

3. Reaktiot ja energia (KE3)

TAVOITTEET

Kurssin tavoitteena on, että opiskelija

- ymmärtää kemiallisen reaktion tapahtumiseen vaikuttavia tekijöitä sekä niiden merkityksen elinympäristössä (teollisuus)
- ymmärtää energian sitoutumisen ja vapautumisen kemiallisissa reaktioissa sekä niiden merkityksen yhteiskunnassa
- osaa kirjoittaa reaktioyhtälöitä ja käsitellä reaktioita matemaattisesti
- osaa tutkia kokeellisesti ja erilaisia malleja käyttäen reaktioihin, reaktionopeuteen ja -mekanismeihin liittyviä ilmiöitä.

KESKEISET SISÄLLÖT

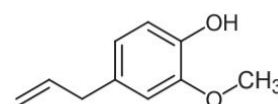
- kemiallisen reaktion symbolinen ilmaisu
- epäorgaanisia ja orgaanisia reaktiotyyppejä, mekanismeja sekä sovelluksia
- stoikiometrisia laskuja, kaasujen yleinen tilanyhtälö
- energianmuutokset kemiallisessa reaktiossa
- reaktionopeus ja siihen vaikuttavat tekijät

2/S2016

2. Nitroglyseriini on nestemäinen räjähdysaine, jota käytetään muun muassa dynamiitissa. Räjähdyks tapahtuu seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti:
- $$4 \text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3(\text{l}) \rightarrow 6 \text{N}_2(\text{g}) + 10 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 12 \text{CO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$$
- a) 2,0 g nitroglyseriiniä räjähtää. Laske reaktiotuotteiden tilavuus lämpötilassa 120 °C ja paineessa 101 kPa. (4 p.)
- b) Mihin räjähdysaineiden toiminta perustuu? (2 p.)

8/S2016

8. Eugenolia voidaan eristää neilikan ja kanelin lehdistä saatavista öljyistä. Se on väritön ja voimakkaasti neilikalle tuoksuva neste. Eugenolia käytetään esimerkiksi hajusteissa sekä puudutusaineena.



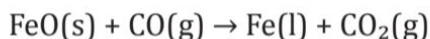
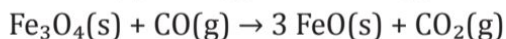
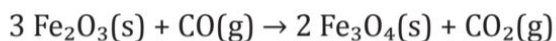
eugenoli

Kirjoita seuraavat reaktioyhtälöt. Mitkä reaktiotyypit ovat kyseessä? Eugenolin rakennekaavaa ei tarvitse toistaa.

- eugenoli + etikkahappo (rikkihappo katalyyttinä) (1 p.)
- eugenoli + vahva emäs (NaOH) (1 p.)
- eugenoli + vetybromidi (1 p.)
- eugenolista muodostuu ketoni kahdella peräkkäisellä reaktiolla (3 p.)

2/K2016

2. Teräksen valmistuksessa tarvittava raakarauta valmistetaan pelkistämällä rautamalmeja, jotka ovat pääasiassa raudan oksideja. Hematiittimalmin Fe_2O_3 pelkistys tapahtuu korkeassa tornimaisessa uunissa eli masuunissa kolmessa vaiheessa:



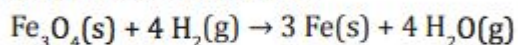
- a) Kirjoita kokonaisreaktion yhtälö. (1 p.)
b) Kuinka monta kilogrammaa rautaa saadaan, jos käytetään 125 kg Fe_2O_3 ja hiilimonoksidia on ylimäärin? (3 p.)
c) Masuuniin lisätään ylhäältä rautamalmin, koksen ja kalkkikiven seosta. Koksi on kivihii-
lestä valmistettua hiiltä. Alaosasta masuuniin puhalletaan kuumaa ilmaa. Sula rauta va-
luu masuunin pohjalle. Selitä, miksi masuuniin syötetään koksia ja ilmaa. (2 p.)

+12/K2016

- +12. Natriumkloridin ja kaliumkloridin suolaseosta punnittiin 25,0 g. Seos liuotettiin 200,0 millilitraan vettä, ja liuokseen lisättiin 600,0 ml AgNO_3 -liuosta, jonka konsentraatio oli 0,700 mol/l. Muodostunut erittäin niukkaliukoinen saostuma suodatettiin. Jäljelle jääneeseen liuokseen upotettiin kuparilanka, jonka massa oli 100,00 g. Reaktion päätyttyä kuparilanka kuivattiin ja sen massaksi saatiin 101,52 g.
- a) Kirjoita tutkimuksen aikana tapahtuvien reaktioiden yhtälöt. (2 p.)
b) Laske suolaseoksen massaprosenttinen koostumus. (7 p.)

2/S2015

Magnetiitti Fe_3O_4 on tärkeä rautamineraali. Eräässä prosessissa magnetiitin rautaionit pelkistetään metalliseksi raudaksi antamalla magnetiitin reagoida vetykaasun kanssa yli 570 °C lämpötilassa seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti:



- a) Magnetiitti koostuu kahdesta raudan oksidista, joista toinen on FeO . Mikä on magnetiitin toisen oksidin kemiallinen kaava? Millä hapetusluvulla rauta esiintyy magnetiitissa? (1 p.)
b) Laske prosentuaalinen saanto, kun 10,0 g vetykaasua reagoi 300,0 g magnetiitin kanssa ja puhdasta rautaa saatiin 195,0 g. (5 p.)



<<http://www.huuto.net>>
Luettu 1.9.2014.

5/S2015

Sipulin leikkaaminen "itkettää", eli silmiä kirvelee ja kyyneleitä valuu. Tämä johtuu siitä, että sipulin solut sisältävät runsaasti yhdistettä, joka reagoi entsyymien kanssa solujen rikkoutuessa. Tällöin vapautuu haihtuvia rikkiyhdisteitä. Rikkiyhdisteiden osuminen kyynelrauhasten hermopäätteisiin aiheuttaa refleksinomaisen kyynelvuodon. Osa ärsytyksestä syntyy, kun rikkiyhdisteet reagoivat kyynelneesteessä ja tuottavat rikkihappoa.



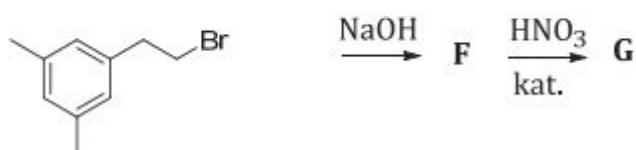
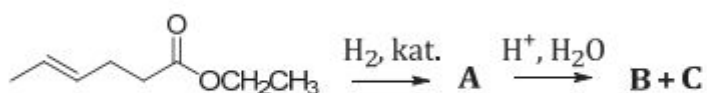
<<http://www.makuja.fi>>
Luettu 1.9.2014.

Mihin perustuvat seuraavat keinot, jotka voivat vähentää silmien ärsytystä sipulia leikattaessa?

- uima- tai laskettelulasien käyttäminen leikkaamisen aikana (1 p.)
- sipulin kuumentaminen mikroaaltouunissa (1 p.)
- erittäin terävän veitsen käyttäminen leikkaamisessa (1 p.)
- sipulin leikkaaminen vedessä (1 p.)
- sipulin viilentäminen laittamalla se pakastimeen lyhyeksi aikaa ennen leikkaamista (2 p.)

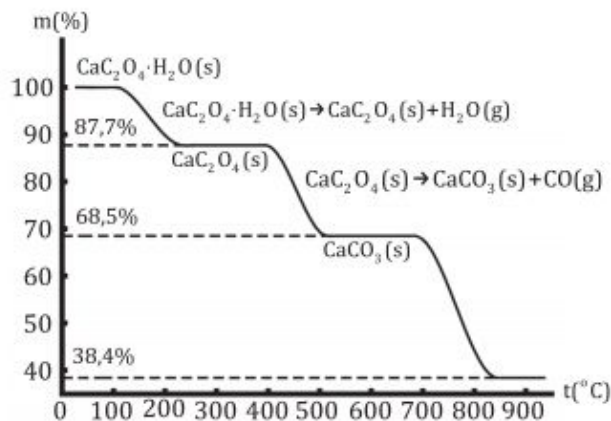
9/S2015

Esitä tuotteiden **A–G** rakennekaavat seuraavissa kaksivaiheisissa reaktioissa.

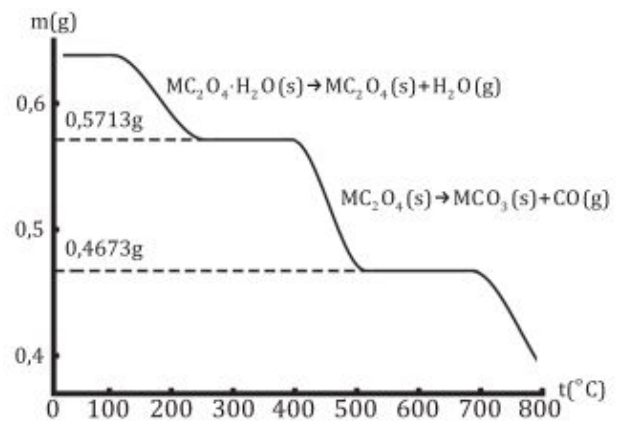


+11/S2015

- +11. Termogravimetriamenetelmässä mitataan näytteen massaa lämpötilan funktiona. Saadusta termogravimetriakäyrästä voidaan lukea esimerkiksi lämpötila-alueet, joissa välituotteet ovat pysyviä. Reaktiotuotteet voidaan usein tunnistaa massan muutosten perusteella.



Kuva A

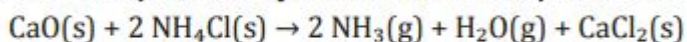


Kuva B

- a) Kuvassa A on esitetty $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$:n hajoamisreaktioihin liittyvät massan muutokset tietyissä mittausolosuhteissa sekä osa reaktioyhtälöistä. Näytteen massa on alussa 0,7244 g. Analysoi kuvaa A vastaamalla seuraaviin kysymyksiin: Miksi massa muuttuu mittauksen eri vaiheissa? Missä lämpötiloissa eri yhdisteiden hajoaminen alkaa? Millä lämpötila-alueilla eri yhdisteet ovat pysyviä?
Kirjoita viimeisen vaiheen reaktioyhtälö ja perustele se laskennallisesti. (5 p.)
- b) Kalsiumia ja strontiumia sisältävä näyte, jonka massa oli 0,6025 g, liuotettiin ja Ca^{2+} - ja Sr^{2+} -ionit saostettiin oksalaatteina. Oksalaattiseoksen termogravimetriakäyrä on kuvassa B. Laske alkuperäisen näytteen kalsium- ja strontiumpitoisuus massaprosentteina. (4 p.)

2/K2015

Ammoniakkia voidaan valmistaa laboratoriossa kalsiumoksidin ja ammoniumkloridin reaktiolla. Kaasut johdetaan pois reaktioastiasta ja ammoniakki kerätään talteen. Reaktio on



- a) Kuinka monta grammaa ammoniakkia muodostuu, kun 112 g kalsiumoksidia ja 224 g ammoniumkloridia reagoi? (4 p.)
- b) Kuinka monta grammaa kiinteää ainetta on reaktioastiassa reaktion jälkeen? (2 p.)

4/K2015

Orgaanisilla yhdisteillä **X**, **Y** ja **Z** on sama molekyylikaava $C_3H_6O_2$. Yhdisteiden ominaisuuksia on annettu oheisessa taulukossa.

- Yhdiste **Z** reagoi magnesiumin kanssa, jolloin vapautuu kaasua, joka koeputkessa syttyy pamahtaen. **X** ja **Y** eivät reagoi magnesiumin kanssa.

- Kun yhdisteitä **X** ja **Y** kuumennetaan natriumhydroksidiliuoksessa, muodostuu reaktioissa yhdisteestä **X** metanolia ja natriumasetaattia ja yhdisteestä **Y** etanolia ja natriumformiaattia.

Yhdiste	Kiehumispiste (°C)	Liukoisuus veteen
X	57	liukenee
Y	54	liukenee
Z	141	liukenee hyvin

- Esitä yhdisteiden **X**, **Y** ja **Z** rakennekaavat ja nimet. (4 p.)
- Kirjoita yhdisteen **Z** ja magnesiumin välisen reaktion yhtälö. (1 p.)
- Miksi yhdisteen **Z** kiehumispiste on korkeampi kuin yhdisteillä **X** ja **Y**? (1 p.)

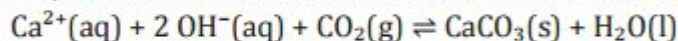
7/K2015

Kirjoita seuraavien reaktioiden yhtälöt rakennekaavoin:

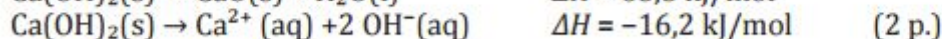
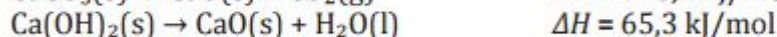
- 3-metyylipent-2-eenin (3-metyyli-2-penteenin) pelkistyminen vetykaasun ja katalyytin avulla (1 p.)
- 1-metyyli-5-propyyli-2-penteenin happokatalysoitu additio veden kanssa (2 p.)
- 3-kloorianiliinin reaktio vetykloridin kanssa (1 p.)
- valiinin ja proliinin väliset reaktiot. (2 p.)

8/K2015

Kun kalsiumnitraattiliuokseen lisätään vähän natriumhydroksidia, saostumaa ei muodostu. Jos ilmassa oleva hiilidioksidi kuitenkin pääsee kosketuksiin kyseisen kalsiumliuoksen kanssa, saostuu kalsiumkarbonaattia seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti:



- Perustele liukoisuuden avulla, miksi liuoksessa saostuu kalsiumkarbonaattia eikä kalsiumhydroksidia. (2 p.)
- Miten voit kokeellisesti todeta, että saostuma on kalsiumkarbonaattia eikä kalsiumhydroksidia? (1 p.)
- Laske reaktion entalpiamuutos ΔH , kun tunnetaan seuraavien reaktioiden entalpiamuutokset kyseisissä olosuhteissa:



- Viileneekö vai lämpeneekö seos reaktiossa? Perustele. (1 p.)

2/S2014

Kaupallinen typpihappoliuos sisältää 65 massaprosenttia typpihappoa. Liuksen tiheys on 1,39 kg/l.

- Laske tämän HNO_3 -liuksen konsentraatio.
- Kuinka monta millilitraa kaupallista typpihappoa tarvitaan valmistettaessa 250 ml liuosta, jonka konsentraatio on 0,15 mol/l?
- Mitä työturvallisuuteen liittyviä asioita tulee ottaa huomioon tätä liuosta valmistettaessa?



4/S2014

"Katsohan Watson", sanoi Sherlock Holmes, "olen saanut käsiini professori Moriartyn pirullisen keksinnön. Se on sinkki–magnesium-seos, jota hän aikoo käyttää tihutöissään, koska seos palaessaan kuumenee voimakkaasti. Meidän pitää määrittää seoksen koostumus. Watson, muistat varmaan kemian opinnoistasi, että molemmat seoksessa olevat metallit liukenevat suolahappoliuokseen, jolloin syntyy vetykaasua. Liuotamme tarkasti punnitun seosnäytteen ylimäärään suolahappoa ja punnitsemme muodostuneen vetykaasun. Tällöin voimme selvittää seoksen koostumuksen."

- Laadi metallien liukenemista kuvaavat reaktioyhtälöt. (2 p.)
- Kun 10,00 g sinkki- ja magnesiummetallien seosta liuotettiin ylimäärään suolahappoliuosta, vapautui 0,5171 g vetykaasua. Kuinka monta grammaa magnesiumia seos sisälsi? (4 p.)

5/S2014

Tarkastele additioreaktiota $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3(\text{g})$.

Tunnetaan seuraavat sidosennergiat:

sidos	C=C	C-C	C-H	H-H
energia (kJ/mol)	612	348	412	436

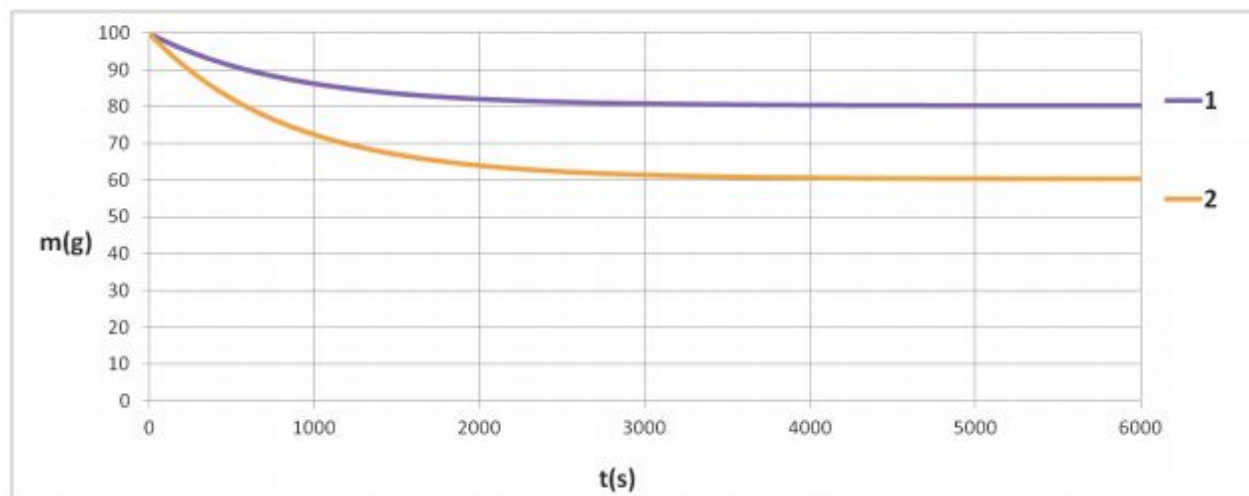
- Kuinka paljon energiaa tarvitaan hajottamaan 1 mooli vetyä vetyatomeiksi? (1 p.)
- Kuinka paljon energiaa (kJ/mol) tarvitaan eteenin π -sidoksen katkaisemiseen? (1 p.)
- Laske reaktion entalpiamuutos ΔH° sidosenergioiden avulla sekä käyttämällä taulukko-kirjan muodostumislämpöjä. (2 p.)
- Miksi saadut ΔH° -arvot eroavat toisistaan? Kumpaa arvoa voidaan pitää luotettavampana? (2 p.)

6/S2014

6. Marmorin sisältämän kalsiumkarbonaatin liukenemista suolahappoon tutkittiin erilaisilla koejärjestelyillä. Suolahappoa sisältävä avonainen astia laitettiin vaa'alle ja vaa'an lukema nollattiin. Astiaan laitettiin 100,0 g marmorirouhetta, ja mittaus käynnistettiin. Tuloksista piirrettiin kuvaaja **1**. Kun koejärjestelyä muutettiin, saatiin kuvaaja **2**. Molemmissa kokeissa marmoria oli ylimäärin.

- Miksi reaktioseosten massa muuttuu? (1 p.)
- Mitä tapahtuu kuvaajan **1** reaktiossa hetkellä $t = 4000$ s? (1 p.)
- Mitä eroja ja yhtäläisyyksiä on kuvaajilla **1** ja **2**?

Mitä johtopäätöksiä näiden erojen ja yhtäläisyyksien avulla voit tehdä reaktion kulusta? Voivatko kuvaajien erot johtua kokeiden erilaisista suolahapon konsentraatioista tai erilaisista lämpötiloista? Perustele. (4 p.)

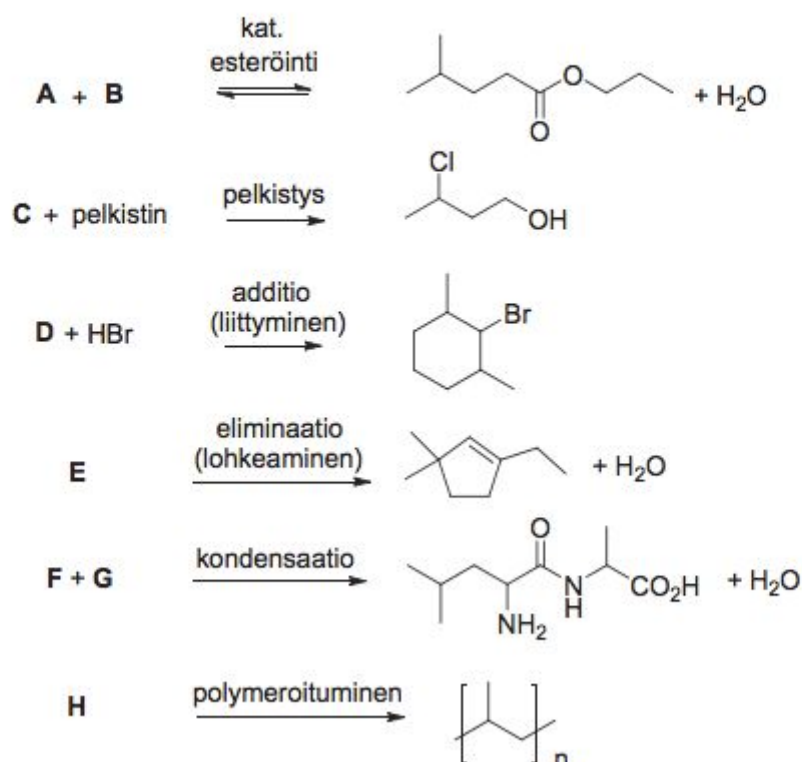


7/S2014

Tyhjiöityyn 0,500 litran astiaan suljettiin 50,0 mmol typpeä, 50,0 mmol vetyä ja 50,0 mmol ammoniakkia lämpötilassa 307 K. Jonkin ajan kuluttua kokonaispaine astiassa oli 6,74 bar. Mitkä olivat eri kaasujen ainemäärät muodostuneessa kaasuseoksessa?

10/S2014

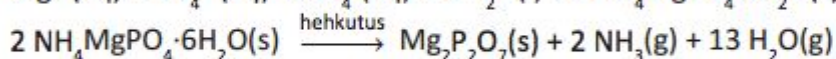
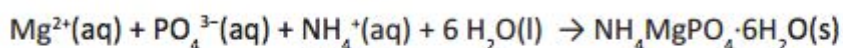
Lähtöaineiden A–H reaktioissa saadaan päätuotteina seuraavat yhdisteet. Laadi yhdisteiden A–H rakennekaavat.



2/K2014

Gravimetrisessä analyysissä tutkittava aine saostetaan liuoksesta niukkaliukoisena yhdisteenä. Saostuma erotetaan suodattamalla ja käsitellään punnitusta varten sopivaan muotoon. Punnittavan yhdisteen koostumuksen tulee olla vakio.

Magnesiumin määrä liuoksessa määritettiin saostamalla magnesium ensin vesipitoisena ammoniummagnesiumfosfaattina. Saatu saostuma hehkutettiin dimagnesiumdifosfaatiksi, jonka massaksi saatiin 232,2 mg.

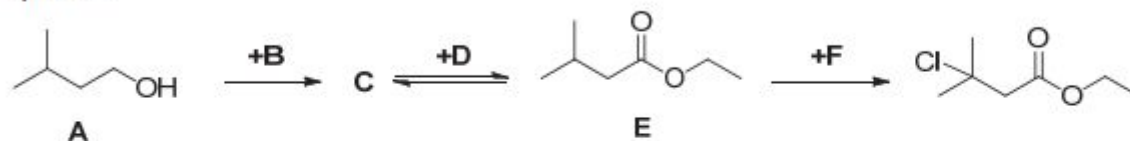


a) Kuinka monta milligrammaa magnesiumia oli näytteessä? (4 p.)

b) Laske myös magnesiumin konsentraatio liuoksessa, jonka tilavuus oli 100,0 ml. (2 p.)

6/K2014

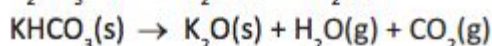
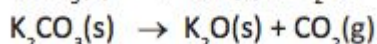
Alla on kuvattu kolmen reaktiovaiheen kautta tapahtuva etyyli-3-kloori-3-metyyli-2-metylibutanaatin synteesi.



- Esitä lähtöaineesta **A** muodostuvan välituotteen **C** rakennekaava ja esimerkki tarvittavasta reagenssista **B**. (2 p.)
- Esitä reagoivan yhdisteen **D** rakennekaava. (1 p.)
- Nimeä reagenssi **F**. (1 p.)
- Nimeä lähtöaine **A** sekä välituotteet **C** ja **E**. (2 p.)

8/K2014

Seosta, joka sisältää kaliumkloraattia, kaliumkarbonaattia, kaliumvetykarbonaattia ja kaliumkloridia, kuumennetaan. Tällöin vapautuu happea, vettä ja hiilidioksidia seuraavien reaktioyhtälöiden mukaisesti:



Kaliumkloridi ei reagoi kyseisissä olosuhteissa.

- Tasapainota reaktioyhtälöt. (2 p.)
- Mikä oli alkuperäisen seoksen koostumus massaprosentteina, kun 1,0 grammasta seosta muodostuu 0,018 g vettä, 0,132 g hiilidioksidia ja 0,040 g happea? (3 p.)
- Miksi tämän suolaseoksen kuumennuksessa on noudatettava erityistä varovaisuutta? (1 p.)

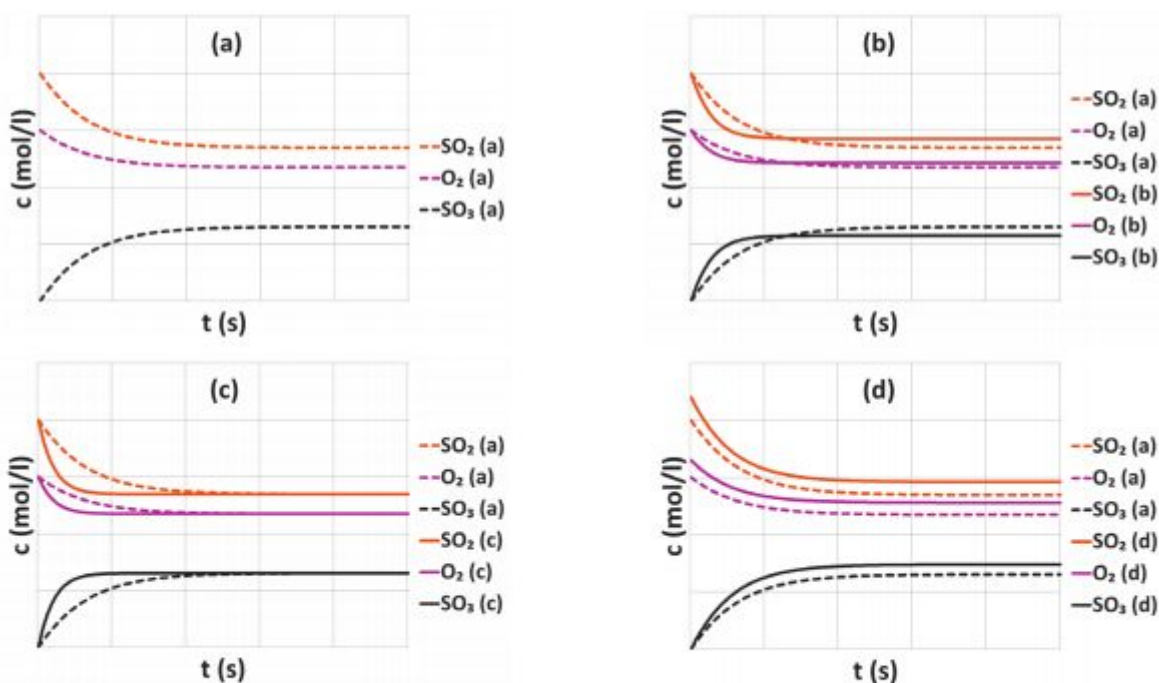
9/K2014

Vesiliuos, jonka tilavuus on 100,0 ml, sisältää 125 mmol kalsiumkloridia lämpötilassa 25 °C. Kuinka suuri tilavuus ammoniakkikaasua (25 °C, 150 kPa) tulee johtaa tähän suolaliuokseen, jotta muodostuu saostuma? Käytä laskuissa taulukkokirjasta saatavia tietoja. Liuoksen tilavuus ei muutu merkittävästi kaasua lisättäessä.

10/K2014

Reaktio $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{kat.}} 2 \text{SO}_3(\text{g})$ on eksoterminen.

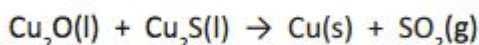
Tämän teollisesti merkittävän reaktion nopeutta ja saantoa voidaan säädellä muuttamalla reaktio-olosuhteita. Reaktio toteutetaan samoilla lähtöainemäärillä neljä kertaa eri reaktio-olosuhteissa. Oheisissa kuvissa on esitetty konsentraatio ajan funktiona: kuvassa (a) alkuperäisissä olosuhteissa ja kuvissa (b), (c) ja (d) muuttuneissa olosuhteissa. Katkoviivat kuvaavat alkuperäisissä olosuhteissa mitattuja konsentraatioita.



Minkälainen muutos reaktio-olosuhteissa voi aiheuttaa kuvissa (b), (c) ja (d) havaitut erot alkuperäiseen kuvaan (a) verrattuna? Muuttuuko tasapainovakion arvo? Perustele vastauksesi.

2/S2013

Yli puolet maailman kuparista valmistetaan Suomessa kehitetyllä liekkisulatusmenetelmällä. Menetelmän etu on se, että prosessin vaatima energia saadaan rikasteessa olevan rikin ja raudan palamislämmöistä. Liekkisulatusuunissa kuparirikasteen hapetuksessa saadaan kupari(I)sulfidia, joka edelleen reagoi seuraavasti:



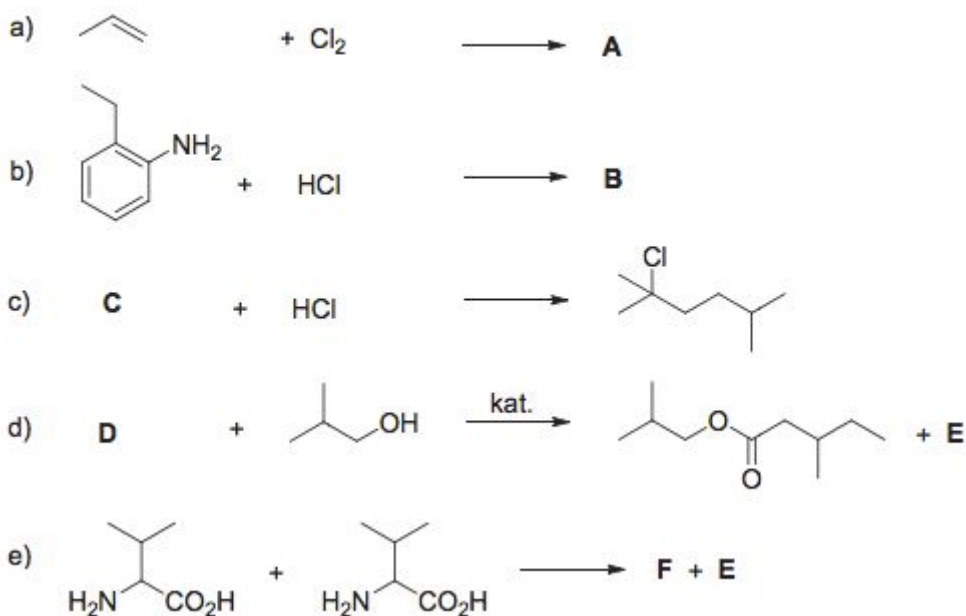
- Määritä reaktioyhtälöiden kertoimet. (2 p.)
- Kuinka monta kilogrammaa 95-prosenttista kuparia saadaan, kun 110 kg kupari(I)sulfidia reagoi? Happea on ylimäärin. (4 p.)

8/S2013

Kun 50,0 ml metaanin, etaanin ja eteenin muodostamaa kaasuseosta poltettiin täydellisesti, muodostui 70,0 ml hiilidioksidia. Kuinka monta tilavuusprosenttia metaania kaasuseos sisälsi? Kaikki kaasutilavuudet on annettu samassa paineessa ja lämpötilassa.

9/S2013

Kirjoita yhdisteiden A–F rakennekaavat.



10/S2013

Reaktio **A** $\rightarrow$ **C** tapahtuu kahdessa vaiheessa seuraavan kaavion mukaan

A $\rightarrow$ **B** $\rightarrow$ **C**

Alla oleva kuva esittää reaktiossa esiintyvien aineiden konsentraatioita ajan funktiona.

a) Yhdistä kuvaajat 1–3 aineisiin A–C. (2 p.)

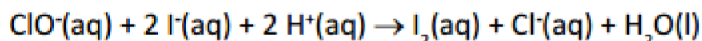
b) Reaktiot **A** $\rightarrow$ **B** ja **B** $\rightarrow$ **C** ovat eksotermisiä. Ensimmäisen reaktion aktivoitumisenergia on suurempi kuin toisen reaktion aktivoitumisenergia.

Hahmottele reaktion energiakaavio (energiaprofiili) ja merkitse siihen osareaktioiden aktivoitumisenergiat sekä reaktion **A** $\rightarrow$ **C** reaktiolämpö. (4 p.)



2/K2013

Kloriitti on kotitalouksissa yleisesti käytössä oleva valkaisu- ja desinfioimisaine. Tuotetta myydään tavallisesti noin 5 prosenttia natriumhypokloriittia (NaClO) sisältävänä vesiliuoksena. Kloriitin natriumhypokloriittipitoisuus voidaan määrittää lisäämällä liuokseen kaliumjodidiliuosta, jolloin tapahtuu reaktio:



Vapautuneen jodin konsentraatio määritetään titraamalla liuos natriumtiosulfaattiliuoksella:



Kun 25,0 ml:n kloriittinäytteeeseen lisättiin ylimäärin hapanta kaliumjodidiliuosta, vapautuneen jodin titraamiseen kului 32,5 ml 0,200 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -liuosta.

Laske kloriitin natriumhypokloriittikonsentraatio.



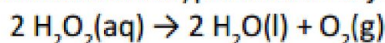
4/2013

Kirjoita tasapainotetut reaktioyhtälöt seuraaville reaktioille. Merkitse näkyviin myös aineiden olomuodot.

- Kalsiumoksidia liuotetaan veteen.
- Pieni pala litiumia pudotetaan veteen.
- Laimeaa rikkihappoa lisätään lyijynitraattiliuokseen.
- Kalsiumkarbonaattia kuumennetaan.
- Rikkidioksidia johdetaan veteen.
- Ammoniumsulfidiliuosta lisätään rauta(III)kloridiliuokseen.

8/K2013

Seurattaessa vetyperoksidin hajoamista vedeksi ja hapeksi



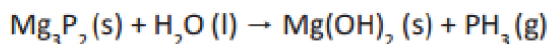
saatiin oheiset mittaustulokset.

- Piirrä vetyperoksidin hajoamista ajan funktiona esittävä kuvaaja. (2 p.)
- Määritä vetyperoksidin hajoamisreaktion suurin nopeus. (1 p.)
- Määritä vetyperoksidin hajoamisreaktion nopeus hetkellä $t = 700$ s. (1 p.)
- Määritä hapen muodostumisnopeus hetkellä $t = 1100$ s. (2 p.)

Aika (s)	$[\text{H}_2\text{O}_2]$ (mol/l)
0	2,32
200	2,01
400	1,72
600	1,49
1200	0,98
1800	0,62
3000	0,25

2/S2012

Magnesiumfosfidia käytetään tuhoeläinten hävittämiseen pääasiassa suljetuissa tiloissa, kuten varastoissa ja jyrsijöiden kaivamissa koloissa ja käytävissä. Sen käyttö perustuu erittäin myrkylliseen fosfiinikaasuun, joka vaikuttaa hengitysteiden välityksellä. Kosteus hajottaa magnesiumfosfidin, jolloin muodostuu fosfiinin lisäksi magnesiumhydroksidia.



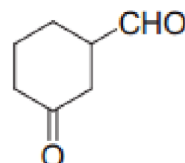
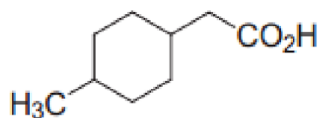
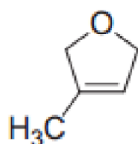
- Kirjoita tasapainotettu reaktioyhtälö.
- Tuotetta myydään tabletteina, jotka sisältävät 66 massa-% magnesiumfosfidia. Kuinka monta litraa (NTP) fosfiinikaasua vapautuu, kun viisi 3,0 gramman tablettia hajoaa täydellisesti?
- Magnesiumfosfidipakkauksessa on oheiset varoitusmerkit. Selosta lyhyesti, mitä ne tarkoittavat.



<<http://www.orc.govt.nz/Documents/Publications/pest%20control>>. Luettu 30.8.2011.

3/S2012

Yhdistä seuraavat rakenteet ominaisuuksiin a–d ja esitä muodostuvien tuotteiden rakenteikaavat.



- Yhdiste hapettuu helposti.
- Yhdiste reagoi bromivedyn kanssa.
- Kun natriumkarbonaatin vesiliuosta lisätään yhdisteeseen, liuos alkaa kuplia.
- Yhdiste muodostaa esterin etanolin kanssa.

8/S2012

Ammoniakin valmistuksessa tarvittava vetykaasu saadaan reformoimalla metaania korkeassa lämpötilassa:



- a) 10,0 litran astiaan lisättiin 1,00 moolia metaania ja 1,00 moolia vettä lämpötilassa 1000 K. Mikä on reaktion tasapainovakion arvo, kun tasapainon asetuttua astiaan muodostui 0,92 moolia vetyä? (3 p.)
- b) Laske reaktion reaktiolämpö ΔH° käyttäen hyväksi seuraavia tietoja:
- $$\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) ; \Delta H^\circ = -40 \text{ kJ}$$
- $$\text{CO}(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) ; \Delta H^\circ = -230 \text{ kJ} \quad (2 \text{ p.})$$
- c) Lisääntyykö vedyn saanto, jos lämpötila nostetaan arvoon 1100 K? Perustele. (1 p.)

2/K2012

Huhtikuussa 1947 Texas Cityn satamassa räjähti rahtilaiva SS Grandcamp. Laivan lastina oli ammoniumnitraattia, joka oli tarkoitettu lannoiteteollisuuden käyttöön. Onnettomuudessa ja sitä seuranneissa tulipaloissa kuoli noin 600 henkilöä.

Ammoniumnitraatin hajotessa muodostui typpeä, happea ja vettä. Reaktiotuotteet olivat muodostumishetkellä kaasumaisia.

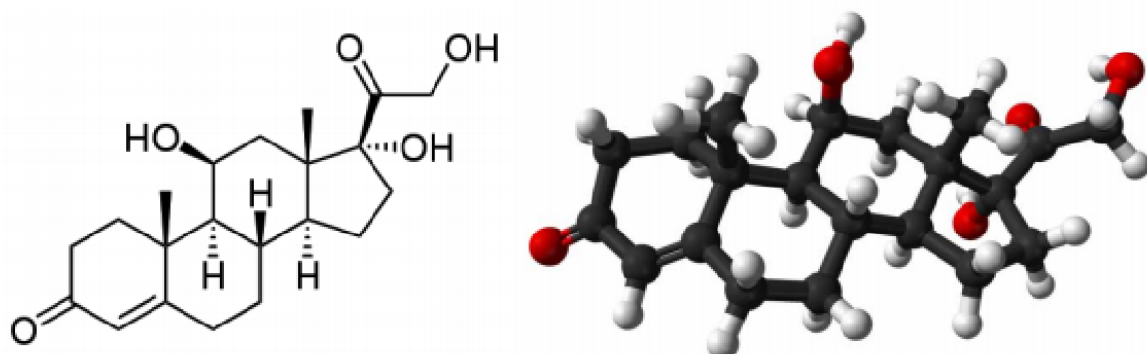
- a) Kirjoita hajoamisreaktion yhtälö. (2 p.)
- b) Kuinka suuri tilavuus kaasuja muodostui, NTP-olosuhteissa laskettuna, kun räjähtänyttä ammoniumnitraattia oli 2 300 tonnia? (3 p.)
- c) Mihin ammoniumnitraatin voimakas räjähdysvaikutus perustuu? (1 p.)



<http://www.chron.com/news/photogallery/Texas_City_blast_of_1947.html#21255752>. Luettu 6.2.2011.

6/K2012

Kortisoli ($C_{21}H_{30}O_5$) on steroideihin kuuluva lisämunuaisen kuorikerroksen erittämä hormoni. Kortisolia kutsutaan myös stressihormoniksi, koska psyykkinen ja fyysinen rasitus sekä mm. rakastuminen nostavat ihmisen kortisolitasoa.



- Mitä funktionaalisia ryhmiä esiintyy kortisolin rakenteessa? (1 p.)
- Kopioi kortisolin rakennekaava vastauspaperiisi. Merkitse rakennekaavaan asymmetriset (kiraaliset) hiilet. (2 p.)
- Kortisolin funktionaaliset ryhmät voivat osallistua erityyppisiin reaktioihin. Esitä kolme yhdistetyypiltään erilaista kortisolin reaktiotuotetta ja laadi niiden rakennekaavat. (3 p.)

10/K2012

Elintarviketehtaan jätevesi sisältää hiilihydraatteja $(CH_2O)_n$. Puhdistusprosessissa 45 % hiilihydraateista hapettuu täydellisesti. Lisäksi 10 % hiilihydraateista hajoaa käymisreaktiossa metaaniksi ja hiilidioksidiksi, ja loppu jää jäteveeseen. Kaasua muodostuu vuorokaudessa $16,0 \text{ m}^3$ ($25,0^\circ\text{C}$, $100,0 \text{ kPa}$).

- Kuinka monta kilogrammaa hiilihydraatteja jää jäteveeseen vuorokaudessa? (3 p.)
- Kuinka paljon energiaa (kJ) vuorokaudessa saadaan polttamalla muodostuva metaani? (2 p.)
- Puhdistetusta jätevedestä mitataan hiilihydraattipitoisuudeksi 250 mg/l . Laske, kuinka monta kuutiometriä jätevettä vuorokaudessa puhdistettiin. (1 p.)

+12/K2012

Kaasureaktioissa tasapainotilaa kuvataan usein tasapainovakiolla K_p . Se eroaa tavanomaisen tasapainovakion K lausekkeesta siten, että siinä käytetään aineiden konsentraatioiden asemesta vastaavia osapaineita. Osapaineella tarkoitetaan painetta, joka kaasulla olisi, jos se yksin täyttäisi koko tilavuuden. Kaasuseoksen kokonaispaine saadaan laskemalla yhteen seoksen komponenttien osapaineet.

Tasapainovakioiden K_p ja K lausekkeiden välillä on yhteys, joka riippuu reaktioyhtälön kertoimista.

- a) Osoita, että reaktiolle



voidaan kirjoittaa

$$K_p = K(RT)^{-2},$$

jossa R on yleinen kaasuvakio ja T lämpötila. (3 p.)

- b) Mihin suuntaan tasapainoasema siirtyy, jos lämpötila laskee? Perustele. (2 p.)
c) Tyhjiöityyn 1,00 litran astiaan suljettiin 0,150 mol typpeä, 0,150 mol vetyä ja 0,150 mol ammoniakkia lämpötilassa 473 K. Kun tasapainotila oli asettunut, mitattiin kokonaispaineen astiassa olevan 1,70 MPa. Määritä a-kohdan reaktion tasapainovakion K_p arvo. (4 p.)

2/S2011

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



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



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

Luettu 1.9.2010.

3/S2011

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.

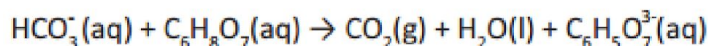
- a) Mikä on yhdisteen empiirinen kaava (suhdekaava)?
b) Mikä on yhdisteen molekyylikaava?
c) Laadi yhdisteen mahdollinen rakennekaava, kun tiedetään, että se on rakenteeltaan tasomainen.

+11/S2011

- a) Mitä tuotteita muodostuu, kun seuraavat yhdisteet reagoivat keskenään?
Esitä reaktioissa muodostuvien tuotteiden rakennekaavat. (6 p.)
- 2-metyyliibutan-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 peilikuvaisomeriaa? Perustele. (2 p.)

2/K2011

Mahan liikahappoisuutta neutraloidaan hedelmäsuolalla, joka sisältää natriumvetykarbonaattia ja sitruunahappoa. Kun hedelmäsuolaa liuotetaan veteen, syntyy kuplimista, joka johtuu reaktiosta:



- a) Tasapainota reaktioyhtälö. (2 p.)
- b) Kuinka monta grammaa hiilidioksidia muodostui, kun lähtöaineena oli 1,00 g natriumvetykarbonaattia ja 1,00 g sitruunahappoa? (4 p.)



Kuva: Marja Montonen

9/K2011

Kaasusäiliössä, jonka tilavuus oli 5,0 litraa, oli butaanin ja propaanin seosta. Kaasun paineeksi mitattiin 2,02 bar (202 kPa) 25,0 °C:n lämpötilassa. Kun seos poltettiin täydellisesti, vapautui 1064 kJ lämpöenergiaa.

- a) Laske kaasujen mooliprosenttiset osuudet seoksessa, kun butaanin palamislämpö on -2877 kJ/mol ja propaanin palamislämpö on -2220 kJ/mol. (3 p.)
- b) Kuinka suuri tilavuus hiilidioksidia muodostui 25 °C:n lämpötilassa ja normaalipaineessa? (1 p.)
- c) Edellä annetut palamislämmöt liittyvät reaktioon, jossa muodostuva vesi on nestemäisessä olomuodossa. Vapautuuko reaktiossa enemmän vai vähemmän energiaa, jos muodostuva vesi on kaasuna? Perustele. (2 p.)

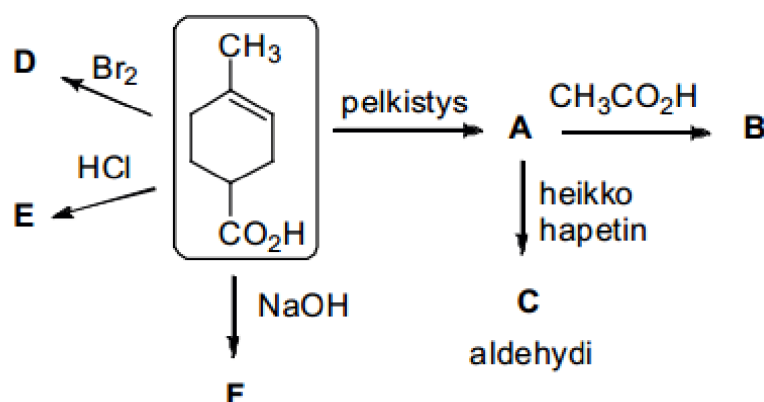
2/S2010

Kun litiumperkloraattia, LiClO_4 , kuumennetaan, vapautuu väritöntä kaasua, joka sytyttää hehkuvan puutikun palamaan. Jäännös on valkoinen kiinteä aine ja liukenee kokonaan veteen. Kun liuokseen lisätään hopeanitraattiliuosta, syntyy valkoinen saostuma.

- a) Kirjoita vastaavat kolme reaktioyhtälöä. (2 p.)
- b) Miten alkuaineiden hapettumisluvut muuttuvat reaktioissa? (1 p.)
- c) 2,13 grammaa litiumperkloraattia kuumennettiin, kunnes jäännöksen massa pysyi muuttumattomana. Kuinka monta grammaa jäännöstä saatiin? (2 p.)
- d) Kuinka monta litraa kaasua kuumennuksessa vapautui mitattuna normaalipaineessa ja 25 °C:een lämpötilassa? (1 p.)

3/S2010

Kirjoita reaktioissa muodostuvien yhdisteiden A–F rakennekaavat.



8/S2010

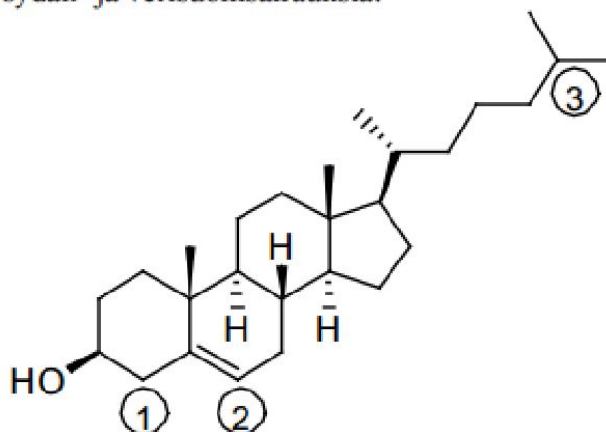
Typhen oksideja joutuu ilmakehään palamisprosesseissa etenkin energiantuotannossa ja liikenteessä. Typpidioksidi on näistä haitallisin. Tutkittaessa laboratorio-olosuhteissa typpidioksidin hajoamista typpioksidiksi ja hapeksi saatiin seuraavat tulokset.

$[\text{NO}_2]$ (mol/l)	0,0100	0,0079	0,0065	0,0055	0,0048	0,0043	0,0038	0,0034	0,0031
Aika t (s)	0	50	100	150	200	250	300	350	400

- Laadi sopivaan koordinaatistoon kuvaaja, joka osoittaa, miten typpidioksidin konsentraatio muuttuu ajan funktiona. (1 p.)
- Piirrä samaan koordinaatistoon typpioksidin ja hapen konsentraatioiden muutokset reaktion edetessä. (2 p.)
- Mikä on reaktion puoliintumisaika, $t_{1/2}$ (ajankohta, jolloin typpidioksidin alkukonsentraatio on puolittunut)? (1 p.)
- Mikä on typpioksidin muodostumisnopeus pisteessä $t_{1/2}$? (2 p.)

9/S2010

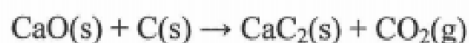
Kolesteroli (kuva) on elimistölle välttämätön aine, jota tarvitaan muun muassa solukalvojen rakennusaineeksi sekä monien hormonien ja D-vitamiinin muodostamiseen. Veren liiallinen kolesterolipitoisuus voi kuitenkin johtaa kolesterolin kertymiseen verisuonten seinämiin ja siten aiheuttaa sydän- ja verisuonisairauksia.



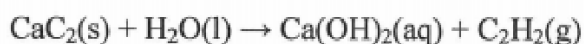
- Mihin yhdistetyyppeihin kolesteroli voidaan funktionaalisten ryhmiensä mukaan luokitella? (1 p.)
- Esitä rakennekaava tuotteelle, joka muodostuu kolesterolin hapettuaessa. (1 p.)
- Esitä rakennekaava tuotteelle, joka muodostuu kolesterolin hydrolyysissä. (2 p.)
- Miten hiili on hybridisoitunut rakennekaavan numeroilla 1, 2 ja 3 merkityissä atomeissa? (2 p.)

2/K2010

Kun kalsiumoksidia pelkistetään hiilellä korkeassa lämpötilassa, muodostuu kalsiumkarbidia ja hiilidioksidia:



Karbidilamppuja käytettiin valaisemiseen aina 1950-luvulle saakka. Lampun alaosassa sijaitsevaan säiliöön laitetaan karbidikiveä ja yläosaan vettä. Kun vesi vähitellen tippuu säätöhanasta kalsiumkarbidin päälle, syntyy asetyleeniä (etyyniä):



www.kaivosmuseo.net/museohistoria/tuotteet.php
(13.2.2009)

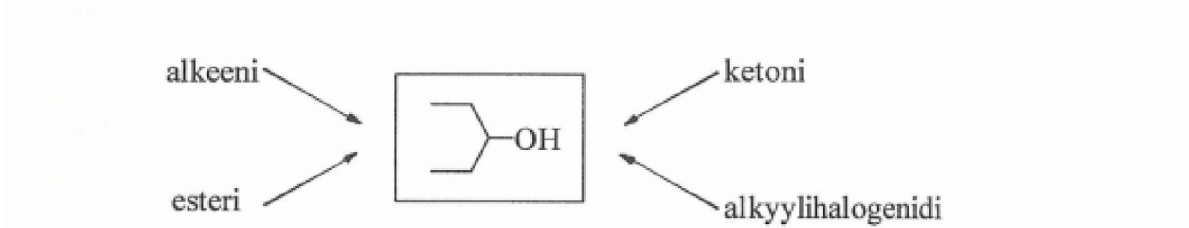


Asetyleeni palaa kirkkaalla liekillä suuttimen päässä.

- Tasapainota reaktioyhtälöt. (2 p.)
- Kuinka suuri tilavuus asetyleeniä (NTP) voi muodostua, kun lähtöaineena on 5,78 g kalsiumoksidia? (4 p.)

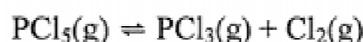
6/K2010

Kaavion keskellä olevaa yhdistettä voidaan valmistaa monesta lähtöaineesta. Kirjoita muodostumisreaktioiden yhtälöt rakennekaavoin ja nimeä reaktiotyyppi (esim. hapettumis-, pelkistymis-, korvautumis-, liittymisreaktio, hydrolyysi jne.) kussakin kaaviossa esitetystä tapauksesta.



10/K2010

1,00 litran astiaan suljettiin 0,030 moolia fosforipentakloridia ja 0,020 moolia klooria lämpötilassa 250 °C. Näissä olosuhteissa reaktion



tasapainovakio $K = 4,0 \cdot 10^{-2}$ mol/l.

- Laske eri kaasujen konsentraatiot tasapainotilan asetuttua.
- Päättele tehtävässä annettujen tietojen perusteella, mihin suuntaan tasapainotila siirtyy, kun lämpötilaa nostetaan.
- Osoita laskennallisesti, että reaktio tapahtuu tuotteiden suuntaan, kun tasapainotilassa reaktioastian tilavuus kasvaa.

Muodostumislämpöjä: $\Delta H(\text{PCl}_3, \text{g}) = -287 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H(\text{PCl}_5, \text{g}) = -375 \text{ kJ/mol}$

3/S2009

Alkeeneista voidaan valmistaa lukuisia orgaanisia yhdisteitä. Esitä rakennekaavoin reaktioyhtälöt:

- 2-etyylibuteeni reagoi vetykloridin kanssa
- trans*-3-metyylipent-2-eeni (*trans*-3-metyyli-2-penteeni) reagoi bromin kanssa
- 1-metyylisyklohekseeni reagoi veden kanssa happokatalyytin läsnä ollessa.

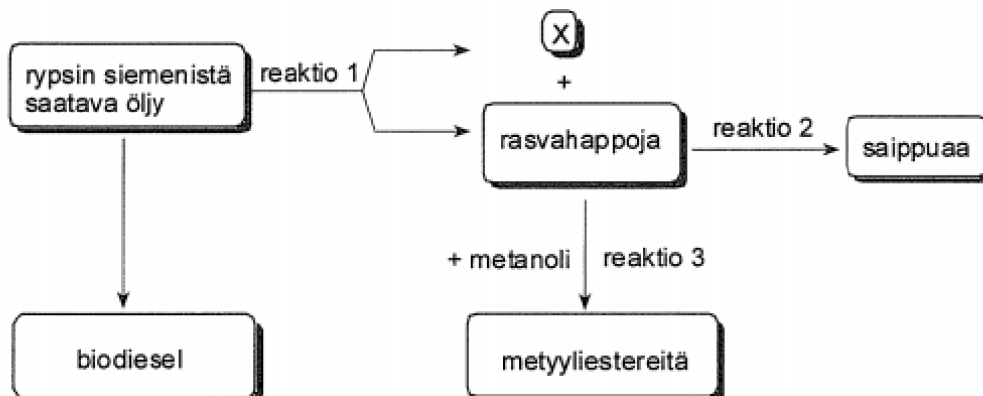
7/S2009

Kun 10,0 ml kaasumaista hiilivetyä poltettiin käyttämällä 100,0 ml happea (happea oli läsnä ylimäärin), muodostui kaasuseos, jonka tilavuus oli 80,0 ml. Kaasuseoksen tilavuus väheni 40,0 ml, kun se johdettiin natriumhydroksidiliuoksen läpi. Kaikki kaasutilavuudet mitattiin NTP:ssä.

- Miksi kaasuseoksen tilavuus väheni natriumhydroksidiliuoksen vaikutuksesta? Kirjoita reaktioyhtälö. (1 p.)
- Määritä hiilivedyn molekyylikaava. (3 p.)
- Esitä hiilivedyn mahdolliset rakennekaavat. (2 p.)

9/S2009

Rypsin siemenistä saatava ruokaöljy sisältää eri rasvahappojen johdannaisia. Oheisessa kuvassa on esitetty, mitä eri tuotteita öljystä voidaan valmistaa.



- Esitä reaktiossa 1 muodostuvan tuotteen X rakenne ja nimi.
- Esitä rakennekaavoin reaktioiden 2 ja 3 yhtälöt, kun rasvahappona on palmitiinihappo ($C_{15}H_{31}COOH$).
- Saippuaa lisättiin astiaan, jossa oli kovaa kaivovettä. Mitä havaitset? Perustele reaktioyhtälön avulla.

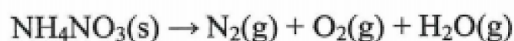
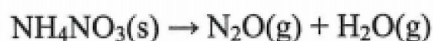
1/K2009

Miten seuraavat käsitteet liittyvät toisiinsa? Valitse B-sarakkeesta yksi kuhunkin A-sarakkeen yhdisteen ominaisuuksiin liittyvä termi. Perustele valintasi kussakin kohdassa reaktioyhtälöllä.

A	B
etaani	hapettuminen
asetaldehydi	hydraus
etyyliasetatti	substituutio
etikkahappo	hydrolyysi
metyyliamiini	suola
etyyni	emäs

2/K2009

Ammoniumnitraatin hajoaminen kuumennettaessa tapahtuu lämpötilasta riippuen kahdella eri tavalla:



- Tasapainota reaktioyhtälöt. (2 p.)
- Tietyllä lämpötila-alueella reaktiot tapahtuvat samanaikaisesti. Kun 626 mg ammoniumnitraattia hajosi täydellisesti, saatiin 35,0 mg typpikaasua. Kuinka monta milligrammaa dityppioksidia tällöin muodostui? (4 p.)

6/K2009

Tähtien välisestä avaruudesta on löydetty orgaanisia molekyylejä. Erään tällaisen molekyylin massaprosenttinen koostumus oli C: 87,8 %, H: 0,82 % ja N: 11,38 %.

- Määritä molekyylin empiirinen kaava (suhdekaava). (2 p.)
- Molekyyli syntetisoitiin ja analysoitiin laboratoriossa. Kun 0,246 grammaa ainetta poltettiin täydellisesti, muodostui 0,403 dm³ hiilidioksidia (NTP). Mikä on molekyylin molekyylikaava? (2 p.)
- Laadi molekyylin rakennekaava, kun sen tiedetään olevan lineaarinen. (2 p.)

6/S2008

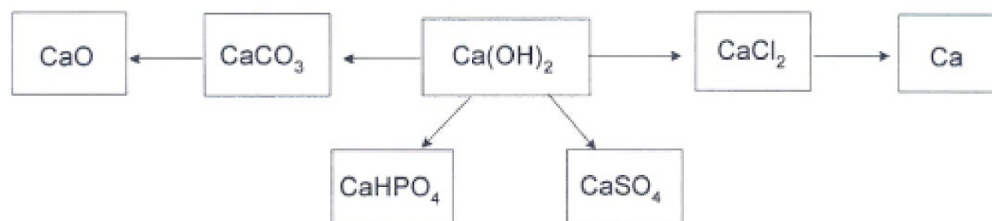
Syklopropaani on pysymätön yhdiste, joka muuttuu hitaasti propeeniksi. Seurattaessa syklopropaanin konsentraation muutosta reaktion edistyessä saatiin seuraavat tulokset:

Aika t (min)	0	5	10	15	20	25	30	40	60
$c(\text{syklopropaani})$ (10 ⁻³ mol/l)	1,5	1,24	1,00	0,83	0,68	0,56	0,46	0,31	0,14

- Laadi kuvaaja, joka osoittaa, miten syklopropaanin konsentraatio muuttuu reaktion edistyessä. Piirrä samaan kuvaan reaktiotuotteen, propeenin, konsentraation muuttumista osoittava kuvaaja. (2 p.)
- Mikä on reaktion keskinopeus viiden ensimmäisen minuutin aikana? Miksi nopeus muuttuu reaktion edetessä? (1 p.)
- Arvioi kuvaajasta reaktion nopeus hetkellä $t = 25$ min. (2 p.)
- Reaktion puoliintumisaikalla $t_{1/2}$ tarkoitetaan aikaa, joka kuluu lähtöaineen konsentraation puolittumiseen. Mikä on tämän reaktion puoliintumisaika? (1 p.)

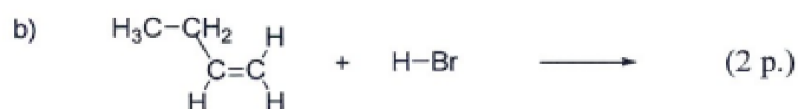
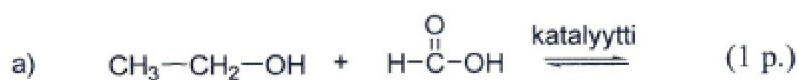
3/K2008

Laadi reaktioyhtälö kullekin seuraavassa kaaviossa nuolella merkitylle reaktiolle ja selitä, millaisissa olosuhteissa reaktio tapahtuu.



5/K2008

Esitä reaktioissa a–d muodostuvien yhdisteiden rakennekaavat. Nimeä reaktiotuotteet.

**10/K2008**

Daltonin osapainelain mukaan kaasuseoksen kokonaispaine p_{kok} on sen komponenttien osapaineiden summa, esimerkiksi kaasujen A ja B seoksessa on $p_{\text{kok}} = p_{\text{A}} + p_{\text{B}}$. Osapaineella tarkoitetaan painetta, joka kaasulla on, jos se esiintyisi astiassa yksinään.

Kun tyhjiöityyn 1,00 litran astiaan suljettiin 0,050 mol typpidioksidia ja 0,050 mol dityypitetraoksidia, todettiin jonkin ajan kuluttua kokonaispaineen astiassa olevan 2,22 bar (222 kPa) lämpötilassa 307 K. Mitkä olivat tällöin eri kaasujen osapaineet? Dityypitetetraoksidi ja typpidioksidi reagoivat keskenään seuraavasti:

