



Det medicinska urvalsprovet 21.5.2024

Gemensamt urvalsprov för medicin, odontologi och veterinärmedicin

A1. Flervalsuppgifter i biologi (16 p.)

1. mossor
2. Arkéernas DNA binds till histonproteiner.
3. ett proteinskal som omger genomet
4. mutualism
5. En del av energin i organiska föreningar omvandlas i kemiska reaktioner till värmeenergi och avlägsnas ur ekosystemets energicykel.
6. koldioxidavtryck
7. De stoppar translationen genom att bindas till budbärar-RNA.
8. Som en följd av överkorsning överförs en del av Y-kromosomen till X-kromosomen.
9. Sjukdomen har könsbunden ofullständig penetrans.
10. från matsmältningskanalen till levern
11. Utsöndringen av luteiniserande hormon ökar kraftigt.
12. Mera serotonin blir kvar i synapsklyftan.
13. Ciliarmuskeln slappnar av.
14. Vilopotentialen återställs snabbare.
15. Vaccinet innehåller RNA som kodar för en proteinantigen från sjukdomsalstraren.
16. en mikrobpopulation som fäst sig vid en yta

A2. Funktionen hos människans matsmältningskanal (8 p.)

1. laktas
2. amylas
3. sackaras
4. dipeptider
5. De överförs med lymfvätskan till nyckelbensvenen.
6. K
7. Mikroberna producerar absorberbara kortkedjiga fettsyror.
8. Fettvävnaden producerar mera leptin, som ökar mättnadskänslan.



A3. Genteknikens metoder (11 p.)

a) Cellerna bryts ner mekaniskt eller kemiskt. DNA separeras från cellens övriga delar till exempel genom centrifugering. DNA renas med kommersiella reagenser genom filtrering eller utfällning med alkohol (etanol).

b) Primers används vid PCR-teknik. En primer är ett kort, artificiellt, enkelsträngat DNA-fragment, som utformas och framställs utifrån nukleotidsekvensen i DNA-strängen som undersöks. Primers avgränsar det DNA-område som ska kopieras. Det behövs två primers, en i vardera änden av strängen. Primern binds vid änden av det enkelsträngade DNA-område som ska kopieras. Primers binds vid DNA under amplifieringsreaktionen i PCR-apparaten och de fungerar som fästen för DNA-polymerasenzymet.

c) Cas-enzymet klipper av DNA på det ställe som definieras av guide-RNA. Olika restriktionsenzymer identifierar och klipper av DNA på specifikt ställe i nukleotidsekvensen. Inom gentekniken använder man Cas-enzymet i CRISPR-Cas-metoden för att modifiera organismers genom. Med hjälp av CRISPR-Cas-metoden kan man i genomet tillfoga, avlägsna eller mutera gener. Restriktionsenzymer används inom kombinations-DNA-teknik för att klippa av och kлона bakteriellt DNA eller genom-DNA.

A4. Malaria och immunförsvaret (8 p.)

a) En malariainfektion förstör röda blodkroppar. Då lider vävnaderna av syrebrist, vilken slutligen leder till vävnadsskador.

b) Mjälten är en del av immunförsvaret.

c) En tidigare malariainfektion aktiverar det förvärvade immunförsvaret. Parasiternas ytproteiner fungerar som antigener, som aktiverar immunförsvarets B-lymfocyter till att producera antikroppar. Av en del B-lymfocyter bildas minnesceller, som kan identifiera samma antigen. Minnescellerna aktiveras vid en ny malariainfektion och förökar sig snabbt, varvid de sjukdomsalstrande parasiterna förstörs.



A5. Hypofysen och hormonerna (13 p.)

a)

LH-producerande celler finns i hypofysens framlob, därifrån hormonet utsöndras i blodomloppet. LH-produktionen regleras av ett hormon som utsöndras från hypotalamus (GnRH, gonadotropinfrisättande hormon). Hormonet frisätts i de blodkärl som når framloben.

b)

Oxytocinproducerande celler finns i hypotalamus. Hormonet lagras i dessa cellers axoner i hypofysens baklob, därifrån hormonet frisätts i blodomloppet.

c)

1. veckning – kornigt endoplasmatiskt nätverk (#1#)
2. transkription – cellkärna (#2#)
3. modifiering av kolhydratdelar – golgiapparaten (#3#)
4. translation – kornigt endoplasmatiskt nätverk (#4#)
5. dimerisering – kornigt endoplasmatiskt nätverk (#5#)
6. utsöndring ur cellen – exocytosvesikel (#6#)
7. splitsning – cellkärna (#7#)

d)

2, 7, 4, 1, 5, 3, 6

e)

#1# vattenlösligt

#2# fritt

#3# på cellmembranet

#4# i cellerna i den mognande follikeln

#5# i cellerna i testikelns interstitialvävnad

#6# ägglossningen

#7# testosteronutsöndringen

LH är ett **vattenlösligt** hormon. Det transporteras **fritt** i blodet. I målcellerna binds LH till sina receptorer som finns **på cellmembranet**. I LH:s målvävnader finns receptorerna hos kvinnor **i cellerna i den mognande follikeln** och hos män **i cellerna i testikelns interstitialvävnad**. Hos kvinnor reglerar LH **ägglossningen** och hos män **testosteronutsöndringen**.



A6. Familjeplanering (6 p.)

- a) Efter sterilisering av en kvinna kan spermier inte nå äggcellen för befruktning eftersom äggledarna har täppts.
- b) Efter sterilisering av en man kan spermier inte färdas vidare från bitestiklarna under ejakulationen eftersom sädesledarna har skurits av.
- c) Ingendera förändras.

A7. Homeostas (10 p.)

- a) Homeostas är kroppens inre balanstillstånd.
- b) Ögat och tallkottkörteln. Tallkottkörteln utsöndrar melatonin nattetid, vilket leder till att vakenhetsgraden sjunker. Under dagen minskar ljuset tallkottkörtelns sekretion vilket leder till ökad vakenhetsgrad.
- c) Parathormon frigör kalcium från benvävnaden till blodet.
- d) Kalcitriol höjer blodets kalciumhalt. Den ökar kalciumabsorptionen från tarmen. Kalcitriol produceras i njurarna.
- e) Binjuremärgen producerar adrenalin och noradrenalin. Binjurebarken producerar kortisol. De höjer blodets glukoshalt.
- f) Sensorisk adaptation innebär att de signaler som produceras av den sensoriska nervbanans nervcell dämpas eller upphör, trots att stimulus kvarstår. Känslsinnet adapteras inte till smärtstimuli.



A8. Främmande ämnen och immunförsvaret (8 p.)

- POP-föreningar binds till mikroplaster, som hamnar i människan.
- POP-föreningar är fettlösliga vilket gör att de lätt tränger igenom cellmembranet och ansamlas i vävnader. Då anrikas föreningarna även i näringskedjan.
- Partiklar fastnar i luftvägarnas slem. Flimmerhåren i luftvägarnas epitelceller transporterar slem och partiklar till svalget, där de sväljs och hamnar i matsmältningskanalen.
- Lungvävnadens makrofager (ätarceller) fagocyterar mikroplaster.

B1. Ämnesklasser (7 p.)

- sekundär alkohol
- aldehyd
- eter, ester, primär alkohol, amid
- primär amin, keton, eter
- fenol, ester/lakton

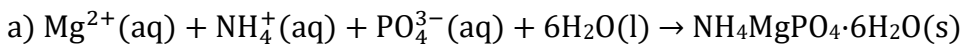
B2. Flavonoidernas biosyntes (7 p.)

- #1# elimineringsreaktion
- #2# ammoniak
- #3# substitutionsreaktion
- #4# väte
- #5# kondensationsreaktion
- #6# 3
- #7# additionsreaktion

Biosyntesrutten för flavonoider såsom naringenin (**F**), som förekommer i apelsiner, utgår från fenylalanin (**A**) enligt den bifogade bilden. Ur fenylalanin bildas kanelnsyra (**B**) i en enzymkatalyserad **eliminering**. Den andra produkten av den här reaktionen är **ammoniak** (**X**). Produkterna i följande **substitutionsreaktion** är *p*-kumarsyra (**C**) och **väte** (**Y**), som binder till ett koenzym i reaktionen. Därefter kopplas koenzym-A (KoASH) till *p*-kumarsyra (**C**) i en enzymkatalyserad **kondensationsreaktion**. Den förening som bildats (**D**) reagerar med malonylkoenzym-A varvid det bildas naringeninchalkon (**E**), koldioxid och koenzym-A. I reaktionen är den stökiometriska koefficienten *n* för malonylkoenzym-A **3**. I det sista steget cykliseras naringeninchalkon (**E**) i en **additionsreaktion** till naringenin (**F**).



B3. Struvit (11 p.)



b) $(\text{MgCl}_2) = \frac{2,9011 \text{ g}}{95,21 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,030 470 539 \text{ mol} = n(\text{struvit})$

Substansmängden utfälld struvit: $n = 0,715 \cdot 0,030 470 539 \text{ mol} = 0,021 786 435 \text{ mol}$

⇒ Substansmängderna utfällda fosfat- och ammoniumjoner är också

0,021 786 435 mol.

$$m(\text{PO}_4^{3-})_{\text{utfälld}} = 0,021 786 435 \text{ mol} \cdot 94,97 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2,069 058 \text{ g} = 2069,058 \text{ mg}$$

$$m(\text{NH}_4^+)_{\text{utfälld}} = 0,021 786 435 \text{ mol} \cdot 18,042 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,393 071 \text{ g} = 393,071 \text{ mg}$$

Urinprovet innehöll ursprungligen fosfat- och ammoniumjoner:

$$m(\text{PO}_4^{3-})_{\text{början}} = 1501 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \cdot 2,00 \text{ l} = 3002 \text{ mg}$$

$$m(\text{NH}_4^+)_{\text{början}} = 297 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \cdot 2,00 \text{ l} = 594 \text{ mg}$$

Efter utfällningen fanns det kvar fosfat- och ammoniumjoner:

$$m(\text{PO}_4^{3-}) = m(\text{PO}_4^{3-})_{\text{början}} - m(\text{PO}_4^{3-})_{\text{utfälld}} = 3002 \text{ mg} - 2069,058 \text{ mg} = 932,942 \text{ mg}$$

≈ 933 mg

$$m(\text{NH}_4^+) = m(\text{NH}_4^+)_{\text{början}} - m(\text{NH}_4^+)_{\text{utfälld}} = 594 \text{ mg} - 393,071 \text{ mg} = 200,929 \text{ mg}$$

≈ 201 mg



B4. Syntesen av dimetylfumarat som används vid behandling av multipel skleros (MS) (17 p.)

a)

#1# 2

#2# 1

#3# 1

#4# 1

Reaktion I: Förhållandet mellan de stökiometriska koefficienterna för metanol och förening **1** är **2**.
 Förhållandet mellan de stökiometriska koefficienterna för förening **2** och förening **1** är **1**.

Reaktion III: Förhållandet mellan de stökiometriska koefficienterna för metanol och förening **1** är **1**.
 Förhållandet mellan de stökiometriska koefficienterna för förening **4** och förening **1** är **1**.

b)

$$n(1) = \frac{m(1)}{M(1)}$$

$$n(1) = n(2) + n(4)$$

$$\Leftrightarrow n(4) = n(1) - n(2)$$

$$m(\text{blandning}) = m(2) + m(4)$$

$$= n(2) \cdot M(2) + n(4) \cdot M(4)$$

$$= n(2) \cdot M(2) + [n(1) - n(2)] \cdot M(4)$$

$$\Leftrightarrow n(2) = \frac{m(\text{blandning}) - n(1) \cdot M(4)}{M(2) - M(4)}$$

$$\Leftrightarrow m(2) = \frac{\left[m(\text{blandning}) - \frac{m(1)}{M(1)} \cdot M(4) \right] \cdot M(2)}{M(2) - M(4)}$$

$$= \frac{\left[1,450 \text{ g} - \frac{1,000 \text{ g}}{98,06 \text{ g/mol}} \cdot 130,10 \text{ g/mol} \right] \cdot 144,13 \text{ g/mol}}{144,13 \frac{\text{g}}{\text{mol}} - 130,10 \text{ g/mol}}$$

$$= 1,2662613 \text{ g}$$

$$\approx \underline{\underline{1,266 \text{ g}}}$$



c)

Förening 1: 1 topp

Förening 2: 2 toppar

Förening 3: 2 toppar

d) *cis-trans*-isomerer

B5. Absorption av ett läkemedel (7 p.)

Sandoxatrilat har flera polära funktionella grupper (två karboxyl- och etergrupper samt en amidgrupp). Dessa grupper befrämjar vattenlöslighet och minskar fettlöslighet. Trots sina hydrofoba ringar är sandoxatrilat ganska polärt och kan därför inte ta sig igenom cellmembranen hos cellerna i tarmluddet.

Sandoxatril bildas då den ena karboxylgruppen hos sandoxatrilat förestras. Estergruppen innehåller en hydrofob ring. Den hydrofoba ringen ökar substansens fettlöslighet, vilket gör att sandoxatril kan ta sig igenom ett hydrofobt cellmembran.

B6. Brott mot principerna för parbildning (9 p.)

a) RNA

b) RNA

c) i bildens övre kant

d) i bildens nedre kant

e) A

f) fenylalanin

B7. Blodsockret hos en person med diabetes (10 p.)

Primärurin filtrerades under en timme: $V = 115 \text{ ml/min} \cdot 1 \cdot 60 \text{ min} = 6\,900 \text{ ml}$

Substansmängden för den glukos som samlas i filtratet: $n = 8,4 \text{ mmol/l} \cdot 6,90 \text{ l} = 57,96 \text{ mmol}$

Substansmängden för den glukos som finns i urinen: $n = 6,2 \text{ mmol/l} \cdot 0,052 \text{ l} = 0,3224 \text{ mmol}$

Substansmängden för den glukos som återupptagits: $n = 57,96 \text{ mmol} - 0,3224 \text{ mmol}$
 $= 57,6376 \text{ mmol}$

Massan för den glukos som återupptagits: $m = 57,6376 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 180,156 \text{ g/mol} = 10,384 \text{ g}$
 $\approx 10 \text{ g}$

B8. Bestämning av cystinhalten (12 p.)

NaOH:s substansmängd beräknas utgående från dess förbrukning:

$$n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = 0,01750 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 12,7 \text{ ml} = 0,222\,25 \text{ mmol.}$$

Substansmängden destillerad ammoniak:

$$\begin{aligned} n(\text{NH}_3) &= n(\text{HCl}) - n(\text{NaOH}) \\ &= V(\text{HCl}) \cdot c(\text{HCl}) - 0,222\,25 \text{ mmol} \\ &= 25,0 \text{ ml} \cdot 0,0400 \frac{\text{mol}}{\text{l}} - 0,222\,25 \text{ mmol} = 0,777\,75 \text{ mmol.} \end{aligned}$$

Cystinkoncentrationen kan beräknas med hjälp av volymen för det ursprungliga cystinprovet och substansmängden destillerad ammoniak. Vid uträkningen beaktas att cystin innehåller två kväveatomer:

$$n(\text{cystin}) = \frac{n(\text{NH}_3)}{2} = \frac{0,777\,75 \text{ mmol}}{2} = 0,388\,88 \text{ mmol}$$

$$c(\text{cystin}) = \frac{n(\text{cystin})}{V(\text{cystinprovet})} = \frac{0,388\,88 \text{ mmol}}{10,0 \text{ ml}} = 0,038\,888 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \approx 0,0389 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \quad (0,0389 \frac{\text{mol}}{\text{l}})$$

När cystin bildas reagerar två cysteinmolekyler och H_2 frigörs. Molekylformeln för cystin är $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_4\text{S}_2$.

$$\begin{aligned} M(\text{cystin}) &= (6 \cdot 12,01 + 12 \cdot 1,008 + 2 \cdot 14,01 + 4 \cdot 16,00 + 2 \cdot 32,07) \text{ g/mol} \\ &= 240,316 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m(\text{cystin}) &= n(\text{cystin}) \cdot M(\text{cystin}) = 0,388\,88 \text{ mmol} \cdot 240,316 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,09345 \text{ g} \\ &\approx 93,5 \text{ mg} \quad (93 \text{ mg}) \end{aligned}$$



C1. Flervalsuppgifter inom fysik, del I (13 p.)

1. 300 Bq/m^3
2. $A(T) = A_0(1+2\alpha\Delta T)$
3. $16P$
4. $80,0 \text{ kJ}$
5. B
6. E
7. $H = (m/M)h$
8. mediets tryckskillnad mellan övre och undre ytorna av kroppen
9. $0,35 \text{ m/s}^2$
10. $0,14 \text{ s}$
11. $3,3 \text{ N/m}$
12. $1,1 \text{ J}$
13. $2,4 \text{ kg}$

C2. Flervalsuppgifter inom fysik, del II (15 p.)

1. 39 m
2. 28 nm
3. 89 cm
4. 3
5. 480Ω
6. 0 J
7. 1380
8. B.
9. 103 kV
10. 100 lx
11. $1,5 \text{ V}$
12. $4,2 \text{ l/100 km}$
13. 100 h
14. $0,48 \text{ mK}$
15. $0,010$



C3. Värme och energi (7 p.)

Kärlet upphettas med en konstant effekt. Då kan värmekällans värmeeffekt P beräknas med hjälp av temperaturkurvan för vattnet i diagrammet:

$$Q_k = P\Delta t_1 = c_{\text{vatten}}m\Delta\theta$$

$$\Rightarrow P = \frac{c_{\text{vatten}}m\Delta\theta}{\Delta t_1} = \frac{4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 1,05 \text{ kg} \cdot 100^\circ\text{C}}{1500 \text{ s}} = 294 \text{ W}$$

När värmarens värmeeffekt är känd, kan massan för den krossade isen m beräknas utifrån diagrammet genom att utläsa det värmearbete som krävs för att smälta isen ($\Delta t_2 = 500 \text{ s}$):

$$P\Delta t_2 = Q_k = Q_s = sm_{\text{is}}$$

$$\Rightarrow m_{\text{is}} = \frac{P\Delta t_2}{s} = \frac{294 \text{ W} \cdot 500 \text{ s}}{333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 0,4414 \text{ kg} \approx \mathbf{0,44 \text{ kg}}$$

C4. Ljudisolering vid sömnundersökning (6 p.)

Ljudets intensitet I löses:

$$L = 10 \text{ dB} \cdot \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

$$\frac{L}{10 \text{ dB}} = \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

$$10^{\frac{L}{10 \text{ dB}}} = \frac{I}{I_0}$$

$$I = 10^{\frac{L}{10 \text{ dB}}} \cdot I_0.$$

Ljudets effekt P löses:

$$P = AI = 4\pi r^2 \cdot 10^{\frac{L}{10 \text{ dB}}} \cdot I_0 = 4 \cdot \pi \cdot (6 \text{ m})^2 \cdot 10^{\frac{50 \text{ dB}}{10 \text{ dB}}} \cdot 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} = 4,52 \cdot 10^{-5} \text{ W} \\ \approx \mathbf{5 \cdot 10^{-5} \text{ W.}}$$

C5. Benvävnadens biomekanik (13 p.)

a) Riktningkoefficienten för linjen från origo uppskattas utifrån kurvan. Denna motsvarar Youngs modul under tryck:

$$E_{\text{längd}} = \frac{100 \text{ MPa}}{0,8\%} = \frac{100 \text{ MPa}}{0,008}$$

$E_{\text{längd}}$ är 47 % större än $E_{\text{tvär}}$:

$$E_{\text{längd}} = 1,47 \cdot E_{\text{tvär}}$$

$$E_{\text{tvär}} = \frac{E_{\text{längd}}}{1,47} = \frac{100 \text{ MPa}}{1,47 \cdot 0,008} \approx \mathbf{8,5 \text{ GPa}}$$

b) Formeln för arbetet definieras med hjälp av storheterna i kurvan:

$$W = F\Delta L = \frac{F}{A} \cdot \frac{\Delta L}{L} \cdot AL = \sigma\varepsilon V.$$

Volymen V (205 cm³) har angetts i uppgiftsbeskrivningen. Man kan också uppskatta $\sigma\varepsilon$ utifrån arean under spännings-töjningskurvan, det vill säga man integrerar grafiskt. Sträckhållfastheten är enligt texten gränsen mellan de elastiska och plastiska områdena. Frakturpunkten är slutpunkten för spännings-töjningskurvan. I området mellan sträckhållfastheten och frakturpunkten blir cirka 39 rutor under spännings-töjningskurvan.

Arean för en ruta är

$$20 \text{ MPa} \cdot 0,2\% = 20 \text{ MPa} \cdot 0,002 = 40 \text{ kPa}.$$

Därmed är arbetet som utförs på benet under tryck

$$39 \cdot 40 \text{ kPa} \cdot 0,000205 \text{ m}^3 = 319,8 \text{ J}$$

$\approx \mathbf{320 \text{ J}}$.

c) Den kraft som skivstången riktar på träffytan erhålls ur impulsen

$$I = F\Delta t \Leftrightarrow F = \frac{I}{\Delta t}.$$

Därmed är skivstångens tryck på träffytan under kollisionen

$$P = \frac{F}{A} = \frac{I}{A\Delta t} = \frac{299 \text{ Ns}}{0,000218 \text{ m}^2 \cdot 0,0130 \text{ s}} = 105,5 \text{ MPa} \approx \mathbf{106 \text{ MPa}}$$



Utifrån kurvans slutpunkt (frakturpunkten) erhålls spänningen i längdriktningen som får benet att brytas. Frakturpunkten, som är högst 150 MPa, fås ur kurvan. Sträckhållfastheten i tvärgående riktning är då högst

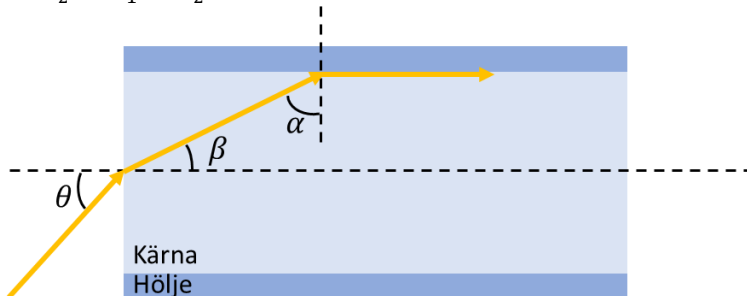
$$\frac{150 \text{ MPa}}{1,45} = 103 \text{ MPa.}$$

Utifrån det här bryts benet.

C6. Endoskopi (7 p.)

Brytningslagen (Snells lag):

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$



I en optisk fiber sker totalreflexion i gränssytan mellan kärnan och höljet. Från brytningslagen fås gränsvinkeln för totalreflexionen (α):

$$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{n_{\text{höljet}}}{n_{\text{kärnan}}}\right)$$

Brytningsindexen väljs ur tabellen och ljusstrålens våglängd i kvartsglas beräknas från det infallande ljusets våglängd, som är 589 nm:

$$\begin{aligned} \lambda_{\text{kärnan}} &= \lambda_{\text{vatten}} \cdot \frac{n_{\text{vatten}}}{n_{\text{kärnan}}} \\ &= 589,0 \text{ nm} \cdot \frac{1,333}{1,458} = 538,5027 \dots \text{ nm.} \end{aligned}$$

Gränsvinkelns ekvation ger α :

$$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{n_{\text{höljet}}}{n_{\text{kärnan}}}\right)$$

Brytningsvinkeln vid fiberns ände: $\beta = 90^\circ - \alpha$.

Infallsvinkeln för ljusstrålen från vatten till fiberns kärna:

$$\begin{aligned} \theta &= \sin^{-1}\left(\frac{n_{\text{kärnan}}}{n_{\text{vatten}}} \cdot \sin \beta\right) = \sin^{-1}\left(\frac{n_{\text{kärnan}}}{n_{\text{vatten}}} \cdot \sin 90^\circ - \alpha\right) \\ &= \sin^{-1}\left\{\frac{n_{\text{kärnan}}}{n_{\text{vatten}}} \cdot \sin \left[90^\circ - \sin^{-1}\left(\frac{n_{\text{höljet}}}{n_{\text{kärnan}}}\right)\right]\right\} \end{aligned}$$



Tabellvärden för brytningsindexen vid våglängd 538,5 nm och $n_{\text{vatten}}(589 \text{ nm})$ insätts i ekvationen:

$$\begin{aligned}\theta &= \sin^{-1}\left\{\frac{1,460}{1,333} \cdot \sin\left[90^\circ - \sin^{-1}\left(\frac{1,433}{1,460}\right)\right]\right\} \\ &= \sin^{-1}\left(\frac{1,460}{1,333} \cdot \sin 11,0360 \dots^\circ\right) = 12,1026 \dots \approx \mathbf{12,10^\circ}.\end{aligned}$$

Följande lösning godkänns också:

$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{n_{\text{kärnan}}}{n_{\text{vatten}}} \cdot \sin \beta\right) = \sin^{-1}\left(\frac{1,458}{1,333} \cdot \sin 11,0360 \dots^\circ\right) = 12,0858 \dots \approx \mathbf{12,09^\circ}.$$

Totalreflexionen leder inte till någon förändring i ljusstrålens våglängd, vilket gör att våglängden för ljusstrålen i den optiska fiberns slutände är densamma som i början:

$$\lambda_{\text{kärnan}} = 538,5027 \dots \text{ nm} \approx \mathbf{538,5 \text{ nm}}.$$



C7. Körtelvävnadsdos vid mammografiundersökning (11 p.)

Från spektrumets högsta energivärde i bild A fås accelerationsspänningen 27 kV. Man kan ytterligare från bild A dra slutsatsen att det handlar om en Mo-anod, eftersom röntgenspektrumets toppar motsvarar molybdenets K_{α} - och K_{β} -värden (tabell 1). Vid filtrering har man använt Mo vilket kan härledas från bild B genom att utnyttja den angivna strålningsproduktionen 0,110 mGy/mAs då accelerationsspänningen och anodmaterialet är kända.

Den dos som absorberats av luften vid hudytan, när man korrigerar för avståndet, är

$$\begin{aligned}K_i &= (58,0 \text{ cm}/53,0 \text{ cm})^2 \cdot K_a = (58,0 \text{ cm}/53,0 \text{ cm})^2 \cdot Y \cdot Q \\ &= (58,0 \text{ cm}/53,0 \text{ cm})^2 \cdot 0,110 \text{ mGy/mAs} \cdot 48,0 \text{ mAs} \\ &= 6,323 \text{ mGy}.\end{aligned}$$

Halveringstjockleken 0,35 mmAl kan bestämmas från bild C då Mo-filtrering använts. Från tabellerna 2 och 3 fås koefficienterna som motsvarar halveringstjockleken ($g = 0,187$, $c = 1,082$ och $s = 1,001$) vilket ger den genomsnittliga körtelvävnadsdosen

$$\begin{aligned}MGD &= K_i \cdot g \cdot s \cdot c \\ &= 6,323 \text{ mGy} \cdot 0,187 \cdot 1,001 \cdot 1,082 \\ &= \underline{\underline{1,28 \text{ mGy}}}.\end{aligned}$$

C8. Ledarnas tjocklek i en strömkrets (8 p.)

$$U = 8,2 \text{ V}$$

$$I = 2,0 \text{ A}$$

$$\rho = 1,678 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$$

$$L1 = 1,20 \text{ cm}, L2 = 2,00 \text{ cm}$$

$$L3 = L4 = 2,35 \text{ cm}, L5 = L6 = 2,45 \text{ cm}$$

$$L7 = 1,80 \text{ cm}, L8 = 9,45 \text{ cm}$$

$$R_s = R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 1,171 \Omega = R_x$$

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Ekvationen för kretsen härleds (alla motstånd resistanser är lika stora):

$$U = [R_x + R_{L1} + R_x + R_{L2} + \frac{1}{\frac{1}{R_{L3}+R_x+R_{L5}} + \frac{1}{R_{L4}+R_x+R_{L6}}} + R_{L7} + R_x + R_{L8}] \cdot I, \text{ där}$$

$$R_{L1} = \rho \frac{L1}{A}, R_{L2} = \rho \frac{L2}{A}, R_{L3} = \rho \frac{L3}{A}, R_{L5} = \rho \frac{L5}{A}, R_{L7} = \rho \frac{L7}{A}, R_{L8} = \rho \frac{L8}{A}$$

$$\frac{U}{I} = R_x + R_{L1} + R_x + R_{L2} + \frac{1}{\frac{1}{R_{L3}+R_x+R_{L5}} + \frac{1}{R_{L4}+R_x+R_{L6}}} + R_{L7} + R_x + R_{L8}$$

$$= R_x + R_{L1} + R_x + R_{L2} + \frac{R_{L3}+R_x+R_{L5}}{2} + R_{L7} + R_x + R_{L8} \quad :|| R_{L3} + R_x + R_{L5} = R_{L4} + R_x + R_{L6}$$

$$= 3,5 \cdot R_x + R_{L1} + R_{L2} + R_{L7} + R_{L8} + \frac{R_{L3}}{2} + \frac{R_{L5}}{2}$$

$$= 3,5 \cdot R_x + [L1 + L2 + L7 + L8 + 0,5 \cdot L3 + 0,5 \cdot L5] \cdot \frac{\rho}{A}$$

$$A = \rho \cdot \frac{[L1 + L2 + L7 + L8 + 0,5 \cdot L3 + 0,5 \cdot L5]}{\frac{U}{I} - 3,5 \cdot R_x}$$

$$A = 1,678 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m} \cdot [1,20 \text{ cm} + 2,00 \text{ cm} + 0,5 \cdot 2,35 \text{ cm} + 0,5 \cdot 2,45 \text{ cm} + 1,8 \text{ cm} + 9,45 \text{ cm}] / (8,2 \text{ V} / 2,0 \text{ A} - 3,5 \cdot 1,171 \Omega) \approx 1,884953 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A = \pi r^2 \Rightarrow d = 2 \cdot r = 2 \cdot \sqrt{(A/\pi)} = 2 \cdot \sqrt{(1,884953 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\pi)} = 0,001549 \text{ m}$$

$$\approx \underline{\underline{1,5 \text{ mm}}}$$