

Vastausanalyysi

Biolääketieteen valintakoe 10.6.2020, vaihe 2/2020

Tehtävät 7-18

Lääketieteellisten alojen valintakoe 10.6.2020, vaihe 2/2020

Tehtävät 1-18: Lääketieteen, hammaslääketieteen ja eläinlääketieteen yhteinen valintakoe

Tehtävä 1 (16 p.)

Säteen osuessa linssiin se taittuu Snellin lain mukaisesti. Lain taitekulma β_1 on säteen ja pinnan normaalin välinen kulma, siis $90^\circ - \alpha$. Alaindeksi 1 viittaa ilmaan, alaindeksi 2 linssiin.

$$\frac{\sin \beta_1}{\sin \beta_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad \parallel n_1 = 1, \beta_1 = 90^\circ - \alpha = 30^\circ$$

$$\frac{\sin 30^\circ}{\sin \beta_2} = n_2 \quad \parallel \sin 30^\circ = \frac{1}{2}$$

$$\sin \beta_2 = \frac{1}{2n_2}$$

$$\beta_2 = \arcsin \frac{1}{2n_2}$$

Ratkaisussa tarvittava suurin aallonpituus saadaan Balmerin kaavasta

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right) \rightarrow \lambda = \frac{4m^2}{R_H(m^2-4)},$$

jonka maksimiaallonpituus ja samalla pienin energia saadaan, kun $m = 3$:

$$\lambda_3 = \frac{4 \cdot 3^2}{1,0968 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}(3^2 - 4)} \approx 656,46 \text{ nm}$$

Tämän havaitaan vastaavan punaista väriä ja olevan siis näkyvän valon alueella.

Tehtävän ratkaisu saadaan siis vertailemalla 656,46 nm:n ja tehtävänannossa annetun 410,28 nm:n spektriviivan etäisyyksiä filmillä. Kuvasta 2 katsotaan näitä aallonpituuksia vastaavat taitekertoimet, $n_2(656 \text{ nm}) \approx 1,837$ ja $n_2(410 \text{ nm}) \approx 1,910$.

Näitä vastaavien kulmien erotus

$$\begin{aligned} \Delta\beta_2 &= \arcsin \frac{1}{2n_2(656 \text{ nm})} - \arcsin \frac{1}{2n_2(410 \text{ nm})} \\ &= \arcsin \frac{1}{2 \cdot 1,837} - \arcsin \frac{1}{2 \cdot 1,910} = \arcsin 0,272 - \arcsin 0,262 \approx 0,010 \text{ (rad)} \end{aligned}$$

Kysytty etäisyys on tätä kulmaa vastaavan sektorin kaaren pituus linssin ulkopinnalla, joka muodostaa puoliympyrän (eli $\frac{\Delta\beta_2}{2\pi}$ koko ympyrän kaaresta):

$$x = \frac{\Delta\beta_2}{2\pi} 2\pi r \approx 0,010 \cdot 15,0 \text{ cm} = \underline{\underline{1,50 \text{ mm}}}$$

Tehtävä 2 (8 p.)

a) Äänen kulkema matka sensorilta verisuonen lähempään seinämään on x ja äänen kulkema matka sensorilta verisuonen kauempaan seinämään on $x+s$. Aika, joka kuluu äänen kulkiessa sensorilta ensimmäiseen seinämään ja takaisin, on t_1 . Vastaavasti aika toiseen seinämään ja takaisin on t_2 , jolloin aikaero $t_2 - t_1 = 1,0 \mu\text{s}$. Äänen nopeus $v_{\text{ääni}} = 1500 \text{ m/s}$.

Matka s seinämien välillä ultraäänikeilan suuntaisesti ratkeaa nopeuden kaavan avulla:

$$v = \frac{2x}{t_1} = \frac{2(x+s)}{t_2}, \quad x = \frac{t_1 v_{\text{ääni}}}{2} = \frac{t_2 v_{\text{ääni}}}{2} - s, \quad s = \frac{v_{\text{ääni}}(t_2 - t_1)}{2}$$

Verisuonen paksuus d saadaan kulman α ja matkan s avulla:

$$\frac{d}{s} = \sin(\alpha) = \cos(90^\circ - \alpha),$$

Sinin avulla ratkaisu on:

$$d = \sin(\alpha) s = \frac{\sin(60^\circ) v_{\text{ääni}} (t_2 - t_1)}{2} = \frac{0,866 \cdot 1500 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1,0 \mu\text{s}}{2} \approx 650 \mu\text{m}$$

Vaihtoehtoisesti kosinin avulla ratkaisu on:

$$d = \cos 30^\circ s = \frac{\cos(30^\circ) v_{\text{ääni}} (t_2 - t_1)}{2} = \frac{0,866 \cdot 1500 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1,0 \mu\text{s}}{2} \approx 650 \mu\text{m}$$

b) Annettua Doppler-kaavaa varten hyödynnetään sinitaulukkoa ja ratkaistaan kosini sinin avulla:

$$\cos(\alpha) = \sin(90^\circ - \alpha)$$

Ratkaistaan annetusta kaavasta nopeus ja sijoitetaan annetut arvot:

$$v = \frac{\Delta f v_{\text{ääni}}}{2f \cos \alpha} = \frac{(20002,0 \text{ kHz} - 20000,0 \text{ kHz}) \cdot 1500 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2 \cdot 20000,0 \text{ kHz} \cdot \cos(60^\circ)} = 15 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 0,15 \text{ m/s}$$

Taajuus kasvaa, joten **punasolu liikkuu vasemmalle**, sillä kappaleen lähestyessä tarkkailijaa taajuus kasvaa (Doppler-ilmiö).

Tehtävä 3 (14 p.)

Paine on vakio koko huoneessa, joten esim. tankoon kohdistuvaa nostetta ei huomioida. Kun merkitään pullon kaulan poikkipinta-alaa A_k :lla, niin pullossa olevan kaasun paineen korkkia nostavalle voimalle saadaan:

$$F_{ipy} = A_k(p_0 + \Delta p) = \pi \frac{d^2}{4}(p_0 + \Delta p)$$

Korkkia alaspäin painavat voimat:

$$1) \text{ Ilmanpaine: } F_{ipa} = A_k p_0 = \pi \frac{d^2}{4} p_0$$

$$2) \text{ Jotta tanko ei pyöri, on korkin tankoa tukevan voiman } F_{ktv} \text{ ja tangon massan aiheuttamien momenttien kumottava toisensa: } F_{ktv} \cdot 2S = m_1 g \cdot \frac{3}{2} S \Leftrightarrow F_{ktv} = \frac{3}{4} m_1 g$$

Newtonin III:n lain mukaan tanko painaa korkkia alaspäin yhtä suurella voimalla kuin korkki tukee tankoa eli voidaan merkitä: $F_{m1} = F_{ktv}$

$$3) \text{ Korkin massa: } F_{m2} = m_2 g$$

$$\text{Tanko + korkki: } F_m = F_{m1} + F_{m2} = \frac{3}{4} m_1 g + m_2 g = g \left(\frac{3}{4} m_1 + m_2 \right)$$

$$\text{Koska } m_1 = m_2 = m, \text{ niin } F_m = \frac{7}{4} gm.$$

Juuri ennen kuin venttiili aukeaa, kumoavat korkkia painavat ja nostavat voimat toisensa:

$$\begin{aligned} F_{ipy} &= F_{ipa} + F_m \Leftrightarrow \\ A_k(p_0 + \Delta p) &= A_k p_0 + \frac{7}{4} gm \Leftrightarrow A_k p_0 + A_k \Delta p = A_k p_0 + \frac{7}{4} gm \Leftrightarrow \\ \pi \frac{d^2}{4} \Delta p &= \frac{7}{4} gm \Leftrightarrow \\ \Delta p &= \frac{7 gm}{\pi d^2} \end{aligned}$$

Koska kaasun tilavuus ei muutu ennen kuin korkki aukeaa, voidaan käyttää Charlesin lakia:

$$\frac{p_0}{T_0} = \frac{p}{T} = \frac{p_0 + \Delta p}{T_1} \Leftrightarrow T = T_0 \frac{p_0 + \Delta p}{p_0} = T_0 \left(1 + \frac{\Delta p}{p_0} \right) = T_0 \left(1 + \frac{7 gm}{p_0 \pi d^2} \right)$$

$$\text{Vastaus: } T > T_0 \left(1 + \frac{7 gm}{p_0 \pi d^2} \right)$$

Tehtävä 4 VASTAUSANALYYSI (8 p.)

a) Newtonin II lain mukaan

$$\vec{F}_m = m_e \vec{a}_n,$$

jossa magneettisen voiman suuruus on

$$F_m = e v_e B_E \sin \alpha$$

ja normaalikiihtyvyyden suuruus on

$$a_n = \frac{v_e^2}{r}.$$

Koska elektronisuihku saapuu kohtisuorasti kenttään nähden ($\alpha = 90^\circ$; $\sin 90^\circ = 1$), saadaan elektronien radan säteeksi

$$e v_e B_E = \frac{m_e v_e^2}{r} \Leftrightarrow r = \frac{m_e v_e}{e B_E},$$

ja edelleen kulmanopeudeksi

$$\omega = \frac{v_e}{r} = \frac{v_e}{m_e v_e / e B_E} = \frac{e B_E}{m_e}.$$

b) Elektronin liike-energia ennen törmäystä on $E_e = \frac{1}{2} m_e v_e^2$ ja törmäyksen jälkeen $E_l = \frac{1}{2} m_e v_l^2$.

Syntyneen valokvantin energia on $E_{hv} = h \nu_R$, jossa $\nu_R = \frac{c}{\lambda_R}$. Koska elektronin törmäyksessä menettämä energia siirtyy kokonaisuudessaan valokvantille, saadaan energian säilymisen perusteella

$$E_e = E_l + E_{hv} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{2} m_e v_e^2 = \frac{1}{2} m_e v_l^2 + h \frac{c}{\lambda_R} \Leftrightarrow \frac{1}{2} m_e v_l^2 = \frac{1}{2} m_e v_e^2 - h \frac{c}{\lambda_R} \Leftrightarrow v_l = \sqrt{v_e^2 - \frac{2hc}{\lambda_R m_e}}.$$

Tehtävä 5 (10 p.)

a) Tehon määritelmästä $P = \frac{dW}{dt}$ voidaan vakiotehon tapauksessa ratkaista mekaaniselle työlle yhtälö $W = Pt = 210 \text{ W} \cdot 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \cdot 2 \text{ h} \approx 1500 \text{ kJ}$. (2 p.)

b) Pyöräilijän suhteellinen nopeus on nyt $v_{\text{ilma}} = v_{\text{pyör}} - v_{\text{tuuli}}$. Tilanteessa pyörään tien pinnan suunnassa kohdistuvien voimien summan täytyy olla nolla: $F_{\text{kok}} = \frac{P}{v_{\text{pyör}}} - F_{\text{vier}} - F_g - F_{\text{ilma}} = 0$, missä voima $F_g = Mg \sin \alpha$. Ratkaistaan yhtälö kulman α suhteen:

$$F_g = \frac{P}{v_{\text{pyör}}} - F_{\text{vier}} - F_{\text{ilma}}$$

$$\Leftrightarrow \sin \alpha = \frac{\frac{P}{v_{\text{pyör}}} - F_{\text{vier}} - F_{\text{ilma}}}{Mg}$$

$$= \frac{\frac{210 \text{ W}}{10 \frac{\text{km}}{\text{h}} / \frac{3600\text{s}}{\text{h}}} - 0,004 \cdot 80 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 1,0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,39 \text{ m}^2 \cdot \frac{\left[10 \frac{\text{km}}{\text{h}} / \frac{3600\text{s}}{\text{h}} - (-2,2 \frac{\text{m}}{\text{s}})\right]^2}{2}}{80 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$\Rightarrow \sin \alpha \approx 0,086$$

Lopuksi kulma ratkaistaan kaavaliitteen sinitaulukkoa hyödyntämällä ($\alpha \approx \arcsin(0,087) = 5^\circ$). Mäen jyrkkyydeksi saadaan noin 5° . (8 p.)

Tehtävä 6 (6 p.)

Hilassa on tarkasteltavalla pinta-alalla jousia yhteensä

$$N_j = \frac{30 \text{ kpl}}{(10^{-6} \text{ m})^2} \cdot (10^{-2} \text{ m})^2 = 3 \cdot 10^9 \text{ kpl.}$$

Braggin lain avulla saadaan lepopituus, kun sijoitetaan kaavaliitteen $\sin(30^\circ) = 0,500$, sekä tehtävässä mainittu heijastuksen kertaluku $n = 1$:

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

$$\Rightarrow 2d_1 \cdot 0,500 = 1 \cdot \lambda_1$$

$$\Rightarrow d_1 = \lambda_1 = 630 \text{ nm.}$$

Puristuksen aikana jousen pituudeksi saadaan samalla tavalla

$$2d_2 \cdot 0,500 = 1 \cdot \lambda_2$$

$$\Rightarrow d_2 = \lambda_2 = 530 \text{ nm,}$$

joten pituuden muutos $x = d_1 - d_2 = 630 \text{ nm} - 530 \text{ nm} = 100 \text{ nm}$.

Yhden jousen puristusta vastustava voima $F = kx$, joten kaikkien jousien yhteisvaikutus

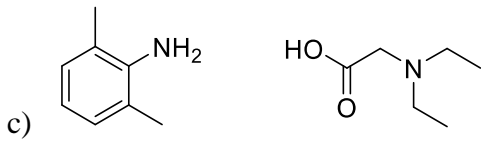
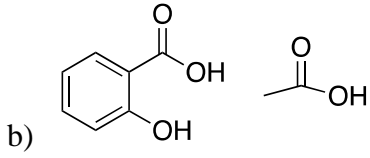
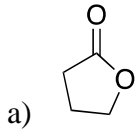
$$F_{\text{kok}} = N_j \cdot kx \Leftrightarrow k = \frac{F_{\text{kok}}}{N_j x}$$

Kun sijoitetaan lukuarvot, niin saadaan

$$k = 300 \text{ N} \cdot \frac{1}{3 \cdot 10^9 \text{ kpl} \cdot 100 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = \frac{300 \text{ N}}{300 \text{ m} \cdot \text{kpl}} = \mathbf{1 \frac{\text{N}}{\text{kpl}}}$$

eli yksittäisen jousen jousivakio on **1 N/m**.

Tehtävä 7 (10 p.)



Tehtävä 8 (9 p.)

a) 2-propyyliipentaanihappo

b)

$$n_{\text{NaOH}} = n_{\text{valp}}$$

$$\frac{m_{\text{NaOH}}}{M_{\text{NaOH}}} = \frac{m_{\text{valp}}}{M_{\text{valp}}}$$

$$m_{\text{NaOH}} = \frac{m_{\text{valp}}}{M_{\text{valp}}} M_{\text{NaOH}} = \frac{1000 \text{ g}}{144,2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 40,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 277,4 \text{ g} \approx 280 \text{ g}$$

c)

$$\frac{[\text{HA}]}{[\text{HA}] + [\text{A}^-]} = 0,85$$

$$[\text{HA}] = 0,85[\text{HA}] + 0,85[\text{A}^-]$$

$$0,15[\text{HA}] = 0,85[\text{A}^-]$$

$$[\text{HA}] = \frac{17}{3} [\text{A}^-]$$

$$\begin{aligned} K_a &= \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{\frac{17}{3} [\text{A}^-]} = \frac{3}{17} [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{3}{17} \cdot 10^{-\text{pH}} = \frac{3}{17} \cdot 10^{-4,00} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \\ &= 0,176 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \approx 1,8 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \end{aligned}$$

Tehtävä 9 (6 p.)

a) $\Delta H = (490+276-440-350) \text{ kJ/mol} = \underline{-24 \text{ kJ/mol}}$

(Energiaa sitoutuu, kun kovalenttinen sidos katkaistaan. Energiaa vapautuu, kun kovalenttinen sidos muodostuu.)

b) Oppikirjan tekstin virheen voi kuvata esimerkiksi yhdellä seuraavista tavoista:

1. Tarkastelu sidosten katkeamisen kannalta: ATP:n fosfaattiosan sidoksen katkeamisessa ei vapaudu energiaa, vaan energiaa sitoutuu.
2. Tarkastelu sidosten muodostumisen kannalta: Fosfaattiosan sitoutuessa ADP:hen vapautuu energiaa, ei sitoudu.
3. Tarkastelu sidosennergian kannalta: Tekstistä saa kuvan, että ATP:n fosfaattiosien kovalenttisilla sidoksilla on korkea sidosenergia, koska energian väitetään varastoituvan sidoksiin ja sidosten olevan korkeaenergisiä.

Tehtävä 10 (17 p.)

Lasketaan tetrahydrofuraanin (THF) ainemäärä:

$M(\text{THF}) = 72,11 \text{ g/mol}$ annettu tehtävässä.

$$n(\text{THF}) = \frac{m(\text{THF})}{M(\text{THF})} = \frac{V(\text{THF}) \cdot d(\text{THF})}{M(\text{THF})} = \frac{0,0500 \text{ ml} \cdot 0,889 \text{ g/ml}}{72,11 \text{ g/mol}} = 0,6164 \text{ mmol}$$

Koska THF:ssä on 4 protonia/NMR-signaali (eli piikki aiheutuu neljästä samassa ympäristössä olevasta protonista) ja vedessä 2 protonia/signaali, veden ainemäärä saadaan (A = piikin pinta-ala):

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{\frac{A(\text{vesi})}{2} \cdot n(\text{THF})}{\frac{A(\text{THF})}{4}} = \frac{2 \cdot 1,51 \cdot 0,6164 \text{ mmol}}{1,00} = 1,861528 \text{ mmol}$$

Veden massa on

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 1,861528 \text{ mmol} \cdot 18,0148 \text{ g/mol} = 33,535055 \text{ mg.}$$

Vedettömän fosfomolybdeenihapon massa saadaan vähentämällä veden massa erän massasta:

$$m(\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}) = 0,10000 \text{ g} - 0,033535055 \text{ g} = 0,0664649 \text{ g}$$

Fosfomolybdeenihapon (FMH) ainemäärä riippumatta siitä onko se kuivaa tai vedellistä on

$$n(\text{FMH}) = m(\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}) / M(\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}) = 0,0664649 \text{ g} / 1825,25 \text{ g/mol} = 0,036414 \text{ mmol.}$$

Laskettaessa FMH:n ainemäärä tutkitun erän massasta täytyy moolimassassa ottaa huomioon veden määrä:

$$n(\text{FMH}) = \frac{m(\text{erä})}{M(\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}) + x \cdot M(\text{H}_2\text{O})}$$

Yllä olevasta yhtälöstä voidaan ratkaista x :

$$x = \frac{m(\text{erä}) - n(\text{FMH}) \cdot M(\text{FMH})}{n(\text{FMH}) \cdot M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{m(\text{vesi erässä})}{n(\text{FMH}) \cdot M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{33,535055 \text{ mg}}{0,036414 \text{ mmol} \cdot 18,0148 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 51,1$$

Vastaukset:

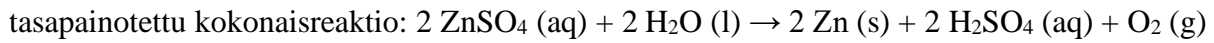
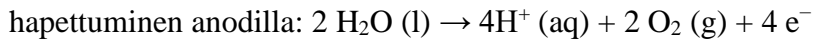
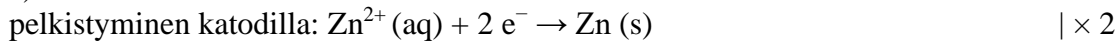
Veden ainemäärä $n(\text{H}_2\text{O}) = \underline{1,86 \text{ mmol}}$

Veden massa $m(\text{H}_2\text{O}) = \underline{33,5 \text{ mg}}$

Veden kerroin kaavassa $x = \underline{51,1}$

Tehtävä 11 (8 p.)

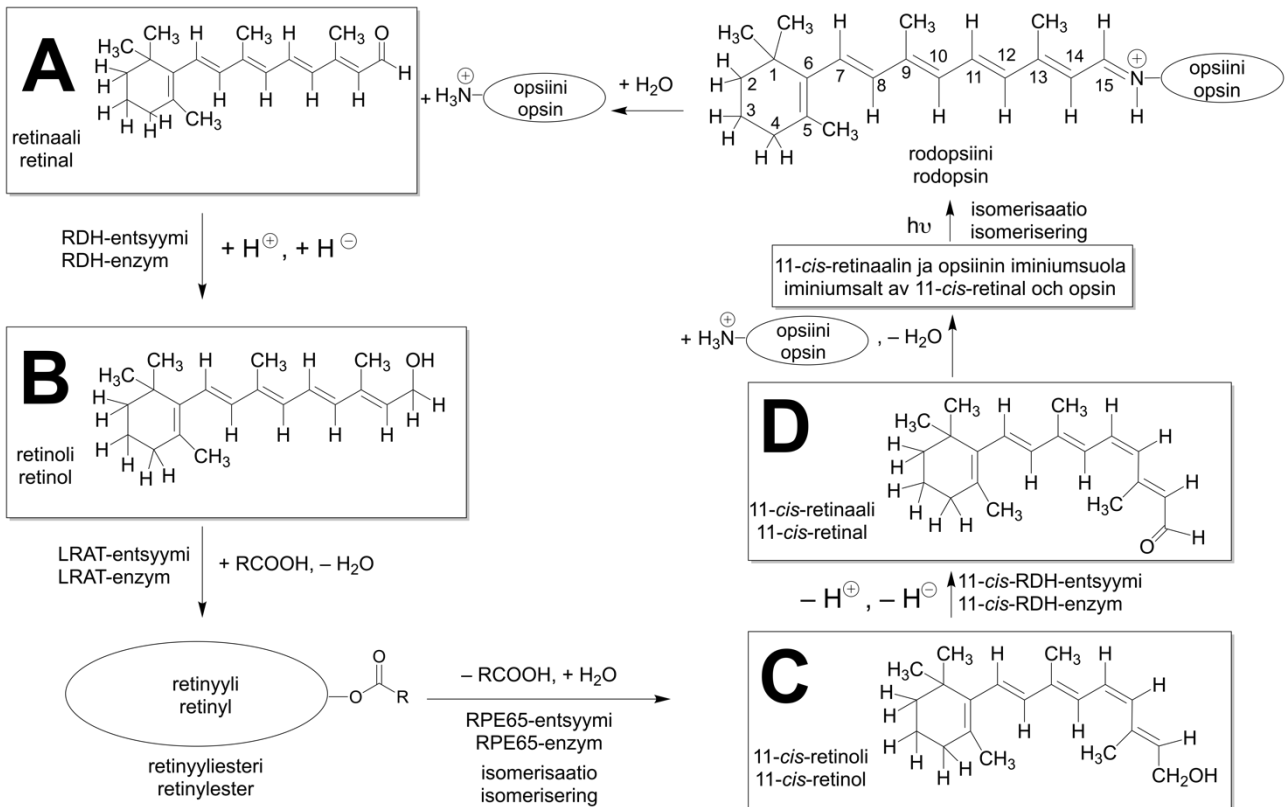
a)



b)

$$m = \frac{ItM}{Fz} = \frac{0,59\text{A} \cdot 61200\text{s} \cdot 65,409\text{g/mol}}{96500 \frac{\text{As}}{\text{mol}} \cdot 2} = 12,237244 \text{ g} \approx 12 \text{ g}$$

Tehtävä 12 (12 p.)



Tehtävä 13 (12 p.)

a) Immunitetti käsittää luonnollisen ja hankitun osan, jotka toimivat yhteistyössä keskenään. Luonnollinen immunitetti kehittyy sikiöaikana ja on osittain perinnöllinen. Siinä veren syöjäsolut (makrofagit ja neutrofiilit) tuhoavat taudinaiheuttajia. Hankittu immunitetti kehittyy vähitellen syntymän jälkeen ja on yksilöllinen. Siinä veren imusolut (B-imusolut) tuottavat antigeenispesifejä vasta-aineita vieraiden solujen ja mikro-organismien tuhoamiseksi (vasta-ainevälitteinen immunitetti). Osa imusoluista muuttuu saman antigeenin myöhemmin tunnistaviksi muistisoluiksi. Tästä johtuen uudelleen altistuminen samalle taudinaiheuttajalle johtaa ensimmäiseen altistukseen verrattuna nopeampaan ja tehokkaampaan puolustusreaktioon. Osa imusoluista (T-auttajat ja T-tappajat) ei tuota vasta-aineita, vaan avustavat B-soluja tai toimivat paikallisesti (soluvälitteinen immunitetti). (6 p.)

b) Lapsen punasolujen hajoaminen on lisääntynyt (ihon keltaisuus). Tämän perusteella lapsi on perinyt Rhesus-tekijän isältään. Kyseessä on perheen toinen lapsi. Perheen ensimmäinen lapsi on ollut myös Rh-positiivinen, ja äidin elimistöön on muodostunut vasta-aineita, jotka sitoutuvat Rh-positiivisen toisen lapsen punasolujen pinnalle. Vasta-aineet käynnistävät lapsen punasolujen hajoamisen maksassa. Vasta-aineet voivat myös liimata punasoluja kiinni toisiinsa, jolloin verisuoniin voi syntyä tukoksia ja kudoksiin hapenpuutetta. (6 p)

Tehtävä 14 (8 p.)

	Yhdiste	Valmistuspaikka
1	Fibrinogeeni	Maksa
2	Glukagoni	Haima
3	Kalsitoniini	Kilpirauhanen
4	Parathormoni	Lisäkilpirauhanen
5	Pepsiini	Maha/mahalaukku/mahaneste
6	Reniini	Munuainen
7	Sekretiini	Ohutsuoli/pohjukaissuoli
8	Urea	Maksa

Tehtävä 15 (11 p.)

a	1	2
II	6	Peptidiketjun synteesi loppuu ennenaikaisesti.
III	9	Peptidiketjussa ei tapahdu muutosta.
IV	9	Peptidiketjun yksi aminohappo vaihtuu toiseksi.
V	9	Peptidiketjun aminohappojärjestys muuttuu mutaatiokohdasta eteenpäin.

b	AGCAAG
---	--------

Tehtävä 16 (10 p.)

a)	Rakenteen nimi
1	Kuorikerros
2	Munuaisallas
3	Tuojavaltimo
4	Munuaiskeränen
5	Kokoojaputki/ Kokoojatiehyt

	Rakenteen nimi	Toiminnan vaihe
b)	Munuaistiehyt	Glukoosin takaisinimeytyminen
c)	Hiussuonikeränen	Alkuvirtsan suodattuminen

d)	Erityspaikka	Vaikutus
ADH	Aivolisäke	Lisää veden takaisinimeytymistä munuaistiehyissä

Tehtävä 17 (13 p.)

a)

	Teollisuusala	Entsyymi	Seuraus/vaikutus
1	sokeri	Invertaasi/glukoosi-isomeraasi	fruktoosin tuotto
2	pesuaine	lipaasi	rasvan pilkkominen
3	tekstiili	sellulaasi	kuitujen muokkaus
4	hygienia	papaiini	proteiinien pilkkominen
5	elintarvike/meijeri	kymosiini (renniini)	juuston valmistus/proteiinien saostus
6	rehu	fytaasi	vapauttaa rehun fosforia/fosfaattia

b)

Lähtöaine: glukoosi

Välituotteet: palorypälehappo/pyruvaatti, ATP

Lopputuotteet: etanoli, hiilidioksidi

Tehtävä 18 (8 p.)

1	takaraivolohkossa
2	tappisolujen
3	sinisen
4	sauvasoluissa
5	retinaalista
6	A-vitamiinin
7	mustuaisen / pupillin
8	eteen