DET MEDICINSKA URVALSPROVET
24.5.2013

SVARSANALYS

Svarsanalysen offentliggörs omedelbart efter det att urvalsprovet avslutats. Syftet med svarsanalysen är att ge deltagarna i urvalsprovet en generell beskrivning av grunden för poängsättningen av svaren, dvs. det centrala sakinnehållet i varje uppgift. Analysen är riktgivande, inte ett fullständigt modellsvar. De medicinska fakulteterna reserverar rättigheten att precisera poängsättningen samt de detaljer som påverkar denna.

MAXIMALA FRÅGESPECIFIKA POÄNG:

1 22 p	2 12 p	3 11 p	4 4 p
5 5 p	6 5 p	7 6 p	8 9 p
9 15 p	10 9 p	11 10 p	12 12 p
13 7 p	14 8 p	15 10 p	16 11 p
			Sammanlagt 156 p

54802

Det medicinska urvalsprovet 24.5.2013

SVARSBLANKETT, Uppgifter 1-6

Svärta (●) tydligt med blyertspenna i svarsblanketten det alternativ du anser vara korrekt. Ifall du vill byta ut ditt svar mot ett annat svarsalternativ eller avlägsna ett alternativ som du hunnit svärta, gör det med hjälp av **radergummi**. Utmärk dina svar tydligt.

Oklara eller svårtolkade svar tolkas som obesvarade. Svarsblanketten avläses optiskt och därför är det mycket viktigt att du utmärker alternativen enligt anvisningarna. Det finns inga extra blanketter, utan endast en svarsblankett per sökande.

Svarsmodell: märk ut ditt svar så här: ●

Personbeteckning:

dd	mm	åå	-	signumet

0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	○ 0 ○ A ○ M
1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1	○ 1 ○ B ○ N
2	○	○		○	○	○	○	○	○	2	○ 2 ○ C ○ P
3	○	○		○	○	○	○	○	○	3	○ 3 ○ D ○ R
4		○		○	○	○	○	○	○	4	○ 4 ○ E ○ S
5		○		○	○	○	○	○	○	5	○ 5 ○ F ○ T
6		○		○	○	○	○	○	○	6	○ 6 ○ H ○ U
7		○		○	○	○	○	○	○	7	○ 7 ○ J ○ V
8		○		○	○	○	○	○	○	8	○ 8 ○ K ○ W
9		○		○	○	○	○	○	○	9	○ 9 ○ L ○ X
											○ M ○ Y

NAMN (med tryckbokstäver):

Släktnamn

Alla förnamn

UPPGIFT 1

Rätt		Rätt		Rätt		Rätt	
A		**D**		**H**		**K**	
1	○	30	○	64	●	97	○
2	○	31	○	65	○	98	○
3	●	32	○	66	○	99	●
4	○	33	●	67	○	100	○
5	○	34	○	68	○	101	○
6	○	35	●	69	○	102	○
7	○	36	●	70	○	103	●
8	●	37	○	71	●	104	○
9	○	**E**		72	○	105	○
10	●	38	○	73	○	106	○
B		39	○	**I**		107	○
11	○	40	○	74	○		
12	●	41	●	75	○		
13	●	42	●	76	○		
14	○	43	○	77	●		
15	○	44	○	78	○		
16	●	45	●	79	○		
17	●	**F**		80	○		
18	○	46	○	81	○		
19	○	47	●	82	●		
20	○	48	●	83	○		
C		49	○	84	○		
21	○	50	○	85	○		
22	○	51	●	86	○		
23	●	52	○	**J**			
24	●	53	○	87	○		
25	○	54	●	88	●		
26	○	**G**		89	○		
27	○	55	○	90	○		
28	●	56	○	91	○		
29	○	57	○	92	●		
		58	●	93	○		
		59	○	94	○		
		60	○	95	○		
		61	○	96	○		
		62	○				
		63	●				

UPPGIFT 2

Sant		Falskt
L		
108	●	○
109	○	●
110	●	○
111	○	●
112	○	●
113	○	●
M		
114	●	○
115	○	●
116	○	●
117	●	○
118	○	●
119	●	○
N		
120	○	●
121	●	○
122	○	●
123	●	○
124	○	●
125	○	●
126	●	○
127	○	●

UPPGIFT 2

Sant		Falskt
O		
128	○	●
129	●	○
130	●	○
131	●	○
132	○	●
P		
133	●	○
134	○	●
135	●	○
136	○	●
137	●	○
138	○	●
139	○	●
140	○	●
141	○	●
142	○	●
Q		
143	○	●
144	●	○
145	○	●
146	●	○
147	○	●
148	●	○
149	○	●
150	○	●
151	●	○
152	○	●
153	○	●
154	●	○
155	○	●

UPPGIFT 3

Sant		Falskt
R		
156	○	●
157	●	○
158	●	○
159	○	●
160	○	●
161	○	●
162	○	●
163	●	○
164	●	○
165	○	●
166	●	○
167	●	○
168	○	●
169	○	●
S		
170	○	●
171	○	●
172	●	○
173	○	●
174	○	●
175	○	●
176	○	●
T		
177	●	○
178	●	○
179	●	○
180	○	●

UPPGIFT 4

U Fas A–D

	A	B	C	D
181	○	○	●	○
182	○	●	○	○
183	○	○	○	●
184	●	○	○	○

UPPGIFT 5

V Läkemedel A–F

	A	B	C	D	E	F	Inget G
185	○	○	○	○	○	○	●
186	●	○	○	●	●	●	○
187	○	○	○	○	○	○	●
188	○	○	○	○	○	●	○
189	●	●	●	○	●	●	○
190	●	●	●	●	●	●	○
191	○	○	○	●	○	○	○
192	●	●	○	●	●	○	○
193	○	○	○	○	○	○	●
194	○	●	●	○	○	●	○
195	○	○	●	○	○	○	○
196	○	○	●	○	○	○	○

X Läkemedel A–F

	A	B	C	D	E	F	Inget G
197	○	●	○	●	○	○	○
198	●	●	○	●	●	●	○
199	○	○	○	○	○	○	●
200	●	●	●	○	●	●	○
201	○	○	●	○	○	○	○
202	●	○	○	●	●	●	○
203	○	○	○	●	●	●	○
204	○	○	○	○	○	○	●

UPPGIFT 6

Y Punkten på titreringskurvan A–G

	A	B	C	D	E	F	G
205	●	○	○	○	○	○	○
206	○	○	○	○	○	●	○
207	○	●	○	○	○	○	○
208	○	○	○	○	●	○	○
209	○	○	○	●	○	○	○
210	○	●	○	●	○	●	○
211	○	○	●	○	○	○	○
212	○	○	○	○	○	○	●
213	●	●	●	●	○	○	○
214	○	○	○	○	○	●	○

Uppgift 7 6 p

a) (2 p)
Rätt alternativ: 3. *förändras i negativ riktning*
Svaret kan härledas på basen av Nernsts ekvation. Vid normala förhållanden är K^+-koncentrationen på cellens utsida mindre än på cellens insida. Ifall koncentrationsgradienten ökar (koncentrationsskillnaden mellan lösningen på cellens utsida och insida ökar då man sänker K^+-koncentrationen på cellens utsida), förändras K^+-jonens jämviktspotential i negativ riktning.

b)
Rätt alternativ: 1. *är inte lika med jämviktspotentialen för K^+.* (2 p)
Motivering: Vid vilotillstånd är cellmembranen permeabel även för andra joner. Vid vilotillstånd är permeabiliteten störst för K^+-jonen och därför är vilopotentialen nära K^+-jonens jämviktspotential men inte lika med den.

c) (2 p)
Stämmer inte. Såsom det nämns på sista raden i textmaterialet i kapitlet *Degeneration av näthinnans mittparti (makuladegeneration)*, bibehåller gangliecellerna sin funktionsförmåga vid makuladegeneration. Makuladegenerationen påverkar således inte sannolikheten för att Na^+-kanalerna skall öppnas.

Uppgift 8 9 p

a) (2 p)
Enligt Hookes lag beror fjäderns kompression (x) lineärt av den kraft (F) som belastar fjädern:

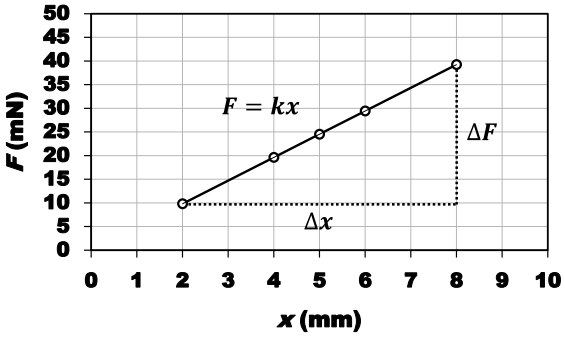
$$F = kx,$$

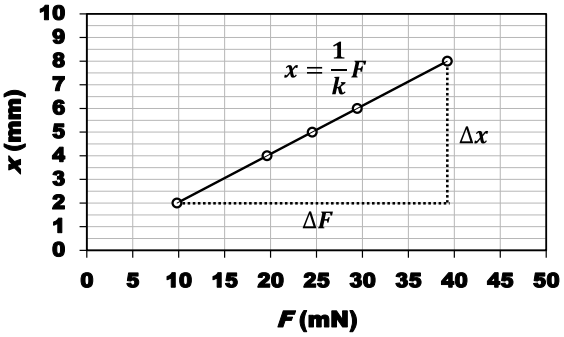
där proportionalitetskonstanten k är fjäderkonstanten.

Viktens massa (m) förorsakar en kraft på fjädern som är lika stor som dess tyngdkraft ($F = mg$), varvid man kan beräkna den kraft som tyngden förorsakar för olika massor:

x (mm)	m (g)	F (N)
2,0	1,0	$9{,}810 \cdot 10^{-3}$
4,0	2,0	$19{,}620 \cdot 10^{-3}$
5,0	2,5	$24{,}525 \cdot 10^{-3}$
6,0	3,0	$29{,}430 \cdot 10^{-3}$
8,0	4,0	$39{,}240 \cdot 10^{-3}$

Man ritar den kraft (F) som belastar fjädern som en funktion av kompressionen (x) i ett xy-koordinatsystem, varvid man kan iaktta ett lineärt beroende:





Således följer fjädern Hookes lag.

b) (7 p)
Fjäderkonstanten (k) fås direkt ur grafens vinkelkoefficient:

$$k = \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{(39{,}240 - 9{,}810) \cdot 10^{-3}\ \mathrm{N}}{(8{,}0 - 2{,}0) \cdot 10^{-3}\ \mathrm{m}} \approx 4{,}905\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$$

På motsvarande sätt, om man ritat kompressionen som en funktion av kraften, får man fjäderkonstanten ur det omvända talet för vinkelkoefficienten.

Man trycker tonometern mot ögats yta med en sådan kraft, att ögats yta endast en aning "tillplattas" under tonometerns cylinderformade ände. Tonometerns diameter (inledningstexten) är 3,06 mm, varvid den yta (A) som belastar ögat är

$$A = \pi r^2 = \pi \cdot \left(\frac{3{,}06\ \text{mm}}{2}\right)^2 \approx 7{,}3542\ \text{mm}^2 = 7{,}3542 \cdot 10^{-6}\ \text{m}^2$$

Enligt Imbert-Ficks lag är den motkraft som ögontrycket förorsakar vid denna situation lika stor som den kompressionskraft som tonometern förorsakar. Enligt Hookes lag beror denna kraft nu på fjäderkonstanten (k), och fjäderns kompression (x), varvid man får ekvationen för ögontrycket:

$$p = \frac{F}{A} = \frac{kx}{A}$$

Eftersom man uppmätte fjäderns kompression till 4,8 mm, kan man beräkna ögontrycket i SI-enheter:

$$p = \frac{kx}{A} = \frac{4{,}905\ \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 4{,}8 \cdot 10^{-3}\ \text{m}}{7{,}3542 \cdot 10^{-6}\ \text{m}^2} \approx 3201{,}4\ \text{Pa} \approx 3{,}2\ \text{kPa}$$

För att man skall kunna jämföra det uppmätta ögontrycket med de normala gränsvärden som angivits i inledningstexten, måste man omvandla det erhållna värdet för ögontrycket till kvicksilvermillimeter.

Eftersom en kvicksilvermillimeter (mmHg) motsvarar det tryck som förorsakas av en 1 millimeter hög kvicksilverpelare, kan man med hjälp av densiteten för kvicksilvret beräkna omvandlingsfaktorn för trycket:

$$1\ \text{mmHg} = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{\rho(\text{Hg}) \cdot V \cdot g}{A} = \frac{\rho(\text{Hg}) \cdot A \cdot \overset{1\ \text{mm}}{\hat{h}} \cdot g}{A} = \rho(\text{Hg}) \cdot g \cdot 0{,}001\ \text{m},$$

där A är bottenarean (observera att ytan inte påverkar trycket i mmHg-enheter) för röret/behållaren som innehåller kvicksilver. Genom att i ekvationen ovan placera densiteten för kvicksilver ($13{,}534 \cdot 10^3$ kg/m^3) samt gravitationsaccelerationen (9,81 m/s^2), erhåller man den slutliga numeriska omvandlingsekvationen

$$1\ \text{mmHg} = 13{,}534 \cdot 10^3\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9{,}81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0{,}001\ \text{m} \approx 132{,}769\ \text{Pa}$$

Man omvandlar ögontrycket till mmHg-enheter:

$$p(mmHg) = \frac{p(Pa)}{132{,}769\ \frac{\text{Pa}}{\text{mmHg}}} = \frac{3201{,}4\ Pa}{132{,}769\ \frac{\text{Pa}}{\text{mmHg}}} \approx 24{,}11\ \text{mmHg} \approx 24\ \text{mmHg}$$

Enligt inledningstexten är den övre gränsen för normalt ögontryck 21 mmHg. Således är patientens ögontryck inte inom normala gränser, utan förhöjt.

Uppgift 9 **15 p**

a) (4 p)

$$P_{\mathrm{Na^+-max}} = \lim_{[\mathrm{cGMP}]\to\infty} \frac{[\mathrm{cGMP}]^{1,66}\cdot 2{,}00}{[\mathrm{cGMP}]^{1,66} + (32{,}6\,\mu\mathrm{M})^{1,66}} = 2{,}00 \Rightarrow \frac{P_{\mathrm{Na^+-max}}}{2} = 1{,}00$$

$$P_{\mathrm{Na^+}} = 1{,}00 = \frac{[\mathrm{cGMP}]^{1,66}\cdot 2{,}00}{[\mathrm{cGMP}]^{1,66} + (32{,}6\,\mu\mathrm{M})^{1,66}}$$

$$\Rightarrow \quad 2{,}00\cdot[\mathrm{cGMP}]^{1,66} = 1{,}00\cdot[\mathrm{cGMP}]^{1,66} + 1{,}00\cdot(32{,}6\,\mu\mathrm{M})^{1,66}$$

$$\Leftrightarrow \quad 2{,}00\cdot[\mathrm{cGMP}]^{1,66} - 1{,}00\cdot[\mathrm{cGMP}]^{1,66} = 1{,}00\cdot(32{,}6\,\mu\mathrm{M})^{1,66}$$

$$\Leftrightarrow \quad 1{,}00\cdot[\mathrm{cGMP}]^{1,66} = 1{,}00\cdot(32{,}6\,\mu\mathrm{M})^{1,66}$$

$$\Leftrightarrow \quad [\mathrm{cGMP}]^{1,66} = (32{,}6\,\mu\mathrm{M})^{1,66}$$

$$\Leftrightarrow \quad \underline{\mathbf{[cGMP] = 32{,}6\ \mu M}}$$

b) (11 p)

10 rodopsiner · 100,0 G_t/rodopsin · 1 PDE/G_t
= <u>1,000 · 10^3 PDE-molekyler aktiveras</u>

1,000 · 10^3 PDE · 100,0 cGMP-molekyler/PDE/s · 1,00 s
= <u>1,00 · 10^5 cGMP-molekyler hydrolyseras</u>

n(cGMP) vid startläget: $6{,}12\cdot10^{-6}$ mol/l · $30{,}00\cdot10^{-15}$ l · N_A = <u>$1{,}1057\cdot10^5$ (st)</u>
n(cGMP) vid slutläget: $1{,}1057\cdot10^5$ (st) – $1{,}00\cdot10^5$ (st) = <u>$1{,}0567\cdot10^4$ (st)</u>

[cGMP] vid slutläget $1{,}0567\cdot10^4$ (st) / N_A / $30{,}00\cdot10^{-15}$ l = <u>0,58490 µM</u>

P_{Na^+} vid slutläget:

$$P_{\mathrm{Na^+}} = \frac{(0.58490\,\mu\mathrm{M})^{1,66}\cdot 2{,}00}{(0.58490\,\mu\mathrm{M})^{1,66} + (32{,}6\,\mu\mathrm{M})^{1,66}} = \underline{0{,}0025229}$$

Membranpotentialen vid slutläget:

$$E_{\mathrm{m}} = -\frac{RT}{F}\ln\frac{2{,}00\cdot110{,}0\mathrm{mV} + 0{,}0025229\cdot20{,}0\mathrm{mV}}{2{,}00\cdot5{,}00\mathrm{mV} + 0{,}0025229\cdot140{,}0\mathrm{mV}}$$

$$\Leftrightarrow E_{\mathrm{m}} = -\frac{RT}{F}\ln\frac{220{,}0\mathrm{mV} + 0{,}0025229\cdot20{,}0\mathrm{mV}}{10{,}0\mathrm{mV} + 0{,}0025229\cdot140{,}0\mathrm{mV}} = \underline{\mathbf{-81{,}7\ mV}}$$

Uppgift 10 9 p

Balansering av reaktion 1 med hjälp av oxidationstal:

BrO_3^-	+	Br^-	+	H^+	$\rightarrow$	Br_2 +	H_2O
Br: +V O: –II		Br: –I		H: +I		Br: 0	H:+I,O:–II

Det behövs fem elektroner för att reducera Br (+V) $\Rightarrow$ fem bromidjoner måste oxideras. Slutprodukten består härvid av tre brommolekyler och utgångsmaterialet innehåller fem bromidjoner. Man balanserar väte och syre: syre finns endast i vattenmolekylen i reaktionsprodukten, och därför placerar man koefficienten 3 framför vattenmolekylen och koefficienten 6 framför vätejonerna i utgångsmaterialet.

$$BrO_3^- + 5\ Br^- + 6\ H^+ \rightarrow 3\ Br_2 + 3\ H_2O$$

Reaktion 1 kan även balanseras med hjälp av delreaktionerna.

Reaktion 3 presenterad med hjälp av de delreaktioner som beskriver oxidation och reduktion:

Br_2	+	$2\ e^-$	$\rightarrow 2\ Br^-$				(brom reduceras)
$2I^-$			$\rightarrow I_2$	+	$2\ e^-$		(jodid oxideras)
Br_2	+	$2I^-$	$\rightarrow 2\ Br^-$	+	I_2		

Räkneuppgift
(reaktion 1)
$n(Br_2) = 3 \cdot V(KBrO_3) \cdot c(KBrO_3) = 3 \cdot 20{,}00\ ml \cdot 0{,}01502\ mol/L = 0{,}9012\ mmol$

Titrerad I_2 (reaktion 4)
$n(I_2) = ½ \cdot V(S_2O_3^{2-}) \cdot c(S_2O_3^{2-}) = ½ \cdot 13{,}03\ ml \cdot 0{,}1013\ mol/L = 0{,}65996\ldots\ mmol$

(reaktion 3)
$n(I_2) =$ n(icke-reagerad Br_2) $\Rightarrow$ provet förbrukade Br_2
$(0{,}9012 – 0{,}65996\ldots)\ mmol = 0{,}24123\ldots\ mmol$

(reaktion 2)
$m(\text{sulfanilamid}) = ½ \cdot n(Br_2) \cdot M(NH_2C_6H_4SO_2NH_2) = ½ \cdot 0{,}24123\ldots\ mmol \cdot 172{,}21\ g/mol = 0{,}020771\ldots\ g$

I den ursprungliga provlösningen m(sulfanilamid) = (50,00 ml / 10 ml) · 0,020771… g = 0,10385… g
m-% i provet = (0,10385…g / 0,1562g) · 100% = **66,49 %**

Uppgift 11 10 p

a) (6 p)
Släktskapsträd 1 representerar den finländska befolkningen. (I Finland är ärftligheten för öppenvinkelglaukom 10-13%. Procenttalen kan inte direkt räknas ur släktskapsträdet i exemplet, eftersom det beskriver en släkt med glaukom.) Av föräldrarnas (I/ 1 och 2) avkomma har 5 kvinnor och 3 män ärvt sjukdomen av sina föräldrar, vilket är förenligt med den inhemska tvillingstudie som omtalas i materialtexten. (Individ IV/10 har förhöjt ögontryck, men inte öppenvinkelglaukom.) (1 p)
Släktskapsträd 2 representerar Barbados befolkning med afrikanskt ursprung. Av föräldrarnas i generation I (I/ 1 och 2) avkomma har 7 kvinnor och 3 män ärvt sjukdomen, vilket är förenligt med hur sjukdomens förekomst bland kvinnor samt ärftlighet speciellt via mödrar beskrivs i materialtexten. (Också sjukdomens nedärvning (se nedan) bekräftar att släktskapsträdet representerar befolkningen på Barbados.) (1 p)

Nedärvningssätt
I den finländska släkten förorsakas sjukomen av en autosomal dominant allel; i alla generationerhar i medeltal 50 % av ättlingarna insjuknat. Dessutom är stammodern (I/2) i I-generationen symtomfri (frisk), vilket innebär att sjukdomsalleleln nedärvts från fadern.
I generation II har även familjens son (II/1) insjuknat och således kan nedärvningen inte vara X-kromosomal. Y-kromosomal nedärvning är inte heller möjlig, eftersom också döttrar insjuknat i öppenvinkelglaukom. Det är inte heller möjligt att I-generationens far skulle vara homozygot i fråga om sjukdomsallellen och modern en bärare av allellen, eftersom sjukdomen nedärvs ända ner till generation IV via äktenskap där den ena parten är frisk. (Orsaken till att männen III/5 och IV/8 insjuknat beror inte på allellen ifråga; se punkt b).
(3 p)

I släkten från Barbados är sjukdomsallelen dominant (cirka 50 % av avkomman har insjuknat) och nedärvningen är X-kromosomal, eftersom den nedärvs endast till döttrarna från fadern I/1. Från mödrar nedärvs sjukdomen till både söner och döttrar. (1 p)

b) (4 p)
Både genetiska och icke-genetiska faktorer påverkar **skillnaderna mellan släktingar** i förekomsten av öppenvinkelglaukom. Glaukom är en multifaktoriell sjukdom och bl.a. åldrande utgör en riskfaktor. Genom att iaktta individerna III/5 och IV/8 i släktskapsträd 1, kan man se att glaukom kan dyka upp utan tidigare känd ärftlig (genetisk) bakgrund. Ytterligare indikation på att det är fråga om en multifaktoriell sjukdom är att mutation i två olika gener ligger bakom sjukdomen i de beskrivna släkterna. (2 p)

Skillnaderna mellan befolkningsgrupperna beror på populationsgenetiska bakgrundsfaktorer. Släktskapsträd 1 representerar det europeiska nedärvningsmönstret. Det annorlunda nedärvningssättet för öppenvinkelglaukom bland Barbados, befolkning och å andra sidan skillnaden jämfört med den västafrikanska befolkningen, kan förklaras med pionjäreffekt, flaskhalsfenomen och geografisk isolering. (2 p)

Uppgift 12 12 p

a) (6 p)

Nummer	Strukturdel
1	Glaskropp
2	Müllersk cell
3	Gangliecell (synnervcell)
4	Tapp
5	Stav
6	Pigmentcell
7	Åderhinnan (choroidea), åderhinnans kapillärer
8	Pericyt
9	Müllersk cell
10	Endotelcell
11	Kapillär (blod/lumen)
12	Tät fog (tight junction)

b) (4 p)

Det inre kapillärsystemet ansvarar för blodcirkulationen i näthinnans neurala (utom fovea) skikt, där blodflödet är långsamt (effektiv syre- och glukostillförsel till nervcellerna). Det yttre kapillärnätverket ombesörjer pigmentcellernas och receptorcellernas blodcirkulation och ca 80 % av ögats totala blodflöde; blodflödet här är snabbt (permanent hög, >90 %, syremättnadsgrad). Basalmembranen i det yttre kapillärnätverket har öppningar och är således relativt genomsläpplig. I det inre kapillärnätverket bildas blod-näthinnebarriären av de täta fogarna mellan endotelcellerna, basalmembranen, pericytcellerna samt utskotten hos nervcellerna, gliacellerna och de Müllerska cellerna. Den yttre blod-näthinnebarriären bildas av Bruchs membran, pigmentcellerna och de täta fogarna mellan pigmentcellerna.

c) (2 p)

Det förekommer inga speciella blodkärlsförändringar i samband med torr makuladegeneration. Vid våt makuladegeneration förorsakar förtjockningen av Bruchs membran hypoxi i den yttre näthinnan, vilket leder till en överproduktion av VEGF i pigmentcellerna. Detta leder till nybildning av sköra (läckande) blodkärl in i näthinnan genom Bruchs membran. De läckande blodkärlen leder till att vävnadsvätska ansamlas och blod sipprar till det skadade stället, vilket predisponerar för inflammationsreaktioner; utvidgning av blodkärl och ansamling av vita blodkroppar.

Uppgift 13 **7 p**

a) (2 p)

$$\Delta U = I(R_1 + R_2) - IR_1 = \boldsymbol{IR_2}$$

b) (5 p)

$$R_a = R_1 = \frac{U_a}{I} = p_a \frac{8\eta x}{\pi r_1^4 p_a} = \frac{8\eta x}{\pi r_1^4}$$

$$R_b = R_1 + R_2 = \frac{U_b}{I} = p_b \frac{8\eta x}{\pi r_2^4 p_b} = \frac{8\eta x}{\pi r_2^4}$$

$$R_2 = R_b - R_a = \frac{8\eta x}{\pi}\left(\frac{1}{r_2^4} - \frac{1}{r_1^4}\right) = \frac{8\eta x}{\pi}\left(\frac{r_1^4 - r_2^4}{r_1^4 r_2^4}\right)$$

$$\boldsymbol{\Delta U = \Delta p = IR_2 = \frac{8\eta x}{\pi}\left(\frac{r_1^4 - r_2^4}{r_1^4 r_2^4}\right) x \frac{\pi r_2^4 p_b}{8\eta x} = p_b\left(\frac{r_1^4 - r_2^4}{r_1^4}\right)}$$

Uppgift 14 8 p

Forskarna bestämde sig för att använda tre olika metoder för att hitta ett eventuellt genfel hos en glaukompatient. Man tog ett blodprov av patienten och isolerade DNA ur provet. För experimentet delades DNA-provet i tre delar. I det första experimentet avklipptes både DNA och plasmiderna med samma restriktionsenzymer för att erhålla lämpliga kombinationsställen för rekombinant-DNA:t. De avklippta plasmiderna och DNA:t sammanfogades med hjälp av DNA-polymeras, varefter denna stamcellslösning överfördes i bakterieceller. Cellerna odlades i en lösning som gynnade bakteriernas förökning, varvid man kunde mångfaldiga (amplifiera) även plasmidmängden i cellerna. Efter odlingen spreds cellerna på antibiotikaresistenta odlingsskålar, varvid man kunde se vilken cell som innehöll den rekombinanta genen. De celler (den koloni) som innehöll den önskade genen flyttades till en lämplig lösning för att odlas vidare, och i lösningen producerade de även CDKN2B-AS1-protein.

I det andra experimentet amplifierades det isolerade DNA med hjälp av en polymeraskedjereaktion (PCR). För reaktionen användes lämpliga primers, nukleinsyror, ett enzym som fungerar vid DNA-replikation och en konstant temperatur. Efter amplifieringen avklipptes provet med ett restriktionsenzym, som kände igen mutationsställets bassekvens, och separerades sedan med hjälp av agarosgelektrofores. Vid elektrofores rör sig proverna drivna av elströmmen mot den negativa polen i en ordning som bestäms av genomet. Efter elektroforesen kan man visualisera de olika långa DNA-fragmenten som orangeröda band i UV-ljus då man färgat gelen med en radioaktiv lösning. Då man jämförde patientens DNA med DNA-fragment som samtidigt kördes i gelen och vilkas längd man kände till, kunde man bestämma patientens fenotyp.

I det tredje experimentet sekvenserade man DNA med hjälp av DNA-mikrochipteknik för att kunna bestämma aminosyrasekvensen efter PCR-amplifieringen. Metoden baserar sig på amplifiering av DNA-fragment av olika längd. Då ligaset fäster en nukleotid märkt med en markör i ändan av kedjan, upphör DNA-syntesen eftersom sockerdelen i den märkta nukleotiden saknar en karboxylgrupp. Slutligen analyserar man de olika långa DNA-fragmenten elektroforetiskt på en tunn gel eller med en automatisk analysator med hjälp av kapillärelektrofores. Härvid kan man få reda på massan hos det undersökta DNA, varefter man kan jämföra den med sekvenser som tidigare publicerats i genbanker.

På basis av resultaten var patientens genotyp GG. Man vet att denna genotyp ökar risken att insjukna i öppenvinkelglaukom.

Uppgift 15 10 p

a) (2 p)
All energi som absorberas i ögat ökar ögats temperatur. Under 10,0 minuter stiger ögats temperatur:

$$\Delta T = \frac{SAR \cdot t}{c} = \frac{0{,}40\ \mathrm{W\ kg^{-1}} \cdot 600{,}0\ \mathrm{s}}{4190\ \mathrm{J\ kg^{-1}K^{-1}}} = 0{,}05728\ \mathrm{K}$$

Ekvationen kan härledas ur definitionen för SAR-värdet eller härledas ur definitionen för den specifika värmekapaciteten:

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} \rightarrow \Delta T = \frac{Q}{mc} = \frac{Pt}{mc} = \frac{SAR \cdot mt}{mc} = \frac{SAR \cdot t}{c}$$

Svar: Ögats temperatur stiger **0,057 ºC** under 10,0 minuter.

b) (3p)
Man beräknar tidskonstanten enligt angivna värden:

$$\tau = \frac{(0{,}0125\ \mathrm{m})^2 998\ \mathrm{kg\ m^{-3}} \cdot 4190\ \mathrm{J\ kg^{-1}K^{-1}}}{2 \cdot 0{,}60\ \mathrm{W\ m^{-1}K^{-1}}} = 544{,}482\ \mathrm{s}$$

Tidskonstanten placeras i Pennes biovärmeekvation:

$$\Delta T = \frac{0{,}40\ \mathrm{W\ kg^{-1}} \cdot 544{,}482\ \mathrm{s}}{4190\ \mathrm{J\ kg^{-1}K^{-1}}} \left(1 - \mathrm{e}^{-600\ \mathrm{s}/544{,}48\ 2\mathrm{s}}\right) = 0{,}03471\ \mathrm{K}$$

Då ögats ämnesomsättning helt anpassats till värmebelastningen (t→∞):

$$\Delta T = \frac{SAR \cdot \tau}{c} = \frac{0{,}40\ \mathrm{W\ kg^{-1}} \cdot 544{,}482\ \mathrm{s}}{4190\ \mathrm{J\ kg^{-1}K^{-1}}} = 0{,}051979\ \mathrm{K}$$

Svar: Ögats temperatur stiger **0,035 ºC** under 10,0 minuter. Den maximala temperaturhöjningen för ögat är **0,052 ºC**.

c)
Man beräknar hur länge det tar innan ögats temperatur stigit med 0,150 K: (5 p)

$$\Delta T = \frac{SAR \cdot \tau}{c}\left(1 - e^{-t/\tau}\right) \rightarrow 1 - \frac{\Delta T\ c}{SAR \cdot \tau} = e^{-t/\tau}$$

$$\rightarrow t = -\tau \ln\left(1 - \frac{\Delta T\ c}{SAR \cdot \tau}\right) = -544{,}482\ \mathrm{s} * \ln\left(1 - \frac{0{,}150\ \mathrm{K} \cdot 4190\ \mathrm{J\ kg^{-1}K^{-1}}}{2{,}0\ \mathrm{W\ kg^{-1}} \cdot 544{,}482\ \mathrm{s}}\right) = 468{,}661\ \mathrm{s}$$

Man beräknar ögats massa då ögat är en boll med radien 1,25 cm:

$$m = \rho V = 998\ \mathrm{kg\ m^{-3}} \cdot \frac{4}{3}\pi(0{,}0125\ \mathrm{m})^3 = 8{,}16487 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{kg}$$

Man beräknar den energi som absorberas i ögat på tiden *t*:

$$Q = SAR \cdot mt = 2{,}0\ \mathrm{W\ kg^{-1}} \cdot 8{,}16487 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{kg} \cdot 468{,}661\ \mathrm{s} = 7{,}653\ \mathrm{J}$$

Svar: Den totala energin som absorberas i ögat är **7,7 J.**

Uppgift 16 **11 p**

a) (2 p)

$$[X] = \frac{(\mathrm{As})^2\left(\mathrm{Vs}/\mathrm{m}^2\right)^2\mathrm{m}^2}{\mathrm{kg}} = \frac{(\mathrm{As})^2(\mathrm{Vs})^2\mathrm{m}^2}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2\cdot\mathrm{m}^2} = \frac{\mathrm{J}^2\mathrm{s}^2}{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2} = \frac{\mathrm{J}^2}{\mathrm{J}} = \mathrm{J}$$

Ett alternativt sätt att lösa uppgiften (som man erhåller ur gymnasieböckernas formel $F = qvB$)

$$[X] = \frac{\mathrm{C}^2\mathrm{T}^2\mathrm{m}^2}{\mathrm{kg}} = \frac{\mathrm{C}^2\left(\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C\,m/s}}\right)^2\mathrm{m}^2}{\mathrm{kg}} = \frac{\left(\mathrm{kg\,m/s}^2\right)^2\mathrm{m}^2}{\mathrm{kg}\left(\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)^2} = \mathrm{kg}\left(\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)^2 = \mathrm{J}$$

b) (2 p)

$^{14}_{7}\mathrm{N} + ^{1}_{1}\mathrm{H} \rightarrow ^{11}_{6}\mathrm{C} + ^{4}_{2}\mathrm{He}$, α-partikel

c) (1 p)

$^{14}_{7}\mathrm{N} + ^{2}_{1}\mathrm{H} \rightarrow ^{1}_{0}\mathrm{n} + ^{15}_{8}\mathrm{O}$

d) (4 p)

Man beräknar förändringen i aktiviteten mellan det att flaskan anlänt och injektionen givits:

I flaskan kl. 8:00 $V_0 = 25$ ml, $A_0 = 370$ MBq
I patienten kl. 13:00 $A_{p,13:00} = 150$ MBq, $V_p = ?$

$$A_{p,13:00} = A_{p,8:00}e^{-\frac{ln2t}{T_{1/2}}} \Leftrightarrow A_{p,8:00} = A_{p,13:00}e^{\frac{ln2t}{T_{1/2}}} = 150\ \mathrm{MBq} \cdot e^{\frac{ln2\cdot 5\mathrm{h}}{6{,}1\ \mathrm{h}}} \approx 264{,}751\mathrm{MBq}$$

$$V_p = V_0\frac{A_{p,8:00}}{A_0} \approx 25\ \mathrm{ml}\ \frac{264{,}751\ \mathrm{MBq}}{370\ \mathrm{MBq}} \approx 17{,}889\mathrm{ml}\ \approx \mathbf{18\ ml}$$

e) (2 p)

$E = \sum w_R \sum w_T D_T\,, w_R = 1$
$E = 0{,}05 \cdot 18{,}0\ \mathrm{mSv} + 0{,}12 \cdot 2{,}0\ \mathrm{mSv} + 0{,}05 \cdot 4{,}1\ \mathrm{mSv} + 0{,}78 \cdot 0{,}30\ \mathrm{mSv} =$
1,579 mSv ≈**1,6 mSv**