



KEMIA 14.9.2020

Lopulliset hyvän vastauksen piirteet 12.11.2020

Lopullisista hyvän vastauksen piirteistä ilmenevät perusteet, joiden mukaan koesuorituksen lopullinen arvostelu on suoritettu. Tieto siitä, miten arvosteluperusteita on sovellettu kokelaan koesuoritukseen, muodostuu kokelaan koesuorituksestaan saamista pisteistä, lopullisista hyvän vastauksen piirteistä ja lautakunnan määräyksissä ja ohjeissa annetuista arvostelua koskevista määräyksistä. Lopulliset hyvän vastauksen piirteet eivät välttämättä sisällä ja kuvaa tehtävien kaikkia hyväksytyjä vastausvaihtoehtoja tai hyväksytyyn vastauksen kaikkia hyväksytyjä yksityiskohtia. Koesuorituksessa mahdollisesti olevat arvostelumerkinnät katsotaan muistiinpanoluonteisiksi, eivätkä ne tai niiden puuttuminen näin ollen suoraan kerro arvosteluperusteiden soveltamisesta koesuoritukseen.

Ylioppilastutkinnon kokeessa selvitetään, ovatko opiskelijat omaksuneet lukion opetussuunnitelman 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 kokeeseen 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 ekvivalenttikohhta 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 sällöltään 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 siirtyminen 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 epätäsmällisestä kielenkäytöstä, pienestä laskuvirheestä tai likiarvojen huolimattomasta käytöstä vähennetään 0–3 p.

Pisteet voivat olla itsenäisiä tai sidottuja. **Itsenäisen pisteen (ip.)** saamiseksi riittää, että

kyseiseen pisteeseen oikeuttava asia on mainittu vastauksessa riippumatta muun vastauksen oikeellisuudesta. **Sidottu piste (sp.)** on sidottu edeltävän asian oikeellisuuteen.

Osa I

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

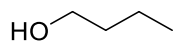
- | | |
|---|--------|
| 1.1. cesium, Cs | (2 p.) |
| 1.2. CO ₂ | (2 p.) |
| 1.3. molekyylien lukumäärä | (2 p.) |
| 1.4. 2-metyylipropaani | (2 p.) |
| 1.5. valsartaani | (2 p.) |
| 1.6. 106 mg | (2 p.) |
| 1.7. 0,0400 ml | (2 p.) |
| 1.8. eteenä | (2 p.) |
| 1.9. etenevän ja palautuvan reaktion nopeudet 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:



(2 p.)

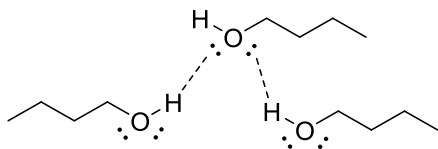
Nestemäisen butan-1-olimolekyylin

hydroksiryhmän happi muodostaa **vetysidoksia**

(1 p.)

toisen butan-1-olimolekyylin hydroksiryhmän vetyatomin kanssa:

(1 p.)



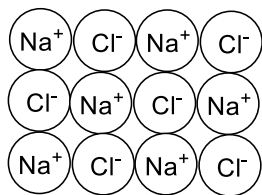
- *Vetysidoksen täsmällinen kohdistus vaaditaan.*

Butan-1-olimolekyylin poolittomien hiiliketjujen välillä on **dispersiovoimia**.

(1 p.)

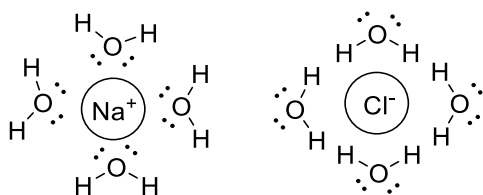
2.2. (4 p.)

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



- *Ionit selitetty tai merkitty oikein 1 p., ionisidos 1 p., ionien sähköinen vetovoima 1 p., ionihila 1 p.*

2.3. (6 p.)

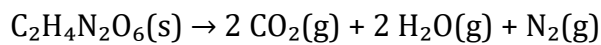


Natrium- ja kloridi-ionit muodostavat vesimolekyylien kanssa ioni-dipolisidoksia. Vesimolekyylien negatiivisesti osittaisvarautuneet happiatomit sitoutuvat natriumioneihin ja positiivisesti osittaisvarautuneet vetyatomit sitoutuvat kloridi-ioneihin.

- *Yhteensä 6 p. voi kerätä seuraavista: ionit selitetty tai merkitty oikein 1 p., ioni-dipolisidos 1 p., vesimolekyyli poolinen/dipoli 1 p., vesimolekyylien välillä vetysidoksia 1 p., vesimolekyylin sitoutuminen ioneihin 2+1 p.*

3. Räjähdyksaineiden kemiaa (15 p.)

3.1. (3 p.)



- *Lähtöaineet ja tuotteet 1 p.*
- *Kertoimet 1 sp.*
- *Olomuotomerkinnot 1 sp.*

Sidotut pisteet oikeaan lähtöaineeseen ja oikeisiin tuotteisiin

3.2. (7 p.)

Lasketaan ensin PETN:n ainemäärä.

$$n(\text{PETN}) = m/M = 982 \cdot 10^{-3} \text{ g} / 316,154 \text{ g/mol} = 3,10608 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad (2 \text{ p.})$$

Kaasujen kokonaisainemäärä:

$$n = 11 \cdot n(\text{PETN}) = 11 \cdot 3,10608 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,0341669 \text{ mol} \quad (2 \text{ p.})$$

Kaasuseoksen tilavuus saadaan kaasujen tilanyhtälöstä

$$V = nRT/p \quad (1 \text{ ip.})$$

eli sijoittamalla saadaan

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

$$= 0,0041435 \text{ m}^3 \approx 4,1 \text{ l} \quad (1 \text{ p.})$$

Vastaus: Kaasuseoksen kokonaistilavuus on 4,1 l.

3.3. (5 p.)

Etyleeniglykolidinitraatti on pienimolekyylisempi yhdiste kuin glyseryyliitrinitraatti.

(vertailtu kokoja)

(1 p.)

Lisäksi glyseryyliitrinitraatissa on kolme **poolista** nitraattiesteriryhmää/nitroryhmää, kun etyleeniglykolidinitraatissa niitä on vain kaksi/ NGL poolinen, NG pooliton. (vertailtu poolisuuksia)

(1 p.)

Siksi glyseryyliitrinitraattimolekyylien välillä on voimakkaammat vuorovaikutukset kuin etyleeniglykolidinitraattimolekyylien välillä.

(1 sp.)

- *Sidottu perusteluun kokoeron tai poolisuuden avulla*

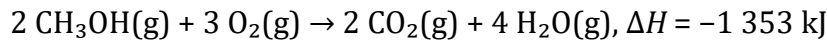
Haitat: Vastauksessa pitää olla kaksi seikkaa mainittu (1 p./kohta, yhteensä 2 p.):

- Haihtuva yhdiste voi aiheuttaa terveyshaittoja **hengitettynä**.
- **Ilmaan haihtunut/hapen kanssa sekoittunut** räjähdysaine **voi muodostaa** vaarallisen, **räjähdysherkän seoksen**, jolloin räjähdys voi tapahtua vahingossa tai räjähdystapahtuma voi olla ennakoimattoman voimakas ja laaja (epätodennäköistä mutta hyväksytään vastaukseksi).
 - *Vahinkoräjähdyksestä ei pistettä*
- Haihtuminen voi myös heikentää räjähteen tehoa, jos räjähdettä säilytetään pitkiä aikoja.
- *Taloudellista haittaa ei hyväksytä.*

4. Metanolin käyttömahdollisuuksia (15 p.)

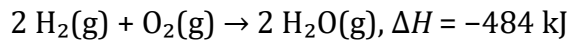
4.1. (7 p.)

Metanolin palaminen:



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

Vedyn palaminen:



Kun 1 mol H_2 palaa, energiaa vapautuu 242 kJ. (1 p.)

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

Metanolin palaessa energiaa vapautuu

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

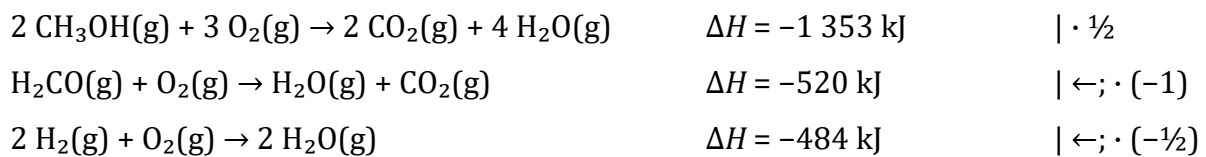
$$n(\text{H}_2) = m(\text{H}_2)/M(\text{H}_2) = 1,00 \cdot 10^3 \text{ g} / 2,016 \text{ g/mol} = 496,03 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

Vedyn palaessa energiaa vapautuu

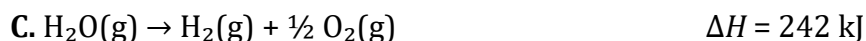
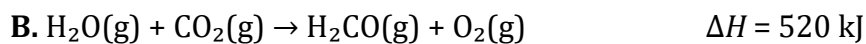
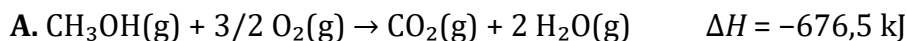
$$496,03 \text{ mol} \cdot 242 \cdot 10^3 \text{ J/mol} = 120,040 \cdot 10^6 \text{ J} \approx 120 \text{ MJ}. \quad (1 \text{ p.})$$

Vastaus: Vedyn palamisessa vapautuu enemmän energiaa. (1 p.)

4.2. (8 p.)



Saadaan



A. reaktioyhtälö oikein/selitetty sanallisesti (1 p.)
ja sen entalpia oikein (1 sp.)

B. reaktioyhtälö oikein/selitetty sanallisesti (1 p.)
ja sen entalpia oikein (1 sp.)

C. reaktioyhtälö oikein/selitetty sanallisesti (1 p.)
ja sen entalpia oikein (1 sp.)

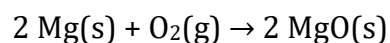
- *Entalpiapisteet sidottu oikeaan reaktioyhtälöön tai sanalliseen selitykseen*
- *Sanallisesta selityksestä pitää käydä ilmi, miten (oikea) entalpia on saatu*

Vastaus: Reaktioentalpia on 86 kJ. (2 sp.)

- *Vastauspiste sidottu oikeaan edeltävään käsittelyyn.*

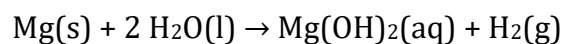
5. Magnesiumin reaktiot (15 p.)

5.1. (3 p.)



- *Lähtöaineet ja tuotteet oikein* (1 p.)
- *Kertoimet oikein (sidottu oikeisiin lähtöaineisiin ja tuotteisiin)* (1 sp.)
- *Olomuotomerkinnot oikein (sidottu oikeisiin lähtöaineisiin ja tuotteisiin)* (1 sp.)

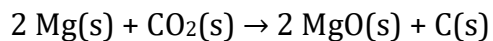
5.2. (3 p.)



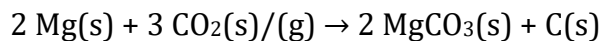
- *Lähtöaineet ja tuotteet oikein* (1 p.)
- *Kertoimet oikein (sidottu oikeisiin lähtöaineisiin ja tuotteisiin)* (1 sp.)
- *Olomuotomerkinnot oikein (sidottu oikeisiin lähtöaineisiin ja tuotteisiin)* (1 sp.)

5.3. (4 p.)

Vaihtoehto 1: (4 p.)

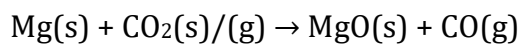


TAI

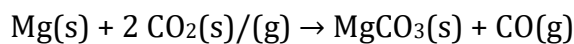


- *Tuotteissa mukana hiili* (1 ip.)
- *Loput lähtöaineet ja tuotteet oikein* (1 sp. edelliseen)
- *Kertoimet oikein* (1 sp. edellisiin)
- *Olomuotomerkinnät oikein* (1 sp. edellisiin)

Vaihtoehto 2: (3 p.)



TAI



- *Lähtöaineet ja tuotteet oikein* (1 p.)
- *Kertoimet oikein* (1 sp. edelliseen)
- *Olomuotomerkinnät oikein* (1 sp. edelliseen)

5.4. (5 p.)

Vesi ja hiilidioksidi eivät sovellu palavan magnesiumin sammuttamiseen, koska **ne reagoivat magnesiumin kanssa.** (1+1 p.)

Jokin seuraavista perusteluista (1 p. / huomio) (max 3 p.)

- Magnesiumin ja veden reaktio on **eksoterminen/lämpöä vapauttava.**
- *kiivas reaktio, 0 p.*
- Reaktiossa vapautuu myös erittäin **helposti syttyvää vetykaasua**, jonka vapautuva lämpö voi sytyttää palamaan.
- Hiilidioksidin lisääminen ei estä magnesiumin hapettumisreaktiota.
- Magnesiumin ja hiilidioksidin reaktio on **eksoterminen reaktio/lämpöä vapauttava.**
- *kiivas reaktio, 0 p.*
- Reaktiossa muodostuu lisäksi hiiltä. **Hiili voi** hiilidioksidin lisäämisen loputtua **syttävä palamaan** joutuessaan kosketuksiin ilman hapen kanssa.
- *Jos kohdan 5.3. vastauksessa tuotteena on ollut hiilimonoksidi, hyväksytään siihen liittyvät järkevät perustelut, kuten "muodostuva CO on haitallista hengitettynä".*

6. Hypobromihapoke (15 p.)

6.1. (5 p.)



Reaktioyhtälön kertoimien perusteella

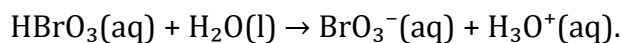
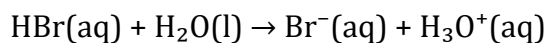
$$c(\text{HBr}) = 2/3 \cdot c(\text{HBrO}) = 2/3 \cdot 0,20 \text{ mol/l} = 0,133333 \text{ mol/l}$$

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

TAI

$$c(\text{HBr} + \text{HBrO}_3) = c(\text{HBrO}) = 0,20 \text{ mol/l} \quad (1 \text{ p.})$$

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



- *Vahvuuden merkitys ilmaistu ainakin toisen hapon osalta ja perusteltu joko sanallisesti tai reaktioyhtälöillä.* (1 ip.)

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

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = c(\text{HBr}) + c(\text{HBrO}_3) = 0,20 \text{ mol/l} \quad (1 \text{ p.})$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg 0,20 \text{ mol/l} = 0,698970. \quad (1 \text{ p.})$$

Vastaus: pH on noin 0,70. (1 p.)

6.2. (10 p.)

Tilanteen hahmottaminen:



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

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

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

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

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{BrO}^-] \quad (1 \text{ p.})$$

$$\text{Tasapainossa } [\text{HBrO}] = [\text{HBrO}] - [\text{H}_3\text{O}^+] \quad (2 \text{ p.})$$

Tasapainovakion laskeminen:

$$K_a = \frac{[\text{BrO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HBrO}]} \quad (1 \text{ ip.})$$

$$= \frac{2,137962 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} \cdot 2,137962 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}}{0,20 \text{ mol/l} - 2,137962 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}} \quad (1 \text{ p.})$$

$$= 2,285681 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l} \quad (1 \text{ p.})$$

$$\approx 2,3 \cdot 10^{-9} \text{ mol/l} \quad (1 \text{ p.})$$

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

7. Etylibentsoaatin hydrolyysi (15 p.)

7.1. (4 p.)

Lämmittäminen ja konsentraation kasvattaminen nopeuttavat reaktiota, (1+1 p.)
koska molemmat lisäävät etylibentsoattimolekyylien ja hydroksidi-ionien välisiä tör-
mäyksiä. (1+1 p.)

7.2. (6 p.)

Natriumbentsoaatti on suola/ioniyhdiste/varauksellinen, (1 p.)
joten se liukenee hyvin veteen. (1 p.)
- *Vastauksesta pitää ilmetä, että ioniyhdisteellä ja vesiliukoisuudella on yhteys.*

Bentsoehappo taas on poolinen, neutraali yhdiste, joka sisältää myös poolittoman osan. (1 p.)

Yleisesti suolan vesiliukoisuus on parempi kuin rakenteeltaan samankaltaisen neutraalin yhdisteen. (1 p.)

TAI

Natriumbentsoaatti liukenee veteen ioni-dipolisidosten avulla. Bentsoehapossa ei ole ioneja, ja se liukenee veteen vetysidosten avulla. (1+1 p.)

Bentsoaatti-ionien ja vesimolekyylien väliset ioni-dipolisidokset ovat vahvempia kuin bentsoehappo- ja vesimolekyylien väliset vetysidokset. Siten natriumbentsoaatti liukenee veteen paremmin kuin bentsoehappo. (1+1 p.)

Enintään 2 p. kerättynä seuraavista, (1 p./kohta):

- Tavallisesti aineiden **liukoisuus pienenee lämpötilan laskiessa.**
- **Bentsoehappoa kiteytyy/saostuu** siis liuoksesta **mahdollisimman paljon / enemmän**, kun seosta jäähdytetään.
- Neutraloitumisreaktiossa vapautuu lämpöä.
- Työturvallisuuden kannalta on parempi jäähdyttää.

7.3. (5 p.)

Lyhennetään bentsoaatti-ionia lyhenteellä ${}^{-}\text{OBz}$.

$$n(\text{NaOH}) = 2,0 \text{ mol/l} \cdot 28,0 \cdot 10^{-3} \text{ l} = 56,0 \text{ mmol}$$

$$n(\text{BzOEt}) = 5,2 \text{ g} / 150,2 \text{ g mol}^{-1} = 34,6 \text{ mmol} \quad \text{jompikumpi laskettu oikein (1 p.)}$$

NaOH:ia on **ylimäärin** (1 p.)

- *Molemmat ainemäärälaskut pitää ilmetä perusteluna.*

NaOH-ylimäärä pitää myös neutraloida (1 p.)

$$\text{TAI } n(\text{HCl}) = n(\text{BzOEt}) + n(\text{NaOH, ylimäärä})$$

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

ainemäärä: $n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH, lisätty})$. (1 sp.)

- *ei pistettä, jos perusteltu väärin*

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

$$= 9,333 \text{ ml} \approx 9,3 \text{ ml} \quad (1 \text{ p.})$$

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

8. Raudan ruostuminen (15 p.)

8.1. (5 p.)

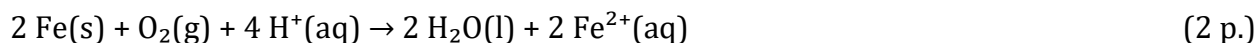
Hapettumisreaktio:



Pelkistymisreaktio:

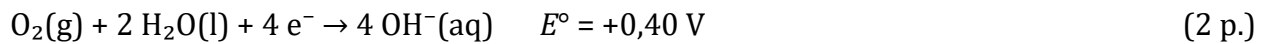


Kokonaisreaktio:

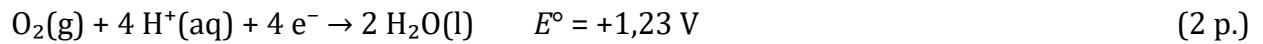


8.2. (6 p.)

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. (2 p.)

8.3. (4 p.)

Vesiliuos toimii **elektrolyyttiliuoksena**, johon liuenneet ionit toimivat varauksenkuljettajina. (1 p.)

Suolaisessa vedessä on liuenneiden suolojen johdosta **enemmän ioneja**, (1 p.)

jolloin suolaliuos johtaa sähköä paremmin kuin puhdas vesi. (1 p.)

Elektroninsiirtoreaktioiden (redox-reaktiot, hapettumis-pelkistysreaktiot) nopeus kasvaa, kun galvaanisen kennon elektrolyyttiliuoksen sähkönjohtokyky paranee. (1 p.)

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 (1+1 p.)	Mistä ne ovat peräisin? (1+1 sp.) sidottu oikeaan kaasuun	Miten niitä pääsee ilmakehään? (1+1 sp.) sidottu edellisiin
Hiilidioksidi	<ul style="list-style-type: none">• Fossiilisten polttoaineiden käyttö energiantuotannossa ja liikenteessä• Metsien häviäminen• Meriin sitoutunut CO₂	<ul style="list-style-type: none">• Polttoaineet ovat hiilivetyjä, joista syntyy poltettaessa hiilidioksidia ja vettä.• Metsien hävitessä niissä ollut hiili vapautuu hiilidioksidina eikä enää sitoudu uudelleen.• Vesistöjen lämmetessä/happamoituessa niiden kyky liuottaa hiilidioksidia heikkenee
Metaani	<ul style="list-style-type: none">• Eloperäisen jätteen hajoaminen• Riisipellot• Karjatalous/ märehitijät• Kaatopaikat• Maaperä ja vesistöt (vaatii selityksen lämpenemisellä)	<ul style="list-style-type: none">• Kun eloperäiset hiilivedyt hajoavat hapettomissa oloissa (esim. kaatopaikalla tai riisipelloilla), syntyy metaania.• Metaania syntyy, kun märehitijöiden ruoansulatus hajottaa ravinnoksi nautittua selluloosaa ja muita hiilivetyjä.• Metaania vapautuu ikiroudun sulaessa/vesistöistä ilmaston lämmetessä• Karjalannan anaerobinen hajoaminen
Dityppioksidi	<ul style="list-style-type: none">• Maatalouden typpilannoitteet• Liikenteen ja energiantuotannon päästöt	<ul style="list-style-type: none">• Typpilannoitteiden hajoatessa muodostuu dityppioksidia.

Kasvihuonekaasu (1+1 p.)	Mistä ne ovat peräisin? (1+1 sp.) sidottu oikeaan kaasuun	Miten niitä pääsee ilmake- hään? (1+1 sp.) sidottu edellisiin
		<ul style="list-style-type: none"> • Typen oksideja voi muodostua ilman typestä ja hapesta, jos palaminen tapahtuu korkeissa lämpötiloissa.
(Alailmakehän) otsoni	<ul style="list-style-type: none"> • Liikenteen ja energiantuotannon päästöt 	<ul style="list-style-type: none"> • Palamisessa syntyvät epäpuhtaudet (esim. typen oksidit, hiilimonoksidi ja hiilivedyt) reagoivat ilman hapen kanssa muodostaen otsonia.
Halogenoidut hiilivedyt	<ul style="list-style-type: none"> • Teollisuudessa ja teollisuustuotteissa niitä käytetään esim. liuottimina, ponnekaasuina sekä kylmäaineina kylmälaitteissa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Halogenoituja hiilivetyjä haihtuu tai vapautuu ilmaan teollisista prosesseista • vapautuu ilmakehään ponnekaasua käytettäessä • vuotaa ilmakehään kylmälaitteiden rikkoutuessa.
Vesihöyry	<ul style="list-style-type: none"> • Lisääntynyt haihdunta ilmaston lämmitessä <i>Ei hyväksytä lähteenä sitä, että vettä syntyy polttoreaktiosta.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Muut kasvihuonekaasut aiheuttavat lämpenemistä, joka lisää veden haihduntaa.

9.2. (5 p.)

Näytteessä on hiilidioksidia ja vettä.

(1+1 p.)

Aineet ovat tunnistettavissa vahvasta absorptiosta tietyillä aaltolukualueilla.

(1 p.)

Hiilidioksidi on tunnistettavissa vahvasta absorptiosta aaltolukualueella

2 300 cm⁻¹-2 400 cm⁻¹ tai 600 cm⁻¹-700 cm⁻¹ tai merkitty ne kuvaajiin.

(1 p.)

Vesi puolestaan on havaittavissa useana piikkinä aaltolukualueella

1 400 cm⁻¹-1 800 cm⁻¹ tai merkitty se kuvaajaan.

(1 p.)

9.3. (6 p.)

Ilmakehän voimakkaimmat kasvihuonekaasut ovat aineiston perusteella vesihöyry, hiilidioksidi ja otsoni. (2 p.)

- kaksi oikeaa kaasua 1 p., kolmas oikea kaasu 1 p.

Kasvihuoneilmiön syntyyn vaikuttavat voimakkaimmin kaasut, jotka absorboivat kokonaisuudessaan eniten (1 p.)

maan pinnasta avaruuteen emittoituvaa (1 p.)

energiaa/säteilyä. (1 p.)

Perusteltu kuvaajien avulla siten, että vastauksessa on maininta piikeistä, pinta-alasta, aaltolukualueista tai vertailu ideaalitilaan. (1 p.)

Esim. 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 $1\ 000\text{ cm}^{-1}$ – $1\ 100\text{ cm}^{-1}$.

Puutteita muissa osuuksissa voidaan korvata ansiokkaalla kuvauksella. (1 p.)

(Huom.! Kasvihuonekaasujen ilmastovaikutusta arvioitaessa on myös huomattava, että kaasujen viipymäajat 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.)

- *Muita kaasuja ei hyväksytä, väärä kumoaa oikean.*

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.)

- *Jos tunnistettu useita kaasuja, kohdasta 9.4. enintään 1 p. (CO₂:n perusteluista).*

10. Steroidit (20 p.)

10.1. (4 p.)

Muut kaksoissidokset ovat osana **aromaattista rengasta/ fenolia/ bentseenirengasta**, (1 p.)

joka on **pysyvä**/ei pelkisty helposti, (1 p.)

koska renkaan **kaksoissidokset/π-elektronit** ovat **levittäytyneet/delokalisoituneet** renkaan kaikkien hiiliatomien käyttöön. (2 p.)

10.2. (4 p.)

Hiilirenkaan hiiliatomeissa on vain **yksinkertaisia sidoksia/sigmasidoksia/ hiiliatomit ovat sp³-hybridisoituneita**. (2 p.)

Tällöin sidoksilla on **n. 109 asteen sidoskulmat/tetraedrisyys**.

TAI

Tällöin kuvan (tuoli)konformaatio on energiaedullisin/konformaation atomit tai sidokset ovat mahdollisimman kaukana toisistaan. (2 p.)

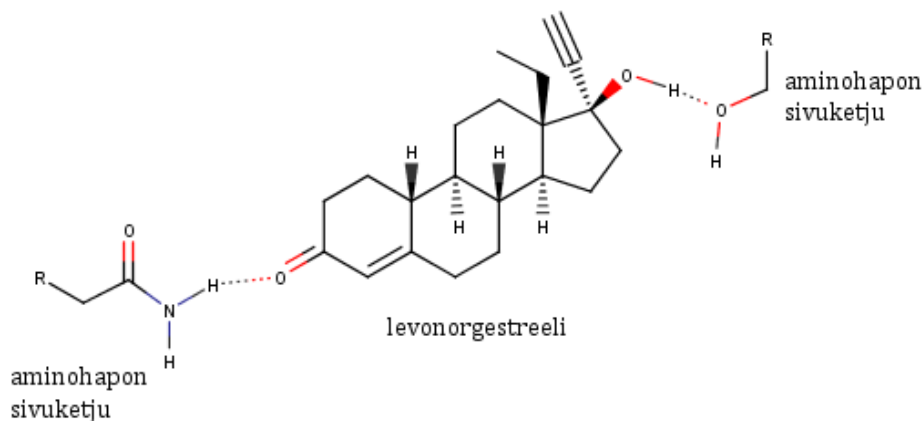
10.3. (6 p.)

Molekyylin tertiäärisen alkoholin **hydroksiryhmä ja ketoniryhmä** (1+1 p.)

voivat muodostaa **vetysidoksia/dipoli-dipolisidoksia/ioni-dipolisidoksia**

reseptorin proteiinin kanssa, (1 p.)

esimerkiksi seuraavasti.



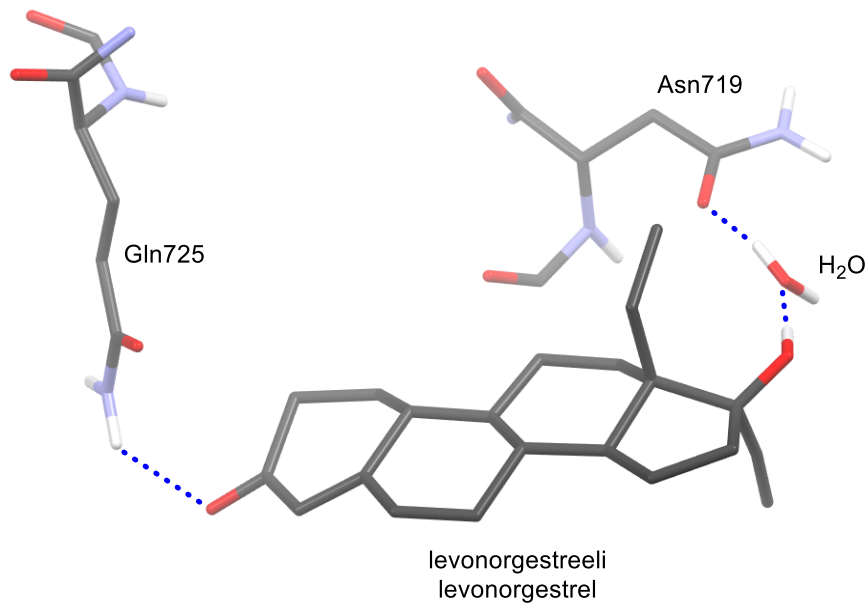
- tarkasteltu reseptorin poolisia ryhmiä tai annettu esimerkki vetysidoksesta/dipoli-dipolisidoksesta (1 p.)

Loput 2 p. seuraavista (1 p. /kohta, itsenäiset pisteet):

- molekyylin hiilivetyrunko voi osallistua sitoutumiseen
- sitoutuminen voi tapahtua dispersiovoimilla reseptorin poolittomaan osaan
- molekyyli voi myös sitoutua **kovalenttisesti/kondensaatio(reaktiolla)** esim. muodostamalla **esteri/eetteriryhmän/happisillan** (molemmat vaaditaan)

Jos vastauksessa sekoitetaan sitoutuminen reseptoriin ja sitoutuminen progesteroniin (eli selitetään millä sidoksilla levonorgestreeli voi sitoutua progesteroniin), karkea virhe, 0 p. koko kohdasta 10.3.

(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 hydroksiryhmänsä. 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

1) **molekyylien runkorakenne on samanlainen,**

2) joten niillä on samanlainen **muoto/kolmiulotteinen rakenne.** (3 p.)

- kumpi tahansa edellisistä (1 tai 2) mainittu 2 p., toinenkin mainittu 1 p.
- pelkkä samanlainen rakenne, 1 p.

Funktionaaliset ryhmät ovat samat

(1 p.)

- mainittu että vain yksi funktionaalinen ryhmä on sama, 1 p.
- ei tarvitse luetella funktionaalisia ryhmiä

ja **samoissa paikoissa/kohdissa**

(2 p.)

- jos vain yhtä ryhmää verrattu, 1 p.

Tästä syystä ne voivat sitoutua samaan reseptoriin.

Jos vastauksessa on sekoitettu reseptori ja testosteroni eli selitetty levonorgestreelin ja testosteronin välille muodostuvia sidoksia, karkea virhe, 0 p. koko kohdasta 10.4.

11. Kloraalihydraatin tasapainoreaktio (20 p.)

11.1. (15 p.)

$$\text{Lisätty NaOH: } n(\text{NaOH}) = c \cdot V \quad (1 \text{ p.})$$

$$= 20,00 \cdot 10^{-3} \text{ l} \cdot 2,000 \text{ mol/l} = 0,04000 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

$$n(\text{HCl-kulutus}) = n(\text{NaOH-ylimäärä}) \quad (1 \text{ p.})$$

$$= c \cdot V = 0,5000 \text{ mol/l} \cdot 58,30 \cdot 10^{-3} \text{ l} = 0,02915 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

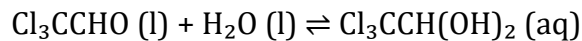
NaOH:n ainemäärä, joka reagoi kloraalin kanssa:

$$n(\text{NaOH}) = 0,04000 \text{ mol} - 0,02915 \text{ mol} = 0,01085 \text{ mol} \quad (2 \text{ p.})$$

Kloraalin ja kloraalihydraatin kokonaiskonsentraatio:

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

Tasapainotilan hahmottaminen:



$$\text{Alussa:} \quad 0,0361667 \quad - \quad 0$$

$$\text{Tasapainossa:} \quad 0,0361667 - x \quad - \quad x$$

(2 p.)

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

$$2000 = x / (0,0361667 - x) \quad (\text{yksiköt jätetty pois})$$

$$x = 0,0361486 \quad (2 \text{ p.})$$

Tasapainokonsentraatiot:

$$c(\text{Cl}_3\text{CCH(OH)}_2) = x = 0,0361486 \text{ mol/l} \approx 0,036 \text{ mol/l} \quad (1 \text{ p.})$$

$$c(\text{Cl}_3\text{CCHO}) = (0,0361667 - 0,0361486) \text{ mol/l} \quad (1 \text{ p.})$$

$$= 1,81 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} \approx 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} \quad (1 \text{ p.})$$

11.2. (5 p.)

Tasapainoreaktio on nopea molempiin suuntiin. (1 p.)

Kun klorali reagoi NaOH:n kanssa, reaktio tapahtuu Le Châtelier'n periaatteen mukaisesti vasemmalle (1 p.)

tuottaen lisää kloralia. (1 p.)

Koska NaOH:a on ylimäärin, kaikki klorali voidaan poistaa reaktioseoksesta. (1 p.)

Siten myös kloralihydraatti kuluu loppuun. (1 p.)