



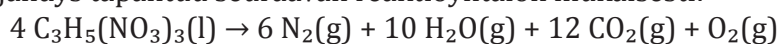
Enintään 8 tehtävään saa vastata. Tehtävät arvostellaan pistein 0–6, paitsi muita vaativammat, +:lla merkityt jokeritehtävät, jotka arvostellaan pistein 0–9. Moniosaisissa, esimerkiksi a-, b- ja c-kohdan sisältävissä tehtävissä voidaan erikseen ilmoittaa eri alakohdientien enimmäispistemäärät.

1. Taulukossa olevat erotusmenetelmät 1–6 liittyvät kohdissa a–f oleviin esimerkkeihin. Kirjoita kuhunkin kohtaan siihen liittyvän erotusmenetelmän numero. Vastausta ei tarvitse perustella.

- a) teen valmistaminen teepussista
- b) merisuolan valmistaminen merivedestä
- c) bensiinin valmistaminen raakaöljystä
- d) dopingaineen erottaminen virtsanäytteestä tunnistusta varten
- e) rautapitoisten korkkien erottaminen jätelasista
- f) orgaanisen kiintoaineen poistaminen jätevedestä

1	suodatus
2	uutto
3	kromatografia
4	tislaus
5	haihdutus
6	sähkömagneetin käyttö

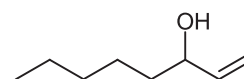
2. Nitroglyseriini on nestemäinen räjähdysaine, jota käytetään muun muassa dynamiitissa. Räjähdyks tapahtuu seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti:



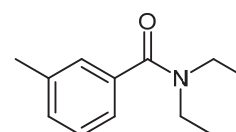
- a) 2,0 g nitroglyseriiniä räjähtää. Laske reaktiotuotteiden tilavuus lämpötilassa 120 °C ja paineessa 101 kPa. (4 p.)
 - b) Mihin räjähdysaineiden toiminta perustuu? (2 p.)
3. Esitä kemiallinen perustelu seuraaviin kohtiin.
- a) Ruokasoodaa käytetään taikinoissa, joissa on jotakin hapanta ainetta, kuten piimää. Taikina kohoaa näiden aineiden vaikutuksesta. Kirjoita myös reaktioyhtälö. (2 p.)
 - b) Jääkaapista otettu virvoitusjuoma poreilee, kun pullo avataan. (1 p.)
 - c) Elintarvikepakkauksissa käytettävän polyeteenimuovin saa hävittää polttamalla, mutta CD-koteloissa käytettävää polyvinyylikloridimuovia ei saa polttaa. (2 p.)
 - d) Kertakäyttöinen kylmähaudepussi sisältää kiinteää ammoniumnitraattia ja ohuesta muovista valmistetun vedellä täytetyn pussin. Kun kylmähaudepussia puristetaan, vesipussi rikkoutuu, jolloin kylmähaudepussi jäähtyy. (1 p.)

4. 1-okten-3-oli on yhdiste, jota on pieniä määriä hiessä ja uloshengitysilmassa. Tämän yhdisteen haju auttaa hyttystä löytämään pistokohteen. Osa hyttyskarkotteiden tehoaineista, kuten DEET, häiritsee hyönteisten hajuaistia, jolloin ne eivät löydä kohdettaan niin helposti.

- a) Mitä funktionaalisia ryhmiä on yhdisteissä 1-okten-3-oli ja DEET? (2 p.)
- b) 1-okten-3-oli esiintyy kahdessa isomeerisessä muodossa. Perustele, mistä isomerian lajista on kyse. (2 p.)
- c) Miksi luonnosta eristetty 1-okten-3-oli sisältää lähes pelkästään toista näistä isomeereista, kun taas synteettisesti valmistettu 1-okten-3-oli sisältää tavallisesti yhtä paljon molempia isomeereja? (1 p.)
- d) Mitkä 1-okten-3-olin atomeista ovat samassa tasossa? (1 p.)



1-okten-3-oli



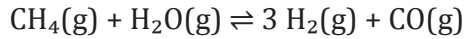
DEET

5. Tarkastellaan galvaanista kennoa (25 °C), jonka kennokaavio on seuraava:

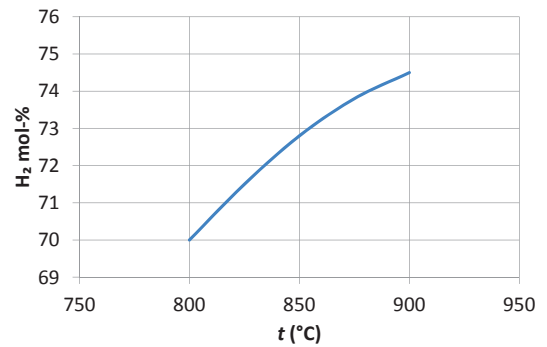


- Määritä kennon lähdejännite ja esitä kennon kokonaisreaktio. (2 p.)
- Mitkä ovat puolikennojen Mg^{2+} - ja Ag^+ -ionikonsentraatiot, kun kennosta on otettu 100 mA sähkövirtaa 8,0 tunnin ajan? Molempien puolikennojen liuostilavuudet ovat 150 millilitraa. (4 p.)

6. Vetyä valmistettiin teollisesti käsittelemällä metaania vesihöyryllä:

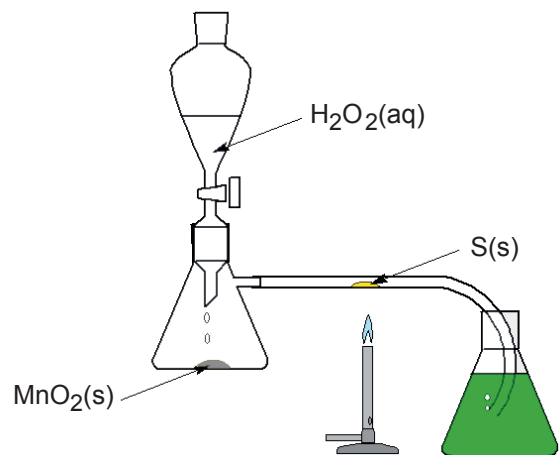


- Kun reaktio oli saavuttanut tasapainon, suljetun reaktioastian tilavuutta kasvatettiin. Miten tämä muutos vaikutti reaktion tasapainoasemaan ja tasapainovakion arvoon? Perustelee. (2 p.)
- Reaktion tasapainoasemaa tutkittiin eri lämpötiloissa, ja muut olosuhteet pidettiin samoina. Vedyn osuus kaasuseoksessa vaihteli kuvan mukaisesti. Onko reaktio endo- vai eksoterminen? Perustelee. (1 p.)
- Tietyissä lämpötilassa reaktion tasapainovakion arvo $K = 5,9 (\text{mol/l})^2$. Tutkittavassa seoksessa oli 2,0 litran astiassa 0,016 moolia metaania, 0,016 moolia vettä, 0,30 moolia vetyä ja 0,30 moolia hiilimonoksidia kyseisessä lämpötilassa. Osoita laskennallisesti, että reaktio ei ollut tasapainossa. Oliko etenevä reaktio tuolloin nopeampi kuin palautuva reaktio? (3 p.)



7. Kuvan laitteiston tiputussuppilossa on vetyperoksidin vesiliuosta ja sen alla olevassa keittopullossa kiinteää mangaanidioksidia, joka toimii kokeessa katalyyttinä. Keittopullo on yhdistetty lasiputkella toiseen keittopulloon, jossa on vettä ja muutama pisara bromitymolinistä. Lasiputkessa on rikkijauhetta.

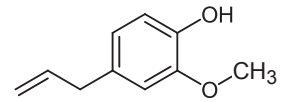
Lasiputkea lämmitetään varovasti kaasupolttimella, kunnes kiinteä rikkijauhe sulaa reaktiivisemmaksi nestemäiseksi rikiksi. Tiputussuppilosta tiputetaan hitaasti vetyperoksidin vesiliuosta keittopulloon.



Kirjoita havainnot ja niitä vastaavat reaktioyhtälöt tai muut perustelut havainnoille

- vasemmanpuoleisessa keittopullossa (2 p.)
- lasiputkessa (1 p.)
- oikeanpuoleisessa keittopullossa. (3 p.)

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



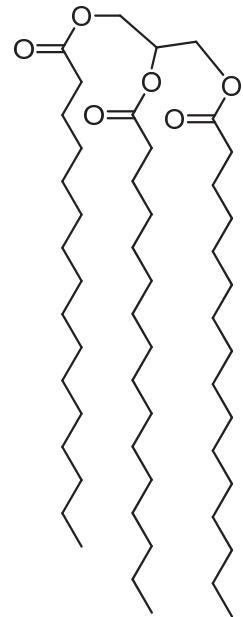
eugenoli

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.)

9. Pesuaineet poistavat vaatteista ja astioista erilaisia epäpuhtauksia.

- Lähes kaikki pesuaineet sisältävät pinta-aktiivisia aineita (tensidejä). Esitä, esimerkiksi piirroksen avulla, miten pinta-aktiiviset aineet irrottavat likaa. (1 p.)
- Kuvassa esitetty rasvamolekyyli hajoaa reagoidessaan natriumhydroksidin kanssa. Esitä reaktiotuotteiden rakennekaavat. Mihin rasvatahran poistaminen perustuu tässä tapauksessa? (2 p.)
- Pesuaineet voivat sisältää muun muassa proteaasi- ja amylasientsyymejä. Perustele, miten likatahrat saadaan poistettua käyttäen entsyymejä. Anna esimerkkejä. (3 p.)



10. Veri sisältää useita puskureita, joista merkittävin on hiilihappo/vetykarbonaatti-ionipuskuri. Normaali veri sisältää $0,0012 \text{ mol/l H}_2\text{CO}_3$ ja $0,024 \text{ mol/l HCO}_3^-$. Lämpötilassa 37 °C hiilihapon happovakio veressä on $8,1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$.
- Laske veren pH-arvo lämpötilassa 37 °C , kun muita veren puskureita sekä hiilihapon ja vetykarbonaatti-ionin muita reaktioita ei oteta huomioon. (2 p.)
 - Aineenvaihdunnan reaktiot eivät tapahdu normaalisti, jos veren pH-arvo laskee alle 7,35. Tilaa kutsutaan asidoosiksi. Kuinka monta moolia yksiarvoista vahvaa happoa vereen voitaisiin lisätä, ennen kuin veren pH laskee alle arvon 7,35? Oletetaan, että aikuisen ihmisen veren tilavuus on 5,0 litraa ja liuostilavuus ei muutu happolisäyksestä. (4 p.)

- +11. Toksikologia tutkii aineiden haitallisia vaikutuksia elimistölle, mukaan lukien niiden myrkyllisyyttä. LD₅₀ on annos, joka tappaa puolet koe-eläimistä kokeen aikana. Nykyään voidaan käyttää vaihtoehtoisia määrittämismenetelmiä eläinkokeiden sijaan. Tavallisesti LD₅₀ ilmoitetaan tietylle antotavalle ja koe-eläimen massa suhteutettuna. Ihmiselle vastaavaa annosta voidaan arvioida kertomalla koe-eläinkokeilla saatu LD₅₀-arvo ihmisen massalla. Taulukossa on eräiden aineiden LD₅₀-arvoja.

Aine	Koe-eläin/ihminen, antotapa	LD ₅₀
botuliini ¹ (Botox-ruiskeet)	ihminen, suun kautta tai ruiskeena	1 ng/kg
polonium-210	ihminen, hengitettynä	10 ng/kg
VX-hermokaasu ²	ihminen, suun kautta	2,3 µg/kg
nikotiini	rotta, suun kautta	50 mg/kg
kofeiini	rotta, suun kautta	192 mg/kg
natriumkloridi	rotta, suun kautta	3,0 g/kg
askorbiinihappo	rotta, suun kautta	11,9 g/kg
vesi	rotta, suun kautta	90 g/kg

- 1) Clostridium botulinum -bakteerien tuottama botuliini voi aiheuttaa kuolemaan johtavan ruokamyrkytyksen.
- 2) VX-hermokaasu kehitettiin vuonna 1952 hyönteismyrkyksi. Nykyään se luokitellaan joukkotuhoaseeksi.

- a) Laske LD₅₀-arvojen mukainen annos botuliinia, kofeiinia ja vettä ihmiselle, jonka massa on 80 kg. Vertaile tuloksia. Mitä johtopäätöksiä voit tehdä näiden aineiden tappavuudesta? (2 p.)
 - b) Välittömän myrkyllisyyden lisäksi aine voi olla muilla tavoilla tappava. Millä muilla tavoilla aineet voivat olla tappavia? (3 p.)
 - c) Paracelsus oli renessanssiajan alkemisti ja lääkäri. Häntä pidetään toksikologian uranuurtajana. Hänen mukaansa "kaikki aineet ovat myrkyllisiä; vain annoksesta seuraa, että aine ei ole myrkyllistä". Perustele tätä väitettä taulukon aineiden avulla. (2 p.)
 - d) Jotkut väittävät luonnosta peräisin olevia aineita turvallisemmiksi kuin synteettisesti valmistettuja. Tukevatko taulukon tiedot aineista tätä väitettä? Perustele vastauksesi. (2 p.)
- +12. Liuoksessa olevan ionin pitoisuus voidaan määrittää gravimetrisesti saostamalla se niukka-liukoisena suolana. Saostaminen pyritään suorittamaan mahdollisimman täydellisesti, samalla kun muut liuoksessa olevat ionit jäävät edelleen liuokseen saostavaa reagenssia lisätessä.
- Tutkittava liuos, jonka tilavuus on 1,0 l, sisältää 5,0 mmol hopeanitraattia ja 3,5 mmol kadmiumnitraattia. Liuokseen lisätään pienissä erissä väkevää natriumkarbonaattiliuosta. Liuostilavuuden voidaan olettaa pysyvän vakiona.
- $K_s(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = 8,1 \cdot 10^{-12} (\text{mol/l})^3$ ja $K_s(\text{CdCO}_3) = 5,2 \cdot 10^{-12} (\text{mol/l})^2$.
- a) Kumpi tutkittavan liuoksen metalli-ioneista saostuu ensin karbonaattisuolana? Perustele vastauksesi. (3 p.)
 - b) Voidaanko nämä metalli-ionit erottaa kvantitatiivisesti toisistaan karbonaattisaostuksella? Kvantitatiivinen saostaminen tarkoittaa, että ensin saostuneista metalli-ioneista 99,9 % on saostunut ennen kuin toisen metallin metalli-ionit alkavat saostua. Perustele vastauksesi. (4 p.)
 - c) Mikä on karbonaatti-ionin konsentraatio liuoksessa, kun kummastakin metalli-ionista on saostunut vähintään 99,9 %? (2 p.)