



KEMIAN KOE 24.3.2020 HYVÄN VASTAUKSEN PIIRTEITÄ

Koe pidettiin poikkeuksellisesti 17.3.2020

Lopulliset hyvän vastauksen piirteet 12.5.2020

Lopullisista hyvän vastauksen piirteistä ilmenevät perusteet, joiden mukaan koesuorituksen lopullinen arvostelu on suoritettu. Tieto siitä, miten arvosteluperusteita on sovellettu kokelaan koesuoritukseen, muodostuu kokelaan koesuorituksesta 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 pienimminkin 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.

Mittaus tuloksia 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 jäsenneilty 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 epätasällisesta 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. NH_4Cl (2 p.)
- 1.2. kykyihin sitoutua paikallaan pysyvään faasiin. (2 p.)
- 1.3. CaO (2 p.)
- 1.4. karboksyyliyhymien välisiä vetysidoksia. (2 p.)
- 1.5. butaanihappo ja metanoli (2 p.)
- 1.6. 272 dm^3 (2 p.)
- 1.7. CH_3COONa (2 p.)
- 1.8. molekyyleistä vain osa muodostaa vesiliuoksessa vastinemäksen. (2 p.)
- 1.9. $-802,2 \text{ kJ}$ (2 p.)
- 1.10. $1,50 \text{ mol/dm}^3$ (2 p.)

Osa II

2. Natriumhydroksidiliuoksen konsentraatio (15 p.)

2.1. (12 p.)

$$M(\text{NaOH}) = 39,998 \text{ g/mol} \quad 1 \text{ ip.}$$

$$n(\text{NaOH}) = m/M = 2,00 \text{ g} / (39,998 \text{ g/mol}) = 0,050003 \text{ mol} \quad 2 \text{ p.}$$

$$c(\text{NaOH, laskennallinen}) = n/V = 0,050003 \text{ mol} / 0,500 \text{ l} = 0,10001 \text{ mol/l} \quad 2 \text{ p.}$$

NaOH-liuoksen laskennallinen konsentraatio oli 0,100 mol/l. 1 p.

$$n(\text{oksaalihappo}) = c \cdot V = 0,0500 \text{ mol/l} \cdot 0,02500 \text{ l} = 0,00125 \text{ mol} \quad 1 \text{ p.}$$

$$n(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{oksaalihappo}) = 2 \cdot 0,00125 \text{ mol} = 0,00250 \text{ mol} \quad 3 \text{ p.}$$

$$c(\text{NaOH}) = n/V = 0,00250 \text{ mol} / 0,02563 \text{ l} = 0,097542 \text{ mol/l} \quad 1 \text{ p.}$$

NaOH-liuoksen tarkka konsentraatio oli 0,0975 mol/l. 1 p.

2.2. (3 p.)

Kiinteä natriumhydroksidi on epäpuhdasta. 1 p.

Kiinteä natriumhydroksidi imee ilmasta kosteutta, joten se sisältää aina hieman vettä.
tai

Kiinteä natriumhydroksidi reagoi hitaasti ilman hiilidioksidin kanssa, joten se sisältää aina vähän natriumkarbonaattia. 1 p.

Tällöin punnittu määrä ei vastaa todellista natriumhydroksidin määrää, ja laskennallinen konsentraatio on suurempi kuin tarkka konsentraatio. 1 p.

3. Mangaani(IV)oksidin tasapainoreaktio (15 p.)

- a) Kloridi-ionien/lähtöaineen lisäys 2 p.
siirtää tasapainoasemaa oikealle. 1 ip.
- b) Mn^{2+} -ionien/ tuotteen lisäys 2 p.
siirtää tasapainoasemaa vasemmalle. 1 ip.
- c) Reaktiossa syntynyt **kloorikaasu poistuu** avoimesta astiasta, 1 p.
eli tuotteen määrä pienenee. 1 p.
Tällöin reaktion tasapainoasema siirtyy oikealle. 1 ip.
- d) Reaktio on endoterminen. 2 p.
Siten lämpötilaa nostettaessa reaktion tasapainoasema siirtyy oikealle. 1 ip.
- e) Hopeakloridi on happoihin ja veteen niukkaliukoinen suola. 2 p.
Kloridi-ionien konsentraatio ei merkittävästi muutu, joten
tasapainoasema ei muutu. 1 ip.

4. Metsien kätkemät aarteet (15 p.)

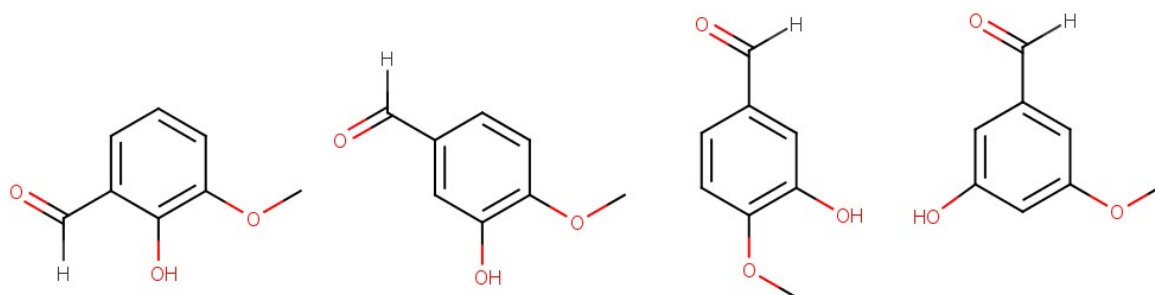
4.1. (6 p.)

Aldehydiryhmä (2 p.), fenoliryhmä (2 p.), eetteriryhmä (2 p.)

- fenoliryhmän tilalla bentseenirengas ja hydroksyyliiryhmä, 1 p.

4.2. (5 p.)

Esimerkkejä:



Oikein piirretty rakenne 5 p.

4.3. (4 p.)

Hapettava alkoholin sekundäärinen hydroksiryhmä on joko nimetty tai osoitettu kaavasta.

2 p.

Reaktiossa muodostuu ketoniryhmä.

2 sp.

(edelliseen)

5. Galvaaninen kenno (15 p.)

5.1. (9 p.)

Suurin ero hapettumis-pelkistymisparien normaalipotentialien välillä saadaan käyttämällä Zn/Zn²⁺- ja Mn²⁺/MnO₄⁻-pareja.

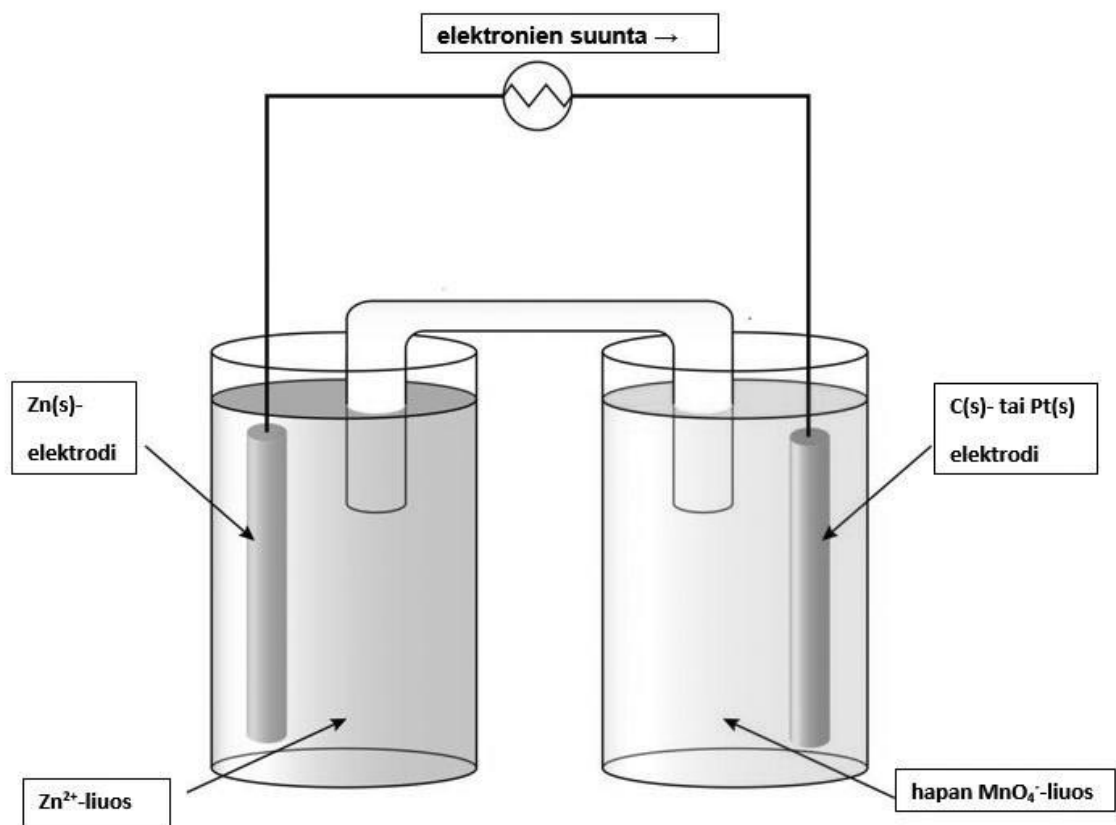
2 p.

- parit valittu oikein 1 p., valinnan perustelu 1 p.

Kennon lähdejännite: $-(-0,76) \text{ V} + 1,51 \text{ V} = 2,27 \text{ V}$

2 p.

Kennon rakenne:



Tai sanallisesti kennorakenne:

- A:** Zn(s)-elektrodi 1 p.
B: Zn²⁺(aq)-liuos 1 p.
C: inertti elektrodi, esim. grafiitti- tai platinaelektrodi 1 p.
D: hapan MnO₄⁻(aq)-liuos 1 p.
F: Elektronit kulkevat Zn-elektrodilta C- tai Pt-elektrodille. 1 p.

5.2. (6 p.)

Kun kennosta otetaan virtaa, Zn hapettuu, jolloin

Zn-elektrodin massa pienenee, 1 p.

ja Zn²⁺-ionien konsentraatio liuoksessa kasvaa. 1 p.

Samalla MnO₄⁻-ionit pelkistyvät, jolloin MnO₄⁻-konsentraatio pienenee, 1 p.

H⁺-konsentraatio pienee 1 p.

ja Mn²⁺-konsentraatio kasvaa. 1 p.

Grafiittielektrodi ei kulu. 1 p.

6. Tislaus (15 p.)

6.1. (5 p.)

- Seos sisältää asetonia 1 p.
ja vettä. 1 p.
Kun ensimmäiset pisarat tislettä tulevat, lämpötila on 59 °C. 1 p.
Koska kiehumisessa syntyvässä höyryssä on asetonia ja pieni määrä vettä,
lämpötila on hiukan asetonin kiehumispistettä (56 °C) korkeampi. 1 p.
Kun asetonia ei ole enää jäljellä, kiehumisessa syntyy vain vesihöyryä,
jonka lämpötila on 100 °C. 1 p.

6.2. (10 p.)

Periaate: (5 p.)

- Tislaus perustuu erotettavien aineiden erilaisiin kiehumispisteisiin. 2 p.
Tislaamalla saadaan erotettua yhdisteitä. 1 p.
Lämmitettäessä nestettä muodostuu **höyry**, jossa on eniten tislattavan seoksen
alhaisimman kiehumispisteen omaavaa yhdistettä. 1 p.
Höyryn **lämpötilan laskiessa se tiivistyy** nesteeksi. 1 sp.
(edelliseen)

Laitteisto: (3 p.)

Tislattavaan seokseen lisätään kiehumakiviä, jotta seos kiehuisi tasaisesti eikä liuos pääsisi roiskumaan. Kun seosta lämmitetään, se alkaa kiehua ja muodostuu höyryä, jossa on eniten alhaisimman kiehumispisteen omaavaa ainetta. Höyryn kiehumispiste voidaan lukea lämpömittarista. Höyry päätyy jäähdyttäjään, jossa höyryn lämpötila laskee ja se tiivistyy nesteeksi. Tiivistynyt höyry kerätään tisleenä. Kun alhaisimman kiehumispisteen omaava aine poistuu tislattavasta nesteestä, nesteen kiehumispiste ja höyryn lämpötila nousee. Lopuksi tislautuu aine, jolla on korkein kiehumispiste.

(1 p. lämmitys; 1 p. jäähdytin; 1 p. jos jokin seuraavista kokonaisuuksista mainittu: i) lämpömittarista luetaan höyryn lämpötila, ii) kiehumakivet/sekoitus, jolla tasataan kiehumista, iii) tisle/neste kerätään astiaan)

Työturvallisuus: (enintään 2 p.; 1 p./mainittu työturvallisuusseikka)

Lopeta tislaus ennen kuin tislauskolvi on tyhjä.

Tislauslaitteistosta ei saa tehdä suljettua systeemiä, koska lämmityksessä ja höyrystymisessä syntyvän paineen on päästävä purkautumaan laitteistosta.

Pitä syttyvät orgaaniset liuottimet kaukana kipinälähteistä ja hyvin kuumista pinnoista.

Käytä suojavälineitä (suojalasit, suojahansikkaat, työtakki).

Tislaa vetokaapissa.

7. Metanolin valmistusreaktio (15 p.)

Kuvataan aineiden konsentraatioiden muutokset:

- **Hiilimonoksidin ja vedyn konsentraatiot pienenevät**, koska ne reagoivat ja muodostavat metanolia. 1 p.
- **Metanolin konsentraatio kasvaa**, koska sitä syntyy reaktiossa. 1 p.
- Aineiden konsentraatiot ovat vakiot tietystä ajanhetkestä eteenpäin. 1 p.

Selitetään erot aineiden reaktionopeuksissa:

- Vetykaasun konsentraatio pienenee nopeammin kuin hiilimonoksidin. 1 p.
- Metanolin konsentraatio kasvaa saman verran kuin hiilimonoksidin pienenee. 1 p.
- perusteltu jommankumman em. aineparin muutoksia reaktioyhtälön kertoimien avulla 1 p.

Tunnistetaan tasapainotila. 1 p.

Metanolin muodostumisreaktion nopeus on suurimmillaan reaktion alussa. 1 p.

Tällöin lähtöaineiden konsentraatiot ovat suurimmillaan.

tai

Tällöin lähtöainemolekyylien välillä tapahtuu eniten törmäyksiä aikayksikköä kohti. 1 p.

Metanolin hajoamisreaktion nopeus on suurimmillaan dynaamisessa

tasapainotilassa. 1 p.

Tällöin metanolin konsentraatio on suurimmillaan,

tai

tällöin metanolimolekyylien välillä tapahtuu eniten törmäyksiä aikayksikköä kohti. 1 p.

Tasapainovakion arvo:

$$K = [\text{CH}_3\text{OH}] / ([\text{H}_2]^2 \cdot [\text{CO}]) \quad 1 \text{ p.}$$

$$= (0,42 \text{ mol/l}) / (0,16^2 (\text{mol/l})^2 \cdot 0,58 \text{ mol/l}) \quad 1 \text{ p.}$$

$$= 28,3 \text{ l}^2/\text{mol}^2 \approx 28 \text{ l}^2/\text{mol}^2 \quad 2 \text{ p.}$$

Metanolin valmistusreaktion tasapainovakion arvo on $28 \text{ l}^2/\text{mol}^2$.

8. Alstoniitin koostumuksen määrittäminen (15 p.)

Pisteityspöytä:

- reaktioyhtälöt 3 p.
- yhtälöpari 2 p.
- loppulasku 10 p.

Reaktioyhtälöt: 3 p.



- virheelliset tuotteet, ei-VSE. Tehtävästä enintään 3 p. (itsenäiset pisteet)

Yhtälöpari:

$$(1) \text{ alussa: } m(\text{CaCO}_3) + m(\text{BaCO}_3) = 0,01492 \text{ g} \quad 1 \text{ ip.}$$

$$(2) \text{ lopussa: } m(\text{CaO}) + m(\text{BaO}) = 0,01042 \text{ g} \quad 1 \text{ ip.}$$

Tapa 1:

$$(3) m(\text{CaO}) = n(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaO}) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)} \cdot M(\text{CaO}) \quad 1 \text{ p.}$$

$$(4) m(\text{BaO}) = n(\text{BaCO}_3) \cdot M(\text{BaO}) = \frac{m(\text{BaCO}_3)}{M(\text{BaCO}_3)} \cdot M(\text{BaO}) \quad 1 \text{ p.}$$

Sijoitetaan (3) ja (4) yhtälöön (2):

$$(5) \frac{m(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)} \cdot M(\text{CaO}) + \frac{m(\text{BaCO}_3)}{M(\text{BaCO}_3)} \cdot M(\text{BaO}) = 0,01042 \text{ g.} \quad 2 \text{ p.}$$

Sijoitetaan yhtälöön (5) yhtälöstä (1) $m(\text{CaCO}_3) = 0,01492 \text{ g} - m(\text{BaCO}_3)$:

$$(6) \quad \frac{0,01492 \text{ g} - m(\text{BaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)} \cdot M(\text{CaO}) + \frac{m(\text{BaCO}_3)}{M(\text{BaCO}_3)} \cdot M(\text{BaO}) = 0,01042 \text{ g.} \quad 2 \text{ p.}$$

Lasketaan moolimassat (4 kpl) 1 ip.

ja sijoitetaan ne kaavaan (6):

$$\frac{0,01492 \text{ g} - m(\text{BaCO}_3)}{100,09 \text{ g/mol}} \cdot 56,08 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + \frac{m(\text{BaCO}_3)}{197,34 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 153,33 \text{ g/mol} = 0,01042 \text{ g.}$$

Laskimesta $m(\text{BaCO}_3)$: 0,0095085 g 1 p.

Bariumkarbonaatin osuus alkuperäisessä näytteessä:

$$0,0095085 \text{ g} / 0,01492 \text{ g} \cdot 100 \% = 63,73 \% \quad 2 \text{ p.}$$

Alstoniittinäyte sisälsi 63,73 % bariumkarbonaattia.

Tapa 2:

$$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaO}) = x$$

$$n(\text{BaCO}_3) = n(\text{BaO}) = y \quad 2 \text{ p.}$$

Laskettu moolimassat (4 kpl, kaikki oikein) 1 ip.

Sijoitetaan nämä yhtälöihin (1) ja (2). Yksiköt on jätetty selvyyden vuoksi pois:

$$(3) \quad 100,09x + 197,34y = 0,01492 \quad 2 \text{ p.}$$

$$(4) \quad 56,08x + 153,33y = 0,01042 \quad 2 \text{ p.}$$

Laskimesta: $x = 0,00005406595 \text{ mol}$ ja $y = 0,0000481835 \text{ mol}$

$$m(\text{BaCO}_3) = n(\text{BaCO}_3) \cdot M(\text{BaCO}_3) = 0,0000481835 \text{ mol} \cdot 197,34 \text{ g/mol}$$

$$= 0,0095085 \text{ g} \quad 1 \text{ p.}$$

Bariumkarbonaatin osuus alkuperäisessä näytteessä:

$$0,0095085 \text{ g} / 0,01492 \text{ g} \cdot 100 \% = 63,73 \% \quad 2 \text{ p.}$$

Alstoniittinäyte sisälsi 63,73 % bariumkarbonaattia.

Tapa 3:

Reaktiossa vapautuu hiilidioksidia:

$$m_{\text{kok}}(\text{CO}_2) = 0,01492 \text{ g} - 0,01042 \text{ g} = 0,0045 \text{ g} \quad 2 \text{ p.}$$

$$n_{\text{kok}}(\text{CO}_2) = (n_1(\text{CO}_2) + n_2(\text{CO}_2)) = n(\text{CaCO}_3) + n(\text{BaCO}_3) \quad 2 \text{ p.}$$

$$n_{\text{kok}}(\text{CO}_2) = m(\text{CaCO}_3) / M(\text{CaCO}_3) + m(\text{BaCO}_3) / M(\text{BaCO}_3) \quad 2 \text{ p.}$$

Laskettu moolimassat (3 kpl, kaikki oikein) 1 ip.

$$0,0045 \text{ g} / 44,01 \text{ g/mol} = \{[0,01492 \text{ g} - m(\text{BaCO}_3)] / 100,09 \text{ g/mol}\} + [m(\text{BaCO}_3) / 197,34 \text{ g/mol}]$$

$$\text{Laskimesta: } m(\text{BaCO}_3) = 0,0095085 \text{ g} \quad 1 \text{ p.}$$

Bariumkarbonaatin osuus alkuperäisessä näytteessä:

$$0,0095085 \text{ g} / 0,01492 \text{ g} \cdot 100 \% = 63,73 \% \quad 2 \text{ p.}$$

Alstoniittinäyte sisälsi 63,73 % bariumkarbonaattia.

Osa III

9. Ionivahvuus ja puskuriliuos (20 p.)

9.1. (8 p.)

$$c(\text{Na}^+) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl}) \cdot V} = \frac{100,0 \text{ g}}{58,44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,500 \text{ l}} = 3,4223 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \quad 1 \text{ p.}$$

$$c(\text{Ca}^{2+}) = \frac{m(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) \cdot V} = \frac{50,0 \text{ g}}{219,08 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,500 \text{ l}} = 0,45645 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \quad 1 \text{ p.}$$

$$c(\text{Cl}^-) = c(\text{Na}^+) + 2 \cdot c(\text{Ca}^{2+}) = 3,4223 \frac{\text{mol}}{\text{l}} + 2 \cdot 0,45645 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 4,3352 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \quad 2 \text{ p.}$$

$$I = \frac{1}{2} \cdot [c(\text{Na}^+) \cdot (+1)^2 + c(\text{Ca}^{2+}) \cdot (+2)^2 + c(\text{Cl}^-) \cdot (-1)^2] \quad 1 \text{ ip.}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \left[3,4223 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot (+1)^2 + 0,45645 \cdot (+2)^2 + 4,3352 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot (-1)^2 \right] \quad 1 \text{ p.}$$

$$= 4,79165 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \approx 4,79 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \quad 2 \text{ p.}$$

Suolaliuoksen ionivahvuus oli 4,79 mol/l.

9.2. (12 p.)

$$c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = c(\text{Na}^+) = \frac{c(\text{CH}_3\text{COONa}) \cdot V(\text{CH}_3\text{COONa})}{V(\text{liuos})} = \frac{0,200 \text{ mol/l} \cdot 20,0 \text{ ml}}{100,0 \text{ ml}} \\ = 0,0400 \text{ mol/l} \quad 2 \text{ ip.}$$

- molemmat konsentraatiot vaaditaan

$$I = \frac{1}{2} \cdot [c(\text{Na}^+) \cdot (+1)^2 + c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \cdot (-1)^2] = \frac{1}{2} \cdot [0,0400 \text{ mol/l} \cdot (+1)^2 + 0,0400 \text{ mol/l} \cdot (-1)^2] \\ = 0,0400 \text{ mol/l} \quad 2 \text{ p.}$$

- periaatevirhe: ei-VSE, enintään 5 p. tehtävästä (itsenäiset pisteet)

Kuvaajasta (aineisto 9. B):

$$\text{p}K_a = 4,67 \quad 2 \text{ ip.}$$

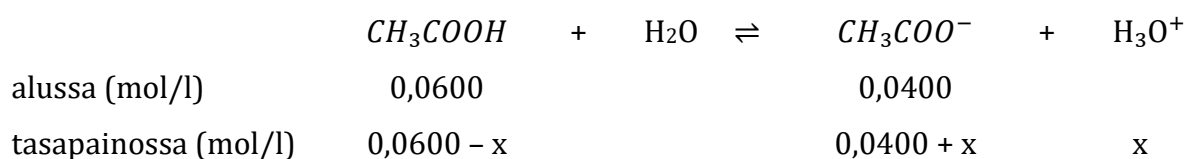
$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot V(\text{CH}_3\text{COOH})}{V(\text{liuos})} = \frac{0,200 \text{ mol/l} \cdot 30,0 \text{ ml}}{100,0 \text{ ml}}$$

$$= 0,0600 \text{ mol/l} \quad 1 \text{ ip.}$$

Tapa 1:

$$K_a = 10^{-4,67} \text{ mol/l} = 2,138 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} \quad 1 \text{ p.}$$

Tasapainotarkastelu: 1 p.



$$K_a = \frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \cdot c(\text{H}_3\text{O}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{(0,0400 \text{ mol/l} + x) \cdot x}{0,0600 \text{ mol/l} - x} = 2,138 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} \quad 1 \text{ p.}$$

Ratkaistaan toisen asteen yhtälöstä x:

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = x = 3,203 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} \quad 1 \text{ p.}$$

$$\text{pH} = -\lg(c(\text{H}_3\text{O}^+)) = -\lg(3,203 \cdot 10^{-5}) = 4,494 \approx 4,49 \quad 1 \text{ p.}$$

Puskuriliuoksen pH oli 4,49.

Tapa 2:

Koska etikkahapon ja sen vastinemäksen konsentraatiot ovat samaa suuruusluokkaa, voidaan käyttää Hendersonin–Hasselbalchin yhtälöä. 1 p.

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \lg \frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} \quad 2 \text{ p.}$$

$$= 4,67 + \lg(0,040 \text{ mol/l} : 0,060 \text{ mol/l}) = 4,67 - 0,176 = 4,494 \approx 4,49 \quad 2 \text{ p.}$$

Puskuriliuoksen pH oli 4,49.

10. Penisilliinien rakenne ja synteesi (20 p.)

10.1. (6 p.)

Yhteensä enintään 6 p., kertyvät seuraavista:

- Penisilliinissä on kaksi amidiryhmää, joista toinen on nelirenkaassa. 1 p.
- Nelirengas aukeaa, kun sen amidiryhmä reagoi veden kanssa. 1 p.
- Nelirengas on jännittynyt, 2 ip.
- koska **sidoskulmat** poikkeavat ihanteellisesta / sidoskulmat ovat pienemmät kuin normaalilla tetraedrisellä hiilellä. 2 p.
- Renkaan jännitys lisää nelirenkaan reaktiivisuutta. 1 sp.
- (jännitykseen tai epäedullisiin sidoskulmiin)

10.2. (5 p.)

- Vanhentuneet antibiootit ovat voineet hajota, kun nelirenkaan amidiryhmä hydrolysoituu **ilmankosteuden** vaikutuksesta. 1 p.
- Vanhentunut lääke on ollut kosteudelle alttiina kauemmin/reaktioaika on ollut pidempi. 1 p.
- Loput pisteet (enintään 3 p.) voivat kertyä seuraavista:*
- Vanhentuneen lääkkeen **teho** on **alentunut**. 1 p.
- Tällöin antibiootti ei enää reagoi bakteerisolussa kohde-entsyymien kanssa, ja **osa** infektion aiheuttaneista **bakteereista voi jäädä henkiin**. 1 p.
- Siten antibiootti ei paranna infektiota, 1 p.
- ja voidaan tarvita uusi antibioottikuuri. Kun suoliston omat bakteerit vähentyvät, suolistossa voi kehittyä antibiooteille vastustuskykyisiä bakteerikantoja. 1 p.

10.3. (4 p.)

- V-penisilliinin korvaaminen amoksisilliinilla ei auttaisi, koska molemmissa yhdisteissä on sama jännittynyt nelirengas, 2 p.
- joka voi hajota resistentin bakteerikannan (beetalaktamaasi)entsyymien avulla. 1 sp.
- (nelirenkaaseen)
- Ilman nelirengasta antibiootti ei tuhoa bakteeria eli amoksisilliinikaan ei toimisi antibioottina resistenttiin kantaan. 1 sp.
- (jompaankumpaan edelliseen)

10.4. (5 p.)

Reaktiotyypiksi hyväksytään kondensaatioreaktio tai substituutioreaktio. 2 p.

Reaktiossa muodostuu lisäksi metanolia CH_3OH . 3 p.

11. Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä (20 p.)

11.1. (4 p. = 1 p. / tunnistettu alkuaine, perusteluja ei vaadita)

Mendelejevin taulukko on muodostettu vuonna 1869 tunnettujen atomimassojen mukaan.

Osa taulukon atomimassoista ei vastaa nykykäsitystä.

Atomimassojen, alkuaineiden järjestyksen tai taulukkoon sijoittumisen perusteella alkuaineet ovat

- skandium ($A_r = 44,96$, kalsiumin jälkeen, samalla vaakarivillä ceriumin kanssa, kaliumin ja kalsiumin jälkeen samalla pystyrivillä)
- gallium ($A_r = 69,72$, sinkin ja arseenin välissä, samalla vaakarivillä boorin ja alumiinin kanssa)
- germanium ($A_r = 72,61$, sinkin ja arseenin välissä, samalla vaakarivillä kuin hiili, pii ja tina)
- hafnium ($A_r = 178,49$, ennen talliumia, samalla vaakarivillä kuin titaani ja zirkonium).

11.2. Vastauksessa analysoidaan ja vertaillaan järjestelmiä eri näkökulmista. (8 p.)

Mendelejevin jaksollinen järjestelmä	Nykyinen jaksollinen järjestelmä
<p><i>Muodostamisperiaatteet:</i></p> <p>Ryhmittely perustuu atomimassoihin (1 p.) - <i>moolimassa 0 p.</i></p> <p>ja kemiallisiin ominaisuuksiin. (1 p.) Mendelejevin aikana ei tunnettu atomien elektronirakennetta ja atomin ytimen rakennetta.</p>	<p>Alkuaineet ovat protonien lukumäärän mukaisessa järjestyksessä. (1 sp. vertailuun)</p> <p>Ryhmittely perustuu atomien (kvanttimekaanisen atomimallin mukaiseen) elektronirakenteeseen. (1 sp. vertailuun)</p>
<p><i>Järjestelmien rakenteen vertailu (max 4 p.):</i></p>	
<p>Alkuaineiden lukumäärän vertailu (1 p.) Järjestelmä sisältää 62 alkuainetta, ja lisäksi siinä ennustetaan joidenkin alkuaineiden olemassaolo.</p>	<p>Järjestelmä sisältää 118 tällä hetkellä tunnettua alkuainetta.</p>
<p>Isotooppikoostumuksen huomiointi (1 p.) Atomimassoissa ei ole huomioitu luonnon isotooppikoostumusta, koska isotooppeja ei tunnettu.</p>	<p>Atomimassoissa on huomioitu keskimääräinen isotooppikoostumus.</p>
<p>Atomimassojen tarkkuus (1 p.) Osa taulukon atomimassoista on virheellisiä johdettujen epätarkkoista mittauksista ja epäpuhtaista näytteistä (<i>perustelu esitettävä</i>). Esimerkiksi alkuaine Di on alkuaineiden Pr ja Nd seos.</p>	<p>Atomimassat on määritetty tarkasti.</p>
<p>Vaakarivien analysointi (1 p.) Vaakariveiltä voidaan tunnistaa nykyisen jaksollisen järjestelmän ryhmiä, eli vaakarivien alkuaineiden kemialliset ominaisuudet ovat samankaltaisia. Kummastakin erottuu esimerkiksi ryhmä</p>	<p>Pystyrivejä kutsutaan ryhmiksi. Pääryhmissä atomeilla on sama määrä ulkoelektroneja heliumia lukuun ottamatta.</p>

N-P-As-Sb-Bi.	
Pystyrivien analysointi (1 p.) Pystyriveiltä voidaan tunnistaa nykyisen jaksollisen järjestelmän jaksoja.	Vaakarivejä kutsutaan jaksoiksi. Niiden atomeilla on sama määrä elektronikuoria käytössä.
Muita havaintoja Mendelejevin ja nykyisen jaksollisen järjestelmän eroista (1 p./huomio, enintään 2 p. Huomio pitää kohdentaa ryhmään, jaksoon tai alkuaineeseen)	
Vety ja litium on sijoitettu Mendelejevin jaksollisessa järjestelmässä samalle pystyriville eli "jakson" katkeamiskohta eroaa nykyisestä järjestelmästä. Vastaava katkeamiskohdan ero nähdään muissakin "jaksoissa".	
Mendelejevin jaksollisessa järjestelmässä yksittäisten alkuaineiden (esim. In, La) atomimassoissa on eroja nykyjärjestelmään nähden. Esimerkiksi indiumin oksidin kaavaksi oletettiin ensin InO, minkä vuoksi sen atomimassaksi saatiin 76. Mendelejev oletti myöhemmin oksidin kaavaksi In ₂ O ₃ , jolloin atomimassaksi tuli noin 113.	
Mendelejevin jaksollisessa järjestelmässä yksittäisten alkuaineiden (esim. Pb, Tl, Au) sijainnissa on eroja nykyjärjestelmään nähden.	
Mendelejevin jaksollisessa järjestelmässä osa alkuaineista, kuten Te ja I, on oikeassa järjestyksessä kemiallisten ominaisuuksiensa perusteella, vaikka atomimassojen perusteella olisi päinvastoin. Tässä Mendelejevin taulukko täsmää nykyisen järjestelmän kanssa.	
Mendelejevin jaksollisessa järjestelmässä on tuntemattomia kemiallisia merkkejä (esim. Di, Ur, Yt).	

11.3. (8 p.)

Nihonium (Nh), moskovium (Mc), tennessiini (Ts) ja oganesson (Og) ovat kaikki keinotekoisia radioaktiivisia alkuaineita, joiden puoliintumisajat (atomien eliniät) ovat hyvin lyhyet. 1 p.

Niitä valmistetaan ydinten fuusioreaktioilla hiukkaskiihdyttimissä. 1 p.

Kemialliset **erotus-** 1 p.

ja **analysointimenetelmät**

1 p.

eivät olleet vielä riittävän kehittyneitä kaikkien alkuaineiden erottamiseen toisistaan ja tunnistamiseen. Alkuaineiden erottaminen ja tunnistaminen edellyttivät sopivien mineraalinäytteiden tutkimista ja erotusmenetelmiä, joilla erotus onnistui myös **pienistä pitoisuuksista**.

1 p.

Enintään 3 p.:

Vastauksessa tunnistetaan alkuaineita ja alkuaineryhmiä, jotka puuttuvat Mendelejevin taulukosta. Puuttuvien alkuaineiden tai alkuaineryhmien tunnistamiseen ja erottamiseen liittyviä haasteita ja tarvittavia kemiallisia menetelmiä käsitellään monipuolisesti.

Vastauksessa voidaan käsitellä esimerkiksi seuraavia alkuaineita tai alkuaineryhmiä (todettu yhden tai useamman alkuaineen puuttuminen: 1 p./alkuaine, ryhmä tai jakso (vaaditaan kohdennus). Puuttumisen selitys: 1 p./selitys):

Puuttuvia alkuaineita: Ga, Ge, Tc, Hf, Re, Po, At, Rn, Fr, Ra

Puuttuvia alkuaineryhmiä: jalokaasut, harvinaiset maametallit (Sc, Y ja lantanoidit), aktinoidit, muut keinotekoiset alkuaineet

Mendelejevin taulukossa on noin puolet tällä hetkellä tunnetuista alkuaineista. Osa alkuaineista löydettiin jo pian taulukon kehittämisen jälkeen. Taulukon kehittäminen tuki myös uusien alkuaineiden löytämistä (Sc, Ga, Ge, Hf).

Kaikki jalokaasut puuttuvat. Jalokaasut ovat kemiallisesti passiivisia eli eivät osallistu kemiallisiin reaktioihin. Niiden erottaminen ja tunnistaminen edellyttää esimerkiksi tislausta kylmissä lämpötiloissa tai kaasunäytteen massaspektrometriaa. Esimerkiksi krypton, neon ja ksenon eristettiin tislaamalla nestemäistä ilmaa. Heliumin olemassaolo tunnistettiin auringon viivaspektristä.

Harvinaisista maametalleista puuttuu suurin osa. Ne esiintyvät pieninä pitoisuuksina samoissa mineraaleissa ja ovat kemiallisesti niin samankaltaisia, että niiden erottaminen puhtaana toisistaan on vaikeaa. (Ne onnistuttiin sovittamaan jaksolliseen järjestelmään vasta röntgenspektroskopian avulla.) Mendelejevin jaksollisen järjestelmän alkuaine Di tunnistettiin vasta vuonna 1885 praseodyymin ja neodyymin seokseksi. Lantanoideista

prometium on radioaktiivinen, ja sitä esiintyy vain pieniä määriä luonnossa. Se löydettiin vasta, kun sitä syntyi ydinreaktioissa.

Aktinoideista puuttuu suurin osa. Ne ovat kaikki radioaktiivisia, ja useimmat niistä ovat harvinaisia alkuaineita luonnossa. Niistä runsaiten luonnossa esiintyy uraania ja toriumia. Amerikiumista lähtien ne ovat keinotekoisia alkuaineita.

Hafnium muistuttaa kemiallisesti zirkoniumia ja piilee zirkoniummineraaleissa. Sen erottaminen puhtaana zirkoniumista on vaikeaa ja vaatii erotusmenetelmien kehittämistä. Hafniumin tunnistamisessa apuna käytettiin röntgenspektroskopiaa.