



Enintään 8 tehtävään saa vastata. Tehtävät arvostellaan pistein 0–6, paitsi muita vaativimmat, +:lla merkityt jokeritehtävät, jotka arvostellaan pistein 0–9. Moniosaisissa, esimerkiksi a-, b- ja c-kohdan sisältävissä tehtävissä voidaan erikseen ilmoittaa eri alakohtien enimmäispistemäärät.

1. Selitä lyhyesti, mihin seuraavat ilmiöt perustuvat:

- veden sähkönjohtokyky
- veden kovuus
- veden pintajännitys.

2. Avaruussukkulan kiihdytysvaiheen kiinteänä polttoaineena käytetään ammoniumperklooraatin ja alumiinin seosta. Reaktio on:



- Täydennä reaktioyhtälön kertoimet. (1 p.)
- Miten reaktion alkuaineiden hapetusluvut muuttuvat? (2 p.)
- Kuinka monta kilogrammaa alumiinia kuluu reaktiossa, jos 5 500 kg ammoniumperklooraattia reagoi 98-prosenttisesti? (3 p.)



<<http://science.nationalgeographic.com/science/photos/space-shuttle-travel-gallery>>.

Luettu 1.9.2010.

3. Erään hiilivedyn todettiin sisältävän 93,7 massa-% hiiltä. Kun 0,311 g tätä yhdistettä höyrystettiin lämpötilassa 100,0 °C, muodostui 0,250 litran astiaan paine 0,301 bar.

- Mikä on yhdisteen empiirinen kaava (suhdekaava)?
- Mikä on yhdisteen molekyylikaava?
- Laadi yhdisteen mahdollinen rakennekaava, kun tiedetään, että se on rakenteeltaan tasomainen.

4. Monilla kiinteillä aineilla on molekyylihila.

- Mitä sidostyyppisiä molekyylihilan omaavilla yhdisteillä esiintyy?
- Mitkä fysikaaliset ominaisuudet ovat tyypillisiä molekyyliyhdisteille?
- Kuvaa jonkin kiinteän molekyyliyhdisteen rakennetta.

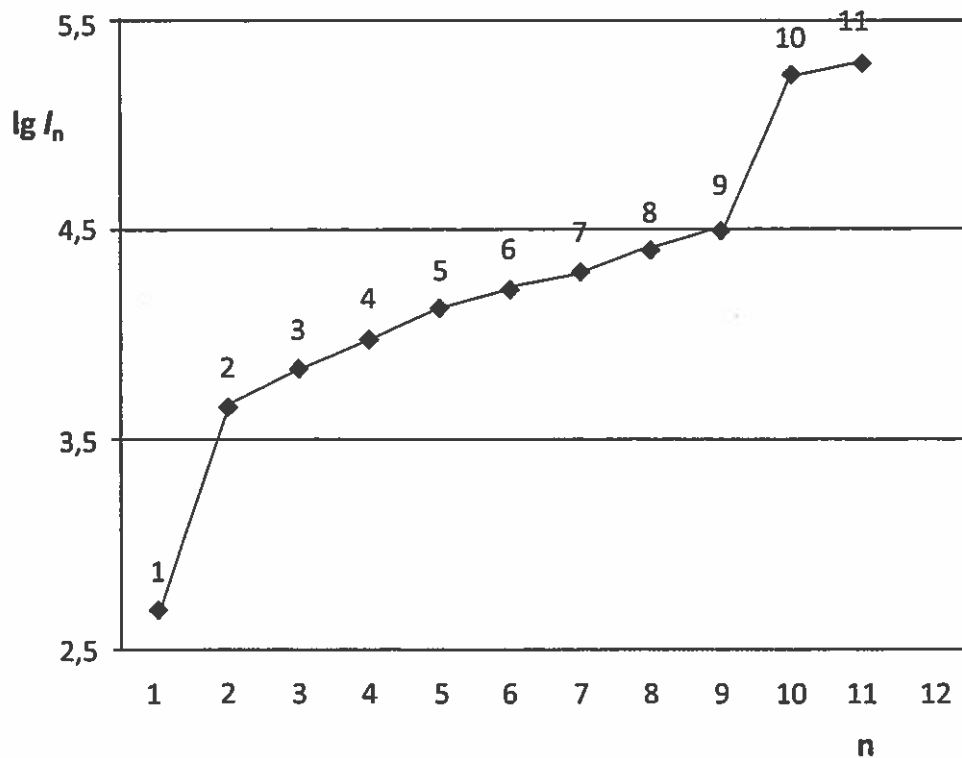
5. Helsingin Sanomat otsikoi 15.7.2010: "Luvaton kaasujen poltto myrkytti marjat – –." Poltettu kaasu oli 1,1-difluorietaania.
- Kirjoita poltossa tapahtuvan reaktion yhtälö. Miksi palamistuotteet ovat ympäristölle haitallisia? (3 p.)
 - Esitä difluorietaanin rakenneisomeerien rakennekaavat. (1 p.)
 - Mitä tarkoitetaan difluorietaanin konformaatioilla? (2 p.)



Puutarhan ukonkellot kärsivät kaasulaskeumasta pahoja vaurioita.

Kuva: Juha Tanhua (HS 15.7.2010)

6. a) Mitä tarkoitetaan atomin ionisoitumisenergialla?
 b) Miten atomin ensimmäisen ionisoitumisenergian arvo riippuu alkuaineen sijainnista jaksollisessa järjestelmässä? Perustelee.
 c) Alla olevassa kuvassa on esitetty natriumatomin ($Z = 11$) peräkkäisten ionisoitumisenergioiden I_n arvojen logaritmit. Miten kuvaaja on sopusoinnussa natriumatomin elektronirakenteen kanssa?



7. Tehtäväsi on valmistaa koulun laboratoriossa pieniä määriä seuraavia kaasuja:

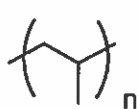
- vety
- happi
- ammoniakki
- hiilidioksidi

Laadi reaktioyhtälöt, joihin valmistus perustuu. Millä yksinkertaisilla kokeilla voit varmistua siitä, että saadut kaasut ovat oikeaa ainetta?

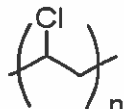
8. Työkoneen sähkömoottorin ottama virta on 15,0 A. Virtalähteenä käytetään polttokennoa, jossa metaani hapettuu hiilidioksidiksi ja happi pelkistyy vedeksi.

- Esitä hapettumista ja pelkistymistä kuvaavien osareaktioiden yhtälöt ja kokonaisreaktio.
- Kuinka kauan moottori toimii, kun käytettävissä on 5,00 litran säiliö nestemäistä metaania (tiheys 0,415 kg/l) ja 5,00 litran säiliö nestemäistä happea (tiheys 1,149 kg/l)?
- Sähköä voidaan tuottaa myös bensiini- tai dieselkäyttöisen aggregaatin avulla. Vertaile polttokennon ja aggregaatin käytön ympäristövaikutuksia.

9. Tyydyttymättömien hiilivetyjen polymerointireaktioissa syntyy materiaaleja, joita käytetään päivittäin. Alla on esitetty kolmen erilaisen polymeerin A, B ja C rakenteet.



A



B



C

- Esitetyt polymeerit ovat kestämuoveja. Mitä tällä tarkoitetaan? (1 p.)
- Millä kemiallisilla nimillä ja lyhenteillä polymeerit A–C tunnetaan? (2 p.)
- Mistä monomeerista kukin polymeeri A–C muodostuu? Esitä monomeerien rakennekaavat. (2 p.)
- Mihin polymeereja A–C käytetään? (1 p.)

10. Rikkihappo on eräs tärkeimmistä kemiallisista yhdisteistä. Noin puolet rikkihaposta käytetään lannoitteiden valmistamiseen ja loppu hyödynnetään väriaineiden, lääkkeiden ja räjähteiden valmistuksessa sekä öljynjalostuksessa ja metallurgisissa prosesseissa.

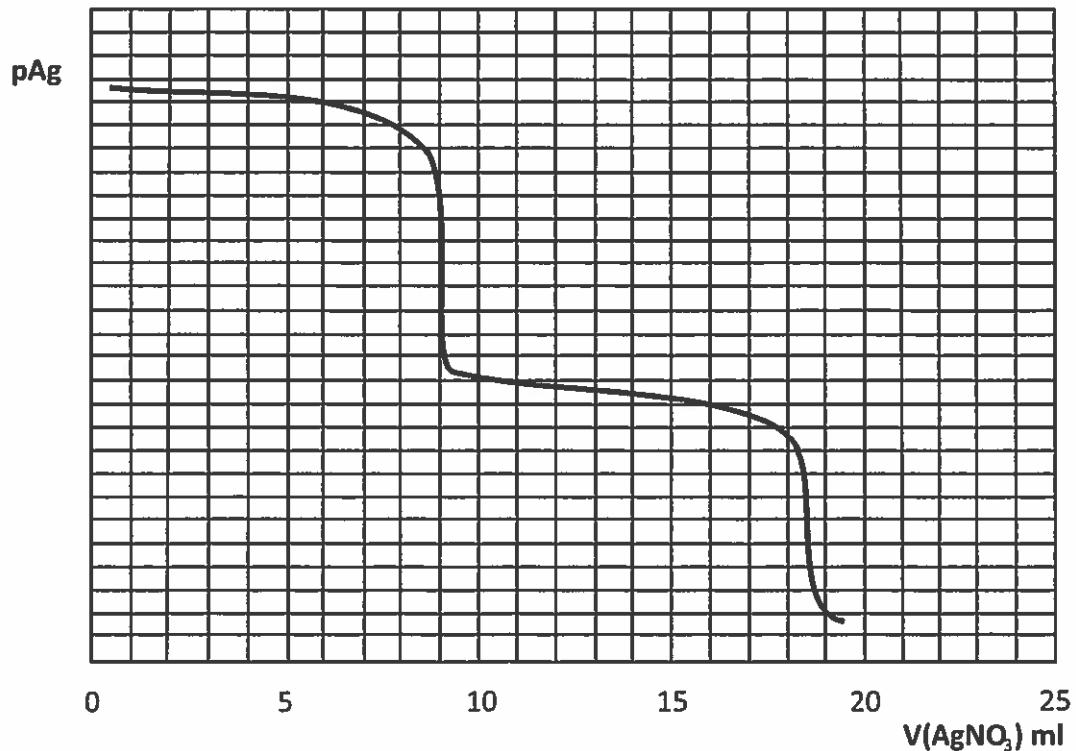
Reaktiolla



on keskeinen merkitys rikkihappoa valmistettaessa. Tietyissä lämpötilassa reaktion tasapainovakion arvo on $K = 3\,200 \text{ l/mol}$.

- Reaktioastia, jonka tilavuus on 1,00 l, sisältää 2,00 mol SO_2 . Kuinka paljon happea tulee lisätä astiaan, jotta tasapainon asetuttua happea on jäljellä 0,20 mol? (4 p.)
- Miten reaktion tasapainovakion arvo muuttuu, kun lämpötilaa lasketaan? Perustele. (2 p.)

- +11. a) Mitä tuotteita muodostuu, kun seuraavat yhdisteet reagoivat keskenään?
Esitä reaktioissa muodostuvien tuotteiden rakennekaavat. (6 p.)
- 2-metyylibutan-2-oli + vetybromidi
 - 4,5-dimetyyliheks-2-yyini (4,5-dimetyyli-2-heksyyini) + ylimäärin vetyä ja katalyytti
 - 4-propyylifenoli + natriumhydroksidi
 - 3-metyylipent-2-eeni (3-metyyli-2-penteeni) + vesi
 - 2-etyylisykloheksanoli + rikkihappo
 - 3-hydroksibutanaali + voimakas hapetin
- b) Ilmoita kunkin reaktion reaktiotyyppi. (1 p.)
- c) Millä reaktiotuotteista ja lähtöaineista voi esiintyä *cis-trans*-isomeriaa ja millä peilikuva-isomeriaa? Perustele. (2 p.)
- +12. Kloridi- ja jodidi-ioni muodostavat kumpikin veteen niukkaliukoisena hopeasuolan. Ionien kvantitatiiviseen määrittämiseen käytetään saostustitrausta, jossa kloridi- ja jodidi-ioneja sisältävään liuokseen lisätään pienin erin hopeanitraattiliuosta. Titrausta seurataan potentiometrisellä menetelmällä, jossa liuoksen pAg -arvo ($= -\lg[Ag^+]$) mitataan kunkin lisäyksen jälkeen. Kun kloridi- ja jodidi-ioneja sisältävä 40,0 ml:n liuos titrattiin 0,085 M $AgNO_3$ -liuoksella, saatiin oheinen titrauskäyrä.
- Päättele, kumpi hopeasuoloista saostuu ensin. (1 p.)
 - Laske titrauskäyrän perusteella kummankin halogenidin konsentraatio lähtöliuoksessa. (2 p.)
 - Mikä on liuoksen Ag^+ -ionikonsentraatio, kun puolet ensin saostuvasta hopeasuolasta on titrattu? (2 p.)
 - Mitkä ovat liuoksen kloridi- ja jodidi-ionikonsentraatiot, kun runsasliukoisempi hopeasuola alkaa saostua? (2 p.)
 - Mitä virhetekijöitä määrittämiseen liittyy? (2 p.)

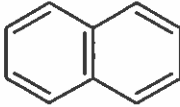


MAOL:n pistesuositus kemian reaalikokeen tehtäviin syksyllä 2011.

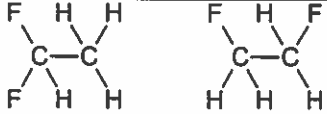
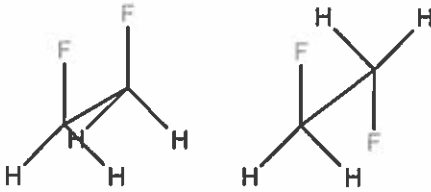
- Tehtävän eri osat arvostellaan 1/3 pisteen tarkkuudella ja loppusumma pyöristetään kokonaisiksi pisteiksi. Tehtävän sisällä pieniä puutteita voi korvata jonkin muun kohdan tavallista syvällisemmällä käsittelyllä.
- Kemian kannalta epätasällisesta kielenkäytöstä, huolimattomasti piirretyistä orgaanisten yhdisteiden rakennekaavoista tai huolimattomasta kaavojen kirjoittamisesta sekä virheellisistä nimistä vähennetään 0 – 1 p.
- Pieni laskuvirhe tai likiarvojen huolimaton käyttö aiheuttaa 1/3 – 1 pisteen vähennyksen. Tuloksen tarkkuus määräytyy epätarkimman lähtöarvon mukaan.
- Selventävien kuvien ja kaavioiden käyttö on suositeltavaa. Sanallisissa vastauksissa tulee käyttää myös kemiallisia kaavoja. Yleensä vastaukset tulee perustella.
- Jos vastauksena pyydetään reaktioyhtälöä, sen tulee olla esitettyä ilman hapetuslukuja pienimmän mahdollisin kokonaislukukertoimin ja olomuodoilla varustettuna. Orgaanisissa reaktioyhtälöissä käytetään rakennekaavoja, mutta ei vaadita olomuotoja.

1.	Selitetty veden autoprotolyysi reaktioyhtälöllä tai sanallisesti.	2 p
a)	<i>Todettu vain, että puhdas vesi johtaa huonosti sähköä ja jos veteen lisätään elektrolyyttiä, ionien määrä kasvaa ja sähkönjohtokyky kasvaa, enintään 1 p.</i>	
b)	Veden kovuus johtuu luonnonvesien sisältämistä kalsium- ja magnesiumioneista. Mitä enemmän näitä suoloja on, sitä kovempaa vesi on. <i>Selitetty vain vaikutus pesutapahtumaan, enintään 1 p. Jos mainittu vain Ca²⁺-ionit, -1/3 p.</i>	2 p
c)	Veden pintajännitys johtuu vesimolekyylien välisestä voimakkaasta vetysidoksesta, joka sitoo molekyyliä toisiinsa. Nesteen sisällä molekyylien välinen vetovoima on suurempi kuin nesteen ja ilman rajapinnassa. Tällöin veden pinnalle muodostuu ohut ja joustava kalvo. <i>Todettu vain vesimolekyylien väliset vetysidokset, 1/3 p.</i>	2 p
	Yhteensä	6 p

2.	$6 \text{NH}_4\text{ClO}_4(\text{s}) + 10 \text{Al}(\text{s}) \rightarrow 5 \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3 \text{N}_2(\text{g}) + 6 \text{HCl}(\text{g}) + 9 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	1 p
a)	<i>Jos yksikin kerroin väärin, 0 p Jos olomuodot virheellisiä tai puuttuvat, -1/3 p</i>	
b)	N: -III → 0 Cl: +VII → -I Al: 0 → +III	2/3 p 2/3 p 2/3 p
c)	$n(\text{Al}) = \frac{10}{6} \cdot n(\text{NH}_4\text{ClO}_4)$	1 p
	$n(\text{Al}) = \frac{10}{6} \cdot \frac{0,98 \cdot 5500000 \text{g}}{117,492 \text{g/mol}} = 76459 \text{mol}$	1 p
	$m(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 76459 \text{mol} \cdot 26,98 \text{g/mol} = 2062 \text{900g} \approx 2100 \text{kg}$	1 p
	Yhteensä	6 p

3. a)	$n(\text{C}) : n(\text{H}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} : \frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} = \frac{93,7\text{g}}{12,01\frac{\text{g}}{\text{mol}}} : \frac{6,3\text{g}}{1,008\frac{\text{g}}{\text{mol}}}$ $= 7,80\text{ mol} : 6,25\text{ mol} = 4,99 : 4 \approx 5 : 4$ $\rightarrow (\text{C}_5\text{H}_4)_n$	1 p 1 p
b)	$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{0,311\text{g} \cdot 0,0831451\frac{\text{bar}\cdot\text{dm}^3}{\text{mol}\cdot\text{K}} \cdot 373,15\text{K}}{0,301\text{bar} \cdot 0,250\text{l}} = 128,225\text{ g/mol}$ $n \cdot M(\text{C}_5\text{H}_4) = 128,225\text{ g/mol}$, josta n on 2. Molekyylikaava on C₁₀H₈	1 p 1 p
c)	 <p><i>Hyväksytään myös muut tasomaiset oikeat rakennekaavat.</i></p>	2 p
Yhteensä		6 p

4. a)	Poolittomien molekyylien väliset dispersiovoimat Poolisten molekyylien väliset dipoli-dipolisidokset (vetysidokset) <i>Jos sidokset on vain lueteltu, 1 p.</i>	1 p 1 p
b)	Molekyyliyhdisteet ovat kiteisiä aineita ja eristeitä. Selitetty sidosten vaikutus sulamis- ja kiehumispisteisiin. <i>Liukoisuuden käsittelyä ei vaadita.</i>	1 p 1 p
c)	Selitetty esimerkiksi jään hilarakenne.	2 p
Yhteensä		6 p


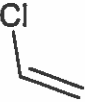
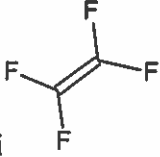
5. a)	$2 \text{C}_2\text{F}_2\text{H}_4(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{CO}_2(\text{g}) + 4 \text{HF}(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g,l})$ <p>Palamisreaktion tuotteena syntyy vetyfluoridia, joka on voimakkaasti syövyttävä ja myrkyllinen aine. <i>Jos tuotteena F₂ tai OF₂ ja selitetty myrkyllisyys, enintään 2 p.</i></p>	2 p 1 p
b)	 <p><i>Jos väärää tai samoja kaavoja, vähennetään 1/3 p. tai 2/3 p.</i></p>	1 p
c)	Konformaatiot ovat molekyylin eri asentoja. Katsottaessa molekyyliä C-C sidoksen suunnassa atomit voivat sijaita eri tavoin, koska ne voivat sidoksen katkeamatta kiertyä yksinkertaisen C-C sidoksen ympäri.	1 p 1 p
	 <p><i>Kuvaa ei vaadita.</i></p>	
Yhteensä		6 p

6. a)	Ionisoitumisenergia on energia, joka vaaditaan, kun kaasumaisesta tilassa olevasta alkuaineesta poistetaan yksi elektroni. <i>Jos kaasumaisuutta ei ole mainittu, -1/3 p.</i>	2 p
b)	Selitetty muutoksen suunta jaksossa ja ryhmässä. Selitetty muutokset ydinvarauksen kasvulla ja elektronien etäisyydellä ytimestä.	1 p 1 p
c)	Natriumin elektronirakenne on $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$. Selitetty perustellen - elektronien poistumiset: ensin 3s–elektroni, sitten toisen energiatason 8 elektronia ja lopuksi 1s –orbitaalin kaksi elektronia. - että 1. elektronin ionisoitumisenergia pienin ja 11. elektronin suurin.	1/3 p 1 p 2/3 p
Yhteensä		6 p

7. a)	Vedyn valmistus: elektrolyysi tai epäjalon metallin ja hapon välinen reaktio; esimerkiksi $Mg(s) + 2 HCl(aq) \rightarrow H_2(g) + MgCl_2(aq)$ Tunnistus: Viedään palava tulitikku vedyllä täytetyn koeputken suulle. Vetykaasu palaa ”poksahaen” vedeksi.	
b)	Hapen valmistus: elektrolyysi tai vetyperoksidin hajottaminen $2 H_2O_2(aq) \rightarrow 2 H_2O(l) + O_2(g)$ Tunnistus: Puhdas happikaasu sytyttää hehkuvan puutikun palamaan.	
c)	Ammoniakki: esimerkiksi $NH_4Cl(aq,s) + NaOH(aq,s) \rightarrow NH_3(g) + H_2O(g) + NaCl(aq)$ Tunnistus: Vapautuvalla ammoniakkikaasulla on voimakas tunnusomainen haju. Lisäksi sen emäsluonne voidaan todetata indikaattorin värireaktiolla. <i>Valmistus tyypestä ja vedystä, 0 p.</i>	
d)	Hiilidioksidin valmistus: esimerkiksi $CaCO_3(s) + 2 HCl(aq) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l) + CaCl_2(aq)$ Tunnistus: $CO_2(g) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l)$ tai tunnistus kaasuna, joka sammuttaa palavan puutikun. <i>Palamisreaktio valmistusreaktiona, 1/3 p.</i>	
<i>Valmistus 4 x 1 p.</i> <i>Tunnistukset 2 p.</i>		
yhteensä		6 p

8. a)	$CH_4(l) + 2 O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2 H_2O(g)$ Negatiivinen elektrodi: $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + 4 H^+ + 8 e^-$ tai $CH_4 + 2 H_2O \rightarrow CO_2 + 8 H^+ + 8 e^-$ Positiivinen elektrodi: $O_2 + 4 e^- \rightarrow 2 O^{2-}$ tai $O_2 + 4 H^+ + 4 e^- \rightarrow 2 H_2O$	1 p 1 p
----------	---	------------

b)	$n(\text{CH}_4) = \frac{m}{M} = \frac{\rho V}{M} = \frac{415 \text{ g/l} \cdot 5,00 \text{ l}}{16,042 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 129,3 \text{ mol}$ $n(\text{O}_2) = \frac{m}{M} = \frac{\rho V}{M} = \frac{1149 \text{ g/l} \cdot 5,00 \text{ l}}{32,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 179,5 \text{ mol}$ $n(\text{O}_2) = 2n(\text{CH}_4) = 258,6 \text{ mol} > 179,5 \text{ mol} \rightarrow \text{happi loppuu ensin}$ $It = nzF \rightarrow t = \frac{nzF}{I} = \frac{179,5 \text{ mol} \cdot 4 \cdot 96485 \frac{\text{As}}{\text{mol}}}{15,0 \text{ A}} = 4618415 \text{ s} = 53 \text{ d } 11 \text{ h} \approx 53 \text{ d (1280h)}$	1 p 1 p
c)	<p>Polttokennon edut: parempi hyötysuhde (ei lämpöhäviöitä) ja palamisreaktiossa muodostuu vain hiilidioksidia ja vettä. Myös muodostuvan hiilidioksidin määrä on pienempi.</p> <p>Polttokenno sopii suoraan sähköntuotantoon, aggregaateilla tuotetaan ensin lämpöenergiaa, joka muunnetaan sähköenergiaksi. Tällöin osa energiasta häviää hukkalämpönä.</p> <p>Bensiini- ja dieselaggregaatteja käytettäessä palamisessa saattaa muodostua myös typen oksideja, häkää ja hiilivetyjä.</p> <p><i>Hyötysuhteen ja energiantuotannon vertailu 1 p.</i></p> <p><i>Reaktiotuotteiden vertailu 1 p.</i></p>	2 p 6 p
Yhteensä		6 p

9. a)	Kestomuovit muodostuvat pitkistä polymeeriketjuista, jotka sitoutuvat toisiinsa heikoilla sidoksilla, dispersiovoimilla. Lämmitettäessä muovia heikkoja sidoksia katkeaa, muovi pehmenee ja sitä voidaan muovata. Muovin jäähtyessä se kovettuu jälleen, kun heikot sidokset muodostuvat ketjujen välille uudestaan.	1 p
b)	A = polypropeeni, PP B = polyvinyylikloridi, PVC C = polytetrafluorieteeni (teflon), PTFE	2/3 p 2/3 p 2/3 p
c)	<p>A propeeni </p> <p>B kloorieteeni (vinyylikloridi) </p> <p>C tetrafluorieteeni </p>	3 x 2/3 p. 2 p
d)	Polypropeeni: pakkauslaatikot, säiliöt, pullot, taloustavarat, kalvot, köydet Polyvinyylikloridi: lattialaatat, putket, kuidut Polytetrafluorieteeni: astiat	1 p
Yhteensä		6 p

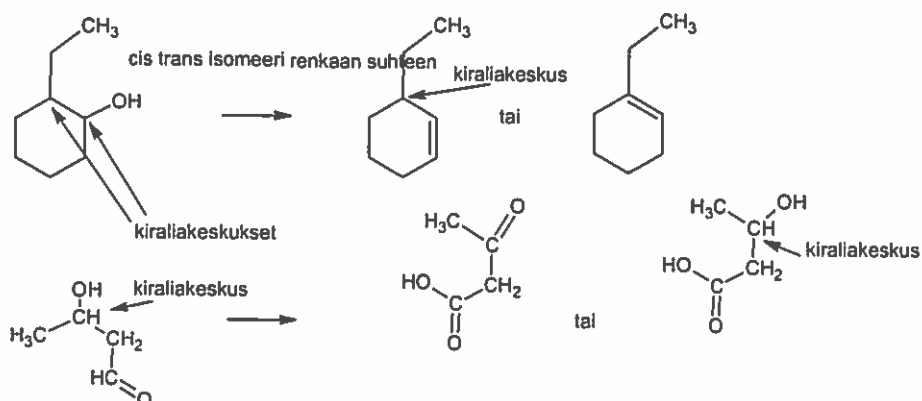
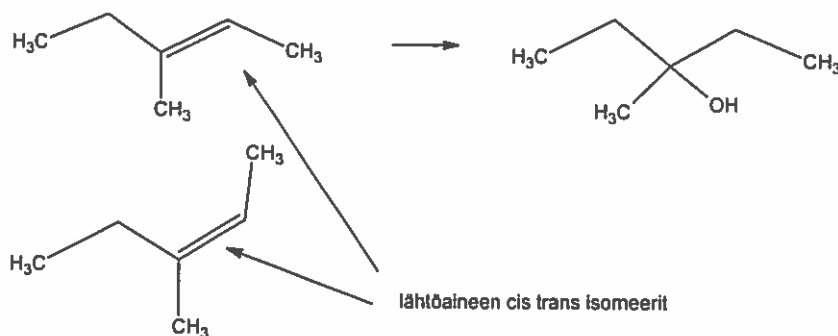
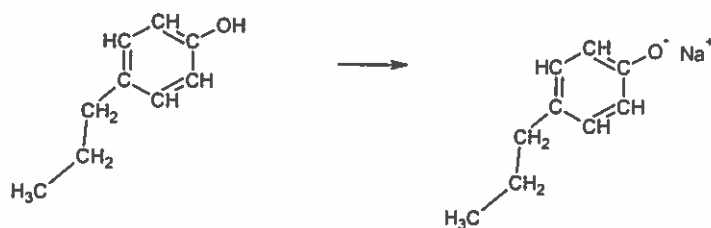
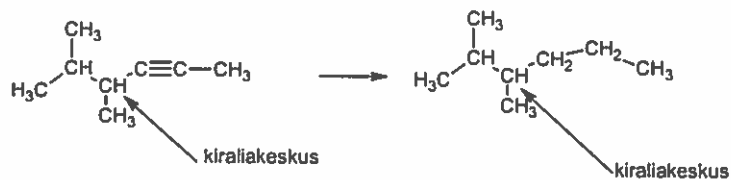
<p>10. a)</p>	<p>c mol/l 2 SO₂(g) + O₂(g) ⇌ 2 SO₃(g)</p> <p>alku 2,00 a -</p> <p>muutos -x -½x x</p> <p>tp 2,00-x a-½x= 0,20 x</p> $K = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]} = \frac{x^2}{(2,00-x)^2 \cdot 0,20} = 3200 \text{ l/mol.}$ <p>639x² - 2560x + 2560 = 0 (tai ottamalla neliöjuuri puolittain)</p> <p>x = 1,9239 (tai x= 2,0823 ei kelpaa)</p> <p>a - ½x = 0,20 mol, josta x = 1,1619 mol/l = 1,2 mol/l</p> <p>Koska tilavuus on 1,00 l, happea lisättiin 1,2 mol.</p>	<p>1 p</p> <p>1 p</p> <p>1 p</p> <p>1 p</p>
<p>b)</p>	<p>Kun rikkidioksidi reagoi hapen kanssa, vapautuu energiaa eli reaktio on eksoterminen. Reaktiolle voidaan laskea $\Delta H = 2 \cdot \Delta H(\text{SO}_3) - 2 \cdot \Delta H(\text{SO}_2) - \Delta H(\text{O}_2)$</p> $= 2 \cdot (-370,4 \text{ kJ}) - 2 \cdot (-296,9 \text{ kJ}) - 0 \text{ kJ} = -147 \text{ kJ.}$ <p>Eksotermisen reaktion tasapaino siirtyy lämpötilan laskiessa tuotteiden puolelle, jolloin K:n arvo kasvaa.</p> <p><i>Todettu laskematta palamisreaktion eksotermisyys, -2/3 p.</i></p>	<p>1 p</p> <p>1 p</p>
<p>Yhteensä</p>		<p>6 p</p>

11.

Tuotteiden rakennekaavat 6 x 1 p

6 p

a)



b)

kaksi reaktiotyyppiä oikein 1/3 p, kaikki kuusi oikein 1 p

- i) substituutio eli korvautumisreaktio
- ii) pelkistyminen, hydraus tai additio
- iii) suolan muodostus tai happo-emäs reaktio
- iv) liittymisreaktio
- v) eliminaatio
- vi) hapettuminen

1 p

c)	kaksi cis-trans – isomeeria, lähtöaineet iv ja v neljä - kuusi optista isomeeria, neljä seitsemästä kiraliakeskuksesta löydetty: 4 x 1/3 p	2/3 p 1 1/3p
Yhteensä		9 p

12. a)	$K_S(\text{AgI}) < K_S(\text{AgCl}) \rightarrow$ Hopeajodidi on niukkaliukoisempi ja saostuu ensin hopeaioneja lisättäessä.	1 p
b)	Ensimmäisessä ekvivalenttikohdassa jodidi-ionit ovat saostuneet: $n(\text{I}^-) = n(\text{Ag}^+) = cV \rightarrow [\text{I}^-] = \frac{n}{V} = \frac{0,0090\text{l} \cdot 0,085 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{0,040\text{l}} = 0,0191 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \approx 0,019 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ Kun jodidi-ionit ovat saostuneet, kloridi-ionit alkavat saostua ja ovat kaikki saostuneet toisessa ekvivalenttikohdassa. Tällöin $V(\text{AgNO}_3) = 18,5 \text{ ml}$, josta kloridi-ionien saostamiseen on kulunut $18,5 \text{ ml} - 9,0 \text{ ml} = 9,5 \text{ ml}$. $n(\text{Cl}^-) = n(\text{Ag}^+) = cV \rightarrow [\text{I}^-] = \frac{n}{V} = \frac{0,0095\text{l} \cdot 0,085 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{0,040\text{l}} = 0,0202 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \approx 0,020 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$	1 p 1 p
c)	$V(\text{AgNO}_3) = 4,5 \text{ ml}$ ja liuoksen kokonaistilavuus $V = 44,5 \text{ ml}$ Puolet jodidi-ioneista on saostettu hopeajodidina. Jäljellä olevien jodidi-ionien konsentraatio: $[\text{I}^-] = \frac{n}{V} = \frac{0,0045\text{l} \cdot 0,085 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{0,0445\text{l}} = 8,596 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ $[\text{Ag}^+] = [\text{I}^-] = \frac{K_S}{[\text{I}^-]} = \frac{8,5 \cdot 10^{-17} \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^2}{8,596 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}}} = 9,888 \cdot 10^{-15} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \approx 9,9 \cdot 10^{-15} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$	1 p 1 p
d)	AgCl alkaa saostua, kun hopeanitraattia on lisätty $9,0 \text{ ml}$. $[\text{Cl}^-] = \frac{n}{V} = \frac{0,0095\text{l} \cdot 0,085 \frac{\text{mol}}{\text{l}}}{0,049\text{l}} = 0,01648 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \approx 0,016 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ $[\text{Ag}^+] = \frac{K_S}{[\text{Cl}^-]} = \frac{1,8 \cdot 10^{-10} \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^2}{0,01648 \frac{\text{mol}}{\text{l}}} = 1,092 \cdot 10^{-8} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \approx 1,1 \cdot 10^{-8} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ $[\text{I}^-] = \frac{K_S}{[\text{Ag}^+]} = \frac{8,5 \cdot 10^{-17} \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^2}{1,092 \cdot 10^{-8} \frac{\text{mol}}{\text{l}}} = 7,784 \cdot 10^{-9} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \approx 7,8 \cdot 10^{-9} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$	1 p 1 p
e)	Tarkasteltu tavallisimpia virhetekijöitä, esimerkiksi lukematarkkuutta, sekoituksen merkitystä ym. Saostustitraukseen erityisesti liittyvät virhetekijät: - Ekvalenttikohdan havaitseminen voi olla vaikeaa ja lukemavirheitä tulee helposti, koska tasapainot asettuvat hitaasti ja saostuman puhtauden kontrollointi on vaikeaa. - Hopeakloridia alkaa saostua ennen kuin kaikki hopeajodidi on saostunut. Tällöin ensimmäisen ekvivalenttikohdan havaitseminen vaikeutuu ja jodidi-ionien määräksi saadaan liian pieni ja kloridi-ionien määräksi liian suuri tulos.	1 p 1 p
Yhteensä		9 p