähdään, että oksoniumionikonsentraatiot vastaavat happojen konsentraatioita. Tällöin kokonaisoksoniumionikonsentraatio on

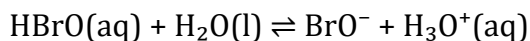
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = c(\text{HBr}) + c(\text{HBrO}_3) = 0,20 \text{ mol/l}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg 0,20 \text{ mol/l} = 0,698970... \approx 0,70.$$

Vastaus: pH on noin 0,70.

6.2. (10 p.)

Tilanteen hahmottaminen:



$$c(\text{HBrO}_3) = 0,20 \text{ mol/l}$$

$$\text{pH} = 4,67$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4,67} = 2,137962 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{BrO}^-]$$

$$\text{Tasapainossa } [\text{HBrO}] = [\text{HBrO}] - [\text{H}_3\text{O}^+]$$

(6 p.)

Tasapainovakion laskeminen:

$$K_a = \frac{[\text{BrO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HBrO}]} = \frac{2,137962 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} \cdot 2,137962 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}}{0,20 \text{ mol/l} - 2,137962 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}}$$

$$= 2,285681 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l} \approx 2,3 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l}$$

(4 p.)

Vastaus: Hypobromihapokkeen happovakio on $2,3 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l}$.

7. Etyylibentsoaatin hydrolyysi (15 p.)

7.1. (4 p.)

Lämmittäminen ja konsentraation kasvattaminen nopeuttavat reaktiota, koska molemmat lisäävät etyylibentsoaattimolekyylien ja hydroksidi-ionien välisiä törmäyksiä.

7.2. (6 p.)

Natriumbentsoaatti on suola/ioniyhdiste, joten se liukenee hyvin veteen. Bentsoehappo taas on poolinen, neutraali yhdiste. Yleisesti suolan vesiliukoisuus on parempi kuin rakenteeltaan samankaltaisen neutraalin yhdisteen.

TAI

Natriumbentsoaatti liukenee veteen ioni-dipolisidosten avulla. Bentsoehapossa ei ole ioneja, ja se liukenee veteen vetysidosten avulla. Bentsoaatti-ionien ja vesimolekyylien väliset ioni-dipolisidokset ovat vahvempia kuin bentsoehappo- ja vesimolekyylien väliset vetysidokset. Siten natriumbentsoaatti liukenee veteen paremmin kuin bentsoehappo. (4 p.)

Tavallisesti aineiden **liukoisuus pienenee lämpötilan laskiessa. Bentsoehappoa kiteytyy/saostuu** siis liuoksesta **mahdollisimman paljon / enemmän**, kun seosta jäähdytetään. (2 p.)

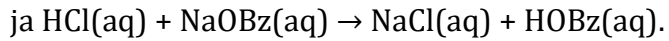
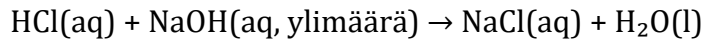
7.3. (5 p.)

Lyhennetään bentsoaatti-onia lyhenteellä OBz^- .

NaOH reagoi etyylibentsoaatin kanssa. Etyylibentsoaatista syntyy sama ainemäärä natriumbentsoattia. Ylimääräinen NaOH jää liuokseen:

$$n(\text{NaOH, lisätty}) = n(\text{NaOBz}) + n(\text{NaOH, ylimäärä}).$$

HCl reagoi sekä natriumbentsoaatin että ylimääräisen natriumhydroksidin kanssa:



Siten lisätyn vetykloridihapon ainemäärä on sama kuin alussa lisätyn NaOH:n ainemäärä:

$$n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH, lisätty}).$$

(3 p. Tilanteen hahmottaminen oikein.)

$$n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = 2,0 \text{ mol/l} \cdot 28,0 \cdot 10^{-3} \text{ l} = 56,0 \text{ mmol} \quad (1 \text{ p.})$$

$$\text{HCl:n tilavuus } V(\text{HCl}) = n(\text{HCl})/c(\text{HCl}) = 56,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}/(6,0 \text{ mol/l})$$

$$= 9,333... \text{ ml} \approx 9,3 \text{ ml}$$

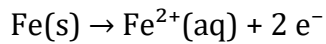
(1 p.)

(Hyväksytään myös pyöristys ylöspäin: 9,4 ml tai >9,3 ml.)

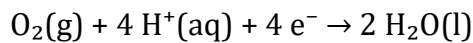
8. Raudan ruostuminen (15 p.)

8.1. (5 p.)

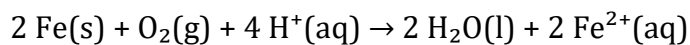
Hapettumisreaktio:



Pelkistymisreaktio:

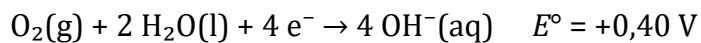


Kokonaisreaktio:

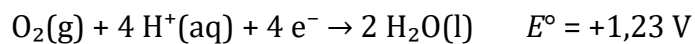


8.2. (6 p.)

Hapen pelkistyminen vedessä neutraaleissa olosuhteissa:



Hapen pelkistyminen vedessä happamissa olosuhteissa:



Hapen pelkistyspotentiaali neutraaleissa olosuhteissa on pienempi (+0,40 V) kuin happamissa olosuhteissa (+1,23 V), joten happi pelkistyy helpommin happamissa olosuhteissa. Siksi rauta hapettuu helpommin happamissa olosuhteissa.

8.3. (4 p.)

Veden läsnä ollessa raudan pinnalle muodostuu galvaaninen kenno, jossa hapetusreaktio tapahtuu anodilla ja pelkistysreaktio katodilla. Vesiliuos toimii **elektrolyyttiliuoksena**, johon liuenneet ionit toimivat varauksenkuljettajina.

Suolaisessa vedessä on liuenneiden suolojen johdosta **enemmän ioneja**, jolloin suolaliuos **johtaa sähköä paremmin** kuin puhdas vesi. **Elektroninsiirtoreaktioiden (redox-reaktiot, hapettumis-pelkistysreaktiot) nopeus kasvaa**, kun galvaanisen kennon elektrolyyttiliuoksen sähkönjohtokyky paranee.

Osa III

9. Kasvihuonekaasut ja IR-spektroskopia (20 p.)

Kohtien 9.1.–9.4. perusteluissa voidaan käyttää sanallisen ilmaisun lisäksi tai sijaan kuva-kaappauksia kuvaajista.

9.1. (6 p.)

Kasvihuonekaasu (2 p.)	Mistä ne ovat peräisin? (2 p.)	Miten niitä pääsee ilma-kehään? (2 p.)
Hiilidioksidi	<ul style="list-style-type: none">Fossiilisten polttoaineiden käyttö energiantuotannossa ja liikenteessäMetsien häviäminen	<ul style="list-style-type: none">Polttoaineet ovat hiiliveytyjä, joista syntyy poltettaessa hiilidioksidia ja vettä.Metsien hävitessä niissä ollut hiili vapautuu hiilidioksidina eikä enää sitoudu uudelleen.
Metaani	<ul style="list-style-type: none">Eloperäisen jätteen hajoaminenRiisipellotMärehtijöiden ruoansulatusKaatopaikat	<ul style="list-style-type: none">Kun eloperäiset hiilivedyt hajoavat hapettomissa oloissa (esim. kaatopaikalla tai riisipelloilla), syntyy metaania.Metaania syntyy, kun märehtijöiden ruoansulatus hajottaa ravinnoksi nautittua selluloosaa ja muita hiilivetyjä.
Dityppioksidi	<ul style="list-style-type: none">Maatalouden typpilannoitteetLiikenteen ja energiantuotannon päästöt	<ul style="list-style-type: none">Typpilannoitteiden hajoessa muodostuu dityppioksidia.Typen oksideja voi muodostua ilman tyypestä ja hapestä, jos palaminen

Kasvihuonekaasu (2 p.)	Mistä ne ovat peräisin? (2 p.)	Miten niitä pääsee ilma-keuhään? (2 p.)
		tapahtuu korkeissa läm-pötiloissa.
(Alailmakehän) otsoni	<ul style="list-style-type: none"> Liikenteen ja energian-tuotannon päästöt 	<ul style="list-style-type: none"> Palamisessa syntyvät epäpuhtaudet (esim. ty-pen oksidit, hiilimonok-sidi ja hiilivedyt) reagoi-vat ilman hapen kanssa muodostaen otsonia.
Halogenoidut hiilivedyt	<ul style="list-style-type: none"> Teollisuudessa ja teolli-suustuotteissa niitä käy-tetään esim. liuottimina, ponnekaasuina sekä kyl-mäaineina kylmälait-teissa. 	<ul style="list-style-type: none"> Halogenoituja hiilivetyjä haihtuu tai vapautuu il-maan teollisista proses-seista vapautuu ilma-keuhään ponnekaasua käytettä-essä vuotaa ilma-keuhään kyl-mälaitteiden rikkoutu-essa.

9.2. (5 p.)

Näytteessä on hiilidioksidia ja vettä. (2 p.)

Hiilidioksidi on tunnistettavissa vahvasta absorptiosta esimerkiksi aaltolukualueella $2\ 300\ \text{cm}^{-1}$ – $2\ 400\ \text{cm}^{-1}$ sekä $600\ \text{cm}^{-1}$ – $700\ \text{cm}^{-1}$. Vesi puolestaan on havaittavissa useana piik-kinä aaltolukualueella $1\ 400\ \text{cm}^{-1}$ – $1\ 800\ \text{cm}^{-1}$. (3 p.)

9.3. (6 p.)

Ilmakehän voimakkaimmat kasvihuonekaasut ovat aineiston perusteella vesihöyry, hiilidi-oksidi ja otsoni. (2 p.)

Kasvihuoneilmiön syntyyn vaikuttavat voimakkaimmin kaasut, jotka absorboivat kokonai-suudessaan eniten maan pinnasta avaruuteen emittoituvaa energiaa. Kuvaajien mukaan

kaasuista vesihöyry absorboi eniten maan pinnasta avaruuteen emittoituvaa energiaa aaltolukualueilla 200 cm^{-1} – 600 cm^{-1} ja $1\,400\text{ cm}^{-1}$ – $1\,800\text{ cm}^{-1}$. Hiilidioksidi absorboi puolestaan suuren määrän energiaa aaltolukualueella 600 cm^{-1} – 750 cm^{-1} . Otsoni absorboi kolmanneksi eniten energiaa lähinnä aaltolukualueella $1\,000\text{ cm}^{-1}$ – $1\,100\text{ cm}^{-1}$. (4 p.)

(Huom! Kasvihuonekaasujen ilmastovaikutusta arvioitaessa on myös huomattava, että kaasujen viipymääjat ilmakehässä ovat hyvin erilaisia – esimerkiksi hiilidioksidi on hyvin pitkäikäinen. Toiseksi kaasujen konsentraatiot ilmakehässä eivät ole toisistaan riippumattomia. Esimerkiksi vesihöyryn määrä lisääntyy, kun ilmakehä lämpenee. Kolmanneksi kaasujen vaikutus riippuu myös siitä, missä ilmakehän osissa ne ovat. Näitä tarkasteluja ei arvioida tässä tehtävässä.)

9.4. (3 p.)

Marsin ilmakehä koostuu pääosin hiilidioksidista. (1 p.)

Kuvaajasta nähdään, että ilmakehä absorboi energiaa lähinnä aaltolukualueella 600 cm^{-1} – 750 cm^{-1} , mikä on aineistojen 9. C ja 9. E kuvaajien mukaan tyypillistä hiilidioksidille. (2 p.)

10. Steroidit (20 p.)

10.1. (4 p.)

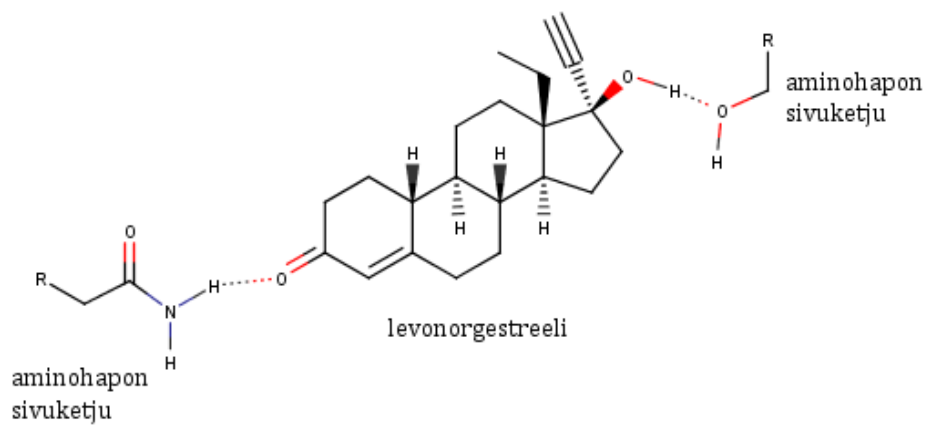
Muut kaksoissidokset ovat osana aromaattista rengasta. **Fenoliryhmä / aromaattinen rengas / bentseenirengas on pysyvä** eikä pelkisty helposti, koska renkaan sidosten π -elektronit ovat levittäytyneet/delokalisoituneet renkaan kaikkien hiiliatomien käyttöön.

10.2. (4 p.)

C-renkaan neljä yksöissidosta asettuvat mahdollisimman kauas toisistaan / ovat sp^3 -hybridisoituneita / ovat tetraedrisia (2 p.), jolloin ne eivät voi asettua tasomaisesti/ ne asettuvat kuusirenkaassa mieluiten tuolikonformaatioon. (2 p.)

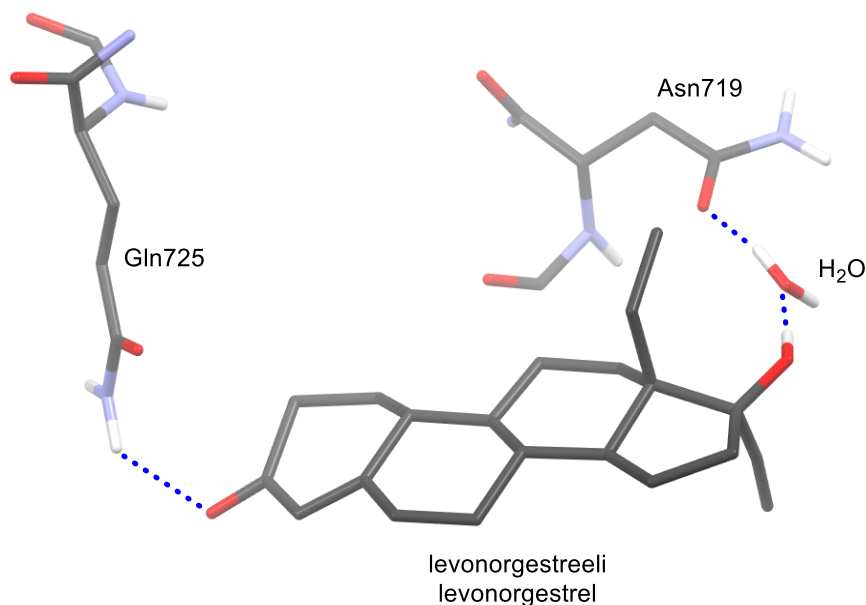
10.3. (6 p.)

Molekyylin tertiäärisen alkoholin **hydroksiryhmä ja ketoniryhmä** voivat muodostaa **vetysidoksia** reseptorin proteiinin kanssa, esimerkiksi seuraavasti.



Molekyylin hiilivetyrunko voi sitoutua **dispersiovoimilla** reseptorin poolittomaan osaan / poolittomiin aminohappojen sivuketjuihin.

(Levonorgestreelin sitoutuminen progesteronireseptoriin tunnetaan tarkasti, koska siitä on julkaistu kiderakenne: <https://www.rcsb.org/structure/3D90>. Kiderakenteesta paljastuu, että levonorgestreeli todella sitoutuu vetysidoksilla sekä ketoni- että hydroksiryhmäänsään. Hydroksiryhmään on sitoutunut vesimolekyyli, joka puolestaan muodostaa vetysidoksen viereiseen asparagiiniin. Ketoniryhmä muodostaa vetysidokseen sekä viereiseen glutamiiniin että arginiiniin. Kuvassa vain glutamiini on näytetty.)



10.4. (6 p.)

Levonorgestreelin ja testosteronin kolme ensimmäistä rengasta (A, B, C) ovat lähes samantyyppiset. D-renkaassa on testosteronissa sekundäärinen ja levonorgestreelissä tertiäärinen hydroksiryhmä. **Kokonaisuutena molekyylien runkorakenne/muoto ja vetysitoutuvat ryhmät (ketoniryhmä ja hydroksiryhmä) ovat samat molemmissa molekyyleissä.** Tästä syystä ne voivat sitoutua samaan reseptoriin.

11. Kloraalihydraatin tasapainoreaktio (20 p.)

11.1. (15 p.)

Lisätty NaOH: $n(\text{NaOH}) = c \cdot V = 20,00 \cdot 10^{-3} \text{ l} \cdot 2,000 \text{ mol/l} = 0,04000 \text{ mol}$ (2 p.)

$n(\text{HCl-kulutus}) = n(\text{NaOH-ylimäärä})$

$= c \cdot V = 0,5000 \text{ mol/l} \cdot 58,30 \cdot 10^{-3} \text{ l} = 0,02915 \text{ mol}$ (2 p.)

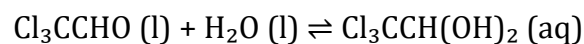
NaOH:n ainemäärä, joka reagoi kloraalin kanssa:

$n(\text{NaOH}) = 0,04000 \text{ mol} - 0,02915 \text{ mol} = 0,01085 \text{ mol}$ (3 p.)

Kloraalin ja kloraalihydraatin kokonaiskonsentraatio:

$c = n/V = 0,01085 \text{ mol} / 0,3000 \text{ l} = 0,0361667 \text{ mol/l}$ (2 p.)

Tasapainotilan hahmottaminen:



Alussa: 0,0361667 - 0

Tasapainossa: 0,0361667 - x - x

(2 p.)

$$K = [\text{Cl}_3\text{CCH(OH)}_2] / [\text{Cl}_3\text{CCHO}]$$

$2000 = x / (0,0361667 - x)$ (yksiköt jätetty pois)

$x = 0,0361486$

(2 p.)

Tasapainokonsentraatiot:

$$c(\text{Cl}_3\text{CCH}(\text{OH})_2) = x = 0,0361486 \text{ mol/l} \approx 0,03615 \text{ mol/l}$$

$$c(\text{Cl}_3\text{CCHO}) = (0,0361667 - 0,0361486) \text{ mol/l} = 1,81 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} \approx 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} \quad (2 \text{ p.})$$

Vastaus: $c(\text{Cl}_3\text{CCH}(\text{OH})_2) \approx 0,03615 \text{ mol/l}$

$c(\text{Cl}_3\text{CCHO}) \approx 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$

11.2. (5 p.)

Tasapainoreaktio on nopea molempiin suuntiin. Kun kloraali reagoi NaOH:n kanssa, reaktio tapahtuu Le Châtelier'n periaatteen mukaisesti vasemmalle tuottaen lisää kloraalia.

Koska NaOH:a on ylimäärin, kaikki kloraali voidaan poistaa reaktioseoksesta. Siten myös kloraalihydraatti kuluu loppuun.