

FI – Kemia

14.9.2020

Koe koostuu 11 tehtävästä, joista vastataan seitsemään. Tehtävät on ryhmitelty kolmeen osaan. Osassa I on yksi kaikille pakollinen 20 pisteen tehtävä. Osassa II on seitsemän 15 pisteen tehtävää, joista vastataan neljään. Osassa III on kolme 20 pisteen tehtävää, joista vastataan kahteen. Kokeen maksimipistemäärä on 120. Halutessasi voit tuottaa vastausten tueksi piirroksia, kaavioita tai taulukoita ja liittää niistä kuvakaappauksen mihin tahansa tekstivastaukseen.

Älä jätä mitään merkintöjä sellaisen tehtävän vastaukselle varattuun tilaan, jota et halua jättää arvosteltavaksi.

Sisällys

Osa I: 20 pisteen tehtävä

Vastaa tehtävään 1.

- | | |
|--|-------|
| 1. Monivalintatehtäviä kemian eri osa-alueilta | 20 p. |
|--|-------|

Osa II: 15 pisteen tehtävät

Vastaa neljään tehtävään.

- | | |
|------------------------------------|----------------|
| 2. Aineiden rakenteen kuvaaminen | 15 p. |
| 3. Räjähdysaineiden kemiaa | Aineisto 15 p. |
| 4. Metanolin käyttömahdollisuuksia | 15 p. |
| 5. Magnesiumin reaktiot | Aineisto 15 p. |
| 6. Hypobromihapoke | 15 p. |
| 7. Etyylibentsoatin hydrolyysi | Aineisto 15 p. |
| 8. Raudan ruostuminen | 15 p. |

Osa III: 20 pisteen tehtävät

Vastaa kahteen tehtävään.

- | | |
|---|----------------|
| 9. Kasvihuonekaasut ja IR-spektroskopia | Aineisto 20 p. |
| 10. Steroidit | Aineisto 20 p. |
| 11. Klooraalihydraatin tasapainoreaktio | 20 p. |

Koe yhteensä	120 p.
--------------	--------

Osa I: 20 pisteen tehtävä



Vastaa tehtävään 1.

1. Monivalintatehtäviä kemian eri osa-alueilta 20 p.

Valitse jokaisessa kohdassa 1.1.–1.10. parhaiten sopiva vaihtoehto. Oikea vastaus 2 p., väärä vastaus 0 p., ei vastausta 0 p.

1.1. Millä seuraavista alkuaineista on pienin ensimmäinen ionisoitumisenergia? **2 p.**

- ☐ jodi, I
- ☐ helium, He
- ☐ cesium, Cs
- ☐ litium, Li

1.2. Millä seuraavista aineista on kiinteässä olomuodossa hila, joka koostuu erillisistä molekyyleistä? **2 p.**

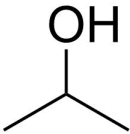
- ☐ SiO₂
- ☐ CO₂
- ☐ MgO
- ☐ timantti

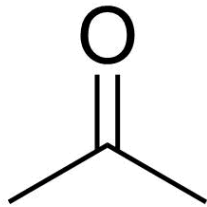
1.3. Yhdellä moolilla D-vitamiinia ja yhdellä moolilla vettä on sama **2 p.**

- ☐ massa.
- ☐ atomien lukumäärä.
- ☐ tilavuus.
- ☐ molekyylien lukumäärä.

1.4. Millä seuraavista yhdisteistä on matalin kiehumispiste? **2 p.**

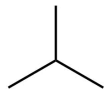
- ☐


isopropanoli / isopropanol
- ☐



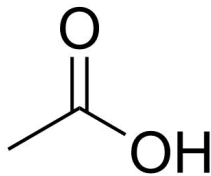
asetoni / aceton

☐



2-metyylipropaani / 2-metylpropan

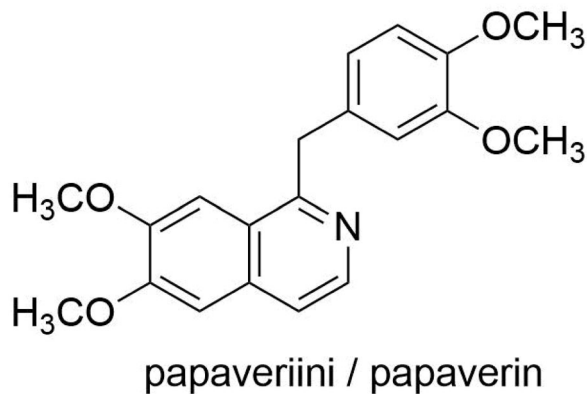
☐



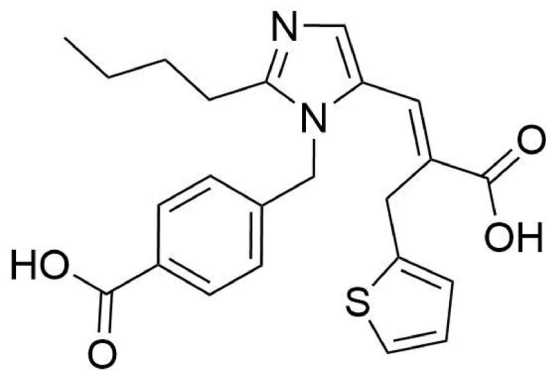
etikkahappo / ättiksyra

1.5. Millä seuraavista verisuonia laajentavista lääkeaineista on asymmetriakeskus (kiraliakeskus)? 2 p.

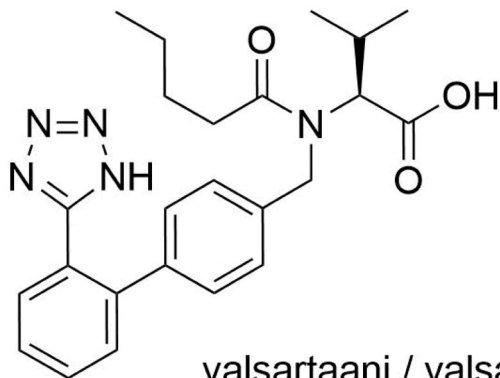
☐



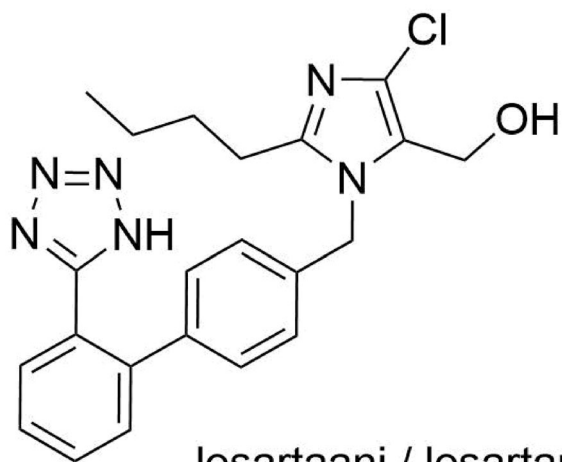
☐



eprosartaani / eprosartan

☐

valsartaani / valsartan

☐

losartaani / losartan

1.6. Kuinka monta grammaa natriumkarbonaattia (Na_2CO_3) pitää punnita, kun valmistetaan 10,0 ml liuosta, jonka konsentraatio on 0,100 mol/l? 2 p.

- ☐ 83,0 mg
- ☐ 94,0 mg
- ☐ 90,0 mg
- ☐ 106 mg

1.7. Klorofylli a:n spektrofotometrisessä pitoisuusmäärittämisessä valmistetaan tunnetun väkevyinen standardiliuos, jonka konsentraatio on $4,00 \cdot 10^{-5}$ mol/l ja tilavuus 10,0 ml. Standardiliuos valmistetaan laimentamalla kantaliuosta, jonka konsentraatio on 0,0100 mol/l. Paljonko kantaliuosta pitää mitata? 2 p.

- ☐ 0,0400 l
- ☐ 0,0400 ml
- ☐ 4,00 ml
- ☐ 4,00 μ l

1.8. Mitä reaktiotuotetta syntyy, kun etanolia kuumennetaan voimakkaasti rikkihapon läsnä ollessa? **2 p.**

- ☐ butaania
- ☐ etaania
- ☐ etyyniä
- ☐ eteeniä

1.9. Kun kemiallinen reaktio on saavuttanut dynaamisen tasapainon, **2 p.**

- ☐ etenevän ja palautuvan reaktion nopeudet ovat samansuuruiset.
- ☐ sekä etenevä että palautuva reaktio on pysähtynyt.
- ☐ tuotteiden konsentraatio on sama kuin lähtöaineiden konsentraatio.
- ☐ kaikki lähtöaineet ovat reagoineet lopputuotteiksi.

1.10. Järjestä yhdisteet I–IV vahvimmasta haposta heikoimpaan. **2 p.**

I $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
II CH_3COOH
III $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ (fenoli)
IV HNO_3

- ☐ I, II, IV, III
- ☐ IV, II, I, III
- ☐ II, IV, III, I
- ☐ IV, II, III, I

Osa II: 15 pisteen tehtävät

 Vastaa neljään tehtävään.

2. Aineiden rakenteen kuvaaminen 15 p.

Selityksien apuna voit piirtää kuvia MarvinSketch-, LibreOffice Draw-, Impress-, Gimp- tai Pinta-ohjelmilla.

2.1. Piirrä butan-1-olin rakennekaava. Selitä ja nimeä nestemäisen butan-1-olin molekyylien väliset vuorovaikutukset. **5 p.**

2.2. Selitä kiinteän natriumkloridin rakenne. Nimeä rakenneosien väliset vuorovaikutukset. 4 p.

2.3. Selitä veteen liuenneen natriumkloridin rakenne. Nimeä rakenneosien väliset vuorovaikutukset. 6 p.

3. Räjähdysaineiden kemiaa 15 p.

Typpihapon esterit eli orgaaniset nitraatit ovat edelleen käyttökelpoisimpia räjähteitä esimerkiksi kallioperän louhinnassa, rakentamisessa ja kaivostoiminnassa. Niitä voidaan käyttää myös verisuonia laajentavina lääkeaineina. Niiden sivuvaikutuksina voi esiintyä voimakasta päänsärkyä ja huimausta.

Glyseryylnitratraatti eli nitroglyseriini (NGL) on perinteisen dynamiitin ainesosa. Nykyään räjähteissä käytetään myös etyleeniglykolidinitraattia (NG). Räjähävässä tulilangassa ja räjäytyksen käynnistämiseen tarkoitetuissa nalleissa käytetään esimerkiksi pentaeritrytolitetranitraattia (PETN).

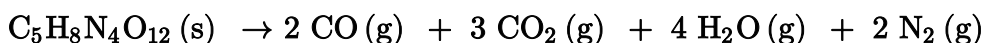
Vastaa tehtäviin 3.1.–3.3. aineistossa 3. A esitettyjen rakennekaavojen avulla.

Aineisto

3. A Kuva: Räjähdysaineiden rakenteita

3.1. Kirjoita reaktioyhtälö, joka kuvaa, kuinka NG räjähtää ja muodostaa vesihöyryä, hiilidioksidia ja typpeä. 3 p.

3.2. PETN:n ($M = 316,154 \text{ g/mol}$) räjähdystä voidaan kuvata reaktioyhtälöllä:

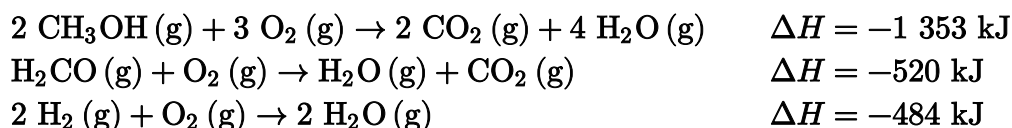


Räjäytykseen käytettiin 982 mg PETN:ää. Muodostuneet kaasut laajenivat 101 kPa:n paineeseen, ja niiden lämpötila oli 1 200 °C. Kuinka suuri oli muodostuneiden kaasujen kokonaistilavuus? 7 p.

3.3. Miksi NG on haihtuvampi yhdiste kuin NGL? Mitä haittaa haihtumisesta voi olla? **5 p.**

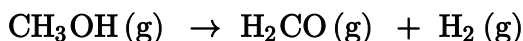
4. Metanolin käyttömahdollisuuksia 15 p.

Tutkimuksessa määritettiin kokeellisesti metanolin, formaldehydin ja vedyn palamisentalpiat tietyssä lämpötilassa ja saatiin seuraavat tulokset:



4.1. Polttokennoautoissa voidaan käyttää polttoaineena vetyä tai metanolia. Vetyä ja metanolia poltetaan kumpaakin 1,00 kg. Kummassa palamisreaktioissa vapautuu enemmän energiaa? **7 p.**

4.2. Metanolista voidaan valmistaa formaldehydiä, jota käytetään monien yhdisteiden lähtöaineena:



Määritä reaktioentalpia ΔH_r annettujen kokeellisten palamisentalpioiden avulla. **8 p.**

5. Magnesiumin reaktiot 15 p.

Kirjoita tehtävissä 5.1.–5.3. kysytyt reaktioyhtälöt, jotka kuvaavat videoiden 5. A–5. C hapettumis-pelkistymisreaktioita. Vastaa lisäksi sammuttimia koskevaan tehtävään 5.4.

Aineisto

5. A Video: Magnesium palaa

5. B Video: Magnesiumpala vedessä

5. C Video: Magnesiumin ja kiinteän hiilidioksidin välinen reaktio

5.1. Magnesium palaa (aineisto 5. A) 3 p.

5.2. Magnesiumpala vedessä (aineisto 5. B) 3 p.

5.3. Magnesiumin ja kiinteän hiilidioksidin välinen reaktio (aineisto 5. C) 4 p.

5.4. Soveltuuko vesi tai käsisammuttimen kaasumainen hiilidioksidi palavan magnesiumin sammuttamiseen? Perustele vastauksesi. 5 p.



Hiilidioksidisammutin



Sankoruisku vedellä sammuttamiseen

6. Hypobromihapoke 15 p.

Hypobromihapoke (HBrO) on heikko happo, jota käytetään muun muassa valkaisu- ja desinfiointiaineena.

6.1. Jos HBrO-liuosta varastoidaan pitkään, hypobromihapoke hajoaa vetybromidihapoksi ja bromihapoksi:



HBr ja HBrO₃ ovat vahvoja happoja. Hypobromihapokeliuoksen konsentraatio on 0,20 mol/l. Mikä on liuoksen pH, jos tätä hypobromihapokeliuosta varastoidaan niin pitkään, että kaikki hypobromihapoke on hajonnut? Perustele vastauksesi. 5 p.

6.2. Tuoreen hypobromihapokeliuoksen konsentraatio on 0,20 mol/l ja pH-arvo 4,67. Laske hypobromihapokkeen happovakio. 10 p.

7. Etyylibentsoaatin hydrolyysi 15 p.

Tarkastele aineistossa 7. A kuvattua etyylibentsoaatin hydrolyysin työohjetta, ja vastaa kysymyksiin 7.1.–7.3.

Aineisto

7. A Teksti ja kuvat: Etyylibentsoaatin hydrolyysin työohje

7. B Reaktiokaaviot MarvinSketch-tiedostoina

7.1. Miten NaOH-liuoksen konsentraatio ja reaktioseoksen lämmittäminen vaikuttavat reaktion nopeuteen? Perustele vastauksesi. 4 p.

7.2. Miksi reaktiotuote on vaiheen I jälkeen vesiliukoinen, mutta vaiheessa II tuote saostuu vesiliuoksesta? Miksi seosta jäähdytetään? 6 p.

7.3. Vaiheessa II kaikki muodostunut natriumbentsoaatti muuntuu bentsoehapoksi. Kuinka paljon tähän vaiheeseen vähintään tarvitaan HCl:n vesiliuosta, jonka konsentraatio on 6,0 mol/l, kun reaktio tehdään aineiston työohjeen mukaisesti? 5 p.

8. Raudan ruostuminen 15 p.

Rauta hapettuu ollessaan kosketuksissa ilman hapen ja kosteuden kanssa. Happamat olosuhteet nopeuttavat raudan hapettumista.

8.1. Rauta hapettuu Fe^{2+} -ioniksi happamissa olosuhteissa. Kirjoita hapettumisen ja pelkistymisen osareaktioiden sekä kokonaisreaktion yhtälöt. 5 p.

8.2. Perustele normaalipotentiaaleilla, miksi rauta hapettuu happamissa olosuhteissa helpommin kuin ympäristössä, jossa on neutraali pH-arvo. **6 p.**

8.3. Miksi rauta ruostuu kosteissa olosuhteissa nopeammin kuin kuivissa? Miksi rauta ruostuu nopeammin suolavedessä kuin puhtaassa vedessä? **4 p.**

Osa III: 20 pisteen tehtävät

 Vastaa kahteen tehtävään.

9. Kasvihuonekaasut ja IR-spektroskopia 20 p.

Aineisto

- 9. A Kuva: Kaasuseoksen IR-spektri
- 9. B Teksti: IR-spektroskopia
- 9. C Kuvat: Ilmakehän kaasujen IR-spektrejä
- 9. D Teksti: Kasvihuoneilmiö
- 9. E Kuva ja teksti: Kasvihuonekaasujen tunnistus
- 9. F Kuva ja teksti: Marsin kaasukehän koostumus

9.1. Joidenkin kasvihuonekaasujen pitoisuus on noussut ihmisten toiminnan vaikutuksesta, mikä on voimistanut kasvihuoneilmiötä. Anna kaksi esimerkkiä kasvihuonekaasuista, joiden pitoisuus Maan ilmakehässä on lisääntynyt ihmisen toiminnan vuoksi. Mistä nämä kaasut ovat peräisin, ja miten ne ovat päätyneet ilmakehään? **6 p.**

9.2. Aineistossa 9. A on kaasuseoksen IR-spektri. Päättelä aineistojen 9. B ja 9. C avulla, mitä kahta kaasua seoksessa on. Perustele vastauksesi. **5 p.**

9.3. Tutustu aineistoihin 9. D ja 9. E. Mitkä ovat aineiston 9. E kuvaajien mukaan kolme voimakkaimmin Maan kasvihuoneilmiöön vaikuttavaa kaasua? Perustele vastauksesi. **6 p.**

9.4. Aineisto 9. F on Mars Global Surveyor -luotaimen mittauksiin perustuva kuvaaja, joka kuvaa Marsin avaruuteen luovuttamaa säteilyä. Päätele aineistojen 9. C ja 9. E avulla, mistä Marsin kaasukehä pääasiassa koostuu. Perustele vastauksesi. **3 p.**

10. Steroidit 20 p.

Steroidit ovat luonnonaineita, joilla on lukuisia erilaisia biologisia vaikutuksia. Osa steroideista toimii sukupuolihormoneina, jotka vaikuttavat kasvuun, kehitykseen, mielialaan ja sukupuolisten ominaisuuksien kehittymiseen elämän eri vaiheissa.

Tutustu steroideja käsittelevään aineistoon 10. A ja tee tehtävät 10.1.–10.4.

Aineisto

- 10. A Teksti ja kuvat: Steroidien rungon rakenne. Esimerkkejä sukupuolihormoneista ja steroidilääkeaineista
- 10. B Kuva: Estradiolin muodostuminen estronista
- 10. C Kuva ja video: Estradiolin avaruusrakenne
- 10. D Tiedosto: Levonorgestreelin ja testosteronin rakenteet MarvinSketch-tiedostona

10.1. Estradioli muodostuu elimistössä estronista aineistossa 10. B kuvatulla pelkistysreaktiolla, jota katalysoi 17 β -HSD-entsyymi. Rakenteeseen on merkitty myös muita kaksoissidoksia. Miksi ne eivät yleensä pelkisty, vaikka reaktiossa käytettäisiin katalyyttiä? **4 p.**

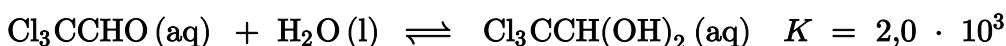
10.2. Estradiolin kolmiulotteinen rakenne on esitetty aineistossa 10. C. Selitä, miksi renkaan C hiiliatomit eivät ole keskenään samassa tasossa. Perustele, miksi renkaan atomit muodostavat kuvan mukaisen kolmiulotteisen rakenteen. **4 p.**

10.3. Millaisilla sidoksilla levonorgestreeli voi sitoutua reseptoriin? Perustele vastauksesi. Voit käyttää vastauksessa apuna aineiston 10. D MarvinSketch-tiedostoa. **6 p.**

10.4. Perustele, miksi levonorgestreeli voi sitoutua testosteronin androgeenireseptoriin. Voit käyttää vastauksessa apuna aineiston 10. D MarvinSketch-tiedostoa. **6 p.**

11. Kloraalihydraatin tasapainoreaktio 20 p.

Kloraalihydraattia $\text{Cl}_3\text{CCH}(\text{OH})_2$ on aiemmin käytetty rauhoittavana lääkeaineena. Kloraalihydraattia muodostuu kloraalin Cl_3CCHO ja veden nopeassa tasapainoreaktiossa:



Veden konsentraatio on sisällytetty reaktion tasapainovakion arvoon:

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

11.1. Kun kloraali reagoi natriumhydroksidin kanssa, se hajoaa kloroformiksi CHCl_3 ja natriumformiaatiksi HCOONa :



Kloraalin ja kloraalihydraatin tasapainoseoksesta otettiin 300,0 ml:n näyte ja siihen lisättiin 20,00 ml NaOH -liuosta, jonka konsentraatio oli 2,000 mol/l. Liuos oli lisäyksen jälkeen voimakkaan emäksinen. Tämän jälkeen liuos titrattiin vetykloridihapolla ekvivalenttipisteeseen. Titrauksessa kului 58,30 ml vetykloridihappoa, jonka konsentraatio oli 0,5000 mol/l. Laske kloraalin ja kloraalihydraatin alkuperäisen liuoksen tasapainokonsentraatiot. **15 p.**

11.2. Miksi kohdassa 11.1. kuvattu menetelmä toimii, vaikka tasapainoseoksessa on pääasiassa kloraalihydraattia? **5 p.**

Lähteet

1.4 Lähde: YTL.

1.4 Lähde: YTL.

1.4 Lähde: YTL.

1.4 Lähde: YTL.

1.5 Lähde: YTL.

1.5 Lähde: YTL.

1.5 Lähde: YTL.

1.5 Lähde: YTL.

5 Lähde: Tamrex. <https://www.tamrex.fi/TAMREX-CO2-SAMMUTIN-5-KG>. Viitattu: 18.6.2019.

5 Lähde: Teknosafe.
<https://www.teknosafe.fi/tuotevalikoima/palokalusto/kiinteistoturvallisuus/sankoruiskut/sankoruisku/>.
Viitattu: 18.6.2019.

Tarkista, että vastasit ohjeiden mukaiseen määrään tehtäviä. Älä jätä mitään merkintöjä sellaisen tehtävän vastaukselle varattuun tilaan, jota et halua jättää arvosteltavaksi.