

Løsninger

Udregninger er foretaget med molarmasser fra Basiskemi.

Opgave 1 Desinfektion

a) Ionforbindelse (Na^+ og ClO^-); **b)** 28,08 g/L; **c)** 0,3772 mol/L; **d)** $3,13 \cdot 10^{-12}$ mol/L; **e)** 11,5; **f)** På hver side af reaktionspil (reaktant- og produktside) 2 stk. af Cl, Na, O og H; **g)** Cl_2 : Dichlor, NaOH: Natriumhydroxid, NaCl: Natriumchlorid, NaOCl: Natriumhypochlorit, H_2O : Vand; **h)** 25,72 g; **i)** 29,02 g; **j)** 1,45 L; **k)** Redoxreaktioner; **l)** 6,21 g; **m)** $0,943 \cdot 10^{-3}$ mol; **n)** $n(\text{I}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$; $0,472 \cdot 10^{-3}$ mol; **o)** 0,0189 mol/L (fortyndet), 0,3772 mol/L (ufortyndet); **p)** Ja.

Opgave 2 Klinisk biokemi: Antal hvide blodlegemer (B-leukocytter)

a) 407,97 g/mol; **b)** $10,0 \cdot 10^{-3}$ g; **c)** 0,175 mol/L; **d)** Enheden celler/L (antalskoncentration) udtrykker antallet af celler pr. liter opløsning, $\mu\text{L} = 10^{-6}$ L; **e)** $0,200 \text{ mm}^3$; **f)** 0,200 μL ; **g)** 83; **h)** 415 celler/ μL ; **i)** $8,3 \cdot 10^9$ celler/L; **j)** Patientens B-leukocytter, antalsk. ligger inden for normalområdet (referenceintervallet).

Opgave 3 Klinisk biokemi: Antal røde blodlegemer (B-erythrocytter)

a) Natriumchlorid, kviksølv(2+)chlorid, natriumsulfat; **b)** NaCl: 0,500 g, HgCl_2 : 0,250 g, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$: 2,50 g; **c)** $[\text{Hg}^{2+}] = 9,21 \text{ mM}$, $[\text{Cl}^-] = 18,4 \text{ mM}$; **d)** Sur; **e)** $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$, $[\text{OH}^-] = 7,94 \cdot 10^{-9} \text{ mol/L}$; **f)** $0,02 \text{ mm}^3$; **g)** 0,02 μL ; **h)** 475; **i)** 23750 celler/ μL ; **j)** $4,8 \cdot 10^{12}$ celler/L; **k)** Patientens B-erythrocytter, antalsk. ligger inden for normalområdet (referenceintervallet).

Opgave 4 Klinisk biokemi: Blodets pH

a) 7,50; **b)** $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$; **c)** $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ og $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$; **d)** Stærk syre: reagerer tæt ved fuldstændigt med vand (stor "tilbøjelighed" til at afgive en hydron), svag syre: reagerer kun delvist med vand; **e)** HCO_3^- kan optræde som både syre (afgive H^+) og base (optage H^+); **f)** $\text{pH} = \text{p}K_3(\text{H}_2\text{CO}_3) + \log([\text{HCO}_3^-]/[\text{H}_2\text{CO}_3])$; **g)** $[\text{HCO}_3^-]/[\text{H}_2\text{CO}_3] = 20,0$. Der er ca. 20x mere pufferbase end puffersyre og puffersystemet er bedst i sur-retning.; **h)** Reaktionsskema fra b) lægges sammen med det fra opgaven; **i)** CO_2 -koncentrationen øges, ligevægten forskydes i den retning der mindsker koncentrationen dvs. mod højre. Ved forskydningen af ligevægten mod højre øges $[\text{H}_3\text{O}^+]$; **j)** CO_2 fjernes ved udånding, ligevægten forskydes i den retning hvor CO_2 gendannes dvs. mod venstre; **k)** $[\text{H}_3\text{O}^+]$ mindskes, blodets pH bliver højere.

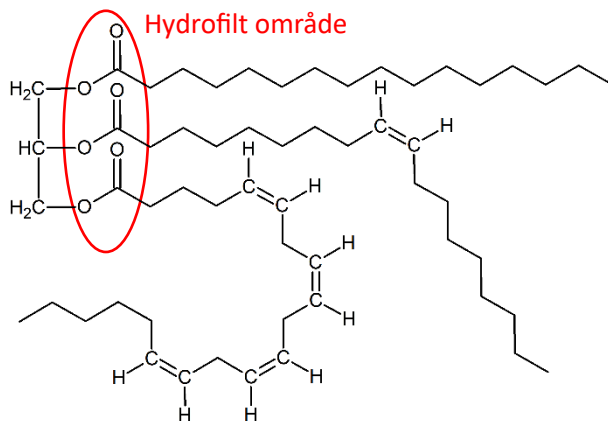
Opgave 5 Klinisk biokemi: Måling af glucose

a) Er enzymer; **b)** For hvert glucosemolekylet dannes 1 NADPH molekyle ($n(\text{NADPH}) = n(\text{glucose})$); **c)** 0,161 mmol/L; **d)** Patient 1: 0,52 mmol/L, patient 2: 0,40 mmol/L, patient 3: 1,2 mmol/L; **e)** 2,5%; **f)** Referenceintervallet benyttes til vurdere hvorvidt et laboratorieresultat afviger fra det normale; **g)** Patient 3; **h)** Nej. Et referenceinterval er et interval hvor 95 % af raske personers værdier ligger indenfor. Resultater som ligger udenfor referenceintervallet, er det ikke nødvendigvis ensbetydende med, at den pågældende person er syg; **i)** 3,9-6,7 mmol/L; **j)** Referenceintervallet for glucose er større på det amerikanske hospital.

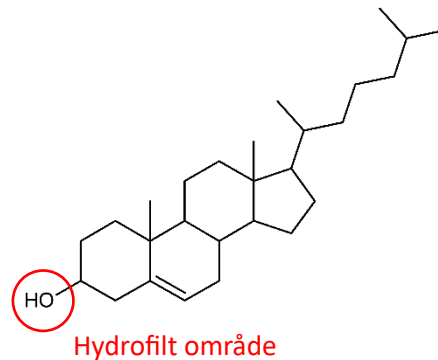
Opgave 6 Klinisk biokemi: Måling af lipider

a) Upolære elektronpar/kovalente-bindinger (C-C og C-H) og polære elektronpar/kovalente-bindinger (C-O); **b)** Se nedenstående figur, hydrofilt område er markeret med rød cirkel, resten af molekylet er hydrofobt; **c)** Da triglyceridet overvejende består af upolære bindinger er molekylet upolært/hydrofobt og derfor uopløseligt i polært vand; **d)** Oplagsnæring/energilager, isolering mod varmetab, støddabsorberende; **e)** Upolære elektronpar/kovalente-bindinger (C-C og C-H) og polære elektronpar/kovalente-bindinger (O-H og C-O); **f)** Se nedenstående figur, hydrofilt område er markeret med rød cirkel, resten af molekylet er hydrofobt;

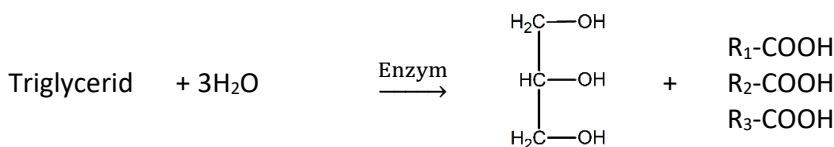
b)



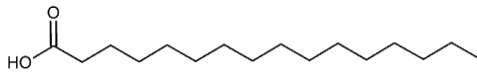
f)



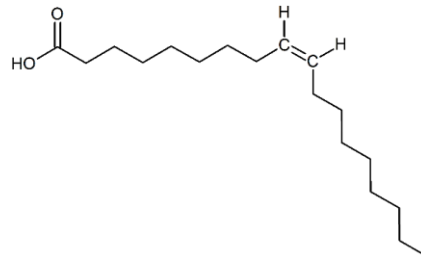
g) Da kolesterol overvejende består af upolære bindinger er molekylet upolært/hydrofobt og derfor uopløseligt i polært vand; **h)** Byggesten i cellemembraner, forstadie til steroidhormoner og D-vitaminsyntese; **i)** Kønshormoner (f.eks. estradiol og testosteron), galdesalte (f.eks. glycocholsyre), opbygning af cellemembraner (kolesterol), vitaminer (vitamin D3); **j)** cyclisk alkohol: hydroxygruppe bundet til cyclohexan, umættet: dobbeltbinding mellem to carbonatomer; **k)** Hydrolyse, se nedenstående figur;



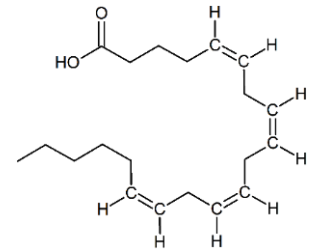
R₁-COOH:



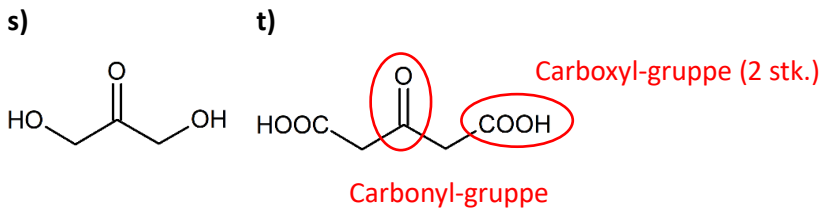
R₂-COOH:



R₃-COOH:

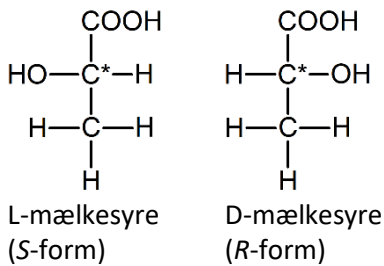


l) Fedtsyre 1 (øverst): mættet, fedtsyre 2 (midt): monoumættet, fedtsyre 3 (nederst): polyumættet; **m)** Umættede stoffer kan deltage i additionsreaktioner. Fedtsyre 2 og 3 er umættede og kan i modsætning til fedtsyre 1 addere Br₂, farve af Br₂ forsvinder; **n)** Fedtsyre 2 og 3 (umættet), Alle dobbeltbindinger er på *cis*-form da de alle har to hydrogenatomer placeret på samme side af dobbeltbindingen; **o)** Fedtsyre 1: hexadecansyre (palmitinsyre), fedtsyre 2: 9-*cis*-octadec-9-ensyre (oliesyre); **p); q)** Alkoholgrupperne på carbonatom 1 og 3 er primære (OH-gruppen endestillet), alkoholgruppen på carbonatom nr. 2 er sekundær (OH-gruppen sidder inde i kæde); **r)** Redoxreaktion (oxidation); **s)** Se nedenstående figur; **t)** Se nedenstående figur; **u)** UV-Vis spektrofotometri. Nødvendige trin: Forberedelse af prøve, måling af absorptionspektrum af farvet stof og bestemmelse af λ_{max}, fremstilling af standardkurve ved at måle absorbansen af standardopløsninger med kendt koncentration af det farvede stof ved bølgelængden λ_{max}, måle absorbansen af patientprøve-opløsningen ved samme bølgelængde, bestemme koncentrationen af det farvede stof i prøven ved Lambert-Beers lov og standardkurven; **v)** n(Triglycerid)=n(Farvet stof) alle fire reaktioner skal forløbe fuldstændigt;



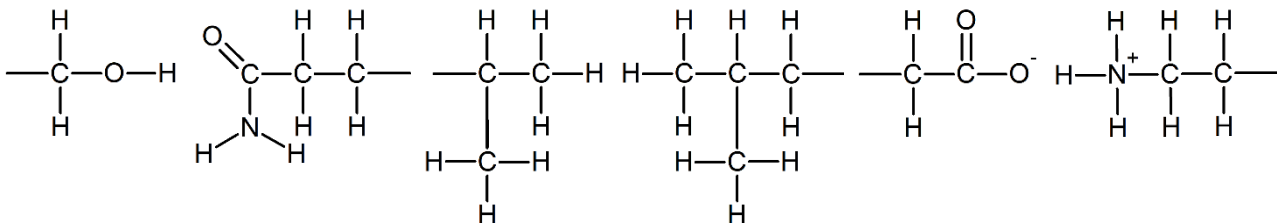
Opgave 7 Klinisk mikrobiologi: Identifikation af bakterier

a) Stof hvis syre- og baseform har forskellige farver, stoffet kan derfor vise opløsningens pH i forhold til indikatorens omslagsinterval; **b)** Blå; **c)** Når pH falder i vækstmediet ved nedbrydning af lactose skifter pladen farve, farveskriftet viser tilstedeværelse af lactose-nedbrydende bakterier; **d)** Basisk; **e)** Saltsyre; **f)** Pepton: 2 g, NaCl: 1 g, bromthymolblåt-opløsning: 0,6 mL; **g)** Ved autoklaveringen dræbes eventuelle bakterier i vækstmediet, så kun de udsåede bakterier undersøges og identificeres; **h); i); j);** 11,7; **k)** $pK_s(\text{mælkesyre}) = 3,86$, middelstærk syre ($0 < pK_s < 4$), 2,44; **l)** 14,0 mL; **m)** 0,055 mol/L; **n)** Phenolphthalein; **o)** Carbonatom nr. 2 er asymmetrisk (vist med *) da det er bundet til fire forskellige atomer eller atomgrupper hvilket giver anledning til spejlbilledisomeri.



Opgave 8 Klinisk immunologi: Blodtyper

a) Se nedenstående:



b) Carbon står i gruppe 14(IV) og har fire elektroner i yderste skal. Disse fire elektroner kan jf. ædelgasreglen indgå i fire elektronparbindinger(kovalente bindinger); **c)** Nitrogen står i gruppe 15(V) og har fem elektroner i yderste skal, tre elektroner kan indgå i elektronparbindinger(kovalente bindinger) og lave tre bindinger, det ledige elektronpar kan lave binding til fx H^+ ved en syre-base reaktion; **d)** Upolær elektronparbinding (kovalent binding): C-C, C-H, Polær elektronparbinding (kovalent binding): C-O, N-H, O-H; **e)** Hydrogenbinding ("NOF-regel"): $-\text{CH}_2-\text{OH} \cdots \text{O}=\text{C}(\text{NH}_2)-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$, Londonbinding (upolære bindinger): $-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$ $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-$, Ionbinding (positiv og negativ ion): $-\text{CH}_2-\text{COO}^- \text{ } ^+\text{H}_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$; **f)** $K = [\text{AgAb}]/[\text{Ag}][\text{Ab}]$; **g)** Øges koncentrationen af Ab som ydre indgreb vil ligevægten forskydes i den retning der formindsker virkningen af indgrebet dvs. fjerner Ab. Forskydning mod produktside/højre side.

Opgave 9 Klinisk fysiologi og nuklearmedicin: Radioaktive lægemidler

a) Et grundstof består af atomer med samme atomnummer (samme antal protoner i kernen), atomer med samme atomnummer med forskellig antal neutroner kaldes isotoper; **b)** Se nedenstående:

Isotop	²³⁵ U	²³⁶ U	²³⁶ U	¹³⁴ Sn	⁹⁹ Tc
Grundstofnavn	Uran	Uran	Molybdæn	Tin	Technetium
Atomnummer	92	92	42	50	43
Antal neutroner	143	144	57	84	56
Antal protoner	92	92	42	50	43
Antal elektroner	92	92	42	50	43

c) 0,625 ng; d) Tc anvendes blandt andet pga. den passende med korte halveringstid (undersøgelsen kan gennemføres); e) TcO_4^- : +VII, Tc^{4+} : +IV, Sn^{2+} : +II, Sn^{4+} : +IV; f) TcO_4^- reduceres og Sn^{2+} oxideres; g) Sn^{2+} (egentlig SnCl_2); h) $3\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{TcO}_4^-(\text{aq}) + 16\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 3\text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + 2\text{Tc}^{4+}(\text{aq}) + 8\text{H}_2\text{O}(\text{l})$.

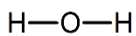
Opgave 10 Klinisk fysiologi og nuklearmedicin: Undersøgelse af nyrefunktionen

a) $3,74 \cdot 10^{12}$ atomer; b) $6,21 \cdot 10^{-12}$ mol; c) $6,14 \cdot 10^{-10}$ g (614 pg); d) $[\text{TcO}_4^-] = 1,20 \cdot 10^{-8}$ mol/L, $[\text{Cl}^-] = 17,7 \cdot 10^{-5}$ mol/L; e) Selv en mindre forøgelse af afstanden til den radioaktive kilde kan betydeligt reducere den strålingsdosis, som bioanalytikerens udsættes for. Strålingsdosis reduceres generelt med øget afstand, hvilket gør det til en vigtig sikkerhedsforanstaltning i arbejdet med radioaktive materialer.

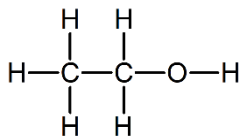
Opgave 11 Klinisk patologi: Forberedelse af vævsprøveindstøbning

a)

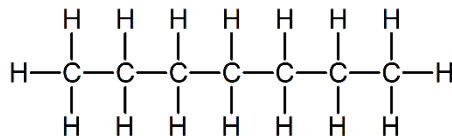
Vand (H_2O)



Ethanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$)



Heptan (C_7H_{16})

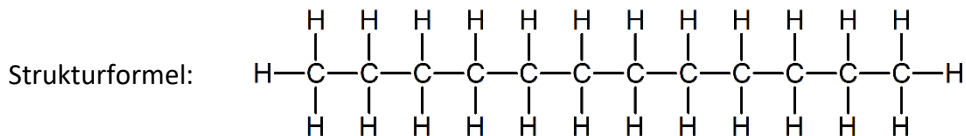


b) Et molekyle er polært hvis det har en "positiv" og "negativ" side (en dipol), tilstedeværelse af polære elektronparbindinger (kovalente bindinger), upolært molekyle indeholder upolære bindinger; c) $\Delta EN(\text{C}-\text{C}) = 0,0$ (upolær), $\Delta EN(\text{O}-\text{H}) = 1,4$ (polær), $\Delta EN(\text{C}-\text{O}) = 1,0$ (polær) $\Delta EN(\text{C}-\text{H}) = 0,4$ (upolær); d) Vand: polært, Ethanol: overordnet polær men har en polær og upolær ende, Heptan: upolært; e) Stoffer der ligner huden i polaritet kan blandes med hinanden; f) Paraffin er upolært, g); h) Stofmængdekonzentration: $c(\text{A}) = n(\text{A})/V_{\text{opl}}$ (enhed: mol/L), (masse)konzentration: $c(\text{A}) = m(\text{A})/V_{\text{opl}}$ (enhed: g/L) Volumen%: $c_{\text{volumen\%}}(\text{A}) = V(\text{A})/V_{\text{opl}}$ ("enhed" v/v%); i) [m]: 10^{-3} og [μ]: 10^{-6} ; j) Se nedenfor; k).

Fra	mol/L	g/L	mg/L	mg/mL	$\mu\text{g/mL}$
1,00 mol/L	-	46,1	$46,1 \cdot 10^3$	46,1	$46,1 \cdot 10^3$
2,00 g/L	0,0434	-	2000	2,00	2000
5,00 mg/L	$1,085 \cdot 10^{-4}$	0,005	-	0,005	5,00
2,00 mg/mL	0,0434	2,00	2000	-	2000
200 $\mu\text{g/mL}$	$4,34 \cdot 10^{-3}$	0,200	200	0,200	-
70,0 v/v%	0,171	7,89	$7,89 \cdot 10^3$	7,89	$7,89 \cdot 10^3$

Opgave 12 Patologi: Farvning af vævsbiopsi

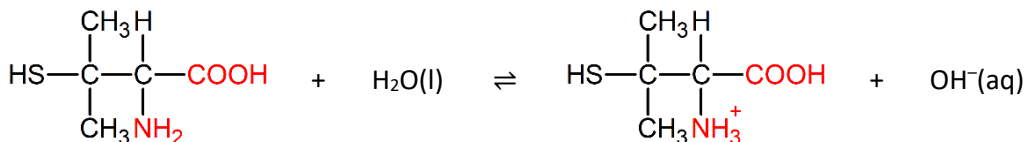
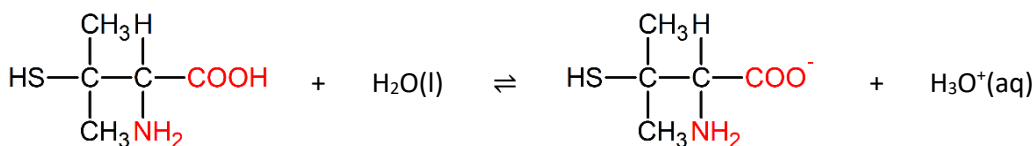
a) Dodecan (12 C-atomer)



b) $\Delta EN(C-C) = 0,0$ (upolær), $\Delta EN(C-H) = 0,4$ (upolær). Alkaner indeholder udelukkende upolære bindinger og er derfor upolære molekyler; **c)** Hydrofobt; **d)** Typisk 59-60 °C; **e)** R-CH₂OH: -I, R-CHO: +I, MnO₄⁻: +VII, MnO₂: +IV; **f)** R-CH₂OH oxideres og MnO₄⁻ reduceres; **g)** 3R-CH₂OH + 2MnO₄⁻(aq) + 2H⁺(aq) → 3R-CHO + 2MnO₂(s) + 4H₂O(l) + 8H₂O(l); **h)** (COOH)₂: +III, CO₂: +IV, MnO₂: +IV, Mn²⁺: +II; **i)** (COOH)₂ oxideres og MnO₂ reduceres; **j)** (COOH)₂(aq) + MnO₂(s) + 2H⁺(aq) → 2CO₂(g) + Mn²⁺(aq) + 2H₂O(l); **k)** basisk; **l)** R-CHO: +I, R-COO⁻: +III, [Ag(NH₃)₂]⁺: +I, Ag: 0; **m)** R-CHO oxideres og [Ag(NH₃)₂]⁺ reduceres; **n)** R-CHO + 2[Ag(NH₃)₂]⁺(aq) + 3OH⁻(aq) → R-COO⁻(aq) + 2Ag(s) + 2NH₃(aq) + 2H₂O(l); **o)** Retikulintråde i levervævet; **p)** 3Ag(s) + Au³⁺(aq) → 3Ag⁺(aq) + Au(s); **q)** Au står længere til højere i spændingsrækken end Ag dvs. Ag kan afgive elektroner til Au(3+); **r)** Oxidation: Ag(s) → Ag⁺(aq) + e⁻, reduktion: Au³⁺(aq) + 3e⁻ → Au(s)

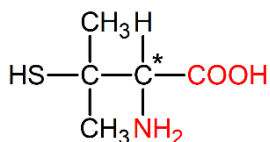
Opgave 13 Kobber og Wilsons sygdom

a) 146,244 g/mol; **b)** 6 L; **c)** 0,912·10⁻³ mol/L; **d)** 0,348 g; **e)** Opløselig i vand; **f)** -NH₂: Amin, -COOH: carboxyl (carboxylsyre); **g)**



Dominerende form i stærk sur opløsning

h) Carbonatom nr. 2 er asymmetrisk (vist med *) da det er bundet til fire forskellige atomer eller atomgrupper.



Der tages forbehold for fejl.

Opgaver til kemi C og B med udgangspunkt i bioanalytikerprofessionen

Af Torben Birk, Henriette Lorenzen og Rolf Værn Andersen, Københavns Professionshøjskole, 1. udgave 2025