UPPGIFTSKOMPENDIUM

Urvalsprovmaterialet innehåller både ett uppgiftskompendium och ett svarskompendium. Detta uppgiftskompendium innehåller uppgifterna för urvalsprovet inklusive inledningstexterna, samt som bilaga en formelsamling och tabellinformation. Den information som förekommer i uppgifternas inledningstexter kan även höra ihop med andra än de uppgifter eller uppgiftsserier som följer direkt efter texten i fråga.

Kontrollera att det **uppgiftskompendium**, som du erhållit, innehåller detta pärmblad och dessutom **uppgiftssidorna 1–18** samt **formel- och tabellsidorna L1–L4**. Kontrollera, att ditt **svarskompendium** innehåller **ett pärmblad, som är en optiskt läsbar blankett för personuppgifter, samt svarssidor för uppgifterna 1–18.**

Sökande till utbildningsprogrammet för biomedicin besvarar endast frågorna 7–18.

Varje sökande ska skriva sina personuppgifter i den optiskt läsbara blankett som utgör första sidan av svarskompendiet. Personuppgifterna skrivs med tydlig handstil. **Personbeteckningen ska skrivas in för hand och dessutom antecknas i den optiskt läsbara matrisen med hjälp av kryss (X).** Radera omsorgsfullt eventuella felmarkeringar. Fyll i endast ditt födelsedatum, om du inte har en finsk personbeteckning. Genom att skriva sina personuppgifter förbinder sig sökanden till att nummerserien i övre marginalen på varje sida är hans/hennes personliga blankettkod. **Kontrollera att varje sida i svarskompendiet har samma blankettkod. Personbeteckningen skrivs endast på svarsblankettens första sida, och svaren till de övriga uppgifterna sammankopplas med sökanden med hjälp av blankettkoden**. **Om personuppgifterna på första sidan är bristfälliga, kan en enskild sökande inte sammankopplas med sina svar, och således kan sökandens prestationer inte bedömas.**

Skriv dina svar på uppgifterna i svarskompendiet med tydlig handstil i det utrymme som reserverats. **Otydligt skrivna svar eller delar av svar, som överskrider det reserverade utrymmet, läses inte och beaktas inte i bedömningen**. Skriv endast en textrad per linje!

Räkneuppgifterna löses med hjälp av de värden som angivits i uppgifterna eller formelsamlingen. **Ifall inget annat anges, ska alla de räkneoperationer som leder till svaret skrivas ut.** Det numeriska slutresultatet ska anges enligt det minst exakta numeriska värdet, om inte annat anges i uppgiften. Konstanterna och tabellvärdena i formelsamlingen och svarskompendiet antas vara exakta värden i räkneuppgifterna.

Bedömningen av svaren och poängsättningen: För att kunna svara på uppgifterna krävs att man behärskar och kan tillämpa de obligatoriska och fördjupade kurserna i biologi, fysik och kemi enligt grunderna för gymnasiets läroplan, samt de inledningstexter, formler och den tabellinformation som ingår i det uppgiftskompendium som delats ut vid urvalsprovet. I samband med varje uppgift och deluppgift anges de maximala poängen man kan erhålla. Då urvalsprovet är över, publiceras de faktahelheter som krävs i svaren och de allmänna principerna/kriterierna för poängsättningen. Dessa är riktgivande och utgör inte fullständigt utformade modellsvar eller exakta beskrivningar av bedömningsprinciperna.

Urvalsprovet varar i exakt 4 timmar. Man får avlägsna sig tidigast en timme efter att provet har börjat.

I slutet av urvalsprovet: Det är förbjudet att skriva något mellan den tid då provet avslutats och svarskompendiet inlämnats. Om något skrivs under den tiden, diskvalificeras provet. Svarskompendiet lämnas in enligt övervakarens anvisningar. Då svaren lämnas in ska legitimation uppvisas.

Uppgift 1 (16 p.)

Balmers serie är de spektrala linjer i vätets emissionsspektrum som uppstår, när excitationstillståndet hos en väteatoms elektron deexciteras så att kvanttalet $n = 2$ vid slutläget.

En ljusstråle från en vätelampa når mittpunkten på den plana ytan av en halvsfärisk lins i vinkeln $\alpha = 60{,}0°$. Linsens radie är 15,0 cm. Situationen presenteras i bild 1. Hur det refraktiva indexet för linsmaterialet är beroende av våglängden presenteras i bild 2. Luften utanför linsen har det refraktiva indexet 1,00 vid alla våglängder.

Vid linsens sfäriska yta har man fäst en film, som plattas ut efter att ljusstrålen exponerat den. Filmmaterialet reagerar endast på ljus på det synliga området. Vilket är avståndet i millimeter mellan de punkter på filmen som befinner sig längst från varandra? Av de synliga spektrallinjerna i Balmers serie ligger 410,28 nm-linjen närmast det ultravioletta området. Använd vid behov värdena i tabellen nedan.

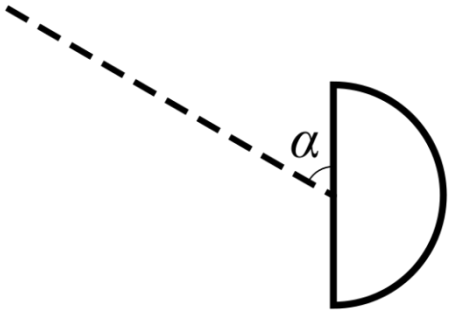


Bild 1. Den beskrivna experimentella uppsättningen

Tabell 1. Värden för arcsin(x)-funktionen (i radianer)

x	arcsin(x)	x	arcsin(x)
0,260	0,263	0,270	0,273
0,262	0,265	0,272	0,275
0,264	0,267	0,274	0,278
0,266	0,269	0,276	0,280
0,268	0,271	0,278	0,282

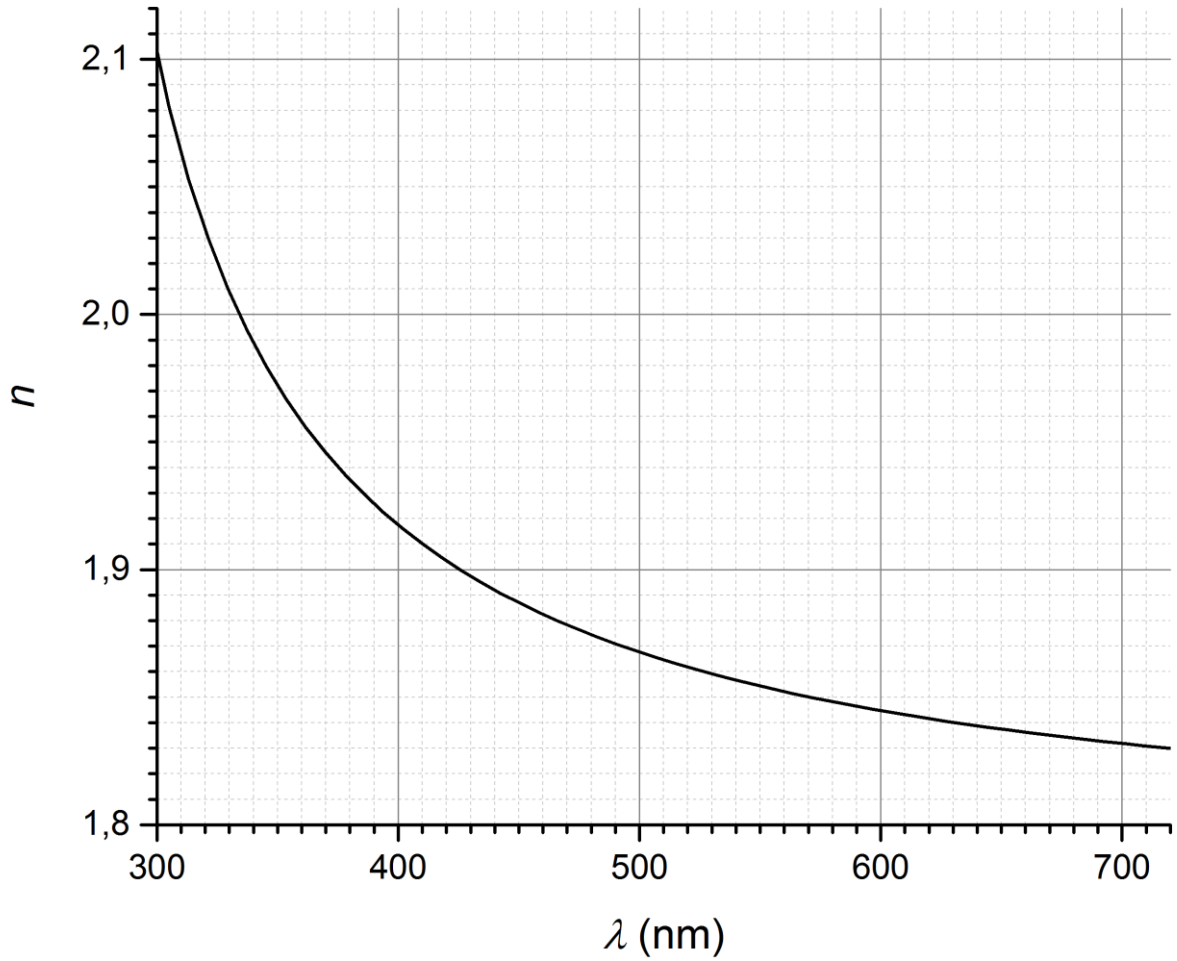
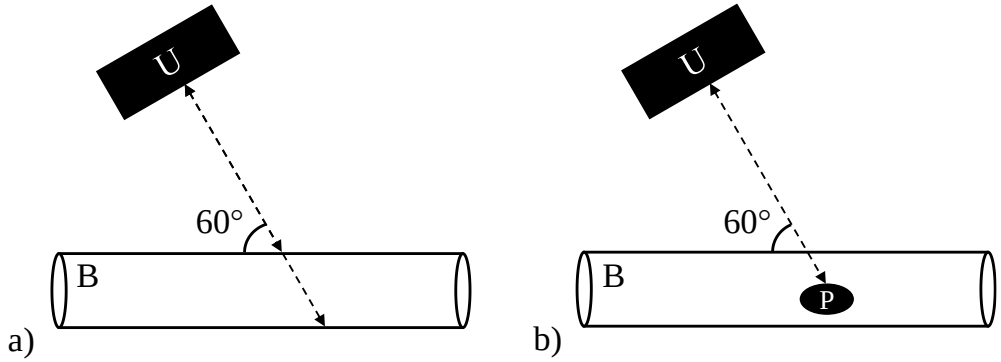


Bild 2. Linsmaterialets refraktiva index *n* i relation till våglängden λ

Uppgift 2 (8 p.)

a) Vävnadsgeometri kan avbildas med hjälp av ekon av ultraljud. Del a) i bilden nedan föreställer en situation där ett blodkärl avbildas med hjälp av ultraljud. I bilden markeras ultraljudssensorn med U och blodkärlet med B. Ultraljudets hastighet är 1500 m/s och tidsskillnaden mellan ekona från blodkärlsväggarna är 1,0 µs. Hur tjockt är blodkärlet? Ljudets refraktion eller ljudets hastighetsförändring mellan olika vävnader behöver inte beaktas. (4 p.)



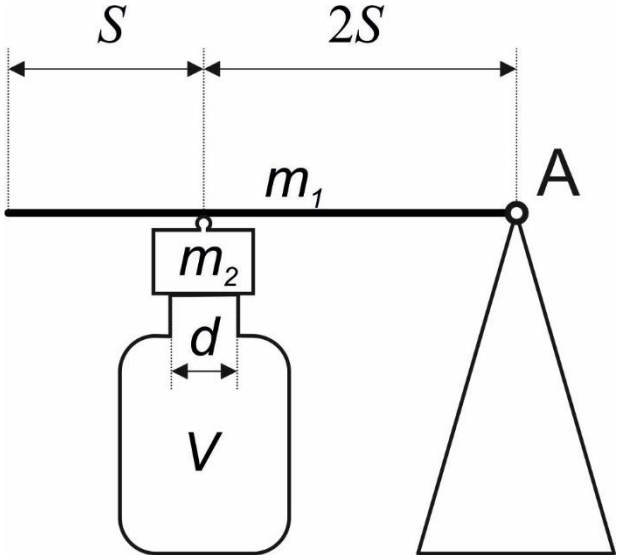
b) Vid Doppler-avbildning mäts förändringen i ultraljudets frekvens f när ljudet reflekteras från ett objekt i rörelse. Frekvensförändringen följer formeln

$$\Delta f = \frac{2fv\cos\alpha}{v_s},$$

där f är ultraljudets transmissionsfrekvens, v objektets fart, α vinkeln mellan riktningen för objektets rörelse och ultraljudets rörelse och v_s ultraljudets hastighet i vävnader.

Del b) av bilden föreställer en situation där metoden används för att mäta blodflödet i blodkärlet B. Sensorn U hålls orörlig och den röda blodkroppen P rör sig i blodkärlets riktning. Ultraljudets transmissionsfrekvens är 20000,0 kHz och det reflekterade ljudets frekvens 20002,0 kHz. I vilken riktning och med vilken fart rör sig den röda blodkroppen? Motivera. (4 p.)

Uppgift 3 (14 p.)



En öppen flaska befinner sig i ett rum, där både tryck p_0 och temperatur T_0 är konstanta. Flaskan sluts med en övertrycksventil som visas i bilden. Ventilens vågräta stång är av homogen substans och den roterar friktionsfritt kring punkt A. Massorna m_1 (stången) och m_2 (korken) är lika stora. Flaskhalsens tvärsnittsyta är rund. Flaskans och ventildelarnas värmeexpansion behöver inte beaktas.

Till vilken temperatur ska gasen i flaskan värmas upp för att ventilen ska öppna sig? Gasen antas bete sig som en idealgas.

Uppgift 4 (8 p.)

Jordens magnetfält träffas av en elektronstråle från solen. Elektronstrålens hastighet är v_e och den anländer vinkelrätt i förhållande till magnetfältets riktning. Magnetflödets täthet på det observerade området är B_E.

a) Härled ekvationen för elektronernas vinkelhastighet i det beskrivna magnetfältet. (4 p.)

b) En del av de elektroner som anländer till jordens magnetfält styrs till jordens polarområden där de kolliderar med atmosfärens molekyler och producerar norrsken. Molekylerna i atmosfären absorberar energi i kollisionerna och de exciteras till en högre energinivå.

Efter kollisionen deexciteras excitationstillståndet och molekylen återgår till sitt ursprungliga tillstånd. Då bildas ett ljuskvantum med våglängden λ_R. Härled ekvationen för elektronens fart v_1 efter kollisionen, när den energi som elektronen förlorar i kollisionen överförs i sin helhet till ljuskvantumet. Man antar att elektronens fart före kollisionen är v_e. (4 p.)

Uppgift 5 (10 p.)

En cyklist producerar en kontinuerlig mekanisk effekt på 210 W. Låt den kraft med vilken cykelns hjul motstår rullningsrörelsen vara oberoende av planets lutning. Kraften beskrivs med ekvationen $F_{\text{rull}} = c_{\text{r}} M g$, där c_{r} är rullmotståndskoefficienten, M cyklistens och cykelns sammanlagda massa och g tyngdaccelerationen. Den kraft som motverkar rullningsrörelsen pga. luftmotståndet är

$$F_{\text{luft}} = \frac{r c_{\text{l}} A v_{\text{luft}}^2}{2},$$

där r är luftens täthet, $c_{\text{l}} A$ är en term som beror på tvärsnittsytan och v_{luft} är cyklistens relativa hastighet i förhållande till den omgivande luftmassan. Vinden blåser i vägytans riktning med hastigheten v_{vind} mot cyklisten.

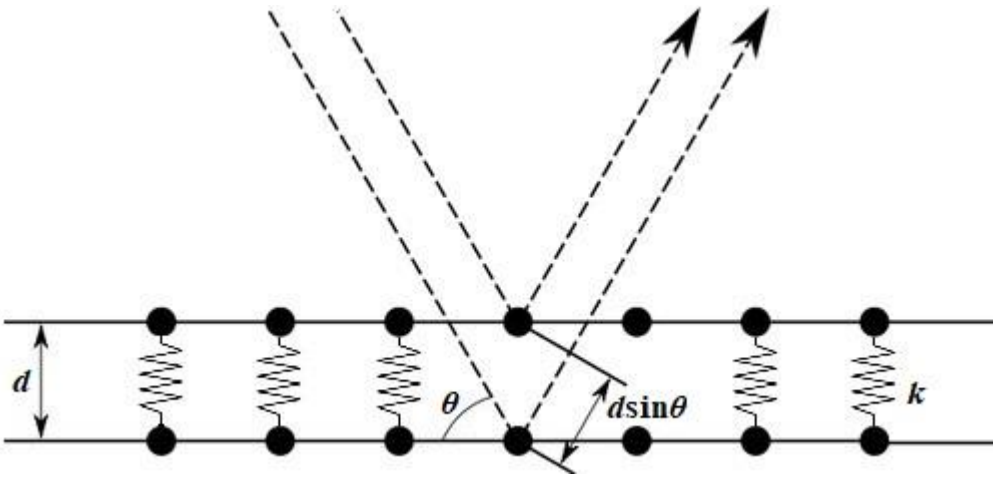
Numeriska värden för de termer som används i uppgiften:

c_{r}	$c_{\text{l}} A$	r	v_{vind}	M
0,004	0,39 m^2	1,0 kg/m^3	2,2 m/s	80 kg

a) Vilket är det mekaniska arbete cyklisten gör under en två timmars prestation ($t = 2{,}0$ h)? Ange ditt svar i kilojoule. (2 p.)

b) Vilken är den brantaste uppförsbacke cyklisten kan framskrida uppför med den konstanta hastigheten 10 km/h? Ange backens lutning i grader. (8 p.)

Uppgift 6 (6 p.)



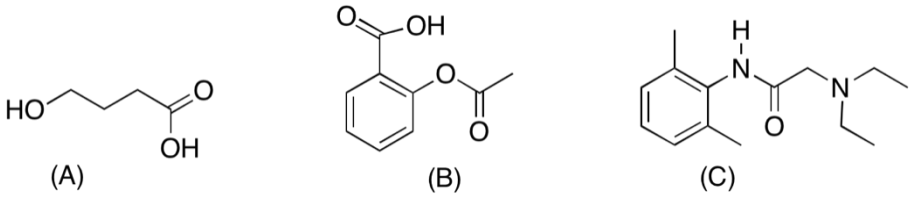
Kameleontens skinn innehåller ljusreflekterande guaninkristaller. Förändringarna i kristallernas gitterkonstant, dvs. förändringar i avståndet *d* mellan atomskikten, syns som förändringar i spektret av det ljus som reflekteras från kristallerna. Bilden framställer ett tvärsnitt av en ljusreflekterande gitterstruktur med två skikt.

Denna gitterstruktur innehåller 30 st./μm^2 identiska fjädrar i jämvikt. Ytan som observeras är 1 cm^2.

Ljusets reflexion från en gitterstruktur beskrivs av Braggs lag. Första ordningens reflexionsmaximum för våglängden $\lambda_1 = 630$ nm ses i 30° reflexionsvinkel i bildens gitterstruktur. Därefter trycks gitterstrukturen ihop med en konstant kraft på 300 N. Under kompressionen ses första ordningens reflexionsmaximum för våglängden $\lambda_1 = 530$ nm i samma reflexionsvinkel. Vilken är fjäderkonstanten *k* för en enskild fjäder i gittret?

Uppgift 7 (10 p.)

I bilden nedan presenteras strukturerna för de bioaktiva föreningarna A–C.



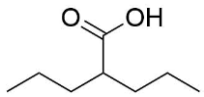
a) Förening A, 4-hydroxibutansyra, kan bilda en intramolekylär ester. Rita strukturen för denna ester. (3 p.)

b) Förening B, acetylsalicylsyra, hydrolyseras i magsäcken. Rita strukturerna för hydrolysprodukterna. (3 p.)

c) Förening C, lidokain, kan framställas utgående från en karboxylsyra och en amin. Rita strukturerna för utgångsämnena. (4 p.)

Uppgift 8 (9 p.)

Valproinsyrans natriumsalt, natriumvalproat, används vid behandling av epilepsi. Löslighetsegenskaperna för valproinsyrans syra- och basformer är olika, vilket påverkar läkemedlets absorption. *M*(valproinsyra) = 144,2 g/mol.



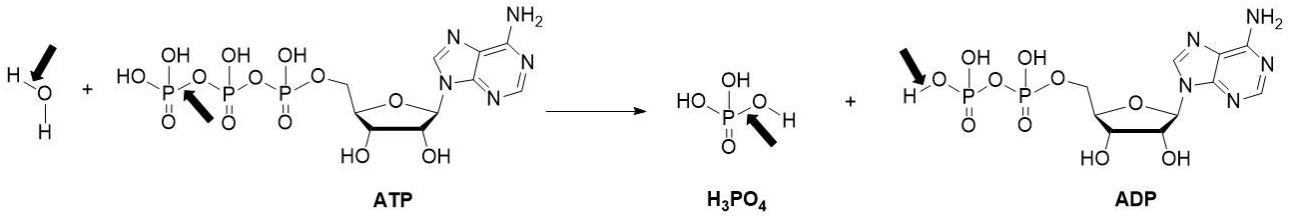
a) Vilket är valproinsyrans systematiska namn? (2 p.)

b) Hur många gram natriumhydroxid behövs för att omvandla 1,0 kg valproinsyra till natriumvalproat? (2 p.)

c) Valproinsyrans karboxylgrupp är 85-procentigt i syraform vid pH-värdet 4,00 (t = 25 °C). Beräkna syrakonstantens (K_a) värde för valproinsyrans karboxylgrupp. (5 p.)

Uppgift 9 (6 p.)

I bilden nedan presenteras ATP:s hydrolysreaktion, där ADP och fosforsyra bildas. De föreningar som deltar i reaktionen har ritats i oladdad form för tydlighets skull. De tjocka svarta pilarna markerar de bindningar som antingen bryts hos utgångsämnena eller bildas hos produkterna.



Bindningsenergivärden för de föreningar som förekommer i reaktionen:

Bindning (förening)	**Bindningsenergi (kJ/mol)**
O–H (vatten)	490
O–P (ATP)	276
O–H (ADP)	440
O–P (H_3PO_4)	350

a) (3 p.)
Beräkna entalpiförändringen ΔH i reaktionen.

b) (3 p.)
Energiförändringen i hydrolysen av ATP beskrivs ofta felaktigt i läroböcker. En lärobok förklarar saken på följande sätt:

”Energi lagras i de kovalenta bindningarna hos ATP:s fosfatdelar, när en fosfatdel binds till ADP. Denna energi som lagrats i bindningarna frigörs, när den högenergetiska bindningen i ATP:s fosfatdel bryts."

Vad är felaktigt i denna lärobokstext med avseende på bindningsenergier och energi som binds och frigörs i de olika reaktionsfaserna? Motivera ditt svar.

Uppgift 10 (17 p.)

^{1}H NMR-spektroskopi kan användas för kvantitativ analys. Protoner i en viss kemisk miljö ger en topp i spektret. Toppens area är proportionell mot antalet protoner i denna miljö.

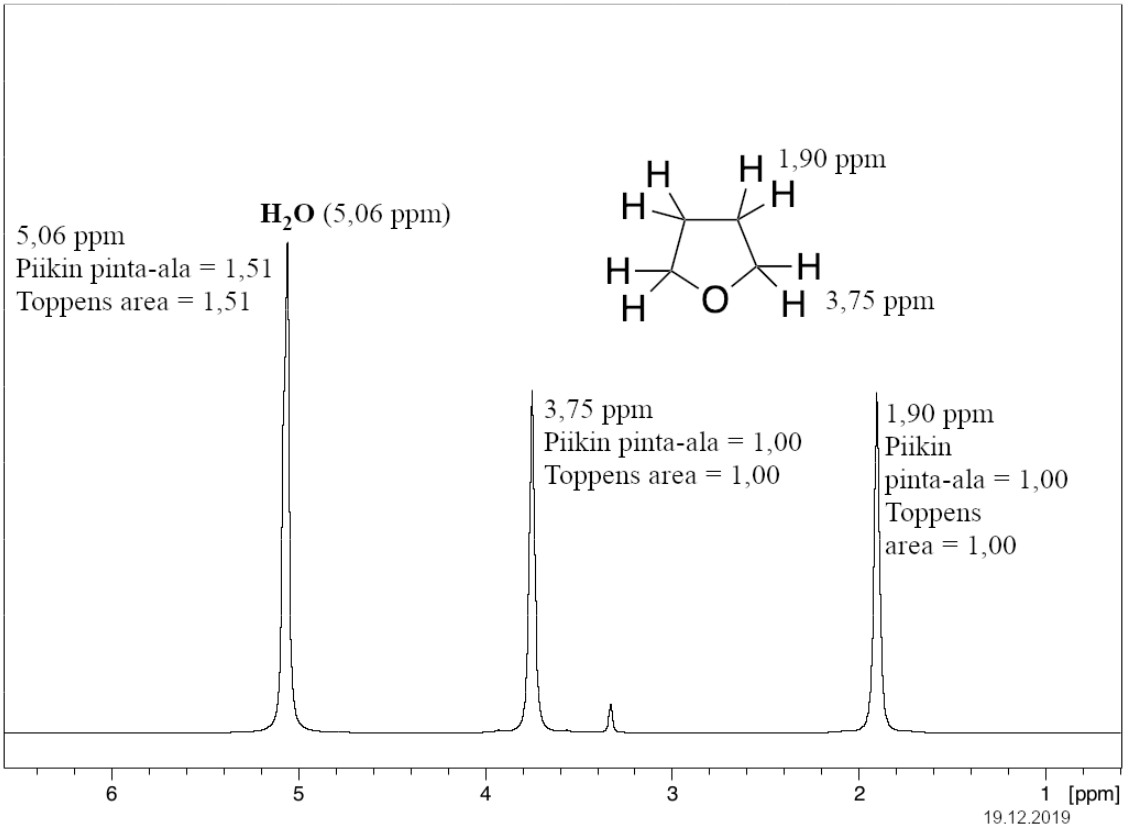
Ifall en NMR-analyslösning innehåller två föreningar, av vilka båda har en enskild proton som ger signal, är areorna för de toppar, som motsvarar dessa protoner, proportionella mot de relativa ämnesmängderna för föreningarna ifråga.

Fosfomolybdensyra är en vackert gul kristallisk substans, som kan användas som syrakatalyt i kemiska reaktioner. Formeln för kommersiell, vattenhaltig fosfomolybdensyra kan anges i formen $H_3PMo_{12}O_{40} \cdot xH_2O$. Vattenhalten kan variera mellan tillverkningspartierna.

För att analysera vattenhalten i ett parti fosfomolybdensyra framställdes 1,0000 ml lösning. Lösningen innehöll 0,10000 g fosfomolybdensyra och 0,0500 ml vattenfritt tetrahydrofuran i deutererad metanol (CD_3OD). Man mätte ^{1}H NMR-spektret för lösningen och detta spektrum visas nedan.

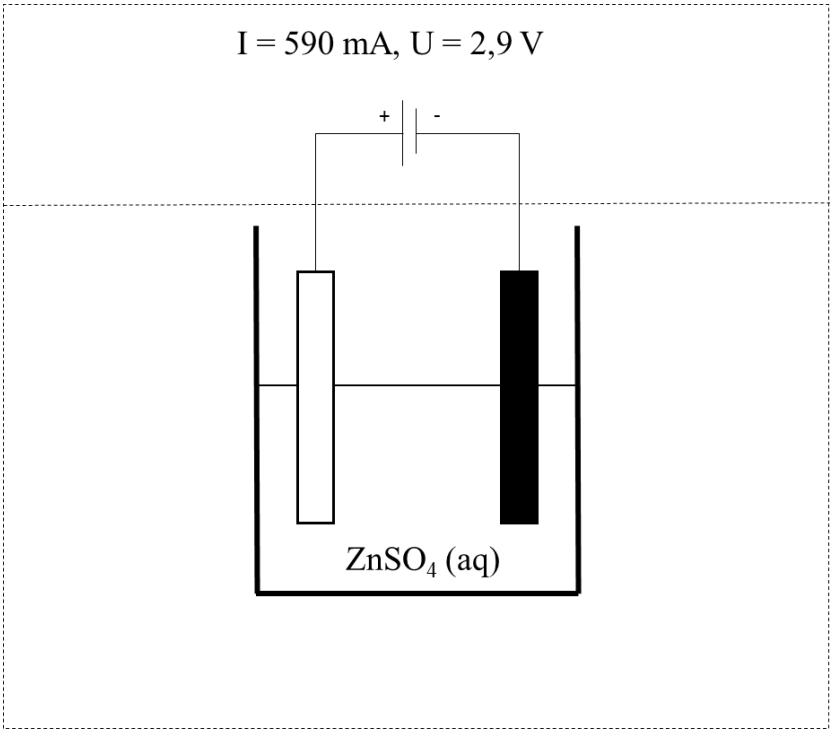
Topparna för tetrahydrofuran syns vid förskjutningarna 1,90 ppm och 3,75 ppm och toppen för vattnet vid förskjutningen 5,06 ppm. Fosfomolybdensyrans tre egna protoner syns inte i spektret. Tetrahydrofuranets densitet är 0,889 g/cm^3 och dess molmassa är 72,11 g/mol. $M(H_3PMo_{12}O_{40})$ = 1825,25 g/mol.

Beräkna vattenmängden i det ovannämnda partiet (0,10000 g) fosfomolybdensyra. Ange både ämnesmängden och massan för vattnet. Bestäm också formelvärdet för vattenkoefficienten *x*, som gäller i detta parti av kommersiell fosfomolybdensyra.



Uppgift 11 (8 p.)

Zink utfälls ur renad zinksulfatlösning enligt bilden nedan. Processen i fråga tar 17 timmar. Zink utfälls under denna tid på katodens yta.



a) Skriv ut de delreaktioner som sker på elektroderna samt den balanserade reaktionsformeln för totalreaktionen. (4 p.)

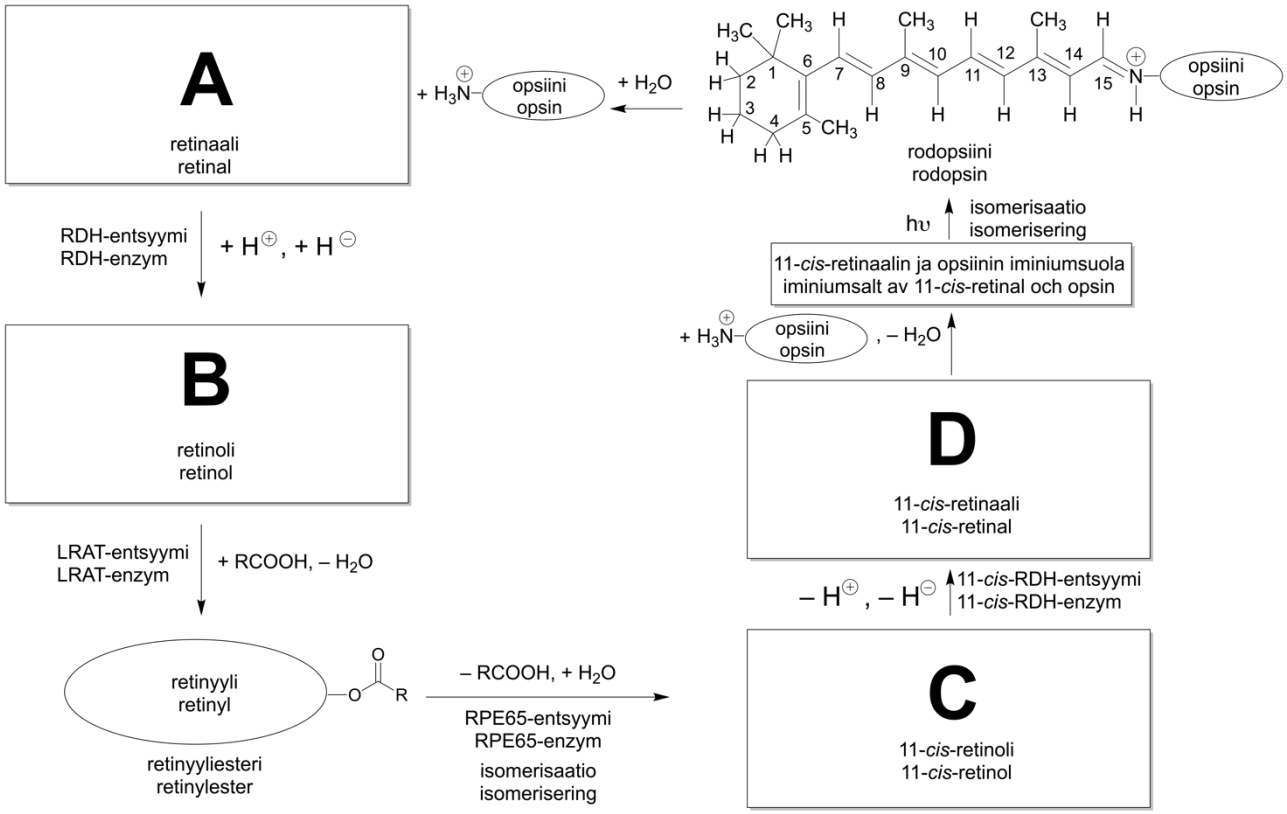
b) Beräkna massan för den mängd zink som utfälls på katoden i elektrolysen. (4 p.)

Uppgift 12 (12 p.)

När ett ljuskvantum ($h\nu$) träffar näthinnan, isomeriseras en 11-*cis*-retinalenhet, som är kovalent bunden till opsin (ett protein). Retinalenhetens isomerisering förändrar opsinets konformation och leder till en signalkedja, där en signal överförs till hjärnan för att framkalla det slutliga synintrycket. Det iminiumsalt som bildats av opsin och retinal kallas rodopsin, dvs. synpurpur. En imin är en förening som bildats av en aldehyd och en amin.

I bilden nedan presenteras rodopsinets struktur efter ljusreaktionen samt den reaktionscykel, som katalyseras av enzymer, via vilken retinal omvandlas tillbaka till den form det hade före ljusreaktionen. Den etablerade numreringen av kolatomerna i retinalets kolskelett har angetts i rodopsinstrukturen och denna numrering används också i de angivna namnen. Föreningarna (A–D) i reaktionscykeln kan kallas retinoider. I bilden anges retinoidernas namn endast om dubbelbindningarnas konfiguration, dvs. rymdstruktur, avviker från den konfiguration som angetts för rodopsinet (t.ex. 11-*cis*-retinal).

Rita i svarsblankettens lådor (A–D) strukturerna för de föreningar A–D som deltar i reaktionscykeln.



Uppgift 13 (12 p.)

a) Hur skiljer sig medfödd (naturlig) immunitet och förvärvad (specifik) immunitet från varandra? (6 p.)

b) En familj fick sitt andra barn. Efter födseln utvecklade barnet en påtaglig gulfärgning av huden. Gulfärgningen berodde på att hemet i hemoglobin sönderfallit i högre grad. Barnet måste få blodtransfusion. Barnets far har blodgruppen A+ och modern har blodgruppen O–. Vad berodde den beskrivna situationen på och vad skedde i barnets kropp? (6 p.)

Uppgift 14 (8 p.)

I tabellen nedan finns föreningar som produceras i människokroppen. Skriv in i svarsblanketten vid varje förening dess huvudsakliga produktionsplats (som exempel ges albumin).

Rätt svar = 1 p./rad. Fel svar, inget svar eller flera svar på en rad = 0 p./rad.

	Förening	Produktionsplats
Exempel	Albumin	Levern
1	Fibrinogen	
2	Glukagon	
3	Kalcitonin	
4	Parathormon	
5	Pepsin	
6	Renin	
7	Sekretin	
8	Urea	

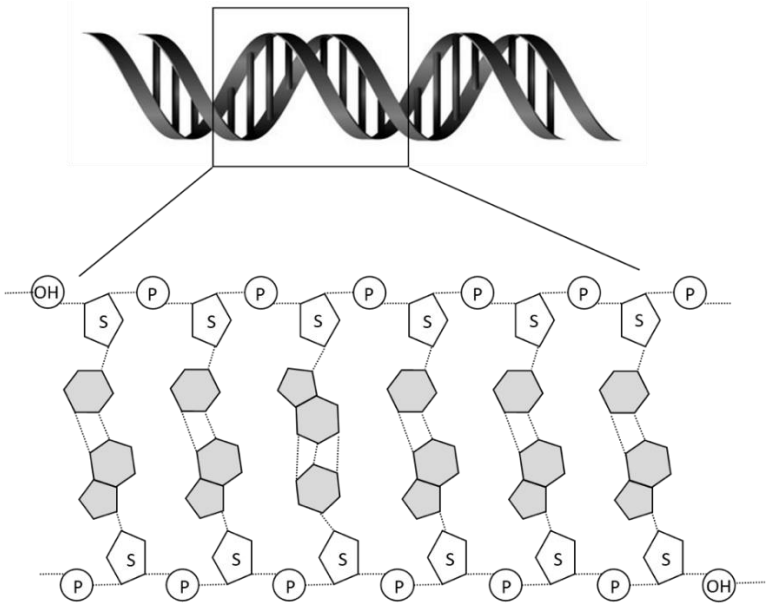
Uppgift 15 (11 p.)

En del bestående förändringar, dvs. mutationer, som sker i en DNA-sekvens är harmlösa. En del mutationer kan leda till störningar i hur det protein, som sekvensen kodar för, fungerar eller uttrycks. Nedan presenteras en DNA-sekvens på 30 baser (I) från en exon i en gen och fyra varianter (II–V) av sekvensen. Den andra aminosyran i den aminosyrakedja, som motsvarar DNA-sekvens I, är cystein.

a) Skriv i svarsblankettens kolumn 1 vid varje DNA-sekvens, hur många aminosyror den kodar för. Beskriv kort i kolumn 2, hur förändringen i sekvensen påverkar den peptidkedja som bildas. Svaret ska inte innehålla enstaka aminosyror eller peptidens aminosyrasekvens. För att ge poäng måste svaren i båda kolumnerna i en rad vara rätta (2 p./rad)

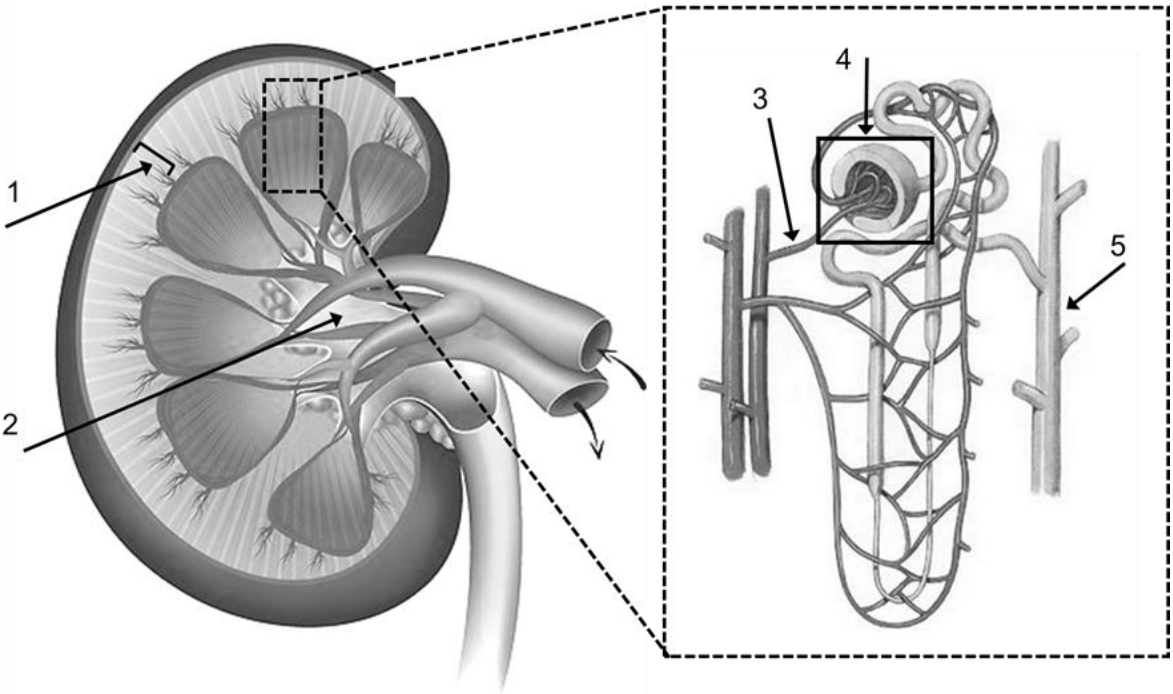
I	...5′GGCATTGCGAGCAAGTAATATCGCGACTCC3′...
II	...5′GGCATTGCGAGCAAGTAATATAGCGACTCC3′...
III	...5′GGCATTGCGAGCAGGTAATATCGCGACTCC3′...
IV	...5′GGCATAGCGAGCAAGTAATATCGCGACTCC3′...
V	...5′GGCATTGCGAGCAAGTAATATCGTCGAATC3′...

b) Nedan finns en förenklad bild av en dubbelsträngad DNA-kedja. Skriv i svarsblanketten basordningen ur den del av DNA-sekvens I som syns i bilden. (3 p.)



Uppgift 16 (10 p.)

a) Identifiera och namnge strukturerna 1–5 som är utmärkta i bilden. (5 p.)



b) Vilken struktur i njuren och vilket skede av dess funktion reglerar den mängd glukos som utsöndras från blodet i urinen? (2 p.)

c) Vilken struktur i njuren och vilket skede av dess funktion är förbundna med en situation, då det utsöndras rikligt med stora proteiner i urinen? (2 p.)

Poängsättningen i delfrågorna a, b och c: Rätt svar = 1 p./punkt. Fel svar, inget svar eller flera svar = 0 p./punkt.

d) ADH, dvs. vasopressin är ett hormon som medverkar i regleringen av urinutsöndringen. Varifrån utsöndras ADH och hur verkar det i njuren? (1 p.) Både utsöndringsplatsen och verkan måste vara rätt för att poäng ska utdelas för svaret.

Uppgift 17 (13 p.)

a) Komplettera tabellen i svarsblanketten med de ord som fattas på raderna 1–6.

Industrigrenarna kan du välja bland följande: papper, cellulosa, mejeri, tvättmedel, läder, textil, biokemikalier, läkemedel, socker, hygien, dryck, foder, livsmedel.

Rätt svar = 1 p./cell i tabellen. Fel svar, inget svar eller flera svar = 0 p./cell i tabellen. (8 p.)

	Industrigren	**Enzym**	**Följd/verkan**
1	socker		fruktosproduktion
2	tvättmedel		fettspjälkning
3	textil		bearbetning av fibrer
4	hygien	papain	
5		kymosin (rennin)	
6		fytas	

b) En bulldeg jäser i syrefri miljö tack vare jäst. Skriv in i svarskompendiet reaktionsseriens ämne/ämnen som påverkar jäsningen: 1) utgångsämne, 2) mellanprodukter och 3) slutprodukter. Välj de lämpliga svaren från listan nedan.

Listan: galaktos, sackaras, etanol, jäst, koldioxid, pyrodruvsyra/pyruvat, glukos, kolmonoxid, ATP, citronsyra, mjölksyra, laktas

Varje felaktigt val −1 p., uppgiftens lägsta poäng = 0 p. (5 p.)

Uppgift 18 (8 p.)

Fyll i de ord som saknas på linjerna i texten nedan. Ett ord per linje. Skriv dina svar i svarskompendiet.

Poängsättning: varje numrerad rad 1 p; sammanlagt 8 p.

Ljusförnimmelsen går från ögats näthinna till hjärnbarken, hjärnans syncentrum, som finns i storhjärnans (1)_____. Med hjälp av näthinnans (2)_____ kan vi särskilja färger. Störningar i färgseende förekommer minst för (3)_____ färg. Vi ser även i skymning, eftersom (4)_____ innehåller synpurpur (rodopsin), som består av ett opsinprotein och (5)_____, som är ett derivat av (6)_____. Mörkerseendet underlättas även av att (7)_____ utvidgar sig. En närsynt person behöver konkava linser för att korrigera brytningsfelet eftersom bilden fokuseras (8)_____ näthinnan i ett närsynt öga.

KAAVALIITE / FORMELBILAGA

$N_A = 6{,}022\,140\,76 \cdot 10^{23}$ 1/mol
$G = 6{,}674 \cdot 10^{-11}$ Nm²/kg²
$e = 1{,}602\,176\,634 \cdot 10^{-19}$ C
$F = 96\,500$ C/mol
$V_m = 22{,}41$ dm³/mol (NTP)
$g = 9{,}81$ m/s²
$h = 6{,}626\,070\,150 \cdot 10^{-34}$ J · s
$= 4{,}1357 \cdot 10^{-15}$ eV · s
$\sigma = 5{,}670 \cdot 10^{-8}$ W/(m² · K⁴)
$\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ F/m
$\mu_0 \approx 4\pi \cdot 10^{-7}$ Vs/(Am) $\approx 1{,}257 \cdot 10^{-6}$ Vs/(Am)
$c = 299\,792\,458$ m/s
$c_a = 343$ m/s
$R_H = 1{,}0968 \cdot 10^{7}$ m⁻¹
$\rho(H_2O) = 1{,}00 \cdot 10^{3}$ kg/m³ (0 °C – 100 °C)
$c(H_2O) = 4{,}19$ kJ/(kg · K)
$K_w = 1{,}008 \cdot 10^{-14}$ (mol/l)²
$R = 8{,}314$ J/(mol · K)
0 °C = 273,15 K
1 atm = 101 325 Pa
1 eV $\approx 1{,}602 \cdot 10^{-19}$ J
1 kWh = 3,6 MJ
e ≈ 2,718 28
ln 2 ≈ 0,693
π ≈ 3,1416
360° = 2π rad

protoni/proton:	$m_p = 1{,}672\,621\,6 \cdot 10^{-27}$ kg
neutroni/neutron:	$m_n = 1{,}674\,927\,3 \cdot 10^{-27}$ kg
elektroni/elektron:	$m_e = 9{,}109\,382\,2 \cdot 10^{-31}$ kg
	u $= 1{,}660\,538\,9 \cdot 10^{-27}$ kg
	$m_p = 1{,}007\,276\,5$ u
	$m_n = 1{,}008\,665\,0$ u
	$m_e = 5{,}485\,799\,1 \cdot 10^{-4}$ u

$$p = \rho g h$$
$$A = 4\pi r^2;\ V = \frac{4}{3}\pi r^3$$
$$ax^2 + bx + c = 0 \Rightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$
$$W = \bar{F} \cdot \bar{s}$$
$$E_p = mgh;\ E_k = \frac{1}{2}mv^2$$
$$s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$
$$v = v_0 + at$$
$$T = \frac{2\pi}{\omega};\ f_n = \frac{n}{t} = \frac{1}{T}$$
$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$$
$$\omega = \omega_0 + \alpha t$$
$$a = \frac{v^2}{r}$$
$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}, E_p = -\frac{G m_1 m_2}{r}$$
$$y(x,t) = y_{\max}\sin(\omega t - kx)$$
$$p(x,t) = p_{\max}\cos(\omega t - kx)$$
$$\overline{M} = \bar{r} \times \bar{F}$$
$$\bar{p} = m\bar{v}$$
$$P = W/t$$
$$\eta = \frac{W_o}{W_i} = \frac{W_o/t}{W_i/t} = \frac{P_o}{P_i}$$
$$\frac{\sin\alpha_1}{\sin\alpha_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{12}$$
$$F = -kx;\ \frac{F}{A} = E\frac{\Delta l}{l}$$
$$p = \frac{F}{A} = \frac{Fs}{As} = \frac{W}{V}$$
$$L = 10\lg\left(\frac{I}{I_0}\right)\text{dB}$$
$$f = f_0\frac{v}{v \pm v_l};\ f = f_0\frac{v \pm v_h}{v}$$
$$pV = nRT$$
$$\mu_{\max} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$
$$l = l_0(1 + \alpha\Delta T);\ V = V_0(1 + \gamma\Delta T)$$
$$\Delta Q = c_p m\Delta T$$
$$Q = sm; Q = rm$$
$$U = RI,\ \ P = UI$$
$$M = NABI\sin\alpha$$
$$e = NAB\,\omega\sin(\omega t)$$
$$F = QE;\ E = U/d$$
$$\bar{F} = q(\bar{v} \times \bar{B}); F = qvB\sin\alpha$$
$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$
$$E_{pot} = qU$$
$$C = q/U$$
$$V(x_0) = E_0/q$$
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$
$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$
$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}; E(\text{eV}) = 1240/\lambda(\text{nm})$$
$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$
$$2d\sin(\theta) = n\lambda$$
$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$
$$A = \lambda N = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t}$$
$$A = A_1 e^{-\lambda_1 t} + A_2 e^{-\lambda_2 t}$$
$$I = I_0 e^{-\mu x}$$
$$E_B = [Zm_p + Nm_n - m_A + Zm_e]c^2$$
$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$$
$$pH = pK_a + \lg\frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$\Delta V = -\frac{RT}{ZF}\ln\frac{c^s}{c^u}$$
$$J = -D\left(\frac{dc}{dx} + Zc\frac{F}{RT}\frac{dV}{dx}\right)$$

$$\frac{c_{\mathrm{K}}^{s}}{c_{\mathrm{K}}^{u}} = \frac{c_{\mathrm{Cl}}^{u}}{c_{\mathrm{Cl}}^{s}};\ (c_{\mathrm{Cl}}^{u} + |Z_p| c_p^{u}) c_{\mathrm{Cl}}^{0} = c_{\mathrm{K}}^{s} c_{\mathrm{Cl}}^{s}$$

$$I = C\frac{dE}{dt} + g_{\mathrm{Na}}(E - E_{\mathrm{Na}}) + g_{\mathrm{K}}(E - E_{\mathrm{K}}) + g_l(E - E_l)$$

$$R = \frac{\Delta p}{q_v} = \frac{8\eta L}{\pi r^4};\ \ Re = \frac{\rho v R}{\eta}$$

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

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

$$\mathrm{PVR} = \frac{80(\mathrm{PA}_m - \mathrm{LA}_m)}{V_p};\ \ \mathrm{SVR} = \frac{80(\mathrm{AO}_m - \mathrm{RA}_m)}{V_p}$$

$$\mathrm{It} = \mathrm{nzF}$$

Alkuaineiden jaksollinen järjestelmä / Periodiska systemet

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 44,995	$_{22}$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 [270]	$_{109}$Mt [278]	$_{110}$Ds [281]	$_{111}$Rg [282]	$_{112}$Cn [285]	$_{113}$Nh [286]	$_{114}$Fl [289]	$_{115}$Mc [290]	$_{116}$Lv [293]	$_{117}$Ts [294]	$_{118}$Og [294]
Lantanoidit **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
Aktinoidit **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

Normaalipotentiaaleja / Normalpotentialer	
Reaktio/Reaktion:	**E^0 (V)**
$S_2O_8^{2-} + 2\ e^- \rightleftharpoons 2\ SO_4^{2-}$	+2,010
$O_2\ (g) + 4\ H^+ + 4\ e^- \rightleftharpoons 2\ H_2O\ (l)$	+1,229
$Zn^{2+} + 2\ e^- \rightleftharpoons Zn\ (s)$	-0,7618

$\sin(x)$

x (°)	$\sin x$	x (°)	$\sin x$	x (°)	$\sin x$	x (°)	$\sin x$	x (°)	$\sin x$
0,0	0,000								
0,5	0,009	20,5	0,350	40,5	0,649	60,5	0,870	80,5	0,986
1,0	0,017	21,0	0,358	41,0	0,656	61,0	0,875	81	0,988
1,5	0,026	21,5	0,367	41,5	0,663	61,5	0,879	81,5	0,989
2,0	0,035	22,0	0,375	42,0	0,669	62,0	0,883	82	0,990
2,5	0,044	22,5	0,383	42,5	0,676	62,5	0,887	82,5	0,991
3,0	0,052	23,0	0,391	43,0	0,682	63,0	0,891	83	0,993
3,5	0,061	23,5	0,399	43,5	0,688	63,5	0,895	83,5	0,994
4,0	0,070	24,0	0,407	44,0	0,695	64,0	0,899	84	0,995
4,5	0,078	24,5	0,415	44,5	0,701	64,5	0,903	84,5	0,995
5,0	0,087	25,0	0,423	45,0	0,707	65,0	0,906	85	0,996
5,5	0,096	25,5	0,431	45,5	0,713	65,5	0,910	85,5	0,997
6,0	0,105	26,0	0,438	46,0	0,719	66,0	0,914	86	0,998
6,5	0,113	26,5	0,446	46,5	0,725	66,5	0,917	86,5	0,998
7,0	0,122	27,0	0,454	47,0	0,731	67,0	0,921	87	0,999
7,5	0,131	27,5	0,462	47,5	0,737	67,5	0,924	87,5	0,999
8,0	0,139	28,0	0,469	48,0	0,743	68,0	0,927	88	0,999
8,5	0,148	28,5	0,477	48,5	0,749	68,5	0,930	88,5	1,000
9,0	0,156	29,0	0,485	49,0	0,755	69,0	0,934	89	1,000
9,5	0,165	29,5	0,492	49,5	0,760	69,5	0,937	89,5	1,000
10,0	0,174	30,0	0,500	50,0	0,766	70,0	0,940	90	1,000
10,5	0,182	30,5	0,508	50,5	0,772	70,5	0,943		
11,0	0,191	31,0	0,515	51,0	0,777	71,0	0,946		
11,5	0,199	31,5	0,522	51,5	0,783	71,5	0,948		
12,0	0,208	32,0	0,530	52,0	0,788	72,0	0,951		
12,5	0,216	32,5	0,537	52,5	0,793	72,5	0,954		
13,0	0,225	33,0	0,545	53,0	0,799	73,0	0,956		
13,5	0,233	33,5	0,552	53,5	0,804	73,5	0,959		
14,0	0,242	34,0	0,559	54,0	0,809	74,0	0,961		
14,5	0,250	34,5	0,566	54,5	0,814	74,5	0,964		
15,0	0,259	35,0	0,574	55,0	0,819	75,0	0,966		
15,5	0,267	35,5	0,581	55,5	0,824	75,5	0,968		
16,0	0,276	36,0	0,588	56,0	0,829	76,0	0,970		
16,5	0,284	36,5	0,595	56,5	0,834	76,5	0,972		
17,0	0,292	37,0	0,602	57,0	0,839	77,0	0,974		
17,5	0,301	37,5	0,609	57,5	0,843	77,5	0,976		
18,0	0,309	38,0	0,616	58,0	0,848	78,0	0,978		
18,5	0,317	38,5	0,623	58,5	0,853	78,5	0,980		
19,0	0,326	39,0	0,629	59,0	0,857	79,0	0,982		
19,5	0,334	39,5	0,636	59,5	0,862	79,5	0,983		
20,0	0,342	40,0	0,643	60,0	0,866	80,0	0,985		

$\cos x = \sin(90° - x), 0 \leq x \leq 90°$

$\cos^2 x + \sin^2 x = 1$

Emäs 1/Bas 1	Emäs 2/Bas 2										Emäs 3/Bas 3
		T		C		A		G			
	T	TTT	Fenyylialaniini/ Fenylalanin	TCT	Seriini/Serin	TAT	Tyrosiini/Tyrosin	TGT	Kysteiini/Cystein	T	
		TTC		TCC		TAC		TGC		C	
		TTA	Leusiini/Leucin	TCA		TAA	STOP	TGA	STOP	A	
		TTG		TCG		TAG		TGG	Tryptofaani/Tryptofan	G	
	C	CTT		CCT	Proliini/Prolin	CAT	Histidiini/Histidin	CGT	Arginiini/Arginin	T	
		CTC		CCC		CAC		CGC		C	
		CTA		CCA		CAA	Glutamiini/Glutamin	CGA		A	
		CTG		CCG		CAG		CGG		G	
	A	ATT	Isoleusiini/Isoleucin	ACT	Treoniini/Treonin	AAT	Asparagiini/ Asparagin	AGT	Seriini/Serin	T	
		ATC		ACC		AAC		AGC		C	
		ATA		ACA		AAA	Lysiini/Lysin	AGA	Arginiini/Arginin	A	
		ATG	Metioniini/Metionin	ACG		AAG		AGG		G	
	G	GTA	Valiini/Valin	GCT	Alaniini/Alanin	GAT	Asparagiinihappo/ Asparaginsyra	GGT	Glysiini/Glycin	T	
		GTC		GCC		GAC		GGC		C	
		GTA		GCA		GAA	Glutamiinihappo/ Glutaminsyra	GGA		A	
		GTG		GCG		GAG		GGG		G	

DNA:n koodaavan juosteen emäskolmikkoja vastaavat aminohapot