

## LÄÄKETIETEELLISTEN ALOJEN VALINTAKOE 15.5.2019

# TEHTÄVÄMONISTE

Valintakoemateriaali sisältää tehtävämonisteen sekä vastausmonisteen. Tämä tehtävämoniste sisältää valintakoetehtävät johdantoinen sekä liitteenä valintakokeen kaavakokoelman ja taulukkotietoja. Tehtävien johdantoteksteissä olevat tiedot voivat liittyä muidenkin kuin sitä seuraavan tehtävän tai tehtäväsarjan ratkaisemiseen.

Tarkista, että saamassasi **tehtävämonisteessa** on tämän kansilehden lisäksi **tehtävä sivut** tehtäville 1–19 sekä **kaava- ja taulukkosivut L1–L3**. Tarkista, että **vastausmonisteessasi** on etusivuna **optisesti luettava lomake**, jolla annetaan henkilötiedot ja vastataan tehtävän 1 kysymyksiin, **optisesti luettava lomake** tehtävälle 2 sekä **vastaus sivut** tehtäville 3–19.

**Jokaisen hakijan tulee kirjoittaa henkilötietonsa vastausmonisteen etusivuna olevalle optisesti luettavalle lomakkeelle.** Henkilötiedot kirjoitetaan selvällä käsialalla. **Käsin kirjoitetun lisäksi henkilötunnus tulee merkitä optisesti luettavaan matriisiin rastien (X) avulla.** Kumita virhemerkinnät huolellisesti pois. Jos sinulla ei ole suomalaista henkilötunnusta, niin merkitse vain syntymäaikasi. Henkilötietonsa kirjoittamalla hakija sitoutuu siihen, että vastausmonisteen jokaisen sivun ylälaudassa oleva numerosarja on hänen henkilökohtainen vastaajakoodinsa. **Tarkista, että vastausmonisteen jokaisella sivulla on sama vastaajakoodi. Henkilötiedot kirjataan vain vastausmonisteen ensimmäiselle sivulle ja muiden tehtävien vastaukset yhdistetään hakijaan vastaajakoodin perusteella. Mikäli ensimmäisen sivun henkilötiedot ovat puutteelliset, ei vastauksia voida yhdistää hakijaan eikä hakijan suoritusta voida arvioida.**

Kirjoita vastauksesi tehtäviin vastausmonisteeseen selvällä käsialalla tehtävälle varattuun tilaan. **Epäselvästi kirjoitettua tai vastaukselle varatun tilan ylittävää tekstiä ei lueta, eikä sitä oteta arvioinnissa huomioon.** Vain yksi kirjoitusrivi kutakin viivaa kohti!

Laskutehtävien ratkaisemisessa käytetään tehtävässä tai kaavaliitteessä annettuja arvoja. **Ellei toisin ilmoiteta, tuloksiin johtavat laskutoimitukset on kirjoitettava näkyville.** Numeerinen lopputulos tulee esittää laskutehtävässä käytetyn epätarkimman numeerisen arvon perusteella, mikäli tehtävänannossa ei toisin ilmoiteta. Kaavaliitteen ja vastausmonisteen vakiot ja taulukkoarvot oletetaan laskutoimituksissa tarkoiksi arvoiksi.

\*\*\*\*\*

Läketieteellisten alojen valintakoe alkaa klo 9.00 ja päättyy klo 14.00 kestäen tasan 5 tuntia. Koesaleihin pääsee klo 9.40 asti ja kokeesta saa poistua aikaisintaan klo 10.00.

### **Vastausten arvostelu ja pisteytys:**

Tehtävien ratkaiseminen edellyttää lukion opetussuunnitelman perusteiden mukaisten biologian, fysiikan ja kemian pakollisten ja syventävien kurssien, samoin kuin kokeessa annettujen tehtävien johdantotekstien sekä kaavojen ja taulukkotietojen hallintaa ja soveltamista. Kunkin tehtävän ja osatehtävän yhteydessä on ilmoitettu siitä saatava maksimipistemäärä. Valintakokeen päätyttyä julkaistaan vastauksissa vaadittavat asiakokonaisuudet ja pisteytyksen yleisperiaatteet. Nämä ovat suuntaa antavia eivätkä edusta täydellisiä tai lopulliseen muotoon yksilöityjä mallivastauksia tai tarkkoja arvosteluperiaatteiden kuvauksia.

### **Kokeen päätyttyä:**

Kaikki kirjoittaminen koetilaisuuden päättymisen ja vastausmonisteen palauttamisen välisenä aikana on kielletty ja johtaa kokeen hylkäämiseen. Vastausmonisteiden palautus tapahtuu valvojan ohjeiden mukaisesti. Vastauksia palautettaessa on esitettävä henkilöllisyystodistus.

## Tehtävä 1 (osiot A – C) 59 p.

Vastaa optisesti luettavalle lomakkeelle merkitsemällä rasti (X) kunkin kohdan parhaiten soveltuvan vastausvaihtoehdon (vain 1 kpl) kohdalle.

Tehtävän 1 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on  $20+21+18=59$  pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä. Kunkin osion (A–C) vähimmäispistemäärä on 0 p.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 1 p

Väärä valinta = -0,5 p

Ei valintaa = 0 p

### Osio A (20 p.)

**A.1.** Isotooppi  $^{238}\text{U}$  on alfa-aktiivinen. Mikä on sen alfahajoamisessa syntyvä tytärnuklidi?

a)  $^{238}\text{Th}$

b)  $^{234}\text{Th}$

c)  $^{238}\text{Pu}$

d)  $^{234}\text{Pu}$

**A.2.** Boori–neutroni-sädehoidossa booriytimiä pommitetaan neutroneilla. Tämän seurauksena boori kaappaa neutronin ( $^{10}\text{B} + n$ ) ja tapahtuu alfahajoaminen. Mitkä ovat reaktion lopputuotteet?

a)  $^4\text{He} + ^7\text{Li}$

b)  $^4\text{He} + ^6\text{Li}$

c)  $^1\text{H} + ^{10}\text{Be}$

d)  $^1\text{H} + ^9\text{Be}$

**A.3.** Mikä on jännitteen yksikkö SI-perusyksiköiden avulla ilmaistuna?

a)  $\text{kgm}^3/(\text{As}^2)$

b)  $\text{kgm}^2/(\text{As}^3)$

c)  $\text{kgm}^3/(\text{As}^3)$

d)  $\text{kgm}^2/(\text{As}^2)$

**A.4.** Olkoon pallon halkaisija sama kuin kuution särmän pituus. Mikä on pallon ja kuution tilavuuksien suhde?

a)  $4\pi/3$

b)  $\pi/6$

c)  $\pi/4$

d)  $\pi/2$

**A.5.** Fotonin energia on 1,00 eV. Mikä on tämän fotonin aallonpituus?

a) 4,14 nm

b) 1,24  $\mu\text{m}$

c) 197 nm

d) 1,95  $\mu\text{m}$

**A.6.** Mikä on näkyvän valon aallonpituus?

- a) 400–700 pm
- b) 400–700 nm
- c) 400–700  $\mu\text{m}$
- d) 400–700 mm

**A.7.** Ambulanssilla on alussa liike-energia  $E_k$ . Mikä on ambulanssin liike-energia, kun sen vauhti on nelinkertaistunut?

- a)  $2E_k$
- b)  $4E_k$
- c)  $8E_k$
- d)  $16E_k$

**A.8.** Fotoni ja elektroni liikkuvat tyhjiössä. Elektronin vauhti on 1 % valonnopeudesta. Kuinka kauan ajan hetkestä  $t$  kestää, että fotoni on kulkenut 1,0 cm pidemmän matkan kuin elektroni?

- a) 34 ps
- b) 3,3 ns
- c) 340 ps
- d) 33 ns

**A.9.** Kuparikappaletta (massa = 100 g) lämmitetään 630 W:n teholla ilman lämpöhäviöitä. Kappale on juuri saavuttanut sulamispisteensä. Kuparin ominaissulamislämpö on 205 kJ/kg. Kuinka kauan sulaminen kestää?

- a) 32,5 s
- b) 5,12 min
- c) 5,42 min
- d) 9,04 h

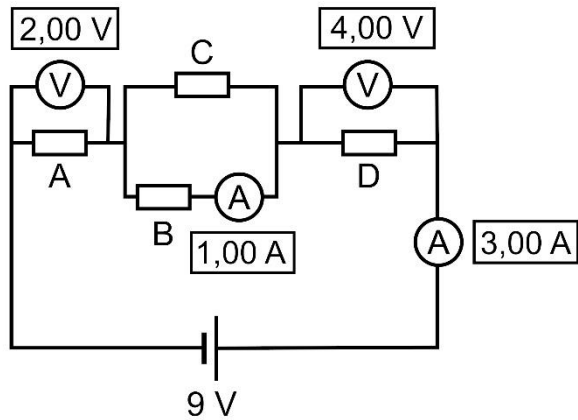
**A.10.** Pudotettu pallo pomppaa lattiasta. Mikä perusvuorovaikutus aiheuttaa pompun?

- a) Sähkömagneettinen vuorovaikutus
- b) Gravitaatiovuorovaikutus
- c) Heikko vuorovaikutus
- d) Vahva vuorovaikutus

**A.11.** Mikä pyörittää tyypillisen ydinvoimalan turbiinia?

- a) Kiertävä kuuma vesihöyry
- b) Fissiossa syntyvä säteilypain
- c) Hallitusti räjähtävän ydinpolttoaineen paine
- d) Reaktorista juoksetettava polttoneste

Alla olevassa kuvassa on esitetty eräs kytkentä ja siihen liitettyjen jännite- ja virtamittareiden näytöt. Vastaa kuvan perusteella tehtäviin **A.12.**–**A.14.**



**A.12.** Kuinka suuri virta kulkee vastuksen C läpi?

- a) 1,00 A
- b) 2,00 A
- c) 3,00 A
- d) 4,00 A

**A.13.** Mikä on vastuksen C resistanssi?

- a) 0,222  $\Omega$
- b) 1,00  $\Omega$
- c) 1,50  $\Omega$
- d) 3,00  $\Omega$

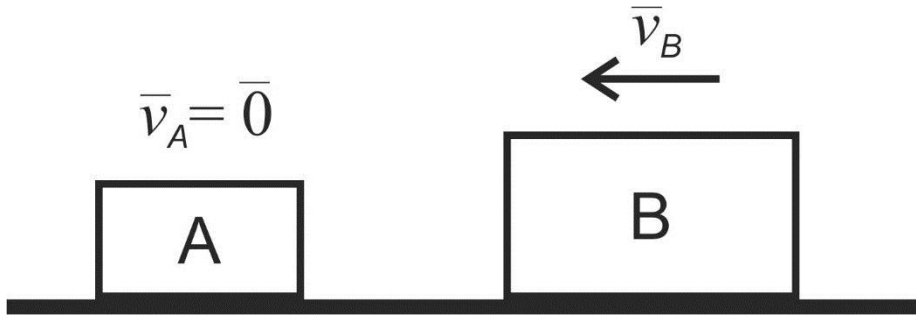
**A.14.** Mikä vastuksista A–D on resistanssiltaan suurin?

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D

**A.15.** Älypuhelimien akussa on täyteen ladattuna käytettävissä 40 kJ energiaa. Puhelimen omistajalla on käytössään taskukokoinen aurinkopaneeli, jonka pinta-ala on 50 cm<sup>2</sup>. Omistaja lataa tyhjän akun täyteen aurinkopaneelin avulla. Kauanko aikaa tähän kuluu, jos aurinkopaneelin keskimääräinen antoteho on 70 W/m<sup>2</sup>?

- a) 9,5 min
- b) 1,9 h
- c) 2,9 h
- d) 32 h

Tarkastellaan alla olevan kuvan mukaista kahden kappaleen (A ja B) systeemiä. Kappaleen A massa on  $M$  ja kappaleen B massa  $2M$ . Kappale A on alkutilanteessa levossa. Liikevastusvoimat oletetaan merkityksettömiksi. Törmäyksen jälkeen kappaleen A nopeus on  $\bar{u}_A$  ja kappaleen B nopeus  $\bar{u}_B$ . Vastaa tämän perusteella tehtäviin A.16.–A.17.



**A.16.** Mikäli törmäys on täysin kimmoton, niin mikä seuraavista vaihtoehdoista pätee?

- a)  $\bar{u}_A = \bar{u}_B$
- b)  $\bar{u}_B = \bar{0}$
- c)  $\bar{u}_A = \bar{v}_B$
- d)  $\bar{u}_B = -\bar{u}_A$

**A.17.** Mikäli törmäys on täysin kimmoisa, niin mikä on systeemin liike-energia törmäyksen jälkeen?

- a)  $Mv_B^2$
- b)  $\frac{3}{2}Mv_B^2$
- c)  $\frac{1}{2}Mv_A^2$
- d)  $\frac{1}{2}Mv_B^2$

**A.18.** Lapsi pitää palloa (massa = 2 kg) levossa korkeudella  $h$ . Kyllästyttyään hän pudottaa pallon maahan. Mikä on pallon nopeus juuri ennen kuin se osuu maahan? Jätä ilmanvastus huomioimatta.

- a)  $\frac{1}{2}gt^2$
- b)  $gt$
- c)  $\sqrt{2gh}$
- d)  $\sqrt{gh}$

**A.19.** Mikä on edellisen kohdan (A.18) palloon vaikuttavan kokonaisvoiman suuruus pudotuksen aikana? Jätä ilmanvastus huomioimatta.

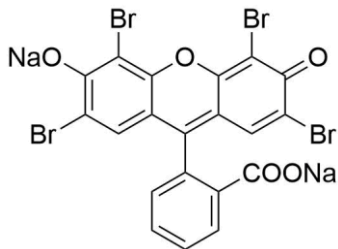
- a) 10 N
- b) 20 N
- c) 30 N
- d) 40 N

**A.20.** Homogeeninen kappale kelluu vedessä siten, että pinnan yläpuolelle jää 10 % kappaleen tilavuudesta. Mikä on kappaleen tiheys?

- a)  $800 \text{ kg/m}^3$
- b)  $900 \text{ kg/m}^3$
- c)  $1000 \text{ kg/m}^3$
- d)  $1100 \text{ kg/m}^3$

## Osio B (21 p.)

**B.1.** Huulipunan punainen väriaine on tavallisesti tetrabromifluoreseiniä, jonka rakennekaava on esitetty alla.



Tämän väriaineen molekyylipaino on

- a) 612 g/mol.
- b) 646 g/mol.
- c) 692 g/mol.
- d) 708 g/mol.

**B.2.** Alla esitetyillä molekyyleillä on poolinen kovalenttinen sidos. Mikä sidoksista on poolisin?

- a) H–Cl
- b) H–Br
- c) H–I
- d) Br–Cl

**B.3.** Jaksollinen järjestelmä täyttää tänä vuonna 150 vuotta. Jaksollisessa järjestelmässä

- a) elektroniaffiniteetti kasvaa mentäessä ylhäältä alas ja vasemmalta oikealle.
- b) ionisoitumisenergia kasvaa mentäessä ylhäältä alas ja vasemmalta oikealle.
- c) metalliluonne kasvaa mentäessä ylhäältä alas ja oikealta vasemmalle.
- d) elektronegatiivisuus kasvaa mentäessä alhaalta ylös ja oikealta vasemmalle.

**B.4.** Alumiinioksidi on ioniyhdiste, jossa alumiinin varaus on +3 ja hapen –2. Mikä on alumiinioksidin kemiallinen kaava?

- a) AlO
- b) Al<sub>3</sub>O<sub>2</sub>
- c) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- d) Al<sub>3</sub>O

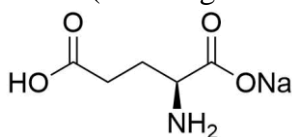
**B.5.** Kromatografialla

- a) tarkoitetaan väriyhdisteiden valmistusta.
- b) voidaan määrittää väriyhdisteen kemiallinen rakenne.
- c) voidaan erottaa yhdisteitä toisistaan.
- d) tarkoitetaan valokuvaukseen liittyvää kemiaa.

**B.6.** Aspartaamin saannin suositeltu yläraja vuorokaudessa on 40 mg painokiloa kohden (40 mg/kg/d). Erään virvoitusjuoman aspartaamipitoisuus on 2,0 mmol/l, ja kyseistä juomaa nauttii 70 kg painava henkilö. Kuinka paljon hänen pitäisi juoda juomaa vuorokaudessa, jotta hän saisi suositeltua ylärajaa vastaavan aspartaamimäärän?  $M(\text{aspartaami}) = 294,3 \text{ g/mol}$ .

- a) 2,4 l
- b) 4,8 l
- c) 9,5 l
- d) 19 l

**B.7.** Natriumglutamaattia (ks. rakennekaava alla) käytetään arominvahventeena. Kuinka paljon vähemmän natriumia on 1,0 grammassa natriumglutamaattia verrattuna 1,0 grammaan natriumkloridia?  $M(\text{natriumglutamaatti}) = 169,1 \text{ g/mol}$ .



- a) 0,14 g
- b) 0,26 g
- c) 0,35 g
- d) 0,39 g

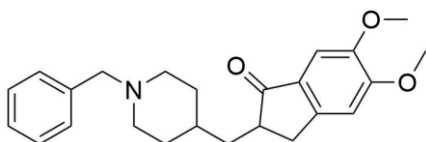
**B.8.** Röntgenkristallografialla on havaittu neljä toisiinsa peräkkäin sitoutunutta hiiliatomia, jotka asettuvat suoralle. Kahden keskimäisen hiiliatomin etäisyys toisistaan on 121 pm. Näiden kahden hiilen hybridisaatio on tällöin

- a) sp.
- b)  $sp^2$ .
- c)  $sp^3$ .
- d)  $sp^4$ .

**B.9.** Missä seuraavista vaihtoehtoista yhdisteet ovat oikeassa kiehumispisteittensä mukaisessa järjestyksessä (korkeimmasta matalimpaan)?

- a)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} > \text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na} > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} > \text{CH}_2\text{CH}_2$
- b)  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na} > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} > \text{CH}_2\text{CH}_2$
- c)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} > \text{CH}_2\text{CH}_2 > \text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}$
- d)  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na} > \text{CH}_2\text{CH}_2 > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

Donepetsiili on antikoliiniesteraaseihin kuuluva lääkeaine, jota käytetään Alzheimerin taudin hoidossa. Sen rakennekaava on annettu alla. Vastaa rakennekaavan perusteella kysymyksiin **B.10.** ja **B.11.**



**B.10.** Mihin yhdisteryhmiin donepetsiilin voidaan katsoa kuuluvan rakenteensa perusteella?

- a) Fenoli, ketoni ja sekundäärinen amiini
- b) Fenoli, aldehydi ja tertiäärinen amiini
- c) Eetteri, ketoni ja tertiäärinen amiini
- d) Eetteri, aldehydi ja sekundäärinen amiini

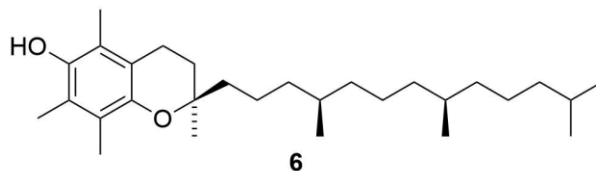
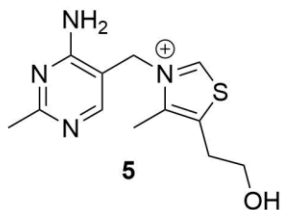
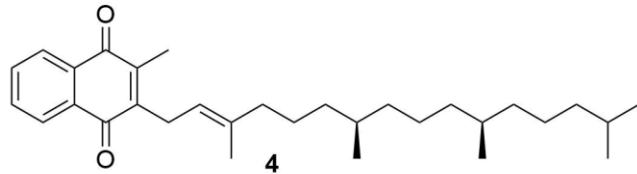
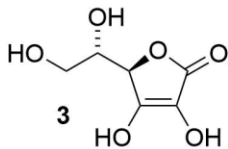
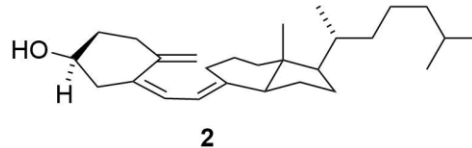
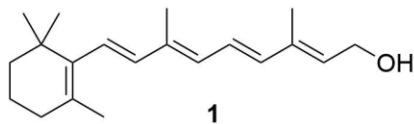
**B.11.** Kuinka monta asymmetria- eli kiraliakeskusta donepetsiilissä on?

- a) 0
- b) 1
- c) 2
- d) 3

**B.12.** Nukleotidi koostuu fosfaatti- ja sokeriosan lisäksi

- a) lipidiosasta.
- b) peptidiosasta.
- c) heterosyklisestä renkaasta.
- d) emäksisestä aminohappotähteestä.

**B.13.** Vitamiinit jaetaan liukoisuutensa perusteella rasvaliukoisiin ja vesiliukoisiin vitamiineihin. Alla olevassa kuvassa on esitetty kuusi erilaista vitamiinia (1–6).

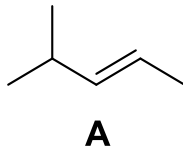


Kemiallisen rakenteensa perusteella rasvaliukoisia vitamiineja ovat

- a) 2, 3, 4 ja 5.
- b) 1, 4, 5 ja 6.
- c) 1, 2, 4 ja 6.
- d) 2, 3, 5 ja 6.



**B.14.** Mikä seuraavista yhdisteistä on yhdisteen **A** isomeeri?



- a) Heksaani
- b) Sykloheksaani
- c) 2-Metyyliheksaani
- d) *cis*-2-Metyyliheks-3-eeni

**B.15.** Reaktioaktivoitumisenergian pienentyessä

- a) reaktion tasapaino siirtyy tuotteiden puolelle.
- b) reaktio vapauttaa vähemmän lämpöenergiaa.
- c) reaktion tasapaino siirtyy lähtöaineiden puolelle.
- d) reaktionopeus kasvaa.

**B.16.** Ihminen tuottaa päivässä noin 13 000 mmol hiilidioksidia. Tämän hiilidioksidimäärän tilavuus 25,0 °C:n lämpötilassa ja 101 325 Pa:n paineessa on

- a) 0,027 litraa.
- b) 0,32 litraa.
- c) 27 litraa.
- d) 320 litraa.

**B.17.** Kasveissa tapahtuvassa fotosynteesissä hiilidioksidi ja vesi reagoivat muodostaen glukoosia (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) ja happea (O<sub>2</sub>). Kuinka monta grammaa vettä tarvitaan reagoimaan hiilidioksidin kanssa, kun hiilidioksidia on 20,0 g?

- a) 3,40 g
- b) 6,50 g
- c) 7,52 g
- d) 8,19 g

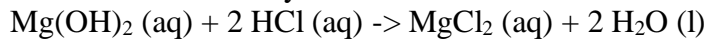
**B.18.** Mikä seuraavista väittämistä pitää paikkansa veden olomuodon muuttuessa?

- a) Nestemäisen veden höyrystyminen on eksoterminen prosessi.
- b) Vesihöyryn tiivistyessä nesteeksi veden entropia pienenee.
- c) Jään sulaessa veden entropia pienenee.
- d) Nestemäisen veden jäätyminen on endoterminen prosessi.

**B.19.** Vetykloridin vesiliuoksen pH on 4. Liuosta laimennetaan niin, että sen oksoniumionikonsentraatio on yksi sadasosa alkuperäisestä. Mikä on laimennetun liuoksen pH?

- a) 2
- b) 3
- c) 5
- d) 6

**B.20.** Kuinka monta grammaa magnesiumhydroksidia tarvitaan neutraloimaan 0,30 grammaa vetykloridia alla olevan reaktioyhtälön mukaisesti?



- a) 0,24 g
- b) 0,48 g
- c) 0,50 g
- d) 0,96 g

**B.21.** Jokaisesta alla olevasta yhdisteestä valmistetaan vesiliuos, jonka konsentraatio on 1 M. Minkä yhdisteen liuoksen pH-arvo on suurin?

- a)  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- b) HF
- c)  $\text{H}_2\text{CO}$
- d) HCOOH

## Osio C (18 p.)

**C.1.** Entsyymien denaturoitessa sen

- a) pH-optimi muuttuu.
- b) kolmiulotteinen rakenne hajoaa.
- c) aktiivisuus kasvaa.
- d) substraatti hajoaa.

**C.2.** Amylaasi on entsyymi, joka hajottaa ohutsuolessa

- a) hiilihydraatteja.
- b) lipidejä.
- c) proteiineja.
- d) nukleiinihappoja.

**C.3.** Millä seuraavista on pienin ekologinen tehokkuus?

- a) Koivu
- b) Laiduntava poro
- c) Koiranpentu
- d) Viljelty rypsi

**C.4.** Kuinka monta prosenttia kasvit keskimäärin voivat hyödyntää saamastaan auringon energiasta fotosynteesin avulla?

- a) 0,1
- b) 1
- c) 10
- d) 50

**C.5.** Mikä on tyypillistä kaupunkiekosysteemille?

- a) Vähäinen hajottajien määrä
- b) Petojen puuttuminen
- c) Vähäinen sademäärä
- d) Runsas biomassan tuottajien määrä

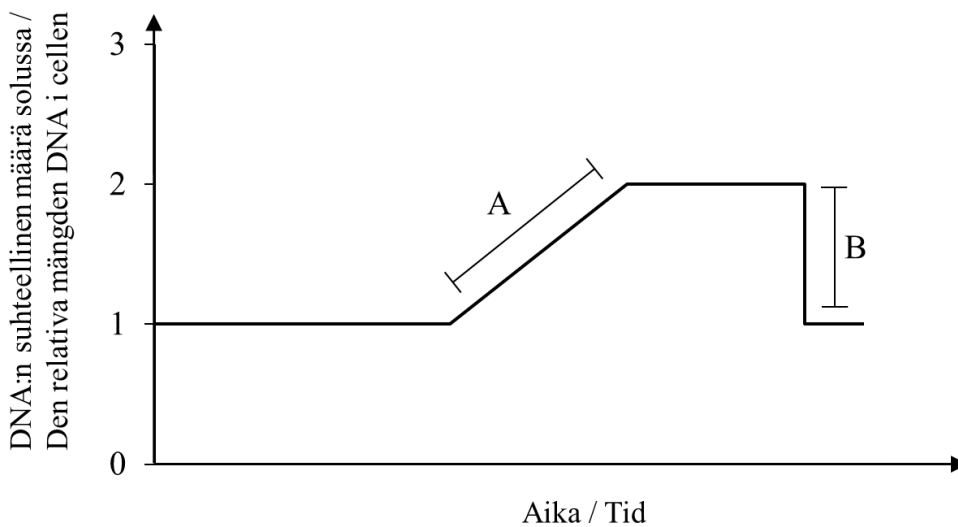
**C.6.** Minkä kokoinen on tyypillinen eukaryoottisolū?

- a)  $10^{-5}$  m
- b)  $10^{-7}$  m
- c)  $10^{-9}$  m
- d)  $10^{-11}$  m

**C.7.** Mikä seuraavista eläinsolun rakenteista on kooltaan pienin?

- a) Lysosomi
- b) Mitokondrio
- c) Peroxisomi
- d) Ribosomi

Oheinen kaavio kuvaa DNA:n suhteellista määrää solun elämänsyklin eli solusyklin eri vaiheissa. Vastaa kaavion perusteella tehtäväkohtiin **C.8.** ja **C.9.**



**C.8.** Mikä solusyklin vaihe on kyseessä kuvan kohdassa A?

- a) G1
- b) S
- c) G2
- d) M

**C.9.** Mitä tapahtuu kuvan kohdassa B?

- a) DNA kahdentuu
- b) DNA pakkautuu
- c) Solusykli pysähtyy
- d) Solu jakautuu

**C.10.** Eri selkärangkaisilla lajeilla esiintyvät homologiset rakenteet ovat

- a) samaa alkuperää.
- b) toiminnallisesti samanlaisia.
- c) syntyneet koevoluution tuloksena.
- d) syntyneet ympäristön muokkaamina.

**C.11.** *Australopithecus africanus* on varhainen apinaihmislaji, joka eli noin

- 1,5 miljoonaa vuotta sitten.
- 3,0 miljoonaa vuotta sitten.
- 5,0 miljoonaa vuotta sitten.
- 7,0 miljoonaa vuotta sitten.

**C.12.** Naali eli napakettu kuuluu

- nisäkkäiden pääjaksoon/kaareen.
- selkäjanteisten (chordata) pääjaksoon/kaareen.
- koiraeläinten lahkoon.
- kettujen lajiin.

**C.13.** Ensimmäiset dinosaurukset ilmaantuivat maapallolle

- triaskaudella n. 250 miljoonaa vuotta sitten.
- kambriaudella n. 250 miljoonaa vuotta sitten.
- triaskaudella n. 350 miljoonaa vuotta sitten.
- kambriaudella n. 350 miljoonaa vuotta sitten.

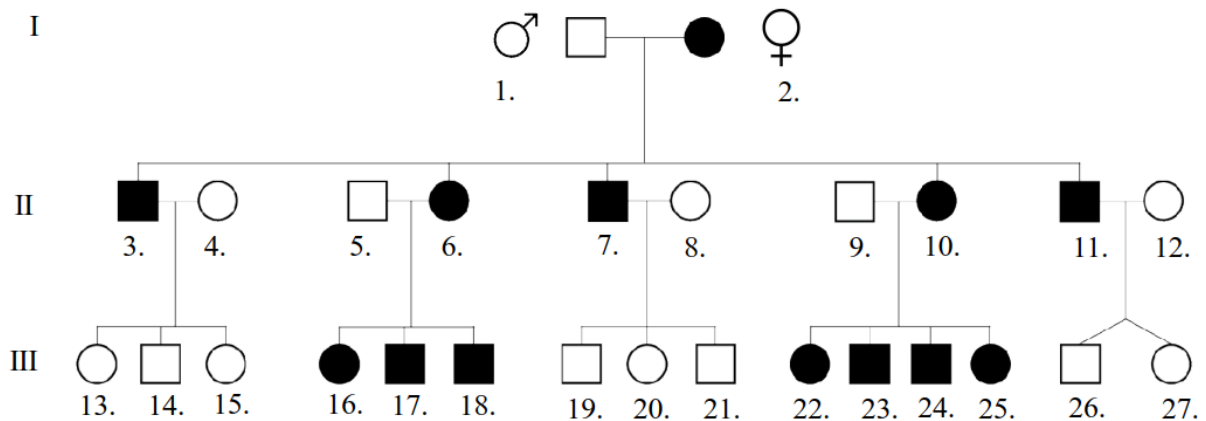
**C.14.** Nivelmadoista tiedetään että

- niiden verenkierto on avoin.
- niillä on kaksiaukkoinen ruuansulatuskanava.
- niillä on voimakas regeneraatiokyky.
- ne lisääntyvät suvuttomasti.

**C.15.** Rustokalojen erityispiirteisiin kuuluu

- yksinkertainen verenkierto.
- liikkuvat kiduskannet.
- uimarakon puuttuminen.
- suomuton iho.

Alla olevassa kuvassa on erään perheen kolmen polven (I–III) sukupuusi. Suvussa esiintyy perinnöllinen sairaus. Sairaats perheenjäsenet on merkitty tässä sukupuussa mustalla värillä. Sairausten vaka-  
vuusaste vaihtelee eri yksilöillä. Ympyrä kuvaa naista ja neliö miestä. Vastaa kuvan perusteella  
kohtiin **C.16–C.18**.



**C.16.** Sukupuun perusteella sairaus periytyy

- a) autosomaalisesti.
- b) X-kromosomaalisesti.
- c) polygeenisesti.
- d) mitokondriaalisesti.

**C.17.** Sukupuun III polven poika (kuvan numero 18) avioituu terveen serkkunsa (kuvan numero 27) kanssa. Serkun isällä on sama suvussa esiintyvä sairaus. Ketkä tämän avioparin lapsista sairastuvat?

- a) Kaikki tytöt
- b) Kaikki pojat
- c) Kaikki
- d) Ei kukaan

**C.18.** Sukupuun III polven tyttö (kuvan numero 25) sairastaa taudin vakavinta muotoa. Hän avioituu saman sairauden lievää muotoa sairastavan miehen kanssa. Heidän lapsistaan

- a) vain tytöt sairastuvat.
- b) vain pojat sairastuvat.
- c) kaikki sairastuvat taudin vakavimpaan muotoon.
- d) kaikki sairastuvat.

## Tehtävä 2 (9 p.)

Alla olevassa taulukossa on lista terveen aikuisen ihmisen verenkiertoon ja hengitykseen liittyviä suureita. Valitse suuretta parhaiten vastaava numeroarvo **merkitsemällä rasti (X) optisesti luettavan lomakkeen** (vastausmoniste s. 2) taulukkoon. Yksi rasti/rivi.

Pisteytys: Yksi piste/rivi: oikea valinta = 1 p.; yksikin väärä valinta tai ei valintaa = 0 p.

a. Punasolujen lukumäärä litrassa verta		
b. Valkosolujen lukumäärä litrassa verta		
c. Veren glukoosipitoisuus (mmol/l)		
	Levossa	Kovassa ra- situksessa
d. Sydämen minuuttitulavuus (l/min)	5	
e. Hengityksen minuuttitulavuus (l/min)	6	
f. Verenvirtaus ihossa (l/min)	0,5	
g. Verenvirtaus aivoissa (l/min)	0,75	
h. Verenvirtaus sydänlihaksessa (l/min)	0,25	
i. Verenvirtaus munuaisissa (l/min)	1,2	

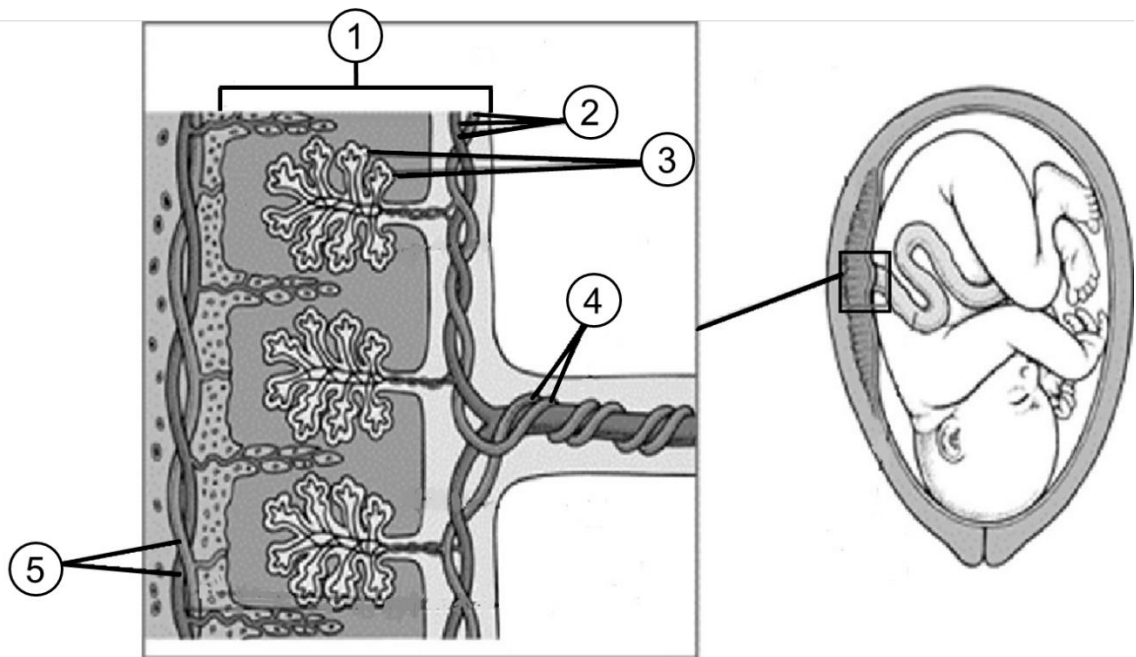
## Tehtävä 3 (8p)

NASA:n tekemässä kaksostutkimuksessa haluttiin selvittää, miten oleskelu avaruudessa vaikuttaa kromosomirakenteeseen ja geeneihin. Astronautti Scott Kelly lähti kansainväliselle avaruusasemalle ISS:lle 340 päiväksi, kun taas hänen identtinen kaksoisveljensä Mark jäi Maahan. Molemmat tutkittiin ennen Scottin matkaa ja heti sen jälkeen. Scottin DNA:n ja kromatiinin epigeneettisten muutosten huomattiin lisääntyneen merkittävästi avaruudessa oleilun aikana. Kaksoisveljeltä ei vastaavia muutoksia löytynyt. Lisäksi veljesten välillä havaittiin eroja tuhansien geenien transkriptiossa.

- Mainitse kaksi epigeneettistä muutosta, jotka voivat estää geenien transkription. (2 p.)
- Vaikuttavatko epigeneettiset muutokset yksilölliseen DNA-profiiliin? Merkitse oikea vaihtoehto rastilla (X) ja perustele vastauksesi. (2 p.)
- Geenien toimintaan voidaan vaikuttaa myös CRISPR-tekniikalla. Mihin perustuu se, että jokin geeni voidaan kohdennetusti poistaa toiminnasta tällä menetelmällä? (4 p.)

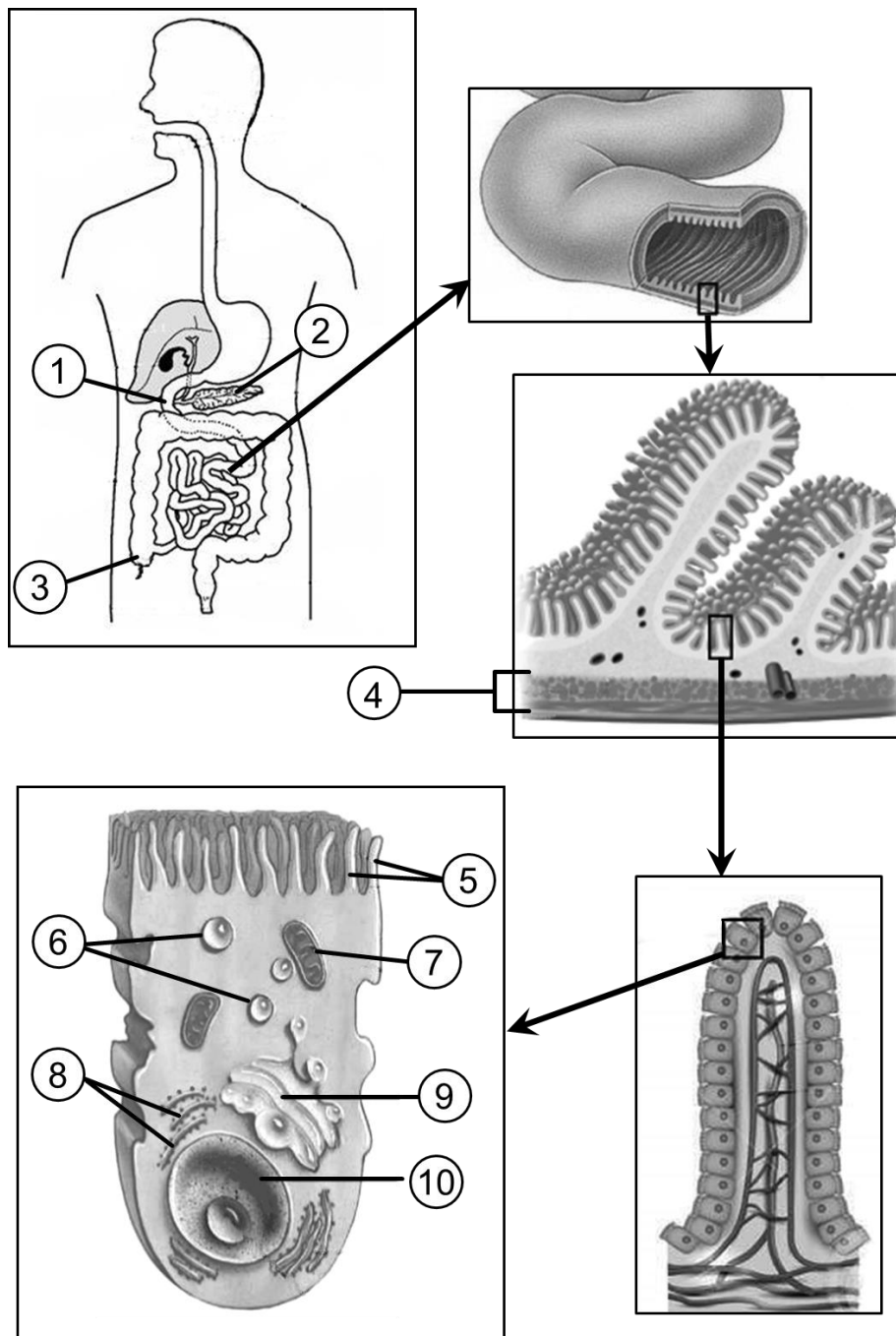
## Tehtävä 4 (6 p)

- Nimeä tarkasti vastausmonisteeseen kuvaan merkityt rakenteet 1–5. (5 p)
- Missä näistä rakenteista (1–5) veren happipitoisuus on pienin? (1 p)



## Tehtävä 5 (11 p)

- a) Tunnista ruoansulatuskanavan osat 1–3. (4 p)
- b) Mikä suolen seinämän kerros on numeron 4 osoittamassa kohdassa? (2 p)
- c) Suolen seinämän epiteelisolu tuottaa peptidaasientsyymejä. Solun numeroista rakenteista (5–10) kolme osallistuu suoraan entsyymien muokkaukseen ja eritykseen. Kirjoita vastauslomakkeen taulukkoon näitä rakenteita vastaavat numerot ja niiden nimet. Sekä rakenteen nimen että numeron tulee olla oikein. (3 p)
- d) Suolen seinämä on voimakkaasti poimuuntunut. Nimeä kaksi rakennetta, jotka poimuuntumisen ohella lisäävät merkittävästi ohutsuolessa ravintoaineiden imeytymispinta-alaa. (2 p)



## Tehtävä 6 (14 p)

Maailman terveysjärjestön WHO:n vuoden 2016 tilastojen mukaan kehittyvissä maissa 10 merkittävimmän kuolinsyyn joukossa oli useita tarttuvia tauteja. Näihin kuoli kaikkiaan n. 260 miljoonaa ihmistä ko. vuoden aikana. Teollisissa maissa kymmenestä merkittävimmästä kuolinsyystä yhdeksän liittyi suoraan tai välillisesti elintapoihin. Ihmisten ja tavaroiden liikkuvuus sekä suuret muuttoliikkeet ovat kuitenkin tuoneet teollistuneisiin maihin takaisin sairauksia, joiden luultiin jo hävinneen. Lisäksi uusia taudinaiheuttajia, kuten zikavirus, on ilmaantunut myös teollistuneisiin maihin. Vastausmonisteen taulukossa on muutamia tunnettuja tarttuvia tauteja. Täydennä vastausmonisteen taulukko kohtien I–IV ohjeiden mukaisesti.

1 oikein/rivi = 0 p.

2 oikein/rivi = 1 p.

3–4 oikein/rivi = 2 p.

I) Kirjoita taudin kohdalle vastaussarakkeeseen A **taudinaiheuttaja** (yksi/tauti).

II) Merkitse taudin kohdalle vastaussarakkeeseen B **leviämistavan numero** alla olevasta listasta (paras vaihtoehto, vain yksi numero/rivi):

1. Pissatartunta
2. Kosketustartunta
3. Veri tai muu erite
4. Eläimen purema
5. Saastunut elintarvike

III) Merkitse taudin kohdalle vastaussarakkeeseen C, onko tautia vastaan olemassa tehokas **rokote** vai ei.

Merkitse + (plus), mikäli tehokas rokote tautia vastaan on käytössä, – (miinus), mikäli ei ole.

IV) Merkitse taudin kohdalle vastaussarakkeeseen D taudin **yleisimmän oireen/yleisimpien oireiden numero** alla olevasta listasta (paras vaihtoehto, vain yksi numero/rivi):

1. Korkea kuume muutaman päivän välein
2. Korkea kuume, punaläiskäinen ihottuma
3. Korkea kuume, munuaisten vajaatoiminta
4. Korkea kuume, sisäiset verenvuodot
5. Pitkittynyt limainen yskä
6. Kuume, halvaus
7. Ruokamyrkytysoireet



**Tehtävä 7** (8 p)

Taulukossa on lueteltu sukusolujen syntymiseen liittyviä tapahtumia. Kirjoita vastausmonisteen taulukkoon kunkin tapahtuman kohdalle, mistä meioosin vaiheesta on kysymys (vaiheen nimi).

Merkitse lisäksi rastilla (x), kummasta meioosin osasta on kyse (meioosi I vai meioosi II) – vain yksi rasti riviä kohden.

Sekä vaiheen nimen että meioosin osan on oltava oikein (1 piste/rivi).

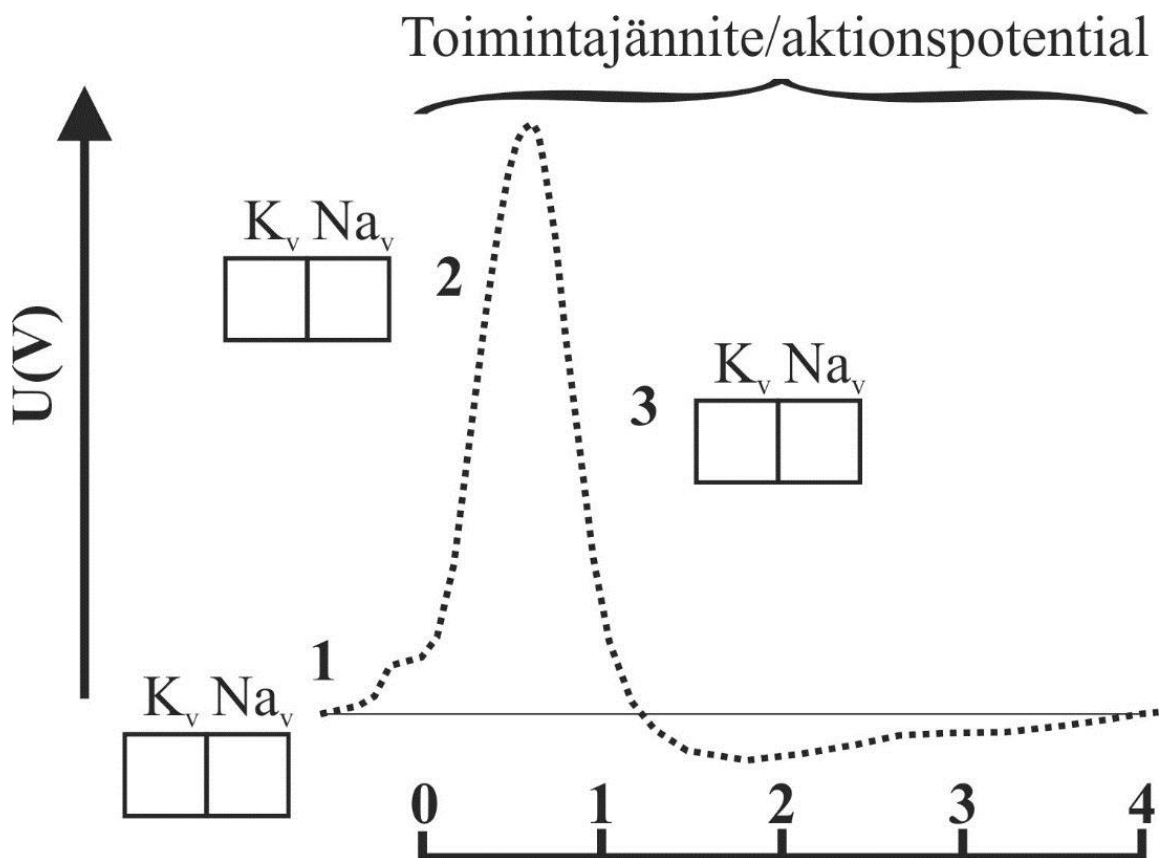
	Tapahtuma	Vaiheen nimi	Meioosi I	Meioosi II
1.	Vastinkromosomit ovat solun keskellä eri puolilla solun jakotaso.			
2.	Tumakotelo muodostuu tytärokromosomiryhmien ympärille.			
3.	Vastinkromosomien osat voivat vaihtaa paikkaa keskenään kiasmoissa.			
4.	Mikrotubulukset lyhenevät ja vetävät sisarkromatidit erilleen solun vastakkaisille puolille.			
5.	Sisarkromatidit ovat solun keskellä eri puolilla solun jakotaso.			
6.	Homologiset vastinkromosomit muodostavat pareja eli konjugoituvat.			
7.	Kahdentuneet kromosomit kerääntyvät solun napoihin ja kromatiinin kierteisyys löystyy.			
8.	Mikrotubulukset lyhenevät ja vetävät vastinkromosomit erilleen solun vastakkaisille puolille.			

## Tehtävä 8 (7 p)

Lepojännitteessä osa hermosolukalvon kaliumkanavista on auki. Lisäksi kalvolla on jänniteherkkiä kalium- ja natriumkanavia, joiden ioniläpäisevyys riippuu kalvojännitteestä. Kalvolla etenevää sähköistä pulssia (hermoimpulssia) sanotaan toimintajännitteeksi. Hermosoluun saapuva ärsyke aiheuttaa muutoksen kalvojännitteessä. Mikäli kalvojännitteen muutos on riittävän suuri, niin toimintajännite lähtee liikkeelle ja etenee kalvolla, kun jänniteherkät kalium- ja natriumkanavat vuoroin aktivoituvat ja vuoroin inaktivoituvat. Kanavan aktivoituessa se päästää ioneja lävitseen ja inaktivoituessa se ei enää päästä ioneja lävitseen.

Alla olevassa kuvaajassa on esitetty katkoviivalla solun kalvojännite ajan funktiona tietyssä kohdassa kalvoa, kun toimintajännite ohittaa sen. Kuvaajassa jänniteherkkien kaliumkanavien symboli on  $K_v$  ja jänniteherkkien natriumkanavien  $Na_v$ .

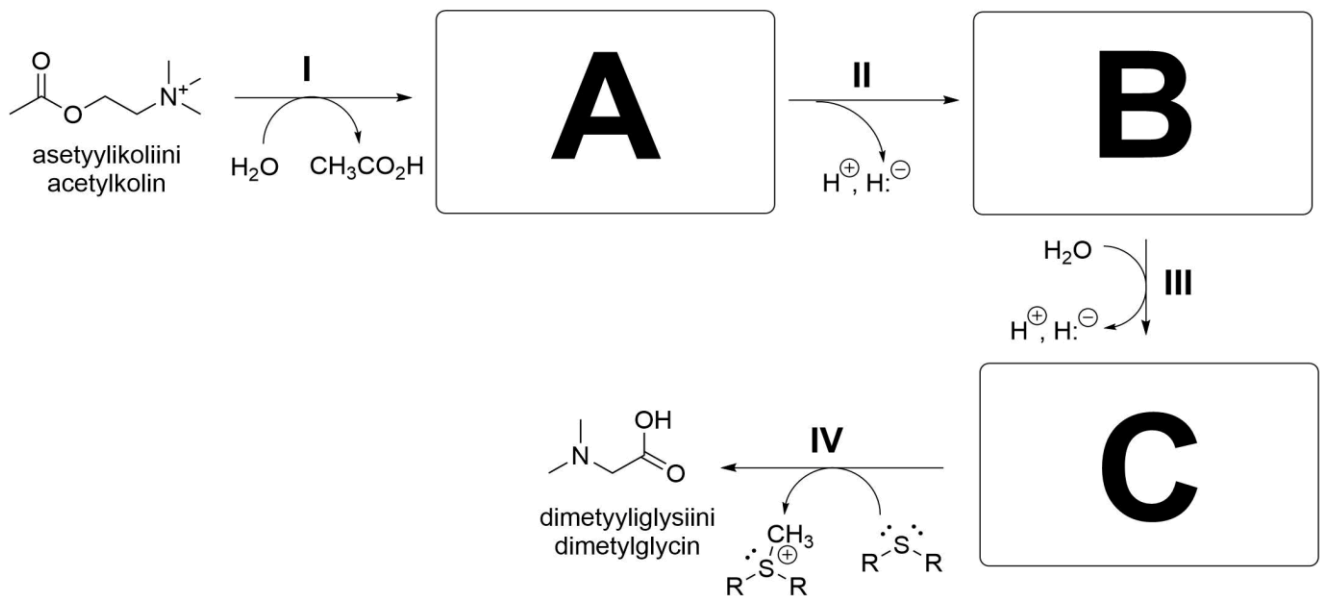
- Merkitse vastausmonisteen laatikoihin ionikanavien ( $K_v$  ja  $Na_v$ ) tila toimintajännitteen vaiheissa 1, 2 ja 3. Merkitse kuhunkin ruutuun kanavan tila joko kirjaimella A (aktiivinen, ioniläpäisevä) tai kirjaimella I (inaktiivinen, ioniläpäisemätön). Pisteiden saamiseksi molempien ionikanavien tilan/vaihe on oltava oikein. (3 p.)
- Mikä on kuvassa annetun toimintajännitteen kesto? (1 p.)
- Mutaatio voi aiheuttaa  $K_v$ -kanavien pysyvän, kalvojännitteestä riippumattoman aktivaation. Miten tämä vaikuttaa toimintajännitteeseen? Perustele. (2 p.)
- Miten c-kohdassa mainittu mutaatio vaikuttaa välittäjäaineen vapautumiseen? (1 p.)



## Tehtävä 9 (9 p.)

Aminohappo glysiiniä syntyy asetyylikoliinista dimetyyliyglysiinin kautta. Dimetyyliyglysiinin biosynteesi asetyylikoliinista sisältää neljä entsyymin katalysoimaa reaktiota (I–IV). Reaktioissa II–IV on mukana myös kofaktori, joka vastaanottaa substraatista lohkeavan hydridi-ionin ( $\text{H}^-$ ), protonin ( $\text{H}^+$ ) tai meteniumionin ( $\text{CH}_3^+$ ). Alla olevaan reaktiokaavioon ei ole merkitty entsyymien nimiä eikä kofaktorien täsmällisiä rakenteita.

Piirrä vastausmonisteen laatikoihin reaktiosarjan (I–IV) välituotteet (A–C).



## Tehtävä 10 (8 p.)

Kehitteillä olevan lääkeaineen tutkimukset osoittivat, että lääkeaineen poistuminen (eliminaatio) verestä noudattaa ensimmäisen kertaluvun kinetiikkaa oheisen yhtälön mukaisesti

$$c(t_2) = c(t_1) \cdot e^{-k(t_2-t_1)}, \text{ jossa}$$

$c(t_1)$  ja  $c(t_2)$  ovat ajanhetkillä  $t_1$  ja  $t_2$  mitatut lääkeaineiden pitoisuudet veressä ja  $k$  on eliminaation nopeusvakio.

Tutkimushenkilölle annettiin kyseistä lääkeainetta kerta-annos injektiona laskimoon, minkä jälkeen lääkeaineen pitoisuuksia veressä määritettiin tasaisin väliajoin. Ensimmäisessä mittauksessa pitoisuus oli 0,10 mmol/l ja neljä tuntia myöhemmin tehdyssä mittauksessa 0,062 mmol/l.

Määritä näiden mittaustulosten perusteella lääkeaineen eliminaation nopeusvakion arvo. Laskut ja vastaus kirjoitetaan vastauslomakkeen laatikkoon I.

Missä ajassa kyseisen lääkeaineen pitoisuus veressä puolittuu? Laskut ja vastaus kirjoitetaan vastauslomakkeen laatikkoon II.

## Tehtävä 11 (14 p.)

Orgaanisen yhdisteen rakenne voidaan selvittää yhdistämällä usean menetelmän antamia analyysitietoja. Tällöin käytävissä voi olla yhdisteen infrapunaspektri (IR-spektri) ja protonin ydinmagneettinen resonanssispektri ( $^1\text{H-NMR}$ -spektri) sekä alkuaineanalyysin tai massaspektrometrian perusteella tietoa yhdisteen alkuainekoostumuksesta.

IR-spektristä voidaan tunnistaa yhdisteessä olevien sidosten ja funktionaalisten ryhmien värähtelyjä. Erityisen hyödyllisiä rakenneanalyysin kannalta ovat H–O- ja H–N-sidosten venymisvärähtelyt (aaltoluilla  $3300\text{--}3650\text{ cm}^{-1}$ ), H–C-sidosten venymisvärähtelyt (n.  $3000\text{ cm}^{-1}$ ) ja hiili–happi-kaksois-sidosten (C=O) venymisvärähtelyt (n.  $1700\text{ cm}^{-1}$ ) sekä aromaattisten yhdisteiden bentseenirenkään taipumisvärähtelyt ( $1450\text{--}1600\text{ cm}^{-1}$ ). Yhdisteen sisältämien protonien kemiallisesta ympäristöstä ja lukumäärästä saadaan tietoa  $^1\text{H-NMR}$ -spektrin avulla.

Hunajamelonin aromiaineita analysoitiin. Yhdestä tunnistettavasta aromiaineesta tehtiin alkuaineanalyysi sekä mitattiin  $^1\text{H-NMR}$ -, IR- ja massaspektrit. Tässä tehtävässä annettu massaspektri on määritetty käyttäen elektronipommitus-ionisaatiota siten, että kaikki havaitut hiukkaset ovat kertaalleen positiivisesti varautuneita, eli  $z = 1$  kaikille havaitulle piikeille.

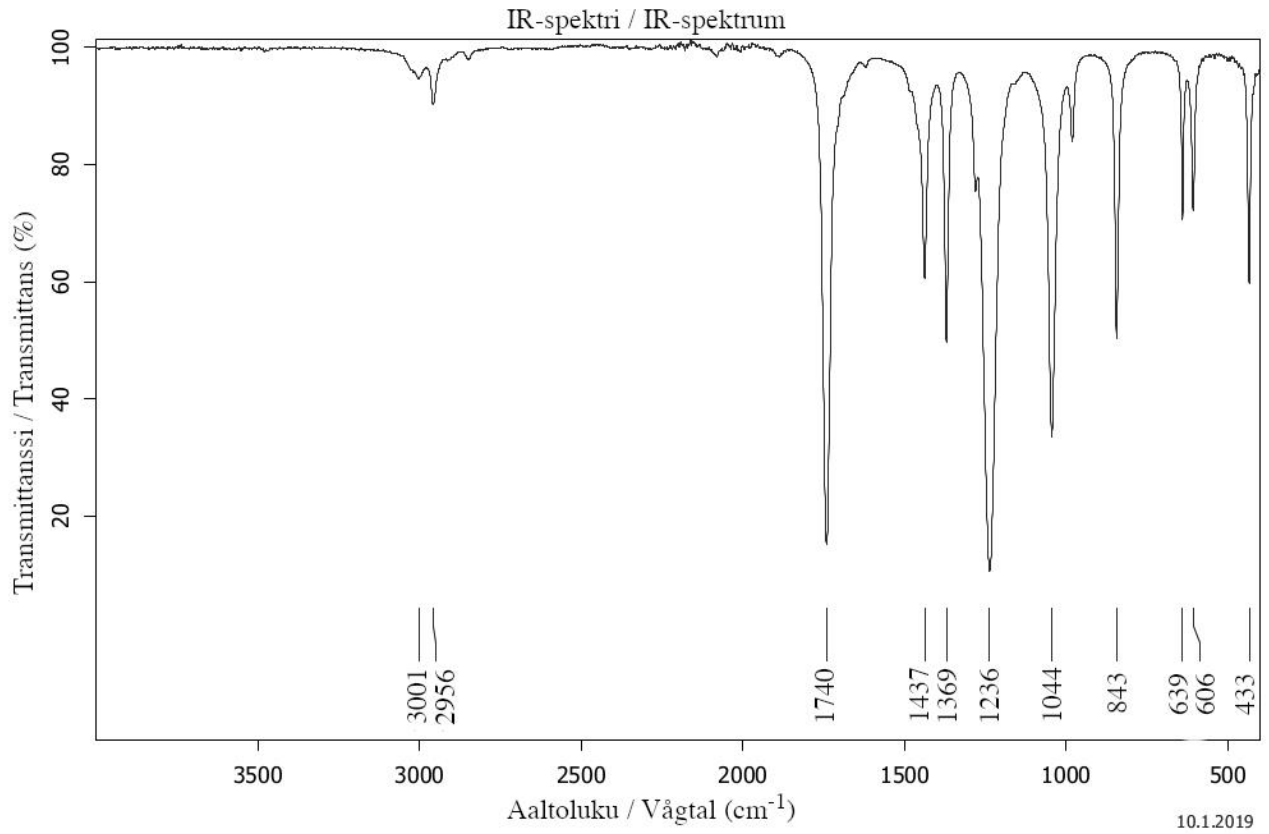
- a) Yhdisteen karbonyyliryhmän piikki IR-spektrissä on aaltoluvulla  $1740\text{ cm}^{-1}$ . Mikä on kyseistä aaltolukua vastaava infrapunasäteilyn aallonpituus? (2 p.)
- b) Karbonyyliryhmän hiili–happi-kaksoissidoksen (C=O) sidosenergia on tyypillisesti  $743\text{ kJ/mol}$ . Kuinka suuri on IR-spektroskopian perusteella karbonyyliryhmän venymisvärähtelyyn absorboitunut energia, kun absorptio tapahtuu aaltoluvulla  $1740\text{ cm}^{-1}$ ? Anna vastaus samassa yksikössä kuin sidosenergia (kJ/mol). (2 p.)
- c) Alla on annettu analyysi- ja spektritietoa tunnistettavana olevasta orgaanisesta yhdisteestä. Kirjoita vastauslomakkeen c-kohdan viivoille (1–3) yhdisteen suhdekaava (1), molekyylikaava (2) ja nimi (3). Piirrä rakennekaava vastauslomakkeessa olevaan kehykseen (4). (10 p.)

### Alkuaineanalyysi:

C: 48,6 massaprosenttia

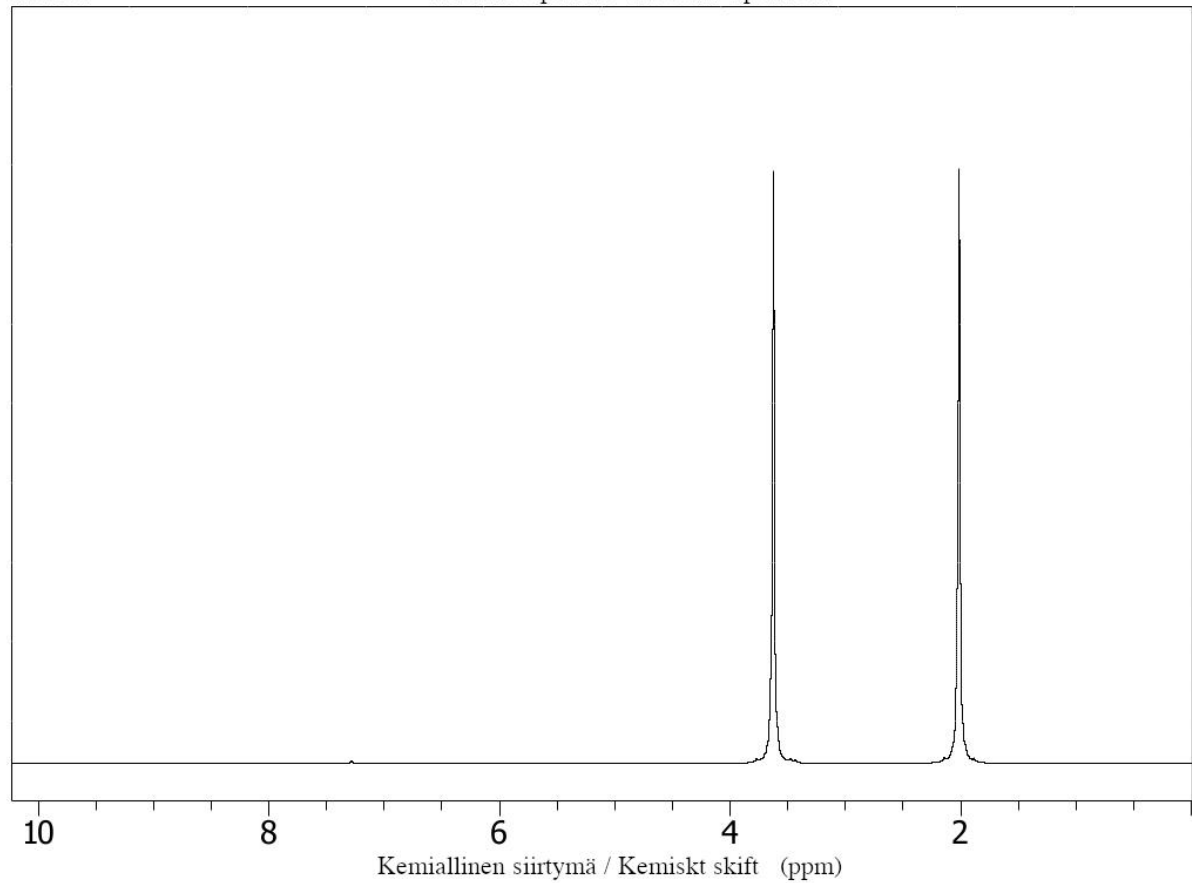
O: 43,2 massaprosenttia

H: 8,2 massaprosenttia

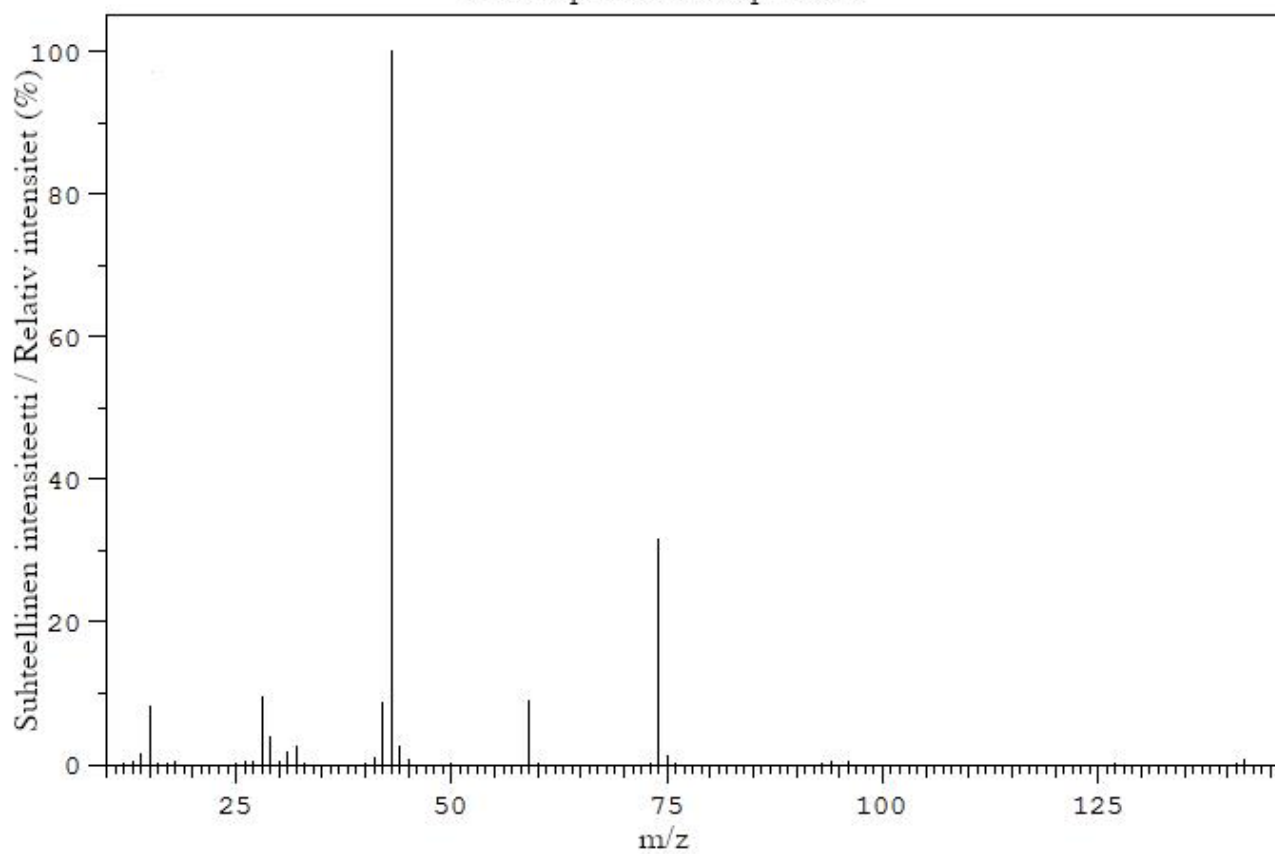


10.1.2019

$^1\text{H}$  NMR -spektri /  $^1\text{H}$  NMR -spektrum



Massaspektri / Masspektrum

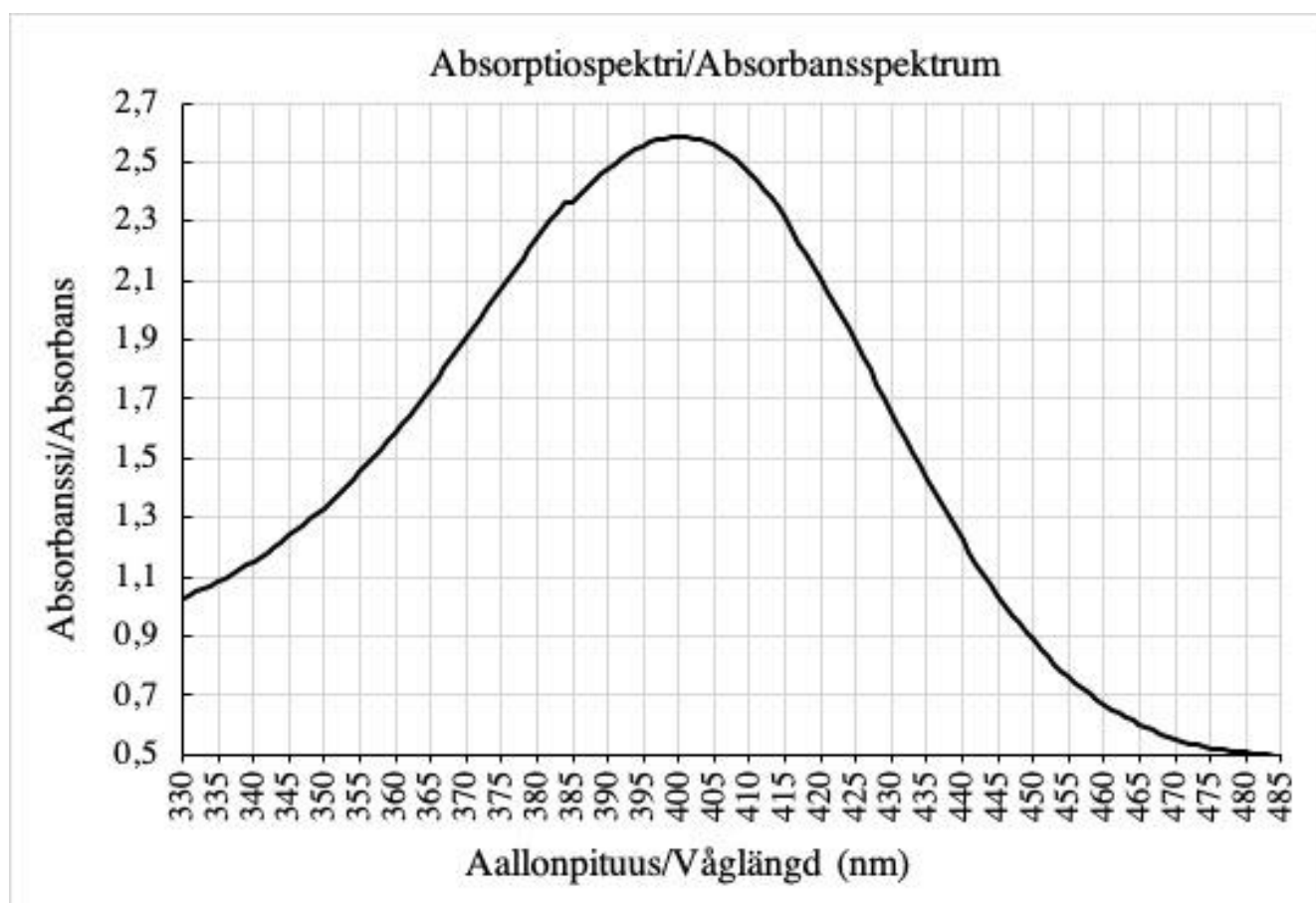


## Tehtävä 12 (14 p.)

Kipulääke parasetamolin synteesin välituote on 4-nitrofenoli (para-nitrofenoli, PNP). Alhaisessa pH:ssa 4-nitrofenolin vesiliuos on väritön. Liuos on selvästi keltainen, jos pH on yli 7,5. Värin aiheuttaa 4-nitrofenolaatti.

a) Piirrä rakennekaavoin 4-nitrofenolin ja 4-nitrofenolaatin tasapainoreaktio vedessä. (6 p.)

b) Alla olevassa kuvassa on esitetty 4-nitrofenolaatin absorptiospektri. Millä aallonpituudella pystytään tarkimmin määrittämään 4-nitrofenolaatin pitoisuus laimeasta vesinäytteestä? (2 p.)



c) Oheisessa taulukossa on PNP-kantaliuoksesta tehtyjen laimennoksien absorbanssiarvot:

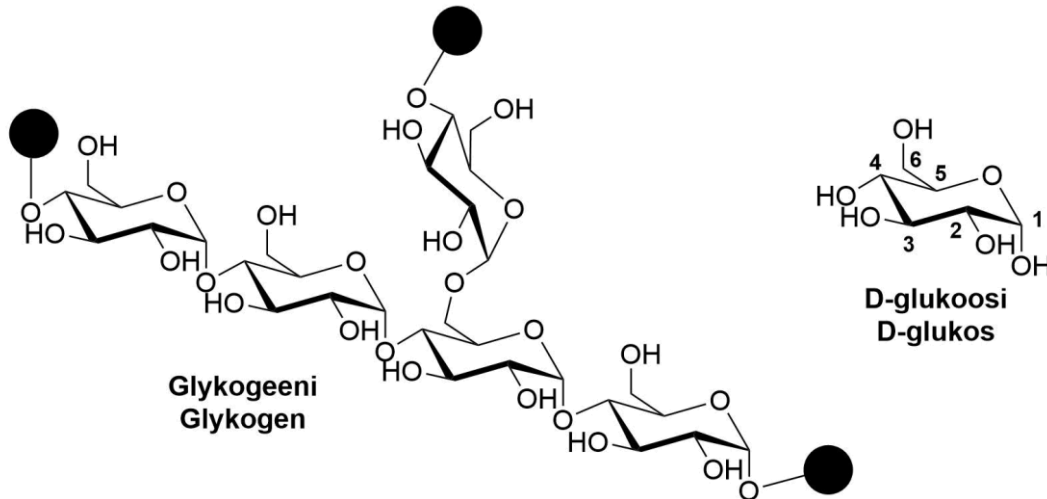
$c$ (mmol/l)	1,0	0,50	0,20	0,10	0,050
Absorbanssi	2,5	1,25	0,5	0,25	0,125

Piirrä taulukon avulla standardisuoran kuvaaja.

Konsentraatioltaan tuntematonta PNP-näytettä (**X**) otettiin 2,00 ml ja laimennettiin puskuriliuoksella mittapullossa 10,00 ml:n tilavuuteen. Laimennetun näytteen absorbanssiksi mitattiin 1,75 absorbanssiyksikköä. Mikä oli PNP-konsentraatio alkuperäisessä näytteessä **X**? Ilmoita tulos kahden merkitsevän numeron tarkkuudella. (6 p.)

## Tehtävä 13 (14 p.)

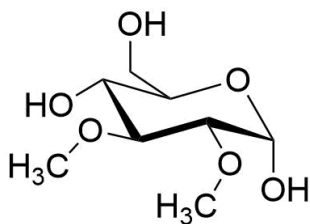
Glykokeenissä D-glukoosimonomeerit ovat liittyneet toisiinsa 1- ja 4-aseimissa olevien glykosidisten sidosten avulla. Lisäksi glykokeenin polysakkaridiketjut haarautuvat, ja haarautumiskohdissa glykosidinen sidos on 1- ja 6-aseimien välillä. Alla on kuvattu D-glukoosirenkaan asemien numerointi sekä osa glykokeeniketjua.



● = ketju jatkuu / kedjan fortsätter

Glykokeenimolekyylin pituus voi vaihdella, mutta glykokeenin keskimääräisenä moolimassana voidaan käyttää arvoa 4 600 000 g/mol. Yksittäisen glukoosiyksikön moolimassana käytetään tässä tehtävässä keskimääräistä arvoa 162 g/mol. Maksasolun tilavuus on  $3,4 \cdot 10^{-9}$  ml, ja se sisältää glykokeeniä  $2,20 \cdot 10^{-10}$  g. Maksasolun ulkopuolella glukoosin konsentraatio on noin 0,005 mol/l.

81,0 mg glykokeeniä metyloitiin, eli sen jokaiseen HO-ryhmään liitettiin metyyli-ryhmä ( $R-OH \rightarrow R-OCH_3$ ). Sen jälkeen metyloitu glykokeeni hydrolysoitiin happokatalyyttisesti monosakkarideiksi. Tuotteet erotettiin ja tunnistettiin ohutkerroskromatografialla. Yksi tuotteista oli 2,3-di-O-metyyli-D-glukoosi, jota eristettiin 62,5  $\mu$ mol.



**2,3-di-O-metyyli-D-glukoosi**  
**2,3-di-O-metyl-D-glukos**

a) Kuinka monta glukoosiyksikköä glykokeenimolekyylit sisälsivät? Jos maksasolu varastoisi kaiken glykokeeniin polymeroituneen glukoosin glykokeenin sijaan vapaina glukoosimolekyyleinä, mikä olisi glukoosin konsentraatio maksasolussa? Mitä maksasolulle tällöin tapahtuisi osmoosin seurauksena? (10 p.)

b) Kuinka monta prosenttia glykokeenin glukoosiyksiköistä oli ketjun haarautumiskohdissa? (4 p.)



## Tehtävä 14 (7 p.)

Mallinnetaan DNA-kaksoiskierrettä yhtenä pitkänä ympyrälieriön muotoisena köytenä, jonka halkaisija on 2,0 nanometriä. Tehdään seuraavat oletukset:

- 1) Jokainen nukleotidipari muodostaa köydestä 0,34 nanometrin pituisen osuuden.
- 2) DNA on niin taipuisaa, että se kykenee täyttämään solun tuman tilavuudesta 70 %.
- 3) Tuma on pallo, jonka säde on 1,0 mikrometriä.
- 4) DNA:n tilavuus ei muutu taivutettaessa, kun se pakkautuu tumaan.
- 5) DNA:n jokaisella fosfaattiosalla on yhden alkeisvarauksen suuruinen negatiivinen sähkövaraus.

Kuinka pitkä (tämän mallin mukaan) on pisin mahdollinen DNA-molekyyli, joka mahtuu tuman sisälle? Ilmoita vastauksesi metreinä.

Mikä on tässä tapauksessa tuman sisällä olevien fosfaattiosien yhteenlaskettu varaus? Ilmoita vastauksesi coulombeina.

## Tehtävä 15 (14 p.)

Vuoden 2019 SI-yksikköjärjestelmäuudistuksessa alkeisvarauksen suuruus kiinnitettiin vakioarvoon. Robert Millikan osoitti vuosina 1909–1913 tekemissään kokeissa alkeisvarauksen olemassaolon ja mittasi sen suuruuden. Millikanin kokeessa sähköisesti varattuja öljypisaroita suihkutetaan suljettuun ilmaa sisältävään sylinterin muotoiseen säiliöön. Pisanan liikettä tarkastellaan mikroskoopilla, ja säiliön sisään on kiinnitetty pituusmitta-asteikko. Säiliön kannet ovat vaakatasossa. Ne muodostavat kondensaattorin, jonka levyjen välistä jännitettä voidaan säätää. Levyjen välinen etäisyys  $d = 10$  cm. Levyjen välinen sähkökenttä oletetaan homogeeniseksi, ja sen suunta on ylöspäin. Oletetaan lisäksi pisarat pallonmuotoisiksi ja ilman noste merkityksettömän pieneksi. Ilmanvastus pallonmuotoisille kappaleille saadaan Stokesin laista

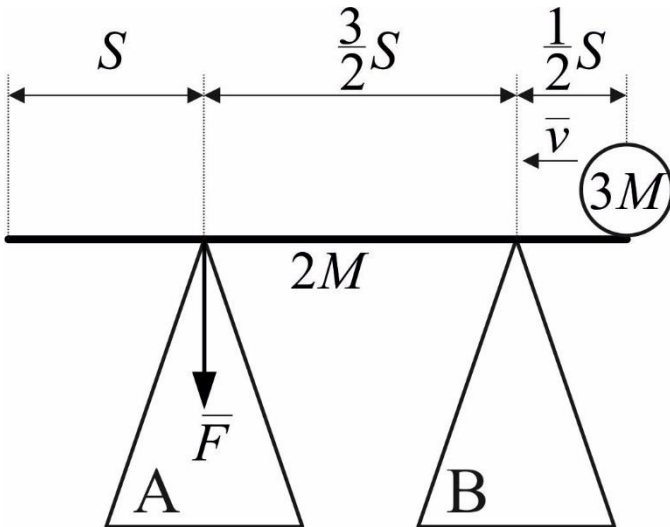
$$\vec{F}_v = -6\pi\eta r \vec{v},$$

missä  $\eta = 1,80 \cdot 10^{-5}$  Ns/m<sup>2</sup> on ilman viskositeetti,  $\vec{v}$  kappaleen nopeus ja  $r$  kappaleen säde. Öljyn tiheys on 0,80 g/cm<sup>3</sup>.

- a) Pisanan havaittiin liikkuvan alaspäin rajanopeudella 437  $\mu$ m/s tilanteessa, jossa ei ole sähkökenttää. Muodosta tässä tilanteessa pisanan liikeyhtälö ja ratkaise pisanan säde. (5 p.)
- b) Muodosta pisanan liikeyhtälö tilanteessa, jossa sähkökenttä on kytketty päälle ja alaspäin liikkuva pisara on saavuttanut rajanopeuden. Ilmaise rajanopeus symbolisessa muodossa muiden suureiden avulla. (3 p.)
- c) Kun jännitettä kasvatetaan, pisanan rajanopeus pienenee. Havaitaan, että jännitteen arvolla 4,79 kV pisara pysyi paikallaan. Määritä pisanan varaus alkeisvarauksen monikertana. (6 p.)

**Tehtävä 16** (8 p.)

Pallo lähtee vierimään pöytätason päästä alla olevan kuvan mukaisesti nopeudella  $\bar{v}$ . Taso on tehty tasalevyisestä ja homogeenisesta aineesta. Tason massa on  $2M$ , pallon  $3M$  ja putoamiskiihtyvyyden arvo  $g$ . Mikä on voiman  $\bar{F}$  suuruus sillä hetkellä, kun taso lähtee kallistumaan vastapäivään? Kuinka pitkä aika lähtöhetkestä on tällöin kulunut?

**Tehtävä 17** (12 p.)

Tarkastellaan gravitaation  $m$ -massaiselle kappaleelle tekemää työtä. Alussa kappale on maapallon pinnalla, josta se liikkuu ylöspäin korkeudelle  $h$  maapallon pinnasta (kohtisuora etäisyys). Oletetaan että kappale on pistemäinen ja sen massa on  $m$ . Oletetaan lisäksi maapallo pallon muotoiseksi. Maapallon säde on  $R$ .

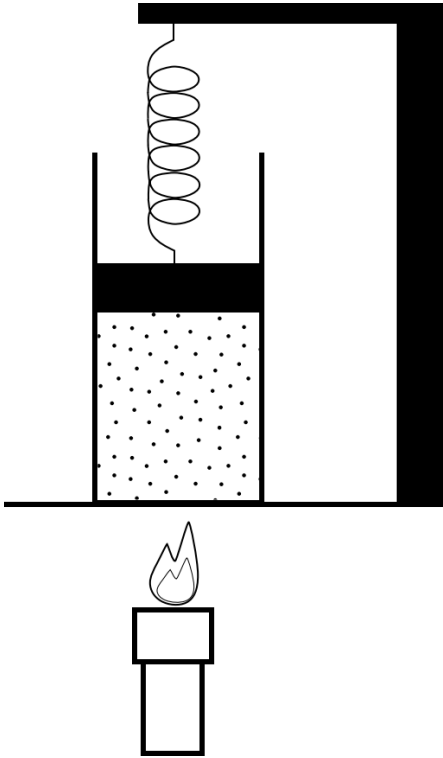
I) Määritä ensin, kuinka suuri on gravitaation tekemä työ ( $W_1$ ), kun oletetaan gravitaation aiheuttaman putoamiskiihtyvyyden suuruuden  $g_r$  olevan vakio koko liikkeen ajan.

II) Laske sitten, kuinka suuri on gravitaation tekemä työ ( $W_2$ ), kun putoamiskiihtyvyys muuttuu liikkeen aikana Newtonin gravitaatiolain mukaisesti.

III) Valitaan kohdan I) putoamiskiihtyvyyden vakioarvoksi putoamiskiihtyvyyden arvo maapallon pinnalla. Merkitään tätä kiihtyvyyden arvoa  $g$ :llä. Esitä  $g$  suureyhtälönä. Määrää korkeus  $h$  siten, että  $W_1$  poikkeaa  $W_2$ :sta yhden prosentin eli  $\frac{|W_2 - W_1|}{|W_2|} = 0,01$ .

## Tehtävä 18 (12 p.)

Lieriön (pohjan ala  $A = 10,0 \text{ cm}^2$ ) muotoisen kaasuastian suu on suljettu tiiviillä ja kitkattomasti liikkuvalla männällä. Säiliö on kuvan mukaisesti pystyasennossa. Männän massa on  $0,500 \text{ kg}$ , ja se on kytketty pystysuuntaiseen jouseen (jousen massaa ei tarvitse huomioida). Alkutilassa systeemi on laboratorion pöydällä lämpötilassa  $20,0 \text{ °C}$  ja sitä ympäröi normaali-ilmanpaine. Tällöin jousi on tasapainoasemassaan ja mäntä korkeudella  $h = 50,0 \text{ cm}$  säiliön pohjasta. Kaasusäiliötä lämmitetään niin, että sen sisällä olevan kaasun lämpötila nousee  $100,0 \text{ °C}$  verran, jolloin jousi painuu kasaan  $10,0 \text{ cm}$ . Kuinka suuri on kaasusäiliön sisällä oleva paine alkutilanteessa? Laske myös jousen jousivakio.



## Tehtävä 19 (10 p.)

Tarkastellaan radioaktiivista  $^{192}\text{Ir}$ -säteilylähdetä, jota käytetään sairaalassa sisäisen sädehoidon antamiseen. Säteilylähde on pistemäinen ja säteilee gammasäteilyä tasaisesti kaikkiin suuntiin. Lähdeannosnopeus  $1,0 \text{ m:n}$  päässä lähteestä tarkasteluhetkellä on  $51,8 \text{ mSv/h}$ .

- Oletetaan, että annosnopeus jakautuu etäisyydellä  $r$  säteilylähdeestä  $r$ -säteisen pallon pinnalle. Väliaineen vaikutusta ei tarvitse huomioida. Mikä on säteilylähde aiheuttama annosnopeus  $3,0 \text{ m:n}$  päässä lähteestä? (3 p.)
- Betonin puoliintumispaksuus kyseiselle säteilylle on  $45,0 \text{ mm}$ . Mikä on betonin heikennyskerroin lähteen säteilylle? (3 p.)
- Annosnopeus teräksisen seinän lähteen puoleisella pinnalla on  $8,3 \text{ mSv/h}$ . Säteilysuojelussäännösten mukaan annosnopeus sädehoituhuoneen ulkopuolella ei saa olla suurempi kuin  $20,0 \mu\text{Sv/h}$ . Kuinka paksu seinän on vähintään oltava, jotta tämä raja ei ylittyisi seinän vastakkaisella puolella? Teräksen heikennyskerroin lähteen säteilylle on  $0,055 \text{ 1/mm}$ . Käytä luonnollisen logaritmin likiarvon laskemiseen yhtälöä  $\ln x \approx 5,028 + 0,00241x$ , kun  $x$  kuuluu välille  $300\text{--}500$ , tai  $\ln x \approx -7,02828 + 415x$ , kun  $x$  kuuluu välille  $0,00\text{--}0,003$ . (4 p.)

## KAAVALIITE/FORMELBILAGA

$$\begin{aligned}
 N_A &= 6,022\,140\,76 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} \\
 G &= 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2 \\
 e &= 1,602\,176\,634 \cdot 10^{-19} \text{ C} \\
 F &= 96\,500 \text{ C/mol} \\
 V_m &= 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol (NTP)} \\
 g &= 9,81 \text{ m/s}^2 \\
 h &= 6,626\,070\,150 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \\
 &= 4,1357 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s} \\
 \sigma &= 5,670 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4) \\
 \epsilon_0 &= 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} \\
 c &= 299\,792\,458 \text{ m/s} \\
 c_a &= 343 \text{ m/s} \\
 \rho(\text{H}_2\text{O}) &= 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 (0 \text{ }^\circ\text{C} - 100 \text{ }^\circ\text{C}) \\
 c(\text{H}_2\text{O}) &= 4,19 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \\
 K_w &= 1,008 \cdot 10^{-14} (\text{mol/l})^2 \\
 R &= 8,314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \\
 0 \text{ }^\circ\text{C} &= 273,15 \text{ K} \\
 1 \text{ atm} &= 101\,325 \text{ Pa} \\
 1 \text{ eV} &\approx 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J} \\
 1 \text{ kWh} &= 3,6 \text{ MJ} \\
 e &\approx 2,718\,28 \\
 \ln 2 &\approx 0,693 \\
 \text{protoni/proton: } m_p &= 1,672\,621\,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\
 \text{neutroni/neutron: } m_n &= 1,674\,927\,3 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\
 \text{elektroni/elektron: } m_e &= 9,109\,382\,2 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \\
 u &= 1,660\,538\,9 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\
 m_p &= 1,007\,276\,5 \text{ u} \\
 m_n &= 1,008\,665\,0 \text{ u} \\
 m_e &= 5,485\,799\,1 \cdot 10^{-4} \text{ u}
 \end{aligned}$$

$$p = \rho gh$$

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

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

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

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

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

$$v = v_0 + at$$

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

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

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

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

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

$$F = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r = \frac{4\pi^2}{T^2} mr$$

$$y(x, t) = y_{\max} \sin(\omega t - kx)$$

$$p(x, t) = p_{\max} \cos(\omega t - kx)$$

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

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

$$P = W/t$$

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

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{12}$$

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

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

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

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

$$pV = nRT$$

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

$$\Delta Q = c_p m \Delta T$$

$$Q = sm; Q = rm$$

$$U = RI, P = UI$$

$$M = NAB I \sin \alpha$$

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

$$F = QE; E = U/d$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$A = A_1 e^{-\lambda_1 t} + A_2 e^{-\lambda_2 t}$$

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

$$E_B = [Zm_p + Nm_n - m_A + Zm_e]c^2$$

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

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

$$\Delta V = -\frac{RT}{ZF} \ln \frac{c^s}{c^u}$$

$$J = -D \left( \frac{dc}{dx} + Zc \frac{F}{RT} \frac{dV}{dx} \right)$$

$$\frac{c_K^s}{c_K^u} = \frac{c_{\text{Cl}}^u}{c_{\text{Cl}}^s}; (c_{\text{Cl}}^u + |Z_p|c_p^u)c_{\text{Cl}}^0 = c_K^s c_{\text{Cl}}^s$$

$$I = C \frac{dE}{dt} + g_{Na}(E - E_{Na}) + g_K(E - E_K) + g_l(E - E_l)$$

$$R = \frac{\Delta p}{q_v} = \frac{8\eta L}{\pi r^4}; Re = \frac{\rho v R}{\eta}$$

$$v' = \frac{2(\rho - \rho_0)gr^2}{9\eta}$$

$$PRU = \frac{\Delta p \text{ (mmHg)}}{q_v \text{ (ml/s)}}$$

$$PVR = \frac{80(PA_m - LA_m)}{V_p}; SVR = \frac{80(AO_m - RA_m)}{V_p}$$

Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä / Periodiska systemet
--

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I	II	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIIIb			Ib	IIb	III	IV	V	VI	VII	VIII
<sup>1</sup> H 1,0079																	<sup>2</sup> He 4,0026
<sup>3</sup> Li 6,9412	<sup>4</sup> Be 9,0121											<sup>5</sup> B 10,811	<sup>6</sup> C 12,010	<sup>7</sup> N 14,006	<sup>8</sup> O 15,999	<sup>9</sup> F 18,998	<sup>10</sup> Ne 20,179
<sup>11</sup> Na 22,989	<sup>12</sup> Mg 24,305											<sup>13</sup> Al 26,981	<sup>14</sup> Si 28,085	<sup>15</sup> P 30,973	<sup>16</sup> S 32,065	<sup>17</sup> Cl 35,453	<sup>18</sup> Ar 39,948
<sup>19</sup> K 39,098	<sup>20</sup> Ca 40,078	<sup>21</sup> Sc 44,995	<sup>22</sup> Ti 47,867	<sup>23</sup> V 50,941	<sup>24</sup> Cr 51,996	<sup>25</sup> Mn 54,938	<sup>26</sup> Fe 55,845	<sup>27</sup> Co 58,933	<sup>28</sup> Ni 58,693	<sup>29</sup> Cu 63,546	<sup>30</sup> Zn 65,409	<sup>31</sup> Ga 69,723	<sup>32</sup> Ge 72,641	<sup>33</sup> As 74,921	<sup>34</sup> Se 78,963	<sup>35</sup> Br 79,904	<sup>36</sup> Kr 83,798
<sup>37</sup> Rb 85,467	<sup>38</sup> Sr 87,621	<sup>39</sup> Y 88,905	<sup>40</sup> Zr 91,224	<sup>41</sup> Nb 92,906	<sup>42</sup> Mo 95,942	<sup>43</sup> Tc 98,906	<sup>44</sup> Ru 101,07	<sup>45</sup> Rh 102,90	<sup>46</sup> Pd 106,42	<sup>47</sup> Ag 107,86	<sup>48</sup> Cd 112,41	<sup>49</sup> In 114,81	<sup>50</sup> Sn 118,71	<sup>51</sup> Sb 121,76	<sup>52</sup> Te 127,60	<sup>53</sup> I 126,90	<sup>54</sup> Xe 131,29
<sup>55</sup> Cs 132,90	<sup>56</sup> Ba 137,32	<sup>57</sup> La 138,90	<sup>72</sup> Hf 178,49	<sup>73</sup> Ta 180,94	<sup>74</sup> W 183,84	<sup>75</sup> Re 186,20	<sup>76</sup> Os 190,23	<sup>77</sup> Ir 192,21	<sup>78</sup> Pt 195,08	<sup>79</sup> Au 196,96	<sup>80</sup> Hg 200,59	<sup>81</sup> Tl 204,38	<sup>82</sup> Pb 207,21	<sup>83</sup> Bi 208,98	<sup>84</sup> Po 208,98	<sup>85</sup> At 209,98	<sup>86</sup> Rn 222,01
<sup>87</sup> Fr 223,01	<sup>88</sup> Ra 226,02	<sup>89</sup> Ac 227,02	<sup>104</sup> Rf 261,10	<sup>105</sup> Db 262,11	<sup>106</sup> Sg 266,12	<sup>107</sup> Bh 264,12	<sup>108</sup> Hs [270]	<sup>109</sup> Mt [278]	<sup>110</sup> Ds [281]	<sup>111</sup> Rg [282]	<sup>112</sup> Cn [285]	<sup>113</sup> Nh [286]	<sup>114</sup> Fl [289]	<sup>115</sup> Mc [290]	<sup>116</sup> Lv [293]	<sup>117</sup> Ts [294]	<sup>118</sup> Og [294]
<b>Lantanoidit</b>				<sup>58</sup> Ce	<sup>59</sup> Pr	<sup>60</sup> Nd	<sup>61</sup> Pm	<sup>62</sup> Sm	<sup>63</sup> Eu	<sup>64</sup> Gd	<sup>65</sup> Tb	<sup>66</sup> Dy	<sup>67</sup> Ho	<sup>68</sup> Er	<sup>69</sup> Tm	<sup>70</sup> Yb	<sup>71</sup> Lu
<b>Lantanoider</b>				140,11	140,90	144,24	146,91	150,36	151,96	157,25	158,92	162,50	164,93	167,25	168,93	173,04	174,96
<b>Aktinoidit</b>				<sup>90</sup> Th	<sup>91</sup> Pa	<sup>92</sup> U	<sup>93</sup> Np	<sup>94</sup> Pu	<sup>95</sup> Am	<sup>96</sup> Cm	<sup>97</sup> Bk	<sup>98</sup> Cf	<sup>99</sup> Es	<sup>100</sup> Fm	<sup>101</sup> Md	<sup>102</sup> No	<sup>103</sup> Lr
<b>Aktinoider</b>				232,03	231,03	238,02	237,04	244,06	243,06	247,07	247,07	251,07	252,08	257,09	258,09	259,10	260,10

T 1:  $\ln(x)$ 

$x$	$\ln x$	$x$	$\ln x$	$x$	$\ln x$
0,50	-0,693	1,30	0,262	2,10	0,742
0,52	-0,654	1,32	0,278	2,12	0,751
0,54	-0,616	1,34	0,293	2,14	0,761
0,56	-0,580	1,36	0,307	2,16	0,770
0,58	-0,545	1,38	0,322	2,18	0,779
0,60	-0,511	1,40	0,336	2,20	0,788
0,62	-0,478	1,42	0,351	2,22	0,798
0,64	-0,446	1,44	0,365	2,24	0,806
0,66	-0,416	1,46	0,378	2,26	0,815
0,68	-0,386	1,48	0,392	2,28	0,824
0,70	-0,357	1,50	0,405	2,30	0,833
0,72	-0,329	1,52	0,419	2,32	0,842
0,74	-0,301	1,54	0,432	2,34	0,850
0,76	-0,274	1,56	0,445	2,36	0,859
0,78	-0,248	1,58	0,457	2,38	0,867
0,80	-0,223	1,60	0,470	2,40	0,875
0,82	-0,198	1,62	0,482	2,42	0,884
0,84	-0,174	1,64	0,495	2,44	0,892
0,86	-0,151	1,66	0,507	2,46	0,900
0,88	-0,128	1,68	0,519	2,48	0,908
0,90	-0,105	1,70	0,531	2,50	0,916
0,92	-0,083	1,72	0,542	2,52	0,924
0,94	-0,062	1,74	0,554	2,54	0,932
0,96	-0,041	1,76	0,565	2,56	0,940
0,98	-0,020	1,78	0,577	2,58	0,948
1,00	0,000	1,80	0,588	2,60	0,956
1,02	0,020	1,82	0,599	2,62	0,963
1,04	0,039	1,84	0,610	2,64	0,971
1,06	0,058	1,86	0,621	2,66	0,978
1,08	0,077	1,88	0,631	2,68	0,986
1,10	0,095	1,90	0,642	2,70	0,993
1,12	0,113	1,92	0,652	2,72	1,001
1,14	0,131	1,94	0,663		
1,16	0,148	1,96	0,673		
1,18	0,166	1,98	0,683		
1,20	0,182	2,00	0,693		
1,22	0,199	2,02	0,703		
1,24	0,215	2,04	0,713		
1,26	0,231	2,06	0,723		
1,28	0,247	2,08	0,732		

$$\ln x = \log_e x$$

$$\log xy = \log x + \log y$$

$$\log \frac{x}{y} = \log x - \log y$$

$$\log_a x = \frac{\log_b x}{\log_b a}$$