

Svarsanalys

Det medicinska urvalsprovet 10.6.2020, fas 2/2020

Gemensamt urvalsprov för medicin, odontologi och veterinärmedicin

Uppgift 1 (16 p.)

När strålen träffar linsen bryts den enligt Snells lag. Lagens brytningsvinkel β_1 är vinkeln mellan strålen och ytans normal, alltså $90^\circ - \alpha$. Underindexet 1 hänvisar till luften och 2 till linsen.

$$\frac{\sin \beta_1}{\sin \beta_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad \parallel n_1 = 1, \beta_1 = 90^\circ - \alpha = 30^\circ$$

$$\frac{\sin 30^\circ}{\sin \beta_2} = n_2 \quad \parallel \sin 30^\circ = \frac{1}{2}$$

$$\sin \beta_2 = \frac{1}{2n_2}$$

$$\beta_2 = \arcsin \frac{1}{2n_2}$$

Den största våglängden, som behövs för att lösa uppgiften, erhålls från Balmers formel

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right) \rightarrow \lambda = \frac{4m^2}{R_H(m^2-4)},$$

vars maximivåglängd och samtidigt minsta energi uppnås när $m = 3$:

$$\lambda_3 = \frac{4 \cdot 3^2}{1,0968 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}(3^2 - 4)} \approx 656,46 \text{ nm}$$

Denna konstateras motsvara röd färg och därmed befinna sig inom det synliga ljusets område.

Uppgiften kan då lösas genom att jämföra avståndet mellan spektrallinjerna 656,46 nm och 410,28 nm (som anges i uppgiften) på filmen. De refraktiva index som motsvarar dessa våglängder avläses från bild 2: $n_2(656 \text{ nm}) \approx 1,837$ och $n_2(410 \text{ nm}) \approx 1,910$.

Differensen mellan de vinklar som motsvarar dessa värden

$$\begin{aligned} \Delta\beta_2 &= \arcsin \frac{1}{2n_2(656 \text{ nm})} - \arcsin \frac{1}{2n_2(410 \text{ nm})} \\ &= \arcsin \frac{1}{2 \cdot 1,837} - \arcsin \frac{1}{2 \cdot 1,910} = \arcsin 0,272 - \arcsin 0,262 \approx 0,010 \text{ (rad)} \end{aligned}$$

Det avstånd som efterfrågas är längden på den motsvarande sektorns båge på den halvcirkel som bildas av linsens yta (alltså $\frac{\Delta\beta_2}{2\pi}$ av hela cirkelbågen):

$$x = \frac{\Delta\beta_2}{2\pi} 2\pi r \approx 0,010 \cdot 15,0 \text{ cm} = \underline{\underline{1,50 \text{ mm}}}$$

Uppgift 2 (8 p.)

a) Vi markerar det avstånd ljudet avverkat när det färdats från sensorn till blodkärllets närmre vägg med x , det motsvarande avståndet från sensorn till blodkärllets bortre vägg och tillbaka med $x+s$. Tiden, som förflyter då ljudet färdas till den närmre väggen och tillbaka, betecknas med t_1 och motsvarande tid för den bortre väggen och tillbaka med t_2 ; tidsskillnaden $t_2 - t_1 = 1,0 \mu\text{s}$. Ljudets hastighet $v_{\text{ljud}} = 1500 \text{ m/s}$.

Avståndet s mellan väggarna i riktning med ultraljudskäglan löses ur formeln för hastighet:

$$v = \frac{2x}{t_1} = \frac{2(x+s)}{t_2}, \quad x = \frac{t_1 v_{\text{ljud}}}{2} = \frac{t_2 v_{\text{ljud}}}{2} - s, \quad s = \frac{v_{\text{ljud}}(t_2 - t_1)}{2}$$

Blodkärllets tjocklek d erhålls med hjälp av vinkeln α och avståndet s :

$$\frac{d}{s} = \sin(\alpha) = \cos(90^\circ - \alpha),$$

Lösning med hjälp av sinus:

$$d = \sin(\alpha) s = \frac{\sin(60^\circ) v_{\text{ljud}}(t_2 - t_1)}{2} = \frac{0,866 \cdot 1500 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1,0 \mu\text{s}}{2} \approx 650 \mu\text{m}$$

Alternativ lösning med hjälp av cosinus:

$$d = \cos 30^\circ s = \frac{\cos(30^\circ) v_{\text{ljud}}(t_2 - t_1)}{2} = \frac{0,866 \cdot 1500 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1,0 \mu\text{s}}{2} \approx 650 \mu\text{m}$$

b) Sinustabellen utnyttjas för den angivna Doppler-formeln och cosinus löses med hjälp av sinus:

$$\cos(\alpha) = \sin(90^\circ - \alpha)$$

Hastigheten löses ur den angivna formeln och de angivna värdena placeras in:

$$v = \frac{\Delta f v_{\text{ljud}}}{2f \cos \alpha} = \frac{(20002,0 \text{ kHz} - 20000,0 \text{ kHz}) \cdot 1500 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2 \cdot 20000,0 \text{ kHz} \cdot \cos(60^\circ)} = 15 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 0,15 \text{ m/s}$$

Frekvensen ökar, vilket betyder att den **röda blodkroppen rör sig åt vänster** eftersom frekvensen ökar när objektet rör sig mot observatören (Doppler-fenomenet).

Uppgift 3 (14 p.)

Trycket är konstant i hela rummet, så ingen lyftkraft t.ex. på stången ska beaktas. När tvärsnittsytan av flaskhalsen betecknas A_k , erhålls den kraft som gastrycket i flaskan lyfter korken med:

$$F_{ipy} = A_k(p_0 + \Delta p) = \pi \frac{d^2}{4} (p_0 + \Delta p)$$

De krafter som trycker ner korken:

1) Lufttrycket: $F_{ipa} = A_k p_0 = \pi \frac{d^2}{4} p_0$

2) Stången har massan m_1 och korken stödjer stången med kraften F_{ktv} . De moment som dessa förorsakar måste ta ut varandra för att stången inte ska rotera:

$$F_{ktv} \cdot 2S = m_1 g \cdot \frac{3}{2} S \Leftrightarrow F_{ktv} = \frac{3}{4} m_1 g$$

Enligt Newtons III lag trycker stången ner korken med en lika stor kraft som korken stödjer stången med. Därför kan man formulera att $F_{m1} = F_{ktv}$.

3) Korkens massa: $F_{m2} = m_2 g$

Stången + korken: $F_m = F_{m1} + F_{m2} = \frac{3}{4} m_1 g + m_2 g = g \left(\frac{3}{4} m_1 + m_2 \right)$

Eftersom $m_1 = m_2 = m$, blir $F_m = \frac{7}{4} gm$.

Precis innan ventilen öppnar sig, tar de krafter som trycker ner korken och de som lyfter upp korken ut varandra:

$$\begin{aligned} F_{ipy} &= F_{ipa} + F_m \Leftrightarrow \\ A_k(p_0 + \Delta p) &= A_k p_0 + \frac{7}{4} gm \Leftrightarrow \cancel{A_k p_0} + A_k \Delta p = \cancel{A_k p_0} + \frac{7}{4} gm \Leftrightarrow \\ \pi \frac{d^2}{4} \Delta p &= \frac{7}{4} gm \Leftrightarrow \\ \Delta p &= \frac{7gm}{\pi d^2} \end{aligned}$$

Eftersom gasens volym inte förändras förrän korken öppnas, kan Charles lag användas:

$$\frac{p_0}{T_0} = \frac{p}{T} = \frac{p_0 + \Delta p}{T_1} \Leftrightarrow T = T_0 \frac{p_0 + \Delta p}{p_0} = T_0 \left(1 + \frac{\Delta p}{p_0} \right) = T_0 \left(1 + \frac{7gm}{p_0 \pi d^2} \right)$$

Svaret: $T > T_0 \left(1 + \frac{7gm}{p_0 \pi d^2} \right)$

Uppgift 4 (8 p.)

a) Enligt Newtons II lag

$$\vec{F}_m = m_e \vec{a}_n,$$

där den magnetiska kraftens storlek är

$$F_m = e v_e B_E \sin \alpha$$

och normalaccelerationens storlek

$$a_n = \frac{v_e^2}{r}.$$

Eftersom elektronstrålen träffar fältet vinkelrätt ($\alpha = 90^\circ$; $\sin 90^\circ = 1$) erhåller vi radien för elektronernas bana

$$e v_e B_E = \frac{m_e v_e^2}{r} \Leftrightarrow r = \frac{m_e v_e}{e B_E},$$

och vidare vinkelhastigheten

$$\omega = \frac{v_e}{r} = \frac{v_e}{m_e v_e / e B_E} = \frac{e B_E}{m_e}.$$

b) Elektronernas rörelseenergi före kollisionen är $E_e = \frac{1}{2} m_e v_e^2$ och efter kollisionen $E_l = \frac{1}{2} m_e v_l^2$.

Energien för det ljuskvantum som bildas är $E_{h\nu} = h\nu_R$, där $\nu_R = \frac{c}{\lambda_R}$. Eftersom den energi som

elektronen förlorar i kollisionen överförs i sin helhet till ljuskvantumet, får vi enligt energikonserveringsprincipen

$$E_e = E_l + E_{h\nu} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{2} m_e v_e^2 = \frac{1}{2} m_e v_l^2 + h \frac{c}{\lambda_R} \Leftrightarrow \frac{1}{2} m_e v_l^2 = \frac{1}{2} m_e v_e^2 - h \frac{c}{\lambda_R} \Leftrightarrow v_l = \sqrt{v_e^2 - \frac{2hc}{\lambda_R m_e}}.$$

Uppgift 5 (10 p.)

a) Ur definitionen av effekt $P = \frac{dW}{dt}$ kan härledas en ekvation för mekaniskt arbete vid konstant effekt

$$W = Pt = 210 \text{ W} \cdot 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \cdot 2 \text{ h} \approx 1500 \text{ kJ}.$$

b) Cyklistens relativa hastighet är nu $v_{\text{luft}} = v_{\text{cykel}} - v_{\text{vind}}$. I denna situation måste summan av de krafter som riktar sig på cykeln i vägytans riktning vara noll: $F_{\text{sum}} = \frac{P}{v_{\text{cykel}}} - F_{\text{rull}} - F_g - F_{\text{luft}} = 0$, där kraften $F_g = Mg \sin \alpha$. Ekvationen löses för vinkeln α :

$$F_g = \frac{P}{v_{\text{cykel}}} - F_{\text{rull}} - F_{\text{luft}}$$

$$\Leftrightarrow \sin \alpha = \frac{\frac{P}{v_{\text{cykel}}} - F_{\text{rull}} - F_{\text{luft}}}{Mg}$$

$$= \frac{\frac{210 \text{ W}}{10 \frac{\text{km}}{\text{h}} / \frac{3600 \text{ s}}{\text{h}}} - 0,004 \cdot 80 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} - 1,0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,39 \text{ m}^2 \cdot \frac{\left[10 \frac{\text{km}}{\text{h}} / \frac{3600 \text{ s}}{\text{h}} - (-2,2 \frac{\text{m}}{\text{s}})\right]^2}{2}}{80 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$\Rightarrow \sin \alpha \approx 0,086$$

Till sist löses vinkeln med hjälp av formelsamlingens sinustabell ($\alpha \approx \arcsin(0,087) = 5^\circ$). Backens lutning är cirka 5° .

Uppgift 6 (6 p.)

I den yta som observeras har gittret sammanlagt

$$N_j = \frac{30 \text{ st.}}{(10^{-6} \text{ m})^2} \cdot (10^{-2} \text{ m})^2 = 3 \cdot 10^9 \text{ st.}$$

fjädrar.

Vilolängden erhålls från Braggs lag med formelsamlingens $\sin(30^\circ) = 0,500$ samt reflexionens ordning $n = 1$ från uppgiften:

$$2d \sin(\theta) = n\lambda$$

$$\Rightarrow 2d_1 \cdot 0,500 = 1 \cdot \lambda_1$$

$$\Rightarrow d_1 = \lambda_1 = 630 \text{ nm.}$$

På samma sätt erhålls fjäderns längd under kompressionen

$$2d_2 \cdot 0,500 = 1 \cdot \lambda_2$$

$$\Rightarrow d_2 = \lambda_2 = 530 \text{ nm,}$$

varmed längdförändringen är $x = d_1 - d_2 = 630 \text{ nm} - 530 \text{ nm} = 100 \text{ nm}$.

En fjäder motstår kompressionen med kraften $F = kx$, varmed den sammanlagda kraften av alla fjädrar blir

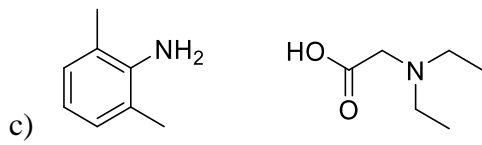
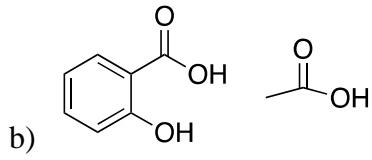
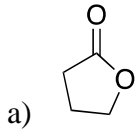
$$F_{\text{sam}} = N_j \cdot kx \Leftrightarrow k = \frac{F_{\text{sam}}}{N_j x}$$

Numeriska värden sätts in i formeln, varvid vi får

$$k = 300 \text{ N} \cdot \frac{1}{3 \cdot 10^9 \text{ st.} \cdot 100 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = \frac{300 \text{ N}}{300 \text{ m} \cdot \text{st}} = \mathbf{1 \frac{\text{N}}{\text{m}}}$$

dvs. den enskilda fjäderns fjäderkonstant är **1 N/m**.

Uppgift 7 (10 p.)



Uppgift 8 (9 p.)

a) 2-propylpentansyra

b)

$$n_{\text{NaOH}} = n_{\text{valp}}$$

$$\frac{m_{\text{NaOH}}}{M_{\text{NaOH}}} = \frac{m_{\text{valp}}}{M_{\text{valp}}}$$

$$m_{\text{NaOH}} = \frac{m_{\text{valp}}}{M_{\text{valp}}} M_{\text{NaOH}} = \frac{1000 \text{ g}}{144,2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 40,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 277,4 \text{ g} \approx 280 \text{ g}$$

c)

$$\frac{[\text{HA}]}{[\text{HA}] + [\text{A}^-]} = 0,85$$

$$[\text{HA}] = 0,85[\text{HA}] + 0,85[\text{A}^-]$$

$$0,15[\text{HA}] = 0,85[\text{A}^-]$$

$$[\text{HA}] = \frac{17}{3}[\text{A}^-]$$

$$\begin{aligned} K_a &= \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{\frac{17}{3}[\text{A}^-]} = \frac{3}{17}[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{3}{17} \cdot 10^{-\text{pH}} = \frac{3}{17} \cdot 10^{-4,00} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \\ &= 0,176 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \approx 1,8 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \end{aligned}$$

Uppgift 9 (6 p.)

a) $\Delta H = (490+276-440-350) \text{ kJ/mol} = \underline{-24 \text{ kJ/mol}}$

(Energi binds när en kovalent bindning bryts. Energi frigörs när en kovalent bindning bildas.)

b) Felet i lärobokstexten kan exempelvis beskrivas på något av de följande sätten:

1. Ur perspektivet av bindningar som bryts: När bindningen i ATP:s fosfatdel bryts frigörs ingen energi, utan energi binds.
2. Ur perspektivet av bindningar som bildas: När en fosfatdel binds till ADP, binds ingen energi, utan energi frigörs.
3. Ur perspektivet av bindningsenergi: Texten ger den uppfattningen att de kovalenta bindningarna i ATP:s fosfatdelar har hög bindningsenergi eftersom man påstår att energi lagras i bindningar och att det handlar om högenergetiska bindningar.

Uppgift 10 (17 p.)

Ämnesmängden för tetrahydrofuran (THF) beräknas:

$M(\text{THF}) = 72,11 \text{ g/mol}$ anges i uppgiften.

$$n(\text{THF}) = \frac{m(\text{THF})}{M(\text{THF})} = \frac{V(\text{THF}) \cdot d(\text{THF})}{M(\text{THF})} = \frac{0,0500 \text{ ml} \cdot 0,889 \text{ g/ml}}{72,11 \text{ g/mol}} = 0,6164 \text{ mmol}$$

Eftersom THF har fyra protoner/NMR-signal (dvs. toppen förorsakas av fyra protoner i samma omgivning) och vattnet har 2 protoner/signal, beräknas vattnets ämnesmängd (A = toppens area):

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{\frac{A(\text{vattnet})}{2} \cdot n(\text{THF})}{\frac{A(\text{THF})}{4}} = \frac{2 \cdot 1,51 \cdot 0,6164 \text{ mmol}}{1,00} = 1,861528 \text{ mmol}$$

Vattnets massa är

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 1,861528 \text{ mmol} \cdot 18,0148 \text{ g/mol} = 33,535055 \text{ mg.}$$

Den vattenfria fosfomolybdensyrans massa fås genom att subtrahera vattnets massa från partiets massa:

$$m(\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}) = 0,10000 \text{ g} - 0,033535055 \text{ g} = 0,0664649 \text{ g}$$

Fosfomolybdensyrans (FMS) ämnesmängd oavsett om den är torr eller vattenhaltig är

$$n(\text{FMS}) = m(\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}) / M(\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}) = 0,0664649 \text{ g} / 1825,25 \text{ g/mol} = 0,036414 \text{ mmol.}$$

När man beräknar FMS:s ämnesmängd i det undersökta partiets massa måste man beakta mängden vatten:

$$n(\text{FMS}) = \frac{m(\text{parti})}{M(\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}) + x \cdot M(\text{H}_2\text{O})}$$

Ur ovanstående ekvation kan man lösa x :

$$x = \frac{m(\text{parti}) - n(\text{FMS}) \cdot M(\text{FMS})}{n(\text{FMS}) \cdot M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{m(\text{vattnet i partiet})}{n(\text{FMS}) \cdot M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{33,535055 \text{ mg}}{0,036414 \text{ mmol} \cdot 18,0148 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 51,1$$

Svaren:

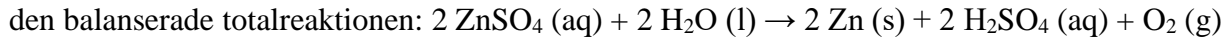
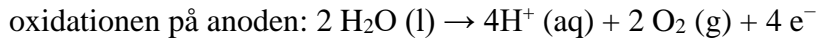
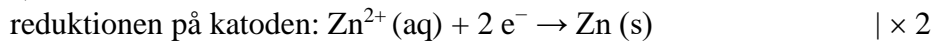
Vattnets ämnesmängd $n(\text{H}_2\text{O}) = \underline{1,86 \text{ mmol}}$

Vattnets massa $m(\text{H}_2\text{O}) = \underline{33,5 \text{ mg}}$

Vattenkoefficienten i formeln $x = \underline{51,1}$

Uppgift 11 (8 p.)

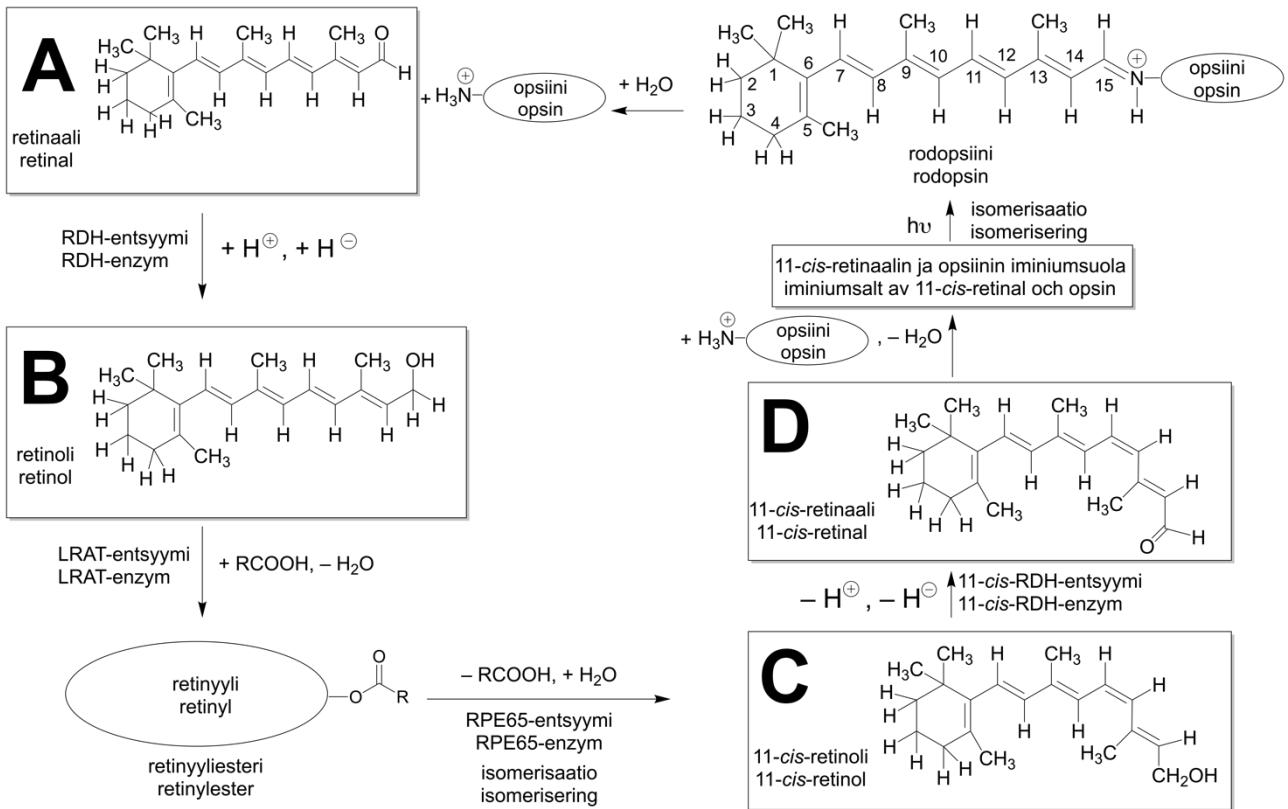
a)



b)

$$m = \frac{ItM}{Fz} = \frac{0,59\text{A} \cdot 61200\text{s} \cdot 65,409\text{g/mol}}{96500 \frac{\text{As}}{\text{mol}} \cdot 2} = 12,237244 \text{ g} \approx 12 \text{ g}$$

Uppgift 12 (12 p.)



Uppgift 13 (12 p.)

a) Immuniteten omfattar en naturlig och förvärvad del, som fungerar i samarbete med varann. Den naturliga immuniteten utvecklas under fosterstadiet och är delvis ärftlig. Den innebär att fagocyter i blodet (makrofager och neutrofiler) förstör patogener. Den förvärvade immuniteten utvecklas småningom efter födseln och är individuell. Den innebär att lymfocyterna i blodet (B-lymfocyterna) producerar specifika antikroppar för att förstöra främmande celler och mikroorganismer (antikroppsmedierad immunitet). En del av lymfocyterna omvandlas till minnesceller, som senare identifierar samma antigen. På grund av detta leder en ny exponering för samma patogen till en immunreaktion, som är snabbare och effektivare än den första. En del av lymfocyterna (T-hjälparceller och T-mördarceller) producerar inte antikroppar, utan hjälper B-cellerna eller agerar lokalt (cellmedierad immunitet). (6 p.)

b) De röda blodkropparna hos barnet sönderfaller mer än normalt (guldfärgning av huden). På basis av detta har barnet ärvt Rhesus-faktorn från sin far. Det är fråga om familjens andra barn. Familjens första barn har också varit Rh-positivt och moderns kropp har bildat antikroppar, som binds till ytan på det andra barnets erythrocyter. Antikropparna leder till att barnets erythrocyter börjar sönderfalla i levern. Antikropparna kan också klibba erythrocyter vid varandra, varvid det kan uppstå proppar i blodkärlen och syrebrist i vävnaderna. (6 p.)

Uppgift 14 (8 p.)

	Förening	Produktionsplats
1	Fibrinogen	Levern
2	Glukagon	Bukspottkörteln
3	Kalcitonin	Sköldkörteln
4	Parathormon	Bisköldkörteln
5	Pepsin	Magen/magsäcken/magsaften
6	Renin	Njuren
7	Sekretin	Tunntarmen/tolvfingertarmen/duodenum
8	Urea	Levern

Uppgift 15 (11 p.)

a	1	2
II	6	Peptidkedjans syntes avslutas för tidigt.
III	9	Peptidkedjan förändras inte.
IV	9	En aminosyra i peptidkedjan byts ut mot en annan.
V	9	Peptidkedjans aminosyrasekvens förändras fr.o.m. mutationspunkten.

b	AGCAAG
---	--------

Uppgift 16 (10 p.)

a)	Strukturens namn
1	Njurbarken
2	Njurbäckenet
3	Ingående/afferent artär/blodkärl
4	Njurkorpuskel/njurkropp
5	Samlingsrör

	Strukturens namn	Funktionens skede
b)	Njurkanalen	Återupptagning av glukos
c)	Kärlnystanet/kapillärnystanet/glomerulus	Filtrering av primärurin

d)	Utsöndringsplats	Verkan
ADH	Undre hjärnbihanget	Ökar vattnets återupptagning i njurkanalerna

Uppgift 17 (13 p.)

a)

	Industrigren	Enzym	Följd/verkan
1	socker	invertas/glukosisomeras	fruktosproduktion
2	tvättmedel	lipas	fettspjälkning
3	textil	cellulas	bearbetning av fibrer
4	hygien	papain	proteinspjälkning
5	livsmedel/mejeri	kymosin (rennin)	ostproduktion/utfällning av proteiner
6	foder	fyfas	frigör fosfor/fosfat från foder

b)

Utgångsämnet: glukos

Mellanprodukterna: pyrodruvsyra/pyruvat, ATP

Slutprodukterna: etanol, koldioxid

Uppgift 18 (8 p.)

1	nacklob
2	tappcellerna
3	blå
4	stavcellerna
5	retinal
6	A-vitamin
7	pupillen
8	framför