

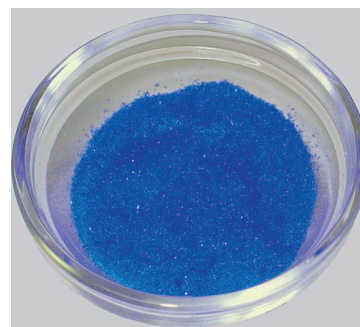


Enintään 8 tehtävään saa vastata. Tehtävät arvostellaan pistein 0–6, paitsi muita vaativammat, +:lla merkityt jokeritehtävät, jotka arvostellaan pistein 0–9. Moniosaisissa, esimerkiksi a-, b- ja c-kohdan sisältävissä tehtävissä voidaan erikseen ilmoittaa eri alakohdientien enimmäispistemäärät.

1. Minkä sidostyyppin sidokset **1–5** katkeavat, ainakin väliaikaisesti, seuraavissa prosesseissa **a–f**? Kirjoita kuhunkin kohtaan sidostyyppin numero. Vastausta ei tarvitse perustella.
- Vesi kiehuu.
 - Rautaa taotaan keihäänkärjeksi.
 - Posliinimuki menee pirstaleiksi pudotessaan lattialle.
 - Bensiini höyrystyy.
 - Ruokaöljystä valmistetaan margariinia vedyn avulla.
 - Sokeri liukenee kahviin.

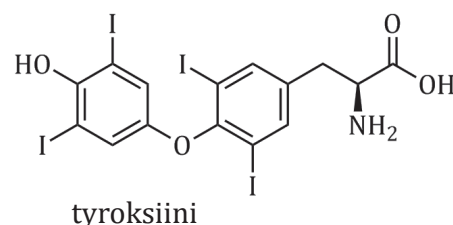
	Sidostyyppit
1	ionisidos
2	kovalenttinen sidos
3	metallisidos
4	vetysidos tai dipoli-dipolisidos
5	dispersiovoimat

2. Koulussa määritettiin messinkisen ruuvien kuparipitoisuus spektrofotometrillä. Kalibrointia varten opiskelija valmisti mahdollisimman tarkasti ensin 0,0500 mol/l kupariliuoksen, ja sitten laimentamalla tarvittavat standardiliuokset.
- Selitä, miten ja millä välineillä opiskelija valmisti kiinteästä kidevedellisestä kuparisulfaatista $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ 500 ml kupariliuosta, jonka konsentraatio on 0,0500 mol/l. (3 p.)
 - Selitä, miten ja millä välineillä opiskelija valmisti a-kohdan liuoksesta 100 ml kupariliuosta, jonka konsentraatio on 0,50 mmol/l. (2 p.)
 - Miksi b-kohdan kupariliuosta ei valmistettu suoraan kiinteästä suolasta? (1 p.)



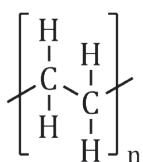
$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}(\text{s})$
<<https://commons.wikimedia.org>>.
Luettu 6.2.2015.

3. Tyroksiini on elimistön toiminnalle välttämätön hormoni, jota syntyy kilpirauhasessa.
- Mitä funktionaalisia ryhmiä tyroksiinissa on? (2 p.)
 - Esiintyykö tyroksiinilla optista isomeriaa? Perustele vastauksesi. (1 p.)
 - Mistä aminohaposta tyroksiini on todennäköisesti muodostunut? (1 p.)
 - Kilpirauhasen entsyymit tarvitsevat tyroksiinin muodostamiseen jodia alkuainemuodossa. Miksi jodi ei esiinny ravinnossa alkuainemuodossa vaan suoloina (jodideina)? Minkälaisella reaktiolla jodidi-ioneista saadaan jodia? (2 p.)

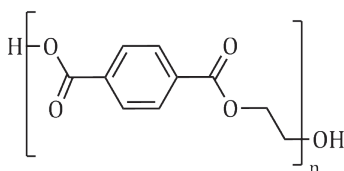


tyroksiini

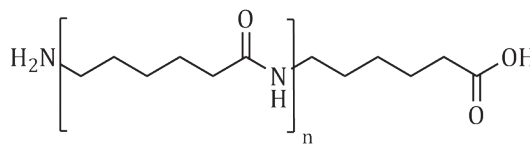
4. Vastaa lyhyesti kemiallisen tasapainon ja mahdollisten reaktioyhtälöiden avulla.
- Sademetsässä ilma on lähes kylläinen vesihöyrystä. Miksi hiki ei vaikuta haihtuvan iholta? (1 p.)
 - Kun kylläiseen kalsiumhydroksidiliuokseen puhalletaan pillillä, liuos samenee. Kun puhaltamista jatketaan riittävän pitkään, liuos muuttuu kirkkaaksi. Mikä aiheuttaa samene-
misen ja mikä samentuman katoamisen? (2 p.)
 - Ammoniakin teollisessa valmistuksessa $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$, $\Delta H < 0$ käytetään kor-
keaa painetta ja korkeaa lämpötilaa. Reagoimattomat lähtöaineet kierrätetään takaisin
prosessiin tuotteen talteenoton jälkeen. Miksi näillä olosuhteilla ja käytännöllä saadaan
tehokkaasti tuotettua ammoniakkaa? (3 p.)
5. Muovit ovat synteettisiä polymeerejä, joihin on lisätty lisäaineita parantamaan tuotteiden
käytettävyyttä. Jokaisella muovilla on sille tyypilliset, polymeerin rakenteesta johtuvat omi-
naisuudet.
- Muovit voidaan jaotella muovattavuuden perusteella kerta- ja kestumuoveihin. Mitä eroa
on kerta- ja kestumuoveilla? Perustele vastausta myös polymeerien rakenteen avulla.
 - Muovien kierrättäminen uusiksi raaka-aineiksi edellyttää polymeerien pilkkomista pie-
niksi molekyyleiksi. Perustele, mitkä seuraavista polymeereistä voidaan pilkkoa sopival-
la reaktiolla.



polyeteeni (PE)



polyeteenitereftalaatti (PET)



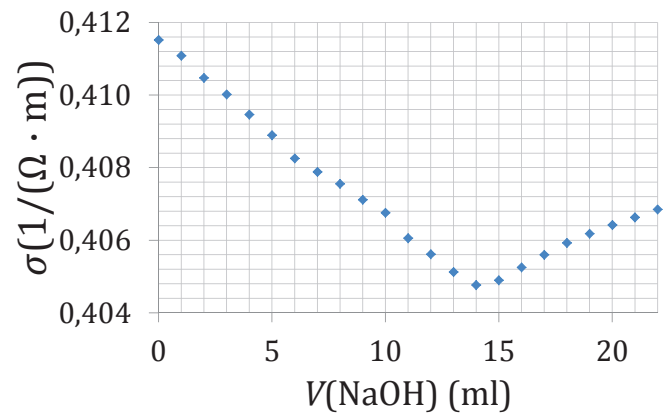
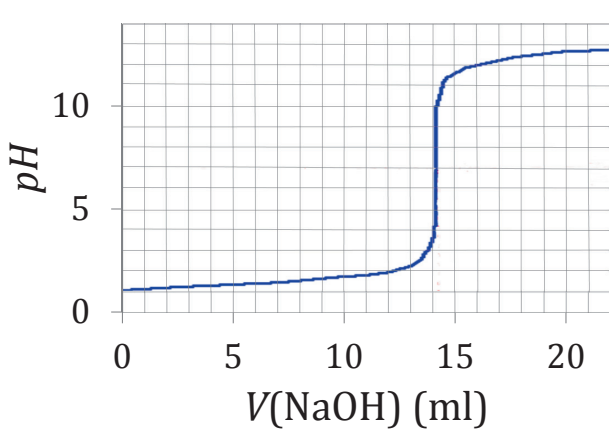
nailon-6

- Muoveilla on lukemattomia käyttökohteita. Pienitiheyksistä polyeteeniä käytetään elin-
tarvikepusseissa, polyeteenitereftalaattia virvoitusjuomapulloissa ja nailonia vaatteissa.
Minkälaisia ominaisuuksia kukin käyttökohde muovilta edellyttää?
6. Diboraanikaasua B_2H_6 suunniteltiin aikoinaan käytettäväksi rakettipolttoaineena, mutta
käytännön ongelmat pakottivat hylkäämään idean.
- Määritä diboraanin muodostumisreaktion $2 \text{B}(\text{s}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{B}_2\text{H}_6(\text{g})$
entalpianmuutos ΔH (298,15 K; 101,325 kPa). Perustele vastauksesi selkeästi, ja käytä
seuraavia reaktioyhtälöitä:

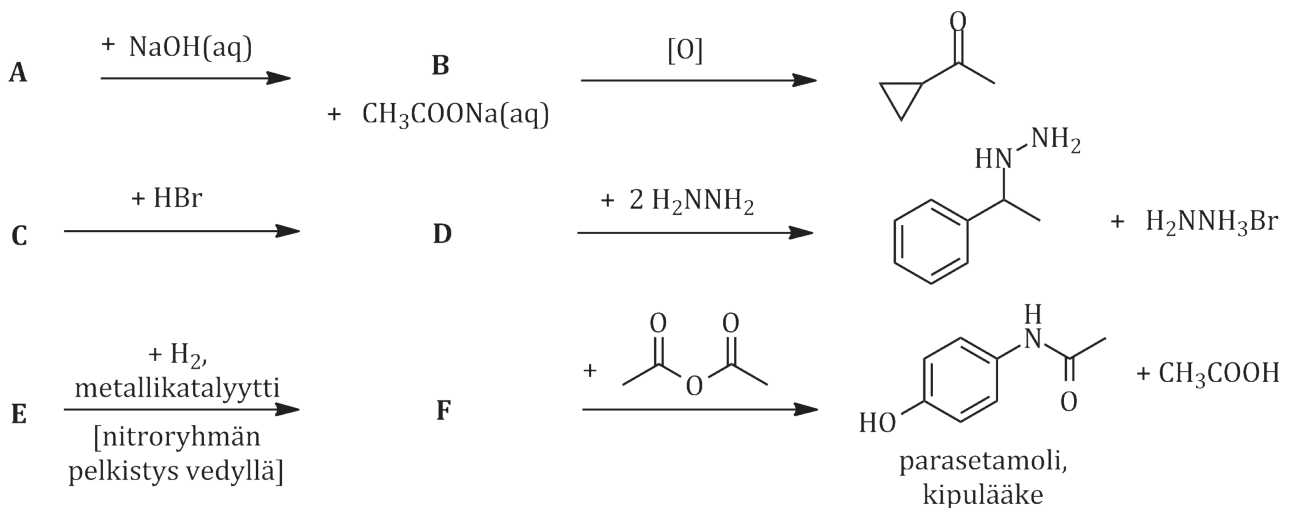
$4 \text{B}(\text{s}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{B}_2\text{O}_3(\text{s})$	$\Delta H = -2546 \text{ kJ}$	
$\text{B}_2\text{H}_6(\text{g}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\Delta H = -2035 \text{ kJ}$	
$2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\Delta H = -572 \text{ kJ}$	
$\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\Delta H = -44 \text{ kJ}$	(4 p.)
 - Diboraani reagoi myös hiilidioksidin kanssa, jolloin vapautuu energiaa ja syntyy vettä:

$$\text{B}_2\text{H}_6(\text{g}) + 2 \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CH}_4(\text{g}) + \text{C}(\text{s}).$$
 Reaktiolla olisi mahdollista tuottaa vettä esimerkiksi Marsissa, jonka kaasukehä on
pääasiassa hiilidioksidia. Laske reaktion entalpianmuutos ΔH . Vapautuuko reaktiossa
enemmän vai vähemmän energiaa kuin diboraanin palamisreaktiossa hapen kanssa?
 $\Delta H_f^\circ(\text{B}_2\text{O}_3(\text{s})) = -1273 \text{ kJ/mol}$ (2 p.)

7. Munuaiskivet ovat lähes puhdasta kalsiumoksalaattia, jota saostuu, kun ravinnosta saatava oksalaatti-ioni reagoi elimistön kalsiumionien kanssa. Oksalaattipitoisia ruoka-aineita ovat esimerkiksi raparperi ja pinaatti. Kalsiumoksalaatti on veteen niukkaliukoinen yhdiste, jonka liukoisuustulo $K_s(\text{CaC}_2\text{O}_4)$ on $2,3 \cdot 10^{-9} (\text{mol/l})^2$ lämpötilassa 25°C .
- Kuinka monta milligrammaa (kidevedetöntä) kalsiumoksalaattia liukenee 0,50 litraan vettä lämpötilassa 25°C ? (3 p.)
 - Elimistön normaali kalsiumionikonsentraatio on 1,3 mmol/l. Kuinka suuri oksalaatti-ionikonsentraatio tällaisessa vesiliuoksessa voi enintään olla, jotta kalsiumoksalaattia ei saostu? (2 p.)
 - Raparperipiirakkaa ja -kiisseliä syödään perinteisesti vaniljakastikkeen tai kermavaahdon kanssa. Miten perustelet tätä kemiallisesti? (1 p.)
8. Suolahaponnäytteen happokonsentraatio määritettiin titraamalla natriumhydroksidilla. Titrauksen aikana mitattiin näytteen pH-arvoa ja sähkönjohtavuutta $\sigma(1/(\Omega \cdot \text{m}))$.



- Määritä titrauksen ekvivalenttipiste kummastakin kuvaajasta. (1 p.)
 - Selitä happamuuden muutokset titrauksen aikana. (1 p.)
 - Mitä ioneja liuoksessa on titrauksen ekvivalenttipisteessä? Mitä voit päätellä ionien pitoisuuksista ekvivalenttipisteessä? (2 p.)
 - Selitä muutokset liuoksen sähkönjohtavuudessa ekvivalenttipisteen jälkeen. (2 p.)
9. Kemisti joutuu usein miettimään, mistä lähtöaineista haluttua lopputuotetta voitaisiin valmistaa. Esitä lähtöaineiden ja välituotteiden **A–F** rakennekaavat seuraavissa reaktiosarjoissa.



10. Balacid® Novum on närästyslääke. Sitä käytetään hoitamaan happamia röyhtäisyjä ja mahakipuja, jotka johtuvat mahan liiallisesta suolahappomäärästä. Lääke sisältää vaikuttavina aineina kalsiumkarbonaattia ja magnesiumhydroksidia, joita yhdessä tabletissa on yhteensä 553 mg.

Yksi tabletti liuotettiin 50,0 millilitraan 0,500 M HCl-liuosta. Tablettiliuos titrattiin 0,500 M NaOH-liuoksella, jota kului 24,93 ml. Laske kalsiumkarbonaatin ja magnesiumhydroksidin massat tabletissa.



<<http://www.apteekkituotteet.fi>>
Luettu 10.1.2016.

- +11. Suuret autonvalmistajat kehittävät vetyautoja, ja niitä on jo markkinoilla monessa maassa. Eräs käytetyistä teknologioista on polymeeripolttokenno (PEMFC), jossa elektrolyytinä toimii polymeerikalvo. Kalvon kummallakin pinnalla on katalyyttia sisältävä hiilikerros elektrodina. Kalvo johtaa lävitseen vain H⁺-ioneja. Kalvon eri puolilla polttoainena on paineistettu vetykaasu ja ilman happi.

- Kirjoita elektrodireaktioiden ja kokonaiskenno-reaktion yhtälöt. (2 p.)
- Piirrä kaavio vetypolymeeripolttokennon toiminnasta, johon on merkitty elektrodit, lähtöaineet ja reaktiotuotteet. Selitä, mihin suuntaan ionit ja elektronit kulkevat polttokennossa. (3 p.)
- Arvioi vetyautoteknologian etuja ja haasteita liikennekäytössä. (4 p.)



<<http://blog.toyota.co.uk>>
Luettu 6.2.2016.

- +12. Kaasujen käyttäytyminen noudattaa monissa olosuhteissa kohtuullisen hyvin ideaalikaasun tilanyhtälöä $pV = nRT$. Todellisten kaasujen käyttäytymistä voidaan kuvata tarkemmin van der Waalsin tilanyhtälöllä:

$$\left(p + \frac{n^2 \cdot a}{V^2}\right) \cdot (V - n \cdot b) = n \cdot R \cdot T$$

van der Waalsin vakioita		
	a $\left(\frac{l^2 \cdot \text{bar}}{\text{mol}^2}\right)$	b $\left(\frac{l}{\text{mol}}\right)$
N ₂	1,370	0,0387
CO ₂	3,640	0,0427
NH ₃	4,170	0,0371

Tilanyhtälössä a ja b ovat kokeellisesti määritettyjä kaasukohtaisia vakioita. Vakio a on kaasumolekyylien tai -atomien välisistä vuorovaikutuksista johtuva korjauskerroin. Vakio b on kaasumolekyylien tai -atomien omasta koosta johtuva korjauskerroin.

- Typpeä, hiilidioksidia ja ammoniakkaa on kutakin 0,200 mol 1,00 litran teräspulloissa lämpötilassa 25 °C. Vertaile kaasujen painetta sekä ideaalikaasun että van der Waalsin tilanyhtälöjä käyttäen. (3 p.)
- Laske yleisesti kaasun tilavuus sekä ideaalikaasun että van der Waalsin tilanyhtälöjen avulla, jos kaasun lämpötila olisi 0 K ja paine on suurempi kuin nolla. Vertaile tuloksia. (2 p.)
- Analysoi ideaalikaasun ja van der Waalsin tilanyhtälöiden käyttöä edellisten kohtien tulosten avulla. Selitä, mistä mahdolliset erot johtuvat. Minkälaisille todellisille kaasuille ideaalikaasun tilanyhtälöä voi käyttää? Mitä oletuksia ideaalikaasun mallissa tehdään kaasuista? (4 p.)