



TEKNOLOGISK
INSTITUT

1-DAGS KURSUS I "KEMIEN BAG RENGØRINGSMIDLER"

26. Februar 2025

**Alexander Sandahl, Faglig leder
Teknologisk Institut, ales@teknologisk.dk**

PROGRAM FOR DAGEN

9.30-10.30:	Introduktion til kemi og rengøringskemi
10.30-10.50:	Pause
10.50-12.00:	Opløselighed Intro til surfaktanter og deres virkemåde
12.00-13.00:	Frokostpause
13.00-14.30:	Videre om surfaktanter Syre-base kemi Andre kemikalier Enzymer
14:30-15.00:	Pause – "det store kagebord"
15:00-16.00:	Faremærkning og miljøpåvirkning Fremtidens trends



Formål

Formålet med kurset er at give en grundforståelse af kemien bag rengøringsmidler og gøre dig i stand til at videreformidle din viden som underviser.

Udbytte

- Alment kendskab til grundbegreberne inden for rengøringskemi
- Viden om interaktioner mellem snavs og vaskeaktive stoffer
- Forståelse af rengøringsmidlers virkemåde
- Forståelse af miljøpåvirkning og fareklassificering af rengøringsmidler
- Indsigt i trends og fremtidens rengøringsmidler



EKSEMPLER FRA HVERDAGEN

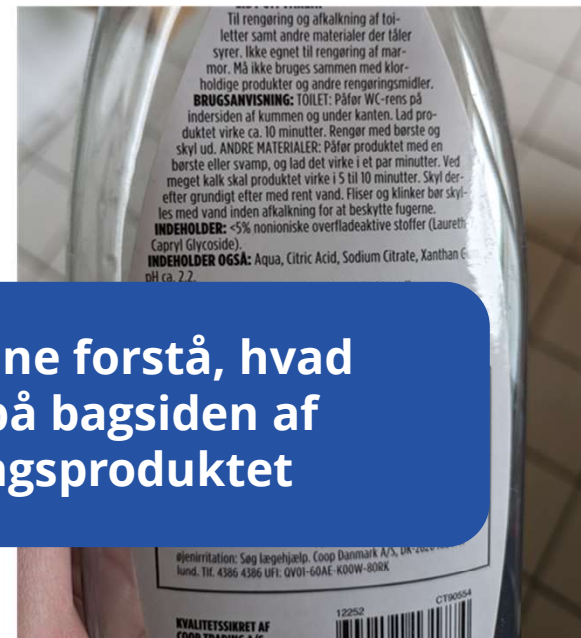
Shampoo



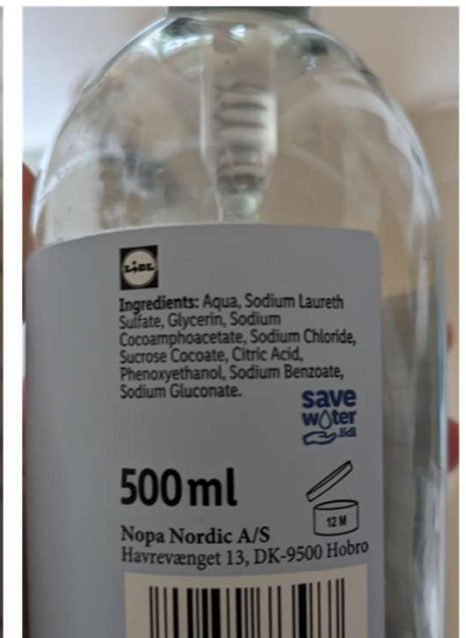
Afspændingsmiddel



WC-rens

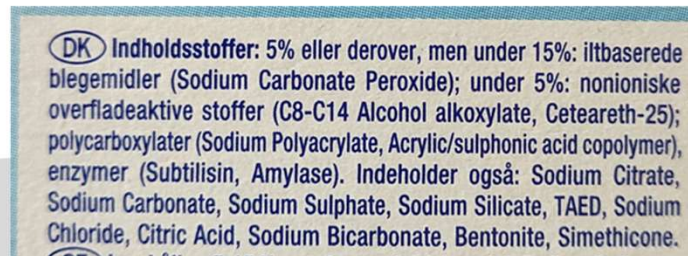


Hånd sæbe



Vi skal kunne forstå, hvad der står på bagsiden af rengøringsproduktet

Opvasketabs



INGREDIENSER I RENGØRINGSMIDLER

- Surfaktanter
- Syrer
- Baser
- Oxidanter
- Hydrotroper
- Blødgørere
- Fortykningsmiddel
- Konserveringsmidler
- Enzymer



HVAD ER KEMI?

Kemi (Chemistry)

Studieområde



Kemi er studiet af de basale atomare byggesten i naturen, og hvordan de kan kombineres til at danne stoffer i fast fase, væskefase og gasfase, som former liv og alt andet, vi kender. [Wikipedia](#)

Chemistry

Dealing with reality's most basic elements, from particles to atoms to molecules, chemistry is also known as the central science.

What is Chemistry?

Chemistry is a branch of natural science that deals principally with the properties of substances, the changes they undergo, and the natural laws that describe these changes.

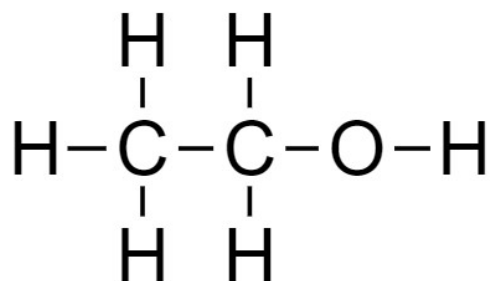


TEKNOLOGISK
INSTITUT

INTRODUKTION TIL KEMI

- Atomer er de enkelte byggesten (grundstofferne)

- Molekyler er flere atomer sat sammen med kemiske bindinger



Det periodiske system

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18														
Period																																
1	1 H																		2 He													
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne														
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar														
4	19 K	20 Ca											21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr				
5	37 Rb	38 Sr											39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe				
6	55 Cs	56 Ba	La to Yb											71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn			
7	87 Fr	88 Ra	Ac to No											103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og			
	s-block (incl. He)		f-block	d-block								p-block (excl. He)																				
Lanthanides	<table border="1"> <tr> <td>57 La</td> <td>58 Ce</td> <td>59 Pr</td> <td>60 Nd</td> <td>61 Pm</td> <td>62 Sm</td> <td>63 Eu</td> <td>64 Gd</td> <td>65 Tb</td> <td>66 Dy</td> <td>67 Ho</td> <td>68 Er</td> <td>69 Tm</td> <td>70 Yb</td> </tr> </table>																		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb
57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb																			
Actinides	<table border="1"> <tr> <td>89 Ac</td> <td>90 Th</td> <td>91 Pa</td> <td>92 U</td> <td>93 Np</td> <td>94 Pu</td> <td>95 Am</td> <td>96 Cm</td> <td>97 Bk</td> <td>98 Cf</td> <td>99 Es</td> <td>100 Fm</td> <td>101 Md</td> <td>102 No</td> </tr> </table>																		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No																			



Periodic Table of the Elements

Atomic Number → 1
 Name → Hydrogen
 Symbol → H
 Atomic Weight → 1.008

State of matter (color of name)
 GAS LIQUID SOLID UNKNOWN

Subcategory in the metal-metalloid-nonmetal trend (color of background)
 Alkaline metal, Alkaline earth metal, Metalloid, Noble gas, Lanthanide, Actinide, Polytatomic nonmetal, Unknown chemical properties, Transition metal, Post-transition metal, Diatomic nonmetal

1 IA H Hydrogen 1.008																	18 VIIIA He Helium 4.002602		
3 Li Lithium 6.94	4 IIA Be Beryllium 9.012182											5 IIIA B Boron 10.81	6 IVA C Carbon 12.011	7 VA N Nitrogen 14.007	8 VIA O Oxygen 15.999	9 VIIA F Fluorine 18.998403163	10 Noble gas Ne Neon 20.1797		
11 Na Sodium 22.98976928	12 IIA Mg Magnesium 24.304	21 3 IIIB Sc Scandium 44.955912	22 4 IVB Ti Titanium 47.887	23 5 VB V Vanadium 50.9415	24 6 VIB Cr Chromium 51.9961	25 7 VIIB Mn Manganese 54.938044	26 8 VIIIB Fe Iron 55.845	27 9 VIIIB Co Cobalt 58.933194	28 10 VIIIB Ni Nickel 58.6934	29 11 IB Cu Copper 63.546	30 12 IIB Zn Zinc 65.38	31 13 IIIA Al Aluminum 26.9815386	32 14 IVA Si Silicon 28.0855	33 15 VA P Phosphorus 30.973761998	34 16 VIA S Sulfur 32.06	35 17 VIIA Cl Chlorine 35.45	18 Noble gas Ar Argon 39.948		
19 K Potassium 39.0983	20 IIA Ca Calcium 40.078	37 Rb Rubidium 85.4678	38 IIA Sr Strontium 87.62	39 3 IIIB Y Yttrium 88.90584	40 4 IVB Zr Zirconium 91.224	41 5 VB Nb Niobium 92.90637	42 6 VIB Mo Molybdenum 95.95	43 7 VIIB Tc Technetium (98)	44 8 VIIIB Ru Ruthenium 101.07	45 9 VIIIB Rh Rhodium 102.90550	46 10 VIIIB Pd Palladium 106.42	47 11 IB Ag Silver 107.8682	48 12 IIB Cd Cadmium 112.414	49 13 IIIA In Indium 114.818	50 14 IVA Sn Tin 118.710	51 15 VA Sb Antimony 121.760	52 16 VIA Te Tellurium 127.60	53 17 VIIA I Iodine 126.90447	36 Noble gas Kr Krypton 83.798
55 Cs Cesium 132.90545196	56 IIA Ba Barium 137.327	57 - 71 Lanthanoids	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.94786	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.217	78 Pt Platinum 195.084	79 Au Gold 196.966569	80 Hg Mercury 200.592	81 Tl Thallium 204.38	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98040	84 Po Polonium (209)	85 At Astatine (210)	86 Noble gas Rn Radon (222)		
87 Fr Francium (223)	88 IIA Ra Radium (226)	89 - 103 Actinoids	104 Rf Rutherfordium (261)	105 Db Dubnium (268)	106 Sg Seaborgium (269)	107 Bh Bohrium (270)	108 Hs Hassium (285)	109 Mt Meitnerium (278)	110 Ds Darmstadtium (281)	111 Rg Roentgenium (282)	112 Cn Copernicium (285)	113 Nh Nihonium (286)	114 Fl Flerovium (289)	115 Mc Moscovium (289)	116 Lv Livermorium (293)	117 Ts Tennessine (294)	118 Noble gas Og Oganesson (294)		

57 La Lanthanum 138.90547	58 Ce Cerium 140.12	59 Pr Praseodymium 140.90766	60 Nd Neodymium 144.242	61 Pm Promethium (145)	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.92535	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.93033	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.93422	70 Yb Ytterbium 173.045	71 Lu Lutetium 174.9668
89 Ac Actinium (227)	90 Th Thorium 232.0377	91 Pa Protactinium 231.03688	92 U Uranium 238.02891	93 Np Neptunium (237)	94 Pu Plutonium (244)	95 Am Americium (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkelium (247)	98 Cf Californium (251)	99 Es Einsteinium (252)	100 Fm Fermium (257)	101 Md Mendelevium (258)	102 No Nobelium (259)	103 Lr Lawrencium (260)

KEMISKE BINDINGER

Types of Chemical Bonds

1. Ionic Bond

Metal atom loses electron(s) to nonmetal atom



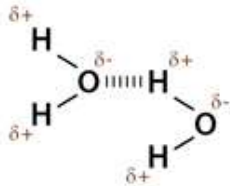
Sodium Chlorine Sodium chloride



Magnesium Oxygen Magnesium oxide

3. Hydrogen Bond

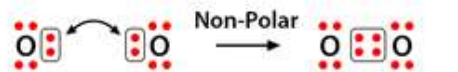
Hydrogen attracts an electronegative atom electrostatically



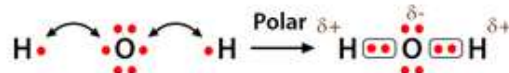
Two water molecules

2. Covalent Bond

Two nonmetal atoms share electrons



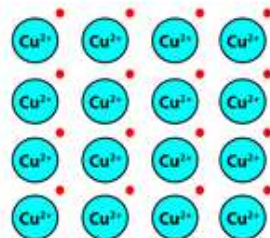
Oxygen atoms Oxygen molecule



Hydrogen Oxygen Hydrogen Water

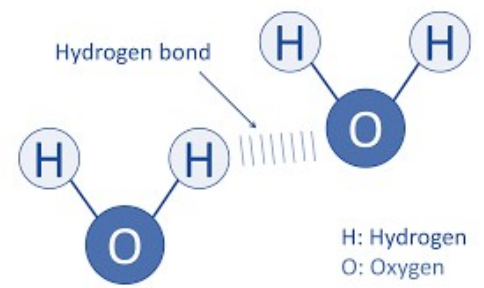
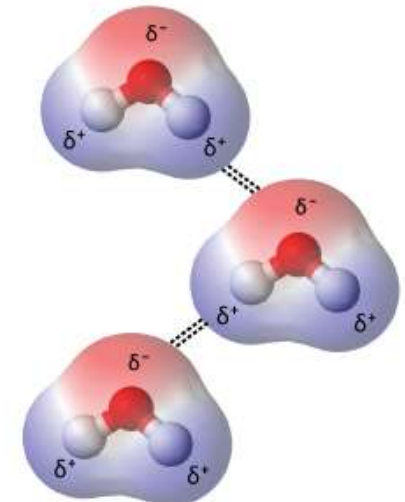
4. Metallic Bond

Positive metal ions attract conducting electrons



Copper ions immersed in an electron cloud

5. Van der Waals interaction (weak)



Kovalente bindingar tegnes ofte med en streg

VED AT KENDE MOLEKYLERS STRUKTUR KAN VI:

Sige noget om de fysiske egenskaber:

- Kogepunkt
- Smeltepunkt
- Opløselighed
- Brandbarhed

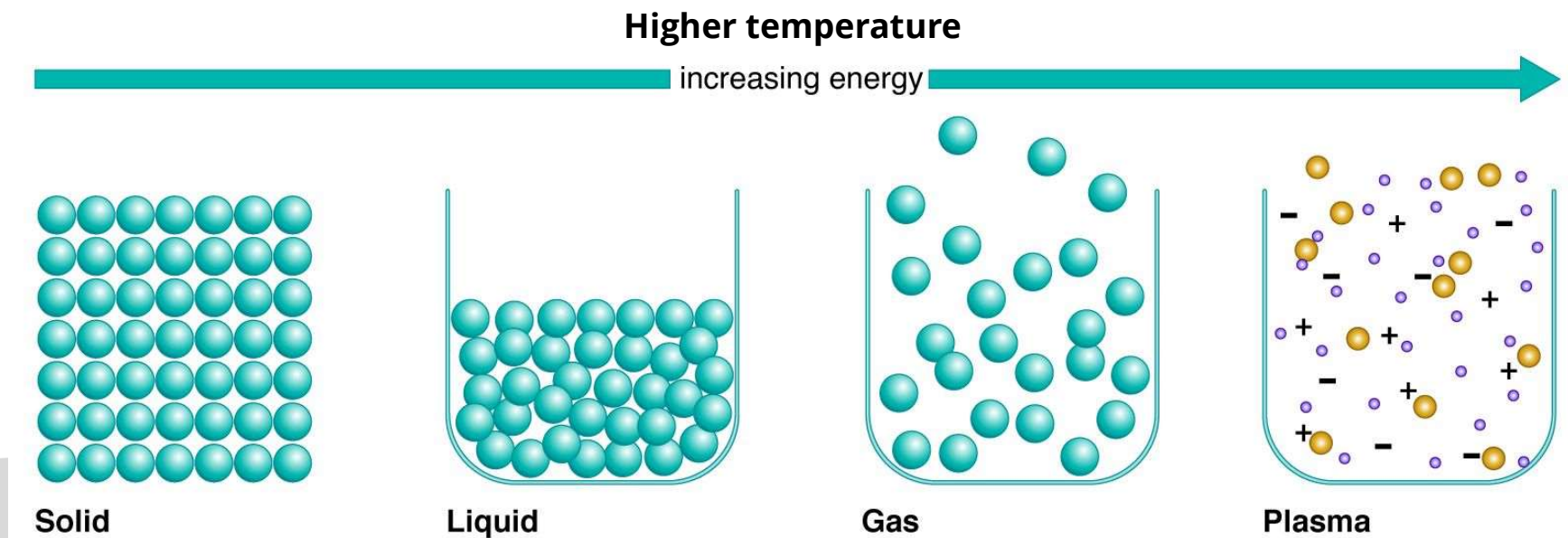
Sige noget om de kemiske egenskaber:

- Reaktivitet
- Stabilitet
- Surhed/basicitet
- Toksicitet



FYSISKE EGENSKABER: TILSTANDSFORMER



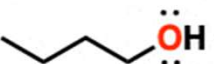
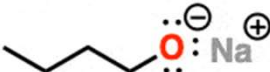
- Solid: $\text{NaCl}_{(s)}$ ($< 800\text{ }^\circ\text{C}$)
- Liquid: $\text{NaCl}_{(l)}$ ($800\text{-}1465\text{ }^\circ\text{C}$)
- Gas: $\text{NaCl}_{(g)}$ ($> 1465\text{ }^\circ\text{C}$)
- Plasma: -
- Dissolved in water: $\text{Na}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$



KEMISKE BINDINGER – FYSISKE EGENSKABER

• **Intermolecular Forces (IMFs):** Stronger intermolecular forces (ionic bonding, hydrogen bonding) lead to higher boiling points than weaker Van der Waals forces.

e.g.

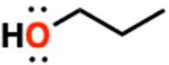
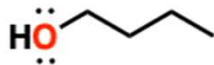

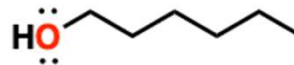
				
Strongest intermolecular force	Van Der Waals	Dipole-Dipole	Hydrogen bonding	Ionic
Boiling point	-0.5 °C	35°C	117°C	> 260°C

BOTTOM LINE: IMFs go in the order

Van der Waals dispersion forces (London forces) < Dipole-dipole < Hydrogen bonding < Ionic

• **Molecular Weight (MW):** Among molecules with similar functional groups, boiling points increase with larger molecular weights due to greater Van der Waals interactions (higher surface area)

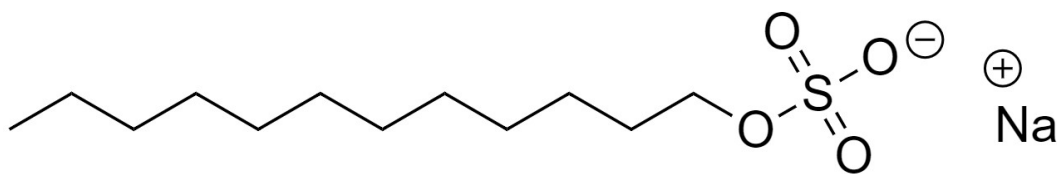
e.g.

				
MW	60.10	74.12	88.15	102.18
Boiling point	97°C	117°C	138°C	158°C
Melting points	-126	-90	-78	-45



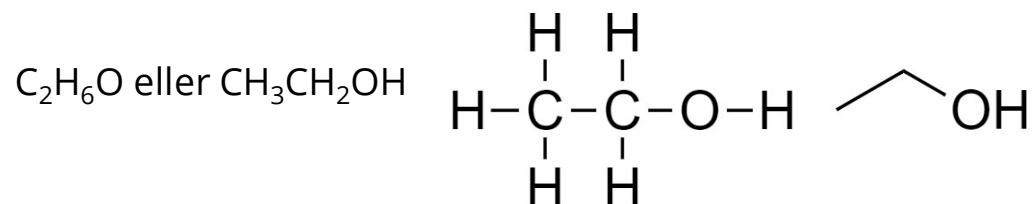
INTRODUKTION TIL KEMI

- Organiske molekyler har kulstof i sig
- Uorganiske molekyler har ikke kulstof
 - Uorganiske molekyler er ofte salte, som består af ioner (fx NaCl = Na⁺ og Cl⁻)
 - Bortset fra "karbonat"-baserede molekyler, som også er uorganiske, fx NaHCO₃ (bagepulver), CaCO₃ (kalk)
- Funktionelle grupper er specifikke dele af molekyler

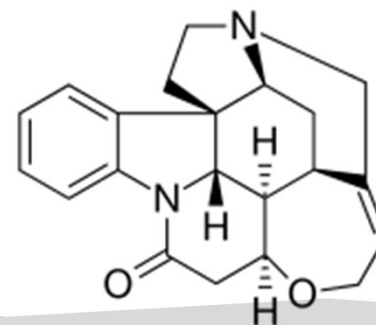


Nogle molekyler er simple

Ethanol kan repræsenteres på flere forskellige måder:



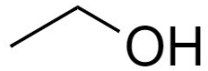
og har flere forskellige navne (ethyl alkohol, hydroxyethane, ethyl hydroxid, ethylene hydrate osv.)



Nogle molekyler er mere komplicerede

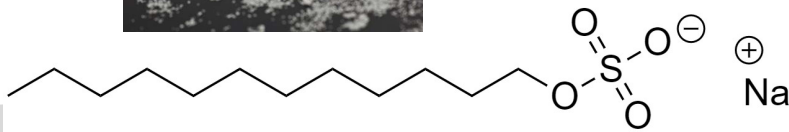


INTRODUKTION TIL KEMI

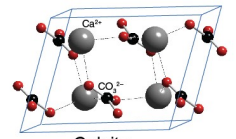


Ethanol

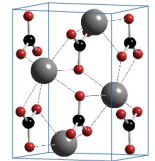
SLS (rengøringsmiddel)



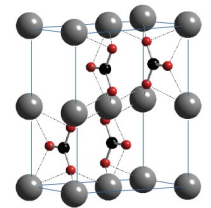
CaCO₃ (kalk)



Calcite

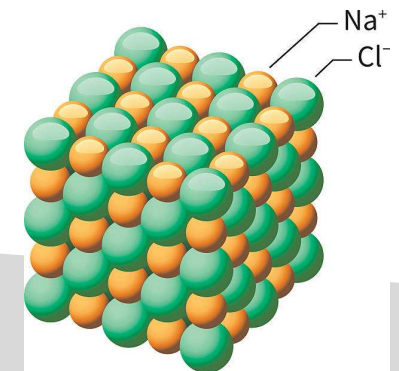


Aragonite



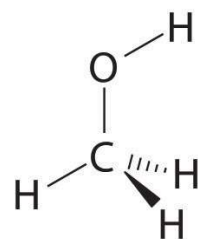
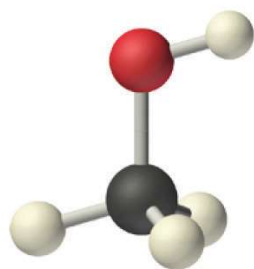
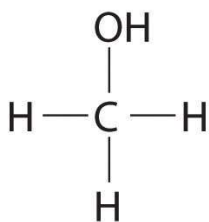
Vaterite

NaCl (bordsalt)



MÅDER AT TEGNE KOVALENTE BINDINGER PÅ

CH₄O



CH₃OH

(a)
Molecular
formula

(b)
Structural
formula

(c)
Ball-and-stick
model

(d)
Perspective
drawing

(e)
Space filling
model

(f)
Condensed structural
formula



MOLEKYLER INDEN FOR RENGØRING

Organiske forbindelser

Tensider/surfaktanter

Syrer: Eddikesyre, citronsyre, benzensulfonsyre

Baser: Triethanolamin

Andre molekyler

Salte

Konserveringsmiddel

Rheology modifiers (flydeegenskaber)

Parfume og farve

Uorganiske forbindelser

Syrer: phosphorsyre, svovlsyre, saltsyre

Baser: Natriumhydroxid, kaliumhydroxid, natriumcarbonat, ammoniak, natriumsilikat

Oxidanter: hypoklorit (klorin), natriumkarbonat peroxid

Alle har samme formål: at gøre urenheder/snavs opløseligt.

Forskellige virkemåder og interaktioner:

- Micelledannelse
- Oxidation
- Neutralisering



EKSEMPLER FRA HVERDAGEN

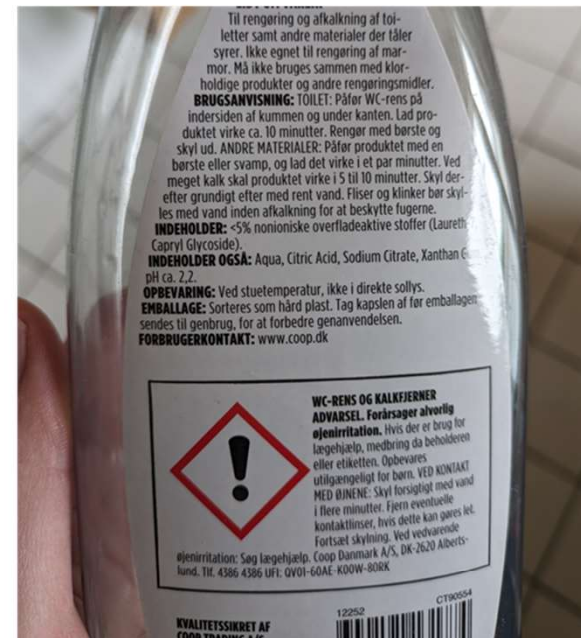
Shampoo



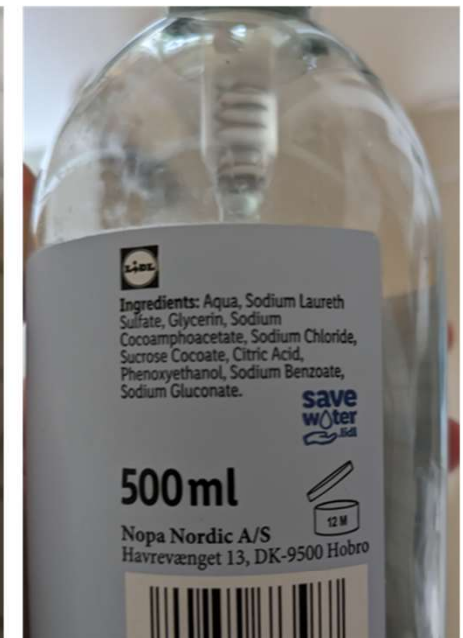
Afspændingsmiddel

ANVENDELSE: Træk op i låget for at åbne det, og fyld afspændingsmiddel i opvaskemaskinens doseringskammer.
BEMÆRK: Sørg for, at maskinens dosering af afspændingsmiddel er korrekt indstillet, således at opvasken får den perfekte glans. Oplysninger herom findes i betjeningsvejledningen til opvaskemaskinen. Det anbefales også at bruge specialsalt.
Indholdsstoffer: 5-15% nonioniske overfladeaktive stoffer.

WC-rens



Hånd sæbe



Opvasketabs

DK Indholdsstoffer: 5% eller derover, men under 15%: iltbaserede blegemidler (Sodium Carbonate Peroxide); under 5%: nonioniske overfladeaktive stoffer (C8-C14 Alcohol alkoxylate, Cetareth-25); polycarboxylater (Sodium Polyacrylate, Acrylic/sulphonic acid copolymer), enzymer (Subtilisin, Amylase). Indeholder også: Sodium Citrate, Sodium Carbonate, Sodium Sulphate, Sodium Silicate, TAED, Sodium Chloride, Citric Acid, Sodium Bicarbonate, Bentonite, Simethicone.



OPDELING AF KEMIEN I RENGØRING

"Det som kommer i kontakt med os"

Personlig pleje

Opvaskemiddel

Sæbe

Vaskemiddel

Mere "mild" kemi – strammere lovgivning

→ skal rengøre, men overholde regler for miljø og sundhed

"Det som ikke kommer i kontakt med os"

Rengøring af overflader

Desinficering

Mere "hård" kemi - mere "kemisk" frihed

→ skal rengøre, men blot håndteres korrekt



PROGRAM FOR DAGEN

9.30-10.30:	Introduktion til kemi og rengøringskemi
10.30-10.50:	Pause
10.50-12.00:	Opløselighed Intro til surfaktanter og deres virkemåde
12.00-13.00:	Frokostpause
13.00-14.30:	Videre om surfaktanter Syre-base kemi Andre kemikalier Enzymer
14:30-15.00:	Pause – "det store kagebord"
15:00-16.00:	Faremærkning og miljøpåvirkning Fremtidens trends

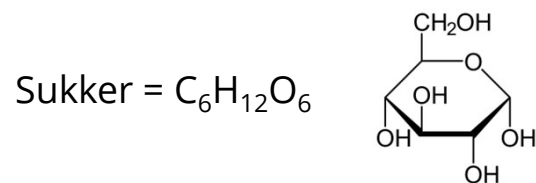
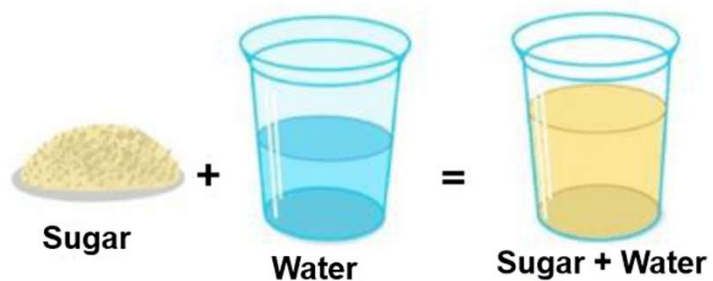


PROGRAM FOR DAGEN

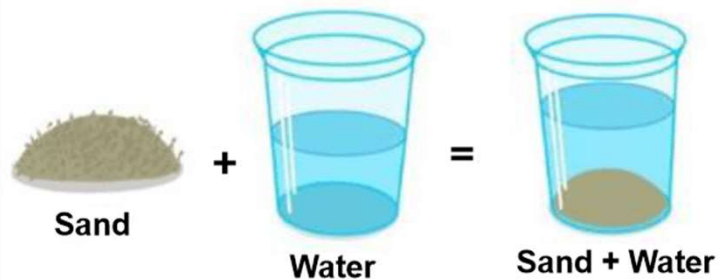
9.30-10.30:	Introduktion til kemi og rengøringskemi
10.30-10.50:	Pause
10.50-12.00:	Opløselighed Intro til surfaktanter og deres virkemåde
12.00-13.00:	Frokostpause
13.00-14.30:	Videre om surfaktanter Syre-base kemi Andre kemikalier Enzymer
14:30-15.00:	Pause – "det store kagebord"
15:00-16.00:	Faremærkning og miljøpåvirkning Fremtidens trends



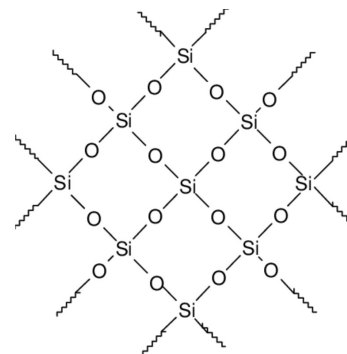
OPLØSELIGHED



Letopløseligt i vand



Sand = SiO_2



Uopløseligt i vand

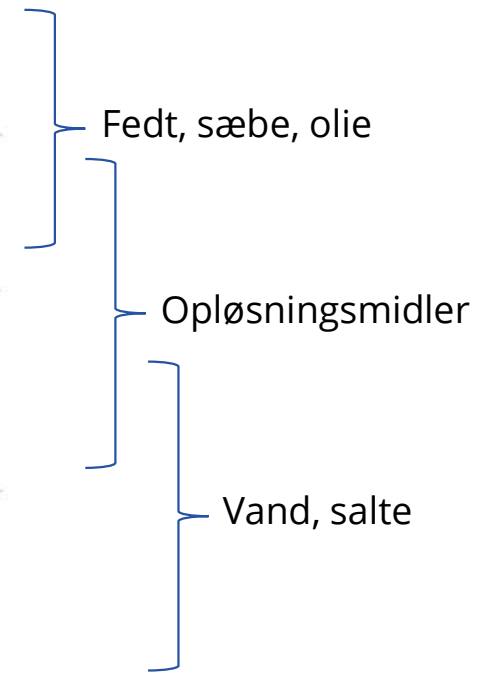


OPLØSELIGHED – INTERAKTIONER

4 typer af interaktioner mellem molekyler

TABLE 11.4 Types of Intermolecular Forces

Type	Present In	Molecular Perspective	Strength
Dispersion*	All molecules and atoms		0.05–20+ kJ/mol
Dipole-dipole	Polar molecules		3–20+ kJ/mol
Hydrogen bonding	Molecules containing H bonded to F, O, or N		10–40 kJ/mol
Ion-dipole	Mixtures of ionic compounds and polar compounds		30–100+ kJ/mol



OPLØSELIGHED FOR STOFKLASSER

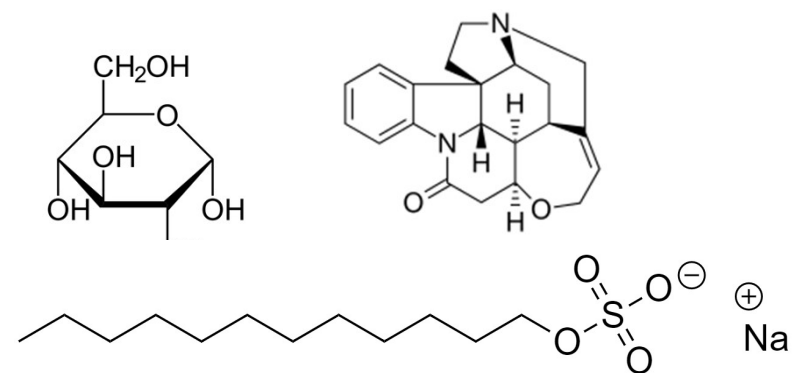
For uorganiske forbindelser/salte (ionbindinger):

- Relativt simpelt: fast stof → opløst
- Nemt at måle
- Kan også beregnes
 - Baseret på energier for ionbindinger



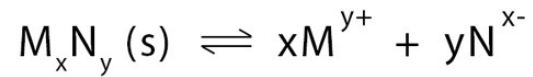
For organiske forbindelser:

- Mere kompliceret
- Nogle funktionelle grupper bidrager til opløselighed i vand – andre bidrager til opløselighed i olie
- Ikke nødvendigvis nemt at måle (fx olie i vand)



OPLØSELIGHED FOR SALTE

- Opløselighedsprodukter:



$$K_{sp} = [M^{y+}]^x [N^{x-}]^y$$

$[M^{y+}]$ → Concentration of M^{y+}

$[N^{x-}]$ → Concentration of N^{x-}

Solubility (g/L)	Compound	K _{sp}	Classification rule
0.013	CaCO ₃	10 ^{-8.48}	insoluble
0.00061	CaC ₂ O ₄	10 ^{-2.27}	insoluble
3.7	Na ₂ C ₂ O ₄	10 ^{3.26}	Soluble
0.014	MgCO ₃	10 ^{-8.03}	insoluble
0.038	MgC ₂ O ₄	-	-
74.5	CaCl ₂ ·6H ₂ O	10 ^{4.09}	Soluble
360	NaCl	10 ^{1.58}	Soluble
54	MgCl ₂ ·6H ₂ O	10 ^{4.39}	Soluble
34	KCl	10 ^{0.85}	Soluble



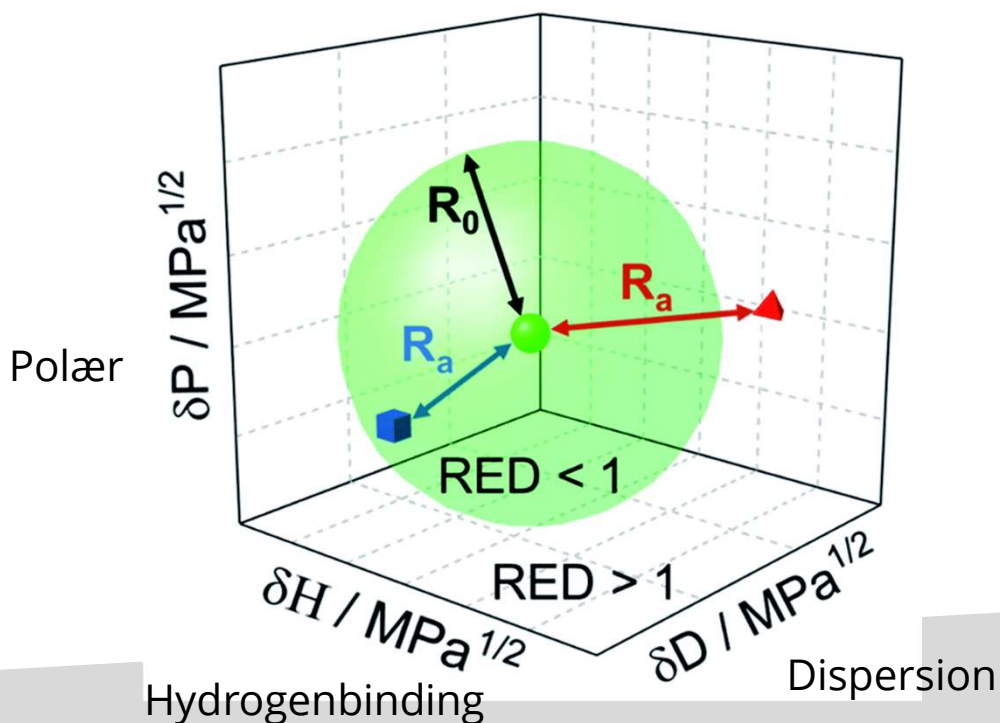
CaCl₂

K _{sp}
2.0 × 10 ⁻¹⁴
4.1 × 10 ⁻⁸
1.4 × 10 ⁻⁸
3.4 × 10 ⁻²⁸
4.0 × 10 ⁻⁵
1.2 × 10 ⁻¹¹
3.0 × 10 ⁻¹⁴
3.5 × 10 ⁻¹⁸
4.0 × 10 ⁻⁵⁴
1.4 × 10 ⁻²⁴
7.7 × 10 ⁻¹³
8.1 × 10 ⁻¹²
1.6 × 10 ⁻¹⁰
8.3 × 10 ⁻¹⁷
1.4 × 10 ⁻⁵
6.0 × 10 ⁻⁵¹
1.6 × 10 ⁻⁹
3.8 × 10 ⁻⁷
1.0 × 10 ⁻²⁶
1.8 × 10 ⁻¹⁴
3.0 × 10 ⁻²³

OPLØSELIGHED FOR ORGANISKE FORBINDELSER

Hansen's Opløselighedsparametre

- Et koordinatsystem med akser for polær, hydrogenbinding og dispersion



Lister med data for opløsningsmidler og organiske molekyler

→ desto tættere molekylerne er på hinanden, desto nemmer at opløse

Solvents	δ_d MPa ^{0.5}	δ_p MPa ^{0.5}	δ_h MPa ^{0.5}	δ_t MPa ^{0.5}
Water	15.6	16.0	42.3	47.8
MEK	16.0	9.0	5.1	19.0
IPA	15.8	6.1	16.4	23.5
Acetone	15.5	10.4	7.0	20.0
1-butanol	16.0	5.7	15.8	23.1
Methanol	15.1	12.3	22.3	29.6
DMSO	18.4	16.4	10.2	26.7
Glycerol	17.4	12.1	29.3	36.1
Propylene glycol	16.8	9.4	23.3	30.2
Ethylene glycol	17.0	11.0	26.0	32.9
Ethanol	15.8	8.8	19.4	26.5
1,4-dioxane	19.0	1.8	7.4	20.5
Propylene carbonate	20.0	18.0	4.1	27.3
Furfuryl alcohol	17.4	7.6	15.1	24.3
DMF	17.4	13.7	11.3	24.8
Acetonitrile	15.3	18.0	6.1	24.3
Possible triglycerides in rapeseed oil	Rapeseed oil ¹	16.4	4.7	4.2
	Rapeseed oil ²	16.6	4	4.1
	Rapeseed oil ³	16.6	4.1	3.6
	Rapeseed oil ⁴	16.5	4.2	4.6
	Rapeseed oil ⁵	16.4	4	4.5

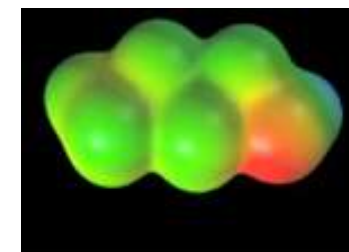
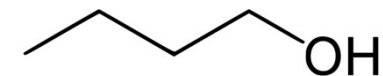
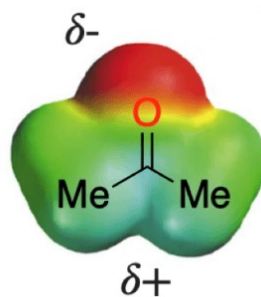
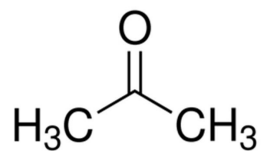
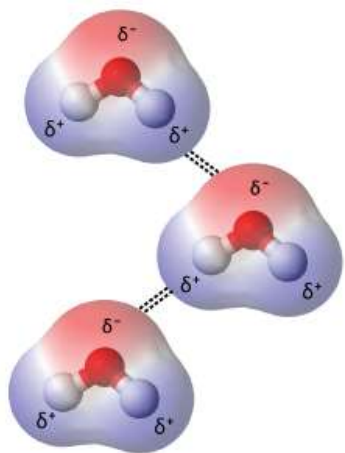


OPLØSELIGHED FOR ORGANISKE FORBINDELSER

Solvents	δ_d MPa ^{0.5}	δ_p MPa ^{0.5}	δ_h MPa ^{0.5}	δ_t MPa ^{0.5}
Water	15.6	16.0	42.3	47.8

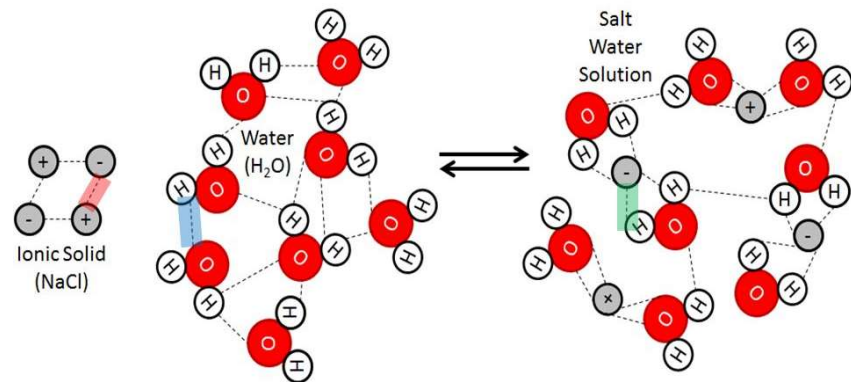
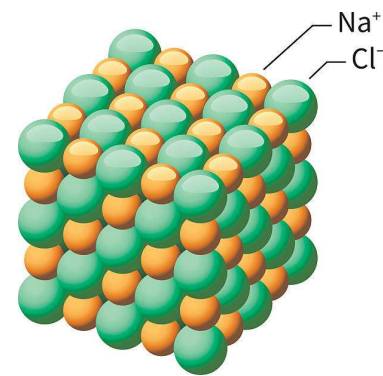
Solvents	δ_d MPa ^{0.5}	δ_p MPa ^{0.5}	δ_h MPa ^{0.5}	δ_t MPa ^{0.5}
Acetone	15.5	10.4	7.0	20.0

Solvents	δ_d MPa ^{0.5}	δ_p MPa ^{0.5}	δ_h MPa ^{0.5}	δ_t MPa ^{0.5}
1-butanol	16.0	5.7	15.8	23.1

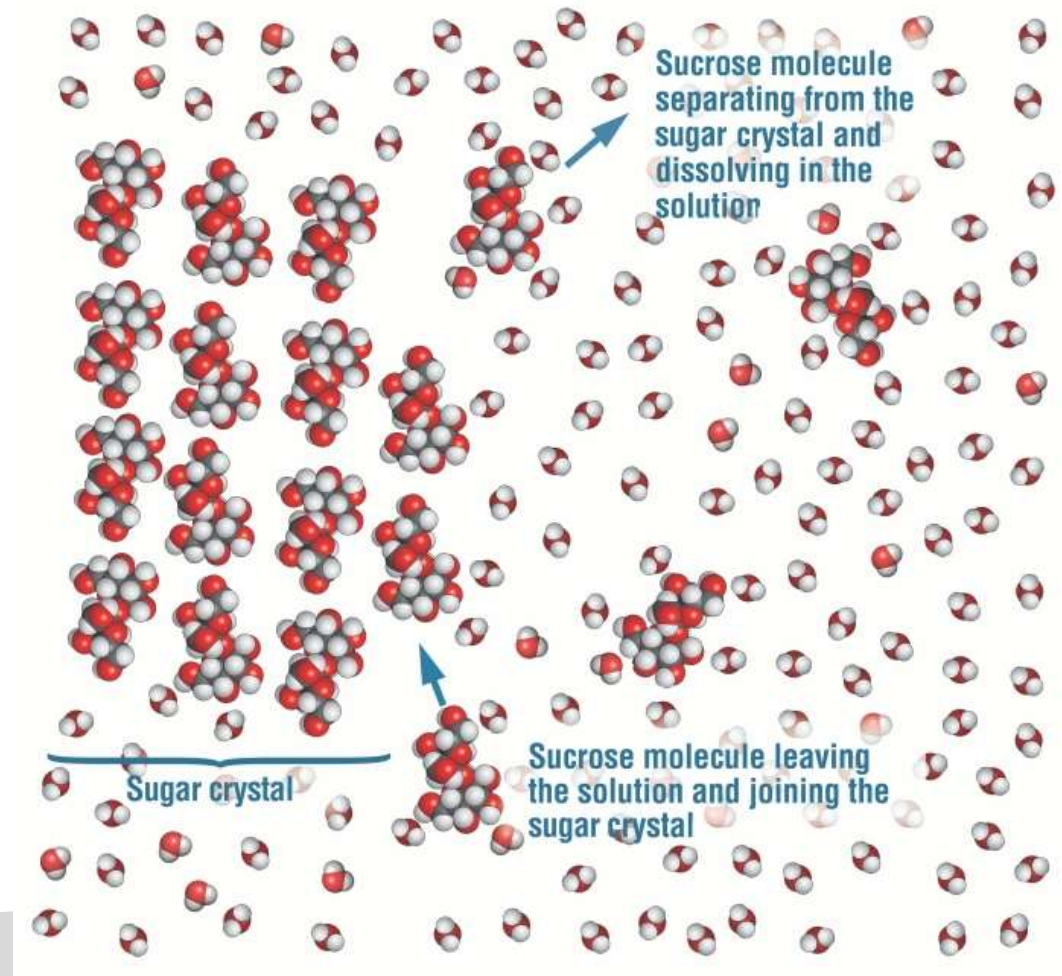


OPLØSELIGHED – LIKE DISSOLVES LIKE

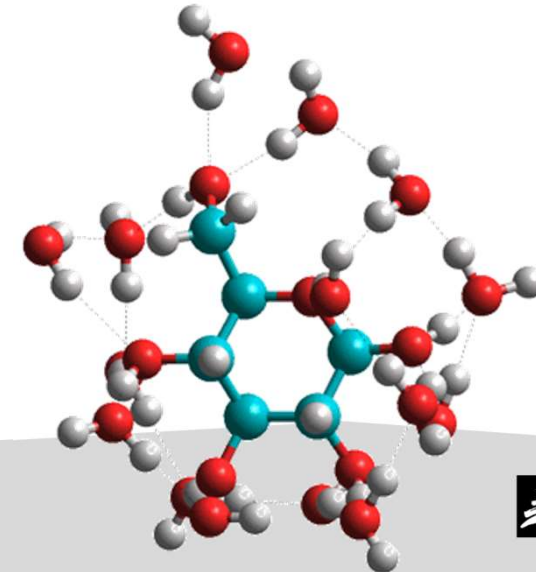
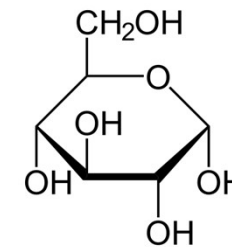
NaCl (bordsalt)



OPLØSELIGHED – LIKE DISSOLVES LIKE

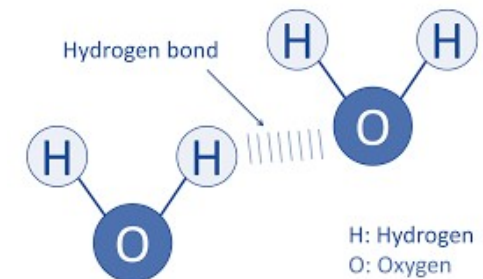
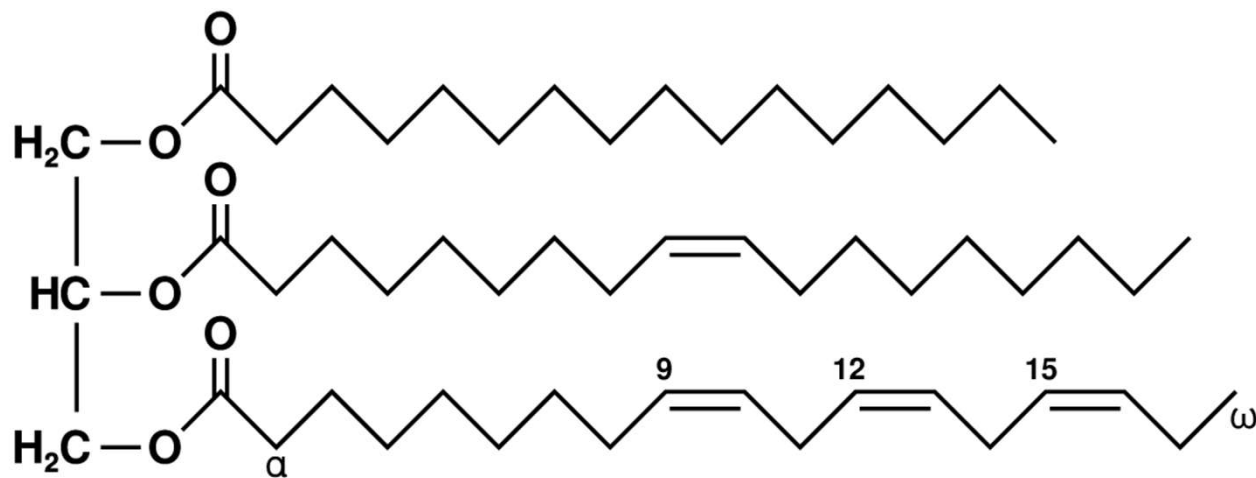


Sukker = $C_6H_{12}O_6$



OPLØSELIGHED – LIKE DISSOLVES LIKE

Fedtstof – ingen muligheder for at lave hydrogenbindinger eller ion-bindinger



PROGRAM FOR DAGEN

9.30-10.30:	Introduktion til kemi og rengøringskemi
10.30-10.50:	Pause
10.50-12.00:	Opløselighed
	Intro til surfaktanter og deres virkemåde
12.00-13.00:	Frokostpause
13.00-14.30:	Videre om surfaktanter
	Syre-base kemi
	Andre kemikalier
	Enzymer
14:30-15.00:	Pause – "det store kagebord"
15:00-16.00:	Faremærkning og miljøpåvirkning
	Fremtidens trends



INGREDIENSER I RENGØRINGSMIDLER

- Surfaktanter
- Syrer
- Baser
- Oxidanter
- Hydrotroper
- Blødgørere
- Fortykningsmiddel
- Konserveringsmidler
- Enzymer



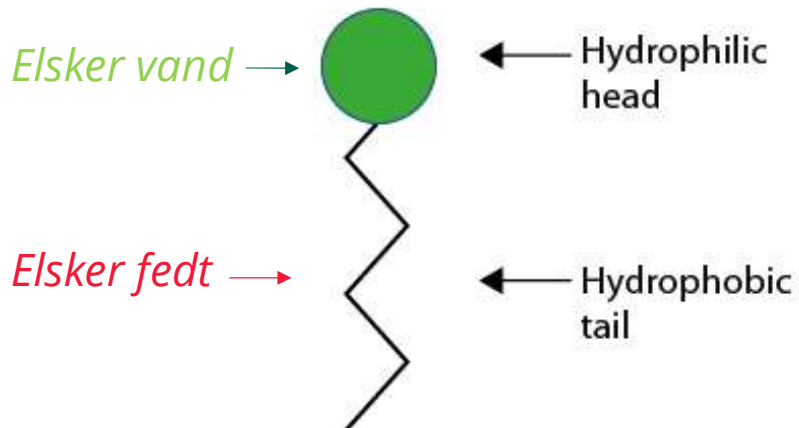
SURFAKTANTER/TENSIDER

Overfladeaktive stoffer

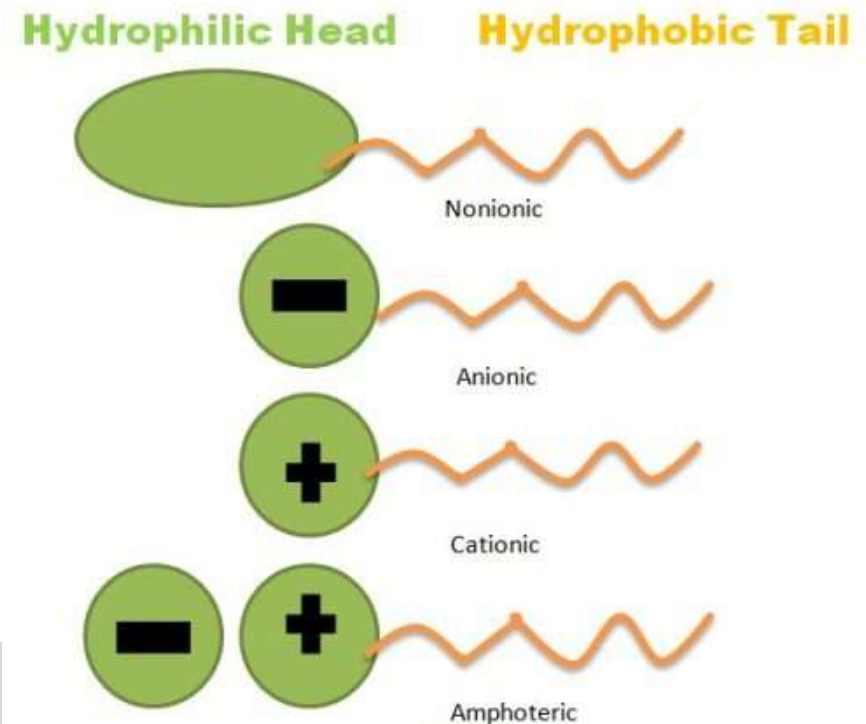
("surface active agents" = surfactants)

Surfaktanter = detergenter = tensider

Opbygget af hydrofilt "hoved" og hydrofob "hale"

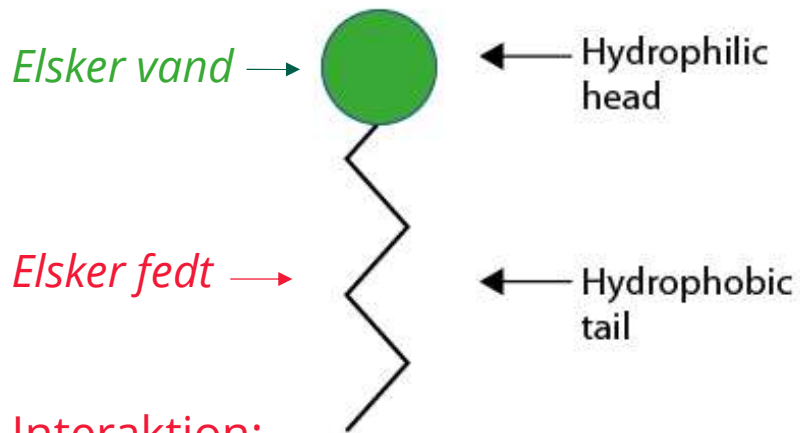


Det hydrofile hoved kan have forskellige ladninger og kategoriseres herefter:

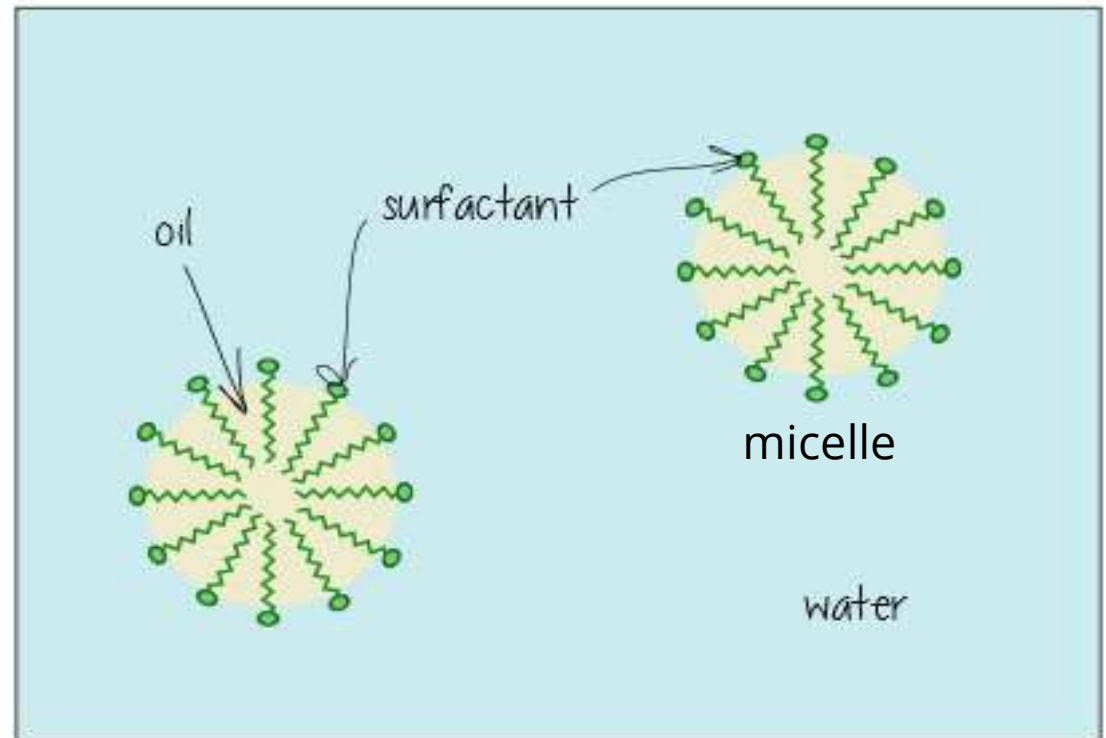


MICELLEDANNELSE

Interaktioner:
Hydrogenbinding eller ion-dipol



Interaktion:
Dispersion



MICELLER ER NØDVENDIGE FOR EMULSIONER

Oil-in-Water



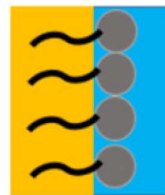
hydrophile > lipophile



Bicontinuous
microemulsion



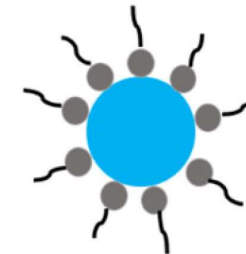
hydrophile = lipophile



Water-in-Oil



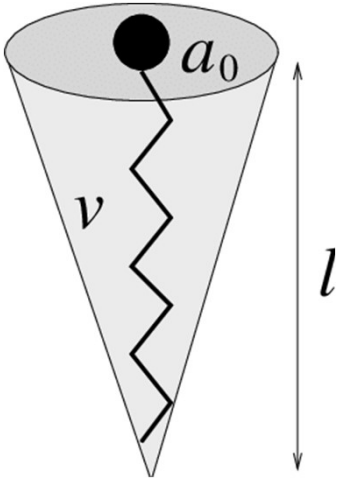
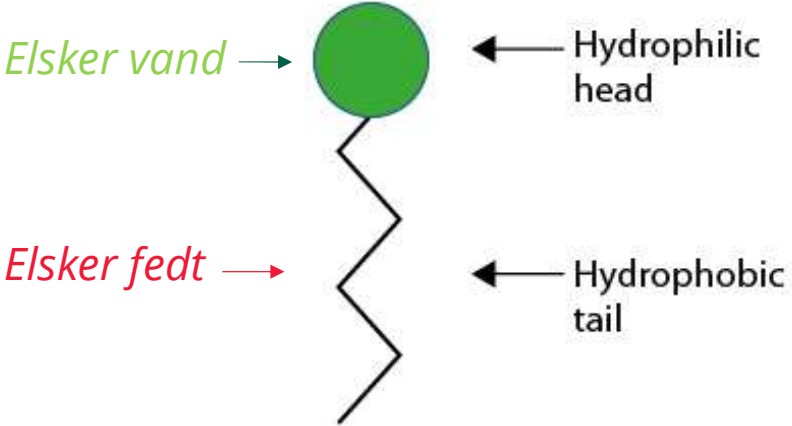
hydrophile < lipophile



Hydrophilicity-lipophilicity balance

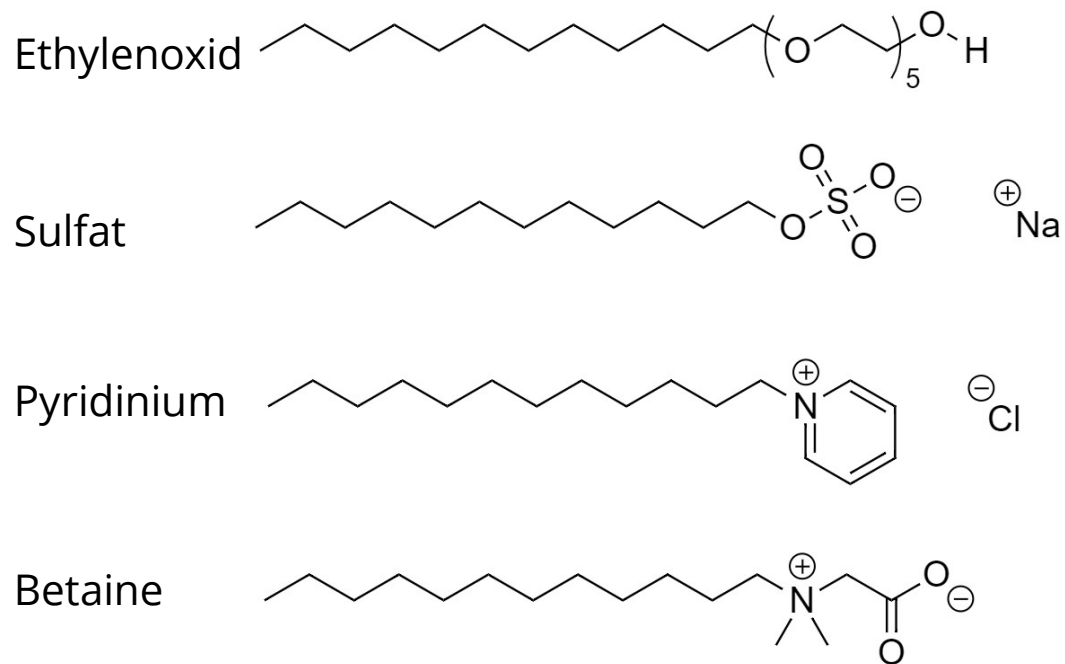


MICELLEDANNELSE ER SIN EGEN VIDENSKAB

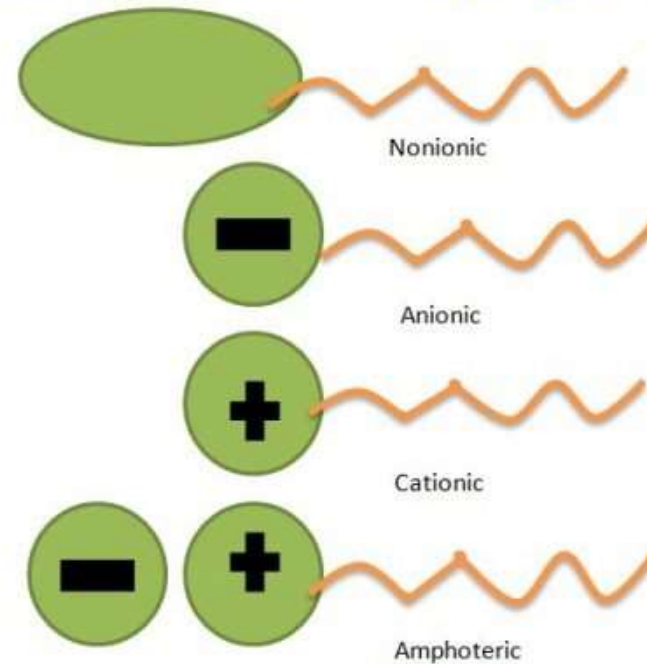


Critical Packing Parameter (v/a_0l_c)	Critical Packing Shape	Structure formed
$<1/3$	Cone	Spherical Micelle
$1/3-1/2$	Truncated Cone	Cylindrical Micelle
$1/2-1$	Truncated Cone	Flexible Bilayers
~ 1	Cylinder	Planar Bilayers
>1	Inverted truncated Cone	Inverted Micelles

EKSEMPLER PÅ HYDROFILE HOVEDGRUPPER



Hydrophilic Head Hydrophobic Tail



PROGRAM FOR DAGEN

9.30-10.30:	Introduktion til kemi og rengøringskemi
10.30-10.50:	Pause
10.50-12.00:	Opløselighed Intro til surfaktanter og deres virkemåde
12.00-13.00:	Frokostpause
13.00-14.30:	Videre om surfaktanter Syre-base kemi Andre kemikalier Enzymer
14:30-15.00:	Pause – "det store kagebord"
15:00-16.00:	Faremærkning og miljøpåvirkning Fremtidens trends

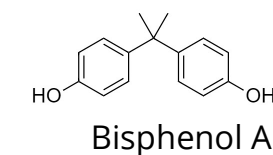
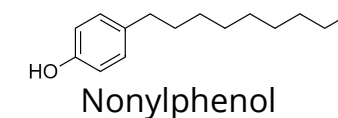
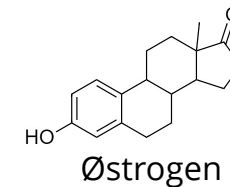
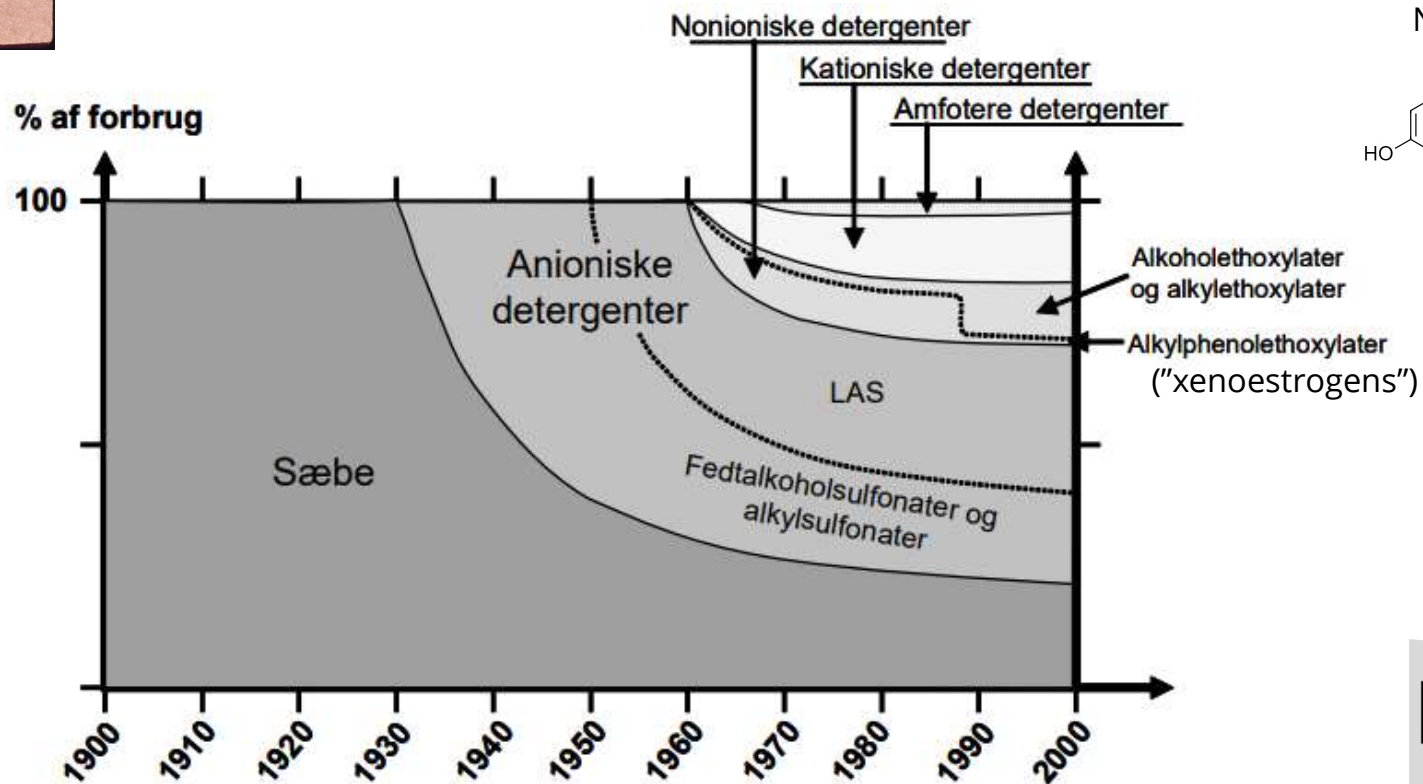


PROGRAM FOR DAGEN

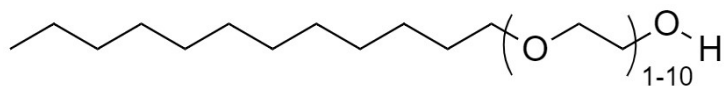
9.30-10.30:	Introduktion til kemi og rengøringskemi
10.30-10.50:	Pause
10.50-12.00:	Opløselighed Intro til surfaktanter og deres virkemåde
12.00-13.00:	Frokostpause
13.00-14.30:	Videre om surfaktanter Syre-base kemi Andre kemikalier Enzymer
14:30-15.00:	Pause – "det store kagebord"
15:00-16.00:	Faremærkning og miljøpåvirkning Fremtidens trends



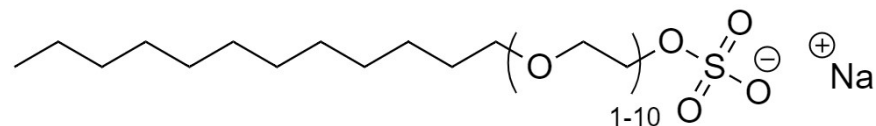
SURFAKTANTERS HISTORIE



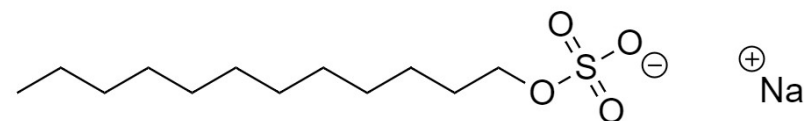
DE MEST UDBREDTE KLASSER AF SURFAKTANTER



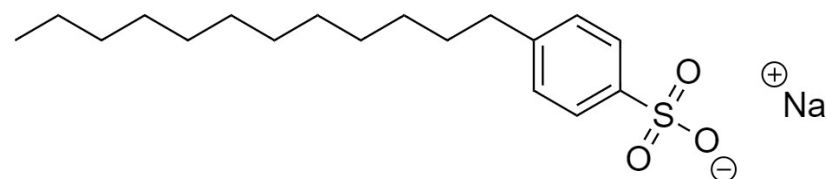
Alkoholethoxylater, fx Laureth (C12), Ceteareth (C16-C18)



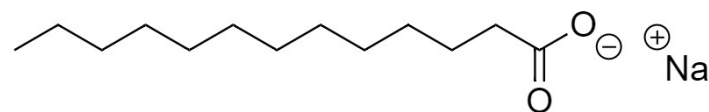
Alkoholethoxylsulfater, fx sodium laureth sulfater (SLES)



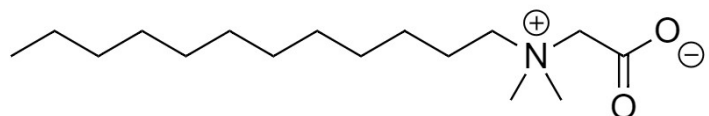
Alkylsulfater, fx sodium lauryl sulfater (SLS)



Lineære alkylbenzensulfonater (LAS)



Fedtsyresalte, fx sodium palmitate



Betainer, fx cocoamidopropyl betaine



NAVNGIVNING AF SURFAKTANTER

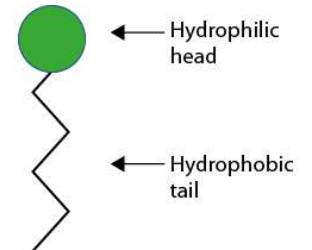
Kulstof kædelængde – baseret på den oprindelige fedtkæde:

Fatty acid	Common Name	Abbreviation
Butanoic acid	Butyric acid	C4:0
Decanoic acid	Caproic acid	C10:0
Dodecanoic acid	Lauric acid	C12:0
Tetradecanoic acid	Myristic acid	C14:0
Hexadecanoic acid	Palmitic acid	C16:0
Hexadecenoic acid	Palmitoleic acid	C16:1
Octadecanoic acid	Stearic acid	C18:0
<i>cis</i> -9-Octadecenoic acid	Oleic acid	C18:1 - <i>cis</i> (n9)
<i>trans</i> -9-Octadecenoic acid	Elaidic acid	C18:1 - <i>trans</i> (n9)
all <i>cis</i> -9,12-Octadecadienoic acid	Linoleic acid	C18:2 - <i>cis</i> (n6)
all <i>trans</i> -9,12-Octadecadienoic acid	Linolelaidic acid	C18:2 - <i>trans</i> (n6)
all <i>cis</i> -9,12,15-Octadecatrienoic acid	α -Linolenic acid	C18:3 (n3)
all <i>cis</i> -6,9,12-Octadecatrienoic acid	γ -Linolenic acid	C18:3 (n6)
Eicosanoic acid	Arachidic acid	C20:0
<i>cis</i> -11-Eicosenoic acid		C20:1 (n9)
all <i>cis</i> -11,14-Eicosadienoic acid		C20:2 (n6)
all <i>cis</i> -11,14,17-Eicosatrienoic acid		C20:3 (n3)
all <i>cis</i> -8,11,14-Eicosatrienoic acid	Dihomogammalinolenic acid	C20:3 (n6)
all <i>cis</i> -5,8,11,14-Eicosatetraenic acid	Arachidonic acid	C20:4 (n6)
all <i>cis</i> 5,8,11,14,17-Eicosapentenoic acid	EPA	C20:5 (n3)
Docosanoic acid	Behenic acid	C22:0
<i>cis</i> -13-Docosenoic acid	Erucic acid	C22:1 (n9)
all <i>cis</i> -7,10,13,16-Docosatetraenoic acid		C22:4 (n6)
all <i>cis</i> 4,7,10,13,16,19-Docosahexenoic acid	DHA	C22:6 (n3)
Tetracosanoic acid	Lignoceric acid	C24:0
<i>cis</i> -15-tetracosenoic acid	Nervonic acid	C24:1 (n9)



Den hydrofile hovedgruppe

- Sulfat
- "Oate" (= fedtsyre)
- Ethoxyl/alkoxylate
- Ethoxylsulfat
- Glycoside
- Betaine
- Pyridinium



... og så er der mange "navne for kendere"...



EKSEMPLER FRA HVERDAGEN

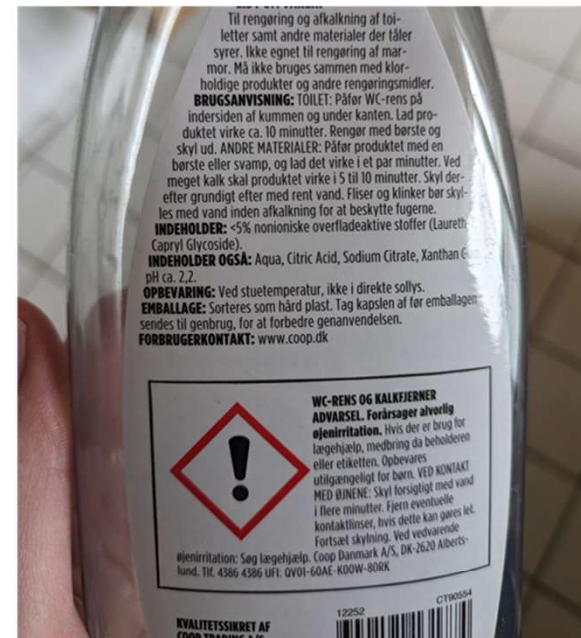
Shampoo



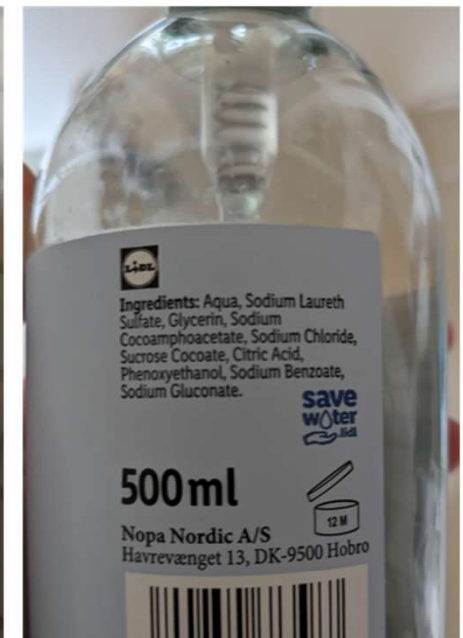
Afspændingsmiddel

ANVENDELSE: Træk op i låget for at åbne det, og fyld afspændingsmiddel i opvaskemaskinens doseringskammer.
BEMÆRK: Sørg for, at maskinens dosering af afspændingsmiddel er korrekt indstillet, således at opvasken får den perfekte glans. Oplysninger herom findes i betjeningsvejledningen til opvaskemaskinen. Det anbefales også at bruge specialsalt.
Indholdsstoffer: 5-15% nonioniske overfladeaktive stoffer.

WC-rens



Hånd sæbe



Opvasketabs

DK **Indholdsstoffer:** 5% eller derover, men under 15%: iltbaserede blegemidler (Sodium Carbonate Peroxide); under 5%: nonioniske overfladeaktive stoffer (C8-C14 Alcohol alkoxylate, Cetareth-25); polycarboxylater (Sodium Polyacrylate, Acrylic/sulphonic acid copolymer), enzymer (Subtilisin, Amylase). Indeholder også: Sodium Citrate, Sodium Carbonate, Sodium Sulphate, Sodium Silicate, TAED, Sodium Chloride, Citric Acid, Sodium Bicarbonate, Bentonite, Simethicone.



PRODUKTION AF SURFAKTANTER – SYNTESE



Biomasse



Råolie

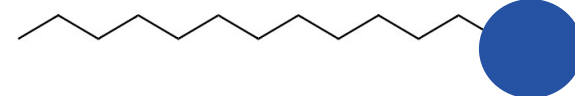
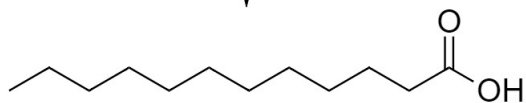
Ekstraktion af biomasse

Cracking af råolie

Ethylene, C₂H₄

Proceskemi

Reaktion med hydrofil hovedgruppe



Fedtkæde til surfaktant



TEKNOLOGISK
INSTITUT

EGENSKABER FOR SURFAKTANTERNE

Carbon length = 12



TABLE 2. Physical and chemical data for long-chain alcohols

Alcohol	Carbon length	Melting point (°C)	Boiling point (°C)	Vapor pressure (Pa) at 25°C	K_{ow}	Water solubility (mg/L)
1-Hexanol	6	-50.0	145-170	122.00	2.03	5900
1-Octanol	8	-16.0	194-195	10.00	3.15	551
1-Decanol	10	6.4	220-240	1.13	4.57	39.5
1-Undecanol	11	14.0	245	3.90×10^{-1}	4.72	8
1-Dodecanol	12	24.0	259	1.13×10^{-1}	5.13	1.9
1-Tridecanol	13	32.0	276	5.70×10^{-2}	5.51	0.38
1-Tetradecanol	14	40.0	289	1.40×10^{-2}	6.03	0.191
1-Pentadecanol	15	45.0	318*	5.12×10^{-3}	6.43	0.102
1-Hexadecanol	16	50.0	334-344	1.40×10^{-3}	6.65	0.013
9-Octadecen-1-ol	18	17.0	333	1.98×10^{-3}	7.07	0.0077
1-Eicosanol	20	66.0	309	1.50×10^{-5}	7.75	0.0027
1-Docosanol	22	72.5	401	8.15×10^{-6}	7.75	0.0027

*One value is estimated, all others are measured (from SIAR 2002, 2006).

Sources: Sanderson et al. (2009); Fisk et al. (2009); OECD (2002, 2006); Estimation Program Interface for Windows (EPIWIN) (Suite v. 4.1) software.

Carbon length = 12

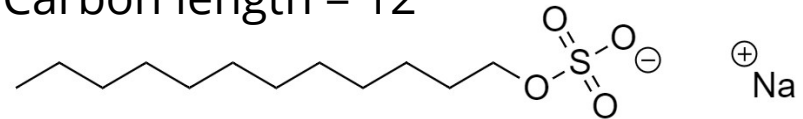


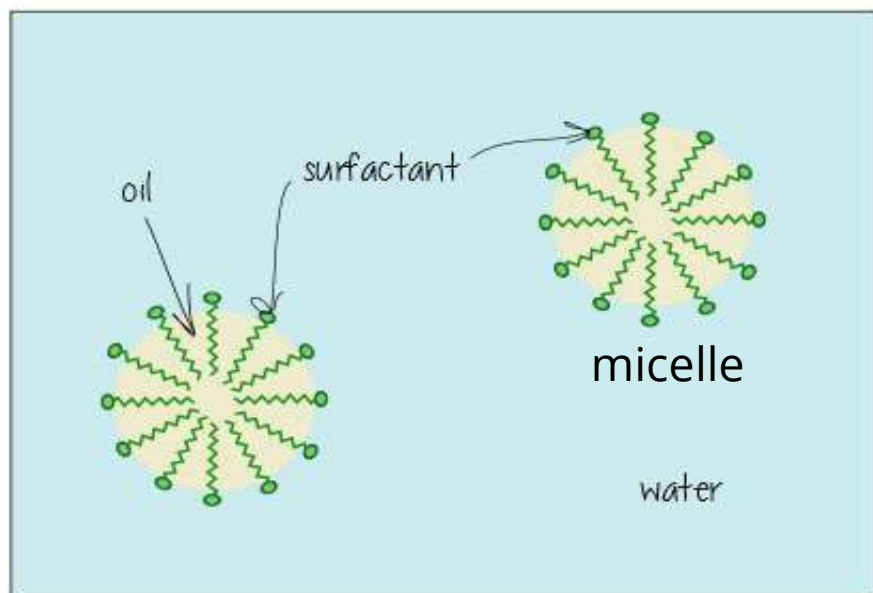
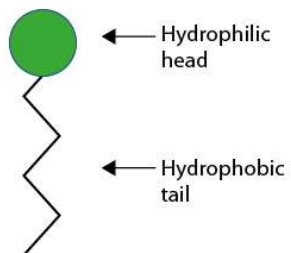
TABLE 4. Physical and chemical properties of AS surfactants of various carbon chain lengths assuming sodium salt

Carbon length	Melting point (°C)	Boiling point (°C)	Vapor pressure (Pa) at 25°C	K_{ow}	Water solubility (mg/L)
12	205.5	588.5	6.27×10^{-11}	1.60	618.6
13	259.4	600.1	2.6×10^{-11}	2.18	162.5
14	264.8	611.7	1.14×10^{-11}	2.67	5.13
15	270.2	623.3	4.80×10^{-12}	3.17	0.4
16	275.6	634.9	2.05×10^{-12}	3.66	0.08
18	212.0	658.2	3.67×10^{-13}	4.64	Insoluble

Sources: HERA (2002) and OECD (2007).



SURFAKTANTERS VIRKEMÅDE



Balance mellem hydrofob hale (antal kulstof) og hydrofilt hoved (type og størrelse)

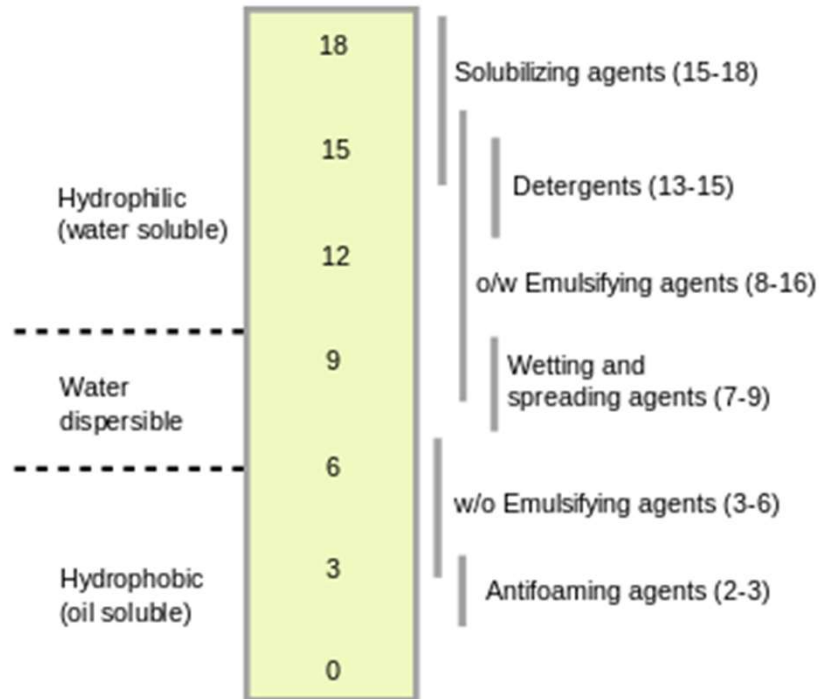
Der findes forskellige modeller til at beregne, hvad surfaktanterne er aktive over for:

- Hydrofil-lipofil balance (HLB)
- Hydrofil-lipofil difference (HLD)



HYDROFIL-LIPOFIL BALANCE (HLB)

En skala (Griffin, 1954) til at forudsige surfaktanters egenskaber



Beregning

$$HLB = 20 * M_h / M$$

hvor M_h er vægten af den hydrofile del af molekylets vægt og M hele molekylets vægt

Eksempel fra publikationen

TABLE 2—"REQUIRED HLB" VALUES

	W/O Emulsion	O/W Emulsion	Solubilizing*
Acid, stearic	..	17	...
Alcohol, cetyl	..	13	...
Lanolin, anhydrous	8	15	...
Oil			
Cottonseed	..	7.5	...
Essential	..	...	16.5
Mineral, heavy	4	10.5	...
Mineral, light	4	10-12	15.5
Vitamin (with fats or oils)	..	...	15
Vitamin (fat free)	..	...	16.5
Petrolatum	4	10.5	...
Vitamins			
Esters	..	...	14
Oils (see "Oils" above)	..	...	...
Wax			
Beeswax	5	10-16	...
Microcrystalline	..	9.5	...
Paraffin (household)	4	9	...

* O/W, i.e., solubilizing in water.

HYDROFIL-LIPOFIL BALANCE (HLB)

Davie's metode fra 1957:

$$HLB = 7 + \sum_{i=1}^m H_i - n \times 0.475$$

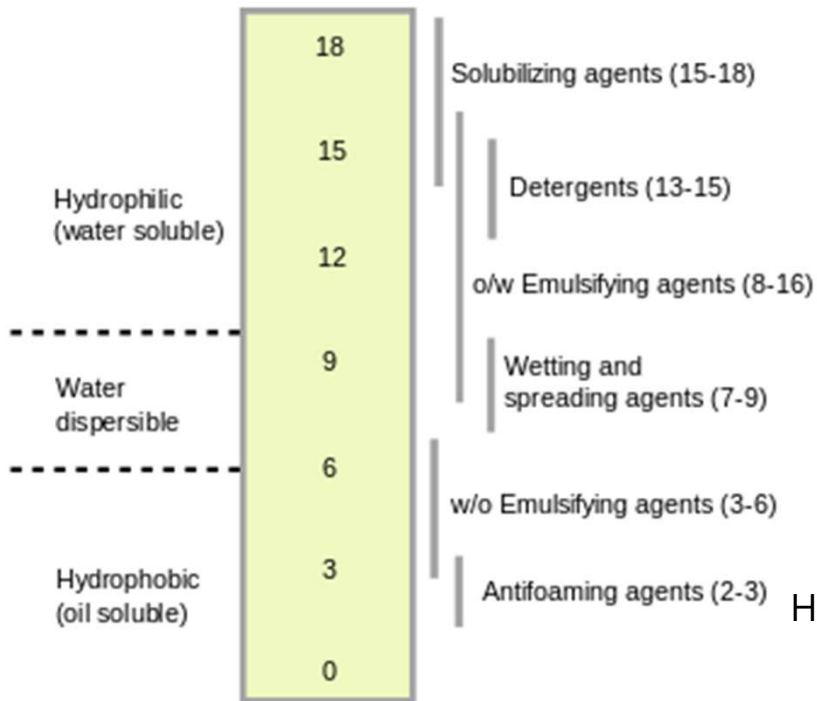
m - Number of hydrophilic groups in the molecule

H_i - Value of the i^{th} hydrophilic groups (see tables)

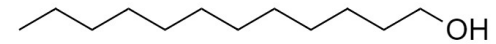
n - Number of lipophilic groups in the molecule

Hydrophilic Groups	Group Number
-SO ₄ ⁻ Na ⁺	38.7
-COO ⁻ K ⁺	21.1
-COO ⁻ Na ⁺	19.1
N (tertiary amine)	9.4
Ester (sorbitan ring)	6.8
Ester (free)	2.4
-COOH	2.1
Hydroxyl (free)	1.9
-O-	1.3
Hydroxyl (sorbitan ring)	0.5

Lipophilic Groups	Group Number
-CH-	-0.475
-CH ₂ -	-0.475
CH ₃ -	-0.475
=CH-	-0.475



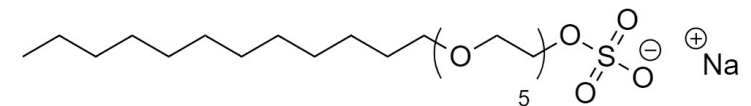
$$HLB = 7 + 1.9 - 12 \times 0.475 = 3.2$$



$$HLB = 7 + 1.9 + 5 \times 1.3 - 22 \times 0.475 = 4.95$$

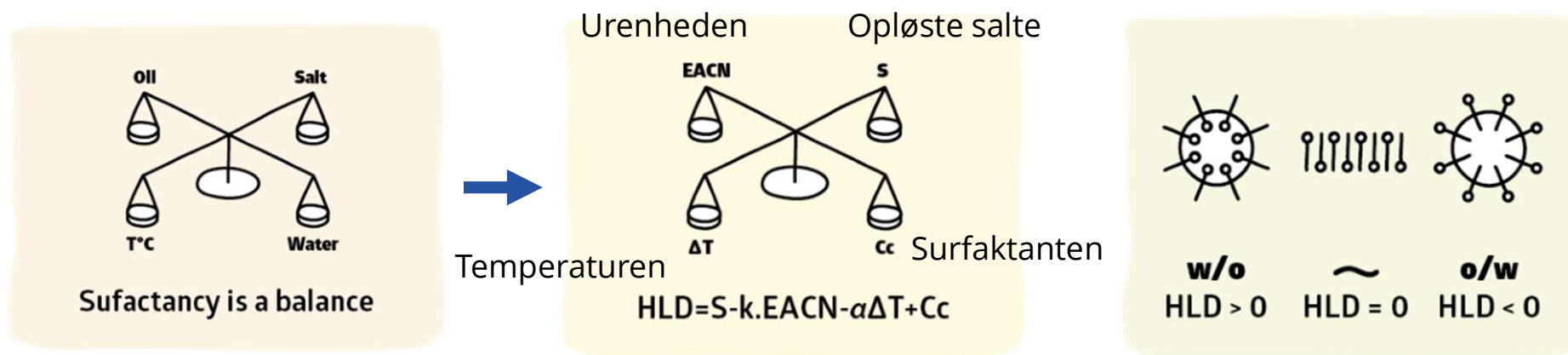


$$HLB = 7 + 5 \times 1.3 + 38.7 - 22 \times 0.475 = 41.75$$



HYDROFIL-LIPOFIL DIFFERENCE (HLD)

Nyeste model udviklet af Prof. Steven Abbott (2019), som tager højde for flere forhold

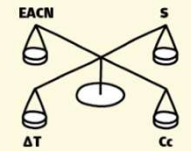


HLD-værdien beskriver emulsionstypen og opløseligheden

Ved HLD = 0 opnås bedste egenskaber



HYDROFIL-LIPOFIL DIFFERENCE(HLD)



$$HLD = S - k \cdot EACN - \alpha \Delta T + Cc$$

EACN-værdien:

Effective alkane carbon number – afhænger af urenhederne. Høj EACN for mere fedtede stoffer

Ambrettolid	1	Hexadecane	16
Asphaltenes	1	Hexadecyl acetate	5
Benzene	0	Hexamethyldisiloxane	12
Bis (2-ethylhexyl) Adipate	9.7	Hexane	6
1-Bromo-2-methylpropane	-3.3	Hexyl dodecanoate	9.3
Butyl dodecanoate	7.2	Hexyl methacrylate	0.1
Butylbenzene	0.4	Hexyl octanoate	6.2
Butylcyclohexane	7.3	β -Ionone	-1.9
Canola, Soy, etc.	18	Isoamyl laurate	8.8
Carbon Tetrachloride CCl ₄	0	Isododecane	11.7
Δ -3-Carene	2.5	Isohexadecane	13.9
D-Carvone	-3.1	Isopropyl myristate IPM	7.3
Caryophyllene	6	Isopropylcyclohexane	5.3
Cetiol-S	17	Limonene	1.8
1-Chlorododecane	3.5	Limonene (alternate)	7
1-Chlorododecane	5.6	Linalyl acetate	-0.9
Chloroform	-14	Longifolene	7
1-Chlorohexadecane	9.8	Maltenes	6
1-Chlorotetradecane	8	p-Menth-2-ene	3.4
Corn Oil	16	p-Menthane	5.8
p-Cymene	-0.8	Menthone	-1.5

Cc-værdien:

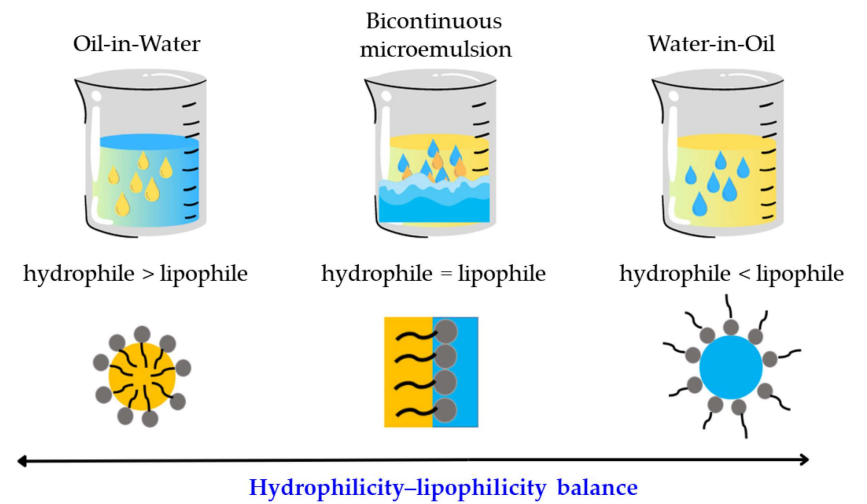
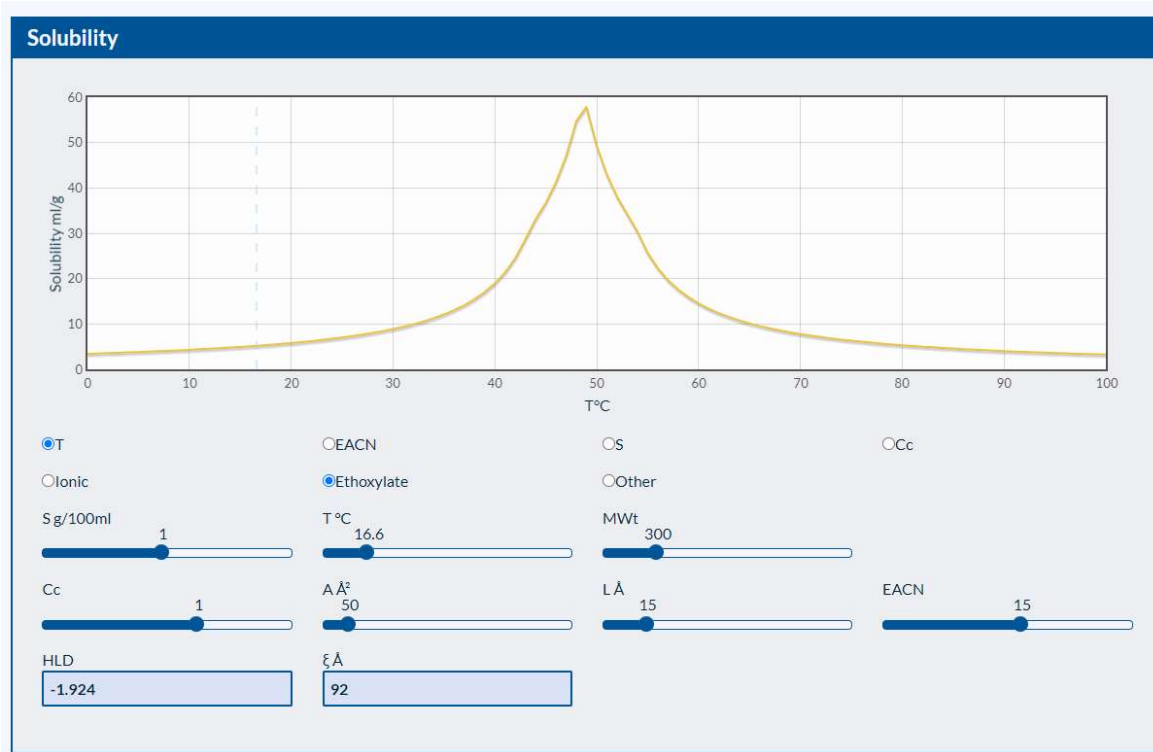
Surfactant characteristic value. Høj Cc-værdi for mere fedtede surfaktanter

Surfactant	Cc	Surfactant	Cc
C6EO2	2.4	SDHS Na Dihexylsulfosuccinate	-0.92
C6EO3	0.1	SDBS Na Dodecyl Benzene Sulfonate	-0.9
C6EO4	-1.6	SDOS/AOT Na Dioctyl sulfosuccinate	2.55
C8EO3	1.8	SDS/SLS Na Dodecyl Sulfate	-2.3
C8EO4	0.3	Sodium Octanoate	-3
C8EO5	-1	Sodium Decanoate	-2.55
C10EO4	1.3	Sodium Didecanoate	-2.1
C10EO5	0.1	Sodium Hexadecanoate	-1.2
C10EO6	-0.9	Sodium Stearate	-0.75
C12EO4	2	Sodium Oleate	-1.7
C12EO5	0.8	Oleic Acid	0
C12EO6	-0.2	Sodium Dimethylnaphthalene sulf.	-3.5
C11.5EO5	0.31	Sodium Strearoyl Glutamate	-5
C12EO6.5	-1.2	Lecithin	4
C14EO7	-0.7	NaC12PO4Sulfate	-1.9
IC13EO8	-0.1	NaC12PO6Sulfate	-1.6
C12-16EO14	-2.9	NaC12PO8Sulfate	-1.3
C9PhEO2	1	NaC12PO10Sulfate	-1
C9PhEO5	0.12	NaBranchedC12PO4Sulfate	-1.4
C9PhEO9	-1.6	NaBranchedC12PO6Sulfate	-1.1
PolySorbate 20 (Tween 20)	-7.9	NaBranchedC12PO8Sulfate	-0.8
PolySorbate 80 (Tween 80)	-3.7	NaBranchedC12PO10Sulfate	-0.5



HYDROFIL-LIPOFIL DIFFERENCE (HLD)

<https://www.stevenabbott.co.uk/practical-surfactants/solubility.php>



PROGRAM FOR DAGEN

9.30-10.30:	Introduktion til kemi og rengøringskemi
10.30-10.50:	Pause
10.50-12.00:	Opløselighed Intro til surfaktanter og deres virkemåde
12.00-13.00:	Frokostpause
13.00-14.30:	Videre om surfaktanter Syre-base kemi Andre kemikalier Enzymer
14:30-15.00:	Pause – "det store kagebord"
15:00-16.00:	Faremærkning og miljøpåvirkning Fremtidens trends



PROGRAM FOR DAGEN

9.30-10.30:	Introduktion til kemi og rengøringskemi
10.30-10.50:	Pause
10.50-12.00:	Opløselighed Intro til surfaktanter og deres virkemåde
12.00-13.00:	Frokostpause
13.00-14.30:	Videre om surfaktanter Syre-base kemi Andre kemikalier Enzymer
14:30-15.00:	Pause – "det store kagebord"
15:00-16.00:	Faremærkning og miljøpåvirkning Fremtidens trends



INGREDIENSER I RENGØRINGSMIDLER

- **Surfaktanter**
- Syrer
- Baser
- Oxidanter
- Hydrotroper
- Blødgørere
- Fortykningsmiddel
- Konserveringsmidler
- Enzymer



SYRE-BASE KEMI

En syre vil gerne afgive protoner/hydrogen-ioner

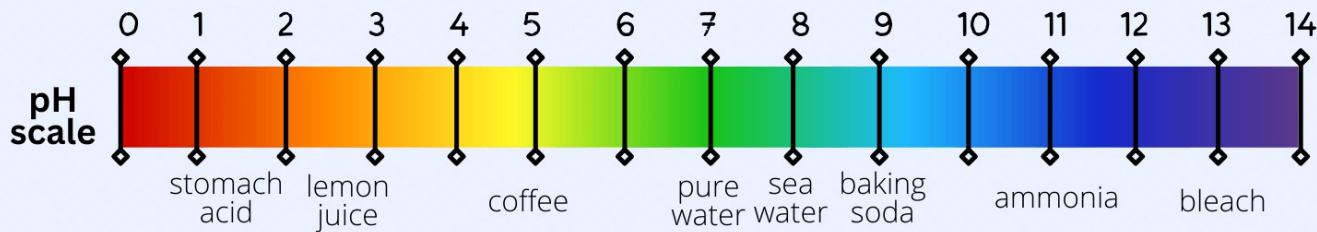
En base vil gerne modtage protoner/hydrogen-ioner

acids

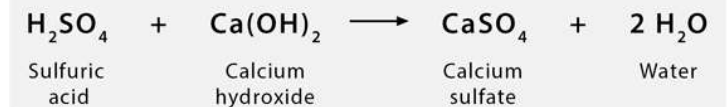
- pH less than 7
- Turn litmus paper red
- Taste sour
- Feel irritating/corrosive
- Include fruit juices, soda, and coffee

bases

- pH greater than 7
- Turn litmus paper blue
- Taste bitter or soapy
- Feel slippery
- Include baking soda, ammonia, and soap



Acid-Base Reaction Examples



RENGØRINGSKEMI – SYRER

En syres styrke beskrives med dens **pKa-værdi**

Lav pKa-værdi betyder stærk syre (logaritmisk skala)

Forskellige uorganiske syrer: (efterlader salte)

Saltsyre, HCl (pK₁ = -8)

Svovlsyre, H₂SO₄ (pK_{a1} = -3.0, pK_{a2} = 2.0)

Phosphoresyre, H₃PO₄ (pK_{a1} = 2.1, pK_{a2} = 7.2, pK_{a3} = 12.3)

Kulsyre, H₂CO₃ (pK_{a1} = 6.4, pK_{a2} = 10.3)

Ammoniumklorid, NH₄Cl (pKa = 9.2)

Blåsyre, HCN (pKa = 9.2)

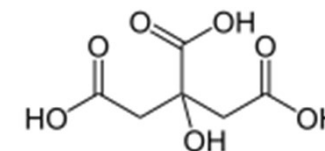
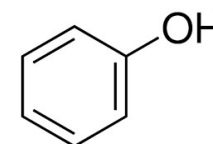
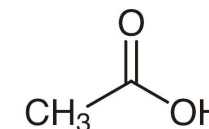
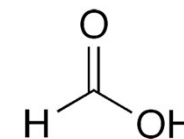
Forskellige organiske syrer:

Myresyre (pKa = 3.7)

Eddikesyre (pKa = 4.8)

Citronsyre (pK_{a1} = 3.1, pK_{a2} = 4.8, pK_{a3} = 6.4)

Phenol (pKa = 10)



RENGØRINGSKEMI – ANVENDELSE AF SYRER

Hovedsageligt anvendt til fjernelse af carbonater såsom kalk (CaCO_3)

Syre har reaktive protoner (H^+ , hydrogen-ioner):



Kalk fjernes som CO_2 (gasdannelse)

Mest anvendte syrer:

Saltsyre, HCl ($\text{pK}_1 = -8$)

Svovlsyre, H_2SO_4 ($\text{pK}_{a1} = -3.0$, $\text{pK}_{a2} = 2.0$)

Phosphoresyre, H_3PO_4 ($\text{pK}_{a1} = 2.1$, $\text{pK}_{a2} = 7.2$, $\text{pK}_{a3} = 12.3$)

Eddikesyre ($\text{pK}_a = 4.8$)

Citronsyre ($\text{pK}_{a1} = 3.1$, $\text{pK}_{a2} = 4.8$, $\text{pK}_{a3} = 6.4$)



RENGØRINGSKEMI – BASER

En bases styrke beskrives med dens pKb-værdi

Lav pKb-værdi betyder stærk base (logaritmisk skala)

Forskellige uorganiske baser: (efterlader salte)

Natriumhydroxid, NaOH (pKb = 0.2)

Kaliumhydroxid, KOH (pKb = 0.5)

Natriumcarbonat, Na₂CO₃ (pKb = 3.7)

Ammoniak, NH₃ (pKb = 4.7)

Hypochlorit, HClO (pKb = 6.48)

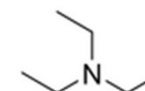
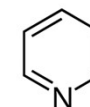
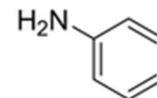
Hydrogensulfid, H₂S (pKb = 6.74)

Forskellige organiske baser:

Triethylamine (pKb = 3.25)

Pyridin (pKb = 8.77)

Anilin (pKb = 9.30)



RENGØRINGSKEMI – ANVENDELSE AF BASER

Baser er hovedsageligt anvendt til opløsning af fedt
– mere "hidsigt" alternativ til en surfaktant

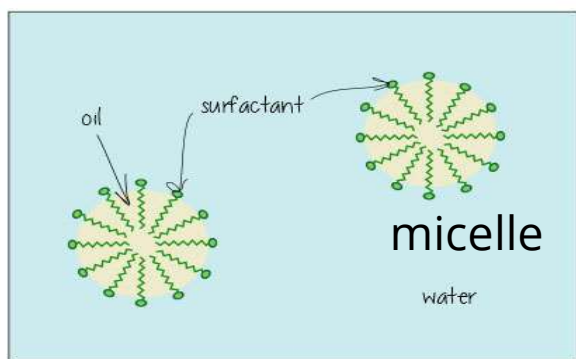
Mest anvendte baser:

Natriumhydroxid, NaOH (pK_b = 0.2)

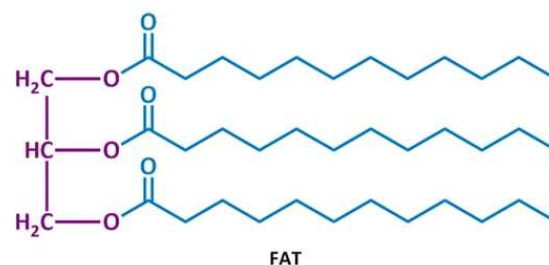
Kaliumhydroxid, KOH (pK_b = 0.5)

Ammoniak, NH₃ (pK_b = 4.7) → ammoniak

Surfaktanters virkemåde (reminder)



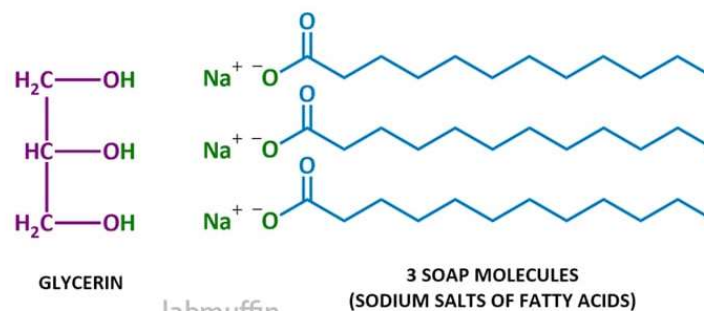
Basers virkemåde på fedt/olie



FAT



3 NaOH
SODIUM HYDROXIDE



GLYCERIN

labmuffin

3 SOAP MOLECULES
(SODIUM SALTS OF FATTY ACIDS)



TEKNOLOGISK
INSTITUT

INGREDIENSER I RENGØRINGSMIDLER

- **Surfaktanter**
- **Syrer**
- **Baser**
- Oxidanter
- Hydrotroper
- Blødgørere
- Fortykningsmiddel
- Konserveringsmidler
- Enzymer



RENGØRINGSKEMI - OXIDANTER

Oxidant: oxiderer/"tilføjer ilt"

Anvendes til desinficering, oxidation af ildelugtende molekyler og affarvning af farvede molekyler

Klorin = natriumhypoklorit (NaClO)

- Kendt fra svømmehaller

Natrium peroxidcarbonat/percarbonat ($\text{Na}_2\text{H}_3\text{CO}_6$)

- Blanding af natriumcarbonat (Na_2CO_3) og brintoverilte (H_2O_2)
- Alternativ til klorbaseret kemi (klorin)

Dræber
mikrober



Ødelægger flygtige
svovlforbindelser
(fx $\text{H}_2\text{S}_{(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$)

Ødelægger farvede
forbindelser



GENERELT OBS FOR KLORIN

Klorin = natriumhypoklorit (NaClO)

- Klor i semi-aktiveret form

Bland aldrig med:

- Saltsyre: dannelse af klorgas
 - $\text{HCl} + \text{NaClO} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} + \text{Cl}_{2(\text{g})}$
- Gælder også for syre generelt (fx eddikesyre)

- Ammoniak: dannelse af kloramin
 - $\text{NH}_3 + \text{NaClO} \rightarrow \text{NaOH} + \text{Cl-NH}_2$

- Ethanol: dannelse af kloroform
 - $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + \text{NaClO} \rightarrow \text{CHCl}_3 + \text{CO}_2$



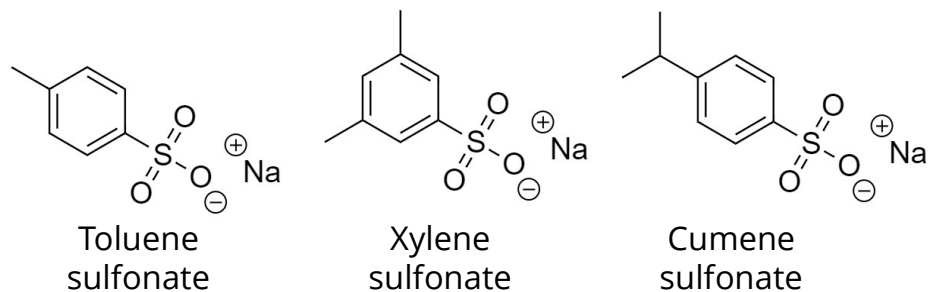
ANDRE KEMIKALIER INDEN FOR RENGØRINGSKEMI

Salte

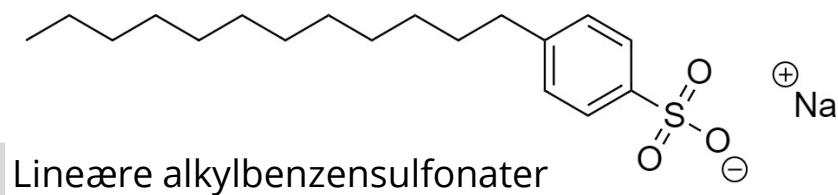
- Tilsættes for at tune opløselighed (kaldet hydrotroper) og aktivitet af surfaktanter
- pH-justering (buffer)
- Binding af metaller (fx kalcium i hårdt vand)

Hydrotroper: (hjælpstoffer)

Normalvis kemikalierne toluene/xylene/cumene sulfonate



Hjælper med at opløse andre surfaktanter



Lineære alkylbenzensulfonater

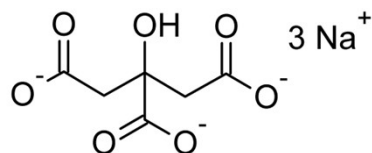


ANDRE KEMIKALIER INDEN FOR RENGØRINGSKEMI

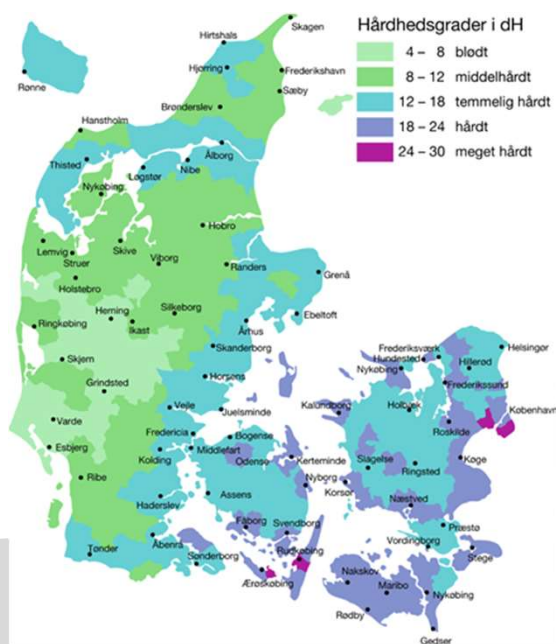
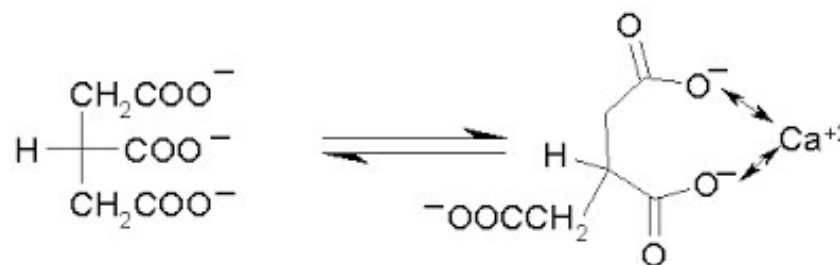
Blødgørere

Salte der binder calcium og magnesium. Fx natriumcitrat

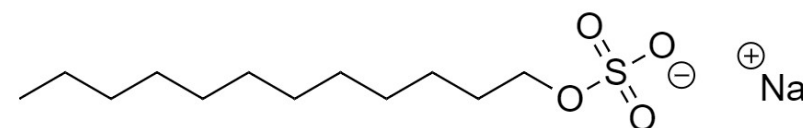
Citrat (citronsyre) har flere negative ladninger og kan binde Ca^{2+} og Mg^{2+}



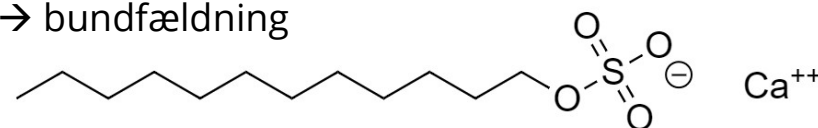
Sænker vandets hårdhed (Ca^{2+} og Mg^{2+})



German Hardness dH	mg/l calcium oxide	mg/l calcium carbonate	Water conditions
0 - 3	0 - 30	0 - 50	Soft
3 - 6	30 - 60	50 - 100	Moderately soft
6 - 12	60 - 120	100 - 200	Slightly hard
12 - 18	120 - 180	200 - 300	Moderately hard
18 - 25	180 - 250	300 - 450	Hard
25 +	250 +	450 +	Very hard



Magnesium og calciumsalte er ofte uopløselige
→ bundfældning



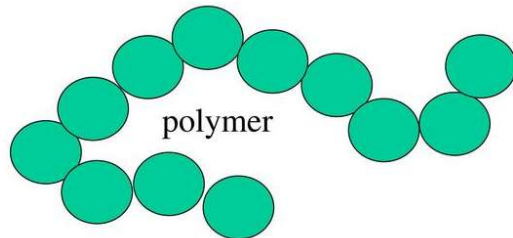
ANDRE KEMIKALIER INDEN FOR RENGØRINGSKEMI

Rheology modifiers (fortykningsmiddel)

Fortykningsmidler, fx xanthangummi, polyakrylat osv.

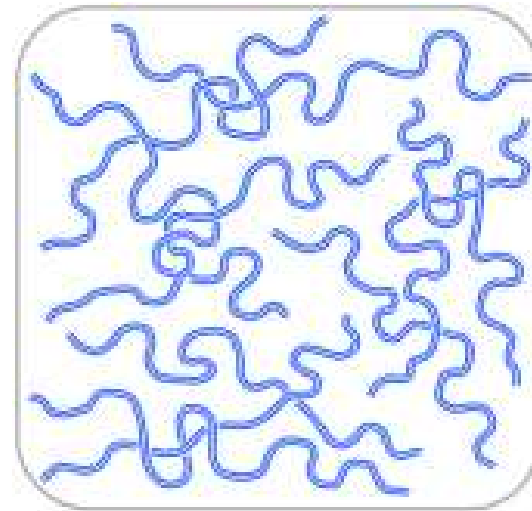
Korrekte flydeegenskaber bl.a. til dosering

Ofte polymerer (lange molekyler)



Polymerer i opløsning binder vandet og gør, at det sværere at bevæge sig

→ Mere tyktflydende



ANDRE KEMIKALIER INDEN FOR RENGØRINGSKEMI

Konserveringsmidler

- Kalium sorbate mod svampe og gær
 - Natrium benzoate mod svampe og gær
 - Phenoxyethanol mod bakterier og gær
- og få andre...

Udfordret af miljø- og sundhedsvurderinger



Kan have flere roller, fx hjælpe med at opløse andre stoffer i produktet

OBS – forskelligt fra desinficering. Kort virkeevne til behandling af overflader

- Phenol
- Klorin
- Hydrogen peroxid
- Ethanol
- Nogle kationiske surfaktanter

Andre produktkrav:

Flere færemærker men anvendelsesvindue som er nemmere at overskue, og kan udføres af uddannet personale.



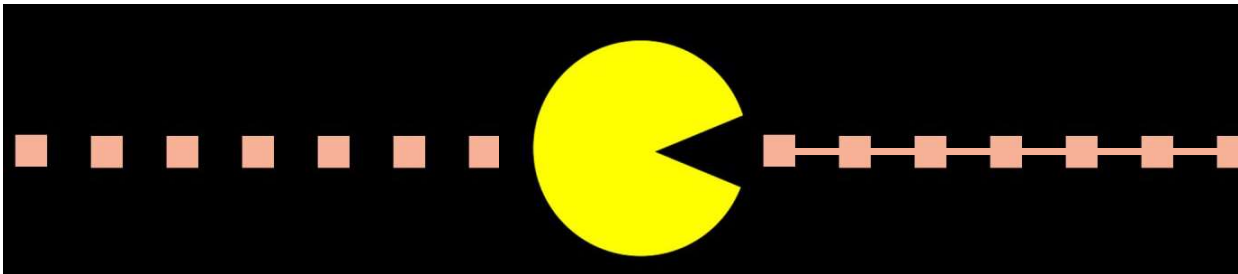
INGREDIENSER I RENGØRINGSMIDLER

- **Surfaktanter**
- **Syrer**
- **Baser**
- **Oxidanter**
- **Hydrotroper**
- **Blødgørere**
- **Fortykningsmiddel**
- **Konserveringsmidler**
- **Enzymer**



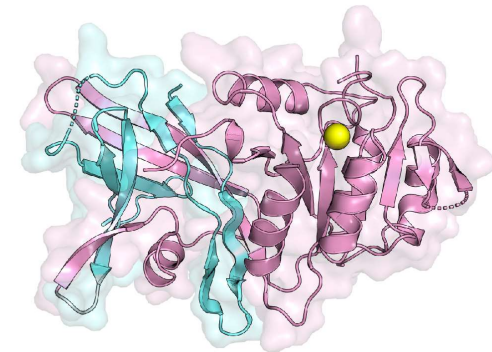
ENZYMER

- Proteiner der kan katalysere specifikke kemiske reaktioner:
 - "få reaktioner til at ske hurtigere/nemmere"



- Navne ender ofte på "ase" eller "sin"
- Anvendes til at gøre uopløselige ting opløselige i vand (ofte store molekyler til små molekyler)

Enzymer er proteiner - består af aminosyrer
Mere detaljeret struktur af et enzym:



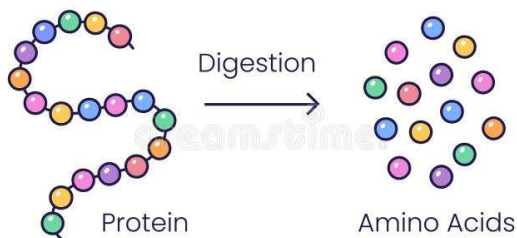
ENZYMER – ANVENDELSE

3 klasser af enzymer

Proteaser

Nedbryder proteiner

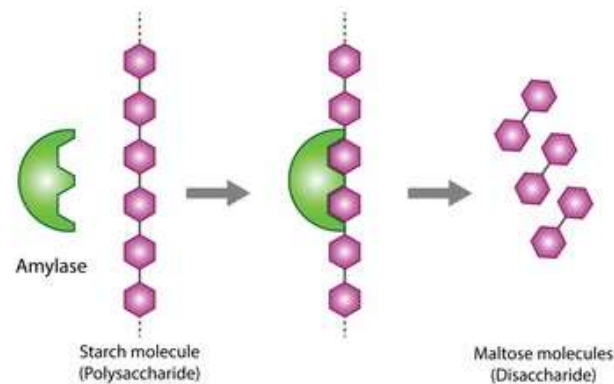
- Blod, æg, hår, ...



Glycosidaser (amylase, pectinase)

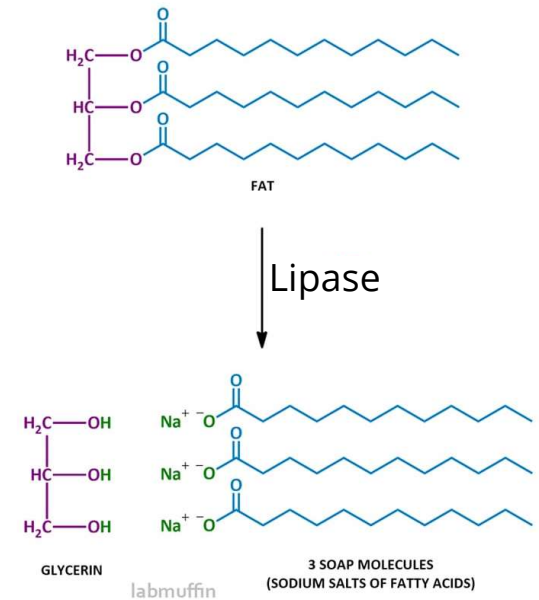
Nedbryder polysakkarider

- Stivelse, pektin,...



Lipaser

- Nedbryder fedtstoffer



INGREDIENSER I RENGØRINGSMIDLER

- Surfaktanter
 - Opløselighed af fedt/olie
- Syrer
 - Opløselighed af kalk
- Baser
 - Opløselighed af fedt/olie
- Oxidanter
 - Destruktion af svovl, farvestoffer samt desinficering
- Hydrotroper
 - Hjælpestoffer
- Blødgørere
 - Binder Ca og Mg
- Fortykningsmiddel
 - Ændrer flydeegenskaber
- Konserveringsmidler
 - Øget holdbarhed over for mikrober
- Enzymer
 - Opløselighed af fedt, protein, stivelse



PROGRAM FOR DAGEN

- 9.30-10.30: Introduktion til kemi og rengøringskemi
- 10.30-10.50: Pause
- 10.50-12.00: Opløselighed
Intro til surfaktanter og deres virkemåde
- 12.00-13.00: Frokostpause
- 13.00-14.30: Videre om surfaktanter
Syre-base kemi
Andre kemikalier
Enzymer
- 14:30-15.00: **Pause – "det store kagebord"**
- 15:00-16.00: Faremærkning og miljøpåvirkning
Fremtidens trends



PROGRAM FOR DAGEN

9.30-10.30:	Introduktion til kemi og rengøringskemi
10.30-10.50:	Pause
10.50-12.00:	Opløselighed Intro til surfaktanter og deres virkemåde
12.00-13.00:	Frokostpause
13.00-14.30:	Videre om surfaktanter Syre-base kemi Andre kemikalier Enzymer
14:30-15.00:	Pause – "det store kagebord"
15:00-16.00:	Faremærkning og miljøpåvirkning Fremtidens trends

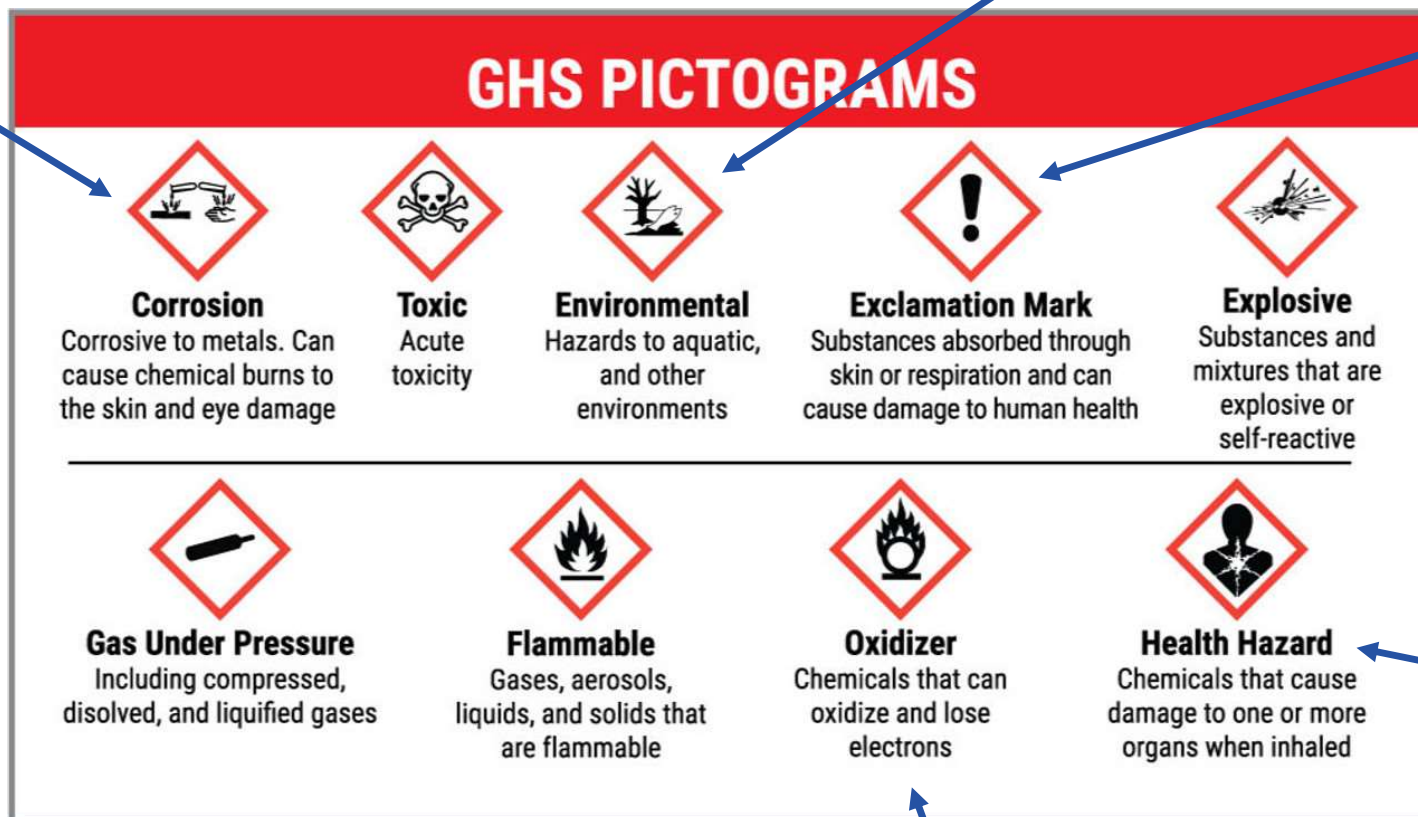


FAREMÆRKNING

Syrer
Baser
Nogle surfaktanter

Nogle surfaktanter
Konserveringsmidler
Oxidanter

Nogle surfaktanter
Konserveringsmidler
Oxidanter



Oxidanter

Restkemi i nogle surfaktanter



TEKNOLOGISK
INSTITUT

MILJØPÅVIRKNING – LOVGIVNING



**Environmental
Hazards to aquatic,
and other
environments**

Affaldsklassificering: farligt affald

Slambekendtgørelsen

Yderligere oplysninger >

Bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål¹⁴

Bilag 3

Egenskaber, der gør affald farligt, jf. § 3, nr. 16

1. Definitioner

Et udpluk af hovedpunkterne

HP 4 Irriterende — hudirritation og øjenskader: Affald, som ved kontakt kan fremkalde hudirritation eller skade på øjet.

Indeholder affald et eller flere stoffer, der er klassificeret med en af følgende fareklasse- og kategorikoder og faresætningskoder, i koncentrationer over afskæringsværdien, og overskrider eller når en eller flere af følgende koncentrationsgrænser, skal affaldet klassificeres som farligt af typen HP 4.

Afskæringsværdien, der skal tages i betragtning ved en vurdering af Skin corr. 1A (H314), Skin irrit. 2 (H315), Eye dam. 1 (H318) og Eye irrit. 2 (H319), er 1 %.

Hvis summen af koncentrationerne af alle stoffer, der klassificeres som Skin corr. 1A (H314), overskrider eller er lig med 1 %, klassificeres affaldet som farligt af typen HP 4.

Hvis summen af koncentrationerne af alle stoffer, der klassificeres som H318, overskrider eller er lig med 10 %, klassificeres affaldet som farligt af typen HP 4.

Hvis summen af koncentrationerne af alle stoffer, der klassificeres som H315 og H319, overskrider eller er lig med 20 %, klassificeres affaldet som farligt af typen HP 4.

Bemærk, at affald, der indeholder stoffer, der er klassificeret som H314 (Skin Corr. 1A, 1B eller 1C), i mængder, som er større end eller lig med 5 %, vil blive klassificeret som farligt af typen HP 8. HP 4 finder ikke anvendelse, hvis affaldet klassificeres som HP 8.

HP 13 Sensibiliserende: Affald, som indeholder et eller flere stoffer, der vides at forårsage sensibiliserende virkninger på huden eller åndedrætsorganer.

Indeholder affald et stof, der er klassificeret som sensibiliserende og tildelt en af faresætningerne H317 eller H334, i en mængde, hvor et enkelt stof når eller overskrider koncentrationsgrænsen på 10 %, skal affaldet klassificeres som farligt af typen HP 13.

HP 14 Økotoksisk: Affald, der indebærer eller kan indebære øjeblikkelige eller efterfølgende risici for en eller flere dele af miljøet.

Den farlige egenskab HP 14 tillægges på grundlag af de kriterier, der er fastlagt i forordning 2017/997 om ændring af bilag III til direktiv 2008/98/EF, for så vidt angår den farlige egenskab HP 14 >>økotoksisk<<.



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

MILJØPÅVIRKNING – LOVGIVNING



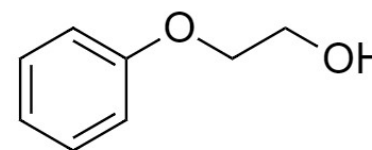
Environmental
Hazards to aquatic,
and other
environments

- Affald skal som minimum klassificeres som farligt, hvis stoffer med følgende harmoniserede klassificering er til stede:

CLP-mærkning	Klassificering	Grænse
Skin corr. 1A (H314)	HP4	1% (eller 1% for sum af alle)
Skin irrit. 2 (H315)	HP4	1% (eller 20% for sum alle + H319)
Eye dam. 1 (H318)	HP4	1% (eller 10% for sum af alle)
Eye irrit. 2 (H319)	HP4	1% (eller 20% for sum alle + H315)
H317	HP13	10%
H334	HP13	10%

- Eksempel: phenoxyethanol (konservering)

CAS	INCI (EU)	Harmoniseret anmærkning
122-99-6	PHENOXYETHANOL	Acute Tox. 4 (H302) Eye Dam. 1 (H318) STOT SE 3 (H335)



I sidste ende reguleres spildevandsudledning af Teknik og Miljø-afdelingerne i kommunerne



TEKNOLOGISK
INSTITUT

MILJØPÅVIRKNING – LOVGIVNING



Environmental Hazards to aquatic, and other environments

- Nogle grænseværdier fra slambekendtgørelsen

C. Grænseværdier for miljøfremmede stoffer

Tabel 3

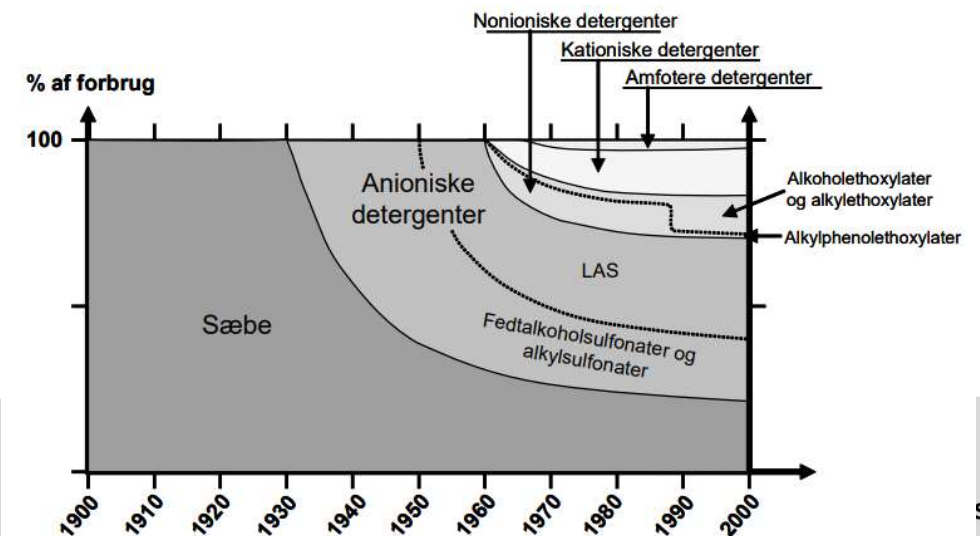
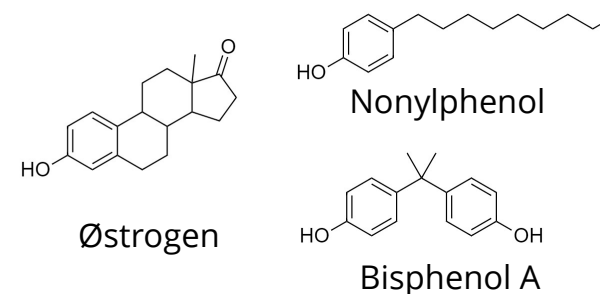
	mg pr. kg tørstof
LAS ¹⁾	1.300
Σ PAH ²⁾	3
NPE ³⁾	10
DEHP ⁴⁾	50

1) LAS: Lineære alkylbenzensulfonater.

2) PAH: Polycykliske, aromatiske hydrocarboner. Σ PAH = Σ Acenaphthen, Phenathren, Fluoren, Fluoranthen, Pyren, Benzfluoranthener (b+j+k), Benz(a)pyren, Benz(ghi)perylene, Indeno(1,2,3-cd)pyren.

3) NPE: Nonylphenol (+ethoxylater). NPE omfatter selve stoffet nonylphenol og nonylphenoethoxylater med 1-2 ethoxygrupper.

4) DEHP: di(2-ethylhexyl)phthalat.



OPSUMMERING - EKSEMPLER FRA HVERDAGEN

Shampoo



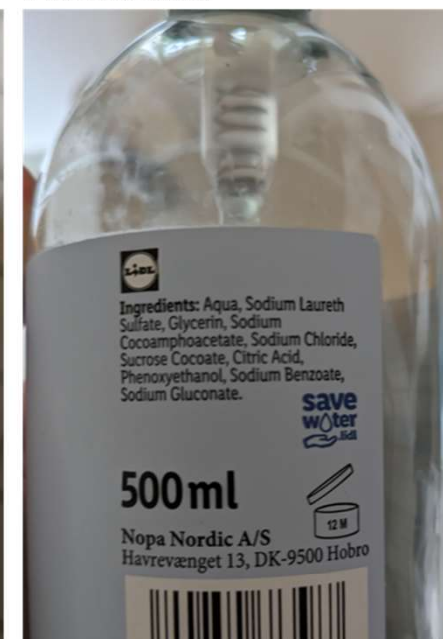
Afspændingsmiddel

ANVENDELSE: Træk op i låget for at åbne det, og fyld afspændingsmiddel i opvaskemaskinens doseringskammer.
BEMÆRK: Sørg for, at maskinens dosering af afspændingsmiddel er korrekt indstillet, således at opvasken får den perfekte glans. Oplysninger herom findes i betjeningsvejledningen til opvaskemaskinen. Det anbefales også at bruge specialsalt.
Indholdsstoffer: 5-15% nonioniske overfladeaktive stoffer.

WC-rens



Hånd sæbe



Opvasketabs

DK **Indholdsstoffer:** 5% eller derover, men under 15%: iltbaserede blegemidler (Sodium Carbonate Peroxide); under 5%: nonioniske overfladeaktive stoffer (C8-C14 Alcohol alkoxylate, Cetareth-25); polycarboxylater (Sodium Polyacrylate, Acrylic/sulphonic acid copolymer), enzymer (Subtilisin, Amylase). Indeholder også: Sodium Citrate, Sodium Carbonate, Sodium Sulphate, Sodium Silicate, TAED, Sodium Chloride, Citric Acid, Sodium Bicarbonate, Bentonite, Simethicone.



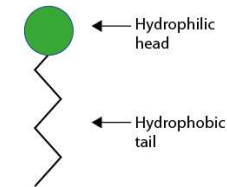
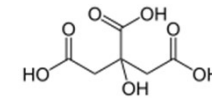
HJEMMELAVEDE RENGØRINGSMIDLER

- <https://woman.dk/guides/rengoering/hjemmelavet-rengoeringsmiddel>
- Hjemmelavede vasketabs



Ingredienser: natron, citronsyre og sæbe

- Natron: NaHCO_3
- Citronsyre: organisk syre
- Sæbe: surfaktanter



Hvad sker der?

(mere syre end base)

$\text{NaHCO}_3 + \text{citronsyre} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Natrium-citrat}$

→ Svagt sur tablet med sæbe + blødgører + skummemiddel

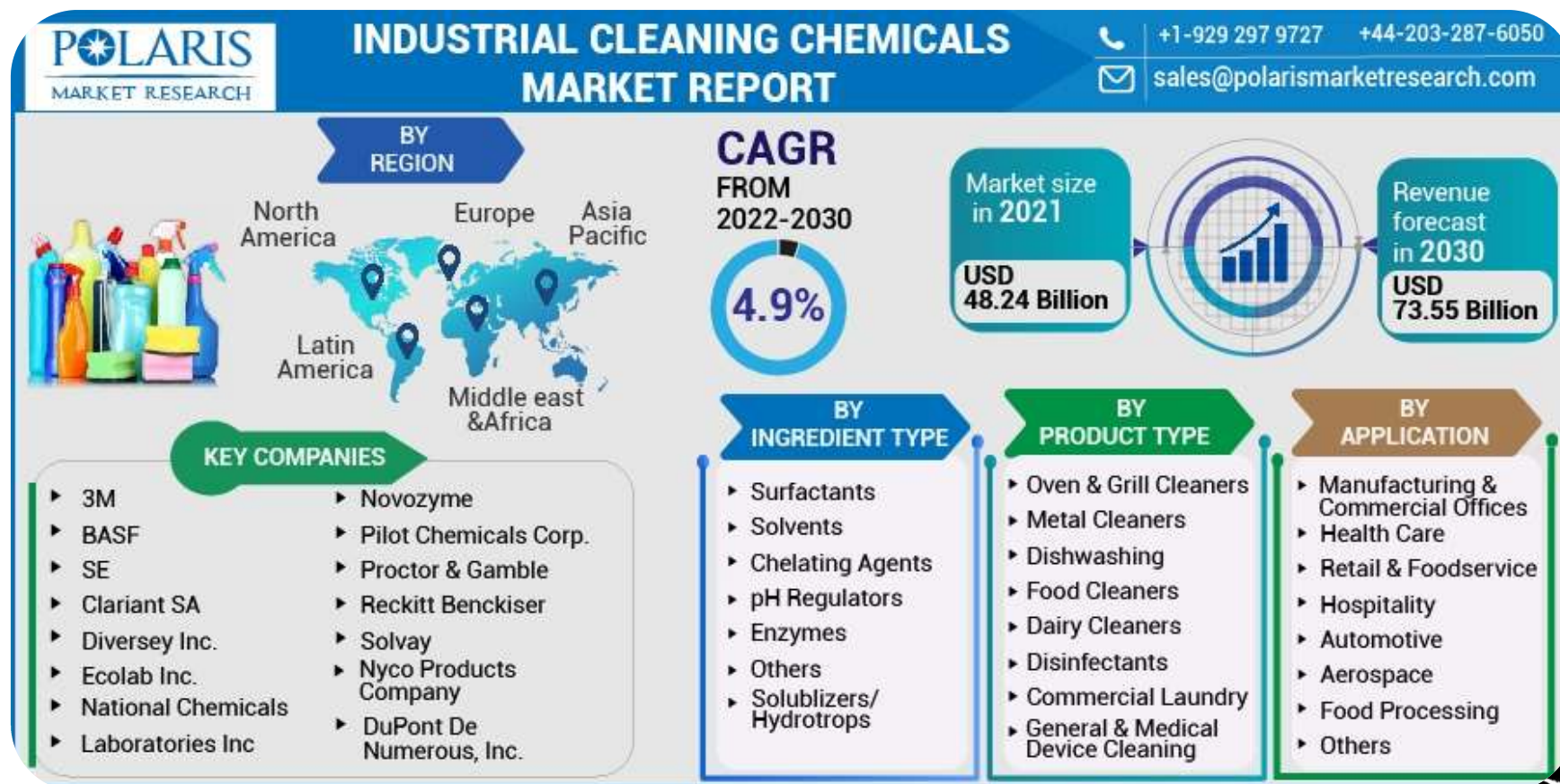


TRENDS: FREMTIDEN FOR RENGØRINGSMIDLER



TEKNOLOGISK
INSTITUT

LANDSKAB



cirka 19 mio. tons surfaktanter produceret per år (2023)
[Mordor Intelligence]



THE PROBLEM
THE RESOURCES ARE NOT SUSTAINABLE.



All current surfactants in soaps, cosmetics and detergents are made from a combination of palm oil and petrochemicals.



nature

Between 2000 – 2010, palm oil accounted for 2 million ha deforestation which accounts for 1.8 billion tons CO₂ equivalents of the global greenhouse gas emissions.

novozymes
HOUSEHOLD CARE

"At first glance, there are no other alternative surfactants that exclude the use of both fossil and palm oil sources in the current market."
- Prashant Bapat, former Senior manager, Novozymes

PRODUKTION AF SURFAKTANTER – SYNTESE



Biomasse



Råolie

"Regrettable substitute"

CO₂-udledning

Palmekerne fedt-alkohol : 5.3 kg CO₂eq/kg

Råolie-baseret fedt-alkohol: 3.0 kg CO₂eq/kg

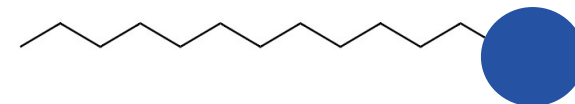
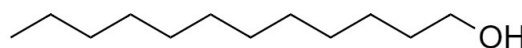
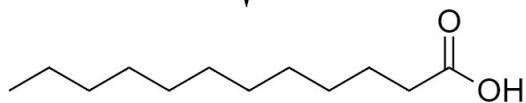
Ekstraktion af biomasse

Cracking af råolie

Ethylene, C₂H₄

Proceskemi

Reaktion med hydrofil hovedgruppe



Fedt-alkohol



HVAD ER BÆREDYGTIGHED?

“En udvikling, som opfylder de nuværende behov uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare”

- FN Brundtlandrapporten 1987



TRENDS

Bæredygtig produktudvikling → substitution

- Biobaserede råvarer med lavere CO₂-aftryk
- Ingen miljøfarlige stoffer
- Ingen sundhedsskadelige stoffer

Procesoptimering

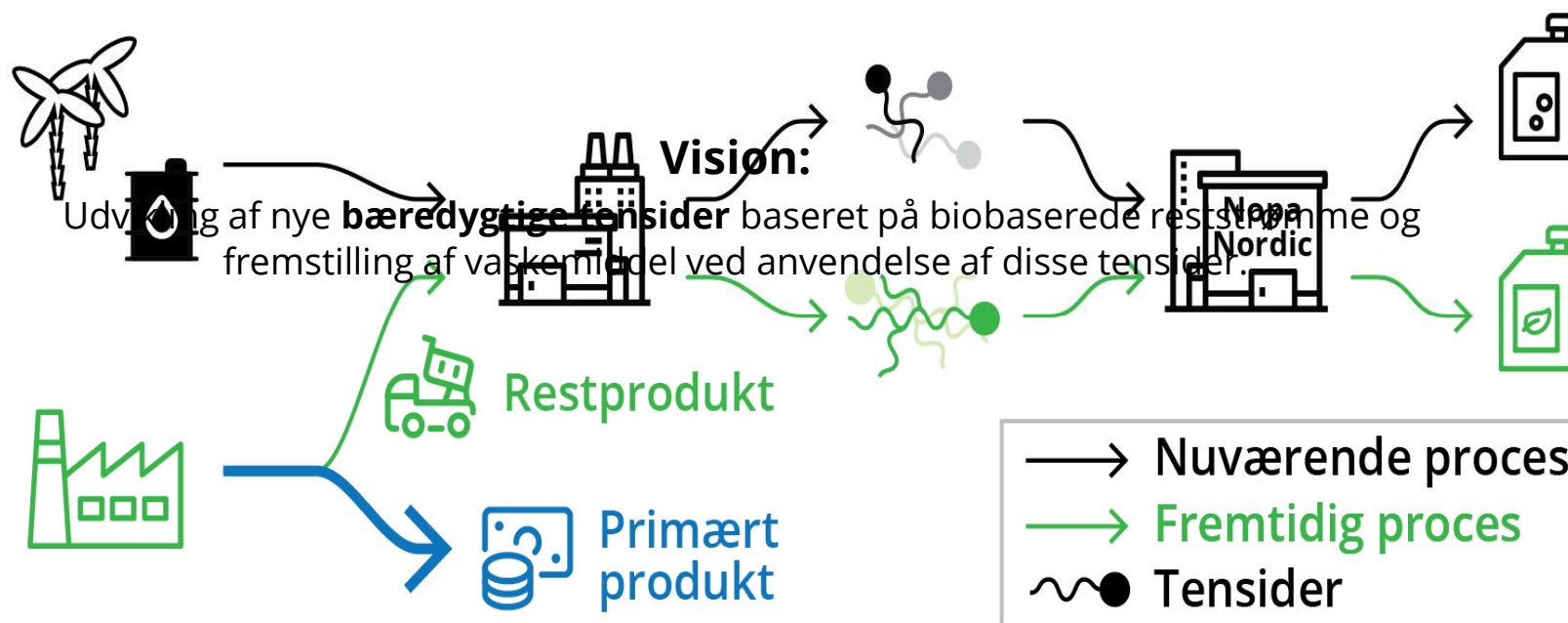
- Surfaktanter aktive ved lavere temperaturer
- Lavere dosering af kemi

Substitution

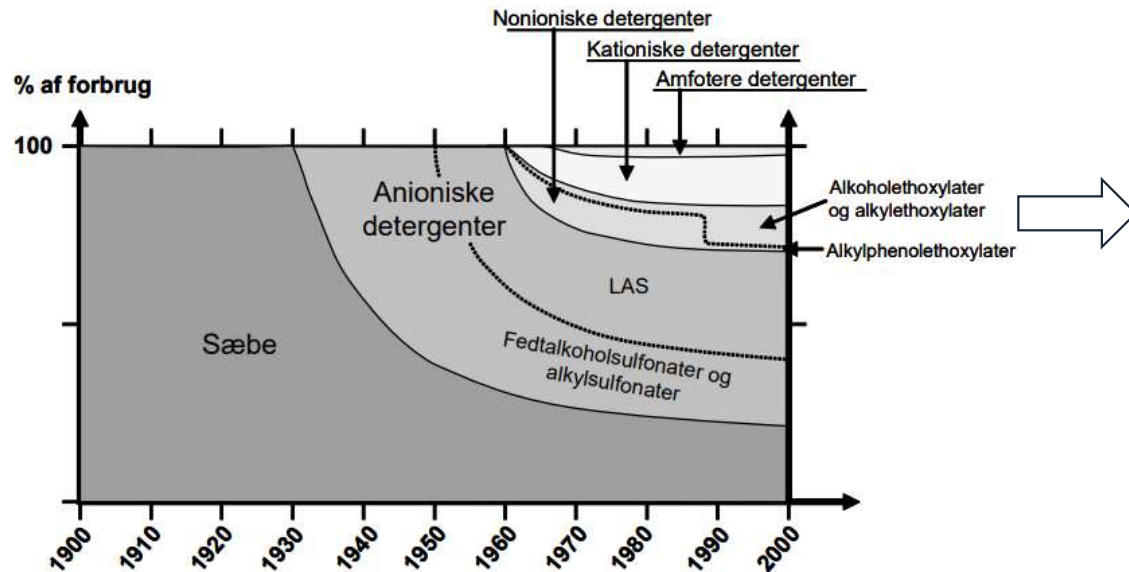
Substitution betyder erstatning. Det er en god ide at erstatte færemærkede produkter med nogle uden færemærkning, eller med en lavere klassificering. Hvis man f.eks. har et produkt med faresymbolet "ætsende", kan man vælge et produkt med faresymbolet "sundhedsfare" eller et produkt helt uden færemærkning.



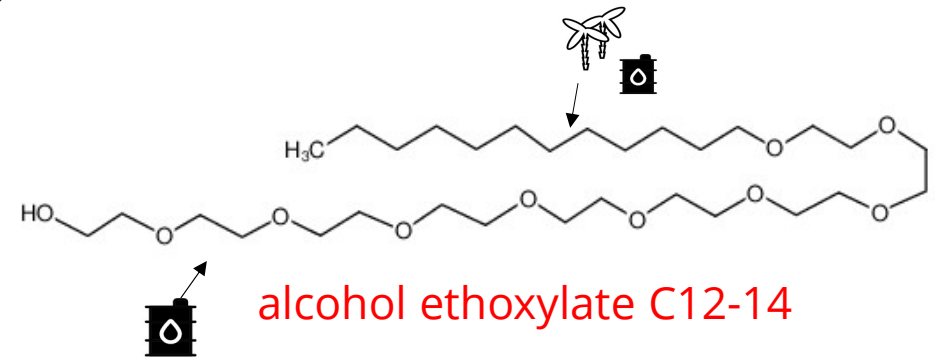
CASE: MILJØRIGTIGT VASKEMIDDEL



I PROJEKTET VÆLGES AT ARBEJDE MED NON-IONISKE SURFAKTANTER



Projektets mål er en biobaseret erstatning af Laureth-surfaktanter: Fokus på hydrofob hale

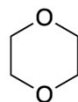


FØRSTE TEST, RESULTATER:

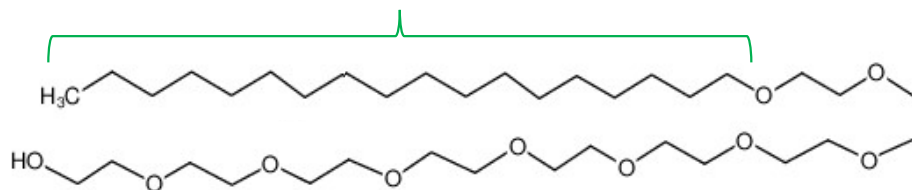
C18 MED FORSKELLIGE ETHOXYLATKÆDELENGDER

Udfordringer

- **Surfaktanter fejler i sekundær vasketest**
- 1,4-dioxan, som er klassificeret som B2 karcinogen overvåges løbende af FDA
- Energitung proces ift. fremstilling af ethoxylater



Biobaseret



KRAV TIL SURFAKTANTER

Reststrøm til hydrofob kæde

- **Variation i sammensætning**
- **Urenheder**

Procesbarhed af surfaktant

- Opløselighed
- Flydeegenskaber
- Arbejds miljø

Performance af tensid

- Flydende primær effekt
- Flydende sekundær effekt

Udfordringer for
biobaserede
kemikalier

- Pulver primær effekt
- Pulver sekundær effekt

• Applikation af tensid

- **Formulering af vaskemiddel**

- **Farve**

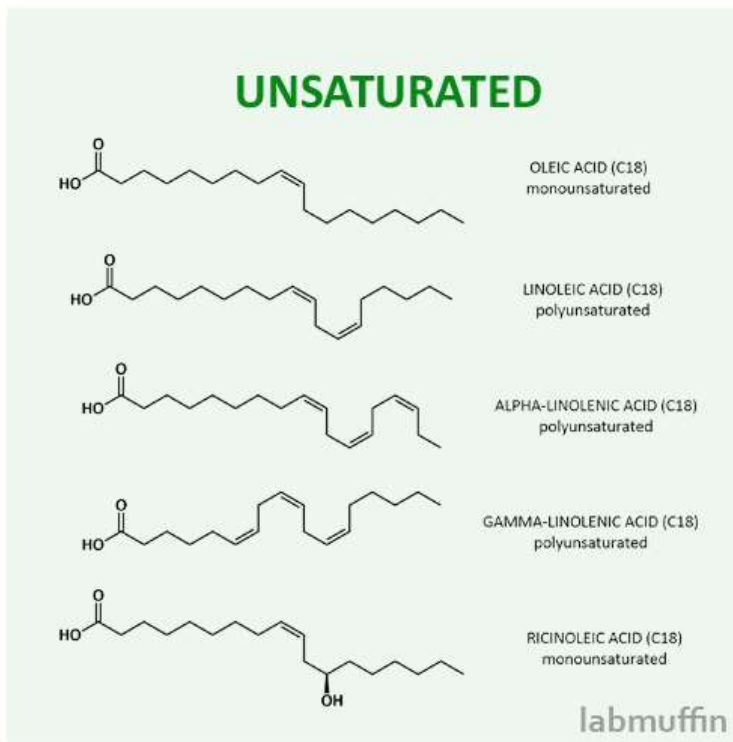
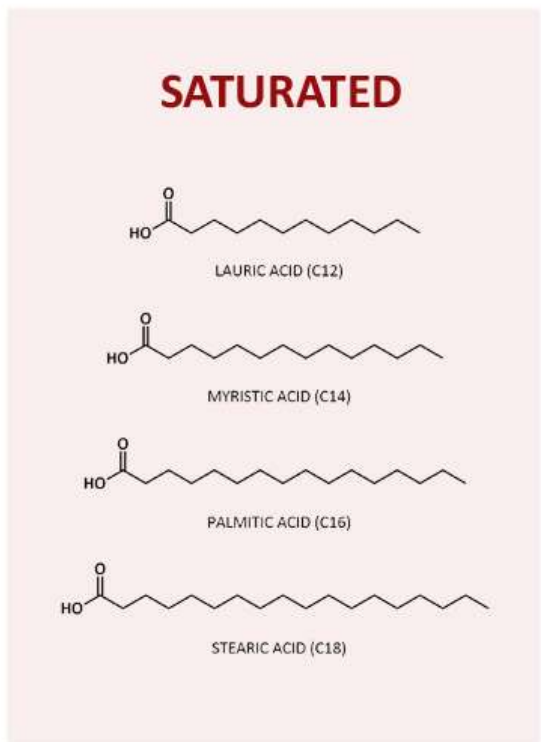
- **Lugt**

• Forbrugeroplevelse

- Minus fedtet tøj + vaskemaskine
- Minus bundfældning



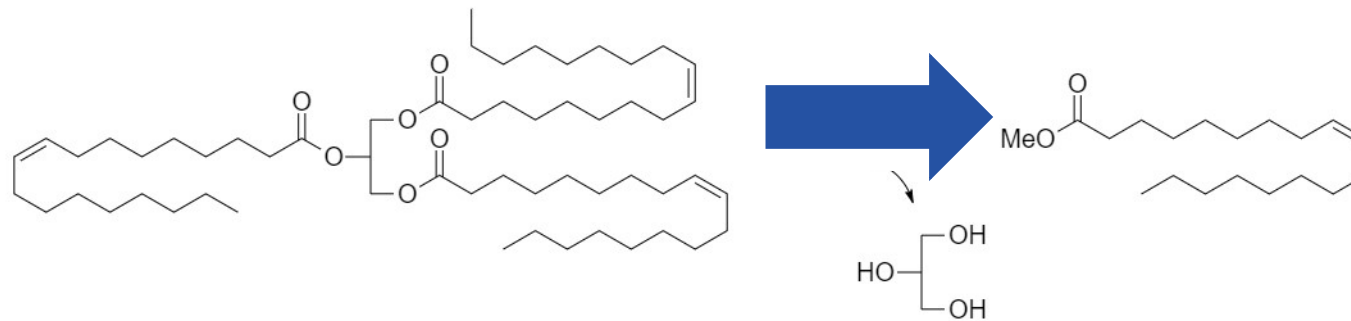
RESTSTRØMME OG MULIGE STRATEGIER TIL NY BIOBASERET HYDROFOB KÆDE



Tidligt i projektet bliver C18-reststrøm identificeret

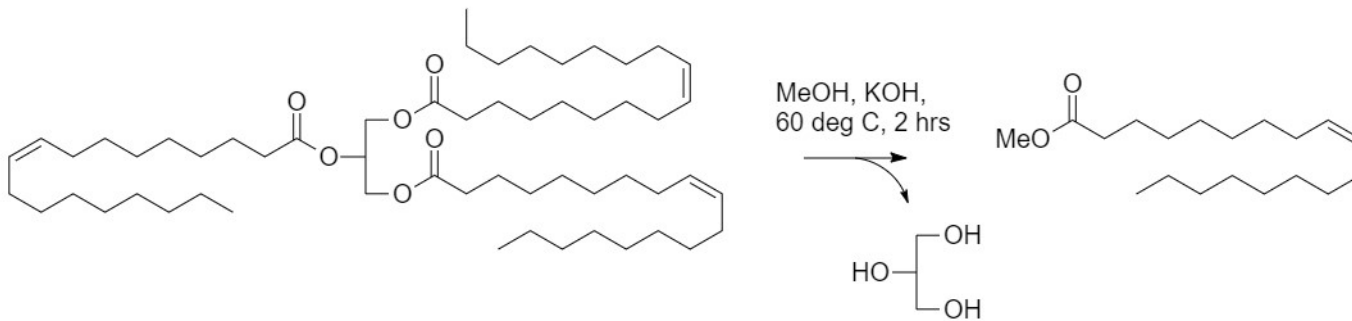


C18-SUKKER1 TENSID



C18-SUKKER1 TENSID

Kemisk reaktion 1

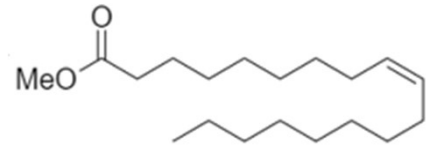


Fatty acid
methyl ester

Glycerol,
MeOH, KOH



C18-SUKKER1 TENSID



Sukker1



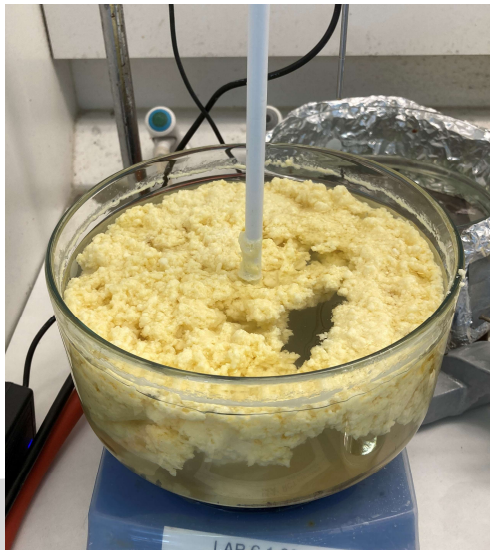
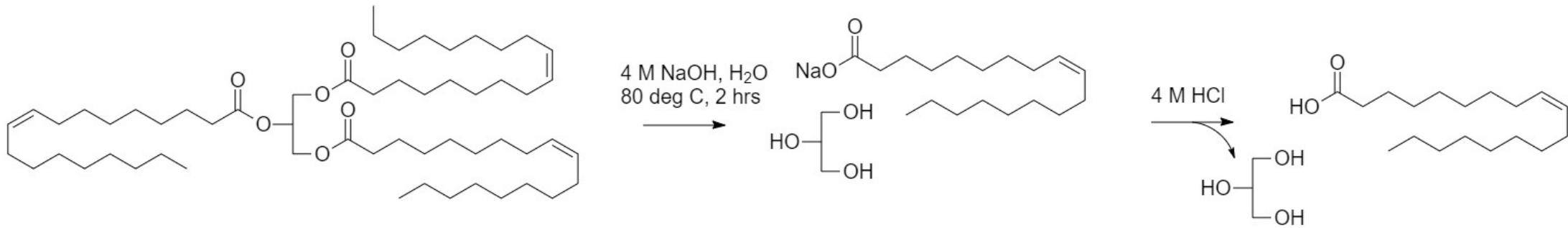
Kemisk reaktion 2



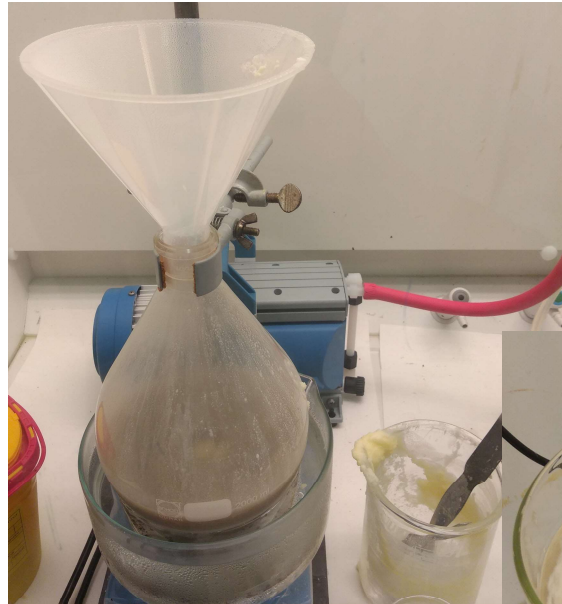
C18-SUKKER1 TENSID



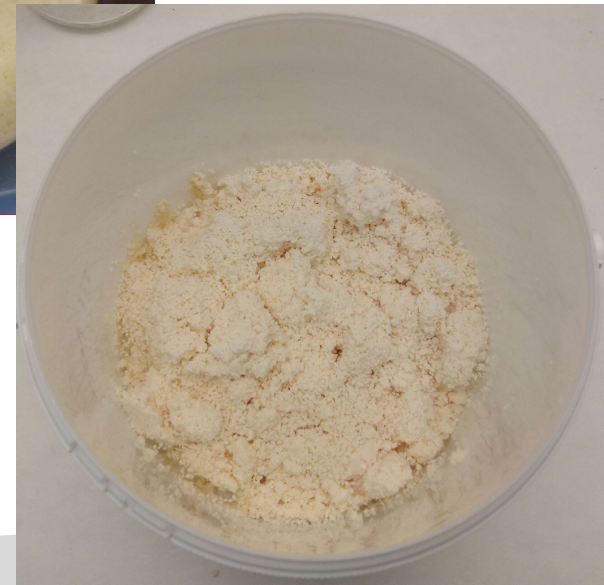
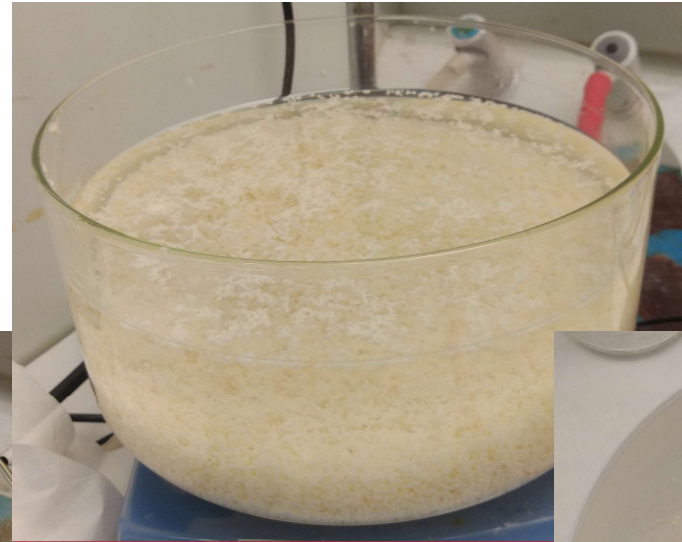
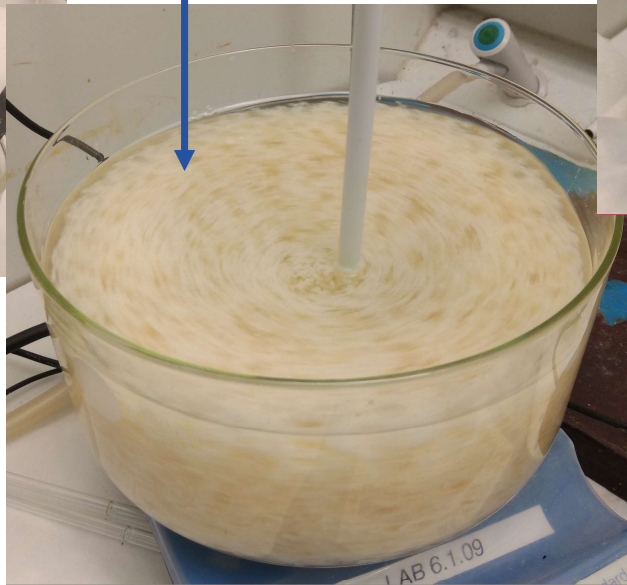
C18-SUKKER2 TENSID



C18-SUKKER2 TENSID



Sukker2

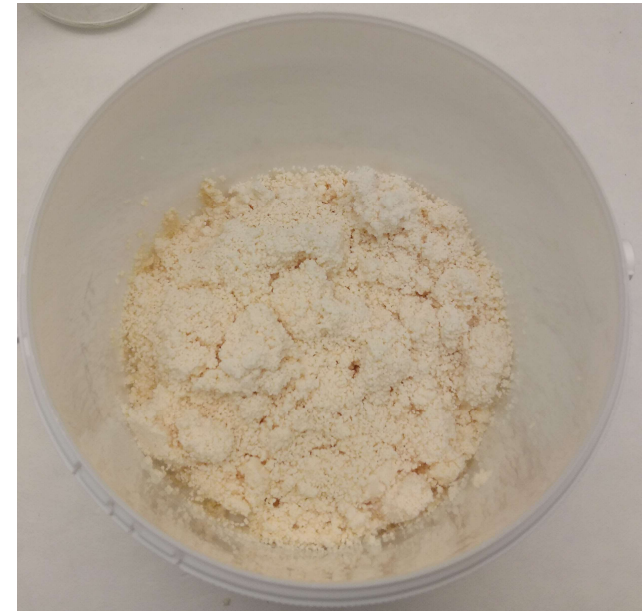


2 NYE SURFAKTANTER

C18-sukker1 tensid



C18-sukker2 tensid



Flydende vask – Wash performance according to A.I.S.E



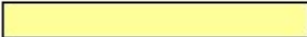
To compare the test results of the products we use the statistical method called "Students t-test". We test whether the reflection values are significantly different or not on the total performance (**Average**).

Project number	Product name	IPAHT60 MUDP		IPAHT60 MUDP		IPAHT60 MUDP	
		Nopa Flydende Vask med almindeligt nonionisk tensid		C18-sukker1 tensid		C18-sukker2 tensid	
Recipe no.		HF0249		LHF0PAHT60_01ABB		LHF0PAHT60_04ABB	
Detergent dose		45 ml		45 ml		45 ml	
Wash temperature (°C)		30		30		30	
Water hardness (°dH)		14		14		14	
Lab Batch							
Date of received samples/sample preparation/batch number		08.10.21		11.10.21		11.10.21	
Date of performance test		12.10.21		12.10.21		12.10.21	
		Y	STD	Y	STD	Y	STD
Tea	WESLTWKC	50,63	1,58	51,77	0,91	51,00	1,02
Coffee	WESECWKC	60,60	1,06	61,02	0,33	61,20	0,79
Red Wine	WESRWKWC	55,57	0,72	56,57	1,20	55,83	1,25
Bil(blue)berry Juice	CFT C-S-15	46,67	1,48	47,30	1,55	46,30	1,30
Tomato Puree	WESTPWKC	71,47	1,14	71,77	1,43	70,10	2,25
Salad Dressing Balsamico	CFT C-S-406	54,72	1,14	53,97	2,09	54,33	1,65
French Mustard	WESFSMWKC	70,97	0,25	71,87	0,26	71,53	0,64
Chocolate Drink, Pure	CFT C-S-44	47,08	0,50	47,63	0,25	47,40	0,36
Grass	CFT C-S-07	72,10	0,38	71,67	1,49	71,27	0,15
Grass and mud	WESGMWKC	48,27	0,55	48,25	0,72	48,67	0,36
Sheep Blood - Double App	WESDASBWKC	60,55	0,35	60,78	0,40	61,35	1,15
Improved Mineral oil on woven cotton	CFT C-01s	56,07	0,28	58,23	0,40	53,25	0,44
Cooked Beef Fat (PE/CO)	WESBBWKC	67,10	1,56	73,93	1,44	64,10	0,94
Fluid Make up	CFT C-S-17	60,18	0,65	60,45	0,88	59,30	0,40
Average		58,71	0,25	59,66	0,30	58,26	0,29



Flydende vask – Wash performance according to A.I.S.E

The total performance (**Average**) of the various products are statistical evaluated in the diagram below. We use the following colours:

-  The product in the column is significantly better than the product in the row
-  The product in the row is significantly better than the product in the column
-  No significant difference between the products

Product	Nopa Flydende Vask med almindeligt nonionisk tensid	C18-sukker1 tensid	C18-sukker2 tensid
Nopa Flydende Vask med almindeligt nonionisk tensid		4,19	2,05
C18-sukker1 tensid	4,19		5,88
C18-sukker2 tensid	2,05	5,88	



Vaskepulver – Wash performance according to A.I.S.E

To compare the test results of the products we use the statistical method called "Students t-test". We test whether the reflection values are significantly different or not on the total performance (**Average**).

Project number		IPAHT60 MUDP		IPAHT60 MUDP		IPAHT60 MUDP	
Product name		Nopa Color Vaskepulver med almindeligt nonionisk tensid		C18-sukker1 tensid		C18-sukker2 tensid	
Recipe no.		HV0518		LHV0PAHT60_01CMZ		LHV0PAHT60_02CMZ	
Detergent dose		41g		41 g		41g	
Wash temperature (°C)		30 C		30 C		30 C	
Water hardness (*dH)		14		14		14	
Lab Batch		13.08.21		13.08.21		13.08.21	
Date of received samples/sample preparation/batch number		11.10.21		12.10.21		12.10.21	
Date of performance test		13.10.21		13.10.21		13.10.21	
		Y	STD	Y	STD	Y	STD
Tea	WE5LTWKC	44,32	0,58	43,45	0,22	44,03	0,15
Coffee	WE5ECWKC	65,68	0,91	65,60	0,53	65,37	1,22
Red Wine	WE5RWKC	52,13	0,12	51,48	0,76	52,20	0,83
Bil(blue)berry Juice	CFT C-S-15	49,82	0,45	48,58	0,53	49,23	0,62
Tomato Puree	WE5TPWKC	76,88	1,00	74,13	0,40	73,87	0,08
Salad Dressing Balsamico	CFT C-S-406	55,98	1,19	48,58	2,27	47,55	1,05
French Mustard	WE5FSMWKC	76,82	0,46	75,78	0,75	76,47	0,53
Chocolate Drink, Pure	CFT C-S-44	44,72	0,78	44,92	0,68	45,08	0,49
Grass	CFT C-S-07	72,53	0,21	70,02	0,90	69,87	0,16
Grass and mud	WE5GMWKC	49,62	0,53	49,98	1,40	49,77	1,40
Sheep Blood - Double App	WE5DASBWK	64,83	0,83	65,83	2,78	65,12	0,90
Improved Mineral oil on woven cotton	CFT C-01s	56,25	0,71	50,02	1,55	49,73	0,40
Cooked Beef Fat (PE/CO)	WE5BBWKC	64,53	1,93	52,82	6,97	48,00	4,56
Fluid Make up	CFT C-S-17	59,42	0,48	58,03	0,85	56,95	0,58
Average		59,54	0,23	57,09	0,60	56,66	0,38



Vaskepulver – Wash performance according to A.I.S.E

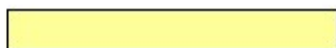
The total performance (**Average**) of the various products are statistical evaluated in the diagram below. We use the following colours:



The product in the column is significantly better than the product in the row



The product in the row is significantly better than the product in the column



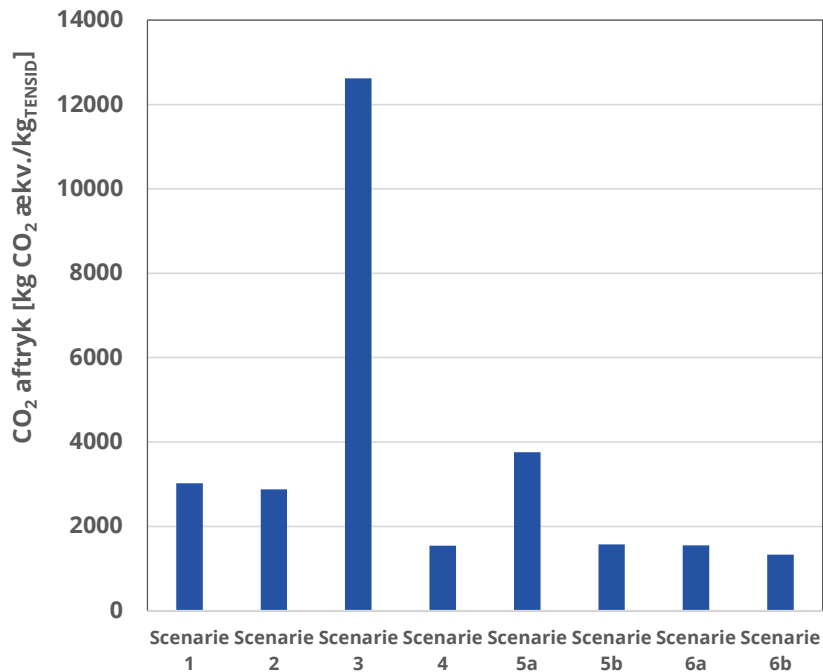
No significant difference between the products

Product	Nopa Color Vaskepulver med almindeligt nonionisk tensid	C18-sukker1 tensid	C18-sukker2 tensid
Nopa Color Vaskepulver med almindeligt nonionisk tensid		6,65	11,27
C18-sukker1 tensid	6,65		1,05
C18-sukker2 tensid	11,27	1,05	



KLIMABELASTNING (MECO)

GWP for tensidproduktion



Klimabelastning i kg CO₂ ækv./kgTENSID fra produktionen af de seks undersøgte tensider:

3021 kg CO₂ Scenarie 1: Standard tensid til vaskepulver (AE3+AE7).

2881 kg CO₂ Scenarie 2: Standard tensid til flydende vask produkter (AE7).

12615 kg CO₂ Scenarie 3: C18-sukker2 tensid.

1543 kg CO₂ Scenarie 4: C18-sukker1, methanol.

3755 kg CO₂ Scenarie 5a: C18-sukker1 tensid, bio-ætanol fra rug.

1571 kg CO₂ Scenarie 5b: C18-sukker1 tensid, bio-ætanol fra sukkerroe.

1546 kg CO₂ Scenarie 6a: C18-sukker1 tensid, bio-ætanol fra rug med recirkulation.

1328 kg CO₂ Scenarie 6b: C18-sukker1 tensid, bio-ætanol fra sukkerroe med recirkulation.



KONKLUSION

- God start, men der er lang vej igen
- Produktudvikling kræver mange forsøg



TAK FOR I DAG!



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**