Tehtävät A1–A9, B1–B9 ja C1–C10:
Lääketieteelliset alat (lääketiede, hammaslääketiede ja eläinlääketiede)

Tehtävät A1–A9 ja B1–B9:
Biokemia ja molekyylibiotieteet
Biolääketiede
Farmasia
Ravitsemustiede

Sisällysluettelo:

Aloitussivu 3

Yhteinen osio (biologia ja kemia) 4

Yhteisen osion ohjeet 4
A1. Ruoansulatus ja metabolia (11 p.) 6
A2. Solujen energiantuotanto (10 p.) 10
A3. Lisääntymisbiologia (10 p.) 13
A4. Geenitutkimus (12 p.) 14
A5. Bakteerit (8 p.) 16
A6. Eliökunta ja luonto (5 p.) 19
A7. Näköaisti (13 p.) 21
A8. Sydän ja verenkierto (9 p.) 26
A9. Yksilönkehitys ja syöpä (12 p.) 28

B1. Orgaanisia yhdisteitä (10 p.) 32
B2. Maksassa tapahtuvia reaktioita (7 p.) 36
B3. Maksasta vapautuneen glukoosin reaktiot (11 p.) 38
B4. Lyijymyrkytyksen hoito (9 p.) 40
B5. DNA:n massan määritys (6 p.) 42
B6. Elektrolyysi (15 p.) 43
B7. Asetyylisalisyylihapon hajoaminen (6 p.) 45
B8. Lääkekehityksen liuoslaskuja (9 p.) 47
B9. Selenokysteiini (17 p.) 48

Eriytyvä osio (fysiikka) **51**

Eriytyvän osion ohjeet **51**

C1. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa 1 (13 p.) 53

C2. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa 2 (12 p.) 57

C3. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa 3 (12 p.) 61

C4. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa 4 (4 p.) 63

C5. Täytetyn ilmapallon nostovoima (10 p.) 65

C6. Täydellinen liuku (8 p.) 65

C7. Käsivarren sivuttaisnosto (4 p.) 66

C8. Kuutiokytkentä (8 p.) 66

C9. Hiili-ionisädehoito (10 p.) 67

C10. Radiojodihoito (9 p.) 69

Kaavaliite **71**

Aloitussivu

Tervetuloa valintakokeeseen, Etunimi Sukunimi
Valintakoe B

Lue huolellisesti kaikki ohjeet läpi.

Valintakoe B koostuu:

- **yhteisestä osiosta (3 h)**, joka sisältää biologian ja kemian tehtäviä
- **eriytyvästä osiosta (1,5 h),** joka sisältää fysiikan tehtäviä.

Sinulle näkyvät ne osiot, jotka sinun täytyy hakemiisi hakukohteisiin suorittaa. Kullekin kokeen osiolle on määritelty enimmäisaika, joka näkyy koejärjestelmässä. **Voit suorittaa osiot haluamassasi järjestyksessä, mutta avattu osio täytyy suorittaa kerralla loppuun, eikä osioon voi palata enää myöhemmin.** Kun osiokohtainen aika tulee täyteen, osio sulkeutuu. Jos osio jää sinulta kesken, viimeisin tilanne tallentuu vastaukseksi.

Osiokohtaisten suoritusaikojen lisäksi koeaika sisältää 5 minuuttia valintakokeen etusivun ohjeiden lukemiseen ja osioiden välisiin siirtymiin. Huom! Jos tämä 5 minuuttia ylittyy, etusivun ohjeiden lukeminen sekä osioiden väliset siirtymät kuluttavat käytettävissä olevaa koeaikaasi.

Voit luonnostella vastauksiasi jaetuille papereille. Papereille tekemiäsi merkintöjä ei huomioida arvostelussa.

Kunkin osion tehtäväkohtainen pisteytys ja lisäohjeet vastaamiseen on esitetty osioiden alussa.

[Valintakokeen kaikissa monivalinnoissa ja alasvetovalikoissa vastausvaihtoehdot (vv) on sekoitettu, ellei toisin mainita.]

[Linkki yhteiseen osioon]
[Linkki eriytyvään osioon]

Yhteinen osio (biologia ja kemia)

Yhteisen osion ohjeet

Sinun täytyy suorittaa avaamasi osio kerralla loppuun, etkä voi palata osioon enää myöhemmin.

Kun osiokohtainen aika tulee täyteen, osio sulkeutuu. Jos osio jää sinulta kesken, viimeisin tilanne tallentuu vastaukseksi.

Sinulla saa kokeen aikana olla auki ainoastaan valintakoejärjestelmä Vallu sekä järjestelmästä avautuva erillinen kaavaliite. Kaavaliite on pdf-tiedostona jokaisen tehtävän yhteydessä. Kaavaliitteen saat 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, kuten kuvissa olevaa tekstiä.

Tallenna avotehtävien (mukaan lukien laskutehtävät) vastaukset itse "Tallenna vastaus" -painikkeella. Lisäksi vastaukset tallentuvat ajastetusti noin puolen minuutin välein sekä osiosta poistumisen yhteydessä. Jos aika loppuu ennen kuin ehdit palauttaa osion, viimeisin vastaus tallentuu järjestelmään.

Kunkin tehtävän pisteytys ja vastauksen mahdollinen merkkimäärärajoite ilmoitetaan tehtävän yhteydessä. Monivalintoja ja alasvetovalikkoja sisältävissä tehtävissä vääristä vastauksista annetaan miinuspisteitä. Vastaamatta jättämisestä ei vähennetä pisteitä. Jos tehtäväkokonaisuuden (esimerkiksi A1 tai B2) pistemäärä on negatiivinen, se muutetaan nollaksi pisteeksi kokeen loppuarvioinnissa. Jokaisen tehtäväkokonaisuuden alin mahdollinen pistemäärä on siis 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 johtamisissa riittää, että näkyville kirjoittaa alku- ja lopputilanteen. Esimerkiksi Henderson-Hasselbalchin yhtälön johtaminen:
$pH = pK_a + \lg([A^-] / [HA])$
$\Leftrightarrow [A^-] = [HA] \cdot 10^{(pH - pKa)}$

Koejärjestelmän laskin on käytössä kaikissa tehtävissä, eikä muita laskimia saa käyttää.

Voit käyttää laskutehtävien vastauksissa valintakoejärjestelmän kaavaeditoria. **Kaavaeditori on käytössä vain niissä tehtävissä, joissa sitä tarvitaan.** Editori tulee näkyville ruudun alalaitaan, kun aktivoit hiirellä tehtävän vastauskentän. Laskutehtävien vastaukset voit joissakin tapauksissa kirjoittaa myös suoraan vastauskentän riville, esimerkiksi:

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

Vastauksissa saa käyttää seuraavia epävirallisia merkintätapoja:
- kertomerkkinä asteriskia (*)

- reaktionuolena viivaa ja suurempi kuin -merkkiä (->)
- merkintää sqrt(*kaava*) neliöjuurilaskuille, esimerkiksi sqrt(2*5).
- **lukujen yhteydessä** potenssina merkkiä ^

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.

Kaikille hakijoille yhteinen osio koostuu tehtäväkokonaisuuksista A1–A9 (biologia) ja B1–B9 (kemia). Kunkin tehtävän kokonaispisteet ja tehtävätyypit on esitetty alla tehtävien yhteenvedossa. Tehtävät alkavat yhteenvedon jälkeen ja ovat kaikki tällä samalla sivulla.

A. Biologia (90 p.)

A1. Ruoansulatus ja metabolia (monivalintoja)	(11 p.)
A2. Solujen energiantuotanto (monivalintoja, avovastaus)	(10 p.)
A3. Lisääntymisbiologia (avovastauksia)	(10 p.)
A4. Geenitutkimus (monivalintoja, avovastaus)	(12 p.)
A5. Bakteerit (monivalintoja)	(8 p.)
A6. Eliökunta ja luonto (monivalintoja)	(5 p.)
A7. Näköaisti (monivalintoja, avovastauksia)	(13 p.)
A8. Sydän ja verenkierto (aukkotehtäviä alasvetovalikoilla ja tekstikentillä)	(9 p.)
A9. Yksilönkehitys ja syöpä (monivalintoja, avovastaus)	(12 p.)

B. Kemia (90 p.)

B1. Orgaanisia yhdisteitä (monivalintoja)	(10 p.)
B2. Maksassa tapahtuvia reaktioita (monivalintoja)	(7 p.)
B3. Maksasta vapautuneen glukoosin reaktiot (monivalintoja, avovastaus)	(11 p.)
B4. Lyijymyrkytyksen hoito (monivalintoja, avovastaus)	(9 p.)
B5. DNA:n massan määritys (avovastaus)	(6 p.)
B6. Elektrolyysi (monivalintoja, avovastaus)	(15 p.)
B7. Asetyylisalisyylihapon hajoaminen (monivalintoja)	(6 p.)
B8. Lääkekehityksen liuoslaskuja (monivalintoja, avovastaus)	(9 p.)
B9. Selenokysteiini (monivalintoja)	(17 p.)

A1. Ruoansulatus ja metabolia (11 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Proteiinipatukat ovat suosittuja urheilijoiden keskuudessa. Patukat sisältävät proteiinien lisäksi muitakin ravintoaineita, kuten rasvoja ja hiilihydraatteja. Proteiinien lähteenä ovat usein maitoproteiinit. Rasvat ovat usein peräisin maidosta tai trooppisista kasvirasvoista. Sakkaroosin määrän vähentämiseksi proteiinipatukoissa käytetään erilaisia makeutusaineita. Proteiinipatukat sisältävät usein myös tärkkelystä ja synteettistä tai kasviperäistä kuitua. Useimmat patukat sisältävät allergeenejä, kuten munaa, maitoa ja pähkinää, jotka tulee elintarvikelainsäädännön mukaan ilmoittaa selkeästi muusta ainesosaluettelosta erottuvalla tavalla.

a) (4 p.)
Lue proteiinipatukan ainesosien pilkkoutumiseen ja imeytymiseen liittyvä alla oleva teksti ja täydennä puuttuvat kohdat valitsemalla kustakin alasvetovalikosta sopivin vastausvaihtoehto.
(*Oikea valinta = 0,5 p.; väärä valinta = –0,2 p.; ei valintaa = 0 p.*)

Proteiinipatukan sisältämät proteiinit ovat pääosin maitoproteiineja eli kaseiinia ja heraproteiinia. Heraproteiini on näistä nopeavaikutteisempi. Sen pilkkoutuminen alkaa **#1#**. Mahalaukun seinämän solut erittävät vuorokaudessa noin **#2#** nestettä, joka sisältää suolahapon ja liman lisäksi **#3#**. Mahalaukun seinämien venytyksestä aktivoituva **#4#** hermosto tehostaa ruoansulatuksen toimintaa. Mahanesteen alhainen pH on välttämätöntä **#5#** toiminnalle. Toisaalta alhainen pH heikentää etenkin **#6#** toimintaa. Ohutsuolessa proteiinien pilkkoutumiseen osallistuvat **#7#**. Proteiineista pilkkoutuneet aminohapot siirtyvät ohutsuolen nukkalisäkkeiden kautta **#8#**.

[Vastausvaihtoehdot alasvetovalikoihin **#1#–#8#**:]

#1#

vv1 mahalaukussa	0,5 p.
vv2 suussa	–0,2 p.
vv3 ruokatorven loppuosassa	–0,2 p.
vv4 ohutsuolen alkuosassa	–0,2 p.

#2#

vv1 1–3 litraa	0,5 p.
vv2 1–3 desilitraa	–0,2 p.
vv3 puoli litraa	–0,2 p.
vv4 3–5 litraa	–0,2 p.

#3#

vv1 pepsinogeeniä ja lipaasia	0,5 p.
vv2 pepsiiniä ja amylaasia	–0,2 p.
vv3 pepsinogeeniä ja nukleaasia	–0,2 p.
vv4 laktaasia ja trypsiiniä	–0,2 p.

#4#

vv1 parasympaattinen	0,5 p.
vv2 sympaattinen	–0,2 p.

#5#

vv1 pepsiinin	0,5 p.
vv2 amylaasin	–0,2 p.
vv3 trypsiinin	–0,2 p.
vv4 nukleaasin	–0,2 p.

#6#

vv1 amylaasin	0,5 p.
vv2 pepsiinin	–0,2 p.
vv3 lipaasin	–0,2 p.
vv4 nukleaasin	–0,2 p.

#7#

vv1 ohutsuolen limakalvon ja haiman solujen erittämät entsyymit	0,5 p.
vv2 mahalaukun erittämä pepsiini ja haiman solujen erittämät entsyymit	–0,2 p.
vv3 maksan erittämä sappineste ja haiman solujen erittämät entsyymit	–0,2 p.
vv4 mahalaukun erittämä pepsiini ja ohutsuolen limakalvon solujen erittämät entsyymit	–0,2 p.

#8#

vv1 verenkiertoon ja porttilaskimon kautta maksaan	0,5 p.
vv2 verenkiertoon ja solislaskimon kautta maksaan	–0,2 p.
vv3 imusuoniin ja solislaskimon kautta maksaan	–0,2 p.
vv4 imusuoniin ja suoraan kohdekudoksille	–0,2 p.

b) (2 p.)

Proteiinipatukka sisältää sekä tärkkelystä että selluloosaa. Mitkä väitteistä koskevat tärkkelystä, mitkä selluloosaa, mitkä molempia tai eivät kumpaakaan?
Valitse kustakin alasvetovalikosta sopivin vastausvaihtoehto.
(*Oikea valinta = 0,25 p.; väärä valinta = –0,1 p.; ei valintaa = 0 p.*)

- on oligosakkaridi **#1#**
- sisältää glykosidisidoksia **#2#**
- on polysakkaridi **#3#**
- voi olla haaroittunut **#4#**
- pilkkoutuu ihmisen tuottaman entsyymin vaikutuksesta ruoansulatuskanavassa **#5#**
- kulkee ihmisen ruoansulatuskanavassa pääosin pilkkoutumattomana paksusuoleen **#6#**
- esiintyy kasvien soluseinämissä **#7#**
- toimii kasvien energiavarastona **#8#**

[Samat vastausvaihtoehdot jokaisessa alasvetovalikossa **#1#–#8#**:]

#1#		**#2#**		**#3#**		**#4#**	
vv1 selluloosa	–0,1 p.	vv1 selluloosa	–0,1 p.	vv1 selluloosa	–0,1 p.	vv1 selluloosa	–0,1 p.
vv2 tärkkelys	–0,1 p.	vv2 tärkkelys	–0,1 p.	vv2 tärkkelys	–0,1 p.	vv2 tärkkelys	0,25 p.
vv3 molemmat	–0,1 p.	vv3 molemmat	0,25 p.	vv3 molemmat	0,25 p.	vv3 molemmat	–0,1 p.
vv4 ei kumpikaan	0,25 p.	vv4 ei kumpikaan	–0,1 p.	vv4 ei kumpikaan	–0,1 p.	vv4 ei kumpikaan	–0,1 p.

#5#		**#6#**		**#7#**		**#8#**	
vv1 selluloosa	–0,1 p.	vv1 selluloosa	0,25 p.	vv1 selluloosa	0,25 p.	vv1 selluloosa	–0,1 p.
vv2 tärkkelys	0,25 p.	vv2 tärkkelys	–0,1 p.	vv2 tärkkelys	–0,1 p.	vv2 tärkkelys	0,25 p.
vv3 molemmat	–0,1 p.	vv3 molemmat	–0,1 p.	vv3 molemmat	–0,1 p.	vv3 molemmat	–0,1 p.
vv4 ei kumpikaan	–0,1 p.	vv4 ei kumpikaan	–0,1 p.	vv4 ei kumpikaan	–0,1 p.	vv4 ei kumpikaan	–0,1 p.

c) (4 p.)
Millaisia ovat proteiinipatukan rasvat, mitä niille tapahtuu ruoansulatuksessa ja millaisia tehtäviä rasvoilla on elimistössä? Lue alla oleva teksti ja täydennä puuttuvat kohdat valitsemalla kustakin alasvetovalikosta sopivin vastausvaihtoehto.
(*Oikea valinta = 0,5 p.; väärä valinta = –0,2 p.; ei valintaa = 0 p.*)

Proteiinipatukan rasvasta merkittävä osa on tyydyttynyttä. Rasvojen rakenneosina olevien tyydyttyneiden rasvahappojen hiilivetyketjut **#1#**. Nämä hiilivetyketjut ovat kemiallisen rakenteensa vuoksi pakkautuneet **#2#** kuin tyydyttymättömien rasvahappojen hiilivetyketjut. Ohutsuolessa **#3#** valmistamat sappisuolat muodostavat ruoan rasvamolekyylien kanssa pieniä rasvapisaroita. Haiman erittämä **#4#** pilkkoo rasvan monoglyserideiksi ja rasvahapoiksi, jotka siirtyvät ohutsuolen epiteelisoluihin. Sieltä rasvat siirtyvät eksosytoosilla **#5# #6#**. Rasvat ovat elimistön energian lähteitä, mutta niitä tarvitaan myös solukalvojen rakennusosiksi. Solukalvojen kaksikerroksinen rakenne muodostuu pääosin **#7#**. Niiden glyserolirunkoon on sitoutuneena **#8#**.

[Vastausvaihtoehdot alasvetovalikoihin **#1#–#8#**:]

#1#

vv1 eivät sisällä kaksoissidoksia	0,5 p.
vv2 sisältävät yhden kaksoissidoksen	–0,2 p.
vv3 sisältävät kaksi kaksoissidosta	–0,2 p.
vv4 sisältävät enemmän kuin kaksi kaksoissidosta	–0,2 p.

#2#

vv1 tiiviimmin	0,5 p.
vv2 väljemmin	–0,2 p.

#3#

vv1 maksan	0,5 p.
vv2 haiman	–0,2 p.
vv3 ohutsuolen	–0,2 p.
vv4 mahalaukun	–0,2 p.

#4#

vv1 lipaasi	0,5 p.
vv2 nukleaasi	–0,2 p.
vv3 amylaasi	–0,2 p.
vv4 peptidaasi	–0,2 p.

#5#

vv1 kylomikroneissa	0,5 p.
vv2 miselleissä	–0,2 p.
vv3 vapaina rasvahappoina	–0,2 p.
vv4 albumiiniin sitoutuneena	–0,2 p.

#6#

vv1 imusuoniin	0,5 p.
vv2 verenkiertoon	–0,2 p.

#7#

vv1 fosfolipideistä	0,5 p.
vv2 triglyserideistä	–0,2 p.
vv3 monoglyserideistä	–0,2 p.
vv4 glykolipideistä	–0,2 p.

#8#

vv1 kaksi esteröitynyttä rasvahappoa ja fosfaattiryhmä	0,5 p.
vv2 kolme esteröitynyttä rasvahappoa	–0,2 p.
vv3 yksi esteröitynyt rasvahappo ja kaksi fosfaattiryhmää	–0,2 p.
vv4 glukoosi ja kaksi esteröitynyttä rasvahappoa	–0,2 p.

d) (1 p.)
Proteiinipatukan sisältämät allergeenit voivat aiheuttaa välittömän allergisen reaktion. Mitä elimistössä silloin tapahtuu? Valitse oikeat vastaukset**, joita voi olla yksi tai useampi.**

(*Kaikki valittu oikein = 1 p.; yksi tai useampi virheellinen valinta = 0 p.*)

vv1 Plasmasolut käynnistävät vasta-aineiden tuotannon.	oikein
vv2 Syöttösolujen histamiini käynnistää tulehdusreaktion.	oikein
vv3 Auttaja-T-solut hajottavat allergeenin rakenteen.	väärin
vv4 Pilkkoutumaton laktoosi aiheuttaa tulehdusreaktion paksusuolessa.	väärin
vv5 Ohutsuolen nukkalisäkkeet vaurioituvat.	väärin

A2. Solujen energiantuotanto (10 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

a) (7 p.)

Valitse kunkin kohdan sopivin vastausvaihtoehto.

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

a1. Mitä glykolyysi pääasiallisesti tuottaa?

vv1 ATP:tä	1 p.
vv2 glukoosia	–0,25 p.
vv3 glykogeenia	–0,25 p.
vv4 NAD^+:a	–0,25 p.
vv5 $FADH_2$:ta	–0,25 p.

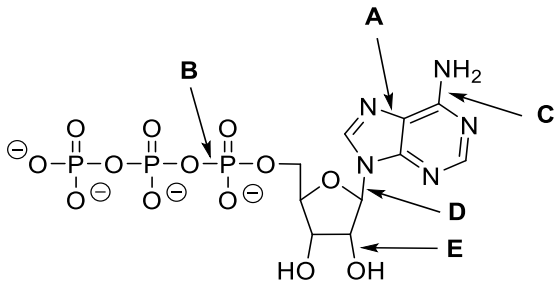
a2. Kehonrakentajat käyttävät insuliinia lihasmassan kasvattamiseen. Mikä on tällöin insuliinin vaikutus?

vv1 Proteiinisynteesi lihassoluissa lisääntyy.	1 p.
vv2 Rasvahappojen käyttö lihassolujen energianlähteenä tehostuu.	–0,25 p.
vv3 Aminohappojen otto verestä lihassoluihin heikentyy.	–0,25 p.
vv4 Glukoosin kulkeutuminen lihassoluihin vähenee.	–0,25 p.
vv5 Glukagonin synteesi lihassoluissa lisääntyy.	–0,25 p.

a3. Intensiivisen harjoituksen aikana kestävyysjuoksijan lihakset väsyvät ja niissä on polttavaa tunnetta. Juoksija epäilee, että laktaatin kertyminen lihaksiin saattaa olla syynä väsymykseen. Miten laktaatti (maitohapon anioni) vaikuttaa hänen urheilusuoritukseensa?

vv1 Laktaatti toimii energianlähteenä elimistölle.	1 p.
vv2 Laktaatti heikentää suorituskykyä laskemalla solujen pH:ta.	–0,25 p.
vv3 Lihasten ATP-tuotanto ilman hapenkulutusta lisääntyy.	–0,25 p.
vv4 Aerobinen aineenvaihdunta tehostuu.	–0,25 p.
vv5 Palautuminen estyy harjoituksen jälkeen.	–0,25 p.

a4. ATP:n hydrolyysissä katkeaa ja muodostuu sidoksia. Minkä oheisen kuvan sidoksista **A–E** pitäisi katketa, jotta solussa tapahtuvassa hydrolyysissä vapautuisi eniten energiaa?



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

a5. 60-vuotiaalla potilaalla on tyypin 2 diabetes, ylipainoa, korkea verensokeri ja insuliiniresistenssi (kudosten vaste insuliinille on heikentynyt). Liikunta voi alentaa verensokeria. Mihin tämä perustuu?

vv1 Glukoosinsiirtäjäproteiinien määrä solukalvoilla lisääntyy.	1 p.
vv2 Langerhansin saarekkeiden insuliinin tuotanto kasvaa.	–0,25 p.
vv3 Langerhansin saarekkeiden glukagonin tuotanto kasvaa.	–0,25 p.
vv4 Maksan glukoosin tuotanto glykogeenistä tehostuu.	–0,25 p.
vv5 Glukoosin käyttö proteiinien tuotannossa kiihtyy.	–0,25 p.

a6. Miten glukagoni vaikuttaa maksassa?

vv1 Glykogeenin pilkkoutuminen tehostuu.	1 p.
vv2 Glykogeenin varastointi lisääntyy.	–0,25 p.
vv3 Glukoosintuotanto vähenee.	–0,25 p.
vv4 Insuliinin vaikutus voimistuu.	–0,25 p.
vv5 Rasvojen pilkkoutuminen vähenee.	–0,25 p.

a7. Insuliini vaikuttaa geeniluentaan poikkijuovaisessa lihassolussa

vv1 sitoutumalla solukalvon reseptoriin ja käynnistämällä toisiolähettiketjun.	1 p.
vv2 kiinnittymällä tumakalvon reseptoriin ja käynnistämällä toisiolähettiketjun.	–0,25 p.
vv3 aktivoimalla tumassa reseptorin ja käynnistämällä toisiolähettiketjun.	–0,25 p.
vv4 aktivoimalla soluliman reseptorin ja kiinnittymällä DNA:han.	–0,25 p.
vv5 sitoutumalla tumassa reseptoriin ja kiinnittymällä DNA:han.	–0,25 p.

b) (3 p.)

Maratoonarille kehittyy voimakas hypoglykemia (alhainen verensokeri) pitkän juoksuharjoituksen aikana. Hänen elimistönsä reagoi vapauttamalla adrenaliinia. Millä tavoilla adrenaliini auttaa korjaamaan kehon energiavajetta?

Vastauksen enimmäispituus: 250 merkkiä

A3. Lisääntymisbiologia (10 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Määrittele alla olevat kuukautiskiertoon ja alkuraskauteen liittyvät termit lyhyesti (yksi lause tai virke). Yhden tai kahden sanan vastaus ei ole riittävä.

a) (2 p.)
Follikkeli (munarakkula)
Vastauksen enimmäispituus: 120 merkkiä

b) (2 p.)
Implantaatio
Vastauksen enimmäispituus: 150 merkkiä

c) (2 p.)
Tsygootti
Vastauksen enimmäispituus: 150 merkkiä

d) (2 p.)
Luteinisoiva hormoni (LH)
Vastauksen enimmäispituus: 250 merkkiä

e) (2 p.)
Keltarauhanen
Vastauksen enimmäispituus: 200 merkkiä

A4. Geenitutkimus (12 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

a) (5 p.)
Lue alla oleva teksti, joka liittyy DNA:n monistamiseen reaaliaikaisella PCR-menetelmällä. Täydennä puuttuvat kohdat valitsemalla kustakin alasvetovalikosta sopivin vastausvaihtoehto.
(*Oikea valinta = 1 p.; väärä valinta = –0,25 p.; ei valintaa = 0 p.*).

Reaaliaikaisessa PCR:ssä proteiinia koodaavaa geeniä monistetaan kolmivaiheisissa sykleissä. Vaiheessa 1 tapahtuu DNA:n **#1#**, jolloin DNA-juosteet eroavat toisistaan. Tämä vaihe tapahtuu 95 °C:n lämpötilassa. Vaiheessa 2 käytettävät alukkeet ovat **#2#**, ja ne sitoutuvat emäspariutumisperiaatteen mukaisesti tiettyihin kohdesekvenssin kohtiin. Nämä alukkeet toimivat **#3#** kiinnityskohtina. Vaiheessa 3 tämä entsyymi liittää muodostuvaan sekvenssiin nukleotidejä mallijuosteen mukaisessa järjestyksessä. Geenimonistuksen aikana PCR-laite mittaa merkkiaineen (koettimen) **#4#.** PCR-syklejä toistetaan keskimäärin **#5#** kertaa.

[Vastausvaihtoehdot alasvetovalikoihin **#1#–#5#**:]

#1#

vv1 denaturaatio	1 p.
vv2 rekombinaatio	–0,25 p.
vv3 renaturaatio	–0,25 p.
vv4 silmukointi	–0,25 p.

#2#

vv1 yksinauhaisia DNA-pätkiä	1 p.
vv2 pituudeltaan 120–130 nukleotidia	–0,25 p.
vv3 aina samanlaisia	–0,25 p.
vv4 rakenteeltaan RNA:ta	–0,25 p.

#3#

vv1 polymeraasin	1 p.
vv2 terminaalitransferaasin	–0,25 p.
vv3 restriktioendonukleaasin	–0,25 p.
vv4 ligaasin	–0,25 p.

#4#

vv1 fluoresenssia	1 p.
vv2 radioaktiivisuutta	–0,25 p.
vv3 infrapuna-aaltoja	–0,25 p.
vv4 absorbanssia	–0,25 p.

#5#

vv1 30	1 p.
vv2 3	–0,25 p.
vv3 10	–0,25 p.
vv4 100	–0,25 p.

b) (7 p.)

Oletetaan, että AD16-proteiinia koodaava *AD16*-geeni ja sen ilmentymistä ohjaavat säätelyalueet sijaitsevat ihmisen X-kromosomissa. *AD16*-geenin mutatoitunut muoto (*AD16mut*) on merkittävä Alzheimerin taudin riskitekijä. *AD16mut*-geenialueen mallinauhan sekvenssi säätelyalueineen on seuraava:

TAA TAC GAC TCA CTA TGG **ATC** GTC CGT TTC ACT *GGA GGA CGC* GTA TTC TAG ATG TAG

Tämän sekvenssin 18 ensimmäistä nukleotidia kuuluvat transkription säätelyalueeseen (promoottoriin). Niitä seuraavan *AD16mut*-geenin mallinauhan koodaavan alueen kolme ensimmäistä nukleotidiä ovat **ATC**. Sekvenssialue *GGA GGA CGC* on geenin ensimmäinen introni-alue.

Kirjoita transkriptiossa ja translaatiossa muodostuneiden sekvenssien rakenteet. Perustele vastauksesi.

Vastauksen enimmäispituus: 1000 merkkiä

A5. Bakteerit (8 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

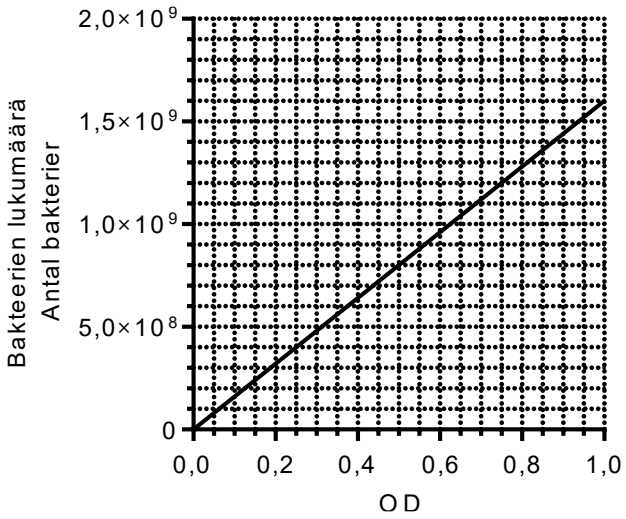
Valitse kunkin kohdan sopivin vastausvaihtoehto.

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

a) Bakteereja voidaan ryhmitellä muotonsa perusteella. Mitkä bakteerit ovat pallomaisia?

vv1 kokit	1 p.
vv2 basillit	–0,25 p.
vv3 vibriot	–0,25 p.
vv4 spirillit	–0,25 p.
vv5 spirokeetat	–0,25 p.

b) Bakteerit jakautuvat puolen tunnin välein. Kahden tunnin kuluttua bakteereita on 5 miljoonaa. Kun bakteerit jatkavat jakautumistaan liuoksessa, liuos samentuu ja bakteerien määrää voidaan arvioida mittaamalla liuoksen optista tiheyttä (*optical density*, OD). Mikä on liuoksen OD-arvo kuuden tunnin kuluttua oheisen kuvaajan perusteella?



vv1 0,80	1 p.
vv2 0,20	–0,25 p.
vv3 0,45	–0,25 p.
vv4 0,55	–0,25 p.
vv5 0,70	–0,25 p.

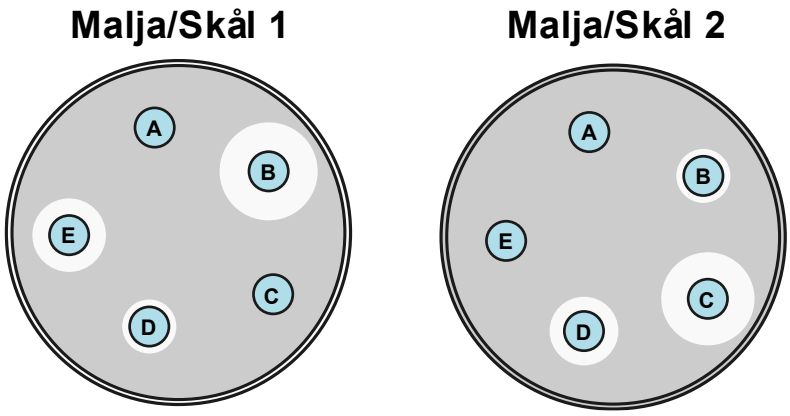
c) Bakteeri-infektioita voidaan hoitaa antibiooteilla. Osa antibiooteista toimii sitoutumalla bakteerin ribosomaaliseen RNA:han. Mikä proteiinien valmistuksen vaihe tällöin estyy?

vv1 translaatio	1 p.
vv2 laskostuminen	–0,25 p.
vv3 transkriptio	–0,25 p.
vv4 silmukointi	–0,25 p.
vv5 eritys solusta	–0,25 p.

d) Osa antibiooteista toimii estämällä mureiinin (peptidoglykaani) synteesiä bakteerisoluissa. Minkä rakenteen toiminta tällöin häiriintyy?

vv1 soluseinän	1 p.
vv2 ribosomin	–0,25 p.
vv3 soluhengityskalvoston	–0,25 p.
vv4 solukalvon	–0,25 p.
vv5 DNA:n	–0,25 p.

e) Antibioottien tehoa eri bakteereihin voidaan tutkia kasvattamalla bakteereja petrimaljalla ja laittamalla maljalle antibioottikiekkoja (siniset, kirjaimin merkityt ympyrät kuvassa; samat kiekot molemmilla maljoilla). Kiekosta leviää antibioottia sen ympäristöön. Antibiootin teho nähdään bakteerikasvustosta vapaana olevana alueena antibioottikiekon ympärillä (kuvan valkoiset alueet). Maljalla 1 kasvaa gramnegatiivisia bakteereita ja maljalla 2 grampositiivisia. Fidaksomisiini on antibiootti, joka tehoaa grampositiivisiin bakteereihin, mutta jolle gramnegatiiviset bakteerit ovat vastustuskykyisiä. Mikä oheisen kuvan kiekoista (**A–E**) sisältää todennäköisimmin fidaksomisiinia?



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

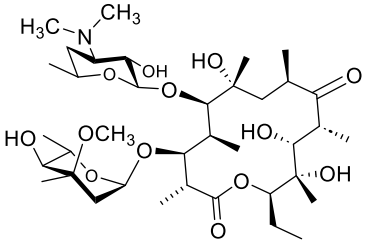
f) Antibioottihoidon aikana voi syntyä bakteeripopulaatioita, jotka ovat vastustuskykyisiä eli resistenttejä hoidossa käytetylle antibiootille. Mistä luonnonvalinnan muodosta on tällöin kyse?

vv1 suuntaava valinta	1 p.
vv2 tasapainottava valinta	–0,25 p.
vv3 seksuaalivalinta	–0,25 p.
vv4 hajottava valinta	–0,25 p.

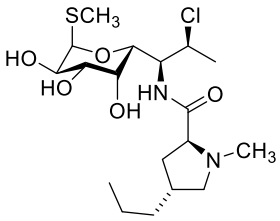
g) Bakteereille voi kehittyä antibioottihoidon aikana antibioottiresistenssiä. Yksi mahdollinen antibioottiresistenssin syntymekanismi on transformaatio. Mitä transformaatiossa tapahtuu?

vv1 Solun ulkopuolinen vapaa DNA siirtyy bakteerisolun sisään.	1 p.
vv2 Bakteerisolu erittää DNA:ta solunulkoiseen vesikkeliin.	–0,25 p.
vv3 DNA:ta siirtyy kahden bakteerin välillä solujen kiinnittyessä toisiinsa.	–0,25 p.
vv4 Virus siirtää DNA:ta bakteerisolun sisään.	–0,25 p.
vv5 Bakteerin DNA:ssa tapahtuu spontaani mutaatio.	–0,25 p.

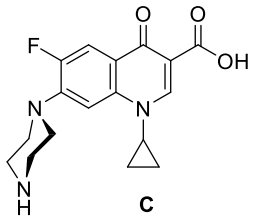
h) Klavulaanihappo on lääkeaine, jota voidaan käyttää tehostamaan antibioottihoitoa. Se estää bakteerien tuottaman beetalaktamaasientsyymin toimintaa. Beetalaktamaasi katalysoi antibioottimolekyylissä olevan laktaamin eli syklisen amidin hydrolyysiä, jolloin antibiootin teho häviää. Minkä oheisessa kuvassa esitetyn antibiootin tehoa klavulaanihappo voi lisätä?



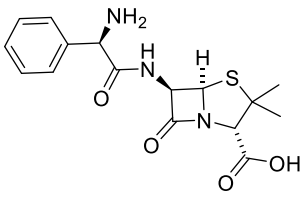
A



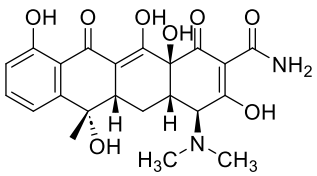
B



C



D



E

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

A6. Eliökunta ja luonto (5 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Valitse kussakin kohdassa kaikki oikeat vastaukset (yksi tai useampi).
(*Valittu kaikki oikeat vastaukset = 1 p.; yksi tai useampi virheellinen valinta = 0 p.*)

Maija oli vuokrannut mökin ja päätti tehdä retken sen lähiympäristöön.

a) Retken ensimmäinen mielenkiintoinen havainto oli heti tien varressa voikukan lehteä syövä iso viinimäkikotilo. Valitse ne eläimet, jotka kuuluvat samaan pääjaksoon viinimäkikotilon kanssa.

vv1 mustekalat	oikein
vv2 meritähdet	väärin
vv3 kastemadot	väärin
vv4 jokiravut	väärin
vv5 meduusat	väärin

b) Maija ihasteli retken aikana erilaisia kasveja ja mietti niiden rakennetta. Valitse kasvit, joilla on johtosolukko.

vv1 peltokorte	oikein
vv2 kotkansiipi	oikein
vv3 kataja	oikein
vv4 voikukka	oikein
vv5 rahkasammal	väärin

c) Maija tuli metsään, jonka päätteli olevan sukkession kliimaksivaiheessa. Valitse vaihtoehdoista ne metsän piirteet, jotka tukevat hänen päätelmäänsä.

vv1 Puusto oli pääosin havupuita.	oikein
vv2 Kolopesijöitä oli runsaasti.	oikein
vv3 Sammalta oli runsaasti.	oikein
vv4 Maitohorsma oli vallannut suuria alueita.	väärin
vv5 Lahopuuta oli vähän.	väärin

d) Metsäpolku päättyi pieneen järveen. Maija oli kuullut, että tässä järvessä veden pH on 5,2. Valitse vaihtoehdoista tekijät, jotka voisivat olla syynä tällaiseen pH-arvoon.

vv1 sadeveden suuret typen oksidien pitoisuudet	oikein
vv2 lähialueen teollisuuden suuret rikkipäästöt	oikein
vv3 pelloilta valunut kalkki	väärin
vv4 hiilidioksidin lisääntynyt haihtuminen pintavedestä	väärin
vv5 lähimetsien humusaineiden vähentynyt tuotto	väärin

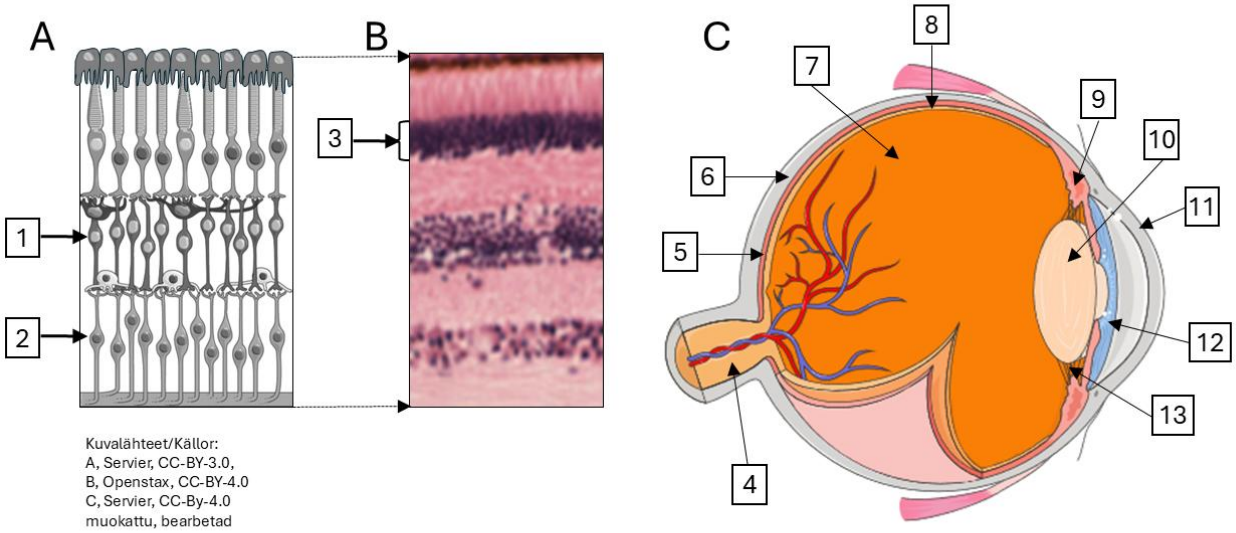
e) Järvi ei ollut rehevöitynyt kuten se järvi, johon Maijan isovanhempien kotitila rajoittui. Isoisä ihmetteli usein järven eliökunnassa tapahtuneita muutoksia. Valitse vaihtoehdoista rehevöitymisen tyypilliset seuraukset.

vv1 ilmaversoisten kasvien määrän lisääntyminen	oikein
vv2 kelluslehtisten kasvien määrän lisääntyminen	oikein
vv3 suurten muikku- ja siikaparvien yleistyminen	väärin
vv4 uposlehtisten kasvien määrä lisääntyminen	väärin
vv5 rihmalevien määrän väheneminen	väärin

A7. Näköaisti (13 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Kuva/Bild 1.



Kuvalähteet/Källor:
A, Servier, CC-BY-3.0,
B, Openstax, CC-BY-4.0
C, Servier, CC-By-4.0
muokattu, bearbetad

a) (1,5 p.)
Valitse kussakin kohdassa sopivin vastausvaihtoehto.
(*Oikea valinta = 0,5 p.; väärä valinta = –0,2 p.; ei valintaa = 0 p.*)

(a1) Mikä silmän rakenne on kuvassa 1.A? **#1#**

(a2) Missä kuvan 1.A rakenne sijaitsee kuvassa 1.C? Valitse oikea numero. **#2#**

(a3) Miten päin kuvan 1.A rakenne on kuvassa 1.C sitä esittävän numeron kohdalla? **#3#**

[Vastausvaihtoehdot alasvetovalikoihin **#1#–#3#**. Kohdan **#2#** vastausvaihtoehtoja ei ole sekoitettu.]

#1#	
vv1 verkkokalvo	0,5 p.
vv2 suonikalvo	–0,2 p.
vv3 kovakalvo	–0,2 p.
vv4 sarveiskalvo	–0,2 p.
vv5 värikalvo	–0,2 p.

#2#	
vv1 4	–0,2 p.
vv2 5	–0,2 p.
vv3 6	–0,2 p.
vv4 7	–0,2 p.
vv5 8	0,5 p.
vv6 9	–0,2 p.
vv7 10	–0,2 p.
vv8 11	–0,2 p.
vv9 12	–0,2 p.
vv10 13	–0,2 p.

#3#	
vv1 Kuten kuvassa 1.A on esitetty.	0,5 p.
vv2 Kuvaa 1.A on käännettävä 90 astetta vasemmalle.	–0,2 p.
vv3 Kuvaa 1.A on käännettävä 180 astetta oikealle.	–0,2 p.
vv4 Kuvaa 1.A on käännettävä 90 astetta oikealle.	–0,2 p.

b) (1 p.)
Nimeä kuvan 1.A kohdassa 1 osoitettu solutyyppi.
Vastauksen enimmäispituus: 30 merkkiä

c) (1 p.)
Nimeä kuvan 1.A kohdassa 2 osoitettu solutyyppi.
Vastauksen enimmäispituus: 30 merkkiä

d) (1 p.)
Kun kudosleikkeitä tarkastellaan valomikroskoopilla, ne on ensin värjättävä. Hematoksyliini-eosiinivärjäysliuoksen hematoksyliini on aine, joka värjää leikkeessä negatiivisesti varautuneita solurakenteita sinertäviksi. Eosiini puolestaan värjää positiivisesti varautuneita aminohappotähteitä sisältäviä rakenteita punertaviksi. Kuvassa 1.B oleva värjätty kudosleike vastaa kuvaa 1.A.

Mitkä solurakenteet hematoksyliini on värjännyt kuvan 1.B nuolella osoitetussa kohdassa 3?
Mistä soluista on kyse?
Vastauksen enimmäispituus: 40 merkkiä

e) (0,5 p.)
Mitkä kuvan 1.C numeroidut rakenteet taittavat valoa silmässä?
(*Valittu kaikki oikeat vastaukset = 0,5 p.; yksi tai useampi virheellinen valinta = 0 p.*)

[Vastausvaihtoehtoja ei ole sekoitettu.]

vv1 4	väärin
vv2 5	väärin
vv3 6	väärin
vv4 7	oikein
vv5 8	väärin
vv6 9	väärin
vv7 10	oikein
vv8 11	oikein
vv9 12	väärin
vv10 13	väärin

f) (1 p.)

(f1 ja f2) Kuvassa 1.C sädelihas on esitetty numerolla **#4#** ja linssin ripustin/ripustinsäikeet numerolla **#5#**.
(*Oikea valinta = 0,25 p.; väärä valinta = –0,2 p.; ei valintaa = 0 p.*)

[Vastausvaihtoehdot alasvetovalikoihin **#4#** ja **#5#**. Vastausvaihtoehtoja ei ole sekoitettu.]

#4#

vv1 4	–0,2 p.
vv2 5	–0,2 p.
vv3 6	–0,2 p.
vv4 7	–0,2 p.
vv5 8	–0,2 p.
vv6 9	0,25 p.
vv7 10	–0,2 p.
vv8 11	–0,2 p.
vv9 12	–0,2 p.
vv10 13	–0,2 p.

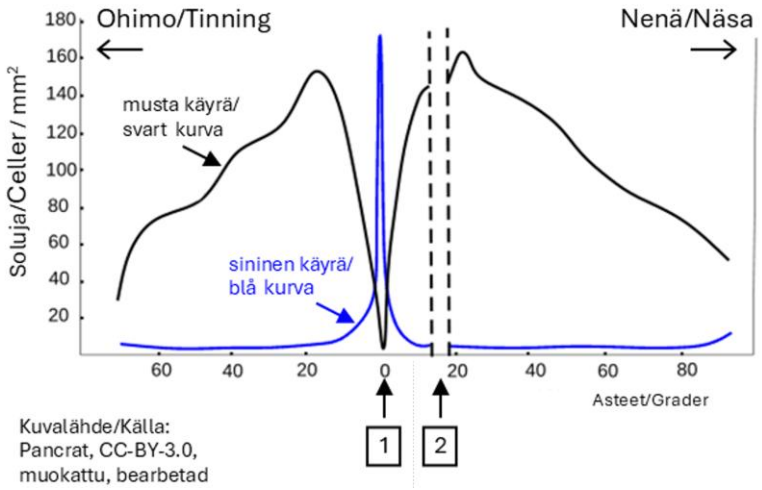
#5#

vv1 4	–0,2 p.
vv2 5	–0,2 p.
vv3 6	–0,2 p.
vv4 7	–0,2 p.
vv5 8	–0,2 p.
vv6 9	–0,2 p.
vv7 10	–0,2 p.
vv8 11	–0,2 p.
vv9 12	–0,2 p.
vv10 13	0,25 p.

(f3) Kun katse tarkentuu lähellä silmää olevaan kohteeseen, linssi muuttuu muodoltaan pyöreämmäksi. Miten tämä tapahtuu?
(*Oikea valinta = 0,5 p.; väärä valinta = –0,2 p.; ei valintaa = 0 p.*)

vv1 Sädelihas supistuu ja linssin ripustimet löystyvät.	0,5 p.
vv2 Sädelihas veltostuu ja linssin ripustimet kiristyvät.	–0,2 p.
vv3 Sädelihas supistuu ja linssin ripustimet kiristyvät.	–0,2 p.
vv4 Sädelihas veltostuu ja linssin ripustimet löystyvät.	–0,2 p.

Kuva/Bild 2.



g) (2,5 p.)
Kuvassa 2 on esitetty ihmisen näköaistinsolujen sijoittuminen verkkokalvolle.

(g1) Minkä solujen jakaumaa kuvaa musta käyrä? **#6#**
(g2) Minkä solujen jakaumaa kuvaa sininen käyrä? **#7#**

(*Oikea valinta = 0,25 p.; väärä valinta = –0,25 p.; ei valintaa = 0 p.*)

[Vastausvaihtoehdot alasvetovalikoihin **#6#** ja **#7#**:]

#6#
vv1 sauvasolujen 0,25 p.
vv2 tappisolujen –0,25 p.

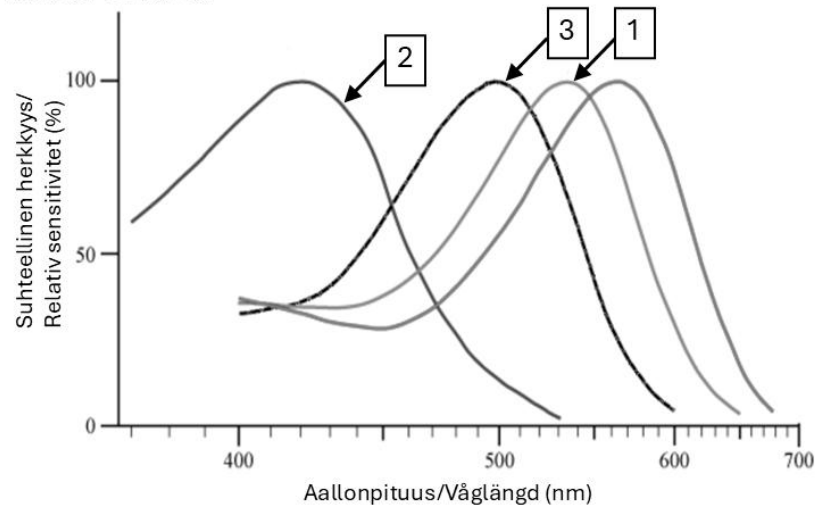
#7#
vv1 sauvasolujen –0,25 p.
vv2 tappisolujen 0,25 p.

Nimeä verkkokalvolla olevat nuolella osoitetut kohdat 1 ja 2 kuvassa 2.

(g3) Kohta 1: (1 p.)
Vastauksen enimmäispituus: 30 merkkiä

(g4) Kohta 2: (1 p.)
Vastauksen enimmäispituus: 30 merkkiä

Kuva/Bild 3.



Kuvalähde/Källa:
Francois~frwiki, CC-BY-4.0,
muokattu, bearbetad

h) (0,5 p.)
Kuvassa 3 on esitetty näköaistinsolujen herkkyys valon eri aallonpituuksille. Mitä soluja nuolella osoitetut herkkyyskäyrät 1, 2 ja 3 vastaavat?
(*Oikea valinta = 0,5 p.; väärä valinta = –0,2 p.; ei valintaa = 0 p.*)

vv1 1: viherherkät tappisolut, 2: siniherkät tappisolut, 3: sauvasolut	0,5 p.
vv2 1: siniherkät tappisolut, 2: sauvasolut, 3: punaherkät tappisolut	–0,2 p.
vv3 1: viherherkät tappisolut, 2: sauvasolut, 3: punaherkät tappisolut	–0,2 p.
vv4 1: punaherkät tappisolut, 2: viherherkät tappisolut, 3: siniherkät tappisolut	–0,2 p.

i) (4 p.)
Silmän värikalvon eli iiriksen väri vaihtelee tummanruskeasta vaalean siniseen. Iiriksen väri on polygeeninen ominaisuus. Uusimpien tutkimusten mukaan eurooppalaisilla iiriksen väriin vaikuttavia geenejä on noin 60. Merkittävimmät niistä liittyvät melaniinipigmentin tuottoon, kuljetukseen tai varastointiin.

Tehtävässä keskitytään kolmeen geeniin A, B ja C. Oletetaan, että kunkin geenin vaikutus iiriksen väriin on samansuuruinen ja että geenit esiintyvät kukin kahtena alleelina: A/a, B/b ja C/c. Isolla kirjaimella merkitty alleeli lisää tumman värin aiheuttavaa melaniinia enemmän kuin pienellä kirjaimella merkitty alleeli. Syntyvän lapsen isän genotyyppi on AaBbCc ja äidin AaBbcc. Millä todennäköisyydellä lapsella on vaaleamman väriset silmät kuin kummallakaan vanhemmalla?

Valitse sopivin vastausvaihtoehto.
(*Oikea valinta = 4 p.; väärä valinta = –1 p.; ei valintaa = 0 p.*)

vv1 18,75 %	4 p.
vv2 6,25 %	–1 p.
vv3 12,50 %	–1 p.
vv4 25,00 %	–1 p.
vv5 37,50 %	–1 p.

A8. Sydän ja verenkierto (9 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Alla oleva läppävikaan liittyvä teksti sisältää tyhjiä aukkoja. Täydennä teksti oikeaksi.
Joihinkin aukkoihin tulee kirjoittaa yksi tai useampi sana suluissa olevan vihjeen perusteella.
Osa aukoista sisältää alasvetovalikon, jonka vaihtoehdoista tulee valita sopivin vastausvaihtoehto.

Pisteytys:
Kirjoitettu sana tai sanat
Oikea vastaus = 0,5 p.
Väärä vastaus = 0 p.
Ei vastausta = 0 p.

Alasvetovalikot
Oikea valinta = 0,5 p.
Väärä valinta = –0,2 p.
Ei valintaa = 0 p.

Terveessä elimistössä hiippaläppä estää veren takaisinvirtauksen sydämen kammiosta eteiseen silloin, kun verta pumpataan vasemmasta kammiosta *(a. verenkiertoelimistön osa)* _____. Jos hiippaläppä vuotaa, verta virtaa systolen aikana myös vasempaan eteiseen. Hiippaläpän vuoto voi joskus aiheuttaa äkillisen sydämen vajaatoiminnan ja verenpaineen laskun elimistössä. Verenpaineen muutos aistitaan **#1#.** Sieltä tieto välitetään edelleen **#2#** säätelykeskukseen. Äkillinen verenpaineen lasku saa aikaan sen, että *(b. autonomisen hermoston osa)* _____ **#3#** sydämen pumppaustoimintaa.

Verenpaineeseen vaikuttaa myös solunulkoisen nesteen osmolaliteetti, joka tarkoittaa nesteeseen liuenneiden molekyylien ja ionien lukumäärää yhdessä kilogrammassa liuotinta. Proteiineista erityisesti **#4#** ovat tärkeitä plasman väkevyyden ylläpitämisessä. Kun veren osmolaliteetti nousee liikaa, *(c. hormoni)* _____ valmistus lisääntyy **#5#**. Tämä hormoni vaikuttaa *(d. elin)* _____ siten, että *(e. Mitä elimessä tapahtuu?)* _____. Tällöin veren osmolaliteetti pienenee. Lisäksi *(f. elin)* _____ erittämä *(g. entsyymi)* _____ lisää angiotensinogeenin muuttamista angiotensiini I:ksi. Tämä pilkkoutuu edelleen angiotensiini II:ksi, joka voimistaa *(h. hormoni)* _____ erittymistä *(i. elimen osa)* _____. Erittynyt hormoni lisää *(j. ioni)* _____ takaisinimeytymistä verenkiertoon, jolloin vesi siirtyy perässä. Mikäli sydämen vajaatoiminta kroonistuu, se voi johtaa vasemman kammion seinämän paksuuntumiseen. Paksuuntumisen myötä sydämen johtoratajärjestelmän **#6#** aktivoituminen ei pysty tuottamaan normaalia sähköistä impulssia, jolloin kalsium- ja *(k.)* _____ionien aikaansaama sydänlihassolujen depolarisaatioaalto muuttuu. Kovan fyysisen rasituksen yhteydessä sydämen vajaatoiminta näkyy erityisesti verenkierron vähentymisenä **#7#**. Normaalisti verenkierto lisääntyisi siellä eniten.

[Vastausvaihtoehdot alasvetovalikoihin **#1#–#8#**:]

#1#

vv1 hypotalamuksessa	–0,2 p.
vv2 sydämen oikean eteisen seinämässä	–0,2 p.
vv3 aortassa ja kaulavaltimoissa	0,5 p.
vv4 keuhkokapillaareissa	–0,2 p.

#2#

vv1 hypotalamuksen	–0,2 p.
vv2 hippokampuksen	–0,2 p.
vv3 talamuksen	–0,2 p.
vv4 ydinjatkeen	0,5 p.

#3#

vv1 hidastaa	–0,2 p.
vv2 kiihdyttää	0,5 p.

#4#

vv1 globiinit	–0,2 p.
vv2 proteaasit	–0,2 p.
vv3 albumiinit	0,5 p.
vv4 lipoproteiinit	–0,2 p.

#5#

vv1 hippokampuksessa	–0,2 p.
vv2 aivolisäkkeessä	–0,2 p.
vv3 hypotalamuksessa	0,5 p.
vv4 talamuksessa	–0,2 p.

#6#

vv1 lihassolujen	0,5 p.
vv2 hermosolujen	–0,2 p.

#7#

vv1 lihaksissa	0,5 p.
vv2 aivoissa	–0,2 p.
vv3 sydämessä	–0,2 p.
vv4 munuaisissa	–0,2 p.

A9. Yksilönkehitys ja syöpä (12 p.)

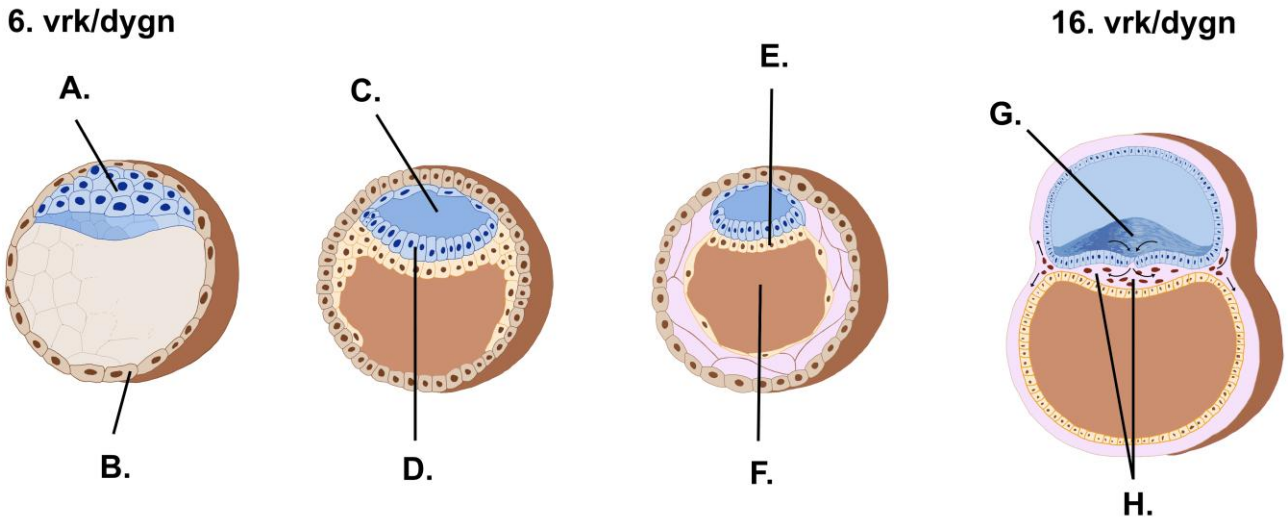
[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Muokattu Duodecim Terveyskirjaston verkkoartikkelista 4.12.2019.

Nefroblastooma eli Wilmsin tuumori on yleisin lasten munuaisten pahanlaatuinen kasvain (syöpäkasvain), jonka esiintyvyydeksi on arvioitu 1/10 000 vastasyntynyttä. Kasvain muodostuu alkion munuaisen multipotentteja kantasoluja muistuttavista soluista. Tämän vuoksi Wilmsin tuumorista käytetään myös nimitystä embryonaalinen kasvain. Kasvainta todetaan lähinnä 1–5-vuotiailla lapsilla. Aikuisilla sairaus on hyvin harvinainen. Vatsan alueen toispuoleisen massan lisäksi kasvain voi aiheuttaa vatsakipuja, kohonnutta verenpainetta, verivirtsaisuutta ja anemiaa. Tauti kehittyy hyvin nopeasti ja leviää paikallisesti, mutta kasvainsoluja löydetään usein myös potilaan keuhkoista ja maksasta.

Kasvain ilmaantuu sattumalta 99 %:ssa tapauksista. Noin 10 %:ssa tapauksista kasvain liittyy synnynnäisiin epämuodostumiin tai on osa oireyhtymää, jossa kasvaimen lisäksi samalla potilaalla on useita erilaisia oireita. Potilailla voi olla synnynnäisiä epämuodostumia ja normaalia nopeampaa kasvua ensimmäisen elinvuoden aikana. Perinnölliset tapaukset ovat harvinaisia. Diagnoosi ja kasvaimen leviämisen arviointi perustuvat kuvantamiseen. Hoitona käytetään solunsalpaajia eli sytostaatteja ja kirurgiaa. Joskus lisäksi käytetään myös sädehoitoa. Useimmissa tapauksissa ennuste on hyvä ja yli 90 % potilaista selviytyy hengissä.

a) (2 p.)
Oheisessa kuvassa on alkion neljä varhaista kehitysvaihetta. Vasemmanpuoleisin alkio on 6 vrk ja oikeanpuoleisin alkio 16 vrk hedelmöityksestä. Nimeä kuvaan merkityt rakenteet **A–H** valitsemalla kustakin alasvetovalikosta sopivin vastausvaihtoehto.
(*Oikea valinta = 0,25 p., väärä valinta –0,2 p., ei valintaa = 0 p.*)



A. #1#

B. #2#

C. #3#

D. #4#

E. #5#

F. #6#

G. #7#

H. #8#

#1#	
vv1 sisäsolumassa/alkionysty	0,25 p.
vv2 pintakerros/ulkosolut	–0,2 p.
vv3 vesikalvon ontelo/lapsivesiontelo	–0,2 p.
vv4 ulkokerros/ektodermi	–0,2 p.
vv5 sisäkerros/endodermi	–0,2 p.
vv6 ruskuaispussi	–0,2 p.
vv7 keskushermoston alku	–0,2 p.
vv8 keskikerros/mesodermi	–0,2 p.
vv9 istukka	–0,2 p.
vv10 kohdun limakalvo	–0,2 p.
vv11 hermostoputki	–0,2 p.
vv12 morula	–0,2 p.

#2#	
vv1 sisäsolumassa/alkionysty	–0,2 p.
vv2 pintakerros/ulkosolut	0,25 p.
vv3 vesikalvon ontelo/lapsivesiontelo	–0,2 p.
vv4 ulkokerros/ektodermi	–0,2 p
vv5 sisäkerros/endodermi	–0,2 p.
vv6 ruskuaispussi	–0,2 p.
vv7 keskushermoston alku	–0,2 p.
vv8 keskikerros/mesodermi	–0,2 p.
vv9 istukka	–0,2 p.
vv10 kohdun limakalvo	–0,2 p.
vv11 hermostoputki	–0,2 p.
vv12 morula	–0,2 p.

#3#	
vv1 sisäsolumassa/alkionysty	–0,2 p.
vv2 pintakerros/ulkosolut	–0,2 p.
vv3 vesikalvon ontelo/lapsivesiontelo	0,25 p.
vv4 ulkokerros/ektodermi	–0,2 p.
vv5 sisäkerros/endodermi	–0,2 p.
vv6 ruskuaispussi	–0,2 p.
vv7 keskushermoston alku	–0,2 p.
vv8 keskikerros/mesodermi	–0,2 p.
vv9 istukka	–0,2 p.
vv10 kohdun limakalvo	–0,2 p.
vv11 hermostoputki	–0,2 p.
vv12 morula	–0,2 p.

#4#	
vv1 sisäsolumassa/alkionysty	–0,2 p.
vv2 pintakerros/ulkosolut	–0,2 p.
vv3 vesikalvon ontelo/lapsivesiontelo	–0,2 p.
vv4 ulkokerros/ektodermi	0,25 p.
vv5 sisäkerros/endodermi	–0,2 p.
vv6 ruskuaispussi	–0,2 p.
vv7 keskushermoston alku	–0,2 p.
vv8 keskikerros/mesodermi	–0,2 p.
vv9 istukka	–0,2 p.
vv10 kohdun limakalvo	–0,2 p.
vv11 hermostoputki	–0,2 p.
vv12 morula	–0,2 p.

#5#	
vv1 sisäsolumassa/alkionysty	–0,2 p.
vv2 pintakerros/ulkosolut	–0,2 p.
vv3 vesikalvon ontelo/lapsivesiontelo	–0,2 p.
vv4 ulkokerros/ektodermi	–0,2 p.
vv5 sisäkerros/endodermi	0,25 p.
vv6 ruskuaispussi	–0,2 p.
vv7 keskushermoston alku	–0,2 p.
vv8 keskikerros/mesodermi	–0,2 p.
vv9 istukka	–0,2 p.
vv10 kohdun limakalvo	–0,2 p.
vv11 hermostoputki	–0,2 p.
vv12 morula	–0,2 p.

#6#	
vv1 sisäsolumassa/alkionysty	–0,2 p.
vv2 pintakerros/ulkosolut	–0,2 p.
vv3 vesikalvon ontelo/lapsivesiontelo	–0,2 p.
vv4 ulkokerros/ektodermi	–0,2 p.
vv5 sisäkerros/endodermi	–0,2 p.
vv6 ruskuaispussi	0,25 p.
vv7 keskushermoston alku	–0,2 p.
vv8 keskikerros/mesodermi	–0,2 p.
vv9 istukka	–0,2 p.
vv10 kohdun limakalvo	–0,2 p.
vv11 hermostoputki	–0,2 p.
vv12 morula	–0,2 p.

#7#	
vv1 sisäsolumassa/alkionysty	–0,2 p.
vv2 pintakerros/ulkosolut	–0,2 p.
vv3 vesikalvon ontelo/lapsivesiontelo	–0,2 p.
vv4 ulkokerros/ektodermi	–0,2 p.
vv5 sisäkerros/endodermi	–0,2 p.
vv6 ruskuaispussi	–0,2 p.
vv7 keskushermoston alku	0,25 p.
vv8 keskikerros/mesodermi	–0,2 p.
vv9 istukka	–0,2 p.
vv10 kohdun limakalvo	0,2 p.
vv11 hermostoputki	–0,2 p.
vv12 morula	–0,2 p.

#8#	
vv1 sisäsolumassa/alkionysty	–0,2 p.
vv2 pintakerros/ulkosolut	–0,2 p.
vv3 vesikalvon ontelo/lapsivesiontelo	–0,2 p.
vv4 ulkokerros/ektodermi	–0,2 p.
vv5 sisäkerros/endodermi	–0,2 p.
vv6 ruskuaispussi	–0,2 p.
vv7 keskushermoston alku	–0,2 p.
vv8 keskikerros/mesodermi	0,25 p.
vv9 istukka	–0,2 p.
vv10 kohdun limakalvo	–0,2 p.
vv11 hermostoputki	–0,2 p.
vv12 morula	–0,2 p.

b) (3 p.)
Valitse kussakin kohdassa sopivin vastausvaihtoehto.
(*Oikea valinta = 1 p.; väärä valinta = –0,25 p.; ei valintaa = 0 p.*)

b1. Munuainen on peräisin samasta alkiokerroksesta kuin sydän. Mikä **a)**-kohdan kuvan rakenteista **A–H** edustaa tätä kerrosta?

[Vastausvaihtoehtoja ei ole sekoitettu.]

vv1 A	–0,25 p.
vv2 B	–0,25 p.
vv3 C	–0,25 p.
vv4 D	–0,25 p.
vv5 E	–0,25 p.
vv6 F	–0,25 p.
vv7 G	–0,25 p.
vv8 H	1 p.

b2. Perinnöllinen oireyhtymä, johon kuuluu Wilmsin tuumori ja useita muita samanaikaisia oireita, johtuu autosomaalisesta dominoivasta eli vallitsevasta mutaatiosta WT-1-geenissä. Tällöin potilaalla on vain yksi normaalisti toimiva alleeli. Millaista proteiinia WT-1-geeni koodaa?

vv1 transkription säätelytekijää	1 p.
vv2 silmukointiproteiinia	–0,25 p.
vv3 telomeraasia	–0,25 p.
vv4 transposonia	–0,25 p.
vv5 kasvutekijää	–0,25 p.

b3. Mikä voi aiheuttaa verivirtsaisuutta eli hematuriaa?

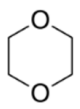
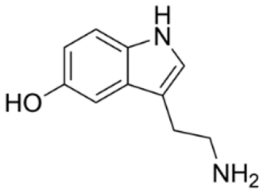
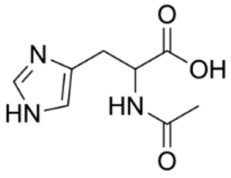
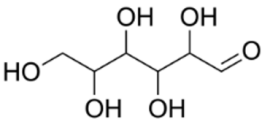
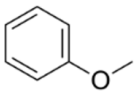
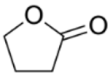
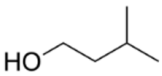
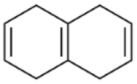
vv1 Munuaiskerästen hiussuonten seinämät vuotavat.	1 p.
vv2 Munuaisvaltimosta vuotaa verta munuaistiehyeisiin.	–0,25 p.
vv3 Munuaistiehyeiden takaisinsuodatus ei toimi.	–0,25 p.
vv4 Hiilidioksidin määrä alkuvirtsassa kasvaa.	–0,25 p.
vv5 Erytropoietiinin erittyminen munuaisissa lisääntyy.	–0,25 p.
vv6 Hiussuonikerästen seinämien aukot tukkeutuvat.	–0,25 p.

c) (7 p.)
Mitkä ovat Wilmsin tuumorin syöpäsolujen tyypilliset piirteet verrattuna normaaleihin munuaisen nefronin soluihin?
Vastauksen enimmäispituus: 700 merkkiä

B1. Orgaanisia yhdisteitä (10 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Oheisessa taulukossa on esitetty yhdisteet **1–8** ja taulukon alla yhdisteisiin liittyviä väittämiä.
Valitse jokaisesta alasvetovalikosta sopivin vastausvaihtoehto.
(*Oikea valinta = 0,5 p., väärä valinta –0,1 p., ei valintaa = 0 p.*)

 **1**	 **2**	 **3**	 **4**
 **5**	 **6**	 **7**	 **8**

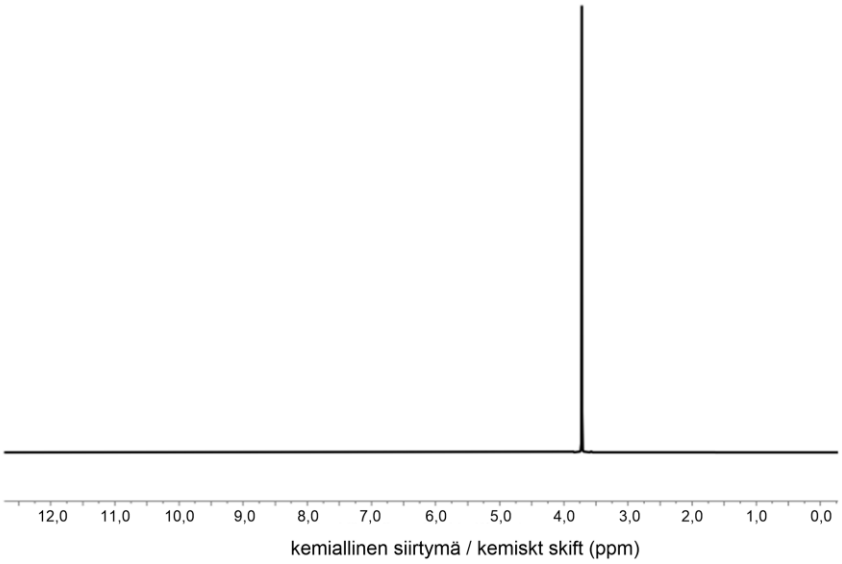
Yhdiste **#1#** voidaan luokitella fenoliksi, yhdiste **#2#** esteriksi ja yhdiste **#3#** amidiksi. Yhdisteessä **#4#** on karboksyylihapporyhmä. Yhdisteiden joukossa olevista alkoholeista yhdiste **#5#** on ainoa sekundäärinen alkoholi, ja yhdisteiden joukossa olevista amiineista ainoastaan yhdiste **#6#** on primäärinen amiini.

Yhdisteen **3** asymmetriakeskusten lukumäärä on **#7#** ja yhdisteen **7** asymmetriakeskusten lukumäärä on **#8#**. Eniten asymmetriakeskuksia on yhdisteellä **#9#**.

Yhdisteen **5** molekyylien välille muodostuvat voimakkaimmat sidokset ovat **#10#**. Yhdisteen **8** molekyylien välille muodostuu **#11#**.

Yhdiste **#12#** on aminohapon ja etikkahapon kondensaatioreaktion tuote. Yhdisteen **#13#** hydrolyysireaktiossa muodostuu sekä karboksyylihappo- että hydroksiryhmä. Kun yksi mooli yhdistettä **8** vedytetään täydellisesti palladiumkatalyytin avulla pienessä ylipaineessa ja huoneenlämpötilassa, tarvitaan **#14#** moolia vetyä.

Oheisessa kuvassa on yhdisteen **#15#** ^{1}H-NMR-spektri.



Yhdisteellä **8** on **#16#** erilaista hiilen kemiallista ympäristöä, joista jokainen aiheuttaa piikin yhdisteen **8** ^{13}C-NMR-spektriin.

Yhdisteen **2** moolimassa on **#17#** g/mol. Sata grammaa yhdistettä **6** on ainemäärältään **#18#** moolia. Kun 44,1 grammaa yhdistettä **7** liuotetaan veteen yhden litran lopputilavuuteen, saadaan liuos, jonka konsentraatio on **#19#** mol/l. Yhdisteessä **1** on **#20#** massaprosenttia happea.

[Vastausvaihtoehdot alasvetovalikoihin **#1#–#20#**. Vastausvaihtoehtoja **#1#–#9#** ja **#12#–#16#** ei ole sekoitettu.]

#1#		**#2#**		**#3#**	
vv1 **1**	–0,1 p.	vv1 **1**	–0,1 p.	vv1 **1**	–0,1 p.
vv2 **2**	0,5 p.	vv2 **2**	–0,1 p.	vv2 **2**	–0,1 p.
vv3 **3**	–0,1 p.	vv3 **3**	–0,1 p.	vv3 **3**	0,5 p.
vv4 **4**	–0,1 p.	vv4 **4**	–0,1 p.	vv4 **4**	–0,1 p.
vv5 **5**	–0,1 p.	vv5 **5**	–0,1 p.	vv5 **5**	–0,1 p.
vv6 **6**	–0,1 p.	vv6 **6**	0,5 p.	vv6 **6**	–0,1 p.
vv7 **7**	–0,1 p.	vv7 **7**	–0,1 p.	vv7 **7**	–0,1 p.
vv8 **8**	–0,1 p.	vv8 **8**	–0,1 p.	vv8 **8**	–0,1 p.

#4#		**#5#**		**#6#**	
vv1 **1**	–0,1 p.	vv1 **1**	–0,1 p.	vv1 **1**	–0,1 p.
vv2 **2**	–0,1 p.	vv2 **2**	–0,1 p.	vv2 **2**	0,5 p.
vv3 **3**	0,5 p.	vv3 **3**	–0,1 p.	vv3 **3**	–0,1 p.
vv4 **4**	–0,1 p.	vv4 **4**	0,5 p.	vv4 **4**	–0,1 p.
vv5 **5**	–0,1 p.	vv5 **5**	–0,1 p.	vv5 **5**	–0,1 p.
vv6 **6**	–0,1 p.	vv6 **6**	–0,1 p.	vv6 **6**	–0,1 p.
vv7 **7**	–0,1 p.	vv7 **7**	–0,1 p.	vv7 **7**	–0,1 p.
vv8 **8**	–0,1 p.	vv8 **8**	–0,1 p.	vv8 **8**	–0,1 p.

#7#

vv1 nolla –0,1 p.
vv2 yksi 0,5 p.
vv3 kaksi –0,1 p.
vv4 kolme –0,1 p.
vv5 neljä –0,1 p.
vv6 viisi –0,1 p.

#8#

vv1 nolla 0,5 p.
vv2 yksi –0,1 p.
vv3 kaksi –0,1 p.
vv4 kolme –0,1 p.
vv5 neljä –0,1 p.
vv6 viisi –0,1 p.

#9#

vv1 **1** –0,1 p.
vv2 **2** –0,1 p.
vv3 **3** –0,1 p.
vv4 **4** 0,5 p.
vv5 **5** –0,1 p.
vv6 **6** –0,1 p.
vv7 **7** –0,1 p.
vv8 **8** –0,1 p.

#10#

vv1 vetysidoksia –0,1 p.
vv2 dipoli-dipolisidoksia 0,5 p.
vv3 ioni-dipolisidoksia –0,1 p.
vv4 ionisidoksia –0,1 p.
vv5 dispersiovoimia –0,1 p.
vv6 kovalenttisia sidoksia –0,1 p.

#11#

vv1 vetysidoksia –0,1 p.
vv2 dipoli-dipolisidoksia –0,1 p.
vv3 ioni-dipolisidoksia –0,1 p.
vv4 ionisidoksia –0,1 p.
vv5 dispersiovoimia 0,5 p.
vv6 kovalenttisia sidoksia –0,1 p.

#12#

vv1 **1** –0,1 p.
vv2 **2** –0,1 p.
vv3 **3** 0,5 p.
vv4 **4** –0,1 p.
vv5 **5** –0,1 p.
vv6 **6** –0,1 p.
vv7 **7** –0,1 p.
vv8 **8** –0,1 p.

#13#

vv1 **1** –0,1 p.
vv2 **2** –0,1 p.
vv3 **3** –0,1 p.
vv4 **4** –0,1 p.
vv5 **5** –0,1 p.
vv6 **6** 0,5 p.
vv7 **7** –0,1 p.
vv8 **8** –0,1 p.

#14#

vv1 0 –0,1 p.
vv2 1 –0,1 p.
vv3 2 –0,1 p.
vv4 3 0,5 p.
vv5 4 –0,1 p.
vv6 5 –0,1 p.
vv7 6 –0,1 p.
vv8 7 –0,1 p.
vv9 8 –0,1 p.
vv10 9 –0,1 p.
vv11 10 –0,1 p.

#15#

vv1 **1** 0,5 p.
vv2 **2** –0,1 p.
vv3 **3** –0,1 p.
vv4 **4** –0,1 p.
vv5 **5** –0,1 p.
vv6 **6** –0,1 p.
vv7 **7** –0,1 p.
vv8 **8** –0,1 p.

#16#

vv1	0	–0,1 p.
vv2	1	–0,1 p.
vv3	2	–0,1 p.
vv4	3	0,5 p.
vv5	4	–0,1 p.
vv6	5	–0,1 p.
vv7	6	–0,1 p.
vv8	7	–0,1 p.
vv9	8	–0,1 p.
vv10	9	–0,1 p.
vv11	10	–0,1 p.
vv12	11	–0,1 p.
vv13	12	–0,1 p.

#17#

vv1	176,22	0,5 p.
vv2	154,45	–0,1 p.
vv3	112,21	–0,1 p.
vv4	202,22	–0,1 p.
vv5	233,56	–0,1 p.

#18#

vv1	1,16	0,5 p.
vv2	0,861	–0,1 p.
vv3	1,72	–0,1 p.
vv4	2,32	–0,1 p.
vv5	1,25	–0,1 p.

#19#

vv1	0,10	–0,1 p.
vv2	0,15	–0,1 p.
vv3	0,25	–0,1 p.
vv4	0,50	0,5 p.
vv5	0,75	–0,1 p.

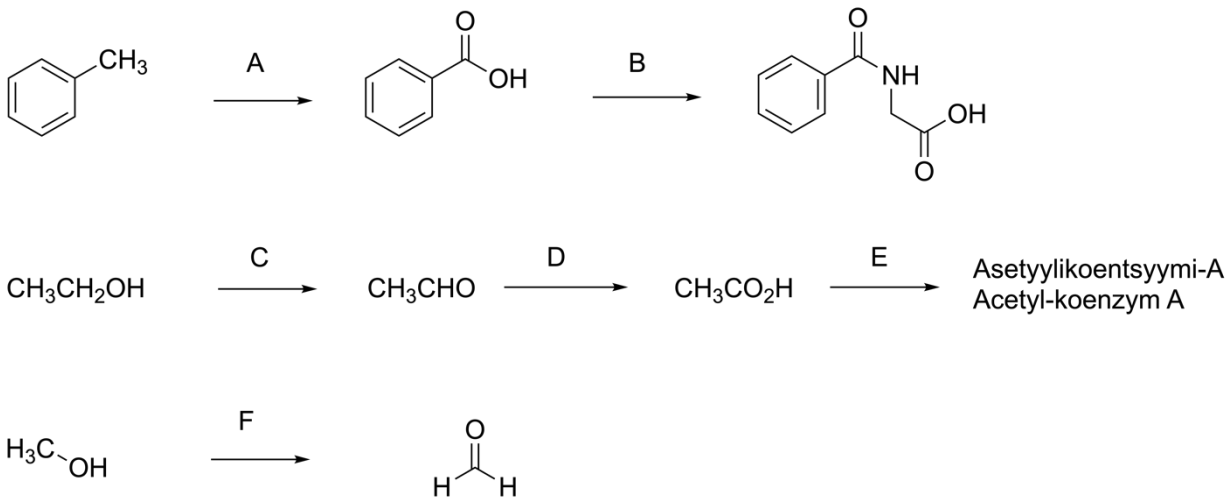
#20#

vv1	36	0,5 p.
vv2	50	–0,1 p.
vv3	55	–0,1 p.
vv4	66	–0,1 p.
vv5	78	–0,1 p.

B2. Maksassa tapahtuvia reaktioita (7 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Maksa osallistuu haitallisten aineiden poistoon elimistöstä muokkaamalla niitä eritettävään muotoon. Oheisessa kuvassa on esitetty maksassa tapahtuvia muokkausreaktioita (**A–F**).



Valitse jokaisesta alasvetovalikosta sopivin vastausvaihtoehto.
(*Oikea valinta = 1 p., väärä valinta –0,25 p., ei valintaa = 0 p.*)

Tolueeni on huonosti veteen liukeneva yhdiste, ja siksi maksan entsyymit muokkaavat tolueenia vesiliukoisempaan muotoon (reaktiot **A** ja **B**).
Mikä tuote syntyy maksan sytokromi P450 -entsyymin katalysoimassa reaktiossa **A**? **#1#**
Reaktiossa **B** lähtöaine konjugoituu glysiiniin. Mikä tuote muodostuu reaktiossa **B**? **#2#**

Mikä reaktio tapahtuu lähtöaineelle reaktiossa **C**? **#3#**

Mikä tuote syntyy reaktiossa **C**? **#4#**

Mikä reaktio tapahtuu lähtöaineelle reaktiossa **D**? **#5#**

Mitä reaktion **E** tuotteelle tapahtuu maksassa? Tuote **#6#**.

Maksan entsyymit voivat tuottaa myös yhdisteen, joka on elimistölle lähtöainetta haitallisempi.
Mikä tuote syntyy reaktiossa **F**? **#7#**

[Vastausvaihtoehdot alasvetovalikoihin **#1#–#7#**.]

#1#

vv1 fenoli	–0,25 p.
vv2 bentsaldehydi	–0,25 p.
vv3 bentsoehappo	1 p.
vv4 metyylibentsoaatti	–0,25 p.
vv5 bentsamidi	–0,25 p.

#2#

vv1 proteiini	–0,25 p.
vv2 dipeptidi	–0,25 p.
vv3 amiini	–0,25 p.
vv4 amidi	1 p.
vv5 nukleotidi	–0,25 p.

#3#

vv1 pelkistyminen	–0,25 p.
vv2 hapettuminen	1 p.
vv3 hydrolyysi	–0,25 p.
vv4 esteröityminen	–0,25 p.
vv5 eetterin muodostus	–0,25 p.

#4#

vv1 etanoli	–0,25 p.
vv2 etanaali	1 p.
vv3 metanoli	–0,25 p.
vv4 formaldehydi	–0,25 p.
vv5 asetoni	–0,25 p.

#5#

vv1 pelkistyminen	–0,25 p.
vv2 hapettuminen	1 p.
vv3 hydrolyysi	–0,25 p.
vv4 esteröityminen	–0,25 p.
vv5 eetterin muodostus	–0,25 p.

#6#

vv1 siirtyy sitruunahappokiertoon	1 p.
vv2 muokataan pyruvaatiksi	–0,25 p.
vv3 hapettuu solulimassa	–0,25 p.
vv4 vastaanotetaan elektroninsiirtoketjuun	–0,25 p.
vv5 hajotetaan laktaatiksi	–0,25 p.

#7#

vv1 vesi	–0,25 p.
vv2 formaldehydi	1 p.
vv3 hiilihappo	–0,25 p.
vv4 etanaali	–0,25 p.
vv5 asetoni	–0,25 p.

B3. Maksasta vapautuneen glukoosin reaktiot (11 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Hiilihydraattipitoisen aterian jälkeen verenkierrossa on ylimäärin glukoosia, joka varastoituu maksaan. Ruokailujen välillä maksa ylläpitää verensokeritasoa vapauttamalla varastoimaansa glukoosia ja myös tuottamalla uutta glukoosia. Muut kudokset saavat energiaa hapettamalla tätä maksasta verenkiertoon vapautunutta glukoosia.

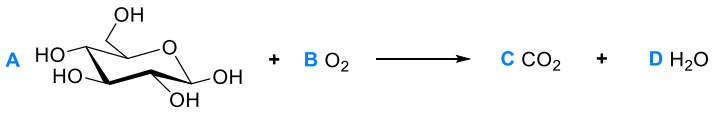
Muutama tunti aterian jälkeen suurin osa veren glukoosista on peräisin maksasta. Glukoosin hapetus on tällöin elimistön solujen pääasiallinen energialähde.

Tehtävässä oletetaan, että kuuden tunnin kuluttua ateriasta

- glukoosin eritysnopeus maksasta on vakiintunut arvoon 150 mg/min.
- kaikki vapautunut glukoosi hapettuu täydellisesti oksideiksi.
- ilmassa olevien kaasujen ainemäärien suhteelliset osuudet ovat: typpi (0,78), happi (0,21), argon (0,0093), hiilidioksidi (0,00042).
- elimistö käyttää glukoosin hapettamiseen neljäsosan sisäänhengitetystä hapesta.
- ympäristön lämpötila on 20 °C ja paine 101 325 Pa.

a) (3 p.)
Glukoosi varastoidaan maksassa. Mikä varastomolekyyli reaktiossa syntyy? Mikä reaktiotyyppi on kyseessä varastomolekyylin synteesissä?
Vastauksen enimmäispituus: 40 merkkiä

b) (8 p.)
Tasapainota glukoosin täydellisen hapettumisen reaktioyhtälö valitsemalla kustakin alasvetovalikosta sopivin vastausvaihtoehto.
(*Oikea valinta = 0,5 p.; väärä valinta = –0,5 p.; ei valintaa = 0 p.*)



Kerroin **A**: **#1#**
Kerroin **B**: **#2#**
Kerroin **C**: **#3#**
Kerroin **D**: **#4#**

M(glukoosi) = 180,16 g/mol
M(O_2) = 32,00 g/mol
M(CO_2) = 44,01 g/mol
M(H_2O) = 18,02 g/mol

Tarkastellaan tilannetta kuuden tunnin kuluttua ateriasta.

Kuinka paljon maksasta vapautuvasta glukoosista muodostuu reaktiotuotteita yhden tunnin aikana?
(*Oikea valinta = 3 p.; väärä valinta = –0,75 p.; ei valintaa = 0 p.*)
#5#

Kuinka paljon huoneilmaa pitää hengittää yhden glukoosigramman täydelliseksi hapettamiseksi?
(*Oikea valinta = 3 p.; väärä valinta = –0,75 p.; ei valintaa = 0 p.*)
#6#

[Vastausvaihtoehdot alasvetovalikoihin **#1#–#6#**. Vastausvaihtoehtoja **#1#–#4#** ei ole sekoitettu.]

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

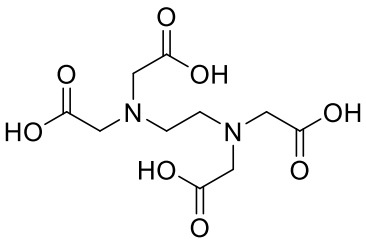
#5#		**#6#**	
vv1 19 g	3 p.	vv1 15 l	3 p.
vv2 11 g	–0,75 p.	vv2 26 l	–0,75 p.
vv3 17 g	–0,75 p.	vv3 14 l	–0,75 p.
vv4 13 g	–0,75 p.	vv4 3,8 l	–0,75 p.
vv5 15 g	–0,75 p.	vv5 4,2 l	–0,75 p.

B4. Lyijymyrkytyksen hoito (9 p.)

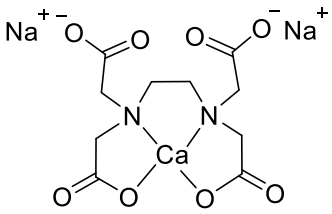
[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

EDTA (etyleenidiamiinitetraetikkahappo) on kelatointiaine, jota käytetään erilaisten metalli-ionien sitomiseen sekä laboratoriotöissä että teollisissa sovelluksissa. EDTA:ta käytetään myös kelaatiohoidossa esimerkiksi elohopea- ja lyijymyrkytyksissä. Työperäiset lyijyaltistusriskit ovat suurimmat akkutehtaissa ja lyijysulatoissa.

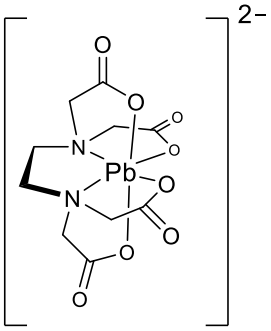
Kelaatiohoidossa käytettävään EDTA:han on liittynyt Ca^{2+}-ioni ja kaksi Na^{+}-ionia. Tätä kompleksia kutsutaan kalsiumedetaatiksi. Kalsiumedetaatti on annosteltava suonensisäisesti, koska se imeytyy huonosti ohutsuolesta. Verenkierrossa kalsiumedetaatti hajoaa EDTA:ksi. Tämän jälkeen EDTA ja Pb^{2+} reagoivat, jolloin syntyy $Pb[EDTA]^{2-}$-kompleksi. Kompleksi eritetään edelleen virtsaan.



EDTA



kalsiumedetaatti



EDTA:n ja Pb^{2+}-ionin muodostama kompleksi $Pb[EDTA]^{2-}$

a) (2 p.)
Kelaatiohoitoa varten sekoitettiin keskenään 10 ml:a kalsiumedetaatin kantaliuosta ja 125 ml:a fysiologista suolaliuosta. Kantaliuoksen kalsiumedetaattipitoisuus oli 100,0 mg/ml. Kuinka suuri oli laimennetun kalsiumedetaattiliuoksen pitoisuus?

Valitse sopivin vastausvaihtoehto.
(*Oikea valinta = 2 p.; väärä valinta = –0,5 p.; ei valintaa = 0 p.*)

vv1 7,4 mg/ml	2 p.
vv2 8,0 mg/ml	–0,5 p.
vv3 10 mg/ml	–0,5 p.
vv4 0,14 mg/ml	–0,5 p.
vv5 0,13 mg/ml	–0,5 p.

b) (2 p.)
Lyijymyrkytyksen saaneelle henkilölle annosteltiin kalsiumedetaattia yhteensä 2 810 mg kolmena yhtä suurena annoksena vuorokauden aikana. Henkilön massa oli 75 kg. Kuinka suuri oli kalsiumedetaatin annos henkilön painokiloa kohti (mg/kg) yhdessä annoksessa?

Valitse sopivin vastausvaihtoehto.
(*Oikea valinta = 2 p.; väärä valinta = –0,5 p.; ei valintaa = 0 p.*)

vv1 12,5 mg/kg	2 p.
vv2 37,5 mg/kg	–0,5 p.
vv3 112 mg/kg	–0,5 p.
vv4 26,7 mg/kg	–0,5 p.
vv5 8,90 mg/kg	–0,5 p.

c) (3 p.)
EDTA:n kykyä sitoa Pb^{2+}-ioneja tutkittiin puskuriliuoksissa eri pH-arvoissa. Eräässä emäksisessä pH-arvossa $EDTA^{4-}$:n tasapainokonsentraatio oli $2{,}5 \cdot 10^{-9}$ mol/dm^3. Kuinka monta kertaa enemmän näytteessä oli $Pb[EDTA]^{2-}$-kompleksia verrattuna vapaaseen lyijyyn (Pb^{2+})? Näissä olosuhteissa $Pb[EDTA]^{2-}$-kompleksin muodostumisen tasapainovakio on $2{,}0 \cdot 10^{18}$ dm^3/mol.

Valitse sopivin vastausvaihtoehto.
(*Oikea valinta = 3 p.; väärä valinta = –0,75 p.; ei valintaa = 0 p.*)

vv1 $5{,}0 \cdot 10^{9}$	3 p.
vv2 $8{,}0 \cdot 10^{26}$	–0,75 p.
vv3 $1{,}3 \cdot 10^{-27}$	–0,75 p.
vv4 $1{,}0 \cdot 10^{10}$	–0,75 p.
vv5 $5{,}0 \cdot 10^{8}$	–0,75 p.

d) (2 p.)
Miksi kalsiumedetaattihoidon jälkeen suositellaan sinkkilisän käyttöä?
Vastauksen enimmäispituus: 200 merkkiä

B5. DNA:n massan määritys (6 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Liuoksen (V = 20,00 ml) sisältämän DNA:n massa määritettiin spektrofotometrisesti. Liuoksesta otettiin 10,00 µl:n näyte, joka laimennettiin puhtaaseen veteen niin, että lopputilavuus oli 2,00 ml. Näytteen absorbanssiksi (A) saatiin 0,500 aallonpituudella 260 nm. Absorbanssi on suoraan verrannollinen yhdisteen pitoisuuteen (ρ), molaariseen absorptiokertoimeen [ε = 20,30 ml/(mg · cm)] ja valon näytteessä kulkemaan matkaan (l = 1,00 cm).

Kuinka monta milligrammaa DNA:ta oli alkuperäisessä liuoksessa? Anna vastaus kolmen merkitsevän numeron tarkkuudella.

(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

B6. Elektrolyysi (15 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

a) (9 p.)
Laimeaa kalsiumkloridin vesiliuosta elektrolysoidaan. Elektrolyysissä käytetään kuparielektrodeja. Valitse oheisen taulukon normaali- eli standardipotentiaaliarvojen perusteella kunkin kohdan sopivin vaihtoehto. (Hapettuminen tapahtuu anodilla.)
(*Oikea valinta = 3 p.; väärä valinta = –0,4 p.; ei valintaa = 0 p.*)

Reaktio	***E*/V**
$Ca^{2+} + 2e^- \rightarrow Ca$	–2,87 V
$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$	+1,36 V
$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$	–0,83 V
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$	+1,23 V
$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	+0,34 V
$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	+0,40 V

a1. Mitä katodilla muodostuu?
vv1: kalsiumia –0,4 p.
vv2: kloorikaasua –0,4 p.
vv3: vetykaasua 3 p.
vv4: vettä –0,4 p.
vv5: happikaasua –0,4 p.
vv6: kupari-ioneja –0,4 p.

a2. Mitä anodilla muodostuu?
vv1: kalsiumia –0,4 p.
vv2: kloorikaasua –0,4 p.
vv3: vetykaasua –0,4 p.
vv4: vettä –0,4 p.
vv5: happikaasua –0,4 p.
vv6: kupari-ioneja 3 p.

a3. Kuinka suuri jännite elektrolyysiin vähintään tarvitaan?
[Vastausvaihtoehtoja ei ole sekoitettu.]
vv1: 0,40 V –0,4 p.
vv2: 0,49 V –0,4 p.
vv3: 1,17 V 3 p.
vv4: 1,48 V –0,4 p.
vv5: 1,51 V –0,4 p.
vv6: 2,06 V –0,4 p.
vv7: 2,19 V –0,4 p.
vv8: 3,21 V –0,4 p.
vv9: 4,10 V –0,4 p.
vv10: 4,23 V –0,4 p.

b) (6 p.)
Alumiinia valmistetaan Hall-Héroult-menetelmällä. Menetelmässä alumiinioksidi liuotetaan kryoliittisulatteeseen ja seosta elektrolysoidaan. Elektrolyysin aikana sulatteessa oleva oksidi reagoi hiilielektrodin kanssa. Reaktiotuotteina muodostuu alumiinia ja hiilidioksidia.

Kirjoita elektrolyysin tasapainotettu kokonaisreaktioyhtälö ilman olomuotomerkintöjä. Kryoliitti ei osallistu reaktioon.

Menetelmällä valmistetaan 955 kg alumiinia. Käytetty jännite on 5 V ja sähkövirta on 145 kA. Kuinka monta tuntia elektrolyysiin kuluu aikaa?

(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

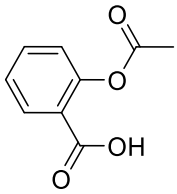
B7. Asetyylisalisyylihapon hajoaminen (6 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Valitse kunkin kohdan sopivin vastausvaihtoehto.

Yksittäisten kohtien pisteytys:
Oikea valinta = 2 p.
Väärä valinta = –1 p.
Ei valintaa = 0 p.

a) Pitkään varastoitu asetyylisalisyylihappo voi tuoksahtaa etikkahapolta. Mistä tämä johtuu? Osa asetyylisalisyylihaposta on

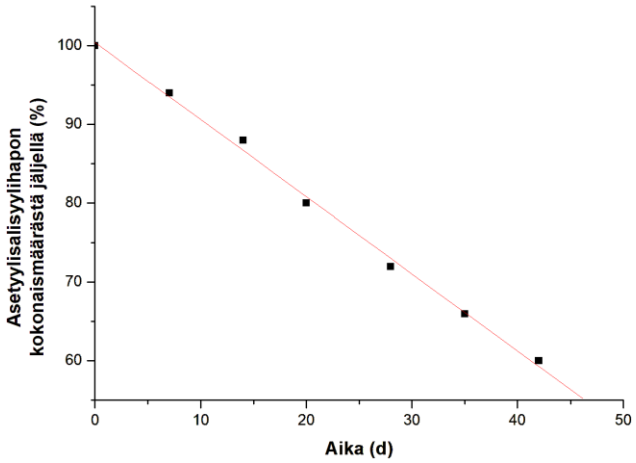


asetyylisalisyylihappo /
acetylsalicylsyra

vv1 hydrolysoitunut etikkahapoksi ja salisyylihapoksi (2-hydroksibentsoehapoksi). 2 p.
vv2 hydrolysoitunut etikkahapoksi ja bentsoehapoksi. –1 p.
vv3 hapettunut ilman hapen vaikutuksesta etikkahapoksi ja salisyylihapoksi (2-hydroksibentsoehapoksi). –1 p.
vv4 hapettunut ilman hapen vaikutuksesta etikkahapoksi ja bentsoehapoksi. –1 p.

Tehtävät b) ja c) liittyvät oheiseen kuvaajaan.

Asetyylisalisyylihaposta tehtiin kylläinen liuos, jossa oli runsaasti liukenematonta asetyylisalisyylihappoa. Asetyylisalisyylihapon hajoamista seurattiin ajan funktiona 34 °C:n lämpötilassa. Mittaustulokset on esitetty oheisessa kuvassa.



b) Mitä asetyylisalisyylihapon hajoamisnopeudelle tapahtuu aikavälillä 10–35 d?

vv1 Hajoamisnopeus ei muutu. 2 p.
vv2 Hajoamisnopeus laskee. –1 p.
vv3 Hajoamisnopeus kasvaa. –1 p.

c) Mitä asetyylisalisyylihapon konsentraatiolle tapahtuu seoksen vesifaasissa aikavälillä 10–35 d?

vv1 Konsentraatio ei muutu. 2 p.
vv2 Konsentraatio laskee. –1 p.
vv3 Konsentraatio kasvaa. –1 p.

B8. Lääkekehityksen liuoslaskuja (9 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Lääkekehityksessä etsittiin uusia kohde-entsyymiin vaikuttavia yhdisteitä NMR-spektroskopian avulla. Tutkimusta varten valmistettiin NMR-näyte. Tutkittava yhdiste ja kohde-entsyymi liuotettiin NMR-liuottimeen.

Alkuperäisessä NMR-näytteessä sekä yhdisteen että kohde-entsyymin **konsentraatio oli 0,200 mmol**/l ja **liuoksen lopputilavuus oli 0,400 ml**.

a) (2 p.)
Tutkittavan yhdisteen ja kohde-entsyymin vuorovaikutusten selvittämiseksi niiden konsentraatioita muutettiin lisäämällä alkuperäiseen NMR-näytteeseen 20,0 µl tutkittavan yhdisteen kantaliuosta (c = 5,00 mmol/l). Kuinka suuri oli NMR-näytteessä olevan kohde-entsyymin konsentraatio lisäyksen jälkeen?

Valitse sopivin vastausvaihtoehto.
(*Oikea valinta = 2 p.; väärä valinta = –0,5 p.; ei valintaa = 0 p.*)

vv1 0,190 mmol/l	2 p.
vv2 0,195 mmol/l	–0,5 p.
vv3 0,200 mmol/l	–0,5 p.
vv4 0,205 mmol/l	–0,5 p.
vv5 0,210 mmol/l	–0,5 p.

b) (3 p.)
Alkuperäiseen NMR-näytteeseen lisättiin tutkittavan yhdisteen kantaliuosta (c = 5,00 mmol/l) niin, että tutkittavan yhdisteen konsentraatio oli viisinkertainen suhteessa kohde-entsyymin konsentraatioon. Kuinka paljon kantaliuosta oli lisättävä?

Valitse sopivin vastausvaihtoehto.
(*Oikea valinta = 3 p.; väärä valinta = –0,75 p.; ei valintaa = 0 p.*)

vv1 16,0 µl	–0,75 p.
vv2 32,0 µl	–0,75 p.
vv3 48,0 µl	–0,75 p.
vv4 64,0 µl	3 p.
vv5 80,0 µl	–0,75 p.

c) (4 p.)
Alkuperäiseen NMR-näytteeseen lisättiin tutkittavan yhdisteen kantaliuosta (c = 5,00 mmol/l) niin, että tutkittavan yhdisteen konsentraatio oli 0,300 mmol/l. Kuinka suuri tilavuus kantaliuosta oli lisättävä? Anna vastaus kolmen merkitsevän numeron tarkkuudella.
(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

B9. Selenokysteiini (17 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Selenoproteiinit sisältävät seleeniä, jota on selenokysteiinitähteessä. Selenokysteiiniä voidaan pitää DNA:n koodaamana aminohappona, koska se liitetään muodostuvaan polypeptidiketjuun UGA-lopetuskodonin avulla.

Selenokysteiinitähde löytyy esimerkiksi glutationiperoksidaasista. Tällä entsyymillä on kvaternäärirakenne, joka koostuu samanlaisista alayksiköistä eli polypeptidiketjuista. Glutationiperoksidaasi katalysoi vetyperoksidin ja glutationin reaktiota vedeksi ja glutationidisulfidiksi.

Valitse jokaisesta alasvetovalikosta sopivin vastausvaihtoehto.

a) (3 p.)
Glutationiperoksidaasi sisältää 0,34 massaprosenttia seleeniä. Glutationiperoksidaasin moolimassa määritettiin geelisuodatuksella. Tulokseksi saatiin 93 000 g/mol. Kuinka monta polypeptidiketjua on tämän perusteella glutationiperoksidaasin kvaternäärirakenteessa?
(*Oikea valinta = 3 p., väärä valinta –0,75 p., ei valintaa = 0 p.*)

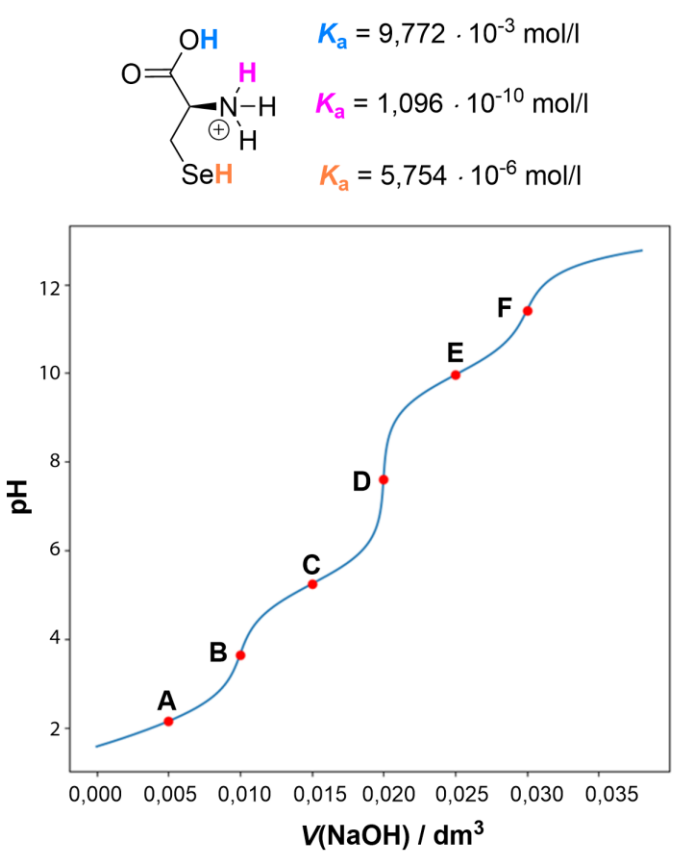
#1#

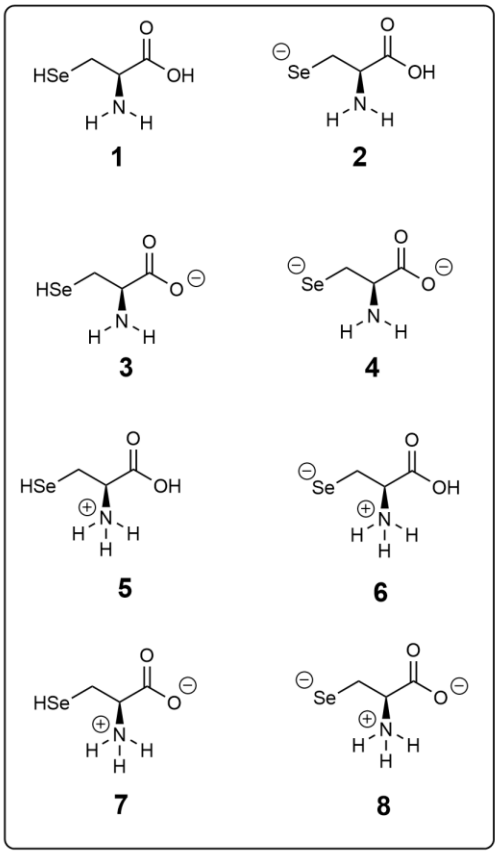
[Vastausvaihtoehdot alasvetovalikkoon:]

vv1	1	–0,75 p.
vv2	2	–0,75 p.
vv3	3	–0,75 p.
vv4	4	3 p.
vv5	5	–0,75 p.

b) (12 p.)

Oheisessa kuvassa on esitetty vasemmalla selenokysteiinin rakennekaava, titrauskäyrä sekä funktionaalisten ryhmien happovakioiden arvot. Jokainen funktionaalinen ryhmä on esitetty happomuodossa. Oikealla on esitetty selenokysteiinin happo-emäsmuodot **1–8**.





Mitä muotoja **1–8** on titrauskäyrän pisteissä **A–F**, ja kuinka suuri osuus kutakin muotoa on selenokysteiinin kokonaisainemäärään nähden näissä pisteissä?
(*Oikea valinta = 2 p., väärä valinta –0,1 p., ei valintaa = 0 p.*)

A #2#
B #3#
C #4#
D #5#
E #6#
F #7#

[Vastausvaihtoehdot alasvetovalikoihin **#2#–#7#**. Vastausvaihtoehtoja ei ole sekoitettu.]

vv1 yhdiste 1: 100 %
vv2 yhdiste 2: 100 %
vv3 yhdiste 3: 100 %
vv4 yhdiste 4: 100 %
vv5 yhdiste 5: 100 %
vv6 yhdiste 6: 100 %

vv7 yhdiste 7: 100 %
vv8 yhdiste 8: 100 %
vv9 yhdiste 1: 50 %, yhdiste 2: 50 %
vv10 yhdiste 1: 50 %, yhdiste 3: 50 %
vv11 yhdiste 1: 50 %, yhdiste 5: 50 %
vv12 yhdiste 2: 50 %, yhdiste 6: 50 %
vv13 yhdiste 2: 50 %, yhdiste 4: 50 %
vv14 yhdiste 3: 50 %, yhdiste 4: 50 %
vv15 yhdiste 3: 50 %, yhdiste 7: 50 %
vv16 yhdiste 4: 50 %, yhdiste 8: 50 %
vv17 yhdiste 5: 50 %, yhdiste 6: 50 %
vv18 yhdiste 5: 50 %, yhdiste 7: 50 %
vv19 yhdiste 7: 50 %, yhdiste 8: 50 %

[Oikeat vastausvaihtoehdot alasvetovalikoihin **#2#–#7#**:]
A **#2#** vv18 yhdiste 5: 50 %, yhdiste 7: 50 %
B **#3#** vv7 yhdiste 7: 100 %
C **#4#** vv19 yhdiste 7: 50 %, yhdiste 8: 50 %
D **#5#** vv8 yhdiste 8: 100 %
E **#6#** vv16 yhdiste 4: 50 %, yhdiste 8: 50 %
F **#7#** vv4 yhdiste 4: 100 %

c) (2 p.)
Kuinka monta puskurointialuetta selenokysteiinillä on?
(*Oikea valinta = 2 p., väärä valinta –0,4 p., ei valintaa = 0 p.*)

#8#

[Vastausvaihtoehdot alasvetovalikkoon:]

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

Eriytyvä osio (fysiikka)

Eriytyvän osion ohjeet

Sinun täytyy suorittaa avaamasi osio kerralla loppuun, etkä voi palata osioon enää myöhemmin.

Kun osiokohtainen aika tulee täyteen, osio sulkeutuu. Jos osio jää sinulta kesken, viimeisin tilanne tallentuu vastaukseksi.

Sinulla saa kokeen aikana olla auki ainoastaan valintakoejärjestelmä Vallu sekä järjestelmästä avautuva erillinen kaavaliite. Kaavaliite on pdf-tiedostona jokaisen tehtävän yhteydessä. Kaavaliitteen saat 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, kuten kuvissa olevaa tekstiä.

Tallenna avotehtävien (mukaan lukien laskutehtävät) vastaukset itse "Tallenna vastaus" -painikkeella. Lisäksi vastaukset tallentuvat ajastetusti noin puolen minuutin välein sekä osiosta poistumisen yhteydessä. Jos aika loppuu ennen kuin ehdit palauttaa osion, viimeisin vastaus tallentuu järjestelmään.

Kunkin tehtävän pisteytys ja vastauksen mahdollinen merkkimäärärajoite ilmoitetaan tehtävän yhteydessä. Monivalintoja ja alasvetovalikkoja sisältävissä tehtävissä vääristä vastauksista annetaan miinuspisteitä. Vastaamatta jättämisestä ei vähennetä pisteitä. Jos tehtäväkokonaisuuden (esimerkiksi C1 tai C2) pistemäärä on negatiivinen, se muutetaan nollaksi pisteeksi kokeen loppuarvioinnissa. Jokaisen tehtäväkokonaisuuden alin mahdollinen pistemäärä on siis 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 johtamisissa riittää, että näkyville kirjoittaa alku- ja lopputilanteen. Esimerkiksi Henderson-Hasselbalchin yhtälön johtaminen:
$pH = pK_a + \lg([A^-] / [HA])$
$\Leftrightarrow [A^-] = [HA] \cdot 10^{(pH - pKa)}$

Koejärjestelmän laskin on käytössä kaikissa tehtävissä, eikä muita laskimia saa käyttää.

Voit käyttää laskutehtävien vastauksissa valintakoejärjestelmän kaavaeditoria. **Kaavaeditori on käytössä vain niissä tehtävissä, joissa sitä tarvitaan.** Editori tulee näkyville ruudun alalaitaan, kun aktivoit hiirellä tehtävän vastauskentän. Laskutehtävien vastaukset voit joissakin tapauksissa kirjoittaa myös suoraan vastauskentän riville, esimerkiksi:

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

Vastauksissa saa käyttää seuraavia epävirallisia merkintätapoja:
- kertomerkkinä asteriskia (*)

- reaktionuolena viivaa ja suurempi kuin -merkkiä (->)
- merkintää sqrt(*kaava*) neliöjuurilaskuille, esimerkiksi sqrt(2*5).
- **lukujen yhteydessä** potenssina merkkiä ^

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.

Eriytyvä osio koostuu tehtäväkokonaisuuksista C1–C10. Kunkin tehtävän kokonaispisteet ja tehtävätyypit on esitetty alla tehtävien yhteenvedossa. Tehtävät alkavat yhteenvedon jälkeen ja ovat kaikki tällä samalla sivulla.

C. Fysiikka (90 p.)

C1. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa 1	(13 p.)
C2. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa 2	(12 p.)
C3. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa 3	(12 p.)
C4. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa 4	(4 p.)
C5. Täytetyn ilmapallon nostovoima (avovastaus)	(10 p.)
C6. Täydellinen liuku (avovastaus)	(8 p.)
C7. Käsivarren sivuttaisnosto (avovastaus)	(4 p.)
C8. Kuutiokytkentä (avovastaus)	(8 p.)
C9. Hiili-ionisädehoito (monivalinta, avovastauksia)	(10 p.)
C10. Radiojodihoito (aukkotehtävä tekstikentillä, monivalintoja, avovastauksia)	(9 p.)

C1. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa 1 (13 p.)

Valitse kunkin kohdan sopivin vastausvaihtoehto.

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

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

a) Veden ominaislämpökapasiteetti on 4,19 kJ/(kg K). Kuinka paljon energiaa tarvitaan lämmittämään 1,2 dl vettä 20 °C:sta 100 °C:een?

vv1 40 kJ	1 p.
vv2 4,0 kJ	–0,25 p.
vv3 280 kJ	–0,25 p.
vv4 28 kJ	–0,25 p.
vv5 50 kJ	–0,25 p.

b) Veden ominaishöyrystymislämpö on 2260 kJ/kg. Kuinka paljon energiaa tarvitaan höyrystämään 1,2 dl kiehuvaa vettä?

vv1 270 kJ	1 p.
vv2 53 kJ	–0,25 p.
vv3 27 kJ	–0,25 p.
vv4 530 kJ	–0,25 p.
vv5 50 kJ	–0,25 p.

c) Alumiinitangon pituus on 15,000 m, kun lämpötila on 293,15 K. Alumiinin pituuden lämpötilakerroin α on $23{,}200 \cdot 10^{-6}$ 1/K. Kuinka pitkä alumiinitanko on lämpötilassa 253,15 K?

vv1 14,986 m	1 p.
vv2 14,996 m	–0,25 p.
vv3 14,990 m	–0,25 p.
vv4 14,982 m	–0,25 p.
vv5 14,980 m	–0,25 p.

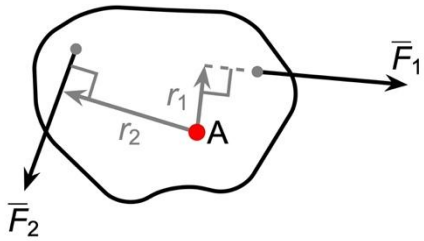
d) Rautakappaletta (m = 200 g) lämmitetään 750 W:n teholla ilman lämpöhäviötä. Kappale on juuri saavuttanut sulamispisteensä. Raudan ominaissulamislämpö on 276 kJ/kg. Kuinka kauan sulaminen kestää?

vv1 73,6 s	1 p.
vv2 71,4 s	–0,25 p.
vv3 65,3 s	–0,25 p.
vv4 75,7 s	–0,25 p.
vv5 58,3 s	–0,25 p.

e) Teräskuution tilavuus on 1,500 dm^3, kun lämpötila on 21,00 °C. Teräksen pituuden lämpötilakerroin α on $12{,}00 \cdot 10^{-6}$ 1/K. Teräskuutio jäähdytetään –25,00 °C:n lämpötilaan. Kuinka suuri on tällöin teräskuution tilavuus?

vv1 1,498 dm^3	1 p.
vv2 1,499 dm^3	–0,25 p.
vv3 1,497 dm^3	–0,25 p.
vv4 1,496 dm^3	–0,25 p.
vv5 1,495 dm^3	–0,25 p.

f) Oheisessa kuvassa pisteestä A kiinnitettyyn kappaleeseen vaikuttavat voimat $\bar{F}_1$ ja $\bar{F}_2$. Voimien varret ovat vastaavasti r_1 = 1,4 m ja r_2 = 2,8 m. Kappale pyörii vakiokulmanopeudella 12,6 rad/s. Voiman $\bar{F}_1$ suuruus on 6,2 N. Kuinka suuri on voima $\bar{F}_2$?



vv1 3,1 N	1 p.
vv2 4,0 N	–0,25 p.
vv3 4,5 N	–0,25 p.
vv4 4,8 N	–0,25 p.
vv5 2,7 N	–0,25 p.

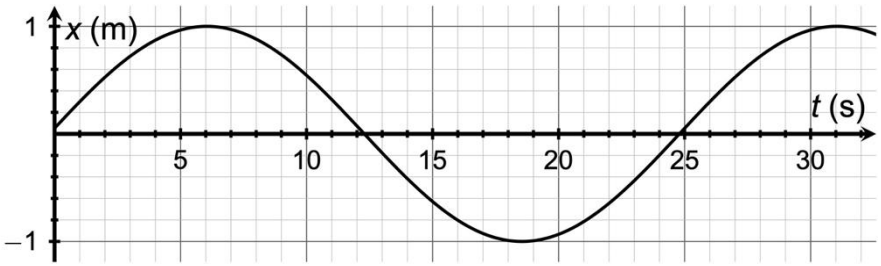
g) Vakiovauhdilla (v = 1505 km/h) lentävä hävittäjä tekee vaakasuuntaisen kaarroksen, joka noudattaa ympyrärataa. Kaarroksen aikana lentäjään kohdistuu 8,55 g:n normaalikiihtyvyys, jonka lentäjä kestää menettämättä tajuntaansa. Kuinka suuri on kaarroksen säde?

vv1 2 080 m	1 p.
vv2 27 000 m	–0,25 p.
vv3 265 000 m	–0,25 p.
vv4 418 m	–0,25 p.
vv5 18 600 m	–0,25 p.

h) Harmonisen värähtelijän kokonaisenergia on *E*, kun värähtelyn amplitudi on *A*. Kuinka suuri on värähtelijän kokonaisenergia, jos amplitudi on 0,78*A*?

vv1 0,61*E*	1 p.
vv2 0,78*E*	–0,25 p.
vv3 0,30*E*	–0,25 p.
vv4 1,56*E*	–0,25 p.
vv5 0,53*E*	–0,25 p.

i) Oheisessa kuvaajassa on esitetty harmonisesti värähtelevän kappaleen (*m* = 24 kg) liikettä. Kuinka suuri on värähtelijän jousivakio?



vv1 1,5 N/m	1 p.
vv2 0,59 N/m	–0,25 p.
vv3 0,016 N/m	–0,25 p.
vv4 0,23 N/m	–0,25 p.
vv5 0,00097 N/m	–0,25 p.

j) Molemmista päistään suljetun putken perusvärähtelytaajuus on 550,0 Hz. Putken molemmat päät avataan. Kuinka suuri on tällöin putken perusvärähtelytaajuus?

vv1 550 Hz	1 p.
vv2 275 Hz	–0,25 p.
vv3 138 Hz	–0,25 p.
vv4 825 Hz	–0,25 p.
vv5 1100 Hz	–0,25 p.

k) Tasomainen ääniaalto etenee ilmassa ja saapuu ilma-teräsrajapinnalle. Äänen nopeus ilmassa on 343 m/s ja teräksessä 5101 m/s. Kuinka suuri on rajapintaan liittyvä kokonaisheijastumisen rajakulma?

vv1 3,86°	1 p.
vv2 1,75°	–0,25 p.
vv3 42,3°	–0,25 p.
vv4 15,8°	–0,25 p.
vv5 Kokonaisheijastusta ei tapahdu.	–0,25 p.

l) Kaiuttimesta kuuluvan musiikin intensiteettitaso 1,50 m etäisyydellä kaiuttimesta on *P*. Millä etäisyydellä kaiuttimesta intensiteettitaso on laskenut tuhannesosaan?

vv1 47 m	1 p.
vv2 8,2 m	–0,25 p.
vv3 14 m	–0,25 p.
vv4 21 m	–0,25 p.
vv5 180 m	–0,25 p.

m) Meren pinnalla etenevän tsunamiaallon nopeus noudattaa likimain yhtälöä $v = \sqrt{gh}$, jossa *g* on putoamiskiihtyvyys ja *h* meren syvyys. Tietyssä tsunamiaallon etenemiskohdassa tsunamin aallonpituus on 201 km ja jaksonaika 21 min. Kuinka syvä meri on tässä kohdassa?

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

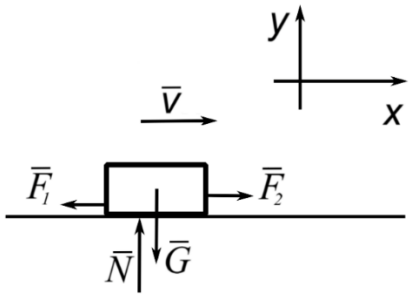
C2. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa 2 (12 p.)

Valitse kunkin kohdan sopivin vastausvaihtoehto.

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

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

a) Kappaleeseen, jonka massa on 5 kg, kohdistuu kuvan mukaiset voimavektorit. Voiman $\bar{F}_1$ suuruus on $0{,}25\ G$, jossa G on painovoiman $\bar{G}$ suuruus. Kappaletta työnnetään 10,0 sekuntia siten, että sen nopeus $\bar{v}$ on *x*-akselin suuntainen ja suuruudeltaan vakio 10,0 m/s. Kuinka suuren työn painovoima $\bar{G}$ tekee?



vv1 0 J	1 p.
vv2 1,23 kJ	–0,25 p.
vv3 123 J	–0,25 p.
vv4 4,90 kJ	–0,25 p.
vv5 490 J	–0,25 p.

b) 20 000 mAh:n akkua ladataan 1,2 A:n virran voimakkuudella. Kuinka kauan kestää akun lataaminen tyhjästä täyteen?

vv1 60 000 s	1 p.
vv2 60 000 000 s	–0,25 p.
vv3 60 s	–0,25 p.
vv4 1 000 s	–0,25 p.
vv5 1 000 000 s	–0,25 p.

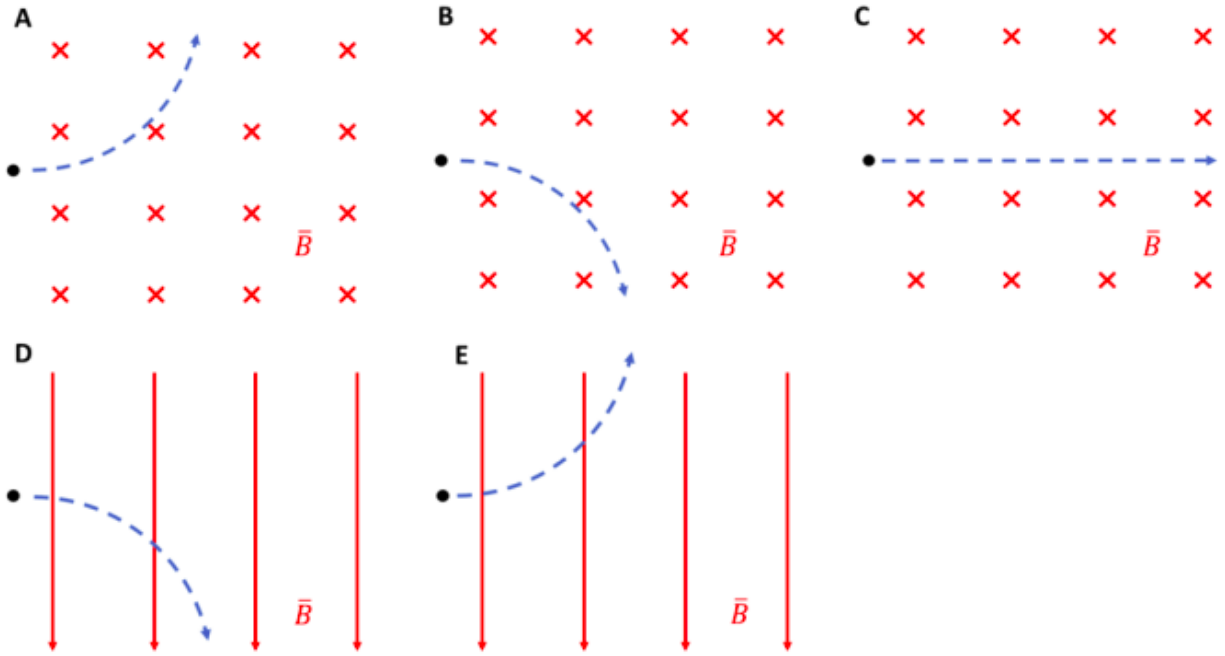
c) Uunia voidaan tarkastella mustana kappaleena. Uunin lähettämän sähkömagneettisen säteilyn intensiteettimaksimi on aallonpituudella 6,04 µm. Kuinka suuri on uunin lämpötila?

vv1 480 K	1 p.
vv2 471 K	–0,25 p.
vv3 474 K	–0,25 p.
vv4 477 K	–0,25 p.
vv5 468 K	–0,25 p.

d) Tuntematon aine viedään homogeeniseen ulkoiseen magneettikenttään. Tämän seurauksena magneettikenttä heikkenee. Millaista tuntematon aine on?

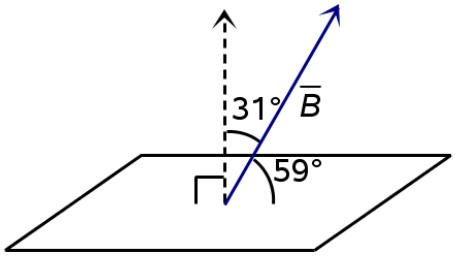
vv1 diamagneettista 1 p.
vv2 paramagneettista –0,25 p.
vv2 ferromagneettista –0,25 p.
vv4 ferrimagneettista –0,25 p.
vv5 supramagneettista –0,25 p.

e) Neutroni saapuu homogeeniseen magneettikenttään. Mikä kuvista **A–E** esittää parhaiten neutronin liikerataa?



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

f) Taso, jonka pinta-ala on 360 cm^2, sijaitsee homogeenisessa magneettikentässä. Magneettivuon tiheys on 75 mT. Oheisessa kuvassa on esitetty magneettikentän suunnan ja tason normaalin välinen kulma. Kuinka suuri on tason läpäisemä magneettivuo?



vv1 2,3 mWb	1 p.
vv2 1,4 mWb	–0,25 p.
vv3 2,7 mWb	–0,25 p.
vv4 140 mWb	–0,25 p.
vv5 230 mWb	–0,25 p.

g) Uraani-236-ytimen sidosenergia on 1790,5 MeV. Kuinka suuri on uraani-236:n sidososuus?

vv1 7,5869 MeV/nukleoni	1 p.
vv2 19,463 MeV/nukleoni	–0,25 p.
vv3 164,74 GeV/nukleoni	–0,25 p.
vv4 422,56 GeV/nukleoni	–0,25 p.
vv5 2,5645 GeV/nukleoni	–0,25 p.

h) Röntgenputken tuottaman säteilyn spektrin minimiaallonpituus on 50 pm. Kuinka suuri on röntgenputken kiihdytysjännite?

vv1 25 kV	1 p.
vv2 62 kV	–0,25 p.
vv3 40 kV	–0,25 p.
vv4 16 kV	–0,25 p.
vv5 3,9 kV	–0,25 p.

i) Elektroni ja positroni kohtaavat. Mikä ilmiö on todennäköisin?

vv1 annihilaatio	1 p.
vv2 parinmuodostus	–0,25 p.
vv3 fuusio	–0,25 p.
vv4 fissio	–0,25 p.
vv5 elektronisieppaus	–0,25 p.

j) Elektronin nopeus on 4,1 Mm/s. Kuinka suuri on de Broglien aallonpituus?

vv1 0,18 nm	1 p.
vv2 0,25 nm	–0,25 p.
vv3 0,56 nm	–0,25 p.
vv4 0,40 nm	–0,25 p.
vv5 0,11 nm	–0,25 p.

k) Valo, jonka rajataajuus on 1050 THz, irrottaa sinkistä elektroneja. Kuinka suuri on sinkin irrotustyö?

vv1 4,34 eV	1 p.
vv2 3,94 eV	–0,25 p.
vv3 6,95 eV	–0,25 p.
vv4 0,23 eV	–0,25 p.
vv5 1,44 eV	–0,25 p.

l) Keskimääräinen taustasäteilystä johtuva annosnopeuden taso New Yorkissa on 60 nSv/h ja Helsingissä 150 nSv/h. Tavanomaisella yhdensuuntaisella reittilennolla Helsingistä New Yorkiin matkustajalle aiheutuu 53,3 µSv:n efektiivinen annos. Kuinka suuren ylimääräisen efektiivisen annoksen helsinkiläinen matkustaja saa meno-paluumatkalla New Yorkiin, jossa hän viettää täsmälleen yhden viikon? Turvatarkastuksiin liittyvien läpivalaisujen säteilyaltistusta ei tarvitse ottaa huomioon.

vv1 91 µSv	1 p.
vv2 38 µSv	–0,25 p.
vv3 117 µSv	–0,25 p.
vv4 132 µSv	–0,25 p.
vv5 107 µSv	–0,25 p.

C3. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa 3 (12 p.)

Valitse kunkin kohdan sopivin vastausvaihtoehto.

Yksittäisten kohtien pisteytys:
Oikea valinta = 2 p.
Väärä valinta = –0,5 p.
Ei valintaa = 0 p.

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

a) Pallo pudotetaan korkeudelta *h*. Se törmää lattiaan nopeudella, jonka suuruus on v_1 ja suunta $-\vec{y}$. Törmäyksen jälkeen pallon liike jatkuu nopeudella, jonka suuruus on v_2 ja suunta $+\vec{y}$. Liikeradan korkein kohta törmäyksen jälkeen on lattiasta mitattuna korkeudella *h*/4. Mikä seuraavista yhtälöistä pätee pallon nopeuden muutokselle $\Delta\vec{v} = \overrightarrow{v_2} - \overrightarrow{v_1}$?

vv1 $\Delta\vec{v} = \frac{+3}{2}\, v_1\, \vec{y}$ 2 p.
vv2 $\Delta\vec{v} = \frac{-3}{2}\, v_1\, \vec{y}$ –0,5 p.
vv3 $\Delta\vec{v} = \frac{-1}{2}\, v_1\, \vec{y}$ –0,5 p.
vv4 $\Delta\vec{v} = \frac{+1}{2}\, v_1\, \vec{y}$ –0,5 p.
vv5 $\Delta\vec{v} = \frac{+3}{4}\, v_1\, \vec{y}$ –0,5 p.

b) Maalipisara (*m* = 56 pg) pysyy paikallaan kahden vaakasuoran johdelevyn välissä. Maalipisaran varaus on –89*e*. Kuinka voimakas on levyjen välinen sähkökenttä?

vv1 39 kN/C 2 p.
vv2 39 MN/C –0,5 p.
vv3 390 N/C –0,5 p.
vv4 3,9 kN/C –0,5 p.
vv5 3,9 MN/C –0,5 p.

c) Poikkileikkaukseltaan ympyränmuotoisen teräslangan (halkaisija 2,0 mm, pituus 150,0 cm) päiden välinen jännite on 12 V. Teräksen resistiivisyys on $14{,}3 \cdot 10^{-8}$ Ωm. Kuinka suuri on langan läpi kulkeva sähkövirta?

vv1 180 A 2 p.
vv2 700 A –0,5 p.
vv3 200 A –0,5 p.
vv4 530 A –0,5 p.
vv5 130 A –0,5 p.

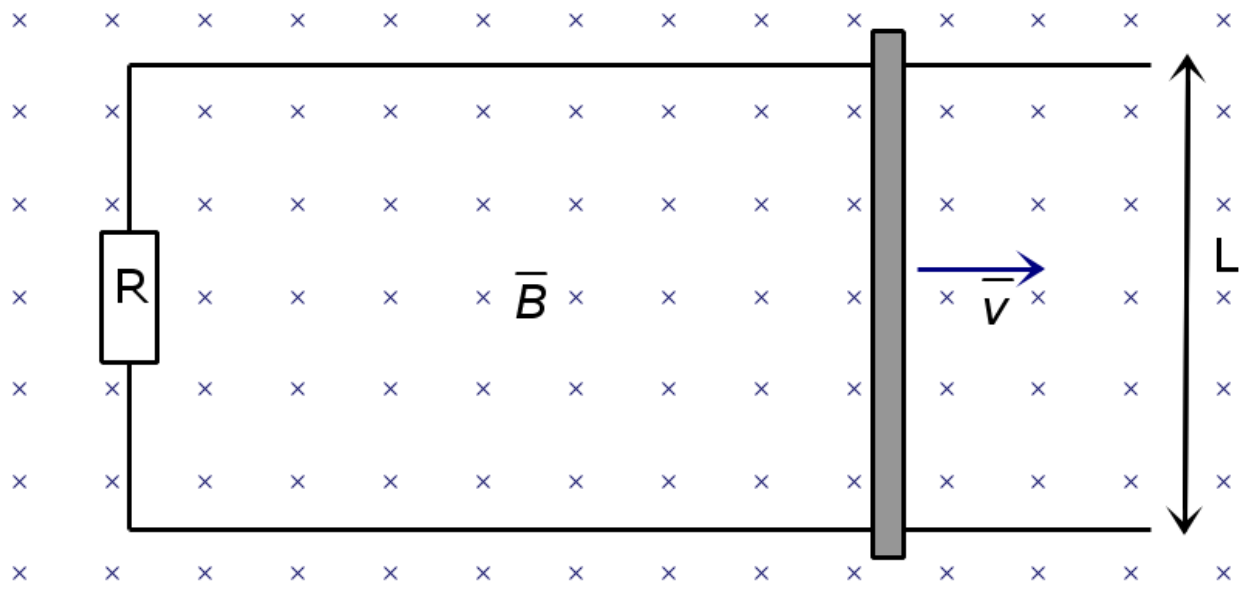
d) Punaista lediä käytetään virtapiirissä 35 mA:n sähkövirralla. Ledin kynnysjännite on 1,6 V. Ledin rikkoutumisen estämiseksi se on kytketty sarjaan etuvastuksen kanssa (R = 0,15 kΩ). Kuinka suuri jännite virtapiirissä tarvitaan, jotta ledi palaisi?

vv1 6,9 V	2 p.
vv2 5,3 V	–0,5 p.
vv3 1,6 V	–0,5 p.
vv4 6,8 V	–0,5 p.
vv5 5,2 V	–0,5 p.

e) Vettä (ρ = 1,0 kg/dm^3) pumpataan altaaseen porakaivosta 31 metrin syvyydeltä. Veden virtausnopeus on 250 litraa minuutissa. Pumpun hyötysuhde on 91 %. Kuinka suuri on pumpun sähköteho?

vv1 1,4 kW	2 p.
vv2 1,3 kW	–0,5 p.
vv3 7,6 kW	–0,5 p.
vv4 8,3 kW	–0,5 p.
vv5 8,4 kW	–0,5 p.

f) Johdin liikkuu kuvan mukaisesti oikealle metalliraiteita pitkin vakionopeudella v = 7,2 m/s. Magneettivuon tiheys B on 0,54 T ja johtimen pituus L on 0,10 m. Virtapiirin vastuksen resistanssi R on 2,3 Ω. Kuinka suuri ja minkä suuntainen virta kulkee virtapiirissä?



vv1 0,17 A vastapäivään	2 p.
vv2 0,39 A vastapäivään	–0,5 p.
vv3 0,17 A myötäpäivään	–0,5 p.
vv4 0,39 A myötäpäivään	–0,5 p.
vv5 Virtapiirissä ei kulje virtaa.	–0,5 p.

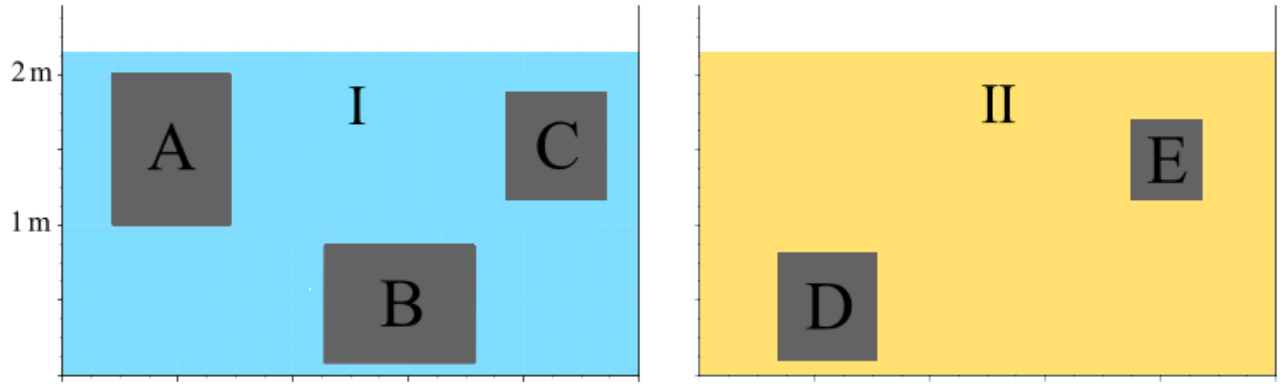
C4. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa 4 (4 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Valitse kussakin kohdassa kaikki oikeat vastaukset (yksi tai useampi).
(*Valittu kaikki oikeat vastaukset = 1 p.; yksi tai useampi virheellinen valinta = 0 p.*)

a) Viisi kappaletta on asetettu kuvan osoittamalla tavalla nesteisiin **I** ja **II**. Kappaleet **A** ja **B** ovat tilavuudeltaan 3 m^3, kappaleet **C** ja **D** 1,5 m^3 ja kappale **E** 1 m^3. Kaikkien kappaleiden tiheys on sama. Nesteen **I** tiheys on puolet nesteen **II** tiheydestä.

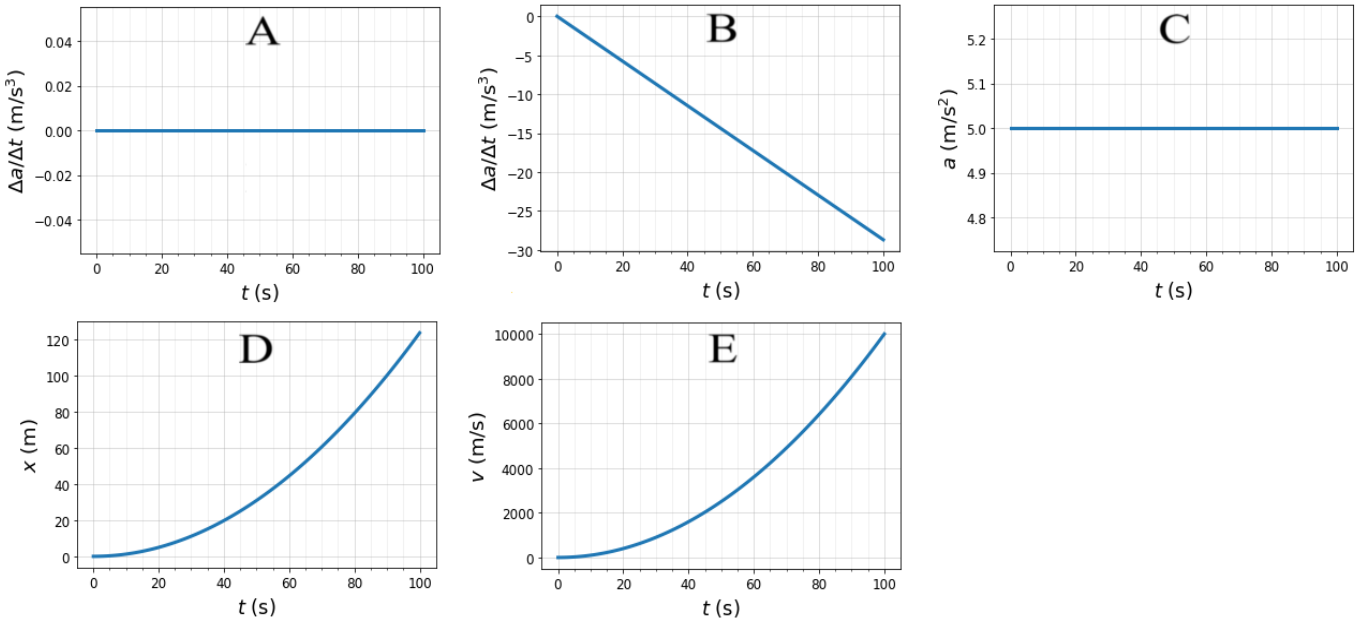
Valitse kappale tai kappaleet, joihin kohdistuu suurin noste.



vv1 A oikein
vv2 B oikein
vv3 C väärin
vv4 D oikein
vv5 E väärin

b) Mitkä kuvaajista **A–E** voivat esittää kappaletta, jonka liike on tasaisesti kiihtyvää aikavälillä t = 0–100 s?

vv1 A oikein
vv2 B väärin
vv3 C oikein
vv4 D oikein
vv5 E väärin



c) Aalto taittuu kahden aineen rajapinnalla. Aalto saapuu rajapinnalle optisesti harvemmasta aineesta (taitekerroin n_1 = 1,0) optisesti tiheämpään aineeseen (n_2 = 1,5) 63 asteen tulokulmassa. Mitä tällöin tapahtuu?

vv1 Taittumisen jälkeen aalto etenee hitaammin. oikein
vv2 Aalto taittuu pinnan normaalia kohti. oikein
vv3 Aallon taittuessa sen aallonpituus muuttuu. oikein
vv4 Aalto kokonaisheijastuu. väärin
vv5 Aallon taittuessa sen taajuus muuttuu. väärin

d) Millaista on konservatiivisen voiman tekemä työ?

vv1 nolla suljetulla reitillä oikein
vv2 kääntäen verrannollista voiman suuruuteen väärin
vv3 riippuvaista reitistä kahden pisteen välillä väärin
vv4 riippumatonta reitistä kahden pisteen välillä oikein
vv5 aina negatiivista väärin

C5. Täytetyn ilmapallon nostovoima (10 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Ilmapallo, jonka tilavuus on 880 m^3, täytetään normaalipaineessa (p = 101 325 Pa) ja huoneenlämpötilassa (25 °C).

a) (3 p.)
Ilmapallo täytetään heliumilla, jota säilytetään 1,94 m^3:n säiliöissä. Yhden heliumsäiliön paine on 1,3 MPa. Kuinka monta säiliötä tarvitaan ilmapallon täyttämiseen? Oleta, että heliumin lämpötila pysyy vakiona.
(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

b) (4 p.)
Heliumkaasun moolimassa on 4,003 g/mol ja ilman tiheys 1,18 kg/m^3. Mikä on suurin paino newtoneina, jonka ilmapallo pystyy nostamaan pallon täyttöön käytetyn heliumin lisäksi?
(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

c) (3 p.)
Ilmapallo täytetään heliumin sijaan vedyllä. Vetykaasun moolimassa on 2,02 g/mol ja ilman tiheys on 1,18 kg/m^3. Mikä nyt on suurin paino newtoneina, jonka ilmapallo pystyy nostamaan pallon täyttöön käytetyn vedyn lisäksi?
(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

C6. Täydellinen liuku (8 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Curlingkivi (m = 17,36 kg) liukuu jäällä. Kiven alkunopeus on 2,571 m/s. Kiven ja jään välinen liukukitkakerroin on 0,01025. Kuinka kauan ja kuinka pitkän matkan kivi liukuu? Ilmanvastusta ei huomioida. Oleta kivi pistemäiseksi.

(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

C7. Käsivarren sivuttaisnosto (4 p.)

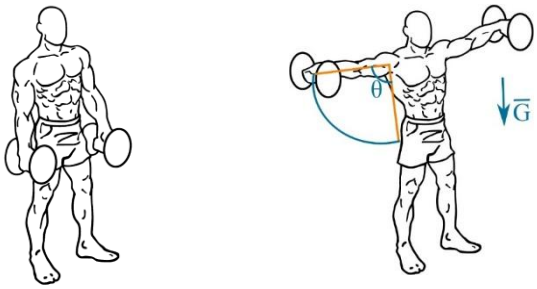
[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Tarkastellaan oheisessa kuvassa esitettyä liikettä, *käsivarren sivuttaisnostoa*. Kyynär- ja rannenivel ovat suoraksi ojennettuina koko liikkeen ajan. Käsivarren sivuttaisnostoon osallistuvat käsivarren ja hartiaseudun lihakset, etenkin ylempi lapalihas ja hartia- eli deltalihas. Ylempää lapalihasta käytetään ensimmäisen 15°:n osuudella. Deltalihas on aktiivinen, kun kulma on 15–90°.

Oletetaan, että käsivarren sivuttaisnostoon osallistuvat lihakset tuottavat käsivarteen vakiomomentin koko kyseisellä liikeradalla.

Voimaharjoittelija pystyy nostamaan 30 kg:n käsipainon 50°:n kulmaan (θ). Mikä on käsipainon suurin massa, jolla harjoittelija jaksaa tehdä 90°:n sivuttaisnoston?

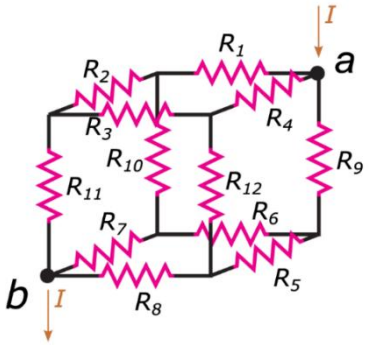
(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)



Kuvalähde: Wikimedia commons & Everkinetic, CC BY-SA 3.0. Muokattu.
(https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Dumbbell-lateral-raises-1.png,
https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Dumbbell-lateral-raises-2.png)

C8. Kuutiokytkentä (8 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]



Vastukset on kytketty toisiinsa kuution reunoille sijoitetuilla johtimilla kuvan osoittamalla tavalla. Vastusten resistanssit ovat yhtä suuret ($R_1 = R_2 = R_3 = \ldots = R_{12}$). Mikä on pisteiden *a* ja *b* välinen kokonaisresistanssi?
(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

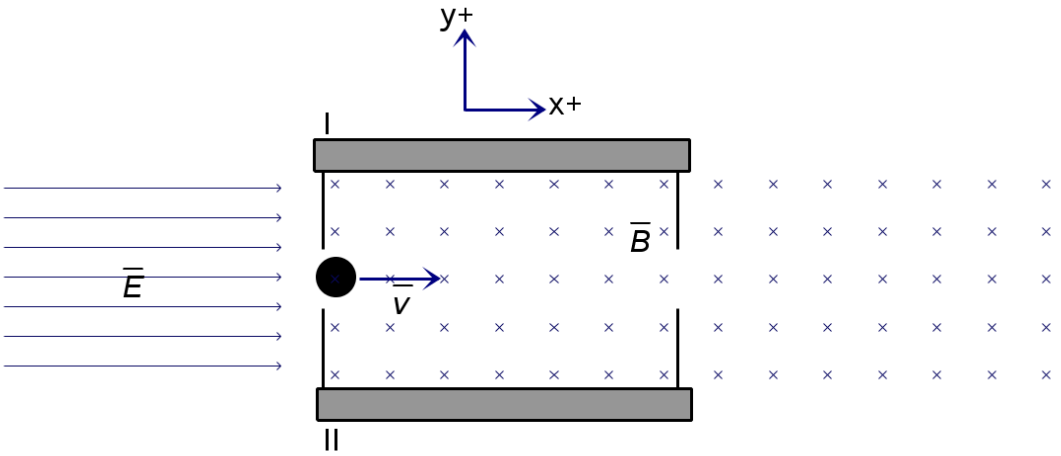
C9. Hiili-ionisädehoito (10 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Hiili-ionisädehoidossa syöpäsoluja voidaan tuhota C^{4+}-ioneilla. Hoidon onnistumiseksi C^{4+}-ionien energian täytyy olla juuri oikea, jotta ne voivat tunkeutua syöpäkasvaimen syvyyteen kehossa. Ionien energia voidaan laskea niiden nopeudesta.

Ensin ionit kiihdytetään sähkökentän $\bar{E}$ avulla hiukkaskiihdyttimessä. Tämän jälkeen ionien oikea nopeus varmistetaan nopeudenvalitsimella, jossa on oheisen kuvan mukaisesti homogeeninen magneettikenttä B = 0,351 T. Nopeudenvalitsimessa on myös homogeeninen sähkökenttä $\bar{E}_2$, joka muodostetaan metallilevyjen I ja II välille. Musta ympyrä kuvaa C^{4+}-ionia.

Oletetaan, että kaikki C^{4+}-ionit ovat ^{12}C-isotooppeja. C^{4+}-ioni saapuu nopeudenvalitsimeen suoraan x-akselin suuntaisesti vakionopeudella v = 5370 m/s. Painovoiman vaikutusta ei huomioida laskuissa.



a) (1 p.)
Kuinka suuri on C^{4+}-ionin massa atomimassayksiköissä neljän merkitsevän numeron tarkkuudella?
Vastaukseksi riittää pelkkä lopputulos.
Vastauksen enimmäispituus: 10 merkkiä

b) (2 p.)
Kuinka suuri nopeudenvalitsimen sähkökentän $\bar{E}_2$ pitää olla, jotta C^{4+}-ioni jatkaisi kulkuaan suoraan nopeudenvalitsimen läpi?
(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

c) (1 p.)
Minkä suuntainen sähkökenttä $\bar{E}_2$ on?
Valitse sopivin vastausvaihtoehto.
(*Oikea valinta = 1 p.; väärä valinta = –1 p.; ei valintaa = 0 p.*)

vv1 –*y*-akselin suuntainen	1 p.
vv2 +*y*-akselin suuntainen	–1 p.
vv3 –*x*-akselin suuntainen	–1 p.
vv4 +*x*-akselin suuntainen	–1 p.

d) (3 p.)

C^{4+}-ioni poistuu nopeudenvalitsimen sähkökentästä ja jatkaa matkaansa magneettikentässä. Kuinka suuri on C^{4+}-ionin liikeradan säde?

(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

e) (3 p.)

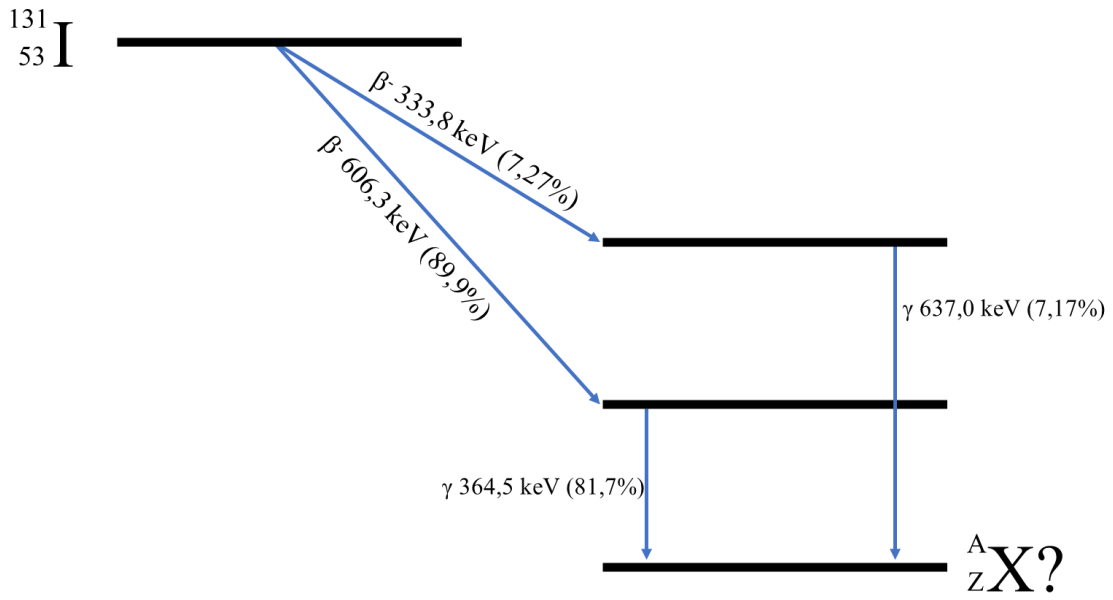
Oletetaan, että C^{4+}-ioni lähtee liikkeelle levosta ennen kiihdyttämistä. Kuinka suuri hiukkaskiihdyttimen kiihdytysjännitteen tulee olla, jotta C^{4+}-ioni saavuttaa nopeuden v ennen nopeudenvalitsijaa?

(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

C10. Radiojodihoito (9 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Radiojodihoito on yleisnimitys radionuklidihoidolle, jossa käytetään jodin radioaktiivista ^{131}I-isotooppia. Radiojodia käytetään suun kautta otettavina kapseleina kilpirauhasen liikatoiminnan ja tiettyjen erilaistuneiden kilpirauhassyöpätyyppien hoidoissa. Radioaktiivinen jodi kertyy kilpirauhaskudokseen, koska kilpirauhassolut ja kilpirauhassyöpäsolut käyttävät jodia hormonituotannossaan. Epävakaan ^{131}I-isotoopin hajotessa stabiiliksi alkuaineeksi vapautuu lyhyen kantaman säteilyä (Kuva). Säteily vaurioittaa paikallisesti kilpirauhaskudosta. Reaktiossa syntyy myös korkeaenergistä gammasäteilyä, jonka avulla radiojodin kertymäpaikat potilaassa voidaan kartoittaa kuvantamalla ja näin varmistaa hoidon kohdentuminen. Korkeaenerginen gammasäteily on myös huomioitava säteilysuojauksessa hoidon aikana.



Kuva. ^{131}I-isotoopin hajoamiskaavio. Kaaviossa on esitetty kaksi todennäköisintä hajoamisreaktiota.

Korkeaenergisen gammasäteilyn vuoksi potilas voidaan joutua eristämään säteilysuojattuun tilaan, jos radiojodin aktiivisuus on suurta. ^{131}I:n gammasäteilyn puoliintumispaksuus lyijyssä on 3,0 mm, joten säteilysuojatussa tilassa käytettävien rakenteiden on oltava riittävän paksuja. Käytännön syistä säteilysuojelurakenteissa suositaan kuitenkin lyijyä halvempia materiaaleja, kuten tiiltä tai betonia.

Tyypillisimmät kilpirauhassyövän hoidossa käytettävät radiojodin aktiivisuudet ovat 1,1 GBq ja 3,7 GBq. ^{131}I:n fysikaalinen puoliintumisaika (T_{fys}) on 8,02 vrk, mutta suurin osa radiojodista poistuu potilaasta virtsan mukana ensimmäisen vuorokauden aikana. Siksi potilaassa ^{131}I:n efektiivinen puoliintumisaika (T_{eff}) on huomattavasti lyhyempi (21 h). Jos radiojodin aktiivisuus on 3,7 GBq, potilaan säteilyeristystä tarvitaan enintään 3,0 vrk. T_{eff} voidaan määrittää fysikaalisen puoliintumisajan T_{fys} ja biologisen puoliintumisajan T_{bio} avulla:

$$\frac{1}{T_{\text{eff}}} = \frac{1}{T_{\text{bio}}} + \frac{1}{T_{\text{fys}}}$$

Vastaa tehtäviin annetun materiaalin perusteella.

a) (3 p.)

Täydennä kuhunkin laatikkoon oikea vastaus. (*1 p./laatikko*)

Annettujen tietojen perusteella voidaan päätellä, että ^{131}I:n hajoamisessa syntyvän stabiilin alkuaineen massaluku on _____ ja järjestysluku on _____. Lisäksi voidaan päätellä, että hajoamisreaktiossa syntyvän elektronin todennäköisin energia on _____ keV.

b) (1 p.)

Minkä tyyppistä säteilyä radiojodin hajoamisreaktiossa syntyy?

Yksi tai useampi vaihtoehto voi olla oikein. Valitse kaikki oikeat vastaukset.

(*Valittu kaikki oikeat vastaukset = 1 p.; yksi tai useampi virheellinen valinta = 0 p.*)

vv1 alfasäteilyä	väärin
vv2 β^--säteilyä	oikein
vv3 gammasäteilyä	oikein
vv4 neutronisäteilyä	väärin
vv5 β^+-säteilyä	väärin

c) (1 p.)

^{131}I:n gammasäteily halutaan vaimentaa kymmenesosaan alkuperäisestä intensiteetistään. Kuinka paksu lyijykerros tarvitaan?

Valitse sopivin vastausvaihtoehto.

(*Oikea valinta = 1 p.; väärä valinta –0,25 p.; ei valintaa = 0 p.*)

vv1 10 mm	1 p.
vv2 3 mm	–0,25 p.
vv3 5 mm	–0,25 p.
vv4 1 mm	–0,25 p.
vv5 50 mm	–0,25 p.

d) (4 p.)

Radiojodi kuljetetaan sairaalaan, jossa se annetaan potilaalle 54 tunnin kuluttua kuljetuksen alkamisesta. Radiojodin aktiivisuus on 4,5 GBq kuljetuksen alussa. Kun radiojodin antohetkestä potilaaseen on kulunut 3,0 vrk, kuinka suuri on radiojodin aktiivisuus potilaassa?

(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

KAAVALIITE / FORMELBILAGA

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)
$b = 2{,}897\,771\,955 \cdot 10^{-3}$ m · K
$\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ 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
$= 1{,}007\,276\,5$ u
neutroni/neutron: $m_n = 1{,}674\,927\,3 \cdot 10^{-27}$ kg
$= 1{,}008\,665\,0$ u
elektroni/elektron: $m_e = 9{,}109\,382\,2 \cdot 10^{-31}$ kg
$= 5{,}485\,799\,1 \cdot 10^{-4}$ u

$u = 931{,}49$ MeV/c²
$= 1{,}660\,538\,9 \cdot 10^{-27}$ kg

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

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

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

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

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

Kemia / Kemi

$It = nzF$

$pV = nRT$

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

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

Fysiikka / Fysik

$v = v_0 + at$

$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$

$v = \omega r$

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

$\omega = \omega_0 + \alpha t$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$W = F\Delta x\cos\alpha$$

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

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

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

$$Q = sm$$

$$Q = rm$$

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

$$S = \sigma T^4$$

$$\lambda_{\max}T = b$$

$$F = \frac{Q_1Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

$$F = qE$$

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

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

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

$$C = Q/U$$

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

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

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

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

$$F_\mu = \mu N$$

$$P = W/t$$

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

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

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

$$p = \rho gh$$

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

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

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

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

$$L = I/A$$

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

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

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

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

$$F_m = IlB\sin\alpha$$

$$e = lvB\sin\alpha$$

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

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

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

$$M = NABI\sin\alpha$$

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

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

L3/L5

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

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

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

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

$$T_{1/2} = \frac{ln2}{\lambda}$$

$$E_k^{max} = hf - W_0$$

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

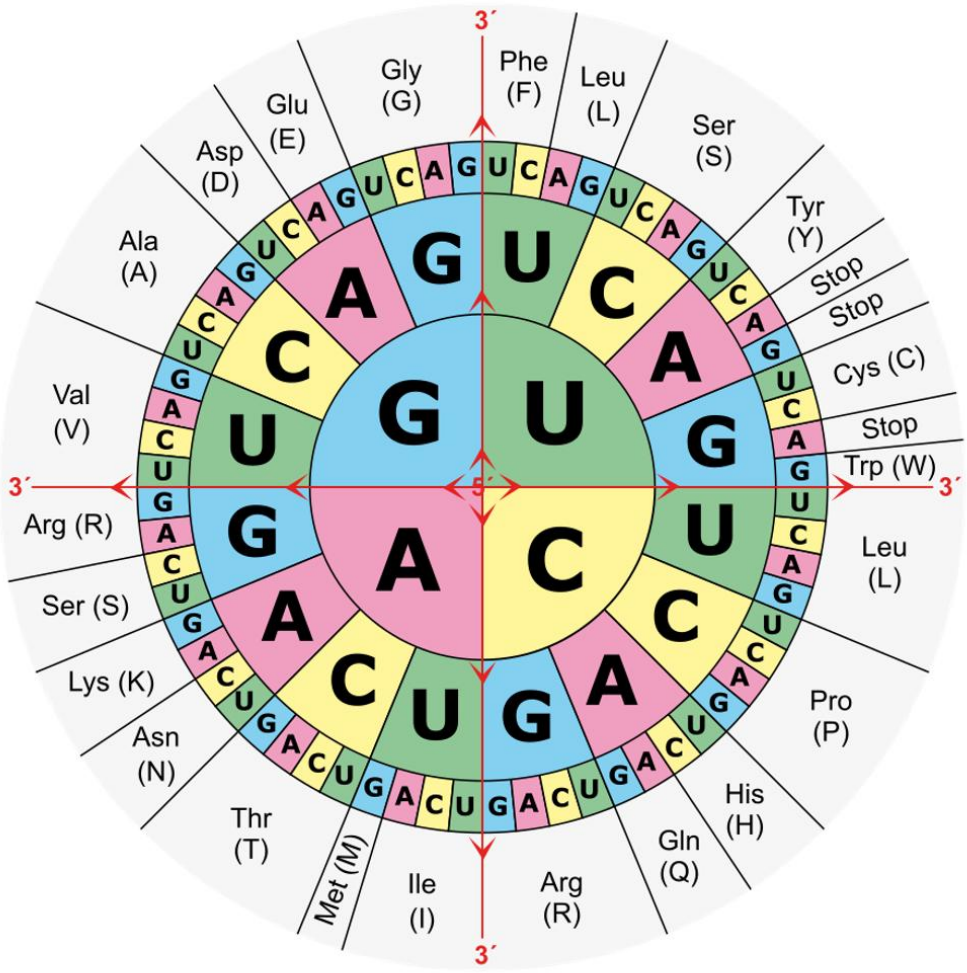
$$E = \frac{\Phi}{A}$$

$$\Delta E_k = W = QU$$

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

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

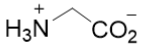
Lähetti-RNA:n kodoneja vastaavat aminohapot
Aminosyror som motsvarar kodon i budbärar-RNA



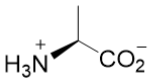
L4/L5

Luonnon aminohapot / Aminosyrorna i naturen

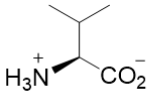
Aminohapot on esitetty siinä muodossa, jossa ne pääosin esiintyvät fysiologisessa pH-arvossa 7,4.
Aminosyrorna presenteras i den form som mest förekommer vid det fysiologiska pH-värdet 7,4.



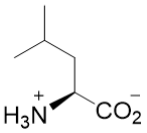
glysiini / glycin
Gly, G



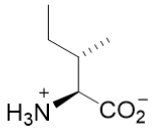
alaniini / alanin
Ala, A



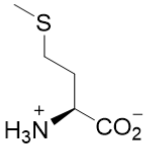
valiini / valin
Val, V



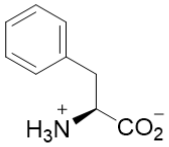
leusiini / leucin
Leu, L



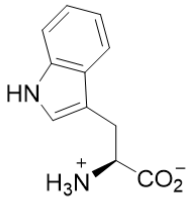
isoleusiini / isoleucin
Ile, I



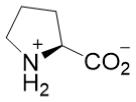
metioniini / metionin
Met, M



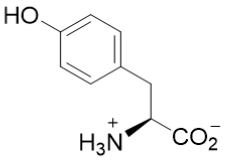
fenyylialaniini / fenylalanin
Phe, F



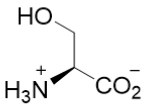
tryptofaani / tryptofan
Trp, W



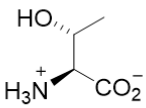
proliini / prolin
Pro, P



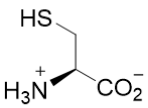
tyrosiini / tyrosin
Tyr, Y



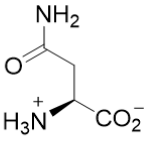
seriini / serin
Ser, S



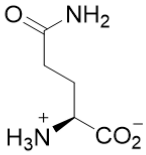
treoniini / treonin
Thr, T



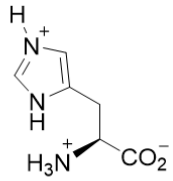
kysteiini / cystein
Cys, C



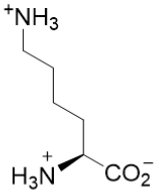
asparagiini / asparagin
Asn, N



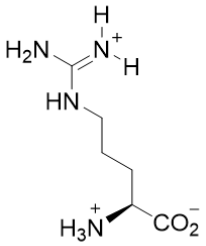
glutamiini / glutamin
Gln, Q



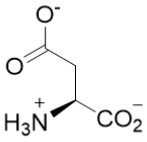
histidiini / histidin
His, H



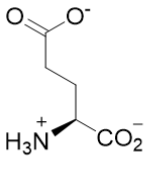
lysiini / lysin
Lys, K



arginiini / arginin
Arg, R



asparagiinihappo / asparaginsyra
Asp, D



glutamiinihappo / glutaminsyra
Glu, E

L5/L5

Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä / Grundämnenas periodiska system

	1												13	14	15	16	17	18
1	$_{1}$H 1,008	2																$_{2}$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	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$_{13}$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)