

# TYÖ 4. ASPIRIININ VALMISTUS

**KOHDERYHMÄ:** Soveltuu lukion KE2-kurssista eteenpäin.

**KESTO:** 1,5-2,5 h. Kesto riippuu ryhmän koosta ja laitteiston rakentamiseen menevästä ajasta.

**TAVOITE:** Laboratoriotyöskentelyn opettelu yleisellä tasolla, lasilaitteistojen rakentaminen, kemiallisen reaktion ja katalyytin käsitteet, saannon laskeminen ja ainemäärä, IR-spektroskopian perusteet

**AVAINSANAT:** Synteesi, kemiallinen reaktio, funktionaalinen ryhmä



Kuva 1: Rainer Paananen (Aalto-yliopisto Junior)

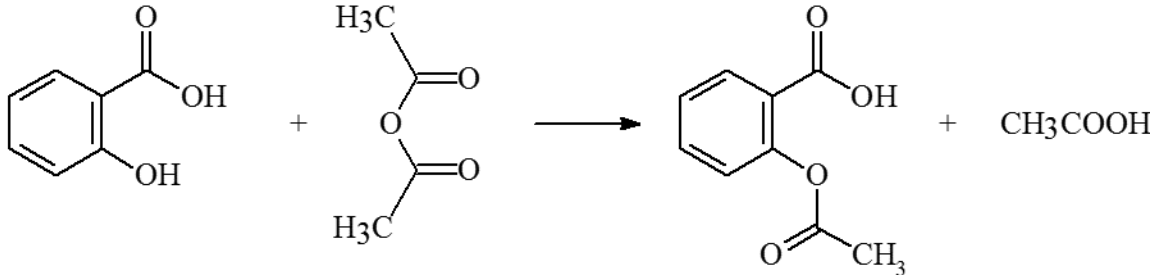
## 1. TYÖN IDEA

Asetyylisalisyylihappo (kauppanimeltään aspiriini) on yleisesti käytetty tulehduskipulääke, joka on tunnettu verta ohentavana lääkkeenä. Pitkäaikaisesti käytettynä aspiriini ärsyttää ruuansulatuskanavaa, joten sen käyttöä ei suositella jatkuvaksi. Asetyylisalisyylihapon toiminta perustuu prostaglaadiinien synteesissä tarvittavan syklo-oksigenaasin peruuttamattomaan inhibiointiin. Prostaglaadiinien määrä lisääntyy kuumeen ja kivun aikana, niin aspiriini estää näiden entsyymien toiminnan.

Asetyylisalisyylihappo on synteettinen luonnon salisylaattien johdannainen, joita löytyy mm. pajun kuoresta. Ensimmäiset todisteet pajun käytöstä rohtoina on jo tuhansien vuosien takaa muinaisesta Egyptistä. Hippokrates kehitti ensimmäisenä pajun kuoresta valkoisen jauheen, joka lievitti kipua.

## 2. TAUSTATEORIA

Asetyylisalisyylihappoa valmistetaan salisyylihapon ja etikkahapon anhydridin välisellä esterisynteesillä, joka on esitetty Kuvassa 1. Reaktiossa etikkahapon anhydridimolekyylä hajoaa ja liittyy salisyylihapon hydroksyyliin esterisidoksella. Reaktiossa muodostuu etikkahappoa. Rikkihappoa käytetään katalyyttinä nopeuttamaan reaktiota sekä nostamaan sen saantoa.



Aspiriinisynteesin reaktioyhtälö.

## 3. ENNAKKOKYSYMYKSET ENNEN TYÖTÄ

Mitä funktionaalisia ryhmiä tunnistat salisyylihaposta ja aspiriinista?

Minkälainen yhdiste on esteri?

Mikä on katalyytti?

Mistä salisyylihappoa saadaan ja mihin sitä käytetään?

Miten etikkahapon anhydridi syntyy?

Miksi tässä synteesissä käytetään happoanhydridiä tavallisemman etikkahapon sijasta?

## 4. TYÖTURVALLISUUS JA KEMIKAALIT

### TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY

Käytä laboratoriotakkia, -laseja ja -hanskoja työskennellessäsi kemikaalien kanssa. Lue työohjeen reagenssit-osio huolellisesti!

### I. Salisyylihappo, $\text{HOOC}_6\text{H}_4\text{COOH}$



- Haitallista nieltynä
- Silmiä vaurioittavaa
- **Ensiaputoimenpiteet:**
  - **Hengitettynä:** Jos tuotetta on hengitetty, potilas on siirrettävä raittiiseen ilmaan. Jos potilas ei hengitä, hänelle annetaan tekohengitystä. Otettava yhteys lääkäriin.
  - **Iholle saatuna:** Roiskeet huuhdeltava saippualla ja runsaalla vedellä. Otettava yhteys lääkäriin.
  - **Silmäkosketus:** Roiskeet huuhdeltava huolellisesti runsaalla vedellä vähintään 15 minuutin ajan sekä otettava yhteys lääkäriin.
  - **Nieltynä:** Tajuttomalle henkilölle ei saa koskaan antaa mitään suun kautta. Suu huuhdellaan vedellä. Otettava yhteys lääkäriin.

# A!

Aalto-yliopisto

A<sup>3</sup> Aalto-yliopisto  
RIMUL ROIMU  
JUNIOR



LUMA-KESKUS  
SUOMI

## II. Etikkahappoanhydridi, (CH<sub>3</sub>CO)<sub>2</sub>O

- Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa
- Tappavaa hengitettynä
- **Ensiaputoimenpiteet:**



- **Hengitettynä:** Jos tuotetta on hengitetty, potilas on siirrettävä raittiiseen ilmaan. Jos potilas ei hengitä, hänelle annetaan tekohengitystä. Otettava yhteys lääkäriin.
- **Iholle saatuna:** Riisu saastuneet vaatteet ja kengät välittömästi. Roiskeet huuhdeltava saippualla ja runsaalla vedellä. Potilas viedään välittömästi sairaalaan. Otettava yhteys lääkäriin.
- **Silmäkosketus:** Roiskeet huuhdeltava huolellisesti runsaalla vedellä vähintään 15 minuutin ajan sekä otettava yhteys lääkäriin.
- **Nieltynä:** **El saa oksennuttaa.** Tajuttomalle henkilölle ei saa koskaan antaa mitään suun kautta. Suu huuhdellaan vedellä. Otettava yhteys lääkäriin.

## III. Väkevä rikkihappo, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

- Voi syövyttää metalleja
- Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa
- **Ensiaputoimenpiteet:**



- **Hengitettynä:** Anna raitista ilmaa. Kaikissa epävarmoissa tilanteissa tai kun oireet eivät hellitä, saatettava lääkärin hoitoon.
- **Iholle saatuna:** Riisu saastunut vaatetus välittömästi. Huuhdo iho vedellä [tai suihkuta].
- **Silmäkosketus: JOS KEMIKAALIA JOUTUU SILMIIN:** Huuhdo huolellisesti vedellä usean minuutin ajan. Poista mahdolliset piilolinssit, jos sen voi tehdä helposti. Jatka huuhtomista. Ota välittömästi yhteys MYRKYTYSTIETOKESKUKSEEN/lääkäriin.
- **Nieltynä:** Huuhdo suu. **El saa oksennuttaa.** Otettava yhteys lääkäriin.

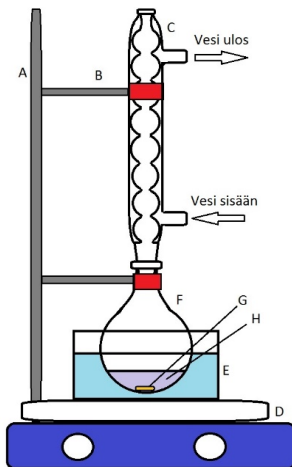
## 5. TYÖN SUORITUS

### a. Tarvittavat välineet

- Statiivi ja kouria
- 100 ml pyörökolvi
- Pystyjäähdytin
- Lämmitettävä vesihaude
- Magneettisekoittaja ja magneetti
- Imupullo ja tiiviste
- 10 ml mittalasi
- Pasteur-pipettejä ja tutteja
- Büchner-suppilo ja suodatinpaperi
- Letkuja 2-3 kpl
- Kellolasi
- Lämpömittari

### b. Työvaiheet

#### LUE LÄPI KAIKKI TYÖVAIHEET ENNEN ALOITTAMISTA!



**Kuva 2.** Aspiriinin synteesilaitteisto, eli pystyjäähdyttimellä varustettu pyörökolvi vesihauteessa. Osat: A) Statiivi, B) Koura, C) Pystyjäähdytin, D) lämmitettävä magneettisekoittaja, E) Vesihaude (keitinlasi ja lämmin vesi), F) Pyörökolvi, sekä G) Magneetti ja H) Reagenssit.

Aloita työ punnitsemalla kellolasi, suodatinpaperi ja magneetti ja kirjoita niiden painot ylös. Tarvitset niitä myöhemmin työssä.

Rakenna synteesilaitteisto Kuvan 2 mukaan. Lisää vesihauteeseen lämpömittari ja kiinnitä se kouralla statiiviin. Kannattaa aloittaa rakentaminen alhaalta päin. Punnitse magneetti ennen työn aloittamista ja ota paino muistiin. Ota jäähdytin irti hetkellisesti ja lisää kolviin: 4 g salisylihappoa (tarkka paino muistiin) ja 5,5 ml (6 g) etikkahappoanhydriidiä. Sekoita seosta hiljalleen ja assistentti lisää 4 tippaa rikkihappoa kolviin. Laita jäähdytin paikalleen.

Nosta vesihauteen lämpötila 50 - 60 °C:een. Halutessanne voitte laittaa vesikierron pystyjäähdyttäjään. Anna magneettisekoittajan sekoittaa seosta koko ajan ja pidä lämpötila noin 15 minuuttia. Kun valkoinen jauhe selkeästi muuttuu muotoaan, reaktio on tapahtunut.

Jäähdytä seos huoneenlämpöön. Lisää 80 ml tislattua vettä ja sekoita magneettisekoittajalla. Reagoimaton etikkahappoanhydridi hydrolysoituu hitaasti.

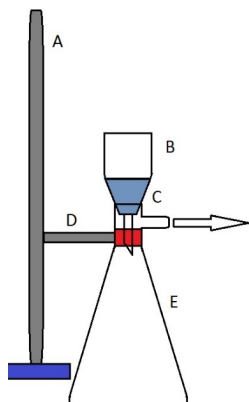
# A!

Aalto-yliopisto

A<sup>2</sup> Aalto-yliopisto  
AMUL ROIMU  
JUNIOR



LUMA-KESKUS  
SUOMI



Kuva 3. Imusuodatuslaitteisto.  
A) Statiivi, B) Büchnersuppilo  
jossa suodatinpaperi, C) Kumitiiviste,  
D) Koura ja E) Imupullo.

Rakenna Kuvan 3 mukainen imusuodatuslaitteisto ja suodata sakka imusuodatuksella. Huuhto kolvi noin 20 ml tislattua vettä, kunnes olet saanut kaadettua kaiken sakan suppiloon.

Siirrä sakka punnitulle kellolasille ja anna sen kuivua joko vetokaapissa tai lämpökaapissa. Punnitse sakka ja laske saantoprosentti.

#### d. Siivoaminen ja jätteiden käsittely

- Imusuodotus imupullostaan kerätään jätekeitinlasiin ja assistentit neutraloivat liuoksen ennen hävittämistä.
- Kaikki aspiriiniin liitettävät kiinteiden orgaanisten jätteiden astiaan.
- Suodatinpaperit voi heittää sekajätteeseen.

## 6. TULOKSET JA KOONTI

Laske teoreettinen saanto reaktioyhtälön avulla, ja vertaa sitä punnittuun tulokseen. Mitkä asiat vaikuttavat saantoon?

Aine	Molekyylikaava	Moolimassa M, g/mol	Massa m, g	Ainemäärä n, mol
Salisyylihappo	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>			
Etikkahappoanhydridi	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>			
Aspiriini, teoreettinen	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>			
Aspiriini, kokeellinen	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>			

Teoreettisen saannon laskeminen:

$$\text{Saanto} = \frac{\text{Aspiriinin kokeellinen massa}}{\text{Aspiriinin teoreettinen massa}} * 100 \%$$

Miksi magneettisekoittaja jämähti synteesin puolella välissä?



Miksi liuos annetaan jäähtyä ennen veden lisäystä?

Voisiko työssä valmistettua aspiriinia käyttää lääkkeenä suoraan?

## 7. VIITTEET

- i. Ohje perustuu Kemianluokka Gadolinin aspiriinisynteesin ohjeeseen:  
[http://www.kemianluokka.fi/files/uudet/Aspiriinin\\_valmistus\\_oppilas.pdf](http://www.kemianluokka.fi/files/uudet/Aspiriinin_valmistus_oppilas.pdf) 8.6.2017
- ii. Kuva 1: Rainer Paananen, Aalto-yliopisto Junior
- iii. Kuva 2: Aspiriinin synteesilaitteisto
- iv. Kuva 3: Imusuodatuslaitteisto