

Avoim sarja - MAOL kemiakilpailu - 30.10.2024

Kilpailun kesto aika on 100 minuuttia. Mikäli oppilas osallistuu sekä avoimeen että perussarjaan, suorittaa hän ensin perussarjan kokeen, johon on aikaa 100 minuuttia. Oppilaan palautettua perussarjan kokeen, hän voi aloittaa avoimen sarjan tehtävät. Tämän suorittamiseen hänellä on aikaa 80 minuuttia. Perussarjan ja avoimen sarjan samaan tehtävään ei tarvitse vastata enää avoimen sarjan kokeessa. Tehtävään on vastattava: "tehtävään on vastattu perussarjan kokeessa".

Onnea kilpailuun!

Sisällys

1. Tietosuojaselosteen hyväksyminen	Aineisto	1 p.
2. Henkilötiedot		1 p.
3. Tunnista puusta valmistettava yhdiste	Aineisto	15 p.
4. Silaanin valmistus		12 p.
5. Aurinkorasvan kemiaa	Aineisto	13 p.
6. Astmalääkkeen synteesi	Aineisto	14 p.
7. Propyylibentsoatin saanto		20 p.
Koe yhteensä		76 p.

1. Tietosuojaselosteen hyväksyminen 1 p.

Osallistumalla kilpailuun annetaan lupa tulosten julkaisemiseen MAOL:n viestintäkanavissa. Mikäli kilpailun tulosta ei haluta julkaistavan, on se erikseen kiellettävä.

Aineisto

1.A Tietosuojaseloste

1.1 Hyväksytkö tietojesi käsittelyn tietosuojaselosteen mukaisesti? 1 p.

- ☐ Kyllä - osallistun kilpailuun.
- ☐ Ei - en osallistu kilpailuun.

2. Henkilötiedot 1 p.

Kilpailijan tiedot (kirjoita kukin tieto omalle rivilleen).

- Kilpailijan nimi:
- Sukupuoli:
- Koulu, paikkakunta:

4. Luokka-aste:

5. Sähköpostiosoite:

6. Kotiosoite, postinumero- ja toimipaikka:

7. Puhelinnumero:

8. Opettajan nimi ja sähköpostiosoite:

3. Tunnista puusta valmistettava yhdiste 15 p.

Metsät ovat suomalaisten tärkein luonnonvara. Suomalaisen metsän arvioitu kasvutahti on noin 103 miljoona kuutiometriä vuosittain. Metsillä on monenlaista tärkeää tehtävää virkistyskäyttöä vienti talouteen, ja suomalaisesta puusta voidaanakin valmistaa monenlaisia erilaisia tuotteita.

(Mikäli vastasit tähän tehtävään jo perussarjan kokeessa, kirjoita vastaukseksi joka vastauslaatikkoon "tehtävään on vastattu perussarjan kokeessa".)

- 3.1 Erästä puusta valmistettavaa yhdistettä analysointiin laboratoriossa. 5,010 grammassa tätä yhdistettä todettiin olevan 1,977 grammaa hiiltä, 0,398 grammaa vetyä ja 2,633 grammaa happea. Laske yhdisteen suhdekaava. 4 p.

- 3.2 Määritä yhdisteen molekyylikaava alla olevaa spektriä apuna käyttäen 2 p.

Aineisto

3.2.A Tuntemattoman yhdisteen massaspektri

- 3.3 Yhdisteestä ajettiin myös IR-spektri. Katso liite 4.B Tuntemattoman yhdisteen IR-spektri. Mitä funktionaalisia ryhmiä yhdiste sisältää käytettävissä olevien tietojen perusteella? 5 p.

Aineisto

3.3.A Tuntemattoman yhdisteen IR-spektri

Funktionaalinen ryhmä	Löytyykö kyseinen funktionaalinen ryhmä tuntemattoman yhdisteen rakenteesta?
-----------------------	--

Karbonyyliryhmä	Kyllä, löytyy yhdisteen rakenteesta	Ei, ei löydy yhdisteen rakenteesta	p.
	Ei voida sanoa käytettävissä olevien tietojen perusteella		
Karboksyyliryhmä	Kyllä, löytyy yhdisteen rakenteesta	Ei, ei löydy yhdisteen rakenteesta	p.
	Ei voida sanoa käytettävissä olevien tietojen perusteella		
Hydroksiryhmä (ent. hydroksyyliiryhmä)	Kyllä, löytyy yhdisteen rakenteesta	Ei, ei löydy yhdisteen rakenteesta	p.
	Ei voida sanoa käytettävissä olevien tietojen perusteella		
Aminoryhmä	Kyllä, löytyy yhdisteen rakenteesta	Ei, ei löydy yhdisteen rakenteesta	p.
	Ei voida sanoa käytettävissä olevien tietojen perusteella		
Alkenyyliiryhmä	Kyllä, löytyy yhdisteen rakenteesta	Ei, ei löydy yhdisteen rakenteesta	p.
	Ei voida sanoa käytettävissä olevien tietojen perusteella		

3.4 Mikä yhdiste voisi olla kyseessä? Piirrä myös yhdisteen rakennekaava. 4 p.

4. Silaanin valmistus 12 p.

Silaani eli SiH_4 on väritön, pahalta haiseva kaasu, jota käytetään piin valmistuksessa. Silaania voidaan valmistaa reaktiolla, jossa magnesiumsilisidi eli Mg_2Si reagoi vetykloridin kanssa. Sivutuotteena muodostuu magnesiumkloridia. Magnesiumsilidiä puolestaan valmistetaan reaktiolla, jossa piidioksidi ja metallinen magnesium reagoivat keskenään. Tämän reaktion sivutuotteena muodostuu magnesiumoksidia.

4.1 Tasapainota reaktioyhtälöt, jotka kuvaavat magnesiumsilisidin valmistamista sekä silaanin valmistamista magnesiumsilisidistä (yhteensä kaksi reaktioyhtälöä). 4 p.

4.2 Kuinka suuri tilavuus silaania voi enintään muodostua, jos reaktioihin on käytettävissä 50,0 g piidioksidia, 40,0 g metallista magnesiumia ja 500,0 ml 2,50 mol/l vetykloridin vesiliuosta? Voit olettaa silaanin muodostumisreaktion lämpötilaksi 50,0 °C ja paineeksi 101,325 kPa. 6 p.

4.3 Silaani on hyvin reaktiivinen kaasu. Esitä paras arviosi sille, mitä tuotteita voi muodostua, jos silaani pääsee reagoimaan ilman hapen kanssa. 2 p.

5. Aurinkorasvan kemiaa 13 p.

5.1 BP-3 on orgaaninen yhdiste, jota on käytetty laajasti aurinkovoiteissa. Sen on havaittu vahingoittavan vesistöjä, minkä vuoksi sitä sisältävät aurinkovoiteet on kielletty esim. Havaijilla. BP-3:n rakenne on esitetty alla. Tunnista BP-3:n funktionaaliset ryhmät. 4 p.

Aineisto

5.1.A BP-3:n rakennekaava

5.2 Fysikaaliset aurinkosuojat käyttävät titaanidioksidia tai sinkkioksidia orgaanisten UV-filtterimolekyylien sijaan. Laboratoriomittakaavassa sinkkioksidia voidaan valmistaa reaktiossa, jossa metallista sinkkiä elektrolysoidaan vesiliuoksessa, jolloin muodostuu valkoinen sinkkiä sisältävä saostuma sekä erästä kaasua. Kun valkoista saostumaa kuumennetaan, muodostuu sinkkioksidia. Kirjoita sinkkioksidin valmistamista kuvaavat kaksi tasapainotettua reaktioyhtälöä. Tunnista ensimmäisessä reaktiossa hapettuva ja pelkistyvä alkuaine. 6 p.

5.3 Kuinka suuri massa sinkkioksidia voi muodostua, kun elektrolysoinnissa käytetään 150 mA:n virtaa 30 minuutin ajan? 3 p.

6. Astmalääkkeen synteesi 14 p.

Kolterolihydrokloridi on lihasrelaksantti, jota käytetään lähinnä astman hoitoon. Alla on esitetty kolterolihydrokloridin teollinen valmistusreitti.

Aineisto

6.A Kolterolihydrokloridin teollinen valmistusreitti

6.1 Piirrä A:n rakenne 2 p.

6.2 Piirrä B:n rakenne 2 p.

6.3 Piirrä C:n rakenne 2 p.

6.4 Piirrä D:n rakenne 2 p.

6.5 Piirrä E:n rakenne 2 p.

6.6 Piirrä F:n rakenne 2 p.

6.7 Ehdota jotakin vaihtoehtoista reagenssia, jolla vaihe d) voitaisiin suorittaa. 2 p.

7. Propyylibentsoaatin saanto 20 p.

7.1 Tavoitteena oli valmistaa propyylibentsoaattia eli erästä esterä. Reaktioseokseen laitettiin 1,00 mol bentsoehappoa ja 1,50 mol propanolia sekä pieni määrä väkevää rikkihappoa. Jokin meni kuitenkin pieleen, sillä tavoiteltua esterä muodostui vain 10,0 % teoreettisesta saannosta. Lisäksi muodostui dipropyylietterä 64,5 % sen teoreettisesta maksimimäärästä.

Kuinka suuri ainemäärä (mooleina) bentsoehappoa ja propanolia jäi jäljelle?

5 p.

7.2 Olosuhteiden uudelleen harkinnan jälkeen synteesi uusittiin samoilla ainemäärillä lähtöaineita. Tällä kertaa öljymäinen tuote kerättiin talteen kuivana (ilman mahdollisia helposti haihtuvia propanolia ja dipropyylietterä ja ilman rikkihappojäämiä) ja sitä oli 140,0 g. Raakatuote saattoi kuitenkin ainoana jäljellä olevana epäpuhtautena sisältää bentsoehappoa, jonka poistamiseen (= tuotteen lopulliseen puhdistamiseen) päätettiin ryhtyä vain, jos seoksessa olisi tässä vaiheessa esterä yli 70,0 % teoreettisesta maksimimäärästä.

25,0 mg tuoteseosta liuotettiin 5,00 ml:aan deuterokloroformia ja mitattiin NMR. Fenyylisten vetyjen integraalin perusteella todettiin, että bentsoehapon ja propyylibentsoaatin konsentraatioiden summa tässä näytteessä oli 79,4 % bentsoehapon konsentraatiosta näytteessä, jossa 25,0 mg bentsoehappoa oli liuotettu 5,00 ml:aan deuterokloroformia.

Sisälsikö raakatuote merkittävästi (yli 1 m-%) bentsoehappoa? Perustele laskuilla. Tähän kohtaan on mahdollista vastata kiitettävästi, vaikkei ratkaise kohtaa 7.3. Jos ratkaisee kohdan 7.3 edes välttävästi, se riittää vastaukseksi myös tähän kohtaan.

2 p.

7.3 Kuinka suuri on esterin massaprosenttinen osuus raakatuotteesta? Ellet osaa ratkaista tätä kohtaa eksaktisti, saat hyvistä arviosta osapisteitä. 10 p.

7.4 Täyttyykö ilmoitettu kriteeri bentsoehapon poistamiseksi tuotteesta? Perustele laskuilla. Ellet osannut ratkaista kohtaa 7.3, vastaa tähän kysymykseen olettaen, että kohdan 7.3 vastaus on 74,5 %. 3 p.

Kokeen tehtävät loppuvat tähän.

Siirry tarkastelemaan vastauksiasi

Tarkastelun jälkeen voit vielä palata muokkaamaan vastauksia, tai päättää kokeen.