

DET MEDICINSKA URVALSPROVET

27.5.2014

UPPGIFTSKOMPENDIUM

Detta är urvalsprovets uppgiftskompendium. Kompendiet innehåller introduktioner till uppgifterna, urvalsuppgifterna och som bilaga en formelsamling samt tabellinformation.

Förutsättningen för att kunna lösa uppgifterna är att man behärskar och kan tillämpa kunskaper som man erhållit genom de obligatoriska och fördjupade kurserna i biologi, fysik och kemi enligt grunderna för gymnasiet läroplan, samt ur introduktionstexterna, formlerna och tabellerna i uppgiftskompendiet.

Introduktionstexterna kan även höra ihop med andra än de uppgifter eller uppgiftsserier som följer direkt efter introduktionstexten i fråga.

Kontrollera att det uppgiftskompendium du erhållit, utöver pärmbudet, innehåller uppgiftsidorna 2–23 samt formel- och tabellsidorna L1–L4.

Formel- och tabellvärdena i bilagan L1–L4 antas vara exakta i samband med räkneoperationerna.

Uppgifterna 1, 2 och 3c besvaras på en separat optiskt läsbar blankett. Svaren på de övriga uppgifterna skrivs i svarskompendiet.

Det medicinska urvalsprovet börjar kl. 9:00 och slutar kl. 14:00 och räcker exakt 5 timmar. Man får komma in i provsalarna ända fram till kl. 9:40 och man får avlägsna sig tidigast kl. 10:00.

Bedömningen av svaren och poängsättningen:

Bedömningen av svaren baserar sig på de obligatoriska och fördjupade kurserna i biologi, fysik och kemi enligt grunderna för gymnasiet läroplan, samt det uppgiftskompendium som delats ut vid urvalsförhört. I samband med varje uppgift och deluppgift har angivits den maximala poängmängden.

Svarens sammanlagda poängsumma kallas råpoäng. De olika universitetens urvalskommittéer bestämmer självständigt och i enlighet med sina egna regler hur dessa råpoäng omvandlas till urvalspoäng, samt om eventuell eliminering av deluppgifter och andra åtgärder som berör bedömningen.

Då urvalsprovet är över publiceras svarsanalysen, som beskriver de allmänna principerna för poängsättningen och de faktahelheter som krävs i svaren. Svarsanalysen är riktgivande och utgör inte ett fullständigt utformat modellsvar.

Uppgift 1 (Delarna 1A–1C)

30 p

Besvaras på den optiskt läsbara blanketten.

Del 1A (10 p)

Poängsättning:

Val av rätt påstående = 0,5 p

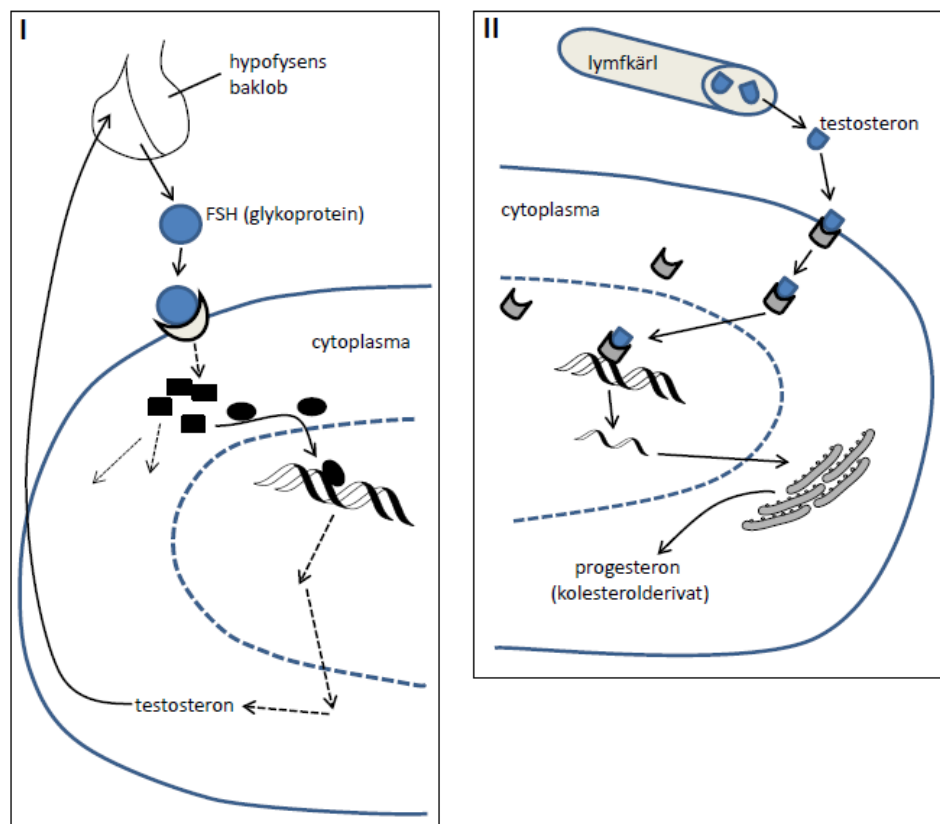
Val av fel påstående = -0,5 p

Uteblivet val av rätt påstående = -0,5 p

Det lägsta poängmängden för Del 1A = 0 p

a.

Figurerna I och II beskriver hormonal signalöverföring i människokroppen. Obs! Bilderna innehåller fel.

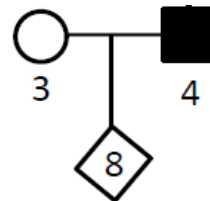


Vilket/vilka av följande påståenden som anknyter till den hormonala signalöverföringen är rätt/rätta?

1. Hypofysens framlob producerar FSH under reglering av mellanhjärnan.
2. FSH-receptorn finns på cellmembranet.
3. Då FSH binds till sin receptor initieras en sekundär budbärarkedja i cytoplasman.
4. Den reaktionskedja som FSH inducerar ökar testosteronproduktionen i cellen.
5. Testosteronproduktion minskar produktionen av LH via negativ återkopplingsreglering.
6. Lymfkärlen har en central roll vid transporten av hormoner (såsom testosteron) till målorganen.
7. Testosteronet binds på grund av sin fettlöslighet snabbt till sin receptor, som finns på cellmembranet.
8. Testosteron-receptor-komplexet binds till målgenens regleringsområde.
9. Budbärar-RNA styr progesteronproduktionen som sker i det grova endoplasmatiska nätverket.
10. Testosteron är inte ett centralt hormon för stimulering av progesteronproduktionen.
11. De steroidhormoner som produceras av körtelcellerna förflyttar sig via vävnadsvätskan till blodomloppet.

b.

Ett par (3 och 4 i släkträdets intill) väntar sin första avkomling (8). De grubblar över sannolikheten för att deras avkomling, ifall det är en pojke, ärver den sjukdom som belastar mannen (4) och hans släkt. I moderns (3) släkt förekommer sjukdomen inte. Man känner inte till hur sjukdomen nedärvs i mannens släkt.



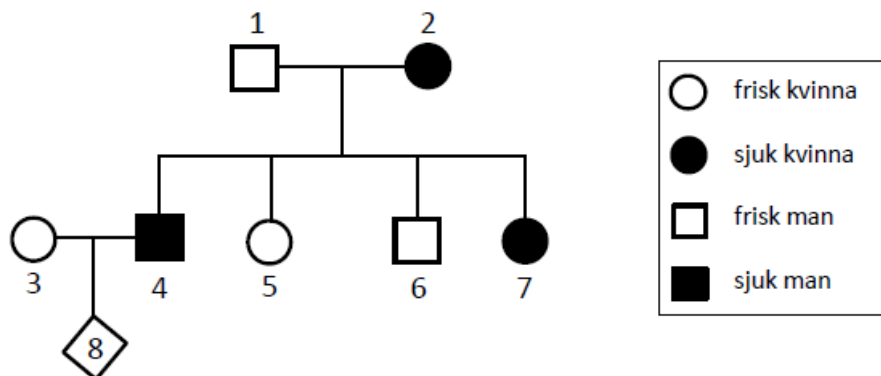
Vilket/vilka påstående(n) angående nedärvning av denna sjukdom kan vara rätt(a) i situationen som illustreras av detta släkträd?

12. Ifall sjukdomen förorsakas av en autosomal dominant allel, är sannolikheten för att sjukdomen uppträder hos sonen 50 %.
13. Ifall sjukdomen förorsakas av en autosomal recessiv allel, är sannolikheten för att sjukdomen uppträder hos sonen 50 %.
14. Ifall sjukdomen förorsakas av en X-kromosomal dominant allel, är sannolikheten för att sjukdomen uppträder hos sonen 50 %.
15. Ifall sjukdomen förorsakas av en X-kromosomal recessiv allel, är sannolikheten för att sjukdomen uppträder hos sonen 0 %.

c.

Fortsättning på deluppgift b.

Nedärvningen av sjukdomen i mannens (4) släkt utreddes, vilket gav följande ärftlighetsschema:

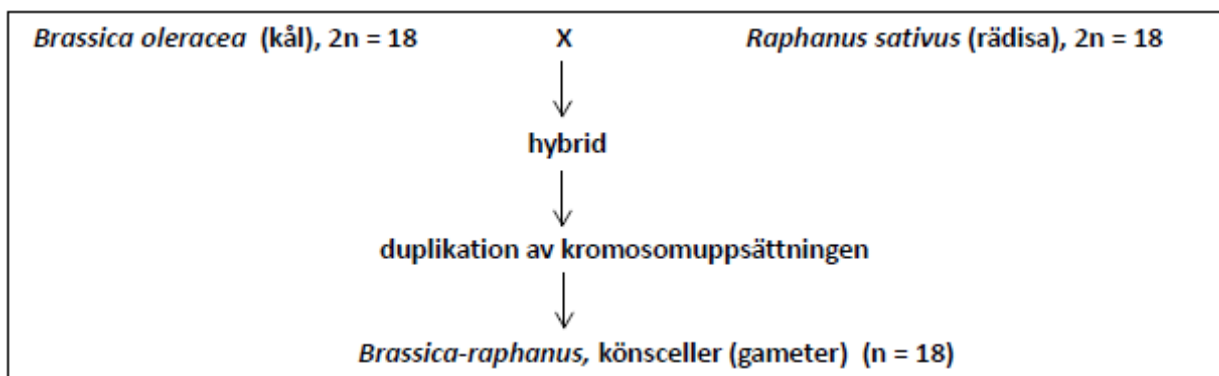


Vilket/vilka av följande påståenden beträffande nedärvningen av denna sjukdom är rätt(a) på basis av de nya uppgifterna?

16. Sjukdomen kan vara förorsakad av en autosomal dominant allel.
17. Sjukdomen kan vara förorsakad av en autosomal recessiv allel.
18. Sjukdomen kan vara förorsakad av en X-kromosomal dominant allel.
19. Sjukdomen kan vara förorsakad av en X-kromosomal recessiv allel.

d.

Schemat nedan beskriver hybridförädlingen mellan kål och rädisa.

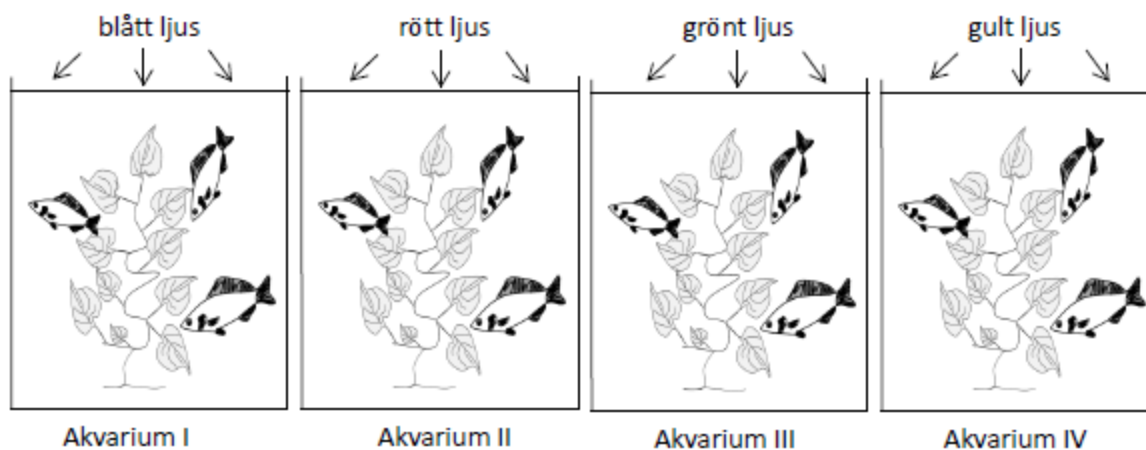


Vilket/vilka av följande påståenden som anknyter till hybridförädlingsschemat är rätt(a)?

20. Det är inte fråga om en monohybridkorsning.
21. *Brassica-raphanus* är en ny art.
22. Hybriden som nämns på schemats andra rad är steril.
23. Den i förra påståendet nämnda hybriden har 18 par homologa kromosomer.
24. Kålen och rädisan har sinsemellan 18 homologa kromosomer.
25. Kromosomerna hos kålen och rädisan är identiska och därför är korsningen möjlig.
26. Könscellerna (gameterna) hos *Brassica-raphanus* producerar fertil avkomma.

e.

Akvarierna I–IV i figuren nedan belyses antingen med blått, rött, grönt eller gult ljus. I övrigt är förhållandena i alla akvarier lika. Man matar fiskarna i alla akvarier på samma sätt och med samma foderpellets. Man antar att växterna i detta arrangemang betar sig som landväxter.

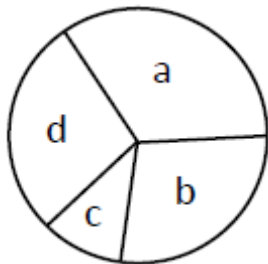


Vilket/vilka av följande påståenden, som är allmängiltiga eller som anknyter till experimentuppställningen ovan, är rätt(a)?

27. I de beskrivna förhållandena producerar växterna i akvarierna III och IV minst syre.
28. Absorptionsmaximum för klorofyll b ligger inom det röda ljusets våglängdsområde (ca 650 nm).
29. Vattnets fotolys sker i växterna utanför kloroplasternas assimilerande membransystem.
30. Hos fiskarna kräver cellandningens glykolysfas inget syre.
31. Hos fiskarna överförs syret i vattnet via gälartärerna till det trerummiga hjärtat.
32. I de beskrivna förhållandena I–IV svarar fiskarna och växterna för akvarieekosystemets andning.

f.

I cellcykeln kan man urskilja fyra faser: den mitotiska fasen (M), DNAs replikationsfas (S), tillväxtfasen (G1) och föreberedelse för delningen (G2).

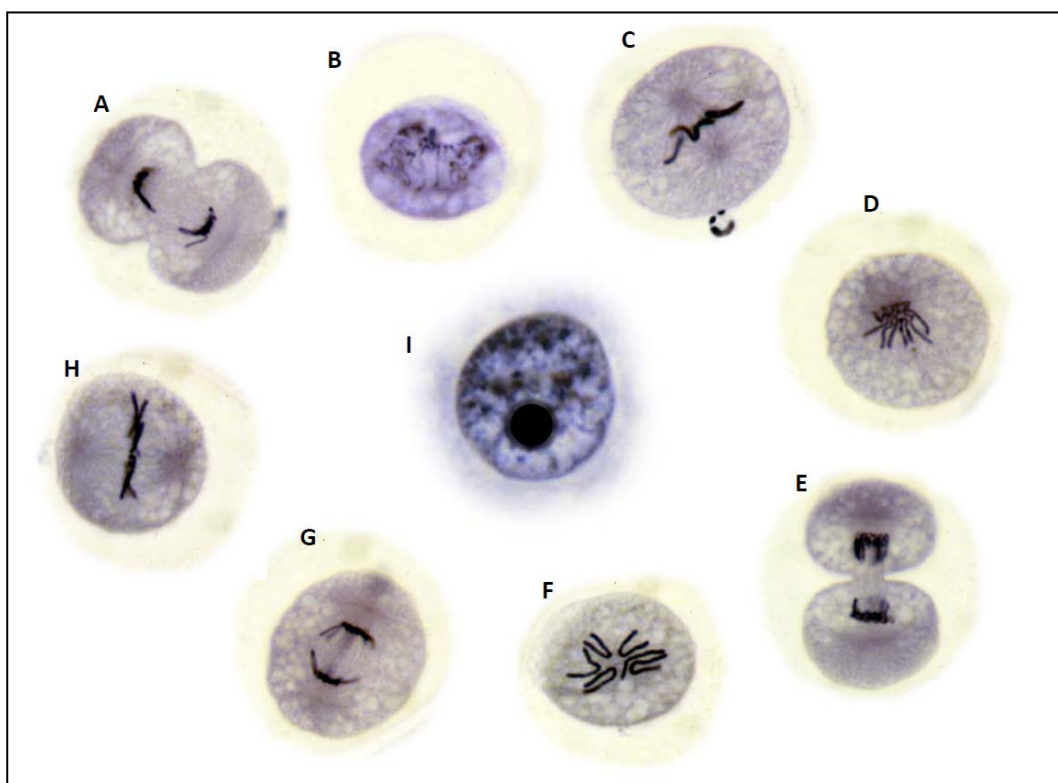


Vilken/vilka av de fyra sektorerna a, b, c, d i figuren ovan motsvarar tillväxtfasen (G1)?

33. Sektor a
34. Sektor b
35. Sektor c
36. Sektor d

g.

Mikroskopbilderna A–I nedan visar de olika faserna i cellcykeln i en slumpmässig ordning.



Vilket/vilka av följande svarsalternativ inkluderar både celler som befinner sig i cellcykelns mittfas (metafas) och i cellcykelns skiljefas (anafas)?

37. A, B, D, G
38. B, D, F, G
39. A, B, C, F
40. D, E, F, G

Del 1B (10 p)*Poängsättning:**Val av endast rätta alternativ inom en deluppgift (t.ex. 41–44) = 0,5 p.**Ett enda fel i en deluppgift = 0 p.*

Markera i den optiskt läsbara blanketten vilket/vilka av de följande påståenden 41–120 är rätt(a). I varje deluppgift (t.ex. 41–44) finns ett eller flera rätta påståenden.

Då man börjar belasta en vanlig blyackumulator,

- 41. ökar polspänningen.
- 42. går det mindre ström.
- 43. ökar ackumulatorns inre spänningsförluster.
- 44. svalnar ackumulatorn.

För en kropp som rör sig med konstant acceleration

- 45. ökar hastigheten som funktion av tiden i form av en parabel.
- 46. förändras hastigheten linjärt som funktion av tiden.
- 47. förändras positionen linjärt.
- 48. förblir den totala kraften, som påverkar kroppen, konstant.

Då två kroppar kolliderar med varandra

- 49. oelastiskt, bevaras inte rörelsemängden.
- 50. oelastiskt, bevaras den kinetiska energin.
- 51. fullständigt oelastiskt, fastnar kropparna vid varandra.
- 52. Inget av de ovannämnda (49–51) är rätt.

Då ljuset träffar snett ett medium med högre optisk densitet

- 53. ökar ljusets hastighet.
- 54. minskar ljusets våglängd.
- 55. ökar ljusets frekvens.
- 56. bryts vågrörelsen bort från ytnormalen.

Det hydrostatiska trycket i en vätskebassäng

- 57. är konstant.
- 58. beror på vätskans densitet.
- 59. förändras inte då lufttrycket förändras.
- 60. Inget av de ovannämnda (57–59) är rätt.

En astronaut i rymddräkt kan hoppa lodrätt uppåt till en höjd på 0,31 meter från jordens yta. Hur högt skulle samma astronaut kunna hoppa på Mars, om man inte beaktar atmosfärens inverkan? ($g_{Mars}=3,74 \text{ m/s}^2$)

- 61. 12 cm
- 62. 210 cm
- 63. 8,1 m
- 64. Inget av de ovannämnda (61–63) är rätt.

En ljusfiber består av ett böjligt rör (fibers mantel) som är fyllt med ett fast material (fibers kärna). Fibers mantel består av annat material än kärnan. Ljusstrålarna styrs in i fibers kärna. För att ljuset skall kunna fortskrida en lång sträcka i fibern,

65. måste ljuset, efter att ha nått fibern, penetrera gränssytan mellan kärnan och manteln.
66. måste mantelns material vara optiskt tätare än kärnans material.
67. måste mantelns material ha ett mindre brytningsindex än kärnans material.
68. måste manteln och kärnan ha samma brytningsindex.

Vilket eller vilka av följande påståenden, som anknyter till belysning och ljusets intensitet, är rätt(a)?

69. Enheten för illuminans är lux.
70. Man kan beräkna ljusstyrkan även för infraröd strålning.
71. Ljusstyrkans enhet är candela.
72. Cirka 500 lx räcker vanligtvis väl för läs- och skrivarbete.

Vilket eller vilka av följande påståenden i partikelfysiken är rätt(a)?

73. Kvarkarna och gluonerna räknas till materiens minsta beståndsdelar.
74. Neutrino hör till leptonerna.
75. Baryonerna är partiklar som består av tre kvarkar.
76. Protoner och neutroner hör till mesonerna.

Vilket eller vilka av följande påståenden är rätt(a)?

77. Det sker ingen värmeledning i fullständigt vakuum.
78. Värmestrålningen fortskrider långsammare i materia än i vakuum.
79. En snöboll utsänder ingen värmestrålning.
80. Vätskor leder vanligen värme sämre än gaser.

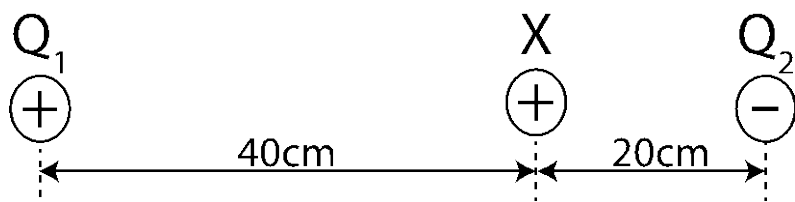
En pulka rör sig friktionsfritt nerför en backe. Vilket av följande påståenden är rätt för pulkans acceleration (a) i backens riktning, då backens lutningsvinkel i förhållande till horisontalplanet är 25 grader?

81. $a = 9,81 \text{ m/s}^2$
82. $a = \sin 25^\circ \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$
83. $a = \cos 25^\circ \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$
84. $a = \tan 25^\circ \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$

En bilist kör från ett tätortsområde upp på en motorväg och accelererar från hastigheten 40 km/h till motorvägshastigheten 120 km/h. Vad händer härvid med bilens kinetiska energi?

85. Kinetiska energin tredubblas.
86. Kinetiska energin förblir oförändrad.
87. Kinetiska energin sexdubblas.
88. Kinetiska energin niodubblas.

En laddad partikel X befinner sig i ett elektriskt fält mellan två laddningar enligt bilden nedan. De punktformiga laddningarna Q_1 och Q_2 är lika stora men har motsatta tecken. X är positivt laddad. Om kraften mellan partikel X och laddningen Q_1 är F , hur stor är då kraften mellan partikeln X och laddningen Q_2 ?



89. $F/2$
90. $F/4$
91. $2F$
92. $4F$

Då en elström går i en elektrisk ledare, uppstår ett elektriskt fält och ett magnetfält omkring ledaren. Vad kan man säga om magnetfältets riktning?

93. Magnetfältet är vinkelrätt i förhållande till strömmens riktning.
94. Den elektromagnetiska vågens magnetfält står vinkelrätt mot det elektriska fältet.
95. Magnetfältet har samma riktning som ledaren.
96. Inget av de ovannämnda (93–95) är rätt.

Två kroppar (A och B) rör sig linjärt längsmed ett friktionsfritt underlag. Hastigheten för kroppen A är dubbelt så hög som för kroppen B, men kroppen A:s massa är bara hälften av kroppen B:s massa. Vad kan man säga om den arbetsmängd som behövs för att stoppa kropparna?

97. Arbetsmängden är densamma för båda.
98. Det krävs dubbelt så mycket arbete för att få den snabbare kroppen (A) än den långsammare kroppen (B) att stanna.
99. Man kan inte bestämma arbetet, eftersom man inte känner till hur lång bromssträcka är.
100. För att få den långsammare kroppen (B) att stanna krävs en fjärdedel av det arbete som krävs för att stanna upp den snabbare kroppen (A).

Om summan av de krafter som påverkar en kropp i rörelse är noll,

101. stannar kroppen.
102. fortsätter kroppen med en jämnt accelererande rörelse.
103. ändras kroppens riktning.
104. fortsätter kroppen sin rörelse med jämn hastighet.

En passagerare sitter i ett flygplan och känner sig som om han/hon momentant skulle lyftas från sätet, dvs. känner sig lättare än normalt. I vilken eller vilka av följande situationer kan den beskrivna känslan uppstå?

105. Flygplanet håller på att landa, men hastigheten nedåt avtar.
106. Flygplanet stiger i höjd, men hastigheten uppåt avtar.
107. Flygplanet påbörjar sin landning.
108. Flygplanet stiger i höjd med accelererande hastighet.

Fosfor-32-isotopen används som markör inom medicinen. Om det får finnas en rest på 0,01 g kvar av den injicerade markörmängden i patientens kropp 90 dagar efter undersökningen, hur mycket fosfor-32-isotop fanns det då i sprutan vid injektionstidpunkten? Den fysikaliska halveringstiden för isotopen ifråga är 14,29 dagar. Den biologiska halveringstiden beaktas inte.

109. $0,01/e^{-(14,29 \cdot 90)}$ g

110. $0,01 \cdot e^{(14,29 \cdot 90)}$ g

111. $0,01 \cdot e^{-(0,0485 \cdot 90)}$ g

112. $0,01/e^{-(0,0485 \cdot 90)}$ g

Tre identiska motstånd på nio ohm (9Ω) är parallellkopplade i en likströmskrets. Strömkretsen förses med spänning från ett nio volts- (9 V) batteri. En hur stor total effektförlust sker i motstånden?

113. 27 W

114. 9 W

115. 81 W

116. 1 W

Man värmer upp flytande ($0,0 \text{ }^\circ\text{C}$) ärtsoppa i en kastrull på en elspis. Elspisens effekt är 600 W, och 80 % av den värmeenergi spisen producerar överförs till soppan. Hur mycket kostar det att värma en soppportion på 1,0 kg till kokpunkten ($100,0 \text{ }^\circ\text{C}$) om elpriset är 15 cent/kWh? Man antar att ärtsoppans specifika värmekapacitet är densamma som vattnets ($4,19 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$).

117. 18 cent

118. 2,2 cent

119. 1,7 cent

120. 7,2 cent

Del 1C (10 p)

Poängsättning:

Rätt val av påstående = 0,5 p

Fel val av påstående = -0,5 p

Uteblivet svar = 0 p

Det lägsta poängmängden för del 1C = 0 p

Markera i den optiskt läsbara blanketten vilka av de följande påståenden 121–140 som anknyter till miljö- och syra-baskemin är rätta och vilka som är fel.

121. Ifall inga luftföroreningar, som uppkommit till följd av människans aktiviteter, löst sig i regnvattnet, är dess $pH = 7,00$.
122. Då luftens syre och kväve löst sig i regnvatten, höjs regnvattnets pH .
123. Då svaveldioxid oxideras bildas svaveltrioxid, som bildar svavelsyra då det löser sig i vatten.
124. I regnvatten förekommer svavelsyra främst i form av H_2SO_4 -molekyler.
125. Då det i koldioxidens struktur inte finns någon väteatom, som kan avspjälkas i form av en proton (H^+), försuras inte sjövattnet då koldioxid löser sig i det.
126. Salpetersyra förekommer i ren gasform främst som HNO_3 -molekyler.
127. I vattenlösning förekommer salpetersyra främst som HNO_3 -molekyler.
128. I ren vätskeform förekommer salpetersyra främst som HNO_3 -molekyler.
129. Ammoniumjonerna i gödsel höjer jordmånens pH genom att bilda ammoniak.
130. Då kvävet oxideras löser sig i vattendragen leder det till försurning och eutrofiering av vattendragen.
131. Humus som förekommer i sjöar kan förhindra vattnets pH -förändring genom att neutralisera de syror som kommer med regnvattnet.
132. Den finländska berggrunden och jordmånens är av naturen relativt basiska.
133. De kalcium- och magnesiumjoner som finns i vattendragen motverkar effektivt en sänkning av pH .
134. Det är känt att aluminium ofta förekommer i jordmånens som $Al(OH)_3$. Då $Al(OH)_3$ reagerar med syran i vattnet, bildas bland annat vatten och Al^{3+} -joner.
135. Försurning ökar mängden av näringsämnen som växterna kan utnyttja.
136. Kalciumkarbonat, som normalt finns löst i vattnet i de stora sjöarna, motverkar försurning.
137. Eftersom svavelsyra är en starkare syra än myrsyra (HCO_2H), är pH i en vattenlösning av svavelsyra alltid lägre än i en vattenlösning av myrsyra.
138. Då regnvattnets pH sjunker från värdet 6,0 till värdet 3,0, fördubblas oxoniumjonkoncentrationen.
139. Det är känt att jordmånens pH inte sjunkit under värdet 6,2 ens i de svårt försurade områdena i Mellaneuropa, eftersom kalciumkarbonat buffrar pH -förändringen. Då kalciumkarbonat fungerar som buffert mot syror, frigörs bl.a. HCO_3^- -joner i reaktionen.
140. Då koncentrationen för propansyra i en vattenlösning är 0,1 M, finns det mera $CH_3CH_2CO_2^-$ -joner än $CH_3CH_2CO_2H$ -molekyler i lösningen.

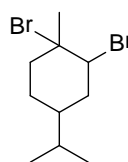
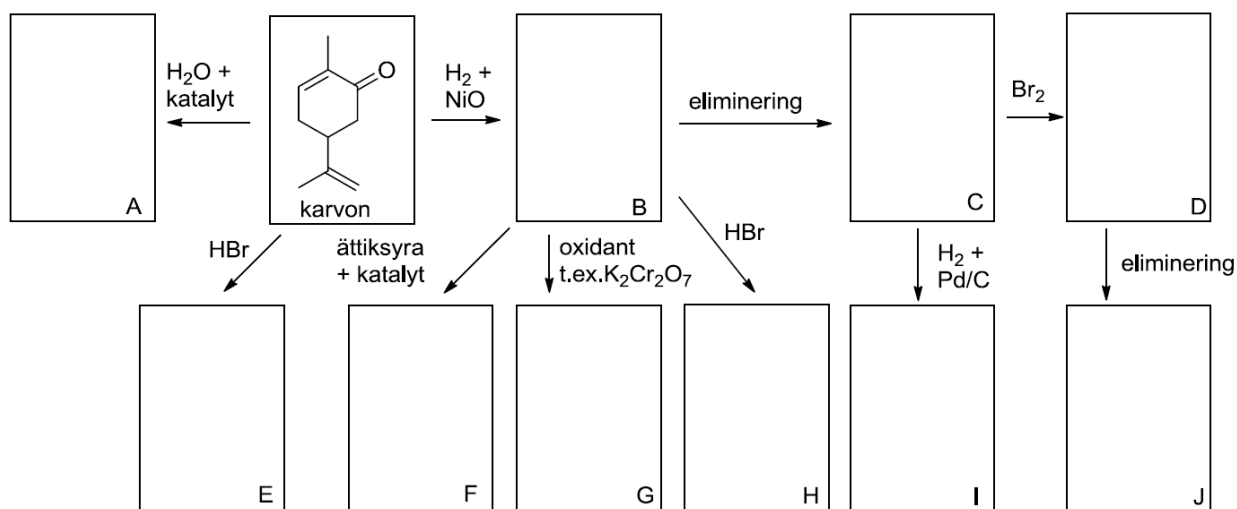
Uppgift 2

5 p

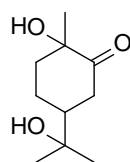
Besvaras på den optiskt läsbara blanketten under UPPGIFT 2.

Karvon är en cyklisk keton, som hör till terpenerna och som förekommer i eteriska växtoljor. Den används bl.a. i tandkräm för att ge pepparmyntsmak. Karvon är även ett bra utgångsämne för många organiska föreningar. Om man t.ex. hydrerer karvon med vätegas (H_2), med nickeloxid (NiO) som katalyt, reduceras karvonens dubbelbindningar och karbonylgrupp. I figuren nedan presenteras några reaktionskedjor för karvon. Välj för varje låda (A–J) rätt struktur bland de nedan angivna strukturerna (1–20). Markera det rätta alternativet i den optiskt läsbara blanketten (UPPGIFT 2).

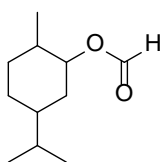
De reagenser som angivits för reaktionerna används i överskott, och ifall det vid reaktionen kan uppkomma flera produkter, väljer man endast huvudprodukten.



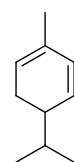
1



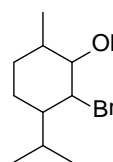
2



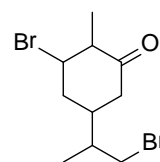
3



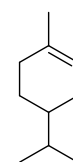
4



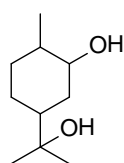
5



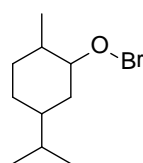
6



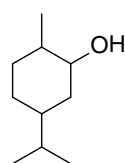
7



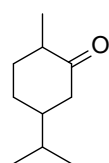
8



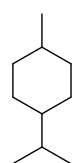
9



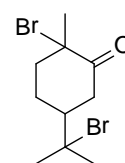
10



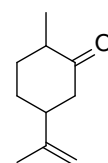
11



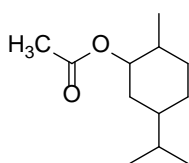
12



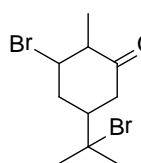
13



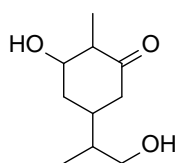
14



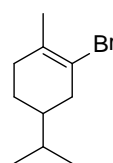
15



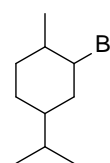
16



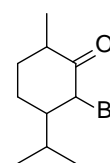
17



18



19



20

Uppgift 3

7 p

Användningen av energistänger (energibar) har ökat under de senaste åren. En energistång på 60 g kan innehålla t.ex. 1036 kJ energi, 5,2 g protein, 38,4 g kolhydrater (varav 22,5 g socker), 7,5 g fett (varav 3,8 g mättade fetter), 1,8 g kostfibrer, 0,34 g natrium samt vitaminer (C-vitamin, E-vitamin, B₆-vitamin, B₂-vitamin, B₁-vitamin, pantotensyra, folsyra, niacin och B₁₂-vitamin).

a) (2 p)

Till vad behöver cellen

- 1) E-vitamin?
- 2) B-gruppens vitaminer?

b) (2 p)

Nämna fyra processer i matsmältningsorganen, som stimuleras av det parasympatiska nervsystemet medan man äter energistången och efteråt.

c) (3 p) **Besvaras på den optiskt läsbara blanketten under UPPGIFT 3c.**

Markera i tabellen i den optiskt läsbara blanketten (Uppgift 3c) **Ja-alternativet** vid de föreningar som levern vid behov kan producera utgående från de näringsämnen som energistången innehåller. Markera **Nej-alternativet** vid de föreningar, som levern inte kan producera utgående från näringsämnena i energistången.

Alla rätta Ja- och Nej-alternativ valda = 3 p.

Val av fel alternativ = -0,5 p.

Båda alternativen valda = 0 p.

Den lägsta totala poängmängden för uppgift 3c = 0 p.

	Ja	Nej		Ja	Nej		Ja	Nej
insulin			pepsin			melatonin		
keton/ketonkropp			kolesterol			urea		
stärkelse			glukokortikoid			oxytocin		
glukagon			fruktos			adrenalin		
erytropoietin			lipoprotein			laktas		
amylas			laktos			fibrinogen		
sackaros			gastrin			somatotropin		
triglycerid			maltos			kolecystokinin		

Uppgift 4

6 p

Människans andningsfrekvens och -djup varierar betydligt i olika situationer. Till exempel vid motion ökar syrebehovet, varvid lungventilationen ökar. Beskriv de icke-viljestyrda faktorer och mekanismer som reglerar andningseffektiviteten.

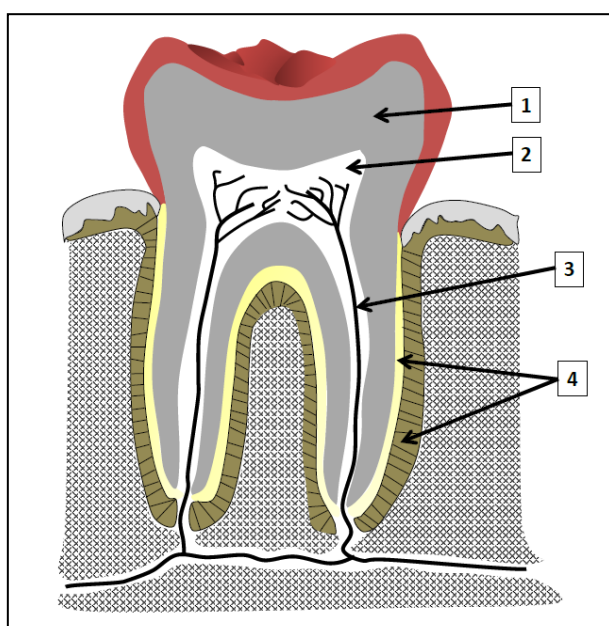
Uppgift 5

9 p

Tänder har blivit ett av de populäraste forskningsobjekten inom evolutionsbiologin, eftersom de bevaras i fossila prov. Genom att undersöka tänder har man fått kunskap om arternas utveckling och om levnadsmiljöerna. De första tandliknande strukturerna utvecklades för ca 500 miljoner år sedan. Under människans utvecklingshistoria har formen hos käkarna och tänderna förändrats märkbart. Hos fåglar har tänderna under evolutionens lopp försvunnit och ersatts med en näbb. Näbbens utveckling regleras emellertid delvis av samma gener som utvecklingen av däggdjurens tänder och käkar. Även avlägset besläktade arter kan ha sinsemellan liknande tänder. Exempel på dylika arter är gäddan, nilkrokodilen och saimenvikaren.

a) (2 p)

I figuren visas ett längdsnitt av en vuxen människas tand. Namnge de numrerade (1–4) strukturerna i figuren.



b) (3 p)

Hur hörde förändringarna i tändernas och käkarnas form ihop med människans tidiga evolution?

c) (4 p)

De sinsemellan mycket nära besläktade darwinfinkarna har utvecklats från en enda ursprungsart, medan t.ex. gäddan, nilkrokodilen och saimenvikaren hör till helt olika klasser av ryggradsdjur. Hur förklaras å ena sidan de strukturella skillnaderna i olika darwinfinkars näbbar, och å andra sidan likheten mellan tänderna hos avlägset besläktade arter, som t.ex. gädda, nilkrokodil och saimenvikare?

Uppgift 6

6 p

Impulserna anländer längs axonen till nervändslutet. Vilka av kroppens egna mekanismer på cellnivå är förbundna med överföringen av impulser över synapsklyftan, samt med hur tätt impulser uppkommer i mottagarcellen?

Uppgift 7

6 p

Vilken typ av muskelceller är karaktäristisk för strukturerna i tabellen?

Bedömning:

Rätt svar = 0,5 p/struktur

Fel svar = -0,5 p/struktur

Uteblivet svar = 0 p

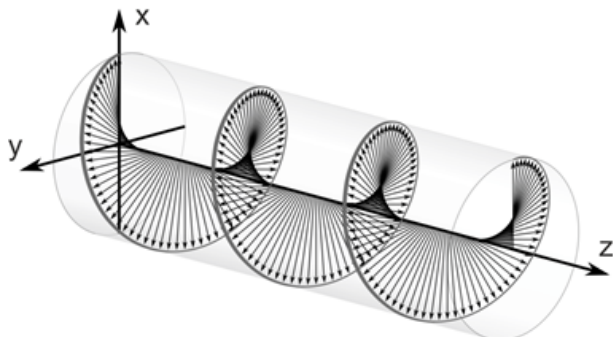
Uppgiftens minimipöäng = 0 p

Struktur	Muskelcelltyp (endast en för varje struktur)
Biceps	
Mellangärdet/diafragman	
Ändtarmens yttre slutmuskel	
Urinblåsans vägg	
Väggen i matstrupens övre del	
Härresarmuskeln	
Aortaväggen	
Hjärtats kammare	
Kapillärväggen	
Trapezius (kappmuskeln)	
Ciliarmuskeln	
Tunntarmens longitudinella muskel	

Uppgift 8

10 p

Det elektriska fältets vektor hos planpolariserat ljus oscillerar i samma plan. Det cirkulärpolariserade ljusets elektriska fältvektor ändrar ständigt riktning, men riktningsförändringen (i vakuum) är konstant (figur).



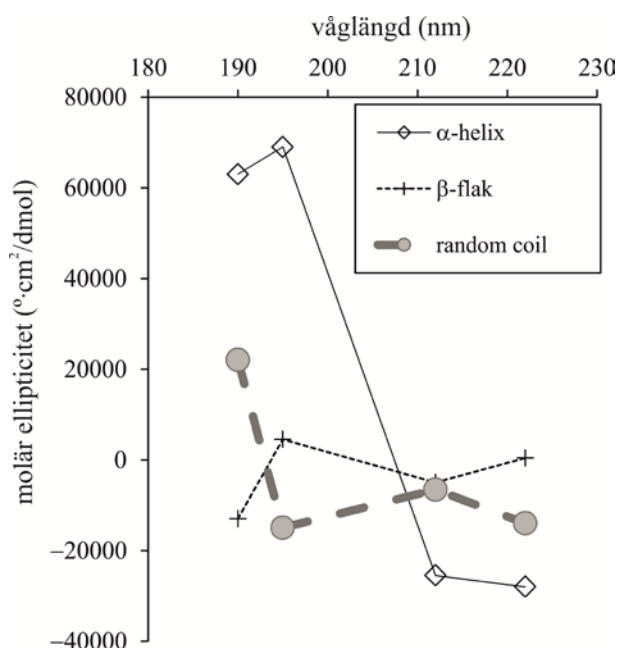
Rotation av oscillationsriktningen hos den elektriska fältvektorn \mathbf{E} för cirkulärpolariserat ljus, då ljuset fortskrider i riktning z (Figur: Wikimedia; http://en.wikipedia.org/wiki/Circular_polarization).

Både plan- och cirkulärpolariserat ljus har många tillämpningar inom naturvetenskapliga och medicinska mätningar. Cirkulär dikroismspektroskopi (CD-spektroskopi) baserar sig på att vänster- och högerroterande cirkulärpolariserat ljus kan dämpas (absorberas) av mediet (provet) i olika grad vid en bestämd våglängd. Dessutom kan detta förhållande mellan absorbanserna ändras då ljusets våglängd ändras. Om man sammanför cirkulärt polariserade ljusstrålar av samma våglängd och intensitet men motsatt polarisationsriktning, resulterar det i planpolariserat ljus. Ifall den ena ljusstrålen dämpas starkare av mediet, uppstår elliptiskt polariserat ljus. I praktiken beräknas ellipticiteten (θ , enhet: $^\circ$), som uppstår genom absorptionsskillnaden, indirekt med hjälp av absorbansdifferensen ($\Delta A = A_{vr} - A_{hr}$; vr och hr, vänster- och högerroterande ljus). Provet belyses turvis med vänster- och högerroterande cirkulärpolariserat ljus och intensitetsskillnaden mäts. Provets CD-respons erhålls genom att utföra mätningen vid flera olika våglängder. När man känner till ljussträckans längd i provet samt provets koncentration, kan den uppmätta ellipticiteten omvandlas till molär ellipticitet (θ_{mr} ; enhet: $^\circ \cdot \text{cm}^2/\text{dmol}$). Enheten " cm^2 " härstammar från beräkningen, där volymen (cm^3) divideras med ljussträckans längd i provet (cm).

CD-spektroskopi kan användas för att undersöka strukturen hos peptider och proteiner. Dessas sekundärstruktur (t.ex α -helix, β -flak, random coil) ger en viss standardrespons inom våglängdsområdet 190–250 nm (se exempel i tabellen nedan och i figuren). Standardresponsen möjliggör identifiering av sekundärstrukturen. Den sammanlagda responsen från alla sekundärstrukturer utgör peptidens/proteinets "fingeravtryck" inom detta våglängdsområde. På basis av fingeravtrycket kan man härleda den relativa andelen av de olika sekundärstrukturerna hos peptiden/proteinet, men inte t.ex. strukturernas inbördes ordning. Enskilda aminosyror kan inte heller identifieras. I tabellen anges mätresultaten för tre centrala sekundärstrukturer, och samma värden visas även i figuren.

Tabell: CD-responserna hos tre centrala sekundärstrukturer. Värdena hänvisar till den molära ellipticitet som proteinets/peptidens sekundärstruktur producerar. Enheten $^\circ \cdot \text{cm}^2/\text{dmol}$ beskriver den effekt en decimol av vilken som helst aminosyra i den angivna strukturen har på det cirkulärpolariserade ljuset vid våglängden i fråga.

Våglängd (nm)	Molär ellipticitet ($10^3 \cdot ^\circ \cdot \text{cm}^2/\text{dmol}$)		
	α -helix	β -flak	Random coil
190	+63,00	-13,000	+22,00
195	+69,00	+4,500	-15,00
212	-25,50	-5,000	-6,600
222	-28,00	+0,4000	-14,00



Graf: CD-responserna hos tre centrala sekundärstrukturer. Tabellen från föregående sida i form av figur.

Molär ellipticitet (Θ_{mr}) anges vanligen per aminosyra (tabellen och grafen), vilket möjliggör jämförelser mellan olika proteiner och peptider utan att deras storlek och aminosyrasammansättning påverkar resultatet.

Ifall det i en viss peptid/i ett visst protein endast finns en (känd) sekundärstruktur, är det möjligt att beräkna lösningens ellipticitet vid en bestämd våglängd mycket enkelt med hjälp av den i tabellen angivna molära ellipticiteten för strukturen i fråga och ekvationen $\Theta = \Theta_{mr} \cdot c \cdot l \cdot n_{as}$.

Här är Θ den uppmätta ellipticiteten, c lösningens koncentration (dmol/cm^3), l ljussträckans längd i provet (cm) och n_{as} antalet aminosyror.

Exempel: En peptid som innehåller tio aminosyror består av enbart α -helix. En $100,0 \mu\text{M}$ buffrad lösning av denna peptid mäts i ett mätkärl (kyvett), där ljussträckans längd i provet = $2,00 \text{ mm}$, vid våglängden 190 nm . Enligt den ovanbeskrivna ekvationen

$$\Theta = \Theta_{mr} \cdot c \cdot l \cdot n_{as} \Rightarrow \Theta = 63000 \text{ }^\circ \cdot \text{cm}^2/\text{dmol} \cdot 100,0 \mu\text{mol}/\text{l} \cdot 0,200 \text{ cm} \cdot 10 \Leftrightarrow$$

$\Theta = 0,126 \text{ }^\circ$ [om man antar att de övriga komponenterna (kyvett och buffertlösning) inte påverkar resultatet].

a) (3 p)

Ett visst denaturerat protein har ingen annan sekundärstruktur än random coil. Man framställer en lösning av proteinet ($c = 10,0 \mu\text{M}$), för vilken man uppmäter $\Theta = -0,021045 \text{ }^\circ$ vid våglängden 195 nm (ljussträckans längd i provet = $0,100 \text{ mm}$). Den förändring i ellipticiteten som härstammar från buffertlösningen och kyvetten har subtraherats från mätvärdet, som således representerar endast proteinet i ifråga. Beräkna med hjälp av värdena i tabellen, hur många aminosyror proteinet består av.

b) (7 p)

En peptid som består av tio aminosyror löstes i en buffertlösning. Lösningens koncentration blev $47,0 \mu\text{M}$. $\Theta = 0,018048 \text{ }^\circ$ uppmättes för lösningen vid våglängden 190 nm (ljussträckans längd i provet = $1,00 \text{ mm}$). Den förändring i ellipticiteten som härstammar från buffertlösningen och kyvetten har subtraherats från mätvärdet, som således representerar endast peptiden i fråga. Beräkna med hjälp av värdena i tabellen, hur många av peptidens tio aminosyror finns i α -helix och hur många i random coil. Man antar att peptiden endast innehåller dessa strukturer. Ange svaret i heltal.

Uppgift 9

6 p

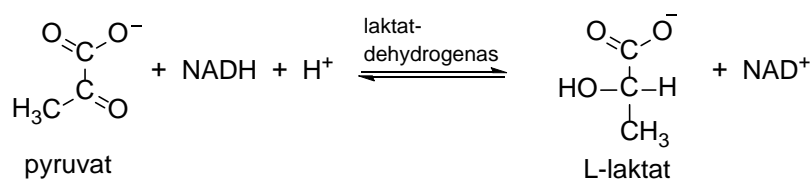
a) (1 p)

Vid kraftig muskelansträngning producerar konsumtionen av ATP rikligt med protoner och muskelcellens pH sjunker enligt forskningsresultat från 7,10 till 6,60.

Hur mycket protoner bildas härvid (mol/l)? Ett numeriskt svar räcker.

b) (1 p)

En muskel som arbetar kraftigt förbrukar sina glykogenförråd för att producera ATP genom glykolys och syntetiserar laktat (dvs. mjölksyrans basform) ur pyruvat (dvs. ur bärnstenssyrens basform) i en jämviktsreaktion som katalyseras av laktatdehydrogenas.



Mjölksyrans pK_a är 3,86. Beräkna de relativa andelarna av mjölksyrans syra- och basformer vid pH 6,60. Enbart numeriska värden räcker.

c) (1 p)

Ackumuleringen av protoner i muskelcellen skadar cellens funktionsförmåga, eftersom glykolyshastigheten avtar och muskelkontraktionen försvåras.

Hur kan protoner och laktat komma till interstitialrummet (vävnadsvätskan) från muskelcellen vid situationen som beskrivs i punkt a)?

d) (1 p)

En kortvarig, kraftig idrottsprestation kan veterligen förbättras genom att man andas snabbt och djupt (överandning eller hyperventilation) strax före idrottsprestationen.

Hur kan hyperventilation främja protontransporten ur muskelceller?

e) (1 p)

Med hjälp av laktat kan man förmedla energi till olika typer av celler. Detta sker speciellt i samband med muskelansträngning då laktatkoncentrationen i blodomloppet och i vävnadernas interstitialrum (vävnadsvätska) ökar.

Hur kommer laktatet in i hjärtmuskelcellerna och hur används det i dessa för att producera energi?

f) (1 p)

Hjärtmuskelcellerna och levercellerna använder hellre fettsyror än glukos som sin huvudsakliga energikälla.

Vilken är den mellanprodukt vid fettsyroras och glukosens katabolism (nedbrytning), som oxideras i mitokondriernas citronsyracykel?

Uppgift 10

3 p

Man kan spektrofotometriskt bestämma koncentrationen för en förening genom att mäta ljusets absorption vid en våglängd specifik för föreningen ifråga. En del av det ljus, som leds in i lösningen som ska analyseras, absorberas, och en del passerar. Ljusets absorption kan beskrivas kvantitativt med hjälp av storheten absorbans. Absorbansen är direkt proportionell mot det absorberande skiktets tjocklek, dvs. ljusets sträcka genom lösningen, samt de absorberande molekylernas koncentration.

Blodets hemoglobinkoncentration kan bestämmas spektrofotometriskt. Då man behandlar blodprov eller standardlösningar, som innehåller hemoglobin, med en reagensblandning som innehåller ett rikligt överskott av kaliumferricyanid och kaliumcyanid, omvandlas deoxy- och oxyhemoglobinmolekylerna till cyanmethemoglobin. Cyanmethemoglobin absorberar synligt ljus vid våglängden 540 nm. Reagensblandningen i sig absorberar inte vid denna våglängd och dess mängd har heller ingen betydelse för experimentet så länge det finns reagens i överskott.

Man tillverkade en standardlösning av hemoglobin med koncentrationen på 0,600 g/l. De i tabellen angivna mängderna av standardlösning utspäddes med reagensblandningen till 5,00 ml. Man mätte de utspädda standardlösningarna spektrofotometriskt och fick som resultat de i tabellen angivna absorbanserna. Då man spädde ut ett blodprov på 10,00 μ l med reagensblandningen till en volym på 5,00 ml, erhöll man vid mätningen en absorbans på 0,16. Beräkna provets hemoglobinkoncentration (g/l).

Tabell. De uppmätta absorbanserna för hemoglobinstandarderna.

Mängden av standardlösning (ml)	Absorbans 540 nm
0,00	0,0000
1,00	0,0650
2,00	0,1300
3,00	0,1950
4,00	0,2600

Uppgift 11

10 p

Metallatomer eller -joner kan ofta motta ett eller flera elektronpar från joner eller neutrala molekyler, varvid de joner eller molekyler, som avgett ett elektronpar, grupperar sig runt metallatomen och binds till den. I det metallkomplex som bildats kallas metallatomen för komplexets centralatom, och de grupper som bundits till den kallas ligander.

Komplexometrisk titrering är en titreringsmetod, i vilken man utnyttjar uppkomsten av stabila metallkomplex. Vid komplexometrisk titrering använder man t.ex. tertiära aminer som innehåller karboxylsyror, eftersom de tillsammans med så gott som alla metalljoner bildar stabila komplexa föreningar med ringstruktur, så kallade kelat. Den mest använda reagensen i komplexometrisk titrering är etylendiamintetraättiksyra eller EDTA. Den reagerar alltid med metalljoner i molförhållandet 1:1 oberoende av katjonens laddning och bildar stabila vattenlösliga kelat. Komplexometrisk titrering som utnyttjar EDTA har använts för bestämning av de flesta metallkatjoner med undantag av de alkaliska metalljonerna.

EDTA-titreringens selektivitet avser metodens förmåga att noga och specifikt bestämma metalljonerna ifråga. Eftersom EDTA bildar komplex med de flesta katjoner, strävar man att påverka selektiviteten hos reagensen bland annat genom att reglera pH vid titreringen. Sålunda kan man bestämma kalcium- och magnesiumkoncentrationen eller summan av dem mycket exakt med hjälp av EDTA-titrering i ett prov som buffrats till pH -värdet 10. Denna titrering tillämpas bland annat då man bestämmer kalcium- och magnesiumkoncentrationen i urinprov. Med hjälp av buffring kan man även försäkra sig om att den metallindikator som används vid titreringen fungerar felfritt. Som indikator vid EDTA-titreringen kan man använda en metallindikator, såsom eriokromsvart T [(1-hydroxy-2-naftylazo)-5-nitro-2-naftolsulfonsyrans natriumsalt]. Vid komplexometrisk titrering kan man använda direkt titrering, varvid metalljonerna titreras med en standardiserad EDTA-lösning i närvaro av t.ex. en metallindikator. Vid titrering kan man även tillämpa en indirekt metod, i vilken en känd mängd EDTA-standardlösning tillsätts i provlösningen, som innehåller den metall man skall kvantifiera. Det bör finnas ett överskott av EDTA. Då reaktionen mellan metallen och EDTA har skett fullständigt, titreras EDTA-överskottet antingen med magnesium- eller zinkstandardlösning.

Vid ett sjukhuslaboratorium undersökte man användbarheten hos en metod, som baserar sig på komplexometrisk titrering, för bestämning av kalcium- och magnesiumjoner i urinen. Som referensmetod vid undersökningen använde man en fotometrisk metod som tidigare visat sig tillförlitlig.

För den komplexometrisk titreringen tog man från patientens urinprov 50,0 ml och utspädde det i en mätflaska till en slutvolym på 100,00 ml (prov A). Man överförde noggrant med en pipett ett delprov på 15,00 ml i en Erlenmeyer-kolv. Därefter tillsattes 2,00 ml buffertlösning i lösningen samt eriokromsvart T som indikator. Sedan titrerades lösningen med 0,0300 mol/l EDTA vid pH -värdet 10, varvid det förbrukades 7,00 ml EDTA.

För den andra titreringen pipetterades 30,0 ml från prov A i ett dekanterglas. Ammoniumoxalat $[(NH_4)_2C_2O_4]$ tillsattes, varvid lösningens Ca^{2+} föll ut i form av kalciumoxalat. Fällningen isolerades genom filtrering, tvättades med vatten och glödgades i en het ugn, varvid kalciumoxalaten reagerade till kalciumkarbonat. I följande skede löstes kalciumkarbonatfällningen i syra och lösningen buffrades till pH -värdet 10, varefter man tillsatte 15,00 ml av en 0,0300 mol/l EDTA-lösning. Lösningen titrerades sedan med en 0,0300 mol/l $MgCl_2$ -lösning, av vilken 11,00 ml förbrukades vid titreringen.

För den fotometriska mätningen, som användes som referensmetod, pipetterade man ett tredje delprov (25,00 ml) av prov A i en mätflaska. Provlösningen gjordes sur genom att tillsätta 0,500 ml stark saltsyra på 38,0 viktprocent ($HCl, \rho = 1,18 \text{ kg/dm}^3$) i mätflaskan. Lösningen utspäddes därefter med destillerat vatten upp till märket för 100,0 ml. Man gjorde även en referenslösning för mätningen och pipetterade då i stället för prov A 25,00 ml rent vatten i mätflaskan. I övrigt tillverkade man referenslösningen på samma sätt.

a) (8 p)

Beräkna på basis av titreringsresultaten hur många milligram Ca^{2+} -joner och hur många milligram Mg^{2+} -joner som det utspädda urinprovet på 50,0 ml innehöll.

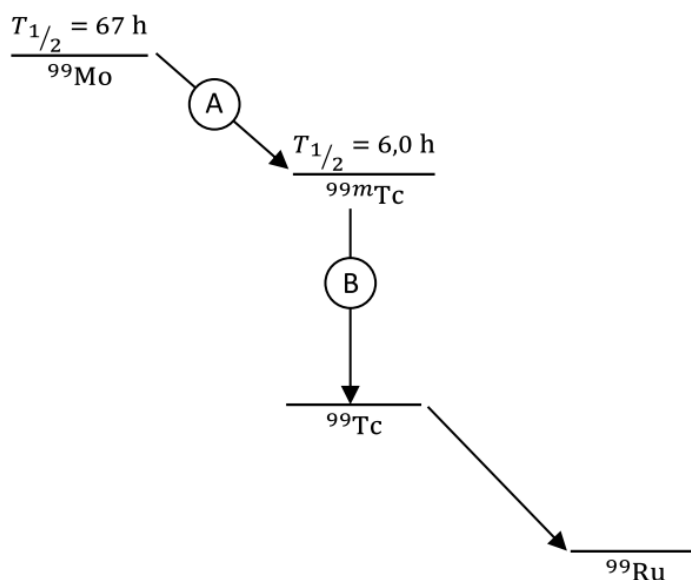
b) (2 p)

Beräkna pH för den referenslösning som användes vid den fotometriska mätningen.

Uppgift 12

5 p

Teknetiumgenerators funktion har beskrivs i schemat nedan. Utgångsämnet i generatoren är den radioaktiva molybdenisotopen (halveringstid $T_{1/2} = 67$ h). Då molybden sönderfaller (A) bildas ett metastabilt tillstånd hos teknetium (halveringstid $T_{1/2} = 6,0$ h). Det metastabila tillståndet sönderfaller (B) till teknetiumkärnans grundtillstånd. Ur generators $^{99}\text{Mo} - ^{99\text{m}}\text{Tc}$ -blandning separeras $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -kärnorna kemiskt.



a) (1 p)

På vilket sätt sker det radioaktiva molybdenets sönderfall, $^{99}\text{Mo} \rightarrow ^{99\text{m}}\text{Tc}$? Motivera.

b) (1 p)

På vilket sätt sker det metastabila teknetiumets sönderfall $^{99\text{m}}\text{Tc} \rightarrow ^{99}\text{Tc}$? Motivera.

c) (1 p)

Vid isotopavbildning av skelettet gav man patienten en $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -lösning, vars aktivitet var 670 MBq. Hur många $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -kärnor fanns det i lösningen?

d) (2 p)

Hur många $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sönderfall har det skett i patienten under 10 timmar?

Uppgift 13

5 p

En klättrare (massa 72,7 kg) tappar sitt grepp och faller fritt 5,8 meter innan livlinan börjar spännas. Spänningsmätaren som fästs vid livlinan ger ett kraftdiagram enligt bilden nedan.

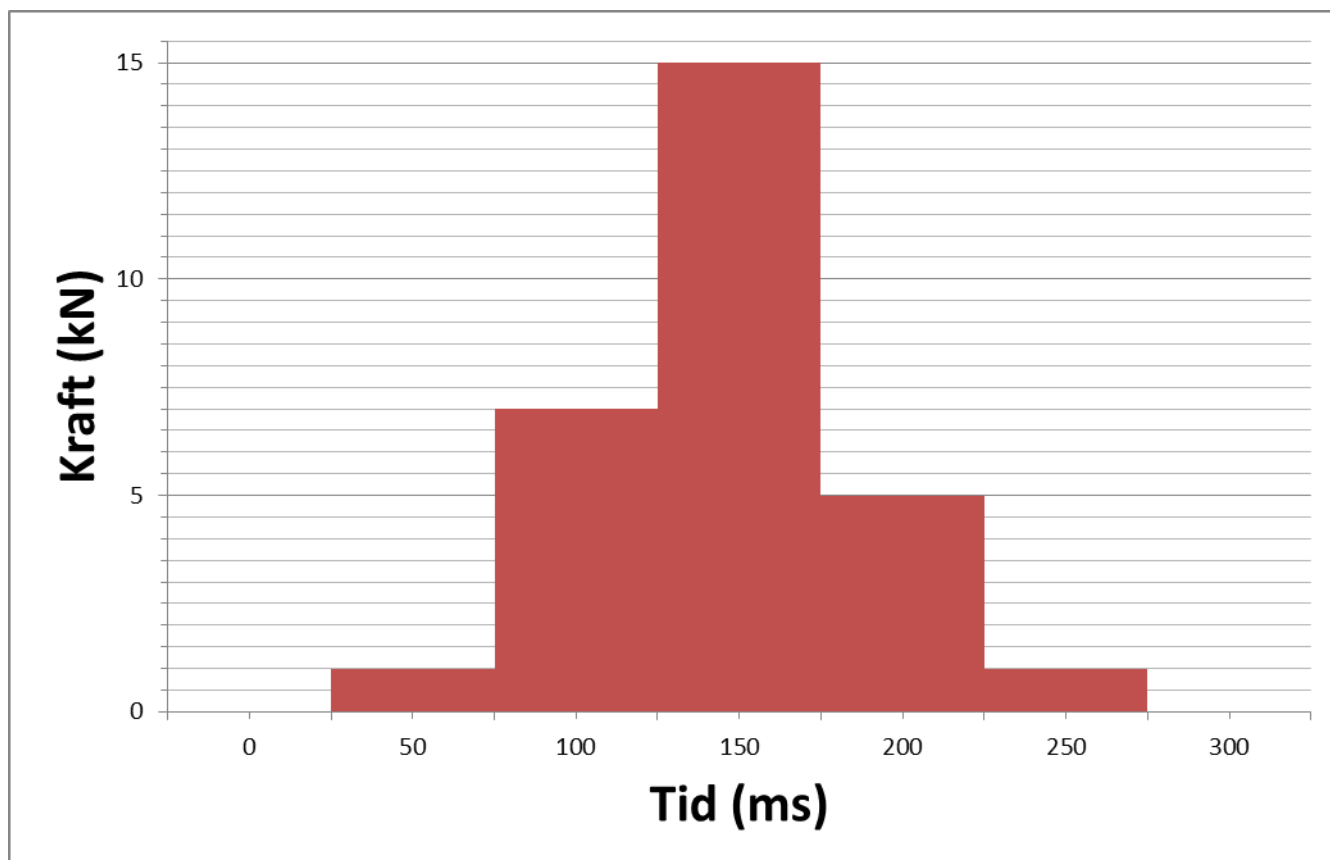
a) (1 p)

Hur stort är kraftens maximala värde?

b) (4 p)

Bestäm kraftens impuls.

Beräkna klättrarens hastighet vid tidpunkten då den elastiska linan återgår till sin vilolängd och åter slaknar efter den första fjädringsrörelsen. Linans massa behöver inte beaktas.



Uppgift 14

6 p

I ett laboratorium analyserar man ett prov, som innehåller små mängder fettdroppar jämnt utspridda i en vätska. De sfäriska fettdropparna består endast av triglycerider och vätskan är rent vatten. Provet finns i ett provrör.

Förutom tyngdkraften och lyftkraften påverkas fettdropparnas rörelse i vätskan av en friktionskraft, $F = bv$, där $b = 6\pi\eta r$ ($\eta =$ vattnets viskositet i rumstemperatur, $r =$ fettdroppens radie), som bromsar deras rörelse. Då en fettdroppe börjar röra sig i vätskan, accelererar den under en mycket kort stund (detta behöver inte beaktas), varefter den uppnår en jämn hastighet.

Provrörets höjd är 5,0 cm och det är fullt. Fettdropparna har en radie på 1,0 μm och deras densitet är ca 0,91 g/cm^3 . Vattnets viskositet vid rumstemperatur är ca $1,0 \cdot 10^{-3}$ kg/ms.

a) (1 p)

Anta att en hundradedel av provrörets volym utgörs av fettdroppar. Beräkna fettdropparnas koncentration i provet och ange svaret i enheten mol/l.

b) (2 p)

Beräkna den tid som krävs för att en fettdroppe ska stiga i det lodräta provröret från botten till vätskans yta.

c) (3 p)

Man kan försnabba separeringen av fettdropparna med hjälp av en centrifug genom att rotera provröret vågrätt med en jämn och hög hastighet. Centrifugens rotationshastighet är 10 000 varv i minuten (exakt värde) och rotationsbanans diameter är 220 mm. Beräkna den tid som åtgår för en fettdroppe att förflyttas en sträcka på 5,0 cm. Beakta inte förändringen i droppens avstånd från centrifugens mittpunkt. Använd i dina beräkningar för rotationens effekt det konstanta värde du beräknar med hjälp av rotationsbanans diameter.

Uppgift 15

4 p

En medikalvaktmästare flyttar en undersökningsapparat (massa 22 kg) på ett vågrätt golv i ett undersökningsrum.

a) (1 p)

Hur stor är den minsta kraft som behövs för att flytta apparaten genom att lyfta den?

b) (3 p)

Medikalvaktmästaren förflyttar apparaten genom att dra den längs golvet med hjälp av ett rep som fästs vid apparaten. Repet bildar en 45 graders vinkel mot golvytan. En hur stor dragkraft behövs, ifall förflyttningen sker med en jämn acceleration på $0,52 \text{ m/s}^2$ och rörelsefriktionskoefficienten mellan apparaten och golvet är 0,26?

Uppgift 16

5 p

Man kan undersöka aktinets och myosinets förmåga att utveckla kraft på de enskilda aktinfilamentens nivå. Under experimentella förhållanden har man observerat att myosin påverkar sin fästpunkt på aktinfilamentet med en genomsnittlig kraft på 5,3 pN/myosinmolekyl i närvaro av ATP. Utan ATP kunde ingen kraft observeras.

Vi antar att det finns 100 parallella myosinmolekyler i varje muskelfilament (tvärsnittsytan = $1,8 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2$). Anta att muskelns tvärsnittsarea är $10,0 \text{ cm}^2$. Den ytförändring som muskelkontraktionen åstadkommer beaktas inte.

a) (1 p)

Beräkna den kraft en dylik muskel maximalt kan åstadkomma.

b) (4 p)

En konditionstränare går till gymmet och lyfter en hantel på 20,0 kg. Han håller underarmen vågrätt enligt bilden nedan. En hur stor kraft utövar bicepsmuskeln då på underarmen? För uträkningen kan man anta att underarmen är en rak stång, vars längd (från armbågen till den knutna näven; se figuren) är 40,0 cm, massa (utan hanteln) är 4,0 kg och tyngdpunkt (utan hanteln) är belägen vid underarmens mittpunkt. Bicepsmuskelnns verkningslinjes vinkelräta avstånd från armbågen är 5,0 cm.



Uppgift 17

5 p

Läkaren har ordinerat patienten medicinskt syre att andas in ur en bärbar tryckbehållare. Den fulla behållarens volym är 10,0 liter och trycket är 20,0 MPa. Gasen kan betraktas som en ideal gas.

a) (1 p)

Patienten har justerat syrgasflödet till näsgrimman enligt läkarens ordination till värdet 1,0 liter/min, varvid syrgas med normaltryck strömmar ut ur flaskan med denna hastighet. Hur mycket syre med normaltryck förbrukas under ett dygn?

b) (4 p)

I hur många timmar räcker syret i en fylld flaska om strömningshastigheten är 1,5 liter/min?

Ifall man från den ursprungligen fulla flaskan använt 450 liter syre med normaltryck, vilket är då trycket i flaskan om temperaturen hållits konstant?

FORMELBILAGA (4 sidor)

Gravitationsaccelerationen på jordens yta 9,81 m/s²
 Gravitationskonstant $\gamma = 6,6742 \cdot 10^{-11}$ Nm²/kg²
 Ljudets hastighet i luft 334 m/s
 Densiteten för vatten $1,0 \cdot 10^3$ kg/m³ (0 °C - 100 °C)
 Densiteten för blod 1050 kg/m³
 Densiteten för kvicksilver 13534 kg/m³
 Plancks konstant $6,626 \cdot 10^{-34}$ J · s = $4,1357 \cdot 10^{-15}$ eV · s
 Ångbildningsvärme för vatten 2260 kJ/kg
 Vattnets specifika värmekapacitet 4,19 kJ/(K · kg)
 Elektronens laddning $e = -1,602 \cdot 10^{-19}$ C
 Avogadros tal $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ /mol
 0 °C = 273,15 K
 Allmänna gaskonstanten $R = 8,314$ J/(mol · K)
 Faradays konstant $F = 96,5 \cdot 10^3$ C/mol
 Molarvolymen för en idealgas $V_m = 22,41$ l/mol (NTP)
 Densiteten för torr luft 1,29 kg/m³ (NTP)
 Ljusets hastighet $c = 3,0 \cdot 10^8$ m/s
 Normalt lufttryck 101,3 kPa
 Stefan-Bolzmanns konstant $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ W/(m² · K⁴)
 Permittiviteten för vakuum $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ F/m
 $k = 1$ för en svart kropp
 1 eV = $1,602 \cdot 10^{-19}$ J
 1 curie = 1 Ci = $3,7 \cdot 10^{10}$ Bq
 1 kWh = 3,6 MJ
 proton: $m_p = 1,6726586 \cdot 10^{-27}$ kg
 neutron: $m_n = 1,6749543 \cdot 10^{-27}$ kg
 elektron: $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31}$ kg
 atommassenhet: $m_u = 1,6605655 \cdot 10^{-27}$ kg
 $m_p = 1,0072825 m_u$
 $m_n = 1,0086650 m_u$

Värden för Henrys konstant för olika gaser vid 37 °C,
 $\mu\text{mol}/(\text{l} \cdot \text{Pa})$

kväve	0,0054
syre	0,011
koldioxid	0,250

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$K = \frac{[A^-][HB^+]}{[HA][B]}$$

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$$

$$K_a = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]}$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$\frac{[A^-]}{[HA] + [A^-]} = \frac{1}{1 + 10^{(pK_a - pH)}}$$

$$\frac{[HA]}{[HA] + [A^-]} = \frac{1}{1 + 10^{(pH - pK_a)}}$$

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_{tot}}$$

$$V_0 / V_{max} = \frac{[S]}{K_m + [S]}$$

$$c = Hp_0$$

$$J_d = -D \frac{dc}{dx}$$

$$A = 4\pi r^2$$

$$V = (4/3)\pi r^3$$

$$D^0 = \sqrt[3]{\frac{\rho N_A}{162\pi^2} \frac{kT}{\eta}} M^{-1/3}$$

$$\frac{J_d}{\Delta c} = P = \frac{KD}{\Delta x}$$

$$P = \phi D / \Delta x$$

$$\Pi = RTc$$

$$\Pi = nRT / V$$

$$\Pi = \phi RTc$$

$$\Pi = \sum \Pi_i = \sum \frac{n_i RT}{V}$$

$$\mu_i = \mu_i^0 + RT \ln c_i + Z_i FV$$

$$J_i = -\frac{c}{N_A f} \frac{d\mu_i}{dx} = -\frac{RT}{N_A f} \frac{dc_i}{dx} - \frac{cZ_i F}{N_A f} \frac{dV}{dx}$$

$$\mu^{0s} + RT \ln c^s + Z_i FV^s = \mu^{0u} + RT \ln c^u + Z_i FV^u$$

$$\Delta V = -\frac{RT}{ZF} \ln \frac{c^s}{c^u}$$

$$J = -D \left(\frac{dc}{dx} + Zc \frac{F}{RT} \frac{dV}{dx} \right)$$

$$\Delta V = V_s - V_u = \frac{RT}{F} \ln \frac{P_{Na} c_{Na}^u + P_K c_K^u + P_{Cl} c_{Cl}^s}{P_{Na} c_{Na}^s + P_K c_K^s + P_{Cl} c_{Cl}^u}$$

$$\frac{c_K^s}{c_K^u} = \frac{c_{Cl}^u}{c_{Cl}^s}$$

$$(c_{Cl}^u + |Z_p| c_p^u) c_{Cl}^0 = c_K^s c_{Cl}^s$$

$$\Delta \Pi = RT \Delta c = RT (c_K^u + c_{Cl}^u + c_p^u - c_K^s - c_{Cl}^s)$$

$$I = C_m \frac{dE}{dt} + g_{Na} (E - E_{Na}) + g_K (E - E_K) + g_l (E - E_l)$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

$$r = k(\lambda / NA), k = 0,61$$

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}); \quad F = qvB \sin \alpha$$

$$F = Q_1 Q_2 / (4\pi \epsilon_0 r^2)$$

$$F = QE, \quad E = U/d$$

$$U = RI$$

$$P = UI$$

$$F = m\omega^2 r = V(\rho_m - \rho_n)\omega^2 r$$

$$v = F/f = V(\rho_m - \rho_n)\omega^2 r/f$$

$$W = 1/2 J \omega^2$$

$$v = QE \frac{1}{6\pi r \eta}$$

$$U = Kdq/ti$$

$$L = U_i Vt$$

$$I/I_0 = 10^{-\epsilon cd}$$

$$A = \log_{10}(I_0/I)$$

$$A = \epsilon cd$$

$$E_s = [Zm_p + Nm_n - m_\gamma]c^2$$

$$A = \lambda N = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t}$$

$$\lg A = \lg A_0 - (\lg e)\lambda t$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

$$\lambda_e = \lambda_f + \lambda_b$$

$$T_e = \frac{T_f T_b}{T_f + T_b}, \quad T_b = \frac{T_f T_e}{T_f - T_e}$$

$$A = A_1 e^{-\lambda_1 t} + A_2 e^{-\lambda_2 t}$$

$$E_\gamma = E_\gamma \left[1 + \frac{E_\gamma}{m_e c^2} (1 - \cos \theta) \right]^{-1}$$

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

$$H = w_R D; \quad H_T = w_R D_T$$

$$E = \sum_R \sum_T w_R w_T D_T; \quad \sum w_T = 1$$

$$E = hf = hc/\lambda; \quad E(eV) = 1240/\lambda(nm)$$

$$f = 1/(2\pi\sqrt{LC})$$

$$v = \sqrt{\gamma RT/M}$$

$$v = \sqrt{E/\rho}$$

$$I_0 = 10^{-12} W/m^2$$

$$\beta = 101g(I/I_0)$$

$$R = 101g(P_1/P_2) = 101g(1/\tau)$$

$$\tau = \frac{\tau_1 A_1 + \tau_2 A_2 + \dots}{A}$$

$$f = f_0 \frac{c}{c \pm v}; \quad f = f_0 \frac{c \pm v}{c}$$

$$F = mv^2/r$$

$$T = \sqrt{4\pi^2(r/a)}$$

$$F = m\omega^2 r = \frac{4\pi^2}{T^2} mr$$

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$\phi = \frac{\lambda A \theta}{d}$$

$$q = \frac{\lambda \theta}{d}$$

$$\phi = h \cdot A \cdot \theta$$

$$\theta = T_1 - T_2$$

$$h = h_{lk} = C |T_{hud} - T_{luft}|^{0.25}, \quad C = 2,38 W/(K^{5/4} \cdot m^2)$$

$$\frac{P}{A} = \sigma T^4; \quad \frac{P}{A} = k\sigma T^4$$

$$\phi_A = h_h \frac{A_h}{A} (p_{luft} - p_{hud})$$

$$h = 1/2 gt^2$$

$$v = v_0 + gt$$

$$h = v_0 t + 1/2 gt^2$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + 1/2 \alpha t^2$$

$$T = 2\pi/\omega$$

$$n = 1/t$$

$$a = v^2/r$$

$$F = mv^2/r = m\omega^2 r = (4\pi^2/T^2)mr$$

$$y(x,t) = y_{\max} \sin(\omega t - kx)$$

$$p(x,t) = p_{\max} \cos(\omega t - kx)$$

$$\beta = (10dB)\lg(I/I_0)$$

$$I = \Phi/\omega = \Phi_{tot}/4\pi$$

$$E = \Phi/A$$

$$L = I/A; \quad [L] = cd/m^2 = 1 \text{ Nit} = 1 \text{ nitt}$$

$$L = I_g/(A \cos \epsilon)$$

$$(n_1/a) + (n_2/b) = (n_2 - n_1)/r$$

$$f_2 = [(n_2 - n_1)r + n_1 r]/(n_2 - n_1) = f_1 + r$$

$$(f_1/f_2) = (n_1/n_2)$$

$$I = I_0 e^{-\alpha t}$$

$$pV = nRT$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$V = V_0(1 + \alpha_v \Delta T)$$

$$p = p_0(1 + \alpha_p \Delta T)$$

$$Q = cm\Delta T$$

$$W = \gamma \Delta A$$

$$W = F\Delta l$$

$$P_1 = \frac{W_1}{\Delta t} = pA \frac{\Delta s}{\Delta t} = pAv$$

$$P_2 = \frac{1}{2} \rho A \frac{\Delta s}{\Delta t} v^2 = \frac{1}{2} \rho v^3 A$$

$$P = P_1 + P_2 = (p + \frac{1}{2} \rho v^2) q_v$$

$$\langle P \rangle = \frac{1}{2} \rho (\langle v_i^2 \rangle + \langle v_p^2 \rangle) \langle q_v \rangle + (\langle p_1 \rangle + \langle p_2 \rangle) \langle q_v \rangle$$

$$\langle v_i^2 \rangle \approx \langle v_p^2 \rangle \approx 3,5 \langle v \rangle^2$$

$$\langle P \rangle = \frac{3,5 \rho}{A^2} \langle q_v \rangle^3 + \frac{7}{6} \langle p_i \rangle \langle q_v \rangle$$

$$q_v = \frac{V}{t}$$

$$q_v = \frac{Al}{t} = Av_k$$

$$q_m = \frac{m}{t} = \rho \frac{V}{t} = \rho q_v = \rho Av_k$$

$$q_{v1} = A_1 v_1 = A_2 v_2 = q_{v2}$$

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho gh_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho gh_2$$

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{konstant}$$

$$\frac{E_k}{V} = \frac{\frac{1}{2} m v^2}{V} = \frac{1}{2} \rho v^2$$

$$\frac{E_p}{V} = \frac{mgh}{V} = \rho gh$$

$$p = \frac{F}{A} = \frac{Fs}{As} = \frac{W}{V}$$

$$c = \sqrt{(\Delta p / \Delta V)(V / p)}$$

$$F = (EA/l)(\Delta l)$$

$$R = \Delta p / q_v = 8\eta L / \pi r^4$$

$$PRU = \Delta p (\text{mmHg}) / q_v (\text{ml/s})$$

$$PVR = 80(PA_m - LA_m) / V_p$$

$$SVR = 80(AO_m - RA_m) / V_p$$

$$q_v = \frac{\pi \Delta p R^4}{8\eta L}$$

$$\text{Re} = \frac{\rho v R}{\eta}$$

$$v = \frac{2(\rho - \rho_0)gr^2}{9\eta}$$

$$\bar{I} = \bar{F}\Delta t$$

$$\bar{I} = m\Delta \bar{v}$$

$$W = Fs$$

$$E_p = mgh$$

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_r = \frac{1}{2} J \omega^2$$

$$P = W / t$$

$$\eta = W_a / W_o$$

$$\eta = (W_a / t) / (W_o / t) = P_a / P_o$$

$$TT - \text{enhet} = 1000 \frac{\mu(x, y, z) - \mu_{\text{vatten}}}{\mu_{\text{vatten}}}$$

$$R = \left(\frac{v_1 \rho_1 - v_2 \rho_2}{v_1 \rho_1 + v_2 \rho_2} \right)^2$$

$$\Delta f = 2fv \cos \alpha / c$$

$$M = F \cdot r$$

$$I = A^2$$

$$E_{\text{pot}} = qU$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I	II	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIIIb			Ib	IIb	III	IV	V	VI	VII	VIII
¹ H 1.0079																	² He 4.0026
³ Li 6.9412	⁴ Be 9.0121											⁵ B 10.811	⁶ C 12.010	⁷ N 14.006	⁸ O 15.999	⁹ F 18.998	¹⁰ Ne 20.179
¹¹ Na 22.989	¹² Mg 24.305											¹³ Al 26.981	¹⁴ Si 28.085	¹⁵ P 30.973	¹⁶ S 32.065	¹⁷ Cl 35.453	¹⁸ Ar 39.948
¹⁹ K 39.098	²⁰ Ca 40.078	²¹ Sc 44.955	²² Ti 47.867	²³ V 50.941	²⁴ Cr 51.996	²⁵ Mn 54.938	²⁶ Fe 55.845	²⁷ Co 58.933	²⁸ Ni 58.693	²⁹ Cu 63.546	³⁰ Zn 65.409	³¹ Ga 69.723	³² Ge 72.641	³³ As 74.921	³⁴ Se 78.963	³⁵ Br 79.904	³⁶ Kr 83.798
³⁷ Rb 85.467	³⁸ Sr 87.621	³⁹ Y 88.905	⁴⁰ Zr 91.224	⁴¹ Nb 92.906	⁴² Mo 95.942	⁴³ Tc 98.906	⁴⁴ Ru 101.07	⁴⁵ Rh 102.90	⁴⁶ Pd 106.42	⁴⁷ Ag 107.86	⁴⁸ Cd 112.41	⁴⁹ In 114.81	⁵⁰ Sn 118.71	⁵¹ Sb 121.76	⁵² Te 127.60	⁵³ I 126.90	⁵⁴ Xe 131.29
⁵⁵ Cs 132.90	⁵⁶ Ba 137.32	⁵⁷ La 138.90	⁷² Hf 178.49	⁷³ Ta 180.94	⁷⁴ W 183.84	⁷⁵ Re 186.20	⁷⁶ Os 190.23	⁷⁷ Ir 192.21	⁷⁸ Pt 195.08	⁷⁹ Au 196.96	⁸⁰ Hg 200.59	⁸¹ Tl 204.38	⁸² Pb 207.21	⁸³ Bi 208.98	⁸⁴ Po 208.98	⁸⁵ At 209.98	⁸⁶ Rn 222.01
⁸⁷ Fr 223.01	⁸⁸ Ra 226.02	⁸⁹ Ac 227.02	¹⁰⁴ Rf 261.10	¹⁰⁵ Db 262.11	¹⁰⁶ Sg 266.12	¹⁰⁷ Bh 264.12	¹⁰⁸ Hs 264.12	¹⁰⁹ Mt 264.12	¹¹⁰ Ds 264.12	¹¹¹ Rg 264.12	¹¹² Uub 264.12	¹¹³ Uut 264.12	¹¹⁴ Uuq 264.12	¹¹⁵ Uup 264.12	¹¹⁶ Uuh 264.12	¹¹⁷ Uus 264.12	¹¹⁸ Uuo 264.12
Lantanoider				⁵⁸ Ce 140.11	⁵⁹ Pr 140.90	⁶⁰ Nd 144.24	⁶¹ Pm 146.91	⁶² Sm 150.36	⁶³ Eu 151.96	⁶⁴ Gd 157.25	⁶⁵ Tb 158.92	⁶⁶ Dy 162.50	⁶⁷ Ho 164.93	⁶⁸ Er 167.25	⁶⁹ Tm 168.93	⁷⁰ Yb 173.04	⁷¹ Lu 174.96
Aktinoider				⁹⁰ Th 232.03	⁹¹ Pa 231.03	⁹² U 238.02	⁹³ Np 237.04	⁹⁴ Pu 244.06	⁹⁵ Am 243.06	⁹⁶ Cm 247.07	⁹⁷ Bk 247.07	⁹⁸ Cf 251.07	⁹⁹ Es 252.08	¹⁰⁰ Fm 257.09	¹⁰¹ Md 258.09	¹⁰² No 259.10	¹⁰³ Lr 260.10

Vävnads- och strålningsspecifika viktningsfaktorer

Organ/vävnad	w _T	Strålningstyper	w _R
könskörtlar	0,20	fotoner	1
röd benmärg	0,12	elektroner* och myoner	1
tjocktarm	0,12	neutroner E < 10 keV	5
lungor	0,12	neutroner 10 keV < E < 100 keV	10
magsäck	0,12	neutroner 100 keV < E < 2 MeV	20
urinblåsa	0,05	neutroner 2 MeV < E < 20 MeV	10
bröstkörtlar	0,05	neutroner E > 20 MeV	5
lever	0,05	protoner** E > 2 MeV	5
matstrupe	0,05	alfapartiklar	20
sköldkörtel	0,05	fissionsfragment, tunga kärnor	20
hud	0,01		
benvävnadsyta	0,01	* inte Auger-elektroner i DNA	
övriga vävnader tillsammans	0,05	** inte rekylprotoner	
totalt	1,00		