

LÄÄKETIETEEN ALAN VALINTAKOE
26.5.2010

VASTAUSANALYYSIT

TEHTÄVÄKOHTAISET PISTEET:

1	13	2	10	3	14	4	11	
5	9	6	11	7	12	8	7	
9	13	10	10	11	14	12	6	
13	12	14	9					
							yhteensä	151

Vastausanalyysi julkaistaan välittömästi valintakokeen päätyttyä. Vastausanalyysin tavoitteena on antaa valintakokeeseen osallistuville yleisluonteinen kuvaus kunkin valintakoetehtävän osalta arvostelun perusteena käytettävistä keskeisimmistä asiasisällöistä. Analyysi on suuntaa antava, ei täydellinen mallivastaus. Lääketieteelliset tiedekunnat varaavat oikeuden täsmentää pisteytystä ja pisteytykseen vaikuttavia yksityiskohtia.

Tehtävä 1**13 pistettä**

Kirjoita tehtävämonisteessa olevan tekstikappaleen numeroidut, viivalla merkityt puuttuvat sanat (substantiivi tai adjektiivi) alla olevaan taulukkoon. Kuhunkin vastaustaulukon numeroituun kohtaan tulee merkitä ainoastaan yksi sana. Jos kohtaan on merkitty enemmän kuin yksi sana, tulkitaan kohta väärin ratkaistuksi.

1	immuunipuolustusta/vasta-ainetuotantoa
2	pepsiinille
3	rengaspoimut
4	villukset
5	mikrovillukset
6	tiivit
7	liitokset
8	eksosytoosin
9	konneksiini
10	kanavien
11	transsytoosin
12	tyvikalvo
13	transsytoosi

Galenos: 152, 153-154, 156, 186, 187-190, 193, 207, 327, 333, 346, 386, 387, 393, 394-395, 402-403, 416, 432, 456, 485, 487-488, aineisto

Tehtävä 2**10 pistettä**

Ydinvoimalaonnettomuudessa vapautuu ilmakehään ^{137}Cs - ja ^{131}I -isotooppeja sisältävä radioaktiivinen pilvi. Pilvi aiheuttaa tarkasteltavalle alueelle laskeuman, jonka aktiivisuus pinta-alaa kohti on $A_I = 3,0 \text{ kBq/m}^2$ (^{131}I) ja $A_{Cs} = 1,0 \text{ kBq/m}^2$ (^{137}Cs). Puoliintumisajat ovat $T_I = 8,0 \text{ d}$ ja $T_{Cs} = 30,0 \text{ a}$. Onnettomuushetkellä polttoaineessa ^{137}Cs -atomien määrä oli 203 kertaa suurempi kuin ^{131}I -atomien määrä. Voit olettaa, että näiden isotooppien moolimassat ovat vastaavasti 137 g/mol ja 131 g/mol .

a) Kuinka paljon on näiden radioaktiivisten isotooppien massa neliometriä kohti? (3 p)

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

Lasketaan isotooppien lukumäärät neliometriä kohti. Muunnetaan puoliintumisajat sekunneiksi:

$$N_I = \frac{A_I}{\lambda_I} = \frac{A_I T_I}{\ln 2} = 3,0 \text{ kBq/m}^2 \cdot (8,0 \cdot 24 \cdot 3600) \text{ s} / \ln 2 = 2,99 \cdot 10^9 / \text{m}^2$$

$$m_I = \frac{N_I}{6,02 \cdot 10^{23}} \cdot 131 \text{ g} = 6,51 \cdot 10^{-13} \text{ g/m}^2 \approx \underline{6,5 \cdot 10^{-13} \text{ g/m}^2}$$

$$N_{Cs} = \frac{A_{Cs}}{\lambda_{Cs}} = \frac{A_{Cs} T_{Cs}}{\ln 2} = 1,0 \text{ kBq/m}^2 \cdot (30,0 \cdot 365,25 \cdot 24 \cdot 3600) \text{ s} / \ln 2 = 1,366 \cdot 10^{12} / \text{m}^2$$

$$m_{Cs} = \frac{N_{Cs}}{6,02 \cdot 10^{23}} \cdot 137 \text{ g} = 3,11 \cdot 10^{-10} \text{ g/m}^2 \approx \underline{3,1 \cdot 10^{-10} \text{ g/m}^2}$$

b) Kuinka kauan radioaktiivinen pilvi on ollut matkalla ennen laskeumaa? (7 p)

Molempien isotooppien aktiivisuus on pienentynyt pilven kulkiessa ajan t ennen laskeumaa:

$$A_I = A_{I,0} e^{-\lambda_I t} = \lambda_I N_{I,0} e^{-\lambda_I t}, A_{Cs} = A_{Cs,0} e^{-\lambda_{Cs} t} = \lambda_{Cs} N_{Cs,0} e^{-\lambda_{Cs} t}$$

Aktiivisuuksien suhteelle saadaan:

$$\frac{A_I}{A_{Cs}} = \frac{\lambda_I N_{I,0}}{\lambda_{Cs} N_{Cs,0}} e^{(\lambda_{Cs} - \lambda_I) t}, \frac{A_I \lambda_{Cs} N_{Cs,0}}{A_{Cs} \lambda_I N_{I,0}} = e^{(\lambda_{Cs} - \lambda_I) t}$$

Tästä voidaan ratkaista aika:

$$t = \frac{1}{\lambda_{Cs} - \lambda_I} \ln \frac{A_I \lambda_{Cs} N_{Cs,0}}{A_{Cs} \lambda_I N_{I,0}}$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}, \lambda_I = \frac{\ln 2}{8,0 \text{ d}} = 0,08664 / \text{d}, \lambda_{Cs} = \frac{\ln 2}{30,0 \cdot 365,25 \text{ d}} = 6,326 \cdot 10^{-5} / \text{d}$$

$$t = \frac{1}{6,326 \cdot 10^{-5} / \text{d} - 0,08664 / \text{d}} \ln \frac{3000 \cdot 6,326 \cdot 10^{-5}}{1000 \cdot 0,08664} 203 = 9,36 \text{ d} \approx \underline{9,4 \text{ d}}. \text{ Pilvi on kulkenut n. 9,4 vuorokautta.}$$

Galenos: 498, 504-505, 513

Tehtävä 3**14 pistettä**

- a) Ilmassa on 250000 hiukkasta/cm³. Oletetaan, että hiukkasista 99,70 % on halkaisijaltaan < 0,3 μm (< 0,3-hiukkaset). Näiden massa on kuitenkin vain 0,30 % hiukkasten kokonaismassasta, joka on 75 μg kuutiometrissä ilmaa. Mikä on < 0,3-hiukkasten keskimääräinen massa? (3 p)

< 0,3-hiukkasten massa on $0,30/100 \cdot 75 \cdot 10^{-6} \text{ g} = 0,225 \text{ μg}$ ja lukumäärä huomioimalla muunnos $1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3$ on $99,7/100 \cdot 0,25 \cdot 10^6 \cdot 10^6 \text{ kpl} = 2,49 \cdot 10^{11} \text{ kpl}$, joten keskimääräinen massa on $0,225 \text{ μg} / 2,49 \cdot 10^{11} = 9,04 \cdot 10^{-19} \text{ g} \approx \underline{9,0 \cdot 10^{-19} \text{ g}}$

- b) Kuinka suuri vetovoima vaikuttaa kahden massaltaan 0,11 ng:n hiukkasen välillä, kun ne ovat 0,15 mm:n etäisyydellä toisistaan? (3 p)

$$F = \gamma m_1 m_2 / r^2 = 6,6742 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2 \cdot (0,11 \cdot 10^{-12} \text{ kg} \cdot 0,11 \cdot 10^{-12} \text{ kg}) / (0,15 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2 = 3,589 \cdot 10^{-29} \text{ N} \approx \underline{3,6 \cdot 10^{-29} \text{ N}}$$

- c) Kaksi pienhiukkasta ionisoidaan siten, että kumpikin saa sähkövarauksen, joka on nelinkertainen elektronin varaukseen verrattuna. Hiukkaset ovat alkutilanteessa 0,10 mm:n etäisyydellä toisistaan, mutta liikkuvat sitten kauemmaksi toisistaan. Kuinka monta prosenttia hiukkasten välillä vaikuttavasta alkuperäisestä sähköisestä voimasta on jäljellä hiukkasten välisen etäisyyden ollessa 1,0 mm? (3 p)

$F = Q_1 Q_2 / (4\pi\epsilon_0 r^2)$. Voima on siis kääntäen verrannollinen etäisyyden neliöön eli $F \propto 1/r^2$.

Kysytty prosenttiosuus on; $100 \frac{1/r_2^2}{1/r_1^2} = 100 \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = 100 \left(\frac{0,10}{1,0}\right)^2 \approx \underline{1,0 \%}$.

- d) Sähköisesti varattu hiukkanen (varaus 4e) ohjataan ilmavirran mukana elektroniseen ilmanpuhdistimeen, jonka keruosa muodostuu vierekkäisistä metallilevyistä, jotka ovat 11 mm:n etäisyydellä toisistaan ja joiden välillä on 4,0 kV:n jännite. Kuinka suuri voima vaikuttaa hiukkaseen, kun se on levyjen välissä? (3 p)

$$F = QE = QU/d = 4 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 4000 \text{ V} / 11 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 2,330 \cdot 10^{-13} \text{ N} \approx \underline{2,3 \cdot 10^{-13} \text{ N}}$$

- e) Massaltaan 0,11 ng:n hiukkasia kertyy edellä mainittujen metallilevyjen pinnalle 11000 kappaletta sekunnissa. Kuinka paljon hiukkasista kertyy massaa levyjen pinnalle viikossa? (2 p)

Viikossa levyjen päälle kertyy massa $11000 \cdot 24 \cdot 7 \cdot 3600 \cdot 0,11 \cdot 10^{-9} \text{ g} = 0,732 \text{ g} \approx \underline{0,73 \text{ g}}$.

Galenos: 531

Tehtävä 4**11 pistettä**

Oletetaan, että keuhkoihin kulkeutuvien pallomaisten partikkelien tiheys on $2,2 \text{ g/cm}^3$ ja halkaisija $6,0 \text{ nm}$.

- a) Kuinka monta tällaista partikkelia tarvitaan $1,0$ grammaan ainetta? (2 p)

$\rho = m/V$, yhden partikkelin massa $m = \rho V = \rho(4/3)\pi r^3$. Yhdessä grammassa olevien partikkeleiden määrä n on siis $n = 1,0 \text{ g} / (2,2 \text{ g/cm}^3 (4/3)\pi(6,0 \cdot 10^{-7}/2 \text{ cm})^3) = 4,019 \cdot 10^{18} \approx \underline{4,0 \cdot 10^{18}}$

- b) Kuinka monta neliometriä on $1,0$ grammassa tällaista ainetta olevien partikkelien kokonaispinta-ala? (2 p)

$A = 4\pi r^2$. Näiden partikkelien yhteenlaskettu pinta-ala on siis
 $nA = 4,02 \cdot 10^{18} \cdot 4\pi(6,0 \cdot 10^{-9}/2 \text{ m})^2 = 454,5 \text{ m}^2 \approx \underline{450 \text{ m}^2}$

- c) Vertaa b-kohdassa laskettua kokonaispinta-alaa keuhkorakkuloiden kokonaispinta-alaan. (2 p)

Keuhkorakkuloiden kokonaispinta-ala on $70\text{-}100 \text{ m}^2$ eli noin 20% edellisestä pinta-alasta.

- d) Kuinka monta prosenttia partikkelin pinta-alan suhde massaansa pienenee, jos partikkelin halkaisija onkin $0,20 \text{ }\mu\text{m}$? Oletetaan, että partikkelien tiheys on vakio. (3 p)

Partikkelin pinta-ala/massa on verrannollinen $A/m = 4\pi r^2 / (\rho V) = 4\pi r^2 / (\rho 4\pi r^3 / 3) = 3/(\rho r)$. Pinta-ala/massa pienenee siis tekijällä $(r_2/r_1) = 0,10/0,0030 = 100/3,0$. Prosentuaalinen pieneneminen on $(100-3,0)/100 \cdot 100 \% = \underline{97 \%}$.

- e) Vertaa keuhkorakkuloiden halkaisijaa halkaisijaltaan $0,20 \text{ }\mu\text{m}$:n partikkelien kokoon. (2 p)

Keuhkorakkuloiden läpimitta on iästä ja hengityksen vaiheesta riippuen $100\text{-}400 \text{ }\mu\text{m}$. Tarkasteltujen 200 nm :n partikkelien halkaisija on tyypillisesti noin tuhannesosa keuhkorakkulan läpimitasta.

Galenos: 309, 357, 367

Tehtävä 5**9 pistettä**

Selosta mekanismit, joiden avulla elimistössä pyritään estämään sisäänhengitysilman vierasaineiden pääsyä keuhkorakkuloihin.

Vastauksessa tulee mainita vierasaineiden tarttuminen nenäkarvoihin, nielun risaimukudokseen ja hengitysteiden seinämien limakerrokseen, liman kuljetus pois hengitysteistä epiteelin värekarvojen avulla sekä selostettava tarkemmin yskän- ja aivastusheijasteet.

Galenos: 354, 359, 372-373 384, 484, 488, 490, aineisto

Tehtävä 6**11 pistettä**

Mitkä tekijät ja mekanismit edesauttavat hiukkasten ja näiden hajotessa syntyneiden molekyylien pääsyä alveoli-ilmasta verenkiertoon terveellä henkilöllä?

Vastauksessa on mainittava hiukkasten ja molekyylien pieni koko, rasvaliukoisuus (solukalvoon), vesiliukoisuus (hiukkasten vesiliukoiset yhdisteet), diffuusiokapasiteetin suuruuteen vaikuttavat tekijät (suuri diffuusiopinta-ala, lyhyt diffuusiomatka, konsentraatiogradientti, hiukkasten/molekyylien aktiivinen pinta-ala), aktiiviset kuljetusmenetelmät (kuljettajaproteiinit, transsytoosi), solujen välistä tapahtuva kulkeutuminen sekä keuhkokudoksen imusuonisto.

Galenos: 105, 159, 333, 357, 366-367, 403, 484-485, 491, aineisto

Tehtävä 7**12 pistettä**

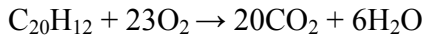
Millä tavoin makrofagit toimivat puolustuksessa bakteereja vastaan?

Vastauksessa tulee yksityiskohtaisesti kuvata makrofagien toiminta fagosytoivina soluina kudoksissa (kohteen tunnistaminen ja tuhoaminen), niiden osuus sekä luonnollisessa (ensikosketusreaktiot) että hankinnaisessa immunitetissa (siirtyminen tulehduspaikalta imusolmukkeisiin, antigeenien esittely ja vuorovaikutus auttaja-T-solujen ja B-solujen kanssa) sekä kuumeen aiheuttaminen interleukiinin välityksellä.

Galenos: 155, 433, 447, 483, 484, 486, 488

Tehtävä 8**7 pistettä**

Kuinka monta millilitraa kuivaa ilmaa (NTP) tarvitaan, kun 5,0 mg bentso(a)pyreeniä poltetaan täydellisesti korkeassa lämpötilassa? Oletetaan, että ilmassa on happea 21,0 tilavuusprosenttia.



Bentso(a)pyreenin moolimäärä:

$$n = \frac{5,0 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{252,31 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1,98 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

Happea tarvitaan palamiseen:

$$n_{\text{O}_2} = 23 \cdot 1,98 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 4,55 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Tarvittava hapen tilavuus (NTP):

$$pV = nRT \Leftrightarrow V = \frac{nRT}{p}$$

$$= \frac{4,55 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 273 \text{ K}}{0,21 \cdot 101,3 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} = 4,85 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \approx 49 \text{ ml}$$

Galenos: 84-85, 359-362

Tehtävä 9**13 pistettä**

Lue tehtävän johdantoteksti tehtävämonisteesta.

- a) Kuinka paljon vedetöntä etikkahappoa (tiheys 1,049 g/ml) on pipetoitava ja kiinteää natriumasettaattia punnittava, kun valmistetaan 1,00 litraa analyysissä tarvittavaa asetaattipuskuria? Puskuriliuoksen pH on 5,00 ja etikkahapon kokonaiskonsentraatio c_{tot} ($[\text{CH}_3\text{COOH}] + [\text{CH}_3\text{COO}^-]$) liuoksessa on 50,0 mmol/l (etikkahapon $pK_a = 4,76$ lämpötilassa $T = 25^\circ\text{C}$). (9 p)

Hendersonin-Hasselbalchin yhtälöstä: $\text{pH} = pK_a + \lg([\text{CH}_3\text{CO}_2^-] / [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]) \Leftrightarrow$

$$\text{pH} = pK_a + \lg\{[c_{\text{tot}} - [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]] / [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]\}$$

$$10^{\text{pH} - pK_a} = [c_{\text{tot}} - [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]] / [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] \Leftrightarrow [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] \cdot 10^{\text{pH} - pK_a} = c_{\text{tot}} - [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]$$

$$[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] = c_{\text{tot}} / [1 + 10^{\text{pH} - pK_a}]$$

$$[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] = 50,0 \text{ mmol/l} / [1 + 10^{5,00 - 4,76}] = 18,3 \text{ mmol/l}$$

$$[\text{CH}_3\text{CO}_2^-] = 50,0 \text{ mmol/l} - 18,3 \text{ mmol/l} = 31,7 \text{ mmol/l}$$

$$n(\text{CH}_3\text{CO}_2^-) = c \cdot V = 0,03174 \text{ mol/l} \cdot 1,00 \text{ l} = 0,03174 \text{ mol} = n(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na})$$

$$m(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}) = n \cdot M = 0,03174 \text{ mol} \cdot 82,03 \text{ g/mol} = \underline{2,60 \text{ g}}$$

$$\text{ja } m(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}) = c \cdot M \cdot V = 0,01826 \text{ mmol/l} \cdot 60,05 \text{ g/mol} \cdot 1,00 \text{ l} = 1,097 \text{ g}$$

$$V(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}) = 1,097 \text{ g} / 1,049 \text{ g/ml} = \underline{1,05 \text{ ml}}$$

- b) Minkä vuoksi 1-hydroksipyreeni esiintyy virtsanäytteessä glukuronaatti- ja sulfaattikonjugaatteina? (2 p)

Elimistölle vieraisiin aineisiin liitetään niiden poistoa varten vesiliukoisuutta parantavia ryhmiä, kuten glukuronaatti- ja sulfaattiryhmiä.

- c) Laske alkuperäisen virtsanäytteen sisältämän 1-hydroksipyreenin konsentraatio. (2 p)

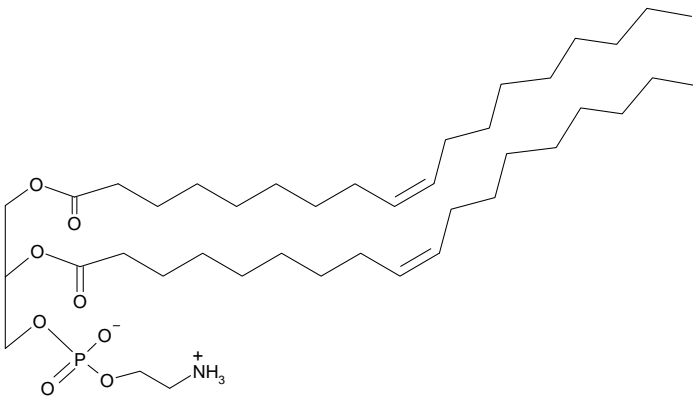
Vaste on lineaarinen, jolloin näyteliuoksen $c = (115320 \text{ yks.}/34527 \text{ yks.}) \cdot 5,00 \text{ nmol/l} = 16,7 \text{ nmol/l}$.

Otetaan laimennus huomioon: $16,7 \text{ nmol/l} \cdot 1200,0 \mu\text{l} = x \cdot 400,0 \mu\text{l}$, josta $x = \underline{50,1 \text{ nmol/l}}$.

Galenos: 112-114, 491-495

Tehtävä 10**10 pistettä**

- a) Millaiset ja minkä molekyylien ja molekyylien osien väliset ei-kovalenttiset vuorovaikutukset pitävät koossa liposomirakkulaa? (4 p)
- (i) Ioni-dipoli-vuorovaikutus glyserofosfolipidin ionisoituneiden ryhmien ja vesimolekyylien välillä
 - (ii) van der Waals -vuorovaikutus glyserofosfolipidien hiilivetyketjujen välillä
 - (iii) Vetyhidokset veden ja glyserofosfolipidimolekyylin happiatomien vapaiden elektroniparien välillä
 - (iv) Hydrofobinen vuorovaikutus glyserofosfolipidien hiilivetyketjujen välillä
- b) Erään glyserofosfolipidin happokatalysoidun hydrolyysin tuotteet pH-arvossa 1 ovat glyseroli, fosforihappo, 2-aminoetanol (H₃N⁺CH₂CH₂OH) ja (*cis*-muotoinen) öljyhappo [CH₃(CH₂)₇CH=CH(CH₂)₇COOH]. Esitä tämän (hydrolysoimattoman) glyserofosfolipidin fysiologisessa pH:ssa (7,4) vallitsevan muodon tiivistetty rakennekaava sellaisessa muodossa, jossa hiilet ja niiden väliset sidokset on korvattu murtoviivalla (= tikkukaavana). (6 p)

**Galenos: 71-72, 76, 92-93, 102-104, 155**

Tehtävä 11**14 pistettä**

Lue tehtävän johdantoteksti tehtävämonisteesta.

- a) Mitä lääkäri asiantuntijana vastaa äidille oheisen aineistotekstin pohjalta? (9 p)

Lääkäri kertoo nanolääkkeiden kehitystyön olevan aktiivista ja kummankin nanoinsuliinin annostelumuodon (tabletit, sumute) olevan kokeiluvaiheessa. Hän toteaa sekä tablettien että sumutteen olevan potilaalle miellyttävämpi kuin pistoshoito. Tämänhetkisen tietämyksen perusteella tablettihoito poistaisi parhaiten äitiä huolestuttavat asiat. Hän korostaa, että tabletteja on kokeiltu vasta rotilla, ja kertoo niillä tehdyissä tutkimuksissa havaituista eduista (pitkä vaikutus yhdellä annoksella, vakaa verensokeri riippumatta syödyn ruoan määrästä; insuliinin vapautuminen verenkiertoon silloin, kun verensokeri oli koholla - ei vaaraa liian korkeista tai matalista pitoisuuksista, verensokerin seurannan tarve vähentyi). Sumutetta hän toteaa jo kokeillun ihmisillä, mutta vaikka se oli nopeavaikutteinen, hoito ei muuten toiminut odotetulla tavalla (veren insuliinipitoisuus jäi alhaisemmaksi kuin piti, annostelijalaitteen ongelmat, kalliit valmistuskustannukset).

- b) Mitä lääkärin täytyy erityisesti ottaa huomioon kuvatuunlaisessa vuorovaikutustilanteessa? (5 p)

Lääkärin on pyrittävä tarkemmalla haastattelulla selvittämään, miksi äiti on huolissaan hoidosta ja pojan kouluunmenon vaikutuksista siihen (tunteita ja pelkoja ei pidä vähätellä). Myös pojan omat näkemykset on pyrittävä saamaan esiin. Lääkärin on keskusteltava hoidosta käyttäen sellaista kieltä, jota sekä poika että äiti ymmärtävät. Lääkäri voi esim. sopia pojan kanssa ohjeiden noudattamisesta ja lääkityksestä huolehtimisesta jatkossakin. Lopuksi on varmistettava, että sekä äiti että lapsi ovat ymmärtäneet tilanteen ja annettava mahdollisuus esittää kysymyksiä.

Aineisto, Galenos: 27-28, 39-45

Tehtävä 12**6 pistettä**

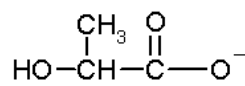
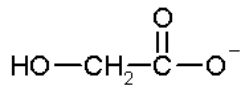
- a) Mihin rakenteen toiminnalliseen ryhmään ja reaktioon polymeerien PLA, PGA ja PLGA ensivaiheen hajoavuus elimistössä perustuu? (2 p)

Esterisidos ja hydrolyysi. PLA, PGA ja PLGA ovat polyestereitä. Esterit hajoavat hydrolyysireaktiolla elimistön vesipitoisessa ympäristössä.

- b) Nimeä PLGA:n ensivaiheen hajoamisen monomeeriset hajoamistuotteet ja esitä näiden tuotteiden fysiologisessa pH:ssa (7,4) vallitsevien muotojen rakennekaavat. (4 p)

2-hydroksietaanihappo
(2-hydroksietanoaatti)

2-hydroksipropanihappo
(2-hydroksipropanoaatti)



Myös oikeat triviaalinimet hyväksytään.

Galenos: 81, 87, 113, 168

Tehtävä 13**12 pistettä**

Läpäisyelektronimikroskoopilla tutkitaan halkaisijaltaan 5 nm:n hiukkasia.

Jos laitteiston kiihdytysjännite on 35 kV, niin mikä on laitteistolla kiihdytettyjen elektronien aallonpituus? Kuinka lähemmäs olevat kohteet pystytään laitteella tällöin erottamaan toisistaan nanohiukkasen pinnalta, kun laitteiston numeerinen apertuuri on 0,012 ja mahdolliset vääristymät jätetään huomiotta?

Sähköjännitteeseen (potentiaalieroon) liittyvä potentiaalienergia:

$$E_{\text{pot}} = Ue = 35 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 5,607 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

Kun elektroni kiihtyy sähkökentässä, sähköjännitteeseen liittyvä potentiaalienergia muuttuu elektronin kineettiseksi energiaksi:

$$E_{\text{kin}} = E_{\text{pot}} = 5,607 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

Kiihdytysjännite on tarpeeksi pieni (alle 50 kV), jotta tilannetta voidaan tarkastella ei-relativistisesti. Tällöin kineettisen energian ja elektronin nopeuden välillä vallitsee yhteys:

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2 \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{2E_{\text{kin}}}{m}} = \sqrt{\frac{2E_{\text{pot}}}{m}} = \sqrt{\frac{2Ue}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 35 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 11095450106 \dots \text{ m/s}$$

Elektronin aallonpituus (De Broglie -aallonpituus) riippuu elektronin nopeudesta:

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

$$\Leftrightarrow \lambda = \frac{h}{m \sqrt{\frac{2Ue}{m}}} = \frac{h}{\sqrt{2Uem}} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{\sqrt{2 \cdot 35 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 6,5559 \dots \cdot 10^{-12} \text{ m} \approx 6,6 \text{ pm}$$

Erotuskyky eli kuinka lähemmäs olevat hiukkaset voidaan erottaa toisistaan:

$$r = \frac{0,61\lambda}{NA} = \frac{0,61h}{NA \cdot \sqrt{2Uem}} = \frac{0,61 \cdot 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{0,012 \cdot \sqrt{2 \cdot 35 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 3,3326 \dots \cdot 10^{-10} \text{ m} \approx 0,33 \text{ nm}$$

Galenos: 134, 139, 140

Tehtävä 14**9 pistettä**

Lue tehtävän johdantoteksti tehtävämonisteesta.

- a) Muodosta tasapainovakioiden K_1 , K_2 ja K_3 lausekkeet ja osoita niiden avulla, miten kokonaisreaktion (iii) tasapainovakio K_3 riippuu vakioista K_1 ja K_2 . (5 p)

$$K_1 = \frac{[\text{NO}_2^-][\text{NAD}^+][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{NO}_3^-][\text{NADH}][\text{H}^+]} \text{ ja } K_2 = \frac{[\text{Ag}^{\text{P}}][\text{NAD}^+][\text{H}^+]}{[\text{Ag}^+]^{\text{P}}[\text{NADH}]}$$

$$K_3 = \frac{[\text{NO}_2^-][\text{NAD}^{\text{P}}][\text{Ag}^{\text{P}}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{NO}_3^-][\text{NADH}]^{\text{P}}[\text{Ag}^+]^{\text{P}}} = \frac{[\text{NO}_2^-][\text{NAD}^+][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{NO}_3^-][\text{NADH}]} \cdot \frac{[\text{Ag}^{\text{P}}][\text{NAD}^+]}{[\text{Ag}^+]^{\text{P}}[\text{NADH}]}$$

$$= \frac{[\text{NO}_2^-][\text{NAD}^+][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{NO}_3^-][\text{NADH}][\text{H}^+]} \cdot \frac{[\text{Ag}^{\text{P}}][\text{NAD}^+][\text{H}^+]}{[\text{Ag}^+]^{\text{P}}[\text{NADH}]} \Leftrightarrow K_3 = K_1 \cdot K_2$$

Voidaan myös laskea "biokemiallisesti" (olettamalla, että veden konsentraatio ja pH on vakio) ja vastaus on sama.

- b) Oletetaan, että $K_1 = 1,00 \cdot 10^3$ l/mol (vettä ei oteta huomioon reaktiossa). Osoita laskemalla, mihin suuntaan reaktio (i) tapahtuu, kun $[\text{NO}_3^-]/[\text{NO}_2^-] = 1,00 \cdot 10^3$, $[\text{NAD}^+]/[\text{NADH}] = 1,00 \cdot 10^4$ ja $[\text{H}^+] = 1,00 \cdot 10^{-5}$ mol/l (ei puskuroitu). (4 p)

$$\frac{[\text{NO}_2^-][\text{NAD}^+]}{[\text{NO}_3^-][\text{NADH}][\text{H}^+]} = \frac{1}{1,00 \cdot 10^3} \cdot 1,00 \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{1,00 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}} = 1,00 \cdot 10^6 \text{ l/mol} > K_1$$

Reaktiosuunta reaktiossa (i) on oikealta vasemmalle.

Galenos: 112