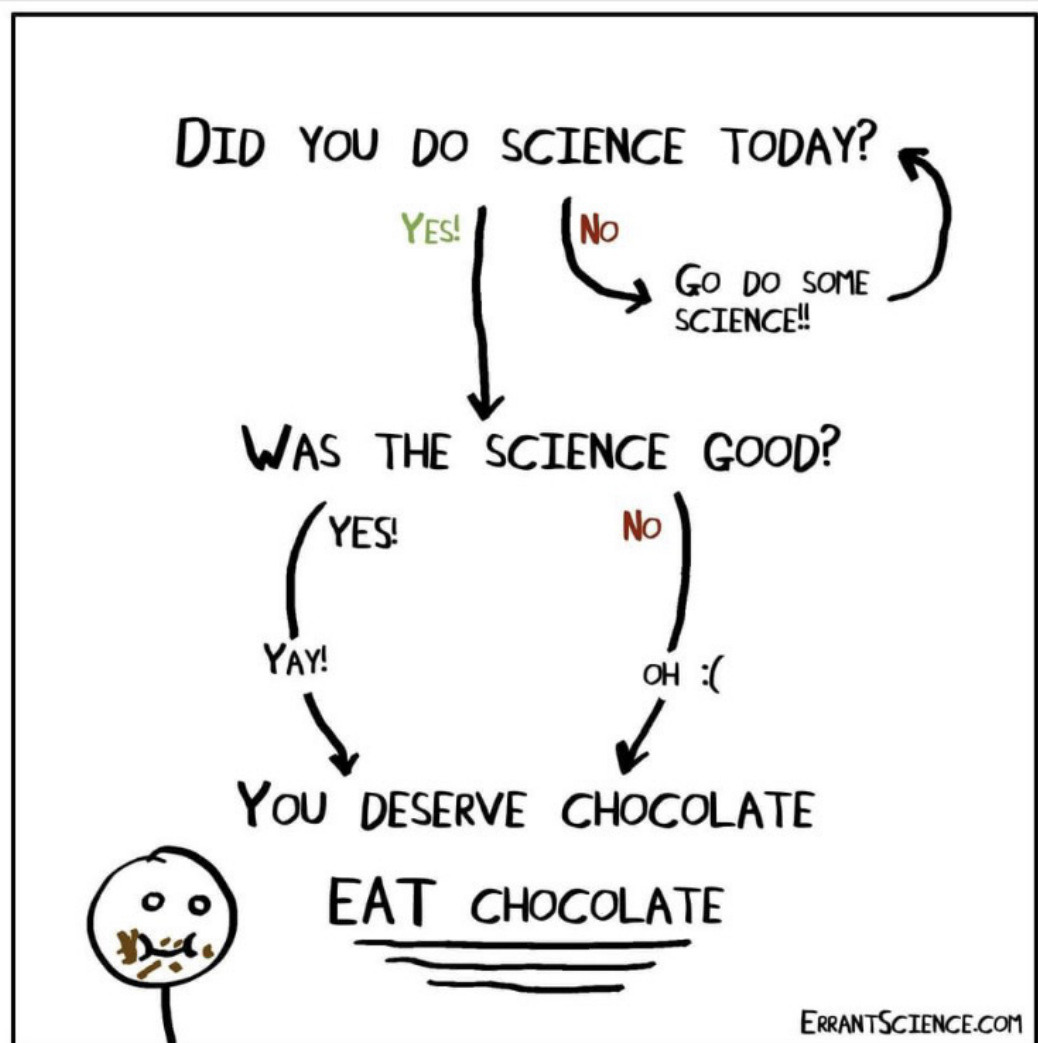


# Naturvidenskabeligt grundforløb

Skanderborg Gymnasium

2024



# Indholdsfortegnelse

<b>I Biologi</b>	<b>1</b>
<b>1 Eleven i kassen</b>	<b>2</b>
1.1 Overlever eleven? . . . . .	2
1.2 Biologisk variation . . . . .	2
1.3 Evolution og naturlig selektion . . . . .	3
1.4 Kønsforskelle . . . . .	5
1.5 Respirationssystemet . . . . .	6
<b>2 Insekter i stedet for bøffer?</b>	<b>9</b>
2.1 Bæredygtighed . . . . .	9
2.2 Kostens energigivende stoffer . . . . .	9
2.3 Fødekædeeffektivitet . . . . .	13
<b>3 Opgaver</b>	<b>17</b>
3.1 Biologisk variation . . . . .	17
3.2 Bæredygtighed . . . . .	19
<b>4 Eksperimenter</b>	<b>25</b>
4.1 Biologisk variation . . . . .	25
4.2 Hold vejret! . . . . .	28
4.3 Eleven i kassen . . . . .	29
4.4 Varmefrigivelse fra melbillelarver . . . . .	32
4.5 Respiration i melbillelarver . . . . .	33
4.6 Melbillelarvers fødekædeeffektivitet . . . . .	35

<b>II Bioteknologi</b>	<b>40</b>
<b>5 Find gerningsmanden!</b>	<b>41</b>
5.1 DNA's opbygning og funktion . . . . .	41
5.2 DNA profil . . . . .	44
5.3 Gelelektroforese - adskillelse af DNA . . . . .	46
5.4 Gener . . . . .	47
5.5 Stamtavler . . . . .	49
<b>6 Opgaver</b>	<b>52</b>
6.1 Laboratoriesikkerhed . . . . .	52
6.2 DNA's opbygning . . . . .	53
6.3 Faderskabssag . . . . .	55
6.4 Nedarvning . . . . .	56
6.5 Stamtavler . . . . .	58
6.6 Genteknologi . . . . .	60
<b>7 Eksperimenter</b>	<b>62</b>
7.1 Humangenetiske træk . . . . .	62
7.2 Gelelektroforese af DNA-spor . . . . .	63
<b>III Fysik</b>	<b>65</b>
<b>8 Romerlys</b>	<b>66</b>
8.1 Mekanisk energi . . . . .	66
<b>9 Gå glad i bad</b>	<b>69</b>
9.1 Energi i mange former . . . . .	69
9.2 Energi og effekt . . . . .	71
<b>10 Opgaver</b>	<b>74</b>
10.1 Mekanisk energi . . . . .	74
10.2 Energiomsætning . . . . .	76
<b>11 Eksperimenter</b>	<b>80</b>
11.1 Elastiskud . . . . .	80
11.2 Hoppende bold . . . . .	81
11.3 Romerlys som ildkaster . . . . .	83
11.4 Energiforbrug ved opvarmning . . . . .	84

<b>IV Kemi</b>	<b>86</b>
<b>12 Hvem skrev beskeden?</b>	<b>87</b>
12.1 Lys og farver . . . . .	87
12.2 Spektrofotometri . . . . .	88
<b>13 Din gamle mobil er guld værd</b>	<b>90</b>
13.1 Grundstoffer og det periodiske system . . . . .	90
13.2 Ioner . . . . .	93
13.3 Spektrofotometri og koncentration . . . . .	95
<b>14 Opgaver</b>	<b>97</b>
14.1 Variable . . . . .	97
14.2 Spektre og farver . . . . .	100
14.3 Atomer og det periodiske system . . . . .	103
14.4 Ioner . . . . .	105
14.5 Absorbans og koncentration . . . . .	106
14.6 Skolens grundstoffer . . . . .	109
<b>15 Eksperimenter</b>	<b>112</b>
15.1 Farvestoffer . . . . .	112
15.2 Hvem skrev beskeden? . . . . .	115
15.3 Kobberindhold i en printplade . . . . .	118
<b>V NV-håndbogen</b>	<b>123</b>
<b>16 Hvad er naturvidenskab?</b>	<b>124</b>
16.1 De naturvidenskabelige fag . . . . .	124
16.2 Den naturvidenskabelige arbejdsmetode . . . . .	124
16.3 NV-trekanten . . . . .	125
<b>17 Variable</b>	<b>127</b>
17.1 Kvalitative og kvantitative variable . . . . .	127
17.2 Afhængig og uafhængig variabel . . . . .	128
17.3 Variabelkontrol . . . . .	128
17.4 Sammenhæng mellem variable . . . . .	129

<b>18 Forsøg</b>	<b>131</b>
18.1 Variabelkontrol . . . . .	131
18.2 Fejkilder . . . . .	131
18.3 Måleusikkerhed . . . . .	131
18.4 Kontrolforsøg . . . . .	132
18.5 Dobbeltbestemmelse . . . . .	133
18.6 Reproducerbarhed . . . . .	133
18.7 Biologisk variation . . . . .	133
<b>19 Data</b>	<b>135</b>
19.1 Forsøgsbeskrivelse . . . . .	135
19.2 Grafer . . . . .	135
19.3 Figurtekster . . . . .	136
19.4 Beregninger . . . . .	136
19.5 Betydende cifre . . . . .	137
<b>20 Formål, hypotese og konklusion</b>	<b>138</b>
<b>21 Modeller og teori</b>	<b>140</b>
21.1 Kvalitative modeller . . . . .	140
21.2 Kvantitative modeller - regressionslinjer og fit . . . . .	142
<b>22 Håndtryk - et analyse-eksempel</b>	<b>144</b>
22.1 Fra iagttagelse til model . . . . .	144
22.2 Kontrol af modellen . . . . .	146
22.3 Fra model til data . . . . .	146
<b>Bilag</b>	<b>148</b>
<b>A LoggerPro</b>	<b>149</b>
A.1 Skærmen . . . . .	149
A.2 Menulinien . . . . .	150
<b>B Graphical Analysis</b>	<b>151</b>
B.1 Tilslutning af sensor . . . . .	151
B.2 Indstilling af målinger . . . . .	151
B.3 Indstil målepunkter . . . . .	152
B.4 Skærbillede . . . . .	153
B.5 Lineær regression . . . . .	153

## Forord

Med temaerne *CSI* og *bæredygtighed* har det været vores intention at opbygge et NV-forløb med fokus på cases og aktuelle problemstillinger, der kan undersøges vha. af det som alle naturvidenskabelige fag har til fælles: *eksperimentelle undersøgelser*.

Med forløbet er det vores håb at I, kære elever, vil få et lille indblik i, hvad de fire naturvidenskabelige fag *fysik, kemi, biologi* og *bioteknologi* er i gymnasiet, og at I kan få en fornemmelse af, hvor stor betydning fagene har for jer selv og for jeres hverdag.

I kompendiet har vi samlet alt det materiale, I skal bruge i NV-forløbet. God læselyst og ikke mindst god fornøjelse med eksperimenterne!

Forfatterne og redaktionen

Maj 2024

**Del I**  
**Biologi**

# Kapitel 1

## Eleven i kassen

### 1.1 Overlever eleven?

En elev har fået konfiskeret sin soundbox og den står nu på rektors kontor. *Panik!* Der skal være musik til forfesten på fredag, så hvad nu?! Døren står ofte åben ind til rektor, og en dag opdager eleven at stolen er tom, så nu er chancen der. Eleven går ind på kontoret midt i 3. modul og skal til at tage soundboxen, men hører pludselig trin udenfor døren. I hjørnet står en stor kasse med låg som eleven hopper op i og lukker låget. Men hvor lang tid skal eleven vente, før vedkommende kan slippe ud?

For at kunne svare på dette er vi nødt til at rekonstruere hændelsen og derved finde ud af, hvor lang tid et menneske kan overleve i en lukket boks. Vi er i den forbindelse nødt til at kende og kroppens organsystemer, med særligt fokus på åndedrætssystemet. Vi er desuden nødt til at forstå betydningen af begrebet biologisk variation.

### 1.2 Biologisk variation

Hvis man ser godt efter, vil man se, at der er stor variation af dyrs udseende og egenskaber. Dette kaldes også fænotypisk variation, og ses overalt i naturen. Selv blandt individer der overfladisk ligner hinanden til forveksling, er der variation, se figur 1.1 på den følgende side.

Biologiske variation kan lidt forsimplet inddeles i to hovedtyper. Den ene type variation er f.eks. forskelle i blodtyper, laktoseintolerans (manglende evne til at fordøje mælk) eller farvetegninger hos dyr. Fælles for disse er, at egenskaben typisk bestemmes af ét eller få gener, og at der kun er få mulige fænotyper. Denne type variation kan ofte bestemmes med optælling og f.eks. præsenteres som den procentvise fordeling (frekvensen) af de forskellige fænotyper. Se fordelingen af blodtyper i Danmark i tabel 1.1 på næste side.

Den anden type variation er egenskaber som kan måles og vejes, og hvor





**Figur 1.1:** Biologisk variation kan f.eks. være forskel i størrelse eller farvemønster. Fænotypen er summen af de egenskaber hos et individ, der kan iagttages ved fotografering, måling og vejning m.m.

**Tabel 1.1:** Fordeling af blodtype i den danske befolkning.

Blodtype	A	B	AB	0
Frekvens (%)	44	10	5	41

der findes et meget stort antal mulige fænotyper. Det kan f.eks. være højde, bredde, længde og vægt af en bestemt legemsdel på et individ eller af hele individet f.eks. længden på giraffers hals. Det kan dog også være mere bio-kemiske egenskaber som forskelle i f.eks. enzymeres effektivitet. Denne type variation er ofte bestemt af et samspil af flere forskellige gener og det omgivende miljø.

Forskelle mellem individer kan have forskellige baggrunde, men det er kun den arvelige andel af variationen, der er gives videre til næste generation. Den biologiske variation er derfor en uundværlig grundsten i evolutionsprocessen. For uden variation kan der ikke ske evolution.

### 1.3 Evolution og naturlig selektion

Evolution er et begreb, der beskriver hvordan arter udvikler sig på over tid. Ifølge evolutionsteorien sker der hele tiden en naturlig udvælgelse af de individer af en art, som er bedst tilpasset et bestemt miljø. Hvis miljøet ændrer sig, vil de individer med egenskaber, der giver dem en fordel i det nye miljø, være dem der overlever og får flest unger. Dette kaldes også naturlig selektion. Når miljøet forandrer sig, vil der med tiden (mio. år) opstå helt nye arter med helt nye egenskaber.

Det har f.eks. vist sig, at der er en sammenhæng mellem hvordan mennesker bliver påvirket af sygdom og deres blodtype. I store dele af Afrika er der således flest mennesker med blodtype 0 eller B, da personer med blodtype A har større risiko for at dø af malaria. Personer med blodtype 0 har desuden mindre risiko for at blive smittet med covid-19 og har dermed en evolutionær fordel.

Et andet eksempel på variation er menneskers højde. Menneskets højde er et træk der både påvirkes af gener og miljø. Arkæologiske undersøgelser har vist, at menneskers højde i Danmark har varieret meget, primært pga. af miljøvariation - især kost og sygdomme. Jernalder-mennesket var noget højere end de der levede i stenalderen. I jernalderen var klimaet mildt og der var relativ let adgang til kød og fisk. Igennem middelalderen faldt højden igen. Klimaet var mindre gunstigt, kosten ændrede karakter mod et mere kornbaseret indhold. Herudover boede der flere i byerne - under uhygiejniske forhold der gav grobund for sygdomme. Alle disse faktorer var med til at presse højden ned.

Disse ændringer skyldes ikke genetiske ændringer, og selvom vi har set meget forskellige ud med hensyn til højde, er der altså ikke sket nogen egentlig evolution. Gennem den relativt korte periode har menneskene haft samme genetiske potentiale for højde, men pga. forskellige miljøforhold har menneskene haft mulighed for at opfylde dette potentiale i forskellig grad. I dag er ernæringen i vores del af verden tæt på at være optimal og gennemsnitshøjden er da også steget i takt med at sundheden er blevet bedre. Højden er dog nu ved at være maksimal, dvs. at vi i Danmark stort set udnytter vores genetiske potentiale for højde. Tilbage er der genetisk variation for højde, hvilket betyder, at når mennesker i dag har forskellig højde skyldes det primært forskel i genetiske varianter, hvor højden tidligere var mere påvirket af ernæring og sygdomme.<sup>1</sup>

Kigger vi på andre folkeslag, har de muligvis en anden genetisk højde end os. I Arktis hvor kulden er ekstrem, er den en fordel være lille og tæt bygget. Der har derfor været naturlig selektion for denne kropstype. I Sahara er det en fordel at være høj og spinkel, da det er nemmere at komme af med varmen (figur 1.2 på den følgende side).

Hvis det her i Danmark pludselig bliver en fordel for vores overlevelse, at vi enten er højere eller lavere, vil vi måske over tid se en ændring i den del af højden, der er bestemt af vores gener.

---

<sup>1</sup>Hentet fra Frøsig et al. (2020) og evolution.dk.



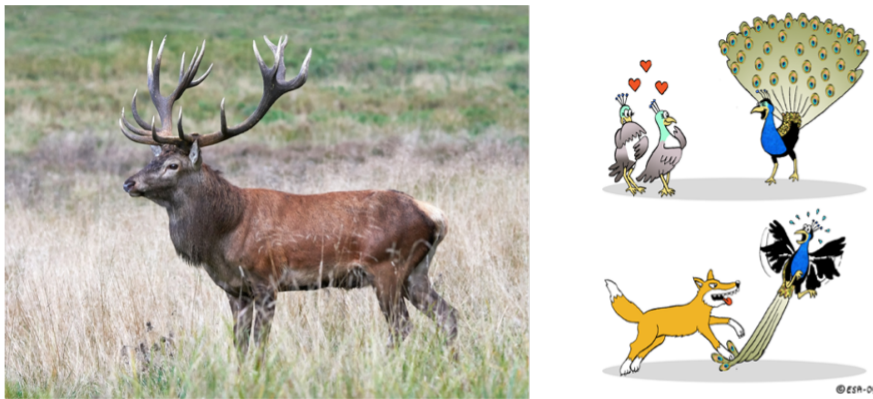
**Figur 1.2:** Klimaet kan påvirke evolutionen og have betydning for højden i en befolkning.

## 1.4 Kønsforskelle

Forskelle mellem individer kommer også til udtryk ved sammenligning af biologisk køn. Det biologiske køn defineret genetisk. Kvinder har to X-kromosomer, mens mænd har et X- og et Y-kromosom. Tænk bare på forskellen mellem en han og hunedderkop eller størrelsen på en han og hungorilla. Det gælder også hos mennesket. Hos mennesker kan der være stor biologisk variation imellem to personer af samme køn, men der er også fysiologiske og biokemiske forskelle mellem mænd og kvinder.

Når dyr vælger en mage, sker det ofte ud fra nogen bestemte ydre kriterier som fortæller noget om den andens evne til at få sundt og raskt afkom. Det kan f.eks. være forskelle i størrelsen af geviret hos krondyr eller fjerdragten hos påfugle (figur 1.3 på næste side). Hannen viser, at den har det flotteste gevir eller den flotteste hale og fortæller dermed hunnen, at den er stærk og kan lave mange sunde levedygtige unger. Den biologiske variation kan således være med til at bestemme hvilke individer der får flest unger. Dette også kaldes seksuel selektion.

I den næste øvelse skal vi undersøge biologisk variation i klassen ved at registrere og måle udvalgte individuelle egenskaber. Vi vil desuden undersøge om nogen af forskellene kan forklares ud fra kønnet.



**Figur 1.3:** Han og hunpåfugl og seksuel selektion samt en kronhjortehan med flot gevir.

## 1.5 Respirationssystemet

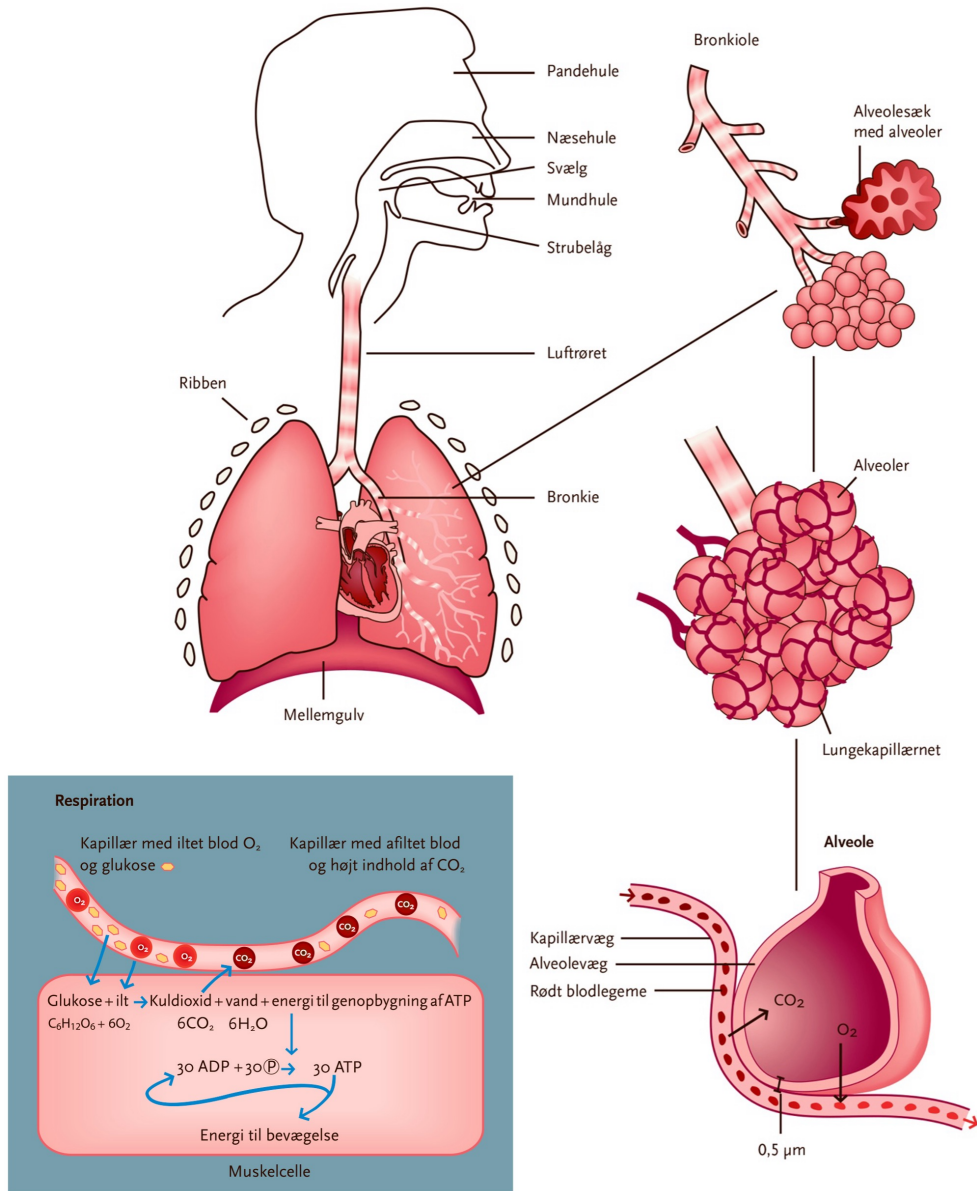
Dette afsnit vil gå mere i dybden med et af organsystemerne - nemlig respirationssystemet.

Hvis du prøver at holde vejret, vil du opdage, at det bliver ubehageligt allerede efter 15-20 sekunder. De fleste kan ikke holde vejret længere end et minut, hvorefter de helt automatisk trækker vejret dybt ind. Man kan godt træne sig til at holde vejret i længere tid ved at lære sig forskellige teknikker til at undertrykke impulsen til at trække vejret. Man kan også øge kroppens lager af ilt ved at presse luft ned i lungerne inde man holder vejret, men får kroppen ikke noget ilt i 2-3 minutter dør man.

### 1.5.1 Respirationssystemets opbygning

Følg nøje med på figur 1.4 på den følgende side, mens du læser dette afsnit.

Respirationssystemet består af luftrøret, bronkierne og lungerne. Indåndingsluften kommer ind gennem mund og næse og føres ned gennem luftrøret. Luftrøret deler sig til to bronkier, én til højre lunge og én til venstre lunge. Som det ses på zoomet af lungevævet øverst til højre på figuren, deler bronkierne sig nu til mindre rør, bronkiolerne. Bronkiolerne forgrener sig og bliver mindre og mindre som grenene på et træ. For enden af hver bronkiole sidder en lille luftsæk, som kaldes en alveole. Vi har ca. 300 millioner alveoler i hver lunge! Indåndingsluften kommer helt ned i disse små luftsække, og det er herfra ilt og kuldioxid kan udveksles mellem blod og luft (se figur 1.4 på næste side nederst til højre). Når vi udånder, skal luften (som nu er blevet til udåndingsluft) hele vejen tilbage igen; fra alveolerne op gennem bronkiolerne, videre op gennem bronkierne og til sidst op gennem luftrøret og ud gennem næsen eller munden.



Figur 1.4: Luftvejene og lungernes opbygning. Se forklaring i afsnit 1.5.1.

### 1.5.2 Vejrtrækningen

Vejrtrækningen styres af vejrtrækningsmusklerne, hvor den vigtigste er mellemgulvsmusklen. Når den trækker sig sammen, suges der frisk luft ned i lungerne, og når den slapper af, puster vi luften ud igen. Indåndingsluften indeholder 20,9 % ilt og 0,038 % kuldioxid, mens udåndingsluften indeholder 17 %–18 % ilt og 3 %–4 % kuldioxid.

### 1.5.3 Respiration

Årsagen til, at udåndingsluften indeholder mindre ilt og mere kuldioxid end indåndingsluften er, at den indåandede ilt forbruges af kroppens celler til energiproduktion. Denne proces kaldes for respiration. Ilten fra indåndingsluften føres fra lungernes alveoler over til fine blodkar, som kaldes kapillærer. Kapillærene danner et finmasket net rundt om alle alveolerne, så ilten let kan overføres. (Forestil dig et net klementiner, hvor klementinerne er alveoler, og hvor det røde net er kapillærene). Når ilten er overført til blodet, transporteres det ud til alle kroppens celler vha. de røde blodlegemer. På figur 1.4 på forrige side nederst til venstre ses respirationsprocessen i en muskelcelle. Her bruges ilten sammen med glukose til at omdanne det energifattige molekyle, ADP, til det energirige molekyle, ATP. Restprodukterne er vand og kuldioxid. Kuldioxiden føres med blodet tilbage til lungerne, hvor det overføres fra kapillærene til luften i alveolerne. Energiforbruget stiger fx når man er mere aktiv, men ens kropsbygning kan også påvirke energiproduktionen. Fx forbruger muskelceller mere energi end fedtceller, og store personer vil naturligt have et større energiforbrug, da de har flere celler i kroppen.

### 1.5.4 Test dig selv

Gå ind på [kortlink.dk/biu/2pyxa](http://kortlink.dk/biu/2pyxa) og sæt begreber ind i boksene. Når du bliver i tvivl om du har de rigtige begreber, kan du i første omgang klikke på *Vis hjælpeord*.

## Kapitel 2

# Insekter i stedet for bøffer?

### 2.1 Bæredygtighed

Bæredygtighed er et begreb, som bruges ofte og i mange forskellige sammenhænge. Ifølge FN er bæredygtighed defineret, som det at skabe en udvikling, "... som opfylder de nuværende generationers behov uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare".<sup>1</sup> Det betyder bl.a., at vi skal gentænke vores produktionsmetoder, så der er mindre og færre miljøomkostninger.

I dette forløb skal vi undersøge om vi kan lave vores fødevarerproduktion mere bæredygtig, ved konkret at se på, om insekter er et bæredygtigt alternativ til traditionel kødproduktion.

For at vide hvad vi skal producere, skal vi først vide noget om, hvad vores krop har brug for at indtage gennem føden.<sup>2</sup>

### 2.2 Kostens energigivende stoffer

Når vi spiser, får vi energi fra tre forskellige typer af energigivende stoffer, nemlig kulhydrater, proteiner og fedtstoffer. Vi vil kun beskæftige os med kulhydrater og protein i denne omgang.

#### 2.2.1 Kulhydrater

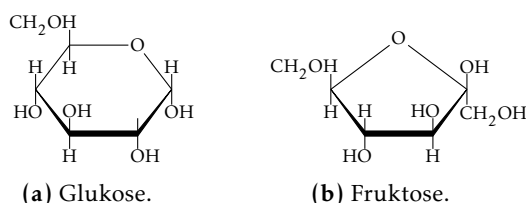
Vi får kulhydrater, når vi spiser frugt, grønsager og kornprodukter eller madvarer, der er tilsat sukker. Vi får således en stor del af vores energi ved at spise kulhydrater.

Overordnet inddeles kulhydrater i tre typer: monosakkarider, disakkarider og polysakkarider. Monosakkarider er de simpleste kulhydrater. De består af

<sup>1</sup>Miljø- og Fødevarerministeriet 2020.

<sup>2</sup>Dette kapitel bygger på Hansen et al. (2019) og Frøsig et al. (2020).

en enkelt carbonring, hvortil der er bundet H- og OH-grupper. De vigtigste er glukose og fruktose, se figur 2.1. De findes især i frugt og bær. De har samme bruttoformel  $C_6H_{12}O_6$  og smager begge sødt.



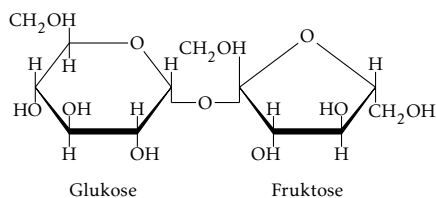
(a) Glukose.

(b) Fruktose.

**Figur 2.1:** Kemisk struktur af monosakkariderne glukose og fruktose.

I cellerne omsættes glukose til energi i respirationen, læs om respiration i afsnit 1.5.3 på side 8. Monosakkarider optages direkte i vores fordøjelse og giver derfor hurtig energi.

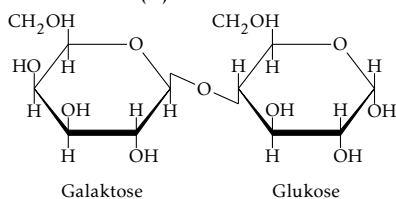
Disakkarider består af to monosakkarider der er bundet sammen, se figur 2.2. Det mest almindelige disakkarid er sukrose, eller bare sukker. Det findes i søde grønsager og frugt. Det sukker, som findes i slik, kager eller som er tilsat en lang række fødevarer, er udvundet fra sukkerroer eller sukkerrør. Et andet disakkarid er laktose, som også kaldes mælkesukker. Hvis man er laktoseintolerant, kan man ikke nedbryde denne type sukker og får derfor ondt i maven.



Glukose

Fruktose

(a) Sukrose.



Galaktose

Glukose

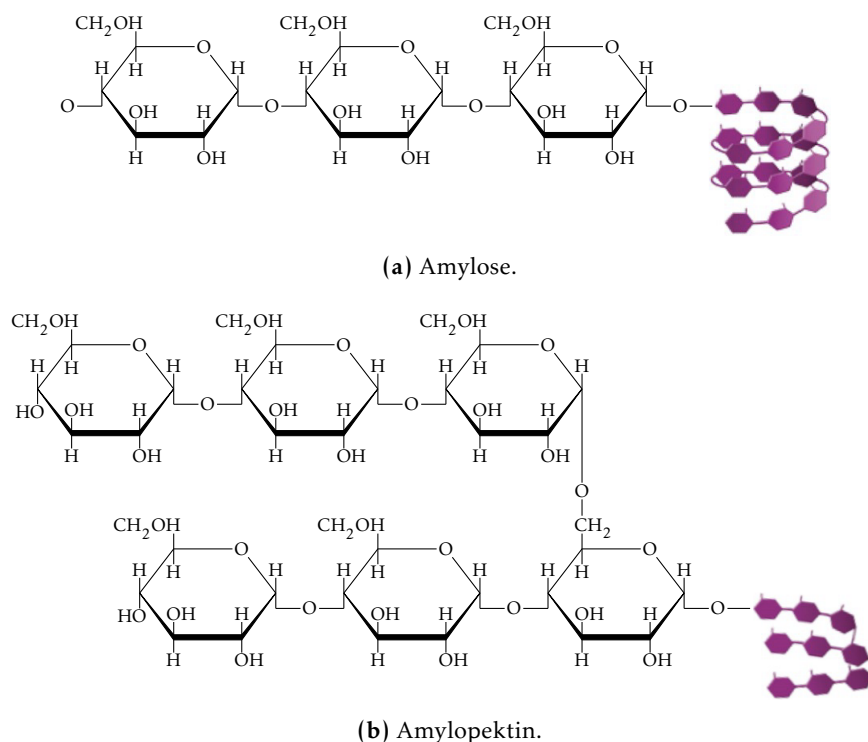
(b) Laktose.

**Figur 2.2:** Disakkariderne sukrose og laktose, som består af to monosakkarider bundet sammen.

Polysakkarider er opbygget af en lang kæde af monosakkarider. De findes i grønsager og kornprodukter. Polysakkarider kan enten være fordøjelige eller ufordøjelige. Stivelse er fordøjeligt, dvs. vi kan nedbryde de lange kæder og optage det som monosakkarider, mens cellulose er ufordøjeligt. De ufor-



døjelige kulhydrater hører til gruppen af kostfibre. Der findes to forskellige former for stivelse, amylose og amylopektin, se figur 2.3.



**Figur 2.3:** Polysakkariderne i stivelse.

Selv om stivelse kan bestå af flere tusinde glukosemolekyler, bliver det alligevel meget hurtigt nedbrudt til monosakkarider (her glukose) i tarmsystemet. Især fordøjes amylopektin hurtigt. Det betyder i praksis at stivelse fra f.eks. kartofler eller hvidt brød næsten giver lige så hurtig energi, som hvis vi spiste ren glukose. Spiser vi stivelse fra hele fuldkorn eller grønsager, skal fordøjelsessystemet bruge mere tid på at få fat i stivelsen og nedbryde den til glukose. Derfor frigives glukosen langsommere til blodet.

### 2.2.2 Protein

Proteiner findes i kød, mælkeprodukter, bønner, spinat m.m. og de kaldes populært for kroppens byggesten. Proteiner har utallige vigtige funktioner i kroppen. Musklerne består hovedsageligt af protein. Ilten transporteres i de røde blodlegemer, hvor det er bundet til proteinet hæmoglobin. Hormoner som f.eks. insulin og væksthormon, er opbygget af protein, det samme gælder immunforsvarets antistoffer. Når de fleste stoffer skal transporteres ind og ud gennem cellemembranen, sker det også ved hjælp af proteiner. Endelig fungerer proteiner som katalysatorer i alle kroppens kemiske processer, idet

de udgør størstedelen af et enzym. Enzymer er cellernes værktøj, som hjælper cellen til at udføre alle sine processer f.eks. respiration.



**Figur 2.4:** Fødens proteinkilder.

Proteiner er opbygget som kæder af aminosyrer, se figur 2.5. Der findes 20 forskellige aminosyrer, hvoraf de 8 er essentielle, dvs. at vi skal have dem tilført med kosten, da vi ikke selv kan danne dem. Der er et højere indhold af essentielle aminosyrer i animalske produkter, men man kan godt få dækket sit behov for disse aminosyrer, selvom man er vegetar.

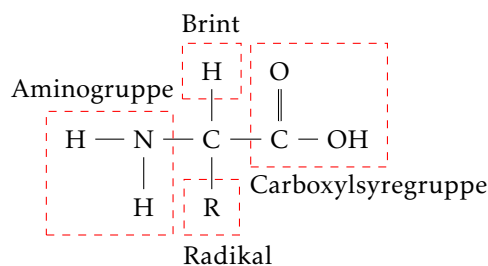


**Figur 2.5:** Eksempel på protein som er en kæde af aminosyrer. Sammensætningen og rækkefølgen bestemmer, hvilket protein det er og hvilken funktion det har.

De andre tolv aminosyrer kan vi selv skaffe os ved at omdanne én aminosyre til en anden. Hver aminosyre er opbygget af et centralt C-atom, hvortil der er bundet 4 forskellige grupper, hvoraf 1 af disse grupper - radikalgruppen varierer fra aminosyre til aminosyre. Se figur 2.6 på den følgende side.

Rækkefølgen af de enkelte aminosyrer har afgørende betydning for de egenskaber, som det pågældende protein har.

I fordøjelsessystemet bliver bindingerne mellem aminosyrerne nedbrudt, og



**Figur 2.6:** Kemisk opbygning af aminosyre. R-radikalgruppen er forskellig alt efter hvilken af de 20 aminosyrer, der er tale om.

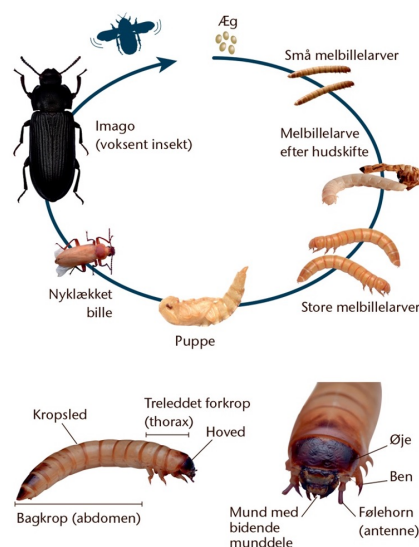
de frie aminosyrer bliver derefter optaget i blodet. De bruges så som byggesten til dannelsen af kroppens egne proteiner.

## 2.3 Fødekædeeffektivitet

### 2.3.1 Melbillelarver

Hvis man køber insekter i et supermarked, kan der stå melorme på bøtten, men melorme er ikke orme, men derimod larver af billearten melskrubbe, og de vil derfor her blive kaldt "melbillelarver". Melskrubben hedder også melbille og på latin *Tenebrio molitor*. "Tenebrio" kan fra latin oversættes til "den der skyr lyset" og "molitor" betyder "møller". Det passer med at melbiller kan være skadedyr i mørke mel- og kornlagre. Melbillens livscyklus er vist i figur 2.7.

Den voksne hunbille lægger, efter at være blevet befrugtet af en han, i løbet af sit liv flere hundrede æg. Æggene klækker efter et par uger, og der fremkommer små larver. Melbillelarver er opbygget af celler, og når larven vokser, foregår det først ved at de enkelte celler bliver større. Men når en celle opnår en vis størrelse, bliver transport af stoffer ind og ud af den ineffektiv, og så deles cellen i to - som så vokser og deler sig igen.



**Figur 2.7:** Melbillers livscyklus og ydre opbygning.

Larverne skifter hud et antal gange. Huden er hård og uelastisk, og når larven bliver større, vil den derfor efterhånden ikke mere kunne være i sin hud. Lige efter huden er afkastet, er larven blød, og den kan så vokse i længde og diameter indtil den nye hud også bliver uelastisk. Et af de mest synlige tegn på at larverne vokser, er de mange afstødte huder. Efter omkring 20 hudskift fremkommer puppen. I puppestadiet sker der metamorfose, dvs. en fuldstændig forvandling, hvorved der dannes en voksen bille, der kan flyve ud og parre sig, og cyklus kan så starte forfra. Længden af hele livscyklus vil variere afhængig af omgivelsernes temperatur, men tager 2–3 måneder ved 25 °C.

### 2.3.2 Vekselvarme dyr

Pattedyr og fugle opretholder en konstant kropstemperatur - de er ensvarme. Insekter er derimod vekselvarme og følger omgivelsernes temperatur. Deres kropstemperatur kan ændre sig hurtigt hvis de f.eks. kravler fra skygge til sol. Melbillelarver vil ved deres stofskifte selv varme deres omgivelser og derved sig selv op. Melbillelarver kan leve inden for et bredt temperaturområde, men ved lave temperaturer vil larverne ikke være særligt aktive og derfor heller ikke spise så meget. Omvendt vil deres stofskifte også være lavere, og energitabet derved lille.

### 2.3.3 Udnyttelse af føden

Den naturlige føde for melbillelarver er kerner fra græsarter, men ifm. opdræt vil man typisk fodre dem med madaffald som f.eks. brødrester. Nogle stoffer i føden kan ikke fordøjes, og de forlader fordøjelseskanalen som ekskrementer. Disse stoffer har aldrig været optaget af dyret, og der er altså forskel på hvad der bliver indtaget, og hvad der bliver optaget i dyret (figur 2.8 på den følgende side). Optagelse af føde fra tarmen kaldes assimilation og kan udtrykkes som

$$\text{Assimilation} = \text{indtaget føde} - \text{ekskrementer}$$

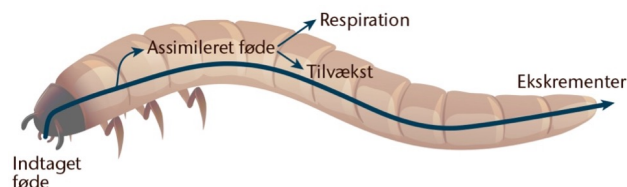
Dette kan skrives på en mere simpel form ved at bruge  $A$  for assimilation,  $I$  for indtaget føde og  $E$  for ekskrementer. Dermed kan det skrives

$$A = I - E$$

Assimileret føde går til vedligeholdelse og bevægelse. Energien i føden bliver tilgængelig for andre processer i kroppen, når der sker en kemisk reaktion med dioxygen. Denne proces har du arbejdet med tidligere og hedder respiration.

Formålet med respirationen er dannelse af ATP, som er et universelt molekyle, som opbevarer den tilgængelige energi til levende organismers livsprocesser. Når energien i ATP igen frigøres og anvendes til vedligeholdelse og

bevægelse, ender den som varme, og respiration fører derfor til sidst til at energien forsvinder fra kroppen som varmeafgivelse til omgivelserne.



**Figur 2.8:** Fødens skæbne hos melbillelarver. “Tilvækst” går til depoter og nyt væv. “Respiration” dækker over energi der tabes som varme efter at have været anvendt til vedligeholdelse og bevægelse.

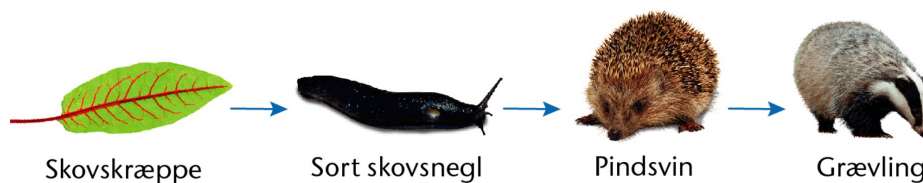
Som figur 2.8 viser, går den del af  $A$  der ikke respireres, til tilvækst. Tilvækst skrives med forkortelsen  $NP$  for nettoproduktion. Nettoproduktionen er den del af den assimilerede føde der ikke går til respiration  $R$ , og kan derfor skrives

$$NP = A - R$$

Hos f.eks. larver, der netop endnu ikke er voksne, bruges tilvæksten især til opbygning af nyt væv. Mange dyr og planter deponerer desuden energi der så senere kan komme i spil. Et eksempel er havreplantens kerner der lagrer stivelse og olie til nye planter - det er kilden til den energi man optager, når man spiser havregryn. Dyr lagrer oftest fedt som brændstof til de situationer hvor fødemængden er begrænset. F.eks. lagrer fugle fedtstof inden et langt træk, og melbillelarver lagrer energi til puppestadiet, hvor de ikke indtager føde.

### 2.3.4 Fødekæder og -net

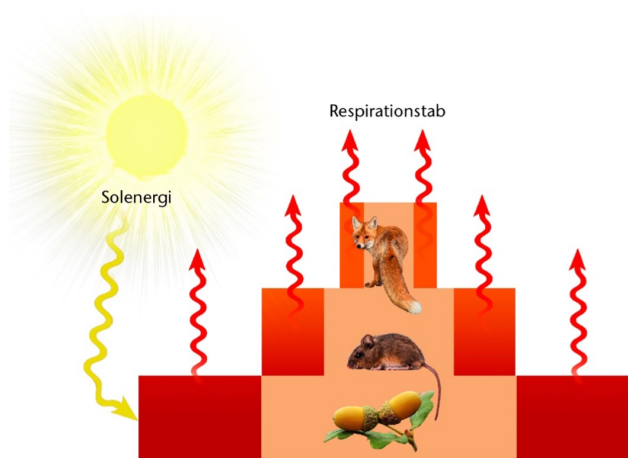
Planterne udgør det første led i en fødekæde, og kaldes derfor primærproducenter. Planterne kan spises af planteædere, de udgør det andet led i fødekæden, og planteæderne kan så udnyttes af rovdyrene, som udgør det tredje led. Desuden kan der forekomme toprovdyr i fjerde og evt. femte led. Denne rækkefølge af organismer kaldes en fødekæde (figur 2.9).



**Figur 2.9:** Fødekæde.

Hvis det første led er levende planter, der græsses af planteædere, så kaldes den også en græsningsfødekæde. Hvis første led derimod er dødt organisk

stof, f.eks. en vissen plante, så kaldes den en nedbryderfødekæde. Fødekedesættes sammen i et fødenet. I hvert led i fødekæden er det kun den del, der bruges til vækst, som kan gå videre til næste led i fødekæden. Hvor stor en del af den assimilerede føde der går til vækst kaldes fødekædeeffektivitet. Størrelsen af fødekædeeffektiviteten er interessant i forbindelse med produktion af mad, idet jo mindre der går tabt ved respiration, jo mere bliver brugt til vækst hos dyret. I gennemsnit bliver 10 % af den energi der spises til vækst, som så kan gå videre til næste led i fødekæden. Dette er vist med en fødepyramide i figur 2.10.



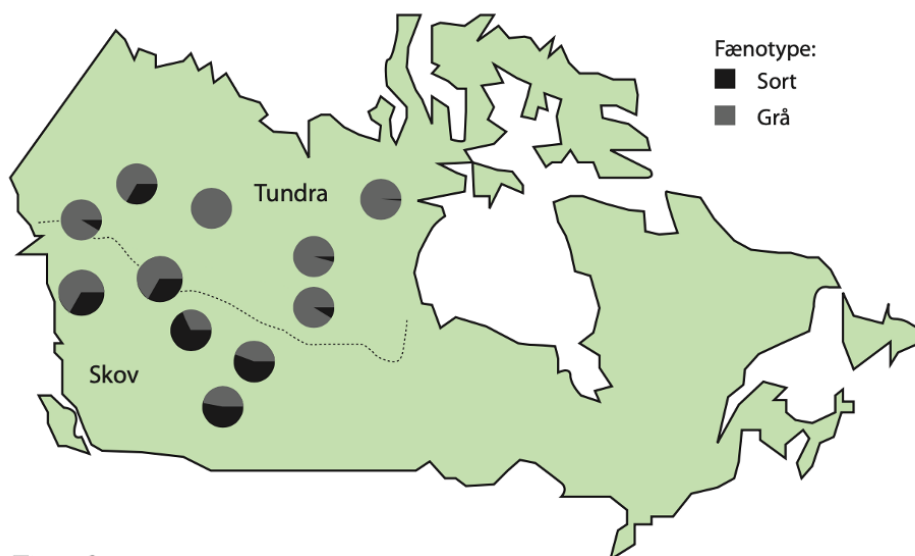
**Figur 2.10:** Fødepyramide, hvor det ses hvor meget energi, som går videre mellem leddene i en fødekæde.

## Kapitel 3

# Opgaver

### 3.1 Biologisk variation

**Opgave 3.1 Pelsfarve hos ulve.** Pelsfarve hos ulv, *Canis lupus*, er bestemt af ét gen. Dette gen koder for enten sort eller grå pels. I figur 3.1 ses fordelingen af grå og sorte ulve i Canada.



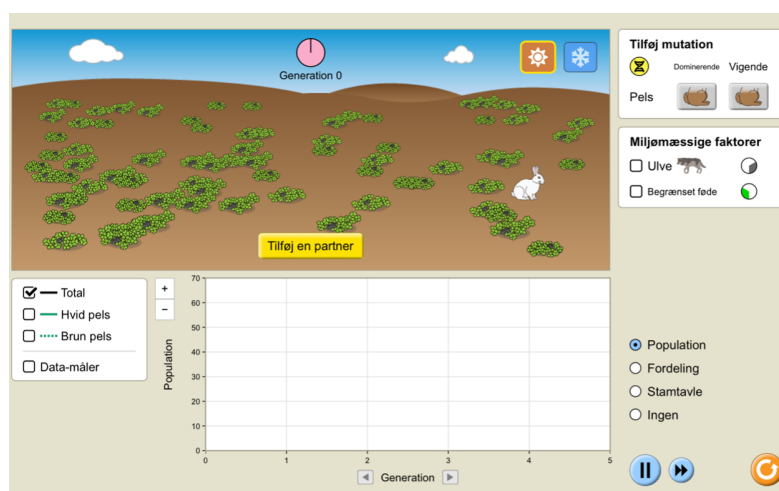
**Figur 3.1:** Den procentvise fordeling af grå og sorte ulve i skov- og tundraområder i Canada. Den stiplede linje markerer grænsen mellem områder med skov og tundra.

- Beskriv forskellen på skov og tundra (lav evt. en søgning på nettet).
- Beskriv fordelingen af sorte og grå ulve i Canada.
- Forklar fordelingen af sorte og grå ulve i skov- og tundraområder i Canada.

**Opgave 3.2 Frygtet sygdom er ved at udrydde verdens mest populære banan.** Læs artiklen på [kortlink.dk/fodevarewatch/2pyxb](http://kortlink.dk/fodevarewatch/2pyxb).

- Beskriv kort problemet
- Hvorfor spredes sygdommen så let?
- Kom med forslag til en løsning på problemet?

**Opgave 3.3 Kaniner og ulve.** Gå ind på hjemmesiden [kortlink.dk/2mmb](http://kortlink.dk/2mmb) og vælg *Intro*. Du får nu dette vindue:



- Under *Tilføj mutation*, markerer du nu brun pelsfarve som vigende. Det betyder at genet for pelsfarven hvid vil dominere over genet for pelsfarve brun. Hvide kaniner kan dermed være bærere af genet for brun pelsfarve.
- Tilføj en partner. Hvad er fordelingen mellem hvide og brune kaniner efter 3 generationer? (du kan se generationer på x-aksen på grafen)
- Når der er gået 3 generationer, så tilføj du ulve ved at markere boksen under *Miljømæssige faktorer*.
- Hvordan er fordelingen mellem hvide og brune kaniner efter 8 generationer? Forklar observation.
- Du skal nu ændre økosystemet ved at markere sne-ikonet, så jorden bliver hvid.
- Marker brun pelsfarve som vigende. Tilføj en partner. Hvad er fordelingen mellem hvide og brune kaniner efter 3 generationer?
- Når der er gået 3 generationer, så tilføj du ulve.
- Hvordan er fordelingen mellem hvide og brune kaniner efter 8 generationer? Forklar observation.



**Opgave 3.4 Laktoseintolerans.** Evnen til at nedbryde laktose (mælkesukker) som voksen er genetisk bestemt. I komælk er der laktose og i tyndtarmen har mennesket et enzym som kan nedbryde laktose. Mutationen opstod for ca. 6000 år siden i bondestenalderen, hvor man i det vi i dag kender som Europa og Asien, begyndte at holde husdyr og udnytte dem til at skaffe mad. På figur 3.2 er vist den procentvise fordeling på jorden for evnen til at nedbryde laktose i tarmen, hvor 0 % betyder at befolkningen er i stand til at nedbryde laktose (laktosetolerant), og 100 % betyder at ingen i befolkningen kan nedbryde laktose (laktoseintolerant).



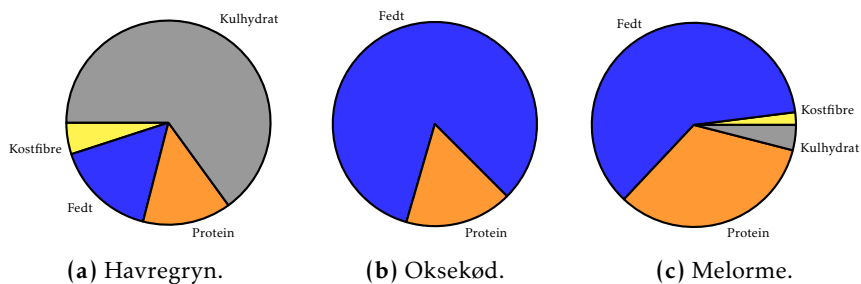
**Figur 3.2:** Andel af befolkningen der er laktoseintolerant.

- Beskriv fordelingen af evnen til at nedbryde laktose
- Hvilken fordel har man ved at kunne nedbryde laktose?
- Kom med en mulig forklaring på hvorfor der er ovenstående fordeling af evnen til at nedbryde laktose.

## 3.2 Bæredygtighed

**Opgave 3.5 Næringsindhold i forskellige fødevarer.** Alt efter hvilke fødevarer vi spiser, så modtager vores krop (celler) forskellige mængder og typer af næringsstoffer, vitaminer og mineraler. På figur 3.3 på den følgende side ses næringsindhold fra 3 forskellige fødevarer, nemlig havregryn, hakket oksekød og melorme.

- Hvilke næringsstoffer indeholder havregryn og hvad indeholder det mest af?



**Figur 3.3:** Næringsindholdet i havregryn, hakket oksekød og melorme.

- Sammenlign med hakket oksekød, hvilke forskellene er der på havregryn og oksekød?
- Se på næringsindholdet i melorme. Minder melorme mest om havregryn eller oksekød? Hvorfor?

**Opgave 3.6 Dit daglige proteinbehov.** Du kan få protein fra animalske produkter, f.eks. ved at spise kød, æg og fisk, men du kan også få protein fra vegetabiliske produkter, f.eks. ved at spise bønner, kikærter og linser.

Man bruger begrebet proteinkvalitet til at vurdere en fødevarers aminosyresammensætning, hvor det afgørende er hvilken fordeling, der er mellem de 20 forskellige aminosyrer og hvor mange af de essentielle aminosyrer proteinkilden indeholder. Læs afsnittet om proteinkvalitet på [kortlink.dk/pvks](http://kortlink.dk/pvks), og brug det til at besvare nedenstående spørgsmål.

- Opskriv forskellene på proteinkvaliteten i animalske og vegetabiliske fødevarer.
- Din krop har et dagligt behov for 0,8 g protein pr. kilogram kropsvægt. Hvor mange gram protein har du ca. brug for på en dag?
- Hvis du skal dække dit daglige proteinbehov ved kun at spise melbillelarve, hvor mange gram larver skal du så spise, hvis du antager at en melbillelarve indeholder 23%? Du kan beregne det som

$$\frac{\text{dit proteinbehov i g}}{\text{proteinmængde i melorme pr. 100 g}} \cdot 100\%$$

- Hvis en melbillelarve vejer 0,12 g, hvor mange stk. melbillelarve skal du så spise?

Vi indtager protein gennem flere forskellige fødevarer. Se figur 3.4 på næste side.

- Hvis du spiser en hakkebøf på 100 g, så indtager du 14 g protein. Så hvis du vil erstatte bøffen med melbillelarver, hvor mange skal du så spise?



**Figur 3.4:** 28 g protein fra forskellige fødevarer. Kilde: [www.ernaeringsfokus.dk/materialer/vda/28-g-protein-paa-hver-tallerken/](http://www.ernaeringsfokus.dk/materialer/vda/28-g-protein-paa-hver-tallerken/).

Mængde protein i 1 melbillelarve beregnes som

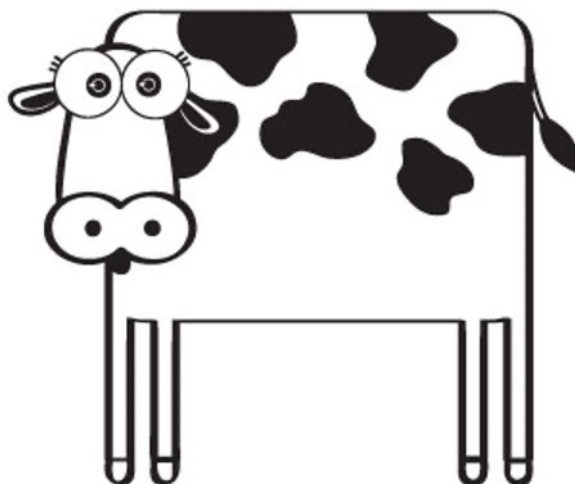
Vægt af melbillelarve · procentdel protein i melbillelarve

Antal melbillelarver som erstatter 100 g hakkebøf beregnes som

$$\frac{\text{Mængde protein som skal indtages}}{\text{Mængde protein i 1 melbillelarve}}$$

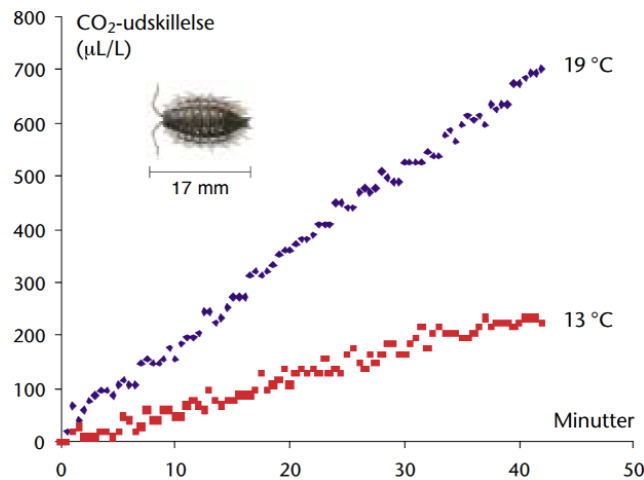
**Opgave 3.7 Fødeudnyttelse i en ko.** Tegn følgende begreber ind på figuren.

- Assimileret
- Ekskrementer
- Respiration
- Tilvækst
- Indtaget føde



**Opgave 3.8 Stofskifte hos bænkebidere.** En gruppe gymnasieelever har målt  $\text{CO}_2$ -udskillelsen hos bænkebidere ved to temperaturer. Resultaterne af forsøget er vist på figur 3.5 på den følgende side.

- a) Hvad er bænkebidernes  $\text{CO}_2$ -udskillelse et mål for?
- b) Forklar hvordan bænkebidernes  $\text{CO}_2$ -udskillelse kan måles. Skitser forsøgsopstillingen.
- c) Forklar resultaterne på figur 3.5 på næste side.



Figur 3.5: CO<sub>2</sub>-udskillelse hos bænkebidere (µL/L).

**Opgave 3.9 Quiz og byt.** Evt. samles op i fælles dokument, hvor der skrives forklaringer til begreberne.

- |                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| • Respiration          | • Monosakkarid     |
| • Vegetabilsk protein  | • Polysakkarid     |
| • Kulhydrat            | • Aminosyre        |
| • Fødenet              | • Disakkarid       |
| • Fødekædeeffektivitet | • Assimilation     |
| • Veksellvarme dyr     | • ATP              |
| • Nettoproduktion      | • Fødepyramide     |
| • Ensvarme dyr         | • Animalsk protein |

**Opgave 3.10 Madmagasinet: Insekter.** På klassen ses udsendelsen. Svar imens eller efter på disse spørgsmål:

- Hvilke argumenter har Seniorforsker Hans Joachim Offenbergs for at spise insekter?
- Hvor meget kød spiser en dansker om året i gennemsnit?
- Hvad er der specielt ved orangemyren?
- Hvad holder os tilbage fra at spise insekter sociologisk set (ifølge ekspert Jon Fuglsang)? Og hvad skal der til for at ændre dette?
- Hvad laves der forsøg med på teknologisk institut? Og hvilken problematik håber de at være med til at løse?
- Hvad betyder det at man "Får samme essentielle aminosyrer ved at spise dem som en bøf"?

- g) Beskriv de tre retter som Adam laver på Nordic Food lab.
- h) Hvad siger børnene til retterne?
- i) Ville du smage på de tre retter?
- j) Hvad menes med, at man kommer til at blive eksponeret for insektprodukter indirekte?
- k) Hvad kan insektmel være med til at erstatte?

Besvares efter vi har set udsendelsen:

- l) Hvad står forkortelsen GMO for?
- m) Der tales om EU lovgivning for “novel foods”. Er der sket noget med lovgivningen siden 2015, hvor udsendelsen er fra?  
Se her: [kortlink.dk/2q7tz](http://kortlink.dk/2q7tz).

## Kapitel 4

# Eksperimenter

### 4.1 Biologisk variation

Når vi senere skal rekonstruere forløbet omkring eleven i kassen, er det vigtigt at vide, om individuelle biologiske forskelle, kan have betydning for en persons evne til at overleve en ekstrem situation, som f.eks. iltmangel.

#### 4.1.1 Formål

At undersøge individuelle forskelle på de udvalgte egenskaber, og om nogle af egenskaberne kan forklares ud fra køn.

#### 4.1.2 Forarbejde

Læs fremgangsmåden grundigt. Hvilke variable er der i forsøget?

- Hvilke er kvalitative?
- Hvilke er kvantitative?

#### 4.1.3 Fremgangsmåde

**Højde** Alle måles uden sko.

**Hoppehøjde** Man stiller sig i strømpefodder med siden til en væg og afsætter med strakt arm et kridtmærke på væggen. Derefter hopper man med samlet afsæt så højt som muligt og afsætter et nyt kridtmærke. Forskellen mellem de to mærker er lig med hoppehøjden. Forsøget gentages 3 gange og det bedste resultat noteres.

**Reaktionstid.** En person holder en reaktionstidsmålerlineal (rød) så den hænger lodret. Forsøgspersonen holder fingrene ud for startmarkeringen uden at røre linealen. Når makkeren giver slip, skal forsøgspersonen gribe om linealen så hurtigt som muligt. Tiden, som linealen er faldet,

bruges som mål for reaktionstiden. Forsøget gentages 3 gange og gennemsnittet noteres.

**Vitalkapacitet.** Brug spirometeret og sæt en ny dut på! Fyld lungerne med luft og pust roligt ud gennem spirometeret. Forsøget gentages 3 gange og den højeste værdi noteres.

**Fysisk styrke (stoletesten).** Tæl hvor mange gange du kan rejse dig op og sætte dig ned på 30 sek. Stolen skal placeres op ad en væg, så den ikke flytter sig i de 30 sekunder. Den ene fod skal være lidt foran den anden. Hænderne skal være krydset foran brystet. Når stopuret signalerer, at testen er slut, og man er mere end halvvejs oppe, tæller den med.

**Næsevip** Udføres efter læreren anvisning.

Resultaterne skrives ind i fælles Excel-ark.

#### 4.1.4 Efterbehandling og analyse

##### Gennemsnit for hvert køn

	Gennemsnit		Interval	
	K	M	K	M
Højde (cm)				
Hoppehøjde (cm)				
Reaktionstid (s)				
Vitalkapacitet (L)				

##### Procentvisfordeling af næsevip

Kvinder der kan lave næsevip	%
Mænd der kan lave næsevip	%

##### Fysisk styrke

Køn	Antal op/ned
Kvinder	
Mænd	



## Fysisk styrke (andel som ligger i denne gruppe - se figur 4.1)

Køn	Grøn	Gul	Rød
Kvinder			
Mænd			

### Hvor stærk er du?

Se hvor mange gange du kan rejse og sætte dig fra en stol på 30 sekunder. Det afslører, hvor sund du er.

Alder	Normal	Nedsat	Stærkt nedsat
18-29	19 - 30	14 - 18	< 14
30-39	19 - 30	13 - 18	< 13
40-49	17 - 28	11 - 16	< 11
50-59	15 - 26	9 - 14	< 9
60-69	13 - 23	8 - 11	< 8
70-79	11 - 19	7 - 10	< 7
80-89	10 - 17	6 - 9	< 6

- Rød:** SOS. I forhold til din alder, er du langt mere svækket, end du burde være. Søg professionel hjælp. Egen læge bør undersøge, om sygdom er årsag til din muskelsvækkelse. Fysioterapeut og/eller træner bør hjælpe med jævnlig styrke- og konditionstræning. Det er aldrig for sent.
- Gul:** Advarsel. Du ligger lavere end dine jævnaldrende. Du er for inaktiv. Du skal gøre noget. Du bør motionere, og særligt styrketræne din krop og ben, så du får mere muskeludholdelse og muskelpower. Overvej at få hjælp til din træning hos fysioterapeuter eller i fitnesscentre.
- Grøn:** Normalt. Din muskelpower og muskeludholdelse i benene er ok. Du ligger i normalområdet. Gentag testen hvert år. Og arbejd på at forblive i grønt område. Husk styrketræning er vigtigt.

Figur 4.1: Her kan du se din styrke. Selvom du ikke er fyldt 18, kan du godt regne med den øverste kategori.

### Resultater

Beskriv kort dine resultater for hver enkelt test (uden at forsøge at forklare dem).

### Højde

### Hoppehøjde

### Reaktionstid

### Vitalkapacitet

### Næsevip

### Fysisk styrke

## Diskussion

- a) Hvilke resultater viser en sammenhæng med køn?
- b) Giv bud på andre variable end køn, der kan forklare resultaterne.
- c) Hvilke eventuelle fejlkilder og/eller måleusikkerheder er der i forsøget?
- d) Vurderer du, at det har betydning for resultatet af eleven i kassen forsøget om der bruges en kvinde eller mand som forsøgsperson? Hvorfor/hvorfor ikke? Begrund med resultaterne fra dette forsøg.

## 4.2 Hold vejret!

### 4.2.1 Formål

Formålet med denne øvelse er at se, hvor længe vi kan holde vejret i forskellige situationer.

### 4.2.2 Teori

Lungernes funktion skal reguleres, så ventilationen er tilpasset kroppens behov. Det er sådan at mængden af kuldioxid i blodet er regulerende for åndedrættet. Hvis kuldioxidkoncentrationen stiger over en vis grænse, føler man trang til at trække vejret hurtigere, og hvis koncentrationen af kuldioxid bliver ved med at stige, vil man opleve kvælningss fornemmelser. Ilt har også betydning for reguleringen af åndedrættet, men ikke i så høj grad som kuldioxid.

### 4.2.3 Fremgangsmåde

I skal arbejde sammen 2 og 2. Her skal I skiftes til at lave de forskellige øvelser og tage tid på hvor længe I kan holde vejret. Gå frem efter skemaet på tabel 4.1 på næste side, og besvar diskussionsspørgsmålene.

**Tabel 4.1:** Hvor længe kan du holde vejret efter forskellige typer vejrtrækninger?

Type vejrtrækning	Tid (sekunder)
Almindelig vejrtrækning	
Efter 1 dyb indånding	
Efter 1 dyb udånding	
Efter 10 dybe ind- og udånding (hyperventilering)	
Efter 10 normale ind- og udåndinger i plasticpose	
Efter 10 enklehop og en dyb indånding	

#### 4.2.4 Diskussionsspørgsmål

- Diskutér resultaterne for hvert deleksperiment. Hvad er årsagen til, at man kan holde vejret længere på den ene måde i forhold til den anden?
- Hvordan kan det være, at nogle personer kan holde vejret længere end andre?
- Hvad kunne man indånde for at være i stand til at holde vejret i endnu længere tid?
- Er der forskel på drenge og pigers lungekapacitet?
- Kan man forbedre sin evne til at holde vejret? Hvorfor og hvordan?

### 4.3 Eleven i kassen

Du skal nu til at undersøge hvor lang tid eleven kan gemme sig i kassen. Kan eleven holde ud indtil frokostpausen?

#### 4.3.1 Formål

At undersøge hvordan  $\text{CO}_2$ -produktionen varierer hos mennesket og ud fra dette vurdere, hvor lang tid en person vil kunne gemme sig i en kasse, inden  $\text{CO}_2$ -koncentrationen er for høj.

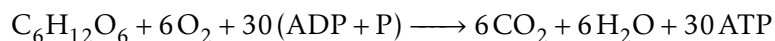
#### 4.3.2 Apparatur

Forsøgsperson, flamingokasse, målebånd, ventilator,  $\text{CO}_2$ -sensor, Labquest, usb-kabel til Labquest, computer med programmet Graphical Analysis.

#### 4.3.3 Teori

I et levende menneske foregår energiproduktionen ved en forbrænding af mad. Denne proces kaldes respirationen. Hvis vi bruger kulhydratet glukose

som eksempel, ser reaktionsskemaet for respirationen således ud:



Vi anbringer en person i en flamingokasse, og ved hjælp af en  $\text{CO}_2$ -sensor måler vi, hvor meget koncentrationen af  $\text{CO}_2$  ændrer sig i kassen som funktion af tiden.

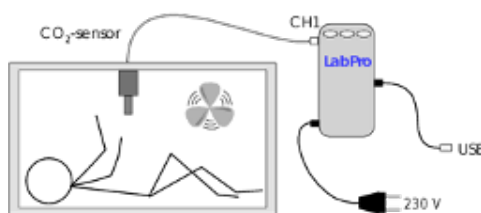
Mennesket kan ikke tåle for høje koncentrationer af kuldioxid. Ved koncentrationer af  $\text{CO}_2$  på mere end 1 % (10 000 ppm) forekommer milde symptomer som muskeltræknings eller spasmer, hudrødmen og reduceret opmærksomhed. Alvorlige symptomer opstår, når niveauet af kuldioxid er over 5 % (50 000 ppm), og disse symptomer omfatter hovedpine, desorientering, hyperventilation og sløvhed, øget eller uregelmæssig hjerterytme. Dette kan udvikle sig til bevidstløshed, koma, krampesygdom og død.

Til beregning af den tid det tager før der er koncentrationer på 5 % i kassen, skal man kende forsøgspersonernes  $\text{CO}_2$  produktion pr. sekund, hvilket vi skal finde i forsøget.

#### 4.3.4 Forarbejde

- Overvej hvilke variable der kan påvirke en persons  $\text{CO}_2$  produktion, og hvilke sammenhænge der er mellem de variable.
- Overvej ud fra spørgsmål a) hvilke to forsøgspersoner vi skal vælge.
- Hvad er den afhængige og uafhængige variabel i forsøget?

#### 4.3.5 Forsøgsopstilling



#### 4.3.6 Fremgangsmåde

Start målingerne på computeren et par minutter før forsøget startes, for at  $\text{CO}_2$ -sensoren kan varme op.

Start med at måle på  $\text{CO}_2$ -koncentrationen i en tom kasse i 5 minutter.

Mål forsøgspersonernes masse (vægt) og indsæt måledata i skemaet.

Forsøgsperson	Masse (kg)	Køn
1		
2		

Anbring forsøgsperson i kassen. Når låget er lagt på kassen, stoppes de igangværende målinger og en ny startes. *Filen gemmes et passende sted*. Målingerne fortsættes i ca. 5 minutter.

Gentag målingerne for en ny forsøgsperson. Husk at dataopsamling først startes på ny efter personen er kommet i kassen og låget er lagt på.

#### 4.3.7 Resultater og efterbehandling

Du skal nu udføre en lineær regression på punkterne og bruge det til at beregne den tid, som forsøgspersonen skal opholde sig i kassen før det bliver livstruende (50 000 ppm). Omregn til minutter.

Skriv linjens ligning på formen  $y = a \cdot x + b$  for hver af de to forsøgspersoner.

Forsøgsperson	Ligning
1	
2	

#### 4.3.8 Beregning

Når du har tiden på  $x$ -aksen og  $\text{CO}_2$ -koncentrationen på  $y$ -aksen, så svarer ligningen for den rette linje til

$$\text{CO}_2\text{-koncentration} = a \cdot \text{tid} + b$$

Når du skal beregne den tid det tager før  $\text{CO}_2$ -koncentrationen er 50 000 ppm, isoleres tiden i ovenstående formel, og den ser nu således ud:

$$\text{tid} = \frac{\text{CO}_2\text{-koncentration} - b}{a}$$

Så ud fra de  $a$ - og  $b$ -værdier du har fundet ved hjælp af lineær regression, kan du nu beregne tiden.

Tjek eventuelt din beregning ved at indsætte i Excel-ark udleveret i lektionen.

Indsæt resultaterne fra beregningerne i tabellen herunder. Aflæs også tiden på grafen.

Forsøgsperson	Beregnet tid (min)	Aflæst tid (min)
1		
2		

#### 4.3.9 Diskussionspørgsmål

- Hvorfor stiger  $\text{CO}_2$  i kassen under forsøget? Inddrag din viden om energiproduktion/lunger.
- Hvordan påvirker biologisk variation resultaterne af dette forsøg?
- Var der andre faktorer end dem i gerne ville undersøge, som kunne påvirke resultaterne?
- Det er på nogle områder vanskeligt at holde variabelkontrol i dette forsøg. Hvorfor?
- Hvilke fejlkilder havde forsøget?
- Hvordan skulle forsøget designes, hvis I skulle forbedre og udføre det igen?
- Vurder på baggrund af klassens resultater, om eleven kommer til at afsløre sig selv eller kan slippe uset ud.

### 4.4 Varmefrigivelse fra melbillelarver

#### 4.4.1 Formål

At vise at en del af energien tabes/afgives som varme.

#### 4.4.2 Hypotese

Hvad forventer du der sker med temperaturen i flamingokoppen, som er halvfylt med melbillelarver?

#### 4.4.3 Materialer

Temperatursensor/termometer (Go! Temp), en termokop og melbillelarver.

#### 4.4.4 Fremgangsmetode

Melbillelarver hældes forsigtigt i en termokop, så det er fyldt  $\frac{1}{3}$ . Indsæt termometeret/temperatursensoren i termokoppen gennem hullet i låget og aflæs en starttemperatur til tiden 0. Lad dataopsamlingen køre i ca. 45 minutter.

#### 4.4.5 Resultater

Indsæt graf.

#### 4.4.6 Efterbehandling

- a) Forklar hvad grafen viser.
- b) Grafen vil se anderledes ud for en ko, hvorfor?
- c) Hvordan tror du grafen vil se ud for en ko? Indtegn dit bud på grafen for melbillelarverne.
- d) Hvordan tror du grafen vil se ud efter 2 timer? Efter 24 timer?

#### 4.4.7 Konklusion

Besvar formålet.

### 4.5 Respiration i melbillelarver

#### 4.5.1 Formål

At undersøge hvor meget CO<sub>2</sub> melbillelarver udleder.

#### 4.5.2 Materialer

Melbillelarver, CO<sub>2</sub>-sensor -Go Direct, en firkantet plastikflaske og diverse afvejningsudstyr (skeer, vægt, vejebåde, pincetter).

#### 4.5.3 Fremgangsmåde

Start programmet Graphical Analysis. CO<sub>2</sub>-sensoren forbindes med computeren evt. via adapter. Se vejledning til Graphical Analysis (bilag B på side 151) for tilslutning af sensor, indstillinger af målinger, indstille målepunkter og skærmbillede.

- Vej 20 melbillelarver og læg dem i den firkantede plastikflaske. Husk at notere vægten i skemaet under resultater.
- Sæt CO<sub>2</sub>-sensoren i flasken med melbillelarver og start dataopsamling.
- Lad opsamlingen køre i ca. 10 minutter.

Husk at gemme grafen og del den med de andre i gruppen.

#### 4.5.4 Resultater

Noter vægten af melbillelarver i gram (2 decimaler). Indsæt grafen. Opskriv data for både melbillelarve og tryllekunstnerforsøget.

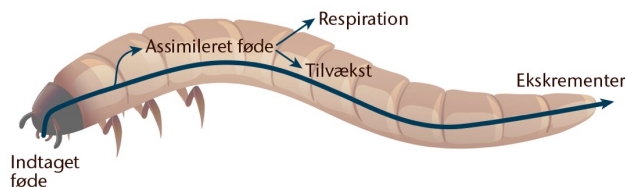
Hældning på grafen (ppm/s)	Masse (g)	Volumen (mL)
Melbillelarve		
Menneske 1		
Menneske 2		

Brug udleveret Excel ark til at beregne CO<sub>2</sub>-udskillelsen i gram pr. time pr. gram dyr. Nu vil du kunne sammenligne udskillelsen fra mennesker og fra melbillelarve.

CO <sub>2</sub> udskillelse (g/t/g dyr)
Melbillelarve
Menneske 1
Menneske 2

#### 4.5.5 Efterbehandling

- Hvad viser grafen?
- Hvilken sammenhæng er der mellem CO<sub>2</sub> og respiration?
- Brug figur 4.2 til at beskrive, hvad du har målt i dette forsøg.
- Er der forskel på udskillelsen af CO<sub>2</sub> fra larve og mennesker? Hvorfor/hvorfor ikke?
- Hvorfor har melbillelarver og andre insekter, en lavere CO<sub>2</sub>-udledning end f.eks. kyllinger, grise og køer?



Figur 4.2: Respiration i melbillelarve.

#### 4.5.6 Konklusion

Skriv en konklusion.



## 4.6 Melbillelarvers fødekædeeffektivitet

### 4.6.1 Formål

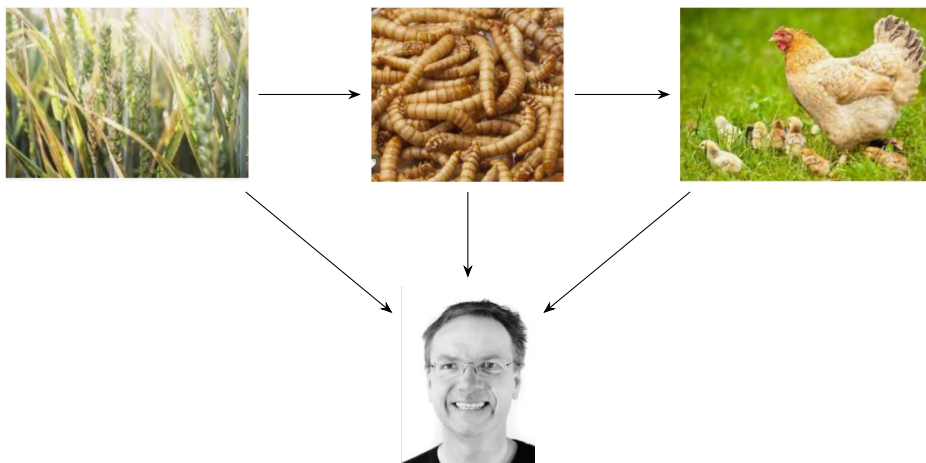
Vi vil undersøge, hvor effektive melbillelarver er til at udnytte den føde, de indtager, og om melbillelarver er et bæredygtigt alternativ til kød.

### 4.6.2 Teori

Fødekædeeffektiviteten er den procentdel af den assimilerede føde (optagne føde) der går til vækst i dyret. Jo mere kød man får ud pr. kilo foder, des bedre en forretning for landmanden. Et svin der producerer 7 kg kød pr. 100 kg foder, er bedre end et svin der producerer 5 kg kød pr. 100 kg foder - det har højere fødekædeeffektivitet. Nu skal vi undersøge om det også er en god forretning for klimaet, og hvor effektive melbillelarver er.

Skriv et passende teoriafsnit med udgangspunkt i figur 4.3 og 4.4 på næste side. Inddrag også nedenstående stikord.

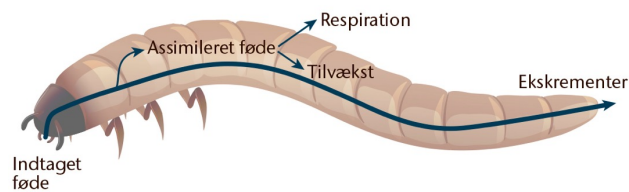
- Nettoproduktion,
- Fødekæder
- Fødekædeeffektivitet
- Sammenhæng mellem  $NP$ ,  $R$ ,  $A$ ,  $I$  og  $E$



Figur 4.3: Led i tre fødekæder med hhv. kylling og menneske

### 4.6.3 Hypotese

Hvad forventer I af forsøget?



**Figur 4.4:** Fødens vej gennem melormen.

#### 4.6.4 Materiale

- 40 melorme
- Pincet
- 20 g havregryn
- 100 mL bluecapflasker
- Vejebåd
- Vægt med 3 decimaler
- Plastfilm
- Nål

#### 4.6.5 Fremgangsmåde

##### Dag 1

Forsøget skal startes op.

- Sæt vejebåden på vægten og tryk på “tare” (0).
- Når I laver nedenstående vejninger, så husk at få alle decimaler med!
- Vej 40 melorme og noter i skemaet i afsnit 4.6.6 på den følgende side.
- Afvej ca. 20 g havregryn i vejebåd og noter i skemaet.
- Anbring melorme og havregryn i flasken med noteret gruppenavn.
- Sæt parafilm over glasset og prik huller i filmen, så de kan få luft.

##### Dag 7

*Hvis I stoppede en anden dag end dag 7, så skriv den dag, I stoppede forsøget.*

- Sæt vejebåden på vægten og tryk på “tare” (0).
- Tag melorme og evt. ham op af bægerglasset (sørg for ikke at spilde havregryn) og vej dem. Noter i skemaet.
- Vej derefter alt havregryn (inkl. ekskrementer) og noter i skemaet.

*NB! Alle melorme og havregryn samles i en fælles beholder efter forsøget!*

#### 4.6.6 Resultater

Resultaterne skrives i et skema som dette. Alle masser angives i g.

Vægt før, $m_{\text{før}}$	Vægt efter, $m_{\text{efter}}$	Forskel, $\Delta m$
Melorme		
Havregryn		

#### 4.6.7 Resultatbehandling

Husk at skrive alle mellemregninger og enheder.

- a) Beregn hvor meget havregryn melbillelarverne har optaget (assimileret  $A_m$ , målt i g),

$$A_m = m_{\text{før, havregryn}} - m_{\text{efter, havregryn}}$$

- b) Beregn hvor meget melormene har taget på i vægt (tilvækst, kaldes også  $NP_m$ , målt i g),

$$NP_m = m_{\text{efter, melbillelarver}} - m_{\text{før, melbillelarver}}$$

- c) Find energiindholdet  $E_{\text{havregryn}}$  i havregryn i kJ/g på <https://frida.fooddata.dk/food/480>.
- d) Energiindholdet i melbillelarver er på  $E_{\text{melbillelarver}} = 27,2 \text{ kJ/g}$ .
- e) Anvend ovenstående informationen til at omregne masseændringerne til energierne  $A_E$  og  $NP_E$  (begge i kJ).

$$A_E = A_M \cdot E_{\text{havregryn}}$$

$$NP_E = NP_M \cdot E_{\text{melbillelarver}}$$

- f) Udregn den procentvise andel af den optagede føde, som melormene har udnyttet til vækst,

$$\text{Fødekædeeffektivitet} = \frac{NP_E}{A_E}$$

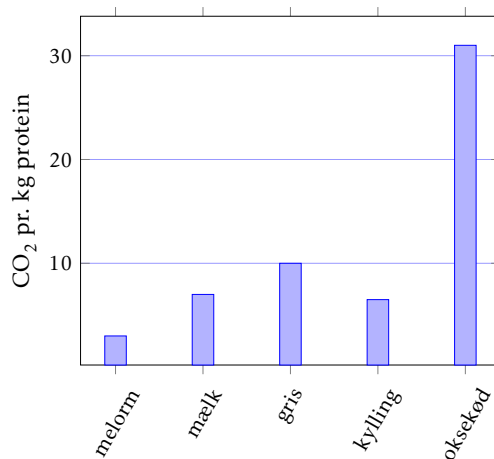
#### 4.6.8 Diskussion

- a) Forklar jeres resultat - hvad betyder jeres udregnede fødekædeeffektivitet? Hvorfor bliver ikke alle havregrynene, som bliver spist, til vækst?
- b) Hvorfor skal I bruge en vægt med 3 decimaler i stedet for 2 decimaler?

- c) Beskriv tabel 4.2 - hvad viser den? Hvor på tabellen finder man produktionsandelen hos kvæg? Sammenlign resultatet fra jeres forsøg med tabellen.
- d) Diskuter om melorme kan være et bæredygtigt alternativ til at spise kylling og oksekød? Inddrag tabel 4.2 og figur 4.5. Begrund.
- e) Overvej hvilke fordele og ulemper der er ved at springe kyllingeledet over i figur 4.3 på side 35.

**Tabel 4.2:** Forskellige dyregruppers andel af optaget føde (A), der bruges til hhv. respiration og fødekædeeffektivitet.

Dyregruppe	Respirationsandel af A	Fødekædeeffektivitet
Insektædere	99,14 %	0,86 %
Fugle	98,71 %	1,29 %
Små pattedyr	98,49 %	1,51 %
Andre pattedyr	96,86 %	3,14 %
Fisk og sociale insekter (f.eks. bier og myrer)	90,23 %	9,77 %
Andre invertebrater	75,00 %	25,00 %
Ikke-sociale insekter (f.eks. fluer og sommerfugle)	59,30 %	40,70 %



**Figur 4.5:** Global opvarmingspotentiale for forskellige proteinkilder angivet som ækvivalent mængde udledt CO<sub>2</sub> pr. kg produceret protein.

#### **4.6.9 Konklusion**

Er jeres formål opfyldt? Opsummer jeres resultater og skriv kort hvad I fandt frem til i jeres diskussion.

**Del II**

**Bioteknologi**

## Kapitel 5

# Find gerningsmanden!

På flødebollefabrikken er den super hemmelige opskrift på Spangsbergs flødeboller blevet stjålet fra Franz Jäger pengeskabet. I pengeskabet er der fundet nogle hår med fremmed DNA. Håret kan muligvis stamme fra den person, der er brudt ind. Vi må vide noget om DNA og gener, før vi kan komme videre i vores jagt på gerningspersonen...

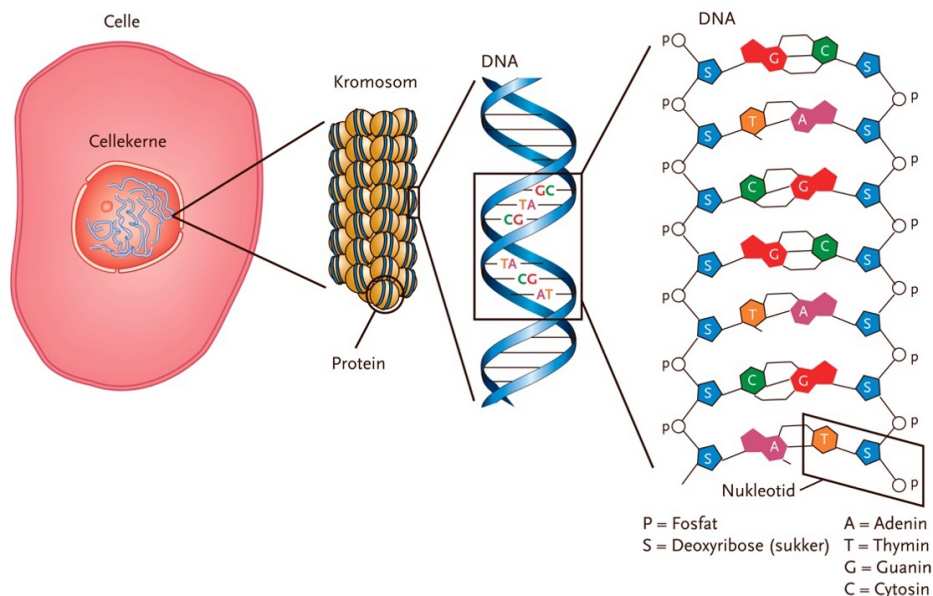
### 5.1 DNA's opbygning og funktion

På figur 5.1 på næste side ses en menneskecelle med en cellekerne, som indeholder 46 kromosomer. Kromosomerne består af DNA viklet rundt om nogle proteiner. DNA-strengen er dobbeltstrengt og strengene er det man kalder komplementære dvs. den ene streng kan bygges ud fra den anden.

DNA findes inde i alle levende celler og er ansvarlig for alle cellens egenskaber. DNA-molekylet er opbygget som en snoet stige, også kaldet en dobbelthelix. Siderne i stigen er opbygget af skiftevis et sukkerstof og fosfat. På hvert suktermolekyle sidder en base, som er bundet til en base på et andet suktermolekyle. Baserne udgør trinene i stigen. En base, et suktermolekyle og en fosfatgruppe kaldes tilsammen et nukleotid.

Der er fire forskellige baser, G, C, A og T. Bogstaverne er forkortelser for guanin, cytosin, adenin og thymin. G kan kun binde sig til C og A til T. Rækkefølgen af A, T, C, og G kan varieres på uendelige måder langs DNA-strengen. Rækkefølgen af baserne udgør DNA-strengens kode og fungerer som bogstaverne i en bog, hvor teksten i bogen indeholder opskriften på et protein. Den samlede opskrift på et protein kaldes et gen og der er mere end 27 000 gener i vores DNA- altså et helt bibliotek.

Ser vi endnu nærmere på DNA-strengen kan vi også se de atomer, som DNA er opbygget af. Som man kan se på figur 5.2 på side 43, består DNA af atomerne C, H, O, N og P. Fosfatgruppen i cirklen består af P og O, denne gruppe har en ladning, markeret med et minus. Det vil sige, det er en ion. De brune



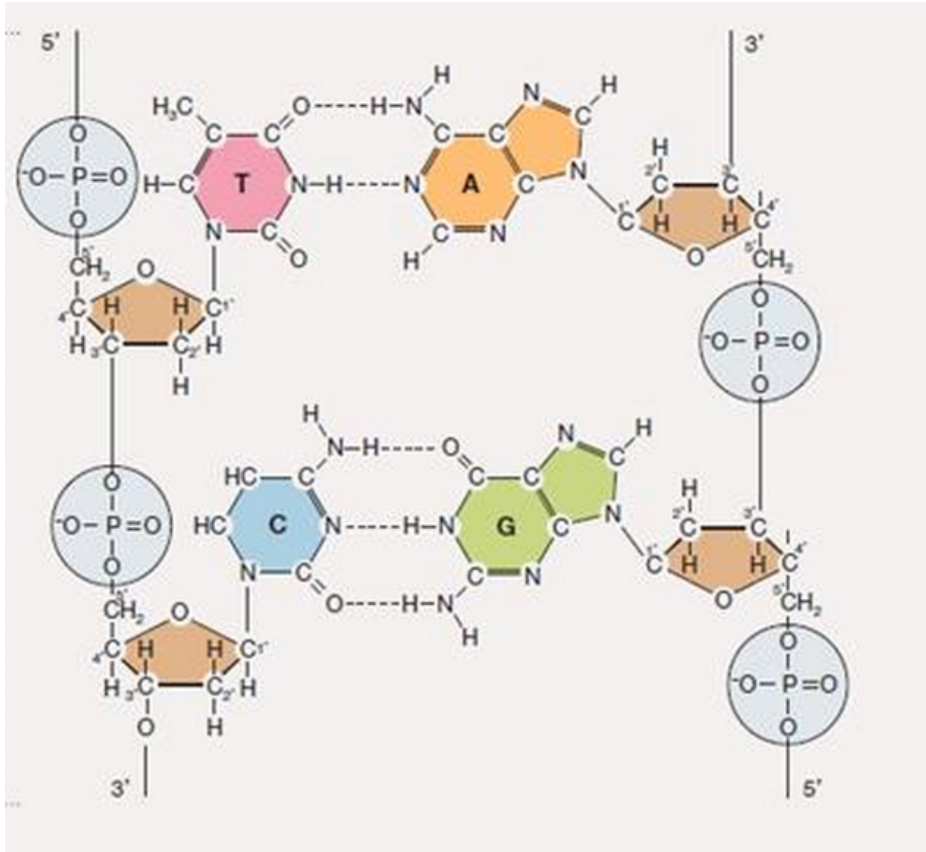
Figur 5.1: Opbygningen af DNA.

femkanter er sukkerstoffet deoxyribose, og de består af atomerne C, H og O. Basen thymin er lyserød og man kan se at denne base består af atomerne C, H, N og O.

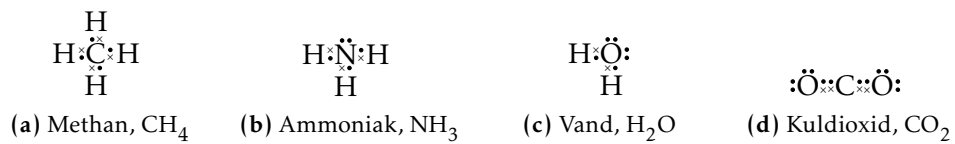
De bindinger, som binder atomerne sammen kaldes kovalente bindinger eller elektronparbindinger. Disse bindinger dannes ved at atomerne deler elektroner med hinanden. Det gør de, da atomerne gerne vil opfylde oktetreglen (også kaldet ædelgasreglen), hvilket vil sige at de gerne vil have fyldt deres yderste skal med elektroner. Det betyder de enten gerne vil have 2 eller 8 elektroner samlet set i yderste skal. Som eksempel kan vi se på C. C står i 4. hovedgruppe og har 4 elektroner i yderste skal, dvs. den mangler 4 for at opfylde oktetreglen. Derfor danner C-atomet altid 4 bindinger, se eksempler på figur 5.3 på næste side. Deles atomerne om 2 elektroner kaldes det en enkelt binding. Ser man på kuldioxid, kan man se at atomer godt kan deles om mere end to elektroner. Deles de om fire elektroner kaldes det en dobbeltbinding, deles de om seks kaldes det en tripelbinding. På figur 5.2 på den følgende side kan man se, at der både er enkelt- og dobbeltbindinger imellem atomerne i DNA.

De kovalente bindinger er det, som binder nukleotiderne sammen på langs. Men det som holder de to DNA-streng sammen, er en anden type binding, som kaldes for hydrogenbindinger. Denne type binding er ikke så stærk, som den kovalente binding. Der betyder at DNA-strengen kan åbnes som en lynlås, hvilket er smart, når cellen skal kopiere sit DNA før en celledeling eller bruge opskriften, som ligger i DNA til proteinsyntese. Hydrogenbindinger





Figur 5.2: Opbygningen af DNA, hvor man kan se atomer og bindinger.



Figur 5.3: Elektronprikformler af fire molekyler, hvor man kan se de elektroner, som danner de kovalente bindinger.

kan kun dannes mellem nogle bestemte grundstoffer, f.eks. mellem N og H samt O og H. Hydrogenbindingerne markeres med stiplede linjer mellem de atomer, som de binder sammen, se figur 5.2 på foregående side.

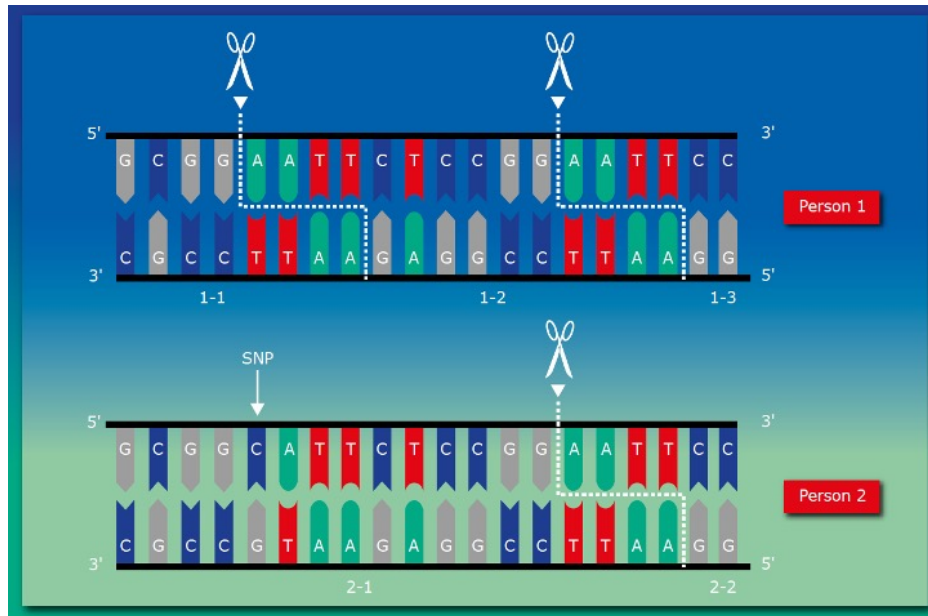
## 5.2 DNA profil

I de senere år er der udviklet meget præcise metoder inden for retsvæsenet til identifikation af gerningsmænd ved brug af DNA-spor fundet på gerningssteder. Der vil altid være et DNA-spor, når en person har opholdt sig et sted, f.eks. et hår, lidt spyt eller lignende. Metoderne kan også bruges til f.eks. at bestemme tilhørsforholdene i faderskabssager meget mere præcist, end man kan gøre via en blodtypebestemmelse. Disse teknikker kaldes under et for DNA-profiler eller genetiske fingeraftryk. Den bagvedliggende teori er, at hvert individ har en hel unik nukleotid-sammensætning i genomet, hvorved denne i lighed med vores unikke fingeraftryk kan bruges som identifikationsparameter. Det vil dog være alt for omfattende at lave en sekvensanalyse af hele genomet, hver gang man skal bruge et genetisk fingeraftryk. I stedet har man udviklet nogle raffinerede metoder, hvor det ikke er selve nukleotid-sammensætningen, man bruger, men i stedet ser på forskelle i nukleotidsammensætningen.

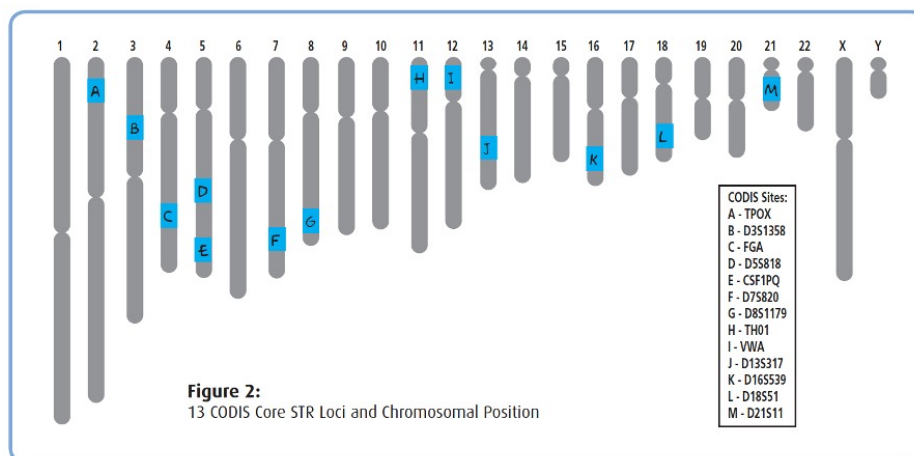
De første DNA profiler blev fremstillet ved at anvende restriktionszymer der genkender en specifik DNA-sekvens (rækkefølge), hvorefter de klipper DNA-molekylet over. Behandler man to personers DNA med samme restriktionsenzym, vil det resultere i forskellige DNA-stykker med forskellige længder efterfølgende (figur 5.4 på den følgende side). Det skyldes, at disse personer varierer i deres nukleotidsekvenser og således også vil have varierende antal genkendelsessteder for restriktionszymerne.

I en nyere metode ser man på antallet af gentagende nukleotid-sekvenser, hvor antallet af sekvenser varierer fra person til person. Disse områder er imellem generne. Korte gentagende sekvenser kaldes STR (short-tandem-repeat) og en sådan kunne fx bestå af blot to nukleotider CA og indgå som 5'-CACACACACACA-3'. Det, der gør os forskellige mht. det repetitive DNA, er det antal gange, en sekvens repeteres (i eksemplet fra før blev CA gentaget 6 gange). Et bestemt antal af disse STR-områder (mindst 13) som sidder fordelt på kromosomerne (figur 5.5 på næste side), opformeres ved en speciel PCR-metode.

For begge ovenstående metoder gælder det, at for at synliggøre de forskellige længder DNA, anvendes gelelektroforese.



**Figur 5.4:** To personers DNA klippes med det samme restriktionsenzym, men det giver forskellige antal DNA-stykker.



**Figur 5.5:** Fordeling af 13 STR områder på kromosomer.

### 5.3 Gelelektroforese - adskillelse af DNA

Gelelektroforese er en adskillesesteknik, der kan bruges til at separere forskelligt DNA eller protein i en gel.

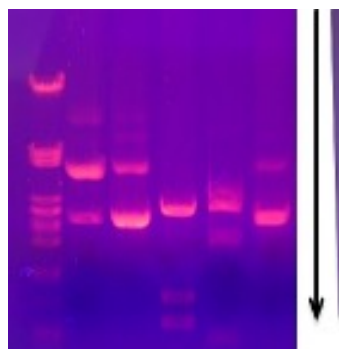
Det gør det bl.a. muligt forholdsvis præcist at måle enten antallet af basepar i en DNA-prøve eller længden af forskellige proteiner.

Ved en gelelektroforese støber man en gele masse af f.eks. agarose. I denne "gel" laves 8–10 små huller også kaldet "brønde", og i disse brønde placerer man vha. en pipette (figur 5.6) sine DNA-prøver. Herefter kan man få DNA-prøver til at løbe fra den ene ende af gelen til den anden ved at tilføre gelen en spændingsforskel. Det man udnytter her er, at DNA er negativt ladet pga. fosfatgrupperne, og derfor vil DNA blive tiltrukket af en positiv pol - dette princip er illustreret i figur 5.8 på næste side.

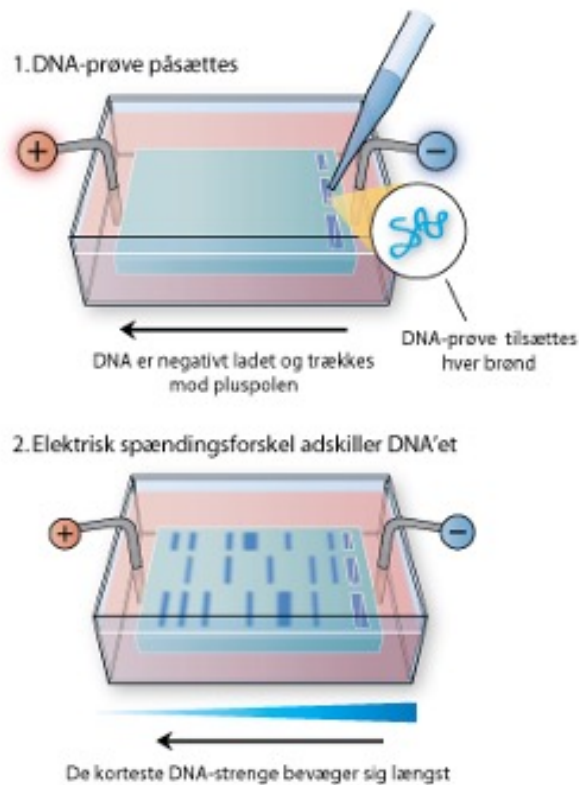
Efter at gelen har stået med en elektrisk spænding i noget tid (30–60 minutter), så vil DNA båndene have vandret igennem gelen som man kan se på gelen i figur 5.7. Her kan man også se at de forskellige bånd ikke vandrer lige langt, og det er netop den vigtigste pointe i en gelelektroforese: jo færre basepar der er i et stykke DNA, jo længere vil det vandre i gelen. Det skyldes, at en agarosegel består af en hel masse mikroskopiske fibre, og at mindre stykker DNA simpelt hen vil have nemmere ved at finde små smuthuller igennem disse fibre.



Figur 5.6: Autopipette.



Figur 5.7: Resultat af gelelektroforese med DNA. Foto: Mnolf, GFDL.



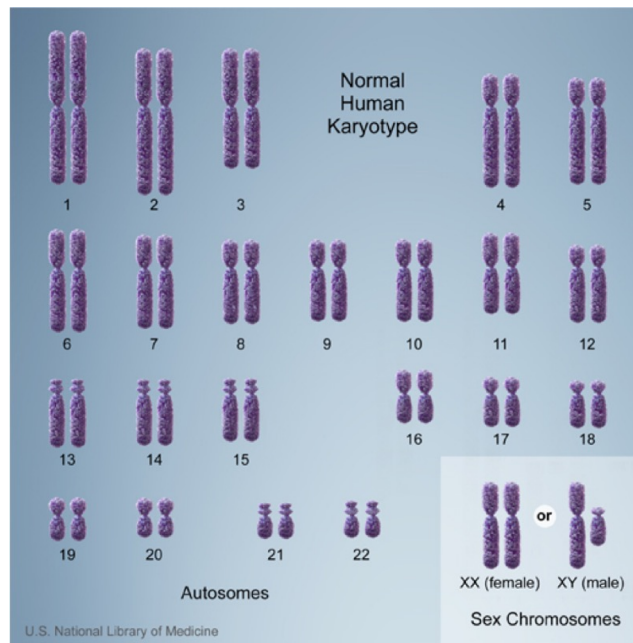
**Figur 5.8:** Princippet i DNA gelelektroforese, hvor de forskellige størrelser DNA adskilles i en gel. Gelen ligger i et kar med en buffervæske.

## 5.4 Gener

Et gen er et afsnit på DNA-strengen, som typisk består af flere hundrede nukleotider. Gener er koder, som tilsammen rummer opskriften på hvordan det enkelte menneskes krop skal se ud og fungere. I alt har mennesket 46 kromosomer.

To af menneskets kromosomer kalder man kønskromosomer. Hvis man har to X-kromosomer, er man biologisk en kvinde. Hvis man har et X og et Y, er man en mand. Derudover har begge køn 44 andre kromosomer, som kaldes autosomer. Man arver 23 kromosomer fra sin mor og 23 fra sin far. En kvinde giver altså altid et X-kromosom videre til sit barn, mens en mand enten kan give sit X eller sit Y til barnet.

Da man både får gener fra sin far og sin mor har man to udgaver af alle gener (figur 5.10a på side 49). Nogle af disse gener kommer dog ikke til udtryk. Det skyldes at nogle gener er dominante, mens andre er recessive/vigende. For eksempel dominerer brune øjne over blå øjne. Så selvom man har et gen for brune og et for blå øjne, vil man få brune øje. Dominante træk skrives

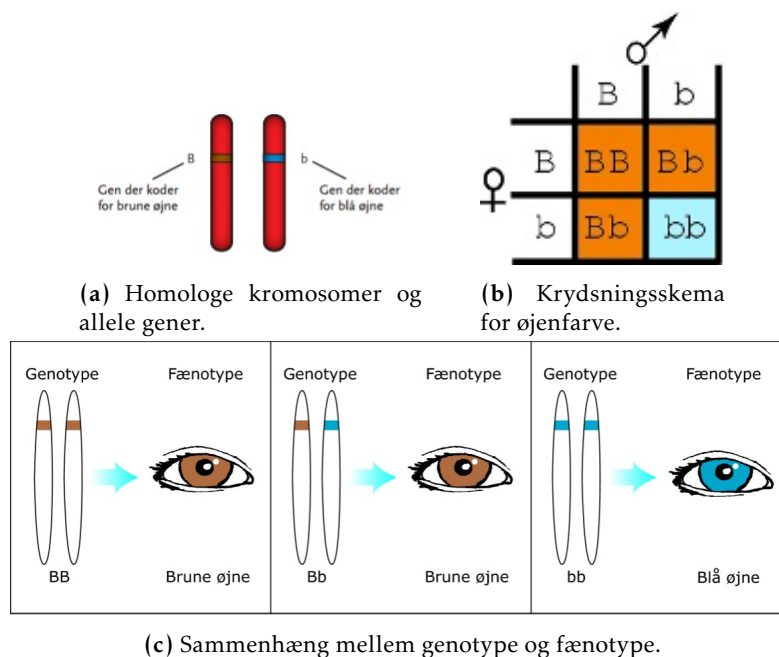


**Figur 5.9:** Et menneskes karyotype: 23 par kromosomer, heraf 22 autosomer og et sæt kønskromosomer.

med et stort bogstav og den recessive med lille.

Den gensammensætning, et individ har med hensyn til en egenskab, kalder man for individets genotype. For eksempel har individet med ovenstående gener genotypen Bb med hensyn til øjenfarve. Personen har brune øje, det kalder man fænotypen. På figur 5.10c på den følgende side ses sammenhængen mellem geno- og fænotype.

Hvis man kender genotyperne, kan man opstille krydsningsskemaer og se hvad sandsynligheden er for at få et barn med en bestemt egenskab. Som det ses af figur 5.10b på næste side til højre er sandsynligheden 75 % for at få et barn med brune øjne, hvis begge forældre har genotypen Bb og 25 % for at få et barn med blå øjne.



Figur 5.10: Genotype og fænotype.

## 5.5 Stamtavler

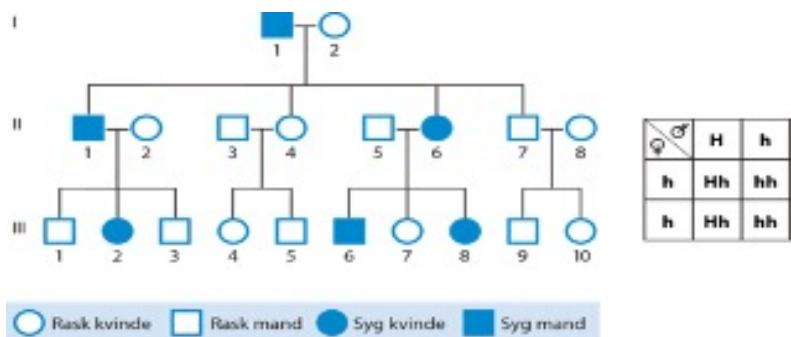
I mange familier nedarves bestemte egenskaber - det kan være et bestemt træk, f.eks. en fremtrædende næse eller en arvelig sygdom. I nogle familier kan man opleve, at egenskaber kun ses hos mændene, mens andre ses hos begge køn, og til tider kan en sygdom "springe en generation over". Det afgørende for nedarvningen er at nogen egenskaber skyldes et recessivt gen og andre et dominant gen, og at genet for en bestemt egenskab er bundet på enten et autosom eller et kønskromosom.

Forekomsten af arvelige egenskaber og deres nedarvning kan analyseres ved at lave en stamtavle over en familie. Her angives kvinderne med en cirkel, mens mændene angives med en firkant. Den egenskab der undersøges for angives ved at give cirklen og firkanten en bestemt farve. Stamtavlen viser således familieforholdene og arvegangen for den fænotype, som stamtavlen følger.

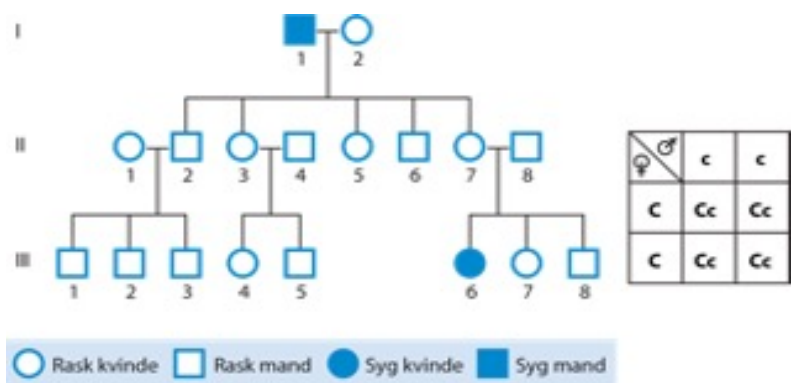
Figur 5.11a på den følgende side viser nedarvningen af en autosomal dominant sygdom. Dette betyder at én syg forælder, som har ét gen for sygdommen, giver 50% sandsynlighed for et sygt barn. På figuren ser man at ca. halvdelen af børnene af en syg forælder får sygdommen.

På figur 5.11b på næste side illustreres nedarvningen af autosomal recessiv sygdom. Her ser man at to raske forældre kan få et sygt barn, fordi begge forældre kan være bærere af sygdommen og dermed ikke selv være syge.

Sandsynligheden for at to bærerforældre får et sygt barn er 25 %.



(a) Dominant nedarvning.



(b) Recessiv nedarvning.

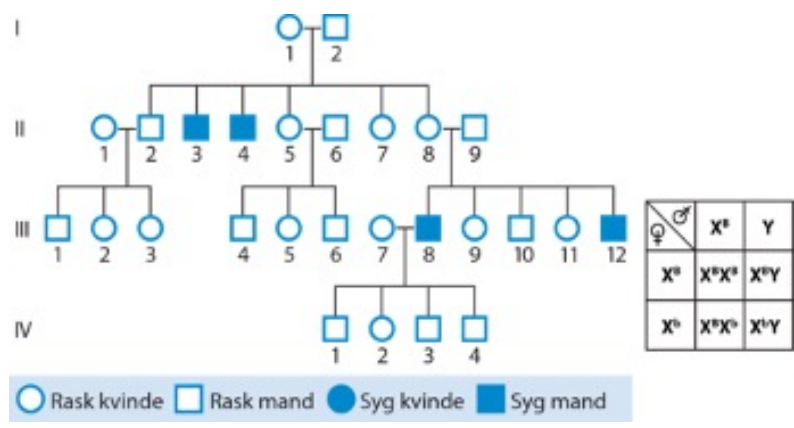
**Figur 5.11:** Autosomal dominant og recessiv nedarvning.

For begge autosomale nedarvningstyper gælder det at begge køn arver sygdommen lige hyppigt. Anderledes er det, når den pågældende egenskab er kønsbunden recessiv. Hvis sygdommen er Y-bunden, gives det direkte videre fra far til søn.

Hos mænd findes der kun ét X i hver celle, mens der hos kvinderne findes et homologt par. Recessive gener bundet til X-kromosomet bevirker at de udtrykkes hos manden. Derimod kommer en X-bunden recessiv egenskab kun til udtryk hos kvinden, hvis det sidder på begge X-kromosomerne. Som det fremgår af figur 5.12 på den følgende side, er det oftest kun mændene, der er ramt i en stamtavle.

X-bundne dominante egenskaber er meget sjældne. Her er moren oftest heterozygot, og hun er syg. Halvdelen af hendes drenge og piger vil være raske, så derfor kan det være svært at se på en stamtavle om der er tale om autosomal eller kønsbunden dominant.





Figur 5.12: Kønsbunden recessiv.

# Kapitel 6

## Opgaver

### 6.1 Laboratoriesikkerhed

#### Opgave 6.1 Sikkerhed i laboratoriet.

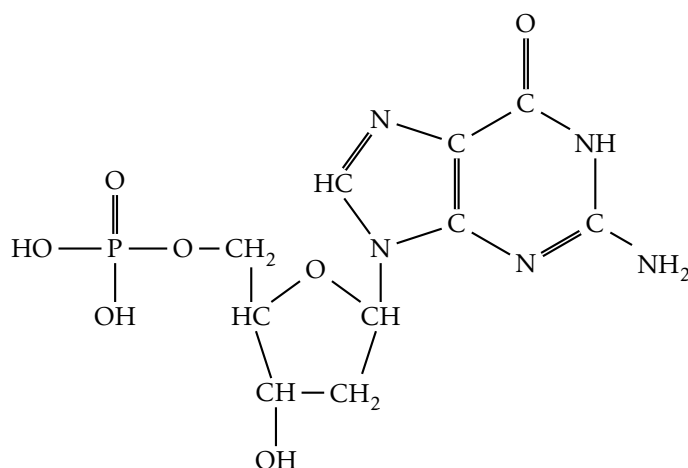
Genstand	Placering	Bruges hvornår?
Øjenskyll		
Brandtæppe		
Punktudsugning og kontakt		
Gasafbryder		
Strømafbryder		
Førstehjælpkasse		
Papir		
Vand		
Evakueringsplan		
Evakueringsalarm		

## 6.2 DNA's opbygning

**Opgave 6.2 DNA-model.** Indsæt billede af din DNA-model, og udfyld så ordlisten med henvisninger til din DNA-model.

Begreb	Forklaring
4 baser i DNA	
Deoxyribose	
Fosfat	
Nukleotid	
Baseparringsprincippet	
Dobbelt helix	

**Opgave 6.3.** På figur 6.1 ses et nukleotid med basen guanin.



**Figur 6.1:** Nukleotid med basen guanin.

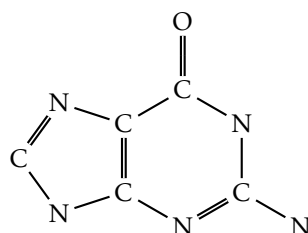
Hvilke grundstoffer består nukleotidet af? Skriv både grundstoffets symbol og navn. Se evt. [kortlink.dk/ptable/289br](http://kortlink.dk/ptable/289br).

Symbol	Navn

Udfyld nedenstående skema ved hjælp af det periodiske system og figur 6.1 på forrige side.

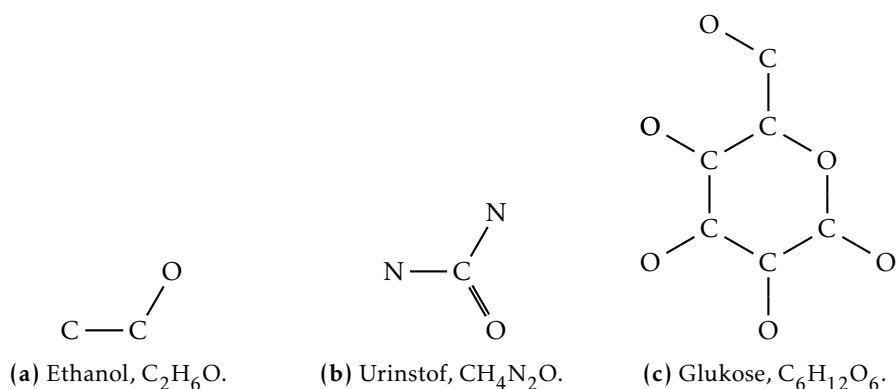
	C	H	O	N
Antal elektroner i yderste skal				
Antal elektroner som mangles for at opfylde oktetreglen				
Antal bindinger atomet danner på figuren				
Opfyldes oktetreglen?				

**Opgave 6.4.** Når der tegnes molekyler i lærebøger, er molekylerne ofte tegnet lidt forsimplet, hvor ikke alle H-atomer er tegnet på. Det er netop, fordi man forventer, at man selv kan regne ud hvor mange bindinger atomerne mangler og dermed kan sætte de manglende H'er på. F.eks. kan basen guanin vises sådan:



Prøv at sammenligne med figur 6.1 på foregående side.

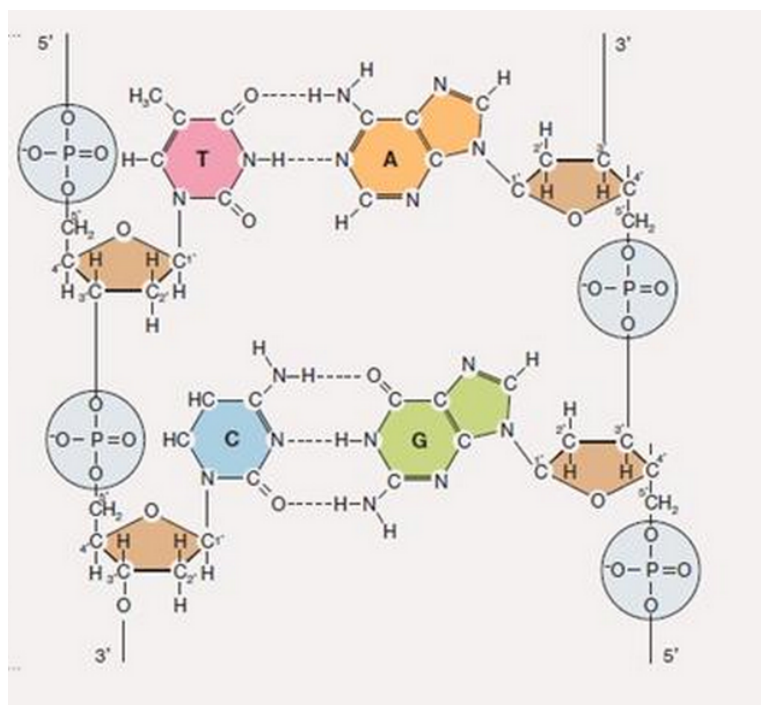
På figur 6.2 ses tre molekyler, som alle mangler H-atomer. Tegn selv det rigtige antal H-atomer på.



**Figur 6.2:** 3 molekyler med manglende H-atomer.

**Opgave 6.5.** På figur 6.3 kan vi se to slags bindinger: Kovalente- og hydrogenbindinger.

- Forklar kort hvad hver bindingstype er og marker et eksempel på figuren.
- Hvorfor er det ikke muligt, at guanin binder sig til thymin?



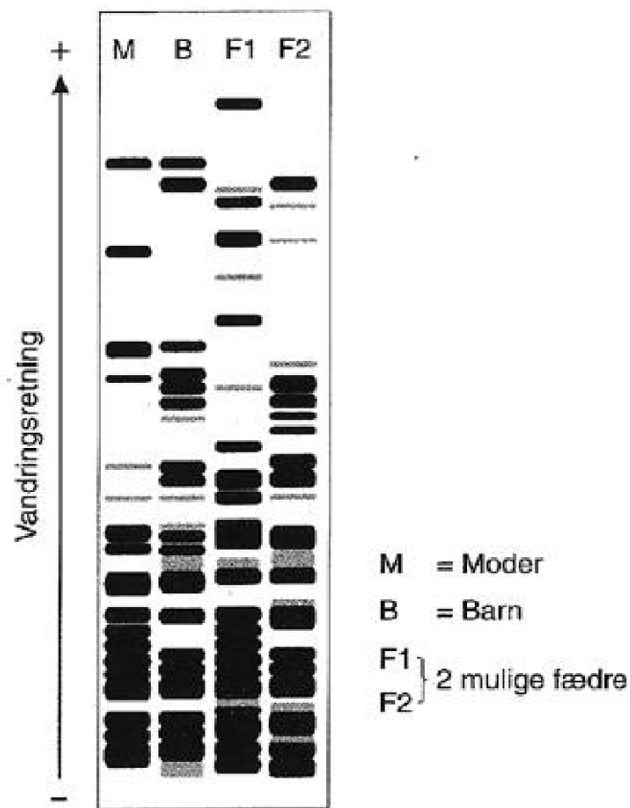
**Figur 6.3:** Kovalente bindinger og hydrogenbindinger.

## 6.3 Faderskabssag

**Opgave 6.6.** Gelelektroforese bliver anvendt retsmedicinsk, for eksempel ved afgørelser i voldtægtssager og faderskabssager.

I en faderskabssag undersøgte man DNA fra henholdsvis moder, barn og to mulige fædre vha. gelelektroforese. Resultatet er vist i figur 6.4 på den følgende side.

- Analyser figuren og forklar hvordan man ved den benyttede metode kan afgøre om F1 eller F2 er faderen.
- Diskuter anvendelsen af DNA-analyser som bevismateriale i retsmedicinske spørgsmål.



Figur 6.4: DNA adskilt ved elektroforese. Pilen angiver vandringsretningen ved elektroforese.

## 6.4 Nedarvning

Opgave 6.7. Besvar følgende spørgsmål.

- a) En kvinde med blå øjne får børn med en mand med brune øjne, hvis mor havde blå øjne. Vis ved hjælp af et krydsningsskema, hvor mange af deres børn man umiddelbart vil forvente får blå øjne.
- b) En kvinde med blå øjne får et barn med blå øjne sammen med en mand med brune øjne. Hvilken genotype har manden?
- c) Hvad er mest sandsynligt: At to forældre med brune øjne får et barn med blå øjne, eller at to forældre med blå øjne får et barn med brune øjne?

**Opgave 6.8.** Par det rigtig begreb med den rigtige forklaring.

- |                        |   |
|------------------------|---|
| 1) Koden i DNA         | a) Egenskab hvis gen er på X eller Y              |
| 2) Nukleotid           | b) X og Y   |
| 3) Autosomer           | c) Egenskab som dominerer over en recessiv        |
| 4) Genotype            | d) Egenskab hvis gen er på en autosom             |
| 5) Kønsbunden egenskab | e) 44 kromosomer ens i begge køn                  |
| 6) Dominant egenskab   | f) Ens gentsammensætning                          |
| 7) Gen                 | g) Opbygget af G, C, A og T                       |
| 8) Autosomal egenskab  | h) Består af deoxyribose, fosfatgruppe og en base |
| 9) Fænotype            | i) Koder for en egenskab                          |
| 10) Recessiv egenskab  | j) Det som kommer til udtryk, ex. brune øjne      |
| 11) Kønskromosomer     | k) Vigende egenskab                               |

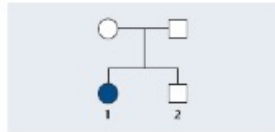
**Opgave 6.9.** En kvinde og en mand har begge en sjælden sygdom som skyldes en defekt i et bestemt gen på kromosom nr. 4. De får to børn sammen, et raskt barn og et barn som har samme sygdom som sine forældre.

- Er den sjældne sygdom autosomal dominant eller autosomal recessiv? Lav krydsningskema.
- Hvad er sandsynligheden for at et eventuelt tredje barn ikke har den sjældne sygdom?

## 6.5 Stamtavler

**Opgave 6.10.** Tegningen viser et lille udsnit af et stamtræ over en familie. Pigen 1 har en form for døvhed der skyldes en recessiv allel af et bestemt autosomt gen.

Hvad er sandsynligheden for at den døve piges netop fødte lillebror (2) hører normalt?



**Opgave 6.11.** På kromosom nr. 7 sidder et gen, der koder for  $\text{Cl}^-$ -kanalen i slimhindeceller.

Mutationer i dette gen bevirker at kanalen ikke fungerer. Personer, der er homozygote for det muterede gen, lider af cystisk fibrose.

- Hvordan nedarves sygdommen?
- Hvilken genotype har raske forældre, som får et barn med cystisk fibrose?

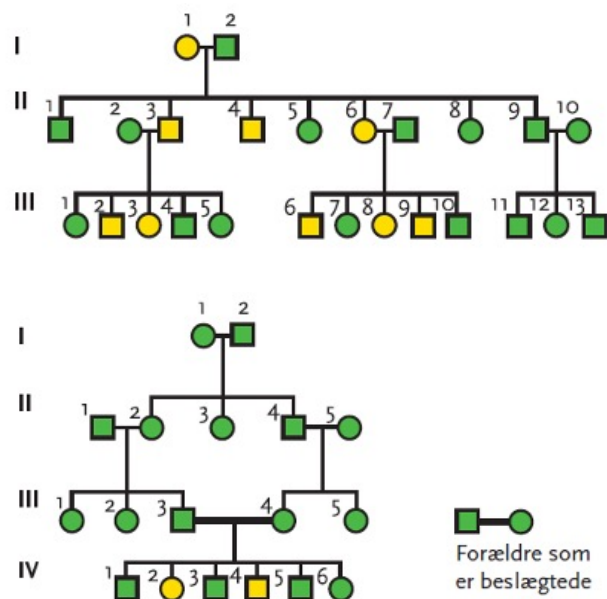
I en familie består generation I af et raskt forældrepar. De får tre børn, to drenge og en pige (generation II), der alle lider af cystisk fibrose. Den ene af drengene får to børn med en rask kvinde, en dreng og en pige (generation III). Begge disse børn er raske.

- Tegn en stamtavle for nedarvning af cystisk fibrose i familien. Anfør personernes genotyper.

**Opgave 6.12.** På figur 6.5 på næste side ses 2 stamtavler.

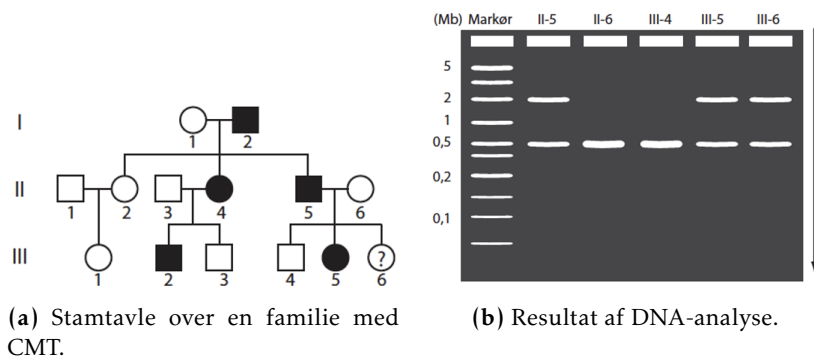
- Analyser stamtavlerne. Er der tale om dominant eller recessiv nedarvning?
- Anfør genotyper for så mange af individerne som muligt i de to nedestående stamtavler. Opstil evt. krydsningsskemaer for lettere at overskue mulige genotyper for afkommet af et par forældre.





Figur 6.5: Stamtavler.

**Opgave 6.13.** Figur 6.6a viser en stamtavle over en familie med sygdommen CMT (Charcot-Marie-Tooth). Figur 6.6b viser resultatet af en DNA-analyse, i form af gelelektroforese, af en del af familiemedlemmerne.



Figur 6.6: Analyse af familie med CMT.

- Hvordan nedarves sygdommen CMT?
- Angiv genotyperne for personerne i generation II.
- Forklar resultatet af DNA-analysen og angiv fænotype og genotype for person III-6.

## 6.6 Genteknologi

Der er 4 opgaver om forskellige måder til at bruge DNA. Til hver opgave er en tilhørende YouTube-klip, eventuelt artikel samt en række arbejdsspørgsmål.

- a) Opgaverne fordeles og i første omgang skal I sidde hver for sig og se videoen.
- b) Når alle har set videoen, sidder I med sidemakkeren og tale om materialets indhold ud fra de tilhørende arbejdsspørgsmål.
- c) I samles i matrixgrupper hvor der sidder 4 personer med hver deres opgave, og her skal hver person fremlægge sin opgave for de andre i gruppen. Det er god praksis at lade den enkelte tale færdig før der stilles opklarende spørgsmål.
- d) Efter de fire fremlæggelser skal I, i matrixgruppen, diskutere spørgsmålene:
  - i) Er I for eller imod gentests?
  - ii) Er I for eller imod gensplejsning/genredigering?

**Opgave 6.14 CRISPR som genterapi.** YouTube: [kortlink.dk/2pyxf](https://www.kortlink.dk/2pyxf).

- a) Hvem er Jacob G. Mikkelsen? Hvad laver han?
- b) Hvad vil han bruge CRISPR til?
- c) Hvad er genterapi?
- d) Hvad kan CRISPR bruges til i fremtiden?
- e) Hvilke risici er forbundet med at bruge CRISPR?
- f) Hvad er din holdning til at genredigere fostre?

Her kan du høre mere om selve CRISPR teknikken: [kortlink.dk/2pyxz](https://www.kortlink.dk/2pyxz).

- g) Hvor kommer CRISPR oprindeligt fra?
- h) Hvad er CRISPR?
- i) Hvilken funktion har CRISPR oprindeligt?
- j) Hvilke fordele er der ved at bruge CRISPR?

**Opgave 6.15 Istidsdyrenes uddøen.** YouTube: [kortlink.dk/2pyxh](https://www.kortlink.dk/2pyxh).

- a) Hvordan har Eske Willerslev fundet frem til sine opdagelser om istidsdyrenes uddøen?
- b) Hvad er den mest sandsynlige forklaring på Mammutters uddøen?
- c) Hvilken relevans har Eske Willerslevs forskning lige nu?

### **Opgave 6.16 Anvendelse af gentest og sjældne sygdomme.**

YouTube: [kortlink.dk/2pyxk](https://www.youtube.com/watch?v=kortlink.dk/2pyxk).

Artikel: *Anvendelse af gentest*.

- a) Hvad er muskelsvind og find ved internetsøgning ud af hvordan sygdommen nedarves?
- b) Hvad er Huntingtons sygdom og find ved internetsøgning ud af hvordan sygdommen nedarves?
- c) Hvad er årsagen til sjældne sygdomme og hvor ofte forekommer sjældne sygdomme?
- d) Hvilke fordele og ulemper er der ved at få lavet en gentest?

### **Opgave 6.17 FCK-spillere og MyHeritage DNA.**

YouTube: [kortlink.dk/2pyxn](https://www.youtube.com/watch?v=kortlink.dk/2pyxn).

Artikel: *Testen kan afsløre dine fjerne slægtninge* (side 7-10).

Når du har svaret på spørgsmålene, kan du måske nå YouTube-videoen på [kortlink.dk/2pyxp](https://www.youtube.com/watch?v=kortlink.dk/2pyxp).

- a) Hvad går MyHeritage ud på?
- b) Giv eksempler på overraskende opdagelser for fodboldspillerne.
- c) Hvor troværdig er testen?
- d) Overvej hvilke udfordringer kan der opstå hvis én af fodboldspillerne er sæddonor og nu har DNA test liggende på MyHeritage?
- e) Overvej hvorfor kan 2 søskende få to forskellige resultater?

# Kapitel 7

## Eksperimenter

### 7.1 Humangenetiske træk

#### 7.1.1 Formål

At vise et eksempel på genetisk variation hos mennesket. At vise eksempler på et-genpar karakterer.

#### 7.1.2 Forsøg og resultatskema

Humangenetisk karakter	Dominant AA eller Aa	Dig selv - sæt kryds	Antal på holdet	Recessivt udtrykt aa	Dig selv - sæt kryds	Antal på holdet
Hårrand i panden	med spids		afrundet			
Hår på fingerled 2	med hår		uden hår			
Øjenvippers længde	over 10 mm		under			
Øjenfarve	brun		blå			
Smilehuller 😊	haves		uden			
Tommelfinger øverst	venstre		højre			
Tungerulning	tungeruller		flad			
Øreflipform	fri		tilvokset			
Fortænder	melletrum		uden			
2. tå på foden	den længste		ikke			

#### 7.1.3 Efterbehandling

Hvorfor er der ikke flest med brune øjne, når nu det er en dominant egen-skab?

Er der andre recessive egenskaber der dominerer i klassen? Kom med bud på hvorfor?

Påvirkes nogle af egenskaberne af miljøet?

## 7.2 Gelelektroforese af DNA-spor

### 7.2.1 Case

Direktøren for flødebollefabrikken fandt pengeskabet brudt op da han søndag eftermiddag lige skulle hente en kasse flødeboller til eftermiddagskaffen. Inden i Franz Jäger pengeskabet fandt man et hår, som muligvis tilhører gerningskvinden. Det er lykkedes for vores dygtige retskemikerassistent at oprense DNA fra håret, og vi skal nu analysere DNA'et nærmere ved hjælp af gelelektroforese. Vi vil derefter sammenligne DNA fra håret med DNA fra fire personer, som er under mistanke. Det drejer sig om

- Sekretæren Mette, som er kendt for sin søde tand og muligvis vil kunne lave sine egne flødeboller derhjemme.
- Vicedirektør Betina, som muligvis gerne vil starte sin egen virksomhed.
- Rengøringsassistent Helle, som muligvis vil afpresse direktøren for penge.
- Ekskonen Dorte, som muligvis ikke synes hun har fået tildelt nok penge i forbindelse med skilsmissen.

Gelelektroforese kan adskille DNA efter størrelsen på DNA-molekylet, og da størrelsen af bestemte stykker DNA er unikke fra person til person kan det endeligt afsløre gerningspersonen.

### 7.2.2 Materiale

Mikropipetter, elektroforesekar, strømforsyning, saltvandsopløsning, og DNA-prøver A-E

DNA-prøve	Ejer
A	Gerningsstedet
B	Mette
C	Betina
D	Helle
E	Dorte

### 7.2.3 Fremgangsmåde

Gelelektroforese anvendes til at adskille DNA-stykker efter størrelse. Man støber en agarosegel, hvori man laver et antal brønde. Hen over gelen sættes en spændingsforskel for at få DNA-stykkerne til at "vandre" - de store stykker vandrer kortest i gelen, mens de små stykker vandrer længst. Denne vandring sker, da DNA har en negativ ladning.

- a) De 5 prøver loades på gelen. Dvs. 10  $\mu$ L af hver prøve fyldes i hver deres brønd. Start med prøve A i første brønd, prøve B i anden brønd osv..
- b) Spændingen sættes til 80 volt i 25 minutter. Husk at DNA vandrer fra den negative mod den positive pol (rød = plus, sort = minus)

### 7.2.4 Resultat

Indsæt et billede af din gel.

Hvem er gerningspersonen? Begrund din konklusion.

Udfyld biotekjournal.

**Del III**

**Fysik**

# Kapitel 8

## Romerlys

### 8.1 Mekanisk energi

#### 8.1.1 Tyngdekraft

Dette afsnit svarer til (Brydenscholt et al., 2017, side 20–21).

Ligeegyldigt om vi befinder os i Danmark eller i Australien, har vi en god fornemmelse af, hvad der er *op* og *ned*. Vi er påvirket af en kraft, som er rettet mod Jordens centrum. Denne kraft kaldes Jordens tyngdekraft, og tyngdekraftens retning kalder vi *ned*.

Holder vi en bold i hånden og giver slip, falder den *ned* på jorden. Dette skyldes tyngdekraften. Tyngdekraftens størrelse benævner vi med symbolet  $F_t$  (engelsk: Force), og tyngdekraftens størrelse bestemmer vi f.eks. ved hjælp af et newtonmeter. Se figur 8.1.

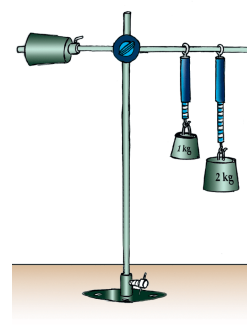
Hvis vi hænger et lod på 1,0 kg op i et newtonmeter, viser newtonmetret 9,82 N. Hvis vi i stedet ophænger et lod på 2,0 kg, viser newtonmetret  $2 \cdot 9,82\text{ N} = 19,64\text{ N}$ , og ophænger vi 3,0 kg, viser det  $3 \cdot 9,82\text{ N} = 29,46\text{ N}$  osv. Dette kan matematisk skrives som

$$F_t = m \cdot g,$$

hvor  $g = 9,82\text{ N/kg}$ .

**Eksempel 8.1.** Tyngdekraften på et lod på 100 g er på

$$F_t = 0,1\text{ kg} \cdot 9,82\text{ N/kg} = 0,982\text{ N}.$$



**Figur 8.1:** Måling af tyngdekraft med Newtonmeter.



**Eksempel 8.2.** Vi kan veje ting med et newtonmeter. Hvis f.eks. et lod hænges op i et newtonmeter, og newtonmetret viser 2,45 N, så er

$$2,45 \text{ N} = m \cdot 9,82 \text{ N/kg}.$$

Men så vejer loddet

$$m = \frac{2,45 \text{ N}}{9,82 \text{ N/kg}} = 0,249 \text{ kg}.$$

### 8.1.2 Tyngdekraft og energi

Når vi løfter en genstand, udfører vi et *arbejde* på genstanden. Dette arbejde afhænger af tyngdekraften på genstanden. Jo større tyngdekraft, jo mere vejer genstanden jo. Og jo mere en genstand vejer, jo mere skal vi arbejde for at løfte den! Derudover afhænger vores arbejde af, hvor højt vi løfter genstanden. Forestil dig, at du trækker en spand vand op af en brønd med et reb. Da skal du udføre det samme arbejde for hvert træk, du laver i rebet. Disse overvejelser kan matematisk skrives som

$$A = m \cdot g \cdot h,$$

hvor  $m$  er vægten (*massen*) i kg af genstanden,  $g = 9,82 \text{ N/kg}$  og  $h$  er højden i m, vi løfter genstanden.

Hvis en genstand er løftet til en højde  $h$ , så siger vi, at den har den *potentielle energi*  $E_{\text{pot}}$  svarende til det arbejde, vi har udført for at løfte genstanden derop. Dvs.

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h.$$

Når genstanden tabes, omdannes dens potentielle energi til *bevægelsesenergi*. Bevægelsesenergi kaldes også *kinetisk energi*, og skrives  $E_{\text{kin}}$ . Der gælder, at

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2,$$

hvor  $v$  er farten i m/s af genstanden.

Samlet kaldes den kinetiske og den potentielle energi for *mekanisk energi*  $E_{\text{mek}}$ .

$$E_{\text{mek}} = E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}}$$

Den potentielle energi omdannes til kinetisk energi, men den mekaniske energi ændrer sig ikke.

**Eksempel 8.3.** En murer taber en mursten, så den falder til jorden. Murstenen falder 8 m i et frit fald.

En mursten vejer 2 kg. Til at starte med har murstenen derfor den potentielle energi

$$E_{\text{pot}} = 2 \text{ kg} \cdot 9,82 \text{ N/kg} \cdot 8 \text{ m} = 157,12 \text{ J}.$$


Når den rammer jorden, er denne energi omdannet til kinetisk energi; dvs.

$$157,12\text{ J} = \frac{1}{2} \cdot 2\text{ kg} \cdot v^2.$$

Heraf fås, at murstenen rammer jorden med farten  $v = 12,5\text{ m/s}$ .

### 8.1.3 Måling af mekanisk energi

Du skal måle på den mekaniske energi af en bold, som hopper på gulvet. Det skal du gøre med VERNIER VIDEO ANALYSIS.

 Du skal optage en video af en hoppende bold. Denne video skal analyseres. Se i filmen VernierVideoAnalysis.mov hvordan du skal gøre det. Når du er færdig, er du for hvert hop kommet frem til en ligning a'la

$$E_{\text{kin}} = -0,99 \cdot E_{\text{pot}} + 1\text{ J}$$

Dvs.  $E_{\text{kin}} \simeq -E_{\text{pot}} + 1\text{ J}$ . Men så er

$$E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}} \simeq 1\text{ J}$$

Da den mekaniske energi er defineret som  $E_{\text{mek}} = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}}$ , er den mekaniske energi altså ca. 1 J under hele faldet. Derfor viser forsøget, at den mekaniske energi er den samme under hvert hop. Den tabte potentielle energi omdannes altså til kinetisk energi under faldet.

Når bolden rammer gulvet, mister den mekanisk energi i form af varme. Den mekaniske energi bliver altså mindre og mindre for hvert hop.

Mere formelt er nyttevirkningen ved hvert hop ikke 100 %. Generelt defineres nyttevirkningen  $\eta$  som den brøkdelen af en omsat energi, der udnyttes, dvs. den brøkdelen af den omsatte energi, der omsættes til den energiform vi ønsker,

$$\eta = \frac{E_{\text{nytte}}}{E_{\text{omsat}}}$$

Hvis  $E_1$  hhv.  $E_2$  er den samlede, mekaniske energi før hhv. hop nr. 1 og 2, så er nyttevirkningen ved hop nr. 1 givet ved

$$\eta = \frac{E_2}{E_1}$$

## Kapitel 9

# Gå glad i bad

### 9.1 Energi i mange former

Dette afsnit svarer til (Brydensholt et al., 2017, side 28–29).

#### 9.1.1 Energiformer og energiomsætning

Overalt omkring os støder vi på *energi* under forskellige former.

- Når vi f.eks. tænder en energisparepære, vil den omdanne *elektrisk energi* til *lysenergi* (strålingsenergi) og til *termisk energi* (pæren bliver varm).
- Når bilmotoren accelererer bilen, omdanner den *kemisk energi* i benzinen til *bevægelsesenergi* og *termisk energi*.
- Når Solen skinner på en plantes grønne blade, bliver energien i lyset fra Solen (*strålingsenergien*) ved fotosyntesen omdannet til *kemisk energi* i bladene.

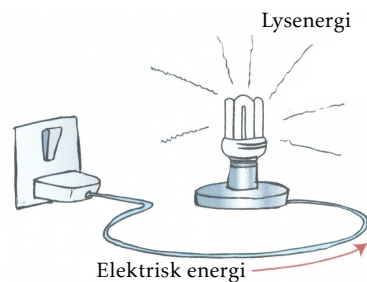
Se figur 9.1a til 9.1c på næste side

Hver gang, der optræder en *energiomsætning*, har vi en *energiindtager* og en *energikilde*.

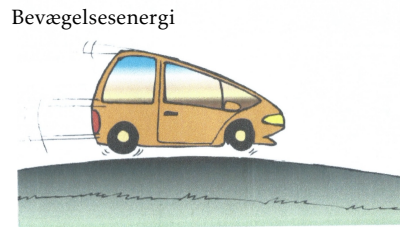
For at få overblik over energiomsætninger, kan vi opstille en *energikæde*.

På figur 9.1d på den følgende side er der et eksempel på en energikæde, hvor kemisk energi i et batteri omsættes til elektrisk energi og igen til termisk energi i en gammeldags glødelampes glødetråd, der bliver et par tusind grader varm.

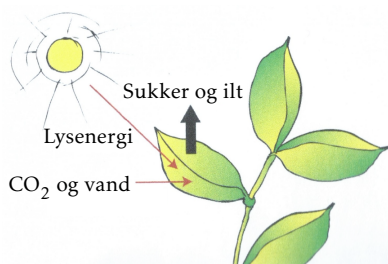
I glødetråden omsættes energien til strålingsenergi (lys- og varmestråling).



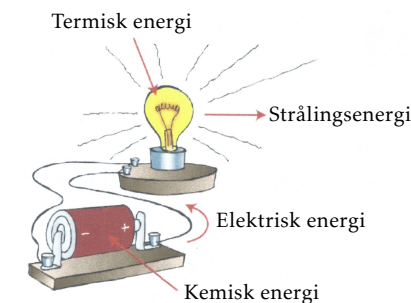
(a) Elektrisk energi til lysenergi.



(b) Kemisk energi til bevægelsesenergi og termisk energi.



(c) Energi fra Solen omdannes til kemisk energi i bladene.



(d) Kemisk energi til lys- og varme-stråling.

**Figur 9.1:** Eksempler på energiformer og energiomsætning.

### 9.1.2 Energifbevarelse - naturens vigtige princip

Alle hidtil udførte energimålinger har vist, at hver gang, der finder en energiomdannelses sted, er der én energiform, der bliver mindre af, og en anden energiform, der bliver tilsvarende mere af. Den samlede mængde af energi forandres dog ikke.

Hvis der forsvinder noget af en eller flere energiformer, vil det blot opstå i samme mængde i andre energiformer.

Den samlede energi er altid konstant.

Denne sætning kaldes *energisætningen*.

Vi har aldrig fundet afvigelser fra energisætningen. Energisætningen er et eksempel på en naturlov.

Når vi siger, at vi bruger energi til opvarmning en kold vinterdag, er der altså tale om, at vi omsætter energi fra én form til en anden.

Vi omsætter den kemiske energi i olien, der afbrændes i oliefyret, til termisk energi i radiatorerne. Derfra overføres varmen til luften i stuen. Langsomt ledes varmen derefter gennem væggene ud til den kolde luft uden for huset.

Oliens kemiske energi er altså ikke forsvundet, men er omsat til termisk ener-

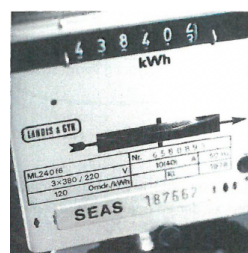
gi, der er endt i luften uden for huset, hvor vi ikke mere har gavn af den. Den termiske energi viser sig ved, at luften uden for huset har fået højere temperatur.

## 9.2 Energi og effekt

Dette afsnit svarer til (Brydensholt et al., 2017, side 30–34).

### 9.2.1 Energi

Vi kan som regel måle, hvor meget energi der bliver omsat. Målemetoden afhænger af den energiform, vi har at gøre med. Figur 9.2 viser et meget almindeligt udstyr til måling af omsat elektrisk energi. En sådan elmåler findes i de fleste hjem. Vi bruger den, når vi skal afregne med elværket, så vi kan betale for den elektriske energi, vi har modtaget.



Figur 9.2: Typisk elmåler.

Den mest almindelige måleenhed for energi er joule med symbolet J. Størrelsen af en joule er illustreret med et par eksempler på figur 9.3.



(a) Fynsværket producerer årligt ca.  $3,6 \text{ PJ} = 3\,600\,000\,000\,000\,000 \text{ J}$  elektrisk energi. Det er en meget stor mængde energi!



(b) Der skal ca.  $400\,000 \text{ J}$  til at lave en stor kande te, dvs. til at opvarme 1 liter vand fra ca.  $10^\circ\text{C}$  til  $100^\circ\text{C}$ .

Figur 9.3: Eksempler på størrelsen af en joule.

Til mange formål er enheden joule for lille. I de tilfælde bruger vi f.eks. kilojoule (kJ), megajoule (MJ), gigajoule (GJ), terajoule (TJ) eller petajoule (PJ), hvor

$$\begin{aligned} 1 \text{ kJ} &= 1 \cdot 10^3 \text{ J} & 1 \text{ MJ} &= 1 \cdot 10^6 \text{ J} & 1 \text{ GJ} &= 1 \cdot 10^9 \text{ J} \\ 1 \text{ TJ} &= 1 \cdot 10^{12} \text{ J} & 1 \text{ PJ} &= 1 \cdot 10^{15} \text{ J} \end{aligned}$$

Vi nævner desuden tre andre eksempler på energienheder:

**Kilocalorie** bruges ofte for energiindhold i fødevarer;  $1 \text{ kcal} = 4,186 \text{ kJ}$ .

**Kilowatt-time** bruges ofte for elektrisk energi;  $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$ .

**Elektronvolt** bruges i atomfysik;  $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

### 9.2.2 Effekt

På en elsparepære kan der f.eks. stå  $11 \text{ W}$ . Det betyder, at pæren omsætter  $11 \text{ J}$  i sekundet. Vi siger, at pærens *effekt* er  $11 \text{ W}$ .

Omsat energi pr. tid kalder vi effekt.

$$\text{effekt} = \frac{\text{omsat energi}}{\text{tid}}$$

Vi bruger bogstavet  $P$  for effekt, fordi effekt på engelsk hedder power. Definitionen på effekt kan skrives med formlen

$$P = \frac{E}{t}$$

hvor  $E$  er den omsatte energi, og  $t$  er tiden.

Vi måler effekt i joule pr. sekund, som kaldes watt (W).

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$$

**Eksempel 9.1** (En kande te). Der skal tilføres en energi på ca.  $400\,000 \text{ J}$  for at opvarme en liter koldt vand til kogepunktet.

Hvis en elkedel skal gøre det på 3 minutter, dvs. 180 sekunder, skal kedlens effekt være på

$$P = \frac{400\,000 \text{ J}}{180 \text{ s}} = 2222 \text{ W}$$

Hvis vi kender den omsatte energi og tiden, skal vi bruge ligningen

$$P = \frac{E}{t}$$

til at udregne effekten. Omskriver vi ligningen til

$$E = P \cdot t$$

kan vi også bruge ligningen til at beregne den omsatte energi, hvis vi kender effekten og tiden.

Desuden ser vi, at

$$1 \text{ J} = 1 \text{ W s}$$

På samme måde ser vi, at

$$1 \text{ Wh} = 1 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3600 \text{ J} = 3,6 \text{ kJ}$$

og

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3\,600\,000 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$$

**Eksempel 9.2** (Hvad koster det at støvsuge?). Hvad gør man ikke for at blive fri? For de fleste af os er støvsugning en sur pligt, og så skal vi endda betale for det.

Hvad koster det egentlig?

Effekten står som regel anført på støvsugeren. Den kan f.eks. være 1500 W.

På en time er der  $60 \cdot 60 \text{ s} = 3600 \text{ s}$ . Derfor vil støvsugeren bruge den elektriske energi

$$\begin{aligned} E &= P \cdot t = 1500 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} \\ &= 5\,400\,000 \text{ W s} \\ &= 5\,400\,000 \text{ J} \\ &= 5,40 \text{ MJ} \end{aligned}$$

Omregnet til enheden kWh giver det

$$E = 1,5 \text{ kWh}$$

Regner vi med en elpris på 1,90 kr/kWh, giver det en omkostning på

$$1,5 \text{ kWh} \cdot 1,90 \text{ kr/kWh} = 2,85 \text{ kr.}$$

**Eksempel 9.3** (Omsat energi i en hårtørrer). En bestemt elektrisk hårtørrer har en effekt på 1620 W.

Hvis den bliver benyttet i 20 minutter, er den omsatte elektriske energi

$$E = P \cdot t = 1620 \text{ W} \cdot 1200 \text{ s} = 1,94 \cdot 10^6 \text{ J} = 1,94 \text{ MJ.}$$

**Eksempel 9.4** (Elradiatorer effekt). Hvis elmåleren viser, at en elradiator i løbet af en time har omsat en elektrisk energi på 5,4 MJ, kan vi udregne radiatorens effekt til

$$P = \frac{E}{t} = \frac{5,4 \cdot 10^6 \text{ J}}{3600 \text{ s}} = 1500 \text{ W.}$$

**Eksempel 9.5** (Elpærers døgnforbrug af energi). Hvis en 100 W pære er tændt i 24 timer, er dens forbrug af elektrisk energi

$$E = P \cdot t = 100 \text{ W} \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} = 8,64 \text{ MJ.}$$

Energiforbruget kan også udregnes på følgende måde

$$E = P \cdot t = 100 \text{ W} \cdot 24 \text{ h} = 2400 \text{ Wh} = 2,4 \text{ kWh.}$$

# Kapitel 10

## Opgaver

### 10.1 Mekanisk energi

**Opgave 10.1.** En klasse har lavet undersøgelsen i afsnit 11.1 på side 80 af elastikskud, og har fundet frem til, at

$$\ell = 30x$$

hvor  $x$  (målt i cm) er længden af elastikken og  $\ell$  (også i cm) er skudlængden.

- Hvor langt skydes elastikken, hvis den trækkes 10 cm ud?
- Find skydelængderne for udtræk på 10 cm, 11 cm, 12 cm, ..., 30 cm.
- Hvor langt skal elastikken strækkes for at skyde 3,5 m?
- Tegn grafen for sammenhængen mellem stræk- og skudlængden. Kan du svare på spørgsmålene herover kun ved at bruge grafen?
- Er der en grænse for, hvor langt elastikken kan skyde?

**Opgave 10.2.** Din lærer tager et lod og "vejer" det med et newtonmeter. Du skal regne ud, hvad loddet vejer. Bagefter kan du sammenligne dit resultat med en vejning af loddet på en vægt.

**Opgave 10.3.** En 1-krone tabes fra toppen af rundetårn. Den vejer 3,6 g og rundetårn er 42 m højt.

- Hvor stor er den potentielle energi for 1-kronen idet den tabes?
- Med hvor høj fart rammer den jorden?

**Opgave 10.4.** Forklar med dine egne ord,

- hvornår den mekaniske energi er bevaret, og
- hvad det betyder, at den mekaniske energi er bevaret.



**Opgave 10.5.** En tennisbold og en bowlingkugle starter i hvile, og de falder begge en meter ned, inden de rammer jorden.

Hvilke af de følgende påstande er sande?

- a) Tennisbolden og bowlingkuglen har samme potentielle energi, inden de falder.
- b) Tennisbolden og bowlingkuglen har samme kinetiske energi, inden de falder.
- c) Tennisbolden og bowlingkuglen har samme kinetiske energi, når de rammer jorden.
- d) Tennisbolden og bowlingkuglen rammer jorden med samme fart.

**Opgave 10.6.** Vi ser på en bil, der vejer 1150 kg. Beregn bilens kinetiske energi ved farten 40 km/h og ved farten 80 km/h. Begynd med at omregne farten til m/s.

Sammenlign de to værdier af den kinetiske energi.

**Opgave 10.7.** En bold kastes lodret op i luften. Bolden vejer 120 g, og dens fart er 14 m/s.

Hvor højt når bolden op?

**Opgave 10.8.** Gejseren Old Faithful i Yellowstone National Park i USA sender med regelmæssige mellemrum en høj søjle af varmt vand lodret op i vejret. Søjleens højde kan blive op til 56 m.



Vandet i en gejser varmes op nedefra af varme vulkanske lag i undergrunden, og når det kommer i kog, bliver vandet presset ud i en kaskade af vand og damp. Herefter fyldes gejseren med vand igen, og processen gentager sig. Den højde, som vandet når i et udbrud, afhænger af den fart, hvormed det udslynges.

Beregn vandets begyndelsesfart svarende til den maksimale søjlehøjde.

**Opgave 10.9.** En cyklist holder til at begynde med stille ved toppen af en 15 m høj bakke. Bakkens længde er 200 m. Den samlede masse af cyklist og cykel er 85 kg. Cyklisten kører nu på frihjul ned ad bakken, og ved bakkens fod er farten 30 km/h.

- a) Beregn den potentielle energi af cykel og cyklist ved toppen af bakken.
- b) Beregn den kinetiske energi af cykel og cyklist ved bakkens fod.
- c) Hvor stort er tabet i mekanisk energi?
- d) Beregn nyttevirkningen ved den samlede tur fra toppen til foden af bakken.
- e) Hvad er den tabte energi blevet omdannet til?

**Opgave 10.10.** Du skal i denne opgave arbejde med en simulation pendul.ggb af et svingende pendul, der rammer et søm.

- a) Tror du sømmets højde har betydning for, hvor højt pendulet svinger op i venstre side?
- b) Prøv at flytte sømmet til forskellige højder. Hvad sker der?
- c) Hvordan hænger det sammen med teorien i afsnit 8.1 på side 66?

## 10.2 Energiomsætning

**Opgave 10.11.** Arbejdsspørgsmål til afsnit 9.1 på side 69.

- a) Hvilke energiformer er nævnt?
- b) Lav energikæder
  - i) Fra vindmølle til elpære.
  - ii) Fra sollys til kost til muskelbevægelse.
- c) Hvad er energisætningen og hvad betyder den?
- d) Beskriv begrebet effekt med ord.
- e) Hvor kender du enheden kWh fra og hvad står den for?

**Opgave 10.12.** Energi kan hverken opstå eller forsvinde, men den kan omdannes.

I denne opgave skal du bestemme energiomsætning i de forskellige situationer, apparater og anlæg, som ses på figur 10.1 på den følgende side.

Det er dog vigtigt, at du ser helt bort fra energitab eller uønskede energitransformationer, som ikke er en del af "opfindelsens" ide.

Stikord til energityper kan være *elektrisk energi*, *indre energi*, *kemisk energi*, *kerneenergi*, *kinetisk energi*, *potentiel energi* og *strålingsenergi*.



(a) Faldskærmsudspringer i landingen på jorden.



(b) Bjergbestiger, som klatrer op ad klippevæg.



(c) Ristning af brød på brødrister.



(d) Cykelrytter, som sætter farten op.



(e) Skiløber, som løber ned ad en piste.



(f) Opbremsningen af et kampfly med en faldskærm.

**Figur 10.1:** Forskellige situationer, hvor der sker energiomsætning.

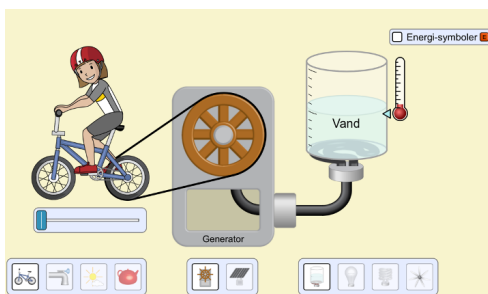
**Opgave 10.13.** I nedenstående skema er der allerede indsat relevante fysikbegreber, samt symbol, enhed og formel for effekt. Lav dit eget skema, og udfyld felterne for energi og tid.

Begreb	Symbol	Enhed	Formel
Effekt	$P$	$W$	$P = \frac{E}{t}$
Energi			
Tid			

**Opgave 10.14.** Du skal bestemme effekten af forskellige apparater ved både at måle og søgning på internettet. Mål på blandt andet egen computer, hårtørrer, elkedel. Vælg andre apparater som playstation, fjernsyn og find deres effekt ved hjælp af søgning på internettet. Skriv dine resultater i et skema som herunder. Du kan med fordel bruge et regneark til at skrive og udfylde skemaet med.

Apparat	Effekt $P$ (kW)	Tid (timer pr. uge)	Energi (kWh)	Pris (uge)	Pris (år)

**Opgave 10.15.** Brug hjemmesiden [kortlink.dk/wtv4](http://kortlink.dk/wtv4) til at opskrive energikæder.



**Opgave 10.16.** En youtuber har et indslag, der varer i  $t = 12$  minutter. I indslaget anvendes spotlys og energiforbruget til disse spotlys er  $E = 82$  kJ.

Beregn den effekt  $P$ , som spotlyset omsætter energi med.

**Opgave 10.17.** Signe cykler til arbejde fra Hørning. Elmotoren i hendes elcykel omsætter energi med effekten  $550$  W, og turen varer  $25$  minutter.

Beregn elcyklens energiomsætning  $E$  på turen. Angiv resultatet både i enheden J og kJ.

**Opgave 10.18.** En solfanger på taget kan være en billig varmekilde.

En solfanger med et areal på  $2,5 \text{ m}^2$  sidder sådan, at den i solskin modtager en effekt på  $800 \text{ W}$  pr.  $\text{m}^2$  fra Solen.

Beregn den energi, som solfangeren modtager i løbet af 3 solskinstimer. Angiv resultatet både i enheden J og MJ.

**Opgave 10.19.** Vi ser i denne opgave på energiforbruget i en elektrisk pære.

- a) Beregn en  $40 \text{ W}$  pæres forbrug af elektrisk energi på 2 timer.

Regn med at elprisen er  $2 \text{ kr}$  pr. kWh.

- b) Hvad koster det i kr at have pæren tændt i 2 timer?

En familie har pæren tændt 2 timer om dagen 200 dage om året.

- c) Hvad koster det?

En LED-pære på  $7 \text{ W}$  giver nogenlunde samme lysmængde som den gammeldags  $40 \text{ W}$  pære.

- d) Hvor meget kan familien spare om året ved at skifte til LED-pæren?

**Opgave 10.20.** Gyrithe har lavet målinger på sit brusebad svarende til dem, du skal lave i afsnit 11.4.2 på side 85. Hun fik følgende værdier:

$$\begin{array}{lll} T_{\text{kold}} = 10^\circ\text{C} & \Delta t_1 = 1 \text{ min} & V = 20 \text{ L} \\ T_{\text{varm}} = 38^\circ\text{C} & \Delta t_2 = 15 \text{ min} & \end{array}$$

Desuden er hun med målinger svarende til dem, du skal lave i afsnit 11.4.1 på side 84, kommet frem til, at det kræver  $4700 \text{ J}$  at opvarme  $1 \text{ L}$  vand  $1^\circ\text{C}$ .

Hvad koster Gyrithe's bad?

# Kapitel 11

## Eksperimenter

### 11.1 Elastikskud

#### 11.1.1 Materiale og udførelse

Du skal undersøge, hvor langt du kan skyde med en elastik. Hertil skal du bruge en elastik, en lineal og et målebånd. Undersøgelsen går nu ud på at placere linealen på et bord og skyde elastikken ud over bordet ned på gulvet.

Du skal undersøge, om det kan forudsiges, hvor langt elastikken flyver. Træk elastikken ud i forskellige længder, skyd den afsted og mål, hvor langt den kommer. Gentag dette med 3 skud fra hver længde, og øg længden med 1 cm ad gangen. Noter dine målinger et skema som dette:

$x$ (cm)	5	6	6	6	7	7	7	...
$\ell$ (cm)	0	102	105	104	109	112	115	...

Her er  $x$  længden af elastikken og  $\ell$  skudlængden.

#### 11.1.2 Databehandling

Efter skud fra mindst 10 forskellige elastiklængder  $x$  er du klar til at tegne dine punkter ind i en graf. Du skal have længden af elastikken på  $x$ -aksen. På  $y$ -aksen skal du have skudlængderne. Ser punkterne ud til at ligge på en ret linie? Prøv at tegne denne rette linie.

Ved at bruge din linie for elastikskuddene skal du nu besvare følgende spørgsmål.

- Hvor langt skydes elastikken, hvis den trækkes 10 cm ud?
- Find skydelængderne for udtræk på 10 cm, 11 cm, 12 cm, ..., 30 cm.
- Vælg en passende længde  $\ell_0$ , som du ved, din elastik kan skydes. Hvor langt skal elastikken strækkes for at skyde så langt?

### 11.1.3 Skydekonkurrence

Du skal nu konkurrere med resten af klassen om at skyde bedst. Din modstander får at vide, hvor langt  $\ell_{\max}$  din elastik kan skyde, og vælger så en længde  $\ell \leq \ell_{\max}$  du skal skyde. Du får så 3 forsøg til at skyde denne længde; den mindste afstand fra  $\ell$  er dine point. Sådan spiller du mod din modstander i 5 runder. Vinderen er den, som ender med færrest point. De 3 vindere med færrest point mødes i en finalerunde.

## 11.2 Hoppende bold

### 11.2.1 Formål

At undersøge den mekaniske energi for en hoppende basketball.

### 11.2.2 Teori

Den *potentielle* energi i tyngdefeltet er givet ved  $E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$ , hvor  $g$  er tyngdeaccelerationen, der i Danmark er givet ved  $g = 9,82 \text{ N/kg}$ ,  $m$  er massen i kg og  $h$  er højden over jordoverfladen.

Bevægelsesenergien kaldes den *kinetiske* energi, og er givet ved  $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ , hvor  $m$  er massen i kg og  $v$  er farten i m/s.

Samlet kaldes potentiel og kinetisk energi for den *mekaniske* energi. Den mekaniske energi er altså summen af den potentielle og den kinetiske energi. Dvs.

$$E_{\text{mek}} = E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}} = m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

### 11.2.3 Materialer

Video af en hoppende basketball, med masse 0,550 kg. Videovejledninger til VernierVideoAnalysis.mov.

### 11.2.4 Fremgangsmåde

Optag en video af en hoppende basketball, mens hoppende bliver mindre og mindre. På videoen skal der være en meterstok eller andet I kender længden af.

### 11.2.5 Databehandling

- Indsæt videoen i Vernier Video Analysis (link til programmet Vernier Video Analysis), og lav videodatabehandling af videoen. Se i filmen VernierVideoAnalysis.mov hvordan du skal gøre det.



- Lav 3 nye, beregnede kolonner med hhv.

- i) den potentielle energi  $E_{\text{pot}}$ ,
  - ii) den kinetiske energi  $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_y^2$  og
  - iii) den mekaniske energi  $E_{\text{mek}} = E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}}$ .
- c) Lav en graf hvor man kan se den mekaniske, den potentielle, og den kinetiske energi i ét hop, som funktion af tiden.
- i) Hvad kan man sige om den mekaniske energi? Er den bevaret?
- d) Lav en graf hvor man kan se den mekaniske energi, som funktion af tiden, i flere hop.
- i) Hvad kan man sige om den mekaniske energi? Er den bevaret mellem hoppene?
  - ii) Aflæs den mekaniske energi i hvert af hoppene og indsæt i tabel 11.1. Den tabte, mekaniske energi for hvert hop (i %) beregnes her som  $\frac{E_{\text{mek},n} - E_{\text{mek},n-1}}{E_{\text{mek},n-1}} \cdot 100\%$ .

**Tabel 11.1:** Mekanisk energi for hvert hop.

Hop nr.	1	2	3	4	5	6
$E_{\text{mek}}$ (J)						
Tabt mekanisk energi (%)						
Nyttevirkning (%)						

Ved en energiomsætning går noget af energien til det, vi ønsker, det skal gå til, og en del af energien går til noget andet. Den energi, der går til det, vi gerne vil have det til, kalder vi for den *nyttiggjorte* energi, og den del af energien, der ikke gør, kaldes den *tabte* energi. Da den samlede energi er konstant følger det, at

$$E_{\text{omsat}} = E_{\text{nytte}} + E_{\text{tab}}$$

Nyttevirkningen er den andel af den omsatte energi der går til det ønskede. Nyttevirkningen betegnes med det græske bogstav  $\eta$  (eta), og beregnes vha. formlen

$$\eta = \frac{E_{\text{nytte}}}{E_{\text{omsat}}}$$

Ser vi den mekaniske energi lige inden et hop som den omsatte energi, og den mekaniske energi efter hoppet som den nyttige energi (da vi ønsker bolden hopper så højt så muligt), kan nyttevirkningen i et hop beregnes ved

$$\eta = \frac{E_{\text{mek, efter}}}{E_{\text{mek, før}}}$$

- e) Beregn nyttevirkningen i hver hop. Er nyttevirkningen den samme i hvert hop? Hvad går den energi, der tabes i et hop til?



### 11.2.6 Konklusion

Skriv en kort konklusion, hvor der konkluderes hvornår der er bevarelse af den mekaniske energi, og hvornår der ikke er. Desuden kommenteres nyttevirkningen i et hop.

## 11.3 Romerlys som ildkaster

Familien Brandt var i byen nytårsaften. Da de kom hjem om natten, stod deres stue på 1. sal i brand. Vinduet i stuen er slået i stykker. I naboens have på den anden side af vejen kunne de se, at der var affyret romerlys. Derfor fik de en mistanke om, at et romerlys havde skudt et skud ind i deres stue.

Din opgave i denne øvelse er at undersøge, om denne mistanke er rimelig. Kan et romerlys have skudt ind i lejligheden?

### 11.3.1 Skudkurve


Du skal med en simulation undersøge, om et romerlys kan skyde fra nabohaven til lejligheden. Simulationen er konstrueret ud fra, at et objekt bevæger sig i en parabelbane, når det kastes ud i en fri bevægelse. I første omgang skal denne forudsætning derfor afprøves.

Optag med din telefon en bold, der kastes. Husk at have en synlig genstand på filmen, som du kender størrelsen af, f.eks. en tavle-lineal. Indlæs nu filmen i VERNIER VIDEO ANALYSIS, og undersøg, om boldens banekurve er en parabel.

### 11.3.2 Affyringshastighed

Producenten af romerlysene oplyser, at de maksimalt kan skyde ildkugler op i højden 10 m. Som ved elastikskuddene er der en direkte sammenhæng mellem den maksimale højde (eller skudlængden for elastikken) og affyringshastigheden. Bestem den maksimale affyringshastighed for ildkuglerne i romerlysene ved hjælp af energiberegninger.

### 11.3.3 Simulation

 Undersøg med simulationen romerlys.ggb, om (1) det er muligt for et romerlys at skyde en ildkugle gennem vinduet, og hvis der muligt, (2) ved hvilke vinkler, romerlyset skyder ind gennem vinduet. Husk at stille affyringshastigheden  $v_0$  i simulationen til den værdi, du fandt i afsnit 11.3.2.

Vinduet er slået i stykker. Det er derfor også relevant at vide, med hvilken fart, ildkuglen fra romerlyset evt. har ramt vinduet. Lav en ved hjælp af energiberegninger en vurdering af ildkuglens fart ved sammenstødet med vinduet ved forskellige vinkler.

## 11.4 Energiforbrug ved opvarmning

Vi skal i dette afsnit måle på, hvor meget energi det kræver at opvarme vand når vi f.eks. laver mad eller går i bad.

### 11.4.1 Energiforbrug ved opvarmning af vand

Til forsøget skal du bruge

- en elkedel,
- en vægt,
- et termometer tilsluttet Graphical Analysis og
- en effektmåler.

Du skal nu lave temperaturkurver for forskellige mængder vand.

- Fyld elkedlen op med vand. Sørg for at veje, hvor meget vand  $m_{\text{vand}}$ , du fylder i kedlen.
- Sæt termometeret i vandet og indstil i Graphical Analysis målinger til at løbe i 4 minutter med målinger hver 5. sekund.
- Tænd for elkedlen og start målingerne i Graphical Analysis. Husk at måle effekten af elkedlen; den er på ca.  $P = 1000\text{ W}$ .
- Sluk for elkedlen når målingerne er afsluttede i Graphical Analysis.
- Tegn en temperaturkurve  $(t, T)$  over dine målinger i Graphical Analysis ved hjælp af lineær regression.

Gentag punkt a)–e) med andre mængder vand. Prøv også at udføre forsøget med en isoleret vandvarmer (f.eks. et kaloriemeter).

Med din temperaturkurve skal du nu besvare følgende spørgsmål om opvarmning af vandet i elkedlen fra starttemperaturen til  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

- Hvor lang tid tager det at opvarme vandet?
- Beregn den mængde energi  $E$ , der skal til for at opvarme vandet ved hjælp af formlen  $E = P \cdot t$ .
- Beregn, hvad det koster at opvarme vandet i elkedlen. Regn med en pris pr. kWh på 2,5 kroner.

Du skal besvare spørgsmål a) til c) på denne side for både (1) en fuld elkedel (din første måling), og (2) 1 L vand. Det sidste skal gøres ved hjælp af en omregning, da der ikke er plads til 1 L vand i elkedlen.

### 11.4.2 Energiforbrug ved brusebad

Når du næste gang skal I bad, så tag en spand, et litermål eller andet i den stil med, samt et stopur og et termometer.

- Start med at måle temperaturen  $T_{\text{kold}}$  af det kolde vand. Lad vandet løbe indtil det bliver rigtigt koldt.
- Skru op på den temperatur du plejer at tage dit bad, og med det vandtryk du plejer at anvende, når du tager et bad.
- Mål temperaturen  $T_{\text{varm}}$  af det varme vand.
- Fyld en kendt mængde vand  $V$  i din beholder, og tag tid på, hvor lang tid  $\Delta t_1$  det tager. *Obs: tiden skal måles i sekunder og vandmængden i liter.*
- Beregn vandstrømmen som  $I_{\text{vand}} = \frac{V}{\Delta t_1}$ . Vandstrømmen bliver beregnet i enheden L/s.
- Tag nu dit bad, og mål tiden  $\Delta t_2$ , det tager. *Obs:  $\Delta t_2$  skal også måles i sekunder.*
- Beregn mængden af vand du har brugt på dit bad, som  $V_{\text{bad}} = I_{\text{vand}} \cdot \Delta t_2$ .

I afsnit 11.4.1 på forrige side målte du, hvor meget energi en elkedel bruger på at opvarme forskellige mængder vand til 100 °C. Denne måling skal du nu bruge til at beregne energien, der skal til for at opvarme vandet, du bruger i badet.

- Temperaturændringen for dit badevand er  $\Delta T = T_{\text{varm}} - T_{\text{kold}}$ . Hvor meget energi kræver det at opvarme 1 L vand så meget med elkedlen?
- Hvor meget energi kræver det at opvarme den mængde vand, du bruger i badet?

Vi regner nu med en pris for vand på 18 kr/m<sup>3</sup> og en elpris på 2,5 kr/kWh.

- Regn ud hvad *dit* bad koster, ved at lægge prisen for vandet sammen med prisen for opvarmningen af vandet. Hvad koster det pr. år? *Obs: det er ikke den fulde pris, da vandet også skal pumpes rundt, og det kræver energi.*
- Når du tager bad næste gang, så prøv at skrue på temperatur og vandtryk. Hvor langt ned kan du skrue temperatur og vandtryk, samtidig med at det stadigvæk er behageligt? Kan du evt. forkorte badet lidt?
- Gentag punkterne c)–j), og beregn hvad badet med de nye indstillinger koster. Hvor meget sparer du pr. år?

**Del IV**

**Kemi**

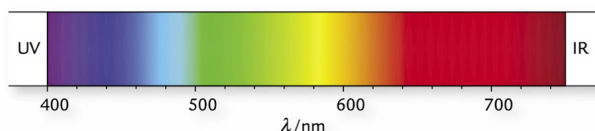
## Kapitel 12

# Hvem skrev beskeden?

Kapitlet er skrevet på baggrund af (Mygind et al., 2022, side 183–184).

### 12.1 Lys og farver

Hvidt lys er en blanding af alle regnbuens farver fra violet til rødt og kaldes også det synlige lys. Lys tilskrives en bølglængde  $\lambda$ , som måles i enheden nanometer (nm). Det synlige lys har bølglængder i intervallet fra 400 nm (violet) til 750 nm (rødt). Ultraviolet lys (UV) har bølglængder mindre end 400 nm, og infrarødt lys (IR) har bølglængder større end 750 nm (se figur 12.1).



Figur 12.1: Det synlige lys fordelt på farver og bølglængder.

Et stof er farvet, fordi det indeholder molekyler eller ioner, der reflekterer større eller mindre dele af hvidt lys. Det lys, der ikke reflekteres, bliver tilbageholdt. Vi siger, at det bliver absorberet. Hvis stoffet f.eks. absorberer det gule lys, vil man se de farver, som reflekteres (det modsatte af at absorberes), og det er rød, blå og violet, hvorved stoffets farve bliver lilla. Man kan få et overblik over stoffets absorption af lys og stoffets farve ved at benytte en farvecirkel (se figur 12.2 på den følgende side).

Modsatplacerede farver i farvecirklen kaldes komplementærfarver. Absorberer stoffet en bestemt farve, vil stoffets farve blive komplementærfarven. Gul og lilla er netop hinandens komplementærfarver.

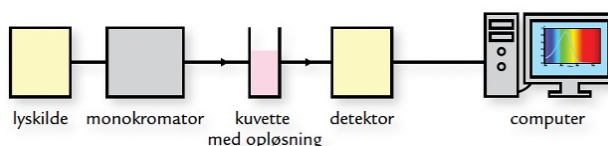


Figur 12.2: En farvecirkel.

## 12.2 Spektrofotometri

Hvis vi ser på opløsninger af farvede stoffer, vil vi se, at jo mere koncentrerede opløsningerne er, jo mørkere er farven. Man kan måle koncentrationen af de farvede ioner eller molekyler ved at sende lys gennem opløsningen og derefter måle, hvor meget lys der bliver tilbageholdt.

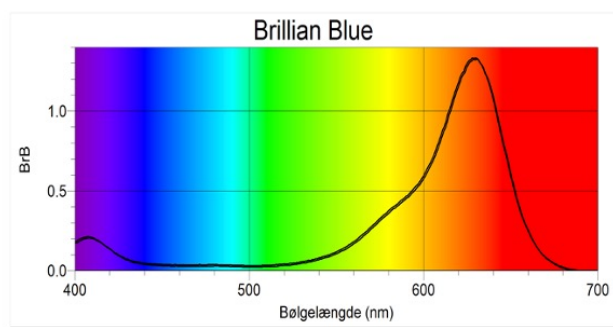
Målingen sker i et apparat, som hedder et spektrofotometer (se figur 12.3). Spektrofotometeret indeholder en pære, der udsender lys med alle regnbuens farver (dvs. alle bølgelængder). Det er muligt at ændre bølgelængden, så man kan undersøge absorptionen ved forskellige bølgelængder. Den ønskede bølgelængde kan indstilles på apparatet. Lyset passerer videre gennem en kuvette med den opløsning, man måler på, hvorefter lysets intensitet måles af en detektor. Den afsluttende behandling af detektorsignalerne sker i en computer.



Figur 12.3: Principskitse af et simpelt spektrofotometer.

Proceduren er, at man først kalibrerer (nulstiller) spektrofotometeret, så det viser 0 i absorbans, når man måler på rent vand. Derefter måler man på den farvede opløsning. Resultatet er et absorptionsspektrum, som er en graf med absorbansen som funktion af bølgelængden. På figur 12.4 på den følgende side ses, hvordan absorbansen afhænger af bølgelængden ved målinger i det synlige bølgelængdeområde på en opløsning af farvestoffet Brilliant Blue. Grafen kaldes et absorptionsspektrum. Det ses, at farvestoffet især absorberer det røde og orange lys, mens det blå og det meste af det grønne lys passerer igennem opløsningen. Komplementærfarverne til orange og rød er netop blå og grøn (se figur 12.2). Farvestoffet Brilliant Blue er blå.

Alle farvestoffer har hvert sit unikke absorptionsspektrum, og denne egenskab kan bruges til at identificere forskellige farvede opløsninger.



**Figur 12.4:** Et absorptionsspektrum af farvestoffet Brilliant Blue (E133).

## Kapitel 13

# Din gamle mobil er guld værd

Danmark har i år opbrugt “vores” del af verdens naturressourcer allerede d. 16. marts, og vi har dermed det 13. højeste forbrug i verden målt pr. indbygger.<sup>1</sup> Vi bruger altså langt flere ressourcer end naturen kan nå at genskabe.

En af måderne, vi kan nedsætte vores forbrug af naturressourcer på, er ved at genbruge og genanvende produkter og materialer. Genbrug er, når man genbruger produktet til samme funktion (køber en brugt mobil f.eks.). Genanvendelse er, når produktets materialer bruges i produktion af et nyt produkt.

I dette forløb skal vi se på hvilke grundstoffer der er i en mobil, meget kort hvordan de kan genbruges samt (hvordan man kan) bestemme, hvor meget kobber der er i mobilens printkort.

### 13.1 Grundstoffer og det periodiske system

Afsnittet bygger bl.a. på (Jensen et al., 2018, side 12-13).

#### 13.1.1 Grundstoffer og kemiske forbindelser

Alt stof i verden er opbygget af atomer, der kan inddeles i grundstoffer med hver sine kemiske egenskaber. Ved kemiske reaktioner mellem forskellige grundstoffer kan der dannes nye kemiske stoffer. Når disse stoffer består af forskellige grundstoffer, er der tale om en kemisk forbindelse. En kemisk forbindelse består altså af flere forskellige grundstoffer, mens et grundstof kun indeholder én slags atomer.

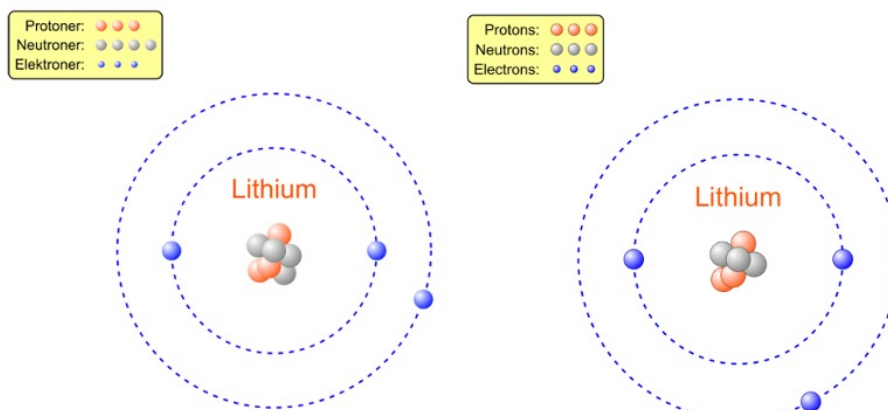
Atomer er opbygget af elektroner, protoner og neutroner. Selvom atomer fra samme grundstof altid har samme antal protoner, kan de godt indeholde et

---

<sup>1</sup>Kilde: [kortlink.dk/2q8ee](https://kortlink.dk/2q8ee).



forskelligt antal neutroner. Atomer af samme grundstof, men med forskelligt antal neutroner kaldes isotoper (se figur 13.1). Den ene atommodel har 4 neutroner og den anden har 3 neutroner.



**Figur 13.1:** Atommodel af to isotoper af lithium.

Neutronerne er elektrisk neutrale. De findes sammen med protonerne inden for et meget lille område i centrum af atomet. Dette område kaldes kernen. Neutronerne bevirker, at de elektrisk positive protoner ikke frastødes af hinanden, og jo flere protoner, der er i atomet, desto flere neutroner er nødvendige.

Antallet af protoner bestemmer, hvilket grundstof der er tale om, og antallet kaldes atomnummeret. På figur 13.1 ses en atommodel af grundstoffet lithium. Lithium har atomnummer 3, da der er 3 protoner i kernen. Antallet af protoner og elektroner er ens i et grundstof. Lithium har derfor også 3 elektroner.

### 13.1.2 Det periodiske system

Man kender i dag til 94 naturligt forekommende og 24 kunstigt fremstillede grundstoffer. For at få et overblik over dem alle har man systematiseret dem i det periodiske system (se figur 13.2 på den følgende side).

Alle grundstoffer har et navn, et symbol og et atomnummer. Grundstofsymbolet består af et eller to bogstaver, hvoraf kun det første er et stort bogstav. For eksempel har helium symbolet He og atomnummer 2.

Grundstofferne er opstillet i rækkefølge efter deres atomnummer og er ind delt i hovedgrupper og perioder. For nu vil vi ikke have fokus på undergrupperne.

Hovedgrupperne er søjlerne i periodesystemet, og de er nummereret med romertal fra I (1) til VIII (8). Hovedgruppenummeret angiver, hvor mange elek-

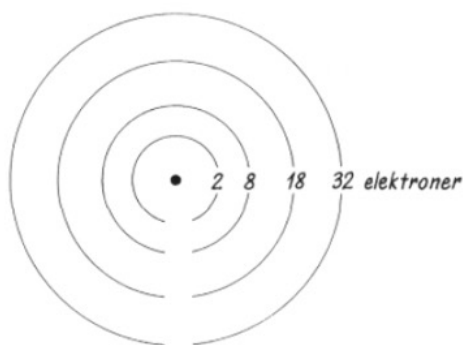
	I	II											III	IV	V	VI	VII	VIII	
1	1 H																		2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	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	57 La	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	89 Ac	90 Rf	91 Db	92 Sg	93 Bh	94 Hs	95 Mt										

**Figur 13.2:** Grundstoffernes periodesystem. Metaller er markeret med blå og ikke-metaller med rødt. Metaltrappen er indtegnet med sort. Romertallene angiver søjlerne med hovedgrupperne, mens de vandrette rækker er perioderne.

troner atomet har i sin yderste skal. Hovedgruppe I indeholder altså grundstofferne H, Li, Na, K, Rb, Cs og Fr, som alle har 1 elektron i den yderste skal. Alle grundstoffer i en hovedgruppe ligner hinanden rent kemisk og opfører sig ret ens i kemiske reaktioner. Grundstofferne i hovedgruppe VIII kaldes ædelgasserne og er ret specielle, da de ikke reagerer med andre grundstoffer.

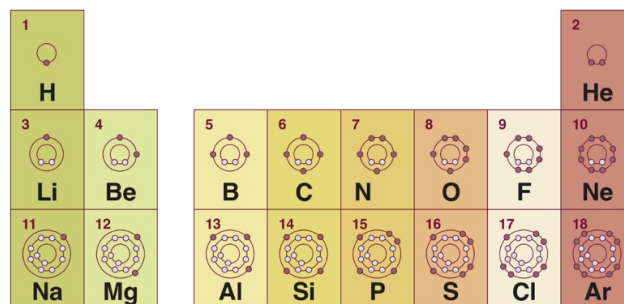
Rækkerne i det periodiske system kaldes perioder. Periodenummeret angiver, hvor mange elektronskaller elektronerne er fordelt i. I anden periode står altså Li, Be, B, C, N, O, F og Ne, og de har alle 2 skaller med elektroner.

Elektronernes fordeling i de forskellige skaller viser atomernes elektronstruktur. Det viser sig, at der højst kan være  $2 \cdot n^2$  elektroner (hvor  $n$  beskriver skalnummeret) i én skal (se figur 13.3). I 2. skal er der for eksempel højst



**Figur 13.3:** Det maksimale antal elektroner i de første 4 skaller.

plads til  $2 \cdot 2^2 = 8$  elektroner, mens der i 3. skal højst kan være 18 elektroner ( $2 \cdot 3^2 = 18$ ). Uanset hvilken skal der er den yderste skal, kan der dog ikke være flere end 8 elektroner her (se figur 13.4 på den følgende side).



Figur 13.4: Elektronstruktur af grundstofferne i periode 1, 2 og 3.

## 13.2 Ioner

### 13.2.1 Ædelgasreglen

Et atom kan enten afgive eller modtage elektroner. Det kan faktisk også dele elektroner med et andet atom, men det vil vi ikke komme nærmere ind på her. Elektronerne er jo negativt ladede, så hvis et atom afgiver elektroner, dannes en positiv ion, og hvis et atom modtager elektroner, dannes en negativ ion.

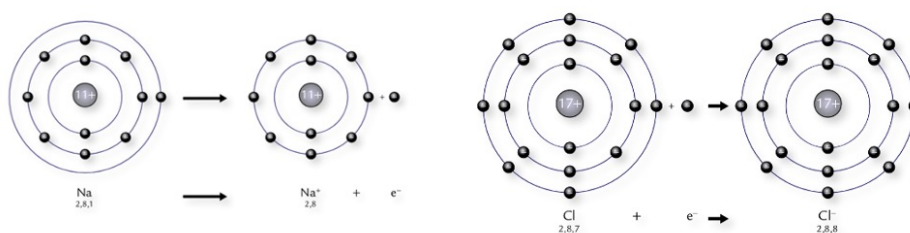
Når atomer afgiver eller modtager elektroner, følger de ædelgasreglen. Ædelgasreglen handler om, at alle atomer fra hovedgrupperne gerne vil ligne nærmeste ædelgas og dermed opnå 8 elektroner i yderste skal. Ædelgasser er netop placeret i 8. hovedgruppe i det periodiske system.

Generelt afgiver metaller elektroner, mens ikke-metaller modtager elektroner (se metaller og ikke-metallernes placering i det periodiske system). Atomerne i hovedgruppe I til III afgiver elektroner, mens atomerne i hovedgruppe V til VII optager elektroner. Metaller danner altså ioner med en positiv ladning, mens ikke-metaller danner ioner med en negativ ladning. Det er ikke så energimæssigt favorabelt for atomerne i hovedgruppe IV at danne ioner.

Natrium har atomnummer 11. Det vil sige, at natrium-atomet indeholder 11 elektroner og 11 protoner. Den nærmeste ædelgas er neon, som har atomnummer 10 (se figur 13.2 på foregående side). Hvis natrium afgiver 1 elektron, kommer elektronstrukturen til at ligne elektronstrukturen for neon. Natrium vil fortsat have 11 protoner og har derfor en kerneladning på  $11+$ . Eftersom natrium har afgivet en elektron, er der kun 10 elektroner og dermed en ladning på  $10-$  uden for kernen. Der er altså én mere positiv ladning end en negativ ladning, og natriumionen har derfor ladningen  $1+$  (se figur 13.5 på den følgende side).

Chlor har atomnummer 17. Det vil sige, at chlor-atomet indeholder 17 elektroner og 17 protoner. Den nærmeste ædelgas er argon, som har atomnum-

mer 18 (se figur 13.2 på side 92). Hvis chlor modtager 1 elektron, kommer elektronstrukturen til at ligne elektronstrukturen for argon (og den kommer til at ændre navn til chlorid). Chlorid vil fortsat have 17 protoner og har derfor en kerneladning på 17+. Chlorid har modtaget en elektron, så der er 18 elektroner og dermed en ladning på 18– uden for kernen. Der er altså én mere negativ ladning end positiv ladning, og chlorid har derfor ladningen –1 (se figur 13.5).



Figur 13.5: Dannelsen af en natriumion ( $\text{Na}^+$ ) og en chloridion ( $\text{Cl}^-$ )

### 13.2.2 Notation og navngivning

Metal-ioner navngives ved at tilføje endelsen “ion” til metallets navn. Ikke-metal-ioner navngives ved at tilføje endelsen “id” efterfulgt af “ion” til ikke-metallets navn. Desuden noteres en ladning med hævet skrift. Eksempler kan ses i tabel 13.1.

Tabel 13.1: Eksempler på ioners navngivning.

(a) Metalioner		(b) Ikke-metalioner	
Ion	Navn	Ion	Navn
$\text{Na}^+$	Natrium-ion	$\text{Cl}^-$	Chlorid-ion
$\text{Mg}^{2+}$	Magnesium-ion	$\text{I}^-$	Iodid-ion
$\text{Al}^{3+}$	Aluminium-ion	$\text{O}^{2-}$	Oxid-ion

I tabel 13.1 ses desuden, at oxygen afviger lidt fra reglen. Ifølge reglen burde ionen navngives oxygenid, men det er lidt svært at udtale, og derfor kaldes den oxid.

### 13.2.3 Tilstandsformer

Stoffer kan optræde i forskellige tilstandsformer (Se tabel 13.2 på næste side).

I faste stoffer sidder stoffets partikler i et gitter med en fast placering i forhold til hinanden. I smeltet tilstand bevæger stoffets partikler sig rundt mellem hinanden og flyder ud til siderne af den beholder, de findes i. I gastil-

**Tabel 13.2:** Tilstandsformer med vand som eksempel.

Fast form	H <sub>2</sub> O(s)	Solid = fast
Væskeform	H <sub>2</sub> O(l)	Liquid = væske, smeltet, flydende
Gasform	H <sub>2</sub> O(g)	Gas

stand er stoffets partikler frigjort fra hinanden, og der er meget langt mellem partiklerne. Gaspartiklerne udfylder hele den beholder, de findes i.

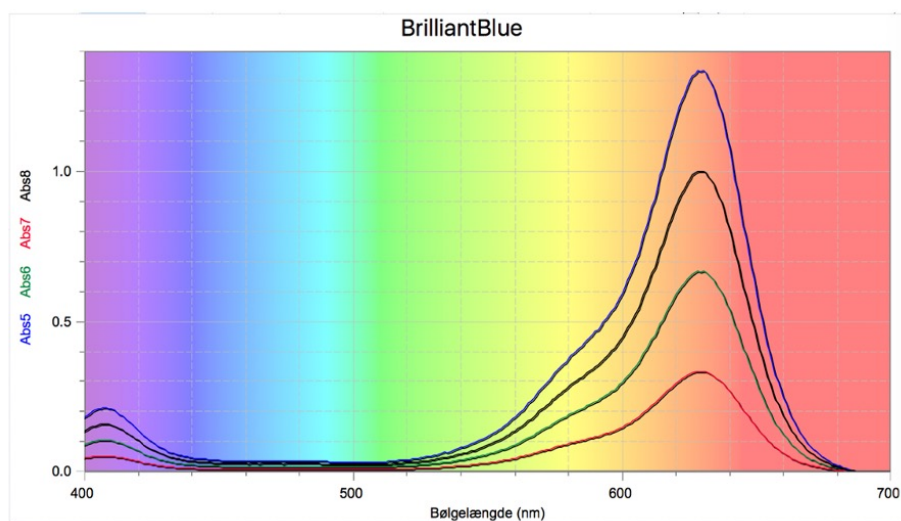
I kemi har vi ofte brug for at vise, at et stof er opløst i vand. Til dette bruges forkortelsen (aq), som står for aqua. Ioner i en vandig opløsning angives med (aq) i et reaktionsskema.

### 13.3 Spektrofotometri og koncentration

Afsnittet er skrevet på baggrund af (Mygind et al., 2022, side 185–186).

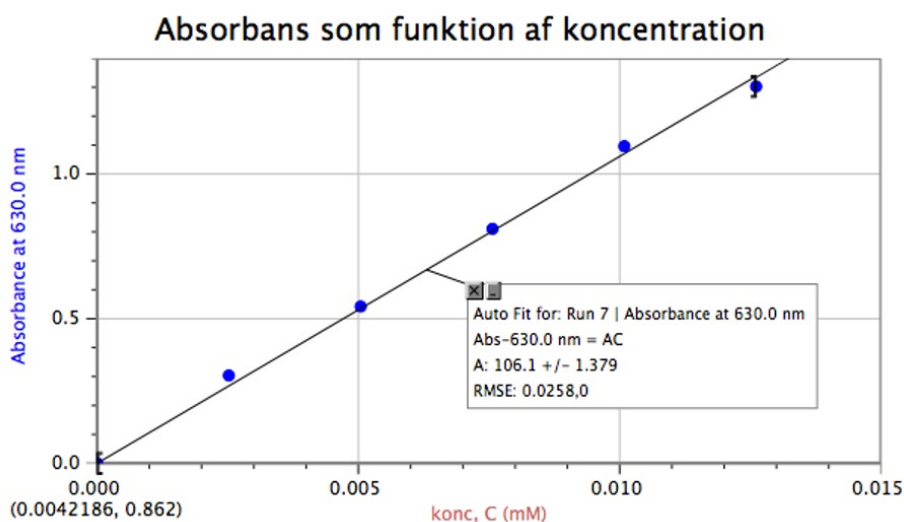
Konklusionen fra kapitel 12 på side 87 var, at absorbansen afhænger af bølgelængden. Faktisk afhænger absorbansen også af koncentrationen af det absorberende stof.

Hvis man måler på en række opløsninger af et farvestof med kendte koncentrationer (kaldet standardopløsninger), kan spektrene se ud som på figur 13.6. Det ses, at der er en sammenhæng mellem absorbansen og koncentrationen, som lyder: jo større koncentration, jo større absorbans.



**Figur 13.6:** Absorptionsspektrum for opløsninger af Brilliant Blue med forskellige koncentrationer.

Bølgelængden holdes konstant, og man vælger den bølgelængde, hvor det farvede stof absorberer maksimalt (i tilfældet med Brilliant Blue vil det være ved 628 nm). Ved denne bølgelængde aflæses de forskellige absorbanser, og man laver en graf med sammenhørende værdier af koncentration og absorbans. En sådan graf kaldes en standardkurve for farvestoffet (se figur 13.7).



Figur 13.7: Standardkurve for farvestoffet Brilliant Blue.

Målepunkterne viser sig at ligge på en ret linje gennem (0,0). Det vil sige, at absorbansen er ligefrem proportional med koncentrationen. Absorbansen  $A$  er den afhængige variabel, og koncentrationen  $c$  er den uafhængige variabel.

$$A = \text{konstant} \cdot c$$

I matematik opskrives sammenhængen som

$$y = a \cdot x,$$

hvor  $x$  svarer til koncentrationen og  $y$  svarer til absorbansen.

Når man skal bestemme en ukendt koncentration ved spektrofotometri, måler man først på en række af opløsninger af stoffet med kendte koncentrationer og tegner en standardkurve som vist på figur 13.7. Derefter måles absorbansen for den ukendte opløsning, hvorefter koncentrationen kan aflæses på grafen eller beregnes vha. linjens ligning.

# Kapitel 14

## Opgaver

### 14.1 Variable

**Opgave 14.1 Variable og værdier.** Betragt figur 14.1a på den følgende side.

- a) Angiv de variable og deres værdier.
- b) Hvilke variable er der en sammenhæng mellem?
- c) Hvilke(n) sammenhæng(e) er der?

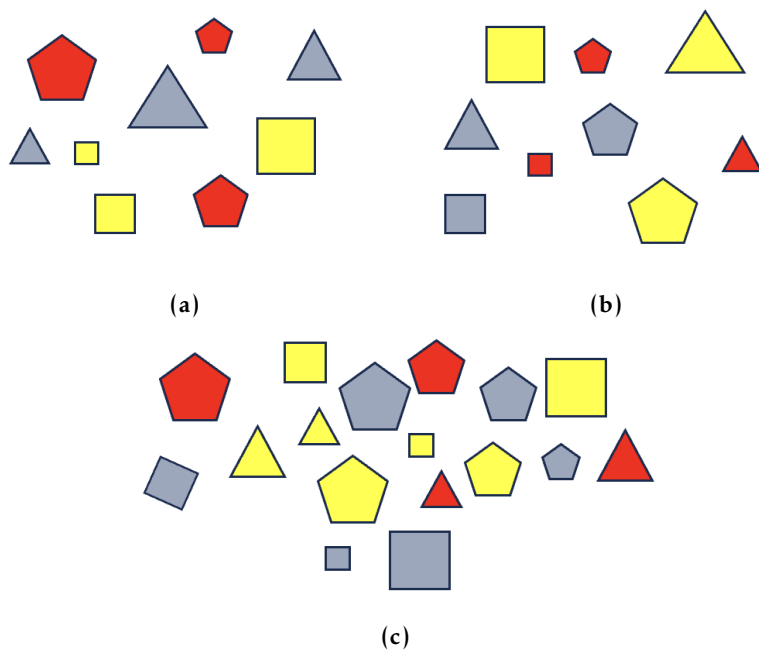
Variabel	Værdi

Besvar de samme spørgsmål for figur 14.1b på næste side.

Variabel	Værdi

Tegn en figur, som viser sammenhængen mellem form og størrelse. Du må bruge formerne på figur 14.1c på den følgende side.

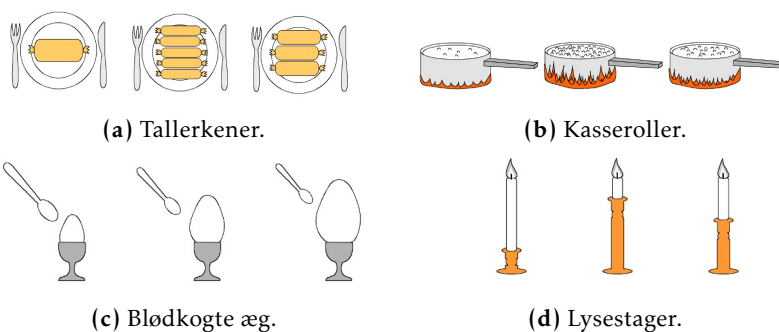
Variabel	Værdi
Form	
Størrelse	



Figur 14.1: Eksempler på forskellige variable.

**Opgave 14.2 Variable - værdier og sammenhænge.** For hver af figurerne 14.2a til 14.2d på denne side skal du

- angive de variable,
- angive værdierne for de variable,
- angive om de variable er kvalitative eller kvantitative og
- angive sammenhængen mellem de variable.



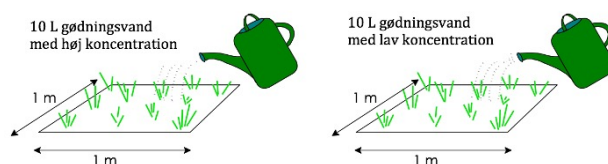
Figur 14.2: Forskellige eksempler på variable.



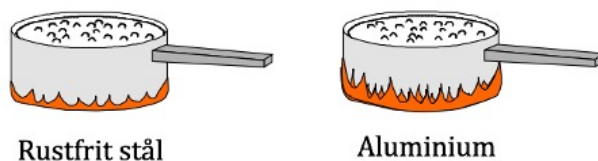
**Opgave 14.3 Variabelkontrol.** I naturvidenskab forsøger vi altid at holde variabelkontrol. Altså at sikre at eksperimenter er udført således, at man kun har to variable i spil. Vi ændrer altså kun den ene af de variable og ser på, hvordan denne ændring påvirker en anden variabel. Du skal undersøge, om der er variabelkontrol i situationerne illustreret på figur 14.3.



(a) Skopudsemidlet galare undersøges.



(b) Effekt af koncentration af gødning.



(c) Opvarningsegenskaber i forhold til grydens materiale.

**Figur 14.3:** 3 eksempler på forsøg på at opnå variabelkontrol.

**Skopudsning** Forbrugerstyrelsen ønsker at undersøge hvilket af de to skopudsemidler, Galare<sup>®</sup> og Smooth<sup>®</sup>, der er mest vandafvisende. Man pudser derfor tre par sko efter det princip, der er vist på figur 14.3a.

Hvordan skal man behandle resultatet, for at der er tale om variabelkontrol?

**Gødning** Kommunen plejer at gøde sine plæner med en høj gødningskoncentration. Kommunen ønsker nu at undersøge, om græsset gror mindre (så de ikke behøver at slå græs så ofte), hvis koncentrationen af gødning i vandet mindskes. En af gartnerne gøder derfor to områder af en plæne som vist på figur 14.3b.

Er der tale om variabelkontrol. Hvorfor/hvorfor ikke?

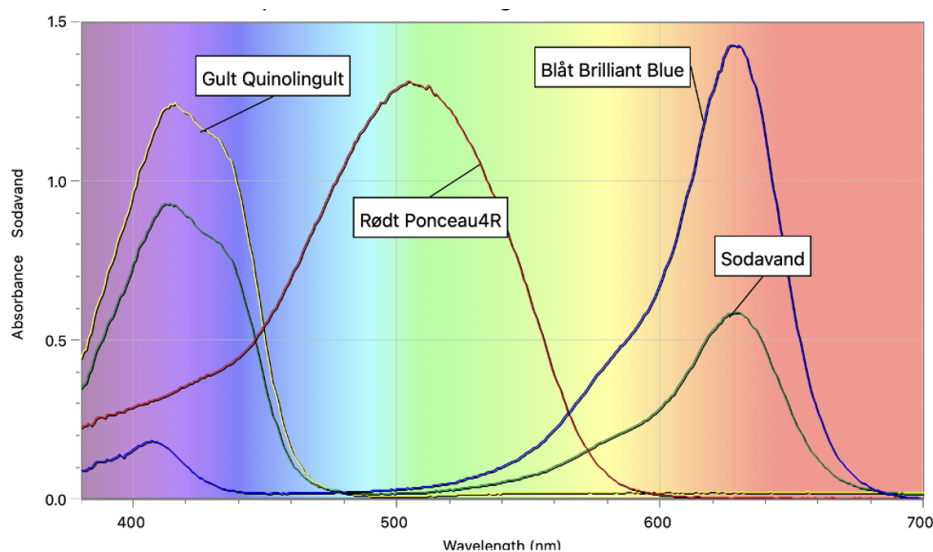
**Gryder** Kasper vil undersøge, om vandet kommer hurtigere i kog i aluminiumsgryder end i rustfrie stål-gryder. Han hælder én liter vand i hver af de to slags gryder og sætter dem begge over gasblusset, som vist på figur 14.3c.

Er der tale om variabelkontrol. Hvorfor/hvorfor ikke?

## 14.2 Spektre og farver

**Opgave 14.4 Farvet sodavand.** I et forsøg ønsker man at undersøge, hvilke farvestoffer der er i en farvet sodavand. Figur 14.4 viser spektre for 3 rene farvestoffer og for sodavanden.

- Hvilke farvestoffer indeholder den farvede sodavand?
- Hvilken farve har sodavanden og hvorfor?



Figur 14.4: Spektre for sodavand og rene farvestoffer.

**Opgave 14.5 Spektre og absorptions.** Graferne på figur 14.5 på næste side viser spektre for 6 forskellige farvestoffer med forskellige farver.

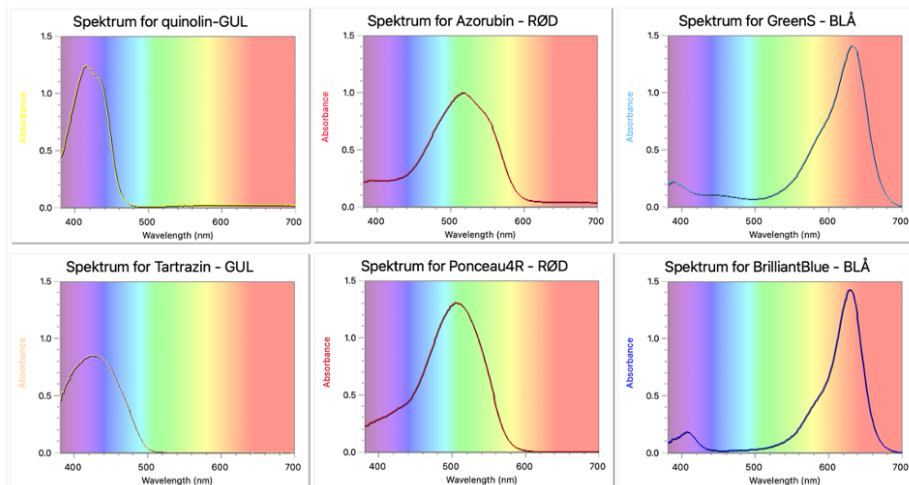
- Hvilke variable er der?
- Hvilken sammenhæng er der mellem variablene "farve" og "spektrum"?
- Hvilken sammenhæng er der mellem variablene "farve" og "bølglængde"?

**Opgave 14.6 Methylenblåt.** Absorptionsspektret på figur 14.6 på den følgende side er af stoffet methylenblåt, som blandt andet bruges til at farve bakterier.

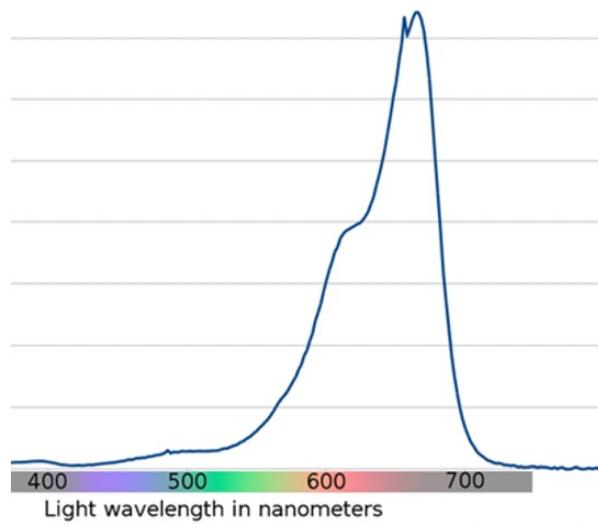
Begrund ud fra spektret, at methylenblåt er et blå farvestof.

**Opgave 14.7 Farven sort.** Farven hvid skyldes at alle bølglængder af lys reflekteres, det vil sige, at der ikke er nogen bølglængder, som absorberes.

Hvad tror du, farven sort skyldes?



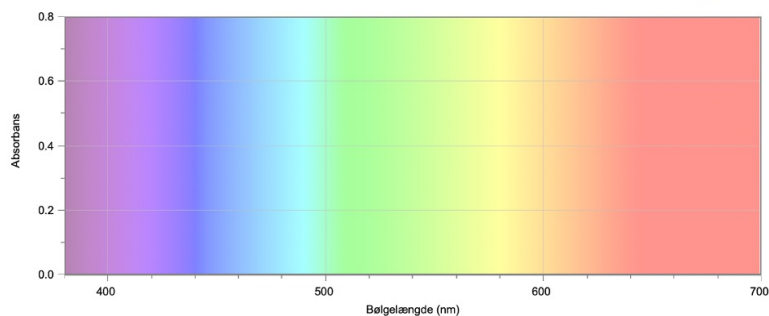
Figur 14.5: Spektre for 6 forskellige farvestoffer med forskellige farver.



Figur 14.6: Absorptionsspektrum for stoffet methylenblåt.

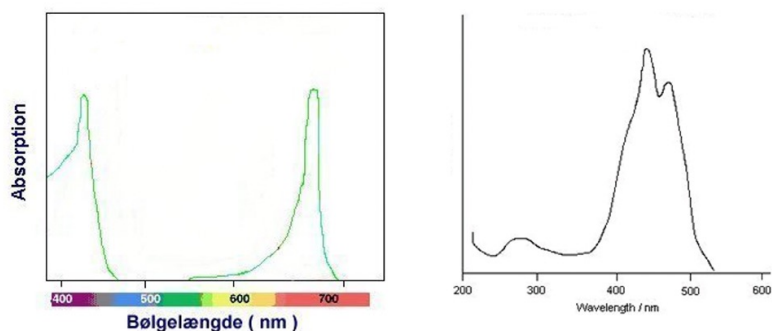
**Opgave 14.8 Hæmoglobin.** Hæmoglobin er et farvestof, som findes i de røde blodlegemer og binder ilt. Når blod er iltet, er det rødt.

Skitsér, hvordan du tror, spektret for iltet blod ser ud.



**Opgave 14.9 Gulerødder og grønne blade.** Figur 14.7 viser to spektre. Det ene er farvestoffet fra gulerødder, det andet er fra grønne blade.

- Forklar, hvad spektret viser, og hvad det siger om farven.
- Hvilket spektrum hører til gulerødder, og hvilket spektrum hører til de grønne blade?

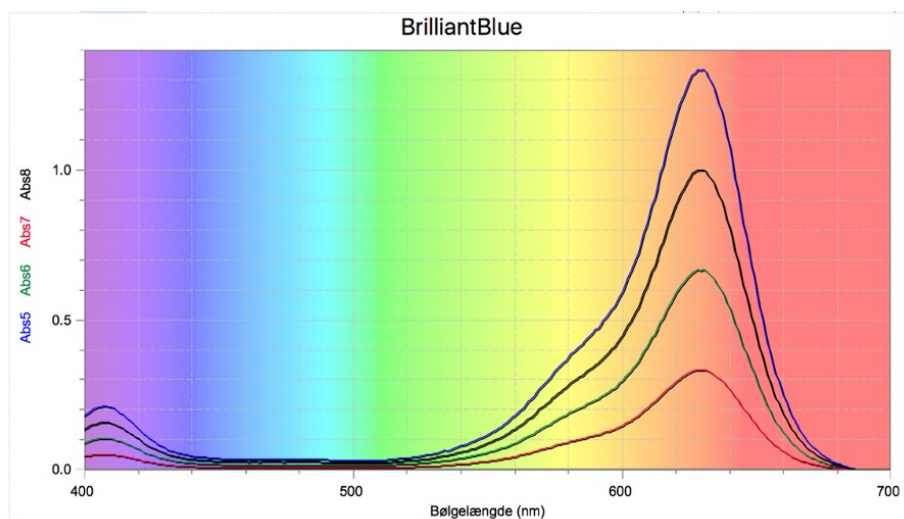


**Figur 14.7:** Absorptionsspektre for farvestofferne fra gulerødder og grønne blade.

**Opgave 14.10 Brilliant Blue.** Grafen på figur 14.8 på den følgende side viser spektret for fire forskellige opløsninger af det blå farvestof Brilliant Blue, som er et udbredt farvestof i blå madvarer. Opløsningerne har et indhold på 5, 10, 15 og 20 mg/L.

- Hvorfor er absorbansen forskellige for de fire opløsninger?
- Hvilken graf hører til hvilken opløsning - og hvorfor?
- Hvilke variable er der på graferne?
- Hvordan skal man bruge de fire grafer, hvis man vil lave en graf for sammenhæng mellem indholdet af farvestof i mg/L (koncentrationen)

og absorbans? Det vil sige, hvordan sikrer man sig, at der er variabelkontrol?



Figur 14.8: Spektret for fire forskellige opløsninger af det blå farvestof Brilliant Blue.

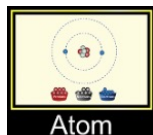
### 14.3 Atomer og det periodiske system

**Opgave 14.11 Det periodiske system og atomernes opbygning.** Sammenhængen mellem grundstoffernes opbygning og deres placering i det periodiske system skal undersøges. Det periodiske system kan findes på hjemmesiden <https://ptable.com>.

Find grundstoffet carbon i det periodiske system og tjek, at du kan finde nedenstående oplysninger. Udfyld de samme oplysninger for phosphor.

Grundstoffets navn	Carbon	Phosphor
Grundstoffets kemiske symbol	C	
Elektronfordelingen i skallerne	(2,4)	
Atomnummer	6	

**Opgave 14.12 Antal elektroner, protoner og neutroner.** Åbn hjemmesiden [kortlink.dk/my3q](http://kortlink.dk/my3q). Vælg spillet *Atom* og kryds af i feltet *Stabil/ustabil* i *Vis*.



**Vis**

<input checked="" type="checkbox"/>	Grundstof
<input checked="" type="checkbox"/>	Neutral/ion
<input checked="" type="checkbox"/>	Stabil/ustabil

Spil spillet flere gange, så du får styr på antallet af elektroner, protoner og neutroner i stabile neutrale atomer.

**Opgave 14.13 Perioder og hovedgrupper.** Det periodiske system er inddelt i hovedgrupper og perioder.

- a) Udfyld nedenstående skema med grundstoffernes navn, antallet af protoner, elektroner og skaller, periodenummeret og hovedgruppenummeret.

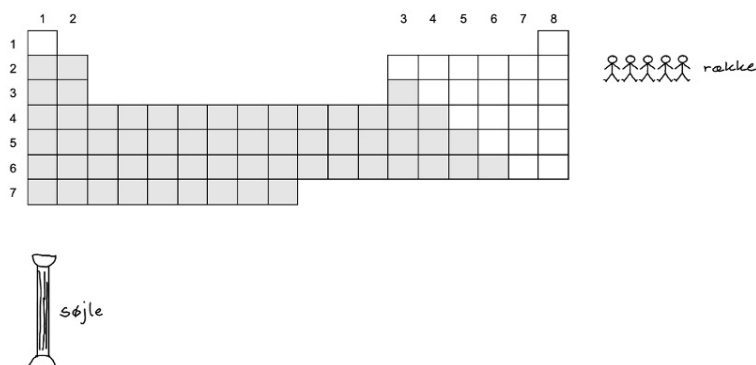
Grundstof symbol	C	H	O	N	S
Navn					
Antal protoner					
Antal elektroner					
Antal skaller					
Periode-nummeret					
Hovedgruppe-nummeret					

Svar på nedenstående spørgsmål baseret på dit udfyldte skema og grundstoffernes placering i det periodiske system.

- Hvilke ligheder er der mellem C, N og O?
- Hvilken periode befinder C, N og O sig i?
- Hvad fortæller periodenummeret noget om?
- Hvilken lighed er der mellem S og O?
- Hvilken hovedgruppe befinder S og O sig i?
- Hvad fortæller hovedgruppenummeret noget om?

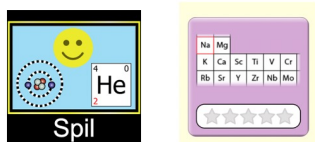
**Opgave 14.14 Det periodiske system.** Indsæt følgende begreber på figuren og giv en forklaring på begreberne:

- Metaller
- Ikke-metaller
- Hovedgrupper
- Perioder
- Navn på 8. hovedgruppe



## 14.4 Ioner

**Opgave 14.15 Atomer og ioner.** Åbn hjemmesiden [kortlink.dk/my3q](http://kortlink.dk/my3q). Vælg spillet *Spil* og vælg det første ikon med udsnittet af det periodiske system.



Spil spillet flere gange, så du får styr på atomernes placering i det periodiske system i forhold til atomnummeret og ioners ladning.

**Opgave 14.16 Elektronstruktur.** Udfyld skemaet vha. det periodiske system. Benyt hjemmesiden <https://ptable.com>. I kolonnen *Ligner* skal man notere, hvilket atom der har en elektronstruktur magen til. Det kan enten være atomet selv eller en ædelgas. I tilfælde af, at der er blevet afgivet eller modtaget elektroner ligner stoffet en ædelgas på den måde, at stoffet har samme

elektron-struktur som en ædelgas.

Navn	Symbol	Elektronstruktur	Ligner
Chlor	Cl	2,8,7	Chlor
Chlorid	Cl <sup>-</sup>	2,8,8	Argon
Oxygen	O		Oxygen
Oxid	O <sup>2-</sup>		Neon
Calcium			
Calciumion			
Natrium			
Natriumion			

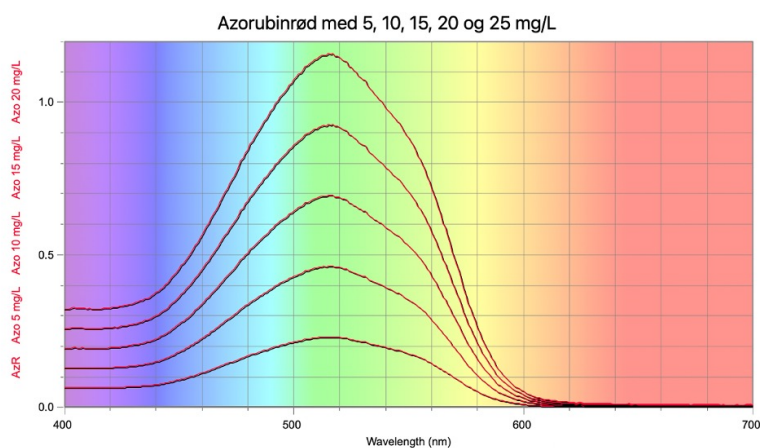
Hvor mange elektroner har de ioner, som ligner en ædelgas, i den yderste skal?

**Opgave 14.17 Kemiske formler - rigtig eller forkert.**

NA <sub>+</sub>	NA <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	<sup>+</sup> Na
Ca <sup>++</sup>	Ca <sub>2+</sub>	CA <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>

## 14.5 Absorbans og koncentration

**Opgave 14.18 Rød sodavand.** På figur 14.9 ses spektrene for det røde farvestof azorubin ved forskellige koncentrationer.



**Figur 14.9:** Spektret for forskellige opløsninger af det røde farvestof Azorubinrød.



a) Hvilken graf svarer til hvilken koncentration?

Vi ønsker at undersøge sammenhængen mellem absorbans og koncentration.

b) Hvordan skal graferne aflæses, for at der er sikret variabelkontrol?

c) Ved hvilken bølgelængde vil det være mest fornuftigt (med mindst usikkerhed) at aflæse graferne?

d) Aflæs absorbansen ved den valgte bølgelængde og indsæt i tabellen.

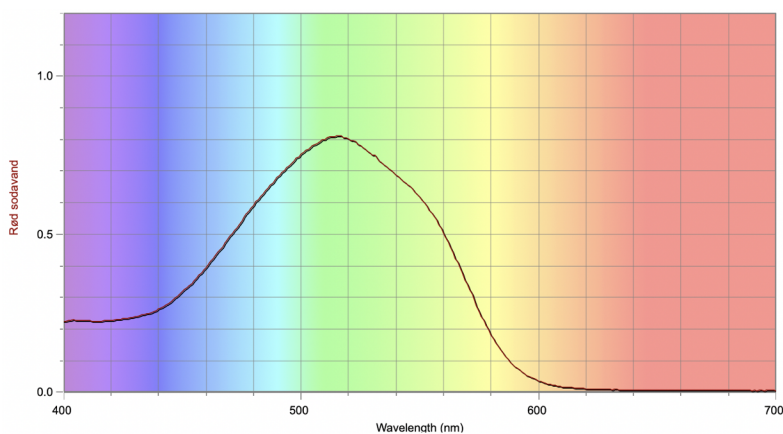
Koncentration (mg/L)	5	10	15	20	25
Absorbans					

e) Indsæt tallene i Graphical Analysis eller Maple og lav lineær regression. Her svarer  $x$  til koncentrationen og  $y$  svarer til absorbansen.

f) Hvilken sammenhæng er der mellem de to variable (koncentration og absorbans). Beskriv med ord og indsæt linjens ligning.

g) Vi har nu lavet en matematisk model for sammenhængen mellem koncentration og absorbans. Er denne model kvalitativ eller kvantitativ? Begrund svaret.

Man måler nu absorbansen for et farvestof i en rød sodavand. Absorptionspektret ses på figur 14.10.



**Figur 14.10:** Spektrum for rød sodavand med ukendt koncentration.

h) Aflæs absorbansen ved den valgte bølgelængde i punkt c).

i) Hvad er koncentrationen af det røde farvestof i den røde sodavand?

**Opgave 14.19 Case med Mona Møller.** En kvinde ved navn Mona Møller er blevet fundet liggende livløs på sin terrasse. Mona kommer heldigvis hurtigt til sig selv og fortæller, at det sidste hun kan huske er, at hun har drukket en kold citronvand. Hun syntes dog, at citronvanden smagte mærkeligt, og drak derfor ikke mere end et par mundfulde af den. Den tilkaldte politibetjent synes det lyder mistænkeligt, og sender derfor resten af citronvanden til analyse ved retskemikeren. Spørgsmålet er, om besvimelsen skyldes naturlige årsager, eller der er sket et forsøg på en forgiftning. Skal politiet gå videre med sagen, eller skal Mona Møller blot sendes til en læge?

Ud fra Mona Møllers beskrivelse af sine symptomer mener retskemikeren at vide, hvilket giftstof der evt. kan være tale om. Efter tests i laboratoriet, bekræftes det, at der var gift i sodavanden, men det er stadig uvist, om koncentrationen var dødelig. Giftstoffet er dødelig ved indtagelse, hvis koncentrationen er på 15 mg/L, og hele sodavanden var blevet drukket.

I laboratoriet har retskemikeren fundet følgende absorbanser ved måling på opløsninger af giftstoffet.

Koncentration (mg/L)	Absorbans
0,0	0
10,0	0,24
20,0	0,63
30,0	0,89
40,0	1,21

Du skal nu vise, om koncentrationen af giftstoffet i citronvanden var høj nok til at være dødelig.

- Ud fra skemaet skal der laves en graf - en standardkurve. Hvad skal sættes på  $x$ -aksen og hvad skal sættes på  $y$ -aksen?
- Lav kurven i LoggerPro eller Maple, og indsæt grafen herunder.

I den pågældende sag måles der på sodavanden, og retskemikeren finder at absorbansen er 0,47.

- Aflæs på grafen hvad koncentrationen af gift har været i sodavanden.
- Find forskriften for grafen. Beregn den præcise koncentration af giftstoffet i sodavanden. Er koncentrationen dødelig?
- Hvad vil du som retskemiker sige til politiet? Vil din konklusion holde i retten?

## 14.6 Skolens grundstoffer

Du får udleveret 2 kasser. Kasse 1 indeholder hverdagsting:

- Cykelslange
- Diode
- Alufolie/sodavandsdåse
- Strygesål til tændstikker
- Plastgenstand
- Stålsøm
- Galvaniseret søm
- El-ledning
- Talkum
- Vandhanedims
- Luft

Kasse 2 indeholder et udvalg af skolens grundstoffer:

- a) Phosphor
- b) Magnesium
- c) Kobber
- d) Chrom
- e) Svovl
- f) Jern
- g) Carbon
- h) Zink
- i) Oxygen
- j) Aluminium
- k) Silicium

**Opgave 14.20 Hverdagsting og grundstoffer.** Til hver af hverdagstingene svarer et af skolens grundstoffer. Du skal identificere de forskellige genstande og det tilhørende grundstof.

- a) Hovedbestanddelen af denne genstand er carbon og hydrogen, men det, der gør materialet elastisk og stærkt, er et gult grundstof. Man siger, at materialet er blevet vulkaniseret. Grundstoffet findes frit i nærheden af vulkaner og har en meget karakteristisk lugt.

**Hverdagsting:**

**Grundstof:**

- b) Det væsentligste grundstof i al elektronik er dette grundstof, som befinder sig lige op ad metaltrappen. Det er et mørkt gråt og meget let metallignende stof. Det er også en væsentlig del af sand.

**Hverdagsting:**

**Grundstof:**

- c) Grundstoffet er et rødbrunt ikke-metal. Det udvikler stor varme, når man gnider noget hårdt imod det.

**Hverdagsting:**

**Grundstof:**

- d) Genstanden er et hvidt pulver, der er fugtsugende og blandt andet bruges til redskabsgymnastik. Produktet er en ionforbindelse af dette metal og carbon og oxygen. Metallet er mat, lyst gråt og reagerer voldsomt med syrer, hvor det danner brus og bobler.

**Hverdagsting:**

**Grundstof:**

- e) Et meget let lyst skinnende metal. Meget anvendt til emballage af drikkevarer. På folieform må man ikke bruge det til indpakning af sure fødevarer. En væsentlig del af et moderne fly er lavet af dette metal.

**Hverdagsting:**

**Grundstof:**

- f) Metallet er magnetisk. Metallet reagerer let med luftens ilt og danner et rødbrunt lag så metallet nedbrydes. Det er den største bestanddel i stål.

**Hverdagsting:**

**Grundstof:**

- g) Genstande af dette materiale fremstilles ud fra fossile brændsler/råolie. Det væsentligste grundstof i dette materiale er et sort ikke-metal. Ved forbrænding går det sammen med luftens dioxygen og danner CO<sub>2</sub>. Grundstoffet findes som rent grundstof i stiftet på en blyant.

**Hverdagsting:**

**Grundstof:**

- h) Genstanden består af flere forskellige metaller. Det yderste lag består af et metal der holder sig blankt og skinnende og som også bruges til "lir" på biler og motorcykler. Metallet er tungt. Den væsentligste bestanddel for at gøre stål rustfrit.

**Hverdagsting:**

**Grundstof:**

- i) Genstanden består af flere forskellige metaller. For at beskytte genstanden mod at ruste kan man "overtrække" den med dette metal. Overfladen får en mat lysegrå overflade. Metallet benyttes også i ren form til f.eks. tagrender.

**Hverdagsting:**

**Grundstof:**

- j) Indmaden i genstanden består af et rødbrunt metal. Metallet er supergodt til at lede elektrisk strøm. Der er kun få naturlige ressourcer af dette metal tilbage i naturen, og prisen på det er steget meget. Det er derfor ofte mål for tyverier.

**Hverdagsting:**

**Grundstof:**

- k) Genstanden kan ikke ses, men befinder sig sammen med de andre genstande i kassen. Grundstoffet er en farveløs gas, afgørende for liv, nødvendigt for at noget kan brænde og udgør ca. 20 % af atmosfærisk luft.

**Hverdagsting:**

**Grundstof:**

**Opgave 14.21 Det periodiske system.** Placer de 11 grundstoffer fra opgave 14.20 på side 109 i nedenstående periodiske system med deres navn og kemiske symbol.

	1	2							3	4	5	6	7	8
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														

# Kapitel 15

## Eksperimenter

### 15.1 Farvestoffer

#### 15.1.1 Formål

Formålet med forsøget er at undersøge spektre for opløsninger af forskellige farvestoffer.

- Hvordan ser spektre for rene farvestoffer ud?
- Hvilken sammenhæng er der mellem farven og spektret?
- Hvad sker der, med spektret, når opløsningerne bliver fortyndet?
- Hvad sker der, når opløsningerne bliver blandet med hinanden?

#### 15.1.2 Materialer

- Spektrofotometer
- 5 kuvetter.

I dråbeflasker:

- Vand
- Rød opløsning
- Gul opløsning
- Blå opløsning

#### 15.1.3 Risiko og sikkerhed

Affaldet kan hældes i vasken.

#### 15.1.4 Eksperimentelt

Forbind spektrofotometeret til computeren og start LoggerPro.

### 15.1.5 Kalibrering (nulstilling) med vand

Spektrofotometeret skal kalibreres.

- a) Tag fat i de rigtige sider af en ren kuvette og fyld kuvetten ca. 2/3 op med vand.
- b) Sæt kuvetten i spektrofotometeret så den vender rigtigt.
- c) Kalibrer dvs. nulstil spektrofotometeret, så absorbansen for vandet er 0 for alle bølgelængder:

**macOS:** Experiment / Calibrate / Spectrometer

**windows:** Forsøg / Kalibrer / Spektrometer

- d) Der kommer følgende meddelelse: "Waiting 90 sec for lamp to warmup".
- e) Efter 90 sekunder skifter meddelelsen til "Warmup complete".
- f) Klik i Finish Calibration / OK
- g) Gem dokumentet i din nv-kemi-mappe på computeren, og navngiv det f.eks. "farvestoffer eksperiment".
- h) Tøm kuvettens indhold i vasken. Denne kuvette kan bruges til måling på den første farvede opløsning.

### 15.1.6 Måling på en farvet opløsning

- a) Tag fat i de rigtige sider kuvetten og fyld kuvetten ca. 3/4 op med en farvet opløsning.
- b) Sæt kuvetten i spektrofotometeret, så den vender rigtigt.
- c) Kør en måling ved at trykke på den grønne knap med den hvide pil.
- d) Stop målingen ved at trykke på den røde knap med den hvide firkant.
- e) Gem målingen ved at taste ctrl+L (windows) eller cmd+L (macOS) og navngiv kolonnen med de målte data ved at dobbeltklikke i kolonnehovedet "kør1" eller "Run1" og omdøb til opløsningens navn.
- f) Tøm kuvettens indhold i vasken.

Gentag proceduren punkt a) til f) i dette afsnit med hver af de 3 farvede opløsninger.

### 15.1.7 Resultater

Indsæt de tre spektre her.

### 15.1.8 Analyse af data

#### Opstil model

Beskriv de 3 spektre.

- Hvilke ligheder er der?
- Hvilke forskelle er der?
- Hvilken sammenhæng er der mellem opløsningernes farver og deres spektre?

Du har nu lavet en *model* for denne sammenhæng

#### Formuler hypotese

Du laver en *hypotese* ved at svare på disse spørgsmål.

- Hvordan tror du spektret vil se ud, hvis du fortynder en af de farvede opløsninger?
- Hvordan tror du spektret vil se ud, hvis du blander to af farvestofferne?

### 15.1.9 Eksperimentelt - fortsat

Følg proceduren i afsnit 15.1.6 på foregående side til følgende undersøgelser.

- Undersøg hvad der sker med spektrene, hvis man fortynder en opløsning ved at hælde både vand og en af de farvede opløsninger i kuvetten.
- Undersøg hvad der sker med spektrene, hvis man blander farvestofferne to og to.

### 15.1.10 Resultater

Indsæt spektrene her.

### 15.1.11 Variable

Hvilke variable har du mødt i løbet af forsøget? Giv eksempler på deres værdier og angiv om variablerne er kvalitative eller kvantitative.

Variabel, navn	Eksempel på værdi	Kvalitativ eller kvantitativ?
Bølgelængde	500 nm	kvantitativ



### 15.1.12 Konklusion

Lav en samlet konklusion i forhold til formålet.

## 15.2 Hvem skrev beskeden?

### 15.2.1 Problemstilling

NV-eleverne har hentet beskeden, der sad fast på raketten inde på Rektor Tullers kontor. Vi husker, at de forskellige udvalg fik udleveret hver sin tus, som var forskellige.

NV-eleverne har nu lagt papiret med beskeden i vand og fået farvestoffet opløst. Mon vi kan identificere, hvilket udvalg der skrev beskeden på raketten?

### 15.2.2 Formål

Formålet med forsøget er at undersøge spektrene for blækket fra raketten med spektrene fra de tre udvalgs tusser, og undersøge om der er en sammenhæng.

### 15.2.3 Hypotese

Lav en hypotese i forhold til forsøgets formål.

### 15.2.4 Materialer

- Spektrofotometer
- Kuvetter

I dråbeflasker:

- Vand
- 3 opløsninger af udvalgenes tusser
- Opløsning af beskeden fra raketten

### 15.2.5 Risiko og sikkerhed

Affaldet kan hældes i vasken.

### 15.2.6 Eksperimentelt

I får udleveret en opløsning med blækket fra raketten og opløsninger fra 3 forskellige tusser. Der optages et spektrum for hver af de i alt 4 opløsninger.

Forbind spektrofotometeret til computeren og start LoggerPro.

### 15.2.7 Kalibrering (nulstilling) med vand

Spektrofotometeret skal kalibreres.

- a) Tag fat i de rigtige sider af en ren kuvette og fyld kuvetten ca. 3/4 op med vand.
- b) Kalibrer dvs. nulstil spektrofotometeret, så absorbansen for vandet er 0 for alle bølgelængder:

**macOS:** Experiment / Calibrate / Spectrometer

**windows:** Forsøg / Kalibrer / Spektrometer

- c) Der kommer følgende meddelelse: "Waiting 90 sec for lamp to warmup".
- d) Efter 90 sekunder skifter meddelelsen til "Warmup complete".
- e) Klik i Finish Calibration / OK

### 15.2.8 Kontrollforsøg

- a) Mål spektret for det rene vand. Start målingen ved at trykke på den grønne knap med den hvide trekant.
- b) Afslut målingen ved at trykke på den røde knap med den hvide firkant.
- c) Gem målingen ved at taste ctrl+L (windows) eller cmd+L (macOS).
- d) Navngiv målingen "Vand" ved at dobbeltklikke i tabellen i tabelhovedet i "Run1".
- e) Tøm kuvettens indhold i vasken.

### 15.2.9 Måling på en farvet opløsning

- a) Tag fat i de rigtige sider kuvetten og fyld kuvetten ca. 3/4 op med en farvet opløsning.
- b) Sæt kuvetten i spektrofotometeret, så den vender rigtigt.
- c) Kør en måling ved at trykke på den grønne knap med den hvide pil.
- d) Gem målingen ved at taste ctrl+L (windows) eller cmd+L (macOS) og navngiv kolonnen med de målte data ved at dobbeltklikke i kolonnehovedet "kør1" eller "Run1" og omdøb til opløsningens navn.
- e) Gem kuvetten med den farvede opløsning, så der senere kan tages et samlet foto.

Gentag proceduren i afsnittene 15.2.8 til 15.2.9 på denne side med hver af de farvede opløsninger (4 i alt).

### 15.2.10 Resultater

Gem filen med alle spektrene på din computer. Navngiv filen, f.eks. "Hvem skrev beskeden".

Tag et billede af alle 4 kuvetter med de farvede opløsninger.

### 15.2.11 Resultatbehandling

Brug spektrene til at identificere den "skyldige" tus.

- a) Kig på spektret for blækket fra gerningsstedet og spektret for den "skyldige" tus. Noter absorbansen ved toppunktet for disse spektre.

Spektrum	Absorbans
Raketten	
Den "skyldige" tus	

- b) Overvej, hvordan du kan få de to spektre til at ligge præcis oven i hinanden. Hvilken variabel er det, du skal ændre på?
- c) Denne variabel kan vi kun ændre ved at fortynde den ene af opløsningerne. Hvilken af opløsningerne skal fortyndes? - Argumentér ved hjælp af de to absorbanser, som du har noteret i ovenstående tabel.

### 15.2.12 Eksperimentelt - fortynding

- a) Åbn en ny fil i LoggerPro. Tag en ny kuvette. Gentag nulstillingen med vand og mål igen spektret for den opløsning der ikke skal fortyndes. Gem denne måling med cmd+L eller ctrl+L.
- b) Hæld opløsningen ud og skyl kuvetten med vand.
- c) Lav fortyndingen af opløsningen med den anden kuglepen samtidig med, at du måler spektret for den fortyndede opløsning. Gem også denne måling.

### 15.2.13 Resultater og resultatbehandling - fortynding

Gem filen med de to spektre på din computer (husk at give den et passende navn) og kommentér spektrene i forhold til fortynding.

### 15.2.14 Konklusion

Lav en samlet konklusion i forhold til formålet.

## 15.3 Kobberindhold i en printplade

### 15.3.1 Problemstilling

Skriv selv noget med mobiltelefoner og ressourcer.

### 15.3.2 Formål

Formålet med forsøget er

- at undersøge den matematiske sammenhæng mellem kobberindhold og absorbans
- at bestemme kobberindholdet i mobiltelefonens printplade ved brug af denne sammenhæng.

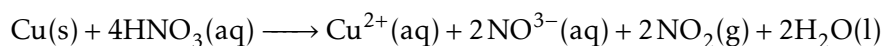
### 15.3.3 Hypotese

Lav en hypotese i forhold til øvelsens formål - dvs. hvilken sammenhæng forventer du mellem absorbans og kobberindhold? Hvor stort et kobberindhold forventer du at finde?

### 15.3.4 Teori

I vores mobiltelefoner findes der en printplade, hvor al elektronikken er loddet fast. Printpladen indeholder mange forskellige metaller blandt andet kobber.

I forsøget bestemmes indholdet af kobber ved hjælp af spektrofotometri. Derfor skal vi have det faste kobbermetal fra printpladen opløst. Det gør vi ved at anbringe printpladen i en opløsning af salpetersyre ( $\text{HNO}_3$ ), og herved sker der følgende reaktion:

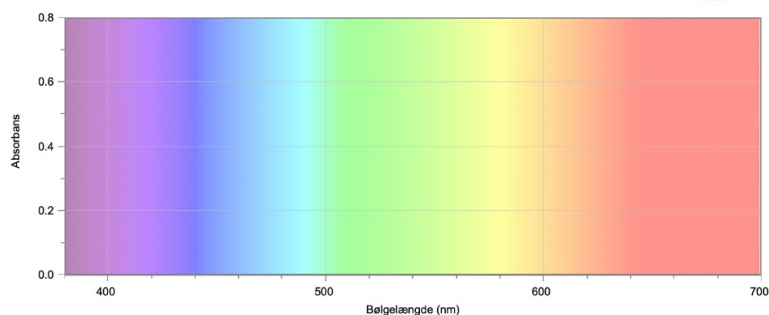


I reaktionsskemaet kan man se, at kobber går fra at være et rent grundstof på fast form,  $\text{Cu(s)}$ , til at være på ionform,  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ , og dermed bliver det opløst i væsken.  $\text{NO}_2$  er en rødbrun giftig gas, som er helt forsvundet, inden vi skal måle på opløsningen. Kobberionerne  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  er blå, og derfor kan vi bestemme mængden af kobberioner ved hjælp af spektrofotometri.

### 15.3.5 Forarbejde

- a) Udfyld "Problemstilling" i afsnit 15.3.1.
- b) Opskriv ligningen for sammenhængen mellem absorbans og koncentration.

- c) Når man laver en standardkurve, måler man absorbansen af opløsninger med kendte koncentrationer. Hvilken variabel er uafhængig og hvilken variabel er afhængig?
- d) Kobber-ionerne er blå. Hvordan forventer du at spektret for opløsningen vil se ud - lav en skitse på figur 15.1.



**Figur 15.1:** Forventet spektrum for blå kobberioner.

### 15.3.6 Materialer

Spektrofotometer, kuvette, burette med vand, burette med kobberopløsning, reagensglas, dråbepipetter. Stamopløsning af kobber-ioner (10 g/L). Opløst printplade. Ionbyttet vand.

### 15.3.7 Risiko og sikkerhed

Affaldet kan hældes i vasken.

### 15.3.8 Eksperimentelt

Forbind spektrofotometeret til computeren og start LoggerPro.

### 15.3.9 Kalibrering (nulstilling) med ionbyttet vand

Spektrofotometeret skal kalibreres.

- Tag fat i de rigtige sider af en ren kuvette og fyld kuvetten ca. 3/4 op med vand.
- Kalibrer dvs. nulstil spektrofotometeret, så absorbansen for vandet er 0 for alle bølgelængder:
  - macOS:** Experiment/Calibrate/Spectrometer
  - windows:** Forsøg/Kalibrer/Spektrometer
- Der kommer følgende meddelelse: "Waiting 90 sec for lamp to warm-up".

- d) Efter 90 sekunder skifter meddelelsen til "Warmup complete".
- e) Klik i Finish Calibration/OK.

### 15.3.10 Standardopløsninger

- a) Mål spektret for vand. Gem målingen med enten ctrl+L (windows) eller cmd+L (macOS), og omdøb kolonnehovedet for den netop gemte måling til opløsningens koncentration: 0 g/L.
- b) To buretter fyldes: vand i den ene og kobberopløsning med 10 g/L i den anden.
- c) Buretteerne nulstilles. Læreren viser hvordan.
- d) Man overfører nu 2,0 mL kobberopløsning og 8,0 mL ionbyttet vand til et reagensglas. Sæt prop på reagensglasset og ryst grundigt.
- e) Tøm kuvetten i vasken. Hæld lidt af opløsningen fra reagensglasset i kuvetten til ca. 3/4 fuld, tøm kuvetten i vasken og fyld den igen.
- f) Mål opløsningens spektrum og gem målingen med ctrl+L (windows) eller cmd+L (macOS).
- g) Omdøb kolonnehovedet for den netop gemte måling til opløsningens koncentration - f.eks. 2,0 g/L.
- h) Punkt d) til g) på denne side gentages med hver af de andre volumener i tabel 15.1 på den følgende side.
- i) Gem filen under et passende navn og luk den.

### 15.3.11 Printpladen

Åbn en ny fil, kalibrer med vand i en ny kuvette og mål spektret for opløsningen fra mobilens printplade.

### 15.3.12 Resultater

Indsæt disse grafer:

- Spektrene fra standardopløsningerne.
- Spektret fra printpladen.

### 15.3.13 Resultatbehandling

- a) Aflæs absorbansen ved samme bølgelængde på alle 5 grafer for standardopløsningerne ved hjælp af aflæseværktøjet og indsæt de aflæste absorbanser i tabel 15.1 på næste side.

**Tabel 15.1:** Absorbans for kobberopløsninger med kendt kobberindhold.  $V_{\text{Cu}}$ : volumen af kobberopløsningen.  $V_{\text{vand}}$ : volumen af vand.  $c_{\text{Cu}}$ : koncentration af Cu.  $A$ : absorbans.

$V_{\text{Cu}}$	$V_{\text{vand}}$ (mL)	$c_{\text{Cu}}$ (g/L)	$A$ ved toppunkt
0,00	10,00	0,0	0
2,00	8,00	2,0	
5,00	5,00	5,0	
8,00	2,00	8,0	
10,00	0,00	10,0	

- b) Lav en ny side med et nyt datasæt og ny graf i samme LoggerPro-fil. På denne side skal du lave standardkurven, med koncentration  $c$  som  $x$  og absorbans  $A$  som  $y$ .
- c) Lav lineær regression.
- d) Indsæt ligningen for regressionsudtrykket:
- Skrevet som "ren" matematik:  $y =$
  - Skrevet med fagsymboler:  $A =$

Vi har nu lavet en *matematisk model* for sammenhængen mellem de to variable.

- e) Aflæs absorbansen ved samme bølgelængde som før i spektret for printpladen:

$$A_{\text{printplade}} =$$

- f) Brug regressionsligningen og bestem koncentrationen af kobber i opløsningen. Vis beregningen her:

Noter resultaterne fra punkt e) til f) på denne side i tabel 15.2.

- g) Hvilken variabel er nu afhængig/uafhængig?
- h) Al printpladens kobber var opløst i 1,0 L. Hvor meget kobber var der i printpladen?

**Tabel 15.2:** Resultater fra opløsning fra printpladen med ukendt kobberindhold.

Absorbans ved toppunkt, $A_{\text{printplade}}$	Koncentration af kobber (g/L)

### **15.3.14 Konklusion**

Lav en samlet konklusion i forhold til formålet som var:

- at undersøge den matematiske sammenhæng mellem kobberindhold og absorptions
- at bestemme kobberindholdet i mobiltelefonens printplade ved brug af denne sammenhæng.



**Del V**

**NV-håndbogen**

## Kapitel 16

# Hvad er naturvidenskab?

Naturvidenskab er viden om, hvordan vores verden, naturen, er skruet sammen. De naturvidenskabelige fag stiller spørgsmål til naturens opbygning og naturens processer. Svarene leveres i form af modeller, love og teorier, som er den bedste beskrivelse af naturen, vi kan give på nuværende tidspunkt. Efterhånden som vi får nye erfaringer og bliver klogere, må de forbedres og ændres, og somme tider erstattes af nye og bedre teorier.

### 16.1 De naturvidenskabelige fag

Al naturvidenskab baserer sig på eksperimenter eller iagttagelser af verden omkring os. De naturvidenskabelige fag udgøres af:

- Astronomi
- Biologi
- Bioteknologi
- Fysik
- Kemi
- Naturgeografi

Matematik er altså *ikke* et naturvidenskabeligt fag, men benyttes i udbredt grad som et "sprog" i de naturvidenskabelige fag.

### 16.2 Den naturvidenskabelige arbejdsmetode

Al naturvidenskab bygger på målinger eller iagttagelser af naturen og verden omkring os. For at opnå naturvidenskabelig viden gør man brug af *naturvidenskabelig arbejdsmetode*. Arbejdsmetoden omfatter blandt andet:

- Brug af modeller og teorier
- Indsamling af data ved hjælp af observationer af naturvidenskabelige fænomener. Observationerne kan ske ved kontrollerede laboratorieforsøg eller ved feltarbejde, hvor observationerne gøres i naturen.

- Brug af repræsentationsformer i form af tal, tabeller, grafer, figurer samt matematiske og kemiske formler.

Al god teoridannelse starter med en *undren* og bygger på *viden*, som man har på forhånd. Viden kan være i form af modeller, teorier eller anden forforståelse. På den baggrund opstiller man en *hypotese*. Der udvikles et forsøg, som har til formål at be- eller afkræfte hypotesen. I forsøget indsamles *data* og med udgangspunkt i disse data kan der opstilles en ny eller bedre *teori* eller en model. Den nye teori kan give yderligere undren og denne undren kan give anledning til en ny hypotese osv. osv. For at stole på resultaterne fra forsøget skal man arbejde på en bestemt måde.

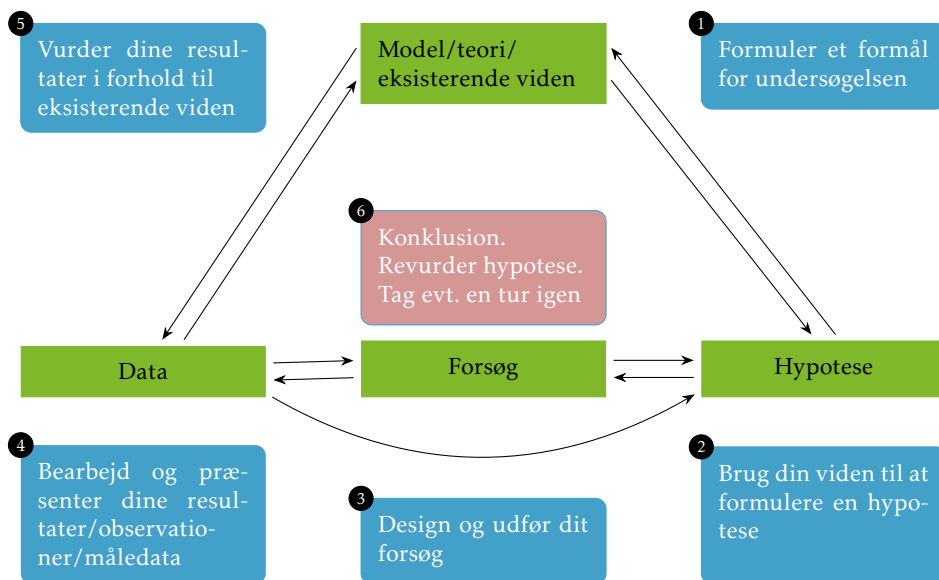
- Man skal være *objektiv*. Det vil sige at eksperimentet eller undersøgelsen ikke må være påvirket af egne følelser eller holdninger.
- Man skal også forsøge at udelukke utilsigtede forhold - *fejlkluder* - som f.eks. temperatursvingninger, varierende pH eller ændringer i lysforhold. Man skal på denne måde gennemføre undersøgelsen under så *kontrollerede* forhold som muligt. Laboratorieforsøg er typisk meget kontrollerede, mens feltforsøg i langt højere grad bliver påvirket af omgivelserne.
- Forsøg skal kunne *gentages* af andre forskere på nøjagtig samme måde og med samme resultat. Derfor er det afgørende, at forskerne beskriver udførelsen af deres eksperimenter og opsamling af resultaterne så detaljeret som muligt.

Når man går fra det konkrete tilfælde til det generelle tilfælde, arbejder man *induktivt*. Hvis en teori giver anledning til et nyt forsøg, går man fra det generelle til det konkrete og arbejder *deduktivt*.

I forbindelse med større skriftlige opgaver (SRO og SRP) i naturvidenskab vil nogle opgaver være baseret på egne eksperimenter eller feltundersøgelser, mens andre kan være baseret på anvendelse af eksisterende modeller og teorier. Desuden kan en opgave også være baseret på en kritisk gennemgang af andres eksperimentelle arbejde.

### 16.3 NV-trekanten

NV-trekanten ses på figur 16.1 på den følgende side. Den beskriver, hvordan der sker en evig udveksling mellem viden, forsøg og data. Viden har vi i form af modeller, teorier eller erfaringer, og data har vi i form af måledata, observationer og resultater.



**Figur 16.1:** SG modellen for den naturvidenskabelige arbejdsmetode (NV-trekanten).

# Kapitel 17

## Variable

Når naturvidenskab beskriver verden omkring os, beskriver vi ofte sammenhænge mellem *variable*. Når noget varierer, altså kan have forskellige værdier, siger vi at det "noget" er en variabel

### 17.1 Kvalitative og kvantitative variable

Variable kan være *kvalitative* eller *kvantitative*.

**Kvalitative** variable beskrives med ord. Når man ønsker at finde en sammenhæng mellem kvalitative variable, vil man først sortere sine resultater for derefter at undersøge om der er en sammenhæng.

**Kvantitative** variable beskrives med tal. Når vi ønsker at finde en sammenhæng mellem kvantitative variable, benytter vi som regel grafer. Kvantitative variable har normalt et navn, en forkortelse og en enhed og en værdi. Enhederne for de variables værdier forkortes som regel også. I Danmark følger vi det internationale SI-system med bl.a. kilogram (kg), meter (m) og sekunder (s) som grundenheder.

**Eksempel 17.1** (Kvalitativ variabel). En iagttaget variabel kunne være personens påklædning. Variablen kunne så have værdierne

- a) personen har tøj på og
- b) personen har ikke tøj på.

**Eksempel 17.2** (Kvantitativ variabel). En målt variabel kunne f.eks. være temperaturen,  $T$ . Værdierne kunne så være  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $25^{\circ}\text{C}$ ,  $30^{\circ}\text{C}$  osv.. Navnet er *temperatur*, *forkortelsen* er  $T$ , *enheden* er  $^{\circ}\text{C}$ , og én af værdierne er  $25^{\circ}\text{C}$ .

Når data opdeles i kvalitative og kvantitative, vil de kvalitative data normalt altid kunne omdannes til kvantitative data i de naturvidenskabelige fag - det

handler bare om at have de rigtige redskaber og metoder til at omdanne de “kvalitative” størrelser til målbare størrelser.

**Eksempel 17.3** (Fra kvalitativ til kvantitativ). Et stofs opløselighed som let- eller tungtopløseligt kan omsættes til hvor mange gram der kan opløses pr. 100 mL.

Farver kan beskrives i forhold til bølgelængden af den elektromagnetiske stråling, der reflekteres.

Blødheden af en kartoffel kan måles med en kraftmåler, hvor man måler hvor stor kraft der skal til for at deformere kartofflen.

Man må altså ikke sammenligne “kvalitative” data i naturvidenskab med de kvalitative data i samfundsfag og humaniora.

## 17.2 Afhængig og uafhængig variabel

En *uafhængig* variabel er en variabel, som man selv kan ændre værdien på. I matematik kaldes den ofte for  $x$ .

En *afhængig* variabel er en variabel, der har en værdi, der afhænger af værdien af en eller flere uafhængige variable. I matematik kaldes den ofte for  $y$ .

## 17.3 Variabelkontrol

I et eksperiment styres antallet af variable, så man kun har *to variable i spil ad gangen*: en uafhængig og en afhængig. Det kan sagtens tænkes, at andre variable påvirker forsøget, men man forsøger at undgå det ved at holde de andre variable konstante.

**Eksempel 17.4** (Metaltråde). Man vil undersøge forskellige metaltråde, der skal bruges som varmelegeme i en el-kedel. Man ønsker selvfølgelig at bruge mindst muligt materiale til varmelegemet og måler derfor sammenhængen mellem trådenes materiale og hvor meget varme  $Q$ , tråden afgiver. Trådens varmeafgivelse  $Q$ , afhænger også af trådens længde og trådens tykkelse. Vi har altså 4 variable i spil: materiale, varmeafgivelse, længde og tykkelse. Da vi vil undersøge sammenhængen mellem materiale og varmeafgivelse, skal de to variable længde og tykkelse være konstante. Man skal altså sørge for at alle de undersøgte metaltråde har samme tykkelse og samme længde.

**Eksempel 17.5** (Svedmængde). En elev undersøger svedmængden under en løbetur på 10 km og finder frem til at løberen sveder 0,65 L i løbet af 60 minutter. Forsøget gentages en uge senere. Men nu sveder personen 1,20 L i løbet af 60 minutter. Da anden måling er så forskellig fra den første måling er undersøgelsens resultat ikke reproducerbart. Det kan eksempelvis skyldes

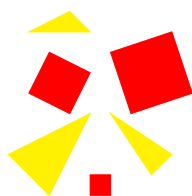
at der ikke tages højde for vejret, personens væskebalance osv. Hvis gentagne målinger ikke giver samme resultat, er det ikke reproducerbart. Det fortæller at forsøget/undersøgelsen ikke er designet godt nok, idet der er ikke styr på alle relevante variable.

## 17.4 Sammenhæng mellem variable

I naturvidenskab er vi ofte interesserede i sammenhænge mellem variable. Altså: Hvad sker der med den afhængige variabel, når vi ændrer den uafhængige variabel.

**Kvalitative variable** Når man ønsker at finde en sammenhæng mellem kvalitative variable, vil man først sortere sine resultater for derefter at undersøge om der er en sammenhæng.

**Kvantitative variable** Når vi ønsker at finde en sammenhæng mellem kvantitative variable, benytter vi ofte grafer.



Figur 17.1: Geometriske figurer.

**Eksempel 17.6** (Geometriske figurer). På figur 17.1 ses forskellige geometriske figurer. De variable og deres værdier er kvalitative.

Variabel	Værdi(er)
Størrelse	lille, mellem, stor
Farve	rød, gul
Form	trekant, kvadrat
Nummer	1, 2, ..., 6

Ved en sortering fås følgende oversigt.

Nummer	1	2	3	4	5	6
Farve	gul	gul	gul	rød	rød	rød
Figur	trekant	trekant	trekant	kvadrat	kvadrat	kvadrat

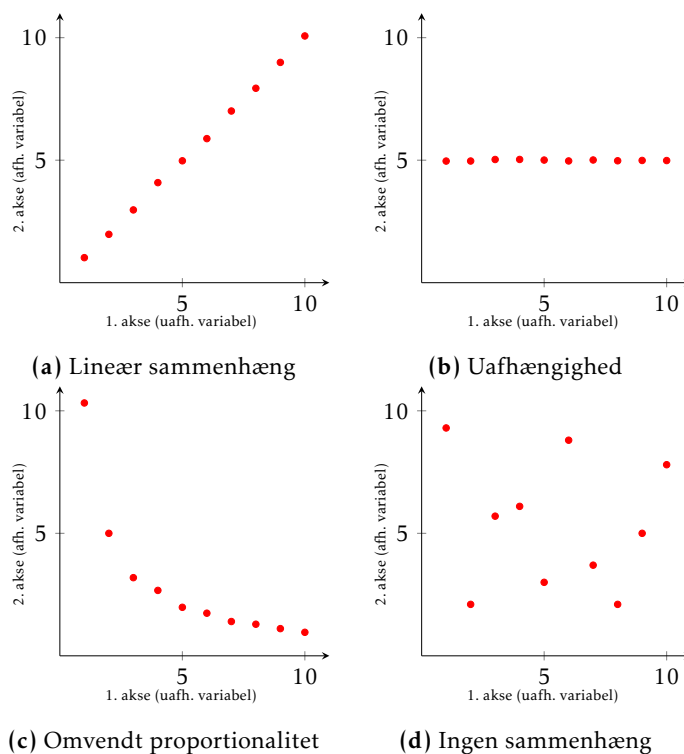
Vi ser en sammenhæng mellem *figur* og *farve*. Når variabelen farve = gul, er figur = trekant. Når variabelen farve = rød, er variabelen figur = kvadrat.

**Eksempel 17.7** (Sammenhæng mellem kvantitative variable). På figur 17.2 ses 4 forskellige måleserier af nogle forskellige variable.

- Figur 17.2a viser en række målepunkter hvor vi kvalitativt kan sige at der gælder at jo større  $x$ -værdi jo større  $y$ -værdi.
- Figur 17.2b viser en række målepunkter hvor  $y$  er konstant. Så her er variabelen  $y$  uafhængig af variabelen  $x$ .
- Figur 17.2c viser en række målepunkter hvor der gælder at jo større  $x$ -værdi jo mindre  $y$ -værdi.
- Figur 17.2d viser en samling målepunkter som ligger tilfældigt spredt. Der er ingen sammenhæng mellem variabelen  $x$  og variabelen  $y$  (eller også er der en meget kompliceret sammenhæng)

For figur 17.2a og figur 17.2c vil man herefter finde en matematisk sammenhæng mellem  $x$  og  $y$ . Man laver en matematisk model for sammenhængen mellem  $x$  og  $y$ .

På figur 17.2a kan vi se at målepunkterne passer med  $y = 1 \cdot x$ . På figur 17.2c kan vi at målepunkterne passer med  $y = \frac{10}{x}$ .



**Figur 17.2:** 4 forskellige måleserier af kvantitative variable.



# Kapitel 18

## Forsøg

### 18.1 Variabelkontrol

I et eksperiment styres antallet af variable, så man kun har *to variable i spil ad gangen*: en uafhængig og en afhængig. Det kan sagtens tænkes, at andre variable påvirker forsøget, men man forsøger at undgå det ved at holde de andre variable konstante. Se eksempler i kapitel 17 på side 127.

### 18.2 Fejlkilder

Fejlkilder er faktorer som påvirker forsøget, men som vi ikke måler direkte. Vi ved ikke på forhånd hvor store disse er. Men vi designer forsøget, så de er så få og så små som muligt. Fejlkilder er således variable vi ikke har helt styr på.

Fejlkilder vil ofte påvirke alle resultater i samme retning.

**Eksempel 18.1.** Varmeafgivelse til omgivelserne er et eksempel på en fejlkilde, der påvirker alle resultater i samme retning. Det sker f.eks. i ved opvarmning af vand i en elkedel, hvor alle temperaturer bliver målt for lave i forhold til det forventede, fordi der hele tiden afgives varme til omgivelserne.

### 18.3 Måleusikkerhed

Der er altid en usikkerhed på målingerne. Man angiver en måling med så mange cifre, at man højst er i tvivl om rigtigheden af det sidste ciffer. Hvis målte tal indgår i en beregning, bruges alle kendte cifre i mellemregninger. Først i slutfacit foretages en afrunding.

Måleusikkerhed vil påvirke resultaterne i tilfældige retninger.

**Eksempel 18.2.** Man måler længden af et spisebord med et målebånd. Den mindste enhed på målebåndet er  $1 \text{ mm} = 0,001 \text{ m}$ . Så måleusikkerheden vil

være mindre end eller lig med 1 mm. Det sidste ciffer i måletallet skal derfor ligge på 3. ciffer efter kommaet. Man kan derfor angive længden til f.eks.  $L = (2,343 \pm 0,001) \text{ m}$ .

Hvis man angiver længden som  $L = 2,34 \text{ m}$  har man samtidig angivet at usikkerheden er  $\pm 0,01 \text{ m} = \pm 1 \text{ cm}$  og det er jo 10 gange større end 1 mm!

Matematisk set er 2,34 det samme som 2,340, men i de eksperimentelle fag angiver de to tal at der er forskel på målenøjagtigheden.

**Eksempel 18.3.** En elev undersøger om saltvand og ferskvand koger ved samme temperatur. Elevens måler at både saltvand og ferskvand koger ved temperaturen  $(100 \pm 1)^\circ\text{C}$ . Elevens konklusion: saltvand og ferskvand har samme kogepunkt.

For at teste dette foretager en gruppe forskere den samme undersøgelse - men med et termometer med en måleusikkerhed på  $0,02^\circ\text{C}$ . De finder frem til at kogepunktet faktisk er lidt højere for saltvand. Konklusion: saltvand og ferskvand har forskellige kogepunkter.

Så måleusikkerheden betyder noget for konklusionen.

## 18.4 Kontrolforsøg

Et kontrolforsøg er et forsøg, hvor man sikrer sig, at den variabel man undersøger (den uafhængige variabel) rent faktisk har en effekt på den variabel man måler (den afhængige variabel). Det kan man gøre ved simpelthen at opstille en præcis kopi af sit forsøg, men hvor den uafhængige variabel ikke er til stede.

**Eksempel 18.4.** Hvis man vil undersøge om det smertestillende stof morfin har en smertestillende effekt hos personer der lige har brækket et ben, så må man både have en gruppe forsøgspersoner, som indtager piller der indeholder morfin, og en gruppe personer som indtager piller, der ikke indeholder noget smertestillende stof (f.eks. kalkpiller). I de efterfølgende dage kan man spørge forsøgspersonerne om, hvor mange smerter de oplever (f.eks. på en skala fra 1–10), og på den måde kan man afgøre om morfin har en effekt.

**Eksempel 18.5.** Hvis man under en pandemi vil undersøge om det har en effekt for smittespredning af Coronavirus på en skole, når eleverne bærer mundbind, så må man både have skoler, hvor eleverne skal bære mundbind, og skoler hvor eleverne ikke bærer mundbind. Efter nogle måneder vil man kunne tælle op, hvilke skoler der har haft flest smittede og på den måde afgøre om mundbind har en effekt. Dette forsøgsdesign er dog mindre kontrolleret end det første eksempel, fordi det udføres som feltforsøg ("i naturen"). Der er således mange variable som man kan have svært ved at holde konstante - f.eks.:

- Er der lige meget smitte i de områder skolerne ligger i?
- Er eleverne på skolerne lige gode til at holde afstand?
- Er eleverne på skolerne lige gode til at spritte af?

## 18.5 Dobbelbestemmelse

For at minimere måleusikkerhed og fejlkilder gentager man selv forsøget eller de individuelle målinger to eller eventuelt flere gange. Hvis forsøget er med levende organismer, undersøges to eller flere "ens" organismer under identiske forhold - det kan du læse mere om under biologisk variation.

## 18.6 Reproducerbarhed

Der er reproducerbarhed, når en ny måling af andre forskere andre steder giver samme resultat. Andre forskere skal altså kunne gentage ens forsøg/undersøgelse og komme til samme resultat. For at de kan gøre det, skal metoden være præcist beskrevet. Kravet om dokumentation (forsøgsbeskrivelse og efterbehandling) hænger altså sammen med kravet om reproducerbarhed. I hverdagen ser vi også reproducerbarhed, når alle øvelseshold i en klasse når frem til samme resultat.

**Eksempel 18.6.** I 1989 inviterede kemikerne Martin Fleischmann og Stanley Pons til et pressemøde, hvor de annoncerede, at de i laboratoriet havde lavet fusion ved stuetemperatur - såkaldt "kold fusion" - en revolutionerende opdagelse da fusion normalt kun opstår ved meget høje temperaturer, så det ville kunne ændre hele vores energiproduktion. Allerede få timer efter pressemødet var forskere verden over i gang med at kopiere Fleischmanns og Pons' forsøgsopstilling. Men *ingen* kunne reproducere resultaterne. Det viste sig at være et fupnummer.

## 18.7 Biologisk variation

Du kan læse mere om biologisk variation i biologidelen af NV-kompendiet, men i forbindelse med eksperimenter er det en vigtig faktor at være opmærksom på. Som tidligere nævnt vil man gerne undgå at flere variable varierer i et forsøg, men i forbindelse med forsøg med levende organismer kan det være svært pga. den biologiske variation. Det kan sjældent lade sig gøre helt at fjerne den biologiske variation - i stedet må man vurdere hvilke variable indenfor den biologiske variation, der kan have størst indflydelse på forsøget og så forsøge at holde dem konstante. Det kan f.eks. være hvilken planteart man bruger, alderen på ens forsøgspersoner osv. I dyreforsøg kan man indavlle dyr, så de bliver næsten genetisk ens og på den måde næsten fjerne den biologiske variation.

**Eksempel 18.7.** Hvis man måler kropsvægten på eleverne i en klasse, så vil den variere pga. biologisk variation - dette kaldes for den inter-individuelle variation. Men for den enkelte person vil vægten også variere hen over et år, og denne variation kaldes intra-individuel variation. Årsagerne kan være, at nogle af eleverne i klassen er genetisk disponeret for overvægt, men det kan også være forskellige interaktioner med omgivelserne, der giver forskellig kropsvægt; f.eks. kostvaner, fritidsinteresse, sygdom m.m..

**Eksempel 18.8.** Hvis man vil undersøge, hvor meget pulsen stiger når en typisk gymnasieelev går fra at sidde stille til at løbe med 10 km/t, så må man være opmærksom på, at det vil variere meget fra person til person pga. biologisk variation. Nogle personer vil pga. deres gener have et stort hjerte og derfor generelt lavere puls, og derfor også en lavere pulsstigning ved løb. Andre vil på samme måde have en lav pulsstigning, fordi de ofte konditionstræner og derfor også har et stort og stærkt hjerte. Løsningen på problemet afhænger af, hvad ens formål er. I dette tilfælde er vi interesseret i pulsstigningen for en "typisk" gymnasieelev, og man kan derfor måle pulsstigningen for en eller flere klasser og så udregne gennemsnittet. Her er det netop vigtigt, at der er en stor biologisk variation i forhold til variable der kunne spille ind på pulsstigningen, f.eks. køn og træningsstilstand. I andre tilfælde kunne man være interesseret i at undersøge, hvordan pulsstigningen ændrer sig for en bestemt elev, altså den intra-individuelle variation, og så må man måle flere gange på den samme elev over en periode på f.eks. et halvt år.

# Kapitel 19

## Data

### 19.1 Forsøgsbeskrivelse

Forsøg beskrives så andre kan eftergøre eksperimentet. Der skal normalt være en materialeliste og et foto eller en figur af forsøgsopstillingen. Beskrivelsen skal forklare hvad man rent faktisk selv gjorde og ikke skrives i bydeform (imperativ). Beskrivelsen kan dog godt være i punktform.

**Eksempel 19.1** (Beskrivelse af forsøgsudførelse). Materialer: grøn laser, gitter med 300 streger pr. mm, målebånd, spejl.

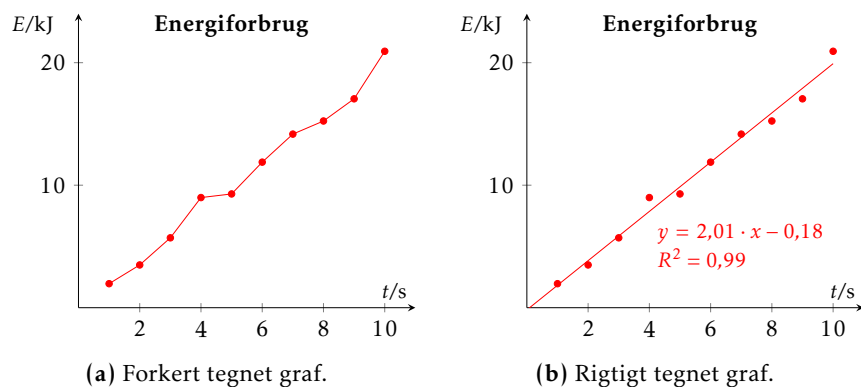
Udførelse: vi startede med at stille laseren og det optiske gitter op med støtte fra træklodser. Det optiske gitter placerede vi 98 cm fra den væg, som lyset skulle spredes ud på. Laseren var placeret vinkelret mod gitteret og gitteret vinkelret mod væggen. Dette tjekkede vi ved at sætte et spejl op på væggen, og sørge for, at laserstrålen reflekteredes direkte tilbage, hvor den kom fra. Vi målte afstanden fra gitteret til væggen og mellem lysprikkerne, der gav 1. orden. Herefter målte vi afstandene mellem 2. ordenspletterne, mellem 3. ordenspletterne osv.. Vi aflæste alle længder med et målebånd. Vi anslår måleusikkerheden til at være ca. 3 mm på alle målingerne.

### 19.2 Grafer

Grafer skal indeholde

- en overskrift,
- symboler og enheder på akserne,
- målepunkter (disse skal *ikke* forbindes) og
- regressionsforskriften.

Når grafen er tegnet, skal den beskrives og analyseres i forhold til sammenhæng med teori.



Figur 19.1: En forkert og en rigtig tegnet lineær graf.

### 19.3 Figurtekster

Alle figurer skal forsynes med en tekst nedenunder, som indeholder en

- overskrift,
- evt. beskrivende tekst og
- kildehenvisning.

### 19.4 Beregninger

Beregninger dokumenteres så man tydeligt kan følge tankegangen.

- Opskriv de størrelser, man kender, med enheder.
- Opskriv den formel, der skal bruges.
- Indsæt tal med enheder i formlen.
- Resultat med enhed udregnes.
- Angiv resultatet med korrekt antal betydende cifre. I mellemregninger medtages alle cifre.

**Eksempel 19.2** (Beregning af omkreds af cirkel). Jeg skal beregne omkredsen af en cirkel med radius 2,3 cm.

Jeg ved, at  $r = 2,3$  cm. Jeg beregner omkredsen

$$O = 2 \cdot \pi \cdot r = 2 \cdot \pi \cdot 2,3 \text{ cm} = \pi \cdot 4,6 \text{ cm} \approx 14,451 \text{ 33 cm}$$

Da der kun er 2 betydende cifre i den oplyste radius, skal facit også afleveres med 2 betydende cifre. Dvs. cirkelns omkreds er  $O = 14$  cm.

## 19.5 Betydende cifre

Ved antallet af betydende cifre i et tal forstås antallet af tal, fra regnet foranstående nuller. Foranstillede nuller kan altid "slettes" ved hjælp af en passende titalsekspont.

Tal med ét betydende ciffer:	3	0,003	$3 \cdot 10^6$	$9 \cdot 10^{-1}$
Tal med to betydende cifre:	30	0,0030	$3,0 \cdot 10^6$	$9,1 \cdot 10^{-1}$
Tal med tre betydende cifre:	300	0,00300	$3,00 \cdot 10^6$	$9,13 \cdot 10^{-1}$

Måler man f.eks. massen af et stof til 2,345 g, udtrykker man, at man er sikker på cifrene 2, 3 og 4, men ikke på sidste ciffer 5.

Hvis et tal indgår i en beregning, bruges alle kendte cifre i mellemregninger. Først i slutfacit foretages en afrunding til det antal betydende cifre der er lig med antallet af betydende cifre i det tal med færrest betydende cifre.

**Eksempel 19.3** (Volumen af cylinder). En cylinder har en højde på 11,0 cm og en radius på 2,3 cm. Jeg vil beregne cylinderens volumen.

Jeg ved, at  $h = 11,0$  cm og  $r = 2,3$  cm. Volumen af en cylinder er givet ved

$$V = h \cdot A,$$

hvor  $h$  er højden af cylinderen og  $A$  er arealet af grundfladen. Grundfladens areal beregnes ud fra formlen

$$A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (2,3 \text{ cm})^2 \approx 16,61903 \text{ cm}^2$$

Da der skal regnes videre med tallet, tages alle cifre med i næste beregning. Cylinderens volumen beregnes til

$$V = h \cdot A = 11,0 \text{ cm} \cdot 16,61903 \text{ cm}^2 = 182,8093 \text{ cm}^3$$

Da der kun er 2 betydende cifre i radius, skal facit også afleveres med kun 2 betydende cifre. Svaret på opgaven er derfor, at cylinderens volumen er på  $V = 1,8 \text{ cm}^3$ .

## Kapitel 20

# Formål, hypotese og konklusion

Forsøg starter altid med et formål, man laver normalt en hypotese eller en påstand, og der afsluttes med en konklusion.

*Formålet* beskriver, hvad det er man ønsker at undersøge.

En *hypotese* er et fagligt begrundet udsagn, en påstand eller en idé om udfaldet af et eksperiment eller en anden naturvidenskabelig undersøgelse. Det er altså ikke bare et gæt, men en fagligt begrundet antagelse om resultatet af undersøgelsen.

*Konklusionen* beskriver forsøgets resultater og evt. om hypotesen blev bekræftet.

**Eksempel 20.1** (Gærcellers aktivitet). Erfaring viser at brød hæver hurtigere ved stuetemperatur end i køleskabet.

**Formål** At undersøge hvordan gærcellers aktivitet stiger med temperaturen

**Hypotese** Gærcellernes aktivitet stiger med stigende temperatur

**Undersøgelse** Vi følger gærcellernes aktivitet ved at følge den dannede mængde CO<sub>2</sub> ved forskellige temperaturer mellem 10 °C og 70 °C.

**Konklusion** Aktiviteten stiger indtil et maksimum ved omkring 40 °C, hvorefter den falder til 0 ved ca. 65 °C. Vi fik altså kun delvis bekræftet vores hypotese.

**Eksempel 20.2** (Årstiderne). Vi har erfaret at årstiderne skifter i løbet af et år. Samtidig ved vi, at jo tættere man kommer på en varmekilde - her er det Solen - jo varmere er der.

**Formål** At undersøge sammenhængen mellem årstiderne og afstanden til en varmekilde.

**Hypotese** Vi har forskellige årstider på grund af Jordens varierende afstand til Solen. En konsekvens af denne hypotese er, at det vil der være



sommer, når Jorden er tæt på Solen og vinter, når Jorden er langt fra Solen. Alle lande på hele jordkloden vil derfor have samme årstider på samme tid.

**Observation** Når den nordlige halvkugle har sommer, har den sydlige halvkugle vinter og omvendt. Det kan man jo nemt konstatere ved at ringe til Australien.

**Konklusion** Hypotesen forkastes, da den ikke passer med observationen. Det er altså *ikke* Jordens varierende afstand til Solen der skaber årstiderne.

**Eksempel 20.3** (Danskvand). Vi har konstateret at der er bobler i danskvand og vi har målt at danskvandet har en lav pH-værdi - det er en sur opløsning. Vi ved at opløst kuldioxid kan danne kulsyre. På denne baggrund opstilles formål og hypotese.

**Formål** At undersøge om surhedsgraden i en danskvand skyldes opløst kuldioxid.

**Hypotese** En danskvand, der bobler, har en sur pH-værdi (5,0) på grund af opløst kuldioxid, som danner kulsyre.

**Undersøgelse** I laboratoriet opvarmes danskvand, hvilket får kuldioxiden til at afgasse. Vi måler herefter pH-værdien, som er neutral.

**Konklusion** Vi fik hypotesen bekræftet, dvs. at danskvand er en sur opløsning på grund af opløst kuldioxid.

# Kapitel 21

## Modeller og teori

*Modeller* beskriver eller forklarer sammenhænge mellem forskellige elementer eller forskellige variable. Fælles for modeller er, at de bruges på udvalgte dele af virkeligheden, og de er derfor en forsimplet beskrivelse af den verden der beskrives, og dermed har de også en begrænsning.

En *teori* er en videnskabelig alment accepteret forklaring på et fænomen eller et område af virkeligheden. Når mange forskere har fået samme resultater som følge af deres undersøgelser kan modeller bliver ophøjet til teori.

Til beskrivelse af modeller bruges forskellige *repræsentationsformer*. I naturvidenskab gør vi i høj grad brug af tal, grafer, formler (matematiske og kemiske) og figurer. Disse repræsentationsformer suppleres af ord og tekst.

### 21.1 Kvalitative modeller

Der findes mange typer kvalitative modeller, f.eks. *mikroskopiske* modeller, *makroskopiske* modeller og *begrebsmodeller*.

#### 21.1.1 Mikroskopisk model

Her forsøger man at forstå naturvidenskabelige fænomener ved at se på de mindste dele.

**Eksempel 21.1** (Luft). Vi kan lave en mikroskopisk model af luft ved at tænke på luftens molekyler er hoppebolde eller billardkugler, som støder mod hinanden. På baggrund af en sådan model kan vi forstå hvorfor trykket stiger, når man varmer luften i en beholder op.

**Eksempel 21.2** (Vanddråbe på finger). At en vanddråbe kan sidde fast på din finger, kan forklares ved at se på hvordan elektroner forskydes på atomart niveau i vandets molekyler.

### 21.1.2 Makroskopisk model

Ved en makroskopisk beskrivelse betragter man systemet som helhed.

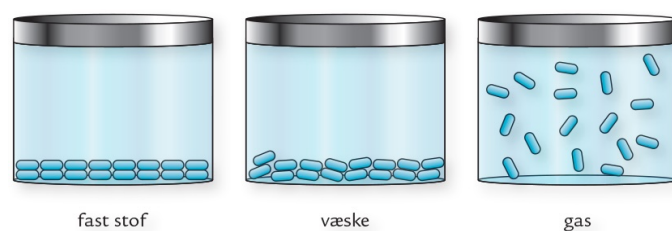
**Eksempel 21.3.** Man betragter ikke længere de enkelte atomer i en vanddråbe, men vanddråben som helhed. Her kan vi beskrive vanddråbens tilstand ved at angive dets temperatur, tryk, farve, lugt, stofsammensætning, energi osv.. Det afhænger af fag og problemstilling, hvad vi opfatter som en helhed.

**Eksempel 21.4 (Hjertet).** I biologi betragter vi hjertet som et organ. Samtidigt ved vi jo godt, at hjertet består af celler - som i sidste ende består af atomer osv. Men, hvis vi skal forklare hjertets funktion, betragter vi hjertet som en helhed - et organ. Vi har således en makroskopisk model for hjertet. Skal vi forklare hvordan hjertemusklen kan trække sig sammen er vi nødsaget til at se på muskelcellens opbygning og ser dermed ikke længere på hjertet som helhed men på cellen som helhed.

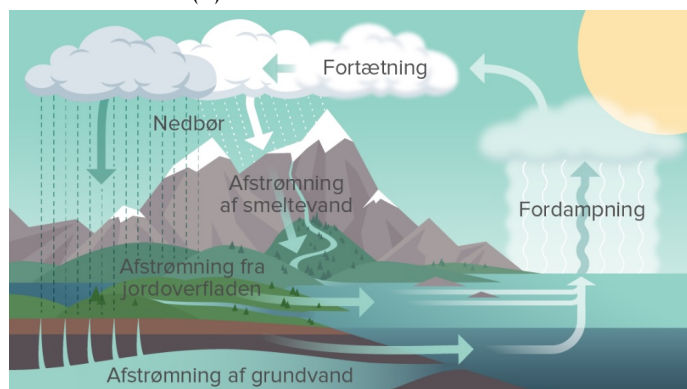
### 21.1.3 Begrebsmodel

En tegning eller illustration som har til formål at knytte forskellige begreber sammen.

På figur 21.1 på næste side ses eksempler på begrebsmodeller. Figur 21.1a viser hvordan begreberne, fast, flydende (smeltet) og gastilstand hænger sammen med molekylernes afstande mellem hinanden, mens figur 21.1a illustrerer vandets kredsløb.



(a) Model for tilstandsformer.



(b) Model af vandets kredsløb.

Figur 21.1: Eksempler på begrebsmodeller.

## 21.2 Kvantitative modeller - regressionslinjer og fit

En matematisk model kan beskrives ved hjælp af en (eller flere) matematiske formler, som indeholder de forskellige variable. En regressionslinje (eller andre fit) beskriver en matematisk sammenhæng mellem de to variable  $x$  og  $y$ . Den matematiske model beskrives altså ved hjælp af en ligning, der viser sammenhængen mellem  $x$  og  $y$ .

Vi ser på nogle eksempler med lineære sammenhænge. Det vil sige, at sammenhængen mellem den uafhængige variabel  $x$  og den afhængige variabel  $y$  kan skrives som  $y = a \cdot x + b$ . Her er  $a$  hældningen, og  $b$  er grafens skæring med  $y$ -aksen.

**Eksempel 21.5.** Panten for en ølkasse er 12,50 kr mens panten for en ølflaske er 1,50 kr. Hvis man kommer til Fakta med en kasse med  $x$  tomme ølflasker, kan den samlede pant  $y$  beregnes med formlen

$$y = 1,5 \cdot x + 12,5$$

Hvis vi tegner en graf med den samlede pant på  $y$ -aksen og antal tomme ølflasker i kassen på  $x$ -aksen, vil vi få en ret linje, som skærer  $y$ -aksen i 12,5 kr og med en hældningskoefficient på 1,5 kr/flaske.

**Eksempel 21.6.** Trykket  $p$  i et svømmebassin afhænger af dybden  $h$  under overfladen, idet

$$p = k \cdot h + p_0;$$

her er  $k$  en konstant, og  $p_0$  er trykket ved overfladen. Hvis vi sammenligner med den generelle forskrift  $y = a \cdot x + b$ , kan vi se, at  $y$  svarer til  $p$ ,  $a$  svarer til  $k$ ,  $x$  svarer til  $h$ , og  $b$  svarer til  $p_0$ . Det betyder, at hvis vi tegner en graf med  $h$  på  $x$ -aksen og  $p$  på  $y$ -aksen, så vil vi få en ret linje med en hældningskoefficient, der er  $k$ , og en skæring med  $y$ -aksen i  $p_0$ .

**Eksempel 21.7.** Hvis  $x$  og  $y$  er ligefrem proportionale betyder det, at sammenhængen er  $y = a \cdot x$ . Det er altså en lineær sammenhæng ( $y = ax + b$ ) med  $b = 0$ . At to størrelser er proportionale betyder f.eks., at hvis  $x$ -værdien fordobles, så fordobles  $y$ -værdien også.

**Eksempel 21.8.** I Føtex kan man fredag og lørdag købe 100 g slik for 6,95 kr, dvs. 0,0695 kr for 1 g. Hvis vi betegner prisen for  $x$  gram slik med  $y$ , vil sammenhængen mellem prisen på slik og mængden af slik være

$$y = 0,0695 \cdot x$$

Vi siger at prisen er proportional med mængden af slik med proportionalitetskonstant 0,0695.

## Kapitel 22

# Håndtryk - et analyse-eksempel

I dette kapitel skal vi analysere et eksperiment, som handler om at måle vores reaktionstid. Vi gør det ved bevæge os rundt i *NV-trekanten* præsenteret på figur 16.1 på side 126. Arbejdet med NV-trekanten er illustreret på figur 22.2 på side 147.

### 22.1 Fra iagttagelse til model

Vi vil i dette afsnit gå én tur rundt i NV-trekanten, og derved komme fra iagttagelser til en model.

#### 22.1.1 Undren

Hvor lang tid tager det at sende et signal mellem forskellige personer - altså hvad er reaktionstiden?

#### 22.1.2 Formål

I et forsøg ønsker vi at undersøge nogle personers reaktionstid.

#### 22.1.3 Model/teori

Der findes ingen teoretisk viden om dette emne ud over dagligdags erfaringer.

#### 22.1.4 Hypotese

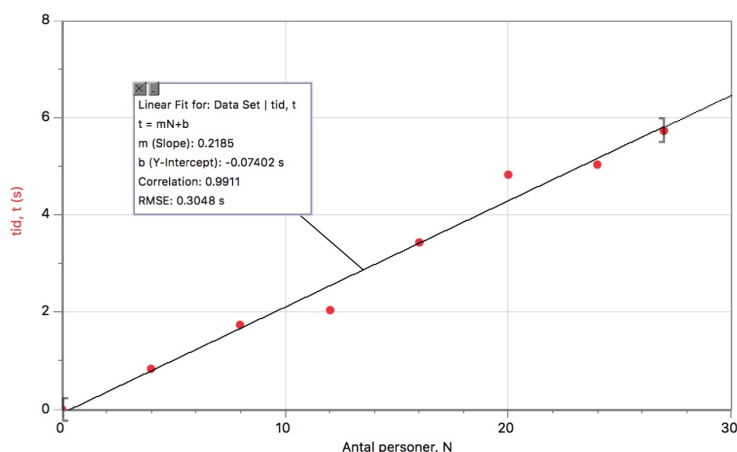
Hypotesen bygger på de dagligdags erfaringer, og vi "gætter" ud fra disse, at en person er 3 sekunder om at sende et håndtryk videre.

### 22.1.5 Forsøg

I forsøget måles sammenhængen mellem den tid det tager at nå rundt i en kreds af forskelligt antal personer. De to variable er derfor signaltiden  $t$  og antal personer  $N$ . Antal personer  $N$  er den *uafhængige* variabel, og da signaltiden  $t$  afhænger af antal personer, er signaltiden  $t$  den *afhængige* variabel. Personerne står med ryggen til hinanden, så de ikke kan sende signaler ved hjælp af f.eks. bevægelser, der kan ses. Man forsøger altså at have *variabelkontrol* ved kun at variere to variable ad gangen. De to variable er *kvantitative*, da deres værdier angives med tal. f.eks.  $t = 34,58$  s og  $N = 10$ .

### 22.1.6 Data

Vores data består af en serie sammenhængende værdier af  $(N, t)$ . Disse værdier indtegnes i et koordinatsystem og der laves lineær regression. Målepunkterne ligger tæt på den rette linje og korrelationen ligger tæt på 1,00. Grafen ses på figur 22.1.



Figur 22.1:  $(N, t)$ -graf for antal håndtryk.

### 22.1.7 Model

Linjens ligning er derfor en *matematisk model* for sammenhængen mellem signaltid og antal personer. Vi kan fortolke linjens hældning som signaltiden pr. person; altså det, vi kalder reaktionstid. Modellen er en *forsimpling* af virkeligheden, da det er tvivlsomt, at alle personer har præcis samme reaktionstid.

Vi gør brug af typiske *repræsentationsformer* i naturvidenskab, da vi bruger en tabel med måledata, et koordinatsystem med målepunkter og en matematisk formel i form af linjens ligning.

### 22.1.8 Konklusion

Vi har fundet at der er for signaltid  $t$  og antal personer  $N$  gælder, at

$$t = 0,2185 \cdot N - 0,07042$$

Dvs. der er en reaktionstid på 0,2185 s pr. person. Vores hypotese om en reaktionstid på 3 sekunder er forkastet, da vi ikke kan forklare den store afgivelse med relevante fejlkilder eller måleusikkerheder.

## 22.2 Kontrol af modellen

I dette afsnit vil vi undersøge, om vores model er korrekt.

### 22.2.1 Formål

At undersøge om modellen er korrekt.

### 22.2.2 Model/teori

Denne gang har vi en matematisk model for sammenhængen mellem signaltid og antal personer. Modellen bruges til at til at beregne signaltiden for et bestemt antal personer.

### 22.2.3 Hypotese

Hypotesen bliver nu at det tager f.eks. 2,19 s for 10 personer. Forsøget gentages med de 10 personer. Hvis signaltiden passer med hypotesen har vi fået *bekræftet* den matematiske model.

Hvis forsøget gentages et antal gange af andre, og alle når frem til de samme resultater, er der *reproducerbarhed*.

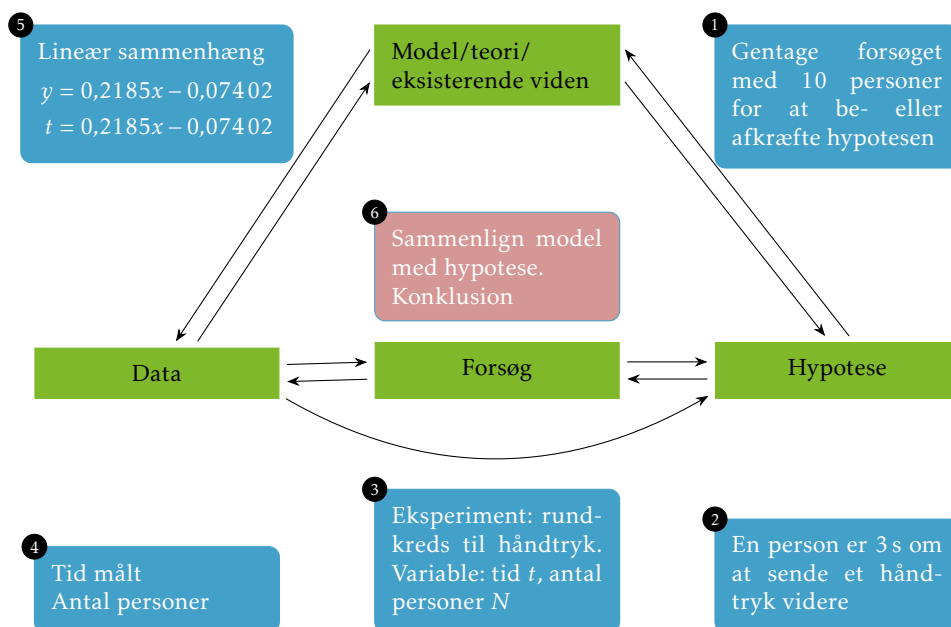
I dette tilfælde er forsøget blevet gentaget af alle 1g-klasser på Skanderborg Gymnasium. Alle klasser får pæne rette linjer, men hældningerne ligger i et interval på 0,15 s–0,45 s. Dette kan ikke forklares ved måleusikkerheder, så der må være noget i forsøget, vi ikke helt har styr på.

## 22.3 Fra model til data

Hvis vi tror på modellen, kan den bruges til at beregne et konkret resultat. Her går vi direkte fra *model* til *data*. Når vi går fra model til data, arbejder vi *deduktivt*. Når vi går fra data til model, arbejder vi *induktivt*.

Hele processen i dette kapitel er illustreret på figur 22.2 på næste side.





Figur 22.2: Anvendelse af NV-trekanten på håndtryks-undersøgelsen.

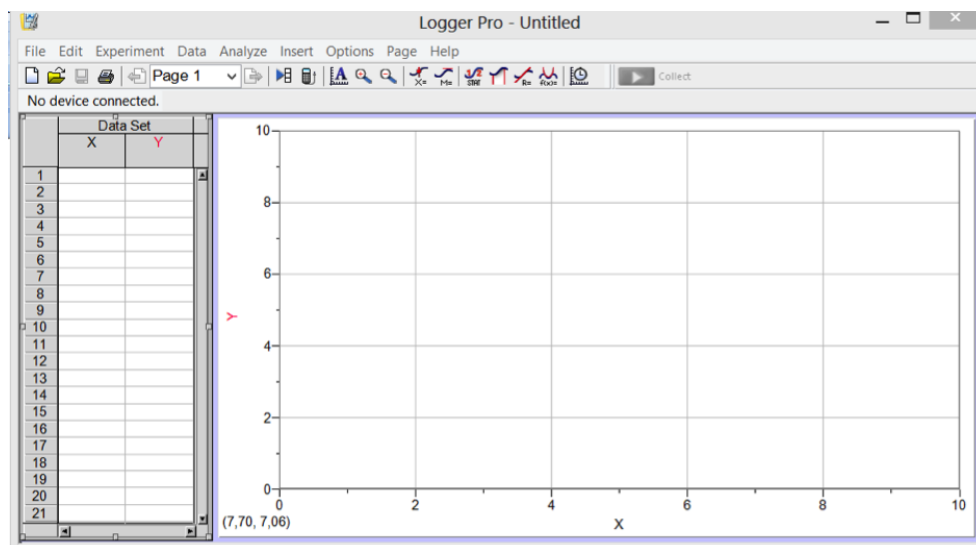
# Bilag

# Bilag A

## LoggerPro

### A.1 Skærmen

Når LoggerPro startes ses følgende skærbillede:










Øverst ses menulinjen samt en værktøjslinje med knapper med forskellige funktioner.

Til venstre ses datasættet (som er tomt) og til højre ses grafvinduet.

## A.2 Menulinien

Herunder er knapperne i værktøjslinjen beskrevet:

	De sædvanlige funktioner <i>Nyt</i> , <i>Åbn</i> , <i>Gem</i> og <i>Udskriv</i> .
	<i>Auto Scale graf</i> , <i>Zoom ind</i> og <i>Zoom ud</i> .
	Bruges til at aflæse værdierne for de enkelte målepunkter.
	Statistik. Giver maksimum, minimum og gennemsnit for valgte målepunkter.
	Finder den rette linje som passer bedst til måleresultaterne.
	Tilpasser måledata med andre funktionstyper.
	Indstilling af måletid og antal målinger pr. sekund.


## Bilag B

# Graphical Analysis

Hent Graphical Analysis på [graphicalanalysis.app](http://graphicalanalysis.app). Det virker ikke i safari, så brug chrome, firefox eller edge. Du behøver ikke downloade app'en, men kan bare bruge browserudgaven.

### B.1 Tilslutning af sensor

Tilslut en CO<sub>2</sub> sensor til din computer. Hvis du ikke har usb-stik i din computer, så lån en adaptor.

- Klik på sensordataopsamling.
- Vælg USB.
- Vælg derefter "Go Direct USB".
- Udfør "Indstilling af målinger", "Indstil målepunkter" og "skærmbillede" (se afsnit B.2 til B.4 på side 151–153).
- Når du er klar til at måle, klikker du på "Opsamle".
- Når du har stoppet målingerne, skal data gemmes. Det gør du ved at vælge menuen "filer" på symbolet  øverst til venstre, hvor der står "Ingen titel".
- Nu er du klar til at lave efterbehandling; se afsnit B.5 på side 153.

### B.2 Indstilling af målinger

Klik nederst på siden, under graf, hvor der står *Tilstand* og *Hastighed*.



Indstil til 1 måling pr. 10 sekund og *Stop opsamling* til *Manuelt*.

**Indstillinger for dataindsamling** ✕

Tilstand Tidsbaseret ▾

Tidsenheder s ▾

Hastighed 0,1 målinger/s

Interval 10 s/måling


Start opsamling  Manuelt  
 Ved triggerhændelse

Stop opsamling  Efter 600 s varighed  
 Manuelt

Datamarkering  Deaktiveret  
 Aktiveret

ANNULLER UDFØRT

### B.3 Indstil målepunkter

Du ændrer fra linje til punkter ved at gå ind under grafsymbolet . Nederst i fanen vælges *rediger grafindstillinger*.

**Titel**


Respiration hos melbillelarver

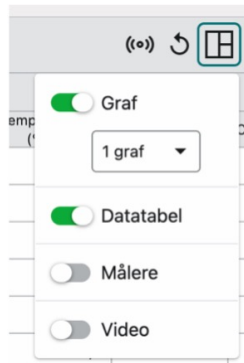
**Udseende**

Punkter  Linjer  Søjler

Sæt flueben i boksen *punkter* og fjern flueben i boksen *Linjer*.


## B.4 Skærbillede

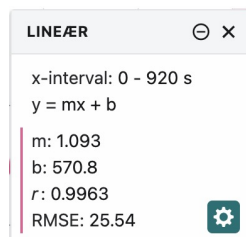
Du indstiller til at kunne se både graf og måledata i tabel ved at klikke på *Vis indstillinger* ikonet .



Sørg for at både *Graf* og *Datatabel* er slået til.

## B.5 Lineær regression

Marker den del af grafen der ønskes at lave lineær regression på. Klik på grafsymbolet . I fanen vælges *Anvend kurvetilpasning*. Vælg *Lineær* og klik på *Anvend*. Nu vises følgende oplysninger:



Bemærk at hældningskoefficienten i denne sammenhæng har symbolet “*m*” i stedet for “*a*”, som normalt benyttes.

# Litteratur

Morten Brydesholt et al. *Orbit C stx.* Systime (2017).

Marianne Frøsig et al. *Biologi i udvikling.* Nucleus, 2. udgave (2020).

Jørgen Baungaard Hansen et al. *Insekter som mad.* Nucleus (2019).

Hans Birger Jensen et al. *Isis Kemi C.* systime (2018).

Helge Mygind et al. *Basiskemi B.* Praxis (2022).