[Aloitussivu]

Valitse kokeen suorituskieli
Et voi muuttaa kielivalintaa tämän jälkeen. Siirryt seuraavaksi odottamaan kokeen alkamista.

Välj på vilket språk du vill avlägga provet
Du kan inte ändra språkvalet efter detta. Du förflyttas till näst att vänta på att provet börjar.

- Suoritan kokeen suomeksi.
- Jag utför provet på svenska.

Aloitusohje

Tervetuloa lääketieteellisten alojen valintakokeeseen, Etunimi Sukunimi

Lue huolellisesti kaikki ohjeet läpi.

Kokeen kesto on 5 tuntia. Kokeesta saa poistua aikaisintaan puoli tuntia kokeen alkamisen jälkeen. Koe koostuu kolmesta osasta, biologiasta, kemiasta ja fysiikasta, 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 avautuvat erilliset aineistotiedostot. Aineistotiedostot ovat pdf-tiedostoja, jotka saa avata millä tahansa pdf-lukuohjelmalla. Verkkoselaimen välilehdelle avautuvan aineiston saa vetää erilliseen ikkunaan. Kokeessa on yleisenä aineistona kaavaliite. Kaavaliite on jokaisen tehtävän yhteydessä. Lisäksi tehtävässä C7 on kyseiseen tehtävään liittyvä aineisto.

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 miinuspisteitä. Tarkat pisteytyssäännöt kerrotaan kunkin tehtävän yhteydessä. Vastaamatta jättämisestä ei vähennetä

pisteitä. Jos tehtäväkokonaisuuden (esim. A1 tai B2) pistemäärä on negatiivinen, se muutetaan nollaksi 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:
$pH = pK_a + \lg([A^-] / [HA])$
$\Leftrightarrow [A^-] = [HA] \cdot 10^{(pH - pKa)}$

Koejärjestelmän laskin on käytössä kaikissa tehtävissä.

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

$K = ([X]*[Y]^2)/[Z]^3$ tai
$v = \text{sqrt}[(G*M)/R] = \text{sqrt}[(6{,}674*10^{-11}\ Nm^2/kg^2 * 1{,}234*10^{24}\ kg)/(1234*10^3\ m)]$

Vastauksissa saa käyttää seuraavia epävirallisia merkintätapoja:
- kertomerkkinä asteriskia (*)
- reaktionuolena viivaa ja suurempi kuin -merkkiä (->)
- neliöjuurimerkin sisällä olevalle laskulle tai luvulle merkintää sqrt(*kaava*), esimerkiksi sqrt(2*5).
Katso yllä olevat esimerkit.

Suureiden kirjaintunnuksia ei tarvitse vastauksissa kursivoida.

Ioneissa ja kemian kaavoissa tulee käyttää ala- ja yläindeksejä kemian kaavasääntöjen mukaisesti (esim. Ca^{2+}, Na_2SO_4). Muita merkintätapoja, kuten Ca^2+, ei hyväksytä. Sekä ala- että yläindeksejä sisältävissä ioneissa, kuten 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.)
A1. Biologian monivalintatehtäviä (16 p.)
A2. Ihmisen ruoansulatuskanavan toiminta (monivalintoja) (8 p.)
A3. Geenitekniikan menetelmät (tekstivastauksia) (11 p.)
A4. Malaria ja immuunipuolustus (tekstivastauksia) (8 p.)
A5. Aivolisäke ja hormonit (tekstivastauksia, monivalinta, alasvetovalikkoja) (13 p.)
A6. Perhesuunnittelu (tekstivastauksia) (6 p.)
A7. Homeostaasi (tekstivastauksia) (10 p.)
A8. Vierasaineet ja immuunipuolustus (tekstivastauksia) (8 p.)

B. Kemia (80 p.)

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

C. Fysiikka (80 p.)

C1. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa I	(13 p.)
C2. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa II	(15 p.)
C3. Lämpö ja energia (tekstivastaus)	(7 p.)
C4. Unitutkimuksen äänieristys (tekstivastaus)	(6 p.)
C5. Luukudoksen biomekaniikkaa (tekstivastaus)	(13 p.)
C6. Endoskopia (tekstivastaus)	(7 p.)
C7. Rauhaskudosannos mammografiatutkimuksessa (tekstivastaus)	(11 p.)
C8. Virtapiirin johdinten paksuus (tekstivastaus)	(8 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 lipidivaipasta, jota ympäröi proteiinikuori	–0,25 p.
vv3 tumakalvosta, joka ympäröi genomia	–0,25 p.
vv4 proteiinikuoresta, jonka sisällä on tuma	–0,25 p.

4. Eliöiden välillä on erilaisia vuorovaikutussuhteita. Mikä on pääasiallisin 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 meioosin 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 poikatsygootteihin. –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 eritys kasvaa voimakkaasti. 1 p.
vv2 Follikkelia stimuloivan hormonin eritys laskee alimmalle tasolleen. –0,25 p.
vv3 Estrogeenin eritys laskee alimmalle tasolleen. –0,25 p.
vv4 Keltarauhashormonin eritys kasvaa voimakkaasti. –0,25 p.

12. Serotoniini on hermoston välittäjäaine. Selektiiviset serotoniinin takaisinoton estäjät (SSRI) ovat lääkeaineita, joita käytetään masennuksen ja ahdistuneisuushäiriöiden hoidossa. Mikä on näiden lääkeaineiden 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 proteiiniantigeeniä.	1 p.
vv2 Rokote koodaa immuunijärjestelmän aktivoivaa inaktiivista taudinaiheuttajaa.	–0,25 p.
vv3 Rokote sisältää proteiiniantigeeniä.	–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-glykosidisidoksia?

vv1 amylaasi	1 p.
vv2 lipaasi	–0,25 p.
vv3 pepsiini	–0,25 p.
vv4 trypsiini	–0,25 p.
vv5 nukleaasi	–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?

vv1 dipeptidejä	1 p.
vv2 rasvahappoja	–0,25 p.
vv3 monoglyseridejä	–0,25 p.
vv4 D-vitamiinia	–0,25 p.
vv5 vettä	–0,25 p.

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

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

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

vv1 K	1 p.
vv2 D	–0,25 p.
vv3 A	–0,25 p.
vv4 E	–0,25 p.
vv5 C	–0,25 p.

7. Miten paksusuolen mikrobit osallistuvat elimistön energiansaantiin?

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

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

vv1 Rasvakudos erittää enemmän kylläisyyttä lisäävää leptiiniä.	1 p.
vv2 Rasvavarastojen kasvaessa greliinin eritys aktivoituu.	–0,25 p.
vv3 Glukoosin pitoisuuden aleneminen lisää kylläisyyttä hypotalamuksen kylläisyyskeskuksen kautta.	–0,25 p.
vv4 Rasvakudoksen tyroksiinin eritys vähenee rasvan määrän lisääntyessä.	–0,25 p.
vv5 Adrenaliinin eritys 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 tropiikissa ja subtropiikissa. 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

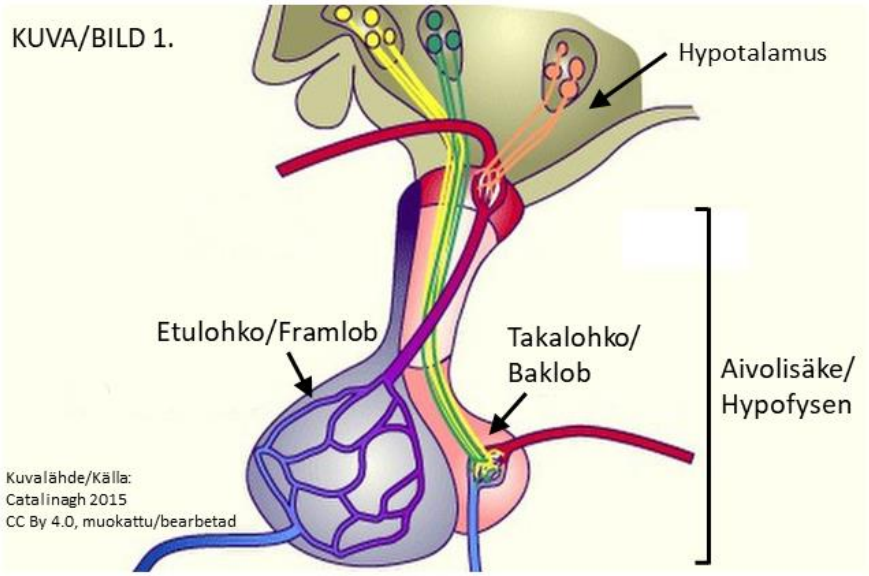
c) Miksi aikaisemmin sairastettu malaria voi lievittää sairauden oireita? (6 p.)
Vastauksen enimmäispituus: 600 merkkiä

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 hypotalamus (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 (α ja β), joihin on kiinnittyneenä hiilihydraattiosia. LH on toisin sanoen dimeerinen glykoproteiini. α-ketjua koodaavassa geenissä on kolme intronia ja β-ketjua koodaavassa kaksi intronia.

c) Missä solun osissa LH:n synteesiin ja erityksen liittyvät vaiheet **1–7** tapahtuvat? (3,5 p.)
Valitse kustakin alasvetovalikosta parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.
(Oikea valinta = 0,5 p.; väärä valinta = –0,2 p.; ei valintaa = 0 p.)

1. laskostuminen **#1#**
2. transkriptio **#2#**
3. hiilihydraattiosien muokkaus **#3#**
4. translaatio **#4#**
5. dimeerin muodostuminen **#5#**
6. eritys solusta **#6#**
7. silmukointi **#7#**

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

#1#

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.

#2#

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.

#3#

vv1 sileä solulimakalvosto	–0,2 p.
vv2 tuma	–0,2 p.
vv3 karkea solulimakalvosto	–0,2 p.
vv4 Golgin laite	0,5 p.
vv5 lysosomi	–0,2 p.
vv6 eksosytoosirakkula	–0,2 p.
vv7 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 synteesin 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 alasvetovalikosta 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 alasvetovalikoihin **#1#–#7#**. Vastausvaihtoehdot on sekoitettu. Kussakin alasvetovalikossa 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 kypsyvän 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 vuorokausirytmin 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

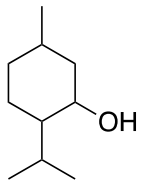
B1. Yhdisteryhmät (7 p.)

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.

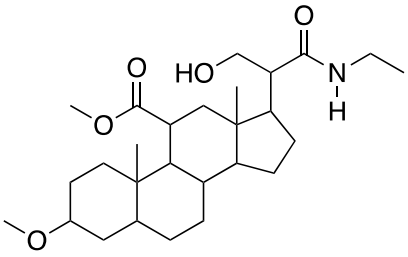
Vastauksen enimmäispituus: 1000 merkkiä



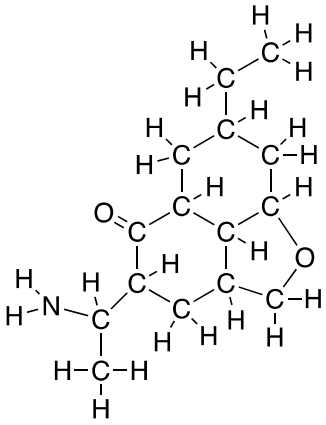
1

$CH_3CH(CH_3)CH_2CH_2CH_2CH(CH_3)CHO$

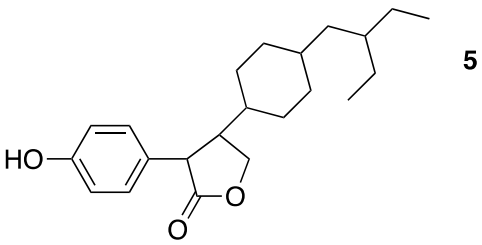
2



3



4



5

B2. Flavonoidien biosynteesi (7 p.)

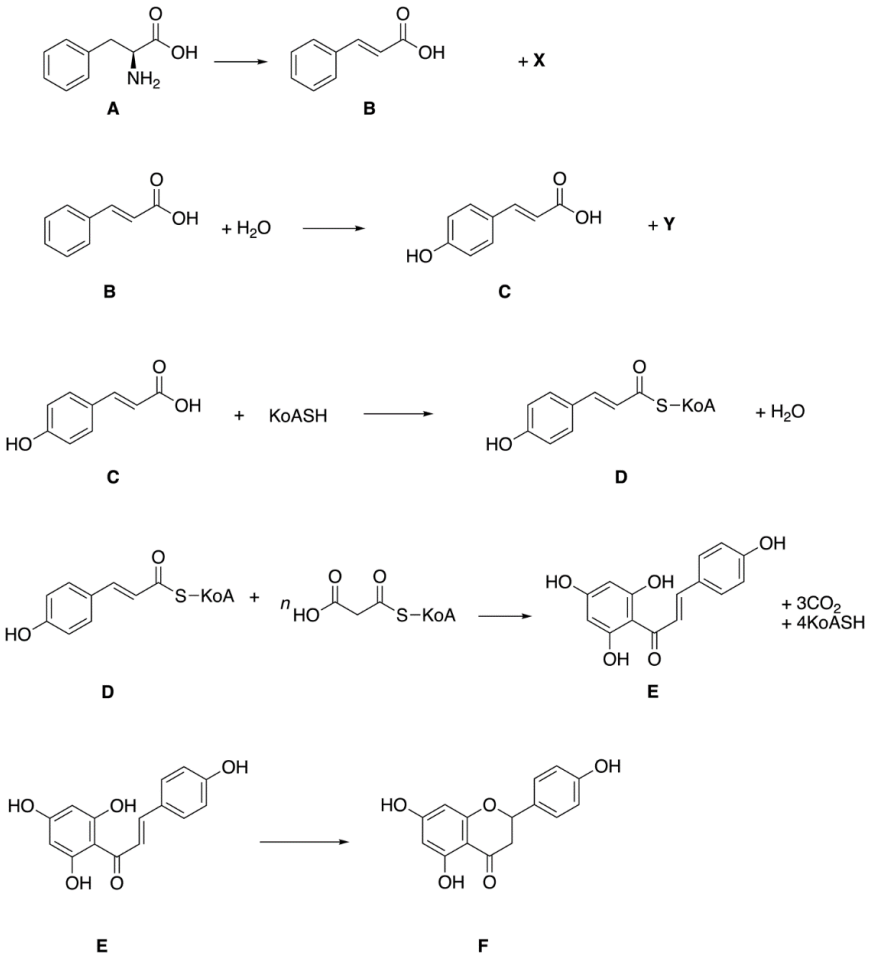
Valitse jokaisesta alasvetovalikosta parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

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 alasvetovalikoihin #1#–#7#:

[Alasvetovalikoissa vastausvaihtoehdot (vv) on sekoitettu alakohtaa #6# lukuun ottamatta. Kussakin alasvetovalikossa on lisäksi vaihtoehto ”Jätän vastaamatta kysymykseen”.]

#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 ($NH_4MgPO_4 \cdot 6H_2O$) 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 (PO_4^{3-}) ja 297 mg/l ammoniumioneja (NH_4^+). Kahden litran (2,00 dm^3) virtsanäytteeseen lisättiin 2,9011 g magnesiumkloridia ($MgCl_2$), jolloin virtsasta saostui struviittia. Saostusreaktion saantoprosentti oli 71,5 %. Magnesiumionit olivat reaktion rajoittava tekijä.
$M(PO_4^{3-})$ = 94,97 g/mol, $M(NH_4^+)$ = 18,042 g/mol ja $M(MgCl_2)$ = 95,21 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.)

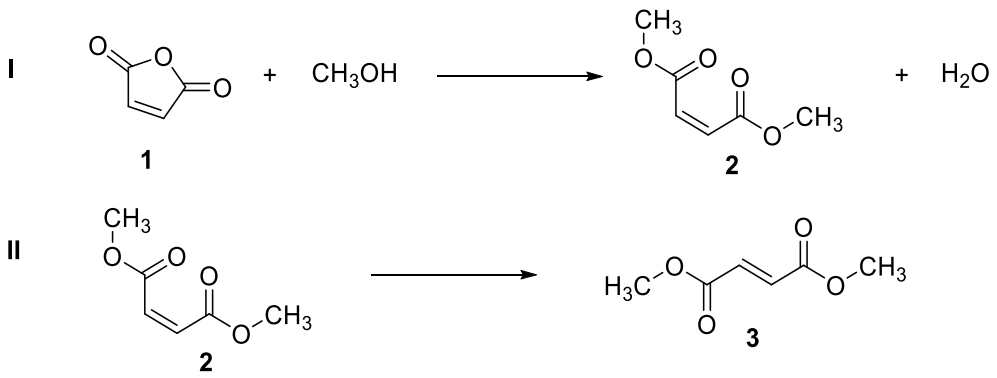
B4. MS-taudin hoidossa käytetyn dimetyylifumaraatin synteesi (17 p.)

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

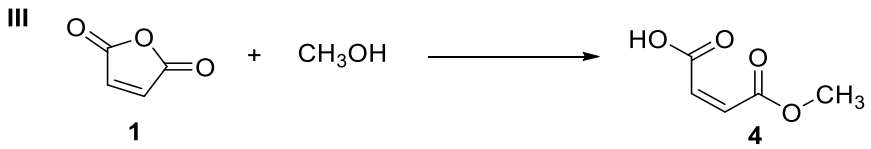
[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

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

Dimetyylifumaraatin kaksivaiheinen synteesi:



Yhdisteen **4** muodostumisen reaktioyhtälö:



M(**1**) = 98,06 g/mol, *M*(**2**) = 144,13 g/mol, *M*(**4**) = 130,10 g/mol

a) Tasapainota reaktiot **I** ja **III**. (4 p.)
Valitse kustakin alasvetovalikosta parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.
(*Oikea valinta = 1 p., väärä valinta –0,2 p., ei valintaa = 0 p.)*

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

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

[Vastausvaihtoehdot alasvetovalikoihin **#1#–#4#**. Vastausvaihtoehtoja ei ole sekoitettu. Kussakin alasvetovalikossa 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 maleiinianhydridiä (**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** ^{1}H-NMR-spektreissä? (3 p.)
Valitse kustakin alasvetovalikosta 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 alasvetovalikoihin **#1#–#3#**. Vastausvaihtoehtoja ei ole sekoitettu. Kussakin alasvetovalikossa 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 alasvetovalikosta parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.
(*Oikea valinta = 1 p., väärä valinta –0,2 p., ei valintaa = 0 p.)*

#1#

Vastausvaihtoehdot alasvetovalikkoon (vastausvaihtoehdot on sekoitettu):

#1#

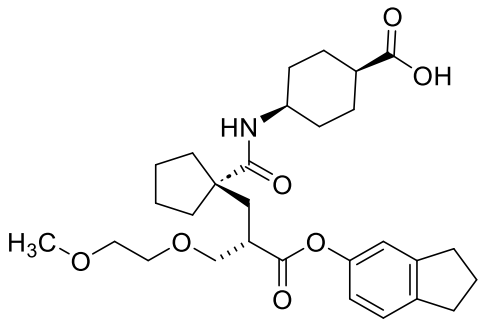
vv1: funktioisomeerejä	–0,2 p.
vv2: runkoisomeerejä	–0,2 p.
vv3: paikkaisomeerejä	–0,2 p.
vv4: *cis-trans*-isomeerejä	1 p.
vv5: enantiomeerejä	–0,2 p.
vv6: konformaatioisomeerejä	–0,2 p.

B5. Lääkeaineen imeytyminen (7 p.)

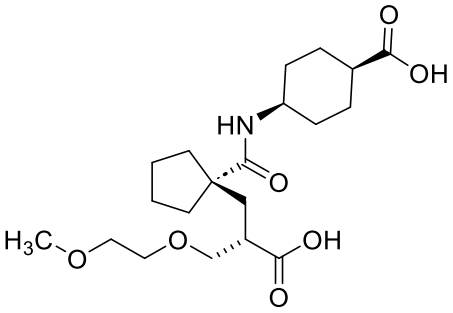
Tehtävän B5 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 7 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

[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 sandoksatrilaatiksi, joka on lääkeaineen vaikuttava muoto. Myös sandoksatrilaattia 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



sandoksatrilaatti /
sandoxatrilat

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

Vastauksen enimmäispituus: 1000 merkkiä

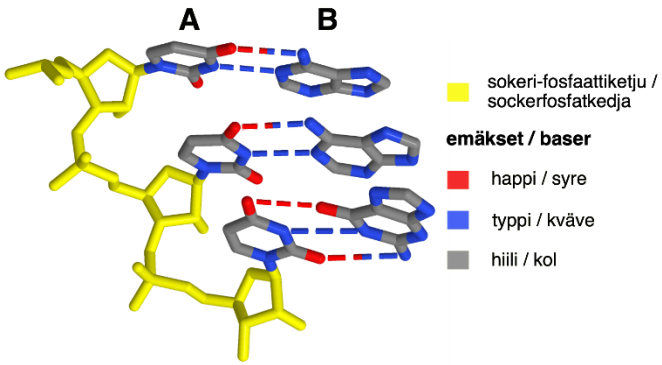
B6. Pariutumissääntöjen rikkominen (9 p.)

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

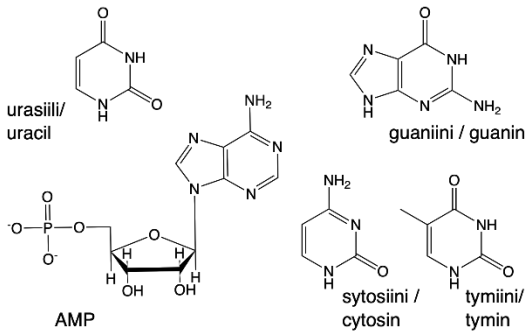
[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

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 / Figur 1



Kuva 2 / Figur 2

Kuva 1 havainnollistaa kodonin ja sen antikodonin muodostamaa kolmiulotteista rakennetta elävässä solussa. Kuvassa näkyvät vastakkaisiin suuntiin kulkevat (antiparalleeliset) nukleiinihappojuosteet A ja B. Juosteen A sokeri-fosfaattiketju on maalattu keltaiseksi, ja juosteen B sokeri-fosfaattiketjua ei selvyyden vuoksi näytetä. Vastinemästen väliset vetysidokset on merkitty katkoviivoin. Vetyatomeja ja kaksoissidoksia ei ole merkitty näkyviin. Neljän nukleiinihapoissa esiintyvän emäksen ja adenosiini-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 kysymykseen”.]

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: fenyylialaniinia	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: lysiiniä	–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.

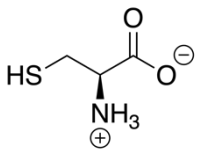
Laske munuaisissa tunnin aikana verenkiertoon takaisinimeytyneen glukoosin massa (g).
M(glukoosi) = 180,156 g/mol

B8. Kystiinipitoisuuden määritys (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 typpi 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 typpi reagoi ammoniumsulfaatiksi ($(NH_4)_2SO_4$). Ammoniumsulfaattia sisältävä liuos siirrettiin kvantitatiivisesti vesihöyrytislauslaitteistoon, 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 ml; c = 0,0400 mol/dm^3) vetykloridin vesiliuosta. Kun kaikki ammoniakki oli siirtynyt astiaan (n. 1 h), syntynyt liuos titrattiin natriumhydroksidiliuoksella (c = 0,01750 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?

C1. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa I (13 p.)

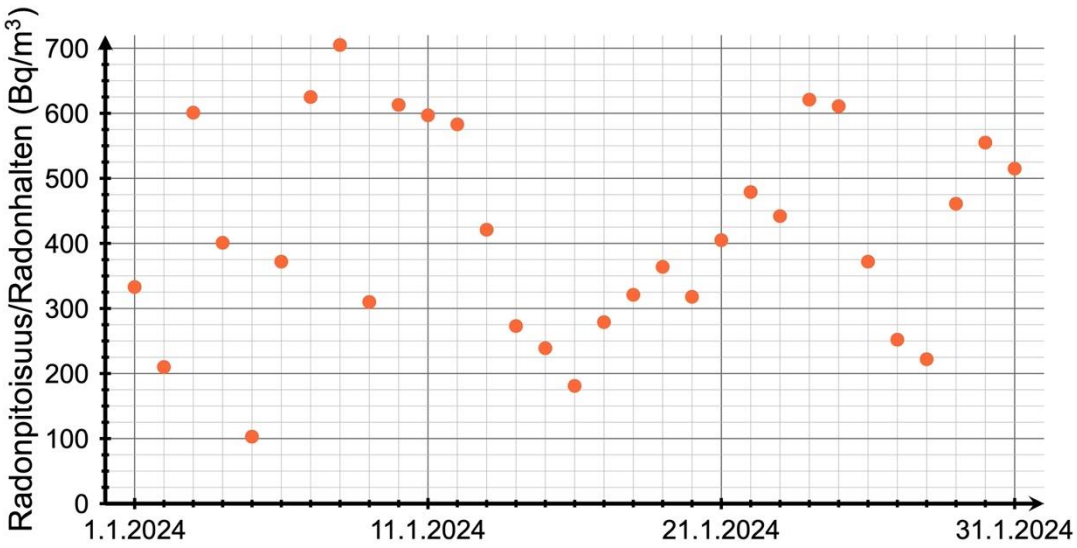
Valitse kunkin kohdan parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

Tehtävän C1 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 13 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

Yksittäisten kohtien pisteytys:
Oikea valinta = 1 p.
Väärä valinta = –0,25 p.
Ei valintaa = 0 p.

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]
[Monivalintojen vastausvaihtoehtojen (vv) järjestys on sekoitettu alakohtia 5 ja 6 lukuun ottamatta. Kussakin monivalinnassa on lisäksi vaihtoehto ”Jätän vastaamatta kysymykseen”.]

1. Kuvaajassa on suomalaisen asunnon tammikuussa mitattuja radonpitoisuuksia. Laske mittaustulosten vaihteluvälin puolikas.



vv1 300 Bq/m^3	1 p.
vv2 250 Bq/m^3	–0,25 p.
vv3 400 Bq/m^3	–0,25 p.
vv4 500 Bq/m^3	–0,25 p.
vv5 350 Bq/m^3	–0,25 p.

2. Metallikiekon pinta-ala lämpötilassa T_0 on A_0. Metallin pituuden lämpötilakerroin on α. Kuinka suuri on metallikiekon pinta-ala (A) lämpötilassa $T = T_0 + \Delta T$?

vv1 $A(T) = A_0(1+2\alpha\Delta T)$ 1 p.
vv2 $A(T) = A_0(1+\alpha\Delta T)$ –0,25 p.
vv3 $A(T) = A_0\alpha\Delta T$ –0,25 p.
vv4 $A(T) = 3A_0\alpha\Delta T$ –0,25 p.
vv5 $A(T) = A_0(1+\alpha^2\Delta T)$ –0,25 p.

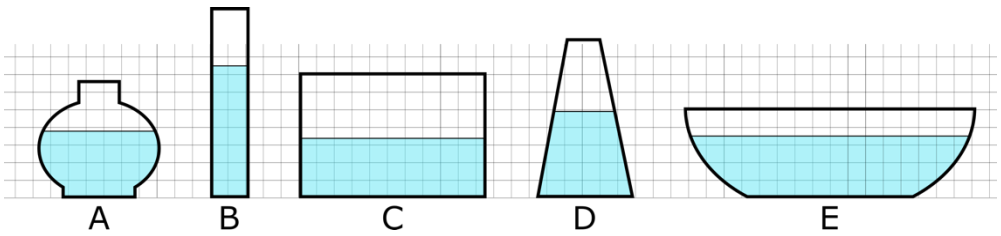
3. Mustan kappaleen lämpötila on T ja säteilyteho P. Kuinka suuri on kappaleen säteilyteho, kun kappaleen lämpötila on noussut kaksinkertaiseksi?

vv1 $16P$ 1 p.
vv2 $4P$ –0,25 p.
vv3 $8P$ –0,25 p.
vv4 $2P$ –0,25 p.
vv5 $32P$ –0,25 p.

4. Astiassa on 101 kg nestettä. Nestettä sekoitetaan 10,0 minuutin ajan 300,0 W:n teholla. Samanaikaisesti nesteestä poistuu 100,0 kJ:n lämpömäärä. Lopuksi astia nostetaan 5,04 m:n korkeuteen. Laske nesteen sisäenergian muutos.

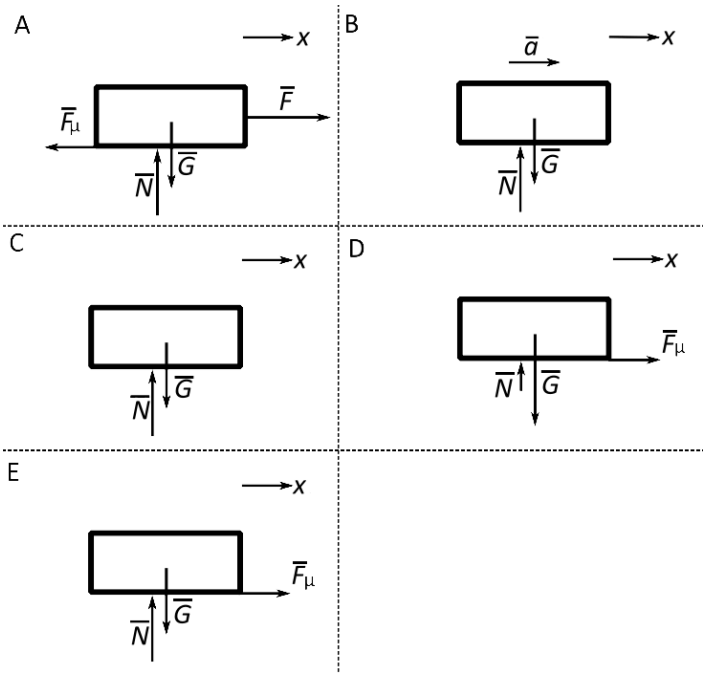
vv1 80,0 kJ 1 p.
vv2 85,0 kJ –0,25 p.
vv3 185 kJ –0,25 p.
vv4 280 kJ –0,25 p.
vv5 285 kJ –0,25 p.

5. Kuvan astioissa A–E on vettä. Minkä astian pohjalla vallitsee suurin hydrostaattinen paine?



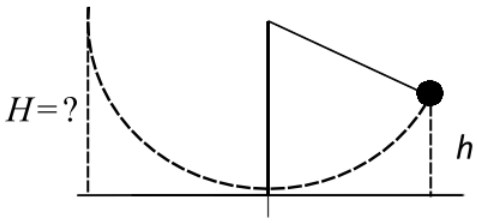
vv1 A –0,25 p.
vv2 B 1 p.
vv3 C –0,25 p.
vv4 D –0,25 p.
vv5 E –0,25 p.

6. Ihminen makaa selällään tasaisella vahvakitkaisella jalustalla. Systeemi on tasapainotilassa, kunnes jalustaa lähdetään siirtämään *x*-akselin suuntaisesti siten, että ihmiseen koskettaa siirron aikana vain jalusta. Mikä seuraavista voimakaavioista A–E kuvaa parhaiten tähän ihmiseen kohdistuvia voimia hetkellä, jolloin jalusta lähtee liikkeelle?



vv1 A –0,25 p.
vv2 B –0,25 p.
vv3 C –0,25 p.
vv4 D –0,25 p.
vv5 E 1 p.

7. Keinu, jonka massa on *m*, viedään ketju jännitettynä korkeudelle *h*. Keinu päästetään keinumaan vapaasti ympyräradalle. Radan matalimmassa kohdassa keinun massa kasvatetaan arvoon *M* muuttamatta sen liike-energiaa. Mikä seuraavista lausekkeista kuvaa sitä korkeutta *H*, jolle keinu tämän jälkeen heilahtaa?



vv1 $H = (m/M)h$ 1 p.
vv2 $H = ½Mv^2/mg$ –0,25 p.
vv3 $H = ½g/v^2$ –0,25 p.
vv4 $H = [(m+M)/m]h$ –0,25 p.
vv5 $H = h$ –0,25 p.

8. Noste on väliaineessa olevaan kappaleeseen vaikuttava voima. Mistä noste johtuu?

vv1 väliaineen paine-erosta kappaleen ylä- ja alapinnoilla	1 p.
vv2 kappaleen ja väliaineen tiheyksien erilaisuudesta	–0,25 p.
vv3 väliaineen virtauksesta kappaleen alapinnalla	–0,25 p.
vv4 kappaleen liikkeestä väliainetta vasten	–0,25 p.
vv5 paineesta väliaineen pohjalla	–0,25 p.

9. Kappale kiertää ympyrärataa (säde 450 m) ratanopeudella 45 km/h. Kuinka suuri on kappaleen normaalikiihtyvyys?

vv1 0,35 m/s^2	1 p.
vv2 4,5 m/s^2	–0,25 p.
vv3 0,028 m/s^2	–0,25 p.
vv4 0,10 m/s^2	–0,25 p.
vv5 10 m/s^2	–0,25 p.

10. Kappale pyörii 1500 kierrosta 3,5 minuutissa. Kuinka suuri on kappaleen kierrosaika?

vv1 0,14 s	1 p.
vv2 0,43 s	–0,25 p.
vv3 0,51 s	–0,25 p.
vv4 0,53 s	–0,25 p.
vv5 0,11 s	–0,25 p.

11. Kevyeen jouseen ripustetaan punnus, jonka massa on 15 g. Jousi venyy 45 mm. Kuinka suuri on jousivakio?

vv1 3,3 N/m	1 p.
vv2 3,2 N/m	–0,25 p.
vv3 0,33 N/m	–0,25 p.
vv4 0,32 N/m	–0,25 p.
vv5 0,032 N/m	–0,25 p.

12. Jousta venytetään 25 cm. Jousivakio on 35 N/m. Kuinka suuri on jouseen varastoitunut potentiaalienergia?

vv1 1,1 J	1 p.
vv2 8,8 J	–0,25 p.
vv3 4,4 J	–0,25 p.
vv4 2,2 J	–0,25 p.
vv5 18 J	–0,25 p.

13. Kappale värähtelee kevyen jousen varassa 2,5 s:n jaksonajalla. Jousivakio on 15 N/m. Kuinka suuri on kappaleen massa?

vv1 2,4 kg	1 p.
vv2 0,95 kg	–0,25 p.
vv3 7,5 kg	–0,25 p.
vv4 4,7 kg	–0,25 p.
vv5 9,5 kg	–0,25 p.

C2. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa II (15 p.)

Valitse kunkin kohdan parhaiten soveltuva vastausvaihtoehto.

Tehtävän C2 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 15 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

Yksittäisten kohtien pisteytys:
Oikea valinta = 1 p.
Väärä valinta = –0,25 p.
Ei valintaa = 0 p.

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]
[Monivalintojen vastausvaihtoehtojen (vv) järjestys on sekoitettu alakohtia 4 ja 8 lukuun ottamatta. Kussakin monivalinnassa on lisäksi vaihtoehto ”Jätän vastaamatta kysymykseen”.]

1. Kaksi pistemäistä kappaletta, joiden massat ovat 8 500 kg ja 12 000 kg, vetävät toisiaan puoleensa 4,5 µN:n gravitaatiovoimalla. Kuinka suuri on kappaleiden välinen etäisyys?

vv1 39 m	1 p.
vv2 25 m	–0,25 p.
vv3 150 m	–0,25 p.
vv4 72 m	–0,25 p.
vv5 120 m	–0,25 p.

2. Aallon nopeus on 45 km/h ja taajuus 450 MHz. Kuinka suuri on aallonpituus?

vv1 28 nm	1 p.
vv2 100 nm	–0,25 p.
vv3 24 nm	–0,25 p.
vv4 20 nm	–0,25 p.
vv5 200 nm	–0,25 p.

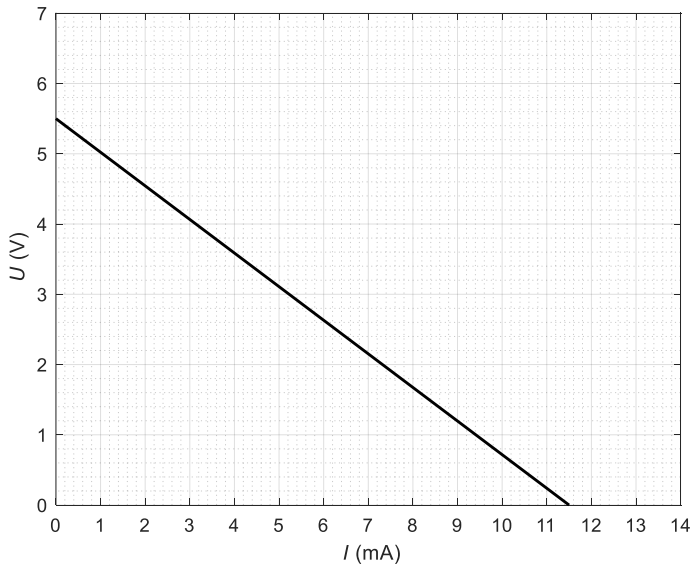
3. Aalto ylittää rajapinnan. Ennen rajapintaa aallon nopeus on 3500 m/s ja aallonpituus 74 cm. Rajapinnan jälkeen aallon nopeus on 4200 m/s. Mikä on tällöin aallonpituus?

vv1 89 cm	1 p.
vv2 62 cm	–0,25 p.
vv3 160 cm	–0,25 p.
vv4 88 cm	–0,25 p.
vv5 90 cm	–0,25 p.

4. Molemmista päistä avoimeen putkeen muodostuu seisova aalto, jonka aallonpituus on kaksi kolmasosaa putken pituudesta. Kuinka monta solmua aallossa on?

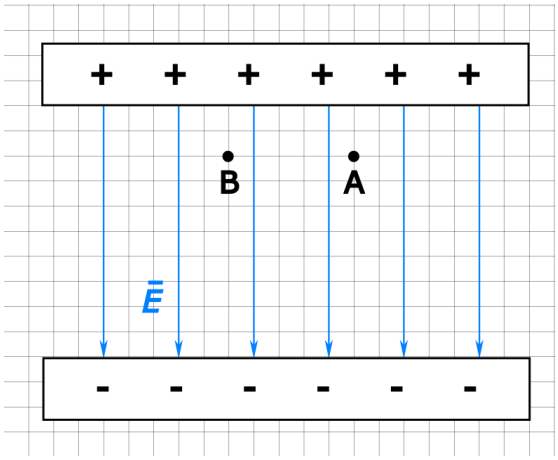
vv1 1	–0,25 p.
vv2 2	–0,25 p.
vv3 3	1 p.
vv4 4	–0,25 p.
vv5 5	–0,25 p.

5. Määritä pariston sisäinen resistanssi oheisen kuormituskäyrän sähkövirran (*I*) ja napajännitteen (*U*) arvojen perusteella.



vv1 480 Ω	1 p.
vv2 11 Ω	–0,25 p.
vv3 0,4 kΩ	–0,25 p.
vv4 2,1 mΩ	–0,25 p.
vv1 63 Ω	–0,25 p.

6. Oheisen kuvan johdinlevyjen välissä on homogeeninen sähkökenttä. Positiivisen ja negatiivisen levyn potentiaaliero (U) on 500 V ja levyjen välinen etäisyys 10 cm. Kuinka suuri on sähkökentän tekemä työ, kun varattua hiukkasta (Q = 2,5 C) siirretään kuvan mukaisesti 5 cm pisteestä A pisteeseen B?

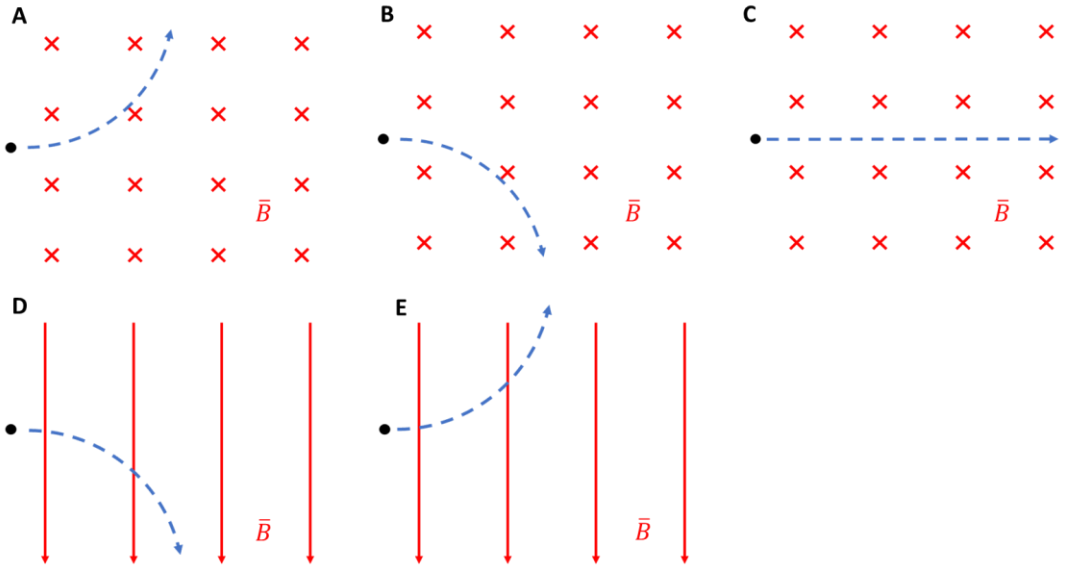


vv1 0 J 1 p.
vv2 –50 J –0,25 p.
vv3 50 J –0,25 p.
vv4 625 J –0,25 p.
vv5 –625 J –0,25 p.

7. Älypuhelimen laturin muuntaja muuttaa 230 V:n vaihtojännitteen 5,0 V:n käyttöjännitteeksi. Muuntajan toisiokäämin kierrosluku on 30. Mikä on ensiökäämin kierrosluku?

vv1 1380 1 p.
vv2 46 –0,25 p.
vv3 6900 –0,25 p.
vv4 2116 –0,25 p.
vv5 150 –0,25 p.

8. Elektroni saapuu homogeeniseen magneettikenttään niin, että sen kulkusuunta on magneettikenttää vastaan kohtisuora. Mikä kuvista A–E esittää parhaiten hiukkasen liikerataa?



vv1 A	–0,25 p.
vv2 B	1 p.
vv3 C	–0,25 p.
vv4 D	–0,25 p.
vv5 E	–0,25 p.

9. Röntgenputkessa kiihdytettävä elektroni lähtee levosta ja saavuttaa loppunopeuden 190 Mm/s. Kuinka suuri on röntgenputken kiihdytysjännite?

vv1 103 kV	1 p.
vv2 82,0 kV	–0,25 p.
vv3 117 kV	–0,25 p.
vv4 92 kV	–0,25 p.
vv5 141 kV	–0,25 p.

10. Pistemäinen valonlähde, jonka valovirta on 314 lm, sijaitsee puolen metrin etäisyydellä valaistusmittarista. Kuinka suuri on mitattu valaistusvoimakkuus?

vv1 100 lx	1 p.
vv2 25,0 lx	–0,25 p.
vv3 400 lx	–0,25 p.
vv4 1260 lx	–0,25 p.
vv5 986 lx	–0,25 p.

11. Suora johdin liikkuu vakionopeudella 5,0 m/s homogeenisessa magneettikentässä (B = 1,5 T). Johtimen liikesuunta on kohtisuorassa magneettikenttää vasten. Johtimen pituus on 40 cm, ja se on 30 asteen kulmassa liikesuuntaansa nähden. Kuinka suuri jännite indusoituu johtimen päihin?

vv1 1,5 V	1 p.
vv2 15 V	–0,25 p.
vv3 2,6 V	–0,25 p.
vv4 30 V	–0,25 p.
vv5 3,0 V	–0,25 p.

12. Auto kuluttaa polttoainetta yhden gallonan 56 mailin matkalla. Yksi maili on 1,609 km ja yksi gallona 3,785 litraa (l). Laske polttoaineenkulutus yksikössä l/100 km.

vv1 4,2 l/100 km	1 p.
vv2 5,6 l/100 km	–0,25 p.
vv3 2,4 l/100 km	–0,25 p.
vv4 8,3 l/100 km	–0,25 p.
vv5 6,1 l/100 km	–0,25 p.

13. Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos on noin 6 mSv vuodessa. Annosnopeus lentokoneen sisätiloissa 10 kilometrin lentokorkeudessa on noin 5 µSv/h. Kuinka monta tuntia henkilön pitää olla kyseisessä lentokorkeudessa, jotta hän saisi yhden kuukauden annosta vastaavan määrän suomalaisen keskimääräisestä säteilyannoksesta?

vv1 100 h	1 p.
vv2 120 h	–0,25 p.
vv3 1200 h	–0,25 p.
vv4 12 h	–0,25 p.
vv5 10 h	–0,25 p.

14. Sädehoidossa kudosta säteilytetään 5,0 sekuntia. Säteilyn annosnopeus on 24 Gy/min. Oletetaan kudoksen koostuvan pääosin vedestä. Paljonko kudoksen lämpötila nousee säteilytyksen takia?

vv1 0,48 mK	1 p.
vv2 2,1 mK	–0,25 p.
vv3 0,24 mK	–0,25 p.
vv4 0,96 mK	–0,25 p.
vv5 0,84 mK	–0,25 p.

15. Potilaan alfasäteilystä saama efektiivinen säteilyannos on 4,0 mSv, kun ihoon absorboitunut säteilyannos on 20 mGy. Alfasäteilyn painotuskerroin on w_R=20. Kuinka suuri on ihon painotuskerroin w_T, kun muiden kudosten vastaanottama säteily oletetaan merkityksettömäksi?

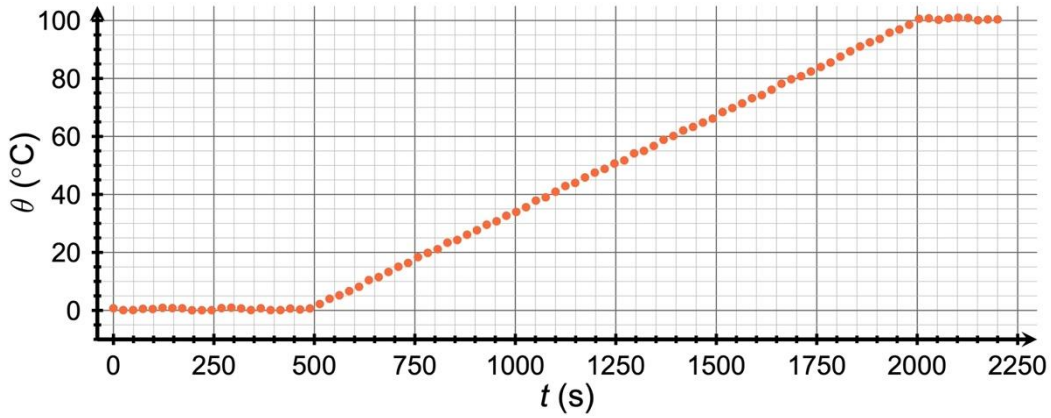
vv1 0,010 1 p.
vv2 0,20 –0,25 p.
vv3 0,040 –0,25 p.
vv4 0,50 –0,25 p.
vv5 1,0 –0,25 p.

C3. Lämpö ja energia (7 p.)

Tehtävän C3 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 7 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Astiassa on veden ja jäämurskan sekoitusta (yhteismassa m = 1,05 kg) 0,0 °C:n lämpötilassa. Astiaa lämmitetään vakioteholla. Oheisessa kuvaajassa on esitetty astiassa olevan veden lämpötila ajan funktiona. Laske astiassa ajanhetkellä t = 0,0 s olleen jäämurskan massa. Energian siirtymistä ympäristön ja systeemin välillä ei tarvitse huomioida. Veden ominaissulamislämpö on 333 kJ/kg ja ominaislämpökapasiteetti 4,2 kJ/(kg · K).



C4. Unitutkimuksen äänieristys (6 p.)

Tehtävän C4 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 6 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Sairaalassa tehdään unitutkimusta äänieristetyssä huoneessa, jonka seinät vaimentavat läpi menevää ääntä 50 dB:n verran. Huoneen ulkopuolella soi puhelin, jonka etäisyys huoneen sisällä olevaan tutkittavaan potilaaseen on 6 m. Millä äänen teholla puhelimen on vähintään soitava, jotta potilas voi kuulla äänen? Potilaan kuulokynnys on 10^{-12} W/m^2.

C5. Luukudoksen biomekaniikkaa (13 p.)

Tehtävän C5 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 13 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Materiaalitieteissä kappaleen jäykkyyttä kuvataan Youngin moduulin avulla. Youngin moduuli (E) määritellään kappaleeseen kohdistetun jännityksen (σ) ja kappaleen suhteellisen venymän (ε) suhdelukuna: $E = \sigma/\varepsilon$.

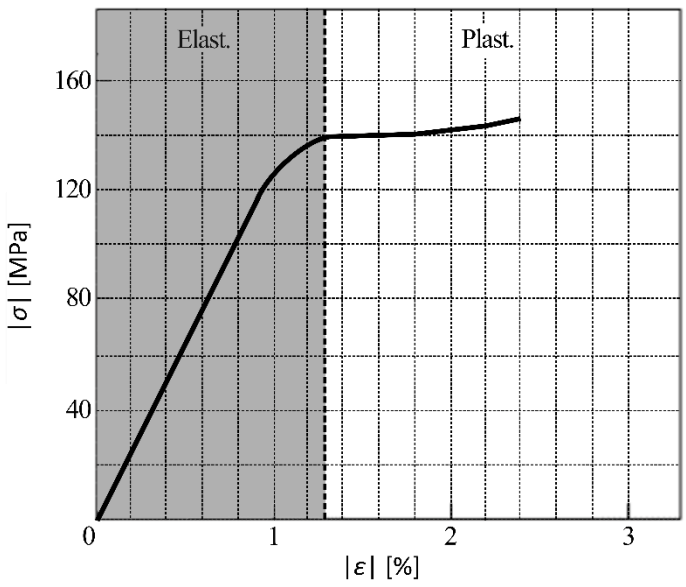
Youngin moduulin yhtälössä jännitys määritellään suhteena $\sigma = F/A$. Tässä F on jännityksen alaiseen kappaleeseen kohdistuva voima ja A on kappaleen voiman vaikutussuuntaan nähden kohtisuora poikkipinta-ala. Suhteellinen venymä määritellään puolestaan suhteena $\varepsilon = \Delta L/L$, jossa L on kappaleen alkuperäinen pituus ja ΔL kappaleen pituuden muutos. Venymä voi siten olla puristus- tai vetosuuntaista (positiivinen vedossa ja negatiivinen puristuksessa).

Materiaalien rakenne ei kuitenkaan kestä mielivaltaista venyttämistä. Youngin moduulin määrittelevä yhtälö pätee vain jännitys-venymäkäyrän origosta lähtevällä suoralla osuudella. Jännitys-venymäkäyrä kertoo kappaleen lujuusominaisuuksista laajemmin kuin pelkkä Youngin moduuli.

Jännitys-venymäkäyrä jakautuu elastisiin ja plastisiin alueisiin. Elastisella alueella venymä ei pysyvästi muuta kappaleen rakennetta. Elastisen alueen suurinta jännityksen arvoa kutsutaan myötölujuudeksi. Sitä suuremmilla jännityksen arvoilla kappaleen rakenteessa alkaa tapahtua pysyviä (plastisia) muutoksia. Murtolujuus on suurin jännityksen arvo, jonka kappale kestää murtumatta. Käyrä päättyy siihen pisteeseen, jossa kappale murtuu. Tätä pistettä kutsutaan murtumapisteeksi.

Luukudoksen materiaaliominaisuudet ovat kuormitussuunnasta riippuvia. Esimerkiksi luun pituussuuntainen E on 47 % suurempi kuin poikittaissuuntainen E. Pituussuuntaisessa puristuksessa luun murtolujuus on 45 % suurempi kuin poikittaissuuntaisessa.

Oheisessa kuvassa on jännitys-venymäkäyrä luulle, jota puristetaan kasaan luun pituussuunnassa.



Esitä a) ja b) -osien vastaukset kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.

a) Määritä kuvaajasta luun poikittaissuuntainen Youngin moduuli. (3 p.)

b) Luun päihin kohdistetaan koko poikkipinta-alalle pituussuunnassa puristava voima. Luu puristetaan myötölujuudesta murtumapisteeseen asti. Integroi kuvaajasta graafisesti, kuinka suuri työ tällöin tehdään. Luun tilavuus $V = AL = 205\ \text{cm}^3$. Vihje: $W = F\Delta L$. (5 p.)

c) Molemmista päistään paikoilleen kiinnitetyn luun päälle pudotetaan levytanko. Osuma tulee kohtisuoraan luun pituussuuntaa vastaan. Voiman vaikutuspinta-ala on $2{,}18\ \text{cm}^2$ ja törmäys kestää 13,0 ms. Törmäyksen aikana luuhun kohdistuu impulssi, jonka suuruus on 299 Ns. Kuinka suuri paine osumakohtaan kohdistuu törmäyksessä? Murtuuko luu? Perustele vastauksesi. (5 p.)

C6. Endoskopia (7 p.)

Tehtävän C6 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 7 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

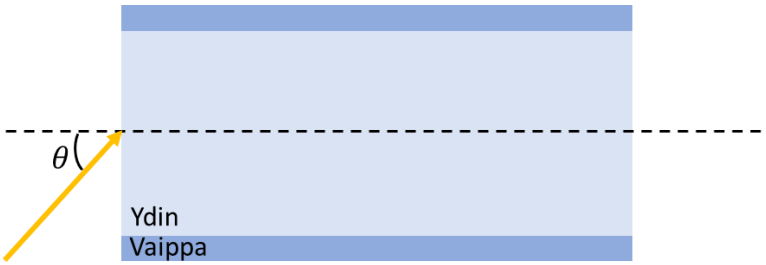
[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Endoskopia on lääketieteellinen toimenpide, jossa elimistön sisäosia tutkitaan endoskoopilla eli tähystimellä. Endoskoopissa käytetään optisia kuituja viemään valoa valonlähteeltä tutkittavaan kohteeseen ja tuomalla kohteesta heijastunutta valoa takaisin endoskoopin kuvailmaisimelle. Jotta valo saavuttaisi kuidun toisen pään, on optisen kuidun ytimen ja vaipan materiaalit valittava siten, että kuidussa kulkeva valo heijastuu täysin ytimen ja vaipan rajapinnasta. Alla on taulukoituna endoskoopin kuituoptiikkaan ja ympäristöön liittyvien materiaalien taitekertoimia *n* eri aallonpituusarvoilla.

Materiaali	*n*(600,5 nm)	*n*(589,0 nm)	*n*(577,7 nm)	*n*(549,0 nm)	*n*(538,5 nm)
ilma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
vesi	1,332	1,333	1,333	1,334	1,334
kvartsilasi	1,458	1,458	1,459	1,460	1,460
muovi	1,429	1,430	1,431	1,432	1,433

Endoskoopissa vastaanottava optinen kuitu koostuu kvartsilasiytimestä ja muovisesta vaipasta. Kuidun oletetaan olevan suora (katso oheinen kuva) ja vedessä. Kuidun päähän osuu yksittäinen valonsäde aallonpituudella 589,0 nm.

Mikä on kuidun keskiakseliin nähden suurin kulma (θ), jolla valonsäde voi tulla vedestä kuituun ja saavuttaa kuidun toisen pään? Mikä on valon aallonpituus kuidun toisessa päässä kuidun sisäpuolella?

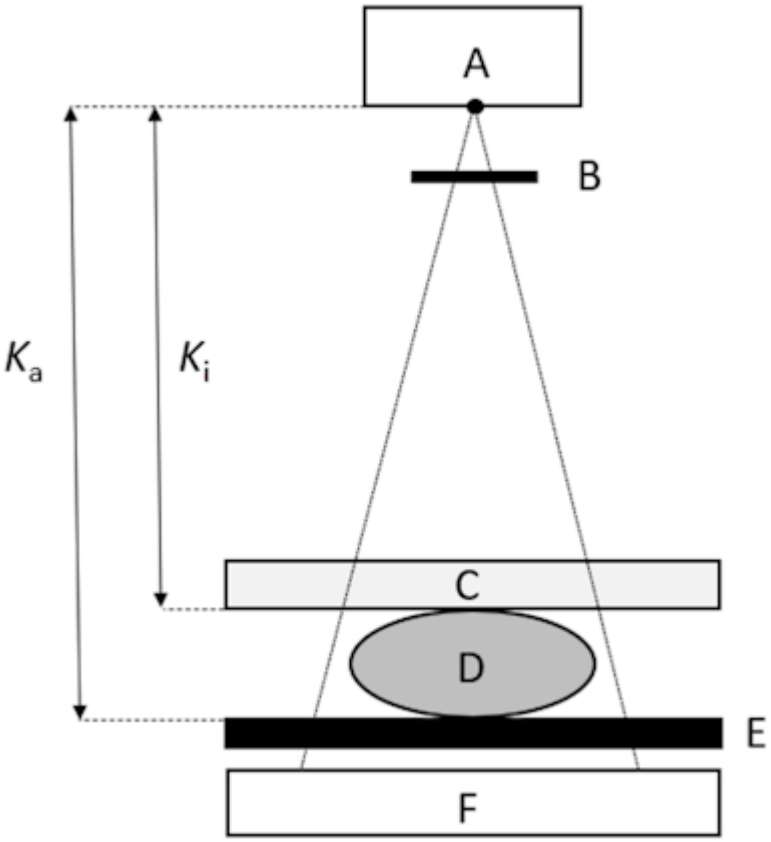


C7. Rauhaskudosannos mammografiatutkimuksessa (11 p.)

Tehtävän C7 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 11 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

[linkit:
Liite 1. Kaavaliite
Liite 2. Kuvat A–C ja taulukot 1–3
Liite 2 on tässä tiedostossa tehtävän C7 jälkeen.]

Mammografiassa rintarauhaskudosta tutkitaan röntgensäteilyllä. Potilaan rinta puristetaan mittaustason ja puristuslevyn väliin. Kuvan muodostukseen käytetty säteily lähtee oheisen kuvan mukaisesti rinnan yläpuolella olevasta säteilylähteestä (A). Säteily kulkee metallisen suodattimen (B), puristuslevyn (C) ja rinnan (D) läpi mittaustason (E) alla olevalle kuvailmaisimelle (F).



Mammografiatutkimuksen keskimääräinen rauhaskudosannos (*MGD*) kuvaa rinnan rauhaskudoksen saamaa säteilyannosta. *MGD* lasketaan **rinnan ihon päältä** ilmaan absorboituneen annoksen (K_i) avulla kaavalla

$$MGD = K_i \cdot g \cdot s \cdot c. \qquad (1)$$

Kaavassa (1) *g* huomioi säteilylaadun ja rinnan paksuuden, *s* käytetyn röntgenputken anodimateriaalin ja röntgensäteilyn suodatuksen, sekä *c* rinnan rauhaskudospitoisuuden.

Säteilytuotto (*Y*) käytetyllä anodi-suodatinparilla voidaan laskea jakamalla **mittaustasolta mitattu** ilmaan absorboitunut annos (K_a) käytetyllä sähkömäärällä (*Q*)

$$Y = \frac{K_a}{Q}. \qquad (2)$$

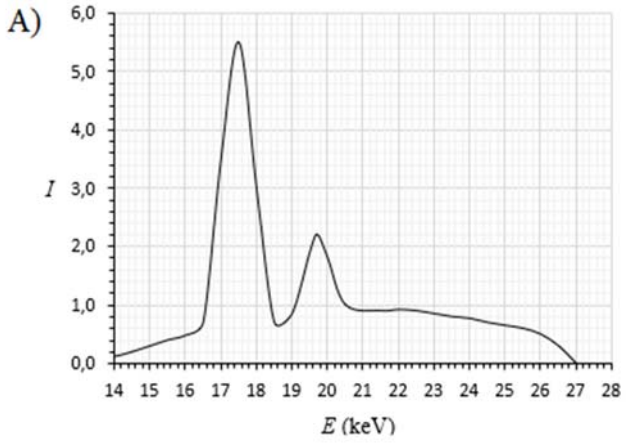
K_i **lasketaan** mittaustasolta mitatusta annoksesta (K_a) ottamalla huomioon, että absorboitunut annos on kääntäen verrannollinen etäisyyden neliöön.

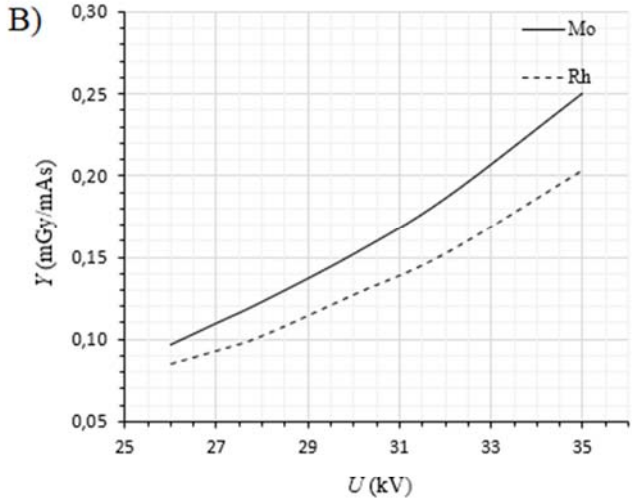
Mammografiatutkimuksessa käytetään säteilyn tuottamiseksi kuvan A (liite 2) mukaista anodimateriaalia ja röntgenputken kiihdytysjännitettä. Valitulla röntgenspektrin suodatuksella (kuvat B ja C; liite 2) saadaan säteilytuotoksi *Y* = 0,110 mGy/mAs mittaustasolla, joka on 58,0 cm:n etäisyydellä säteilyn lähtöpisteestä. Kuvattavan rinnan paksuus puristettuna on 5,0 cm, jolloin rinnan ihon pinnan etäisyys säteilyn lähtöpisteestä kyseisessä kuvauksessa on 53,0 cm. Kuvauksessa käytettävä sähkömäärä on 48,0 mAs.

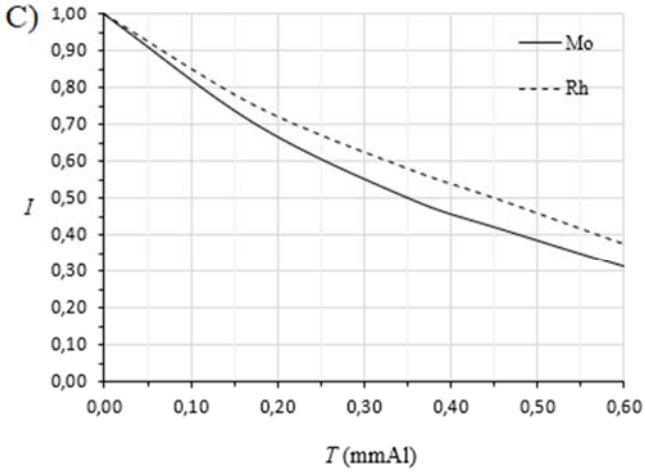
Määritä käytetty röntgenputken kiihdytysjännite (*U*) ja anodi–suodatinpari kuvien A ja B sekä taulukon 1 avulla (liite 2).

Laske keskimääräinen rauhaskudosannos (*MGD*) kuvan C ja taulukkojen 2 ja 3 avulla (liite 2).

Liite 2. Kuvat A–C ja taulukot 1–3 (tehtävä C7)







A) Röntgenputken anodin säteilyspektri kiihdytysjännitteellä *U*.

B) Röntgenputken säteilyntuotto (*Y*) kiihdytysjännitteen (*U*) funktiona 58,0 cm:n mittausetäisyydellä Mo- ja Rh-suodatuksilla.

C) Säteilyn vaimentuminen säteilykeilan edessä olevan alumiinipaksuuden (*T*) funktiona Mo- ja Rh-suodatuksilla.

Taulukko 1. Karakteristisen röntgensäteilyn energioita eri anodimateriaaleille

Anodimateriaali	K_α (keV)	K_β (keV)
W	58,0	59,3
Rh	20,3	22,7
Mo	17,5	19,7

Taulukko 2. Alumiinipaksuudet (*T*), jotka puolittavat säteilyn intensiteetin, ja paksuuksia vastaavat kertoimet *g* ja *c*.

T (mmAl)	*g*	*c*
0,30	0,164	1,086
0,35	0,187	1,082
0,40	0,209	1,081
0,45	0,232	1,078
0,50	0,258	1,075
0,55	0,287	1,071
0,60	0,310	1,069

Taulukko 3. Eri anodi–suodatinparien *s*-kertoimia

anodi/suodatin	*s*
Mo/Mo	1,001
Mo/Rh	1,017
Rh/Rh	1,061
W/Rh	1,042
Rh/Rh	1,061
W/Rh	1,042

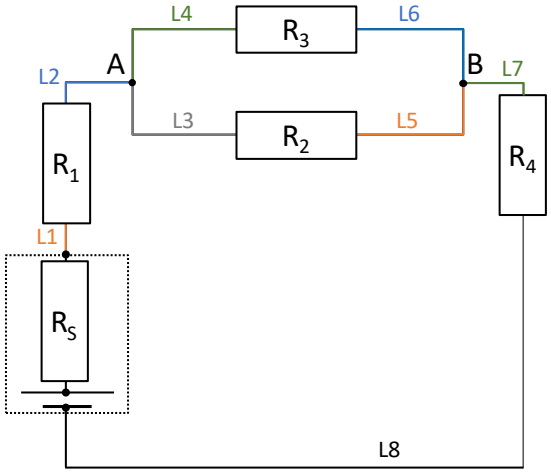
C8. Virtapiirin johdinten paksuus (8 p.)

Tehtävän C8 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on 8 pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä.

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Oheisen kuvan virtapiirissä käytetään vastuksia. Kunkin vastuksen resistanssi on 1,171 Ω. Jännitelähteen jännite on 8,2 V ja sen sisäinen vastus (R_s) on 1,171 Ω. Johtimet ovat kuparia, jonka resistiivisyys on $1{,}678 \cdot 10^{-8}$ Ωm. Kuvan komponenttien välimatkat on annettu oheisessa taulukossa.

Kuinka paksua johdinta piirissä on käytettävä, jotta siinä kulkeva sähkövirta olisi 2,0 A? Oleta kaikki johtimet samanpaksuisiksi ja poikkileikkauksiltaan ympyrän muotoisiksi.



Väli		Välimatka
L1	jännitelähde – R1	1,20 cm
L2	R1 – piste A	2,00 cm
L3	piste A – R2	2,35 cm
L4	piste A – R3	2,35 cm
L5	R2 – piste B	2,45 cm
L6	R3 – piste B	2,45 cm
L7	piste B – R4	1,80 cm
L8	R4 – jännitelähde	9,45 cm

KAAVALIITE / FORMELBILAGA 2024

Vakioita / Konstanter

$N_A = 6{,}022\,140\,76 \cdot 10^{23}$ 1/mol
$G = 6{,}674 \cdot 10^{-11}$ Nm²/kg²
$e = 1{,}602\,176\,634 \cdot 10^{-19}$ C
$F = 96\,485$ C/mol
$g = 9{,}81$ m/s²
$h = 6{,}626\,070\,15 \cdot 10^{-34}$ J · s
$h = 4{,}135\,7 \cdot 10^{-15}$ eV · s
$\sigma = 5{,}670 \cdot 10^{-8}$ W/(m² · K⁴)
$\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ F/m
$\mu_0 \approx 4\pi \cdot 10^{-7}$ Vs/(Am) ≈ $1{,}257 \cdot 10^{-6}$ Vs/(Am)
$c = 299\,792\,458$ m/s
$c_a = 343$ m/s
$R_H = 1{,}096\,8 \cdot 10^{7}$ m⁻¹
$c(H_2O) = 4{,}19$ kJ/(kg · K)
$K_w = 1{,}008 \cdot 10^{-14}$ (mol/l)²

$I_0 = 10^{-12}$ W/m²
$R = 8{,}314\,46$ (Pa · m³) / (mol · K)
= 0,083 1446 (bar · dm³) / (mol · K)
e ≈ 2,718 28
π ≈ 3,1416

protoni/proton: $m_p = 1{,}672\,621\,6 \cdot 10^{-27}$ kg
neutroni/neutron: $m_n = 1{,}674\,927\,3 \cdot 10^{-27}$ kg
elektroni/elektron: $m_e = 9{,}109\,382\,2 \cdot 10^{-31}$ kg
$u = 931{,}49$ MeV/c²
$= 1{,}660\,538\,9 \cdot 10^{-27}$ kg
$m_p = 1{,}007\,276\,5$ u
$m_n = 1{,}008\,665\,0$ u
$m_e = 5{,}485\,799\,1 \cdot 10^{-4}$ u

Kaavoja ja muuntokertoimia / Formler och omvandlingsfaktorer

0 °C = 273,15 K
1 atm = 101 325 Pa
1 eV ≈ $1{,}602 \cdot 10^{-19}$ J

1 kWh = 3,6 MJ
360° = 2π rad
ln 2 ≈ 0,693

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

$\cos x = \sin(90° - x), 0 \le x \le 90°$

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

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

Kemia / Kemi

$It = nzF$

$pV = nRT$

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

$pH = pK_a + \lg\frac{[A^-]}{[HA]}$

Fysiikka / Fysik

$v = v_0 + at$

$s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$

$v = \omega r$

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

$\omega = \omega_0 + \alpha t$

$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$

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

$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}, E_p = -\frac{Gm_1 m_2}{r}$

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

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

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

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

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

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

$$F_\mu = \mu N$$

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

$$\eta = \frac{W_\text{o}}{W_\text{i}} = \frac{\frac{W_\text{o}}{t}}{\frac{W_\text{i}}{t}} = \frac{P_\text{o}}{P_\text{i}}$$

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

$$Q = sm$$

$$Q = rm$$

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

$$S = \sigma T^4$$

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

$$F = qE$$

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

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

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

$$C = Q/U$$

$$C = \varepsilon_r\varepsilon_0\frac{A}{d}$$

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

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

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

$$P = W/t$$

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

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

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

$$p = \rho gh$$

$$f = f_0\frac{v}{v \pm v_\text{l}};\ f = f_0\frac{v \pm v_\text{h}}{v}$$

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

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

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

$$L = I/A$$

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

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

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

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

$$F_m = IlB\sin\alpha$$

$$e = lvB\sin\alpha$$

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

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

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

$$M = NABI\sin\alpha$$

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

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

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

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

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

$$N = \frac{m}{M} N_{\mathrm{A}}$$

$$E = \sum(w_{\mathrm{T}} H_{\mathrm{T}})$$

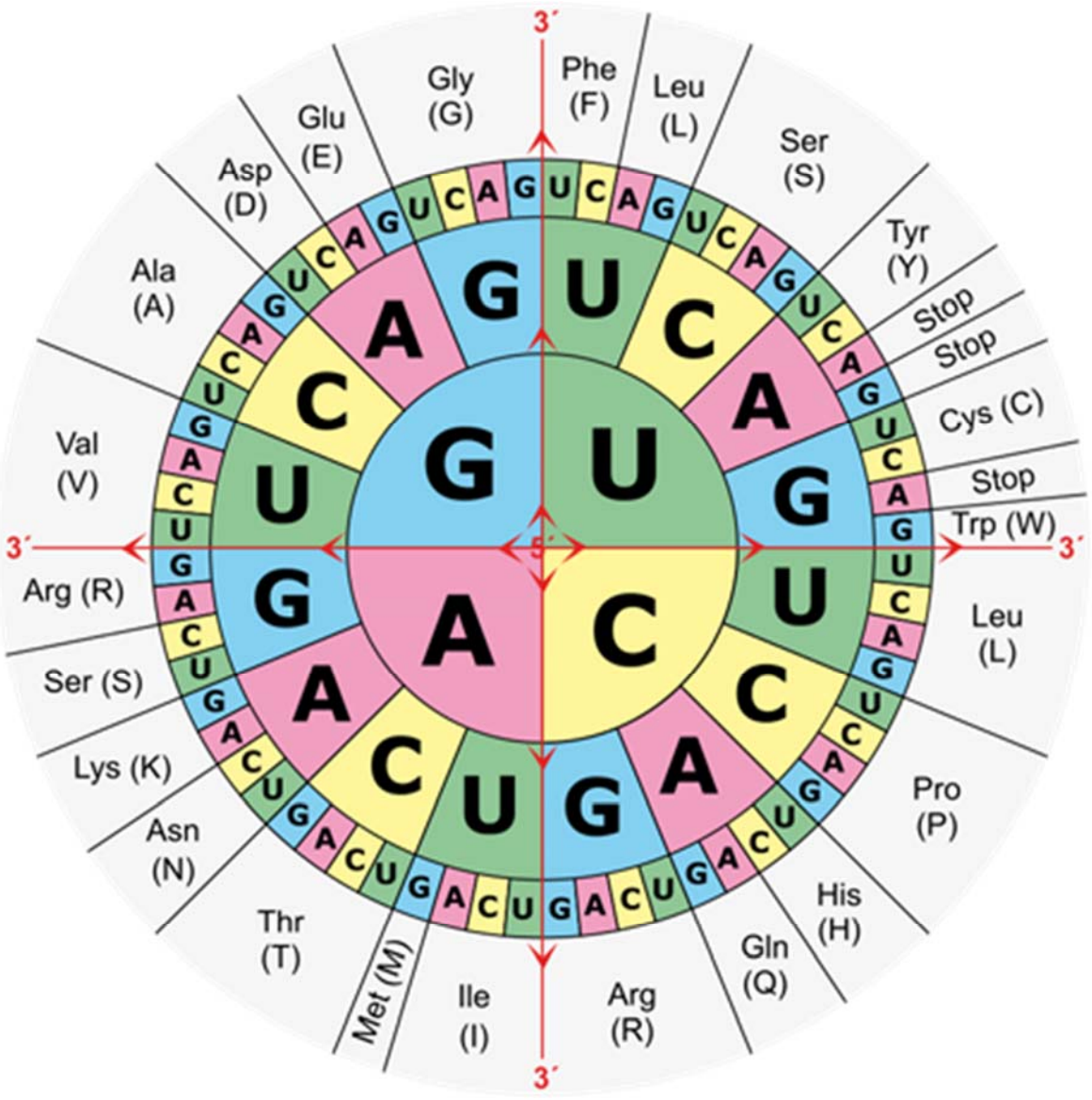
$$E = \frac{\Phi}{A}$$

$$\Delta E_k = W = QU$$

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

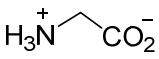
$$H_{\mathrm{T}} = w_R D$$

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

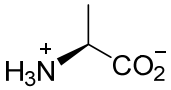


Luonnon aminohapot / Aminosyrorna i naturen

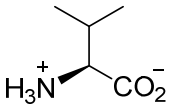
Aminohapot on esitetty siinä muodossa, jossa ne pääosin esiintyvät fysiologisessa pH-arvossa 7,4.
Aminosyrorna presenteras i den form som mest förekommer vid det fysiologiska pH-värdet 7,4.



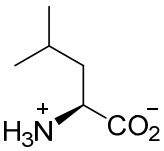
glysiini / glycin
Gly, G



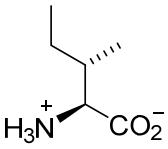
alaniini / alanin
Ala, A



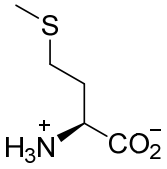
valiini / valin
Val, V



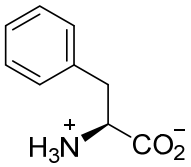
leusiini / leucin
Leu, L



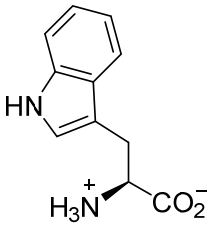
isoleusiini / isoleucin
Ile, I



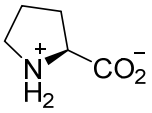
metioniini / metionin
Met, M



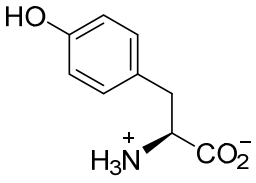
fenyylialaniini / fenylalanin
Phe, F



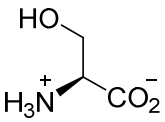
tryptofaani / tryptofan
Trp, W



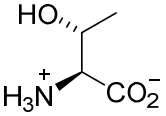
proliini / prolin
Pro, P



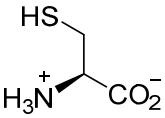
tyrosiini / tyrosin
Tyr, Y



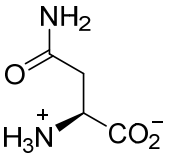
seriini / serin
Ser, S



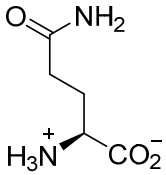
treoniini / treonin
Thr, T



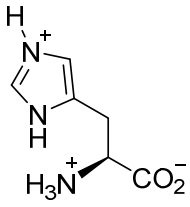
kysteiini / cystein
Cys, C



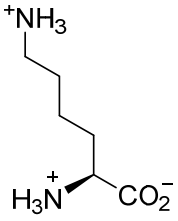
asparagiini / asparagin
Asn, N



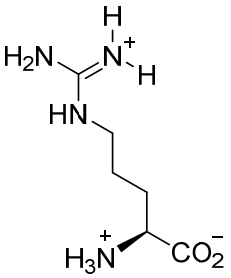
glutamiini / glutamin
Gln, Q



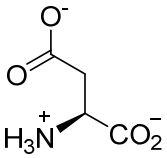
histidiini / histidin
His, H



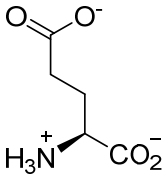
lysiini / lysin
Lys, K



arginiini / arginin
Arg, R



asparagiinihappo / asparaginsyra
Asp, D



glutamiinihappo / glutaminsyra
Glu, E

Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä / Grundämnenas periodiska system

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

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