

I forbindelse med det eksperimentelle arbejde kan man ofte få brug for at fortynde en opløsning. Hvis man blot skriver, at opløsningen er blevet fortyndet, er den som regel blevet fortyndet med vand.

Til en fortynding af en opløsning (den kaldes ofte for stamopløsningen) benyttes som regel to hjælpemidler. Til venstre ses en fuld pipette, hvor der er påmonteret en pipettepumpe. På nærbilledet ses dels teksten på pipetten og dels den afmærkning (en ring), som angiver, hvortil pipetten skal fyldes.

Med pipette kan man nemt afmåle fx 25,0 mL (tre betydende cifre), og med målekolben er det nemt at tilsætte destilleret vand, så man har 250 mL (også tre betydende cifre). På halsen af målekolben er der indgraveret (ridset) en linje, som angiver, hvortil målekolben skal fyldes.

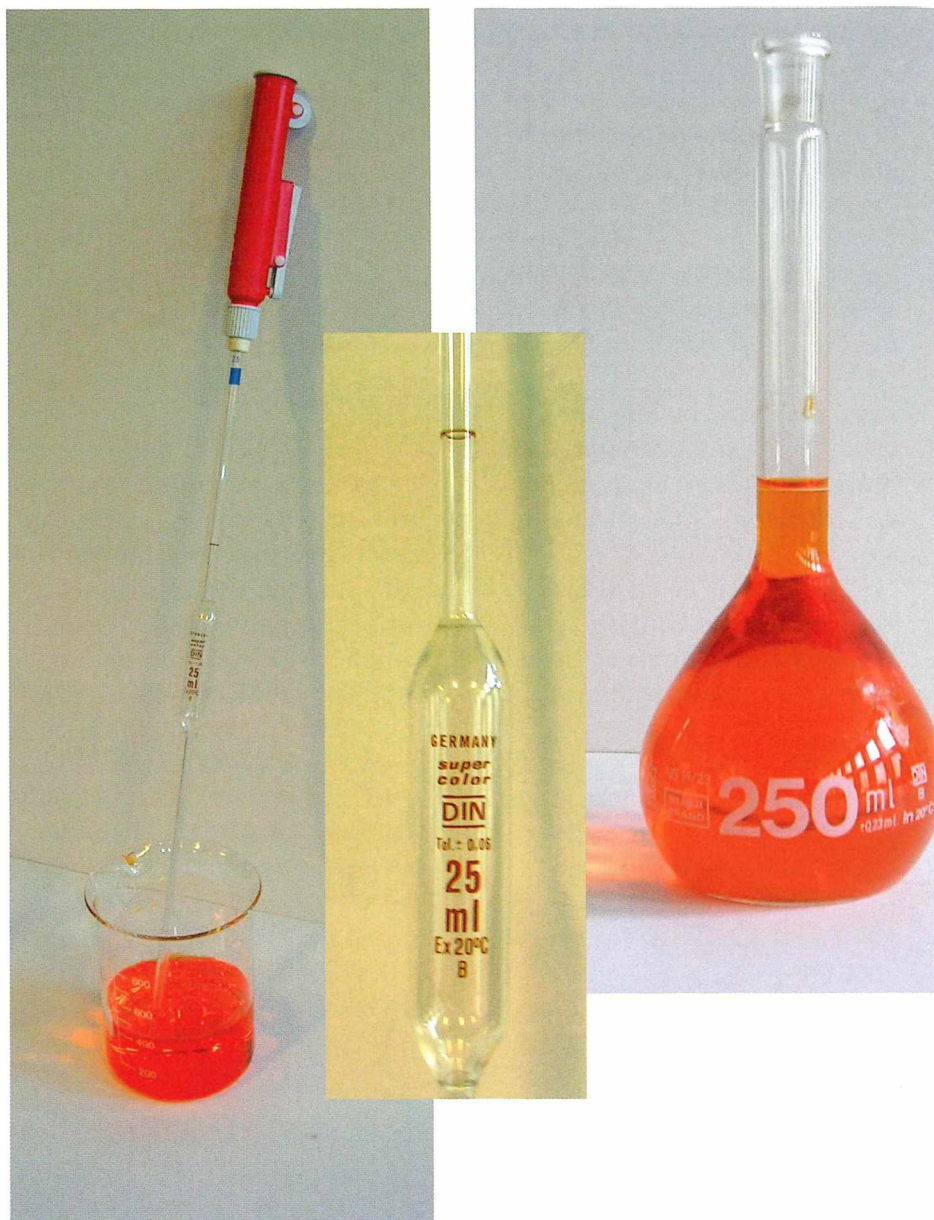
Det stof, som var i de 25,0 mL, er nu i et ti (10,0) gange så stort rumfang, og man siger, at opløsningen er blevet fortyndet 10 gange.

Ved anvendelse af en 10,0 mL pipette og en 1000 mL målekolbe er fortyndingen

$$\frac{1000 \text{ mL}}{10,0 \text{ mL}} = 100 \text{ gange}$$

Det er altså slutrumfanget divideret med startrumfanget, som angiver fortyndingen.

Når man siger, at en opløsning er blevet fortyndet ti gange, betyder det, at koncentrationen er blevet ti gange mindre!



Fortynding kan også anskues lidt mere matematisk:

Hvor meget "stof", der er i et givent volumen, kan beregnes som "stof" = $c \cdot V$. Da fortyndingen ikke fører til en ændring af, hvor meget "stof" der er i opløsningen, kan man skrive:

$$c_{\text{før}} \cdot V_{\text{før}} = c_{\text{efter}} \cdot V_{\text{efter}}$$

Det er koncentrationen efter fortynding, som skal beregnes - derfor får man:

$$c_{\text{efter}} = c_{\text{før}} \cdot \frac{V_{\text{før}}}{V_{\text{efter}}}$$

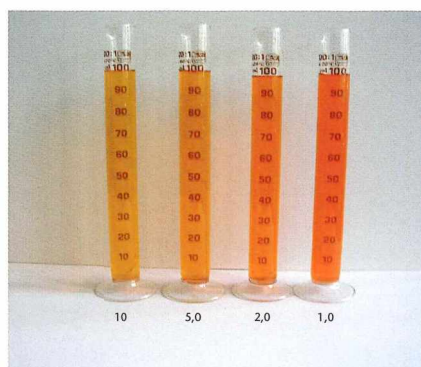
Hvis det ikke er vigtigt med præcisionen, kan man anvende måleglas.

På billedet ses, hvordan der er fyldt stamopløsning i nogle måleglas.



Måleglassene påfyldes så vand til 100 mL, og man kan se, hvordan man har fremstillet en fortyndingsrække.

Længst til venstre er fortyndingen 10 gange.



Det er forholdet mellem $\frac{100 \text{ mL}}{10 \text{ mL}} = 10$

Den næste er fortyndet 5 gange – forholdet mellem

$\frac{100 \text{ mL}}{20 \text{ mL}} = 5,0$ osv.

Yderligere fortynding kan opnås ved at fortynde de fortyndede opløsninger.

Det er en god idé med en lille etikette på glassene, så man kan holde styr på opløsningerne!

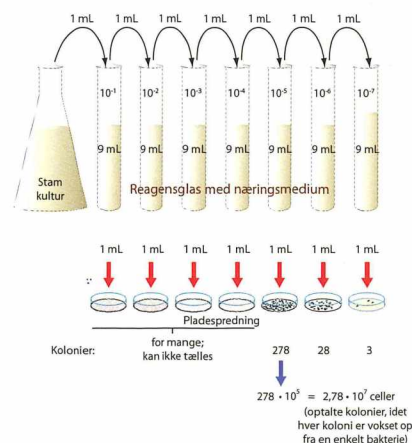
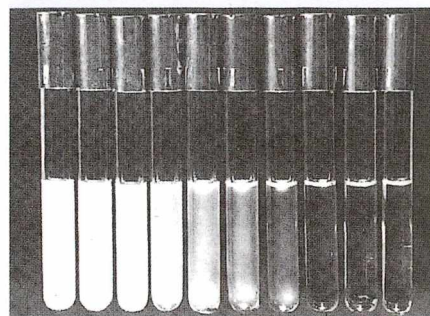
Vær opmærksom på, hvilken koncentrationsangivelse der anvendes. På drikkevarer er det ofte gram pr. 100 mL opløsning (W/V) – dog ikke øl, vin og spiritus hvor man anvender mL ren alkohol pr. 100 mL opløsning (V/V).

I metallegeringer angives der vægt pr. vægt. Altså fx gram kobber per 100 g sølv i et smykke. Ofte er angivelsen noteret med W/W, altså weight per weight.

Fortyndingsrække i mikrobiologi – et eksempel.

Fra højre mod venstre er lavet 10 gange fortyndinger af et tilsat antibiotikum til bakteriekulturer. Rækkefølgen er ufortyndet, 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} osv frem til 10^{-10}

Det fremgår, at der er bakterievækst – uigennemskigt og mælket indhold – i alle glas med højere fortynding end 10^{-2} . Den koncentration af antibiotikummet er altså den laveste, som er i stand til at bekæmpe den pågældende bakterie.



Andre eksempler

Skal antallet af bakterier i en prøve bestemmes, kan det ske ved at lave en fortyndingsserie, hvor den oprindelige prøve fortyndes 10, 100, 1000, 10.000, 100.000 og 1.000.000 gange. 1 mL af hver fortynding spredes ud på sterile petriskåle med et passende næringssubstrat og dyrkes i var-

meskab. En enkelt bakterie vokser frem til en koloni, som kan ses med det blotte øje, men i de svage fortyndinger vil der være så mange bakterier, at de ikke kan tælles. Når der på petriskålen er mellem 100 og 300 bakterier, er det muligt at optælle de enkelte bakteriekolonier.

Eksempel. Fortynding af saftvand

Bag på en flaske med saftvand står der, at den indeholder 80 gram sukker pr. 100 mL, og at saftvanden skal fortyndes så 1 del saft blandes med 7 dele vand.

Hvor mange gange er den færdige drik fortyndet, og hvor stor bliver sukkerkoncentrationen i den færdige drik?

Hvis man blander 10 mL saft med 70 mL vand fås 80 mL færdig drik, og saftvandet er derfor fortyndet 8 gange. Sukkerkoncentrationen er derfor også 8 gange så lille, hvilket svarer til 10 g sukker pr. 100 mL

Hvis tallene ikke er så pæne kan man benytte formlen:

$$\text{Koncentration efter} = \text{koncentration før} \cdot \frac{\text{volumen før}}{\text{volumen efter}}$$

$$\text{Koncentration efter} = \frac{80 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \cdot \frac{10 \text{ mL}}{(10 \text{ mL} + 70 \text{ mL})} = \frac{80 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \cdot \frac{1}{8} = \frac{10 \text{ g}}{100 \text{ mL}}$$

Øvelse: Gult farvestof i sodavand

Den gule farve i fx citronvand skyldes farvestoffet tartrazin. Farvestoffet er kunstigt fremstillet (syntetisk) og man har besluttet, at der i læskedrikke højst må være et indhold på 100 mg/L.

For at undersøge hvor meget tartrazin der er i gul sodavand, fremstilles der en række opløsninger med kendt koncentration.

200 mg (0,200 g) tartrazin opløses i en målekolbe så rumfanget bliver 1,00 L. Af denne stamopløsning fremstilles der fortyndede opløsninger med koncentrationerne: 100 mg/L, 50 mg/L og 25 mg/L.

Opløsningerne hældes op i hver sit 100 mL bægerglas. Der skal være lige meget i alle bægerglassene fx 50 mL. Så hældes der lige så meget gul sodavand i et bægerglas. Når alle glassene står på hvidt papir i god belysning kan man ved sammenligning omtrent bestemme hvor meget tartrazin der er i den gule sodavand.

Man skulle helst kunne se, at der er mindre end 100 mg/L!

Økologisk sukker, 32% økologisk saft (10% æble-saft, 10% jordbær-saft, 7% hyldebær-saft, 5% solbær-saft), vand, syre (citronsyre), naturlig aroma

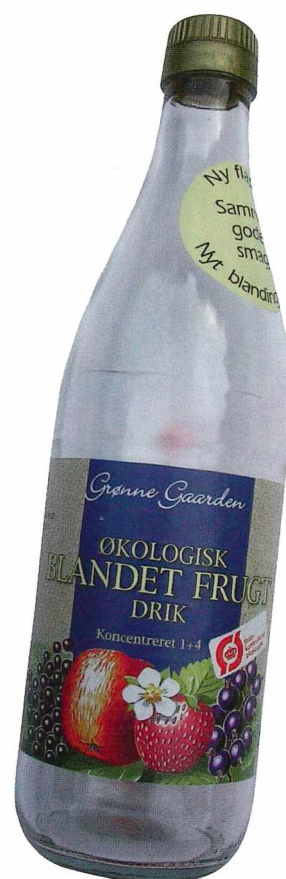
Næringsindhold pr. 100 ml:

	Koncentrat	Færdigdrik
Energi:	1.360 kJ 325 Kcal	170 kJ 40 Kcal
Protein	0-1 g	- g
Kulhydrat	80 g	10 g
Fedt	0-1 g	- g

Fortynding:
1 + 7 = 6 liter færdig frugtdrik

Bør omrystes før brug

Opbevaring:
Under 25°C. Bør ikke udsættes for sollys

**Øpgave**

På en anden flaske saftvand står der, at saften indeholder 50 gram sukker pr. 100 mL. Denne saftvand skal fortyndes i forholdet 1 til 4. Hvor mange gange er saftvandet fortyndet, og hvor stor er sukkerkoncentrationen i den færdige drik?