

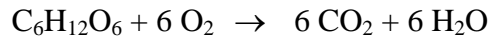
## Carbondioxid i udåndingsluft

### Formål:

- At måle dit CO<sub>2</sub> udslip per sekund og beregne din CO<sub>2</sub> udslip pr. år.
- At skønne over mængden af CO<sub>2</sub>, som udåndes af jordens befolkning på et år.

### Teori:

En forbrænding er en proces, hvor stoffet reagerer med O<sub>2</sub>. Druesukker, C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>, forbrændes efter reaktionsligningen:



I dine celler foregår forbrændings-processer, hvor din indtaget mad forbrænder og som produkt får du blandt andet energi og CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub> er et affaldsprodukt og transporteres i kroppen med blodet til lungerne og udåndes. Det er udåndingsluftens CO<sub>2</sub>, som du vil måle.

### Udstyr

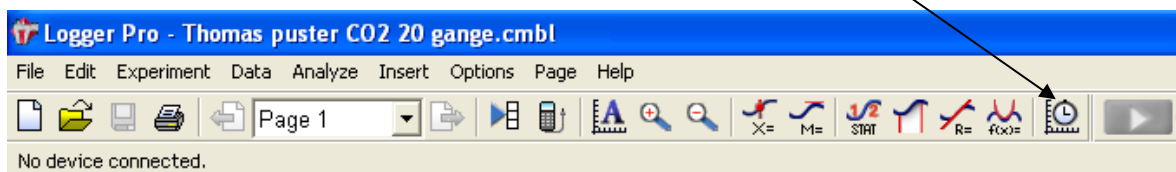
- Computer med Loggerpro
- Labpro
- CO<sub>2</sub> sensor (0-100000 ppm)
- Biokammer (Bio Chamber) 2000 mL
- En passende prop
- Et sugerør



Figur 1. Opstilling

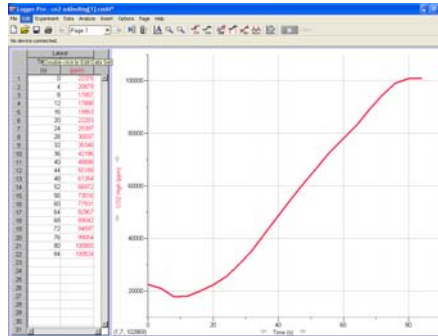
### Fremgangsmåde:

1. Forbind computeren til strømforsyning og til Labpro.
2. Forbind CO<sub>2</sub> sensoren til CH1 og vælg måleområde op til 100.000 ppm. Anbring CO<sub>2</sub> sensoren i hullet i vandret retning og anbring en prop med hul og sæt et sugerør i hullet (Se figur 1). Sugerøret peges opad.
3. Start programmet LoggerPro. Programmet finder selv CO<sub>2</sub> sensoren. Vent mindst 90 sekunder.
4. Tryk på *tid* knappen på værktøjslinien og indstil tiden på 300 sekunder med en måling hver 5. sekund.



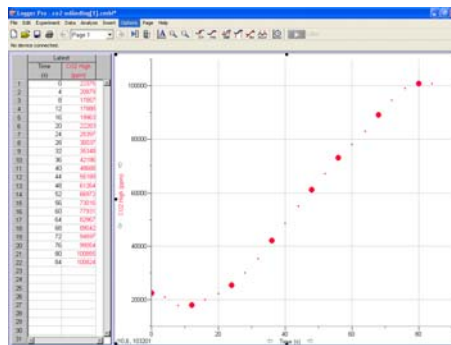
5. Tryk på *start* knappen på værktøjslinien (den grønne knap) for at starte forsøget.

- Efter 2 målinger start med at puste udåndingsluften ind i biokammeret igennem sugerøret ved normal. Træk vejret ind igennem næsen og pust normalt ud gennem munden i sugerøret. Det varer ca. 3 minutter Fortsæt indtil apparatet når dets maksimale værdi på 100.000 ppm.
- LoggerPro registrere resultaterne i en tabel på venstre side af skærmen. På resten af skærmen, til højre fra tabellen, dukker grafen af CO<sub>2</sub> koncentration i enheder ppm som funktion af tiden i sekunder.



### Behandling af resultater.

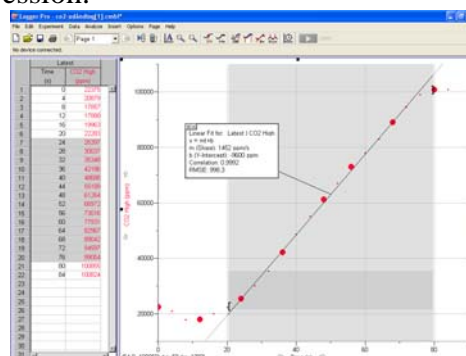
- Fjern forbindelseslinjen mellem de målte punkter. Vælg *Options* og så kommer menuen for *Graf options* frem. Her fjerner du forbindelseslinien. Grafens udseende:



- Marker den lineære del af grafen. (Tryk på venstreknappen af musen. Hold den ned og træk det mørkere del af grafen indtil slutpunktet).
- For at få en tendenslinje tryk på fit (lineær regression) knappen og vælg lineær funktion.



Resultatet af den lineære regression.



Det lineære sammenhæng kommer samt hældningskoefficienten beregnes automatisk.

5. Under **Filer** vælg *Page Setup* vælg retning *Liggende*.
6. Gem dine resultater på en USB pind eller på din mappe på skolens computer.
8. Print grafen ud med et passende navn og beskrivelse.

### Beregninger

1. Kommenter resultater af tendenslinjen (fit).
2. Hvor meget CO<sub>2</sub> (i ppm) udånder du pr. 1 sekund? Betegn mængden som X (ppm/s).  
Dit udslip er:  $X \text{ (ppm/s)}$  =
3. Begrund det matematiske grundlag for dit svar.
4. Beregn rumfanget af CO<sub>2</sub>, som du udånder pr. sekund:  
 $X \text{ (ppm/s)} \cdot 2000 \text{ mL} =$
5. Beregn antal mol CO<sub>2</sub>, som udånder pr. 1 sekund:  
$$\frac{X \text{ (ppm/s)} \cdot 2000 \text{ mL}}{24100 \text{ mL/mol}} =$$
6. Beregn antal gram CO<sub>2</sub>, som du udånder pr. et sekund: ( $M(\text{CO}_2) = 44.01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ )  
$$\frac{X \cdot 2000 \text{ mL}}{24100 \text{ mL/mol}} \cdot 10^{-6} \cdot 44.01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} =$$
7. Beregn antal gram CO<sub>2</sub>, som du udånder pr. 1 år. (CO<sub>2</sub>)
8. Find antal personer, der bor jorden og beregn jordens befolknings samlede CO<sub>2</sub> udslip pr. år.

### Tillægs øvelser:

1. Udfør en bevægelse, f. eks. hop 20 gange eller løb og gentag forsøget. Holdene kan aftale at udføre diverse fysiske aktiviteter og udføre målinger derefter.
2. Analyser resultaterne.

### Beregninger kan gennemføres kortere:

1 ppm betyder 1 part pr. million, eller en millionte del (rumfang). (Til sammenligning skal nævnes at 1%, som du ved, er 1 part pr. 100). Derfor er 1% som er 10 000 gange større end 1 ppm!!!  
Biokammerets volumen er 2000 mL, altså 2 L.  
Rumfanget af CO<sub>2</sub>, som du udånder, er i kammeret samt rumfanget af CO<sub>2</sub>, som du udånder pr. 1 sekund kan beregnes således:

$$X \text{ (ppm/s)} \cdot 2000 \text{ mL} =$$

Da 1 mol CO<sub>2</sub> har rumfanget 24000 mL ved normal tryk og ved stuetemperatur, er antal mol CO<sub>2</sub> der udåndes pr. sekund:

$$\frac{X \text{ (ppm/s)} \cdot 2000 \text{ mL}}{24000 \text{ mL/mol}} = \frac{X \text{ (ppm)} \cdot \text{mol}}{12} = \frac{X \cdot 10^{-6}}{12} \text{ mol}$$

Da den molare masse af CO<sub>2</sub> = 44,01 g/mol er din udslip af CO<sub>2</sub> i gram for hvert sekund:

$$\frac{X \cdot 10^{-6}}{12} \text{ mol} \cdot 44,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = X \cdot 3,668 \cdot 10^{-6} \text{ g}$$