

LÄÄKETIETEEN ALAN VALINTAKOE
23.5.2012

VASTAUSANALYYSI

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.

TEHTÄVÄKOHTAISET MAKSIMIPISTEET:

1	34 p	2	10 p	3	10 p	4	8 p	
5	7 p	6	9 p	7	10 p	8	5 p	
9	4 p	10	8 p	11	9 p	12	10 p	
13	6 p	14	5p	15	8 p	16	6 p	
							yhteensä	149 p

TEHTÄVÄ 1

Osat A–J 18 p, K–M 6 p, N–O 10 p. Osista N–O voi saada miinuspisteitä, mutta ne eivät vaikuta osien A–M pisteytykseen.



Lääketieteen alan valintakoe 23.5.2012

Tehtävä 1

VASTAUSLOMAKE

Tummenna lyijykynällä (●) selkeästi vastauslomakkeesta oikeana pitämäsi vaihtoehto. Mikäli haluat vaihtaa tai poistaa jo tummentamasi vastausvaihtoehdon, tee se **pyyhjekumilla**. Tee merkinnät huolellisesti.

Epäselvät tai tulkinnanvaraiset merkinnät tulkitaan vastaamattomiksi kohdiksi. Vastauslomake käsitellään optisella lukulaitteella, joten on erittäin tärkeää, että merkitset vastauksesi ohjeiden mukaisesti. Vastauslomakkeita ei saa lisä, vaan niitä on ainoastaan yksi kpl/hakija.

Vastausmalli: merkitse vastauksesi näin: ●

HENKILÖTUNNUS:

pv	kk	vv	tunnusosa
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

0	<input type="radio"/>	0	<input type="radio"/>	A	<input type="radio"/>	M	<input type="radio"/>
1	<input type="radio"/>	1	<input type="radio"/>	B	<input type="radio"/>	N	<input type="radio"/>
2	<input type="radio"/>	2	<input type="radio"/>	C	<input type="radio"/>	P	<input type="radio"/>
3	<input type="radio"/>	3	<input type="radio"/>	D	<input type="radio"/>	R	<input type="radio"/>
4	<input type="radio"/>	4	<input type="radio"/>	E	<input type="radio"/>	S	<input type="radio"/>
5	<input type="radio"/>	5	<input type="radio"/>	F	<input type="radio"/>	T	<input type="radio"/>
6	<input type="radio"/>	6	<input type="radio"/>	H	<input type="radio"/>	U	<input type="radio"/>
7	<input type="radio"/>	7	<input type="radio"/>	J	<input type="radio"/>	V	<input type="radio"/>
8	<input type="radio"/>	8	<input type="radio"/>	K	<input type="radio"/>	W	<input type="radio"/>
9	<input type="radio"/>	9	<input type="radio"/>	L	<input type="radio"/>	X	<input type="radio"/>
				M	<input type="radio"/>	Y	<input type="radio"/>

NIMI (tikkukirjaimin):

Sukunimi

Etunimet

Tosi	Tosi	Tosi	Tosi	Oikea väittämäpari	Tosi	Epätosi	Oikea lausepari
A	D	G	J	K	N		O
1 <input type="radio"/>	22 <input type="radio"/>	48 <input type="radio"/>	72 <input checked="" type="radio"/>	82 <input type="radio"/>	106 <input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	133 <input type="radio"/>
2 <input type="radio"/>	23 <input type="radio"/>	49 <input type="radio"/>	73 <input checked="" type="radio"/>	83 <input type="radio"/>	107 <input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	134 <input type="radio"/>
3 <input type="radio"/>	24 <input checked="" type="radio"/>	50 <input type="radio"/>	74 <input checked="" type="radio"/>	84 <input type="radio"/>	108 <input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	135 <input checked="" type="radio"/>
4 <input type="radio"/>	25 <input type="radio"/>	51 <input checked="" type="radio"/>	—	85 <input checked="" type="radio"/>	109 <input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	136 <input type="radio"/>
5 <input checked="" type="radio"/>	26 <input type="radio"/>	—	75 <input type="radio"/>	—	110 <input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	137 <input type="radio"/>
6 <input type="radio"/>	—	52 <input checked="" type="radio"/>	76 <input type="radio"/>	86 <input type="radio"/>	111 <input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	—
7 <input checked="" type="radio"/>	27 <input checked="" type="radio"/>	53 <input checked="" type="radio"/>	77 <input checked="" type="radio"/>	87 <input type="radio"/>	112 <input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	138 <input type="radio"/>
8 <input type="radio"/>	28 <input checked="" type="radio"/>	54 <input checked="" type="radio"/>	78 <input checked="" type="radio"/>	88 <input type="radio"/>	113 <input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	139 <input checked="" type="radio"/>
9 <input type="radio"/>	29 <input checked="" type="radio"/>	55 <input type="radio"/>	79 <input checked="" type="radio"/>	89 <input checked="" type="radio"/>	114 <input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	140 <input type="radio"/>
10 <input type="radio"/>	30 <input type="radio"/>	56 <input type="radio"/>	80 <input checked="" type="radio"/>	L	115 <input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	141 <input type="radio"/>
11 <input type="radio"/>	31 <input type="radio"/>	57 <input type="radio"/>	81 <input checked="" type="radio"/>	90 <input checked="" type="radio"/>	116 <input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	142 <input type="radio"/>
12 <input checked="" type="radio"/>	32 <input type="radio"/>	58 <input checked="" type="radio"/>	—	91 <input type="radio"/>	117 <input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	—
13 <input type="radio"/>	33 <input checked="" type="radio"/>	59 <input checked="" type="radio"/>	—	92 <input type="radio"/>	118 <input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	139 <input checked="" type="radio"/>
14 <input checked="" type="radio"/>	34 <input checked="" type="radio"/>	60 <input checked="" type="radio"/>	—	93 <input type="radio"/>	119 <input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	140 <input type="radio"/>
15 <input type="radio"/>	35 <input type="radio"/>	61 <input checked="" type="radio"/>	—	94 <input type="radio"/>	120 <input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	141 <input type="radio"/>
16 <input type="radio"/>	36 <input type="radio"/>	62 <input type="radio"/>	—	95 <input type="radio"/>	121 <input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	142 <input type="radio"/>
17 <input type="radio"/>	37 <input type="radio"/>	63 <input checked="" type="radio"/>	—	96 <input checked="" type="radio"/>	122 <input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	—
18 <input checked="" type="radio"/>	38 <input type="radio"/>	64 <input checked="" type="radio"/>	—	97 <input type="radio"/>	123 <input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	138 <input type="radio"/>
19 <input checked="" type="radio"/>	39 <input checked="" type="radio"/>	65 <input checked="" type="radio"/>	—	M	124 <input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	139 <input checked="" type="radio"/>
20 <input checked="" type="radio"/>	40 <input type="radio"/>	66 <input checked="" type="radio"/>	—	98 <input checked="" type="radio"/>	125 <input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	140 <input type="radio"/>
21 <input type="radio"/>	41 <input checked="" type="radio"/>	67 <input type="radio"/>	—	99 <input type="radio"/>	126 <input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	141 <input type="radio"/>
—	F	68 <input type="radio"/>	—	100 <input type="radio"/>	127 <input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	142 <input type="radio"/>
—	42 <input type="radio"/>	69 <input type="radio"/>	—	101 <input type="radio"/>	128 <input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	—
—	43 <input type="radio"/>	70 <input checked="" type="radio"/>	—	102 <input type="radio"/>	129 <input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	138 <input type="radio"/>
—	44 <input checked="" type="radio"/>	71 <input checked="" type="radio"/>	—	103 <input checked="" type="radio"/>	130 <input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	139 <input type="radio"/>
—	45 <input type="radio"/>	—	—	104 <input type="radio"/>	131 <input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	140 <input type="radio"/>
—	46 <input type="radio"/>	—	—	105 <input type="radio"/>	132 <input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	141 <input type="radio"/>
—	47 <input checked="" type="radio"/>	—	—	—	—	—	142 <input type="radio"/>

Tehtävä 2

10 p

1	kaksisirkkaisen (puuvartisen) kasvin johtojänteiden elävä nilaosa (siiviläputkisto), fotosynteesissä tuotetun glukoosin kulkuväylä
2	jälsi, varren paksuuskasvu; kerroksesta syntyvät nila sekä puuosa
3	kuollut puuosa/putkilot, veden ja siihen liuenneiden ravinteiden kuljetus
4	valtimon sisäpinnan epiteeli/endoteeli; pitää veren komponentit verisuonen sisällä (tai jokin muu tehtävä)
5	(valtimon) sileälihaseinämä; verisuonten supistuminen/kimmoisuus, kudoksiin menevän verimäärän säätely, rooli verenpaineen säätelyssä (tai jokin muu tehtävä)
6	verisuonen sidekudoskerros; kiinnittää verisuonen ympäröiviin kudoksiin, lisää verisuonen kestävyyttä, joustavuutta (tai muu vastaava tehtävä)
7	imusolmukkeesta lähtevän imusuonen läpät; estävät imunesteen palaamisen taaksepäin, varmistavat imunesteen kulun kohti solislaskimoa

Tehtävä 3

10 p

a) 4,0 p (hormoni ja mistä se erittyy = 1 p)

1. FSH erittyy hypofyysin (aivolisäkkeen) etulohkosta.
2. LH erittyy hypofyysin (aivolisäkkeen) etulohkosta.
3. Estradioli (estrogeni) erittyy munasarjojen follikkelisoluista.
4. Progesteroni (eli keltarauhashormoni) erittyy munasarjan keltarauhasesta.

b) 3,0 p (kukin kohta 1 p)

1. Kierron päivä 7: munasarjoissa kehitty useita follikkeleita.
2. Kierron päivä 14: yksi follikkeleista on kehittynyt dominoivaksi follikkeliksi ja siitä irtoaa munasolu (= ovulaatio).
3. Kierron päivä 25: keltarauhanen on kehittynyt munasarjaan ovulaation jälkeen jääneen dominoivan follikkelin soluista.

c) 3,0 p

Vastaukselta edellytetään, että sekä naisella että miehellä kummankin hormonin tehtävät ovat selkeästi eritelty.

Naisella (1,5 p): FSH säätelee munarakkulan kehittymistä. FSH:n ja etenkin LH:n voimakas nousu saa aikaan munasolun irtoamisen (=ovulaatio). LH edistää keltarauhasen kehittymistä ja säätelee keltarauhasen progesteronituotantoa.

Miehellä (1,5 p): FSH ja LH stimuloivat siittiötuotantoa; LH kiihdyttää testosteronin tuotantoa kivesten välisoluissa ja FSH vaikuttaa myönteisesti kivesten tukisolujen toimintaan.

Tehtävä 4

8 p

Vastaus voidaan antaa sanallisessa muodossa ja/tai soveltuvin osin kemiallisina reaktioina.

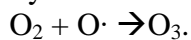
a) (3 p)

Alailmakehä

- otsonin muodostukseen alailmakehässä (troposfäärissä) johtava typpidioksidin (luontaisista lähteistä sekä liikenteen/teollisuuden päästöistä) fotolyysi ($\text{NO}_2 + \text{UV} \rightarrow \text{NO} + \text{O}\cdot$; $\text{O}_2 + \text{O}\cdot \rightarrow \text{O}_3$)
- ilmakehän hiilivety-yhdisteet (niiden johdannaiset) reagoivat typpimonoksidin kanssa (tuottaen typpidioksidia), mikä lisää otsonin muodostusta.
- lämpötilan nousu (esim. kasvihuoneilmiö, kesät) voimistaa otsonin muodostumisreaktiota

Yläilmakehä

- yläilmakehässä (stratosfäärissä) muodostuu luontaisesti suurin osa otsonista:



(- tarvittava happiradikaali muodostuu hapen fotolyysissä ($\text{O}_2 + \text{UV} \rightarrow \text{O}\cdot + \text{O}\cdot$))

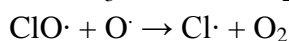
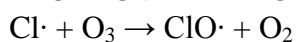
b) (5 p)

Alailmakehä

- otsonia hajoaa (tasapainossa muodostuksen kanssa) eniten otsonin reagoidessa typpimonoksidin kanssa ($\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$).

Yläilmakehä

- yläilmakehässä otsonin luontainen hajoaminen perustuu fotolyysiin ($\text{O}_3 + \text{UV} \rightarrow \text{O}_2 + \text{O}\cdot$).
- merkittävimpiä otsonin hajoamisreaktioita nopeuttavia tekijöitä ovat napa-alueiden yläilmakehään kertyvät, ihmistoiminnan tuloksena syntyneet pitkäikäiset halogenoidut hiilivedyt (kuten CFC-yhdisteet, halonit ja metyylibromidi). Alhainen lämpötila ja jääkiteet (helmiäispilvet, polaaripilvet) nopeuttavat esim. kloorin fotolyyttistä irtoamista CFC-yhdisteestä, mistä seuraa otsonin hajoaminen:



- reaktio jatkuu, kunnes klooriatomi sitoutuu pysyvään yhdisteeseen (yksi halogeeniatomi voi osallistua kymmenientuhansien/satojentuhansien otsonimolekyylien hajottamiseen)
- yläilmakehään kulkeutunut typpimonoksidi (lentokoneiden/autojen pakokaasut) reagoi otsonin kanssa

Tehtävä 5

7 p

Oikea sana tai luku, 0,5 p

KOHTA	substantiivi, adjektiivi tai luku
1	vähäisempi/pienempi
2	380 (vastauslukema väliltä 400–380 hyväksytään)
3	yhteyttämiskalvo(sto)illa/kalvopusseissa/sisäkalvostossa/kiekkopinoissa
4	verkkokalvo
5	sauva
6	rodopsiinin
7	retinaalia/A-vitamiinia (johdannainen)
8	pigmentti/melaniini
9	sappihappojen/sappisuolojen
10	maksa
11	kalsiumin
12	hypotalamuksen
13	käpyrauhaseen/käpylisäkkeeseen
14	inhiboiva/estävä

Tehtävä 6

9 p

	Replikaatio (DNA:n kahdentuminen)	Transkriptio
Kopioinnin kohde: 0,5 p	Koko DNA	Yksi geeni
Kopioitumistapojen erot: 2,5 p	Molemmat juosteet kopioidaan. Toinen juoste kopioidaan yhtäjaksoisesti, toinen (Okazagin) fragmentteina. Useita replikaatiohaarukoita kopioidaan samanaikaisesti.	Vain toinen DNA-juoste kopioidaan. Mallina toimii informatiivinen juoste (mallijuoste).
Syntyvät lopputuotteet: 2,5 p	Alkuperäisen kanssa identtinen DNA	Siirtäjä-RNA (tRNA), ribosomaalinen RNA (rRNA), lähetti RNA (l-RNA, mRNA), mikro RNA (ei-koodaava RNA eli miRNA)
Kopiointia katalysoiva entsyymi: 1,0 p	DNA-polymeraasi	RNA-polymeraasi
Katalysoivan entsyymin toiminnan aloituksen edellytykset: 2,0 p	Vaatii alukkeen, johon vapaat nukleotidit liitetään.	Ei vaadi aluketta. Vaatii toimiakseen säätelyalueen tehostajajaksot ja promootorialueen, johon on kiinnittynyt säätelyproteiineja.
Katalysoivan entsyymin erityispiirre kopioinnin luotettavuuden kannalta: 0,5 p	Korjaa kopioinnissa tulleet virheet.	Ei korjaa virheitä.

Tehtävä 7

10 p

a) 3,0 p

94,0 % säteilystä absorboituu \Rightarrow 6,0 % läpäisee $\Rightarrow \frac{I}{I_0} = 0,06$

$$I = I_0 e^{-\mu x} \Rightarrow \mu = -\frac{\ln \frac{I}{I_0}}{x} = -\frac{\ln 0,06}{1,2 \text{ cm}} \approx 2,345 \frac{1}{\text{cm}}$$

$$x_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu} \approx \frac{\ln 2}{2,345 \frac{1}{\text{cm}}} \approx 0,3 \text{ cm}$$

Vastaus: Puoliintumispaksuus on 0,30 cm.

b) 3,0 p

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

$$\lambda_{132} = \frac{\ln 2}{^{132}\text{T}_{1/2}}, \quad \lambda_{133} = \frac{\ln 2}{^{133}\text{T}_{1/2}}$$

$$\frac{A_{132}}{A_{133}} = \frac{\lambda_{132} N_0^{132} e^{-\lambda_{132} t}}{\lambda_{133} N_0^{133} e^{-\lambda_{133} t}}$$

$$0,30 = \frac{^{133}\text{T}_{1/2}}{^{132}\text{T}_{1/2}} \cdot 0,52 e^{-\left(\frac{\ln 2}{^{132}\text{T}_{1/2}} - \frac{\ln 2}{^{133}\text{T}_{1/2}}\right)t}$$

$$\Rightarrow t \approx 10,1 \text{ h} \approx 10 \text{ h}$$

Vastaus: Näytteen saastumisesta on kulunut 10 h.

c) 4,0 p

$$\text{Etäisyyslaki: } \frac{\Delta D_1}{\Delta t} \cdot r_1^2 = \frac{\Delta D_2}{\Delta t} \cdot r_2^2,$$

$$\text{Absorptiolaki: } \frac{\Delta D}{\Delta t} = \frac{\Delta D_0}{\Delta t} e^{-\mu x}$$

$$\text{Ilman absorbaattoria: } \frac{\Delta D_{(2m)}}{\Delta t} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \frac{\Delta D_{(1m)}}{\Delta t} = \frac{1}{4} \frac{\Delta D_{(1m)}}{\Delta t}$$

$$\text{Absorbaattorin kanssa: } \frac{\Delta D_{(absorb.)}}{\Delta t} = \frac{\Delta D_{(2m)}}{\Delta t} e^{-\mu x}$$

$$x = \frac{\ln \frac{\frac{\Delta D_{(2m)}}{\Delta t}}{\frac{\Delta D_{(absorb.)}}{\Delta t}}}{\mu} = \frac{\ln \left(\frac{1}{4} \frac{32 \text{ mGy} \cdot \text{d}}{25 \text{ } \mu\text{Gy} \cdot \text{h}} \right)}{0,578 \frac{1}{\text{cm}}} \approx 15,478 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm}$$

Vastaus: Tarvitaan 15 cm paksu lyijysuoja.

Tehtävä 8**5 p**

$$p = \frac{F_{\text{mäntä}}}{A_{\text{mäntä}}} = \frac{F_{\text{kapillaari}}}{A_{\text{kapillaari}}}$$

Tästä saadaan mäntää puristavalle voimalle lauseke

$$F_{\text{mäntä}} = F_{\text{kapillaari}} \frac{A_{\text{mäntä}}}{A_{\text{kapillaari}}} = F_{\text{kapillaari}} \left(\frac{d_{\text{mäntä}}}{d_{\text{kapillaari}}} \right)^2$$

Juuri ennen kuin neste lähtee virtaamaan kapillaarin läpi, ovat vastustava kokonaisvoima ja paineen synnyttämä voima kapillaarin suulla yhtä suuria

$$F_{\text{kapillaari}} = -F_{\text{vastus}}$$

Yhdistetään ylemmät kaavat, jolloin saadaan lauseke mäntää puristavalle voimalle ($F_{\text{mäntä}}$)

$$F_{\text{mäntä}} = -F_{\text{vastus}} \left(\frac{d_{\text{mäntä}}}{d_{\text{kapillaari}}} \right)^2$$

Sijoitetaan lukuarvot

$$F_{\text{mäntä}} = -2,5 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \left(\frac{1,0 \cdot 10^{-2}}{0,1 \cdot 10^{-3}} \right)^2 = -25 \text{ N}$$

Vastaus: Mäntää puristavan voiman tulee olla suurempi kuin 25 N.

Tehtävä 9

4 p

Siirtymän $S_0 \rightarrow S_2$ energiaeron tulee olla tasan yhtä suuri kuin tulevan laservalon fotonien energian. Tällöin siis

$$E_{exc} = \Delta E_{0 \rightarrow 2} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{4,1357 \cdot 10^{-15} \text{ eVs} \cdot 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{488 \cdot 10^{-9} \text{ m}} \approx 2,542 \text{ eV}$$

Tästä viritysenergiasta lämmöksi menee siirtymää $S_2 \rightarrow S_1$ vastaava energia:

$$E_{vib} = \Delta E_{2 \rightarrow 1} = 0,180 \text{ eV}$$

Väriaineen emittoimien fotonien energia vastaa näin siirtymän $S_1 \rightarrow S_0$ energiaeroa

$$E_{em} = \Delta E_{1 \rightarrow 0} = \Delta E_{0 \rightarrow 2} - \Delta E_{2 \rightarrow 1} = 2,542 \text{ eV} - 0,180 \text{ eV} = 2,362 \text{ eV}$$

Lasketaan tästä väriaineen emittoimien fotonien aallonpituus

$$\Delta E_{1 \rightarrow 0} = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta E_{2 \rightarrow 1}} = \frac{4,1357 \cdot 10^{-15} \text{ eVs} \cdot 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2,362 \text{ eV}} \approx 525 \text{ nm}$$

Vastaus: Emittoituneet fotonit ovat näkyvän valon spektrin alueella (vihreä valo).

Tehtävä 10

8 p

Päivitetty 25.05.2012

Nestetippaan vaikuttaa y -suunnassa painovoima ja x -suunnassa levyjen välisen sähkökentän aiheuttama voima, jolloin nestetippa on kiihtyvässä liikkeessä molemmissa suunnissa.

Sähkökentän voimakkuudelle pätee

$$E = -\frac{U}{d}$$

Vasemman ja oikean puoleisen levyn jännite-eron tulee olla negatiivinen ($U_v - U_o < 0$), jotta nestetippa ohjautuisi haluttuun kuppiin. FACS-menetelmän periaatekuvassa annetun jännitelevyjen polaarisuuden ja tehtävänannon merkintöjen mahdollisesti aiheuttamien epäselvyyksien vuoksi sähkökentän muodostavien levyjen jännite-eron suunnan poisjättämistä ei huomioida arvostelussa.

Nestetippaan vaikuttava voima x -suuntaan Newtonin 2. lain mukaan

$$F = qE = ma_x$$

Yhdistämällä kaksi ylempää yhtälöä saadaan nestetipan x -suuntaiselle kiihtyvyydelle

$$a_x = -\frac{qU}{dm}$$

Toisaalta x -suuntaiselle kiihtyvyydelle pätee myös (tippa lähtee levosta, joten $v_{0x} = 0$)

$$x = v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2 = \frac{1}{2}a_x t^2 \Rightarrow a_x = \frac{2x}{t^2}$$

Yhdistämällä kaksi ylempää x -suuntaisen kiihtyvyyden lauseketta, voidaan ratkaista yhtälö levyjen väliselle jännitteelle

$$\frac{2x}{t^2} = -\frac{qU}{dm} \Rightarrow U = -\frac{2x dm}{qt^2}$$

Nestetipan liikeyhtälö y -suunnassa (tippa lähtee levosta, joten $v_{0y} = 0$)

$$s = v_{0y}t + \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}gt^2, \text{ mistä saadaan } t^2 = \frac{2s}{g}$$

Sijoittamalla saatu t^2 :n lauseke aikaisempaan yhtälöön, saadaan levyjen väliselle jännitteelle lauseke

$$U = -\frac{2x dm}{qt^2} = -\frac{2x dm}{q \frac{2s}{g}} = -\frac{x dm g}{qs}$$

Yllä olevassa yhtälössä tiedetään kaikki muut muuttujat paitsi nestetipan massa ja levyjen välinen etäisyys. Massa voidaan laskea tiheyden ja tilavuuden tulona ($d =$ ympyrän muotoisen tipan halkaisija $= 50,0 \mu\text{m}$)

$$m = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi (d/2)^3 = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{4}{3} \pi (25,0 \cdot 10^{-6} \text{ m})^3 \approx 6,545 \cdot 10^{-11} \text{ kg}$$

Levyjen välinen etäisyys saadaan ratkaistua kuvatekstissä annetusta x-poikkeamasta (yhden kupin säde). Etäisyyden voi myös arvioida kuvasta mittaamalla, mikä on myös oikein.

$$d \approx 6x = 6 \times 0,005 \text{ m} = 0,03 \text{ m}$$

Sijoittamalla tunnetut arvot jännitteen yhtälöön, saadaan laskettua levyjen välinen jännite

$$U = \frac{x d m g}{q s} = - \frac{0,005 \text{ m} \cdot 0,03 \text{ m} \cdot 6,545 \cdot 10^{-11} \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{7,50 \cdot 10^{-15} \text{ C} \cdot 0,06 \text{ m}} \approx -210 \text{ V}$$

Vastaus: Levyjen välille tarvitaan vähintään 210 V suuruinen jännite.

Tehtävä 11

9 p

Määritetään aluksi NaCl-liuoksen konsentraatio. Konsentraatio saadaan laskettua kaavasta

$$c = \frac{(m/M)}{V}$$

missä m on NaCl:n massa, M on NaCl:n moolimassa ja $V = 1 \text{ dl} = 0,1 \text{ l}$

$$M_{\text{Na}} + M_{\text{Cl}} = 22,9898 \text{ g/mol} + 35,45 \text{ g/mol} = 58,4398 \text{ g/mol}$$

$$c = \frac{(m/M)}{V} = \frac{0,9 \text{ g}}{58,4398 \text{ g/mol} \cdot 0,1 \text{ l}} = 0,1540 \text{ mol/l}$$

Tästä saadaan verrannollisuuden mukaan

$$\frac{1}{\rho} = 5c = 5 \cdot 0,1540 \text{ mol/l} = 0,7700 \text{ S/m} = 0,7700 \text{ 1}/(\Omega\text{m})$$

Solun ulkoisen nesteen resistanssiksi R_1 saadaan johtimen resistanssin kautta

$$R_1 = \rho \frac{l}{A} = \frac{1}{0,7700 \text{ 1}/(\Omega\text{m})} \frac{0,08 \text{ m}}{10 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 103,8930 \Omega$$

Kapasitanssin arvo saadaan laskettua annetun vaihe-eron perusteella seuraavasti

$$\tan \varphi = -\frac{R_1^2 \omega C}{R_1} = -R_1 \omega C,$$

josta edelleen voidaan ratkaista (kulma muunnettu radiaaneiksi ja huomioitu, että $\omega = 2\pi f$)

$$C = \frac{\tan \varphi}{-R_1 \omega} = \frac{\tan(-0,2618)}{-103,8930 \Omega \cdot 2 \cdot \pi \cdot 100000 \text{ Hz}} = 4,1047 \cdot 10^{-9} \text{ F}$$

Nyt voidaan laskea solujen määrä 10 ml:n tilavuudessa annetusta yhtälöstä

$$N = \frac{C-b}{a} = \frac{4,1047 \text{ nF} - 0,1 \text{ nF}}{1,2 \cdot 10^{-10} \text{ nF/kpl}} = 3,3373 \cdot 10^{10} \text{ kpl}/(10 \text{ ml})$$

Lopullinen solujen määrä litraa kohti saadaan kertomalla tämä 100:lla

$$N = 3 \cdot 10^{12} \text{ kpl/l}$$

Vastaus: Solujen määrä on liian alhainen viitearvoihin nähden.

Tehtävä 12**10 p**

a) 8,0 p

$$\text{vaste} = \frac{[\text{AR}] \cdot \text{vaste}_{\max}}{[\text{AR}] + K_E} \Leftrightarrow [\text{AR}] \cdot \text{vaste}_{\max} = \text{vaste} \cdot [\text{AR}] + \text{vaste} \cdot K_E$$

$$\Leftrightarrow [\text{AR}] (\text{vaste}_{\max} - \text{vaste}) = \text{vaste} \cdot K_E \Leftrightarrow [\text{AR}] = \frac{\text{vaste} \cdot K_E}{\text{vaste}_{\max} - \text{vaste}}$$



$$K_d = \frac{[\text{A}][\text{R}]}{[\text{AR}]} \Leftrightarrow K_d = \frac{[\text{A}]([\text{R}_{\text{tot}}] - [\text{AR}])}{[\text{AR}]} \Leftrightarrow [\text{A}]([\text{R}_{\text{tot}}] - [\text{AR}]) = K_d [\text{AR}] \Leftrightarrow [\text{A}] = \frac{K_d [\text{AR}]}{[\text{R}_{\text{tot}}] - [\text{AR}]}$$

Yhtälöt yhdistämällä

$$\Rightarrow [\text{A}] = \frac{K_d \frac{\text{vaste} \cdot K_E}{\text{vaste}_{\max} - \text{vaste}}}{[\text{R}_{\text{tot}}] - \frac{\text{vaste} \cdot K_E}{\text{vaste}_{\max} - \text{vaste}}} \Leftrightarrow [\text{A}] = \frac{K_d}{[\text{R}_{\text{tot}}] \frac{\text{vaste}_{\max} - \text{vaste}}{\text{vaste} \cdot K_E} - 1}$$

Sijoittamalla arvot $\Rightarrow [\text{A}] = 1,61 \cdot 10^{-7} \text{ mol/l}$

b) 2,0 p

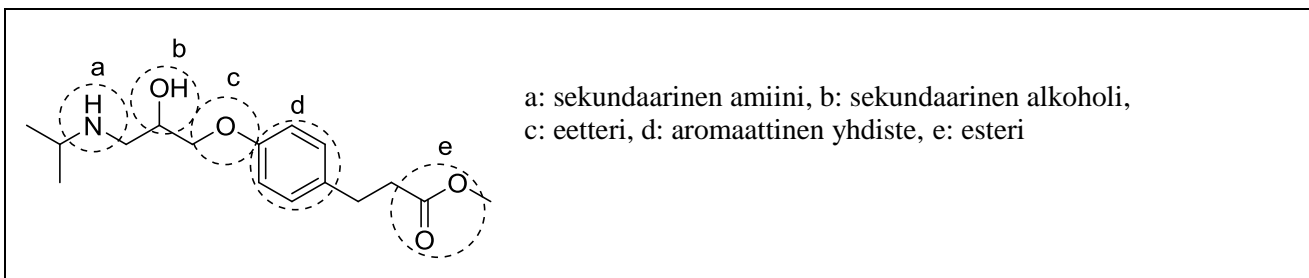
Sydämen syke nousee (sydämen supistumisvoima kasvaa).

Lisämunuaisen ytimestä ja sympaattisista hermosoluista.

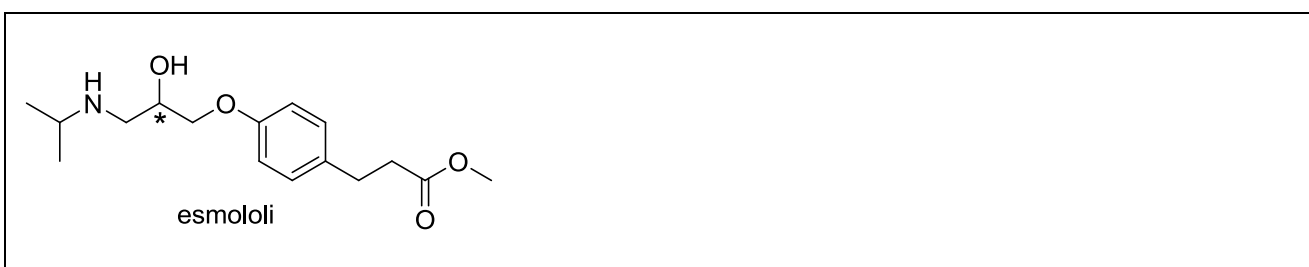
Tehtävä 13

6 p

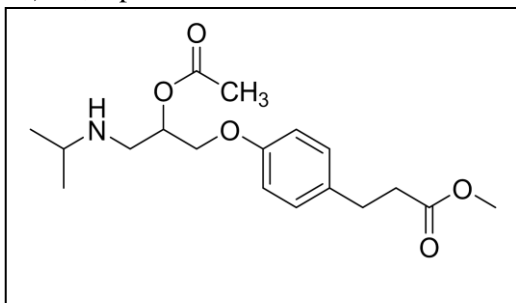
a) 2,5 p



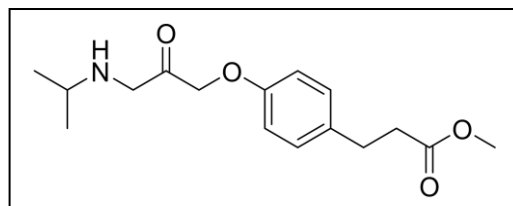
b) 0,5 p



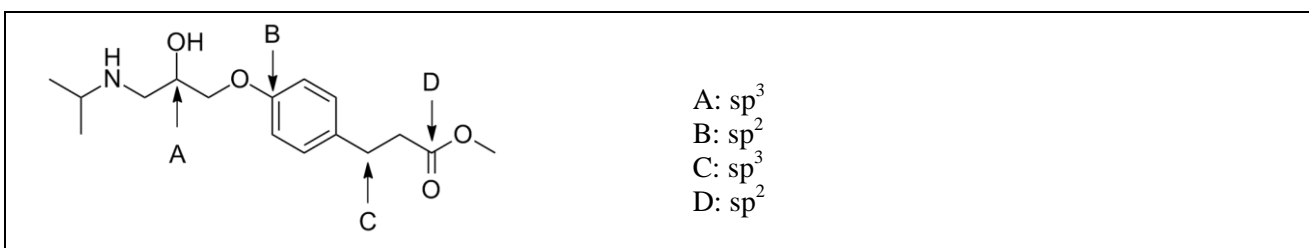
c) 1,0 p



d) 1,0 p



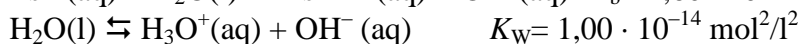
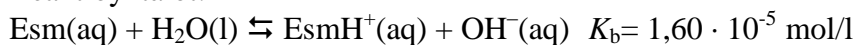
e) 1,0 p



Tehtävä 14

5 p

Reaktioyhtälöt:



Tapahtuvat konsentraatiomuutokset:

	Esm(aq)	+	H ₂ O(l)	⇌	EsmH ⁺ (aq)	+	OH ⁻ (aq)
Konsentraatio alussa (mol/l)	0,00120 mol/l				0		~0
Muutos (mol/l)	- x				+ x		+ x
Konsentraatio tasapainossa (mol/l)	0,00120 mol/l - x				x		x

(Huom! Ei voi pyöristää $0,00120 - x \approx 0,00120$)

Sijoitetaan emäsvakion lausekkeeseen

$$K_b = \frac{[\text{EsmH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{Esm}]} = \frac{(x)(x)}{(0,00120 \frac{\text{mol}}{\text{l}} - x)} = 1,60 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$$

$$\Leftrightarrow x^2 + 1,60 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{l}} x - 1,92 \cdot 10^{-8} \left(\frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^2 = 0$$

⇒

$$x = \frac{-(1,60 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{l}}) \pm \sqrt{(1,60 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{l}})^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-1,92 \cdot 10^{-8} (\frac{\text{mol}}{\text{l}})^2)}}{2 \cdot 1} = 1,307948 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

(tai $-1,468 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$)

$$x = [\text{OH}^-] = 1,307948 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

Ratkaistaan pH

$$\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-] = -\lg(1,307948 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{l}}) = 3,883 \quad \text{pH} = 14,0 - 3,883 = 10,117... \approx 10,1$$

Tai

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1,0000 \cdot 10^{-14} (\frac{\text{mol}}{\text{l}})^2}{1,307948 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{l}}} = 7,646 \cdot 10^{-11} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg(7,646 \cdot 10^{-11} \frac{\text{mol}}{\text{l}}) = 10,117... \approx 10,1$$

Tehtävä 15**8 p**

a) 1,0 p

$$\frac{0,39 \cdot 10^{-12} \text{ g}}{50000 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,78 \cdot 10^{-17} \text{ mol}$$

$$6,02 \cdot 10^{23} \frac{\text{kp1}}{\text{mol}} \cdot 0,78 \cdot 10^{-17} \text{ mol} = 4,7 \cdot 10^6 \text{ kp1}$$

b) 2,0 p

Proteiineja: $\frac{0,39 \cdot 10^{-12} \text{ g}}{50000 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,78 \cdot 10^{-17} \text{ mol}$

Lipidejä: $\frac{2 \cdot 0,34 \cdot 10^{-12} \text{ g}}{(387 + 800) \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 5,729 \cdot 10^{-16} \text{ mol}$

Lipidit/proteiinit: $\frac{5,729 \cdot 10^{-16} \text{ mol}}{0,78 \cdot 10^{-17} \text{ mol}} \approx 73$

c) 3,0 p

$$6,02 \cdot 10^{23} \frac{\text{kp1}}{\text{mol}} \cdot \frac{5,729 \cdot 10^{-16} \text{ mol}}{2} = 1,724 \cdot 10^8 \text{ kp1 molempia lipidejä}$$

Kolesterolin pinta-ala: $0,39 \frac{\text{nm}^2}{\text{kp1}} \cdot 1,724 \cdot 10^8 \text{ kp1} \approx 67,25 \cdot 10^6 \text{ nm}^2 = 67,25 \mu\text{m}^2$

Fosfolipidien pinta-ala: $0,63 \frac{\text{nm}^2}{\text{kp1}} \cdot 1,724 \cdot 10^8 \text{ kp1} \approx 108,6 \cdot 10^6 \text{ nm}^2 = 108,6 \mu\text{m}^2$

Lipidien pinta-ala yhteensä: $67,25 \mu\text{m}^2 + 108,6 \mu\text{m}^2 = 175,9 \mu\text{m}^2$

Osuus punasolun pinta-alasta: $\frac{175,9 \mu\text{m}^2}{2 \cdot 136 \mu\text{m}^2} \approx 0,65$

(Solukalvo on kaksoislipidikalvo; lipidimolekyylit ovat tasaisesti jakaantuneet molempiin "kalvonpuoliskoihin".)

d) 2,0 p

Hyväksyttäviä vastausvaihtoehtoja: Reseptori(proteiini), kanava(proteiini), kalvopumppu, kuljetin(proteiini), entsyymi(proteiini), HLA-peptidi-kompleksi, ankkuriproteiini

Tehtävä 16**6 p**

a) 4,0 p

Vuorokaudessa valmistuu $\frac{10,7 \cdot 1000 \text{ kJ}}{52 \cdot 2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}} = 102,9 \text{ mol ATP:a}$, joka vastaa

$102,9 \text{ mol} \cdot 507,18 \text{ g/mol} = 52181 \text{ g}$

Tämä maksaa $52181 \text{ g} \cdot 23,90 \text{ €/g} \approx 1,2 \cdot 10^6 \text{ €}$

ATP:n määrä elimistössä pysyy lähes vakiona, koska sitä kierrätetään tehokkaasti.

b) 2,0 p

Päästäkseen ravintolisänä kudosten soluihin, tulisi ATP:n:

- i) Liueta veteen ja säilyä liukoisena ruuansulatuskanavan olosuhteissa.
- ii) Säilyä hydrolysoitumattomana ruuansulatuskanavassa.
- iii) Imeytyä (ohutsuolesta, paksusuolesta, tms.) epiteelisolujen solukalvon läpi solujen sisään.
- iv) Päästä kulkeutumaan epiteelisolusta solukalvon läpi ja ympäröivän sidekudoksen kautta verenkiertoon.
- v) Päästä kulkeutumaan verenkierrosta kudossolujen sytoplasmaan.