

LÄÄKETIETEELLISTEN ALOJEN VALINTAKOE
27.5.2014

VASTAUSANALYYSI

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

TEHTÄVÄKOHTAISET MAKSIMIPISTEET:

1 30 p	2 5 p	3 7p	4 6 p
5 9 p	6 6 p	7 6 p	8 10 p
9 6 p	10 3 p	11 10 p	12 5 p
13 5 p	14 6p	15 4 p	16 5 p
17 5p			Yhteensä 128 p

TEHTÄVÄ 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

TEHTÄVÄ 3C

	Kyllä	Ei		Kyllä	Ei		Kyllä	Ei
insuliini	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pepsiini	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	melatoniini	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
keto-/ketoniaine	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	kolesteroli	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	urea	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
tärkkelys	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	glukokortikoidi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	oksitosiini	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
glukagoni	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	fruktoosi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	adrenaliini	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
erytropoietiini	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	lipoproteiini	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	laktaasi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
amylaasi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	laktoosi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	fibrinogeeni	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sakkarooosi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	gastriniini	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	somatotropiini	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
triglyseridi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	maltoosi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	kolekystokiniini	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Tehtävä 3**7 p****a)****(2 p)**

- 1) Solu tarvitsee E-vitamiinia estämään hapetusreaktioita (antioksidantti).
- 2) B-ryhmän vitamiineja tarvitaan entsyymien osina (koentsyymit) aineenvaihduntareaktioissa.

b)**(2 p)**

Syljen erityis lisääntyy, sapen valuminen sappirakosta lisääntyy, voimistaa peristaltiikkaa, vilkastuttaa verenkiertoa (laajentaa verisuonia) ja mahanesteen eritystä mahalaukussa, lisää haimanesteen eritystä.

c)**(3 p)**

insuliini		pepsiini		melatoniini	
keto-/ketoniaine	x	kolesteroli	x	urea	x
tärkkelys		glukokortikoidi		oksitosiini	
glukagoni		fruktoosi		adrenaliini	
erytropoietiini		lipoproteiini	x	laktaasi	
amylaasi		laktoosi		fibrinogeeni	x
sakkarooosi		gastrini		somatotropiini	
triglyseridi	x	maltoosi		kolekystokiniini	

Tehtävä 4**6 p**

Vastauksessa tulee käsitellä seuraavat kohdat:

- ydinjatkeen hengityskeskus hengityslihaksien toiminnan säätelijänä
- aortan, kaulavaltimoiden ja ydinjatkeen aistinsolut ja veren pH:n vaikutus edellä mainittuihin
- pH:ta laskevista tekijöistä hiilidioksidi ja rasiuksen aikana verenkiertoon kuljetetut protonit ("maitohappo")
- hyvin alhaisen happipitoisuuden ja adrenaliinin hengitystä tehostava vaikutus
- lihastyön aikana (lihaksista ja nivelistä) hengityskeskukseen tulevat viestit

Tehtävä 5

9p

a) (2 p)

1, hammasluu; 2, hammasydin/ydin; 3, juurikanava/hermo/verisuonet; 4, hammassementti/kiinnityssäikeet

b) (3 p)

Varhaisten ihmislajien elinympäristö muuttui ja samalla ravinto muuttui kasviksista sekaravinnoksi, ja tämä sekä tulen käyttö ravinnon valmistuksessa muuttivat leukoja lyhyemmäksi ja hampaat muovautuivat pienemmiksi. Samalla kallon muoto muuttui ja aivoille tuli tilaa kasvaa. Esimerkkinä leukojen pienenemisestä on vielä nykyihmiselläkin jäljellä viisaudenhampaat.

c) (4 p)

Ympäristön ja geenien yhteisvaikutus: ympäristön aikaansaamat sopeutumukset, joihin liittyvät muovautumismuutokset, luonnonvalinta, isolaatiomekanismit ja hyödylliset geenimutaatiot, ovat saaneet aikaan Darwininsirkkujen nokan rakenteen muunnokset. Muutosten seurauksena syntyneet lajit ovat erikoistuneet tietyn ravinnon käyttöön: hedelmiä, siemeniä ja hyönteisiä syövät lajit.

Erilaisista kantamuodoista huolimatta (kuten hauki, niilinkrokotiili, saimaannorppa) samankaltaiset elinympäristöt ja ravinto eli ekologiset lokerot ovat muovanneet kaukaistenkin lajien hampaista samankaltaisia.

Tehtävä 6

6 p

1. Impulssi vapauttaa viejähaarakkeen päässä hermovälittäjäainetta synapsirakoon.
2. Välittäjäaine sitoutuu vastaanottajasolun (neuronin tai esim. lihassolun, postsynaptisen solun) solukalvolla olevaan reseptoriin.
3. Reseptoriaktivaatiosta seuraa ionikanavien aukeaminen, jolloin kynnysarvon ylittyessä syntyy sähköinen vaste (toimintajännite).
4. Na^+/K^+ -ATPaasin toiminta sähköisten impulssien (aktiopotentiaalien) synnyn edellytyksenä.
5. Estävien synapsien vaikutus ilmenee siten, että impulssitiheys vastaanottajasolussa laskee tai estyy kokonaan.
6. Välittäjäaineen hajoaminen synaptisessa raossa tai välittäjäaineen takaisinotto soluun (endosytoosi).
7. Välittäjäainevaikutusten ajallinen ja/tai paikallinen summaatio, jonka seurauksena impulssitiheys vastaanottajasolussa kasvaa.
8. Uusien synapsien muodostuminen on mahdollista jatkuvan käytön (ja opettelun) seurauksena; synapsien lukumäärän kasvu edistää impulssien summaatiota (välittäjäaineiden vapautuminen lisääntyy ja impulssien kulku tehostuu).

Tehtävä 7

6p

Rakenne	Lihassolutyyppi (vain yksi kunkin rakenteen kohdalle)
Hauislihas	Poikkijuovainen (juovikas) lihassolu (luustoli hassolu)
Pallea	Poikkijuovainen lihassolu
Peräaukon ulompi sulkija	Poikkijuovainen lihassolu
Virtsarakon seinämä	Sileälihassolu (juovaton lihassolu)
Ruokatorven yläosan seinämä	Poikkijuovainen lihassolu
Ihokarvan kohottajalihas	Sileälihassolu
Aortan seinämä	Sileälihassolu
Sydämen kammio	Poikkijuovainen sydänlihassolu
Hiussuonen seinämä	Ei lainkaan lihassoluja
Epäkäslihas	Poikkijuovainen lihassolu
Sädelihas	Sileälihassolu
Ohutsuolen pitkittäissuuntainen lihas	Sileälihassolu

Tehtävä 8

10 p

a)

(3 p)

$$\Theta = \Theta_{mr} \cdot c \cdot l \cdot n_{ah} \Leftrightarrow n_{ah} = \Theta / (\Theta_{mr} \cdot c \cdot l) \Rightarrow$$

$$n_{ah} = -0,021045 \text{ }^\circ / (-15000 \text{ }^\circ \cdot \text{cm}^2/\text{dmol} \cdot 10,0 \text{ } \mu\text{mol/l} \cdot 0,100 \text{ mm}) \Leftrightarrow$$

$$n_{ah} = -0,021045 \text{ }^\circ / (-150\,000 \text{ }^\circ \cdot \text{cm}^2/\text{mol} \cdot 1,00 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0100 \text{ cm}) \Leftrightarrow$$

$$n_{ah} = -0,021045 \text{ }^\circ / (-150\,000 \text{ }^\circ \cdot \text{cm}^2/\text{mol} \cdot 1,00 \cdot 10^{-8} \text{ mol/cm}^3 \cdot 0,0100 \text{ cm}) \Leftrightarrow$$

$$n_{ah} = -0,021045 \text{ }^\circ / (-150\,000 \cdot 1,00 \cdot 10^{-8} \cdot 0,0100 \text{ }^\circ \cdot \text{cm}^2/\text{mol} \cdot \text{mol/cm}^3 \cdot \text{cm}) \Leftrightarrow$$

$$n_{ah} = -0,021045 \text{ }^\circ / (-1,5000 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ) \Leftrightarrow \underline{n_{ah} \approx 1400}$$

b)

(7 p)

$$\Theta = \Theta_{mr-\alpha\text{-kierre}} \cdot c \cdot l \cdot n_{ah-\alpha\text{-kierre}} + \Theta_{mr\text{-satunnaisvyyhti}} \cdot c \cdot l \cdot n_{ah\text{-satunnaisvyyhti}} = c \cdot l (\Theta_{mr-\alpha\text{-kierre}} \cdot n_{ah-\alpha\text{-kierre}} + \Theta_{mr\text{-satunnaisvyyhti}} \cdot n_{ah\text{-satunnaisvyyhti}}) \Leftrightarrow$$

$$\Theta = c \cdot l [\Theta_{mr-\alpha\text{-kierre}} \cdot n_{ah-\alpha\text{-kierre}} + \Theta_{mr\text{-satunnaisvyyhti}} \cdot (10 - n_{ah-\alpha\text{-kierre}})] \Leftrightarrow$$

$$\Theta_{mr-\alpha\text{-kierre}} \cdot n_{ah-\alpha\text{-kierre}} + \Theta_{mr\text{-satunnaisvyyhti}} \cdot (10 - n_{ah-\alpha\text{-kierre}}) = \Theta / (c \cdot l) \Leftrightarrow$$

$$\Theta_{mr-\alpha\text{-kierre}} \cdot n_{ah-\alpha\text{-kierre}} + 10\Theta_{mr\text{-satunnaisvyyhti}} - \Theta_{mr\text{-satunnaisvyyhti}} \cdot n_{ah-\alpha\text{-kierre}} = \Theta / (c \cdot l) \Leftrightarrow$$

$$\Theta_{mr-\alpha\text{-kierre}} \cdot n_{ah-\alpha\text{-kierre}} - \Theta_{mr\text{-satunnaisvyyhti}} \cdot n_{ah-\alpha\text{-kierre}} = \Theta / (c \cdot l) - 10\Theta_{mr\text{-satunnaisvyyhti}} \Leftrightarrow$$

$$(\Theta_{mr-\alpha\text{-kierre}} - \Theta_{mr\text{-satunnaisvyyhti}}) n_{ah-\alpha\text{-kierre}} = \Theta / (c \cdot l) - 10\Theta_{mr\text{-satunnaisvyyhti}} \Leftrightarrow$$

$$n_{ah-\alpha\text{-kierre}} = [\Theta / (c \cdot l) - 10\Theta_{mr\text{-satunnaisvyyhti}}] / (\Theta_{mr-\alpha\text{-kierre}} - \Theta_{mr\text{-satunnaisvyyhti}})$$

Sijoitetaan mittatulos $\Theta = 0,018048 \text{ }^\circ$ ja α -kierteen ja satunnaisvyyhdin taulukoidut arvot \Rightarrow

$$n_{ah-\alpha\text{-kierre}} = [0,018048 \text{ }^\circ / (47,0 \text{ } \mu\text{M} \cdot 0,100 \text{ cm}) - 10 \cdot 22\,000 \text{ }^\circ \cdot \text{cm}^2/\text{dmol}] / (63\,000 \text{ }^\circ \cdot \text{cm}^2/\text{dmol} - 22\,000 \text{ }^\circ \cdot \text{cm}^2/\text{dmol}) \Leftrightarrow$$

$$n_{ah-\alpha\text{-kierre}} = [0,018048 \text{ }^\circ / (47,0 \cdot 10^{-8} \text{ dmol/cm}^3 \cdot 0,100 \text{ cm}) - 10 \cdot 22\,000 \text{ }^\circ \cdot \text{cm}^2/\text{dmol}] / (41\,000 \text{ }^\circ \cdot \text{cm}^2/\text{dmol}) \Leftrightarrow$$

$$n_{ah-\alpha\text{-kierre}} = [384000 \text{ }^\circ \cdot \text{cm}^2/\text{dmol} - 220\,000 \text{ }^\circ \cdot \text{cm}^2/\text{dmol}] / (41\,000 \text{ }^\circ \cdot \text{cm}^2/\text{dmol}) = 3,975090815 \approx 4$$

4 aminohappoa on α -kierteisessä osassa ja $10 - 4 = 6$ satunnaisvyyhti-osassa.

Tehtävä 9**6 p****a)****(1 p)**

$$pH = -\lg[H^+] \leftrightarrow [H^+] = 10^{-pH}$$

Sijoitetaan annetut pH-arvot:

$$[H^+] = 10^{-7,10} = 0,79432 \dots \cdot \frac{10^{-7} \text{ mol}}{1}, [H^+] = 10^{-6,60} = 2,51188 \dots \cdot \frac{10^{-7} \text{ mol}}{1}$$

Protoneita muodostui:

$$2,51188 \dots \cdot \frac{10^{-7} \text{ mol}}{1} - 0,79432 \dots \cdot \frac{10^{-7} \text{ mol}}{1} = 1,71756 \dots \cdot \frac{10^{-7} \text{ mol}}{1} = 1,72 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$$

b)**(1 p)**

$$pH = pK_a + \lg \frac{[A^-]}{[HA]} \leftrightarrow \lg \frac{[A^-]}{[HA]} = 2,74 \leftrightarrow \frac{[A^-]}{[HA]} = \frac{549,540 \dots}{1} = \frac{0,99818 \dots}{0,0018163 \dots}$$

Maitohapon happomuodon osuus kokonaiskonsentraatiosta = 0,00182

Maitohapon emäsmuodon (laktaatin) osuus kokonaiskonsentraatiosta = 0,998

c)**(1 p)**

Ionit (protonit ja laktaatti) tarvitsevat kuljetusproteiinin. Kuljetus tapahtuu avustetulla diffuusiolla/passiivisesti/ suuremmasta pitoisuudesta pienempään pitoisuuteen.

d)**(1 p)**

Hyperventilaatio edistää CO₂:n poistumista elimistöstä. Tasapainon säilyttämiseksi suurempi määrä protoneita liittyy bikarbonaattiin CO₂:n muodostumisen lisäämiseksi reaktioyhtälön $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ mukaisesti (elimistö alkalisoituu).

Protonien väheneminen verenkierrosta edistää niiden siirtymistä lihassolun suuremmasta pitoisuudesta verenkiertoon.

e)**(1 p)**

Kun laktaatin pitoisuus verenkierrossa lisääntyy, se siirretään kuljetusproteiinin avulla sydänlihassoluun. Laktaatin pitoisuuden kasvu solussa muuttaa laktaattidehydrogenaasireaktion tasapainon pyruvaatin muodostuksen suuntaan (reaktioyhtälö). Pyruvaatti hapetetaan mitokondrioissa.

f)**(1 p)**

Asetyylikoentsyymi A

Tehtävä 10**3 p**

Standardisuoran yhtälön kulmakertoimeksi saadaan 0,065 kaikilla xy-pareilla ja leikkauspiste on origo. Absorbanssi 0,16 vastaa $0,16 / 0,0650 \text{ ml} = 2,4615\dots \text{ ml}$ tuntematonta verinäytettä, jossa oli hemoglobiinia $0,600 \text{ g/l} \cdot 2,4615\dots \text{ ml} = 1,4769\dots \text{ mg}$. Koska tämä hemoglobiinimäärä oli 10,00 μl :ssa verta, saadaan hemoglobiinin pitoisuudeksi 150 g/l.

Tehtävä 11**10 p****a).****(8 p)**

Titraus 2: Takaisintitraus, jossa Ca^{2+} :a sisältävään liuokseen lisätään tunnettu ylimäärä EDTA:ta ja ylimäärä EDTA:ta titrataan Mg^{2+} :lla.

Mg^{2+} :n ja EDTA:n konsentraatio on sama, joten Ca^{2+} :n kuluttaman EDTA:n tilavuus on $15,00 \text{ cm}^3 - 11,00 \text{ cm}^3 = 4,00 \text{ cm}^3$

Kalsiumin ainemäärä 30,0 cm^3 :n osanäytteessä

$$n(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{EDTA}) \cdot V(\text{EDTA}) = 0,0300 \text{ mol/l} \cdot 4,00 \text{ cm}^3 = 0,120 \text{ mmol}$$

Titraus 1: Ca^{2+} :n ja Mg^{2+} :n summa 15,00 ml:n osanäytteessä.

$$n(\text{EDTA}) = 0,0300 \text{ mol/l} \cdot 7,00 \text{ cm}^3 = 0,210 \text{ mmol} [= n(\text{Ca}^{2+}) + n(\text{Mg}^{2+})]$$

Titrauksesta 2 saadaan, että 15,00 cm^3 osanäytteessä Ca^{2+} -ainemäärä on 0,0600 mmol, joten Mg^{2+} -ainemäärä 15,00 cm^3 osanäytteessä on

$$n(\text{Mg}^{2+}) = 0,210 \text{ mmol} - 0,0600 \text{ mmol} = 0,150 \text{ mmol}$$

Ca^{2+} - ja Mg^{2+} -konsentraatiot:

$$c(\text{Mg}^{2+}) = c / V = 0,150 \text{ mmol} / 15,00 \text{ ml} = 0,0100 \text{ mol/l}$$

$$c(\text{Ca}^{2+}) = c / V = 0,0600 \text{ mmol} / 15,00 \text{ ml} = 0,00400 \text{ mol/l}$$

$$m(\text{Mg}^{2+}) = c \cdot V \cdot M = 0,0100 \text{ mol/l} \cdot 0,10000 \text{ dm}^3 \cdot 24,305 \text{ g/mol} = 24,3 \text{ mg}$$

$$m(\text{Ca}^{2+}) = c \cdot V \cdot M = 0,00400 \text{ mol/l} \cdot 0,10000 \text{ dm}^3 \cdot 40,078 \text{ g/mol} = 16,0 \text{ mg}$$

b)**(2 p)**

Suolahapon konsentraatio:

Otetaan litra 38 m-%:ista suolahappoa, jonka massa on siis tiheyden pohjalta 1180 g. Koska liuos sisältää 38 m-% suolahappoa, litrassa liuosta on suolahappoa $0,38 \cdot 1180 \text{ g} = 448,4 \text{ g}$.

Tällöin suolahapon konsentraatio on:

$$c(\text{HCl}) = n / V = (m/M) / V = (448,4 \text{ g} / 36,4429 \text{ g/mol}) / 1,000 \text{ l} = 12,304\dots \text{ mol/l}$$

Vertailuliuoksen suolahappokonsentraatio:

$$c(\text{HCl}) = (0,500 \text{ ml} / 100,0 \text{ ml}) \cdot 12,304\dots \text{ mol/l} = 0,06152\dots \text{ mol/l}$$

HCl on vahva happo, joka protolysoituu täydellisesti, joten

$$pH = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg[0,06152\dots \text{ mol/l}] = \mathbf{1,211}$$

Tehtävä 12**5 p**

a) (1 p)
 β^- -säteilyllä, massaluku A säilyy ja järjestysluku Z kasvaa yhdellä.

b) (1 p)
 γ -säteilyllä, massaluku A säilyy ja järjestysluku Z säilyy.

c) (1 p)

$$A = \lambda N, \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \Rightarrow N_0 = \frac{A_0 \cdot T_{1/2}}{\ln 2} = \frac{670 \cdot 10^6 \text{ 1/s} \cdot 6,0 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}}{\ln 2} \approx 20,88 \cdot 10^{12} \approx 21 \cdot 10^{12} \text{ ydintä.}$$

d) (2 p)

$$A_{10} = \lambda N_{10},$$

$$\Delta N = \frac{A_0}{\lambda} - \frac{A_{10}}{\lambda} = \frac{1}{\lambda} (A_0 - A_0 e^{-\lambda t}) = \frac{A_0}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t}) \approx 14,3 \cdot 10^{12} \approx 14 \cdot 10^{12} \text{ hajoamista.}$$

Tehtävä 13**5 p**

a) (1 p)
 Kuvaajasta 15 kN.

b) (4 p)
 Kuvaajasta saadaan käyrän pinta-alan avulla impulssi,
 $I = 0,05 \text{ s} \cdot (1000 + 7000 + 15000 + 5000 + 1000) \text{ N} = 1450 \text{ Ns}$

Nopeus köyden alkaessa kiristyä $mgh = \frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow v_1 = \sqrt{2gh}$, alaspäin (neg. suuntaan).
 Liikemäärän muutoksen (impulssin) avulla saadaan nopeus köyden alkaessa löystyä:

$$\bar{I} = \Delta \bar{p} = m\Delta \bar{v} = m(\bar{v}_2 - \bar{v}_1) \Rightarrow I = mv_2 - (-mv_1) = mv_2 + mv_1 \Rightarrow v_2 = \frac{I - mv_1}{m} =$$

$$\frac{1450 \text{ Ns} - 72,7 \text{ kg} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 5,8 \text{ m}}}{72,7 \text{ kg}} \approx 9,28 \text{ m/s} \approx 9,3 \text{ m/s (ylöspäin)}$$

Huom.

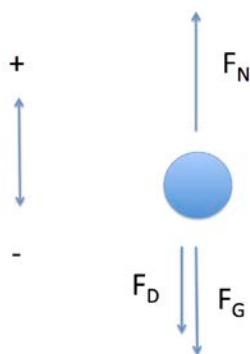
Voidaan laskea myös massan ja kuvaajan jälkimmäisen puolikkaan avulla.

Tehtävä 14**6 p** r = rasvapisaran säde V_{pisara} = yhden rasvapisaran tilavuus = r -säteisen pallomaisen rasvapisaran tilavuus ρ_{rasva} = rasvan tiheys ρ_{vesi} = veden tiheys F_N = noste F_G = gravitaatio F_D = nesteen kitkavoima v = rasvapallon siirtymisnopeus x = koeputken korkeus R = pyörimiskehän säde = 220 mm / 2 = 0.11 m v_s = sentrifugin pyörimiskehällä olevan pisteen nopeus T = yhteen pyörähdykseen kuluva aika**a)****(1 p)**

$$cV_{\text{pisara}} = \frac{1}{100}$$

$$c = \frac{1}{100V_{\text{pisara}}}$$

$$c = \frac{1}{100 \cdot (4/3) \cdot \pi \cdot (1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m})^3 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 1000 \text{ l/m}^3} \approx 4,0 \cdot 10^{-12} \text{ mol/l}$$

b)**(2 p)**

$$F_N - F_G - F_D = 0$$

$$(\rho_{vesi} - \rho_{rasva})V_{pisara}g - bv = 0$$

$$v = \frac{(\rho_{vesi} - \rho_{rasva})V_{pisara}g}{6\pi\eta r}$$

$$t = \frac{x}{v} = \frac{x}{\left(\frac{(\rho_{vesi} - \rho_{rasva})V_{pisara}g}{6\pi\eta r}\right)}$$

$$t = \frac{x}{v} = \frac{5,0 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 6\pi \cdot 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg/ms} \cdot 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}}{(1,00 - 0,91) \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot (4/3)\pi \cdot (1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m})^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} \approx 2,9 \text{ vuorokautta}$$

c) (3 p)
 Radiaalkiihtyvyys pyörimiskehällä

$$a = \frac{v_s^2}{R} = \left(\frac{2\pi R}{T}\right)^2 \frac{1}{R}$$

Muutetaan b-kohdan putoamiskiihtyvyys radiaalkiihtyvyydeksi, yksinkertaisuuden vuoksi oletetaan arvon olevan koko ajan sama kuin pyörimiskehällä

$$v = \frac{(\rho_{vesi} - \rho_{rasva})V_{pisara}a}{6\pi\eta r}$$

$$t = \frac{x}{v} = \frac{x}{\left(\frac{(\rho_{vesi} - \rho_{rasva})V_{pisara}a}{6\pi\eta r}\right)}$$

$$t = \frac{x}{v} = \frac{5,0 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 6\pi \cdot 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg/ms} \cdot 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}}{(1,00 - 0,91) \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot (4/3)\pi \cdot (1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m})^3 \cdot \left(\frac{2\pi \cdot 0,11 \text{ m}}{60 \text{ s}/10000}\right)^2 \frac{1}{0,11 \text{ m}}} \approx 21 \text{ s}$$

Tehtävä 15**4 p****a)****(1 p)**

Tarvitaan vähintään kappaleeseen kohdistuvan painovoiman suuruinen voima eli $F = mg = 22 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 215,8 \text{ N} \approx \underline{220 \text{ N}}$.

b)**(3 p)**

Vaakasuoran tason suunnassa (valitaan x-suunta) laitteelle pätee liikeyhtälö

$$\sum F_x = ma_x \text{ eli } F \cos 45^\circ - F\mu = ma_x.$$

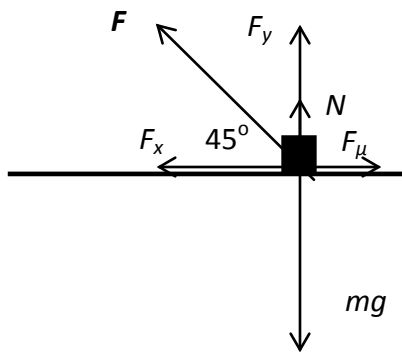
Toisaalta pystysuunnassa (y-suunta) pätee $\sum F_y = ma_y = 0$ eli $F \sin 45^\circ + N - mg = 0$.

Koska $F\mu = \mu N$, saadaan sijoittamalla ensimmäiseen yhtälöön

$$F \cos 45^\circ - \mu (mg - F \sin 45^\circ) = ma_x$$

ja edelleen $F = (ma_x + \mu mg) / (\cos 45^\circ + \mu \sin 45^\circ) =$

$$(22 \text{ kg} \cdot 0,52 \text{ m/s}^2 + 0,26 \cdot 22 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2) / (\cos 45^\circ + 0,26 \cdot \sin 45^\circ) = 75,8 \text{ N} \approx \underline{76 \text{ N}}.$$



Tehtävä 16**5 p****a)**

(1 p)

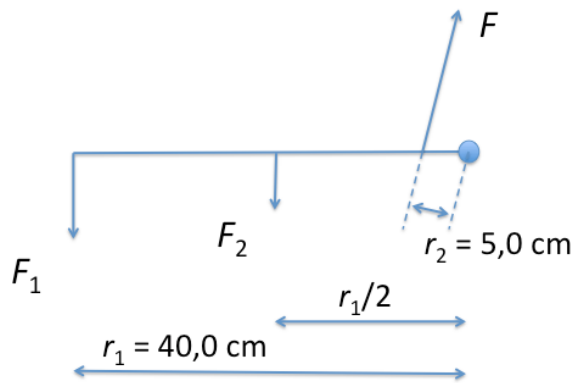
$$F = \frac{5,3 \cdot 10^{-12} \text{ N} \cdot 10,0 \cdot (10^{-2} \text{ m})^2 \cdot 100}{1,8 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2} \approx 290 \text{ N}$$

b)

(4 p)

 m_1 = käsipainon massa m_2 = kyynärvarren massa r_1 = käsipainon etäisyys kyynärnivelistä r_2 = hauiksen aiheuttaman voiman vaikutussuoran kohtisuora etäisyys kyynärnivelistä

Valitaan momenttipisteeksi kyynärnível



$$F_1 r_1 + F_2 \frac{r_1}{2} - F r_2 = 0$$

$$\left(m_1 r_1 + m_2 \frac{r_1}{2} \right) g - F r_2 = 0$$

$$F = \frac{\left(m_1 r_1 + m_2 \frac{r_1}{2} \right) g}{r_2}$$

$$F = \frac{\left(20,0 \text{ kg} \cdot 40,0 \cdot 10^{-2} \text{ m} + 4,0 \text{ kg} \cdot \frac{40,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{2} \right) 9,81 \text{ m/s}^2}{5,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}} \approx 1700 \text{ N}$$

Tehtävä 17**5 p****a)****(1 p)**

Vuorokaudessa kuluu normaalipaineista happea $24 \cdot 60 \text{ min} \cdot 1,0 \text{ litraa/min} = 1440 \text{ litraa} \approx \underline{1400}$ litraa.

b)**(4 p)**

Tälle pätee $p_1 V_1 = p_2 V_2$, josta $V_2 = p_1 V_1 / p_2 = 20,0 \text{ MPa} \cdot 10,0 \text{ l} / 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1974 \text{ l}$. Tämä riittää $1,5 \text{ l/min}$ virtausnopeudella $1974 \text{ l} / (1,5 \cdot 60 \text{ l/h}) = 21,9 \text{ h} \approx 22 \text{ h}$ eli noin 22 tunniksi.

Koko pullossa on 1974 litraa normaalipaineista kaasua. Kun siitä on käytetty 450 litraa, jäljellä on $1974 - 450 \text{ l} = 1524 \text{ l}$. Paine on tällöin $p_2 = p_1 V_1 / V_2 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 1524 \text{ l} / 10,0 \text{ l} = 15,4 \text{ MPa} \approx \underline{15 \text{ MPa}}$.