

Kemian preliminäärikoe, 15p tehtävät, tee 4 kpl.

Jokainen tehtävä on omalla sivullaan (kuvana abittijärjestelmästä), tehtävä 7 vie kaksi sivua (ja siihen on erillinen liitetiedosto, ks pedanet)

2. Kuparin puhdistus elektrolyyttisesti
3. Fosforipentakloridin tasapainoreaktiot
4. Case Littoistenjärvi -ionien reaktioita
5. Sariini
6. Ammoniumnitraatti
7. Taksoli (aineistoa)
8. Sidokset salaatin kastikkeessa

Tehtävänumerot löytyvät läksyvihkosta, tee ratkaisut sinne.

2. Kuparin puhdistus elektrolyyttisesti 15 p.

Kuparissa on epäpuhtautena rautaa, sinkkiä, hopeaa ja kultaa.

Kuusi tuntia kestäneessä elektrolyysissä käytettiin 100 A virtaa.

2.1 Piirrä/selosta, millaista laitteistoa elektrolyysissä käytetään. Muista nimetä laitteiston osat. 5 p.

2.2 Mitä elektrolyysissä tapahtui epäpuhdasta kuparia sisältäneelle elektrodille? Entä toiselle elektrodille? Esitä myös reaktioyhtälöt. 5 p.

2.3 Kuinka monta grammaa saatiin puhdasta kuparia? 5 p.

3. Fosforipentakloridin tasapainoreaktio 15 p.

Reaktion $\text{PCl}_5 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3 (\text{g}) + \text{Cl}_2 (\text{g})$ tasapainovakio on 97 mol/dm^3 lämpötilassa 613 K .

3.1 0,50 litran tilavuuksiseen reaktioastiaan suljettiin PCl_5 -kaasua 6,0 mol. Selvitä kunkin komponentin ainemäärä tasapainotilassa. 5 p.

3.2 Reaktioseoksen koostumus selvitettiin eräänä ajanhetkenä ja saatiin seuraavat tulokset:

- $n(\text{PCl}_5) = 2,0 \text{ mol}$
- $n(\text{PCl}_3) = 2,4 \text{ mol}$
- $n(\text{Cl}_2) = 2,4 \text{ mol}$

Onko reaktio tasapainossa? Perustele. 4 p.

3.3 Mihin suuntaan tasapainonsa saavuttanut reaktio etenee, jos tasapainoseokseen lisätään kloorikaasua? Perustele. 3 p.

3.4 Mihin suuntaan tasapainonsa saavuttanut reaktio etenee, jos tasapainoseokseen lisätään katalyytti? Perustele. 3 p.

4. Case Littoistenjärvi – ionien reaktioita 15 p.

Vuonna 2017 Kaarinan Littoistenjärven puhdistukseen käytettiin polyalumiinikloridia ($\text{Al}_n\text{Cl}_{3n-m}(\text{OH})_m$). Yhdisteen toiminta perustuu siihen, että se hajoaa veteen liuetessaan alumiini- ja kloridi-ioneiksi, joista alumiini-ionit kykenevät sitomaan veden fosfaatti-ioneja ja muodostamaan saostumaa koossa pitävän alumiinihydroksidigeelin. Tämä geelitynny sakka painuu järven pohjasedimentin päälle sitoen edelleen sedimentistä luontaisesti vapautuvaa fosfaattia.

- 4.1 Oletetaan, että Littoistenjärven puhdistukseen käytetty polyalumiinikloridi oli rakenteeltaan $\text{Al}_3\text{Cl}_6(\text{OH})_3$ ja että fosfaatti esiintyy ionimuodossaan. Kirjoita tämän polyalumiinikloridin liukenemisen reaktio ja näiden edellisessä reaktiossa liuenneiden ionien reaktioyhtälö rehevöityneessä vedessä, joka sisältää runsaasti fosfaatti-iona, PO_4^{3-} . **3 p.**

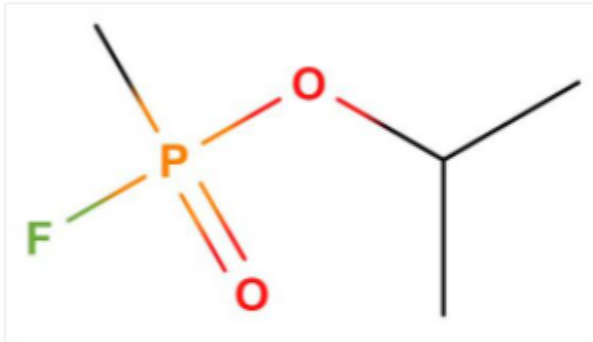
- 4.2 Littoistenjärveen laskettiin tätä kemikaalia yhteensä 200 tonnia veden kirkastamiseksi. Optimaalisissa olosuhteissa (veden lämpötila, pH ja vähäiset sivureaktiot) tämän reaktion saanto on 79,5 %. Paljonko fosfaattia pitäisi tällöin olla poistunut järivedestä? **5 p.**

- 4.3 Todellisuudessa pH-alueella 4,6–9,8 suurin osa fosfaatista on muodossa H_2PO_4^- ja HPO_4^{2-} . Kirjoita reaktioyhtälöt näille ioneille alumiini-ionien kanssa. Mikä vaikutus tällä on järviveteen? **3 p.**

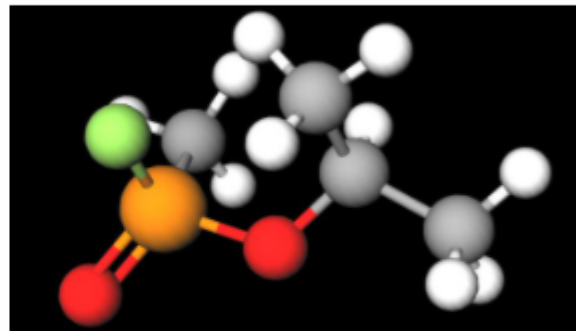
- 4.4 Mitä ongelmia tällainen kemiallinen käsittely voi kuitenkin aikaansaada vesistössä ja mitä on huomioitava käsittelyä suoritettaessa? **4 p.**

5. Sariini 15 p.

Venäläinen oppositiojohtaja Aleksei Navalnyi myrkytettiin syksyllä 2020 Novitsok-hermomyrkyllä. Novitsok on eräs organofosfaattiyhdisteisiin kuuluvista hermomyrkyistä. Toinen tunnettu organofosfaattiyhdisteinen hermomyrky on sariini (kuvat 1 ja 2), jonka keskimääräinen LD_{50} -arvo on $39 \mu\text{g}/\text{kg}$.



Kuva 1. Sariinin viivakaava



Kuva 2. Sariinin molekylimalli

5.1 Minkälaisella reaktiolla sariinimolekyyli voidaan valmistaa kahdesta lähtöaineesta? Esitä jokin mahdollinen reaktioyhtälö. 4 p.

5.2 Mihin hermomyrkkujen toiminta perustuu? 3 p.

5.3 Mitä LD_{50} -arvo tarkoittaa? 3 p.

5.4 Sariinikaasua on päässyt liukenemaan onnettomuuden yhteydessä juomaveteen niin, että sariinin konsentraatio vedessä on $3,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}/\text{dm}^3$. Jos 80 kg painava ihminen juo tätä lasillisen (2 dl), ylittyykö LD_{50} -arvo? 5 p.

6. Ammoniumnitraatti 15 p.

Ammoniumnitraatti on tavanomainen teollisuuskemikaali, jota käytetään esimerkiksi lannoitteena ja kaivosräjähdeiden ainesosana. Sellaisenaan ammoniumnitraatti ei ole erityisen haihtuvaa tai vaarallista, mutta tietyissä olosuhteissa siitä voi tulla tappavaa. Pienikin määrä orgaanista ainetta ja lämpötilan kohoaminen saa aikaiseksi itseään ruokkivan palamisreaktion, josta seuraa räjähdys. 4.8.2020 Beirutin pääkaupungissa Libanonissa tapahtui satama-alueella ammoniumnitraattivaraston räjähdys, joissa menehtyi yli 150 ihmistä ja ainakin 5000 loukkaantui. Suomessa Oulussa on 1960-luvulla tapahtunut salpietarivaraston räjähdys, jossa menehtyi 10 ihmistä.



Ammoniumnitraatti varastoituna kuljetusta varten

Ammoniumnitraatti hajoaa kuumennettaessa eri tavoin riippuen kuumennuslämpötilasta.

1. Kuumennettaessa 180 °C:een saadaan ammoniakkia ja typpihappoa.
2. Kuumennettaessa 250 °C:een saadaan ilokaasua (eli dityppioksidia) ja vettä.
3. Nopea kuumentaminen yli 280 °C:n lämpötilaan synnyttää typpeä, happea ja vettä.

6.1 Laadi reaktioyhtälöt edellä mainituille kolmelle hajoamisreaktiolle. 6 p.

6.2 Laske ammoniumnitraatin hajoamisentalpiat kahdelle viimeiselle reaktiolle, kun tiedetään $\Delta H_f(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = 242 \text{ kJ/mol}$ ja $\Delta H_f(\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})) = -366 \text{ kJ/mol}$. 6 p.

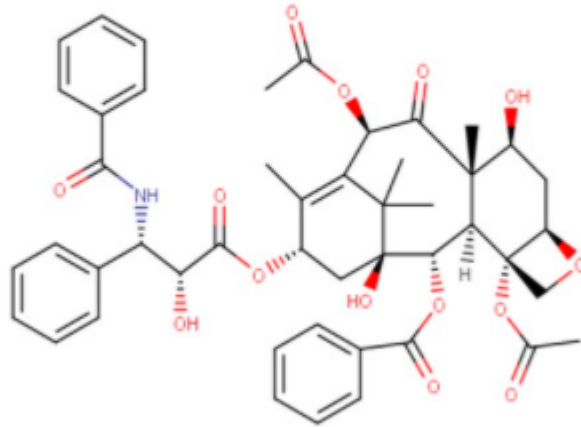
6.3 Vertaa saamiasi ammoniumnitraatin hajoamisentalpioita. Miksi ne ovat merkittävästi eri suuruisia? Vaikuttaako se aineen vaarallisuuteen? 3 p.

7. Taksoli 15 p.

Aineisto

7.A Tiedosto: Taksolin rakennemalli

Poista liite x



Taksoli (aineisto 7.A) on harvinainen, mutta erittäin tehokas syöpälääke, joka uutetaan *Taxus*-marjakuusen kaarnasta. Taksoli on monimutkainen molekyyli, jonka synteettinen valmistaminen on hankalaa.

7.1 Montako asymmetristä hiiltä Taksoli-molekyylissä on? 2 p.

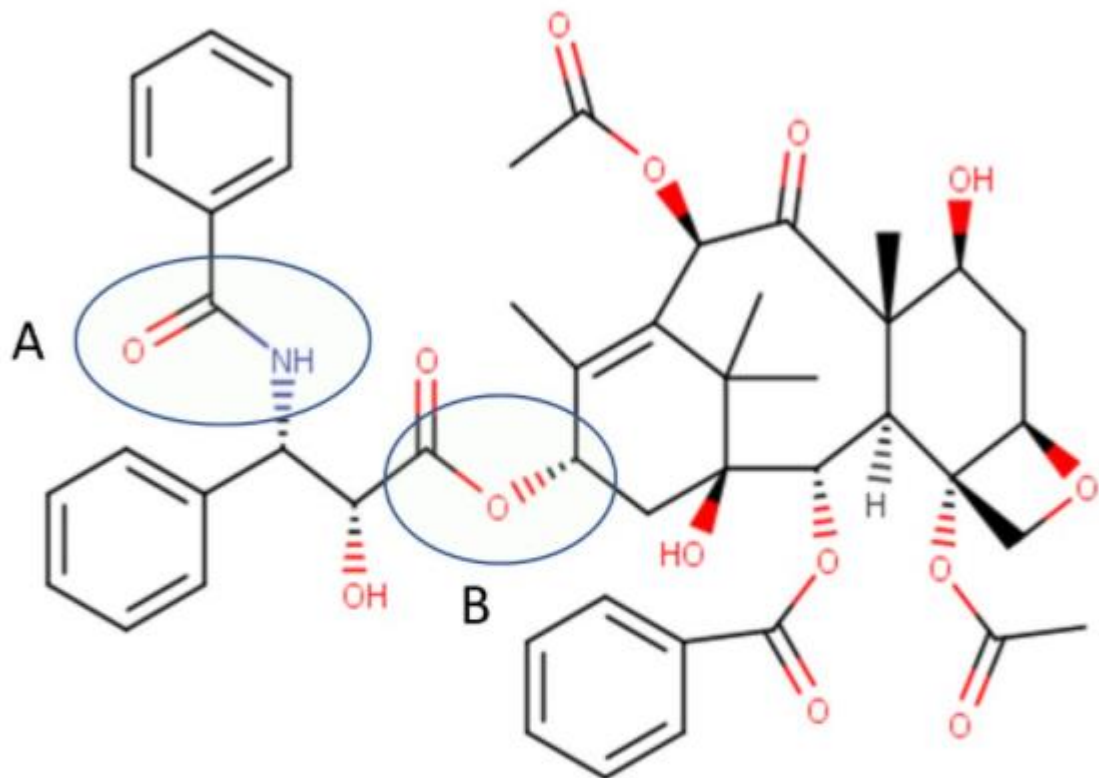
7.2 Mitä erilaisia funktionaalisia ryhmiä Taksoli-molekyylissä on? 3 p.

7.3 Taksolin synteesiä on kehitelty usean tutkimusryhmän toimesta. Miksi molekyylin synteesi on niin vaikea (ei pelkästään molekyylin koon vuoksi)? 5 p.

tehtävä 7 jatkuu seuraavalla sivulla!

tehtävä 7 jatkuu:

Taksolin synteesiä voidaan hahmottaa tunnistamalla molekyylistä selkeitä kohtia, jossa se voidaan jakaa kahteen lähtöaineeseen. Kohdassa A näkyy erään reaktion tuote, samoin rakenteesta voidaan tunnistaa ja synteesissä olettaa olevan vaihe, jossa syntyy kohdan B mukainen "liitos" kahden jo monimutkaisen molekyylin välille.



7.4 Mistä reaktiosta on kyse? Piirrä kuvasta katsoen vasemman puoleinen (jossa on kohdan A mukainen liitos tehty) lähtöainemolekyyli. Reaktion nimeämisestä oikein saa 2 pistettä. 5 p.

8. Sidokset salaattikastikkeessa 15 p.

Mummon
Salaattikastike
3 rkl oliiviöljyä
1 rkl sitruunamehua
1/2 tl suolaa
1/2 tl sokeria
mausteita maun
mukaan



8.1 Millaisia kemiallisia sidoksia reseptissä mainituissa aineissa on? 8 p.

8.2 Kun aineet yhdistetään salaattikastikkeeksi, mitkä niistä liukenevat toisiinsa? 2 p.

8.3 Selitä kemiallisesti, miksi (tai miksi ei) liukenemista tapahtuu. (Selosta katkeavia ja syntyviä sidoksia.) 5 p.