



Uppgifter A1–A10, B1–B8 och C1–C8:

De medicinska områden (medicin, odontologi och veterinärmedicin)

Uppgifter A1–A10 och B1–B8:

Biokemi och molekylära biovetenskaper

Biomedicin

Farmaci

Kostvetenskap

A1. Vatten – en förutsättning för liv (7 p.)

- a) stor kamgälsnäcka
- b) Cellmembranet lossnar från cellväggen.
- c) Vatten sönderfaller och syre frigörs i reaktionen.
- d) I elektrontransportkedjan bildas vatten då syre fungerar som ett av utgångsämnen.
- e) Reabsorption (återupptagning) av vatten ökar i njurarna.
- f) Vatten tränger via osmos in i de röda blodkropparna som sväller upp.
- g) njurartären – kapillärnystan – Bowmans kapsel (njurkapsel) – njurkanalens proximala del – Henles slinga – njurkanalens distala del – samlingsrör – njurbäckenet

A2. Immunologi (10 p.)

a) (5 p.)

I det medfödda, det vill säga naturliga, immunförsvaret deltar många olika blodkroppar såsom neutrofiler, eosinofiler och **#1# makrofager**. Neutrofilerna anländer först till inflammationsstället och förstör bakterier **#2# genom fagocytos**. Mastcellerna utgör också en del av det medfödda immunförsvaret. De frigör **#3# histamin** som ökar blodkärlens permeabilitet och orsakar inflammationssymptom.

Det förvärvade, det vill säga det antikroppsförmedlade, immunförsvaret aktiveras då smittämnet (patogenen) inte kan stoppas med respons i ett tidigt skede. I det förvärvade immunförsvarets funktion deltar B-lymfocyterna genom att identifiera smittämnets antigen och differentieras till **#4# plasmaceller**, som producerar antikroppar. T-lymfocyterna som mognar i **#5# brässen (thymus)** delas in i T-hjälparceller och mördar-T-celler. T-hjälparcellernas uppgift är att **#6# aktivera andra immunceller**.

En del av B- och T-lymfocyterna omvandlas till **#7# minnesceller**. Immuncellerna samarbetar: makrofagerna kan till exempel presentera antigener för **#8# T-lymfocyter** som i sin tur aktiverar B-lymfocyter och andra delar av immunsystemet.

Monoklonala antikroppar används vid behandling av många sjukdomar, såsom cancer och autoimmunsjukdomar. De identifierar målcellen genom att binda till dess **#9# ytstruktur**. En monoklonal antikropp binds till antigenet med hjälp av antikroppens identifieringsställe (CDR, *complementarity-determining region*). I dessa identifieringsställen finns flera aromatiska aminosyror, såsom **#10# fenylalanin**.



b) (5 p.)

- b1. 3.
- b2. 2.
- b3. 1.
- b4. vätebindning
- b5. jonbindning

A3. Leverns metabolism (9 p.)

a) (6 p.)

- a1. portvenen och leverartären
- a2. aktiv transport
- a3. B
- a4. A
- a5. En aminosyra byts mot en annan i enzymets struktur.
- a6. Små förråd av glutation

b) (3 p.)

22,5 g

A4. En svinaktig affär (5 p.)

Svinen utvecklades för cirka 40 miljoner år sedan under eocentiden, som utgör en del av **#1# kenozoikum, det vill säga livets nya tid**. Nuförtiden lever vildsvin på nästan alla kontinenter och i olika miljöer. De är allätare och har en **#2# bred** ekologisk nisch. Under de senaste årtiondena har vildsvinet spridit sig till Finland från Estland och Ryssland och den kallas därför för en **#3# invaderande art**. Den finländska stammen är fortfarande liten men under gynnsamma förhållanden kan vildsvinen öka snabbt i antal. I något skede avskärar dock populationens tillväxt eftersom omgivningens **#4# motstånd ökar** då populationens täthet börjar öka. Hos vildsvin förekommer afrikansk svinpest som redan har spridit sig till bland annat Baltikum. Patogenen är det afrikanska svinpestviruset vars genom är likadant som hos till exempel adeno-, herpes- och koppvirus vilket innebär att det är ett **#5# DNA-virus**.

I vildsvinens muskler kan det förekomma parasitiska trikiner (*Trichinella spiralis*). Då man äter rått griskött kan trikinlarver spridas till människan och tränga in i människans muskler. Detta kan leda till muskelvärk och eosinofili där mängden av eosinofila **#6# granulocyter** ökar. Trikinerna tillhör rundmaskarna som i organismernas klassificering placeras sig på motsvarande nivå som plattmaskarna. Således bildar rundmaskar och plattmaskar båda sin egen **#7# stam**. Man antar att de första rundmaskarna utvecklades redan för över 500 miljoner år sedan under den första perioden av livets gamla tid, det vill säga under **#8# kambriumperioden**. Till rundmaskarna hör också spolmasken (*Ascaris lumbricoides*) som är den vanligaste av de maskar som kan orsaka en infektion hos människan. Infektionens symptom är oftast lindriga. Ibland kan spolmaskar täppa till bukspottkörtel- och gallgångarna vilket kan leda till inflammation i bukspottkörteln. Tilltäppning av gångarna kan också påverka matsmältningen och särskilt spjälkningen av **#9# lipider**. Grisens spolmask (*Ascaris suum*) är en annan art än den som förekommer vanligt hos människan. Grisens spolmask orsakar en sjukdom som är en zoonos, som **#10# kan** överföras till människan.

A5. Benen bildar kroppens skelett (9 p.)

a) (2 p.)

Ryggradsdjurens skelett bildas av ben. Skelettet möjliggör rörelser och skyddar inre organen samt hjärnan. De första (*a. stam*) **ryggsträngsdjuren** med ett inre skelett, och till vilka även ryggradsdjuren hör, utvecklades för cirka **#1# 500** miljoner år sedan. Hos olika ryggradsdjur har skelettets delar och omgivande strukturer specialiserats för olika uppgifter. Till exempel människohänder och fågelvingar kan kallas för (*b.*) **homologa** strukturer eftersom de har ett gemensamt genetiskt ursprung. Människans skelett avviker från skeletten hos de flesta andra däggdjur, eftersom vår upprätta ställning som en följd av evolutionen åstadkom **#2# en S-formad ryggrad**, vilket inte påträffas hos ryggradsdjur som rör sig på alla fyra.

b) (3 p.)

b1. osteonens rand

b2. Blodkärl och nerver går genom strukturen i fråga.

b3. osteocyt

c) (4 p.)

Led eller gångjärnsled.

1. Ledbrosket finns på benets yta och dess uppgift är att **fungera som ett glidunderlag/en stötdämpare / skydda benet mot slitage / minska friktion.**

2. Ledkapseln/ledhinnan omger ledhåligheten. Den bildar en sluten påse som sträcker sig från det ena ledande benet till det andra och som innerst har en **ledhinna som producerar ledvätska** och utanför denna en fibrös hinna. **Ledvätskan smörjer ledbrosket / minskar friktion / ger näring åt ledbrosket.**

3. Ledbandet (ligamentet) är en bindvävnad som **fäster två ben i varandra / stärker ledkapseln / stöder leden.**



A6. Mannens fortplantningsbiologi (9 p.)

a) (4 p.)

a1. $2n2c$

a2. $2n4c$

a3. $1n2c$

a4. $1n1c$

b) (5 p.)

Det är fråga om negativ återkopplingsreglering.

Som en följd av förhöjd testosteronhalt minskar produktionen av hormoner i hypotalamus, vilket i sin tur minskar utsöndringen av luteiniserande hormon (LH) och follikelstimulerande hormon (FSH) i hypofysens framlob. Ändringen i hormonutsöndringen minskar produktionen av testosteron i testiklarnas interstitiala celler (Leydigceller). Ändringen påverkar också funktionen hos sädeskanalernas stödceller (Sertoliceller) så att produktionen av spermier minskar.

A7. Blodgruppsfaktorernas betydelse vid graviditet (8 p.)

I den första graviditeten uppstår sällan problem eftersom moderns och fostrets blod inte kommer i direkt kontakt med varandra. I samband med förlossningen kommer deras blod i kontakt med varandra, varvid modern börjar producera antikroppar och minnesceller mot rhesusfaktorn. Därför uppstår i senare graviditeter antikroppar mot fostrets röda blodkroppar. Antikropparna kommer via moderkakan till fostret och börjar sönderdela fostrets röda blodkroppar. Det här kan förebyggas genom att efter första förlossningen ge kvinnan antikroppar mot rhesusfaktorn. Då bildar kvinnan inte själv antikroppar eller minnesceller mot rhesusfaktorn.



A8. Nervsystemets struktur och funktion (11 p.)

a) (1 p.)

#1# nässeldjuren

b) (3 p.)

1. #2# natrium-kaliumpump
2. #3# natriumkanal
3. #4# kaliumkanal

c) (3 p.)

Skede I #5# (b)
Skede II #6# (a)
Skede III #7# (c)

d) (1 p.)

Det uppstår ingen aktionspotential.

e) (2 p.)

Sjukdomen skadar nervcellens axon och den omgivande myelinskidan. Därmed framskrider nervimpulsen långsammare och förhindras slutligen helt.

f) (1 p.)

reglerar-T-celler



A9. Melas-sjukdomen (11 p.)

a) (1 p.)

arkeoner och bakterier

b) (3 p.)

1. #1# matrix
2. #2# inre membran
3. #3# intermembranområde
4. #4# ribosom
5. #5# DNA
6. #6# koldioxid

c) (1 p.)

c

d) (6 p.)

Elektronöverförarna (NADH och FADH) som erhållits ur glykolysen och citronsyracykeln överför elektroner och väte till mitokondriens inre membran under aeroba förhållanden. Elektronerna som erhållits från elektronöverföraren förflyttas på membranet från en elektronöverförare till en annan och samtidigt erhålls energi. Den erhållna energin används för att pumpa protoner från matrix till intermembranområdet. Då bildas olika protonhalter på båda sidorna av inre membranet. I slutet av kedjan förflyttas elektronen till syre som reduceras. Därvid bildas vatten. Skillnaden mellan protonhalterna strävar till att utjämnas då protoner flödar från intermembranområdet tillbaka till matrix via enzymet i inre membranet. Samtidigt katalyserar enzymet uppkomsten av ATP från fosfat och ADP.



A10. Genreglering och genteknologi (11 p.)

a) (4 p.)

a1. AUGUUUAGCGUACCGUA

a2. AUGACACGAAUAAAAGAUAAACCUGGAGUUGUA

b) (7 p.)

I rekombinant-DNA-teknik överförs (klonas) den proteinkodande genen från den ursprungliga källan till en plasmidvektor. Den överförda genen är i en form som kan translateras. I processen kan man använda alternativa metoder och olika granskningsskeden. Poäng kan fås till exempel för följande saker:

- Isolering av genom-DNA/mRNA ur HeLa-cellerna (söndring av cellerna: till exempel genom att mala eller sönderdela kemiskt)
- Rengöring av DNA (till exempel centrifugering, alkoholutfällning eller bruk av isolerande kit, bestämning av DNA-halt)
- Isolering av plasmidvektor ur bakterierna på motsvarande sätt som i rengöring av DNA och behandling med restriktionsenzym
- Kopiering av genen med PCR-metoden (i PCR används värmestabilt polymeras och primers som baserar sig på gensekvensen)
- Planering av gensekvensen till en form som kan translateras (reglerande område, ATG-kodon)
- Granskning av genprodukten till exempel med elektrofores där DNA-fragmenten separeras enligt längd
- Överföring av genen till en plasmidvektor med hjälp av restriktions- och ligaszymer
- Överföring av den klonade plasmiden till bakterier till exempel med elström
- Odling av bakterier i en skål i ett värmeskåp
- Isolering och rengöring av plasmiden
- Sekvensering av den klonade genen genom till exempel Sanger-sekvenseringsmetoden för att försäkra att genen har rätt struktur för tillverkning av proteinet
- Tillämpning av *Southern*, *Northern* eller *Western blotting*-metoderna
- Produktion av proteinet i en bioreaktor

**B1. Sötning av läskedrycker (11 p.)****a) (4 p.)**

Hör sukralos till följande kemiska föreningsgrupper?

- aldehyder	#1#	nej
- aromatiska föreningar	#2#	nej
- estrar	#3#	nej
- fenoler	#4#	nej
- ketoner	#5#	nej
- primära alkoholer	#6#	ja
- sekundära alkoholer	#7#	ja
- tertiära alkoholer	#8#	nej

[Rätt svar:]

Innehåller aspartam följande funktionella grupper?

- aldehydgrupp	#9#	nej
- amidgrupp	#10#	ja
- aminogrupp	#11#	ja
- bensenring / aromatisk ring	#12#	ja
- estergrupp	#13#	ja
- fenolisk hydroxigrupp	#14#	nej
- karboxyl(syra)grupp	#15#	ja
- keto(n)grupp	#16#	nej

[Rätt svar:]

b) (7 p.)**b1.** $C_{12}H_{19}Cl_3O_8$ **b2.** 201,3 g/mol**b3.** jonbindning**b4.** 0,0204 mol**b5.** 147 burkar**b6.** $7,8 \cdot 10^{-4}$ mol/l**b7.** 240 l



B2. Ibuprofen (15 p.)

a) (3 p.)

a1. 9

a2. $\text{pH} > 7$

a3. 7

b) (6 p.)

b1. 15,5 %

b2. 0,40 %

c) (6 p.)

Substansmängden för natriumhydroxid:

$$n(\text{NaOH}) = cV = 0,100 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,00967 \text{ l} = 0,000967 \text{ mol.}$$

Substansmängden för ibuprofen är densamma som för NaOH.

Mängden ibuprofen i hela lösningen:

$$4 \cdot 0,000967 \text{ mol} = 0,003868 \text{ mol.}$$

Molmassan för ibuprofen:

$$M(\text{ibuprofen}) = (13 \cdot 12,01 + 18 \cdot 1,008 + 2 \cdot 16,00) \text{ g/mol} = 206,274 \text{ g/mol.}$$

Ibuprofenets massa:

$$m = nM = 0,003868 \text{ mol} \cdot 206,274 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,7978678 \dots \text{ g} \approx \mathbf{798 \text{ mg.}}$$

B3. Hur joner namnges (5 p.)

Jon 1: #1# vv2 Acetatjon

Jon 2: #2# vv10 Vätekarbonatjon

Jon 3: #3# vv1 Ammoniumjon

Jon 4: #4# vv6 Nitritjon

Jon 5: #5# vv4 Karbonatjon

B4. Tyrosinets reaktioner (10 p.)

Reaktion 1: #1# vv4 Brom och katalysator

Reaktion 2: #2# vv12 Metanol och syrakatalysator

Reaktion 3: #3# vv8 Ättiksyraanhydrid

Reaktion 4: #4# vv16 Pentan-1,5-diamin och bas

Reaktion 5: #5# vv15 Natriumvätekarbonat



B5. Energifprofil (10 p.)

a) (3 p.)

I reaktionen frigörs energi eftersom produkternas entalpi är lägre än utgångsämnenas.

Reaktionen är exoterm.

b) (1 p.)

Övergångstillstånd / transitionstillstånd / aktiverat komplex / övergångskomplex

c) (3 p.)

Skede (1) är långsammare eftersom dess aktiveringsenergi är högre än hos skede (2).

d) (3 p.)

Energifilen motsvaras av reaktion **#1# 3**.

B6. Förbränningsreaktion (13 p.)

Ett kilogram av detta stenkol innehåller 50 g icke-brännbar mineralaska, 20 g vatten, 790,5 g kol (C), 46,5 g väte (H) och 93 g syre (O).

Förbränningsreaktionslikheter: $C + O_2 \rightarrow CO_2$ och $4H + O_2 \rightarrow 2H_2O$.

Därmed är mängden syre som behövs för att förbränna kolet och vätet:

$$\begin{aligned} n(O_2) &= 790,5 \text{ g} / 12,01 \text{ g/mol} + 46,5 \text{ g} / (4 \cdot 1,008 \text{ g/mol}) \\ &= 77,35289 \text{ mol.} \end{aligned}$$

Stenkolet innehåller syreatomer:

$$n = 93 \text{ g} / 16,00 \text{ g/mol} = 5,8125 \text{ mol.}$$

Ur dessa får man syre för förbränningen

$$n(O_2) = 5,8125 \text{ mol} / 2 = 2,90625 \text{ mol.}$$

Syret i vattnet och mineralaskan deltar inte i förbränningen. Således är mängden syre som behövs från luften

$$n = 77,35289 \text{ mol} - 2,90625 \text{ mol} = 74,44664 \text{ mol.}$$

Eftersom det finns 21 volym-% syre i luften har den mängd luft, som behövs för förbränningen, volymen $100/21 = 4,7619$ gånger.

Således är mängden luft som behövs för att förbränna stenkolsprovet

$$4,7619 \cdot 74,44664 \text{ mol} \cdot 22,711 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol} = 8,0512 \text{ m}^3.$$

Svar: 8,1 m³



B7. Fysiologisk saltlösning (11 p.)

a) (1 p.)

0,360 g

b) (2 p.)

32,5 ml

c) (3 p.)

82 % av lösning 1 och 18 % av lösning 2

d) (5 p.)

$$V_{\text{start}} + V_{\text{tillsats}} = V_{\text{slut}}$$

$$n_{\text{start}} + n_{\text{tillsats}} = n_{\text{slut}}$$

$$c_{\text{start}}V_{\text{start}} + c_{\text{tillsats}}V_{\text{tillsats}} = c_{\text{slut}}V_{\text{slut}}$$

$$c_{\text{start}}V_{\text{start}} + c_{\text{tillsats}}V_{\text{tillsats}} = c_{\text{slut}}(V_{\text{start}} + V_{\text{tillsats}})$$

$$V_{\text{tillsats}} = \frac{(c_{\text{start}} - c_{\text{slut}})V_{\text{start}}}{c_{\text{slut}} - c_{\text{tillsats}}} = \frac{\left(0,100 \frac{\text{mol}}{\text{l}} - 0,154 \frac{\text{mol}}{\text{l}}\right) \cdot 0,0500 \text{ l}}{0,154 \frac{\text{mol}}{\text{l}} - \frac{22,0 \frac{\text{g}}{\text{l}}}{58,44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}} = 0,012137314 \text{ l} \approx \underline{\underline{12,1 \text{ ml}}}$$

B8. Biomolekylerna i den röda blodkroppens cellmembran (15 p.)

$$m_{\text{lipider}} = n_{\text{fos}} \cdot M_{\text{fos}} + n_{\text{kol}} \cdot M_{\text{kol}} + n_{\text{gly}} \cdot M_{\text{gly}}$$

$$0,50 \cdot 10^{-12} \text{ g} = n_{\text{fos}} \cdot 750 \text{ g/mol} + 0,75 \cdot n_{\text{fos}} \cdot 386,64 \text{ g/mol} + (n_{\text{fos}} / 7,02) \cdot 810 \text{ g/mol}$$

$$n_{\text{fos}} = 4,3276 \cdot 10^{-16} \text{ mol}$$

$$n_{\text{kol}} = 0,75 \cdot 4,3276 \cdot 10^{-16} \text{ mol} = 3,2457 \cdot 10^{-16} \text{ mol}$$

Antalet kolesterolmolekyler i cellmembranet:

$$N_{\text{kol}} = n_{\text{kol}} \cdot N_A = 3,2457 \cdot 10^{-16} \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 1,9546 \cdot 10^8 \text{ molekyler}$$

Kolesterolmolekylernas yta i cellmembranet:

$$A = 0,40 \cdot 10^{-18} \text{ m}^2/\text{molekyl} \cdot 1,9546 \cdot 10^8 \text{ molekyler} = 7,818 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2$$

Eftersom cellmembranet är ett dubbelskikt, utgör kolesterolmolekylerna på cellens ytskikt hälften av denna yta. Således är andelen av den röda blodkroppens yttre yta som utgörs av kolesterolmolekylerna

$$7,818 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2 / (2 \cdot 120 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2) = 0,3258 \approx \underline{\underline{33 \%}}$$



C1. Flervalsuppgifter i fysik, del 1 (18 p.)

- a) 16 km/h
- b) 19 J
- c) 2,3 kg m/s
- d) 380 μN
- e) 0,20 mm
- f) -58 V
- g) 420 μT
- h) 14,4 m^3
- i) 10 kJ
- j) 0,09 %
- k) 1,5 gånger större
- l) 128 kPa
- m) Värmeenergin bryter bindningar mellan partiklar.
- n) $6,8 \cdot 10^3\text{ s}$
- o) 13 cm
- p) 195 Nm
- q) 16 pF
- r) 25 Ω

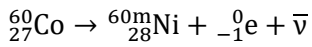
C2. Flervalsuppgifter i fysik, del 2 (10 p.)

- a) 1,5 km/s
- b) 1,3 m
- c) 14 A
- d) 20 Ω
- e) $6,1 \cdot 10^{-12}$



C3. En koboltkanon (12 p.)

a) (1,5 p.)



#1# vv2 b

#2# vv1 e

#3# vv2 j

b) (1,5 p.)

0,318 MeV

c) (4 p.)

I början var ${}^{60}\text{Co}$ -isotopens massa i kapseln

$$m_0({}^{60}\text{Co}) = N_0 \cdot m_{60\text{Co}} = \frac{A_0}{\lambda} \cdot m_{60\text{Co}} = \frac{A_0 \cdot T_{1/2}}{\ln 2} \cdot m_{60\text{Co}}$$

$$= \frac{113 \text{ TBq} \cdot 5,27 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}}{\ln 2} \cdot 59,9338 \cdot 1,6605389 \cdot 10^{-24} \text{ g} \approx 2,696 \text{ g.}$$

Senast vid utgången av år 2024 var ${}^{60}\text{Co}$ -isotopens massa i kapseln

$$m_{25\text{v}}({}^{60}\text{Co}) = N \cdot m_{60\text{Co}} = \frac{A}{\lambda} \cdot m_{60\text{Co}} = \frac{A_0 e^{-\lambda t} \cdot T_{1/2}}{\ln 2} \cdot m_{60\text{Co}}$$

$$= \frac{113 \text{ TBq} \cdot e^{-\ln 2 \cdot \frac{25}{5,27}} \cdot 5,27 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}}{\ln 2} \cdot 59,9338 \cdot 1,6605389 \cdot 10^{-24} \text{ g} \approx 0,101 \text{ g.}$$

${}^{60}\text{Co}$ -isotopens massa minskade således med

$$m = 2,696 \text{ g} - 0,101 \text{ g} \approx \mathbf{2,60 \text{ gram.}}$$

d) (5 p.)

Eftersom rörelseenergin bevaras vid deexciteringen och gammakvanta emitteras i motsatta riktningar får ${}^{60}\text{Ni}$ -atomen rörelsemängden

$$\Delta p = \frac{E_2 - E_1}{c} = \frac{1,332 \text{ MeV} - 1,173 \text{ MeV}}{c} = \frac{0,159 \text{ MeV}}{c} = \frac{0,159 \cdot 10^6 \cdot 1,602176634 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{299792458 \text{ m/s}} \approx 8,497 \cdot 10^{-23} \text{ kgm/s}$$

Vidare erhålls för atomens kinetiska energi

$$E_{kin} = \frac{\Delta p^2}{2m} = \frac{(8,497 \cdot 10^{-23} \text{ kgm/s})^2}{2 \cdot (59,9308 \cdot 1,6605389 \cdot 10^{-27}) \text{ kg} \cdot 1,602176634 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV}} \approx \mathbf{0,226 \text{ eV.}}$$



C4. Hur bilder uppstår vid magnetavbildning (15 p.)

a) (6 p.)

Vi löser ekvationen för nettomagnetiseringens längsgående komponent:

$$M_z(t) = M_z(0) \cdot (1 - e^{-t/T_1}), \text{ då } \frac{M_z(t)}{M_z(0)} = 0,5.$$

$$\Rightarrow 0,5 = 1 - e^{-t/T_1} \Leftrightarrow e^{-t/T_1} = 0,5$$

$$\Rightarrow \ln 0,5 = -t/T_1 \Leftrightarrow t = -1,2 \text{ s} \cdot \ln 0,5 = 0,8318 \text{ s} \approx \mathbf{0,83 \text{ s}}$$

b) (4 p.)

Nettomagnetiseringens tvärgående komponents M_{xy} andel vid tidpunkten $t = 40 \text{ ms}$:

$$\frac{M_{xy}(40 \text{ ms})}{M_{xy}(0)} = e^{-40/80} = e^{-0,5} = 0,6065 \approx \mathbf{60 \%}$$

c) (5 p.)

Skillnaden mellan vinkelfrekvenserna är

$$\omega(x) - \omega_0 = \Delta\omega = \gamma G_x x = 2,675 \cdot 10^8 \text{ rad/s/T} \cdot 0,01 \text{ T/m} \cdot 0,02 \text{ m} = 53500 \text{ rad/s.}$$

Frekvensernas skillnad är då

$$\Delta f = \frac{\Delta\omega}{2\pi} = \frac{53500 \text{ rad/s}}{2\pi} = 8,5148 \cdot 10^3 \text{ Hz} \approx \mathbf{8,5 \text{ kHz.}}$$



C5. Laddade klot som hänger i trådar (12 p.)

Vi räknar ut avståndet r mellan kloten:

$$r = 2 \cdot \sin 15^\circ \cdot 1,35 \text{ m} = 0,6988 \text{ m}.$$

Utifrån avståndet kan vi beräkna den elektriska styrkan F_C mellan kloten:

$$F_C = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{(3,00 \cdot 10^{-9} \text{ C})^2}{4 \cdot \pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \cdot (0,6988 \text{ m})^2} = 1,657 \cdot 10^{-7} \text{ N}.$$

F_E är kraften som orsakas av det elektriska fältet E mellan korridorens väggar. Kraften beror av spänningen U mellan korridorens väggar samt av korridorens bredd d så, att

$$F_E = qE = \frac{qU}{d}.$$

I tyngdkraftens riktning följer trådens spännkraft T ekvationen

$$T \cos \alpha = mg.$$

I den elektriska kraftens riktning följer T ekvationen

$$T \sin \alpha = F_E - F_C.$$

Genom att kombinera ekvationerna för trådens spännkraft får vi

$$mg \tan \alpha + F_C = \frac{qU}{d},$$

ur vilken vi löser d och placerar in de numeriska värdena i den erhållna ekvationen:

$$d = \frac{qU}{mg \tan \alpha + F_C} = \frac{3,00 \cdot 10^{-9} \text{ C} \cdot 255 \cdot 10^3 \text{ V}}{155 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot \tan 15^\circ + 1,657 \cdot 10^{-7} \text{ N}} = 1,877 \text{ m} \approx \mathbf{1,88 \text{ m}}.$$



C6. Bergochdalbana (10 p.)

I utgångsläget erhålls $E_0 = \frac{1}{2}mv_0^2$ för vagnens kinetiska energi, ur vilket vi kan lösa $v_0 = \sqrt{\frac{2E_0}{m}}$.

Vagnens energi då den befinner sig på toppen av loopen är $E_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 + 2mgr$.

Eftersom energin bevaras vet vi att $E_1 = E_0$.

På toppen av loopen verkar tyngdkraften som centripetalkraft $F = mg = \frac{mv_1^2}{r}$, ur vilket vi kan lösa $v_1^2 = rg$.

Således är $E_1 = \frac{5}{2}mgr$ och vagnens fart i början av loopen är

$$v_0 = \sqrt{\frac{2E_1}{m}} = \sqrt{5gr} = \sqrt{5 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 6,50 \text{ m}} = 17,855... \text{ m/s} \approx \mathbf{17,9 \text{ m/s}}$$

C7. Hörselsinnet (5 p.)

Ljudets intensitetsnivå i decibel är

$$L = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right).$$

Ur detta kan vi lösa

$$\begin{aligned} I &= I_0 \cdot 10^{\left(\frac{L}{10}\right)} \\ &= 10^{-12} \cdot 10^{85/10} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} = 3,16228 \cdot 10^{-4} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}. \end{aligned}$$

Ljudets intensitet är

$$I = \frac{P}{A},$$

ur vilket vi kan lösa ljudets effekt:

$$P = I \cdot A = 3,16228 \cdot 10^{-4} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 45 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 1,4230 \cdot 10^{-8} \text{ W} \approx \mathbf{1,4 \cdot 10^{-8} \text{ W}}.$$

**C8. Att använda insulinpump i ett flygplan (8 p.)**

I utgångsläget är $V_1 = 10 \mu\text{l}$ och trycket p_1 . Det slutliga trycket är $p_2 = p_1 \cdot 0,75$.

Processen är isoterm:

$$V_1 p_1 = V_2 p_2$$

$$V_2 = \frac{V_1 p_1}{0,75 p_1} = \frac{10}{0,75} \mu\text{l} = 13,33 \dots \mu\text{l}.$$

Vi beräknar volymändringen:

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 3,33 \dots \mu\text{l}.$$

Vi omvandlar resultatet till insulinenheten U:

$$k = 100 \frac{\text{U}}{\text{ml}} = 0,1 \frac{\text{U}}{\mu\text{l}}$$

$$\Delta V[\text{U}] = \Delta V[\mu\text{l}] \cdot k = 3,33 \dots \mu\text{l} \cdot 0,1 \frac{\text{U}}{\mu\text{l}} = 0,3 \text{ U}$$

Personen får för mycket insulin eftersom bubblans volym växer då trycket sjunker, vilket pressar en större mängd insulin in i kroppen.