

VASTAUSANALYYSIT

**LÄÄKETIETEEN ALAN VALINTAKOE**  
**24.5.2007**

**VASTAUSANALYYSIT**

**TEHTÄVÄKOHTAISET PISTEET:**

<b>1</b>	<b>21</b>	<b>2</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>21</b>
<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>10</b>					<b>yhteensä:</b>	<b>163</b>



(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: |\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_| - |\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_|

Sukunimi: \_\_\_\_\_

Etunimet: \_\_\_\_\_

Nimikirjoitus: \_\_\_\_\_

**Tehtävä 1****21 pistettä**

Perustele valintakoekirjan ja liitteenä olevan artikkelin pohjalta, miksi vanhuspotilaiden käynnin syyn selvittämiseen ja sanalliseen tutkimukseen olisi tarpeen varata tavanomaista enemmän aikaa lääkärin vastaanotolla.

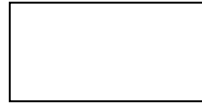
Vastauksesta on käytävä ilmi, että vastaaja tietää, mitä vastaanoton kulkuun sisältyvät käsitteet ”käynnin syyn selvittäminen” ja ”sanallinen tutkimus” tarkoittavat. Vastauksen mahtuminen annettuun tilaan edellyttää kokonaisuuden hallintaa (hyvää jäsentämistä ja harkittua esimerkkien käyttöä).

Vastauksessa on käsiteltävä vastaanoton kulkua hidastavia vuorovaikutuksen haasteita sekä lääkärin kannalta (esim. ”yhteisen kielen” löytäminen potilaan kanssa nopeasti voi olla vaikeaa, samoin olennaisen erottaminen keskustelusta) että potilaan kannalta (esim. kuulon ja näön heikentyminen, muistihäiriöt, sekavuus ja depressio ovat yleisiä). Myös tilanteen epäsymmetrisyys saattaa vaikeuttaa vuorovaikutusta. Mahdollisen saattajan mukanaolon vaikutuksia on pohdittava lyhyesti.

Usein lääkärin on pyrittävä keskustelua johdattelemalla saamaan selville myös muita kuin potilaan havaitsemia ja oma-aloitteisesti kuvailemia oireita. Potilas ei välttämättä halua kertoa tai ei pysty kertomaan tulosyytään luotettavasti, sillä suhtautuminen oireisiin vaihtelee yksilöllisesti, tietyn tyyppisistä vaivoista valitetaan herkästi ja toisista ei haluta kertoa. Käynnin todellinen syy ei myöskään välttämättä ole sama kuin potilaan käsitys siitä. Potilas ei ole välttämättä havainnut oireita tai tulkinnut niitä oikein; toissijaiset syyt (muut sairaudet, elimistön ”heikoimman lenkin” pettäminen) ovat usein hoitoon tulon syy. Vanheneminen muuttaa oirekuvaa vaikeammin tunnistettavaksi (oireiden epäspesifisyys, toisten oireiden vaimentuminen ja toisten ylikorostuminen). Syynä tähän ovat säätelyjärjestelmien vaimeneminen ja reservikapasiteetin väheneminen. Myös lääkitykset muuttavat oireita. Monien sairauksien päällekkäisyys vaikeuttaa tilannetta entisestään.

Galenos: 308, 320, 584-589, 591-593

Artikkeli: 1581-1583



(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: |\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_| - |\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_|

Sukunimi: \_\_\_\_\_

Etunimet: \_\_\_\_\_

Nimikirjoitus: \_\_\_\_\_

**Tehtävä 2****17 pistettä**

a) Selosta, millaisia vanhenemismuutoksia tapahtuu silmässä ja näkökyvyssä.

(6 p)

Vastauksessa tulee käydä esiin ikääntymisen aiheuttama akkommodaation heikkeneminen (silmän mykiön kimmoisuus vähenee), likipisteen (lähin etäisyys, johon nähdään tarkasti) siirtyminen iän mukana kauemmaksi (ikänäkö) ja lukulasien tarve.

b) Miten vanhenemiseen liittyvät aineenvaihduntamuutokset vaikuttavat ruumiinpainoon? Perustele vastauksesi.

(11 p)

Ruumiinpainoa laskevana aineenvaihduntamuutoksina vastauksesta tulee käydä ilmi pitkäkestoinen katabolinen tila (ominainen vanhuudessa), johon liittyy negatiivinen typpi- ja mineraalitasapaino, luukudoksen väheneminen eli osteoporoosi, lihaskudoksen määrän väheneminen, näлкиintyminen, kuivuminen (elimistön säätelyjärjestelmien heikkeneminen), suolen limakalvomutokset (heikentynyt imeytyminen). Toisaalta ruumiinpainoa nostavina aineenvaihduntamuutoksina vaikuttavat energiakulutuksen alentuminen (vähäinen liikkuminen) ja rasvakudoksen määrän kasvu.

Galenos: 179, 320-321, 396, 514, 519, 529, 534, 538-539

Artikkeli: 1581-1582



(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: |\_|\_|\_|\_|\_|\_| - |\_|\_|\_|\_|\_|

Sukunimi: \_\_\_\_\_

Etunimet: \_\_\_\_\_

Nimikirjoitus: \_\_\_\_\_

**Tehtävä 3****18 pistettä**

- a) Selosta, miten eri tekijät säätelevät aivoverisuonten supistumista ja laajenemista. (7 p)

Vastauksessa on mainittava yleisen verenpaineen muutosten aiheuttama aivoverisuonten supistuminen ja laajeneminen, hermostollisen säätelyn vähäinen merkitys aivoverenkierron suuruuteen sekä hiilidioksidi-, happi- ja glukoosipitoisuuden vaikutus aivoverisuontien supistusasteeseen.

- b) Mainitse, mitkä tekijät voivat aiheuttaa hypovolemiää. (8 p)

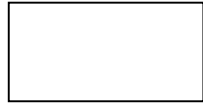
Vastauksessa on mainittava elimistön nestemäärää ja/tai veritilavuutta pienentävät tekijät kuten juomattomuus, ripuli, oksentelu, liiallinen virtsaneritys (ADH:n tai aldosteronin puutteen tai nesteenpoistolääkityksen takia), verenvuoto, palovamma ja hikoilu.

- c) Miksi hypovolemia korostaa ortostaattisen reaktion aiheuttamaa huimausta? (3 p)

Hypovolemiassa veren määrä pienenee → laskimopaluu sydämeen pienenee → minuuttitilavuus pienenee → verenpaine laskee → aivoverenvirtaus vähenee.

Galenos: 114, 198, 406, 447, 448, 450, 451, 492, 514-519

Artikkeli: 1582



(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: |\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_| - |\_|\_|\_|\_|\_|

Sukunimi: \_\_\_\_\_

Etunimet: \_\_\_\_\_

Nimikirjoitus: \_\_\_\_\_

**Tehtävä 4****8 pistettä**

Perustele, onko seuraavilla rakenteilla/ilmiöillä merkitystä asennon aistimisessa.

- a) kortikospinaalirata (2 p)

Ei merkitystä. Kortikospinaalirata saa alkunsa isoavokuoresta ja päättyy selkäytimen alfamotoneuroneihin tai välineuroneihin. Sen avulla säädellään tarkkoja tahdonalaisia liikkeitä. Radassa ei kulje aistinradan hermosyitä.

- b) nivelpussireseptorit (2 p)

On merkitystä. Niiden avulla ihminen saa tietoa raajojensa asennosta ja nivelten taivutuskulmasta. Nivelpussireseptorit kuuluvat proprioseptoreihin.

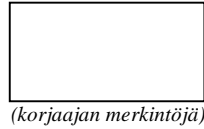
- c) generaattoripotentiaali (2 p)

On merkitystä. Aistinsoluun tulevan ärsykkeen intensiteetin ollessa riittävä, syntyy aistinsolussa paikallinen depolarisaatio, jota kutsutaan generaattori- eli reseptoripotentiaaliksi. Generaattoripotentiaalin voimakkuus on suoraan verrannollinen aistisolun saamaan ärsykkeeseen. Generaattoripotentiaalin ollessa riittävän suuri se synnyttää aistinradan hermosyissä aktiopotentiaalin.

- d) painovoimakenttä (2 p)

On merkitystä. Sisäkorvan soikean (utrículus) ja pyöreän (sacculus) rakkulan asentoreseptorit koostuvat karvareseptorisoluista, niitä ympäröivästä hyytelökerroksesta sekä sen päällä olevista tasapainokivistä. Suhteellisen raskaat kivet taivuttavat karvasoluja, jolloin aistinhermoradan reseptoreissa syntyy generaattori- eli reseptoripotentiaali. Saadaan tietoa pään asennosta painovoimakentässä.

Galenos: 139, 284-285, 291-292, 303-304, 340-342, 349, 350-352



(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: | | | | | | | | - | | | | | |

Sukunimi: \_\_\_\_\_

Etunimet: \_\_\_\_\_

Nimikirjoitus: \_\_\_\_\_

**Tehtävä 5****10 pistettä**

Huimauksesta kärsivä vanhuspotilas painaa 75 kg. Potilaalle tehtävä PET-kuvaus toistetaan viisi kertaa. Kunkin kuvauksen alussa hänen laskimoonsa ruiskutetaan  $\text{H}_2^{15}\text{O}$ -merkkiainetta 15 megabecquereliä (MBq) painokiloa kohti. Kuvausten toistoväli on 5 minuuttia (tarkka arvo). Potilaalle annetun  $\text{H}_2^{15}\text{O}$ :n aiheuttama efektiivinen annos on 1,16  $\mu\text{Sv}$  megabecquereliä kohti.

- a) Laske PET-kuvausten potilaalle aiheuttama efektiivinen kokonaissäteilyannos. (3 p)

$$5 \cdot 15 \text{ MBq/kg} \cdot 75 \text{ kg} \cdot 1,16 \mu\text{Sv/MBq} = 6525 \mu\text{Sv} \approx 6,5 \text{ mSv}$$

- b) Laske potilaan  $\text{H}_2^{15}\text{O}$  -aktiivisuus 25 minuutin kuluttua ensimmäisestä  $\text{H}_2^{15}\text{O}$  -merkkiaineen ruiskutuksesta. (7 p)

Aktiivisuus ajan funktiona:

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

$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t} = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2 \cdot t}{T_{1/2}}}$$

$\text{H}_2^{15}\text{O}$  puoliintumisaika  $T_{1/2} = 123 \text{ s}$

Aktiivisuus 25 minuutin kuluttua kuvauksen aloittamisesta:

$$A(1500 \text{ s}) = 15 \frac{\text{MBq}}{\text{kg}} \cdot 75 \text{ kg} \cdot \left( 2^{\frac{-1500 \text{ s}}{123 \text{ s}}} + 2^{\frac{-1200 \text{ s}}{123 \text{ s}}} + 2^{\frac{-900 \text{ s}}{123 \text{ s}}} + 2^{\frac{-600 \text{ s}}{123 \text{ s}}} + 2^{\frac{-300 \text{ s}}{123 \text{ s}}} \right) \approx$$

$$1125 \text{ MBq} \cdot (0,0002 + 0,0012 + 0,0063 + 0,0340 + 0,1844) =$$

$$1125 \text{ MBq} \cdot 0,2261 \approx 254,36 \text{ MBq} \approx 250 \text{ MBq}$$

Galenos: 232-233, 243-246



(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: | | | | | | | | - | | | | | |

Sukunimi: \_\_\_\_\_

Etunimet: \_\_\_\_\_

Nimikirjoitus: \_\_\_\_\_

**Tehtävä 6****9 pistettä**

Laske tehtävämonisteen kuvan 1 mallin perusteella, kuinka monta prosenttia pään alueen verenkierto on pienentynyt normaalitilanteeseen nähden. Kaulan alueella virtaushaaran virtausvastus  $R_{\text{kaula}} = 0,89$  PRU.

Normaalitilanne:

Päähän 15 % kokonaisvirtauksesta

$$q_{\text{vpää}} = 0,15 \cdot 75 \text{ ml/s} = 11,25 \text{ ml/s}$$

$$q_{\text{vhaara}} = 11,25 \text{ ml/s} \cdot 0,5 = 5,625 \text{ ml/s}$$

Pään alueen virtaushaaran kokonaisvastus

$$R_{\text{haara}} = 95 \text{ mmHg} / 5,625 \text{ ml/s} \approx 16,89 \text{ PRU}$$

$$R_{\text{haara}} = R_{\text{pää}} + R_{\text{kaula}}$$

Josta saadaan

$$\rightarrow R_{\text{pää}} = 16,89 \text{ PRU} - 0,89 \text{ PRU} = 16,0 \text{ PRU (normaalitilanteessa)}$$

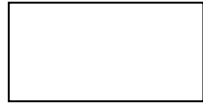
Ahtaumatilanteessa  $R_{\text{pää}} = 1,31 \cdot 16,0 \text{ PRU} = 20,96 \text{ PRU}$  ja

$$q_{\text{vhaara}} = 95 \text{ mmHg} / (20,96 + 0,89) \text{ PRU} \approx 4,348 \text{ ml/s}$$

eli  $(5,625 - 4,348) / 5,625 \cdot 100 \% \approx 23 \%$  pienempi

tai muu loogisesti etenevä ja oikeaan ratkaisuun johtava ratkaisutapa.

Galenos: 412-413, 418-419, 423, 432-434



(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: | | | | | | | | - | | | | | |

Sukunimi: \_\_\_\_\_

Etunimet: \_\_\_\_\_

Nimikirjoitus: \_\_\_\_\_

**Tehtävä 7****13 pistettä**

- a) Potilaan aortan lumenin halkaisija on 2,0 cm. Mikä on veren keskimääräinen virtausnopeus (m/s) aortassa? (2 p)

$$q_v = \frac{V}{t} = \frac{A \cdot s}{t} = A \cdot v \Leftrightarrow v = \frac{q_v}{A} = \frac{75 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}}{\pi (1,0 \cdot 10^{-2})^2 \text{ m}^2} \approx 23,88 \cdot 10^{-2} \text{ m/s} \approx 0,24 \text{ m/s}$$

- b) Kehon kapillaarien lukumäärä on  $5,0 \cdot 10^9$  ja niiden lumenin halkaisija  $8,0 \mu\text{m}$  ja niiden oletetaan olevan yhtä pitkiä. Mikä on veren virtausnopeus kapillaareissa, olettaen että kaikki veri kiertää kapillaarien kautta? (3 p)

$$A \cdot v = A' \cdot v' \Leftrightarrow v' = \frac{A \cdot v}{A'} = \frac{q_v}{A'} = \frac{75 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot 5,0 \cdot 10^9 \cdot (4,0 \cdot 10^{-6})^2 \text{ m}^2} \approx 0,299 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} \approx 0,30 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

- c) Osassa sydämen sepelvaltimohaaraa lumenin poikkipinta-ala on pienentynyt ateroskleroosin vuoksi. Valtimon lumenin säde on normaalisti  $r_1$  ja kaventuneessa kohdassa  $r_2$ . Jos  $r_2 = 0,80 \cdot r_1$  ja paine-ero  $\Delta p$  kaventuman päiden välillä on sama kuin ennen ahtauman syntyä, kuinka monta prosenttia kokonaistilavuusvirta  $q_v$  ahtauman kohdalla (tehtävämonisteen kuva 2.2) on alkuperäisestä tilavuusvirrasta (tehtävämonisteen kuva 2.1)? (5 p)

Poiseuillien yhtälö:  $q_v = \frac{\pi \cdot \Delta p \cdot r_1^4}{8 \cdot \eta \cdot L}$        $q'_v = \frac{\pi \cdot \Delta p \cdot r_2^4}{8 \cdot \eta \cdot L}$

$$\text{muutos-\%} = \frac{q_v - q'_v}{q_v} \cdot 100 \% = \left(1 - \frac{q'_v}{q_v}\right) \cdot 100 \% = \left(1 - \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^4\right) \cdot 100 \% =$$

$$\left(1 - \left(\frac{0,80 \cdot r_1}{r_1}\right)^4\right) \cdot 100 \% \approx 59,04 \% \approx 59 \%$$

Tilavuusvirta pienenee 59 % eli se on 41 % alkuperäisestä.

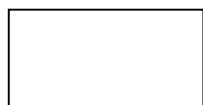
- d) Sydänlihaksen verenkierron parantamiseksi kaventuneeseen kohtaan liitetään siirrännäinen (tehtävämonisteen kuva 2.3), jonka lumenin säde on  $r_3$  ja pituus oletetaan samaksi kuin kaventuman pituus. Lisäksi  $r_2 = r_3 = 0,80 \cdot r_1$  ja paine-ero  $\Delta p$  kaventuman päiden välillä on sama kuin ennen siirrännäisen asentamista. Laske perustellen kuinka suuri on kokonaistilavuusvirta  $q_v$  siirrännäisen asettamisen jälkeen (tehtävämonisteen kuva 2.3) verrattuna alkuperäiseen tilavuusvirtaan (tehtävämonisteen kuva 2.1). Ilmoita vastauksesi prosentteina. (3 p)

Siirrännäisen asettamisen jälkeen kokonaistilavuusvirta  $q_v''' = q'_v + q_v''$

$$\text{muutos-\%} = \frac{q_v'''}{q_v} \cdot 100 \% = \frac{q'_v + q_v''}{q_v} \cdot 100 \% = \frac{r_2^4 + r_3^4}{r_1^4} \cdot 100 \% = \frac{(0,80 \cdot r_1)^4 + (0,80 \cdot r_1)^4}{r_1^4} \cdot 100 \% =$$

$$(0,80^4 + 0,80^4) \cdot 100 \% = 81,92 \% \approx 82 \%$$





(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: | | | | | | | | - | | | | | |

Sukunimi: \_\_\_\_\_

Etunimet: \_\_\_\_\_

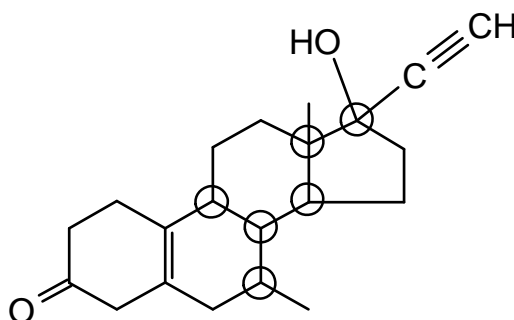
Nimikirjoitus: \_\_\_\_\_

**Tehtävä 8****8 pistettä**

- a) Useimpia hormoneja ja lääkkeitä ei voida annostella laastarin tai geelin avulla ihon läpi. Mitkä kemialliset ja/tai fysiologiset syyt mahdollistavat edellä mainittujen menetelmien käytön estradiolin annostelemiseksi? (3 p)

Estradioli on steroidi. Steroidit kuuluvat lipideihin, jotka ovat rasvaliukoisia (veteen liukenemattomia, hydrofobisia). Rasvaliukoiset molekyylit voivat diffundoitua epiteelisolujen solukalvon lipidikerroksen läpi.

- b) Merkitse erikseen ympyrällä jokainen kuudesta kiraalisesta hiiliatomista alla olevaan tibolonin rakennekaavaan. Vastausta, johon on merkitty enemmän kuin kuusi vaihtoehtoa, ei arvostella. (3 p)



- c) Mihin orgaanisten reaktioiden päätyyppiin tibolonin metabolian ensimmäisen vaiheen reaktio 1 (tehtävämonisteen kuva 3) kuuluu? (2 p)

Additioreaktioihin (tai pelkistymisreaktioihin).

Galenos: 19-20, 32, 91-92, 198



(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: |\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_| - |\_|\_|\_|\_|\_|

Sukunimi: \_\_\_\_\_

Etunimet: \_\_\_\_\_

Nimikirjoitus: \_\_\_\_\_

**Tehtävä 9****16 pistettä**

- a) Kuinka paljon korvaushoidossa käytettävästä tavanomaisesta päivittäisestä estradiolivaleraattiannoksesta voi enintään muodostua estradiolia (mikrogrammoina)? (8 p)

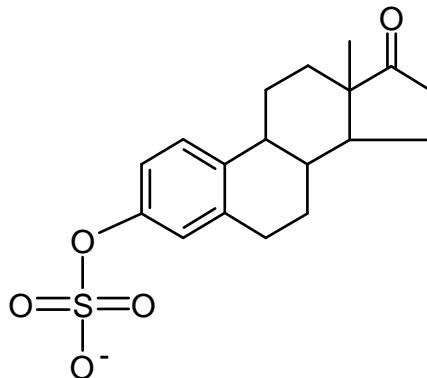
estradiolivaleraatin massa =  $2 \cdot 10^{-3}$  g

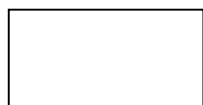
estradiolivaleraatin molekyylimassa = 356,5 g/mol

estradiolin molekyylimassa = 272,4 g/mol

$2,0 \cdot 10^{-3} \text{g} / 356,5 \text{ g/mol} \cdot 272,4 \text{ g/mol} = 0,001528 \text{ g} \approx 1500 \mu\text{g}$

- b) Estradiolivaleraatin virtsasta löytyvän keskeisen aineenvaihduntatuotteen molekyylimassa poikkeaa estradiolivaleraatin molekyylimassasta vähemmän kuin 5 %. Esitä alla olevaan tilaan kyseisen aineenvaihduntatuotteen rakennekaava. (8 p)





(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: | | | | | | | | - | | | | | |

Sukunimi: \_\_\_\_\_

Etunimet: \_\_\_\_\_

Nimikirjoitus: \_\_\_\_\_

**Tehtävä 10****21 pistettä**

- a) Esitä tasapainotettu luun pääasiallisen mineraaliaineksen saostumista ja liukenemista kuvaavan reaktion yhtälö. Ilmaise yhtälössä reaktiokomponenttien faasi (s, g, l, aq). (4 p)



- b) Miksi luun kalsifikaatiota ja dekalsifikaatiota tutkittaessa plasman vapaan kalsiumin pitoisuus on plasman kokonaiskalsiumpitoisuutta hyödyllisempi tieto? (3 p)

Valtaosa veriplasman proteiineista ei kulkeudu verisuonien seinämän läpi. Luun mineraali on verisuonten ulkopuolella, jonne plasmaproteiineihin sitoutumaton vapaa kalsium pääsee esteettömästi kulkeutumaan.

- c) Mitkä ovat epäorgaanisen fosforin eri ionimuotojen konsentraatiot plasmassa (kahden merkitsevän numeron tarkkuudella)? (7 p)

Fosforihapon eri happovakioiden arvosta voidaan suoraan päätellä, että pH 7,4:ssä muotojen  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ja  $\text{PO}_4^{3-}$  osuus on vähemmän kuin 0,01 %. Siksi niiden pitoisuutta ei tarvitse huomioida laskettaessa muotojen  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  ja  $\text{HPO}_4^{2-}$  konsentraatiota alle neljän merkitsevän numeron tarkkuudella.

$$[\text{HPO}_4^{2-}]/[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = 10^{(\text{pH} - \text{pK}_{a2})} = 10^{(7,4-6,9)} = 3,16$$

$$[\text{HPO}_4^{2-}] = 3,16/(1 + 3,16) \cdot 1,0 \text{ mmol/l} = 0,76 \text{ mmol/l}$$

$$[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = 1,0 \text{ mmol/l} - 0,76 \text{ mmol/l} = 0,24 \text{ mmol/l}$$

$$[\text{PO}_4^{3-}] = [\text{HPO}_4^{2-}] \cdot 10^{(\text{pH} - \text{pK}_{a3})} = 0,76 \text{ mmol/l} \cdot 10^{(7,4-11,8)} = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ mmol/l}$$

- d) Osoita liukoisuustulosta hyväksi käyttäen, että luun pääasiallisen mineraaliaineksen ja soluvälitilan (interstitiumin) komponenttien välillä ei vallitse kemiallista tasapainoa. (7 p)

$$\text{Hydroksiapatiitti: } K_s = 1 \cdot 10^{-58} \text{ mol}^9/\text{l}^9$$

$$K_w = 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{l}^2$$

$$\text{Interstitium: } [\text{Ca}^{2+}] = 0,5 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$[\text{PO}_4^{3-}] = 3,0 \cdot 10^{-8} \text{ mol/l}$$

$$[\text{OH}^-] = K_w/[\text{H}^+] = 10^{-14}/10^{-7,4} \text{ mol/l} = 2,51 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$$

$$[\text{Ca}^{2+}]^5[\text{PO}_4^{3-}]^3[\text{OH}^-] = 2,1 \cdot 10^{-44} \text{ mol}^9 \text{ l}^{-9} \gg K_s$$



(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: |\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_| - |\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_|

Sukunimi: \_\_\_\_\_

Etunimet: \_\_\_\_\_

Nimikirjoitus: \_\_\_\_\_

**Tehtävä 11****12 pistettä**

Selosta, miten tiiviin luun uusiutuminen tapahtuu.

Vastauksesta tulee ilmetä tiiviin luun osteonirakenne ja tähän liittyvät luun uusiutumistapahtumat eri luusolujen toiminnassa: osteoklastien (syöjäsolut) toimesta luukudokseen muodostuu reikiä, joiden reunoille järjestyvät osteoblastit (luuta muodostavat solut) valmistavat uutta luuta kerros kerrokselta. Lopulta osteoblastit jäävät kollageenisyiden ja luun mineraaliaineksen ympäröiviksi ja muuttuvat osteosyyteiksi (varsinaiset luusolut).

Galenos: 181-184



(korjaajan merkintöjä)

Henkilötunnus: |\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_| - |\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_|

Sukunimi: \_\_\_\_\_

Etunimet: \_\_\_\_\_

Nimikirjoitus: \_\_\_\_\_

**Tehtävä 12****10 pistettä**

- a) Kuinka suuri on voima  $F_W$  tehtävämonisteessa olevan kuvan 4 kohdissa A-D? (2 p)

$$F_W = 65/100 \cdot m \cdot g = 65/100 \cdot 72 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \approx 459 \text{ N} \approx 460 \text{ N}$$

- b) Mikä on voiman  $F_W$  momentti momenttipisteen suhteen tehtävämonisteessa olevan kuvan 4 A-kohdassa? (2 p)

$$M = -F_W \cdot r_w = -65/100 \cdot 72 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,020 \text{ m} \approx -9,18 \text{ Nm} \approx -9,2 \text{ Nm. Voiman momentti on } 9,2 \text{ Nm myötäpäivään.}$$

- c) Missä tehtävämonisteessa olevan kuvan 4 kohdista (B, C tai D) voiman  $F_W$  momentti on suurimmillaan verrattuna A-kohdan momenttiin? Kuinka moninkertainen voiman momentti tällöin on verrattuna A-kohdan momenttiin? (3 p)

Momentti on verrannollinen vivun  $r_w$  pituuteen eli suurimmillaan B-kohdan tapauksessa.

Momenttien suhde eli vipuvarsien suhde on tällöin  $26,0/2,0 = 13,0$ . Kuvan 4 B-kohdan tapauksessa momentti on 13-kertainen A-kohdan tapaukseen verrattuna.

- d) Kuinka monta prosenttia kappaleen nostaminen selkä suoristettuna (tehtävämonisteessa olevan kuvan 4 C-kohta) pienentää selän ojentalihasten voimaa verrattuna nostamiseen B-kohdassa esitetyllä tavalla? (3 p)

Voima pienenee samassa suhteessa kuin eteenpäin (myötäpäivään) taivuttava kokonaismomentti pienenee eli

$$\frac{(\text{momentti eteenpäin})_{\text{C-kohta}}}{(\text{momentti eteenpäin})_{\text{B-kohta}}} = \frac{0,65 \cdot 72 \text{ kg} \cdot 18,0 \text{ cm} \cdot g + 25 \text{ kg} \cdot 35,0 \text{ cm} \cdot g}{0,65 \cdot 72 \text{ kg} \cdot 26,0 \text{ cm} \cdot g + 25 \text{ kg} \cdot 40,0 \text{ cm} \cdot g} \approx 0,7747$$

Voima siis pienenee  $100 \cdot (1 - 0,7747) \% = 22,53 \% \approx 23 \%$ .

Galenos: 264-265, 272-274