



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 käsitteet 1–5 liittyvät kohdissa a–f oleviin esimerkkeihin. Kirjoita kuhunkin esimerkkiin siihen parhaiten sopivan käsitteen numero. Vastausta ei tarvitse perustella.

- a) käsivoide
b) merivesi
c) heliumkaasu
d) bensiini
e) ammoniumkloridi
f) hedelmälihaa sisältävä appelsiinimehu

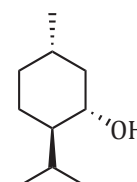
1	alkuaine
2	emulsio
3	liuos
4	suspensio eli liete
5	yhdiste

2. Erikoistutkija työskenteli Hosulan tutkimuskeskuksessa luvatta yksin ilta-aikaan. Hän kaatoi vahingossa laboratorion pakkashuoneessa nestetyyppisäiliön, joka sisälsi nestemäistä tyyppiä 4,04 kg. Pakkashuoneen tilavuus oli 5,80 m³, lämpötila –20,0 °C ja ilmanpaine 101 325 Pa.

- a) Mikä oli höyrystyneen tyyppikaasun tilavuus, kun kaiken nestemäisen tyyppien oletetaan höyrystyvän välittömästi?
b) Tuupertuiko erikoistutkija pakkashuoneeseen? Alle 11 %:n happipitoisuus hengitysilmassa aiheuttaa tajuttomuuden välittömästi. Tyyppikaasun oletetaan syrjäyttävän saman tilavuuden ilmaa ja leviävän pakkashuoneeseen tasaisesti.

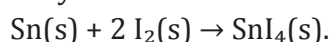
3. Alkoholeja voidaan hapettaa useiksi eri tuotteiksi. Esitä rakennekaavat ja nimet niille tuotteille, jotka syntyvät kohdissa a–c kuvatulla tavalla, ja vastaa kohdan d kysymykseen.

- a) 2-metyylipropaan-1-oli hapettuu aldehydiksi. (1 p.)
b) Sykloheksanoli hapettuu ketoniksi. (1 p.)
c) Cis-3-heksen-1-oli hapettuu karboksyylihapoksi. (1 p.)
d) Kun optisesti aktiivista butan-2-olia hapetettiin ketoniksi, tuote ei ollut optisesti aktiivinen. Sen sijaan (–)-mentolin hapetuksessa syntyi optisesti aktiivista ketonia. Selitä nämä havainnot tuotteiden rakennekaavojen avulla. (3 p.)



(–)-mentoli

4. Tinatetrajodidia voidaan syntetisoida alkuaineistaan vedettömässä liuotuksessa seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti:

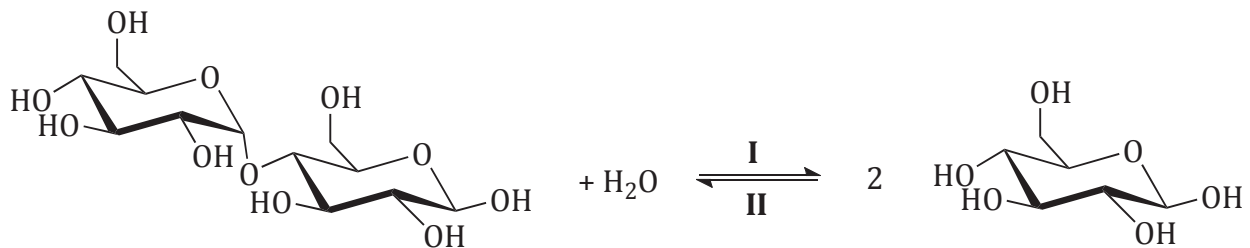


Pyörökolviin lisättiin 1,00 g tinapulveria, 3,30 g jodia ja 100 ml liuotinta. Seosta keitettiin pystyjäähdyttimen alla tunnin ajan, minkä jälkeen kuuma liuos kaadettiin dekantterilasiin mahdollisten reagoimattomien lähtöaineiden erottamiseksi. Liuoksen jäähtyttyä muodostunut saostuma suodatettiin, pestiin ja kuivattiin.

- a) Kuinka monta grammaa tinatetrajodidia voi teoriassa muodostua? (4 p.)
b) Mikä oli saantoprosentti, kun kokeessa muodostui tinatetrajodidia 3,26 g? (1 p.)
c) Mistä syistä ero teoreettisen ja todellisen tinatetrajodidin saannon välillä voi johtua? (1 p.)

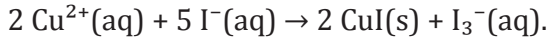
5. Kirjoita seuraavien reaktioiden yhtälöt. Reaktiot tapahtuvat lämpötilassa 25 °C ja paineessa 101 325 Pa.
- Hiottu alumiinipinta reagoi ilman kanssa. (1 p.)
 - Närästyslääkkeen magnesiumkarbonaatti reagoi mahalaukun suolahapon kanssa. (1 p.)
 - Jätevedessä oleva natriumfosfaatti reagoi rauta(III)sulfaatin kanssa. (1 p.)
 - Bromi reagoi vesiliuoksessa, jossa on natriumfluoridia, natriumkloridia ja natriumjodidia. (1 p.)
 - Kupari liukenee typpihappoliuokseen, jonka konsentraatio on 1,0 M. Normaalipotentialit nitraatti-ionin reaktioille happamassa liuoksessa ovat taulukkokirjassa. (2 p.)

6. Maltoosin entsymaattista hydrolyysireaktiota glukoosiksi tutkittiin liuoksessa, jonka pH oli 4,5 ja lämpötila 303,15 K. Hydrolyysireaktion (I) entalpiamuutos näissä olosuhteissa on $\Delta H = -4,75$ kJ/mol ja tasapainovakio 322. Mitkä seuraavista väittämistä ovat tosia ja mitkä epätosia? Perustele, mikä epätositissa väittämässä on virheellistä.

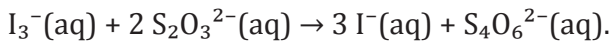


- Tasapainovakiosta voidaan päätellä, että dynaamisessa tasapainotilassa glukoosia on enemmän kuin maltoosia.
 - Tasapainovakion arvo kasvaa, kun maltoosin konsentraatiota pienennetään.
 - Dynaamisessa tasapainotilassa maltoosin ja glukoosin konsentraatiot eivät muutu, koska reaktiot I ja II ovat pysähtyneet.
 - Reaktio käynnistetään liuottamalla maltoosi ja entsyymi puskuriliuokseen. Jonkin ajan kuluessa reaktion käynnistymisestä reaktio I nopeutuu ja reaktio II hidastuu.
 - Lämpötilan laskeminen nopeuttaa reaktiota II.
 - Lämpötilan laskeminen pienentää reaktion I tasapainovakion arvoa.
7. Käytettävissäsi on perusvälineillä ja -kemikaaleilla varustettu laboratorio. Kuvaile ja perustele lyhyesti jokin koejärjestely, jolla voit erottaa kohtuullisen puhtaana
- sykloheksaanin seoksesta, jossa on vain vettä ja sykloheksaania (1 p.)
 - asetonin seoksesta, jossa on vain vettä ja asetonia (1 p.)
 - magnesiumkloridin seoksesta, jossa on vain magnesiumkloridia ja magnesiumkarbonaattia (2 p.)
 - bentsyylialkoholin seoksesta, jossa on vain bentsyylialkoholia, bentsaldehydiä ja hie-man glykolia. Aiempi yrityksesi erottaa bentsyylialkoholi suoraan tislamalla ei tuottanut riittävän puhdasta yhdistettä, joten joudut miettimään jonkin muun koejärjestelyn. (2 p.)

8. Tutkittavassa yhdisteessä on vain alkuaineita C, H, O ja Cu. Siitä otettiin kaksi näytettä. Kun 0,250 gramman näyte poltettiin, syntyi 0,504 g hiilidioksidia ja 0,0743 g vettä. Toinen näyte, jonka massa oli 0,115 g, liuotettiin väkevään typpihappoon. Syntynyt liuos haihdutettiin kuiviin ja haihdutusjäännös liuotettiin veteen. Kun näin saatuun liuokseen lisättiin ylimäärin jodidiliuosta, Cu^{2+} -ioni reagoi jodidin kanssa:



Muodostunut trijodidi titrattiin tiosulfaattiliuoksella, jonka konsentraatio oli 0,320 M. Tärkkelystä käytettiin indikaattorina. Tällöin muodostui jodidi-ioneja seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti:

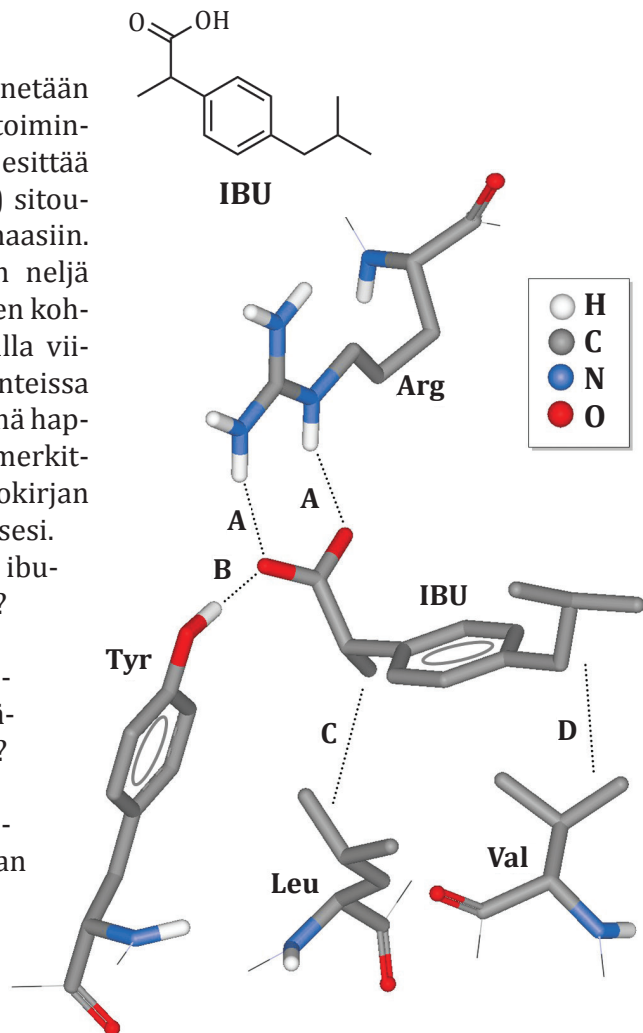


Tiosulfaattiliuoksen kulutus oli 11,75 ml.

- Laske tutkittavan yhdisteen suhdekaava (empiirinen kaava). (4 p.)
- Kirjoita tutkittavalle yhdisteelle yksi mahdollinen rakennekaava. (2 p.)

9. Proteiinien avaruusrakenteita hyödynnetään lääkeainesuunnittelussa ja entsyymien toiminnan ymmärtämisessä. Oheinen kuva esittää ionimuodossa olevaa ibuprofeenia (IBU) sitoutuneena kohdeproteiiniin, syklo-oxygenaasiin. Proteiinin rakenteesta on kuvassa vain neljä aminohappoa katkaistuna peptidisidoksen kohdalta. Katkaisukohtat on merkitty ohuilla viivoilla. Arginiini on ionimuodossa. Rakenteissa näkyvät vain ne vedyt, jotka ovat liittyneinä happeen tai typpien. Kaksoissidoksia ei ole merkitty. Hyödynnä kuvan lisäksi myös taulukkokirjan tietoja aminohapoista. Perustele vastauksesi.

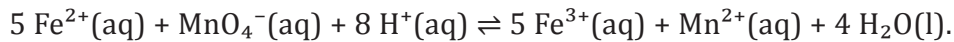
- Mitä sidoksia esiintyy aminohapon ja ibuprofeenin välillä kohdissa A, B, C ja D? (3 p.)
- Miten ibuprofeenin sitoutuminen proteiiniin muuttuu, jos proteiinia sisältävän liuoksen pH laskee merkittävästi? (2 p.)
- Miten ibuprofeenin sitoutuminen proteiiniin muuttuu, jos proteiinissa kuvan arginiinin tilalle vaihdetaan leusiini? (1 p.)



10. Akryylihappoa ($\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$) käytetään lähtöaineena monien muovien valmistuksessa. Akrylaattimuovia käytetään muun muassa vaipoissa.
- Esitä muodostuneen polymeerin rakennekaava, kun akryylihappo polymeroituu additioreaktiolla. Miksi tämän polymeerin natriumsuola voi sitoa runsaasti vettä? (2 p.)
 - Laske ekvivalenttikohdan pH, kun 10,0 ml 0,500 M akryylihappoa titrattiin 0,200 M NaOH-liuoksella. Akryylihapon $K_a = 5,6 \cdot 10^{-5}$. (4 p.)

- +11. Rauta(II)sulfaattia sisältävien rautatablettien keskimääräinen raudan massa määritettiin hapettumis-pelkistymistitrauksella ja kolorimetrisesti. **Näyteliuos N**, josta määrittelyt tehtiin, valmistettiin seuraavasti: viisi rautatablettia liuotettiin 1,0 M rikkihappoon. Liukenematon jäännös erotettiin suodattamalla liuos 250,0 millilitran mittapulloon, joka täytettiin lopuksi merkkiin asti tislattulla vedellä.

Hapettumis-pelkistymistitrausta varten **näyteliuksesta N** pipetoitiin kolme 50,0 millilitran näytettä. Näytteet titrattiin 0,0150 M KMnO_4 -liuoksella, jolloin tapahtui reaktio



- a) Kolmen titrauksen KMnO_4 -kulutukset olivat 16,76 ml, 16,87 ml ja 16,82 ml. Laske keskimääräinen raudan massa yhdessä tabletissa. (3 p.)

Kolorimetrinen määrittely perustuu aineen kykyyn absorboida tiettyjä näkyvän valon aallonpituuksia. Absorboituneen valon määrää ilmaistaan absorbanssilla, joka on suoraan verrannollinen aineen pitoisuuteen. Fe^{2+} -standardiliuosten absorbanssit olivat:

Standardiliuos	0	1	2	3	4	5	6
Fe^{2+} -pitoisuus (mg/l)	0,000	0,500	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
Absorbanssi ($\lambda = 510 \text{ nm}$)	0,000	0,103	0,206	0,414	0,613	0,814	1,018

Kolorimetristä määrittelyä varten 5,0 millilitraa **näyteliuosta N** laimennettiin 100,0 millilitraksi mittapullossa. Tästä liuksesta tehtiin kolme näytettä pipetoimalla 5,0 millilitraa liuosta kolmeen 100,0 millilitran mittapulloon, joihin lisättiin tarvittavat reagenssit ja jotka täytettiin merkkiin asti tislattulla vedellä.

- b) Piirrä standardisuoran kuvaaja tai määritä sen yhtälö laskimella. Kolmen näytteen absorbanssit olivat 0,709; 0,554 ja 0,712. Laske keskimääräinen raudan massa yhdessä tabletissa. (4 p.)
- c) Analysoi, mitkä seikat näytteen valmistuksen ja analysoinnin eri työvaiheissa voivat aiheuttaa virhettä tuloksiin. (2 p.)
- +12. Harvinaisiin maametalleihin kuuluu 17 alkuainetta: skandium, yttrium ja kaikki lantanoidit. Nimestään huolimatta ne eivät ole kovin harvinaisia. Nimitys johtuu muun muassa siitä, että niiden erottaminen toisistaan on hankalaa. Ne esiintyvät yleensä yhdessä, hyvin pieninä pitoisuuksina ja yli 200 erilaisessa mineraalityypissä. Harvinaiset maametallit ovat kemiallisesti samankaltaisia. Ne ovat reaktiivisia ja esiintyvät yleensä hapetusluvulla +III. Niillä on poikkeuksellisia kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia, ja niitä on usein vaikea korvata sovelluksissa muilla alkuaineilla. Esimerkiksi neodyymiä käytetään tuuliturbiinien ja tietokoneiden tehokkaissa magneeteissa, europiumia loisteaineena lamppuissa ja näyttöissä ja ceriumia katalyyttinä öljynjalostuksessa sekä cerium(IV)oksidina auton katalysaattoreissa. Kiina tuottaa harvinaisia maametalleja noin 95 % koko maailman tuotannosta. Kiina on rajoittanut harvinaisten maametallien vientiä. Suomessa on lupaavia harvinaisten maametallien esiintymiä.
- a) Analysoi harvinaisten maametallien elektronirakenteita ja perustele niiden avulla harvinaisten maametallien ominaisuuksia. Miksi harvinaisia maametalleja on vaikea erottaa toisistaan? (4 p.)
- b) Arvioi harvinaisten maametallien merkitystä yhteiskunnalle. Minkälaisissa sovelluksissa niitä tarvitaan? Miksi niiden riittävydestä ollaan huolissaan? Miten niiden saantuvuutta voitaisiin parantaa? (5 p.)