TEKNOLOGISK
INSTITUT

1-DAGS KURSUS I
"KEMIEN BAG RENGØRINGSMIDLER"

4. Oktober 2023

Alexander Sandahl, Teknologisk Institut, ales@teknologisk.dk

Andreas Sommerfeldt, Teknologisk Institut, asom@teknologisk.dk

PROGRAM FOR DAGEN

9.30-10.30:	Introduktion til kemi og rengøringskemi
10.30-10.50:	Pause
10.50-12.00:	Opløselighed og intro til surfaktanter og deres virkemåde
12.00-13.00:	Frokostpause
13.00-14.30:	Videre om surfaktanters og andre vaskeaktive stoffer Faremærkning og miljøpåvirkning
14:30-15.00:	Pause – ”det store kagebord”
15:00-16.00:	Fremtidens trends

PROGRAM FOR DAGEN

9.30-10.30:	**Introduktion til kemi og rengøringskemi**
10.30-10.50:	Pause
10.50-12.00:	Opløselighed og intro til surfaktanter og deres virkemåde
12.00-13.00:	Frokostpause
13.00-14.30:	Videre om surfaktanters og andre vaskeaktive stoffer Faremærkning og miljøpåvirkning
14:30-15.00:	Pause – ”det store kagebord”
15:00-16.00:	Fremtidens trends

TEKNOLOGISK
INSTITUT

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

KUNDSERVICE: 0771-17 17 17, www.coop.se

DK SHAMPOO
ANVENDELSE: Fordel shampoo i det våde hår og skyl grundigt efter vask. Shampoo til normalt hår kan anvendes dagligt til alle hårtyper. Vasker håret rent uden at udtørre det.
OPBEVARING: Undgå sollys.
EMBALLAGE: Sorteres som hård plast.
FORBRUGERKONTAKT: www.coop.dk

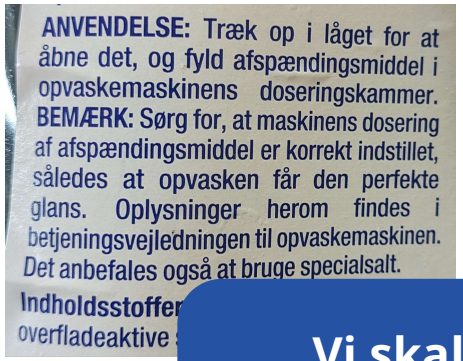
NO SJAMPO
BRUKSOMRÅDE: Fordel sjampo i vått hår og skyll grundig etter vask. Sjampo for normalt hår kan brukes daglig til alle hårtyper. Vasker håret rent uten å uttørke det.
OPPBEVARING: Beskyttes mot direkte sollys.
EMBALLASJE: Sorteres som plast.
FORBRUKERKONTAKT: www.coop.no

FI SHAMPOO
KÄYTTÖ: Levitä shampoo märkiin hiuksiin ja huuhtele pesun jälkeen runsaalla vedellä. Normaaleille hiuksille tarkoitettua shampoota voi käyttää päivittäin kaikille hiustyypeille. Puhdistaa hiukset kuivattamatta niitä.
SÄILYTYS: Auringonvalolta suojattuna.
PAKKAUS: Lajittele muovina.
KULUTTAJAYHTEYDET: s-kuluttajaneuvonta.fi

DE SHAMPOO
VERWENDUNG: Shampoo im nassen Haar verteilen und nach dem Waschen gründlich ausspülen. Shampoo für normales Haar kann täglich für alle Haartypen verwendet werden. Wäscht das Haar sauber, ohne es auszutrocknen.
LAGERUNG: Sonnenlicht vermeiden.

INGREDIENTS: Aqua, Sodium Laureth Sulfate, Cocamide DEA, Sodium Chloride, Cocamidopropyl Betaine, Glycerin, Citric Acid, Parfum, Sodium Benzoate*, Potassium Sorbate*. (*konserveringsmedel/konserveringsmiddel/säilöntäaineet/Konservierungsmittel). pH: 4,7.

Afspændingsmiddel

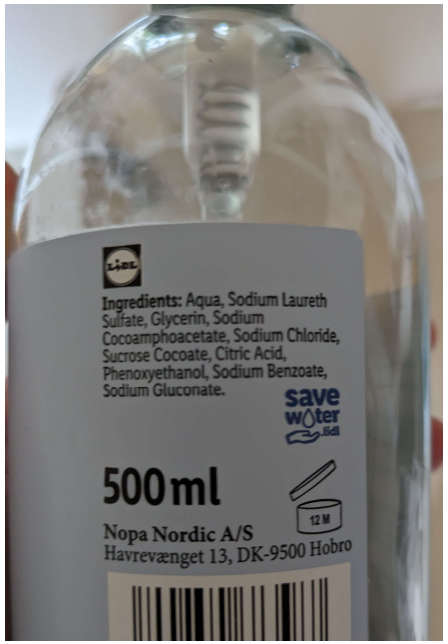

ANVENDELSE: Træk op i låget for at åbne det, og fyld afspændingsmiddel i opvaskemaskinens doseringskammer. BEMÆRK: Sørg for, at maskinens dosering af afspændingsmiddel er korrekt indstillet, således at opvasken får den perfekte glans. Oplysninger herom findes i betjeningsvejledningen til opvaskemaskinen.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

Indholdsstoffer
overfladeaktive

WC-rens

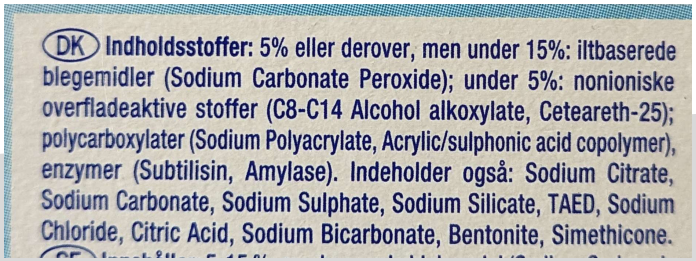
Til rengøring og afkalkning af toiletter samt andre materialer der tåler syrer. Ikke egnet til rengøring af marmor. Må ikke bruges sammen med klorholdige produkter og andre rengøringsmidler.
BRUGSANVISNING: TOILET: Påfør WC-rens på indersiden af kummen og under kanten. Lad produktet virke ca. 10 minutter. Rengør med børste og skyl ud. ANDRE MATERIALER: Påfør produktet med en børste eller svamp, og lad det virke i et par minutter. Ved meget kalk skal produktet virke i 5 til 10 minutter. Skyl derefter grundigt efter med rent vand. Fliser og klinker bør skylles med vand inden afkalkning for at beskytte fugerne.
INDEHOLDER: <5% nonioniske overfladeaktive stoffer (Laureth
Capryl Glycoside).
INDEHOLDER OGSÅ: Aqua, Citric Acid, Sodium Citrate, Xanthan G
pH ca. 2,2
øjenirritation: Søg lægehjælp. Coop Danmark A/S, DK-2620
lund. Tlf. 4386 4386 UFI: QV01-60AE-K00W-80RK
12252
CT90954
KVALITETSSIKRET AF
COOP TRADING A/S

Håndsæbe


Ingredients: Aqua, Sodium Laureth Sulfate, Glycerin, Sodium Cocoamphoacetate, Sodium Chloride, Sucrose Cocoate, Citric Acid, Phenoxyethanol, Sodium Benzoate, Sodium Gluconate.
save water
500 ml
12 M
Nopa Nordic A/S
Havrevænget 13, DK-9500 Hobro

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

Opvasketabs


DK Indholdsstoffer: 5% eller derover, men under 15%: iltbaserede blegemidler (Sodium Carbonate Peroxide); under 5%: nonioniske overfladeaktive stoffer (C8-C14 Alcohol alkoxylate, Ceteareth-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.

TEKNOLOGISK INSTITUT

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.

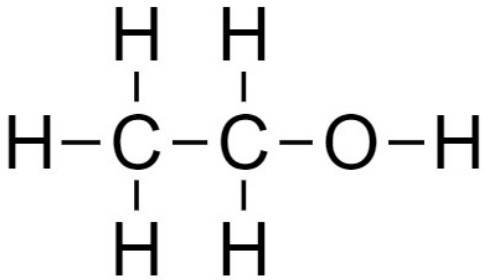
What is Chemistry?

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.

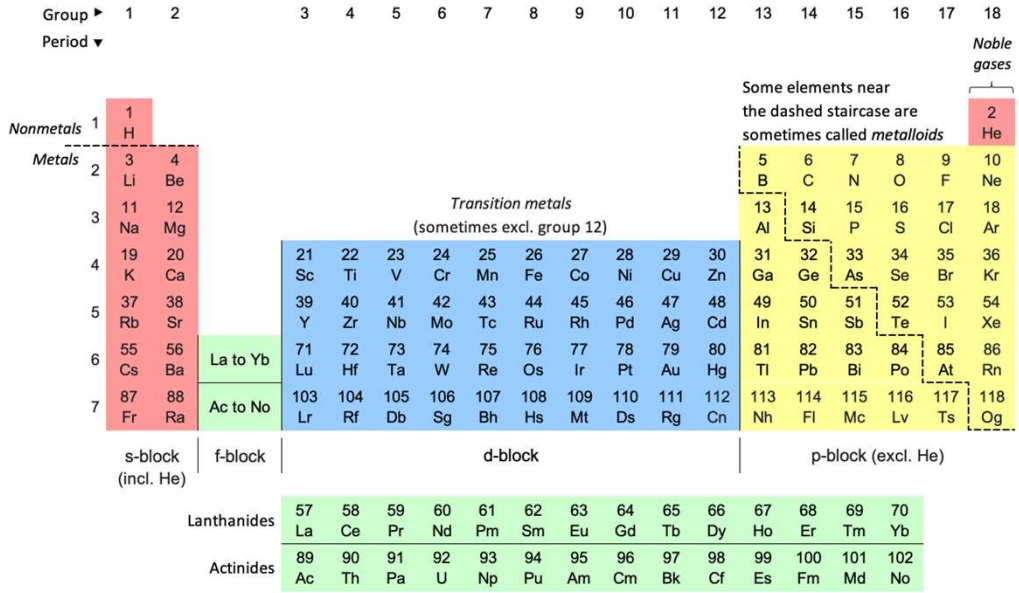
INTRODUKTION TIL KEMI

- Atomer er de enkelte byggesten (grundstofferne)

- Molekyler er flere atomer sat sammen med kemiske bindinger

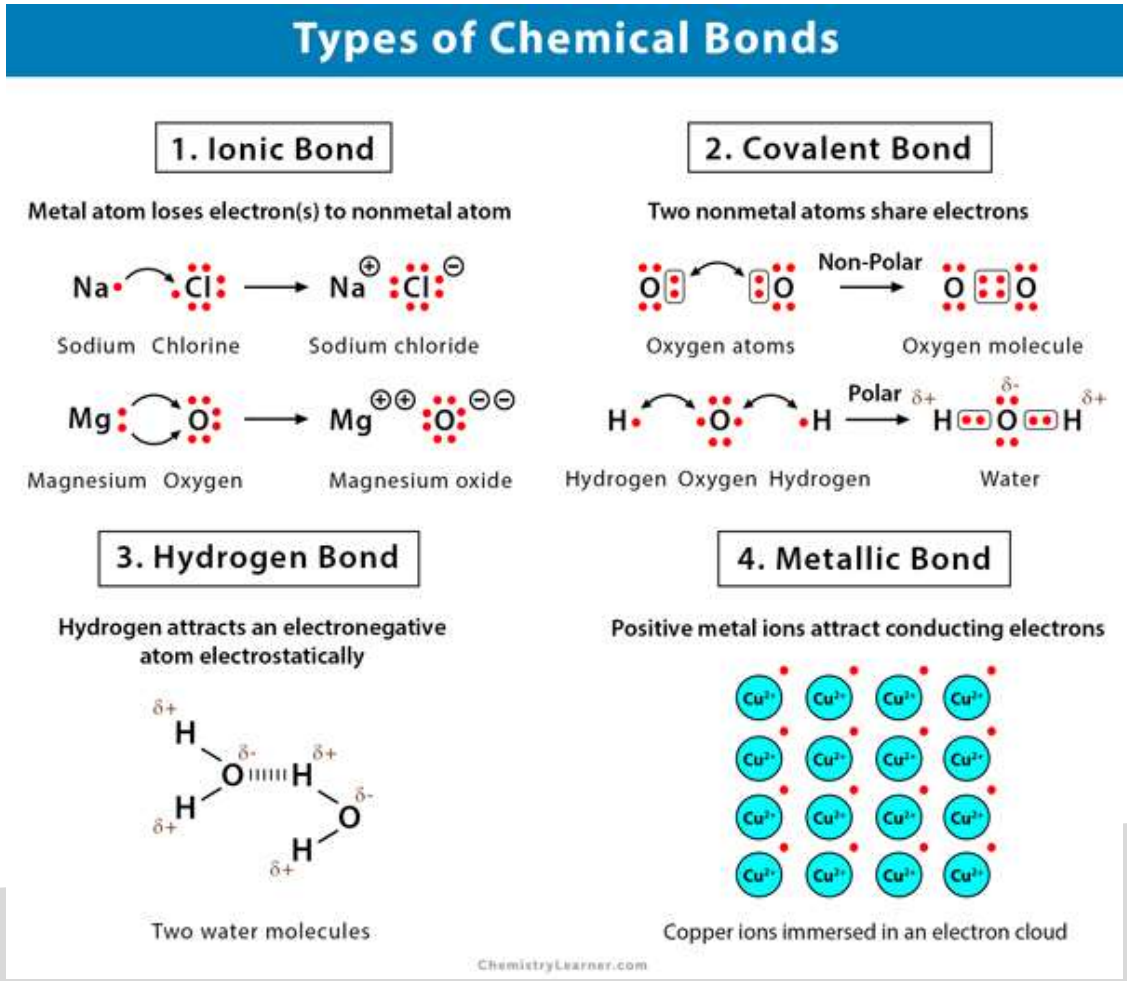


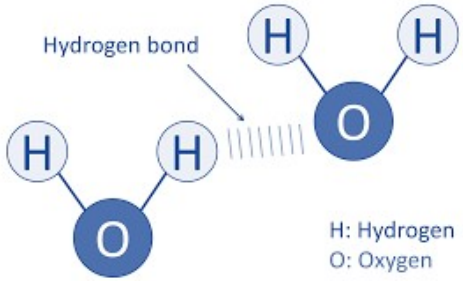
Det periodiske system



TEKNOLOGISK INSTITUT

KEMISKE BINDINGER





Kovalente bindinger tegnes ofte med en streg

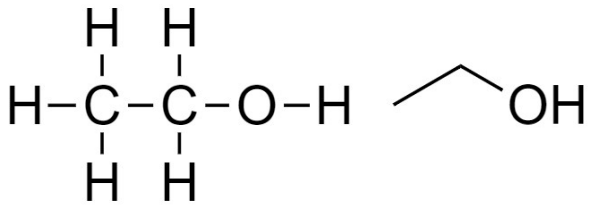
TEKNOLOGISK INSTITUT

INTRODUKTION TIL KEMI

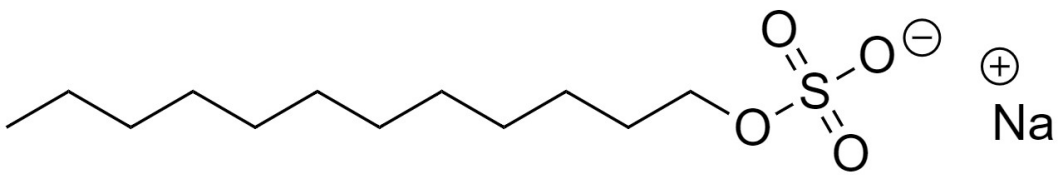
- Organiske molekyler har kulstof i sig
- Uorganiske molekyler har ikke kulstof
  - Uorganiske molekyler er ofte salte, som består af ioner (fx NaCl = Na^+ og Cl^-)
  - Bortset fra "karbonat"-baserede molekyler, som også er uorganiske, fx $NaHCO_3$ (bagepulver), $CaCO_3$ (kalk)
- Funktionelle grupper er specifikke dele af molekyler

Ethanol kan repræsenteres på flere forskellige måder:

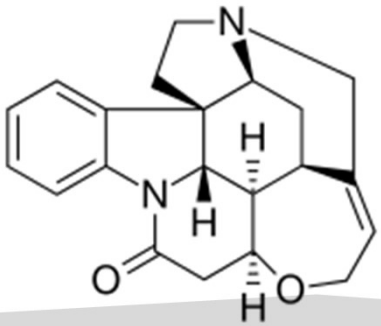
C_2H_6O eller CH_3CH_2OH



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



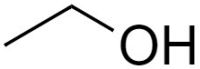
Nogle molekyler er simple



Nogle molekyler er mere komplicerede

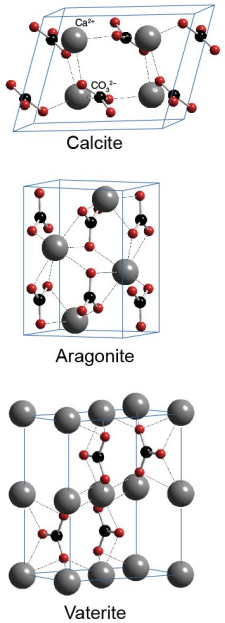
TEKNOLOGISK INSTITUT

INTRODUKTION TIL KEMI

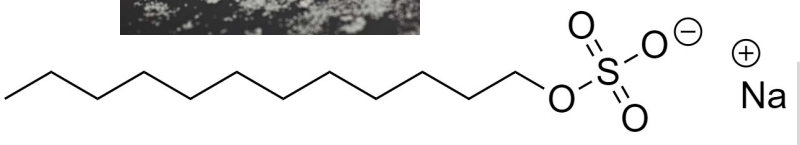


Ethanol

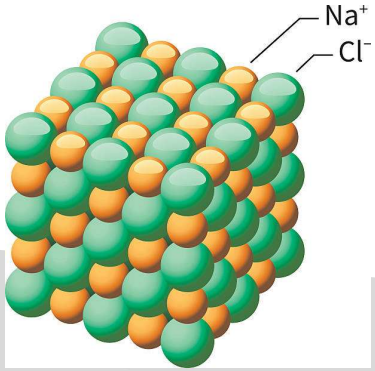
$CaCO_3$ (kalk)



SLS (rengøringsmiddel)



NaCl (bordsalt)



TEKNOLOGISK INSTITUT

RENGØRINGSMOLEKYLER

Organiske forbindelser

Tensider/surfaktanter

Syrer: Eddikesyre, citronsyre, benzensulfonsyre

Baser: Triethanolamin

Uorganiske forbindelser

Syrer: phosphorsyre, svovlsyre, saltsyre

Baser: Natriumhydroxid, kaliumhydroxid, natriumcarbonat, ammoniak, natriumsilikat

Oxidanter: hypoklorit (klorin), natriumkarbonat peroxid

Andre molekyler

Salte

Konserveringsmiddel

Rheology modifiers (flydeegenskaber)

Parfume og farve

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

Forskellige virkemåder og interaktioner:

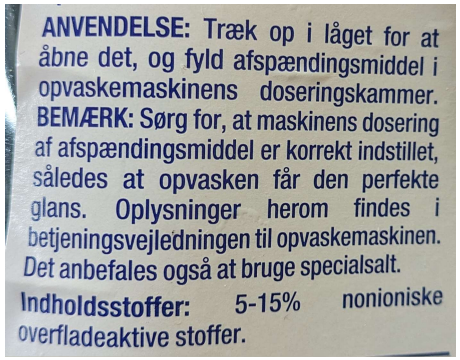
- Micelledannelse
- Oxidation
- Neutralisering

TEKNOLOGISK INSTITUT

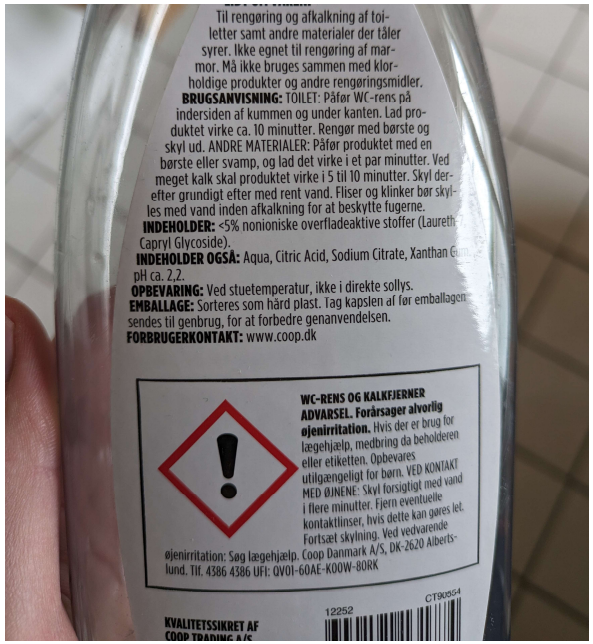
EKSEMPLER FRA HVERDAGEN

Shampoo

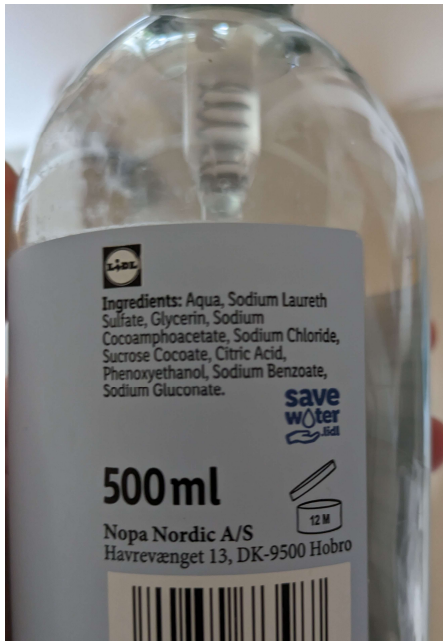
Afspændingsmiddel



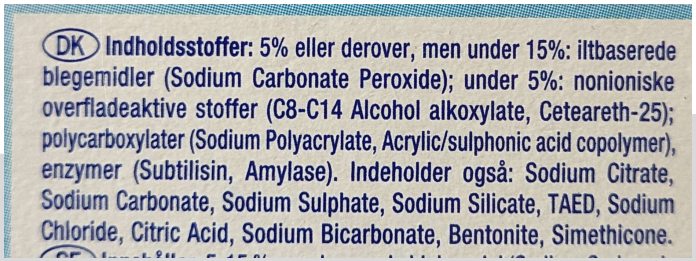
WC-rens



Håndsæbe



Opvasketabs



TEKNOLOGISK INSTITUT

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

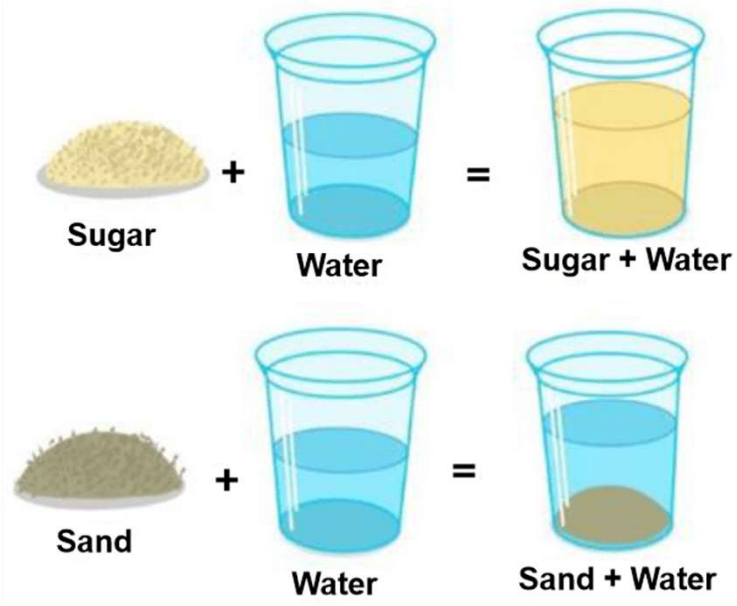
9.30-10.30:	Introduktion til kemi og rengøringskemi
10.30-10.50:	**Pause**
10.50-12.00:	Opløselighed og intro til surfaktanter og deres virkemåde
12.00-13.00:	Frokostpause
13.00-14.30:	Videre om surfaktanters og andre vaskeaktive stoffer Faremærkning og miljøpåvirkning
14:30-15.00:	Pause – ”det store kagebord”
15:00-16.00:	Fremtidens trends

TEKNOLOGISK INSTITUT

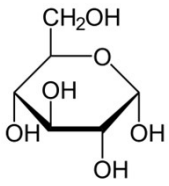
PROGRAM FOR DAGEN

9.30-10.30:	Introduktion til kemi og rengøringskemi
10.30-10.50:	Pause
10.50-12.00:	**Opløselighed og intro til surfaktanter og deres virkemåde**
12.00-13.00:	Frokostpause
13.00-14.30:	Videre om surfaktanters og andre vaskeaktive stoffer Faremærkning og miljøpåvirkning
14:30-15.00:	Pause – ”det store kagebord”
15:00-16.00:	Fremtidens trends

OPLØSELIGHED

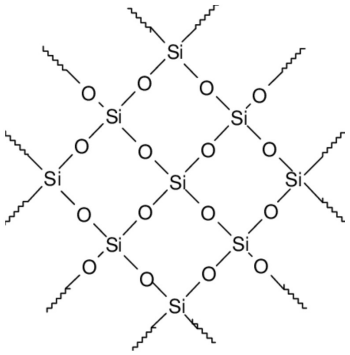


Sukker = $C_6H_{12}O_6$



Letopløseligt i vand

Sand = SiO_2

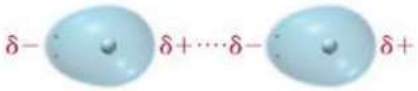
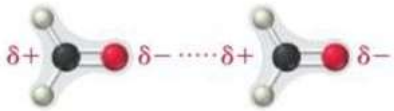
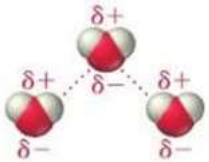
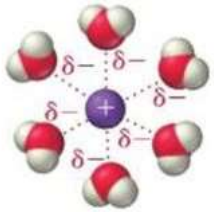


Uopløseligt i vand

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

Dispersion

Dipol-dipol

Hydrogenbinding

Ion-dipol

Fedt, sæbe, olie

Opløsningsmidler

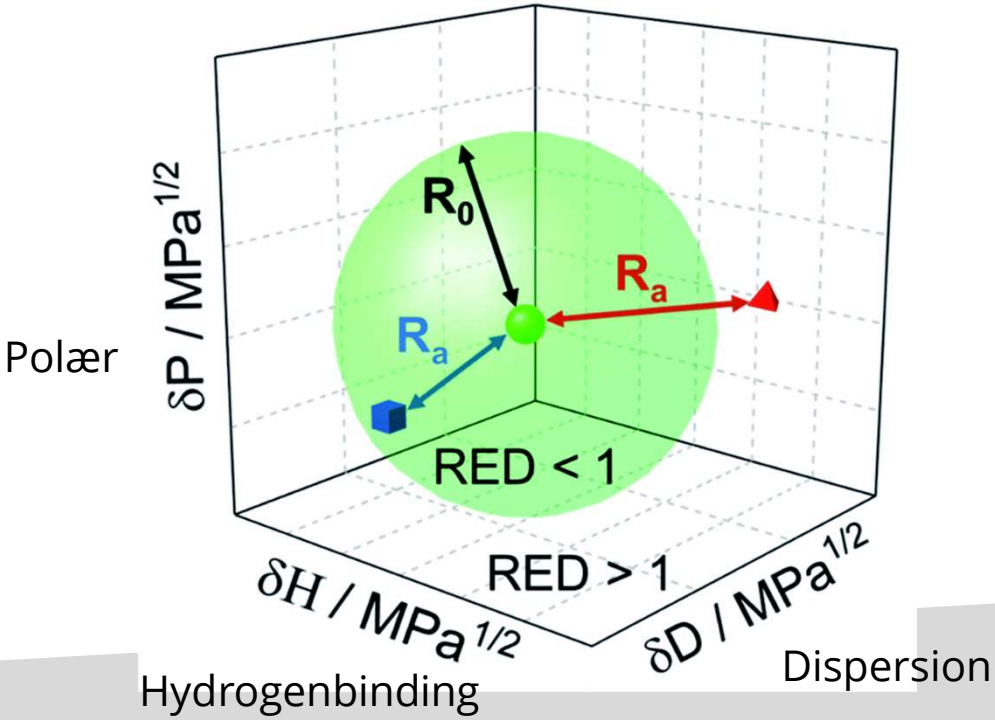
Vand, salte

TEKNOLOGISK INSTITUT

BEREGNING AF OPLØSELIGHED

Hansen's Opløselighedsparametre

- Et koordinatsystem med akser for polær, hydrogenbinding og dispersion



Lister med data for opløsningsmidler og organiske molekyler

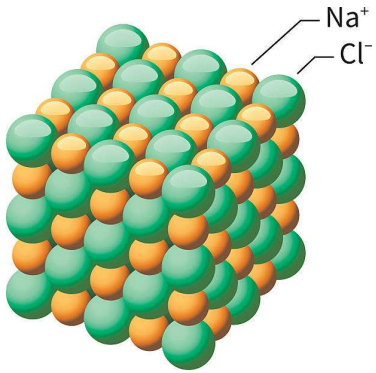
→ desto tættere molekylerne er på hinanden, desto nemmer at opløse

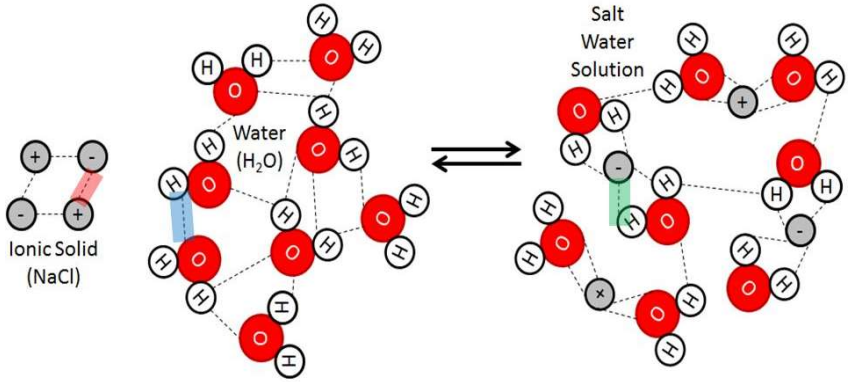
Solvents	δ_d MPa$^{0.5}$	δ_p MPa$^{0.5}$	δ_h MPa$^{0.5}$	δ_t MPa$^{0.5}$
Water	15.6	16.0	42.3	47.8
MEK	16.0	9.0	5.1	19.0
IPA	15.8	6.1	16.4	23.5
Acetone	15.5	10.4	7.0	20.0
1-butanol	16.0	5.7	15.8	23.1
Methanol	15.1	12.3	22.3	29.6
DMSO	18.4	16.4	10.2	26.7
Glycerol	17.4	12.1	29.3	36.1
Propylene glycol	16.8	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	

TEKNOLOGISK INSTITUT

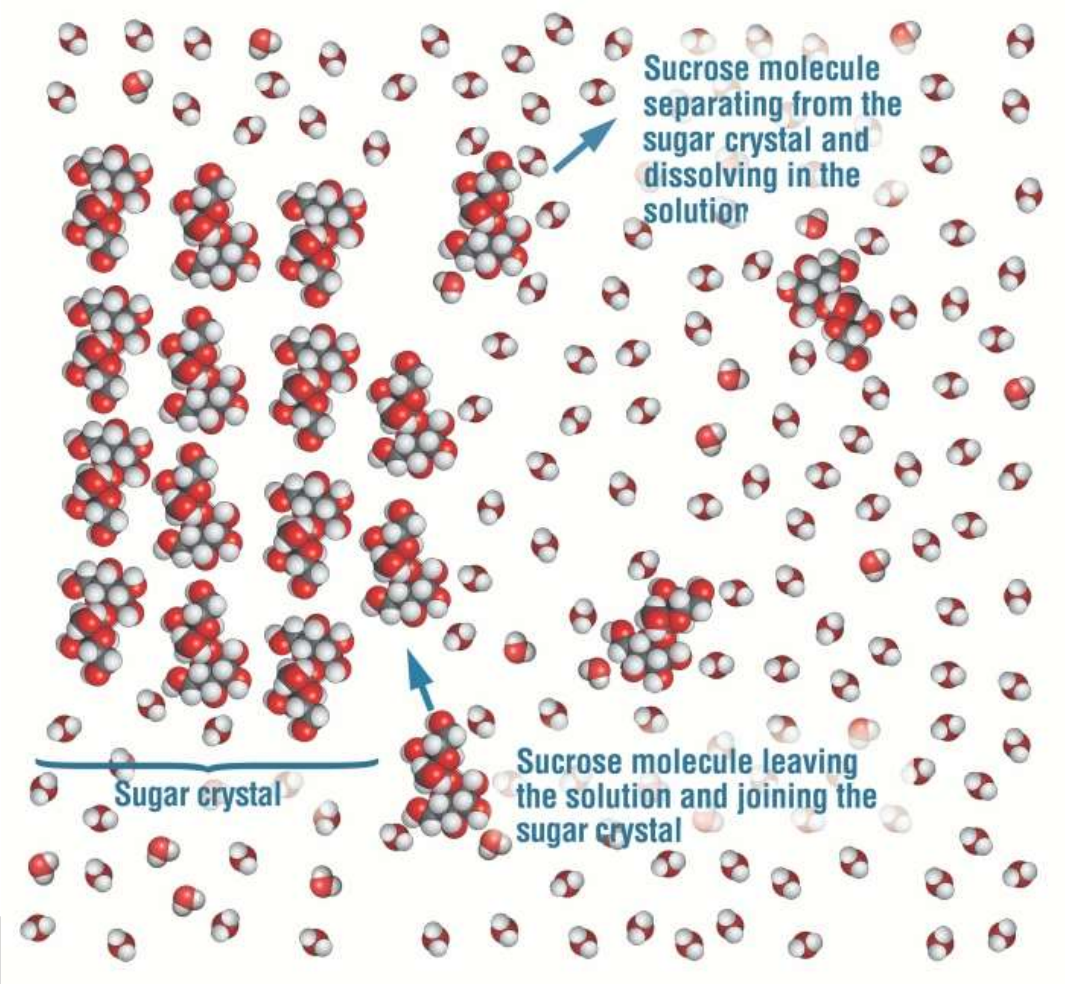
OPLØSELIGHED – LIKE DISSOLVES LIKE

NaCl (bordsalt)

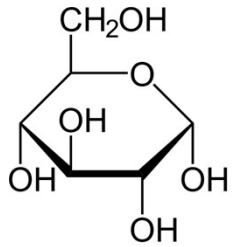


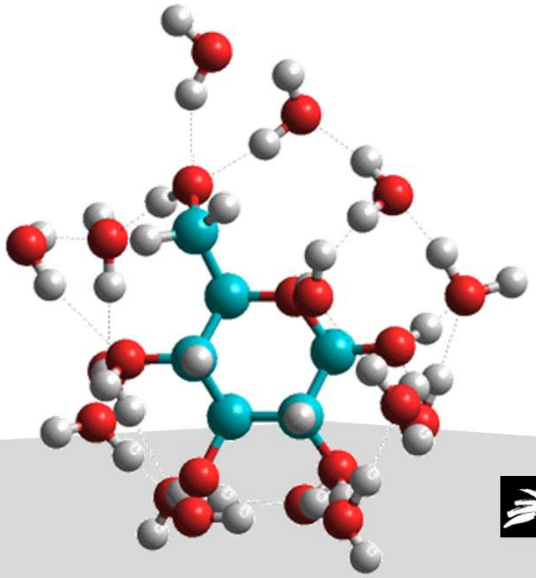


OPLØSELIGHED – LIKE DISSOLVES LIKE



Sukker = $C_6H_{12}O_6$

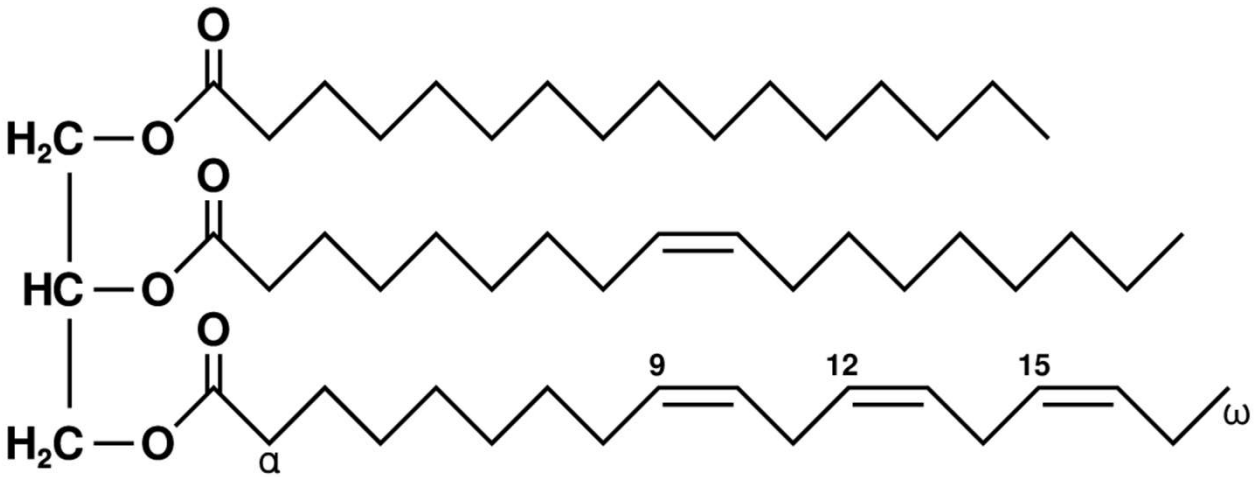


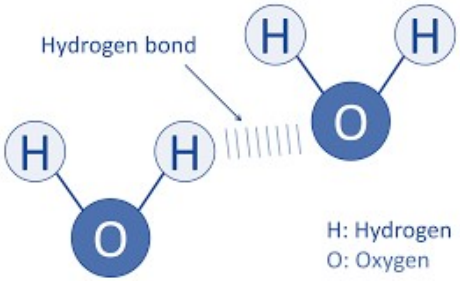


TEKNOLOGISK INSTITUT

OPLØSELIGHED – LIKE DISSOLVES LIKE

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





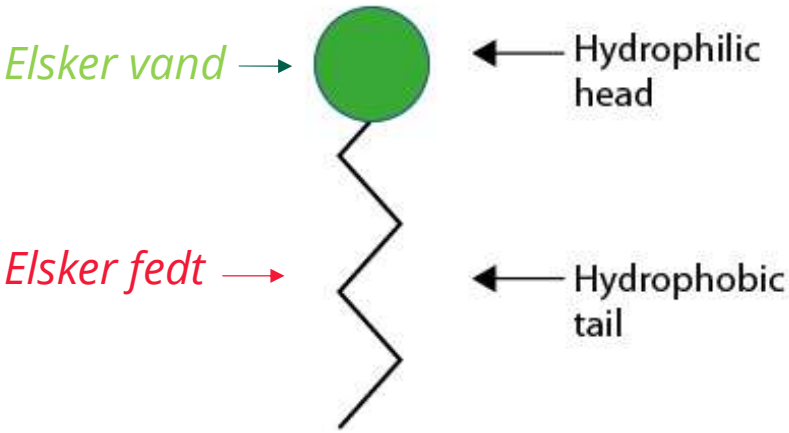
SURFAKTANTER/TENSIDER

Overfladeaktive stoffer

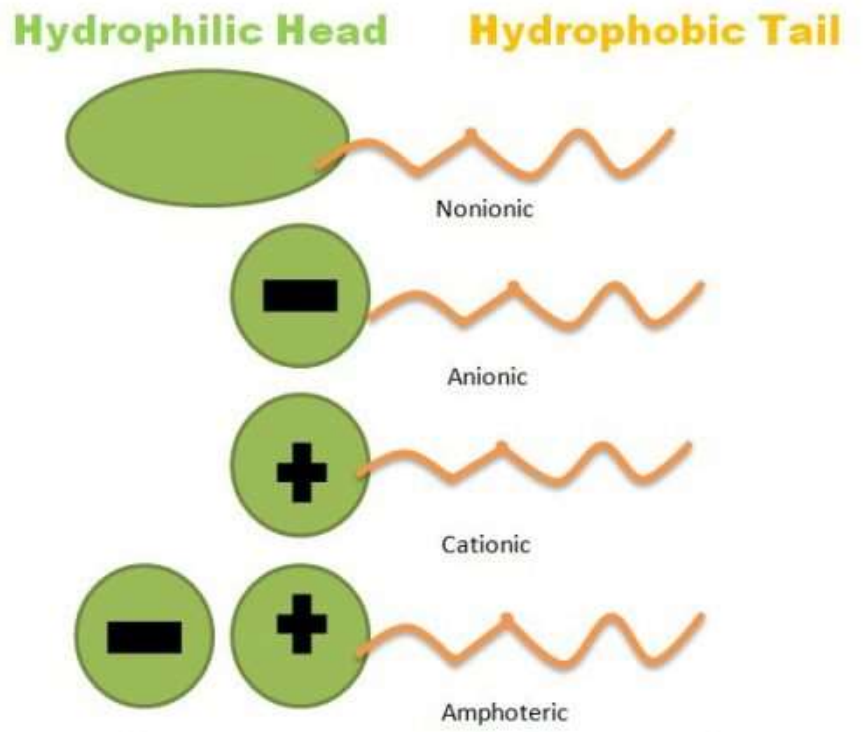
("**surf**ace **act**ive **a**ge**nts**" = surfactants)

Surfaktanter = detergenter = tensider

Opbygget af hydrofilt "hoved" og hydrofob "hale"

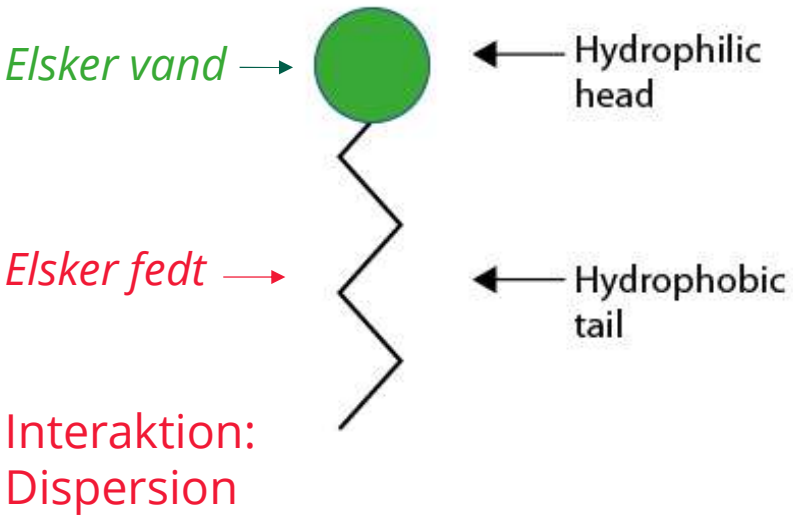


Det hydrofile hoved kan have forskellige ladninger og kategoriseres herefter:

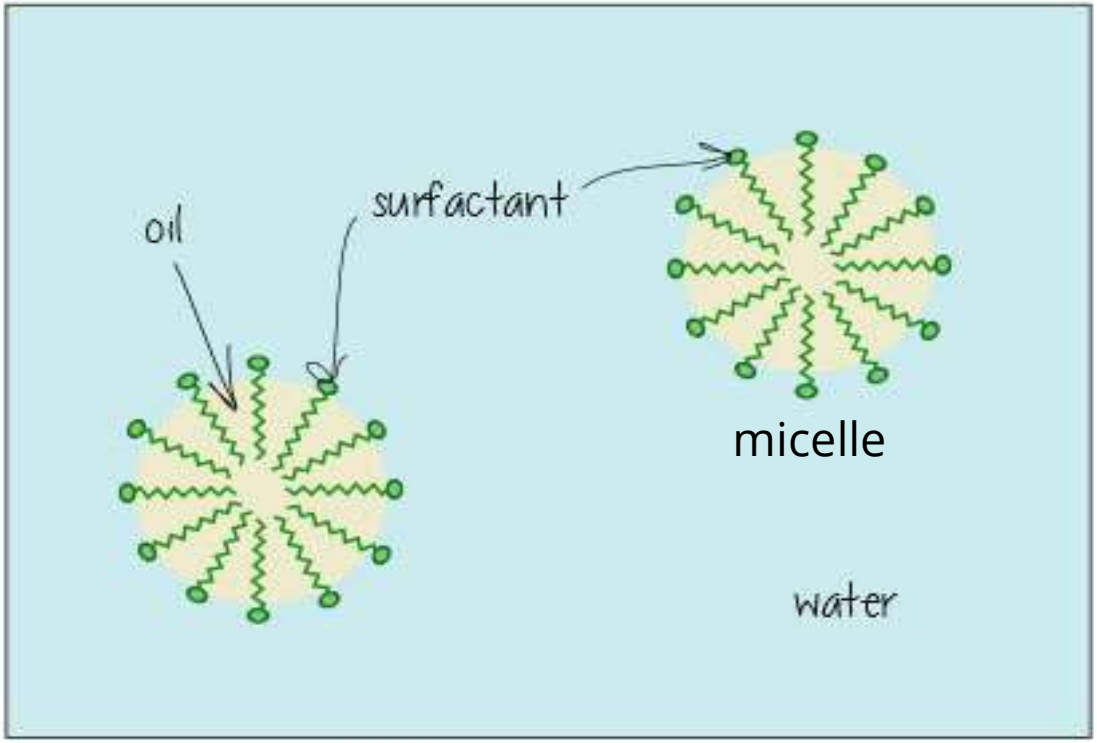


MICELLEDANNELSE

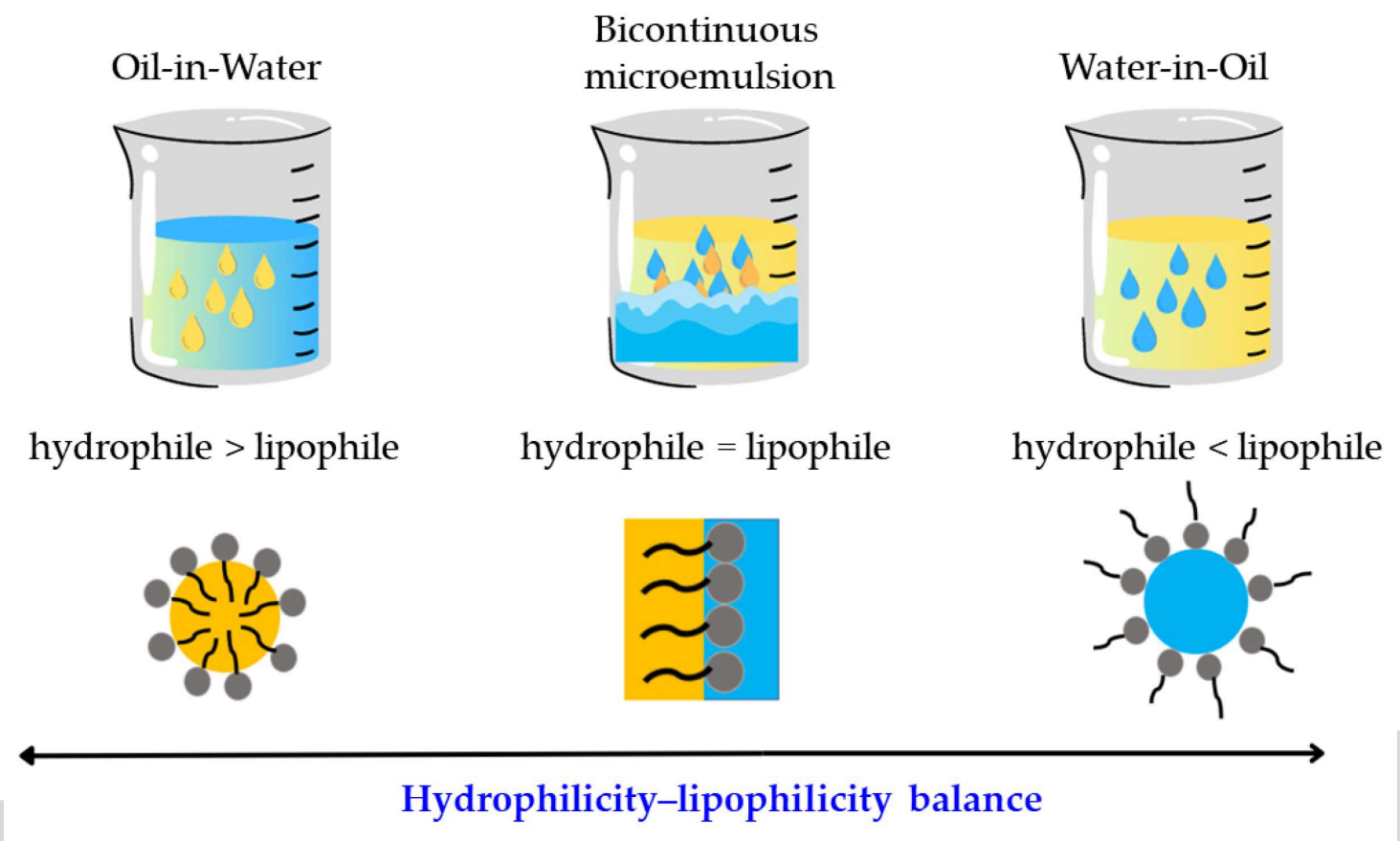
Interaktioner:
Hydrogenbinding eller ion-dipol



Interaktion:
Dispersion

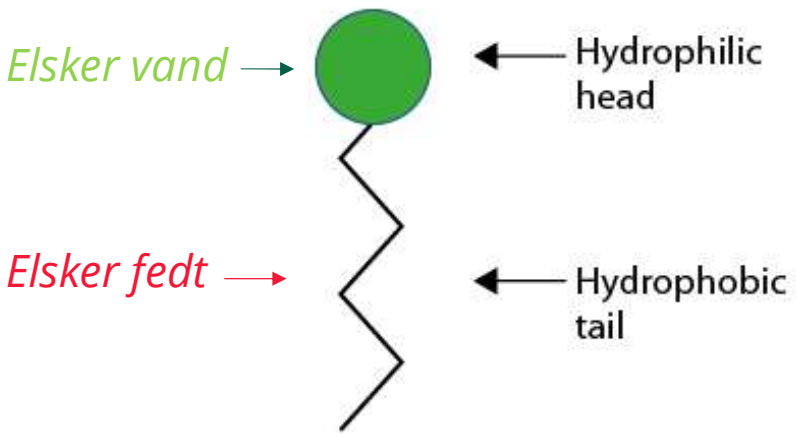


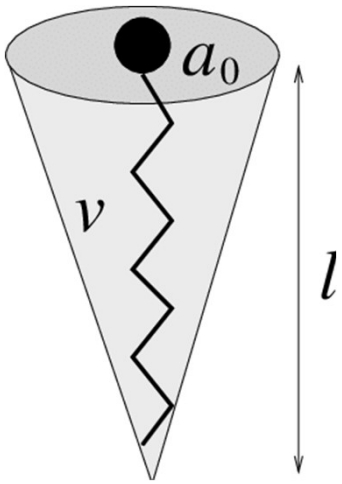
MICELLER ER NØDVENDIGE FOR EMULSIONER



TEKNOLOGISK INSTITUT

MICELLEDANNELSE ER SIN EGEN VIDENSKAB

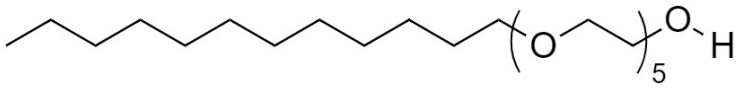




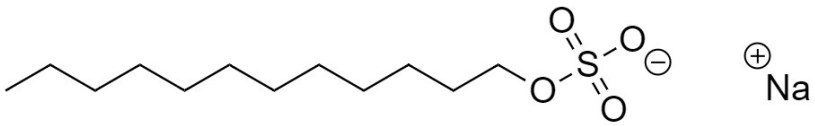
Critical Packing Parameter ($v/a_0 l_c$)	Critical Packing Shape	Structure formed
<1/3	Cone	Spherical Micelle
1/3–1/2	Truncated Cone	Cylindrical Micelle
1/2–1	Truncated Cone	Flexible Bilayers
~1	Cylinder	Planar Bilayers
>1	Inverted truncated Cone	Inverted Micelles

EKSEMPLER PÅ HYDROFILE HOVEDGRUPPER

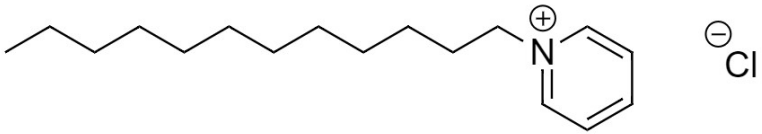
Ethylenoxid



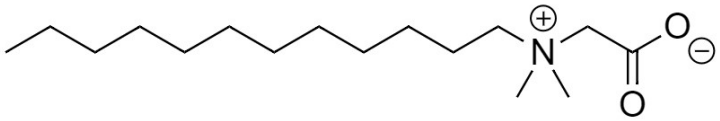
Sulfat

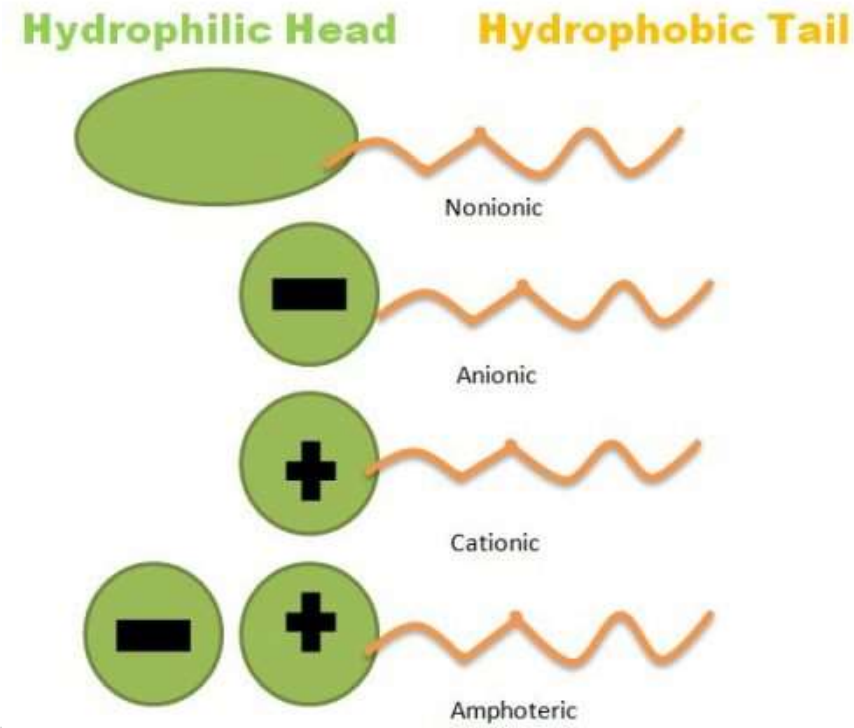


Pyridinium



Betaine





PROGRAM FOR DAGEN

9.30-10.30:	Introduktion til kemi og rengøringskemi
10.30-10.50:	Pause
10.50-12.00:	Opløselighed og intro til surfaktanter og deres virkemåde
12.00-13.00:	**Frokostpause**
13.00-14.30:	Videre om surfaktanters og andre vaskeaktive stoffer Faremærkning og miljøpåvirkning
14:30-15.00:	Pause – ”det store kagebord”
15:00-16.00:	Fremtidens trends

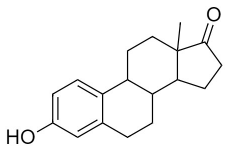
TEKNOLOGISK INSTITUT

PROGRAM FOR DAGEN

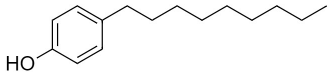
9.30-10.30:	Introduktion til kemi og rengøringskemi
10.30-10.50:	Pause
10.50-12.00:	Opløselighed og intro til surfaktanter og deres virkemåde
12.00-13.00:	Frokostpause
13.00-14.30:	**Videre om surfaktanters og andre vaskeaktive stoffer** **Faremærkning og miljøpåvirkning**
14:30-15.00:	Pause – ”det store kagebord”
15:00-16.00:	Fremtidens trends

TEKNOLOGISK INSTITUT

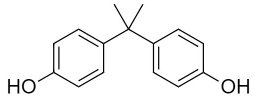
SURFAKTANTERS HISTORIE



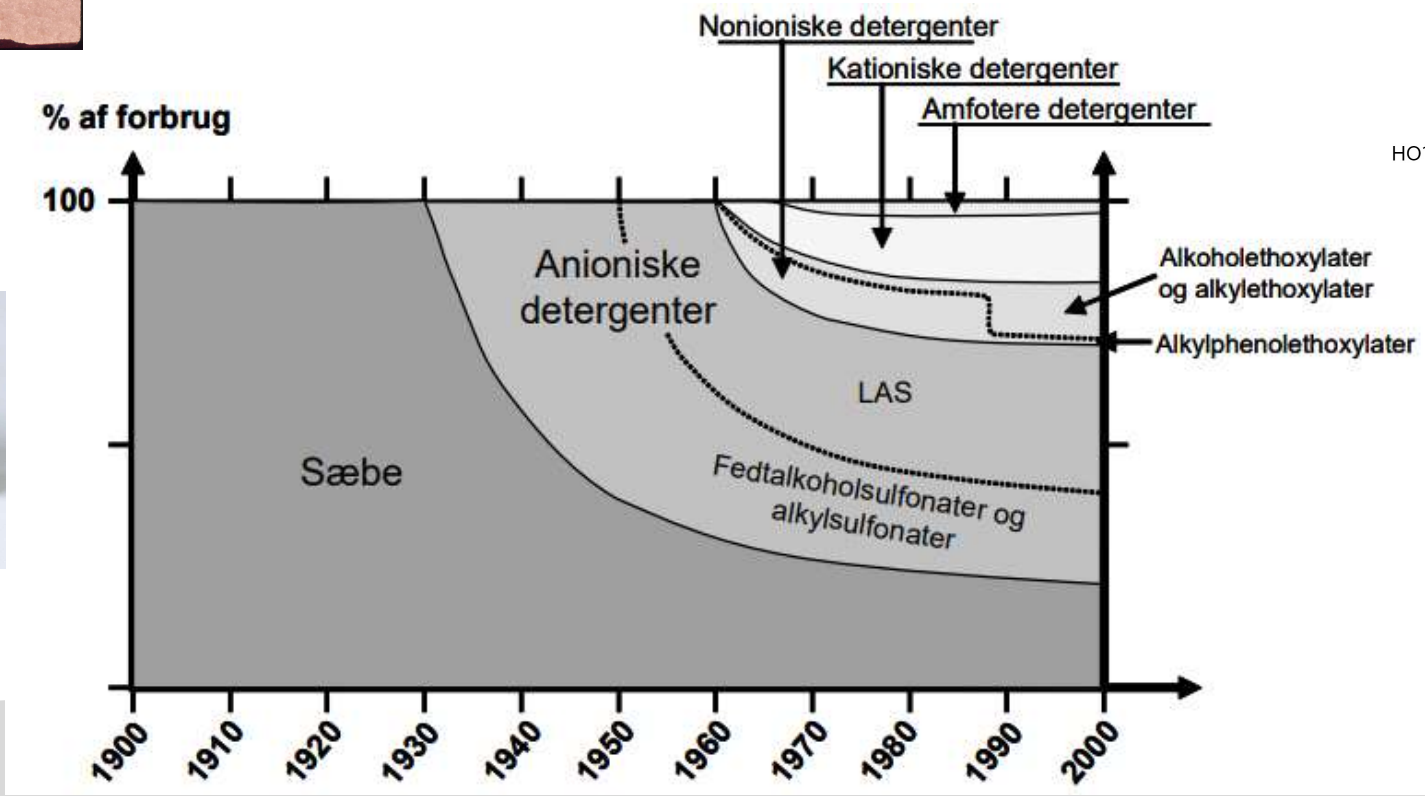
Østrogen



Nonylphenol

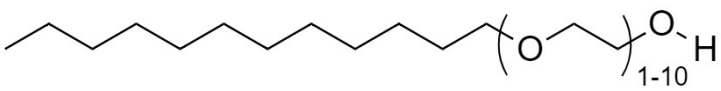


Bisphenol A

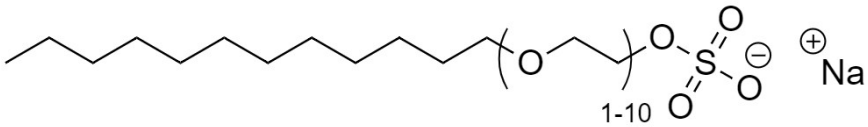


TEKNOLOGISK INSTITUT

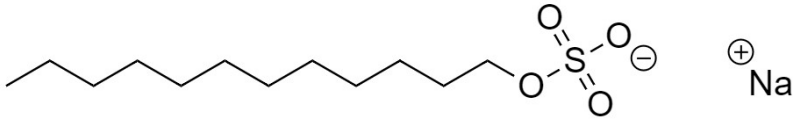
DE MEST UDBREDTE KLASSER AF TENSIDER



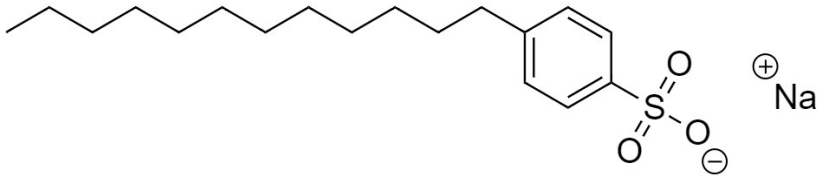
Alkoholethoxylater, fx Laureth (C12), Ceteareth (C16-C18)



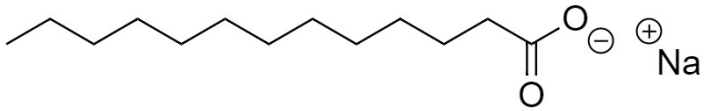
Alkoholethoxylsulfater, fx sodium laureth sulfate (SLES)



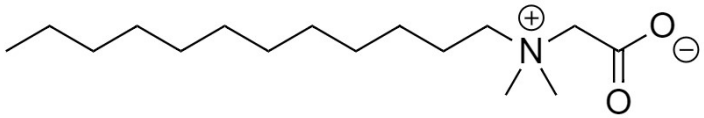
Alkylsulfater, fx sodium lauryl sulfate (SLS)



Lineære alkylbenzensulfonater (LAS)



Fedtsyresalte, fx sodium palmitate



Betainer, fx cocoamidopropyl betaine

TEKNOLOGISK INSTITUT

NAVNGIVNING AF SURFAKTANTER

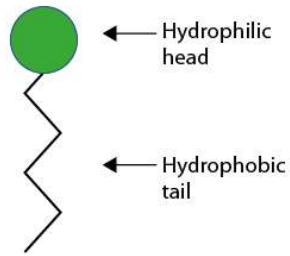
Kulstof kædelængde – baseret på den oprindelige fedtkæde:

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
cis-9-Octadecenoic acid	Oleic acid	C18:1- *cis* (n9)
trans-9-Octadecenoic acid	Elaidic acid	C18:1- *trans* (n9)
all *cis*-9,12-Octadecadienoic acid	Linoleic acid	C18:2 - *cis* (n6)
all *trans*-9,12-Octadecadienoic acid	Linolelaidic acid	C18:2 - *trans* (n6)
all *cis*-9,12,15-Octadecatrienoic acid	α-Linolenic acid	C18:3 (n3)
all *cis*-6,9,12-Octadecatrienoic acid	γ-Linolenic acid	C18:3 (n6)
Eicosanoic acid	Arachidic acid	C20:0
cis-11-Eicosenoic acid		C20:1 (n9)
all *cis*-11,14-Eicosadienoic acid		C20:2 (n6)
all *cis*-11,14,17-Eicosatrienoic acid		C20:3 (n3)
all *cis*-8,11,14-Eicosatrienoic acid	Dihomogammalinolenic acid	C20:3 (n6)
all *cis*-5,8,11,14-Eicosatetraenic acid	Arachidonic acid	C20:4 (n6)
all *cis* 5,8,11,14,17-Eicosapentenoic acid	EPA	C20:5 (n3)
Docosanoic acid	Behenic acid	C22:0
cis-13-Docosenoic acid	Erucic acid	C22:1 (n9)
all *cis*-7,10,13,16-Docosatetraenoic acid		C22:4 (n6)
all *cis* 4,7,10,13,16,19-Docosahexenoic acid	DHA	C22:6 (n3)
Tetracosanoic acid	Lignoceric acid	C24:0
cis-15-tetracosenoic acid	Nervonic acid	C24:1 (n9)

+

Den hydrofile hovedgruppe

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



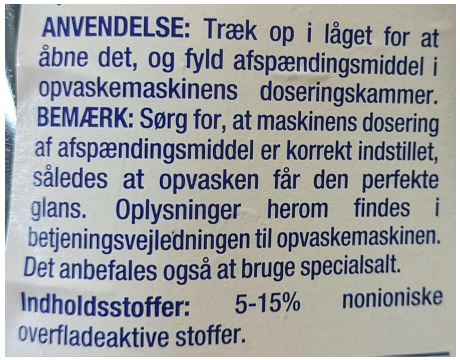
... og så er der mange ”navne for kendere”...

TEKNOLOGISK INSTITUT

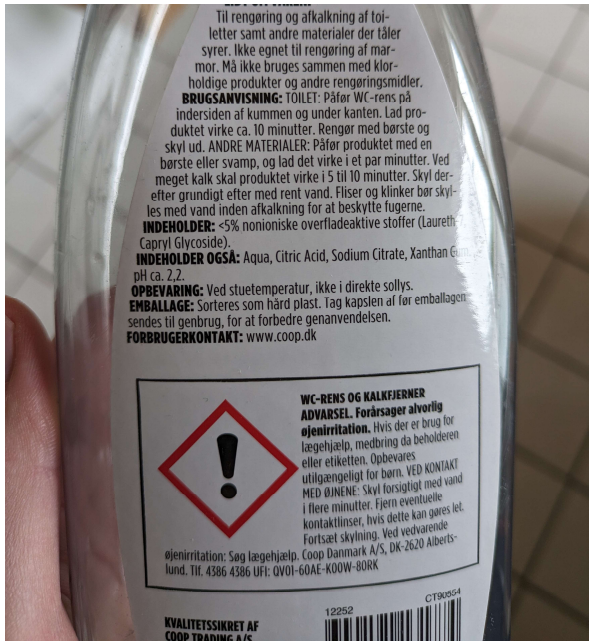
EKSEMPLER FRA HVERDAGEN

Shampoo

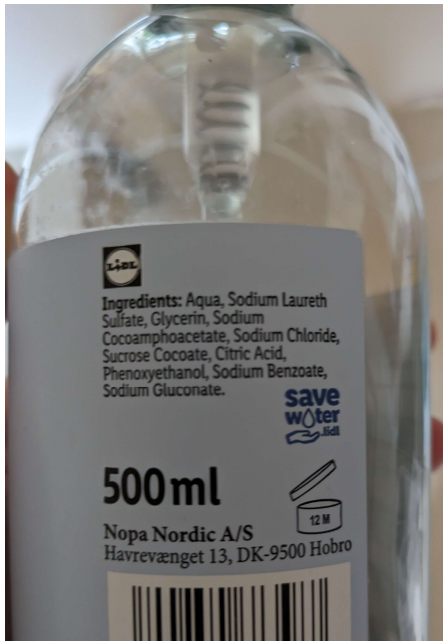
Afspændingsmiddel



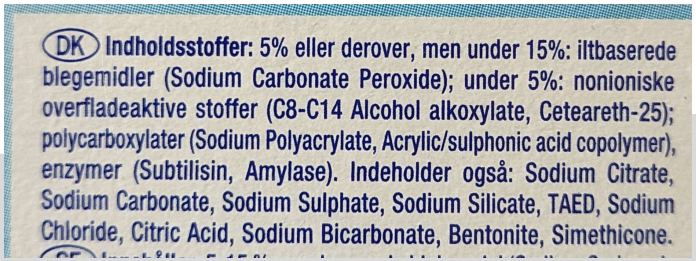
WC-rens



Håndsæbe



Opvasketabs



TEKNOLOGISK INSTITUT

PRODUKTION AF SURFAKTANTER – SYNTESE

Biomasse

Råolie

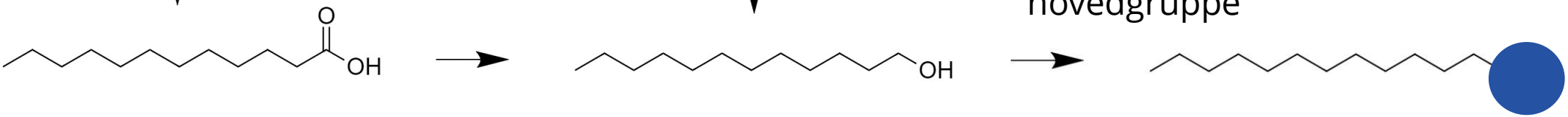
Cracking af råolie

Ekstraktion af biomasse

Ethylene, C_2H_4

Proceskemi

Reaktion med hydrofil hovedgruppe



Fedtkæde til surfaktant

TEKNOLOGISK INSTITUT

EGENSKABER FOR SURFAKTANTERNE

Carbon length = 12

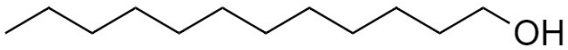


TABLE 2. Physical and chemical data for long-chain alcohols

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

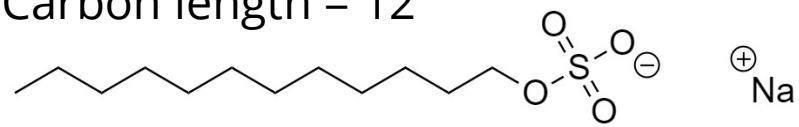


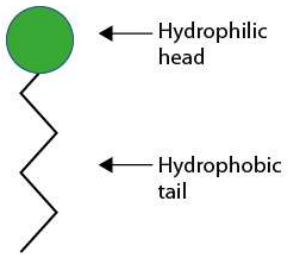
TABLE 4. Physical and chemical properties of AS surfactants of various carbon chain lengths assuming sodium salt

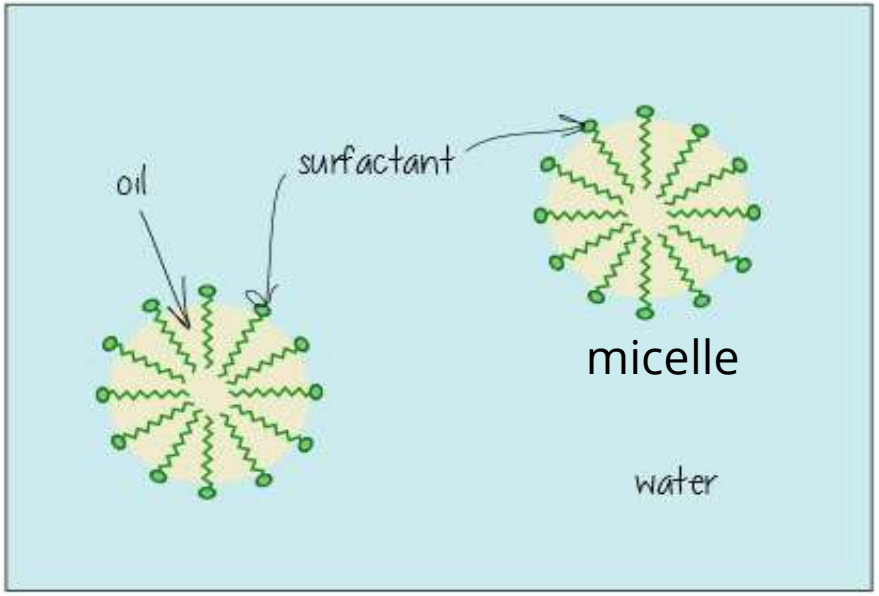
Carbon length	Melting point (°C)	Boiling point (°C)	Vapor pressure (Pa) at 25°C	K_{ow}	Water solubility (mg/L)
12	205.5	588.5	6.27×10^{-11}	1.60	618.6
13	259.4	600.1	2.6×10^{-11}	2.18	162.5
14	264.8	611.7	1.14×10^{-11}	2.67	5.13
15	270.2	623.3	4.80×10^{-12}	3.17	0.4
16	275.6	634.9	2.05×10^{-12}	3.66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

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

TEKNOLOGISK INSTITUT

SURFAKTANTERS VIRKEMÅDE





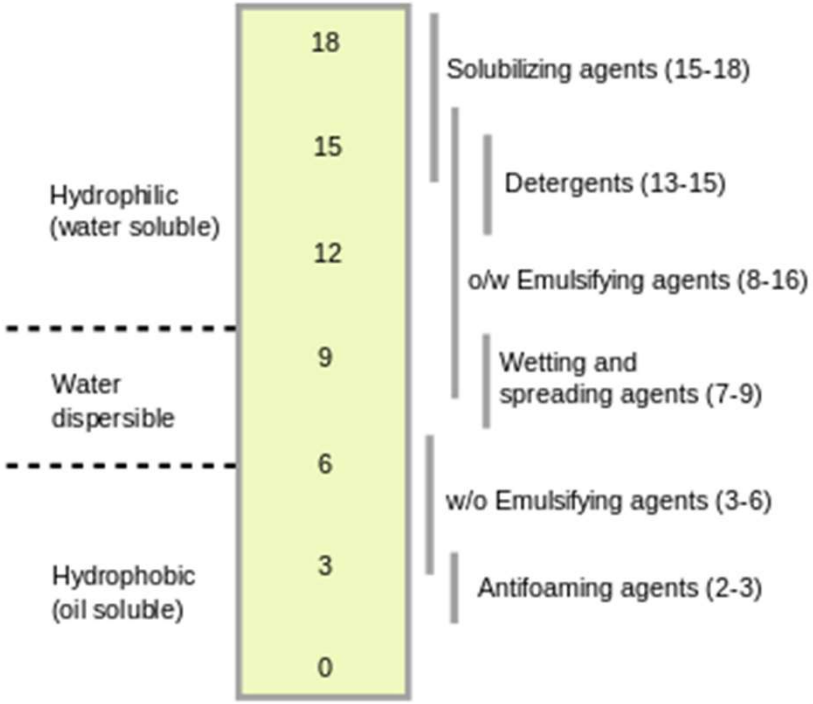
Balance mellem hydrofob hale (antal kulstof) og hydrofilt hoved (type og størrelse)

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

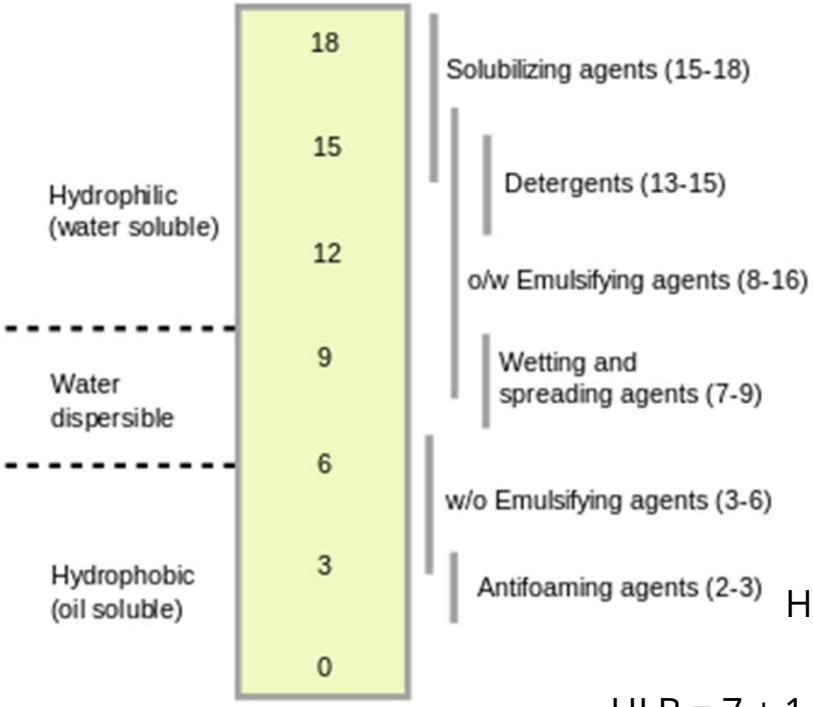
Eksempel fra publikationen

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

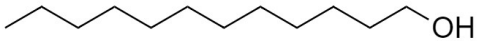
H_i - Value of the ith hydrophilic groups (see tables)

n - Number of lipophilic groups in the molecule

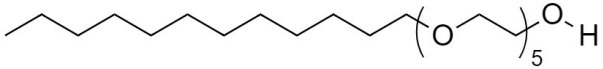
Hydrophilic Groups	Group Number
$-SO_4^-Na^+$	38.7
$-COO^-K^+$	21.1
$-COO^-Na^+$	19.1
N (tertiary amine)	9.4
Ester (sorbitan ring)	6.8
Ester (free)	2.4
-COOH	2.1
Hydroxyl (free)	1.9
-O-	1.3
Hydroxyl (sorbitan ring)	0.5

Lipophilic Groups	Group Number
-CH-	-0.475
$-CH_2-$	-0.475
CH_3-	-0.475
=CH-	-0.475

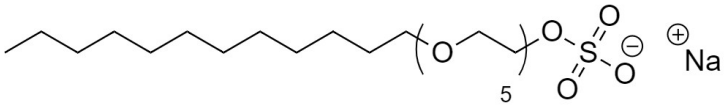
HLB = 7 + 1.9 – 12 x 0.475 = 3.2



HLB = 7 + 1.9 + 5 x 1.3 – 22 x 0.475 = 4.95

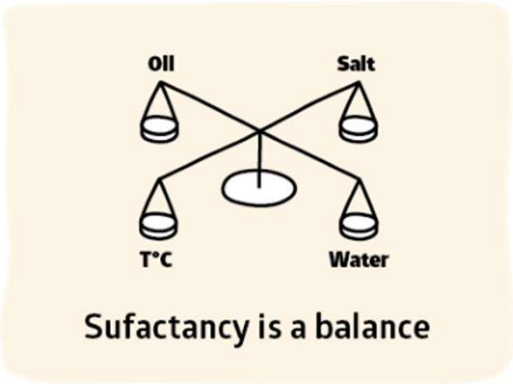


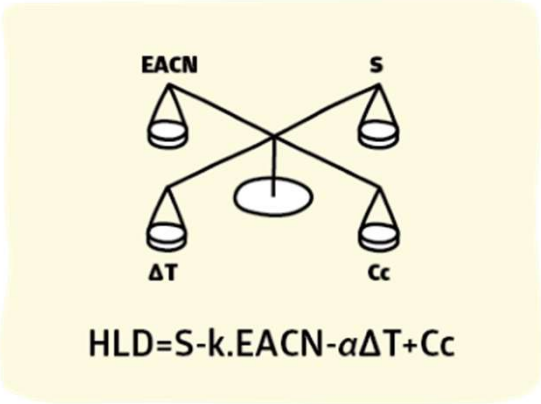
HLB = 7 + 5 x 1.3 + 38.7 – 22 x 0.475 = 41.75

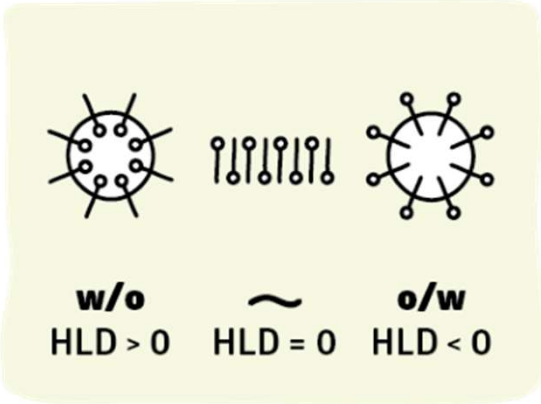


HYDROFIL-LIPOFIL DIFFERENCE (HLD)

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



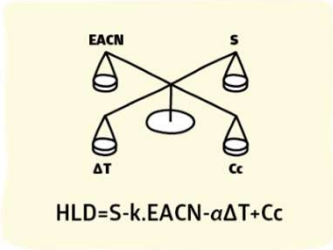




HLD-værdien beskriver emulsionstypen og opløseligheden

Ved HLD = 0 opnås bedste egenskaber

HYDROFIL-LIPOFIL DIFFERENCE(HLD)



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 CCl4	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-Chlorodecane	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:

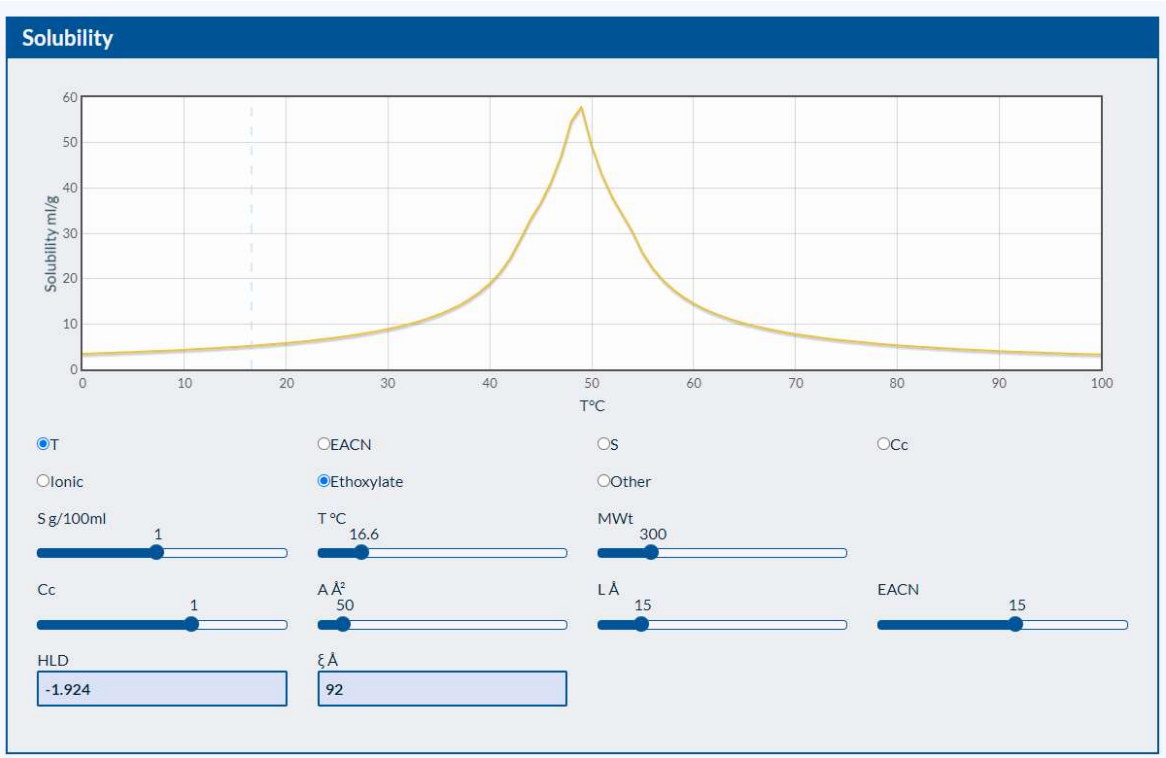
Surfactant characteristic value. Høj Cc-værdi for mere fedtede surfaktanter

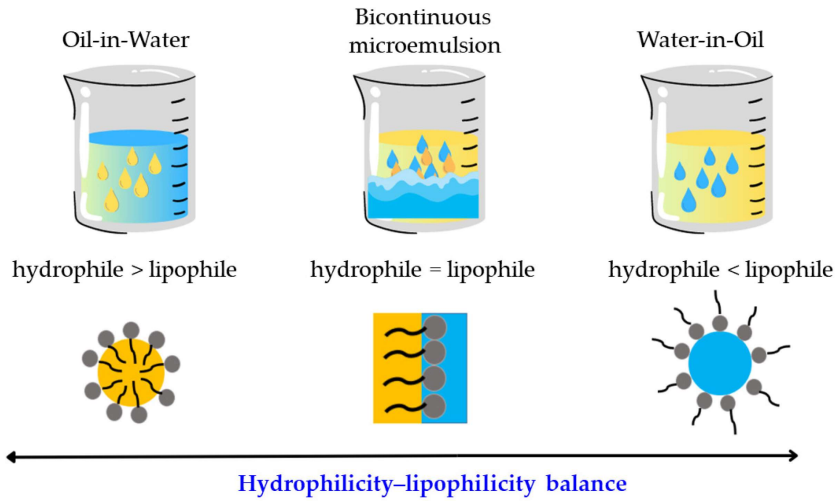
Surfactant	Cc	Surfactant	Cc
C6EO2	2.4	SDHS Na Dihexylsulfosuccinate	-0.92
C6EO3	0.1	SDBS Na Dodecyl Benzene Sulfonate	-0.9
C6EO4	-1.6	SDOS/AOT Na Dioctyl sulfosuccinate	2.55
C8EO3	1.8	SDS/SLS Na Dodecyl Sulfate	-2.3
C8EO4	0.3	Sodium Octanoate	-3
C8EO5	-1	Sodium Decanoate	-2.55
C10EO4	1.3	Sodium Didecanoate	-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

TEKNOLOGISK INSTITUT

HYDROFIL-LIPOFIL DIFFERENCE (HLD)

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





TEKNOLOGISK INSTITUT

RENGØRINGSKEMI – SYRER

Hovedsageligt anvendt til fjernelse af kalk ($CaCO_3$)

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

2 x Syre-H + $CaCO_3$ → Syre-Ca + H_2CO_3 (kulsyre)

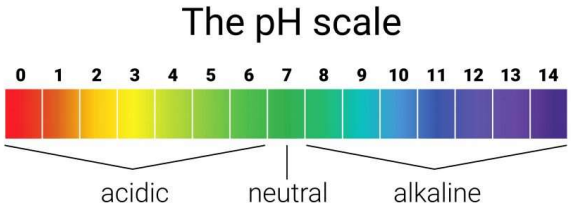
H_2CO_3 → H_2O + CO_2

Kalk fjernes som CO_2 (gasdannelse)

En syres styrke beskrives med dens pKa-værdi

Lav pKa-værdi er stærk syre (logaritmisk skala)

pH-værdi siger noget om koncentration af H^+, hydrogen-ioner.



Forskellige syretyper:

Organiske: Eddikesyre (pKa = 4), citronsyre (pKa = 3)

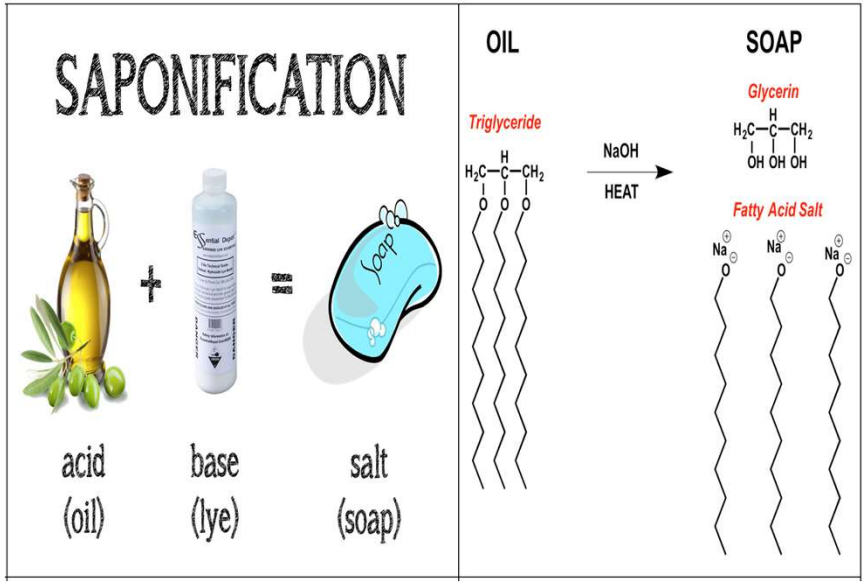
Uorganiske: phosphorsyre (pKa = 2), svovlsyre (pKa = -3), saltsyre (pKa = -6)

Anvendelse kan afhænge af mange faktorer.

RENGØRINGSKEMI – BASER

Hovedsageligt anvendt til opløsning af fedt – mere ”hidsigt” alternativ til surfaktant

Base har reaktivt hydroxid (OH^-):



En bases styrke beskrives med dens pKb-værdi

Lav pKb-værdi er stærk syre (logaritmisk skala)

Forskellige baser:

Natriumhydroxid (pKb = 0.2)

Kaliumhydroxid (pKb = 0.5)

Natriumcarbonat (pKb = 3.7)

Ammoniak (pKb = 4.7)

Anvendelse kan afhænge af mange faktorer.

RENGØRINGSKEMI - OXIDANTER

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

Klorin = natriumhypoklorit (NaClO)

- Kendt fra svømmehaller
- Obs med blanding med saltsyre (dannelse af klorgas)

Natrium peroxidcarbonat/percarbonat ($Na_2H_3CO_6$)

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

Dræber mikrober

Ødelægger flygtige svovlforbindelser (fx $H_2S \rightarrow H_2SO_4$)

Ødelægger farvede forbindelser

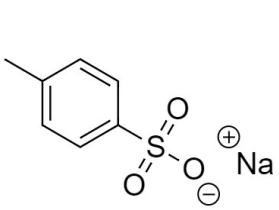
ANDRE KEMIKALIER INDEN FOR RENGØRINGSKEMI

Salte

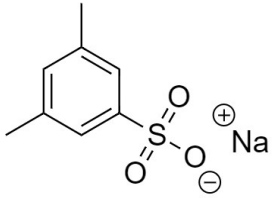
- Tilsættes for at tune opløselighed (kaldet hydrotroper) og aktivitet af surfaktanter
- pH-justering (buffer)
- Binding af metaller (fx kalcium i hårdt vand)

Hydrotroper: (hjælpestoffer)

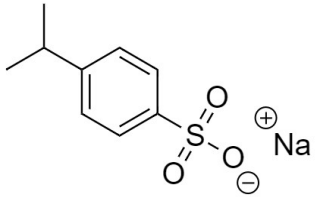
Normalvis kemikalierne toluene/xylene/cumene sulfonate



Toluene sulfonate

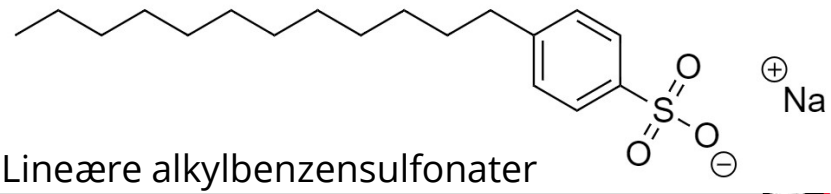


Xylene sulfonate



Cumene sulfonate

Hjælper med at opløse andre surfaktanter



Lineære alkylbenzensulfonater

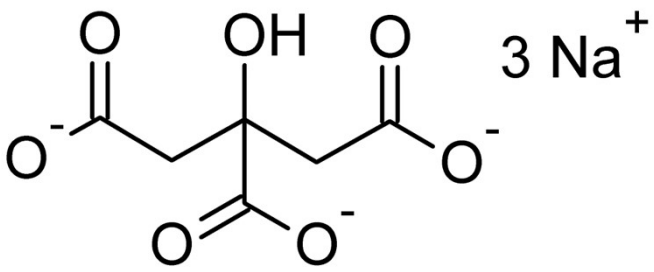
ANDRE KEMIKALIER INDEN FOR RENGØRINGSKEMI

Salte

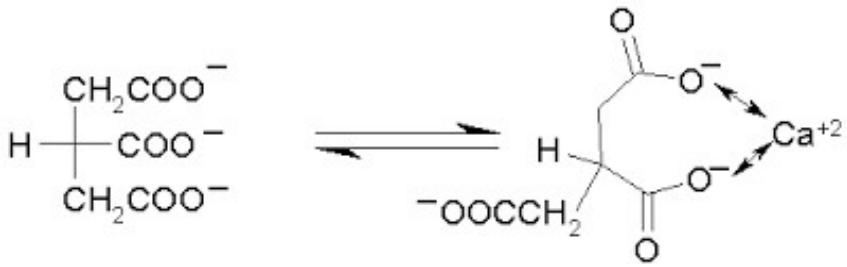
Blødgørere

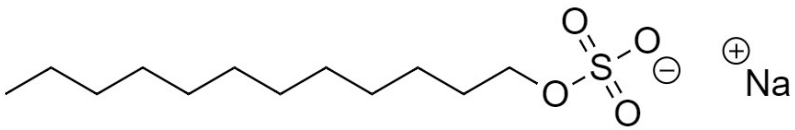
Salte der binder kalcium og magnesium.

Fx natriumcitrat



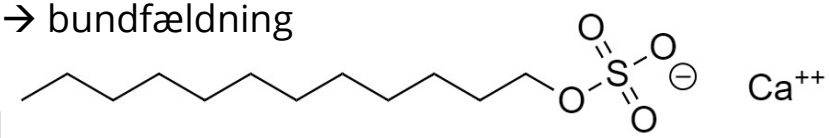
Citrat (citronsyre) har flere negative ladninger og kan binde Ca^{2+} og Mg^{2+}





Magnesium og calciumsalte er ofte uopløselige

→ bundfældning



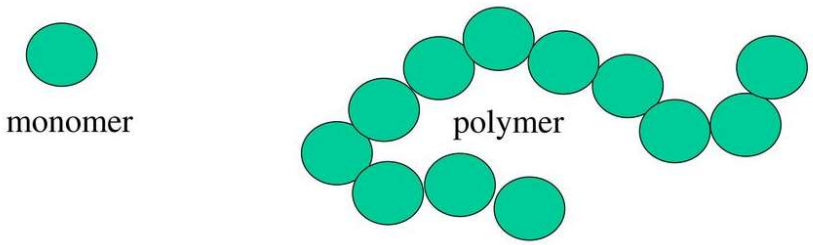
ANDRE KEMIKALIER INDEN FOR RENGØRINGSKEMI

Rheology modifiers

Fortykningsmidler, fx xanthangummi, polyakrylat osv.

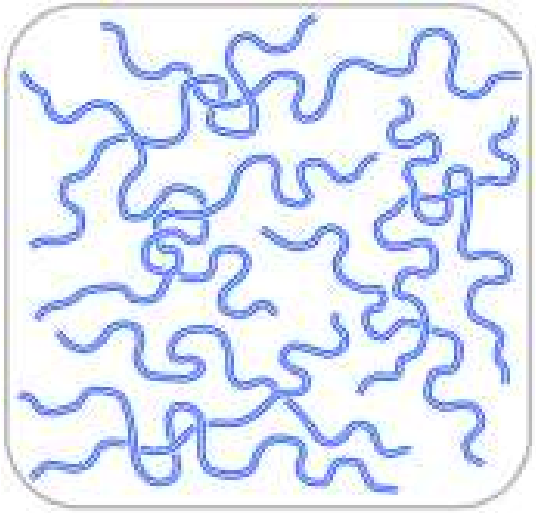
Korrekte flydeegenskaber bl.a. til dosering

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

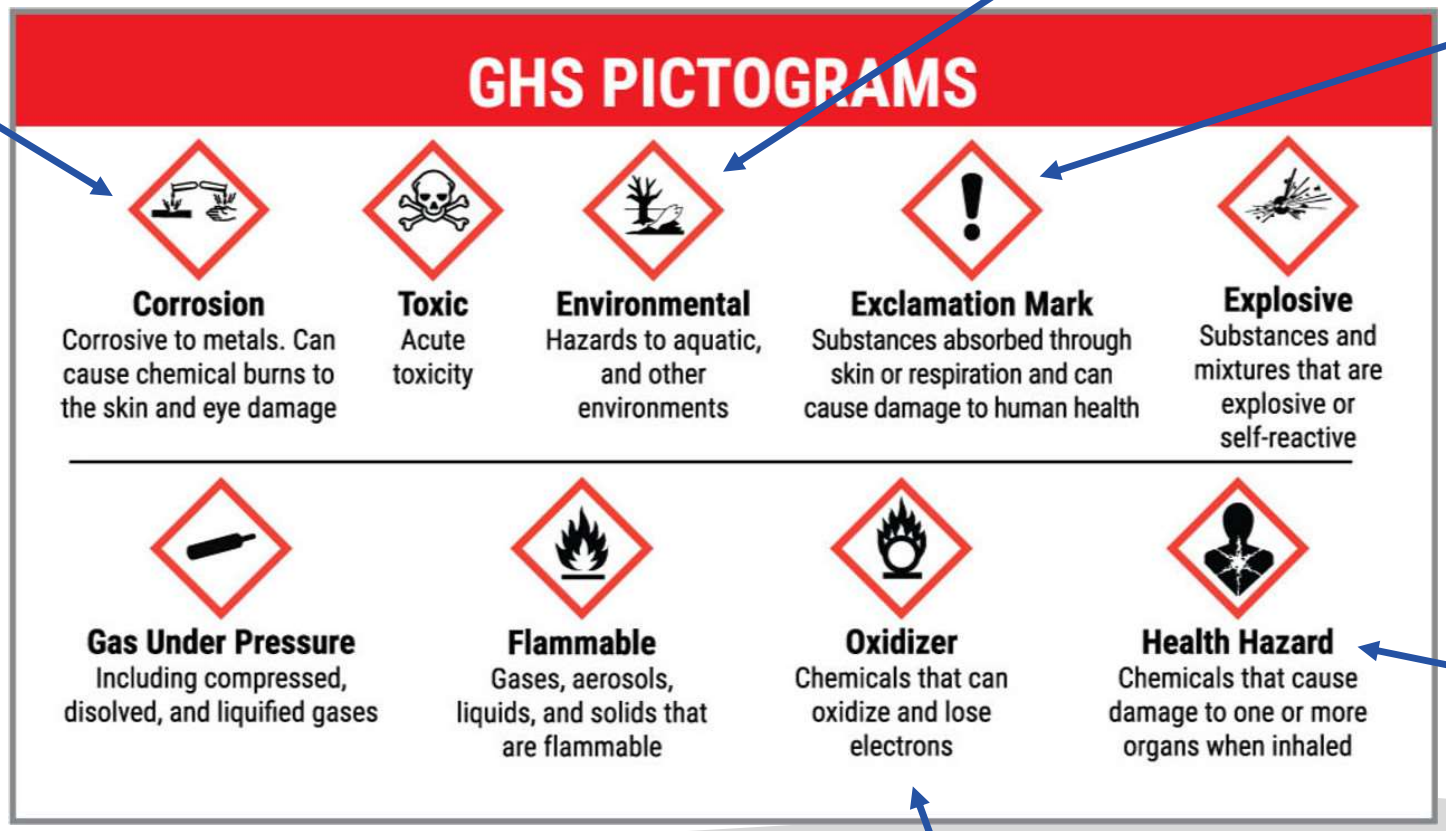
Kan have flere roller, fx hjælpe med at opløse andre stoffer i produktet

FAREMÆRKNING

Nogle surfaktanter
Konserveringsmidler
Oxidanter

Nogle surfaktanter
Konserveringsmidler
Oxidanter

Syrer
Baser
Nogle surfaktanter



Restkemi i nogle surfaktanter

Oxidanter

TEKNOLOGISK INSTITUT

MILJØPÅVIRKNING – LOVGIVNING

Affaldsklassificering: farligt affald

Slambekendtgørelsen — Yderligere oplysninger >

Bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål[1)]

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 overskrides eller nås 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<<.

MILJØPÅVIRKNING – LOVGIVNING

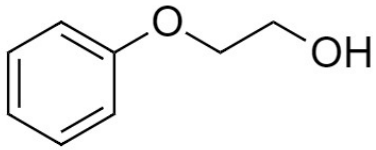
Environmental
Hazards to aquatic, and other environments

- 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

MILJØPÅVIRKNING – LOVGIVNING

Environmental
Hazards to aquatic, and other environments

- Nogle grænseværdier fra slambekendtgørelsen

C. Grænseværdier for miljøfremmede stoffer

Tabel 3

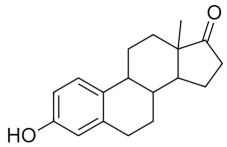
	mg pr. kg tørstof
LAS[1)]	1.300
å PAH[2)]	3
NPE[3)]	10
DEHP[4)]	50

1) LAS: Lineære alkylbenzensulfonater.

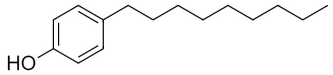
2) PAH: Polycykliske, aromatiske hydrocarboner. Σ PAH = Σ Acenaphthen, Phenathren, Fluoren, Fluoranthen, Pyren, Benzfluoranthener (b+j+k), Benz(a)pyren, Benz(ghi)perylen, Indeno(1,2,3-cd)pyren.

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

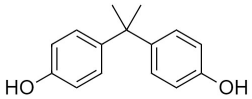
4) DEHP: di(2-ethylhexyl)phthalat.



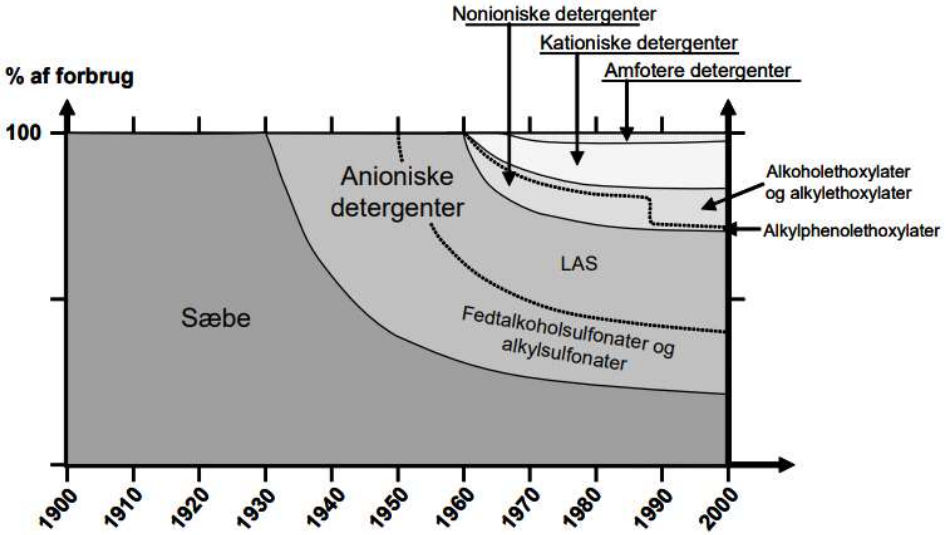
Østrogen



Nonylphenol



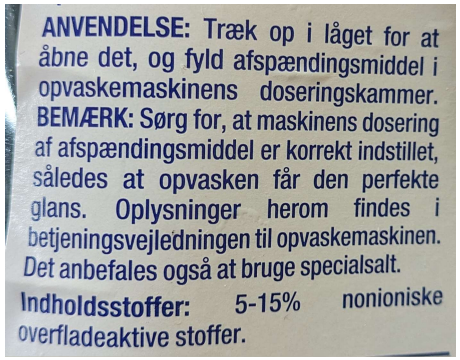
Bisphenol A



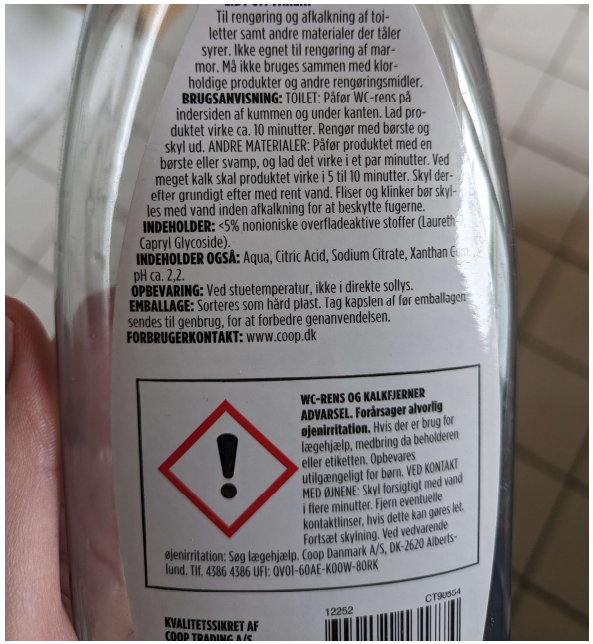
EKSEMPLER FRA HVERDAGEN

Shampoo

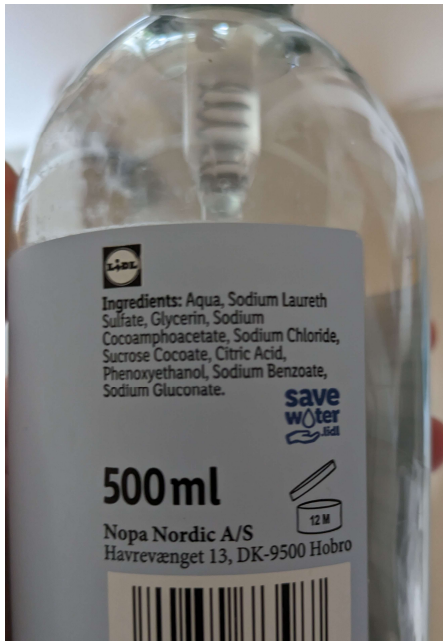
Afspændingsmiddel



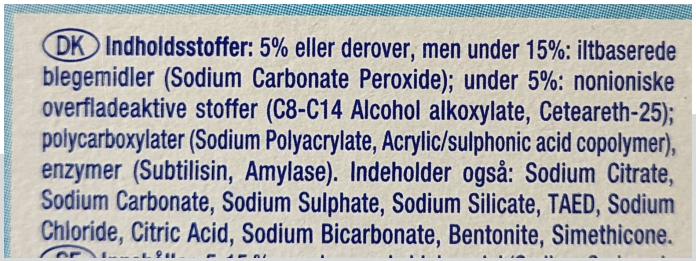
WC-rens



Håndsæbe



Opvasketabs



TEKNOLOGISK INSTITUT

PROGRAM FOR DAGEN

9.30-10.30:	Introduktion til kemi og rengøringskemi
10.30-10.50:	Pause
10.50-12.00:	Opløselighed og intro til surfaktanter og deres virkemåde
12.00-13.00:	Frokostpause
13.00-14.30:	Videre om surfaktanters og andre vaskeaktive stoffer Faremærkning og miljøpåvirkning
14:30-15.00:	**Pause – ”det store kagebord”**
15:00-16.00:	Fremtidens trends

TEKNOLOGISK INSTITUT

PROGRAM FOR DAGEN

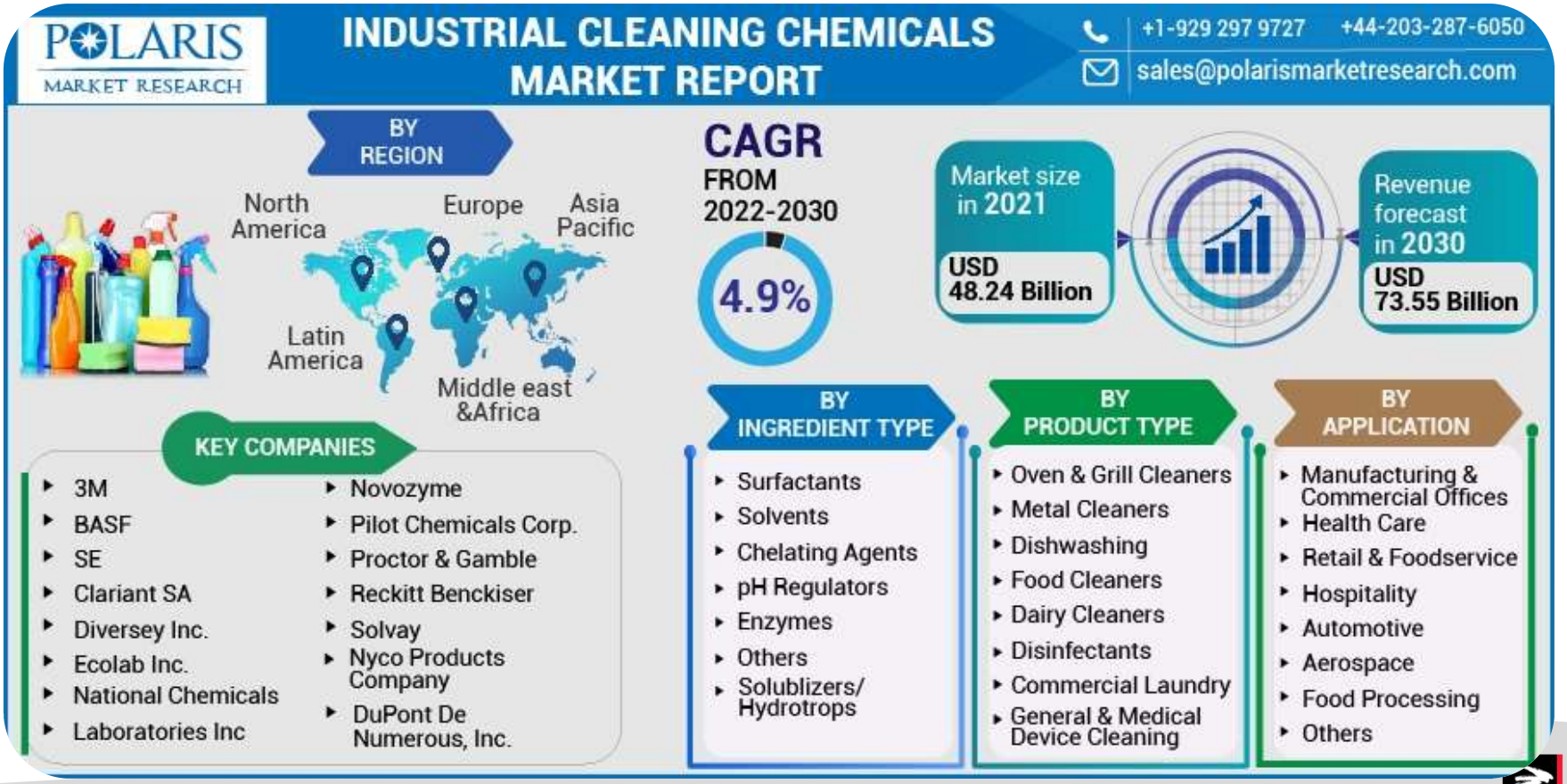
9.30-10.30:	Introduktion til kemi og rengøringskemi
10.30-10.50:	Pause
10.50-12.00:	Opløselighed og intro til surfaktanter og deres virkemåde
12.00-13.00:	Frokostpause
13.00-14.30:	Videre om surfaktanters og andre vaskeaktive stoffer Faremærkning og miljøpåvirkning
14:30-15.00:	Pause – ”det store kagebord”
15:00-16.00:	**Fremtidens trends**

TEKNOLOGISK INSTITUT

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 CO_2 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."

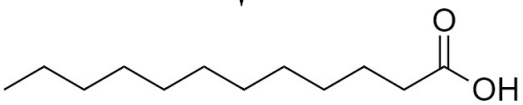
- Prashant Bapat, former Senior manager, Novozymes

Slides by Norfalk

PRODUKTION AF SURFAKTANTER – SYNTESE

Biomasse

Ekstraktion af biomasse

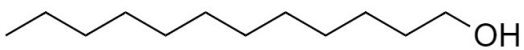


Råolie

Cracking af råolie

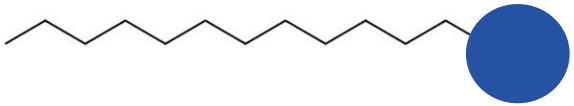
Ethylene, C_2H_4

Proceskemi



Fedt-alkohol

Reaktion med hydrofil hovedgruppe



"Regrettable substitute"

CO_2-udledning

Palmekerne fedt-alkohol : 5.3 kg CO2eq/kg

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

TEKNOLOGISK INSTITUT

[Grandiviewresearch]
[J Surfact Deterg (2016) 19:1333–1351]

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

TEKNOLOGISK INSTITUT

TRENDS

Bæredygtig produktudvikling → substitution

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

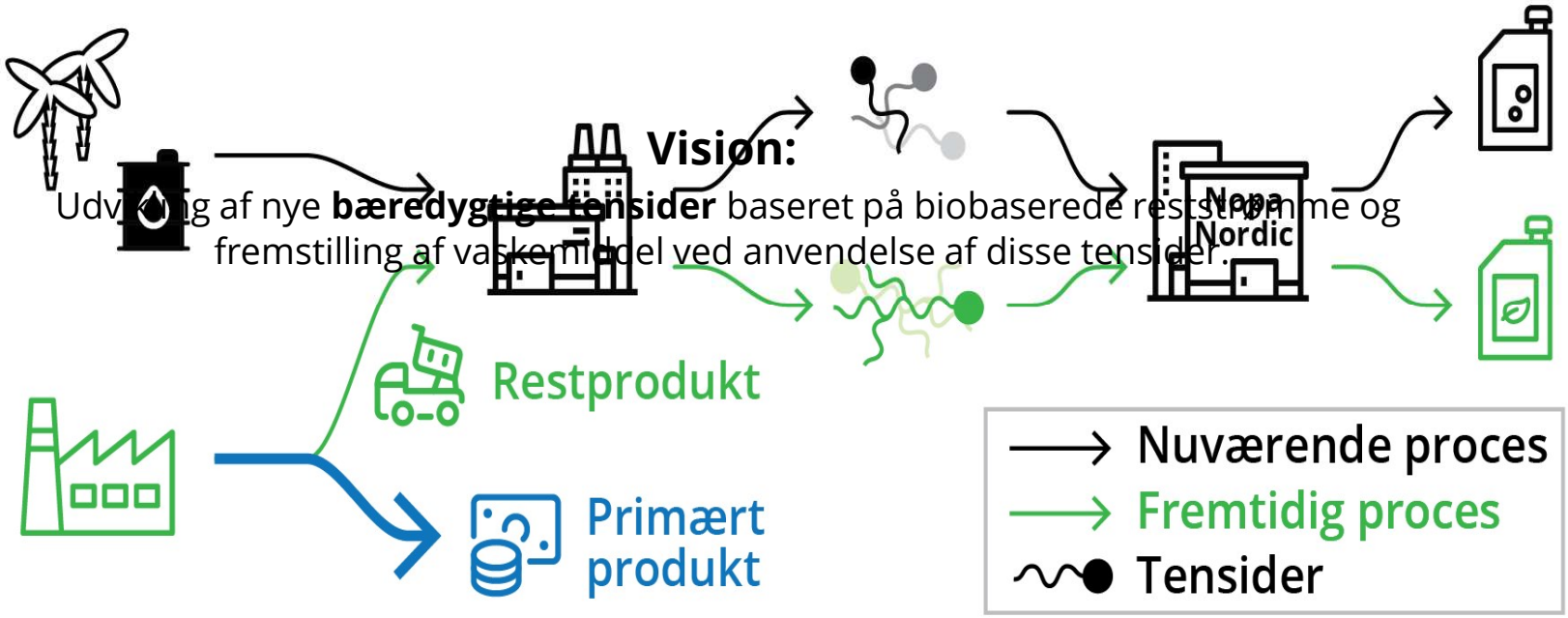
Procesoptimering

- Surfaktanter aktive ved lavere temperaturer
- Lavere dosering af kemi

Substitution

Substitution betyder erstatning. Det er en god ide at erstatte faremærkede produkter med nogle uden faremærkning, 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 faremærkning.

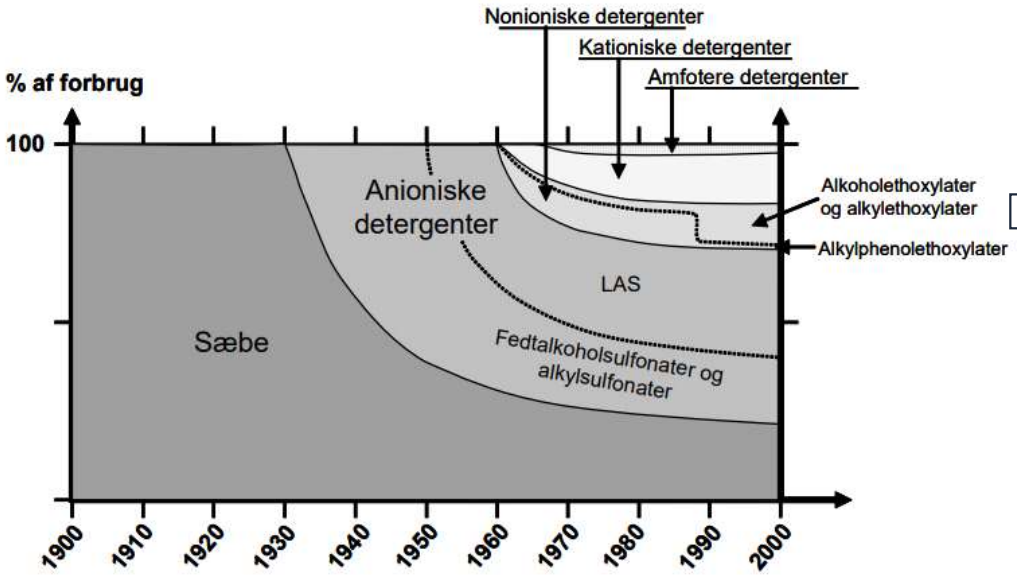
CASE: MILJØRIGTIGT VASKEMIDDEL



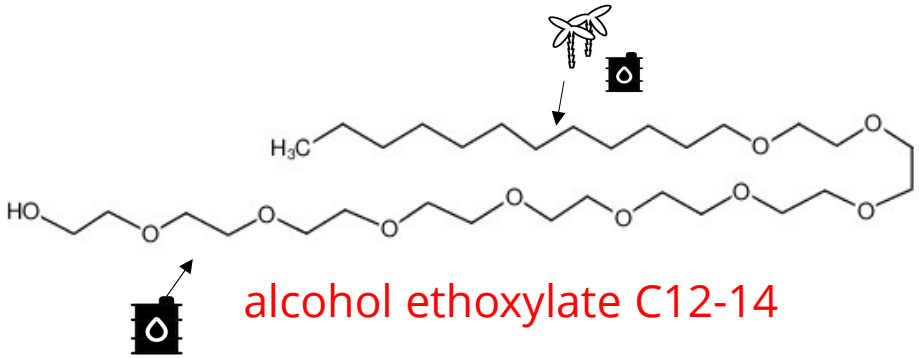
Vision:

Udvikling af nye **bæredygtige tensider** baseret på biobaserede reststrømme og fremstilling af vaskemiddel ved anvendelse af disse tensider.

I PROJEKTET VÆLGES AT ARBEJDE MED NON-IONISKE SURFAKTANTER



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



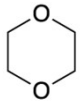
alcohol ethoxylate C12-14

TEKNOLOGISK INSTITUT

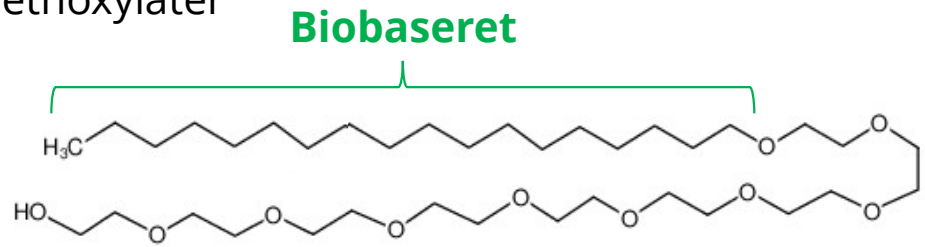
FØRSTE TEST, RESULTATER:
C18 MED FORSKELLIGE ETHOXYLATKÆDELÆNGDER

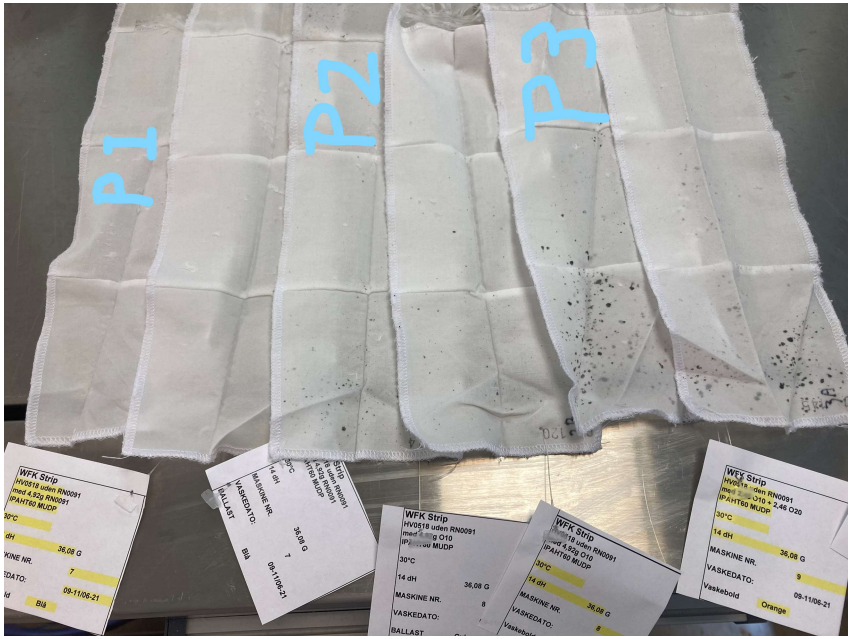
Udfordringer

- **Surfaktanter fejler i sekundær vasketest**
- 1,4-dioxan, som er klassificeret som B2 karcinogen overvåges løbende af FDA



- Energitung proces ift. fremstilling af ethoxylater





TEKNOLOGISK INSTITUT

KRAV TIL SURFAKTANTER

Reststrøm til hydrofob kæde

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

Procesbarhed af surfaktant

- Opløselighed
- Flydeegenskaber
- Arbejdsmiljø

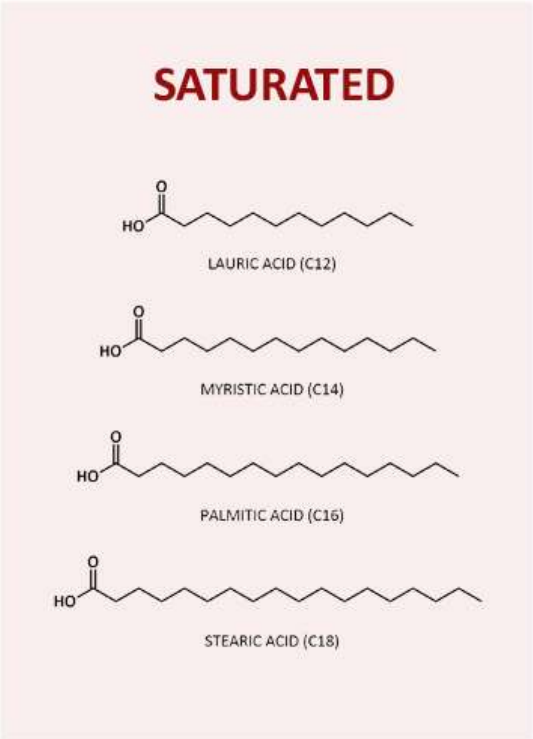
Performance af tensid

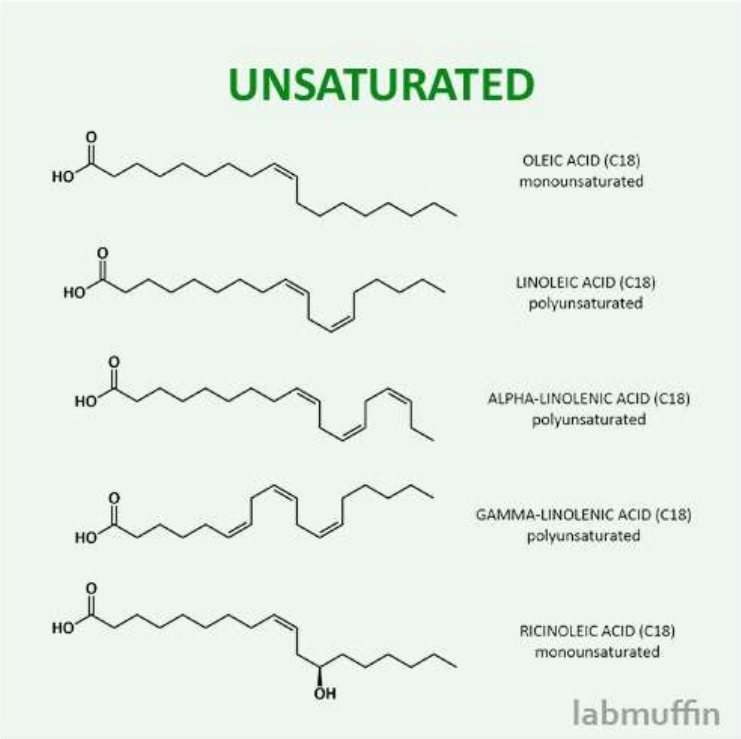
- Flydende primær effekt
- Flydende sekundær effekt

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

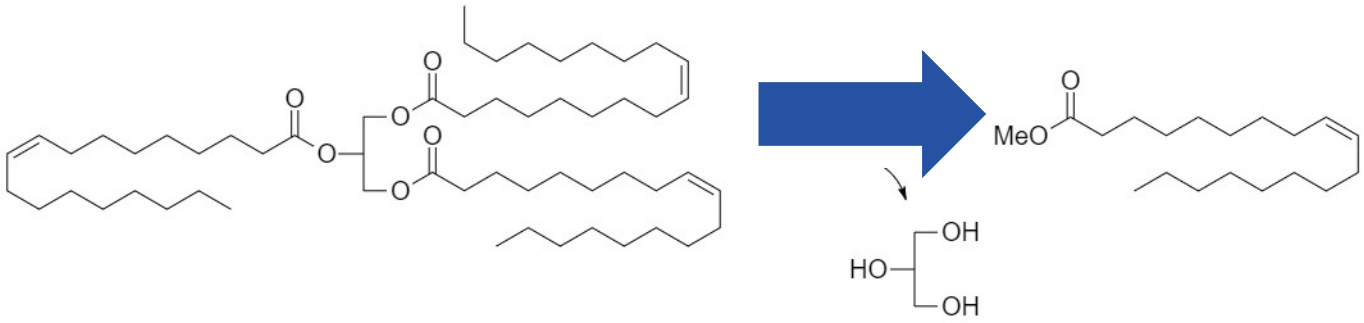




Tidligt i projektet bliver C18-reststrøm identificeret

TEKNOLOGISK INSTITUT

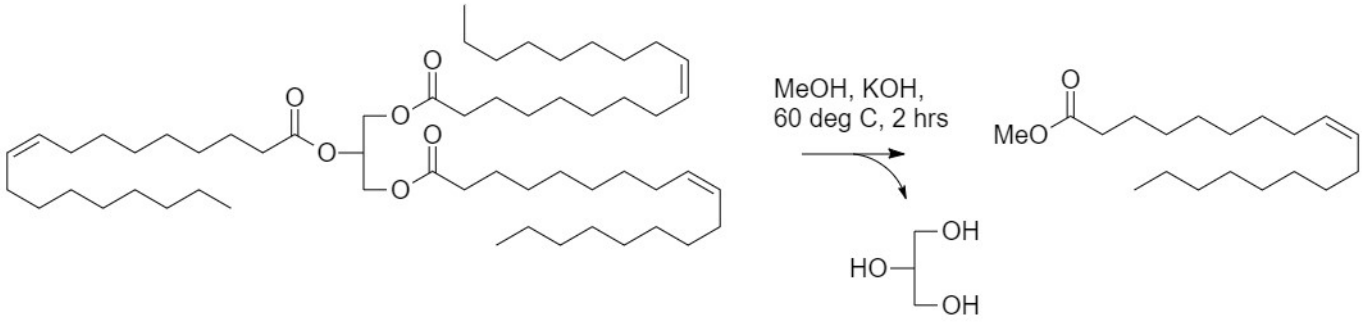
C18-SUKKER1 TENSID



TEKNOLOGISK
INSTITUT

C18-SUKKER1 TENSID

Kemisk reaktion 1

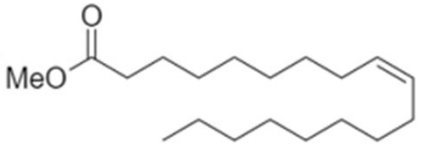


Fatty acid methyl ester

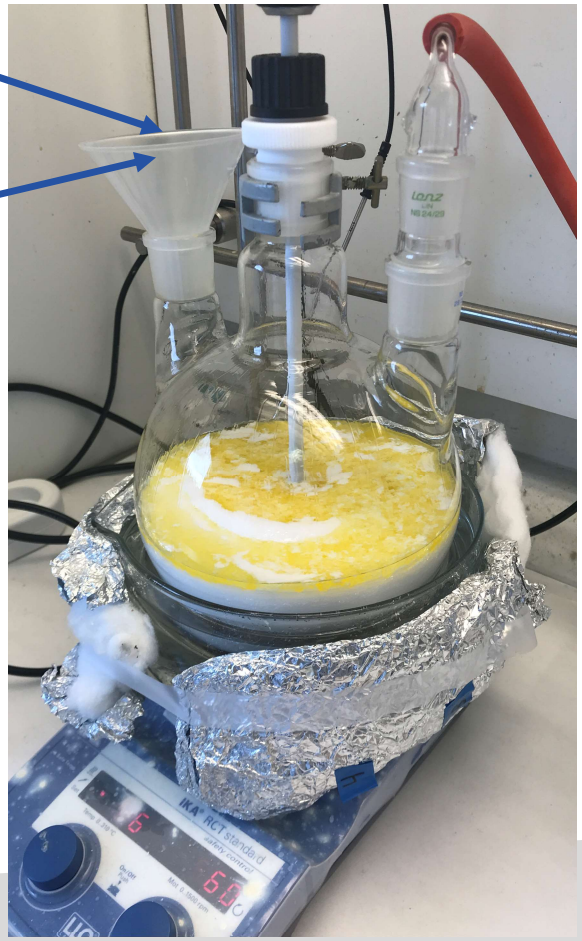
Glycerol, MeOH, KOH

TEKNOLOGISK INSTITUT

C18-SUKKER1 TENSID



Sukker1



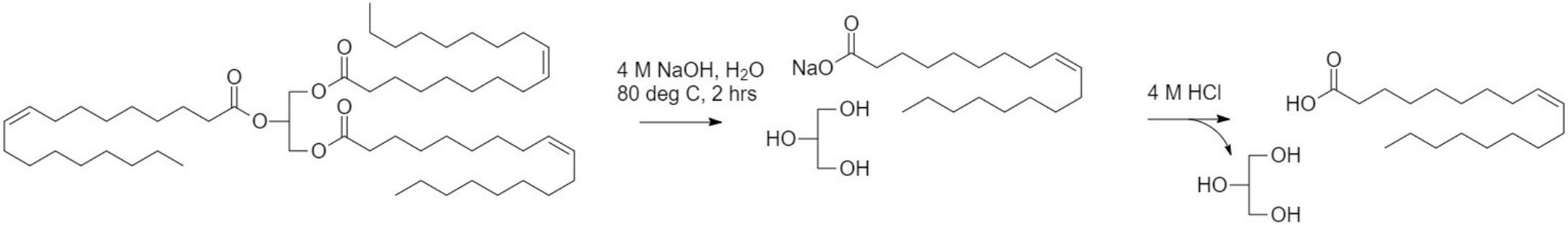
Kemisk reaktion 2

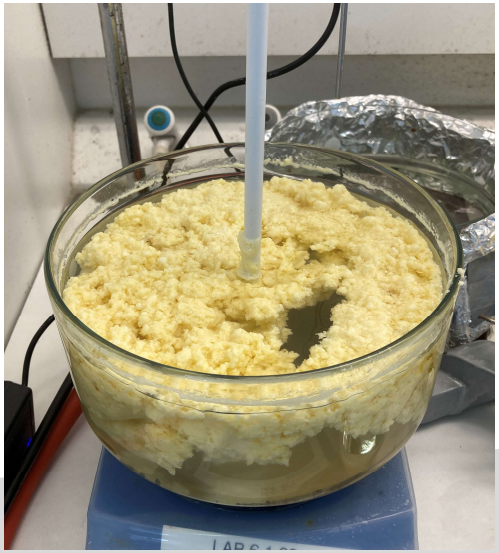
TEKNOLOGISK
INSTITUT

C18-SUKKER1 TENSID

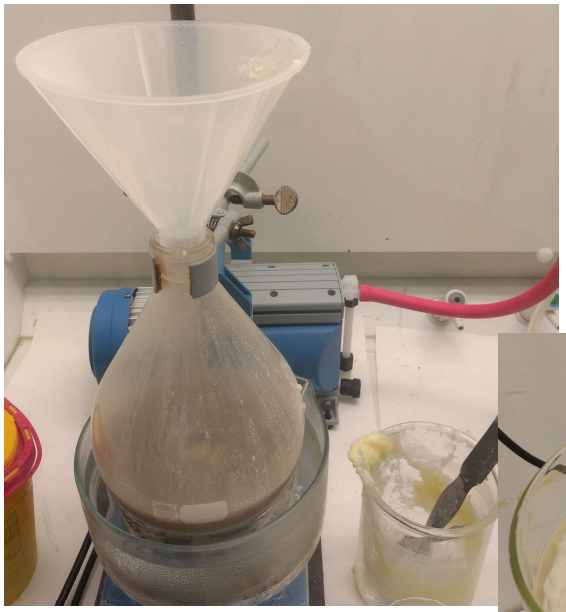
TEKNOLOGISK
INSTITUT

C18-SUKKER2 TENSID

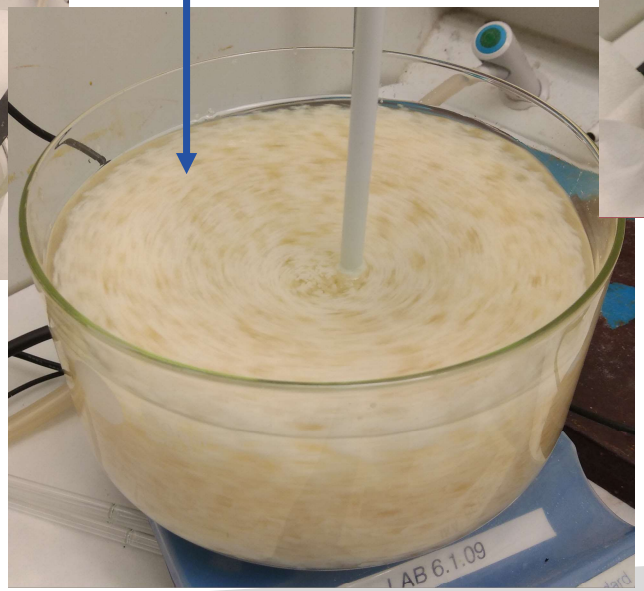


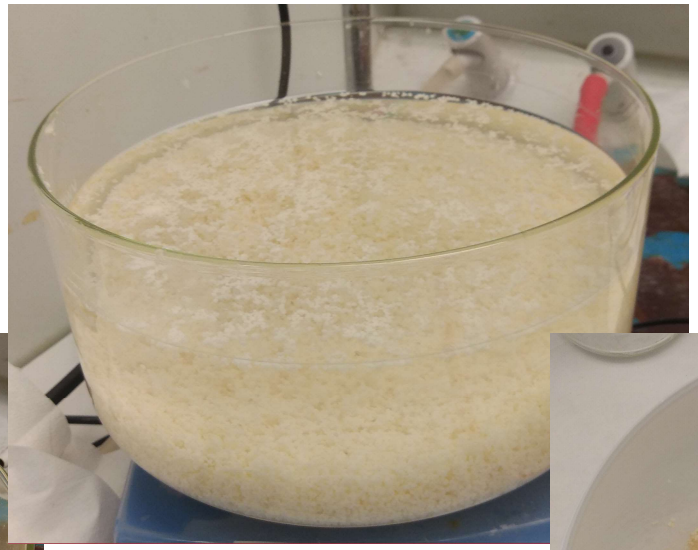


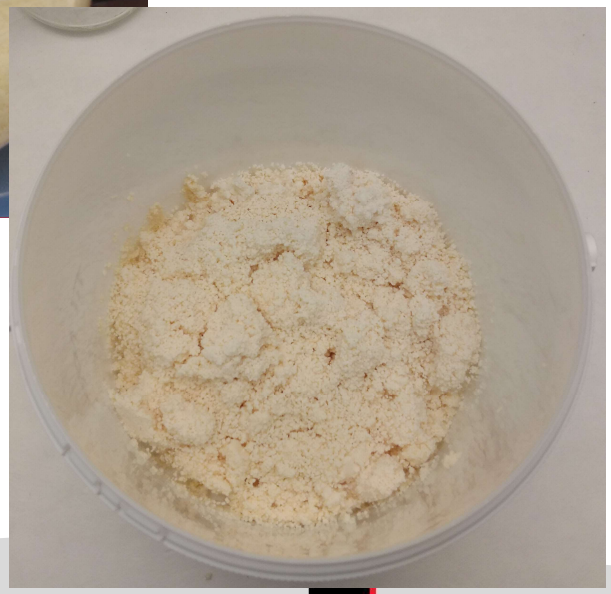
C18-SUKKER2 TENSID



Sukker2





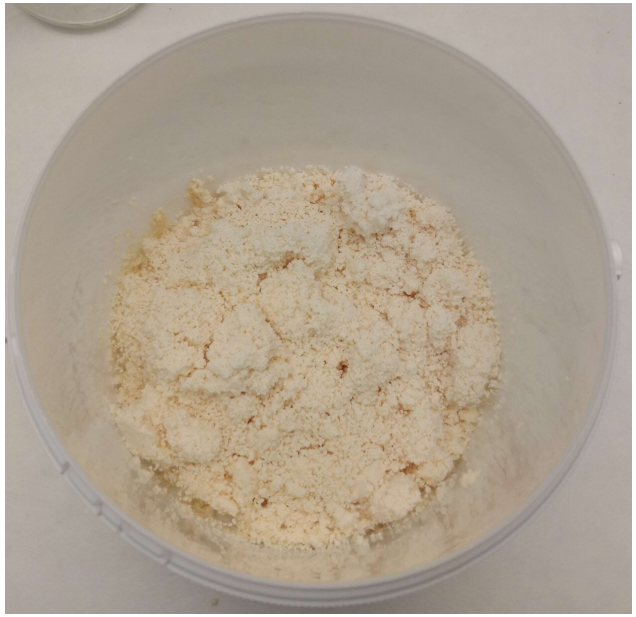


TEKNOLOGISK
INSTITUT

2 NYE SURFAKTANTER

C18-sukker1 tensid

C18-sukker2 tensid



TEKNOLOGISK
INSTITUT

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		IPAHT60 MUDP		IPAHT60 MUDP		IPAHT60 MUDP	
Product name		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	WE5LTWKC	50,63	1,58	51,77	0,91	51,00	1,02
Coffee	WE5ECWKC	60,60	1,06	61,02	0,33	61,20	0,79
Red Wine	WE5RWWKC	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	WE5TPWKC	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	WE5FSMWKC	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	WE5GMWKC	48,27	0,55	48,25	0,72	48,67	0,36
Sheep Blood - Double App	WE5DASBWKC	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)	WE5BBWKC	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

TEKNOLOGISK INSTITUT

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	

TEKNOLOGISK INSTITUT

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	WE5RWWKC	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	WE5DASBWKC	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

TEKNOLOGISK INSTITUT

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

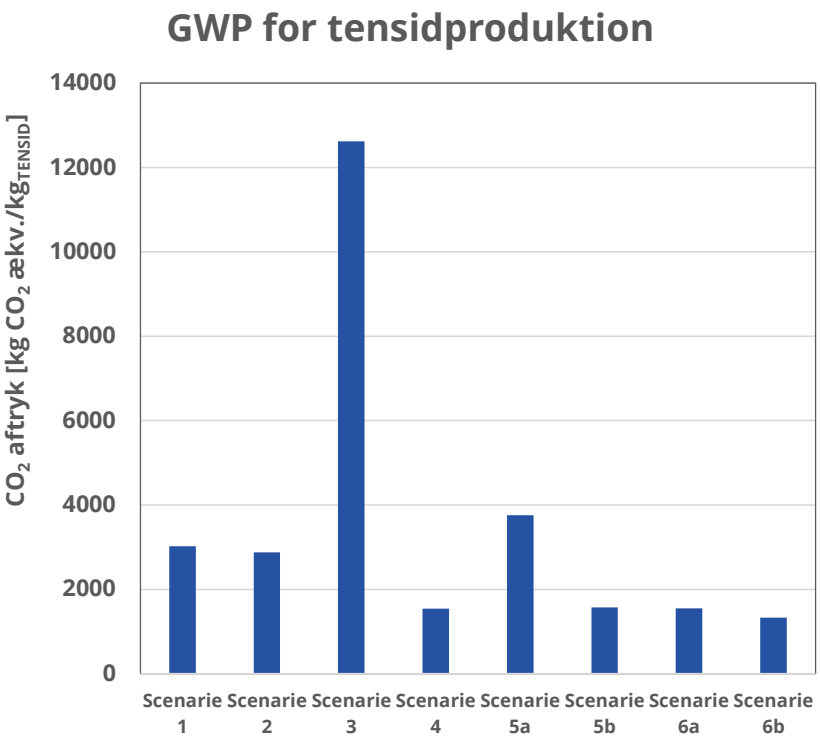
The total performance (**Average**) of the various products are statistical evaluated in the diagram below. We use the following colours:

- 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	

TEKNOLOGISK INSTITUT

KLIMABELASTNING (MECO)



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

3021 kg CO_2 Scenarie 1: Standard tensid til vaskepulver (AE3+AE7).

2881 kg CO_2 Scenarie 2: Standard tensid til flydende vask produkter (AE7).

12615 kg CO_2 Scenarie 3: C18-sukker2 tensid.

1543 kg CO_2 Scenarie 4: C18-sukker1, methanol.

3755 kg CO_2 Scenarie 5a: C18-sukker1 tensid, bio-ætanol fra rug.

1571 kg CO_2 Scenarie 5b: C18-sukker1 tensid, bio-ætanol fra sukkerroe.

1546 kg CO_2 Scenarie 6a: C18-sukker1 tensid, bio-ætanol fra rug med recirkulation.

1328 kg CO_2 Scenarie 6b: C18-sukker1 tensid, bio-ætanol fra sukkerroe med recirkulation.

TEKNOLOGISK INSTITUT

KONKLUSION

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

TAK FOR I DAG!

TEKNOLOGISK
INSTITUT