

LÄÄKETIETEELLISTEN ALOJEN VALINTAKOE
17.5.2017

TEHTÄVÄMONISTE

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

Tarkista, että saamassasi tehtävämonisteessa on tämän kansilehden lisäksi tehtäväsivut 1–24 sekä kaava- ja taulukkosivut L1–L2. Kaavaliitteen (L1–L2) ja vastausmonisteen vakiot ja taulukkoarvot oletetaan laskutoimituksissa tarkoiksi arvoiksi.

Tehtävään 1 vastataan erilliselle optisesti luettavalle lomakkeelle. Muiden tehtävien vastaukset kirjoitetaan vastausmonisteeseen.

Fysiikan osa-alueeseen kuuluvat tehtävät **1A, 2, 3, 4, 5, 6 ja 7**
Biologian osa-alueeseen kuuluvat tehtävät **1B, 8, 9, 10, 11, 12 ja 13**
Kemian osa-alueeseen kuuluvat tehtävät **1C, 14, 15, 16 ja 17**

Valintakokeessa tulee osata kaikkia valintakoevaatimuksina olevia oppiaineita (biologia, fysiikka ja kemia). Jotta hakija voi tulla hyväksytyksi lääketieteen tai hammaslääketieteen koulutusohjelmaan suomen- tai ruotsinkieliselle opintolinjalle hänen on saatava vähintään 10 % valintakokeen kunkin osa-alueen valintakokeeseen osallistuneiden viiden parhaan hakijan saavuttamasta keskiarvosta hakemassaan koulutusohjelmassa. Vaikka hakijan kokonaispisteet riittäisivät hyväksyntään, tulee hän hylätyksi, jos hän on saanut yhdestäkin valintakoepäivän materiaalissa tarkemmin määritellystä osa-alueesta pisteitä vähemmän kuin 10 % osa-alueen viiden parhaan hakijan saavuttamasta raakapistemäärän keskiarvosta hakemassaan koulutusohjelmassa.

Lääketieteellisten alojen valintakoe alkaa klo 9:00 ja päättyy klo 14:00 ja kestää tasan 5 tuntia. Koesaleihin pääsee klo 9:40 asti ja kokeesta saa poistua aikaisintaan klo 10:00.

Vastausten arvostelu ja pisteytys:

Vastausten arvostelu perustuu lukion opetussuunnitelman perusteiden mukaisiin biologian, fysiikan ja kemian pakollisten ja syventävien kurssien oppimistavoitteisiin ja valintakoetilaisuudessa jaetun tehtävämonisteen tietoihin. Kunkin tehtävän ja osatehtävän yhteydessä on ilmoitettu siitä saatava maksimipistemäärä.

Vastausten yhteenlaskettua kokonaispistemäärää kutsutaan raakapisteiksi. Niiden muuttamisesta valintakoepisteiksi, osatehtävien mahdollisesta karsimisesta sekä muista arvosteluun liittyvistä seikoista päättävät eri yliopistojen valintatoimikunnat itsenäisesti sääntöjensä puitteissa.

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.

Tehtävä 1 (osiot A – C) 56 p

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

Tehtävän 1 yhteenlaskettu enimmäispistemäärä on $20+16+20=56$ pistettä ja vähimmäispistemäärä 0 pistettä. Kunkin osion (A–C) vähimmäispistemäärä = 0 p.

Yksittäisten kohtien pisteytys:

Oikea valinta = 1 p

Väärä valinta = -0,5 p

Ei valintaa = 0 p

Osio A (20 p)

- Laskun tuloksena saadaan yksiköksi kgm^2/s^3 . Mikä vaihtoehdoista vastaa tätä yksikköä?
 - J, joule
 - N, newton
 - W, watti
 - Pa, pascal
 - Wb, weber
- Voiman SI-yksikkö newton voidaan ilmoittaa myös seuraavalla tavalla:
 - kgm/s^2
 - kgm/s
 - kJm/s^2
 - kgm^2/s
 - kgm^2/s^3
- Kun Maan ulkopuolella olevan kappaleen etäisyys maapallon keskipisteestä kasvaa kolminkertaiseksi, niin maapallon kappaleeseen aiheuttama gravitaatiovoima
 - kolminkertaistuu.
 - pienenee kolmasosaan.
 - puolittuu.
 - pienenee kuudesosaan.
 - pienenee yhdeksäsosaan.
- Samasta materiaalista on valmistettu kaksi palloa. Pallon A (massa m_A) säde on r ja pallon B (massa m_B) säde $2r$. Mikä on pallojen massojen suhde m_A/m_B ?
 - 0,125
 - 0,250
 - 0,500
 - 4,00
 - 8,00

5. Jos pallon säde kaksinkertaistuu, niin kuinka tilavuuden (V) ja pinta-alan (A) suhde (V/A) muuttuu?
- Pienenee neljäsosaan
 - Pienenee kolmasosaan
 - Puolittuu
 - Kaksinkertaistuu
 - Nelinkertaistuu
6. Minkä yhtälön avulla x -akselilla tasaisesti muuttuvassa liikkeessä olevan kappaleen keskinopeus (ajanhetkien 0 ja t välillä) voidaan laskea? (v_0 = alkuvauhti, v = vauhti ajan t kuluttua, a = kiihtyvyys)
- $v_0 + at$
 - $(v_0 - v)/2$
 - $(v_0 + v)/2$
 - $v_0 + v/2$
 - $v_0 + \frac{1}{2} at^2$
7. Haluat valmistaa piistä diodin. Millä alkuaineilla tulee anodi (p-tyyppiä) ja katodi (n-tyyppiä) seostaa?
- Anodi: P, fosfori; katodi: Ga, gallium
 - Anodi: In, indium; katodi: Al, alumiini
 - Anodi: B, boori; katodi: As, arseeni
 - Anodi: Se, seleeni; katodi: P, fosfori
 - Anodi: As, arseeni; katodi: P, fosfori
8. Mikä seuraavista toimii n-tyypin puolijohteen pääasiallisena varauksenkuljettajana?
- Elektroni
 - Aukko
 - Positroni
 - Ioni
 - Protoni
9. Generaattorin käämi, jossa on 1000 kierrosta, pyörii $0,1$ T:n homogeenisessa magneettikentässä. Käämin silmukan pinta-ala on 100 cm^2 . Mikä on indusoituvan jännitteen suurin mahdollinen arvo, kun käämi pyörii 10 Hz :n taajuudella?
- $6,3 \text{ V}$
 - 10 V
 - 31 V
 - 63 V
 - 100 V
10. Uraani-238:n hajoamissarja päättyy lyijy-206:een. Montako alfahajoamista tässä hajoamissarjassa tapahtuu?
- 2
 - 4
 - 5
 - 8
 - 10

11. Mikä on Rutherfordin kokeiden perusteella atomin ytimen halkaisija (suuruusluokka)?
- 10^{-8} m
 - 10^{-10} m
 - 10^{-12} m
 - 10^{-14} m
 - 10^{-16} m
12. Ydinvoimalan hyötysuhde on 0,350 ja jäähdytysveden sisäänmenolämpötila $20,0$ °C. Mikä turbiiniin menevän vesihöyryn lämpötila on Carnot'n hyötysuhteella laskettuna?
- 30,8 °C
 - 57,2 °C
 - 158 °C
 - 178 °C
 - 564 °C
13. Kuinka paljon vääntömomentti muuttuu, kun voiman varren pituus kaksinkertaistuu?
- Pienenee kahdeksasosaan
 - Pienenee neljäsosaan
 - Puolittuu
 - Kaksinkertaistuu
 - Nelinkertaistuu
14. Teräksestä valmistettu ratakisko on tasan 100 metriä pitkä. Pituus on mitattu lämpötilassa 12 °C, teräksen lämpölaajenemiskerroin on $12 \cdot 10^{-6}$ m/°C ja ympäristön lämpötilan vaihteluväli on -30 °C – $+30$ °C. Kuinka pitkäksi kisko voi kasvaa lämpölaajenemisen vaikutuksesta?
- 100,0936 m
 - 100,0720 m
 - 100,0360 m
 - 100,0216 m
 - 100,0144 m
15. Itsevalaiseva leikkikalua loistaa hämärässä. Mikä fysiikan ilmiö on kyseessä?
- Fosforesenssi
 - Lämpösäteily
 - Valosähköinen ilmiö
 - Induktio
 - Mustan kappaleen säteily
16. Kuinka suuri 1000 km korkeudella maanpinnasta lentävän luotaimen (massa 12,0 kg) kineettisen energian pitää olla, jotta luotain pääsee pois Maan painovoimakentästä?
- 8,81 MJ
 - 11,2 MJ
 - 54,2 MJ
 - 649 MJ
 - 868 MJ

17. Auto kiertää liikenneympyrää 25 m etäisyydellä ympyrän keskipisteestä vakiovauhdilla 40 km/h. Mikä on auton kiihtyvyys?
- 0,0 m/s²
 - 0,4 m/s²
 - 4,9 m/s²
 - 9,9 m/s²
 - 64 m/s²
18. Verkkajännitteen tehollinen arvo on 230 V. Mikä on jännitteen huippuarvo?
- 163 V
 - 230 V
 - 325 V
 - 460 V
 - 650 V
19. Valokennon tyhjiöputken katodiaineen irrotustyö on 5,66 eV. Mikä valon aallonpituus saa enintään olla, jotta putken anodin ja katodin välillä (jännite-ero 400 V) kulkee sähkövirta?
- 219 nm
 - 310 nm
 - 351 nm
 - 410 nm
 - 730 nm
20. Neutronit koostuvat
- positroneista.
 - bosoneista.
 - leptoneista.
 - kvarkeista.
 - neutriinoista.

Osio B (16 p)

1. Mikä seuraavista typen yhdisteistä edistää eniten kasvihuoneilmiötä?
- CH₅N
 - NO
 - NH₃
 - N₂O
 - N₂H₄
2. Mikä on maapallon ekologinen kapasiteetti eli biologisesti tuottava maa-ala asukasta kohti (pyöristettynä puolen hehtaarin tarkkuudella)?
- 0,5 hehtaaria
 - 2 hehtaaria
 - 5 hehtaaria
 - 8 hehtaaria
 - 10 hehtaaria

3. Itämeren norppien ja harmaahylkeiden lisääntymiskyky heikkeni 1970-luvulla kohdunkurouma-sairauden takia. Nykyisin tätä sairautta esiintyy huomattavasti vähemmän. Mikä ympäristömyrkyjä vähentävistä toimenpiteistä on vaikuttanut tähän eniten?
- Laivojen öljypäästöjen vähentäminen
 - Lyijyhaukien käyttökielto vesilintujen metsästyksessä
 - Elohopean käytön lopettaminen puunjalostusteollisuudessa
 - Vähäkadmiumisen fosfaatin käytön lisääminen peltojen lannoituksessa
 - PCB-yhdisteiden käyttökielto
4. Mikä seuraavista tekijöistä edistää eniten syanobakteerien loppukesän massaesiintymisiä Itämeressä?
- Otsonikadon aiheuttama UV-B-säteilyn lisääntyminen.
 - Typipitoisuuden lisääntyminen liikenteen päästöjen seurauksena.
 - Suolaisen veden virtaaminen Itämereen Tanskan salmien kautta.
 - Fosforin vapautuminen hapettomilta pohja-alueilta.
 - Rehevöitymisen aiheuttama veden sammeneminen.
5. Mikä seuraavista piirteistä kuvaa parhaiten esitumallisen solun DNA:ta?
- Se sitoo histoniproteiineja.
 - Se sisältää geenien ulkopuolisia toistojaksoja.
 - Se on moninkertaisesti pakattu.
 - Sen emäksinä ovat A, U, G ja C.
 - Se on rakenteeltaan rengasmaisen.
6. Mikä seuraavista kromosomimutaatioista saa todennäköisimmin aikaan geeniperheen syntymisen?
- Häviämä
 - Liittymä
 - Siirtymä
 - Kääntymä
 - Kahdentuma
7. Haluat tuottaa ihmisen proteiinia bakteerissa. Mitä eristetylle ihmisen lähetti-RNA:lle on ensimmäiseksi tehtävä, ennen kuin proteiinin tuottaminen bakteerissa voi onnistua?
- Lähetti-RNA:sta poistetaan intronit katkaisuentyymien avulla.
 - Lähetti-RNA:sta valmistetaan proteiinia koodaava vastin-DNA.
 - Lähetti-RNA siirretään väliaikaisesti bakteriofagiin.
 - Lähetti-RNA:sta valmistetaan silmukoimalla geenin koodaava alue.
 - Lähetti-RNA:han kiinnitetään liittjäentsyymillä (ligaasilla) bakteerissa toimiva geenien säätelyalue.
8. Mikä seuraavista pätee tekijäinvaihdossa (*crossing over*)?
- Se tapahtuu mitoosin ensimmäisessä vaiheessa.
 - Se tapahtuu kromosomissa toisiaan lähellä olevien alleelien välillä.
 - Se tapahtuu vastinkromosomien välillä.
 - Se tapahtuu bakteereissa tehostaen muuntelua.
 - Se tapahtuu evoluutiossa homotsygotian lisäämiseksi.

9. Mistä soluista vasta-aineita tuottavat plasmakolut syntyvät?
- B-soluista
 - T-auttaja-soluista
 - T-tappaja-soluista
 - Makrofageista
 - Monosyyteistä
10. Mitkä solut pystyvät ottamaan sisään omia vaurioituneita soluja?
- B-solut
 - T-auttaja-solut
 - T-tappaja-solut
 - Makrofagit
 - Muistisolut
11. Millä seuraavista tekijöistä on keskeisin merkitys synnynnäisessä immuniteetissa?
- Muistisolut
 - T-auttaja-solut
 - Imusolmukkeet
 - Vasta-aineet
 - Granulosyytit
12. Mitä verelle tapahtuu sen virratessa hiussuonessa?
- Sen virtausnopeus kasvaa.
 - Sen glukoosipitoisuus pienenee.
 - Sen lämpötila kasvaa.
 - Sen hyytymistekijät aktivoituvat.
 - Sen B-solut aktivoituvat.
13. Mitä sydämessä tapahtuu diastolen aikana?
- Eteis-kammio-läpät ovat auki.
 - Aorttapaine kasvaa.
 - Veri virtaa eteisestä keuhkolaskimoon.
 - Sepelvaltimot supistuvat.
 - Oikea kammio supistuu.
14. Mitä tarkoitetaan sydämen iskutilavuudella?
- Sydämen läpi minuutissa kulkevaa verimäärää.
 - Sydämen yhden supistuksen aikana pumppaamaa verimäärää.
 - Sydämen kokonaistilavuutta.
 - Sydämen vasemman kammion minuutissa pumppaamaa verimäärää.
 - Sydämen eteistilavuutta.
15. Mikä seuraavista koppisiemenisiä kasveja koskevista väittämistä pitää parhaiten paikkansa?
- Niiden siemenaiheet kehittyvät emilehdillä.
 - Niillä on näkyvä sukupolvenvuorottelu.
 - Niillä tapahtuu kaksoishedelmöitys.
 - Niiden johtojänteet ovat varressa hajallaan.
 - Ne ovat tuulipölytteisiä.

16. Mikä seuraavista nilviäisiä koskevista väittämistä pitää parhaiten paikkansa?
- Niillä on kitiinikuori.
 - Niillä on ruoansulatuskanava.
 - Ne lisääntyvät suvuttomasti.
 - Niillä on suljettu verenkierto.
 - Ne ovat säteittäissymmetrisiä.

Osio C (20 p)

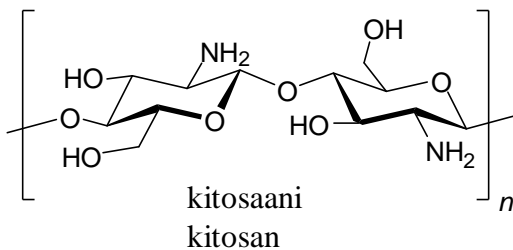
- Kun tarkasteltavalla alkuaineella on samassa olomuodossa useampi kuin yksi rakenteeltaan erilainen muoto, kyseessä on
 - heterotropia.
 - neotropia.
 - mesotropia.
 - isotropia.
 - allotropia.
- Vetysidos voi
 - olla vetymolekyylien välillä esiintyvä heikko sidos.
 - esiintyä kahden karboksyylihappomolekyylin välillä.
 - olla vetyatomien muodostama kovalenttinen sidos.
 - esiintyä ammoniakkin ja vetykaasun välillä.
 - syntyä rasvahappojen hiilivetyketjujen välille.
- Amfolyytti on molekyyli, joka
 - hajottaa kovalenttisiä sidoksia hydrolyysin avulla.
 - osallistuu veden elektrolyysiin.
 - voi toimia sekä happona että emäksenä.
 - liuottaa sekä vesi- että rasvaliukoisia molekyyliä.
 - säätää veriplasman ionitasapainoa.
- Nitraatteja eli typpihapon suoloja hyödynnetään
 - hioma- ja leikkausterien pinnoitteina.
 - kasvilannoitteina.
 - kehon viestimolekyyleinä.
 - paperin valkaisemisessa.
 - ejakulaatio- eli siemensyöksyhäiriöiden hoidossa.
- Typpimonoksidia (NO) hyödynnetään
 - kehon viestimolekyylinä.
 - ejakulaatio- eli siemensyöksyhäiriöiden hoidossa.
 - laitesukelluksen kaasuseoksissa.
 - kivunlievityksessä ja anestesiassa (nukutuksessa).
 - ponnekaasuna.

6. Typpioksiduulia (N_2O) hyödynnetään
- laitesukelluksen kaasuseoksissa.
 - desinfiointiaineena.
 - kivunlievityksessä ja anestesiassa (nukutuksessa).
 - paperin valkaisemisessa.
 - kehon viestimolekyylinä.
7. Mikä seuraavista on natriumnitriitin empiirinen kaava?
- NaN_2O
 - NaHNO_3
 - NaNO_2
 - NaNO_3
 - NaN_3
8. Nitrifikaatiossa
- ilman typpi sidotaan ammoniumtypeksi.
 - nitraatti-ioni hapettuu nitriitti-ioniksi.
 - nitraatti-ioni pelkistyy nitriitti-ioniksi.
 - NO reagoi veden kanssa H_2NO_2 :ksi.
 - ammoniumtyppi hapetetaan nitriitti-ioniksi.
9. Massaluku on
- atomiytimen tarkka massa.
 - atomiytimen nukleonien lukumäärien summa.
 - alkuaineen atomimassa.
 - alkuaineen erimassaisten isotooppien lukumäärä.
 - ^{12}C -isotoopin massa.
10. Toistensa runkoisomeerejä ovat pentan-1-oli ja
- pentan-2-oli.
 - 2-metyylibutan-1-oli.
 - syklopentanoli.
 - pent-2-en-1-oli.
 - 2,3-dimetyylibutan-1-oli.
11. Yhdisteen molekyylikaava on $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$. Tämän perusteella yhdiste voi olla
- dietyylieetteri.
 - butan-2-oli.
 - but-3-en-1-oli.
 - but-3-yn-1-oli
 - fenoli.
12. Vetykloridin vesiliuoksen (20 mmol/dm^3) oksoniumionikonsentraatio on
- 0,020 M.
 - 1,0 M.
 - 2,0 M.
 - 0,20 M.
 - 20 M.

13. Emäksen emäsvakio on $1,0 \cdot 10^{-8}$ mol/l. Kyseisen emäksen konjugaattihapon pK_a on
- 8,00.
 - 7,00.
 - 6,00.
 - 1,00.
 - 8,00.

14. Mitä seuraavista metalleista voidaan käyttää uhrianodina raudan suojaamiseksi ruostumiselta?
- Cu
 - Sn
 - Zn
 - Hg
 - Pd

15. Kitosaani on luonnonpolymeeri, jota tuotetaan kitiinistä ja käytetään elintarvikkeissa ja kosmetiikassa.

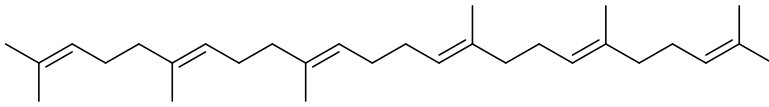


- Kitosaani koostuu aminosokerimonomeereista.
- Kitosaani muodostuu sykloheksaanirenkaista.
- Kitosaanissa on esterisidos.
- Kitosaani on aromaattinen yhdiste.
- Kitosaani kuuluu glykogeeneihin.

Rasvoista saadaan yli kaksinkertainen määrä energiaa painoyksikköä kohti verrattuna hiilihydraatteihin. Yhdestä grammasta rasvaa saadaan energiaa noin 38 kJ. Ravitsemussuositusten mukaan terveellisessä ruokavaliossa 32 % päivittäisestä energiamäärästä tulee rasvasta.

16. Salamipizzaviipaleessa on 38 grammaa rasvaa ja yhteensä 3300 kJ saatavilla olevaa energiaa. Kuinka monta prosenttia viipaleen energiamäärästä tulee rasvasta?
- 34 %
 - 44 %
 - 48 %
 - 52 %
 - 53 %
17. Paljonko rasvaa päivittäisen ruokavalion pitäisi ravitsemussuositusten mukaan sisältää, mikäli henkilö kuluttaa 9200 kJ/d?
- 22 g
 - 54 g
 - 77 g
 - 190 g
 - 220 g

Skvaleeni on lipidi, jota on muun muassa oliivi- ja kalaöljyissä.

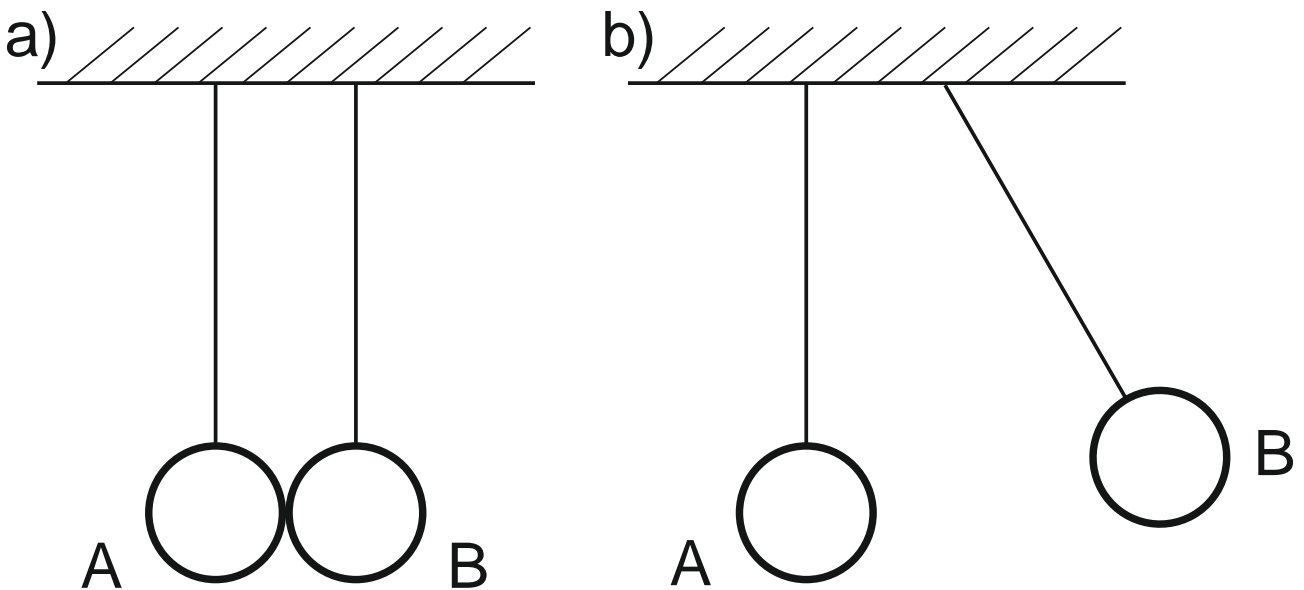


skvaleeni
skvalen

18. Oliiviöljynäyte (2,00 g) sisältää 8,00 mg skvaleenia ($M = 410,70 \text{ g/mol}$). Kuinka monta millimoolia skvaleenia 100,0 g oliiviöljyä sisältää?
- 0,200 mmol
 - 0,240 mmol
 - 0,400 mmol
 - 0,820 mmol
 - 0,974 mmol
19. Skvaleeni voidaan pelkistää skvalaaniksi vetykaasulla (hydraus), eli skvaleenin kaikki kaksoissidokset muutetaan yksinkertaisiksi sidoksiksi. Kuinka monta litraa vetykaasua (NTP) tarvitaan, kun $1,00 \cdot 10^3 \text{ mol}$ skvaleenia pelkistetään skvalaaniksi?
- $22,4 \cdot 10^2 \text{ l}$
 - $13,4 \cdot 10^3 \text{ l}$
 - $22,4 \cdot 10^3 \text{ l}$
 - $134 \cdot 10^3 \text{ l}$
 - $269 \cdot 10^3 \text{ l}$
20. Glyseroli on kolmenarvoinen alkoholi ($\text{HOCH}_2\text{CHOHCH}_2\text{OH}$, $M = 92,06 \text{ g/mol}$), jonka tiheys on 1,26-kertainen veden tiheyteen nähden. Kuinka paljon vettä vapautuu, kun $1,0 \text{ dm}^3$ glyserolia esteröidään täydellisesti triasyyliglyseroliksi?
- $0,74 \text{ dm}^3$
 - $0,79 \text{ dm}^3$
 - $0,92 \text{ dm}^3$
 - $1,3 \text{ dm}^3$
 - $3,8 \text{ dm}^3$

Tehtävä 2 Laboratoriosta löytyy pullo, jonka sisältämässä liuoksessa on kahta radioaktiivista ainetta (A ja B), joiden puoliintumisajat ovat T_A ja T_B . Pullon sisältöä tutkittaessa todetaan, että aineen A aktiivisuus on X kertaa aineen B aktiivisuus. Tiedetään, että pullon saapuessa laboratorioon aineiden aktiivisuudet olivat yhtä suuret. Kuinka kauan pullo on ollut laboratoriossa? Esitä vastauksesi annettujen suureiden avulla. (8 p)

Tehtävä 3



Kaksi samankokoista teräskuulaa A ja B (massa m) on ripustettu oheisen kuvan a-kohdan osoittamalla tavalla. Langan massa on häviävän pieni. Kuula B viedään oikealle kuvan b-kohdan osoittamalla tavalla ja päästetään irti.

a) Mikäli halutaan, että kuulan B nopeus juuri ennen törmäystä on v , kuinka korkealle kuula B pitää nostaa? (2 p)

b) Mitkä ovat kuulien nopeudet välittömästi törmäyshetken jälkeen? Törmäys on kimmoisa. (8 p)

Tehtävä 4 Yksikerroksinen lipidikalvo koostuu kahdentyyppisistä lipideistä: kymmenellä prosentilla kalvon lipideistä on yhden alkeisvarauksen suuruinen negatiivinen nettovaraus, ja loput yhdeksänkymmentä prosenttia ovat neutraaleja. Arvioidaan, että yksi lipidi vie noin $0,68 \text{ nm}^2$ suuruisen pinta-alan kalvon pinnalla ja että varatut lipidit ovat tasaisesti jakautuneet kalvon pinnalle. Kalvoa ympäröi NaCl-liuos.

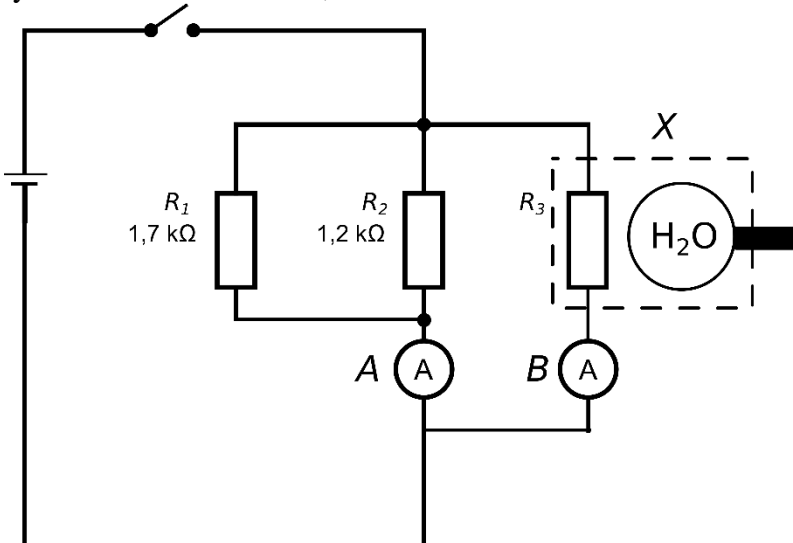
Sähkökentän potentiaalia kalvon läheisyydessä voidaan kuvata yhtälöllä:

$$V(x) = \frac{\sigma}{\kappa \epsilon \epsilon_0} e^{-\kappa x}$$

jossa x on etäisyys kalvon pinnalta, σ = varaustiheys kalvon pinnalla, ϵ = suhteellinen permittiivisyys, ϵ_0 = tyhjiön permittiivisyys ja κ on vakio joka kuvaa ympäröivän suolan vaikutusta sähköiseen potentiaaliin.

- a) Laske varaustiheys solukalvon pinnalla (eli varauksen määrä pinta-alayksikköä kohti). Anna vastauksesi yksikössä C/nm^2 . (4 p)
- b) Solukalvosta etäisyydellä x_0 on proteiinimolekyyli, jonka varaus on q . Tällöin proteiinimolekyylin potentiaalienergia on E_0 . Johda yhtälö etäisyydelle x_0 ilmaistuna proteiinimolekyylin varauksen q ja potentiaalienergian E_0 avulla. Numeroarvoja ei tarvitse sijoittaa. (4 p)

Tehtävä 5 Sairaalakokki keittää vettä normaali-ilmanpaineessa akkukäyttöisellä hellalla X. Samassa virtapiirissä on kaksi muutakin laitetta. Virtapiiri on annettu oheisessa kuvassa, jossa vastukset edustavat eri laitteita. Vastus R_3 kykenee lämmittämään kattilassa olevaa vettä hyötysuhteella 0,65. Kun hella kytetään päälle, virtamittarin A lukema on 2,1 A ja mittarin B lukema 1,9 A. Alussa kattilassa on 1,2 litraa huoneenlämpötilassa ($20,0 \text{ }^\circ\text{C}$) olevaa vettä. Kauanko kuluu piirin päälle kytkemisestä aikaa siihen, että kaksi kolmasosaa vedestä on haihtunut kiehumalla? (14 p)

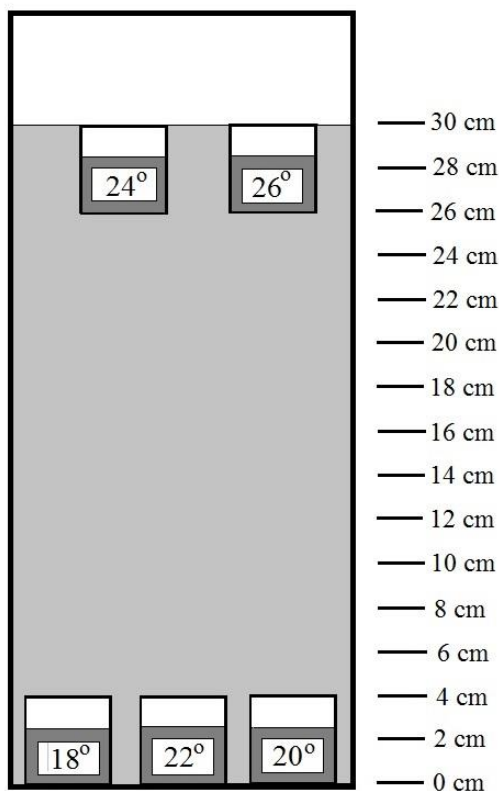


Tehtävä 6 Italiainen tähtitieteilijä, filosofi ja fyysikko Galileo Galilei kehitti vuonna 1593 lämpömittarin, joka ilmaisee nesteessä olevien esineiden avulla ympäristön lämpötilan. Galilein lämpömittari muodostuu suljetusta lasiastiasta ja sen sisällä olevasta kirkkaasta nesteestä, jossa on eri lämpötiloja edustavia, nestettä sisältäviä painoja.

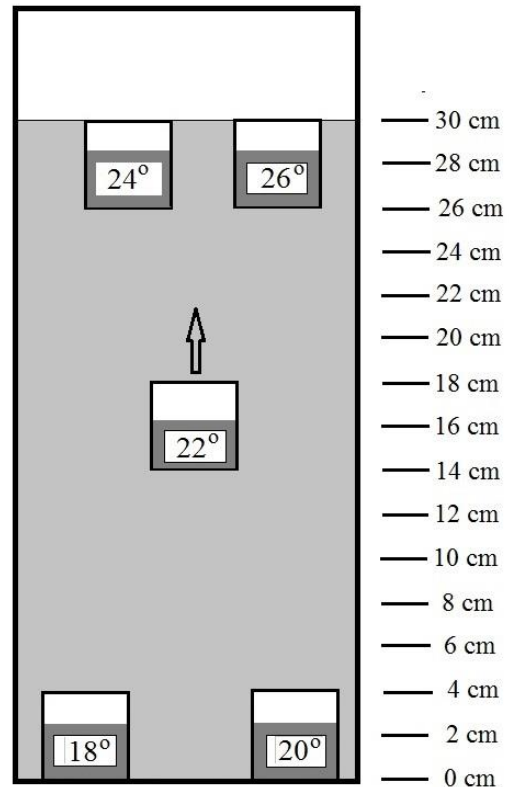
Alla olevassa kuvassa on Galilein lämpömittari kahdessa lämpötilassa. Lasiastia on täytetty etanolilla, jonka tiheys 5°C lämpötilassa on 802 kg/m^3 . Etanolin tilavuuden lämpötilakerroin on $1,10 \cdot 10^{-3}\text{ 1/K}$. Lasiastian sisällä on viisi lasikuutiota, jotka edustavat eri lämpötiloja. Lasin lämpölaajenemista ei tarvitse huomioida. (12 p)

- Millä välillä lämpötila on kuvan a-kohdassa? Vastausta ei tarvitse perustella. (1 p)
- Mikä on etanolin tiheys kuvan a-kohdan lämpötila-alueen ylärajalla? (3 p)
- Mitä lämpötilalle on tapahtunut kuvan b-kohdassa? (1 p)
- Kuinka suuri hydrostaattinen paine kohdistuu kuvan b-kohdassa olevan, 22°C lämpötilaa edustavan lasikuution alapinnalle kuvan esittämällä hetkellä? Etanolin tiheys on 788 kg/m^3 . (3 p)
- Kuinka suuri noste kohdistuu kuvan b-kohdassa olevaan, 22°C lämpötilaa edustavaan lasikuution kuvan esittämällä hetkellä? (4 p)

a)

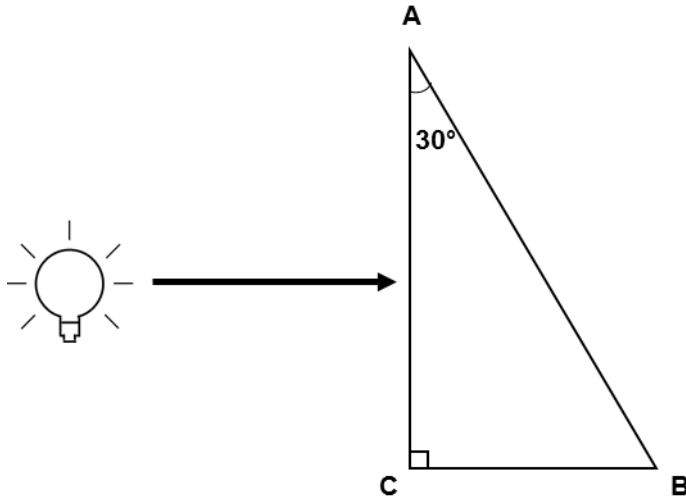


b)



Kaaviokuva Galilein lämpömittarista kahdessa eri lämpötilassa.

Tehtävä 7 Ultraviolettispektroskopiolla voidaan määrittää maidon rasvapitoisuus, sillä 205 nm:n ultraviolettisäteilyn absorptio on suoraan verrannollinen maidon rasvapitoisuuteen. Absorptiomittauksessa tarvittava valon aallonpituus voidaan erottaa prisman avulla. (10 p)

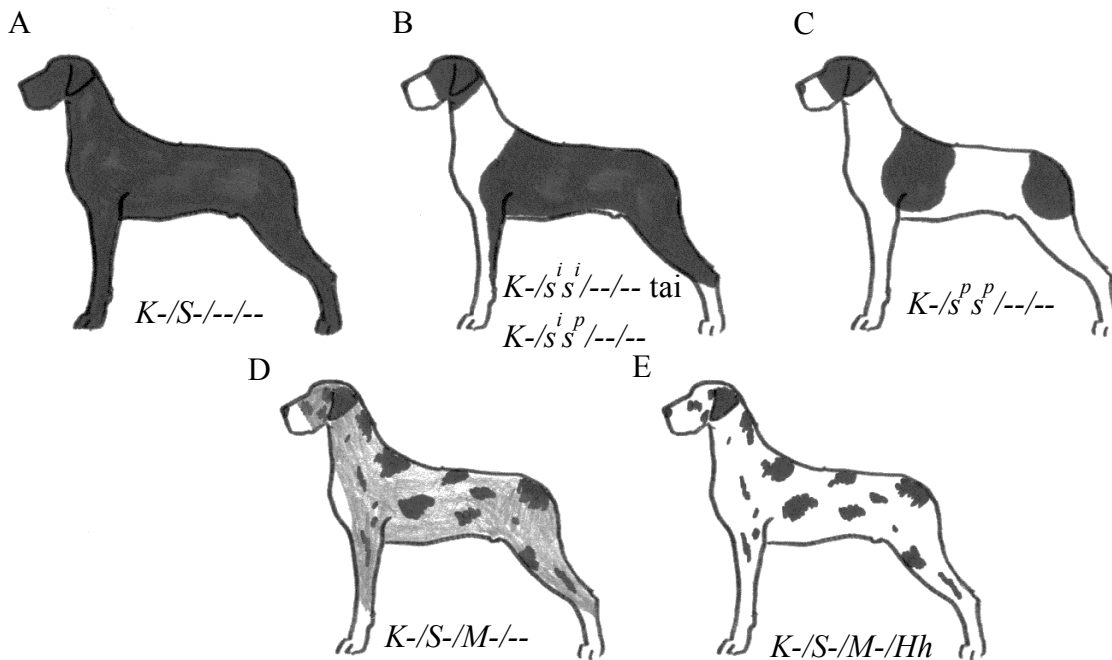


a) Kuvassa esitetyn prisman taitekerroin aallonpituudella 205 nm on $\sqrt{3}$ ($\approx 1,73$). Valo tulee kohtisuoraan prisman kylkeen AC. Missä kulmassa valo poistuu prisman kyljestä AB? Ilmoita kulma prisman kyljen AB pinnan normaaliin nähden. (6 p)

b) Ultraviolettivalo noudattaa säteilyn vaimenemislakia. Prismasta tuleva valo kulkee maitonäytteessä 1,5 cm matkan, jolloin 60 % valosta pääsee näytteen läpi. Määritä maidon rasvapitoisuus säteilyn vaimenemiskertoimen avulla. (4 p)

205 nm:n valon vaimenemiskertoimen ja maidon rasvapitoisuuden välinen yhteys.

Vaimenemiskerroin (1/cm)	Rasvapitoisuus (%)
0,00	0,0
0,34	0,5
0,52	1,0
0,74	1,5
1,00	2,0
1,30	2,5
1,52	3,0

Tehtävä 8 Väriytyksen periytyminen koirarodulla (tanskandoggi). (9 p)

Koirilla väri muodostuu kahden eri väriaineen avulla, mutta väritys määräytyy usean geenin säätelemänä.

Kuvassa (kohdissa A-E) on esitetty mustan ja valkoisen määrään sekä kokonaisväriytykseen vaikuttavat alleelit tanskandoggipopulaatiossa. Alleelit, joilla ei ole vaikutusta kyseisen yksilön väriytykseen, on merkitty viivalla.

A. Yksivärisillä mustilla koirilla on dominoiva (vallitseva) mustan alleeli K . Yksivärisyyden aiheuttaa toinen dominoiva alleeli S muiden dominoivien alleelien puuttuessa.

B. Manttelimustilla on dominoiva mustan alleeli K . Valkoisuutta lisää resessiivisesti (väistyvästi) periytyvä *irish spotting* -alleeli ("irish"-kuviointi; genotyyppi $s^i s^i$) tai *spotting piebald* -alleeli ("piebald"-kuviointi; genotyyppi $s^i s^p$).

C. Koirilla, joilla on suuria mustia alueita valkoisella pohjalla, s^p -alleeli on homotsygoottina.

D. Harmaaharlekiinit ovat geneettisesti mustia (dominoivat K - ja S -alleelit), mutta niillä on myös dominoiva *Merle*-alleeli ("marmori"-kuviointi; M), joka aiheuttaa väriytykseen epämääräisiä mustia läiskiä sekä harmaita ja joskus valkoisia alueita.

E. Myös harlekiineilla on *Merle*-alleeli (kuten koiralla D), mutta ne ovat valkoisia dominoivan harlekiinialleelin (H) määräämänä. Harlekiinialleeli ei tule esille koiran fenotyypissä ilman *Merle*-alleelia ja esiintyy vain heterotsygoottina, koska kyseessä on letaali alleeli.

a) Ovatko seuraavat väitteet tosia tai epätosia? (6 p; oikea vastaus 2 p, väärä vastaus -1 p, ei vastausta 0 p)

1. Värien perusteella koiran C vanhempina voivat olla koirat B ja E.
2. Värien perusteella koiran D vanhempina voivat olla koirat B ja E.
3. Värien perusteella koira A voi olla kaikkien muiden koirien (B, C, D ja E) isä.

b) Koira C ja koira D risteytetään. Millä todennäköisyydellä jälkeläisissä on täysin mustia koiria (kuten koira A), jos vanhemmat ovat K-locuksen alleelien suhteen heterotsygootteja (*Kk*), eivätkä geenit ole kytkeytyneitä? Ilmoita vastaus prosentteina ja perustele vastauksesi vastausmonisteeseen. (3 p)

Tehtävä 9 (20 p)

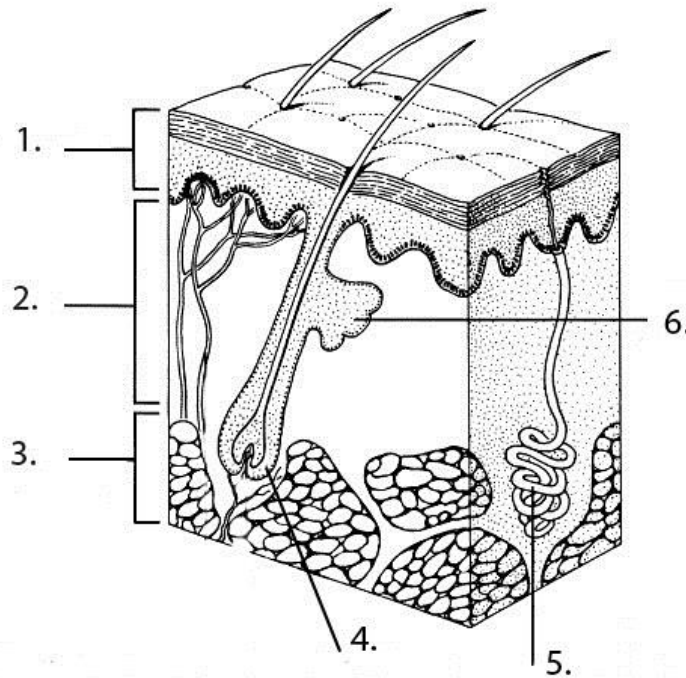
Helsingin Sanomien Kuukausiliitteen tammikuun 2016 numerossa olleen artikkelin mukaan eteläafrikkalaiselta naisjuoksijalta Caster Semenyalta puuttuivat kohtu ja munasarjat. Niiden tilalla olivat vatsaonteloon jääneet kivekset, eli kivekset eivät olleet laskeutuneet vatsaontelosta kivespussiin sikiöaikana, kuten normaalissa poikalapsen kehityksessä. Tätä pidetään eräänä interseksuaalisuuden monista muodoista. Kun vuonna 2009 Semenya voitti naisten 800 metrin juoksun maailmanmestaruuden lähes 2,5 sekunnin erolla kilpasiskoihinsa, alkoi kiertää huhu, että hänen sukupuolensa olisi epäselvä. Tutkimusten jälkeen vuonna 2010 IAAF kuitenkin ilmoitti, että Semenya saa kilpailla naisten sarjassa. Riossa vuonna 2016 hän voitti naisten 800 metrillä olympiakullan.

Kuvaile ihmisen sukupuolen määräytyminen ja sukupuoliominaisuuksien kehittyminen sekä niihin vaikuttavat tekijät ja tapahtumaketjut eri kehitysvaiheissa.

Tehtävä 10 (8 p)

a) Nimeä kuvaan merkityt ihon kerrokset 1–3 ja rakenteet 4–6 vastausmonisteeseen. (6 p)

b) Mitkä ovat rakenteen 6 tehtävät? (2 p)



Tehtävä 11 (12 p)

Täydennä vastausmonisteeseen alla olevasta tekstistä viivojen kohdalta puuttuvat sanat. Yksi sana kutakin viivaa kohden. Kirjoita vastauksesi vastausmonisteeseen. Pisteytys: jokainen numeroitu kohta (1 tai 2 sanaa) 1 p; yhteensä 12 p.

Solukalvo on solujen puoliläpäisevä pintakalvo, joka ympäröi solulimaa. Se koostuu fosfolipideistä ja kalvoproteiineista. Myös eräs lipideihin kuuluva steroidialkoholi, (1) ____, on solukalvon merkittävä rakennekomponentti. Yksi solukalvon tärkeimmistä tehtävistä on ylläpitää solun sisäistä tasapainoa säätelemällä aineiden kulkua soluun ja solusta ulos. Aineiden passiivinen kuljetus ei vaadi energiaa. Esimerkiksi pienet varauksettomat ja poolittomat molekyylit voivat siirtyä solukalvon läpi suuremmasta pitoisuudesta pienempään prosessilla, jota kutsutaan (2) ____. Vastaavaa veden kulkeutumista solukalvon läpi kutsutaan (3) ____. Glukoosi ja aminohapot voivat kulkeutua solukalvon läpi suuremmasta pitoisuudesta pienempään kuljettajaproteiinien avustuksella passiivisesti mekanismilla, jota kutsutaan (4) ____ ____. Aineiden kuljetus solukalvon läpi kohti suurempaa pitoisuutta vaatii aina (5) ____. Tätä tapahtumaa kutsutaan (6) ____ ____. Esimerkiksi sähköisesti varautuneiden ionien siirto kalvon läpi voi tapahtua ionipumppujen kautta. Solukalvon sisä- ja ulkopuolen välillä on sähköinen jännite-ero siten, että kalvon sisäpuoli on normaalisti ulkopuoleen verrattuna (7) ____ varautunut. Solut voivat ottaa sisäänsä myös hyvin suuria molekyylejä, makrofagit jopa kokonaisia bakteereja, solusyönnin eli (8) ____ avulla: solukalvo ympäröi sisään otettavan materiaalin, jolloin muodostuva rakkula kuroutuu solukalvosta irti ja siirtyy solun sisään. Vastaavasti solu voi erittää (9) ____ avulla suuria molekyylejä, esimerkiksi vesiliukoisia proteiinihormoneja, solusta ulos.

Soluun voidaan viedä vierasta DNA:ta solukalvon läpi usealla eri menetelmällä. Menetelmää, jossa ohuen lasiputken avulla siirretään vierasta DNA:ta suoraan yksittäiseen kohdesoluun, kutsutaan nimellä (10) ____. Solukalvo voidaan tehdä hetkellisesti läpäiseväksi lyhytkestoisella (11) ____, joka tekee solukalvoon aukkoja ja vieras DNA pääsee solun sisään. Näin voidaan viedä DNA:ta kerralla suureen solumäärään. Myös (12) ____ sopivat erinomaisesti geenien kuljettajiksi, sillä niiden normaaliin lisääntymiseen kuuluu perimän siirtäminen isäntäsolun sisälle. Tätä ominaisuutta voidaan hyödyntää mm. geenihoidoissa.

Tehtävä 12 (9 p)

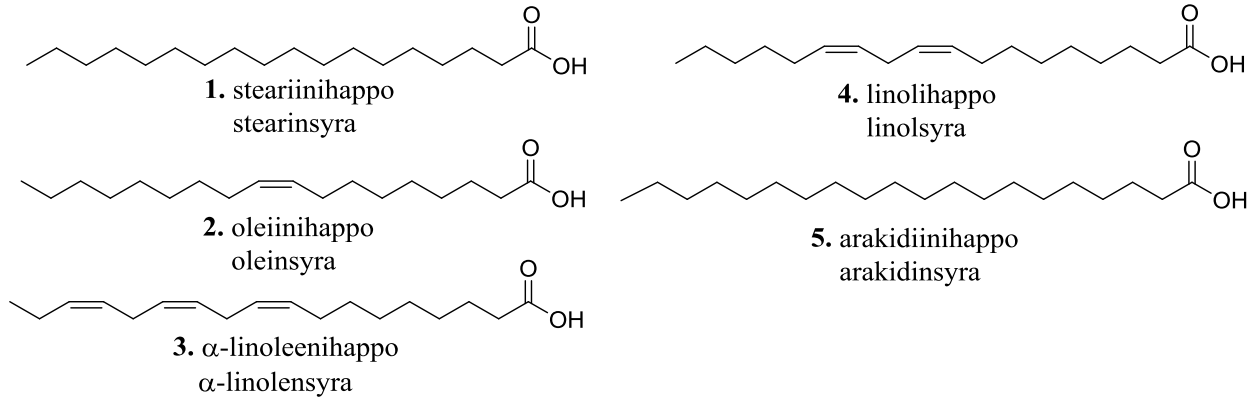
Maksa hajottaa, muokkaa ja varastoi elimistön aineenvaihduntareaktioissa syntyneitä aineita sekä ylläpitää elimistön homeostaasia. Luettele ne maksan tehtävät, jotka liittyvät glukoosiin ja kolesteroliin. (Soluhengitystä ei tarvitse käsitellä.)

Tehtävä 13 (9 p)

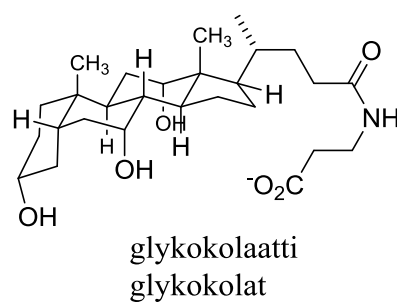
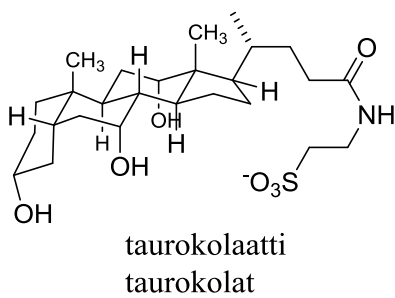
Rasvat (triglyseridit) ovat solujen energiavarastoja. Mitkä keskeiset mitokondriossa tapahtuvat reaktiosarjat (1–3) liittyvät energiantuotantoon rasvahapoista? Kirjoita vastausmonisteeseen reaktiosarjojen nimet sekä reaktioissa muodostuvat lopputuotteet.

Tehtävä 14 (11 p)

a) Järjestä kuvan rasvahapot **1–5** sulamispisteiden mukaiseen järjestykseen matalimmasta korkeimpaan. Merkitse vastausmonisteen viivoille kunkin rasvahapon numero. Perustele vastauksesi. (5 p)

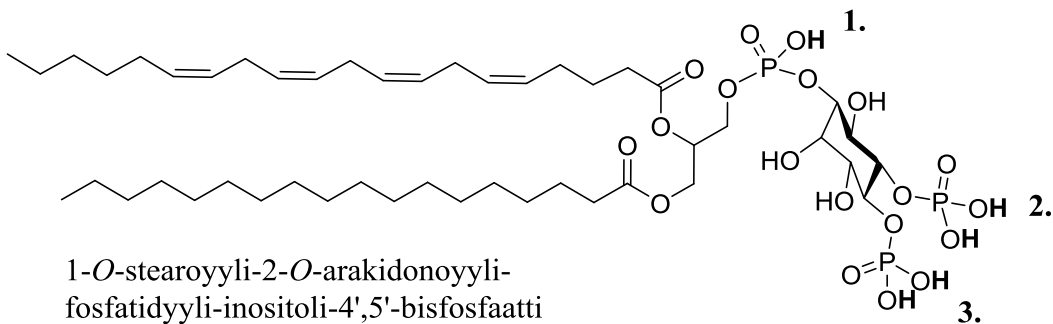


b) Sappisuolat taurokolaatti ja glykokolaatti auttavat lipidien liuottamisessa ohutsuolessa. Mihin tauro- ja glykokolaatin vaikutus **kemiallisesti** perustuu? (6 p)



Tehtävä 15 (14 p)

Kalvolipidien yksi päätyyppi on glyserofosfolipidit (kuva Ke1). Niiden perusrakenteena on glyseroli, jonka kahteen hydroksyyliin on esteröitynyt rasvahappo ja kolmanteen hydroksyyliin on esteröitynyt fosforihappo fosfoesterisidoksella. Fosforihapon toiseen hydroksyyliin on esteröitynyt jokin muu ryhmä, josta kuvassa Ke1 on esimerkkinä *myo*-inositoli-4,5-bisfosfaatti. Kuvan Ke1 glyserofosfolipidin funktionaalisten ryhmien 1–3 pK_a -arvot on esitetty alla olevassa taulukossa.

Ke1

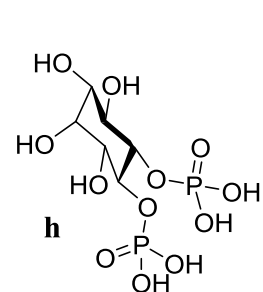
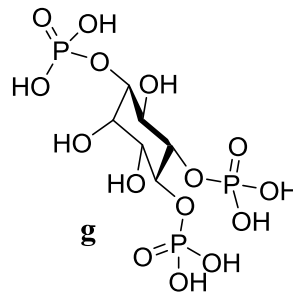
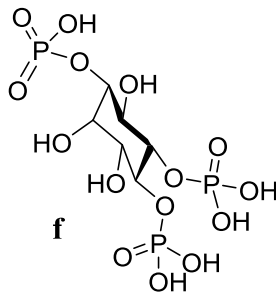
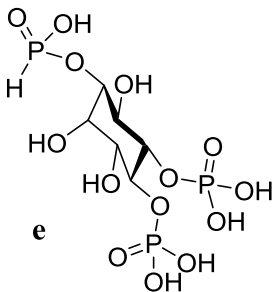
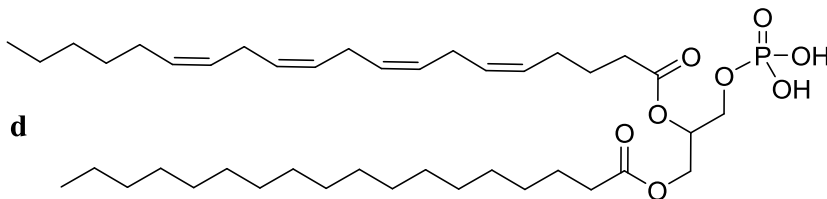
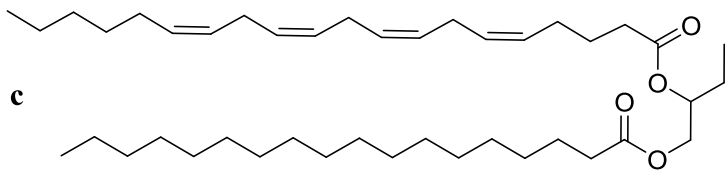
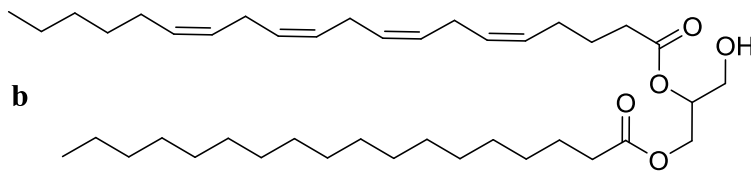
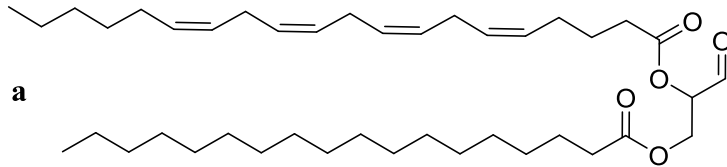
1-*O*-stearoyl-2-*O*-arakidonoyl-fosfatidylinositol-4',5'-bisfosfat

Kuvan Ke1 yhdisteen happovakiot pK_a -muodossa.

Ryhmä	pK_{a1}	pK_{a2}
1.	1,94	–
2.	0,63	5,72
3.	1,21	6,34

a) Fosfolipaasi C katalysoi fosforihapon esterin hydrolyysiä kuvan Ke1 lipidillä. Molemmat tämän reaktion tuotteet, diasyylylglyseroli ja inositoli-1,4,5-trisfosfaatti, ovat tärkeitä solunsisäisiä viestimolekyylejä.

Valitse alla olevista rakenteista **a–h** oikeat reaktiotuotteet. Kumpi tuote jää solukalvoon ja kumpi vapautuu vesiliuokseen? Perustelee. (6 p)



b) Arvioi kuvan Ke1 lipidin nettovaraus q (molekyylin kaikkien varausten summa) normaalissa solunsisäisessä pH:ssa 7,2. Valitse vaihtoehdoista **1–4** nettovarauksen itseisarvon vaihteluväli. (3 p)

1. $3,0 < |q| < 3,5$

2. $3,5 < |q| < 4,0$

3. $4,0 < |q| < 4,5$

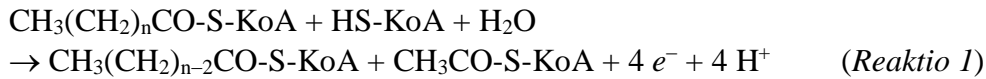
4. $4,5 < |q| < 5,0$

c) Montako *cis-trans*-isomeeriä on kuvan Ke1 molekyylillä? (3 p)

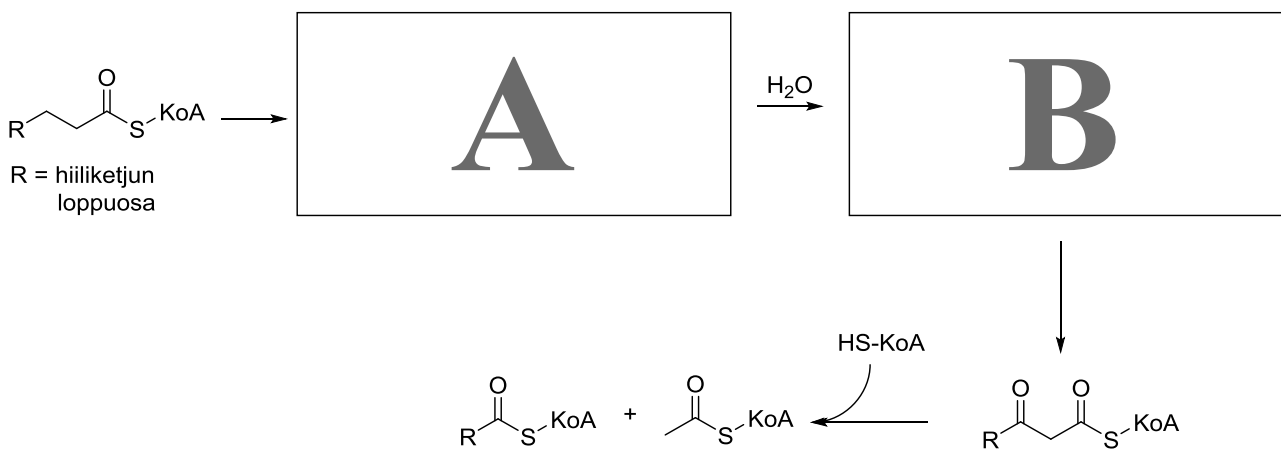
d) Kuvan Ke1 lipidi on esimerkki optisesti aktiivisesta biomolekyylistä. Miksi luonnossa esiintyy yleensä vain yhtä stereoisomeeriä kustakin optisesti aktiivisesta biomolekyylistä? (2 p)

Tehtävä 16 (17 p)

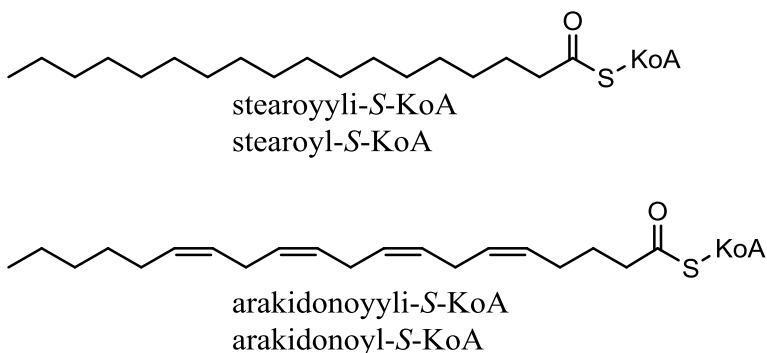
Solun sisällä rasvahappo sidotaan koentsyymi-A:han (HS-KoA) tioesterisidoksella. Rasvahappojen hapetuksen ensimmäisessä vaiheessa, β -oksidatiossa, tämä rasvahappo pilkotaan mitokondriossa syklisessä prosessissa aktivoituiksi etikkahapoiksi ($\text{CH}_3\text{CO-S-KoA}$). β -oksidation yksi kierros on esitetty *reaktiossa 1*.



a) Piirrä vastausmonisteen laatikoihin A ja B rasvahappojen hapettumisessa syntyvien välituotteiden rakennekaavat. Stereoisomeriaa ei tarvitse huomioida rakennekaavoissa. Poistuvia elektroneja ja protoneja ei tarvitse merkitä. (6 p)



b) Stearoyyli-S-KoA ja arakidonoyyli-S-KoA hapetetaan täydellisesti aktivoituiksi etikkahapoiksi syklisesti *reaktion 1* mukaisesti. Laske näiden kahden kokonaisreaktion stoikiometriset kertoimet, ja merkitse ne vastausmonisteen viivoille. (11 p)

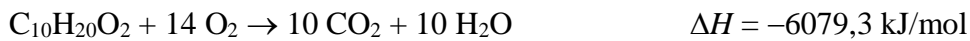
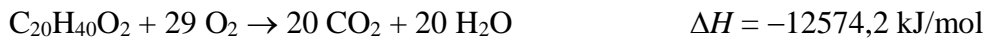


Tehtävä 17 (18 p)

Alkaanien ja rasvahappojen täydellinen hapettuminen vedeksi ja hiilidioksidiksi on eksoterminen reaktio. Pitkaketjuisten alkaanien ja tyydyttyneiden rasvahappojen hapettumisessa vapautuva lämpö (entalpian muutos) on käytännössä verrannollinen hiiliatomien lukumäärään.

a) Tietyissä olosuhteissa dodekaanin ($C_{12}H_{26}$) täydellinen hapettuminen vapauttaa lämpöä 7380,75 kJ/mol ja ikosaanin ($C_{20}H_{42}$) 12301,25 kJ/mol. Laske näiden arvojen perusteella pentadekaanin ($C_{15}H_{32}$) täydellisessä hapettumisessa vapautuva lämpö. (4 p)

b) Laske steariinihapon ($C_{18}H_{36}O_2$) hapettumisessa vapautuva lämpö alla esitettyjen tyydyttyneiden rasvahappojen palamisreaktioiden entalpian muutosten perusteella. (14 p)



Huom! Olosuhteet ovat erilaiset kuin a-kohdassa, joten a- ja b-kohtien arvoja ei voi käyttää ristiin.

KAVALIITE (2 sivua, L1-L2)

Kaavaliitteen vakiot ja taulukkoarvot oletetaan laskutoimituksissa tarkoiksi arvoiksi.

Avogadron luku $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}/\text{mol}$

Gravitaatiovakio $G = 6,6742 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

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

Elohopean tiheys 13600 kg/m^3

Faradayn luku $F = 96,5 \cdot 10^3 \text{ C/mol}$

Ideaalikaasun moolitilavuus $V_m = 22,41 \text{ l/mol (NTP)}$

Kuivan ilman tiheys $1,29 \text{ kg/m}^3 \text{ (NTP)}$

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

Normaali-ilmanpaine $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$

Maan halkaisija $12\,756\,280 \text{ m}$

Maan massa $5,9737 \times 10^{24} \text{ kg}$

Maan painovoiman aiheuttama putoamis-

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

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

Planckin vakio $6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} = 4,1357 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$

Stefan-Boltzmannin vakio $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K}^4)$

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

Valon nopeus $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Veden tiheys $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \text{ (} 0 \text{ }^\circ\text{C} - 100 \text{ }^\circ\text{C)}$

Veren tiheys 1050 kg/m^3

Veden höyrystymislämpö 2260 kJ/kg

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

Veden ominaislämpökapasiteetti $4,19 \text{ kJ/(K} \cdot \text{kg)}$

Yleinen kaasuvakio $R = 8,314 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$

Äänen nopeus ilmassa 343 m/s

$k = 1$ mustalle kappaleelle

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

$1 \text{ curie} = 1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$

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

protoni: $m_p = 1,6726586 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

neutroni: $m_n = 1,6749543 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

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

atomimassayksikkö: $m_u = 1,6605655 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

$m_p = 1,0072825 m_u$

$m_n = 1,0086650 m_u$

$p = \rho gh$

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

$c = Hp_0$

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

$W = Fs$

$E_p = mgh$

$E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$E_r = \frac{1}{2}J\omega^2$

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

$v = v_0 + at$

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

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

$\omega = \omega_0 + \alpha t$

$a = v^2/r$

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

$F = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r = \frac{4\pi^2}{T^2}mr = V(\rho_m - \rho_n)\omega^2 r$

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

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

$M = F \cdot r$

$J = \sum ms^2$

$p = mv$

$P = W/t$

$\eta = \frac{W_a}{W_o} = \frac{W_a/t}{W_o/t} = \frac{P_a}{P_o}$

$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{n_1}{n_2} = n_{12}$

$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$

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

$p = \frac{F}{A} = \frac{F_s}{A_s} = \frac{W}{V}$

$c = \sqrt{(\Delta V/\Delta p)(V/p)}$

$v = \sqrt{\gamma RT/M}$

$v = \sqrt{E/\rho}$

$\beta = 10 \lg(I/I_0)$

$R = 10 \lg(P_1/P_0) = 10 \lg(1/\tau)$

$\tau = \frac{\tau_1 A_1 + \tau_2 A_2 + \dots}{A}$

$f = f_0 \frac{c}{c \pm v}; \quad f = f_0 \frac{c \pm v}{c}$

$T = \sqrt{4\pi^2(r/a)}$

$pV = nRT$

$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$

$p = p_0(1 + \alpha_p \Delta T); \quad V = V_0(1 + \alpha_V \Delta T)$

$Q = c_p m \Delta T$

$W = \gamma \Delta A$

$\Delta L = \alpha \Delta T L_0$

$U = RI, \quad P = UI$

$(n_1/a) + (n_2/b) = (n_2 - n_1)/r$

$f_2 = [(n_2 - n_1)r + n_1 r]/(n_2 - n_1) = f_1 + r$

$X_L = 2\pi fL$

$X_C = 1/2\pi fC$

$f = 1/2\pi\sqrt{LC}$

$f_1/f_2 = n_1/n_2$

$M = NAB I \sin \alpha$

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

$F = QE, \quad E = U/d$

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

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

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

$V(x_0) = E_0/q$

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

$\lambda = h/mv$

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

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

$T_e = \frac{T_f T_b}{T_f + T_b}, \quad T_b = \frac{T_f T_e}{T_f + T_e}$

$\lambda_{ef} = \lambda_{fys} + \lambda_{biot}$

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

$\lg A = \lg A_0 - \lambda t \lg(e)$

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

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

$$H = w_R D; H_T = w_R D_T$$

$$H = \sum_R \sum_T w_R w_T D_T; \sum w_T = 1$$

$$v = QE \frac{1}{6\pi r \eta}$$

$$E_s = [Zm_p + Nm_n - m_Y]c^2$$

$$\phi = \frac{\lambda A \theta}{d}; q = \frac{\lambda \theta}{d}$$

$$\phi = hA\theta; \theta = T_1 - T_2$$

$$\frac{P}{A} = \sigma T^4; \frac{P}{A} = k\sigma T^4$$

$$I = \frac{\Phi}{\omega} = \frac{\Phi_{tot}}{4\pi}; E = \frac{\Phi}{A}$$

$$L = \frac{I}{A}; [L] = \frac{cd}{m^2} = 1 \text{ Nit} = 1 \text{ nitti}$$

$$L = \frac{I_g}{A \cos \varepsilon}$$

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

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

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

$$\frac{I_d}{\Delta c} = P = \frac{KD}{\Delta x}$$

$$P = \frac{\phi D}{\Delta x}$$

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

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

$$\Delta V = V_s - V_u = \frac{RT}{F} \ln \frac{P_{Na} c_{Na}^u + P_K c_K^u + P_{Cl} c_{Cl}^s}{P_{Na} c_{Na}^s + P_K c_K^s + P_{Cl} c_{Cl}^u}$$

$$\frac{c_K^s}{c_K^u} = \frac{c_{Cl}^u}{c_{Cl}^s}$$

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

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

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

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

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

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

Metallien sähkökemiallinen jännitesarja: **Li, K, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Ni, Sn, Pb, H, Cu, Hg, Ag, Au, Pt, Pd**

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
¹ H 1.0079																	² He 4.0026
³ Li 6.9412	⁴ Be 9.0121											⁵ B 10.811	⁶ C 12.010	⁷ N 14.006	⁸ O 15.999	⁹ F 18.998	¹⁰ Ne 20.179
¹¹ Na 22.989	¹² Mg 24.305											¹³ Al 26.981	¹⁴ Si 28.085	¹⁵ P 30.973	¹⁶ S 32.065	¹⁷ Cl 35.453	¹⁸ Ar 39.948
¹⁹ K 39.098	²⁰ Ca 40.078	²¹ Sc 44.955	²² Ti 47.867	²³ V 50.941	²⁴ Cr 51.996	²⁵ Mn 54.938	²⁶ Fe 55.845	²⁷ Co 58.933	²⁸ Ni 58.693	²⁹ Cu 63.546	³⁰ Zn 65.409	³¹ Ga 69.723	³² Ge 72.641	³³ As 74.921	³⁴ Se 78.963	³⁵ Br 79.904	³⁶ Kr 83.798
³⁷ Rb 85.467	³⁸ Sr 87.621	³⁹ Y 88.905	⁴⁰ Zr 91.224	⁴¹ Nb 92.906	⁴² Mo 95.942	⁴³ Tc 98.906	⁴⁴ Ru 101.07	⁴⁵ Rh 102.90	⁴⁶ Pd 106.42	⁴⁷ Ag 107.86	⁴⁸ Cd 112.41	⁴⁹ In 114.81	⁵⁰ Sn 118.71	⁵¹ Sb 121.76	⁵² Te 127.60	⁵³ I 126.90	⁵⁴ Xe 131.29
⁵⁵ Cs 132.90	⁵⁶ Ba 137.32	⁵⁷ La 138.90	⁷² Hf 178.49	⁷³ Ta 180.94	⁷⁴ W 183.84	⁷⁵ Re 186.20	⁷⁶ Os 190.23	⁷⁷ Ir 192.21	⁷⁸ Pt 195.08	⁷⁹ Au 196.96	⁸⁰ Hg 200.59	⁸¹ Tl 204.38	⁸² Pb 207.21	⁸³ Bi 208.98	⁸⁴ Po 208.98	⁸⁵ At 209.98	⁸⁶ Rn 222.01
⁸⁷ Fr 223.01	⁸⁸ Ra 226.02	⁸⁹ Ac 227.02	¹⁰⁴ Rf 261.10	¹⁰⁵ Db 262.11	¹⁰⁶ Sg 266.12	¹⁰⁷ Bh 264.12	¹⁰⁸ Hs	¹⁰⁹ Mt	¹¹⁰ Ds	¹¹¹ Rg	¹¹² Uub	¹¹³ Uut	¹¹⁴ Uuq	¹¹⁵ Uup	¹¹⁶ Uuh	¹¹⁷ Uus	¹¹⁸ Uuo
Lantanoidit				⁵⁸ Ce 140.11	⁵⁹ Pr 140.90	⁶⁰ Nd 144.24	⁶¹ Pm 146.91	⁶² Sm 150.36	⁶³ Eu 151.96	⁶⁴ Gd 157.25	⁶⁵ Tb 158.92	⁶⁶ Dy 162.50	⁶⁷ Ho 164.93	⁶⁸ Er 167.25	⁶⁹ Tm 168.93	⁷⁰ Yb 173.04	⁷¹ Lu 174.96
Aktinoidit				⁹⁰ Th 232.03	⁹¹ Pa 231.03	⁹² U 238.02	⁹³ Np 237.04	⁹⁴ Pu 244.06	⁹⁵ Am 243.06	⁹⁶ Cm 247.07	⁹⁷ Bk 247.07	⁹⁸ Cf 251.07	⁹⁹ Es 252.08	¹⁰⁰ Fm 257.09	¹⁰¹ Md 258.09	¹⁰² No 259.10	¹⁰³ Lr 260.10