

## Lääketieteellisten alojen valintakoe 24.5.2022

Tehtävät 1–23: Lääketieteen, hammaslääketieteen ja eläinlääketieteen yhteinen valintakoe

## Biolääketieteen valintakoe 24.5.2022

Tehtävät 1–16

### Tehtävä 1. 19 p.

1. auksiinia
2. kääntymä
3. ZW
4. hajottajien määrän väheneminen järvissä
5. ribosomi-RNA:n geenit
6.  $2^{34}$
7. sekametsävaiheessa
8. sisarkromatidit irtoavat toisistaan
9. yhdyskuntien
10. T-imusolut
11. Koska ne hengittävät toukkavaiheessa kiduksilla.
12. resistenssi erilaisille antibiooteille
13. selkäjännteiset, sanikkaiset, paljassiemeniset, linnut
14. viruksen genomien kopioimiseen DNA:ksi
15. tyroksiinin
16. Se pilkkoo kohde-DNA:n.
17. endosytoosilla
18. peroksisomissa
19. Ihon pikkuvaltimot laajenevat.

### Tehtävä 2. 11 p.

- a) Kolesterolia tarvitaan solukalvon rakenneosana, steroidihormonien synteisiin sekä sappihappojen/sappisuolojen ja D-vitamiinin valmistamiseen. (4 p.)
- b) Kolesterolin biosynteesi tapahtuu pääasiassa maksassa asetyyli-KoA:sta. (2 p.)
- c) Elimistömme ei pysty hajottamaan kolesterolia, joten sitä eritetään saponin mukana sellaisenaan ohutsuoleen/pohjukaissuoleen. Kolesterolia käytetään myös sappihapposynteesiin. (3 p.)
- d) Kylomikronit/kylomikroniremnantit ja HDL. Myös IDL ja LDL voivat kuljettaa kolesterolia maksaan. (2 p.)

### Tehtävä 3. 10 p.

- a) Rauhallisen hengityksen aikana hengityslihaksia tarvitaan sisäänhengityksessä. Tärkeimmät hengityslihakset tässä vaiheessa ovat pallea ja ulommat kylkivälilihakset. (3 p.)
- b) Sisäänhengityksen alkaessa keuhkojen sisäinen paine on pienempi kuin elimistön ulkoinen ilmanpaine. (1 p.)
- c) Hengityksen tahdosta riippumattonta osaa säädellään ydinjatkeessa. Aistinsolut reagoivat veren hiilidioksidipitoisuuteen / aivo-selkäydinnesteen pH-arvoon. (2 p.)
- d) Tärkein tekijä, johon hengityksen säätelyyn osallistuvat aistinsolut keuhkoissa reagoivat, on keuhkojen venytys. (1 p.)
- e) Keskushermoston ulkopuolella hengityksen säätelyyn vaikuttava vetyionipitoisuuden muutos aistitaan aortassa ja kaulavaltimoissa. (2 p.)
- f) Hiilidioksidipitoisuus veressä kasvaa, jolloin ydinjatkeen hengityskeskus käynnistää hengityksen automaattisesti. (1 p.)

### Tehtävä 4. 4 p.

Kun otetaan estrogeenia ja keltarauhashormonia, gonadotropiinien (FSH ja LH) erityis laskee negatiivisen takaisinkytkennän kautta. Siten LH-piikki jää pois ja ovulaatiota ei tapahdu.

### Tehtävä 5. 12 p.

- a) (4 p.)
1. alkiorakkula/blastokysti, paikka d
  2. kypsyvä munarakkula, paikka c
  3. morula/muurainaste, paikka a
  4. hedelmöittyvä munasolu/hedelmöitys, paikka b
- b) munasolun hedelmöityessä (1 p.)
- c) mitokondrio, tuottaa siittiön hännän liikkeeseen tarvittavan energian (2 p.)
- d) gastrulaatio (1 p.)

e) lapsivesiontelo (1 p.)

f) (1,5 p.)

2. sisäkerros/endodermi

3. keskikerros/mesodermi

4. ulkokerros/ektodermi

g) (1,5 p.)

solukerros 2: haima ja paksusuoli

solukerros 3: kivekset ja sydän

solukerros 4: kynnet ja selkäydin

### Tehtävä 6. 12 p.

a) Hepatiitti-B-viruksen pintaproteiinia/-antigeeniä koodaava geeni siirretään osaksi hiivasolun vektoria/plasmidia. Hiivasolut tuottavat pintaproteiinia/-antigeeniä, joka puhdistetaan ja käytetään rokotteen osana. Rokotteessa käytetään immuunivasteen tehosteainetta/adjuvanttia, joka estää pintaproteiinia/-antigeeniä hajoamasta soluissa. (5 p.)

b) Ne ovat B-solujen tuottamia vasta-aineita, jotka tunnistavat antigeenistä vain yhden osan. Niitä voidaan käyttää muun muassa syövän ja autoimmuunitautien (esimerkiksi nivelreuma) hoidossa. (2 p.)

c) Faagi on bakteerin virus. Faagiterapiaa käytetään antibiooteille vastustuskykyisten bakteerien tuhoamiseen tai vaikeiden bakteeri-infektioiden hoitoon. (2 p.)

d) Se on hoitomuoto, jossa potilaaseen siirretään alleeli/geeni, joka koodaa toiminnallista proteiinia. Vektoreina käytetään joko liposomeja tai virusta. (3 p.)

## Tehtävä 7. 12 p.

a) (4 p.)

Koira A (uros)  $a^y/a^w / E^{m-}/E^{m-}$  ja koira D (narttu)  $a/a / E^{m+}/E^{m-}$

b) maskiltaan mustia. (2 p.)

c) Kyseisessä tapauksessa epigeneettisen säätelyn/epigeneettisen periytymisen seurauksena dominoivan alleelin hiiriemon jälkeläiset voivat saada perimästään poikkeavan ilmiasun. Tässä tapauksessa ravinto on epigeneettinen tekijä, joka voi vaikuttaa DNA:n sytosiiniemästen ja histonien metylointiin/histonien muokkaukseen. Tällöin *agouti*-alleelin luenta hiljennetään/estetään/transkriptio estyy. Mikäli tämä säätely kohdistuu myös sukusoluihin/ituradan soluihin/itusoluihin/iturataan/meioosiin, voi uusi ilmiasu periytyä jälkeläisille useassa sukupolvessa. (6 p.)

## Tehtävä 8. 6 p.

1. aromaattisia yhdisteitä
2. C
3. B
4.  $m(\text{Zn-elektrodi})$  ja  $c(\text{Ag}^+)$  pienenevät,  $m(\text{Ag-elektrodi})$  ja  $c(\text{Zn}^{2+})$  kasvavat
5. ei mitään isomerian lajia
6. C, E

## Tehtävä 9. 18 p.

1. pH-arvon noustessa, koska asetyylialisyylihapon emäsmuodon osuus kasvaa.
2. 4,0
3.  $4,3 \cdot 10^{-3}$  mol
4. III
5. Salisyylihappo sitoutuu entsyymiin aktiiviseen keskukseen vetysidoksilla.
6. Asetyylialisyylihappo esteröi entsyymiin aminohappoketjussa olevan Ser530:n HO-ryhmän.

## Tehtävä 10. 7 p.

1. Metanoli,  $\text{H}^+$
2. NaOH
3. Etikkahappo,  $\text{H}^+$
4. Fenoli,  $\text{H}^+$
5. NaOH,  $\text{CH}_3\text{I}$

### Tehtävä 11. 5 p.

Titrauskäyrä I kuuluu 4-hydroksibentsoehapolle ja titrauskäyrä II 4-asetoksibentsoehapolle.

Titrauskäyrässä I on kaksi ekvivalenttipistettä, koska 4-hydroksibentsoehapolla on kaksi funktionaalista ryhmää ( $-\text{OH}$  ja  $-\text{COOH}$ ), jotka voivat luovuttaa protonin.

(Ensimmäisessä ekvivalenttipisteessä kaikkien 4-hydroksibentsoehappomolekyylien karboksyyli-ryhmät ovat luovuttaneet protonin. Toisessa ekvivalenttipisteessä kaikkien 4-hydroksibentsoaatti-ionien fenoliset  $\text{HO}$ -ryhmät ovat luovuttaneet protonin.)

Titrauskäyrässä II on yksi ekvivalenttipiste, koska 4-asetoksibentsoehapossa on vain yksi funktionaalinen ryhmä ( $-\text{COOH}$ ), joka voi luovuttaa protonin.

### Tehtävä 12. 6 p.

Tuotemolekyylissä A olevassa glukuronihappo-osassa on useita poolisia funktionaalisia ryhmiä ( $-\text{OH}$  ja  $-\text{COOH}$ ) ja sidoksia ( $\text{C}-\text{O}$ ,  $\text{C}=\text{O}$ ,  $\text{O}-\text{H}$ ). Glukuronihapon liittäminen kasvattaa siten metaboloituneen mefedronin vesiliukoisuutta. Tällöin metaboloitunut mefedroni voidaan erittää munuaisten kautta virtsaan.

### Tehtävä 13. 6 p.

Uuttovaiheiden jälkeen pääosa reagoimatta jääneestä lähtöaineesta A on *NaOH:n vesiliuoksessa* ja pääosa lähtöaineesta C *HCl:n vesiliuoksessa*. Trietyyliamiini D on pääosin *HCl:n vesiliuoksessa*. Tuote E on pääosin *dietyylieetterifaasissa* ja se saadaan täysin puhtaaksi käyttämällä *nestekromatografiaa*. Tuotteen E oikea rakenne voidaan varmistaa *NMR-spektroskopiolla*.

**Tehtävä 14.** 9 p.

Konsentraatiot alussa: [A] = 2,0 mol/l, [B] = 0,50 mol/l, [C] = 0

Konsentraatiot dynaamisessa tasapainotilassa:

$$[A] = (2,0 - 2x) \text{ mol/l}$$

$$[B] = (0,50 + x) \text{ mol/l}$$

$$[C] = x \text{ mol/l}$$

$$K = \frac{[B][C]}{[A]^2}$$

$$K = \frac{(0,50+x)x}{(2,0-2x)^2} = 0,25$$

(Yksiköt on jätetty selvyyden vuoksi pois tasapainovakion laskusta.)

$$x = 0,40 \text{ mol/l}$$

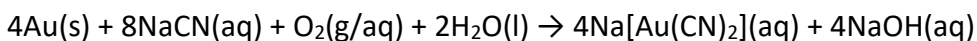
$$[A] = 1,2 \text{ mol/l}$$

$$[B] = 0,90 \text{ mol/l}$$

$$[C] = 0,40 \text{ mol/l}$$

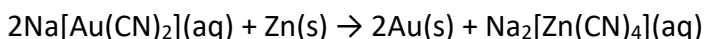
**Tehtävä 15.** 14 p.

*Kullan liukeneminen:*



Alkuaine	Hapetusluku alussa	Hapetusluku lopussa	Hapettuminen/ pelkistyminen
Au	0	+1	hapettuu
O	0	-2	pelkistyy

*Kullan saostuminen:*



Alkuaine	Hapetusluku alussa	Hapetusluku lopussa	Hapettuminen/ pelkistyminen
Au	+1	0	pelkistyy
Zn	0	+2	hapettuu

## Tehtävä 16. 9 p.

a) DNA:n vastinjuosteet parituvat spontaanisti fysiologisissa olosuhteissa, jolloin muodostuu DNA:n kaksoiskierre. Vesiliuoksessa oleva DNA voidaan denaturoida eli sen vastinjuosteet voidaan erottaa toisistaan liuoksen lämpötilaa nostamalla. Denaturaatiolämpötilaa nostaa suuri **sytosiiniemästen (C)** osuus. (2 p.)

b) DNA:n mallijuosteen (*antisense*-juosteen) adeniinin oksidatiivinen deaminaatio tuottaa **hypoksantiinin**, joka transkriptiossa tulkitaan **guaniiniksi**.

DNA:n mallijuosteen (*antisense*-juosteen) guaniinin oksidatiivinen deaminaatio tuottaa **ksantiinin**, joka transkriptiossa tulkitaan **guaniiniksi**. (4 p.)

c) DNA:n koodaamat aminohapot voivat muuttua DNA:n emästen oksidatiivisten deaminaatioiden seurauksena. Oletetaan, että mallijuosteen (*antisense*-juosteen) **glutamiinihappokodoneja** vastaavat pyrimidiiniemäkset ovat deaminoituneet. Tästä seuraa, että mallijuosteen mukaan syntetisoidun lähetti-RNA:n (mRNA:n) kodoni vastaa **lysiiniä (Lys)**. (3 p.)

### Ratkaisu:

- Glutamiinihappoa vastaavat DNA:n koodaavan juosteen kodonit: 5'-GAA tai 5'-GAG
- DNA:n mallijuosteen antikodonit: 3'-CTT tai 3'-CTC
- DNA:n mallijuosteen deaminoitujen antikodonien tulkinta: 3'-TTT
- Deaminoidun mallijuosteen perusteella syntetisoitu lähetti-RNA:n kodoni: 5'-AAA

Tämä kodoni vastaa kodonitaulukon perusteella **lysiiniä**.

## Tehtävä 17. 20 p.

1. 49 kPa
2. 86 kJ
3. 9,994 m
4. C
5. 560 V
6. 10 k $\Omega$
7. A ja E
8.  $I_A = 30$  mA,  $I_B = I_C = 10$  mA,  $I_D = 20$  mA
9. 2,8 €
10. 0,5 m/s
11. 0,3 kgm/s
12. ensin A, sitten C, B ja D
13. 7,0 kgm/s
14. 2,3 s
15. d)
16. a)
17. c)
18. 5 J
19. 0,90 kgm/s
20. 0,00 m/s<sup>2</sup>

## Tehtävä 18. 20 p.

1. 2,2 N
2. 19 ms
3. 0,17 W/m<sup>2</sup>
4. 4
5. 0,024 N/m
6. 0,030 lx
7. 0,17  $\mu$ T
8. Kuva d)
9.  $\Phi_3 < \Phi_2 < \Phi_1 < \Phi_4$
10. Kuvissa a, c ja d
11. 0,4 s
12. 55 Hz
13. 0,5 V
14. **A** = 1200 , **B** = 2,0
15. 0,58  $\mu$ V
16. 5,0 A
17. dispersio
18. 2,4 Wb
19. valosähköilmiöstä
20.  $6,68 \cdot 10^{-34}$  Js



## Tehtävä 19. 10 p.

1. 290 kJ / kg
2. 0,698 kJ/(kg · K)
3. Kaasuun tehdään työtä välillä 3 → 4.
4. 14 m
5. 25 cm

## Tehtävä 20. 9 p.

$\Delta Q = I \cdot \Delta t$ , eli graafisesti määrittämällä saadaan varaus  $Q$ .

Yksi kuvaajan ruutu vastaa varausta  $Q = 0,1 \text{ ms} \cdot 0,1 \text{ A} = 0,01 \text{ mC}$ .

Käyrän alapuolinen pinta-ala on yhteensä noin 32 ruutua, jolloin varaukseksi saadaan 0,32 mC.

Koska tiedetään vastus, jännite voidaan laskea kaavan  $U = RI$  avulla hyödyntäen kuvaajasta alkuvirran arvoa 1,3 A:

$$U = RI = 50,0 \text{ k}\Omega \cdot 1,3 \text{ A} = 65 \text{ kV}$$

Kapasitanssi voidaan arvioida kaavalla  $C = \frac{Q}{U}$ , eli

$$C = 0,32 \cdot 10^{-3} \text{ C} / 65000 \text{ V} \approx 4,9231 \text{ nF}.$$

Suhteellinen permittiivisyys voidaan ratkaista kapasitanssin kaavasta  $C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d}$ :

$$\epsilon_r = \frac{C}{\epsilon_0 \frac{A}{d}} = \frac{Cd}{\epsilon_0 A} = \frac{4,9231 \cdot 10^{-9} \text{ F} \cdot 0,00010 \text{ m}}{8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} \cdot 0,0100 \text{ m}^2} \approx 5,562799 \approx 5,6$$

Vapautuva energia:

$$E = \frac{1}{2} QU = 0,5 \cdot 0,32 \text{ mC} \cdot 65 \text{ kV} = 10,4 \text{ J} \approx 10 \text{ J}$$

**Tehtävä 21.** 8 p.

Kokonaisheijastuksen rajakulma saadaan taittumislain avulla, kun  $\alpha_2 = 90^\circ$ .

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\frac{\sin \alpha_r}{1} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\alpha_r = \arcsin\left(\frac{v_1}{v_2}\right) = \arcsin\left(\frac{0,75v}{v}\right) = 48,59^\circ.$$

Jos valonlähde on tarpeeksi suuren altaan keskellä, muodostuu pinnalle ympyränmuotoinen alue, jonka sisäpuolelta valo pääsee kulkemaan vedestä ilmaan. Tämän ympyrän säde on

$$r = 2,4 \text{ m} \cdot \tan 48,59^\circ = 2,721 \text{ m}.$$

Ympyrän pinta-alasta huomioidaan vain neljäsosa, koska valonlähde on altaan nurkassa.

$$A = \frac{\pi r^2}{4} = \frac{\pi \cdot (2,721 \text{ m})^2}{4} = 5,816 \text{ m}^2.$$

Osuus altaan vedenpinnan pinta-alasta:

$$\frac{5,816 \text{ m}^2}{5,3 \text{ m} \cdot 22,0 \text{ m}} = 0,050 = 5,0 \text{ \%}.$$

## Tehtävä 22. 11 p.

a) Hajoamisyyhtälö:  ${}^{18}_9\text{F} \rightarrow \text{O-18} + \text{positroni} + \text{neutriino}$

b) Massavaje on  $\Delta m = [m({}^{18}_9\text{F}) - 9m_e] - [m({}^{18}_8\text{O}) - 8m_e + m_e] = m({}^{18}_9\text{F}) - m({}^{18}_8\text{O}) - 2m_e = 18,000937\text{u} - 17,9991594\text{u} - 2 \cdot 5,4858 \cdot 10^{-4}\text{u} = 0,00068044\text{u}$ .

Hajoamisenergia on massavajetta vastaava energia eli  $Q = \Delta mc^2 = 0,00068044\text{u} \cdot c^2 = 0,00068044 \cdot 931,49 \frac{\text{MeV}}{c^2} \cdot c^2 = 0,634 \text{ MeV}$ .

c)  $A = \lambda N \rightarrow N = \frac{A}{\lambda} = \frac{A}{\ln 2 / T_{1/2}} = \frac{A \cdot T_{1/2}}{\ln 2} = \frac{270 \cdot 10^6 \frac{1}{s} \cdot 109,8 \cdot 60\text{s}}{\ln 2} = 2,56621 \cdot 10^{12} = 2,6 \cdot 10^{12}$

$N = \frac{m}{M} N_A \rightarrow m = \frac{N}{N_A} M = \frac{2,56621 \cdot 10^{12}}{6,02214 \cdot 10^{23}} \cdot 18,000937 \text{ g/mol} = 7,7 \cdot 10^{-11} \text{ g}$

d) Hajoamislain mukaan ajan  $t$  kuluttua ytimien lukumäärä on  $N = N_0 e^{-\lambda t}$ . Kun ytimistä 90 % on hajonnut, jäljellä on 10 % alkuperäisistä ytimistä ja saadaan  $0,10N_0 = N_0 e^{-\lambda t}$ . Jakamalla yhtälö termillä  $N_0$  ja ottamalla yhtälöstä luonnollinen logaritmi, saadaan

$\ln 0,10 = -\lambda t \rightarrow t = \frac{\ln 0,10}{-\lambda} = \frac{\ln 0,10}{-\ln 2 / T_{1/2}} = \frac{\ln 0,10 \cdot T_{1/2}}{-\ln 2} = \frac{\ln 0,10 \cdot 109,8 \text{ min}}{-\ln 2} = 364,7477 \text{ min} = 6,1 \text{ h}$

e) Radioaktiivisuus potilaassa on puoliintunut alkuperäisestä, kun aikaa on kulunut yksi efektiivinen puoliintumisaika.  $\frac{1}{T_e} = \frac{1}{T_b} + \frac{1}{T_{1/2}} \rightarrow T_e = \frac{T_{1/2} \cdot T_b}{T_{1/2} + T_b} = \frac{109,8 \text{ min} \cdot 360 \text{ min}}{109,8 \text{ min} + 360 \text{ min}} = 84,14 \text{ min} = 84 \text{ min}$

## Tehtävä 23. 2 p.

Faasikaaviossa esitetään aineen olomuotoja  $(T,p)$ -koordinaatistossa. Faasikaavion *kolmoispisteessä* aineen höyrystymis-, sulamis- ja sublimoitumiskäyrät kohtaavat. Höyrystymiskäyrän päätepistettä kutsutaan *kriittiseksi pisteeksi*. Faasikaaviosta voidaan helposti nähdä aineen ominaisuuksia: esimerkiksi kaasufaasin ja kiinteän faasin olomuodon muutosta kuvaava *sublimoitumiskäyrä* määrittää koordinaatistoon alueen, jossa kaasufaasi ja kiinteä faasi ovat tasapainossa.