

**Tehtävät A1–A10, B1–B8 ja C1–C8:**

Lääketieteelliset alat (lääketiede, hammaslääketiede ja eläinlääketiede)

Tehtävät A1–A10 ja B1–B8:

Biokemia ja molekyylibiotieteet

Biolääketiede

Farmasia

Ravitsemustiede

Sisällysluettelo:

Aloitussivu	3
-------------	---

Yhteinen osio (biologia ja kemia)	4
-----------------------------------	---

Yhteisen osion ohjeet	4
A1. Vesi – elämän edellytys (7 p.)	6
A2. Immunologia (10 p.)	8
A3. Maksan aineenvaihdunta (9 p.)	12
A4. Sikamainen juttu (5 p.)	16
A5. Luut muodostavat elimistön tukirangan (9 p.)	18
A6. Miehen lisääntymisbiologia (9 p.)	20
A7. Veriryhmätekijöiden merkitys raskaudessa (8 p.)	21
A8. Hermoston rakenne ja toiminta (11 p.)	22
A9. MELAS-tauti (11 p.)	26
A10. Geenisäätely ja geeniteknologia (11 p.)	29
 B1. Virvoitusjuomien makeutus (11 p.)	 31
B2. Ibuprofeeni (15 p.)	34
B3. Ionien nimeäminen (5 p.)	37
B4. Tyrosiinin reaktioita (10 p.)	38
B5. Energiaprofiili (10 p.)	40
B6. Palamisreaktio (13 p.)	42
B7. Fysiologinen suolaliuos (11 p.)	42
B8. Punasolun solukalvon biomolekyylit (15 p.)	43



Eriytyvän osion ohjeet	44
C1. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa 1 (18 p.)	46
C2. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa 2 (10 p.)	51
C3. Kolttikanuuna (12 p.)	53
C4. Magneettikuvan kuvanmuodostus (15 p.)	55
C5. Varatut pallot lankojen varassa (12 p.)	57
C6. Vuoristorata (10 p.)	57
C7. Kuuloaisti (5 p.)	57
C8. Insuliinipumpun käyttö lentokoneessa (8 p.)	58



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. **Valintakokeen yhteinen osio on suoritettava ensin, ennen eriytyvää osiota. Kun olet suorittanut yhteisen osion, eriytyvän osion Aloita-painike aktivoituu. Avattu osio tulee suorittaa kerralla loppuun, etkä voi palata osioon 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.

Sinulla saa kokeen aikana olla auki ainoastaan valintakoejärjestelmä Vallu sekä järjestelmästä avautuva erillinen kaavaliite. On kiellettyä käyttää erikseen lisättyjä näppäinkomentoja ja -asetteluja sekä ohjelmoituja toiminnallisuuksia, kuten kaavoille, arvoille tai teksteille luotuja pikanäppäimiä.

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

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

[\[Linkki yhteiseen osioon\]](#)

[\[Linkki eriytyvään osioon\]](#)

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



Yhteinen osio (biologia ja kemia)

Yhteisen osion ohjeet

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

Kun yhteisen osion 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. Tehtävä voi sisältää useita osatehtäviä. Monivalintoja ja alasvetovalikkoja sisältävissä tehtävissä vääristä vastauksista annetaan miinuspisteitä. Vastaamatta jättämisestä ei vähennetä pisteitä. Jos tehtävän (esimerkiksi A1 tai B2) pistemäärä on negatiivinen, se muutetaan nolaksi pisteeksi kokeen loppuarvioinnissa. Jokaisen tehtävän 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 alkuperäisen ja lopputilanteen. Esimerkiksi Henderson-Hasselbalchin yhtälön johtaminen:

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

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

Koejärjestelmän laskin on käytössä kaikissa tehtävissä. Vain koejärjestelmän laskimen käyttö on sallittu. Erillisen laskimen hallussapito ja tietokoneen laskimen, muun laskinsovelluksen tai muiden laskintoiminnallisuuden auki oleminen vilpiksi ja johtaa koesuorituksen hylkäämiseen.

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:

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

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



Vastauksissa saa käyttää seuraavia epävirallisia merkintätapoja:

- kertomerkkinä asteriskia (*)
- reaktionuolena viivaa ja suurempi kuin -merkkiä (->)
- merkintää $\sqrt{\text{kaava}}$ neliöjuurilaskuille, esimerkiksi $\sqrt{2 \cdot 5}$.
- desimaalilukujen desimaalierottimenä pistettä
- lukujen yhteydessä potenssina merkkiä ^

Ioneissa ja kemian kaavoissa tulee käyttää ala- ja yläindeksejä kemian kaavasääntöjen mukaisesti (esim. Ca^{2+} , Na_2SO_4). Muita merkintätapoja, kuten $\text{Ca}^{\wedge 2+}$, ei hyväksytä. Sekä ala- että yläindeksejä sisältävissä ioneissa, kuten SO_4^{2-} , ala- ja yläindeksejä ei tarvitse asetella päällekkäin.

Suureiden kirjaintunnuksia ei tarvitse vastauksissa kursivoida.

Laskutehtävän numeerinen lopputulos tulee esittää oikealla numeerisella tarkkuudella.

Kaikille hakijoille yhteinen osio koostuu biologian (A1–A10) ja kemian (B1–B8) tehtävistä. Kunkin tehtävän kokonaispisteet ja tehtävätyypit on esitetty alla tehtävien yhteenvedossa. Tehtävät alkavat yhteenvedon jälkeen ja ovat kaikki tällä samalla sivulla. Voit halutessasi siirtyä eri tehtäviin vasemmasta reunasta avautuvan sisällysluettelon avulla.

A. Biologia (90 p.)

- | | |
|---|---------|
| A1. Vesi – elämän edellytys (monivalintoja) | (7 p.) |
| A2. Immunologia (monivalintoja) | (10 p.) |
| A3. Maksan aineenvaihdunta (monivalintoja) | (9 p.) |
| A4. Sikamainen juttu (monivalintoja) | (5 p.) |
| A5. Luut muodostavat elimistön tukirangan (aukkotehtäviä alasvetovalikoilla ja tekstikentillä, monivalintoja, avovastauksia) | (9 p.) |
| A6. Miehen lisääntymisbiologia (monivalintoja, avovastauksia) | (9 p.) |
| A7. Veriryhmätekijöiden merkitys raskaudessa (avovastaus) | (8 p.) |
| A8. Hermoston rakenne ja toiminta (monivalintoja, avovastauksia) | (11 p.) |
| A9. MELAS-tauti (monivalintoja, avovastaus) | (11 p.) |
| A10. Geenisäätely ja geeniteknologia (monivalintoja, avovastaus) | (11 p.) |

B. Kemia (90 p.)

- | | |
|--|---------|
| B1. Virvoitusjuomien makeutus (monivalintoja) | (11 p.) |
| B2. Ibuprofeeni (monivalintoja, avovastaus) | (15 p.) |
| B3. Ionien nimeäminen (monivalintoja) | (5 p.) |
| B4. Tyrosiinin reaktioita (monivalintoja) | (10 p.) |
| B5. Energiaprofiili (avovastauksia, monivalintoja) | (10 p.) |
| B6. Palamisreaktio (avovastaus) | (13 p.) |
| B7. Fysiologinen suolaliuos (monivalintoja, avovastaus) | (11 p.) |
| B8. Punasolun solukalvon biomolekyylit (avovastaus) | (15 p.) |



A1. Vesi – elämän edellytys (7 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.

Vesi on elämän kannalta välttämätön aine, joka toimii biologisten ilmiöiden perustana niin ihmiskehossa kuin kokonaisissa ekosysteemeissä. Ilman vettä elämä ei olisi mahdollista sellaisena kuin sen tunnemme.

a) Vesistöjen happamoitumisella on merkittäviä vaikutuksia ekosysteemeille. Mikä seuraavista eläimistä on paras vesistöjen happamoitumisen ($\text{pH} < 5$) bioindikaattori?

vv1 ankerias

vv2 hauki

vv3 liejukotilo

vv4 vesisiira

b) Kasvit tarvitsevat elääkseen sopivan määrän vettä ja ravinteita. Plasmolyysi on kasvisolujen reaktio liian ravinteikkaaseen ympäristöön. Mitä plasmolyysissä tapahtuu?

vv1 Solu alkaa tuottaa ylimääräistä soluseinämateriaalia.

vv2 Solukalvo irtoaa soluseinästä.

vv3 Solukalvo painuu tiukasti soluseinää vasten.

vv4 Soluseinä rikkoutuu.

c) Fotosynteesi ja soluhengitys muodostavat biologisen energiankierron perustan. Miten vesi liittyy fotosynteesiin?

vv1 Glukoosi hajoaa ja reaktiossa syntyy vettä.

vv2 Vesi reagoi glukoosin kanssa ja reaktiossa syntyy hiilidioksidia.

vv3 Vesi reagoi hapen kanssa ja reaktiossa syntyy glukoosia.

vv4 Vesi hajoaa ja reaktiossa vapautuu happea.

d) Miten vesi liittyy soluhengitykseen?

vv1 Elektroninsiirtoketjussa muodostuu vettä hapen toimiessa yhtenä lähtöaineena.

vv2 Glykolyysissä glukoosi reagoi veden kanssa muodostaen pyruvaattia.

vv3 Sitruunahappokierrossa asetyylikoentsyymi-A reagoi veden kanssa.

vv4 Vetyionien (H^+) pitoisuusero mitokondrion sisäkalvon eri puolilla tasoittuu osmoosin seurauksena.



e) Ihmisen kehosta noin 70 % on vettä. Aivolisäkkeen takalohkon erittämä antidiureettinen hormoni (ADH) säätelee elimistön nestetasapainoa. Mitä ADH:n lisääntyneestä erittymisestä seuraa?

- vv1** Alkuvirtsan muodostuminen vähenee.
- vv2** Muodostuva virtsa laimenee.
- vv3** Natriumionien takaisinimeytyminen munuaisissa heikkenee.
- vv4** Veden takaisinimeytyminen munuaisissa lisääntyy.

f) Elimistö voi menettää runsaasti vettä esimerkiksi vaikean ripulin, oksentelun, verenvuodon tai palovammojen yhteydessä. Tällöin nestevajetta voidaan korjata antamalla suonensisäisesti fysiologista suolaliuosta (0,9 % NaCl). Mitä tapahtuu, jos sen sijaan annetaan pelkkää vettä?

- vv1** Vesi ei pääse siirtymään punasolujen sisään ja solujen ulkopuolisen nesteen tilavuus suurenee.
- vv2** Vettä siirtyy osmoottisesti punasolujen sisään ja ne turpoavat.
- vv3** Verenpaine munuaiskeräsessä nousee vaarallisen korkeaksi vahingoittaen keräsen rakennetta.
- vv4** Natriumin puute häiritsee munuaisten virtsanmuodostusta.

g) Munuaisilla on keskeinen tehtävä elimistön vesitasapainon säätelyssä. Missä järjestyksessä neste kulkee munuaisten rakenteiden läpi?

- vv1** munuaistiehyen alkuosa – munuaisallas – hiussuonikeräsen – keräsenkotelo – Henlen linko – kokoojaputki – munuaistiehyen loppuosa – munuaislaskimo
- vv2** munuaisvaltimo – munuaistiehyen alkuosa – hiussuonikeräsen – keräsenkotelo – Henlen linko – kokoojaputki – munuaislaskimo – munuaisallas
- vv3** munuaisvaltimo – hiussuonikeräsen – keräsenkotelo – munuaistiehyen alkuosa – Henlen linko – munuaistiehyen loppuosa – kokoojaputki – munuaisallas
- vv4** munuaistiehyen alkuosa – Henlen linko – munuaisvaltimo – keräsenkotelo – hiussuonikeräsen – munuaistiehyen loppuosa – munuaisallas – kokoojaputki



A2. Immunologia (10 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

a) (5 p.)

Lue teksti ihmisen immuunipuolustuksesta ja täydennä puuttuvat kohdat valitsemalla kustakin alasvetovalikosta sopivin vastausvaihtoehto.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 0,5 p.

Väärä valinta = -0,2 p.

Ei valintaa = 0 p.

Synnynnäisen eli luontaisen immunitetin toimintaan osallistuu useita eri veren soluja, kuten neutrofiilit, eosinofiilit ja **#1#**. Neutrofiilit saapuvat ensimmäisinä tulehduspaikalle ja tuhoavat bakteereja **#2#**. Myös syöttösolut ovat osa synnynnäistä immunitettia. Ne vapauttavat **#3#**, joka lisää verisuonten läpäisevyyttä ja aiheuttaa tulehdusoireita.

Hankittu eli vasta-ainevälitteinen immunitetti aktivoituu, kun taudinaiheuttajaa ei saada pysäytettyä alkuvaiheen vasteilla. Hankitun immunitetin toimintaan osallistuvat B-lymfosyytit tunnistavat taudinaiheuttajan antigeenin ja erilaistuvat **#4#**, jotka tuottavat vasta-aineita. T-lymfosyytit kehittyvät **#5#** ja ne jaetaan T-auttajasoluihin ja T-tappajasoluihin. T-auttajasolujen tehtävä on **#6#**.

Osa B- ja T-lymfosyyteistä muuttuu **#7#**. Immuunisolut toimivat yhteistyössä: esimerkiksi makrofagit voivat esitellä antigeenejä **#8#**, jotka puolestaan aktivoivat B-lymfosyyttejä ja muita immuunijärjestelmän osia.

Monoklonaalisia vasta-aineita käytetään useiden sairauksien, kuten syövän ja autoimmuunisairauksien hoidossa. Ne tunnistavat kohdesolun sitoutumalla sen **#9#**. Monoklonaalinen vasta-aine sitoutuu antigeeniin vasta-aineessa olevan tunnistuskohdan (CDR, *complementarity-determining region*) avulla. Näissä tunnistuskohdissa on useita aromaattisia aminohappoja, kuten **#10#**.

[Alasvetovalikkojen **#1#–#10#** vastausvaihtoehdot:]

#1#

vv1 lymfositit

vv2 makrofagit

vv3 plasmakolut

vv4 punakolut

#2#

vv1 antigeenin esittelyllä

vv2 erilaistumalla luonnolliseksi tappajakolutiksi

vv3 solusyntin avulla

vv4 vasta-aineiden avulla



#3#

- vv1 histamiinia
- vv2 histidiiniä
- vv4 kortisolia
- vv3 tyroksiinia

#4#

- vv1 dendriittisoluiksi
- vv2 luonnollisiksi tappajasoluiksi
- vv3 plasmisoluiksi
- vv4 T-tappajasoluiksi

#5#

- vv1 imusolmukkeissa
- vv2 haimassa
- vv3 kateenkorvassa
- vv2 pernassa

#6#

- vv1 aktivoida muita immuunisoluja
- vv2 endosytoida taudinaiheuttajia
- vv3 tuhota viruksia suoraan
- vv4 tuottaa spesifisiä vasta-aineita

#7#

- vv1 dendriittisoluiksi
- vv2 muistisoluiksi
- vv3 luonnollisiksi tappajasoluiksi
- vv4 syöttösoluiksi

#8#

- vv1 luonnollisille tappajasoluille
- vv2 neutrofiileille
- vv3 syöttösoluille
- vv4 T-lymfosyyteille

#9#

- vv1 DNA-juosteeseen
- vv2 RNA-juosteeseen
- vv3 erittämään interferoniin
- vv4 pintarakenteeseen

#10#

- vv1 alaniinia
- vv2 arginiinia
- vv3 fenyyialaniinia
- vv4 proliinia



b) (5 p.)

Valitse kunkin kohdan sopivin vastausvaihtoehto.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 1 p.

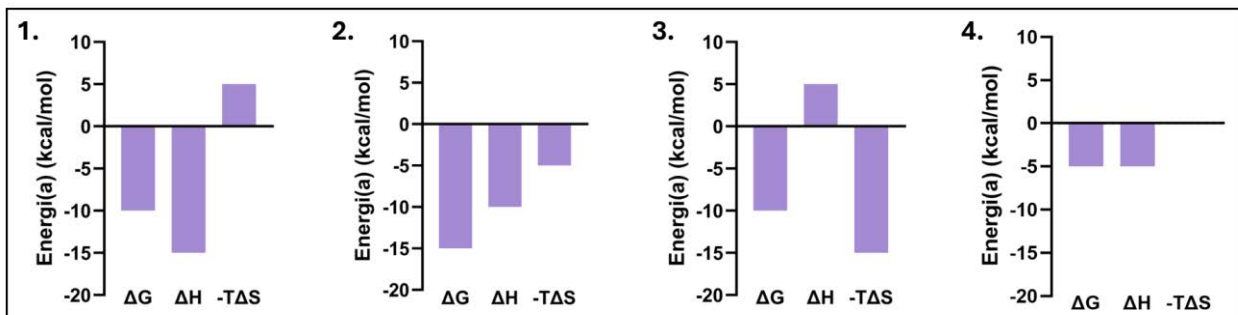
Väärä valinta = -0,25 p.

Ei valintaa = 0 p.

Vasta-aineen ja antigeenin sitoutumista voidaan tutkia isotermisellä titrauskalorimetrialla. Tämän tekniikan avulla saadaan selville Gibbsin vapaan energian muutos (ΔG). Mitä negatiivisempi Gibbsin energian muutos on, sitä voimakkaampi on antigeenin ja vasta-aineen sitoutuminen toisiinsa ($\Delta G = -RT \ln K$, jossa K on sitoutumisvakio).

Gibbsin vapaan energian muutos riippuu entalpian muutoksesta (ΔH) ja entropian muutoksesta (ΔS) seuraavan laskukaavan mukaisesti: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$.

Isotermisellä titrauskalorimetrialla mitattiin neljän monoklonaalisen vasta-aineen sitoutumista antigeeniin ja saatiin oheiset tulokset (kuvaajat 1–4).



b1. Mikä kuvaaja esittää endotermistä reaktiota?

vv1 1.

vv2 2.

vv3 3.

vv4 4.

b2. Mikä kuvaaja esittää reaktiota, jossa sitoutuminen on voimakkainta?

vv1 1.

vv2 2.

vv3 3.

vv4 4.

b3. Mikä kuvaaja esittää reaktiota, jossa entropia pienenee?

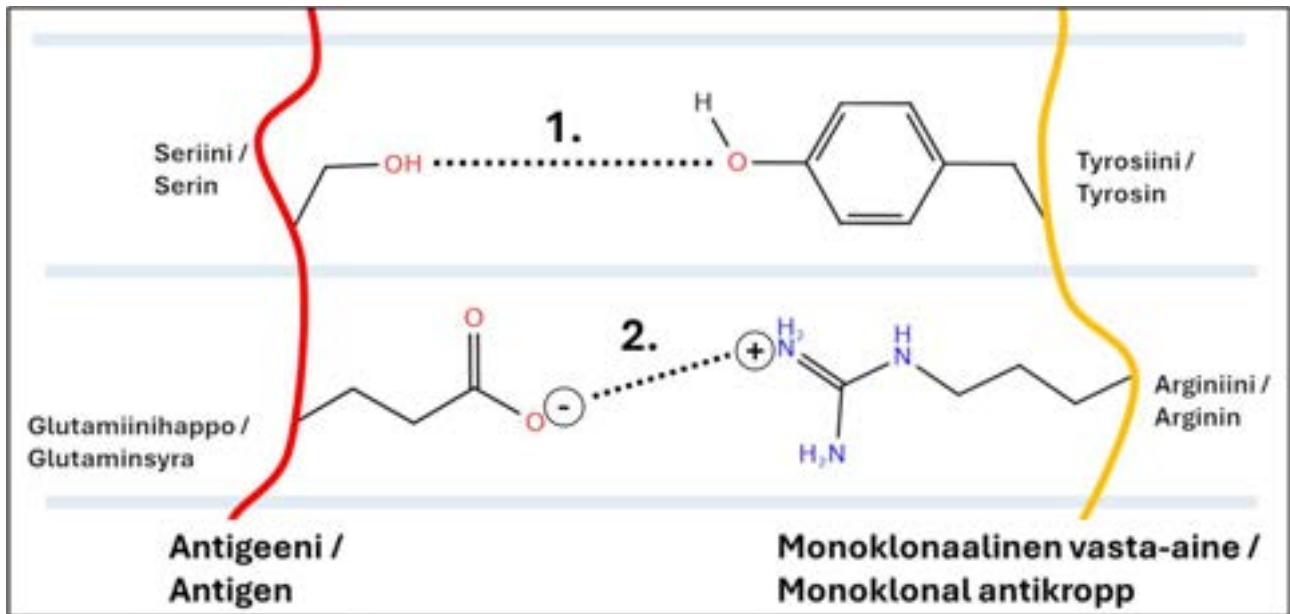
vv1 1.

vv2 2.

vv3 3.

vv4 4.

Proteiinien väliset vuorovaikutukset muodostavat perustan monille biologisille prosesseille. Vasta-aineen sitoutumista antigeeniin tutkittiin proteiinkristallografian avulla. Näin saatiin selville aminohappojen väliset vuorovaikutukset, jotka on esitetty oheisessa kuvassa yksinkertaistetussa muodossa.



b4. Mikä katkoviivalla kuvattu sidos (1.) on seriinin ja tyrosiinin sivuketjujen välillä?

- vv1 ioni-dipolisidos
- vv2 ionisidos
- vv3 peptidisidos
- vv4 vetysidos

b5. Mikä katkoviivalla kuvattu sidos (2.) on glutamiinihapon ja arginiinin sivuketjujen välillä?

- vv1 ionisidos
- vv2 glykosidisidos
- vv3 peptidisidos
- vv4 vetysidos



A3. Maksan aineenvaihdunta (9 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

a) (6 p.)

Valitse kunkin kohdan sopivin vastausvaihtoehto.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 1 p.

Väärä valinta = -0,25 p.

Ei valintaa = 0 p.

a1. Maksa on tärkeä elin aineenvaihdunnan kannalta. Minkä verisuonten kautta veri kulkee maksaan?

vv1 alaonttolaskimon ja maksavaltimon

vv2 yläonttolaskimon ja maksavaltimon

vv3 alaonttolaskimon ja porttilaskimon

vv4 porttilaskimon ja maksavaltimon

vv5 porttilaskimon ja maksalaskimon

a2. Erikoistuneet kalvoproteiinit siirtävät joitakin kuona-aineita maksasoluista sappeen hyödyntäen suoraan ATP:tä energianlähteenä. Mikä prosessi on tällöin kyseessä?

vv1 aktiivinen kuljetus

vv2 avustettu diffuusio

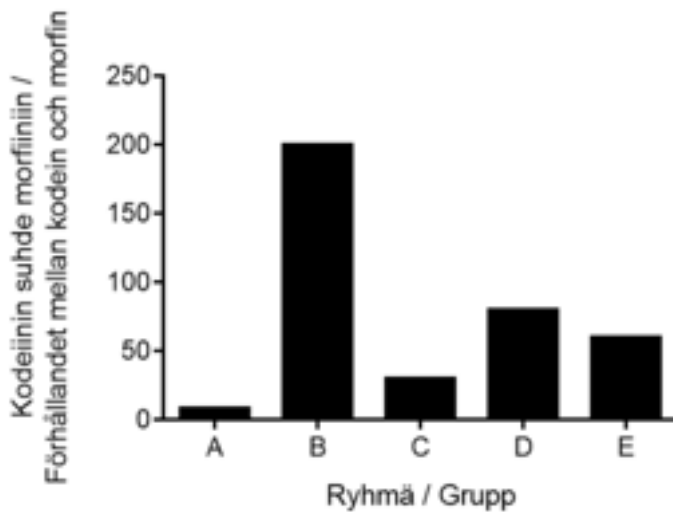
vv3 diffuusio

vv4 eksosytoosi

vv5 sekundäärinen aktiivinen kuljetus



Kodeiini on kivunhoidossa käytetty lääkeaine, jota CYP2D6-entsyymi muuttaa maksassa morfiiniksi. Entsyymiä koodaavassa geenissä esiintyy perinnöllistä vaihtelua, joka voi ilmetä entsyymin heikentyneenä tai tehostuneena toimintana. Oheisessa kuvassa 1 on esitetty koehenkilöiden kodeiini- ja morfiinipitoisuuksien suhde heille annetun kodeiiniannoksen jälkeen. Koehenkilöt on jaettu CYP2D6-entsyymin ennustetun toiminnan mukaan ryhmiin A–E.



Kuva 1. Kodeiinin ja morfiinin pitoisuuksien suhde ryhmien A–E koehenkilöiden veressä kodeiinin annostelun jälkeen.

a3. Mikä ryhmistä A–E kuvaa niitä koehenkilöitä, joilla CYP2D6-entsyymin toiminta on heikointa?

- vv1 A
- vv2 B
- vv3 C
- vv4 D
- vv5 E

a4. Morfiini lievittää kipua paljon tehokkaammin kuin kodeiini. Missä ryhmässä (A–E) koehenkilöille annetun kodeiiniannoksen teho on todennäköisesti suurin?

- vv1 A
- vv2 B
- vv3 C
- vv4 D
- vv5 E



a5. CYP2D6-entsyymiä koodaavan geenin eksonissa on alue, jossa on tunnistettu perinnöllisiä muutoksia. Alla on esitetty eksonin sekvenssejä, joiden lukukehykset alkavat CTA:sta. Miten entsyymi muuttuu geenimuutoksen seurauksena?

Normaali geeni: CTACATCCGGATGTG

Muuttunut geeni: CTACCTCCGGATGTG

vv1 Polypeptidiketjun muodostuminen päättyy geenisekvenssin muutoskohdassa.

vv2 Entsyymien aminohappojärjestys ei muutu.

vv3 Yksi aminohappo vaihtuu toiseksi entsyymien rakenteessa.

vv4 Useita aminohappoja vaihtuu toisiksi entsyymien rakenteessa.

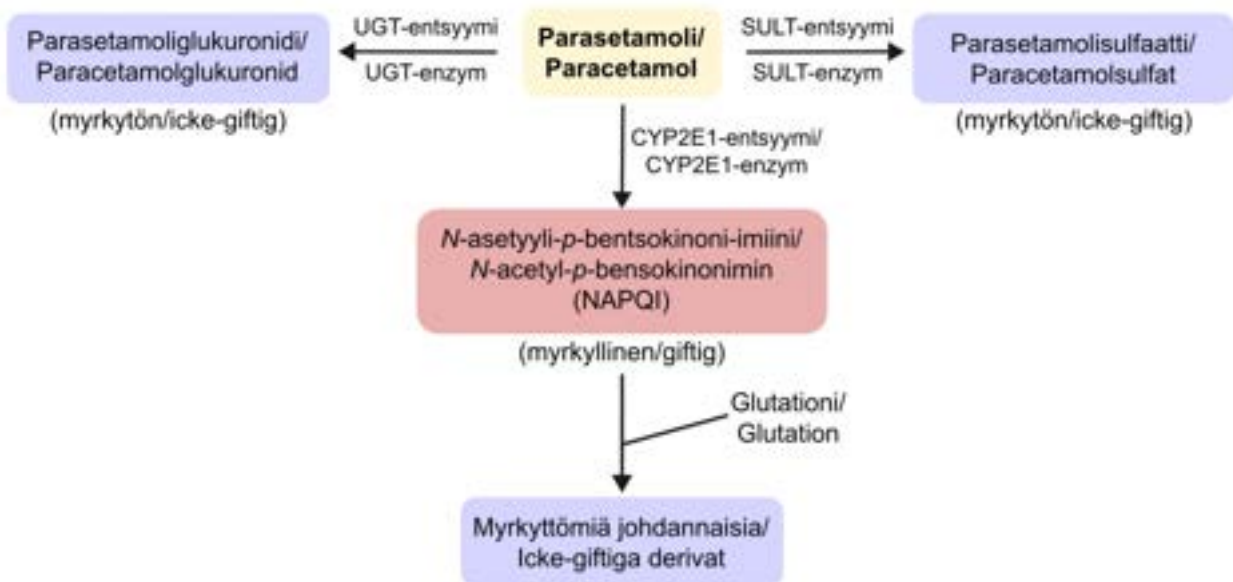
a6. Parasetamoli on yleisesti käytetty kipu- ja kuumelääke, joka voi suurina annoksina olla maksalle haitallinen myrkyllisen aineenvaihduntatuotteen *N*-asetyyli-*p*-bentsokinoni-imiinin (NAPQI) vuoksi. Oheisessa kuvassa 2 on esitetty parasetamolin aineenvaihdunta maksassa. Mikä voi kuvan 2 perusteella altistaa henkilön parasetamolin myrkyllisyydelle?

vv1 Heikentynyt CYP2E1-entsyymien toiminta

vv2 Pienet glutationivarat

vv3 Tehostunut SULT-entsyymien toiminta

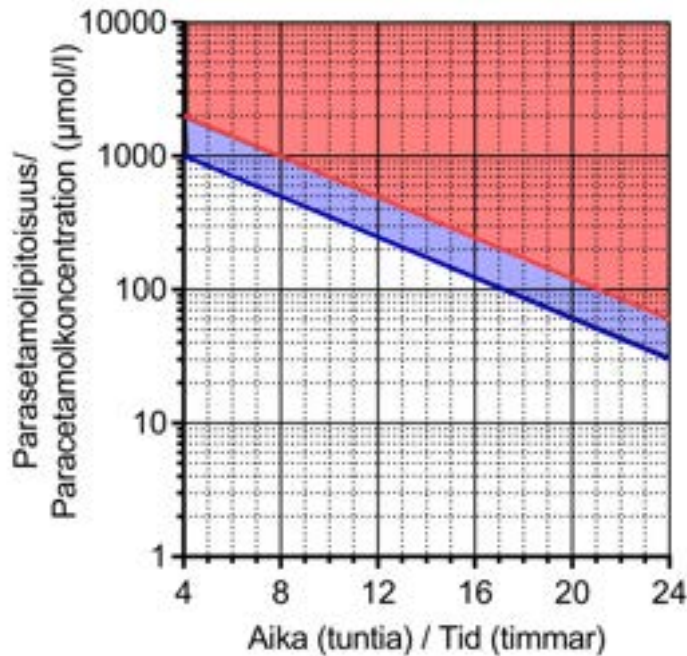
vv4 Tehostunut UGT-entsyymien toiminta



Kuva 2. Parasetamolin aineenvaihdunta maksassa.

b) (3 p.)

Asetyylikysteiini on vastalääke, jota annetaan parasetamoliyliannoksen ottaneille potilaille. Yliannostuksen hoito aloitetaan antamalla ensin 150 mg/kg asetyylikysteiiniä ensimmäisen tunnin aikana. Tämän jälkeen asetyylikysteiiniä annetaan joko annostuksella 150 mg/kg (tavanomainen hoito) tai 300 mg/kg (tehostettu hoito) seuraavan 24 tunnin aikana. Päätös siitä, käytetäänkö tavanomaista vai tehostettua hoitoa, tehdään kuvassa 3 esitetyn kuvaajan avulla.



Kuva 3. Asetyylikysteiiniannoksen määrittäminen. Kuvaajassa esitetään potilaan verestä mitattu parasetamolipitoisuus ajan suhteen. Aika alkaa siitä, kun parasetamoliannos on otettu. Tavanomaista hoitoa käytetään, jos lukema on kuvaajan sinisellä alueella ja tehostettua hoitoa käytetään, jos lukema on kuvaajan punaisella alueella.

Hoitoon saapuu 75 kg:n painoinen henkilö, joka on ottanut yliannoksen parasetamolia 6 tuntia aiemmin. Häneltä otetaan heti verinäyte, jonka mukaan parasetamolipitoisuus hänen veressään on 900 µmol/l. Paljonko hänelle tulisi ohjeiden mukaan annostella asetyylikysteiiniä seuraavien 25 tunnin aikana yliannostuksen hoitamiseksi?

(Oikea valinta = 3 p.; väärä valinta = -0,75 p.; ei valintaa = 0 p.)

- vv1 11,3 g
- vv2 22,5 g
- vv3 28,5 g
- vv4 33,8 g
- vv5 45,0 g



A4. Sikamainen juttu (5 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Lue oheinen villisikoihin liittyvä teksti ja täydennä puuttuvat kohdat valitsemalla kustakin alasvetovalikosta sopivin vastausvaihtoehto.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 0,5 p.

Väärä valinta = -0,5 p.

Ei valintaa = 0 p.

Siat kehittyivät noin 40 miljoonaa vuotta sitten eoseenikaudella, joka kuuluu elämän **#1#**. Nykyään villisikoja elää lähes kaikilla mantereilla ja erilaisissa ympäristöissä. Ne ovat kaikkiruokaisia ja niiden ekolokero on **#2#**. Suomeen villisika on levinnyt viime vuosikymmeninä Virosta ja Venäjältä, minkä vuoksi sitä kutsutaan **#3#**. Suomessa kanta on edelleen pieni, mutta suotuisissa oloissa villisiat voivat lisääntyä nopeastikin. Jossain vaiheessa populaation nopea kasvu kuitenkin taittuu, koska populaation tiheyden alkaessa kasvaa ympäristön **#4#**. Villisioilla esiintyy afrikkalaista sikaruttoa, joka on levinnyt jo muun muassa Baltian maihin. Taudinaiheuttaja on afrikkalainen sikaruttovirus, jonka perintöaines on samanlainen kuin esimerkiksi adeno-, herpes- ja rokkoviruksilla eli se on **#5#**.

Villisioilla voi olla lihaksissa loisina trikiinimatoja (*Trichinella spiralis*). Kypsentämätöntä sianlihaa syödessä trikiinimadon toukat voivat siirtyä myös ihmiseen ja hakeutua ihmisen lihaksiin. Tämä voi aiheuttaa lihassärkyä ja eosinofiliaa, jossa eosinofiilisten **#6#** määrä on lisääntynyt. Trikiinimadot kuuluvat sukkulamatoihin, jotka sijoittuvat eliökunnan luokittelussa samalle tasolle kuin muun muassa laakamadot. Siten sukkulamadot ja laakamadot muodostavat kumpikin oman **#7#**. Ensimmäisten sukkulamatojen on arvioitu kehittyneen jo yli 500 miljoonaa vuotta sitten elämän vanhan ajan ensimmäisellä kaudella eli **#8#**. Sukkulamatoihin kuuluu myös suolinkainen (*Ascaris lumbricoides*), joka on ihmisen yleisin matoinfektion aiheuttaja. Sen aiheuttamat oireet ovat yleensä lieviä. Joskus suolinkaiset voivat kuitenkin tukkia haima- ja sappitiehäyt, mistä voi seurata haimatulehdus. Tiehyiden tukkeutuminen voi vaikuttaa myös ruoansulatukseen ja varsinkin **#9#** pilkkoutumiseen. Sian suolinkainen (*Ascaris suum*) on eri laji kuin ihmisillä yleisesti esiintyvä laji. Sian suolinkaisen aiheuttama tauti on zoonoosi, joka **#10#** tarttua ihmiseen.

[Alasvetovalikkojen **#1#–#10#** vastausvaihtoehdot:]

#1#

vv1 kenotsooiseen eli uuteen aikaan

vv2 mesotsooiseen eli keskiaikaan

#2#

vv1 kapea

vv2 laaja

#3#

vv1 vieraslajiksi

vv2 tulokaslajiksi



#4#

vv1 kantokyky pienentyy

vv2 vastus voimistuu

#5#

vv1 DNA-virus

vv2 RNA-virus

#6#

vv1 jyvässolujen

vv2 monosyyttien

#7#

vv1 luokan

vv2 pääjakson

#8#

vv1 kambriaudella

vv2 jurakaudella

#9#

vv1 laktoosin

vv2 lipidien

#10#

vv1 ei voi

vv2 voi



A5. Luut muodostavat elimistön tukirangan (9 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

a) (2 p.)

Luustoon liittyvässä tekstissä on aukkoja. Täydennä teksti oikeaksi.

Osaan aukoista tulee kirjoittaa yksi tai useampi sana suluissa olevan vihjeen perusteella.

Osa aukoista sisältää alasvetovalikon, jonka vaihtoehdoista tulee valita sopivin vastausvaihto.

Pisteytys:

Kirjoitettu vastaus

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.

Luut muodostavat selkärankaisten tukirangan. Tukiranka mahdollistaa liikkumisen sekä suojaa sisäelimiä ja aivoja. Ensimmäiset (a. pääjakso) _____, joilla on sisäinen tukiranka ja joihin myös selkärankaisten kuuluvat, kehittyivät noin **#1#** miljoonaa vuotta sitten. Eri selkärankaisilla tukirangan osat ja niitä ympäröivät kudokset ovat erilaistuneet eri tehtäviin. Esimerkiksi ihmisen kättä ja linnun siipeä voidaan kutsua (b.) _____ rakenteiksi, koska niillä on sama geneettinen alkuperä. Ihmisen tukiranka eroaa useimpien muiden nisäkkäiden tukirangasta, sillä evoluution myötä pystyasento sai aikaan **#2#**, mitä ei tavata neljällä jalalla liikkuvilla selkärankaisilla.

#1#

vv1 0,2

vv2 65

vv3 200

vv4 500

#2#

vv1 lannenikamien rustoisen rakenteen

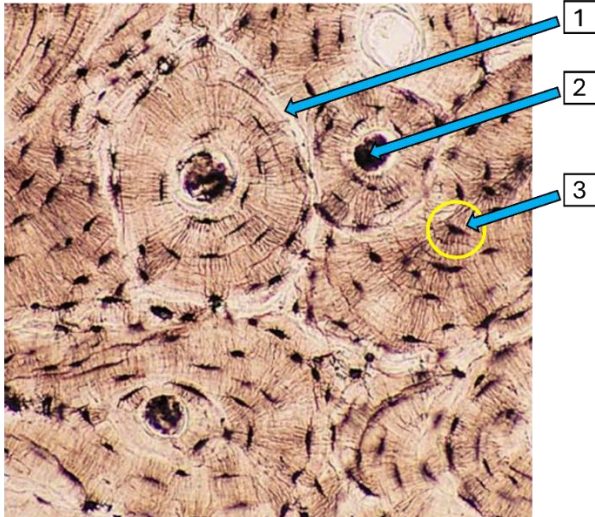
vv2 lantioarenkaan yhdistymisen atlasnikamaan

vv3 ristiluun välilevyjen paksuuntumisen

vv4 selkärangan S-kirjaimen muodon

b) (3 p.)

Oheisessa kuvassa on esitetty luukudosta. Vastaa kuvaan liittyviin kysymyksiin.



Kuvalähde/Källa: Wikipedia, Darshani Kansara - Own work, CC BY-SA 4.0
muokattu, bearbetad

b1. Mikä on nuolen 1 osoittama rakenne?

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

vv1 hohkaluupalkin pinta

vv2 imusuoni

vv3 luukalvo

vv4 osteonin reuna

b2. (1 p.)

Mikä on nuolen 2 osoittaman rakenteen tehtävä?

Vastauksen enimmäispituus: 200 merkkiä

b3. Millä nimellä kutsutaan nuolen 3 osoittamaa, keltaisella värillä ympyröityä haaraista solua?

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

vv1 osteoblasti

vv2 osteoklasti

vv3 osteogeeninen solu

vv4 osteosyytti

c) (4 p.)

Ihmisellä ja ihmisapinoilla on samankaltaisia rakenteita. Mikä rakenne yhdistää toisiinsa reisiluun ja sääriluun sekä toisaalta olkaluun ja kyynärluun näillä lajeilla? Nimeä tämän rakenteen toiminnan kannalta kolme tärkeintä osaa. Kerro lisäksi, mitkä ovat näiden osien tehtävät kyseisessä rakenteessa.

Vastauksen enimmäispituus: 1500 merkkiä

A6. Miehen lisääntymisbiologia (9 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

a) (4 p.)

Oheisessa kuvassa on esitetty siementiehyissä syntyvien siittiöiden kehitysvaiheet ja niiden mittoottiset ja meioottiset jakautumiset. Diploidisen solun kromosomien lukumäärä ja DNA:n määrä merkitään $2n2c$, jossa n on kromosomien lukumäärä ja c on DNA:n määrä. Mikä on kromosomien lukumäärä ja DNA:n määrä kunkin kehitysvaiheen solussa?

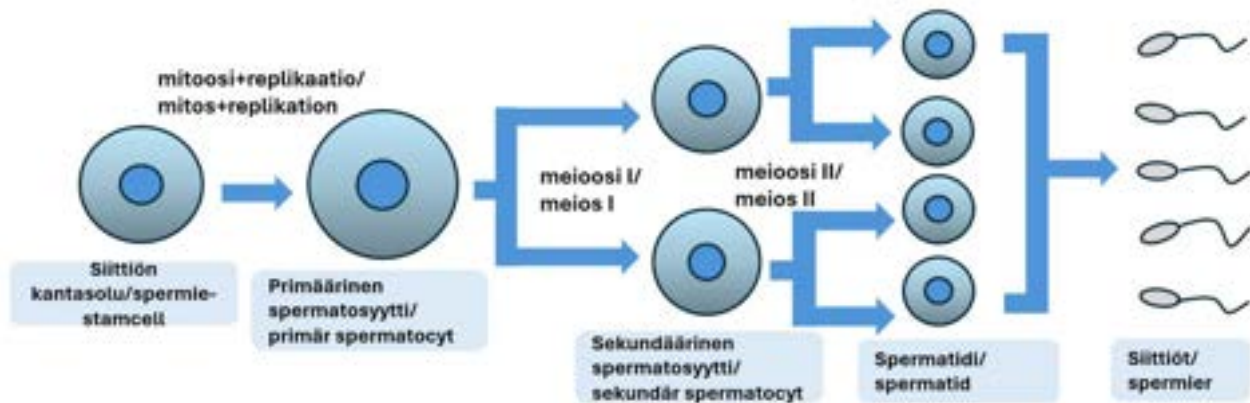
Valitse kunkin kohdan sopivin vastausvaihtoehto.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 1 p.

Väärä valinta = -0,25 p.

Ei valintaa = 0 p.



a1. Siittiön kantasolut:

vv1 $1n1c$

vv2 $1n2c$

vv3 $2n4c$

vv4 $2n2c$

a2. Primääriset spermatosyytit:

vv1 $1n1c$

vv2 $1n2c$

vv3 $2n4c$

vv4 $2n2c$



a3. Sekundääriset spermatosyytit:

vv1 1n1c

vv2 1n2c

vv3 2n4c

vv4 2n2c

a4. Spermatidit:

vv1 1n1c

vv2 1n2c

vv3 2n4c

vv4 2n2c

b) (5 p.)

Yksi anabolisten steroidien käytön haittavaikutuksia on siittiöiden tuotannon väheneminen tai loppuminen. Millä mekanismeilla kehon ulkopuolelta saatu testosteroni vaikuttaa siittiöiden tuotantoon?

Vastauksen enimmäispituus: 550 merkkiä

A7. Veriryhmätekijöiden merkitys raskaudessa (8 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Veriryhmien väliset erot perustuvat punasolujen erilaisiin pintarakenteisiin. Reesustekijä (Rh) on yksi näistä pintarakenteista. Vaikka äidillä ei olisi reesustekijää, saattaa sikiöllä olla isältä periytynyt reesustekijä. Millä tavoin reesustekijä voi aiheuttaa ongelmia reesusnegatiivisen äidin reesuspositiiviselle sikiölle? Miten näitä ongelmia voidaan ehkäistä?

Vastauksen enimmäispituus: 1200 merkkiä

A8. Hermoston rakenne ja toiminta (11 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

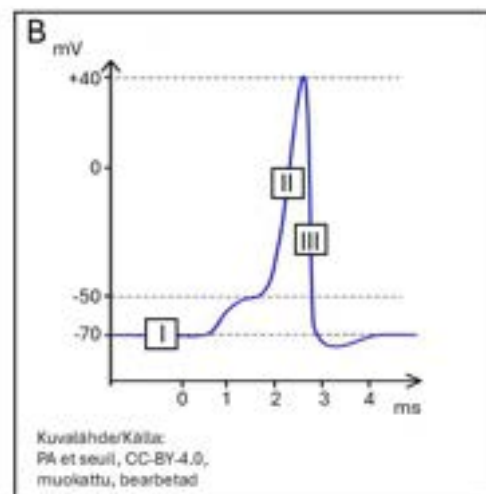
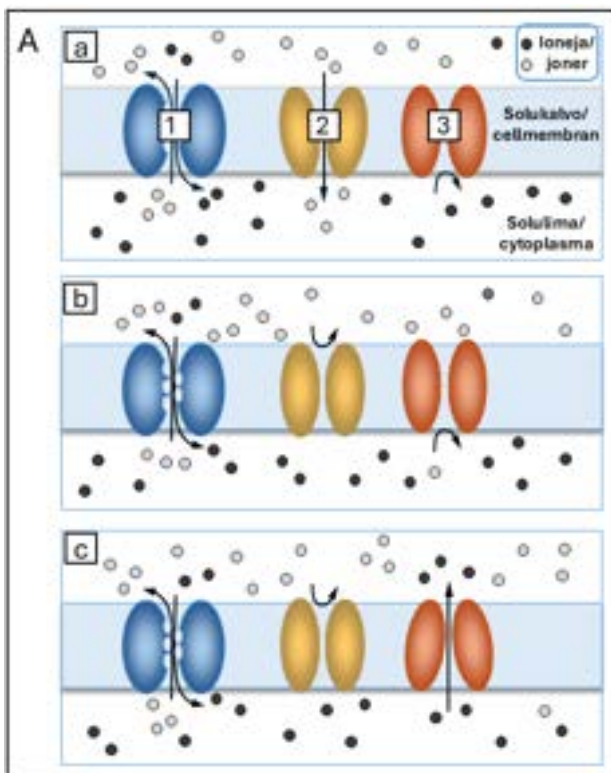
a) (1 p.)

Mihin eläinkunnan pääjaksoon kuuluville eläimille kehittyi ensimmäisenä hermosolun kaltaisia soluja? Valitse alavetoevalikosta sopivin vastausvaihtoehto.

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

#1#

- vv1 nilviäisille
- vv2 niveljalkaisille
- vv3 nivelmadoille
- vv4 piikkihahkaisille
- vv5 polttiaiseläimille
- vv6 rataseläimille
- vv7 selkäjänteisille
- vv8 sukkulamadoille



Kuva 1. A) Ionien kulku hermosolun aksonin solukalvon läpi lepojännitteen ja toimintajännitteen (aktiopotentiaalin) eri vaiheissa a–c. **B)** Jännitemuutokset toimintajännitteen synnyn eri vaiheissa I–III.



b) (3 p.)

Nimeä oheisessa kuvassa 1A olevan hermosolun solukalvon kalvoproteiinit 1–3.

Valitse kustakin alasvetovalikosta sopivin vastausvaihtoehto.

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

1. **#2#**
2. **#3#**
3. **#4#**

[Alasvetovalikkojen **#2#–#4#** vastausvaihtoehdot:]

- vv1** kalsiumkanava
- vv2** natrium-kaliumpumppu
- vv3** natriumkanava
- vv4** kloridikanava
- vv5** natrium-kaliumvaihtaja
- vv6** natrium-kalsiumvaihtaja
- vv7** kaliumkanava

c) (3 p.)

Miten ionit kulkevat hermosolun solukalvon läpi toimintajännitteen eli aktiopotentialin aikana? Yhdistä oheisessa kuvassa 1B olevat toimintajännitteen vaiheet I–III vastaaviin kuvan 1A ioninsiirtovaiheisiin a, b ja c.

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

- | | |
|-----------|------------|
| Vaihe I | #5# |
| Vaihe II | #6# |
| Vaihe III | #7# |

[Alasvetovalikkojen **#5#–#7#** vastausvaihtoehdot:]

- vv1** (a)
- vv2** (b)
- vv3** (c)

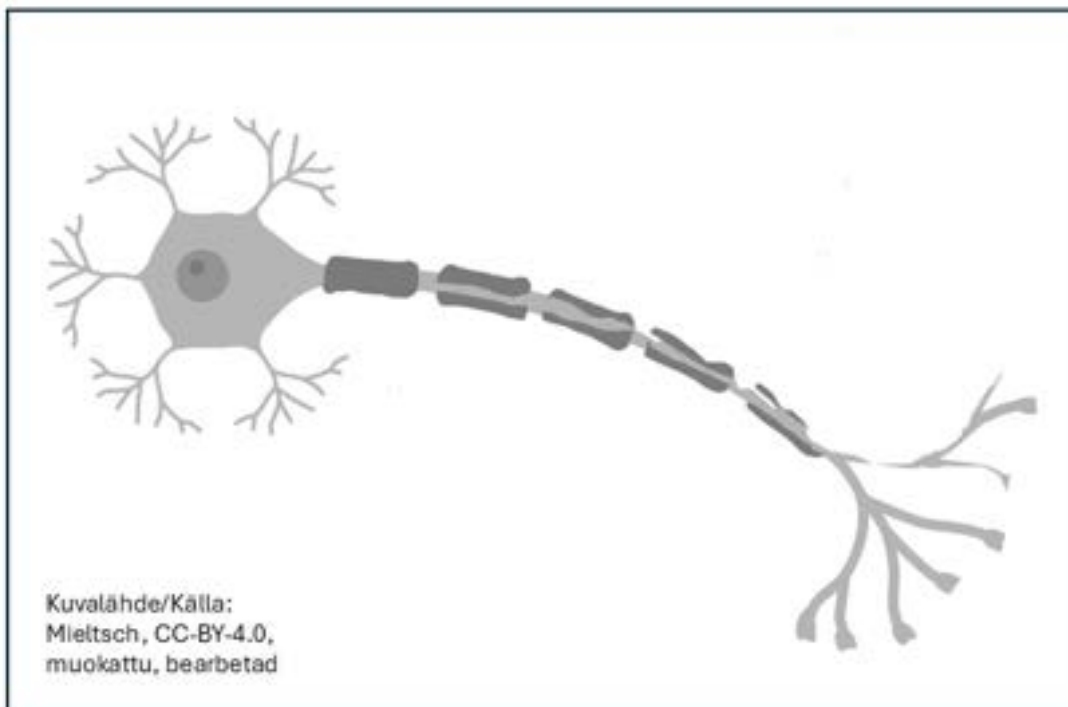
d) (1 p.)

Liikehermosoluun tuleva ärsyke aiheuttaa solukalvolla 10 mV:n suuruisen jännitemuutoksen. Miten tämä vaikuttaa toimintajännitteeseen (kuva 1B)?

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

- vv1 Toimintajännitteen jännitemuutos on pieni.
- vv2 Toimintajännitettä ei synny.
- vv3 Toimintajännite on kestoaltaan lyhytaikainen.
- vv4 Toimintajännitteitä syntyy useita peräkkäin.
- vv5 Toimintajännite syntyy normaalisti.

Multippeliskleroosi eli MS-tauti on yleisin nuorten aikuisten liikunta- ja toimintakykyä heikentävä keskushermoston sairaus. MS-tauti on autoimmuunisairaus, jossa immuunijärjestelmä hyökkää elimistön omia kudoksia vastaan.



Kuva 2. MS-taudin vaurioittama hermosolu.

e) (2 p.)

Mitä hermosolun rakenneosaa tai -osia MS-tauti on vaurioittanut oheisen kuvan 2 perusteella? Miten tämä heikentää solun toimintakykyä?

Vastauksen enimmäispituus: 250 merkkiä



f) (1 p.)

Autoimmuunitaudeissa immuunijärjestelmän toiminta on häiriytynyt. Mitkä solut estävät elimistön immuunijärjestelmää normaalitilanteessa hyökkäämästä omia kudoksiaan vastaan?

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

vv1 auttaja-T-solut

vv2 dendriittisolut

vv3 muisti-T-solut

vv4 säätelijä-T-solut

vv5 tappaja-T-solut



A9. MELAS-tauti (11 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

MELAS-tauti (*Mitochondrial Encephalomyopathy Lactic Acidosis – Stroke-like episodes*) on harvinainen perinnöllinen sairaus, jonka aiheuttavat pistemutaatiot mitokondriaalisessa perimässä. Yleisin mutaatio on geenissä, joka koodaa mitokondrion leusiiniaminohapon siirtäjä-RNA:ta. Tällöin siirtäjä-RNA lakkaa toimimasta. Tauti on etenevä ja kohdistuu pääasiassa hermoihin ja lihaksiin. Lapsuus- tai nuoruusiässä alkaviin oireisiin kuuluvat muun muassa myopatia eli lihasheikkous sekä aivohalvausta muistuttavat kohtaukset, joihin liittyy raajojen halvausoireet ja puheen vaikeus. Taudin edetessä voi ilmentua muita oireita, kuten kuulonalenemaa, sydänlihaksen rappeutumista sekä oppimis-, muisti- ja keskittymisvaikeuksia. Tyypillisesti MELAS-taudissa elimistö tuottaa laktaattia enemmän kuin kuluttaa, jolloin laktaattia kertyy verenkiertoon ja aivo-selkäydinnesteseen. Tämä johtaa asidoosiin eli elimistön happamoitumiseen.

(Lähteet: Duodecim Terveyskirjasto; National Library of Medicine)

a) (1 p.)

Mitkä organismit tai rakenteet ovat endosymbioositeorian mukaan yhdistyneet mitokondrioiden evoluutiossa?

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

vv1 arkeonit ja bakteerit

vv2 arkeonit ja eukaryootit

vv3 arkeonit ja viherhiukkaset

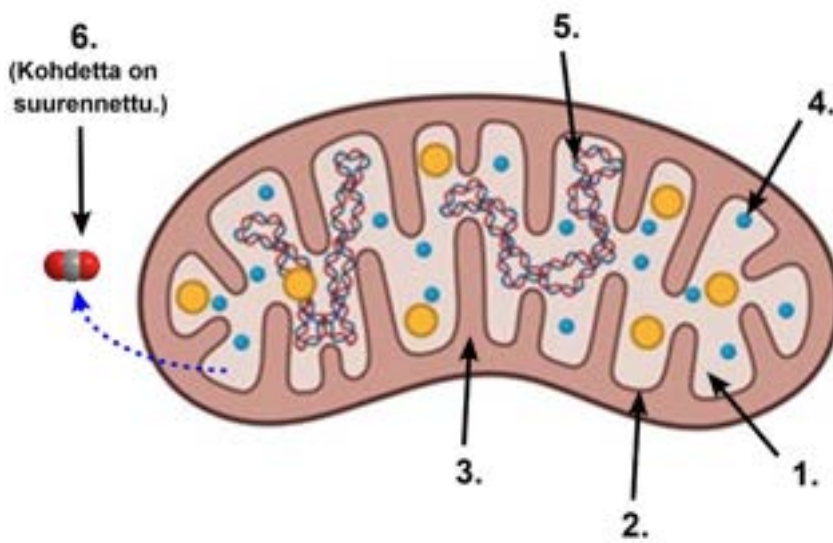
vv4 bakteerit ja viherhiukkaset

vv5 eukaryootit ja bakteerit

b) (3 p.)

Oheisessa kuvassa on mitokondrio. Mitä rakenteita tai biomolekyyliä numerot 1.–6. osoittavat? Valitse oikea vastausvaihtoehto kustakin alasvetovalikosta.

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



(Kuva muokattu lähteestä: BioRender.com)

1. #1#
2. #2#
3. #3#
4. #4#
5. #5#
6. #6#

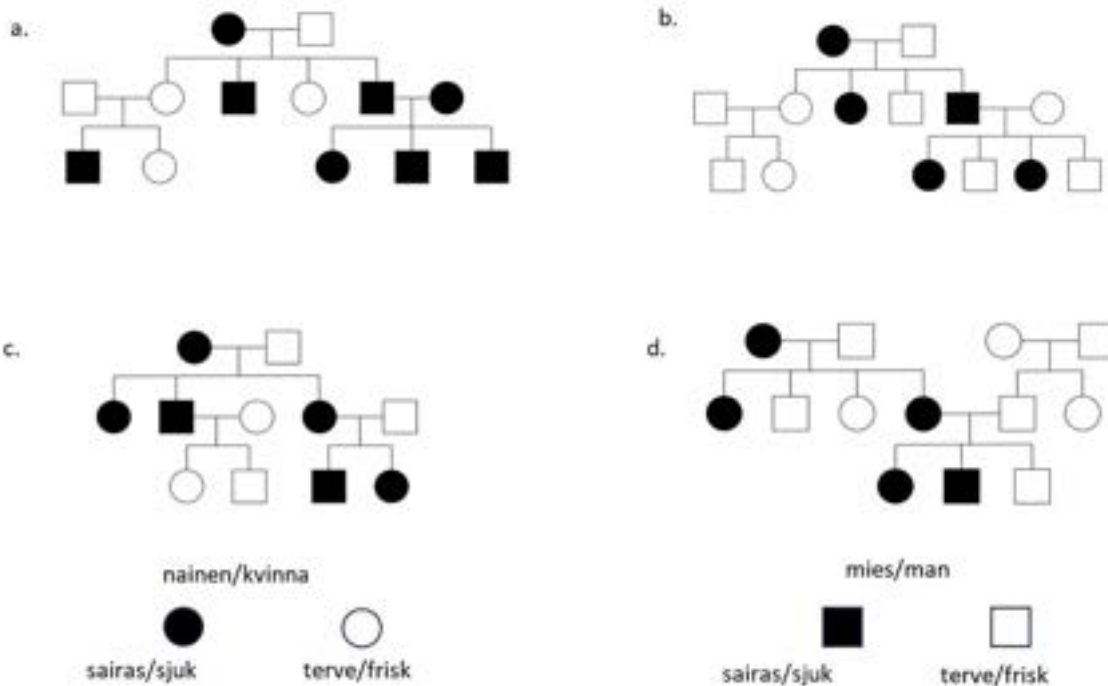
[Alasvetovalikkojen #1#–#6# vastausvaihtoehdot:]

- vv1 matriksi
- vv2 sisäkalvo
- vv3 välitila
- vv4 ribosomi
- vv5 DNA
- vv6 hiilidioksidi

c) (1 p.)

Mikä oheisen kuvan sukupuista esittää tyypillistä mitokondriaalista periytymistä?

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



vv1 a

vv2 b

vv3 c

vv4 d

d) (6 p.)

Yleisin MELAS-tautiin liittyvä mutaatio on mitokondriaalisessa *MT-TL1*-geenissä. Mutaatio heikentää mitokondrioiden energiantuotannossa välttämättömien proteiinien toimintaa. Tämä voi johtaa energiavajeeseen erityisesti paljon energiaa vaativissa kudoksissa, kuten hermostossa ja lihaksissa.

Miten terveen henkilön elimistö tuottaa energiaa elektroninsiirtoketjussa? Oleta vastauksessasi, että glukoosin pilkkoutumisessa syntyvät tuotteet siirtyvät elektroninsiirtoketjuun. Vastauksesta tulee ilmetä lähtötilanne, reaktiovaiheet ja lopputuotteet.

Vastauksen enimmäispituus: 1000 merkkiä



A10. Geenisäätely ja geeniteknologia (11 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

a) (4 p.)

Valitse kohdissa a1 ja a2 sopivin vastausvaihtoehto.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 2 p.

Väärä valinta = -0,5 p.

Ei valintaa = 0 p.

a1.

Geenin mallijuosteen sekvenssi on

TTAGCCTTGCGGTGGTACCTACAAATCGCATGGCAT,

jossa TTAGCCTTGCGGTGGTACC on geenin säätelyalue.

Mikä seuraavista on muodostuva esilähetti-RNA-sekvenssi?

vv1 ATGCCATGCGATTTGTA

vv2 ATGTTTAGCGTACCGTA

vv3 UACAAAUCGCAUGGCAU

vv4 AUGUUUAGCGUACCGUA

vv5 AAUCGGAACGCCAUGGAUGUUUAGCGUACCGUA

vv6 TTAGCCTTGCGGTGGTACCATGAAATCGCATGGCAT

a2.

Bioteknikkayritys on kehittänyt soluterapiaan T7-RNA-polymeraasia tuottavan kantasolulinjan. Tähän solulinjaan on siirretty geenialue, jonka koodaava juoste on esitetty alla olevassa sekvenssissä:

ATGCCTAGGTAATACGACTCACTATAGATGACACGAATAAAAGATAAC**GTACCAGATT**CTGGAGTTGTA

Geenialue sisältää MPox-P-proteiinia koodaavan geenin, T7-RNA-polymeraasin sitoutumiskohdan eli T7-promoottorin (TAATACGACTCACTATAG) ja sekvenssin ensimmäisen intronin (**GTACCAGATT**). Valitse vaihtoehdoista proteiinia koodaavan lähetti-RNA:n sekvenssi.

alt1 ATGCCTAGGTAATACGACTCACTATAG

alt2 AUGACACGAUAAAAGAUAAACUGGAGUUGUA

alt3 UACUGUGCUUAUUUUCUAUUGGACCUCAACAU

alt4 ATGACACGAATAAAAAAGATAACCTGGAGTTGTA

alt5 TAATACGACTCACTATAGATGACACGAATAAAAGATAAC

alt6 AUGACACGAUAAAAGAUAAACGUACCAGAUUCUGGAGUUGUA



b) (7 p.)

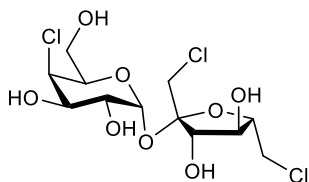
Työskentelet biotekniikkayrityksessä, jonka tavoitteena on kehittää terapeutista rekombinanttiproteiinia tuottava solulinja sirppisoluanemian hoitoon. Käytössäsi on: A) tieto kohdeproteiinia koodaavan geenin nukleotidisekvenssistä, B) HeLa-niminen ihmissolulinja, jonka genomissa on kohdeproteiinia koodaava geeni ja C) biolaboratorion analyysilaitteet ja materiaalit. Kuvaile lyhyesti kuusi (6) keskeistä työvaihetta (menetelmä ja laite, joita käytetään) edellä kuvatun solulinjan kehittämiseksi. Numeroi työvaiheet 1–6 ajallisesti oikeassa järjestyksessä.

[Vastauksen enimmäispituus: 1200 merkkiä]

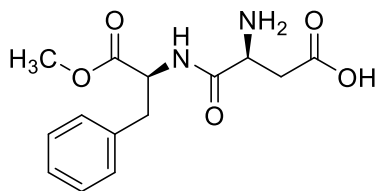
B1. Virvoitusjuomien makeutus (11 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

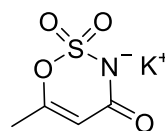
Sukraloosi, aspartaami ja asesulfaami-K ovat makeutusaineita, joita käytetään muun muassa virvoitusjuomissa.



sukraloosi /
sukralos



aspartaami /
aspartam



asesulfaami-K /
acesulfam-K

a) (4 p.)

Valitse kustakin alasetovalikosta oikea vastausvaihtoehto.

Pisteytys:

Oikea valinta = 0,25 p.

Väärä valinta = -0,25 p.

Ei valintaa = 0 p.

[Kussakin alasetovalikossa #1#–#16# on vastausvaihtoehdot kyllä, ei ja Jätän vastaamatta kysymykseen.]

Kuuluuko sukraloosi seuraaviin yhdisteryhmiin?

- aldehydit #1#
- aromaattiset yhdisteet #2#
- esterit #3#
- fenolit #4#
- ketonit #5#
- primääriset alkoholit #6#
- sekundääriset alkoholit #7#
- tertiääriset alkoholit #8#

Onko aspartaamissa seuraavia funktionaalisia ryhmiä?

- aldehydiryhmä #9#
- amidiryhmä #10#
- aminoryhmä #11#
- bentseenirengas / aromaattinen rengas #12#
- esteriryhmä #13#
- fenolinen hydroksiryhmä #14#
- karboksyyli(happo)ryhmä #15#
- keto(ni)ryhmä #16#



b) (7 p.)

Valitse sopivin vastausvaihtoehto.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 1 p.

Väärä valinta = -0,25 p.

Ei valintaa = 0 p.

b1. Mikä on sukraloosin molekyylikaava?

vv1 $C_{11}H_{18}Cl_3O_7$

vv2 $C_{12}H_{18}Cl_3O_8$

vv3 $C_{12}H_{19}Cl_3O_8$

vv4 $C_{13}H_{20}Cl_3O_8$

b2. Mikä on asesulfaami-K:n moolimassa?

vv1 189,2 g/mol

vv2 201,3 g/mol

vv3 202,3 g/mol

vv4 213,3 g/mol

b3. Millä sidoksella K^+ on liittynyt asesulfaamiin asesulfaami-K:ssa?

vv1 ionisidos

vv2 dipoli-dipolisidos

vv3 kovalenttinen sidos

vv4 metallisidos

b4. Pirrellä on 6,00 g aspartaamijauhetta, jolla hän makeuttaa valmistamansa virvoitusjuoman. Mikä on aspartaamin ainemäärä? Aspartaamin moolimassa on 294,3 g/mol.

vv1 0,00204 mol

vv2 0,0204 mol

vv3 0,204 mol

vv4 2,04 mol



b5. Sukraloosin hyväksyttävä enimmäissaanti vuorokaudessa on 15 mg painokiloa kohti (15 mg/kg). Mirvan tölkissä on 330 ml virvoitusjuomaa, jonka sukraloosipitoisuus on 21 mg/l. Kuinka monta tölkillistä virvoitusjuomaa 68 kg painava Mirva voi enintään juoda vuorokaudessa, jotta hyväksyttävä enimmäissaanti ei ylity?

- vv1 6 tölkkiä
- vv2 13 tölkkiä
- vv3 147 tölkkiä
- vv4 1400 tölkkiä

b6. Tomin pullossa on 1500 ml virvoitusjuomaa, jonka aspartaamipitoisuus on 230 mg/l. Aspartaamin moolimassa on 294,3 g/mol. Mikä on juoman aspartaamikonsentraatio?

- vv1 $7,8 \cdot 10^{-4}$ mol/l
- vv2 $1,2 \cdot 10^{-3}$ mol/l
- vv3 $5,2 \cdot 10^{-4}$ mol/l
- vv4 $8,0 \cdot 10^{-3}$ mol/l

b7. Virvoitusjuomatehtaalla on käytössä aspartaamiliuos, jonka konsentraatio on 0,020 mol/l. Virvoitusjuoman aspartaamikonsentraatioksi halutaan $9,5 \cdot 10^{-4}$ mol/l. Kuinka paljon aspartaamiliuosta tarvitaan, kun valmistetaan 5000 litraa virvoitusjuomaa?

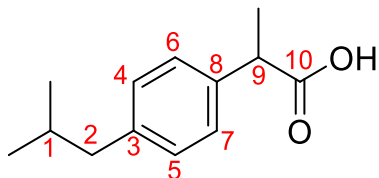
- vv1 0,24 l
- vv2 2,4 l
- vv3 24 l
- vv4 240 l



B2. Ibuprofeeni (15 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Ibuprofeeni on tulehduskipulääke, jota käytetään tilapäisen kivun hoitoon. Ibuprofeenin rakennekaava on esitetty oheisessa kuvassa.



a) (3 p.)

Valitse kunkin kohdan sopivin vastausvaihtoehto.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 1 p.

Väärä valinta = -0,25 p.

Ei valintaa = 0 p.

[Vastausvaihtoehtoja ei ole sekoitettu.]

a1. Mikä ibuprofeenin rakennekaavaan merkityistä hiiliatomeista (1–10) on asymmetriakeskus?

vv1 1

vv2 2

vv3 3

vv4 4

vv5 5

vv6 6

vv7 7

vv8 8

vv9 9

vv10 10

a2. Millä pH-alueella ekvivalenttipiste havaitaan, kun ibuprofeeniliuos titrataan natriumhydroksidiliuoksella?

vv1 pH < 7

vv2 pH = 7

vv3 pH > 7



a3. Kuinka monta sp^2 -hybridisoitunutta hiiliatomia ibuprofeenissa on?

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

b) (6 p.)

Valitse kunkin kohdan sopivin vastausvaihtoehto.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 3 p.

Väärä valinta = -0,75 p.

Ei valintaa = 0 p.

b1. Mikä on hapen massaprosenttinen osuus ibuprofeenissa?

- vv1 8,8 %
- vv2 15,5 %
- vv3 15,9 %
- vv4 16,6 %
- vv5 19,0 %
- vv6 19,4 %

b2. Ibuprofeenin pK_a -arvo on 4,40 ja mahanesteen pH on 2,00. Kuinka suuri osuus ibuprofeenista on mahalaukussa ionisoituneessa muodossa eli karboksyylihapon vastinemäksenä?

- vv1 0 %
- vv2 0,40 %
- vv3 18,3 %
- vv4 45,5 %
- vv5 54,5 %
- vv6 100 %



c) (6 p.)

Ibuprofeenia sisältävä tabletti liuotettiin 100,0 ml:aan etanolia. Liuksesta otettiin 25,0 ml:n näyte, joka titrattiin natriumhydroksidiliuoksella ($c = 0,100 \text{ mol/l}$). Titrauksessa kului 9,67 ml natriumhydroksidiliuosta. Kuinka monta milligrammaa ibuprofeenia tabletissa oli?

(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

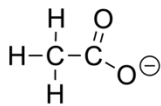


B3. Ionien nimeäminen (5 p.)

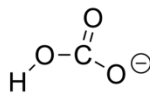
[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Valitse alavetovalikoista kunkin ionin (1–5) oikea nimi.

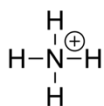
(Oikea valinta = 1 p.; väärä valinta = -0,25 p.; ei valintaa = 0 p.)



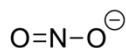
1



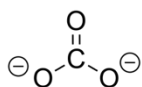
2



3



4



5

Ioni 1: **#1#**

Ioni 2: **#2#**

Ioni 3: **#3#**

Ioni 4: **#4#**

Ioni 5: **#5#**

[Alasvetovalikkojen **#1#–#5#** vastausvaihtoehdot. Vastausvaihtoehtoja ei ole sekoitettu.]

vv1 Ammoniumioni

vv2 Asetaatti-ioni

vv3 Hydroksidi-ioni

vv4 Karbonaatti-ioni

vv5 Nitraatti-ioni

vv6 Nitriitti-ioni

vv7 Nitridi-ioni

vv8 Oksalaatti-ioni

vv9 Oksoniumioni

vv10 Vetykarbonaatti-ioni

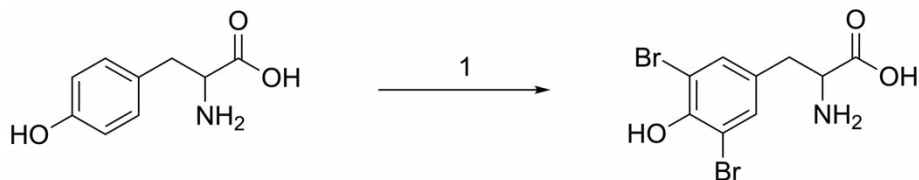
B4. Tyrosiinin reaktioita (10 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

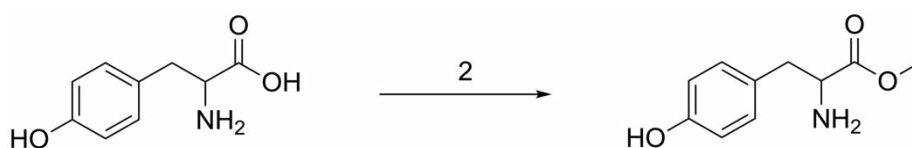
Valitse alavetovalikoista jokaiselle reaktiolle (1–5) sopivat reagenssit.

Reaktioiden tuotteista on esitetty vain orgaaninen päätuote.

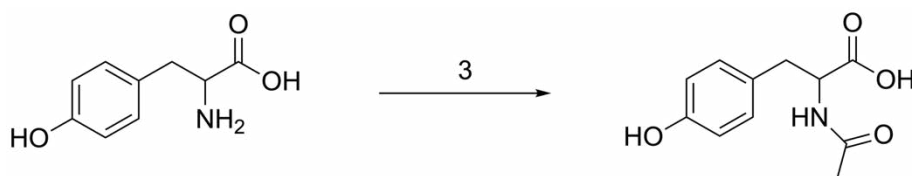
(Oikea valinta = 2 p.; väärä valinta = -0,5 p.; ei valintaa = 0 p.)



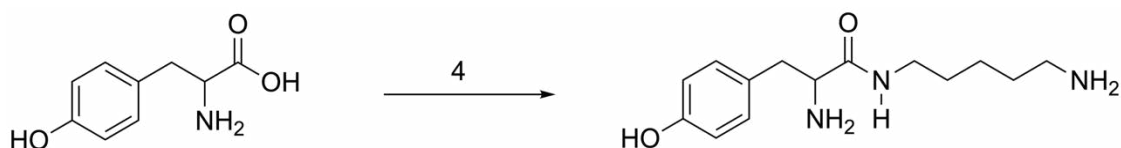
Reaktio 1: **#1#**



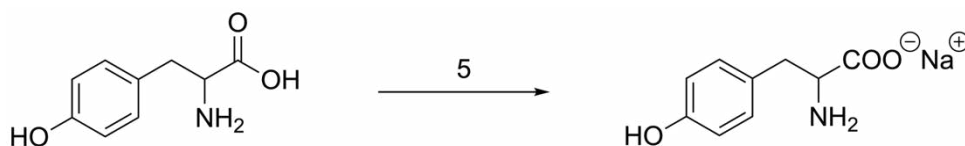
Reaktio 2: **#2#**



Reaktio 3: **#3#**



Reaktio 4: **#4#**



Reaktio 5: **#5#**



[Alasvetovalikkojen #1#–#5# vastausvaihtoehdot. Vastausvaihtoehdoja ei ole sekoitettu.]

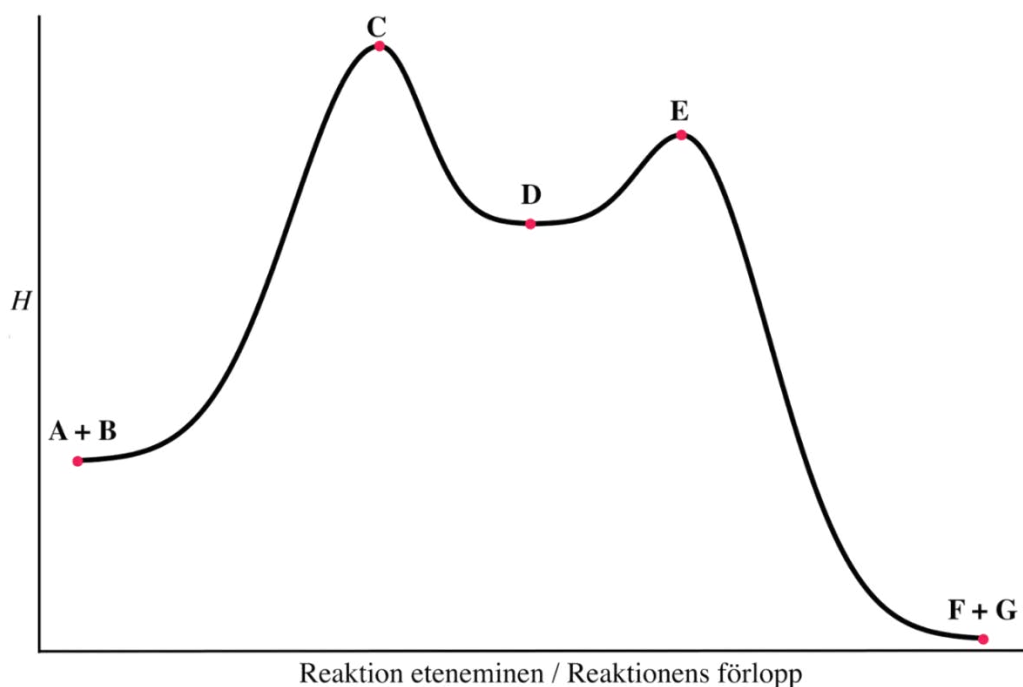
- vv1 1-aminopentaani ja emäs
- vv2 5-aminopentan-1-oli
- vv3 Bentsoehappo
- vv4 Bromi ja katalyytti
- vv5 Bromibentseeni
- vv6 Dietyylieetteri ja happokatalyytti
- vv7 Etanoli ja happokatalyytti
- vv8 Etikkahappoanhydridi
- vv9 Fenoli
- vv10 Isopropanoli ja happokatalyytti
- vv11 Kloori ja katalyytti
- vv12 Metanoli ja happokatalyytti
- vv13 Natriumbromidi
- vv14 Natriumkloridi
- vv15 Natriumvetykarbonaatti
- vv16 Pentaani-1,5-diamiini ja emäs
- vv17 Propanaali



B5. Energiaprofiili (10 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Oheisessa kuvassa on esitetty kaksivaiheisen reaktion energiaprofiili. Reaktiossa lähtöaineet **A** ja **B** muuttuvat paikallisen minimienergiarakenteen **D** kautta tuotteiksi **F** ja **G**. Entropian muutosta reaktion aikana ei oteta huomioon.



a) (3 p.)

Vapautuuko vai sitoutuuko reaktiossa $A + B \rightarrow F + G$ energiaa?

Perustele vastauksesi.

Mikä termi tämän perusteella kuvaa reaktiota?

Vastauksen enimmäispituus: 300 merkkiä

b) (1 p.)

Millä termillä **C**-kirjaimella merkittyä reaktioreitin vaihetta kutsutaan?

Vastauksen enimmäispituus: 50 merkkiä

c) (3 p.)

Kumpi reaktiovaiheista

(1): $A + B \rightarrow D$ vai

(2): $D \rightarrow F + G$

on reaktionopeudeltaan hitaampi?

Perustele vastauksesi.

Vastauksen enimmäispituus: 300 merkkiä



d) (3 p.)

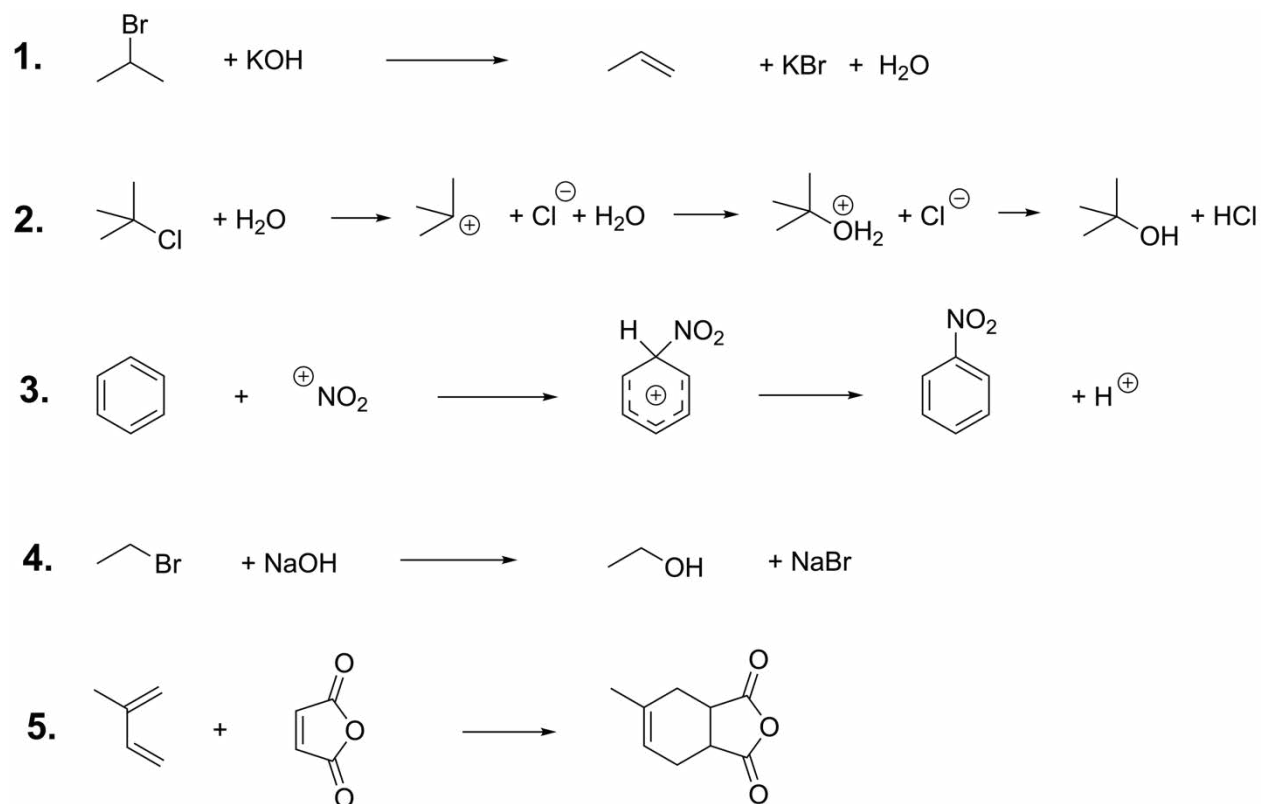
Reaktioyhtälöissä 1–5 on reaktioreittejä, joissa on esitetty kunkin reitin kaikki minimienergiarakenteet.

Mikä reaktioista sopii tehtävän alussa annettuun energiaprofiiliin?

Valitse alasvetovalikosta oikea vastausvaihto.

(Oikea valinta = 3 p.; väärä valinta = -0,75 p.; ei valintaa = 0 p.)

Energiaprofiilin sopii reaktio **#1#**.



[Alasvetovalikon **#1#** vastausvaihtoehdot:]

vv1 1

vv2 2

vv3 3

vv4 4

vv5 5



B6. Palamisreaktio (13 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Kivihiili on muinaisten kasvien jäännöksistä syntynyt kivilaji, joka sisältää runsaasti hiiltä ja jonkin verran muita alkuaineita. Kivihiilinäyte sisälsi 5,0 massaprosenttia palamatonta mineraalituhkaa ja 2,0 massaprosenttia vettä. Näiden lisäksi näytteessä oli orgaanisia ainesosia, joiden massaprosenttinen koostumus oli: C 85,0 %, H 5,0 %, O 10,0 %. Kuinka suuri on 1,00 kg:n kivihiilimäärän täydelliseen palamiseen tarvittavan ilman tilavuus kuutiometreinä standardiolosuhteissa ($V_m = 22,711 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol}$)?

(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

B7. Fysiologinen suolaliuos (11 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Fysiologinen suolaliuos koostuu natriumkloridista ja vedestä. Natriumkloridin konsentraatio kyseisessä liuoksessa on 0,154 mol/l. $M(\text{NaCl}) = 58,44 \text{ g/mol}$.

a) (1 p.)

Kuinka monta grammaa natriumkloridia on 40,0 ml:ssa fysiologista suolaliuosta?

Valitse sopivin vastausvaihtoehto.

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

vv1 0,0105 g

vv2 0,0360 g

vv3 0,105 g

vv4 0,210 g

vv5 0,360 g

b) (2 p.)

Natriumkloridin vesiliuoksen konsentraatio on 0,500 mol/l. Mihin tilavuuteen 10,0 ml tätä liuosta tulee laimentaa, jotta saatu liuos on fysiologista suolaliuosta?

Valitse sopivin vastausvaihtoehto.

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

vv1 30,8 ml

vv2 32,5 ml

vv3 34,2 ml

vv4 35,9 ml

vv5 37,6 ml

**c) (3 p.)**

Natriumkloridin vesiliuosten konsentraatiot ovat 0,100 mol/l (liuos 1) ja 0,400 mol/l (liuos 2). Missä suhteessa näitä liuoksia tulee sekoittaa, jotta saataisiin fysiologinen suolaliuos?

Valitse sopivin vastausvaihtoehto.

(Oikea valinta = 3 p.; väärä valinta = -0,75 p.; ei valintaa = 0 p.)

vv1 73 % liuosta 1 ja 27 % liuosta 2

vv2 76 % liuosta 1 ja 24 % liuosta 2

vv3 79 % liuosta 1 ja 21 % liuosta 2

vv4 82 % liuosta 1 ja 18 % liuosta 2

vv5 85 % liuosta 1 ja 15 % liuosta 2

d) (5 p.)

Hypertonisia suolaliuoksia voidaan käyttää esimerkiksi nenän tukkoisuuden helpottamiseksi flunssan yhteydessä. Erään hypertonisien nenäsumutteen NaCl-pitoisuus on 22,0 g/l. Kuinka suuri tilavuus tällaista nenäsumutetta tulee lisätä 50,0 ml:aan NaCl:n vesiliuosta ($c = 0,100 \text{ mol/l}$), jotta saataisiin fysiologinen suolaliuos?

(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

B8. Punasolun solukalvon biomolekyylit (15 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Solukalvo koostuu proteiineista ja eri lipideistä. Oletetaan, että proteiinit ja lipidit ovat jakautuneet tasaisesti solukalvolle.

Kuinka monta prosenttia kolesterolimolekyylien pinta-ala muodostaa punasolun ulkopinta-alasta?

Käytä laskussa seuraavia tietoja:

Punasolun solukalvossa on lipidejä 0,50 pg.

Ainemääräsuhteet:

$n(\text{kolesteroli}) / n(\text{fosfolipidit}) = 0,75$

$n(\text{fosfolipidit}) / n(\text{glykolipidit}) = 7,02$

Solukalvossa olevien fosfolipidien keskimääräinen moolimassa on 750 g/mol ja glykolipidien 810 g/mol.

$M(\text{kolesteroli}) = 386,64 \text{ g/mol}$

Punasolun pinta-ala on $120 \mu\text{m}^2$.

Yhden kolesterolimolekyylin täyttämä pinta-ala solukalvossa on $0,40 \text{ nm}^2/\text{molekyyli}$.

(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)



Eriytyvä osio (Fysiikka)

Eriytyvän osion ohjeet

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

Kun eriytyvän osion 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. Tehtävä voi sisältää useita osatehtäviä. Monivalintoja ja alasvetovalikkoja sisältävissä tehtävissä vääristä vastauksista annetaan miinus pisteitä. Vastaamatta jättämisestä ei vähennetä pisteitä. Jos tehtävän (esimerkiksi C1 tai C3) pistemäärä on negatiivinen, se muutetaan nolaksi pisteeksi kokeen loppuarvioinnissa. Jokaisen tehtävän 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 alkuperäisen ja lopputilanteen. Esimerkiksi Henderson-Hasselbalchin yhtälön johtaminen:

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

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

Koejärjestelmän laskin on käytössä kaikissa tehtävissä. Vain koejärjestelmän laskimen käyttö on sallittu. Erillisen laskimen hallussapito ja tietokoneen laskimen, muun laskinsovelluksen tai muiden laskintoiminnallisuuden auki olominen vilpiksi ja johtaa koesuorituksen hylkäämiseen.

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:

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

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



Vastauksissa saa käyttää seuraavia epävirallisia merkintätapoja:

- kertomerkkinä asteriskia (*)
- reaktionuolena viivaa ja suurempi kuin -merkkiä ($\rightarrow$)
- merkintää $\sqrt{\text{kaava}}$ neliöjuurilaskuille, esimerkiksi $\sqrt{2 \cdot 5}$.
- desimaalilukujen desimaalierottimenä pistettä
- **lukujen yhteydessä** potenssina merkkiä $^{\wedge}$

Ioneissa ja kemian kaavoissa tulee käyttää ala- ja yläindeksejä kemian kaavasääntöjen mukaisesti (esim. Ca^{2+} , Na_2SO_4). Muita merkintätapoja, kuten $\text{Ca}^{\wedge}2+$, ei hyväksytä. Sekä ala- että yläindeksejä sisältävissä ioneissa, kuten SO_4^{2-} , ala- ja yläindeksejä ei tarvitse asetella päällekkäin.

Suureiden kirjaintunnuksia ei tarvitse vastauksissa kursivoida.

Laskutehtävän numeerinen lopputulos tulee esittää oikealla numeerisella tarkkuudella.

Eriytyvä osio koostuu fysiikan tehtävistä C1–C8. Kunkin tehtävän kokonaispisteet ja tehtävätyypit on esitetty alla tehtävien yhteenvedossa. Tehtävät alkavat yhteenvedon jälkeen ja ovat kaikki tällä samalla sivulla. Voit halutessasi siirtyä eri tehtäviin vasemmasta reunasta avautuvan sisällysluettelon avulla.

C. Fysiikka (90 p.)

C1. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa I	(18 p.)
C2. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa II	(10 p.)
C3. Kobolttikanuuna (monivalintoja, avovastaus)	(12 p.)
C4. Magneettikuvan kuvanmuodostus (avovastauksia)	(15 p.)
C5. Varatut pallot lankojen varassa (avovastaus)	(12 p.)
C6. Vuoristorata (avovastaus)	(10 p.)
C7. Kuuloaisti (avovastaus)	(5 p.)
C8. Insuliinipumpun käyttö lentokoneessa (avovastaus)	(8 p.)



C1. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa 1 (18 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) Urheilija juoksee suoraa tietä pitkin 10 km:n matkan nopeudella 14 km/h ja tämän jälkeen samaan suuntaan 5 km:n matkan nopeudella 22 km/h. Mikä on hänen keskinopeutensa?

vv1 16 km/h

vv2 17 km/h

vv3 18 km/h

vv4 19 km/h

vv5 20 km/h

b) Lapsi työntää laatikkoa ($m = 1,3$ kg) vaakasuoraa lattiaa pitkin 5,0 m:n matkan vakionopeudella. Lattian ja laatikon välinen kitkakerroin on 0,30. Kuinka suuri on lapsen tekemä työ?

vv1 0,0 J

vv2 2,0 J

vv3 4,0 J

vv4 11 J

vv5 19 J

c) Tennispallo ($m = 56$ g) liikkuu pelaajaa kohti nopeudella 57 km/h. Pelaaja palauttaa pallon vastakkaiseen suuntaan nopeudella 92 km/h. Kuinka suuri on pallon liikemäärän muutos?

vv1 0,54 kg m/s

vv2 2,3 kg m/s

vv3 8,4 kg m/s

vv4 17 kg m/s

vv5 30 kg m/s



d) Lapsi puhalttaa saippuakuplan ilmaan ja kupla jää leijumaan paikalleen. Kuplan ja sen sisällön kokonaismassa on 39 mg. Kuinka suuri noste vaikuttaa kuplaan?

- vv1 380 nN
- vv2 380 μ N
- vv3 380 mN
- vv4 380 N
- vv5 380 kN

e) Infrapunasäteilyn taajuus on 1,5 THz. Kuinka suuri on sen aallonpituus? Oletetaan, että infrapunasäteilyn nopeus ilmassa on yhtä suuri kuin valon nopeus tyhjiössä.

- vv1 0,20 μ m
- vv2 2,0 μ m
- vv3 0,20 mm
- vv4 2,0 mm
- vv5 0,20 m

f) Jatkojohtokelan induktanssi on 10 H. Sähkövirran suuruus kasvaa 1,3 s:n aikana 7,5 A:n verran. Kuinka suuri on kelaan indusoituva jännite?

- vv1 5,8 V
- vv2 –5,8 V
- vv3 –58 V
- vv4 58 V
- vv5 –75 V

g) Aurinkotuulen elektroni saapuu Jupiterin magneettikenttään kohtisuoraan nopeudella 410 km/s. Elektroniin vaikuttavan voiman suuruus on $2,739 \cdot 10^{-17}$ N. Kuinka suuri on Jupiterin magneettikentän magneettivuon tiheys?

- vv1 42 μ T
- vv2 420 μ T
- vv3 4,2 mT
- vv4 42 mT
- vv5 420 mT



h) Veden ominaislämpökapasiteetti on $4,18 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ ja tiheys 1000 g/l . Tavoitteena on sitoa vähintään $1,00 \text{ MWh}$ ($3,6 \text{ GJ}$) energiaa lämmittämällä vettä $20,0^\circ\text{C}$:sta $80,0^\circ\text{C}$:een. Kuinka suuri tähän tarkoitukseen käytettävän vesisäiliön sisätilavuuden on vähintään oltava?

- vv1 $14,4 \text{ m}^3$
- vv2 $15,0 \text{ m}^3$
- vv3 140 m^3
- vv4 144 m^3
- vv5 150 m^3

i) Opiskelun ohessa opiskelija ($m = 70 \text{ kg}$) tekee 20 etunojapunnerrusta. Punnertaessaan hän nostaa pystysuunnassa käsiensä avulla 60 % kehonsa massasta 30 cm :n korkeudelle. Oletetaan, että punnerrukseen käytetystä energiasta 25 % menee työhön ja 75 % muuttuu lämmöksi. Oletetaan myös, että energiaa kuluu vain ylösnostossa, eikä alas mentäessä vapautuva energia auta seuraavaa nostoa. Kuinka paljon hän kuluttaa kokonaisuudessaan energiaa punnerrusten aikana?

- vv1 2 kJ
- vv2 4 kJ
- vv3 8 kJ
- vv4 10 kJ
- vv5 12 kJ

j) Alumiinisen viivoittimen pituus on 420 mm 20°C :n lämpötilassa. Viivoitin lämmitetään 60°C :seen. Kuinka paljon viivoittimen pituus muuttuu suhteessa alkutilanteeseen? Alumiinin lämpölaajenemiskerroin (α_{Al}) on $23 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

- vv1 $0,009 \text{ ‰}$
- vv2 $-0,09 \text{ ‰}$
- vv3 $0,09 \text{ ‰}$
- vv4 $0,09 \text{ ‰}$
- vv5 $-0,09 \text{ ‰}$

k) Kahdesta homogeenisesta levystä toinen on polyuretaania ja toinen mineraalivillaa. Kummankin levyn paksuus on 20 cm . Mineraalivillalevyn lämmönjohtavuus on $0,035 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ja polyuretaanin $0,023 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$. Levyjen vastakkaisilla puolilla vallitsee vakioitu lämpötilaero: toisella puolella 18°C ja toisella puolella -30°C . Oletetaan, että lämpöä siirtyy vain paksuussuunnassa levyjen läpi. Kuinka moninkertainen on lämmönsiirtoteho mineraalivillalevyn läpi verrattuna polyuretaanilevyyn?

- vv1 0,6-kertainen
- vv2 0,7-kertainen
- vv3 0,9-kertainen
- vv4 1,3-kertainen
- vv5 1,5-kertainen



l) Kuha (*Sander lucioperca*) laskeutuu talvella järven pohjalle 14,0 m:n syvyyteen, jossa veden lämpötila on 4,00 °C ja tiheys 999,97 kg/m³. Keväällä kuha nousee kutemaan 1,00 m:n syvyyteen, jossa veden lämpötila on 14,0 °C ja tiheys 999,23 kg/m³. Kuinka suuri on kuhan kokeman hydrostaattisen paineen ero talven ja kevään välillä?

- vv1 125 kPa
- vv2 127 kPa
- vv3 128 kPa
- vv4 130 kPa
- vv5 132 kPa

m) Aineeseen siirtyy lämpöenergiaa sen olomuodon muuttuessa kiinteästä nesteeksi. Mikä seuraavista vaihtoehdoista kuvaa parhaiten sitä, mihin lämpöenergia kuluu muutoksen aikana?

- vv1 Lämpöenergia katkaisee hiukkasten välisiä sidoksia.
- vv2 Lämpöenergia nostaa aineen lämpötilaa.
- vv3 Lämpöenergia järjestää hiukkaset säännölliseksi rakenteeksi.
- vv4 Lämpöenergia kasvattaa aineen tiheyttä.
- vv5 Lämpöenergia muuttuu mekaaniseksi energiaksi.

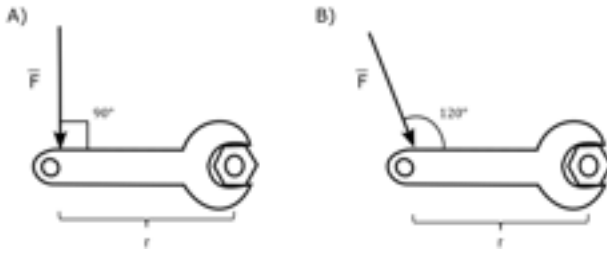
n) Satelliitti kiertää Kuuta 140 km:n korkeudella Kuun pinnasta nopeudella 1744 m/s. Kuun säde on 1737,4 km. Mikä on satelliitin kiertoaika Kuun ympäri?

- vv1 $2,9 \cdot 10^3$ s
- vv2 $3,4 \cdot 10^3$ s
- vv3 $5,6 \cdot 10^3$ s
- vv4 $6,8 \cdot 10^3$ s
- vv5 $7,3 \cdot 10^3$ s

o) Roikkuvaan jouseen (jousivakio $k = 17$ N/m) lisätään 220 g:n punnus. Jousi värähtelee hetken ja asettuu uuteen tasapainoasemaan. Kuinka suuri on jousen venymä?

- vv1 9,5 cm
- vv2 10 cm
- vv3 13 cm
- vv4 17 cm
- vv5 22 cm

p) Voiman ja jakoavaimen varren välinen kulma muuttuu suorasta kulmasta (A) 120° :n kulmaan (B) oheisen kuvan mukaisesti. Voiman $\vec{F}$ suuruus ja vipuvarren pituus (r) pysyvät yhtä suurina, kun kulma muuttuu. Kuvan A tilanteessa voiman momentti on 225 Nm. Kuinka suuri on voiman momentti kuvan B tilanteessa?

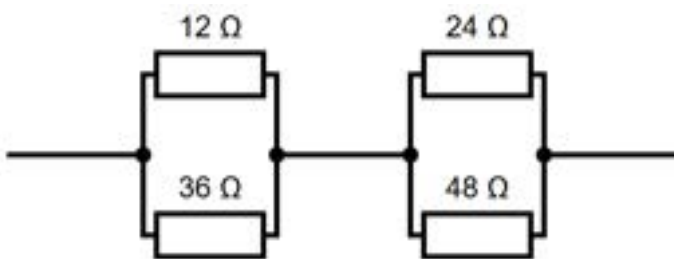


- vv1 113 Nm
- vv2 195 Nm
- vv3 260 Nm
- vv4 370 Nm
- vv5 450 Nm

q) Levykondensaattorissa levyjen välinen etäisyys on 2,5 mm, eristeen suhteellinen permittiivisyys 3,0 ja yhden levyn pinta-ala 15 cm^2 . Kuinka suuri on levykondensaattorin kapasitanssi?

- vv1 16 pF
- vv2 16 nF
- vv3 1,6 μF
- vv4 16 μF
- vv5 160 μF

r) Mikä on oheisessa kuvassa esitetyn kytkennän kokonaisresistanssi?



- vv1 35 m Ω
- vv2 25 Ω
- vv3 35 Ω
- vv4 60 Ω
- vv5 120 Ω



C2. Fysiikan monivalintatehtäviä, osa 2 (10 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Valitse kunkin kohdan sopivin vastausvaihtoehto.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 2 p.

Väärä valinta = -0,5 p.

Ei valintaa = 0 p.

a) Satelliitti ($m = 150$ kg) kiertää Kuuta 350 km:n korkeudella Kuun pinnasta. Kuun massa on $7,35 \cdot 10^{22}$ kg ja säde 1 737,4 km. Mikä on satelliitin nopeus?

vv1 0,9 km/s

vv2 1,5 km/s

vv3 1,7 km/s

vv4 3,7 km/s

vv5 5,2 km/s

b) Äänirauta saa suoran langan värähtelemään 550 Hz:n taajuudella. Lanka on kiinnitetty molemmista päistään. Ääniaalto etenee langassa nopeudella 350 m/s ja lankaan muodostuu neljä kupua. Mikä on langan pituus?

vv1 1,0 m

vv2 1,3 m

vv3 1,6 m

vv4 3,1 m

vv5 3,9 m

c) Vaihtovirtalähteen mitattu teho on 1 200 W ja verkkojännitteen tehollisarvo on 120 V. Kuinka suuri on sähkövirran huippuarvo?

vv1 7,1 A

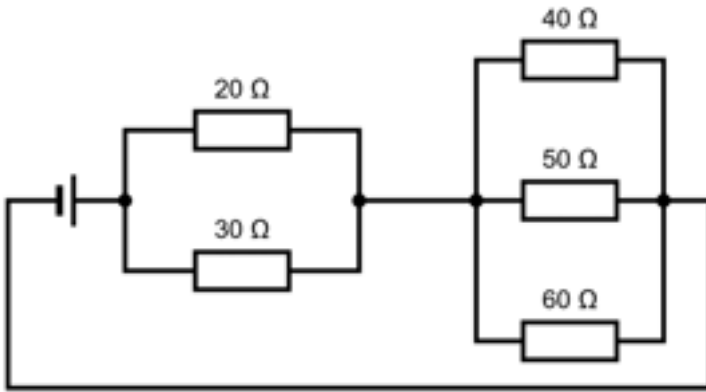
vv2 9,1 A

vv3 10 A

vv4 14 A

vv5 16 A

d) Millä kuvassa esitetyn kytkennän vastuksista on suurin sähköteho?



vv1 20 Ω

vv2 30 Ω

vv3 40 Ω

vv4 50 Ω

vv5 60 Ω

e) Kultakolikoin massa on 15 g ja sähkövaraus -45 nC . Kuinka monta ylimääräistä elektronia kolikossa on yhtä kulta-atomia kohden?

vv1 $5,8 \cdot 10^{-12}$

vv2 $6,1 \cdot 10^{-12}$

vv3 $6,4 \cdot 10^{-12}$

vv4 $6,7 \cdot 10^{-12}$

vv5 $7,0 \cdot 10^{-12}$



C3. Kobolttikanuuna (12 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Sädehoidossa voidaan käyttää kobolttikanuunaa, jonka säteilylähteenä on $^{60}_{27}\text{Co}$ -isotoopista valmistettu kapseli. Laitteen toiminta perustuu siihen, että sen kapselissa oleva radioaktiivinen ^{60}Co -ydin hajoaa ensin β^- -hajoamisella virittyneeksi ^{60}Ni -yttimeksi (merkitään ^{60m}Ni). Tämä viritystila purkautuu edelleen kahdessa peräkkäisessä gammahajoamisessa stabiiliksi ^{60}Ni -yttimeksi. Emittoituvien gammakvanttien energiat ovat 1,173 MeV ja 1,332 MeV. Muodostunut gammasäteily kohdistetaan potilaaseen laitteessa olevan säteilytysaukon kautta.

a) (1,5 p.)

Kirjoita $^{60}_{27}\text{Co}$:n hajoamisyhtälö valitsemalla kustakin alasvetovalikosta oikea hajoamistuote.

Hajoamistuotteet on esitetty alasvetovalikoissa kirjaimilla oheisen kuvan mukaisesti.

(Oikea valinta = 0,5 p.; väärä valinta = -0,25 p.; ei valintaa = 0 p.)



a) $^{60m}_{29}\text{Ni}$	e) $^0_{-1}\text{e}$	i) ν
b) $^{60m}_{28}\text{Ni}$	f) $^0_{+1}\text{e}$	j) $\bar{\nu}$
c) $^{60m}_{27}\text{Ni}$	g) ^4_2He	k) $2\bar{\nu}$
d) $^{60m}_{26}\text{Ni}$	h) $2 \cdot ^0_{-1}\text{e}$	l) tyhjä/tom

[Alasvetovalikkojen #1#–#3# vastausvaihtoehdot. Vastausvaihtoehtoja ei ole sekoitettu.]

#1#	#2#	#3#
vv1 a	vv1 e	vv1 i
vv2 b	vv2 f	vv2 j
vv3 c	vv3 g	vv3 k
vv4 d	vv4 h	vv4 l

**b) (1,5 p.)**

Kun ^{60}Co -isotooppi hajoaa stabiiliksi ^{60}Ni -yttimeksi, hajoamisenergia on 2,823 MeV. Kuinka suuri on syntyvän β^- -hiukkasen maksimiliike-energia? Oleta, että muiden β^- -hajoamisessa syntyvien hajoamistuotteiden liike-energia on häviävän pieni.

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

vv1 0,159 MeV

vv2 0,318 MeV

vv3 1,491 MeV

vv4 2,823 MeV

vv5 1,650 MeV

c) (4 p.)

Koboltikanuunan säteilylähteessä käytetyn ^{60}Co -isotoopin aktiivisuus oli 113 TBq, kun se otettiin käyttöön vuoden 2000 alussa. Kuinka monta grammaa säteilylähteessä käytetyn ^{60}Co -isotoopin massa oli pienentynyt vuoden 2024 loppuun mennessä? ^{60}Co -isotoopin puoliintumisaika on 5,27 vuotta ja atomimassa 59,9338 u.

(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

d) (5 p.)

Levossa oleva virittynyt ^{60}Ni -isotooppi ($m = 59,9308$ u) emittoi vastakkaisiin suuntiin gammakvantit, joiden energiat ovat 1,173 MeV ja 1,332 MeV. Laske ^{60}Ni -isotoopin saama kineettinen energia elektronivolteina.

(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)



C4. Magneettikuvan kuvanmuodostus (15 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Magneettikuvauksessa mitataan, miten useiden vetyatomien protoni- eli ^1H -spinien nettomagnetisaatio käyttäytyy magneettikentässä. Kuvauksen aikana tutkittava kohde asetetaan voimakkaaseen, staattiseen ja homogeeniseen magneettikenttään B_0 . Lääketieteellisessä magneettikuvauksessa B_0 -kentän voimakkuus on yleensä 1,5–3,0 T, ja B_0 -kentän suunta asetetaan (x, y, z) -koordinaatistossa z -akselin suuntaiseksi. Spinin alkavat prekessoida eli spinien suunta alkaa kiertyä B_0 -kentän suuntaisen akselin ympäri ja kohteen spinien nettomagnetisaatio kääntyy B_0 -kentän suuntaiseksi.

Kuvauksen aikana kohteeseen lähetetään lyhyt radiotaajuuspulssi B_1 , joka kääntää eli eksitoi kaikkien spinien suunnat B_0 -kentän suuntaa vastaan. Nettomagnetisaation suunta on toisin sanoen B_0 -kentän vastainen. Kun B_1 -kenttä sammutetaan, nettomagnetisaatio palautuu alkuperäiseen B_0 -kentän määräämään tilaan. Tätä nettomagnetisaation palautumista kuvaa kaksi palautumis- eli relaksaatioprosessia. Pitkittäisrelaksaatio (T_1 -relaksaatioaika) kuvaa nettomagnetisaation z -komponentin (M_z) palautumista kohti sen tasapainoarvoa ja poikittaisrelaksaatio (T_2 -relaksaatioaika) kuvaa nettomagnetisaation poikittaissuuntaisen komponentin (M_{xy}) vaihekoherenssin vähenemisestä johtuvaa vaimenemista. **Poikittais- ja pitkittäisrelaksaatioista** aiheutuvaa **nettomagnetisaation** palautumista kuvataan yhtälöillä:

$$M_{xy}(t) = M_{xy}(0) \cdot e^{-t/T_2}$$

$$M_z(t) = M_z(0) \cdot (1 - e^{-t/T_1}).$$

Nettomagnetisaation komponenttien suuruuteen voidaan vaikuttaa radiotaajuuspulssin B_1 tyypillä. 90° :n radiotaajuuspulssi tuottaa maksimaalisen poikittaissuuntaisen nettomagnetisaation M_{xy} , kun taas 180° :n radiotaajuuspulssi tuottaa maksimaalisen B_0 -kentän vastakkaisuuntaisen nettomagnetisaation M_z . Magneettikuvan kuvanmuodostukseen käytettävä signaali muodostuu radioaallostasta, jonka voimakkuus on verrannollinen nettomagnetisaation poikittaissuuntaiseen komponenttiin M_{xy} . Painottamalla T_1 - tai T_2 -relaksaatioaikaa voidaan kuvanmuodostuksessa korostaa erilaisia yksityiskohtia.

a) (6 p.)

Tutkittavaa kohdetta eksitoidaan radiotaajuuspulssilla. Kuinka kauan kestää, että **pitkittäissuuntainen nettomagnetisaatio** saavuttaa puolet alkuperäisestä arvostaan? Relaksaatioaika T_1 on 1,2 s.

(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

b) (4 p.)

Tutkittavaa kohdetta eksitoidaan 90° :n radiotaajuuspulssilla. Kuinka paljon alkuperäisestä **nettomagnetisaation poikittaissuuntaisesta** komponentista on jäljellä 40 ms:n kuluttua? Kohteen relaksaatioaika T_2 on 80 ms.

(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)



Taajuuskoodausta hyödynnetään kuvanmuodostukseen käytettävän signaalin sijainnin paikannuksessa. Tähän voidaan käyttää heikkoa, paikan suhteen muuttuvaa magneettikenttää eli gradienttikenttää. Gradienttikentällä spinien prekessiota voidaan muuttaa siten, että eri paikoissa olevien spinien prekessiotaaajuus on hieman eri suuruinen kuvasignaalin luennan aikana. Magneettikuvauslaite rekisteröi näiden komponenttien summasignaalin ja spinien eri prekessiotaaajuudet muunnetaan sijainneiksi matemaattisella algoritmilla, jota kutsutaan Fourier-muunnokseksi.

Yksi tapa kuvata taajuuskoodausta on käyttää x -suunnassa lineaarisesti muuttuvaa gradienttikenttää. Tällöin kokonaismagneettikentän yhtälö x -suunnassa on muotoa

$$B(x) = B_0 + G_x x,$$

jossa G_x on gradientin suuruus x -suunnassa. Koska nettomagnetisaation prekession kulmataajuus riippuu kentän voimakkuudesta, paikassa x protonispinit prekessoivat kulmataajuudella

$$\omega(x) = \gamma B(x) = \omega_0 + \gamma G_x x,$$

jossa $\omega_0 = \gamma B_0$, ω_0 on B_0 -kentän aiheuttama spinien prekession kulmataajuus, $\gamma G_x x$ on $G_x x$ -gradienttikentän aiheuttama muutos spinien prekession kulmataajuuteen ja $\gamma = 2,675 \cdot 10^8 \frac{\text{rad}}{\text{s} \cdot \text{T}}$ on protonin gyromagneettinen suhde.

c) (5 p.)

Tarkastellaan kahta pistettä, joiden välimatka on 2,0 cm. Mikä on spinien prekessiotaaajuuksien ero Δf näiden pisteiden välillä? Lineaarisesti muuttuva x -akselin suuntainen magneettikentän muutos on suuruudeltaan $G_x = 10,0 \text{ mT/m}$.

(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

C5. Varatut pallot lankojen varassa (12 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Kaksi varattua palloa on ripustettu käytävän kattoon. Ne roikkuvat samasta pisteestä yhtä pitkien eristelankojen varassa. Pallojen varaukset ovat $+3,00$ ja $-3,00$ nC. Kummankin pallon massa on 155 mg ja kummankin langan pituus on $1,35$ m. Käytävän seinien välillä on 255 kV:n jännite, joka aiheuttaa pallojen erkaantumisen ja $30,0^\circ$:n kulman lankojen välille. Kuinka leveä käytävä on?

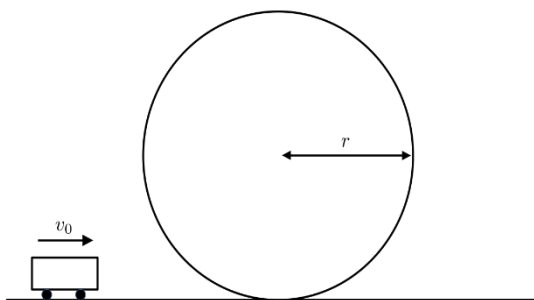
(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

C6. Vuoristorata (10 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Vuoristoradalla kulkeva vaunu saapuu oheisen kuvan mukaisesti pystysuoraan silmukkaan sen alimmasta kohdasta. Ympyränmuotoisen silmukan säde (r) on $6,50$ m. Vaunussa ei ole moottoria, eikä vaunua ole kiinnitetty rataa millään tavalla. Vaunun tulee pysyä kosketusyhteydessä radan kanssa koko silmukan ajan ja onnistua ajamaan silmukan läpi. Kitkaa, ilmanvastusta tai vaunun korkeutta ei huomioida. Kuinka suuri vaunun nopeuden v_0 on vähintään oltava silmukkaan saapuessa?

(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)



C7. Kuuloaisti (5 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Kuuloaistimuksen syntyminen edellyttää yleensä ääniaaltojen aiheuttamaa tärykalvon värähtelyä, joka voimistuu äänenvoimakkuuden kasvaessa. Liian suuri äänenvoimakkuus voi aiheuttaa kuulovaurioita. Siksi esimerkiksi työpaikalla kuulosuojaimien käyttö on suositeltavaa, jos äänen intensiteettitaso ylittää 85 dB.

Tasomainen ääniaaltorintama saapuu tärykalvolle. Tärykalvon pinta-ala on 45 mm² ja äänen intensiteettitaso 85 dB. Kuinka suuri on äänen teho tärykalvolla? Intensiteetin vertailuarvo (I_0) on $1,0 \cdot 10^{-12}$ W/m².

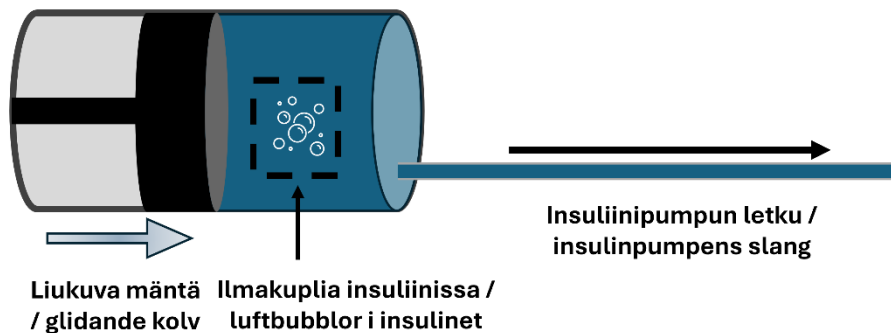
(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)

C8. Insuliinipumpun käyttö lentokoneessa (8 p.)

[linkki: Liite 1. Kaavaliite]

Insuliinipumppu on lääkinällinen laite, jota käytetään insuliinin annosteluun tyypin 1 diabeteksen hoidossa. Pumppu annostelee jatkuvasti pienellä virtauksella pikavaikutteista insuliinia ihon alle asetetun kanyylin kautta jäljitellen terveen haiman toimintaa. Pumpun sähkömoottori pyörittää kierretankoa, joka muuttaa moottorin pyörimisliikkeen liukuvan männän tasaiseksi työntöliikkeeksi. Kun mäntä työntyy syvemmälle insuliinisäiliöön, mäntä pienentää säiliön tilavuutta ja pakottaa insuliiniliuoksen virtaamaan letkun ja kanyylin kautta elimistöön.

Insuliinipumpun toimintaperiaate / insulinpumpens funktionsprincip



Oletetaan, että insuliinipumpun käyttäjä on lentokoneessa maanpinnalla ja pumppu on käynnissä. 1,6 ml:n insuliinisäiliössä (pikavaikutteinen insuliini vahvuudella 100 insuliiniyksikköä / ml) on yksittäinen ilmakupla, jonka tilavuus on 10 μ l. Lentokone nousee 11 000 m:n korkeuteen. Verrattuna tilanteeseen maanpinnalla matkustamon ilmanpaine on tässä korkeudessa alentunut 25 %:lla, mutta lämpötila on pysynyt vakiona. Puristuessaan tai laajentuessaan ilmakupla vaikuttaa suoraan annostellun insuliinin määrään tilavuusmuutoksensa verran. Oletetaan, että säiliön sisäiseen nesteeseen kohdistuu sama paine, joka matkustamossa vallitsee.

Kuinka paljon annostelu muuttuu ilmakuplan vuoksi lentokoneen noustessa 11 000 m:n korkeuteen verrattuna tilanteeseen, jossa kupla olisi säiliössä maan pinnalla? Oletetaan, että ilmakupla pysyy annostellessa insuliinisäiliön sisällä. Anna vastaus insuliiniyksikköinä yhden desimaalin tarkkuudella.

Saako käyttäjä tällöin liikaa vai liian vähän insuliinia verrattuna tilanteeseen, jossa ilmanpaine ei muutu? Perustele vastauksesi.

(Tehtävässä on käytössä kaavaeditori.)



KAVALIITE / FORMELBILAGA

Vakioita / Konstanter

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

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

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

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

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

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

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

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

$$b = 2,897\,771\,955 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\pi \approx 3,1416$$

$$\text{protoni/proton: } m_p = 1,672\,621\,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\ = 1,007\,276\,5 \text{ u}$$

$$\text{neutroni/neutron: } m_n = 1,674\,927\,3 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\ = 1,008\,665\,0 \text{ u}$$

$$\text{elektroni/elektron: } m_e = 9,109\,382\,2 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \\ = 5,485\,799\,1 \cdot 10^{-4} \text{ u}$$

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

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

Kaavoja ja muuntokertoimia / Formler och omvandlingsfaktorer

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Kemia / Kemi

$$It = nzF$$

$$pV = nRT$$

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]}$$

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

Fysiikka / Fysik

$$v = v_0 + at$$

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

$$v = \omega r$$

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

$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

$$\eta = \frac{W_o}{W_i} = \frac{\frac{W_o}{t}}{\frac{W_i}{t}} = \frac{P_o}{P_i}$$

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

$$Q = sm$$

$$Q = rm$$

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

$$S = \sigma T^4$$

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

$$F = \frac{Q_1Q_2}{4\pi\epsilon_0r^2}$$

$$F = qE$$

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

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

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

$$C = Q/U$$

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

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

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

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

$$F_\mu = \mu N$$

$$P = W/t$$

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

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

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

$$p = \rho gh$$

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

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

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

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

$$L = I/A$$

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

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

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

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

$$F_m = IlB \sin \alpha$$

$$e = lvB \sin \alpha$$

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

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

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

$$M = NABl \sin \alpha$$

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

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



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

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

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

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

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

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

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

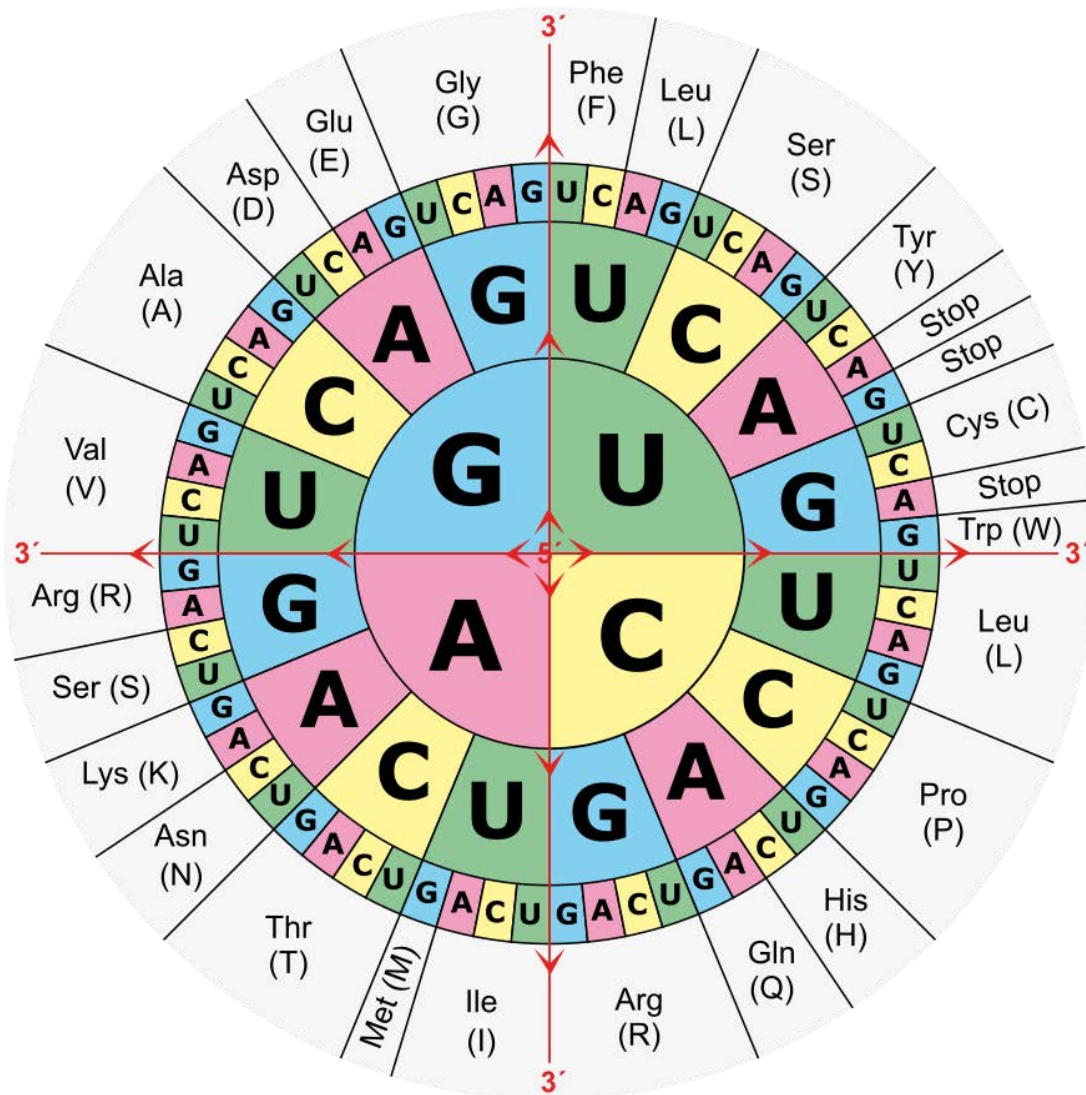
$$E = \frac{\phi}{A}$$

$$\Delta E_k = W = QU$$

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

$$H_T = w_R D$$

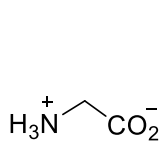
**Lähettilä-RNA:n kodoneja vastaavat aminohapot
Aminosyöror som motsvarar kodon i budbärar-RNA**



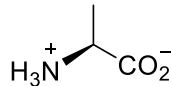


Luonnon aminohapot / Aminosyrorna i naturen

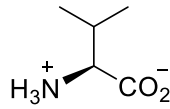
Aminohapot on esitetty siinä muodossa, jossa ne pääosin esiintyvät fysiologisessa pH-arvossa 7,4.
Aminosyrorna presenteras i den form som mest förekommer vid det fysiologiska pH-värdet 7,4.



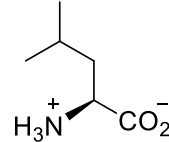
**glysiini /
glycin**
Gly, G



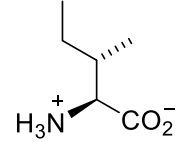
**alaniini /
alanin**
Ala, A



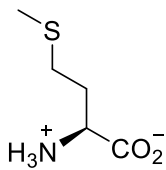
**valiini /
valin**
Val, V



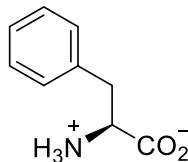
**leusiini /
leucin**
Leu, L



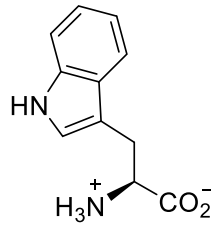
**isoleusiini /
isoleucin**
Ile, I



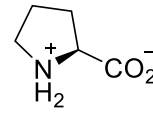
**metioniini /
metionin**
Met, M



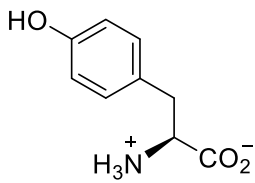
**fenyylialaniini /
fenylalanin**
Phe, F



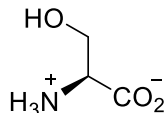
**tryptofaani /
tryptofan**
Trp, W



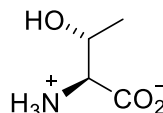
**proliini /
prolin**
Pro, P



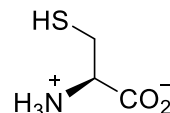
**tyrosiini /
tyrosin**
Tyr, Y



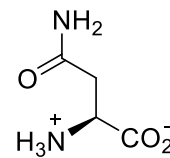
**seriini /
serin**
Ser, S



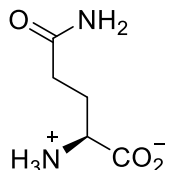
**treoniini /
treonin**
Thr, T



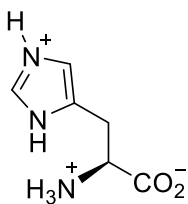
**kysteiini /
cystein**
Cys, C



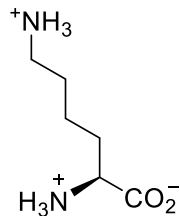
**asparagiini /
asparagin**
Asn, N



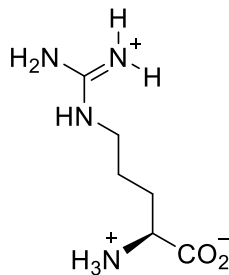
**glutamiini /
glutamin**
Gln, Q



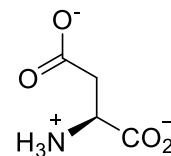
**histidiini /
histidin**
His, H



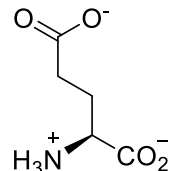
**lysiini /
lysin**
Lys, K



**arginiini /
arginin**
Arg, R



**asparagiinihappo /
asparaginsyra**
Asp, D



**glutamiinihappo /
glutaminsyra**
Glu, E



Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä / Grundämnenas periodiska system

	1																	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)