

**DET MEDICINSKA URVALSPROVET**  
**17.5.2017**

## **UPPGIFTSKOMPENDIUM**

**Detta är urvalsprovets uppgiftskompedium.** Kompedit innehåller urvalsuppgifterna med inledande texter och som bilaga en formelsamling samt tabelluppgifter. 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 gymnasiets läroplan, samt att man behärskar och kan tillämpa innehållet i den inledande texten, formlerna och tabellerna som ingår i uppgiftskompedit. De inledande texterna kan även höra ihop med andra än de uppgifter eller uppgiftsserier som följer direkt efter texterna i fråga.

**Kontrollera, att det uppgiftskompedium du erhållit, utöver detta pärmbild, innehåller uppgiftssidorna 1–24 samt formel- och tabellsidorna B1–B2.** Konstanterna och tabellvärdena i formelbilagan B1–B2 samt i svarskompedit antas vara exakta värden i samband med räkneoperationerna.

**Uppgift 1 besvaras på en separat optiskt läsbar blankett.** Svaren på de övriga uppgifterna skrivs i svarskompedit.

**I fysikens delområde** ingår uppgifterna **1A, 2, 3, 4, 5, 6 och 7**

**I biologins delområde** ingår uppgifterna **1B, 8, 9, 10, 11, 12 och 13**

**I kemins delområde** ingår uppgifterna **1C, 14, 15, 16 och 17**

I urvalsprovet ska man behärska alla ämnen som ingår i fordringarna för urvalsprovet (biologi, fysik och kemi). För att bli antagen till den finsk- eller svenskspråkiga linjen vid utbildningsprogrammet i medicin eller odontologi måste den sökande i vart och ett av urvalsprovets delområden få minst 10 procent av medeltalet råpoäng för de fem bästa sökande som deltagit urvalsprovet i vart och ett av provets delområden i det utbildningsprogram till vilket den sökande söker. Även om den sökandes sammanlagda poäng överskrider gränsen för godkännande, kan den sökande inte bli antagen om poängtalet i ett enda delområde, som närmare bestäms i materialet som ges på provdagen, är mindre än 10 procent av medeltalet för de fem bästa sökandena i varje delområde i det aktuella utbildningsprogrammet.

\*\*\*\*\*

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 gymnasiets läroplan, samt på den information som ingår i det uppgiftskompedit som delats ut vid urvalsförhöret. I samband med varje uppgift och deluppgift anges den maximala poängmängden.

Svarens sammanräknade 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 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.



## Uppgift 1 (del A – C) 56 p

Besvaras på den optiskt läsbara blanketten genom att kryssa för (X) det lämpligaste svarsalternativet (endast ett).

Den sammanlagda maximala poängsumman för uppgift 1 är  $20+16+20=56$  poäng, och minimipoängsumman är 0 poäng.

Minimipoängsumman för varje del (A–C) = 0 p.

Poängsättningen för de enskilda uppgifterna:

Rätt val = 1 p

Fel val = -0,5 p

Inget val = 0 p

### Del A (20 p)

1. En räkneuppgift ger ett resultat med enheten  $\text{kgm}^2/\text{s}^3$ . Vilket av alternativen motsvarar denna enhet?
  - a) J, joule
  - b) N, newton
  - c) W, watt
  - d) Pa, pascal
  - e) Wb, weber
2. Newton är SI-enheten för kraft och kan även anges på följande sätt:
  - a)  $\text{kgm}/\text{s}^2$
  - b)  $\text{kgm}/\text{s}$
  - c)  $\text{kJm}/\text{s}^2$
  - d)  $\text{kgm}^2/\text{s}$
  - e)  $\text{kgm}^2/\text{s}^3$
3. Då avståndet från jordens mittpunkt till en kropp, som befinner sig utanför jorden, tredubblas, kommer den gravitationskraft som jorden förorsakar på kroppen att
  - a) tredubblas.
  - b) minska till en tredjedel.
  - c) halveras.
  - d) minska till en sjättedel.
  - e) minska till en niondel.
4. Två klot är gjorda av samma material. Radien hos klotet A (med massan  $m_A$ ) är  $r$  och radien hos klotet B (massan  $m_B$ ) är  $2r$ . Vilket är förhållandet mellan klotens massor  $m_A/m_B$ ?
  - a) 0,125
  - b) 0,250
  - c) 0,500
  - d) 4,00
  - e) 8,00

5. Om radien hos ett klot fördubblas, hur förändras då förhållandet ( $V/A$ ) mellan volymen ( $V$ ) och ytan ( $A$ )?
- Minskar till en fjärdedel
  - Minskar till en tredjedel
  - Halveras
  - Fördubblas
  - Fyrdubblas
6. Med hjälp av vilken ekvation kan man beräkna medelhastigheten (mellan tidpunkterna 0 och  $t$ ) hos en kropp som befinner sig i likformigt föränderlig rörelse längs x-axeln? ( $v_0$  = utgångshastigheten,  $v$  = hastigheten efter tiden  $t$ ,  $a$  = accelerationen)
- $v_0 + at$
  - $(v_0 - v)/2$
  - $(v_0 + v)/2$
  - $v_0 + v/2$
  - $v_0 + \frac{1}{2} at^2$
7. Du vill framställa en diod av kisel. Med vilka grundämnen skall anoden (p-typ) och katoden (n-typ) dopas?
- Anoden: P, fosfor; katoden: Ga, gallium
  - Anoden: In, indium; katoden: Al, aluminium
  - Anoden: B, bor; katoden: As, arsenik
  - Anoden: Se, selen; katoden: P, fosfor
  - Anoden: As, arsenik; katoden: P, fosfor
8. Vilket av följande alternativ utgör den huvudsakliga laddningsbäraren i en halvledare av n-typ?
- Elektronen
  - Hålet
  - Positronen
  - Jonen
  - Protonen
9. Spolen i en generator har 1000 lindningsvarv. Den roterar i ett homogent magnetfält (0,1 T). Slingan i spolen har arean 100 cm<sup>2</sup>. Vilket är den inducerade spänningens största möjliga värde, då spolen roterar med en frekvens på 10 Hz?
- 6,3 V
  - 10 V
  - 31 V
  - 63 V
  - 100 V
10. Sönderfallsserien för uran-238 slutar i bly-206. Hur många alfasönderfall sker i denna sönderfallsserie?
- 2
  - 4
  - 5
  - 8
  - 10

11. Vilken är diametern (storleksklass) hos atomkärnan på basen av Rutherfords experiment?
- $10^{-8}$  m
  - $10^{-10}$  m
  - $10^{-12}$  m
  - $10^{-14}$  m
  - $10^{-16}$  m
12. Verkningsgraden för ett kärnkraftverk är 0,350 och temperaturen hos det inkommande kylvattnet är 20,0 °C. Vilken är temperaturen hos den vattenånga som leds till turbinen, då man räknar enligt Carnots verkningsgrad?
- 30,8 °C
  - 57,2 °C
  - 158 °C
  - 178 °C
  - 564 °C
13. Hur mycket förändras kraftmomentet (vridmomentet) då längden på momentarmen fördubblas?
- Minskar till en åttondel
  - Minskar till en fjärdedel
  - Halveras
  - Fördubblas
  - Fyrdubblas
14. En järnvägsskena tillverkad av stål är exakt 100 meter lång. Denna längd är uppmätt vid temperaturen 12 °C, stålets värmeutvidgningskoefficient är  $12 \cdot 10^{-6}$  m/°C och omgivningens temperatur varierar mellan -30 °C och +30 °C. Hur lång kan järnvägsskenan maximalt bli till följd av temperaturutvidgningen?
- 100,0936 m
  - 100,0720 m
  - 100,0360 m
  - 100,0216 m
  - 100,0144 m
15. En självlysande leksak lyser i mörkret. Vilket fysikaliskt fenomen är det fråga om?
- Fosforescens
  - Värmestrålning
  - Fotoelektrisk effekt
  - Induktion
  - Strålning från en svart kropp
16. Hur stor måste den kinetiska energin hos en rymdsond (med massan 12,0 kg) vara för att den skall övervinna jordens gravitationsfält? Rymdsonden flyger på höjden 1000 km från jordens yta.
- 8,81 MJ
  - 11,2 MJ
  - 54,2 MJ
  - 649 MJ
  - 868 MJ

17. En bil kör i en rondell på 25 m avstånd från rondellens mittpunkt med en konstant fart på 40 km/h. Vilken är bilens acceleration?
- 0,0 m/s<sup>2</sup>
  - 0,4 m/s<sup>2</sup>
  - 4,9 m/s<sup>2</sup>
  - 9,9 m/s<sup>2</sup>
  - 64 m/s<sup>2</sup>
18. Nätspänningens effektiva värde är 230 V. Vilket är spänningens toppvärde?
- 163 V
  - 230 V
  - 325 V
  - 460 V
  - 650 V
19. Utträdesarbetet för katodmaterialet i en fotocells vakuumrör är 5,66 eV. Vilken får ljusets våglängd högst vara för att strömmen skall löpa mellan anoden och katoden? Spänningsskillnaden är 400 V.
- 219 nm
  - 310 nm
  - 351 nm
  - 410 nm
  - 730 nm
20. Neutronerna består av
- positroner.
  - bosoner.
  - leptoner.
  - kvarkar.
  - neutriner.

## Del B (16 p)

1. Vilken av följande kväveföreningar bidrar mest till växthuseffekten?
- CH<sub>5</sub>N
  - NO
  - NH<sub>3</sub>
  - N<sub>2</sub>O
  - N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>
2. Vilken är jordens ekologiska kapacitet, det vill säga den biologiskt produktiva arealen per invånare (avrundat till en halv hektars noggrannhet)?
- 0,5 hektar
  - 2 hektar
  - 5 hektar
  - 8 hektar
  - 10 hektar

3. Fortplantningsförmågan hos vikaren och gråsälen i Östersjön försvagades under 1970-talet på grund av sjukdom (livmoderförträngning). Idag förekommer denna sjukdom mycket mera sällan. Vilken av de åtgärder, som vidtagits för att minska miljögifterna, har varit effektivast?
- Fartygens oljeutsläpp har minskats.
  - Blyhagel är förbjudna vid sjöfågeljakt.
  - Man har slutat använda kvicksilver inom skogsindustrin.
  - Användningen av fosfater med låg kadmiumhalt vid gödsling av åkrar har ökat.
  - Det är förbjudet att använda PCB-föreningar.
4. Vilken av följande faktorer gynnar mest massförekomsten av cyanobakterier på sensommaren i Östersjön?
- En ökad UV-B-strålning till följd av ozonunderskott.
  - En ökning av kvävehalterna till följd av trafikutsläpp.
  - Strömningen av salthaltigt vatten till Östersjön via de danska sunden.
  - Frigöring av fosfor från syrefria havsbottnar.
  - Grumlingen av vatten till följd av eutrofiering.
5. Vilken av följande egenskaper beskriver bäst DNA hos prokaryoter?
- Det binder histonproteiner.
  - Det innehåller repetitionssekvenser utanför generna.
  - Det är mångfaldigt packat.
  - Dess baser är A, U, G och C.
  - Det är cirkulärt till sin struktur.
6. Vilken av följande kromosommutationer är den som med största sannolikhet ger upphov till en genfamilj?
- Deletion
  - Addition
  - Translokation
  - Inversion
  - Duplikation
7. Man vill producera ett humant protein i bakterier. Vad måste man först göra med humant budbärr-RNA innan proteinproduktionen kan lyckas?
- Man avlägsnar intronerna från budbärr-RNA med hjälp av restriktionsenzymer.
  - Man framställer ur budbärr-RNA komplementärt DNA som kodar proteinet.
  - Man överför budbärr-RNA tillfälligt till en bakteriofag.
  - Man framställer genens kodande område genom splitsning av budbärr-RNA.
  - Man fäster genregleringsområdet från bakterien till budbärr-RNA med hjälp av ett kopplingsenzym (ligas).
8. Vilket av följande gäller vid överkorsning (*crossing over*)?
- Den sker i mitosens första fas.
  - Den sker i kromosomen mellan närbelägna alleler.
  - Den sker mellan homologa kromosomer.
  - Den sker i bakterier och effektiverar variationen.
  - Den sker i evolutionen för att öka homozygoti.

9. Ur vilka celler bildas plasmaceller som producerar antikroppar?
- B-celler
  - Hjälpar-T-celler
  - Mördar-T-celler
  - Makrofager
  - Monocyter
10. Vilka celler kan sluka kroppens egna skadade celler?
- B-celler
  - Hjälpar-T-celler
  - Mördar-T-celler
  - Makrofager
  - Minnesceller
11. Vilken av följande faktorer är viktigast för den medfödda immuniteten?
- Minnescellerna
  - Hjälpar-T-cellerna
  - Lymfknutorna
  - Antikropparna
  - Granulocyterna
12. Vad händer med blodet då det rinner i kapillärerna?
- Strömningshastigheten ökar.
  - Blodets glukoshalt minskar.
  - Blodets temperatur ökar.
  - Koagulationsfaktorerna aktiveras.
  - B-cellerna aktiveras.
13. Vad händer i hjärtat under diastole?
- Klaffarna mellan förmaken och kamrarna är öppna.
  - Trycket i aortan ökar.
  - Blodet strömmar från förmaket till lungvenen.
  - Kranskärnen kontraherar.
  - Den högra kammaren kontraherar.
14. Vad avses med hjärtats slagvolym?
- Den blodmängd som strömmar genom hjärtat under en minut.
  - Den blodmängd som hjärtat pumpar under en kontraktion.
  - Hjärtats totala volym.
  - Den blodmängd som hjärtats vänstra kammare pumpar under en minut.
  - Hjärtats förmaksvolym.



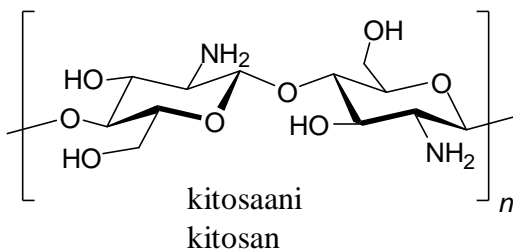
15. Vilket av följande påståenden stämmer bäst på gömfröiga växter?
- Deras fröämnen utvecklas på fruktbladen.
  - De har en synlig generationsväxling.
  - Hos dem sker dubbel befruktning.
  - Deras kärllsträngar är utspridda i stjälken.
  - De är vindpollinerade.
16. Vilka av följande påståenden gällande blötdjur (mollusker) stämmer bäst?
- De har kitinskal.
  - De har matsmältningskanal.
  - De förökar sig könlöst.
  - De har slutna blodomlopp.
  - De är radiärsymmetriska.

## Del C (20 p)

1. När ett grundämne i samma aggregationstillstånd har flera strukturellt olika former, är det fråga om
- heterotropi.
  - neotropi.
  - mesotropi.
  - isotropi.
  - allotropi
2. En vätebindning kan
- vara en svag bindning som förekommer mellan vätemolekyler.
  - förekomma mellan två karboxylsyramolekyler.
  - vara en kovalent bindning som bildats av en väteatom.
  - förekomma mellan ammoniak och vätgas.
  - bildas mellan kolvätekedjor i fettsyror.
3. En amfolyt är en molekyl som
- spjälker kovalenta bindningar med hjälp av hydrolys.
  - deltar i vattnets elektrolys.
  - kan fungera både som syra och bas.
  - löser upp både vatten- och fettlösliga molekyler.
  - reglerar jonbalansen i blodplasma.
4. Nitrater, det vill säga salpetersyrans salter, nyttjas
- som ytbeläggning på slipstift och skärhuvuden.
  - som växtgödsel.
  - som signalmolekyler i kroppen.
  - vid blekning av papper.
  - vid behandling av ejakulationsstörningar.

5. Kväveoxid (NO) nyttjas
- som signalmolekyl i kroppen.
  - vid behandling av ejakulationsstörningar.
  - i andningsgasblandningar vid dykning.
  - vid smärtlindring och anestesi (narkos).
  - som drivgas.
6. Dikväveoxid (N<sub>2</sub>O) nyttjas
- i andningsgasblandningar vid dykning.
  - som desinfektionsmedel.
  - vid smärtlindring och anestesi (narkos).
  - vid blekning av papper.
  - som signalmolekyl i kroppen.
7. Vilket av de följande alternativ är den empiriska formeln för natriumnitrit?
- NaN<sub>2</sub>O
  - NaHNO<sub>3</sub>
  - NaNO<sub>2</sub>
  - NaNO<sub>3</sub>
  - NaN<sub>3</sub>
8. Vid nitrifikation
- binds luftens kväve till ammoniumkväve.
  - oxideras en nitratjon till en nitritjon.
  - reduceras en nitratjon till en nitritjon.
  - reagerar NO med vatten till H<sub>2</sub>NO<sub>2</sub>.
  - oxideras ammoniumkvävet till en nitritjon.
9. Masstal är
- atomkärnans exakta massa.
  - summan av antalet nukleoner i atomkärnan.
  - grundämnets atommassa.
  - antalet isotoper med olika massa för ett grundämne.
  - massan hos <sup>12</sup>C-isotopen.
10. En kedjeisomer till pentan-1-ol är
- pentan-2-ol.
  - 2-metylbutan-1-ol.
  - cyklopentanol.
  - pent-2-en-1-ol.
  - 2,3-dimetylbutan-1-ol.
11. Molekylformeln för en förening är C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O. På basis av detta kan föreningen vara
- dietyleter.
  - butan-2-ol.
  - but-3-en-1-ol.
  - but-3-yn-1-ol.
  - fenol.

12. Oxoniumjonkoncentrationen i en vattenlösning av väteklorid ( $20 \text{ mmol/dm}^3$ ) är
- 0,020 M.
  - 1,0 M.
  - 2,0 M.
  - 0,20 M.
  - 20 M.
13. Baskonstanten för en bas är  $1,0 \cdot 10^{-8} \text{ mol/l}$ .  $pK_a$  för basens konjugatsyra är
- 8,00.
  - 7,00.
  - 6,00.
  - 1,00.
  - 8,00.
14. Vilken av följande metaller kan användas som offeranod för att skydda järnet mot rost?
- Cu
  - Sn
  - Zn
  - Hg
  - Pd
15. Kitosan är en naturlig polymer som framställs ur kitin och används i livsmedel och kosmetika.



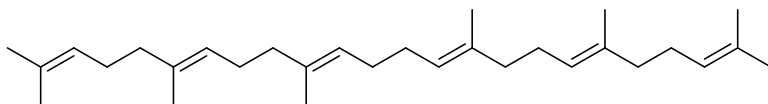
- Kitosan består av aminosockermonomerer.
- Kitosan består av cyklohexanringar.
- Kitosan har en esterbindning.
- Kitosan är en aromatisk förening.
- Kitosan hör till glykogenerna.

Man får mer än dubbelt så mycket energi per massa från fetter än från kolhydrater. Ur ett gram fett får man cirka 38 kJ energi. Enligt näringsrekommendationerna skall 32 % av den dagliga energimängden i en hälsosam kost komma från fett.

16. En portion salamipizza innehåller 38 g fett och totalt 3300 kJ tillgänglig energi. Hur många procent av energimängden i portionen kommer från fett?
- 34 %
  - 44 %
  - 48 %
  - 52 %
  - 53 %

17. Ifall en person förbrukar 9200 kJ/d, hur mycket fett borde födan enligt näringsrekommendationerna innehålla per dag?
- 22 g
  - 54 g
  - 77 g
  - 190 g
  - 220 g

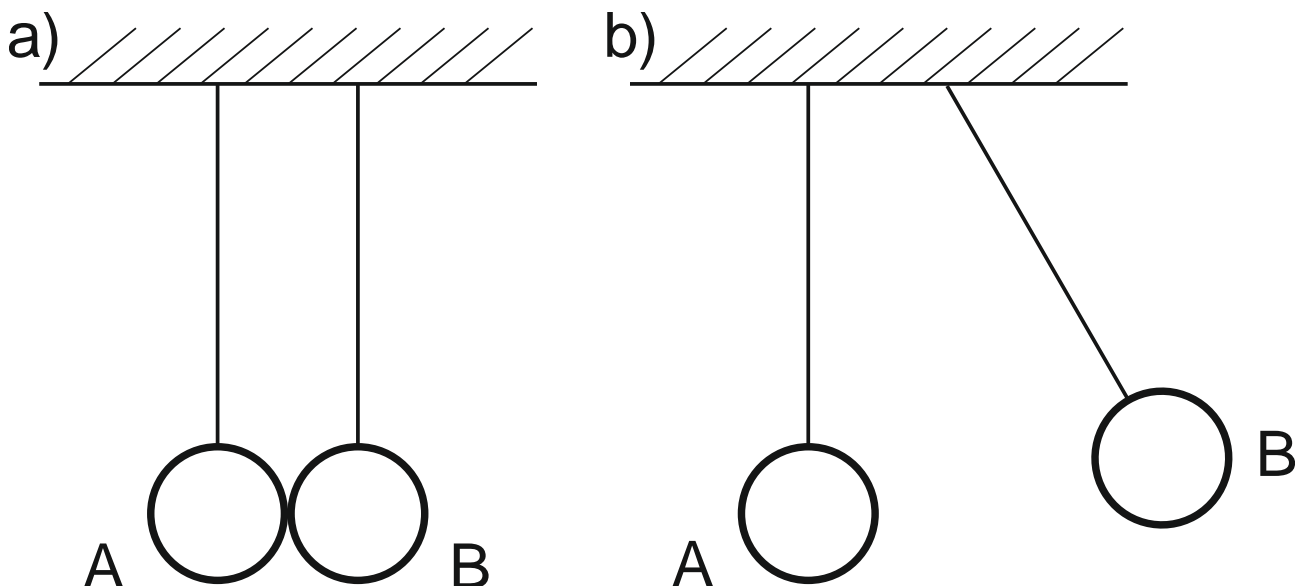
Skvalen är en lipid som förekommer bland annat i oliv- och fiskolja.



skvaleeni  
skvalen

18. Ett olivoljeprov (2,00 g) innehåller 8,00 mg skvalen ( $M = 410,70$  g/mol). Hur många millimol skvalen finns i 100,0 g olivolja?
- 0,200 mmol
  - 0,240 mmol
  - 0,400 mmol
  - 0,820 mmol
  - 0,974 mmol
19. Skvalen kan reduceras till skvalan med vätgas (hydrogenering/hydrering), det vill säga alla dubbelbindningar i skvalen omvandlas till enkelbindningar. Hur många liter vätgas (NTP) behövs för att reducera  $1,00 \cdot 10^3$  mol skvalen till skvalan?
- $22,4 \cdot 10^2$  l
  - $13,4 \cdot 10^3$  l
  - $22,4 \cdot 10^3$  l
  - $134 \cdot 10^3$  l
  - $269 \cdot 10^3$  l
20. Glycerol är en trevärd alkohol ( $\text{HOCH}_2\text{CHOHCH}_2\text{OH}$ ,  $M = 92,06$  g/mol) med en densitet som är 1,26 gånger vattnets densitet. Hur mycket vatten frigörs, då  $1,0$  dm<sup>3</sup> glycerol förestras fullständigt till triacylglycerol?
- 0,74 dm<sup>3</sup>
  - 0,79 dm<sup>3</sup>
  - 0,92 dm<sup>3</sup>
  - 1,3 dm<sup>3</sup>
  - 3,8 dm<sup>3</sup>

**Uppgift 2** I ett laboratorium hittar man en flaska som innehåller en vätska med två radioaktiva ämnen (A och B), med halveringstiderna  $T_A$  respektive  $T_B$ . Då man undersöker flaskans innehåll upptäcker man att ämnet A har en aktivitet som är  $X$  gånger aktiviteten hos ämnet B. Man vet att aktiviteterna var lika stora då flaskan kom till laboratoriet. Hur länge har flaskan funnits i laboratoriet? Ge ditt svar med hjälp av de angivna storheterna. (8 p)

**Uppgift 3**

Två lika stora kulor av stål A och B (massan  $m$ ) är upphängda enligt delfigur a). Massan hos upphängningstråden behöver inte beaktas. Man för kulan B till höger enligt delfigur b) och släpper den sedan.

a) Ifall man vill att hastigheten hos kulan B strax före sammanstötningen är  $v$ , hur högt måste man då lyfta kulan B? (2 p)

b) Vilka är kulornas hastigheter omedelbart efter sammanstötningen? Sammanstötningen är elastisk. (8 p)

**Uppgift 4** Ett enkelskiktat lipidmembran består av två olika typer av lipider: tio procent av membranets lipider har en negativ nettoladdning, som motsvarar en elementarladdning, medan återstående nittio procent av lipiderna är neutrala. Man antar att en lipid upptar en area på ca  $0,68 \text{ nm}^2$  av membranets yta, och att de laddade lipiderna är jämnt fördelade på membranets yta. Membranet omges av en NaCl-lösning.

Man kan beskriva potentialen för det elektriska fältet nära membranet med ekvationen:

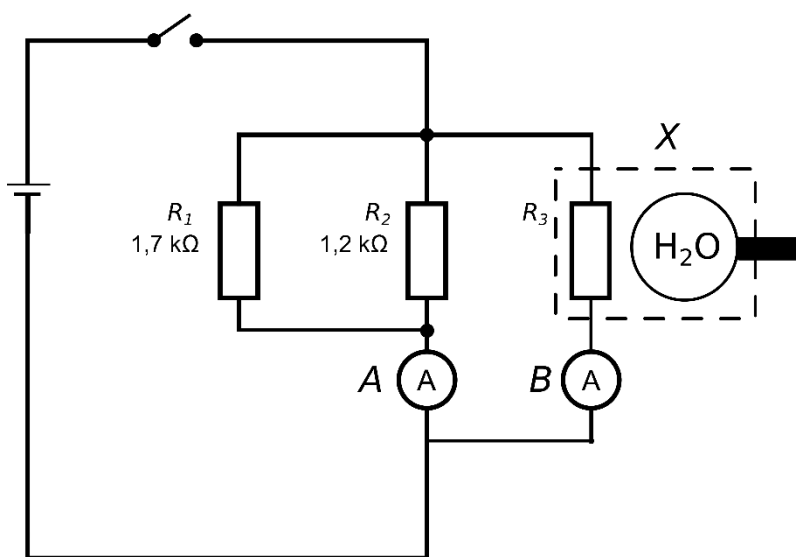
$$V(x) = \frac{\sigma}{\kappa \epsilon \epsilon_0} e^{-\kappa x}$$

där  $x$  är avståndet från membranets yta,  $\sigma$  = laddningstätheten på membranets yta,  $\epsilon$  = den relativa permittiviteten,  $\epsilon_0$  = permittiviteten för vakuum och  $\kappa$  en konstant som beskriver det omgivande saltets effekt på den elektriska potentialen.

a) Beräkna laddningstätheten på cellmembranets yta (dvs. mängden laddning per areaenhet). Ange ditt svar i enheten  $\text{C}/\text{nm}^2$ . (4 p)

b) En proteinmolekyl med laddningen  $q$  befinner sig på avståndet  $x_0$  från cellmembranet. Härvid är proteinmolekylens potentiella energi  $E_0$ . Härled ekvationen för avståndet  $x_0$  med hjälp av laddningen  $q$  och potentiella energin  $E_0$ . Numeriska värden behöver inte placeras i ekvationen. (4 p)

**Uppgift 5.** En sjukhuskock kokar vatten vid normalt lufttryck på en batteridriven spis  $X$ . Två andra apparater ingår i samma strömkrets. Strömkretsen återges i figuren nedan, där motstånderna representerar de olika apparaterna. Motståndet  $R_3$  kan värma upp vattnet i kastrullen med en verkningsgrad på 0,65. Då strömkretsen slås på, visar amperemätaren  $A$  värdet 2,1 A och amperemätaren  $B$  värdet 1,9 A. I början innehåller kastrullen 1,2 liter rumstempererat ( $20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ) vatten. Hur lång tid tar det från att man kopplar på strömkretsen tills två tredjedelar av vattnet kokat bort? (14 p)

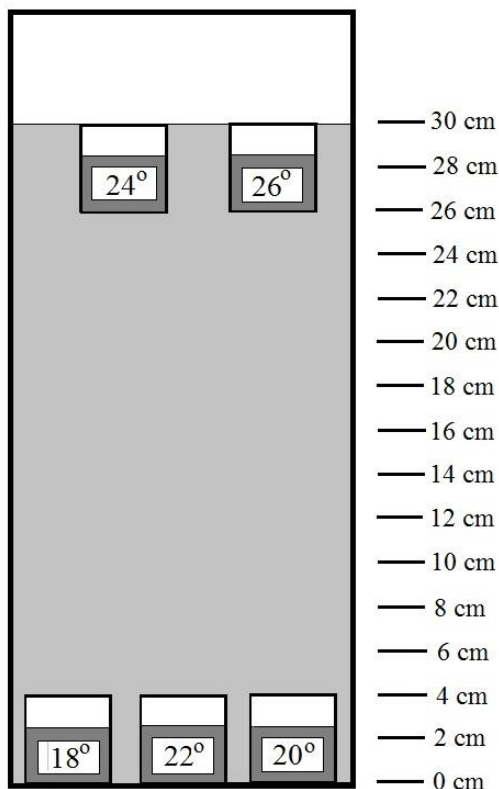


**Uppgift 6** Den italienska astronomen, filosofen och fysikern Galileo Galilei utvecklade år 1593 en termometer som anger omgivningens temperatur med hjälp av föremål i en vätska. Galileis termometer består av ett slutet glaskärl som innehåller en klar vätska. I vätskan finns vätskefyllda tyngder som representerar olika temperaturer.

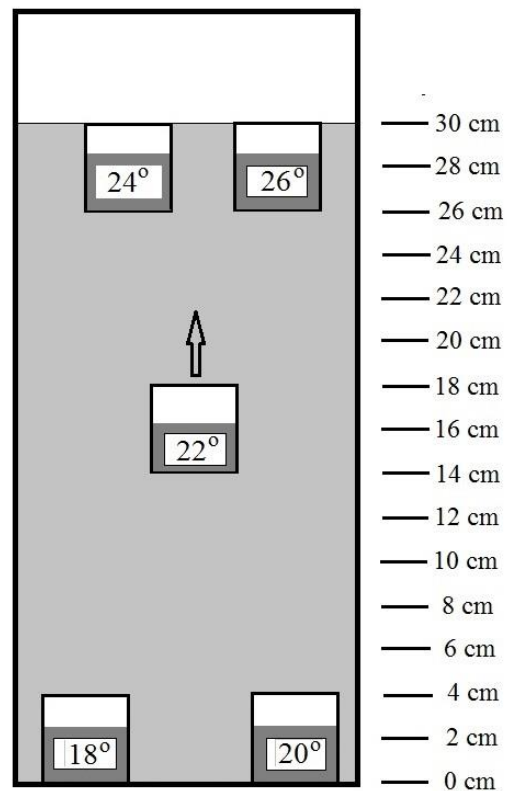
I figuren nedan visas Galileis termometer vid två temperaturer. Glaskärlen är fyllt med etanol vars densitet är  $802 \text{ kg/m}^3$  vid temperaturen  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Volymutvidgningskoefficienten för etanol är  $1,10 \cdot 10^{-3} \text{ 1/K}$ . I glaskärlen finns fem glaskuber som representerar olika temperaturer. Glasets värmeutvidgning behöver inte beaktas. (12 p)

- Inom vilket intervall ligger temperaturen i delfigur a? Svaret behöver inte motiveras. (1 p)
- Vilken densitet har etanolen vid temperaturområdets övre gräns i delfigur a? (3 p)
- Vad har hänt med temperaturen i delfigur b? (1 p)
- Hur stort är det hydrostatiska tryck, som verkar på den undre ytan av glaskuben som representerar temperaturen 22 grader i delfigur b, vid det ögonblick som återges i figuren? Densiteten för etanol är  $788 \text{ kg/m}^3$ . (3 p)
- Hur stor är den lyftkraft som verkar på glaskuben som representerar temperaturen 22 grader vid det ögonblick som återges i delfigur b? (4 p)

a)

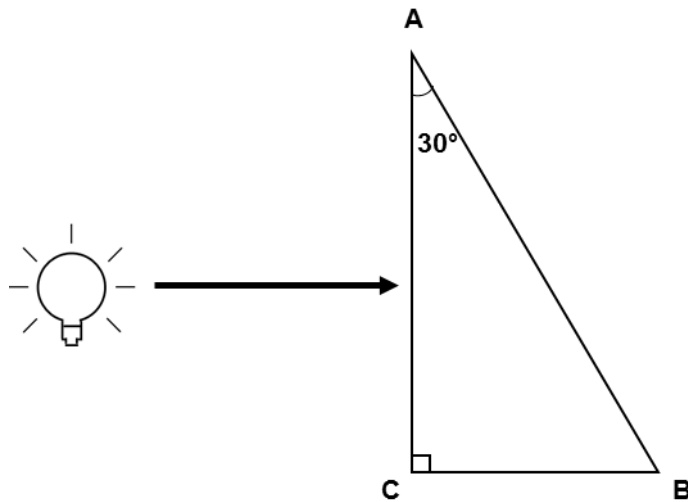


b)



Schematisk figur över Galileis termometer vid två olika temperaturer.

**Uppgift 7.** Fetthalten i mjölk kan bestämmas med hjälp av ultraviolettspektroskopi, eftersom absorptionen för ultraviolett strålning vid våglängden 205 nm är direkt proportionell mot fetthalten i mjölken. Med hjälp av ett prisma kan man välja den våglängd hos ljuset som behövs för absorptionsmätningen. (10 p)



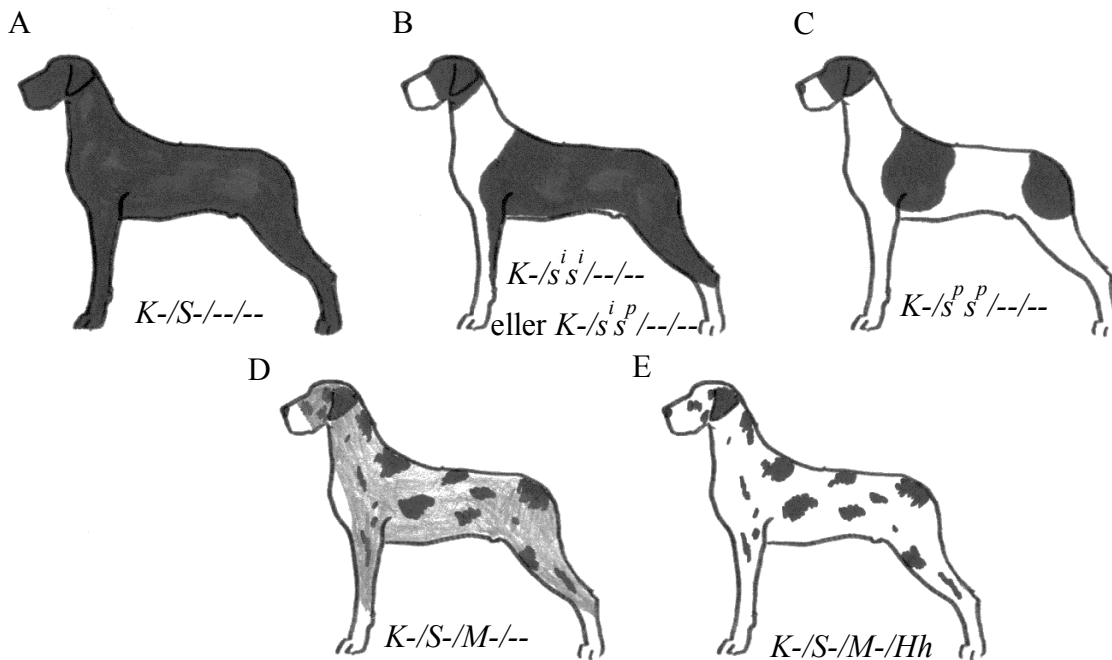
a) Prismet i figuren har ett brytningsindex (refraktionsindex) på  $\sqrt{3}$  ( $\approx 1,73$ ) vid våglängden 205 nm. Ljuset träffar prismet vinkelrätt mot sidan AC. I vilken riktning går ljuset efter att ha passerat sidan AB i prismet? Ange vinkeln i förhållande till normalen för sidan AB. (6 p)

b) Det ultravioletta ljuset följer lagen för strålningens absorption. Ljuset från prismet rör sig en sträcka på 1,5 cm i mjölkprovet, varvid 60 % av ljuset passerar genom provet. Bestäm mjölkens fetthalt med hjälp av strålningens absorptionskoefficient. (4p)

**Förhållandet mellan absorptionskoefficienten för ljus med våglängden 205 nm och mjölkens fetthalt**

Absorptionskoefficienten (1/cm)	Fetthalten (%)
0,00	0,0
0,34	0,5
0,52	1,0
0,74	1,5
1,00	2,0
1,30	2,5
1,52	3,0



**Uppgift 8** Nedärvning av färgsättningen hos en hundras (grand danois). (9 p)

Hos hundar bestäms färgen av två olika pigment, men färgsättningen uppstår i samverkan mellan flera olika gener.

I bilden (A–E) visas de alleler, som påverkar mängden svart och vit färg samt den resulterande färgsättningen. Alleler, som inte har betydelse för färgsättningen hos den ifrågakvarande individen, markeras med ett streck.

A. Helsvarta hundar har en dominant allel  $K$  för svart färg. Att hunden är enfärgad bestäms av allelen  $S$ , som är dominant i avsaknad av andra dominanta alleler.

B. Mantelsvarta hundar har den dominant svarta allelen  $K$ . Mängden vit färg ökas av den recessiva *Irish spotting*-allelen ("Irish"-mönster; genotyp  $s^i s^i$ ) eller *spotting piebald*-allelen ("piebald"-mönster; genotypen  $s^i s^p$ ).

C. Hundar med stora svarta områden på vit botten är homozygoter för  $s^p$ -allelen.

D. De grå harlekinerna är genetiskt svarta (dominerande  $K$ - och  $S$ -alleler), men de har också en dominant *Merle*-allel ("marmormönster";  $M$ ), som ger diffusa svarta fläckar samt grå och ibland vita områden.

E. Också harlekinerna har en *Merle*-allel, men de är vita på grund av att de har en dominant harlekinallel ( $H$ ). Harlekinallelen kommer inte fram i hundens fenotyp i avsaknad av *Merle*-allelen. Dessutom är  $H$  en letalallel och förekommer därför endast som heterozygot.

a) Är följande påståenden sanna eller falska? (6 p; rätt svar 2 p, fel svar -1 p, inget svar 0 p)

1. På basis av färgsättningen kan hundarna B och E vara föräldrar till hund C.
2. På basis av färgsättningen kan hundarna B och E vara föräldrar till hund D.
3. På basis av färgsättningen kan hund A vara far till alla andra hundar (B, C, D och E).

b) Hundarna C och D i figuren paras med varandra. Med vilken sannolikhet förekommer det helsvarta hundar (som hunden A) bland avkomman, ifall föräldrarna är heterozygoter ( $Kk$ ) med avseende på allelerna i K-locus och generna inte är kopplade? Ange ditt svar i procent och motivera ditt svar i svarskompodiumet. (3 p)

### Uppgift 9 (20 p)

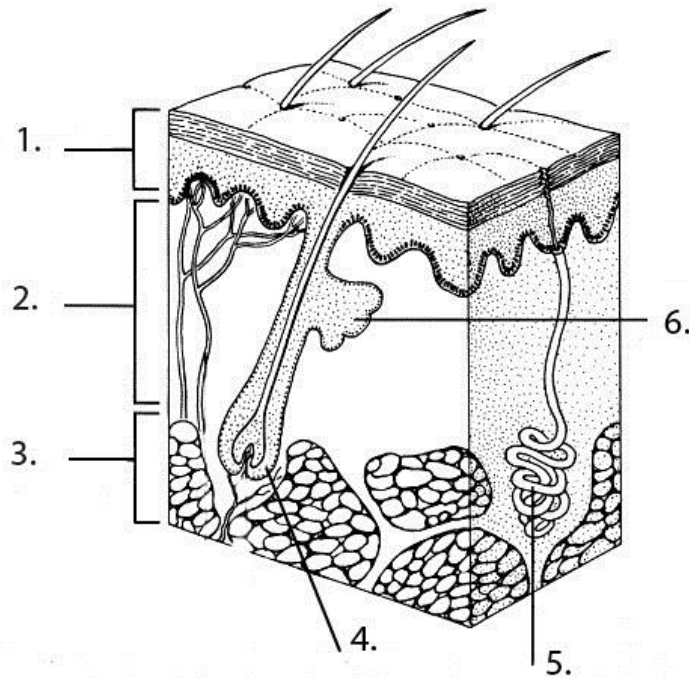
I dagstidningen Helsingin Sanomats månadsbilaga kunde man i januari 2016 läsa om den sydafrikanska damlöparen Caster Semenya, som enligt artikeltexten skulle ha fötts utan livmoder och äggstockar. I stället för dessa hade hon testiklar, som hade blivit kvar i bukhålan, dvs. testiklarna hade inte vandrat ner från bukhålan till pungen under fostertiden, såsom sker under den normala fosterutvecklingen hos pojkar. Man anser detta vara en av de många formerna av intersexualitet. Då Semenya år 2009 vann damernas VM-lopp på 800 m med en marginal på nästan 2,5 sekunder till sina medtävlare, började ett rykte sprida sig, att hennes kön var oklart. Efter utredningarna annonserade IAAF år 2010 att Semenya får tävla i damklassen. I Rio vann hon år 2016 olympiskt guld på 800 meter för damer.

Beskriv könsdifferentieringen och utvecklingen av könsegenskaper hos människan samt de faktorer och händelseförlopp som påverkar dessa under olika utvecklingsstadier.

**Uppgift 10** (8 p)

a) Skriv in i svarskompendiet namnen på hudskikten 1–3 och strukturerna 4–6 i figuren. (6 p)

b) Vilka funktioner har struktur 6? (2 p)



**Uppgift 11** (12 p)

Fyll i de ord som saknas på linjerna i texten nedan. Ett ord per linje. Skriv dina svar i svarskompendiet. Poängsättning: varje numrerad lucka (1 eller 2 ord) 1 p; sammanlagt 12 p.

Cellmembranet är cellernas semipermeabla ytmembran, som omger cytoplasman. Det består av fosfolipider och membranproteiner. Även (1) \_\_\_\_\_, som hör till steroidalkoholerna, är en viktig byggsten i cellmembranet. En av cellmembranets viktigaste uppgifter är att upprätthålla cellens inre jämvikt genom att reglera transporten av ämnen in i och ut ur cellen. Den passiva transporten av ämnen kräver ingen energi. Exempelvis små oladdade och opolära molekyler förflyttas genom cellmembranet från en större till en mindre koncentration med hjälp av en process som kallas (2) \_\_\_\_\_. Motsvarande förflyttning av vatten genom cellmembranet kallas (3) \_\_\_\_\_. Glukos och aminosyror kan förflyttas genom cellmembranet från en större till en mindre koncentration med hjälp av transportproteiner och en passiv mekanism som kallas (4) \_\_\_\_\_.

Transporten av ämnen genom cellmembranet mot en större koncentration kräver alltid (5) \_\_\_\_\_. Denna process kallas (6) \_\_\_\_\_ . Till exempel elektriskt laddade joner kan transporteras genom membranet med hjälp av jonpumpar. Det råder en elektrisk potentialskillnad mellan cellens in- och utsida, och membranets insida är under normala förhållanden (7) \_\_\_\_\_ laddad jämfört med utsidan. Cellerna kan också ta upp rätt stora molekyler och makrofager kan ta upp tom. hela bakterier. Detta sker via cellätning, det vill säga (8) \_\_\_\_\_: cellmembranet omger det material, som skall tas in i cellen och vesikeln, som därvid bildas, avsnörs från cellmembranet och tas in i cellen. På liknande sätt kan cellen utsöndra stora molekyler, såsom vattenlösliga proteinhormoner, med hjälp av (9) \_\_\_\_\_.

Man kan föra in främmande DNA genom cellmembranet med flera olika metoder. Den metod med vilken man för in främmande DNA in i en enskild målcell med hjälp av ett tunt glaströr kallas (10) \_\_\_\_\_. Man kan göra cellmembranet tillfälligt permeabelt med en kortvarig (11) \_\_\_\_\_, som skapar öppningar i cellmembranet så att det främmande DNA kan komma in i cellen. På detta sätt kan man samtidigt föra DNA in i en stor mängd celler. Även (12) \_\_\_\_\_ passar mycket väl som gentransportörer, eftersom deras normala förökning omfattar överföring av arvsmassan in i värdcellen. Denna egenskap kan tillämpas bl.a. inom genterapi.

**Uppgift 12** (9 p)

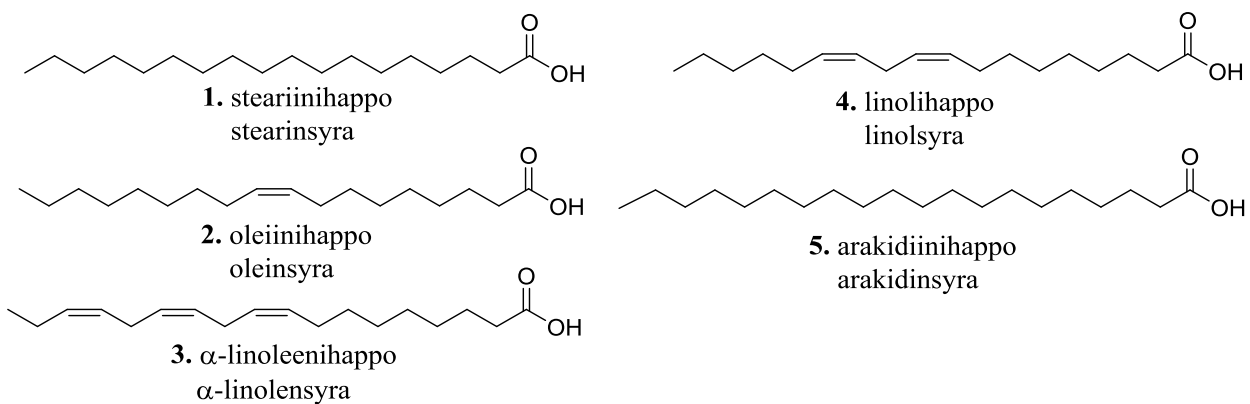
Levern spjälkar, modifierar och lagrar ämnen som bildats i kroppens ämnesomsättningsreaktioner samt upprätthåller kroppens homeostas. Räkna upp leverns uppgifter, som anknyter till glukos och kolesterol. (Cellandningen behöver inte behandlas.)

**Uppgift 13** (9 p)

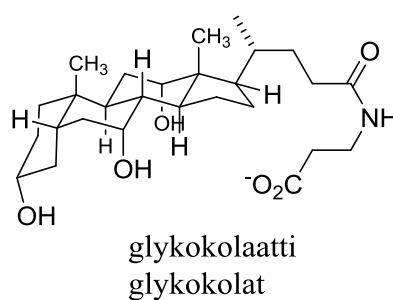
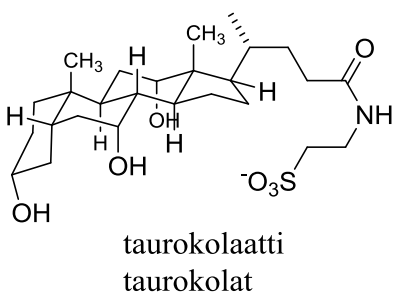
Fetter (triglycerider) utgör cellernas energiförråd. Vilka centrala reaktionskedjor (1–3) inom mitokondrierna anknyter till energiproduktion ur fettsyror? Anteckna i svarskompendiet namnen på reaktionsserierna samt de slutprodukter som bildas i reaktionerna.

**Uppgift 14** (11 p)

a) Ordna fettsyrorna **1–5** i bilden enligt smältpunkt från den lägsta till den högsta. Skriv fettsyornas nummer på linjerna i svarskompendiet. Motivera ditt svar. (5 p)

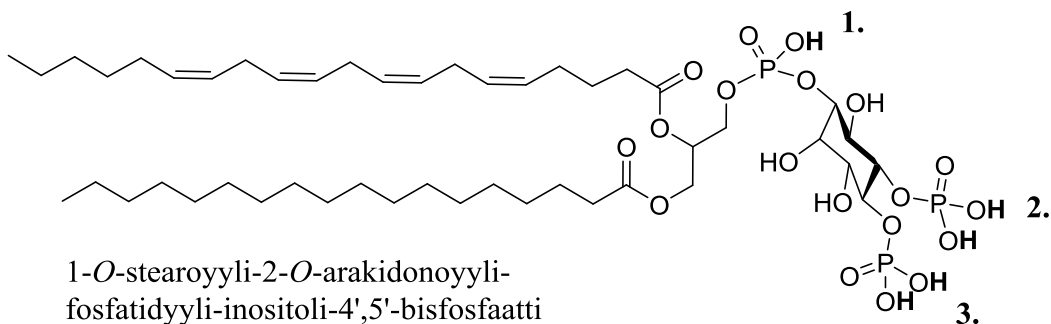


b) Gallsalterna taurokolat och glykokolat hjälper till att lösa upp lipiderna i tunntarmen. På vad baserar sig taurokolatets och glykokolatets effekt **ur kemisk synvinkel**? (6 p)



**Uppgift 15** (14 p)

En huvudtyp av membranlipider är glycerofosfolipiderna (figur Ke1). Deras basstruktur består av glycerol med en fettsyra förestrad till var och en av två hydroxylgrupper. Den tredje hydroxylgruppen är bunden med fosforsyra i en fosfoesterbindning. Till fosforsyrans andra hydroxylgrupp är en annan grupp förestrad; i figur Ke1 visas *myo*-inositol-4,5-bisfosfat som ett exempel på en sådan grupp.  $pK_a$ -värdena för de funktionella grupperna 1–3 hos glycerofosfolipiden i figur Ke1 anges i tabellen nedan.

**Ke1**

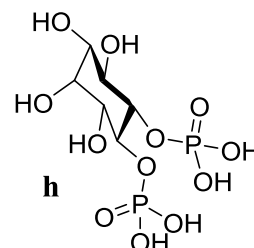
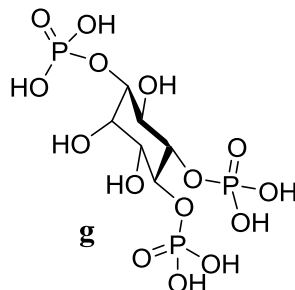
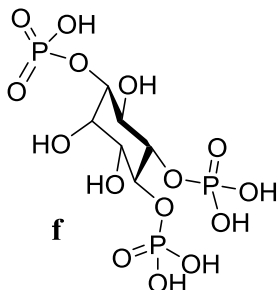
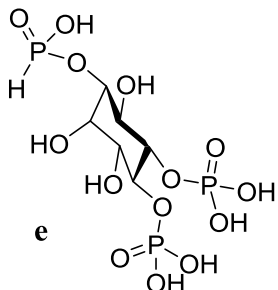
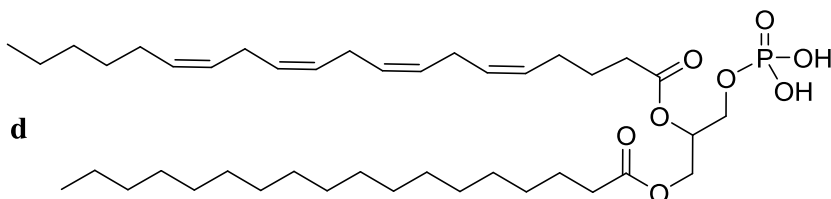
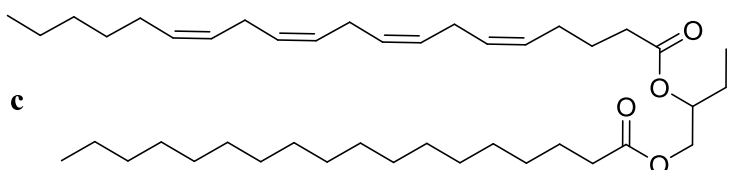
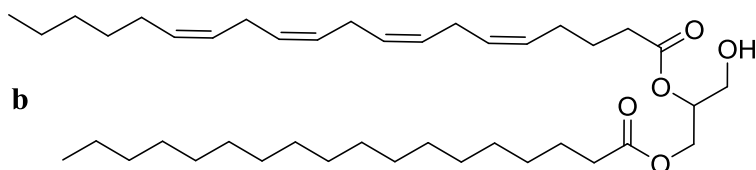
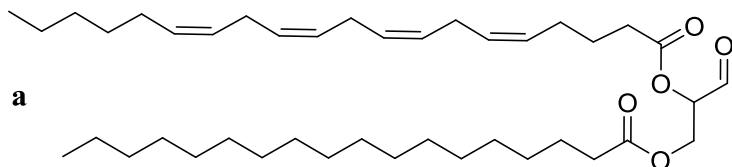
1-*O*-stearoyl-2-*O*-arakidonoyl-fosfatidylinositol-4',5'-bisfosfat

**Syrakonstanterna för föreningen i figur Ke1** angivna som  $pK_a$ -värden.

Grupp	$pK_{a1}$	$pK_{a2}$
1.	1,94	–
2.	0,63	5,72
3.	1,21	6,34

a) Fosfolipas C katalyserar hydrolysen av fosforsyrans ester i lipiden i figur Ke1. Båda produkterna från denna reaktion, diacylglycerol och inositol-1,4,5-trisfosfat, är viktiga intracellulära signalmolekyler.

Välj bland strukturerna **a–h** nedan de korrekta produkter som bildas i reaktionen. Vilken av de två produkterna blir kvar i cellmembranet och vilken frigörs i vattenlösningen? Motivera. (6 p).



b) Uppskatta nettoladdningen  $q$  (summan av alla laddningar hos molekylen) för lipiden i figur Ke1 vid normalt intracellulärt pH 7,2. Välj bland alternativen **1–4** variationsintervallet för nettoladdningens absoluta belopp. (3 p)

**1.**  $3,0 < |q| < 3,5$

**2.**  $3,5 < |q| < 4,0$

**3.**  $4,0 < |q| < 4,5$

**4.**  $4,5 < |q| < 5,0$

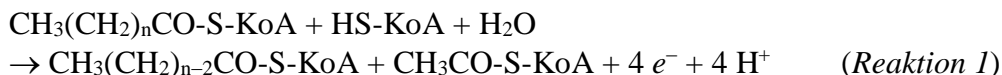
c) Hur många *cis-trans*-isomerer har molekylen i figur Ke1? (3 p)

d) Lipiden i figur Ke1 är ett exempel på en optiskt aktiv biomolekyl. Varför förekommer det i naturen i allmänhet endast en viss stereoisomer per varje optiskt aktiv biomolekyl? (2 p)

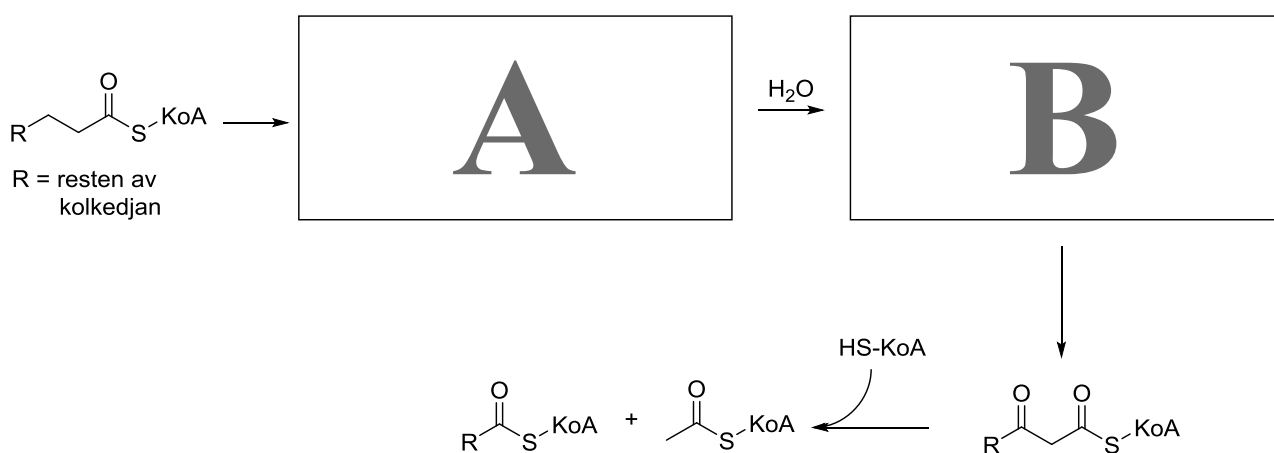


**Uppgift 16** (17 p)

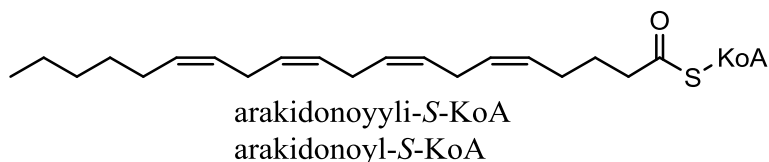
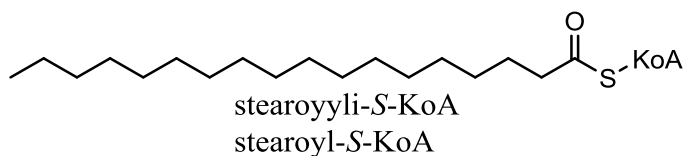
Inne i cellen binds en fettsyra till koenzym-A (HS-KoA) med en tioesterbindning. I den första fasen av fettsyroras oxidation,  $\beta$ -oxidationen, spjälks denna fettsyra inne i mitokondrien via en cyklisk process till aktiverade ättiksyror ( $\text{CH}_3\text{CO-S-KoA}$ ). Ett varv av  $\beta$ -oxidation presenteras i *reaktion 1*.



a) Rita strukturformlerna för de mellanprodukter, som bildas vid oxidationen av fettsyror, i lådorna A och B. Stereoisomeri behöver inte beaktas i strukturformlerna. De avgående elektronerna och protonerna behöver inte anges. (6 p)



b) Stearoyl-S-KoA och arakidonoyl-S-KoA oxideras cykliskt fullständigt till aktiverade ättiksyror enligt *reaktion 1*. Beräkna de stökiometriska koefficienterna för dessa två totalreaktioner och skriv dem på linjerna i svarskompendiet. (11 p)

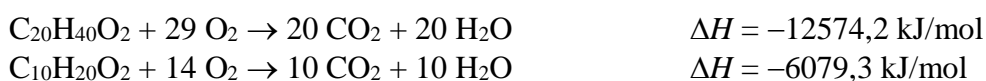


**Uppgift 17** (18 p)

Fullständig oxidation av alkaner och fettsyror till vatten och koldioxid är en exoterm reaktion. Den energi som frigörs (entalpiförändring) vid oxidationen av långkedjade alkaner och mättade fettsyror är i praktiken proportionell mot antalet kolatomer.

a) Vid fullständig oxidation av dodekan ( $C_{12}H_{26}$ ) frigörs 7380,75 kJ/mol och av ikosan ( $C_{20}H_{42}$ ) 12301,25 kJ/mol värme under vissa förhållanden. Beräkna på basis av dessa värden den mängd värme som frigörs vid fullständig oxidation av pentadekan ( $C_{15}H_{32}$ ). (4 p)

b) Beräkna den mängd värme som frigörs vid oxidation av stearinsyra ( $C_{18}H_{36}O_2$ ) på basis av de nedan angivna entalpiförändringarna för de mättade fettsyornas förbränningsreaktioner. (14 p)



OBS! Förhållandena är olika än i punkt a och därför kan värdena i punkt a inte utnyttjas då man löser uppgift b, eller tvärtom.

**FORMELBILAGA (2 sidor, B1-B2)**

Konstanterna och tabellvärdena i formelbilagan antas vara exakta i samband med räkneoperationerna.

Allmänna gaskonstanten  $R = 8,314 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$   
 Avogadros tal  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}/\text{mol}$   
 Densiteten för torr luft  $1,29 \text{ kg/m}^3$  (NTP)  
 Faradays konstant  $F = 96,5 \cdot 10^3 \text{ C/mol}$   
 Gravitationsaccelerationen på jordens yta  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$   
 Gravitationskonstant  $G = 6,6742 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$   
 Densiteten för vatten  $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  ( $0 \text{ }^\circ\text{C} - 100 \text{ }^\circ\text{C}$ )  
 Densiteten för blod  $1050 \text{ kg/m}^3$   
 Densiteten för kvicksilver  $13600 \text{ kg/m}^3$   
 Elektronens laddning  $e = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$   
 Intensiteten vid hörseltröskeln  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$   
 Jordens diameter  $12\ 756\ 280 \text{ m}$   
 Jordens massa  $5,9737 \cdot 10^{24} \text{ kg}$   
 Ljudets hastighet i luft  $343 \text{ m/s}$   
 Ljusets hastighet  $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$   
 Molarvolymen för en idealgas  $V_m = 22,41 \text{ l/mol}$  (NTP)  
 Normala luftrycket  $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$   
 Permittiviteten för vakuum  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$   
 Plancks konstant  $6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} = 4,1357 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$   
 Ångbildningsvärme för vatten  $2260 \text{ kJ/kg}$   
 Vattnets specifika värmekapacitet  $4,19 \text{ kJ/(K} \cdot \text{kg)}$   
 Vattnets jonprodukt  $K_w = 1,008 \cdot 10^{-14} \text{ (mol/l)}^2$   
 $0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$   
 Stefan-Boltzmanns konstant  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K}^4)$   
 $k = 1$  för en svart kropp  
 $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$   
 $1 \text{ curie} = 1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$   
 $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$   
 proton:  $m_p = 1,6726586 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$   
 neutron:  $m_n = 1,6749543 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$   
 elektron:  $m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$   
 atommassenhet:  $m_u = 1,6605655 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$   
 $m_p = 1,0072825 m_u$   
 $m_n = 1,0086650 m_u$

$$p = \rho gh$$

$$A = 4\pi r^2; \quad V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$c = Hp_0$$

$$ax^2 + bx + c = 0; \quad x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$W = Fs$$

$$E_p = mgh$$

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

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

$$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$v = v_0 + at$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}; \quad f = \frac{n}{t} = \frac{1}{T}$$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0t + \frac{1}{2}at^2$$

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

$$a = v^2/r$$

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

$$F = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r = \frac{4\pi^2}{T^2}mr = V(\rho_m - \rho_n)\omega^2 r$$

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

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

$$M = F \cdot r$$

$$J = \sum ms^2$$

$$p = mv$$

$$P = W/t$$

$$\eta = \frac{W_a}{W_o} = \frac{W_a/t}{W_o/t} = \frac{P_a}{P_o}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{n_1}{n_2} = n_{12}$$

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

$$F = -kx; \quad \frac{F}{A} = E \frac{\Delta l}{l}$$

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

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

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

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

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

$$R = 10 \lg(P_1/P_0) = 10 \lg(1/\tau)$$

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

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

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

$$pV = nRT$$

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

$$p = p_0(1 + \alpha_p \Delta T); \quad V = V_0(1 + \alpha_V \Delta T)$$

$$Q = c_p m \Delta T$$

$$W = \gamma \Delta A$$

$$\Delta L = \alpha \Delta T L_0$$

$$U = RI, \quad P = UI$$

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

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

$$X_L = 2\pi fL$$

$$X_C = 1/2\pi fC$$

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

$$f_1/f_2 = n_1/n_2$$

$$M = NAB I \sin \alpha$$

$$e = NAB \omega \sin \omega t$$

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

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

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

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

$$V(x_0) = E_0/q$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{\pi r}$$

$$\lambda = h/mv$$

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}; \quad E(\text{eV}) = 1240/\lambda(\text{nm})$$

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

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

$$\lambda_{ef} = \lambda_{fys} + \lambda_{biot}$$

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

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

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

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

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

$$H = \sum_R \sum_T w_R w_T D_T; \sum w_T = 1$$

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

$$E_s = [Zm_p + Nm_n - m_Y]c^2$$

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

$$\phi = hA\theta; \theta = T_1 - T_2$$

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

$$I = \frac{\Phi}{\omega} = \frac{\Phi_{tot}}{4\pi}; E = \frac{\Phi}{A}$$

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

$$L = \frac{I_g}{A \cos \varepsilon}$$

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

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

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

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

$$P = \frac{\phi D}{\Delta x}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$PVR = \frac{80(PA_m - LA_m)}{V_p}; SVR = \frac{80(AO_m - RA_m)}{V_p}$$

Elektrokemiska spänningsserien för metaller: **Li, K, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Ni, Sn, Pb, H, Cu, Hg, Ag, Au, Pt, Pd**

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