

## [Aloitussivu]

### Aloitusohje

## Tervetuloa biolääketieteen valintakokeeseen, Etunimi Sukunimi

**Lue huolellisesti kaikki ohjeet läpi.**

Kokeen kesto on 5 tuntia. Kokeesta saa poistua aikaisintaan puoli tuntia kokeen alkamisen jälkeen. Koe koostuu kahdeesta osasta, biologiasta ja kemiasta, joista kustakin saa 80 pistettä. Voit jakaa koeajan tehtävien välillä haluamallasi tavalla. Voit liikkua tehtävien välillä kokeen aikana vapaasti. Tehtäväsivun lopussa on painike, jolla voit palata takaisin aloitussivulle. Näet aloitussivulla yhteenvedon vastatuista kysymyksistä. Voit muokata vastauksiasi koko kokeen ajan. Tallenna esseetehtävien vastaus itse "Tallenna vastaus" -painikkeella. Lisäksi esseevastaus tallentuu ajastetusti noin puolen minuutin välein sekä osiosta poistumisen yhteydessä. Tallenna vastauksesi, kun poistut osiosta. Jos aika loppuu ennen kuin ehdit palauttaa osion, viimeisin vastaus tallentuu järjestelmään.

Sinulla saa kokeen aikana olla auki ainoastaan valintakoejärjestelmä Vallu sekä järjestelmästä avautuva kaavaliite. Kaavaliite on jokaisen tehtävän yhteydessä. Kaavaliite on pdf-tiedosto, jonka saa avata millä tahansa pdf-lukuohjelmalla. Verkkoselaimen välilehdelle avautuvan kaavaliitteen saa vetää erilliseen ikkunaan.

Etsi-toiminnon käyttäminen valintakokeessa on sallittua (esimerkiksi näppäinyhdistelmällä Ctrl+F tai Cmd+F). Etsi-toiminto ei välttämättä löydä kaikkea tekstiä, esimerkiksi kuvissa olevaa tekstiä.

Voit luonnostella vastauksiasi koetilanteessa jaettaville papereille. Papereille tekemiäsi merkintöjä ei huomioida arvostelussa.

Kunkin tehtävän pisteytys ja vastauksen mahdollinen merkkimäärärajoite ilmoitetaan tehtävän yhteydessä. Monivalintoja ja alasvetovalikkoja sisältävissä tehtävissä vääristä vastauksista annetaan miinus pisteitä. Tarkat pisteytysäännöt kerrotaan kunkin tehtävän yhteydessä. Vastaamatta jättämisestä ei vähennetä pisteitä. Jos tehtäväkokonaisuuden (esim. A1 tai B2) pistemäärä on negatiivinen, se muutetaan nolaksi pisteeksi kokeen loppuarvioinnissa. Jokaisen tehtäväkokonaisuuden alin mahdollinen pistemäärä on 0 p.

Kirjoita vastauksesi kullekin tehtävälle varattuun tilaan. Vastausten tulee olla johdonmukaisia ja selkeitä. Laskutehtävien ratkaisemisessa käytetään tehtävässä tai kaavaliitteessä annettuja arvoja. Ellei toisin ilmoiteta, tuloksiin johtavat laskutoimitukset on kirjoitettava näkyville. Pitkissä kaavojen johdoissa riittää, että näkyville kirjoittaa alku- ja lopputilanteen. Esimerkiksi Henderson-Hasselbalchin yhtälön johto:

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \lg \left( \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}\right)$$

$$\Leftrightarrow [\text{A}^-] = [\text{HA}] \cdot 10^{(\text{pH} - \text{pK}_a)}$$

Koejärjestelmän laskin on käytössä kaikissa tehtävissä.

Voit käyttää laskutehtävien vastauksissa valintakoejärjestelmän kaavaeditoria. Laskutehtävien vastaukset voi joissakin tapauksissa kirjoittaa myös suoraan vastauskentän riville, esimerkiksi:

$$K = \frac{[\text{X}] \cdot [\text{Y}]^2}{[\text{Z}]^3} \text{ tai}$$

$$v = \sqrt{(G \cdot M) / R} = \sqrt{(6,674 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2 \cdot 1,234 \cdot 10^{24} \text{ kg}) / (1234 \cdot 10^3 \text{ m})}$$

Vastauksissa saa käyttää seuraavia epävirallisia merkintätapoja:

- kertomerkkinä asteriskia (\*)
  - reaktionuolena viivaa ja suurempi kuin -merkkiä (->)
  - neliöjuurimerkin sisällä olevalle laskulle tai luvulle merkintää  $\sqrt{\text{kaava}}$ , esimerkiksi  $\sqrt{2 \cdot 5}$ .
- Katso yllä olevat esimerkit.

Suureiden kirjaintunnuksia ei tarvitse vastauksissa kursivoida.

Ioneissa ja kemian kaavoissa tulee käyttää ala- ja yläindeksejä kemian kaavasääntöjen mukaisesti (esim.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). Muita merkintätapoja, kuten  $\text{Ca}^2+$ , ei hyväksytä. Sekä ala- että yläindeksejä sisältävissä ioneissa, kuten  $\text{SO}_4^{2-}$ , ala- ja yläindeksejä ei tarvitse asetella päällekkäin.

Laskutehtävän numeerinen lopputulos tulee esittää oikealla numeerisella tarkkuudella.

**Tehtävien yleiskuva (linkit tehtäviin lopussa):**

**A. Biologia (80 p.)**

<b>A1.</b> Biologian monivalintatehtäviä	(16 p.)
<b>A2.</b> Ihmisen ruoansulatuskanavan toiminta (monivalintoja)	(8 p.)
<b>A3.</b> Geenitekniikan menetelmät (tekstivastauksia)	(11 p.)
<b>A4.</b> Malaria ja immuunipuolustus (tekstivastauksia)	(8 p.)
<b>A5.</b> Aivolisäke ja hormonit (tekstivastauksia, monivalinta, alavetovalikkoja)	(13 p.)
<b>A6.</b> Perhesuunnittelu (tekstivastauksia)	(6 p.)
<b>A7.</b> Homeostaasi (tekstivastauksia)	(10 p.)
<b>A8.</b> Vierasaineet ja immuunipuolustus (tekstivastauksia)	(8 p.)

**B. Kemia (80 p.)**

<b>B1.</b> Yhdisteryhmät (tekstivastaus)	(7 p.)
<b>B2.</b> Flavonoidien biosynteesi (alavetovalikkoja)	(7 p.)
<b>B3.</b> Struviitti (tekstivastaus)	(11 p.)
<b>B4.</b> MS-taudin hoidossa käytetyn dimetyylifumaraatin synteesi (tekstivastaus, alavetovalikkoja)	(17 p.)
<b>B5.</b> Lääkeaineen imeytyminen (tekstivastaus)	(7 p.)
<b>B6.</b> Pariutumissääntöjen rikkominen (alavetovalikkoja)	(9 p.)
<b>B7.</b> Diabetesta sairastavan henkilön verensokeri (tekstivastaus)	(10 p.)
<b>B8.</b> Kystiinipitoisuuden määrittäminen (tekstivastaus)	(12 p.)

[Linkit tehtäviin.

Aloitussivu päättyy.]

## A1. Biologian monivalintatehtäviä (16 p.)

Valitse kunkin kohdan parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

Tehtävän A1 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 16 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 1 p.

Väärä valinta = -0,25 p.

Ei valintaa = 0 p.

[Monivalintojen vastausvaihtoehtojen (vv) järjestys on sekoitettu. Kussakin monivalinnassa on lisäksi vaihtoehto ”Jätän vastaamatta kysymykseen”.]

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

1. Mille kasveille juurtumahapset ovat tyypillisiä?

- |                  |          |
|------------------|----------|
| vv1 sammalille   | 1 p.     |
| vv2 viherleville | -0,25 p. |
| vv3 saniaisille  | -0,25 p. |
| vv4 kortteille   | -0,25 p. |

2. Miten arkeonit eroavat bakteereista?

- |  |          |
|--|----------|
| vv1 Arkeonien DNA sitoutuu histoniproteiineihin. | 1 p.     |
| vv2 Arkeoneilla ei ole tumaa.                    | -0,25 p. |
| vv3 Arkeonien genomi on rengasmainen.            | -0,25 p. |
| vv4 Arkeonit ovat rakenteeltaan sauvamaisia.     | -0,25 p. |

3. Mistä virus rakentuu?

- |   |          |
|---|----------|
| vv1 proteiinikuoresta, joka ympäröi genomia       | 1 p.     |
| vv2 lipidiavaipasta, jota ympäröi proteiiniukuori | -0,25 p. |
| vv3 tumakalvosta, joka ympäröi genomia            | -0,25 p. |
| vv4 proteiiniukuoresta, jonka sisällä on tuma     | -0,25 p. |

4. Eliöiden välillä on erilaisia vuorovaikutussuhteita. Mikä on pääasiallinen vuorovaikutussuhde kasvinsyöjänisäkkään ja suolistobakteerien välillä?

- |                   |          |
|-------------------|----------|
| vv1 mutualismi    | 1 p.     |
| vv2 laidunnus     | -0,25 p. |
| vv3 amensalismi   | -0,25 p. |
| vv4 kommensalismi | -0,25 p. |

**5.** Ekosysteemissä merkittävä osa energiasta välittyy kemiallisten yhdisteiden avulla. Mikä seuraavista vaihtoehdoista kuvaa parhaiten energian siirtymistä ekosysteemissä tai sen läpi?

- vv1** Osa eliöiden orgaanisten yhdisteiden energiasta muuttuu kemiallisissa reaktioissa lämpöenergiaksi ja poistuu ekosysteemin energiakierrosta. 1 p.
- vv2** Fotosynteesissä syntyvien orgaanisten yhdisteiden energia siirtyy ekosysteemissä kokonaisuudessaan tuottajilta eri tason kuluttajille. -0,25 p.
- vv3** Siirryttäessä ekosysteemissä alemmalta trofiatasolta ylemmälle trofiatasolle ekosysteemin energian määrä lisääntyy. -0,25 p.
- vv4** Ekosysteemin perustuotannossa tuottajat sitovat fotosynteesissä noin 20 % auringon säteilyenergiasta. -0,25 p.

**6.** Mikä käsite tarkoittaa tuotteen, toiminnan tai palvelujen tuottamien kasvihuonekaasujen määrää?

- vv1** hiilijalanjälki 1 p.
- vv2** ekologinen jalanjälki -0,25 p.
- vv3** ekologinen selkäreppu -0,25 p.
- vv4** ympäristöindeksi -0,25 p.

**7.** Tumallisissa soluissa on proteiineja koodaavien geenien ohella esimerkiksi mikro-RNA:ta koodaavia geenejä. Mikä on mikro-RNA-molekyylien tehtävä soluissa?

- vv1** Ne pysäyttävät translaation sitoutumalla lähetti-RNA:han. 1 p.
- vv2** Ne säätelevät ribosomien muodostumista sitoutumalla ribosomaaliseen RNA:han. -0,25 p.
- vv3** Ne estävät esi-lähetti-RNA:n (esiaste-RNA:n) vaihtoehtoista silmukoitumista. -0,25 p.
- vv4** Ne säätelevät translaation aloitusta estämällä siirtäjä-RNA:n sitoutumista lähetti-RNA:han. -0,25 p.

**8.** Hiirillä on osoitettu, että XX-yksilöiden sukupuoli voi muuttua naaraasta koiraaksi yhden geenin vaikutuksesta. Miten tällainen muutos voi tapahtua meiosisin aikana X-kromosomissa?

- vv1** Tekijäinvaihdunnan seurauksena osa Y-kromosomista siirtyy X-kromosomille. 1 p.
- vv2** Häviämän seurauksena X-kromosomi inaktivoituu. -0,25 p.
- vv3** Mutaation seurauksena munasarjoissa ei muodostu estrogeenejä. -0,25 p.
- vv4** Aneuploidian seurauksena syntyy XY-kromosomisto. -0,25 p.

**9.** Leberin perinnöllinen optinen neuropatia (LHON) periytyy mitokondrioiden kautta. Sairaus ilmenee näköhermon (nervus opticus) toimintahäiriönä. Poikalapsilla on suurempi todennäköisyys sairastua kuin tytöillä. Mistä tämä ero voi johtua?

- vv1** Sairaudella on sukupuolesta riippuva epätäydellinen penetranssi. 1 p.
- vv2** Kaikki mitokondriot ovat peräisin munasolusta. -0,25 p.
- vv3** Sairaus periytyy polygeenisesti. -0,25 p.
- vv4** Mitokondriot jakautuvat hedelmöityksessä epätasaisesti tyttö- ja poikasygootteihin. -0,25 p.

**10.** Mistä mihin maksan porttilaskimo kulkee?

- vv1** ruoansulatuskanavasta maksaan 1 p.
- vv2** ruoansulatuskanavasta alaonttolaskimoon -0,25 p.
- vv3** maksasta alaonttolaskimoon -0,25 p.
- vv4** maksasta ruoansulatuskanavaan -0,25 p.

**11.** Mitä hormonierityksen muutoksia tapahtuu kuukautiskierron puolivälissä, ennen munasolun irtoamista?

- vv1** Luteinisoivan hormonin erityis kasvaa voimakkaasti. 1 p.
- vv2** Follikkelia stimuloivan hormonin erityis laskee alimmalle tasolle. -0,25 p.
- vv3** Estrogeenin erityis laskee alimmalle tasolle. -0,25 p.
- vv4** Keltarauhashormonin erityis kasvaa voimakkaasti. -0,25 p.

**12.** Serotoniini on hermoston välittäjäaine. Selektiiviset serotoniinin takaisinoton estäjät (SSRI) ovat lääkkeitä, joita käytetään masennuksen ja ahdistuneisuushäiriöiden hoidossa. Mikä on näiden lääkkeiden vaikutusmekanismi?

- vv1** Serotoniinia jää synapsirakoon enemmän. 1 p.
- vv2** Serotoniini hajoaa synapsiraossa nopeammin. -0,25 p.
- vv3** Serotoniinia siirtyy enemmän synapsia edeltävään neuroniin. -0,25 p.
- vv4** Serotoniinia ei vapaudu synapsirakoon. -0,25 p.

**13.** Mitä tapahtuu silmän sopeutuessa kauas katsomiseen?

- vv1** Sädelihas veltostuu. 1 p.
- vv2** Linssin ripustinsäikeet veltostuvat. -0,25 p.
- vv3** Linssi muuttuu kuperammaksi kuin lähelle katsottaessa. -0,25 p.
- vv4** Kuva tarkentuu verkkokalvon eteen. -0,25 p.

**14.** Miten hermoimpulssin aikana tapahtuva  $K^+$ -kanavien aukeaminen vaikuttaa hermosolun toimintaan?

- vv1** Lepojännitteen palautuminen nopeutuu. 1 p.
- vv2** Hermosolukalvon sähkönjohtavuus vähenee. -0,25 p.
- vv3** Välittäjäaineen vapautuminen lisääntyy. -0,25 p.
- vv4** Hermoimpulssin kesto pitenee. -0,25 p.

**15.** Mihin RNA-rokotteen toiminta perustuu?

- vv1** Rokotteen sisältämä RNA koodaa taudinaiheuttajan proteiinantigeeniä. 1 p.
- vv2** Rokote koodaa immuunijärjestelmän aktivoivaa inaktiivista taudinaiheuttajaa. -0,25 p.
- vv3** Rokote sisältää proteiinantigeeniä. -0,25 p.
- vv4** Rokote tuottaa taudinaiheuttajaa tuhoavia vasta-aineita. -0,25 p.

**16.** Mikä on biofilmi?

- vv1** pintaan kiinnittynyt mikrobipopulaatio 1 p.
- vv2** bakteerien ja arkeonien muodostama symbioottinen mikrobisto -0,25 p.
- vv3** sytoplasmassa oleva kalvorakenne -0,25 p.
- vv4** loisten ympäröimä verisolu -0,25 p.

## A2. Ihmisen ruoansulatuskanavan toiminta (8 p.)

Valitse kunkin kohdan parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

Tehtävän A2 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 8 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 1 p.

Väärä valinta = -0,25 p.

Ei valintaa = 0 p.

[Monivalintojen vastausvaihtoehtojen (vv) järjestys on sekoitettu. Kussakin monivalinnassa on lisäksi vaihtoehto ”Jätän vastaamatta kysymykseen”.]

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

1. Ravintoaineiden pilkkomiseen tarvitaan monia entsyymejä. Mitä entsyymiä ohutsuolen limakalvon solut tuottavat?

- |                |          |
|----------------|----------|
| vv1 laktaasia  | 1 p.     |
| vv2 trombiinia | -0,25 p. |
| vv3 amylaasia  | -0,25 p. |
| vv4 pepsiiniä  | -0,25 p. |
| vv5 trypsiiniä | -0,25 p. |

2. Mikä ruoansulatuskanavan entsyymi pilkkoo alfa-1,4-glykosididoksia?

- |               |          |
|---------------|----------|
| vv1 amylaasi  | 1 p.     |
| vv2 lipaasi   | -0,25 p. |
| vv3 pepsiini  | -0,25 p. |
| vv4 trypsiini | -0,25 p. |
| vv5 nukleasi  | -0,25 p. |

3. Minkä entsyymin katalysoimassa reaktiossa syntyy glukoosia ja fruktoosia?

- |                 |          |
|-----------------|----------|
| vv1 sakkaraasin | 1 p.     |
| vv2 maltaasin   | -0,25 p. |
| vv3 laktaasin   | -0,25 p. |
| vv4 amylaasin   | -0,25 p. |
| vv5 trypsiinin  | -0,25 p. |

**4. Mitä seuraavista aineista kuljetetaan aktiivisesti ohutsuolen sisältä ohutsuolen seinämän epiteelisoluihin?**

<b>vv1</b> dipeptidejä	1 p.
<b>vv2</b> rasvahappoja	-0,25 p.
<b>vv3</b> monoglyseridejä	-0,25 p.
<b>vv4</b> D-vitamiinia	-0,25 p.
<b>vv5</b> vettä	-0,25 p.

**5. Suurin osa rasva-aineista siirtyy ohutsuolesta ensin imusuonistoon. Miten ne pääsevät verenkiertoon?**

<b>vv1</b> Ne kulkeutuvat imunesteen mukana solislaskimoon.	1 p.
<b>vv2</b> Ne siirtyvät imunesteestä verenkiertoon misellien avulla.	-0,25 p.
<b>vv3</b> Rasvaliukoisina ne diffundoituvat vähitellen imusuonten seinämän läpi verisuoniin.	-0,25 p.
<b>vv4</b> Ne siirtyvät imunesteestä verenkiertoon imusolmukkeissa.	-0,25 p.
<b>vv5</b> Imunesteessä muodostuvat kylomikronit imeytyvät porttilaskimoon.	-0,25 p.

**6. Paksusuoli ei ole pelkästään kuona-aineiden käsittelypaikka. Mitä vitamiinia osa paksusuolen mikrobeista tuottaa elimistön käyttöön?**

<b>vv1</b> K	1 p.
<b>vv2</b> D	-0,25 p.
<b>vv3</b> A	-0,25 p.
<b>vv4</b> E	-0,25 p.
<b>vv5</b> C	-0,25 p.

**7. Miten paksusuolen mikrobit osallistuvat elimistön energiansaantiin?**

<b>vv1</b> Mikrobit tuottavat imeytyviä lyhytketjuisia rasvahappoja.	1 p.
<b>vv2</b> Maitohappobakteerit pilkkovat laktoosin imeytyvään muotoon.	-0,25 p.
<b>vv3</b> Kuolleista bakteereista vapautunut glykogeeni imeytyy verenkiertoon.	-0,25 p.
<b>vv4</b> Mikrobien tuottamista kaasuista saadaan energiaa.	-0,25 p.
<b>vv5</b> Mikrobit pilkkovat selluloosasta fruktoosia elimistön käyttöön.	-0,25 p.

**8. Imetyneet ravintoaineet päätyvät elimistön käyttöön. Miten energiaravintoaineiden, esimerkiksi glukoosin, varastoituminen rasvana hillitsee ruokahalua?**

<b>vv1</b> Rasvakudos erittää enemmän kylläisyyttä lisäävää leptiiniä.	1 p.
<b>vv2</b> Rasvavarastojen kasvaessa greliinin erityis aktivoituu.	-0,25 p.
<b>vv3</b> Glukoosin pitoisuuden aleneminen lisää kylläisyyttä hypotalamuksen kylläisyyskeskuksen kautta.	-0,25 p.
<b>vv4</b> Rasvakudoksen tyroksiinin erityis vähenee rasvan määrän lisääntyessä.	-0,25 p.
<b>vv5</b> Adrenaliinin erityis rasvakudoksesta lisääntyy.	-0,25 p.



### A3. Geenitekniikan menetelmät (11 p.)

*Tehtävän A3 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 11 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.*

[\[linkki: Liite 1. Kaavaliite\]](#)

Geenitekniikan menetelmillä voidaan tutkia, muokata tai siirtää soluihin geenejä ja genomeja.

a) Miten DNA:ta eristetään? (2 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 300 merkkiä

b) Mikä on aluke? Miten alukkeita käytetään DNA:n monistamisessa? (4 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 700 merkkiä

c) CRISPR–Cas-menetelmässä hyödynnetään Cas-entsyymejä geenien muokkaukseen.

Miten Cas-entsyymien ja katkaisu- eli restriktioentsyymien toimintamekanismit ja käyttötavat eroavat toisistaan? (5 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 700 merkkiä

## A4. Malaria ja immuunipuolustus (8 p.)

Tehtävän A4 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 8 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Malaria on maailmanlaajuisesti merkittävä infektiosairaus. Malariaa levittäviä hyttysiä on kaikkialla, mutta eniten malariaa esiintyy trooppisissa ja subtrooppisissa. Malaria-alueilla asuu puolet maapallon väestöstä. Taudin aiheuttaa *Plasmodium*-sukuun kuuluva loinen, joka kulkeutuu hyttysen piston jälkeen maksaan ja sieltä edelleen veren punasoluihin. Maailman terveysjärjestön (WHO) arvion mukaan malariaan sairastuu joka vuosi yli 200 miljoonaa ja kuolee noin 400 000 ihmistä, joista suurin osa on alle viisivuotiaita lapsia.

Vaarallisin malarialoinen on *P. falciparum*, jonka aiheuttama tauti johtaa kuolemaan noin 20 %:ssa tapauksista. Tätä loista vastaan on kehitetty rokote, joka ei ole vielä yleisessä käytössä mutta jota WHO suosittelee etenkin riskialueilla asuville lapsille. Malaria on erityisen vaarallinen tauti raskaana oleville, pienille lapsille ja henkilöille, joilla ei ole toimivaa pernaa. Hoitamaton *P. falciparum* -loisen aiheuttama malaria johtaa punasolujen tuhoutumiseen, ja sen seurauksena muun muassa kuumekohtauksiin, anemiaan ja lopulta kudosten ja elinten vaurioitumiseen. Malaria voi olla myös lievä tai oireeton, jos tauti on sairastettu aikaisemmin.

Lähteet:

WHO News release 2.10.2023

Lääkärikirja Duodecim

5.2.2021 ja Matkailijan terveysopas 31.5.2022

muokattu Katariina Kainulaisen ja Heli Siikamäen artikkeleista

a) Miksi punasolujen tuhoutuminen johtaa kudosten vaurioitumiseen? (1 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 200 merkkiä

b) Miksi malaria on erityisen vaarallinen henkilöille, joilla ei ole pernaa? (1 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 100 merkkiä

c) Miksi aikaisemmin sairastettu malaria voi lievittää sairauden oireita? (6 p.)

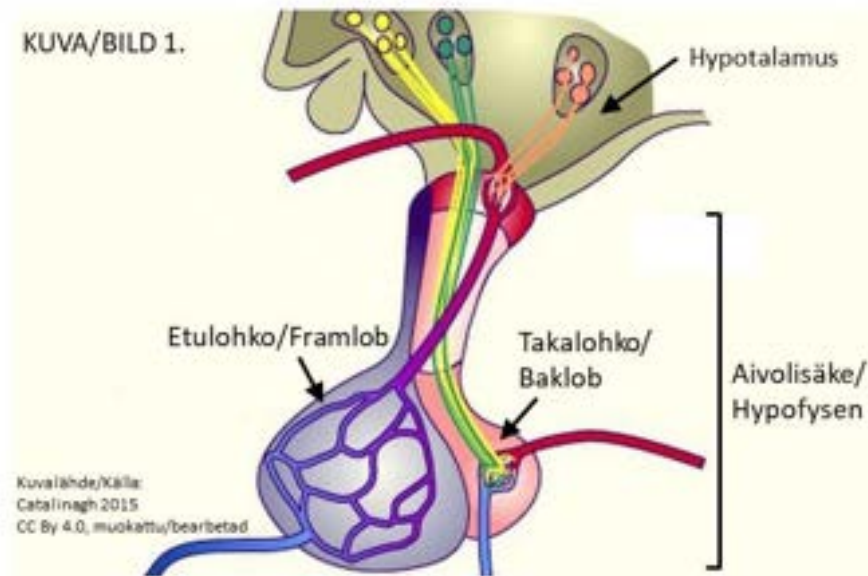
Vastauksen enimmäispituus: 600 merkkiä

## A5. Aivolisäke ja hormonit (13 p.)

Tehtävän A5 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 13 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Aivolisäke on tärkeä umpieritysrauhanen, joka erittää kahdeksaa elimistön toimintoja säätelevää hormonia. Aivolisäkkeessä on rakenteeltaan ja toiminnaltaan kaksi erillistä osaa (etu- ja takalohko), joita säätelee hypothalamus (Kuva 1).



a) Selitä oheisen kuvan avulla, miten luteinisoivaa hormonia (LH) tuotetaan ja eritetään. (2,5 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 400 merkkiä

b) Selitä oheisen kuvan avulla, miten oksitosiinia tuotetaan ja eritetään. (2,5 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 400 merkkiä

LH-hormoni koostuu kahdesta polypeptidiketjusta ( $\alpha$  ja  $\beta$ ), joihin on kiinnittyneenä hiilihydraattiosia. LH on toisin sanoen dimeerinen glykoproteiini.  $\alpha$ -ketjua koodaavassa geenissä on kolme intronia ja  $\beta$ -ketjua koodaavassa kaksi intronia.

c) Missä solun osissa LH:n synteisiin ja eritykseen liittyvät vaiheet **1–7** tapahtuvat? (3,5 p.)

Valitse kustakin alasetovalikosta parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

(Oikea valinta = 0,5 p.; väärä valinta = -0,2 p.; ei valintaa = 0 p.)

- |  |            |
|--|------------|
| <b>1.</b> laskostuminen                | <b>#1#</b> |
| <b>2.</b> transkriptio                 | <b>#2#</b> |
| <b>3.</b> hiilihydraattiosien muokkaus | <b>#3#</b> |
| <b>4.</b> translaatio                  | <b>#4#</b> |
| <b>5.</b> dimeerin muodostuminen       | <b>#5#</b> |
| <b>6.</b> erityks solusta              | <b>#6#</b> |
| <b>7.</b> silmukointi                  | <b>#7#</b> |

[Vastausvaihtoehdot alasetovalikoihin **#1#–#7#**. Vastausvaihtoehdot on sekoitettu. Kussakin alasetovalikossa on lisäksi vaihtoehto ”Jätän vastaamatta kysymykseen”.]

**#1#**

- |                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| <b>vv1</b> sileä solulimakalvosto  | -0,2 p. |
| <b>vv2</b> tuma                    | -0,2 p. |
| <b>vv3</b> karkea solulimakalvosto | 0,5 p.  |
| <b>vv4</b> Golgin laite            | -0,2 p. |
| <b>vv5</b> lysosomi                | -0,2 p. |
| <b>vv6</b> eksosytoosirakkula      | -0,2 p. |
| <b>vv7</b> mitokondrio             | -0,2 p. |

**#2#**

- |                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| <b>vv1</b> sileä solulimakalvosto  | -0,2 p. |
| <b>vv2</b> tuma                    | 0,5 p.  |
| <b>vv3</b> karkea solulimakalvosto | -0,2 p. |
| <b>vv4</b> Golgin laite            | -0,2 p. |
| <b>vv5</b> lysosomi                | -0,2 p. |
| <b>vv6</b> eksosytoosirakkula      | -0,2 p. |
| <b>vv7</b> mitokondrio             | -0,2 p. |

**#3#**

- |                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| <b>vv1</b> sileä solulimakalvosto  | -0,2 p. |
| <b>vv2</b> tuma                    | -0,2 p. |
| <b>vv3</b> karkea solulimakalvosto | -0,2 p. |
| <b>vv4</b> Golgin laite            | 0,5 p.  |
| <b>vv5</b> lysosomi                | -0,2 p. |
| <b>vv6</b> eksosytoosirakkula      | -0,2 p. |
| <b>vv7</b> mitokondrio             | -0,2 p. |

**#4#**

vv1 sileä solulimakalvosto	-0,2 p.
vv2 tuma	-0,2 p.
vv3 karkea solulimakalvosto	0,5 p.
vv4 Golgin laite	-0,2 p.
vv5 lysosomi	-0,2 p.
vv6 eksosytoosirakkula	-0,2 p.
vv7 mitokondrio	-0,2 p.

**#5#**

vv1 sileä solulimakalvosto	-0,2 p.
vv2 tuma	-0,2 p.
vv3 karkea solulimakalvosto	0,5 p.
vv4 Golgin laite	-0,2 p.
vv5 lysosomi	-0,2 p.
vv6 eksosytoosirakkula	-0,2 p.
vv7 mitokondrio	-0,2 p.

**#6#**

vv1 sileä solulimakalvosto	-0,2 p.
vv2 tuma	-0,2 p.
vv3 karkea solulimakalvosto	-0,2 p.
vv4 Golgin laite	-0,2 p.
vv5 lysosomi	-0,2 p.
vv6 eksosytoosirakkula	0,5 p.
vv7 mitokondrio	-0,2 p.

**#7#**

vv1 sileä solulimakalvosto	-0,2 p.
vv2 tuma	0,5 p.
vv3 karkea solulimakalvosto	-0,2 p.
vv4 Golgin laite	-0,2 p.
vv5 lysosomi	-0,2 p.
vv6 eksosytoosirakkula	-0,2 p.
vv7 mitokondrio	-0,2 p.

d) Missä järjestyksessä c)-kohdassa esitettyjen LH:n synteessin ja erityksen vaiheet **1–7** tapahtuvat? (1 p.)

Valitse parhaiten soveltuva vaihtoehto.

(Oikea valinta = 1 p.; väärä valinta = -0,5 p.; ei valintaa = 0 p.)

[Vastausvaihtoehdot on sekoitettu.]

vv1 2, 7, 4, 1, 5, 3, 6	1 p.
vv2 7, 2, 1, 4, 5, 3, 6	-0,5 p.
vv3 2, 4, 7, 1, 3, 5, 6	-0,5 p.
vv4 4, 2, 1, 3, 5, 6, 7	-0,5 p.
vv5 7, 2, 4, 1, 3, 6, 5	-0,5 p.
vv6 4, 2, 1, 7, 3, 5, 6	-0,5 p.

e) Täydennä oheinen teksti. (3,5 p.)

Valitse kustakin alusvetovalikosta parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

(Oikea valinta = 0,5 p.; väärä valinta = -0,2 p.; ei valintaa = 0 p.)

LH on #1# hormoni. Se kuljetetaan veressä #2#. Kohdesoluissa LH sitoutuu reseptoreihinsa, jotka sijaitsevat #3#. LH:n kohdekudoksissa reseptorit sijaitsevat naisella #4#, ja miehellä #5#. Naisella LH säätelee #6#, ja miehellä se säätelee #7#.

[Vastausvaihtoehdot alusvetovalikoihin #1#–#7#. Vastausvaihtoehdot on sekoitettu. Kussakin alusvetovalikossa on lisäksi vaihtoehto ”Jätän vastaamatta kysymykseen”.]

**#1#**

- vv1 vesiliukoinen 0,5 p.
- vv2 rasvaliukoinen -0,2 p.

**#2#**

- vv1 vapaana 0,5 p.
- vv2 kuljettajaproteiiniin sitoutuneena -0,2 p.

**#3#**

- vv1 solukalvolla 0,5 p.
- vv2 solulimassa -0,2 p.
- vv3 tumassa -0,2 p.
- vv4 solulimakalvostolla -0,2 p.

**#4#**

- vv1 kypsän munarakkulan soluissa 0,5 p.
- vv2 kohdun limakalvon soluissa -0,2 p.
- vv3 munajohtimen seinämän soluissa -0,2 p.
- vv4 kehittyvissä munasoluissa -0,2 p.

**#5#**

- vv1 kiveksen välikudoksen soluissa 0,5 p.
- vv2 kiveksen siementiehyiden tukisoluissa -0,2 p.
- vv3 rakkularauhasen soluissa -0,2 p.
- vv4 kehittyvissä siittiösoluissa -0,2 p.

**#6#**

- vv1 munarakkulan puhkeamista 0,5 p.
- vv2 munasolun kasvua ja kehitystä -0,2 p.
- vv3 estrogeenin eritystä -0,2 p.
- vv4 kohdun limakalvon paksuutta -0,2 p.

**#7#**

- vv1 testosteronin eritystä 0,5 p.
- vv2 siittiösolujen kasvua ja kehitystä -0,2 p.
- vv3 siittiösolujen kantasolujen jakautumista -0,2 p.
- vv4 siemennesteen koostumusta -0,2 p.

## A6. Perhesuunnittelu (6 p.)

*Tehtävän A6 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 6 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.*

[\[linkki: Liite 1. Kaavaliite\]](#)

Raskauksia voidaan ehkäistä muun muassa sterilisaatiolla. Näitä kirurgisia toimenpiteitä, joiden tarkoituksena on lisääntymisen estäminen, voidaan tehdä sekä naiselle että miehelle.

Naisen sterilisaatiossa potilas nukutetaan ja napaan tehdään pieni viilto, jonka kautta tähystinputki (laparoskooppi) viedään sisään vatsaonteloon. Sen jälkeen vatsaonteloon viedään putken kautta instrumentti, jonka avulla munanjohtimiin asetetaan pienet hakaset.

Miehen sterilisaatioleikkaus ei vaadi nukutusta. Paikallispuudutuksessa kivespussiin tehdään pieni viilto ja viillon kautta etsitään siemenjohtimet, jotka katkaistaan.

a) Miksi raskaus estyy naisen sterilisaation jälkeen? (2 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 250 merkkiä

b) Miksi raskaus estyy miehen sterilisaation jälkeen? (2 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 250 merkkiä

c) Miten naisen kuukautisvuoto ja kuukautiskierto muuttuvat sterilisaation jälkeen? (2 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 250 merkkiä

## A7. Homeostaasi (10 p.)

Tehtävän A7 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 10 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

[\[linkki: Liite 1. Kaavaliite\]](#)

a) Miten määritellään elimistön homeostaasi? (1 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 200 merkkiä

b) Mikä aistinelin ja mikä umpirauhanen osallistuu biologisen vuorokausirytmien säätelyyn? Mitä kyseisessä umpirauhasessa tapahtuu eri vuorokaudenaikoina ja miten umpirauhasen toiminta vaikuttaa vireystilaan? (2 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 800 merkkiä

c) Millä tukikudokseen liittyvällä hormonaalisella mekanismilla elimistö nostaa liian alhaista veren kalsiumpitoisuutta? (1 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 300 merkkiä

d) Miten ja millä mekanismilla kalsitrioli vaikuttaa kalsiumtasapainoon? Missä elimessä kalsitriolia tuotetaan? (2 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 800 merkkiä

e) Mitä hormoneja lisämunuaisen ydin ja kuorikerros tuottavat elimistön stressitilassa? Miten nämä hormonit vaikuttavat veren glukoosipitoisuuteen? (2 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 500 merkkiä

f) Mitä tarkoittaa sensorinen adaptaatio? Mihin ärsykkeeseen tuntoaisti ei adaptoidu? (2 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 800 merkkiä



## A8. Vierasaineet ja immuunipuolustus (8 p.)

Tehtävän A8 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 8 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Ympäristössämme olevat mikromuovit ja pysyvät orgaaniset yhdisteet (POP-yhdisteet, *persistent organic pollutants*) ovat huolestuttava ympäristöongelma ja terveysriski. WHO on vuonna 2019 arvioinut, että saamme elimistöömme päivittäin 300–600 mikromuovihiukkasta. Muovi kulkeutuu ihmiseen erityisesti mikro- ja nanomuovin muodossa ruoan, juomaveden, hengitysilman ja ihon kautta. POP-yhdisteet ovat erittäin myrkyllisiä ja kaukokulkeutuvia orgaanisia yhdisteitä, jotka joutuvat ympäristöön ihmisen toiminnan seurauksena.

a) Miksi mikromuovien ja POP-yhdisteiden esiintyminen samanaikaisesti ympäristössä on terveyden kannalta ongelmallista? (1 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 200 merkkiä

b) Miksi POP-yhdisteet ovat erityisen haitallisia ravintoketjussa? (3 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 300 merkkiä

c) Niellyistä ja hengitetyistä mikromuoveista suurin osa poistuu ulosteen mukana imeytymättä elimistöön. Millä elimistön puolustusmekanismilla hengitysteihin joutunut mikromuovi päätyy ruoansulatuskanavaan? (2 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 300 merkkiä

d) Mikä elimistön solutyyppi pyrkii eliminoimaan keuhkokudokseen päätyvät muovipartikkelit ja millä mekanismilla? (2 p.)

Vastauksen enimmäispituus: 100 merkkiä

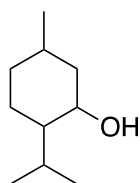
## B1. Yhdisteryhmät (7 p.)

Tehtävän B1 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 7 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

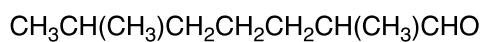
[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Oheisessa kuvassa on esitetty lääkeaineiden lähtöaineita, joissa on yksi tai useampi funktionaalinen ryhmä. Luettele kunkin yhdisteen 1–5 kaikki yhdisteryhmät (yhdisteluokat), joihin kukin yhdiste kuuluu sisältämiensä funktionaalisten ryhmien perusteella. Käytä tarvittaessa määritteitä primäärinen, sekundäärinen ja tertiäärinen.

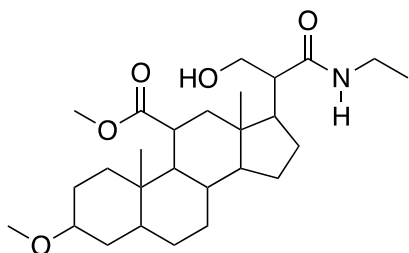
Vastauksen enimmäispituus: 1000 merkkiä



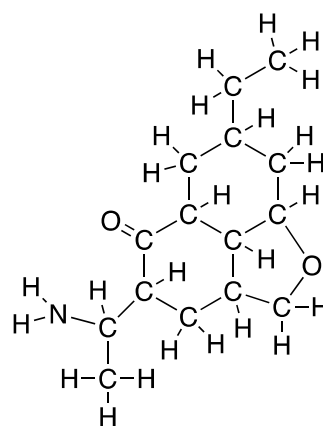
1



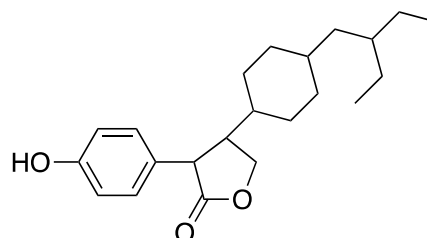
2



3



4



5

## B2. Flavonoidien biosynteesi (7 p.)

Valitse jokaisesta alusvetovalikosta parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

Tehtävän B2 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 7 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

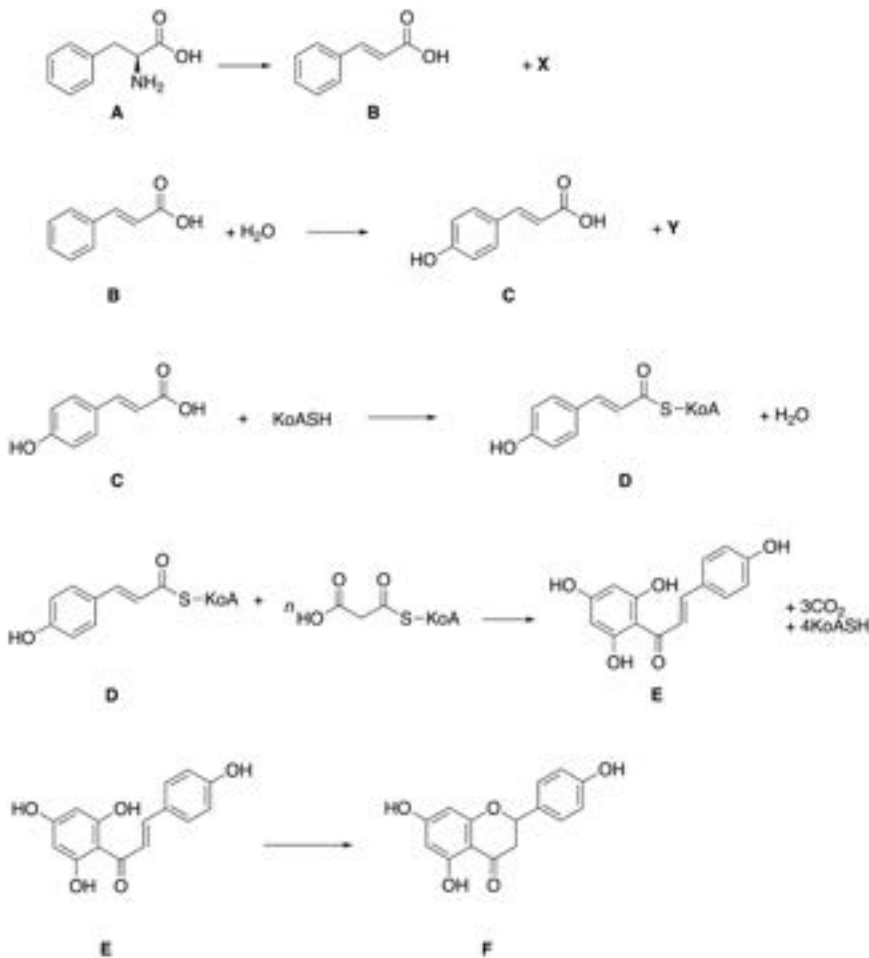
Oikea valinta = 1 p.

Väärä valinta = -0,2 p.

Ei valintaa = 0 p.

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Flavonoidien, kuten appelsiineissa esiintyvän naringeniinin (**F**), biosynteesireitti lähtee oheisen kuvan mukaisesti fenyylialaniinista (**A**). Siitä muodostuu entsyymin katalysoimassa **#1#** kanelihappoa (**B**). Reaktion toinen tuote on **#2#** (**X**). Seuraavan **#3#** tuotteet ovat *p*-kumaarihappo (**C**) ja **#4#** (**Y**), joka sitoutuu reaktiossa koentsyymiin. Tämän jälkeen *p*-kumaarihappoon (**C**) liitetään entsyymin katalysoimassa **#5#** koentsyymi-A (KoASH). Muodostunut yhdiste (**D**) reagoi malonyylikoentsyymi-A:n kanssa, jolloin syntyy naringeniinikalkonia (**E**), hiilidioksidia ja koentsyymi-A:ta. Reaktiossa malonyylikoentsyymi-A:n stoikiometrinen kerroin *n* on **#6#**. Viimeisessä vaiheessa naringeniinikalkoni (**E**) syklisoituu **#7#** naringeniiniksi (**F**).



**Vastausvaihtoehdot alasetoalikoisiin #1#–#7#:**

[Alasetoalikoissa vastausvaihtoehdot (vv) on sekoitettu alakohtaa #6# lukuun ottamatta. Kussakin alasetoalikoissa on lisäksi vaihtoehto ”Jätän vastaamatta kysymyksen”.]

**#1#**

vv1 additioreaktiossa	–0,2 p.
vv2 eliminaatioreaktiossa	1 p.
vv3 kondensaatioreaktiossa	–0,2 p.
vv4 substituutioreaktiossa	–0,2 p.
vv5 hapettumis-pelkistymisreaktiossa	–0,2 p.
vv6 hydrolyysireaktiossa	–0,2 p.
vv7 protoninsiirto- eli protolyysireaktiossa	–0,2 p.

**#2#**

vv1 vety	–0,2 p.
vv2 vesi	–0,2 p.
vv3 oksoniumioni	–0,2 p.
vv4 protoni	–0,2 p.
vv5 hydroksidi-ioni	–0,2 p.
vv6 kloridi-ioni	–0,2 p.
vv7 ammoniumhydroksidi	–0,2 p.
vv8 ammoniakki	1 p.
vv9 ammoniumkloridi	–0,2 p.

**#3#**

vv1 additioreaktion	–0,2 p.
vv2 eliminaatioreaktion	–0,2 p.
vv3 kondensaatioreaktion	–0,2 p.
vv4 substituutioreaktion	1 p.
vv5 palamisreaktion	–0,2 p.
vv6 hydrolyysireaktion	–0,2 p.
vv7 protoninsiirto- eli protolyysireaktion	–0,2 p.

**#4#**

vv1 vety	1 p.
vv2 vesi	–0,2 p.
vv3 oksoniumioni	–0,2 p.
vv4 protoni	–0,2 p.
vv5 hydroksidi-ioni	–0,2 p.
vv6 kloridi-ioni	–0,2 p.
vv7 ammoniumhydroksidi	–0,2 p.
vv8 ammoniakki	–0,2 p.
vv9 ammoniumkloridi	–0,2 p.

**#5#**

vv1	additioreaktiossa	-0,2 p.
vv2	eliminaatioreaktiossa	-0,2 p.
vv3	kondensaatioreaktiossa	1 p.
vv4	neutraloitumisreaktiossa	-0,2 p.
vv5	hapettumis-pelkistymisreaktiossa	-0,2 p.
vv6	hydrolyysireaktiossa	-0,2 p.
vv7	protoninsiirto- eli protolyysireaktiossa	-0,2 p.

**#6#**

vv1	1	-0,2 p.
vv2	2	-0,2 p.
vv3	3	1 p.
vv4	4	-0,2 p.
vv5	5	-0,2 p.
vv6	6	-0,2 p.
vv7	7	-0,2 p.
vv8	8	-0,2 p.
vv9	9	-0,2 p.
vv10	10	-0,2 p.

**#7#**

vv1	additioreaktiossa	1 p.
vv2	eliminaatioreaktiossa	-0,2 p.
vv3	kondensaatioreaktiossa	-0,2 p.
vv4	substituutioreaktiossa	-0,2 p.
vv5	hapettumis-pelkistymisreaktiossa	-0,2 p.
vv6	hydrolyysireaktiossa	-0,2 p.
vv7	protoninsiirto- eli protolyysireaktiossa	-0,2 p.

### B3. Struviitti (11 p.)

*Tehtävän B3 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 11 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.*

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Ihmisen virtsa koostuu pääasiassa vedestä (95 %). Loppuosa on ureaa, kreatiniinia, virtsahappoa sekä muun muassa kloridi-, natrium-, kalium-, ammonium- ja fosfaatti-ioneja.

Struviitti ( $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) on fosfaattimineraali, jota käytetään lannoitteena. Struviittia voidaan saostaa virtsasta magnesiumionien avulla. Tällöin saadaan hyödynnettyä virtsassa olevia aineita sekä säästettyä uusiutumattomia fosfaattimineraaleja.

Laboratoriossa tutkittava vuorokausivirtsanäyte sisälsi 1501 mg/l fosfaatti-ioneja ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) ja 297 mg/l ammoniumioneja ( $\text{NH}_4^+$ ). Kahden litran ( $2,00 \text{ dm}^3$ ) virtsanäytteeseen lisättiin 2,9011 g magnesiumkloridia ( $\text{MgCl}_2$ ), jolloin virtsasta saostui struviittia. Saostusreaktion saantoprosentti oli 71,5 %. Magnesiumionit olivat reaktion rajoittava tekijä.

$M(\text{PO}_4^{3-}) = 94,97 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{NH}_4^+) = 18,042 \text{ g/mol}$  ja  $M(\text{MgCl}_2) = 95,21 \text{ g/mol}$ .

a) Kirjoita struviitin muodostumisen tasapainotettu reaktioyhtälö olomuotomerkintöineen. (2 p.)

b) Kuinka monta milligrammaa ammoniumioneja ja kuinka monta milligrammaa fosfaatti-ioneja virtsanäytteessä oli saostusreaktion jälkeen? Oletetaan, että saostumattomat ammonium- ja fosfaatti-ionit jäävät virtsanäytteeseen. (9 p.)

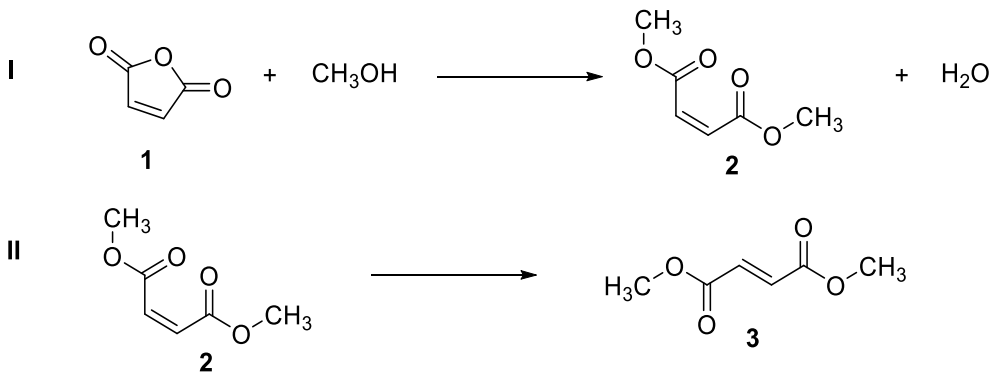
## B4. MS-taudin hoidossa käytetyn dimetyylifumaraatin synteesi (17 p.)

Tehtävän B4 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 17 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

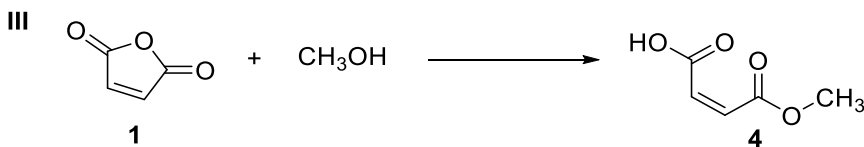
[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Dimetyylifumaraatti (**3**) on MS-taudin (multipeliskleroosi) hoidossa käytetty lääkeaine, jota voidaan valmistaa kaksivaiheisella synteisillä maleiiniinhydridistä (**1**). Ensimmäisessä vaiheessa (reaktio I) maleiiniinhydridi (**1**) reagoi metanolin kanssa happamissa olosuhteissa muodostaen dimetyylimaleaattia (**2**). Toisessa synteisivaiheessa (reaktio II) dimetyylimaleaatista (**2**) muodostuu dimetyylifumaraattia (**3**) katalyytin avulla. Ensimmäisessä vaiheessa muodostuu myös yhdistettä **4** (reaktio III).

Dimetyylifumaraatin kaksivaiheinen synteisi:



Yhdisteen **4** muodostumisen reaktioyhtälö:



$M(\mathbf{1}) = 98,06 \text{ g/mol}$ ,  $M(\mathbf{2}) = 144,13 \text{ g/mol}$ ,  $M(\mathbf{4}) = 130,10 \text{ g/mol}$

a) Tasapainota reaktiot I ja III. (4 p.)

Valitse kustakin alavetovalikosta parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

(Oikea valinta = 1 p., väärä valinta -0,2 p., ei valintaa = 0 p.)

Reaktio I: Metanolin ja yhdisteen **1** stoikiometrinen kertoimien suhde on **#1#**. Yhdisteen **2** ja yhdisteen **1** stoikiometrinen kertoimien suhde on **#2#**.

Reaktio III: Metanolin ja yhdisteen **1** stoikiometrinen kertoimien suhde on **#3#**. Yhdisteen **4** ja yhdisteen **1** stoikiometrinen kertoimien suhde on **#4#**.

[Vastausvaihtoehdot alasetoalikoisiin **#1#–#4#**. Vastausvaihtoehdot ei ole sekoitettu. Kussakin alasetoalikossa on lisäksi vaihtoehto ”Jätän vastaamatta kysymykseen”.]

**#1#**

vv1: 1	−0,2 p.
vv2: 1,5	−0,2 p.
vv3: 2	1 p.
vv4: 2,5	−0,2 p.
vv5: 3	−0,2 p.
vv6: 3,5	−0,2 p.
vv7: 4	−0,2 p.
vv8: 4,5	−0,2 p.
vv9: 5	−0,2 p.

**#2#**

vv1: 1	1 p.
vv2: 1,5	−0,2 p.
vv3: 2	−0,2 p.
vv4: 2,5	−0,2 p.
vv5: 3	−0,2 p.
vv6: 3,5	−0,2 p.
vv7: 4	−0,2 p.
vv8: 4,5	−0,2 p.
vv9: 5	−0,2 p.

**#3#**

vv1: 1	1 p.
vv2: 1,5	−0,2 p.
vv3: 2	−0,2 p.
vv4: 2,5	−0,2 p.
vv5: 3	−0,2 p.
vv6: 3,5	−0,2 p.
vv7: 4	−0,2 p.
vv8: 4,5	−0,2 p.
vv9: 5	−0,2 p.

**#4#**

vv1: 1	1 p.
vv2: 1,5	−0,2 p.
vv3: 2	−0,2 p.
vv4: 2,5	−0,2 p.
vv5: 3	−0,2 p.
vv6: 3,5	−0,2 p.
vv7: 4	−0,2 p.
vv8: 4,5	−0,2 p.
vv9: 5	−0,2 p.



b) Tutkija syntetisoi dimetyylimaleaattia (**2**) 1,000 grammasta maleiininhydriidiä (**1**). Synteesin tuloksena saatiin eristettyä 1,450 grammaa seosta, joka sisälsi vain dimetyylimaleaattia (**2**) ja yhdistettä **4**. Kuinka monta grammaa seoksessa oli dimetyylimaleaattia (**2**)? Oletetaan, että kaikki lähtöaine **1** reagoi joko yhdisteeksi **2** tai **4**, ja että yhdisteiden seos eristettiin ilman hävikkiä. (9 p.)

c) Kuinka monta piikkiä havaitaan yhdisteiden **1–3** <sup>1</sup>H-NMR-spektreissä? (3 p.)

Valitse kustakin alasetoalokosta parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

(Oikea valinta = 1 p., väärä valinta –0,2 p., ei valintaa = 0 p.)

Yhdiste **1**: #1#

Yhdiste **2**: #2#

Yhdiste **3**: #3#

[Vastausvaihtoehdot alasetoalokoihin #1#–#3#. Vastausvaihtoehtoja ei ole sekoitettu. Kussakin alasetoalokossa on lisäksi vaihtoehto ”Jätän vastaamatta kysymykseen”.]

**#1#**

- vv1: 1 piikki 1 p.
- vv2: 2 piikkiä –0,2 p.
- vv3: 3 piikkiä –0,2 p.
- vv4: 4 piikkiä –0,2 p.
- vv5: 5 piikkiä –0,2 p.
- vv6: 6 piikkiä –0,2 p.
- vv7: 7 piikkiä –0,2 p.
- vv8: 8 piikkiä –0,2 p.
- vv9: 9 piikkiä –0,2 p.

**#2#**

- vv1: 1 piikki –0,2 p.
- vv2: 2 piikkiä 1 p.
- vv3: 3 piikkiä –0,2 p.
- vv4: 4 piikkiä –0,2 p.
- vv5: 5 piikkiä –0,2 p.
- vv6: 6 piikkiä –0,2 p.
- vv7: 7 piikkiä –0,2 p.
- vv8: 8 piikkiä –0,2 p.
- vv9: 9 piikkiä –0,2 p.

**#3#**

- vv1: 1 piikki –0,2 p.
- vv2: 2 piikkiä 1 p.
- vv3: 3 piikkiä –0,2 p.
- vv4: 4 piikkiä –0,2 p.
- vv5: 5 piikkiä –0,2 p.
- vv6: 6 piikkiä –0,2 p.
- vv7: 7 piikkiä –0,2 p.
- vv8: 8 piikkiä –0,2 p.
- vv9: 9 piikkiä –0,2 p.

d) Mitä isomeerejä yhdisteet **2** ja **3** ovat keskenään? (1 p.)  
Valitse alavetovalikosta parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.  
(Oikea valinta = 1 p., väärä valinta -0,2 p., ei valintaa = 0 p.)

**#1#**

Vastausvaihtoehdot alavetovalikkoon (vastausvaihtoehdot on sekoitettu):

**#1#**

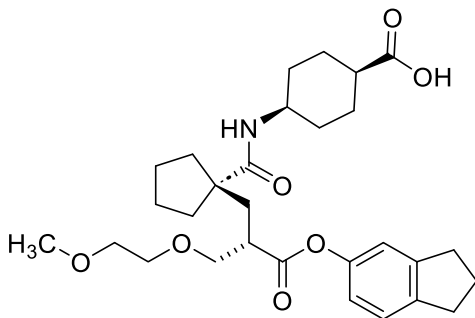
- |                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| vv1: funktioisomeerejä            | -0,2 p. |
| vv2: runkoisomeerejä              | -0,2 p. |
| vv3: paikkaisomeerejä             | -0,2 p. |
| vv4: <i>cis-trans</i> -isomeerejä | 1 p.    |
| vv5: enantiomeerejä               | -0,2 p. |
| vv6: konformaatioisomeerejä       | -0,2 p. |

## B5. Lääkeaineen imeytyminen (7 p.)

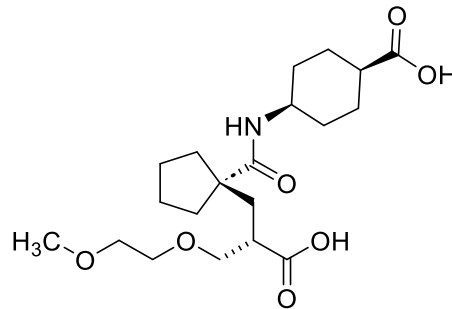
Tehtävän B5 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 7 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Sandoksatriili on lääkeaine, joka kehitettiin kohonneen verenpaineen hoitoon. Sen tehokkuus ei kuitenkaan ollut riittävä, ja siksi sitä ei lopulta tuotu markkinoille. Sandoksatriili hydrolysoituu elimistössä sandoksatriilaatiksi, joka on lääkeaineen vaikuttava muoto. Myös sandoksatriilaattia testattiin lääkeaineena. Se oli kuitenkin annosteltava potilaalle suonensisäisesti, koska suun kautta annettuna sitä ei imeytynyt riittävästi ohutsuolesta verenkiertoon. Sandoksatriili puolestaan imeytyi, joten sen pystyi antamaan suun kautta. Sandoksatriili imeytyy passiivisesti ohutsuolen nukkalisäkkeiden solujen solukalvon läpi.



sandoksatriili /  
sandoxatril



sandoksatriilaatti /  
sandoxatrilat

Miksi sandoksatriilaatti ei imeydy ohutsuolesta verenkiertoon, mutta sandoksatriili imeytyy?  
Perustele vastauksesi yhdisteiden rakenteiden avulla.

Vastauksen enimmäispituus: 1000 merkkiä

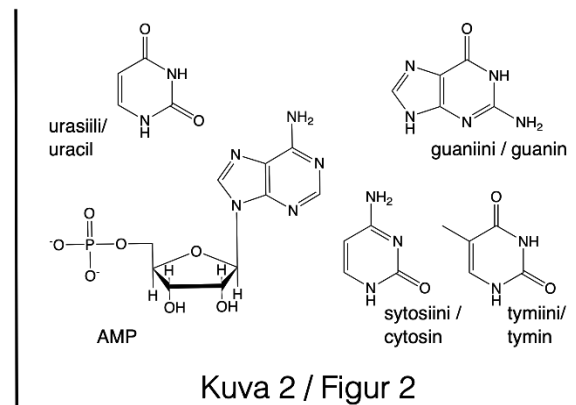
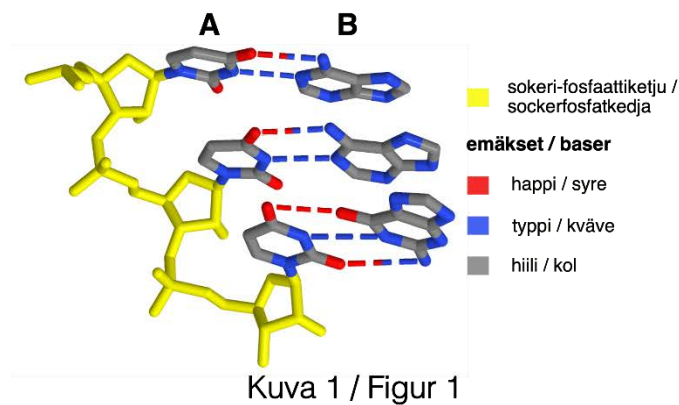
## B6. Pariutumissääntöjen rikkominen (9 p.)

Tehtävän B6 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 9 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Polypeptidin aminohappojärjestys määräytyy sitä koodaavan nukleiinihapon nukleotidien järjestyksen perusteella. Nukleotidi- eli emäsjärjestys muodostaa kodoneista koostuvan geneettisen koodin. Kodonissa on kolme peräkkäistä nukleotidia, ja kodoneita on 64 erilaista.

Geneettinen koodi puretaan translaatiossa aminohappojärjestykseksi. Koodin purkamisen keskiössä on noin 40 erilaista siirtäjä-RNA-molekyyliä, joista kukin tunnistaa yhden tai useamman lähetti-RNA:n kodonin ja vie kodonia vastaavan aminohapon kasvavan polypeptidiketjun päähän. Eräiden kodonien tunnistaminen perustuu siihen, että kodonin kolmas emäs voi pariutua komplementaarisuussääntöjen vastaisesti vaihtoehtoisten vastinemästen kanssa. Tällainen epätyypillinen pariutuminen on hyödyksi translaatiossa, mutta nukleiinihapposynteesissä se vaarantaisi geneettisen koodin säilymisen muuttumattomana.



Kuva 1 havainnollistaa kodonin ja sen antikodonin muodostamaa kolmiulotteista rakennetta elävässä solussa. Kuvassa näkyvät vastakkaisiin suuntiin kulkevat (antiparalleeliset) nukleiinihappujuosteet A ja B. Juosteen A sokeri-fosfaattiketju on maalattu keltaiseksi, ja juosteen B sokeri-fosfaattiketjua ei selvyden vuoksi näytetä. Vastinemästen väliset vetysidokset on merkitty katkoviivoin. Vetyatomeja ja kaksoissidoksia ei ole merkitty näkyviin. Neljän nukleiinihappoissa esiintyvän emäksen ja adenosini-5'-monofosfaatin (AMP) rakennekaavat on esitetty kuvassa 2.

Vastaa johdantotekstin sekä kuvien 1 ja 2 perusteella kysymyksiin a)–f) valitsemalla kustakin alasvetovalikosta parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

(Oikea valinta = 1,5 p.; väärä valinta –0,75 p.; ei valintaa = 0 p.)

[Alasvetovalikoissa vastausvaihtoehtoja (vv) ei ole sekoitettu. Kussakin alasvetovalikossa on lisäksi vaihtoehto ”Jätän vastaamatta kysymyksen”.]

a) Mikä yhdiste muodostaa juosteen A? **#1#**

- vv1: RNA 1,5 p.
- vv2: DNA –0,75 p.
- vv3: Vastausta ei voida päätellä. –0,75 p.

b) Mikä yhdiste muodostaa juosteen B? **#2#**

- vv1: RNA 1,5 p.  
 vv2: DNA -0,75 p.  
 vv3: Vastausta ei voida päätellä. -0,75 p.

c) Missä sijaitsee juosteen A 5'-pää? **#3#**

- vv1: kuvan yläreunassa 1,5 p.  
 vv2: kuvan alareunassa -0,75 p.  
 vv3: Sijaintia ei voida päätellä. -0,75 p.

d) Missä sijaitsee juosteen B 5'-pää? **#4#**

- vv1: kuvan yläreunassa -0,75 p.  
 vv2: kuvan alareunassa 1,5 p.  
 vv3: Sijaintia ei voida päätellä. -0,75 p.

e) Kumpi juosteista sisältää kodonin? **#5#**

- vv1: A 1,5 p.  
 vv2: B -0,75 p.  
 vv3: Vastausta ei voida päätellä. -0,75 p.

f) Mitä aminohappoa kuvan 1 nukleiinihappo koodaa? **#6#**

- vv1: alaniinia -0,75 p.  
 vv2: arginiinia -0,75 p.  
 vv3: asparagiinia -0,75 p.  
 vv4: asparagiinihappoa -0,75 p.  
 vv5: fenyyialaniinia 1,5 p.  
 vv6: glutamiinia -0,75 p.  
 vv7: glutamiinihappoa -0,75 p.  
 vv8: glysiiniä -0,75 p.  
 vv9: histidiiniä -0,75 p.  
 vv10: isoleusiinia -0,75 p.  
 vv11: kysteiiniä -0,75 p.  
 vv12: leusiinia -0,75 p.  
 vv13: lyysiiniä -0,75 p.  
 vv14: metioniinia -0,75 p.  
 vv15: proliinia -0,75 p.  
 vv16: seriiniä -0,75 p.  
 vv17: treoniinia -0,75 p.  
 vv18: tryptofaania -0,75 p.  
 vv19: tyrosiinia -0,75 p.  
 vv20: valiinia -0,75 p.  
 vv21: Vastausta ei voida päätellä. -0,75 p.

## B7. Diabetesta sairastavan henkilön verensokeri (10 p.)

*Tehtävän B7 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 10 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.*

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Henkilö hakeutui vastaanotolle väsymyksen ja tiheän virtsaamistarpeen takia. Mittauksessa potilaan veriplasman glukoosipitoisuudeksi saatiin 8,4 mmol/l (terveen henkilön viitearvo: 4,0–6,0 mmol/l).

Seuraavan tunnin aikana alkuvirtsaa suodattui potilaan munuaisissa 115 ml/min ja virtsarakkoon kertyi 0,052 litraa virtsaa, jonka glukoosipitoisuus oli 6,2 mmol/l (terveen henkilön viitearvo: <0,6 mmol/l). Oletetaan, että potilaan veriplasman glukoosipitoisuus pysyi arvossa 8,4 mmol/l ja muutkin tekijät pysyivät muuttumattomina.

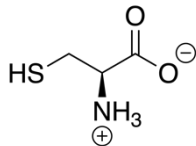
Laske munuaisissa tunnin aikana verenkiertoon takaisinimeytyneen glukoosin massa (g).  
 $M(\text{glukoosi}) = 180,156 \text{ g/mol}$

## B8. Kystiinipitoisuuden määrittäminen (12 p.)

Tehtävän B8 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 12 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Kystiini on luonnon aminohapon kysteiinin hapetustuote. Esimerkiksi ilman happi hapettaa kysteiinin tioliryhmän (–SH) niin, että kahden kysteiinimolekyylin välille muodostuu rikkisilta (–S–S–).



Cys

Kjeldahlin menetelmällä analysoitiin näyte, jonka tyyppi oli peräisin vain kystiinistä. Näytteen tilavuus oli 10,0 ml. Näytteestä haihdutettiin liuotin. Haihdutusjäännökseen lisättiin väkevää rikkihappoa (5,00 ml) sekä katalyyteiksi seleeniä (25,0 mg) ja kuparisulfaattia (25,0 mg). Tällöin kystiini hajosi niin, että kaikki siinä oleva tyyppi reagoi ammoniumsulfaatiksi ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Ammoniumsulfaattia sisältävä liuos siirrettiin kvantitatiivisesti vesihöyrytisluslaitteistoon, ja liuos tehtiin emäksiseksi 40-prosenttisella natriumhydroksidiliuoksella (25,0 ml). Liuoksessa muodostunut ammoniakki tislattiin vesihöyryn mukana titrausastiaan, jossa oli tarkasti tunnettu määrä ( $V = 25,0 \text{ ml}$ ;  $c = 0,0400 \text{ mol/dm}^3$ ) vetykloridin vesiliuosta. Kun kaikki ammoniakki oli siirtynyt astiaan (n. 1 h), syntynyt liuos titrattiin natriumhydroksidiliuoksella ( $c = 0,01750 \text{ mol/dm}^3$ ). Titrauksessa käytettiin indikaattorina fenoliftaleiinia. Titrauskulutus oli 12,7 ml.

Kuinka suuri oli näytteen kystiinikonsentraatio? Kuinka monta milligrammaa pH-arvoltaan neutraali vesinäyte sisälsi kystiiniä?

## KAAVALIITE / FORMELBILAGA 2024

## Vakioita / Konstanter

$$N_A = 6,022\,140\,76 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$$

$$G = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

$$e = 1,602\,176\,634 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$F = 96\,485 \text{ C/mol}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$h = 6,626\,070\,15 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$h = 4,135\,7 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$$

$$\sigma = 5,670 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$\mu_0 \approx 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs}/(\text{Am}) \approx 1,257 \cdot 10^{-6} \text{ Vs}/(\text{Am})$$

$$c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$$

$$c_a = 343 \text{ m/s}$$

$$R_H = 1,096\,8 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$c(\text{H}_2\text{O}) = 4,19 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

$$K_w = 1,008 \cdot 10^{-14} \text{ (mol/l)}^2$$

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

$$R = 8,314\,46 \text{ (Pa} \cdot \text{m}^3) / (\text{mol} \cdot \text{K})$$

$$= 0,083\,1446 \text{ (bar} \cdot \text{dm}^3) / (\text{mol} \cdot \text{K})$$

$$e \approx 2,718\,28$$

$$\pi \approx 3,1416$$

$$\text{protoni/proton: } m_p = 1,672\,621\,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{neutroni/neutron: } m_n = 1,674\,927\,3 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{elektroni/elektron: } m_e = 9,109\,382\,2 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$u = 931,49 \text{ MeV}/c^2$$

$$= 1,660\,538\,9 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_p = 1,007\,276\,5 \text{ u}$$

$$m_n = 1,008\,665\,0 \text{ u}$$

$$m_e = 5,485\,799\,1 \cdot 10^{-4} \text{ u}$$

## Kaavoja ja muuntokertoimia / Formler och omvandlingsfaktorer

$$0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$$

$$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ eV} \approx 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$$

$$360^\circ = 2\pi \text{ rad}$$

$$\ln 2 \approx 0,693$$

$$A = 4\pi r^2; V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$\cos x = \sin(90^\circ - x), 0 \leq x \leq 90^\circ$$

$$ax^2 + bx + c = 0 \Rightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\cos^2 x + \sin^2 x = 1$$

## Kemia / Kemi

$$It = nzF$$

$$pV = nRT$$

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \lg \frac{[A^-]}{[HA]}$$

## Fysiikka / Fysik

$$v = v_0 + at$$

$$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$v = \omega r$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}; f_n = \frac{n}{t} = \frac{1}{T}$$

$$\omega = \omega_0 + at$$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0t + \frac{1}{2}\alpha t^2$$

$$a = \frac{v^2}{r}$$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}, E_p = -\frac{G m_1 m_2}{r}$$

$$F = -kx; \frac{F}{A} = E \frac{\Delta l}{l}$$



$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$E_{\text{pot}} = \frac{1}{2}kx^2$$

$$\bar{p} = m\bar{v}$$

$$\Delta\bar{p} = \bar{I} = \bar{F}\Delta t$$

$$W = \bar{F} \cdot \bar{s}$$

$$F_{\mu} = \mu N$$

$$l = l_0(1 + \alpha\Delta T); V = V_0(1 + \gamma\Delta T)$$

$$\eta = \frac{W_0}{W_i} = \frac{\frac{W_0}{t}}{\frac{W_i}{t}} = \frac{P_0}{P_i}$$

$$\Delta Q = cm\Delta T$$

$$Q = sm$$

$$Q = rm$$

$$\mu_{\text{max}} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$S = \sigma T^4$$

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$F = qE$$

$$V(x_0) = E_0/q$$

$$E_{\text{pot}} = qU$$

$$E = \frac{U}{d}$$

$$C = Q/U$$

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$E = \frac{1}{2}QU$$

$$U = RI, P = UI, R = \rho \frac{l}{A}$$

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}; E(\text{eV}) = 1240/\lambda(\text{nm})$$

$$P = W/t$$

$$E_p = mgh; E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\bar{M} = \bar{r} \times \bar{F}$$

$$p = \frac{F}{A} = \frac{Fs}{As} = \frac{W}{V}$$

$$p = \rho gh$$

$$f = f_0 \frac{v}{v \pm v_1}; f = f_0 \frac{v \pm v_h}{v}$$

$$I = \frac{P}{A}, \frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

$$L = 10 \lg\left(\frac{I}{I_0}\right) \text{ dB}$$

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{12}$$

$$L = I/A$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

$$\Delta Q = I \cdot \Delta t$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$\bar{F} = q(\bar{v} \times \bar{B}); F = qvB \sin \alpha$$

$$F_m = IlB \sin \alpha$$

$$e = lvB \sin \alpha$$

$$\Phi = AB \cos \alpha$$

$$e = NAB \omega \sin(\omega t)$$

$$e_k = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$M = NABI \sin \alpha$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \approx \frac{I_2}{I_1}$$

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

$$2d \sin \theta = n\lambda$$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

$$N = \frac{m}{M} N_A$$

$$E = \sum (w_T H_T)$$

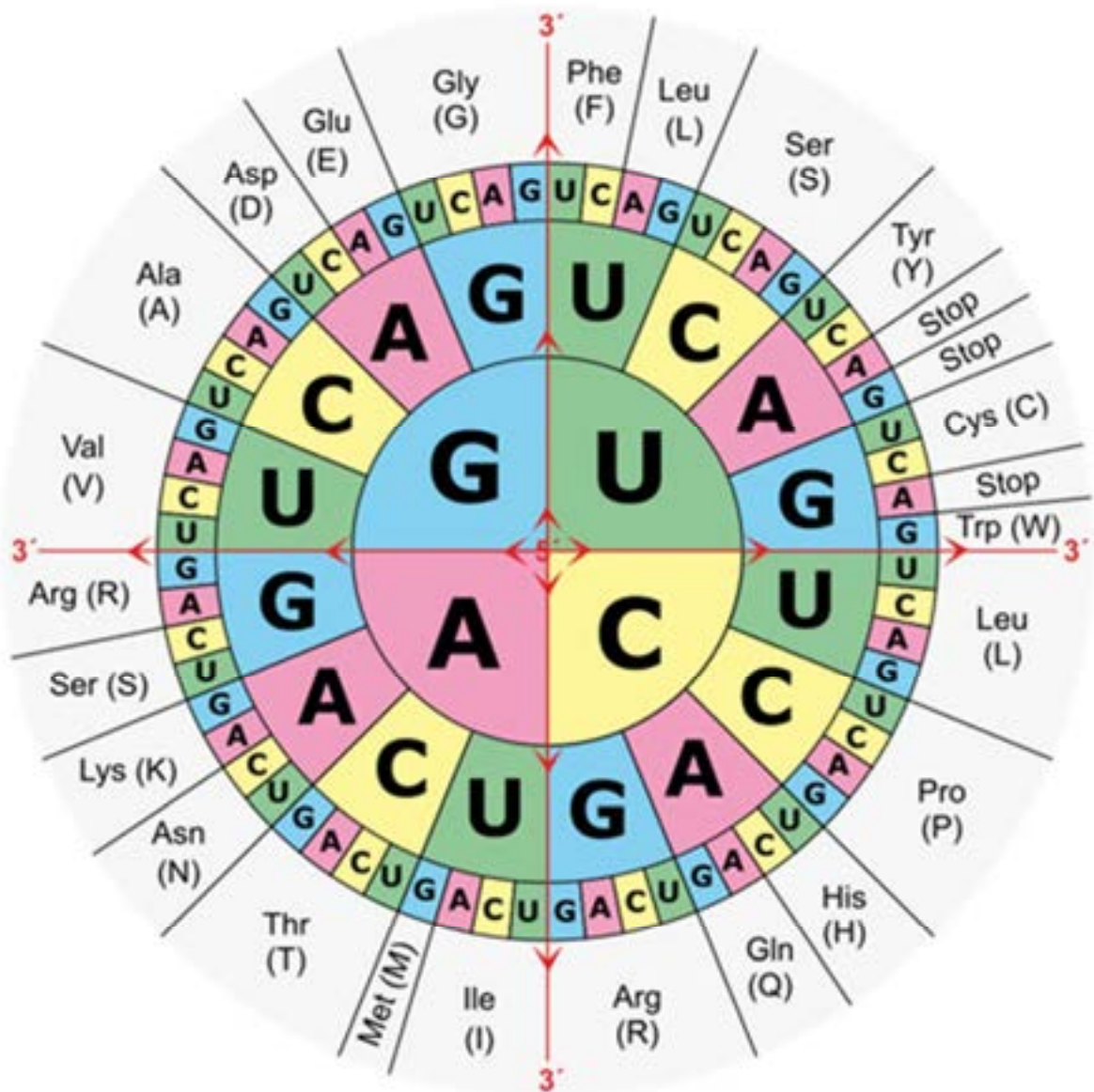
$$E = \frac{\phi}{A}$$

$$\Delta E_k = W = QU$$

$$A = \lambda N = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t}$$

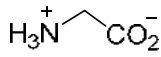
$$H_T = w_R D$$

**Lähettilä-RNA:n kodoneja vastaavat aminohapot  
Aminosyror som motsvarar kodon i budbärar-RNA**

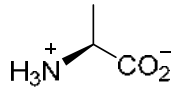


## Luonnon aminohapot / Aminosyrorna i naturen

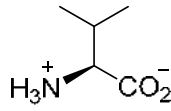
Aminohapot on esitetty siinä muodossa, jossa ne pääosin esiintyvät fysiologisessa pH-arvossa 7,4. Aminosyrorna presenteras i den form som mest förekommer vid det fysiologiska pH-värdet 7,4.



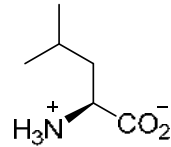
**glysiini /  
glycin**  
Gly, G



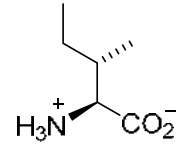
**alaniini /  
alanin**  
Ala, A



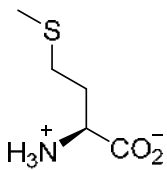
**valliini /  
valin**  
Val, V



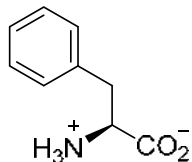
**leusiini /  
leucin**  
Leu, L



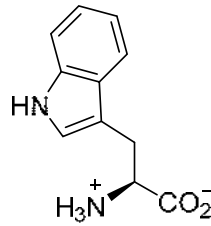
**isoleusiini /  
isoleucin**  
Ile, I



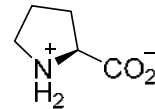
**metioniini /  
metionin**  
Met, M



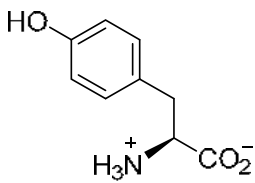
**fenyylialaniini /  
fenylalanin**  
Phe, F



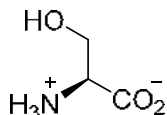
**tryptofaani /  
tryptofan**  
Trp, W



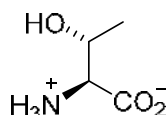
**proliini /  
prolin**  
Pro, P



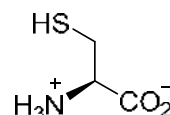
**tyrosiini /  
tyrosin**  
Tyr, Y



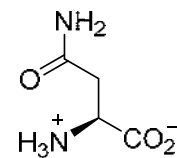
**seriini /  
serin**  
Ser, S



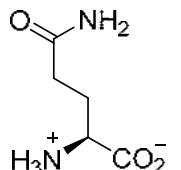
**treoniini /  
treonin**  
Thr, T



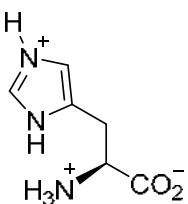
**kysteiini /  
cystein**  
Cys, C



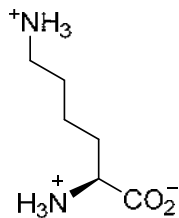
**asparagiini /  
asparagin**  
Asn, N



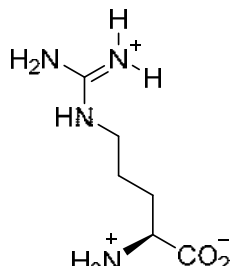
**glutamiini /  
glutamin**  
Gln, Q



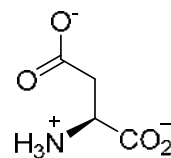
**histidiini /  
histidin**  
His, H



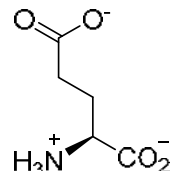
**lysiini /  
lysin**  
Lys, K



**arginiini /  
arginin**  
Arg, R



**asparagiinihappo /  
asparaginsyra**  
Asp, D



**glutamiinihappo /  
glutaminsyra**  
Glu, E

## Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä / Grundämnenas periodiska system

	1											13	14	15	16	17	18	
1	<b>1</b> <b>H</b> 1,008																	<b>2</b> <b>He</b> 4,003
2	<b>3</b> <b>Li</b> 6,941	<b>4</b> <b>Be</b> 9,012											<b>5</b> <b>B</b> 10,81	<b>6</b> <b>C</b> 12,01	<b>7</b> <b>N</b> 14,01	<b>8</b> <b>O</b> 16,00	<b>9</b> <b>F</b> 19,00	<b>10</b> <b>Ne</b> 20,18
3	<b>11</b> <b>Na</b> 22,99	<b>12</b> <b>Mg</b> 24,31											<b>13</b> <b>Al</b> 26,98	<b>14</b> <b>Si</b> 28,09	<b>15</b> <b>P</b> 30,97	<b>16</b> <b>S</b> 32,07	<b>17</b> <b>Cl</b> 35,45	<b>18</b> <b>Ar</b> 39,95
4	<b>19</b> <b>K</b> 39,10	<b>20</b> <b>Ca</b> 40,08	<b>21</b> <b>Sc</b> 44,96	<b>22</b> <b>Ti</b> 47,87	<b>23</b> <b>V</b> 50,94	<b>24</b> <b>Cr</b> 52,00	<b>25</b> <b>Mn</b> 54,94	<b>26</b> <b>Fe</b> 55,85	<b>27</b> <b>Co</b> 58,93	<b>28</b> <b>Ni</b> 58,69	<b>29</b> <b>Cu</b> 63,55	<b>30</b> <b>Zn</b> 65,38	<b>31</b> <b>Ga</b> 69,72	<b>32</b> <b>Ge</b> 72,63	<b>33</b> <b>As</b> 74,92	<b>34</b> <b>Se</b> 78,96	<b>35</b> <b>Br</b> 79,90	<b>36</b> <b>Kr</b> 83,80
5	<b>37</b> <b>Rb</b> 85,47	<b>38</b> <b>Sr</b> 87,62	<b>39</b> <b>Y</b> 88,91	<b>40</b> <b>Zr</b> 91,22	<b>41</b> <b>Nb</b> 92,91	<b>42</b> <b>Mo</b> 95,96	<b>43</b> <b>Tc</b> (98)	<b>44</b> <b>Ru</b> 101,07	<b>45</b> <b>Rh</b> 102,91	<b>46</b> <b>Pd</b> 106,42	<b>47</b> <b>Ag</b> 107,87	<b>48</b> <b>Cd</b> 112,41	<b>49</b> <b>In</b> 114,82	<b>50</b> <b>Sn</b> 118,71	<b>51</b> <b>Sb</b> 121,76	<b>52</b> <b>Te</b> 127,60	<b>53</b> <b>I</b> 126,90	<b>54</b> <b>Xe</b> 131,29
6	<b>55</b> <b>Cs</b> 132,91	<b>56</b> <b>Ba</b> 137,33	57 - 71	<b>72</b> <b>Hf</b> 178,49	<b>73</b> <b>Ta</b> 180,95	<b>74</b> <b>W</b> 183,84	<b>75</b> <b>Re</b> 186,21	<b>76</b> <b>Os</b> 190,23	<b>77</b> <b>Ir</b> 192,22	<b>78</b> <b>Pt</b> 195,08	<b>79</b> <b>Au</b> 196,97	<b>80</b> <b>Hg</b> 200,59	<b>81</b> <b>Tl</b> 204,38	<b>82</b> <b>Pb</b> 207,2	<b>83</b> <b>Bi</b> 208,98	<b>84</b> <b>Po</b> (209)	<b>85</b> <b>At</b> (210)	<b>86</b> <b>Rn</b> (222)
7	<b>87</b> <b>Fr</b> (223)	<b>88</b> <b>Ra</b> (226)	89 - 103	<b>104</b> <b>Rf</b> (261)	<b>105</b> <b>Db</b> (262)	<b>106</b> <b>Sg</b> (266)	<b>107</b> <b>Bh</b> (264)	<b>108</b> <b>Hs</b> (277)	<b>109</b> <b>Mt</b> (268)	<b>110</b> <b>Ds</b> (281)	<b>111</b> <b>Rg</b> (272)	<b>112</b> <b>Cn</b> (285)	<b>113</b> <b>Nh</b> (286)	<b>114</b> <b>Fl</b> (289)	<b>115</b> <b>Mc</b> (288)	<b>116</b> <b>Lv</b> (293)	<b>117</b> <b>Ts</b> (294)	<b>118</b> <b>Og</b> (294)

(57 - 71):	<b>57</b> <b>La</b> 138,91	<b>58</b> <b>Ce</b> 140,12	<b>59</b> <b>Pr</b> 140,91	<b>60</b> <b>Nd</b> 144,24	<b>61</b> <b>Pm</b> (145)	<b>62</b> <b>Sm</b> 150,36	<b>63</b> <b>Eu</b> 151,96	<b>64</b> <b>Gd</b> 157,25	<b>65</b> <b>Tb</b> 158,93	<b>66</b> <b>Dy</b> 162,50	<b>67</b> <b>Ho</b> 164,93	<b>68</b> <b>Er</b> 167,26	<b>69</b> <b>Tm</b> 168,93	<b>70</b> <b>Yb</b> 173,05	<b>71</b> <b>Lu</b> 174,97
(89 - 103):	<b>89</b> <b>Ac</b> (227)	<b>90</b> <b>Th</b> 232,04	<b>91</b> <b>Pa</b> 231,04	<b>92</b> <b>U</b> 238,03	<b>93</b> <b>Np</b> (237)	<b>94</b> <b>Pu</b> (244)	<b>95</b> <b>Am</b> (243)	<b>96</b> <b>Cm</b> (247)	<b>97</b> <b>Bk</b> (247)	<b>98</b> <b>Cf</b> (251)	<b>99</b> <b>Es</b> (252)	<b>100</b> <b>Fm</b> (257)	<b>101</b> <b>Md</b> (258)	<b>102</b> <b>No</b> (259)	<b>103</b> <b>Lr</b> (262)