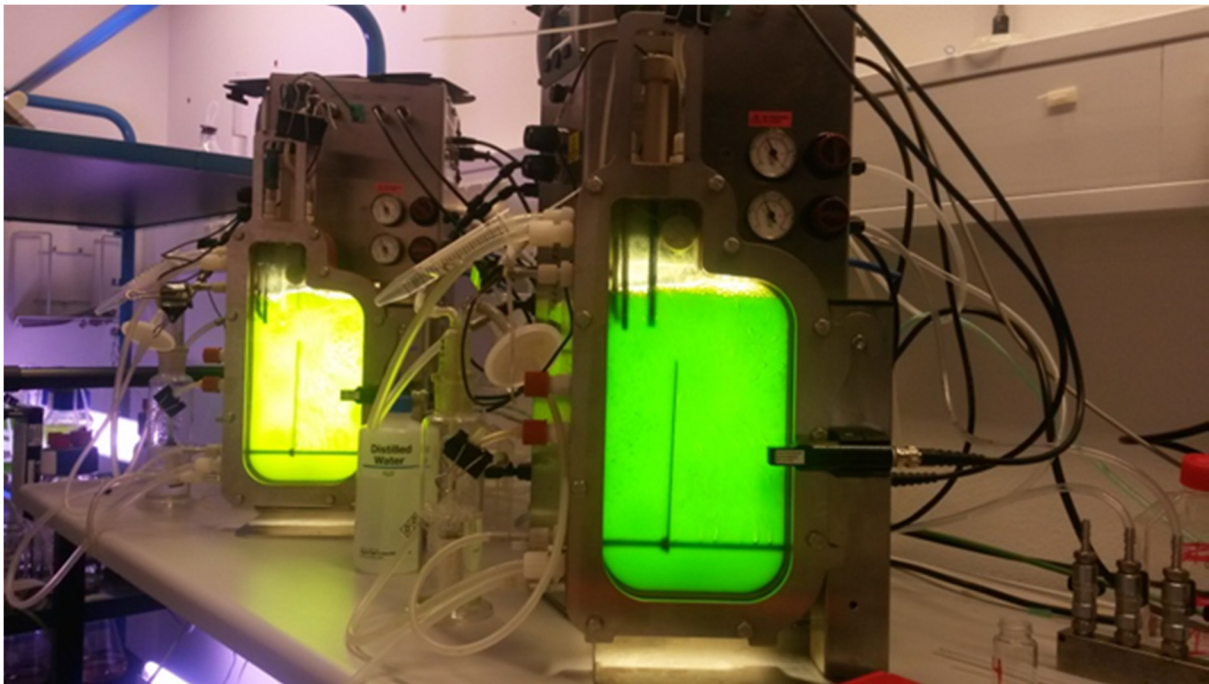
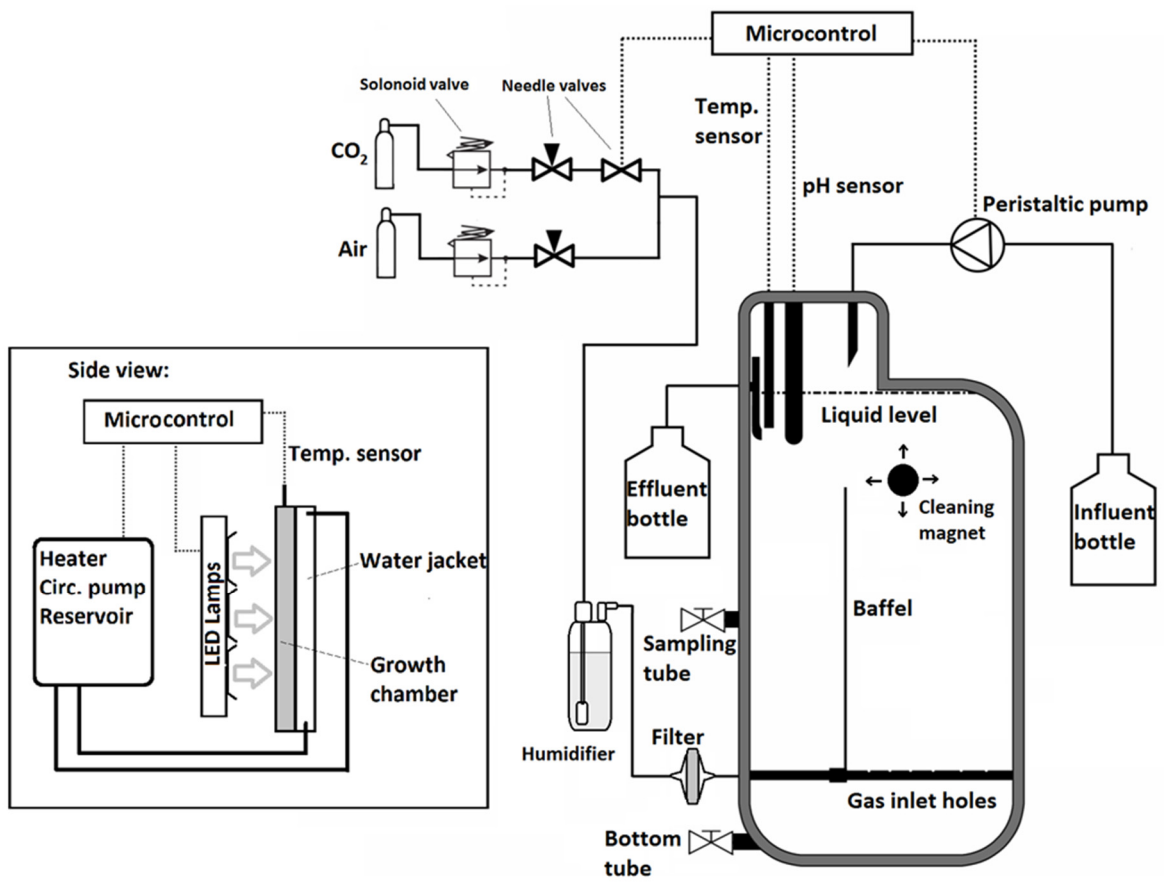
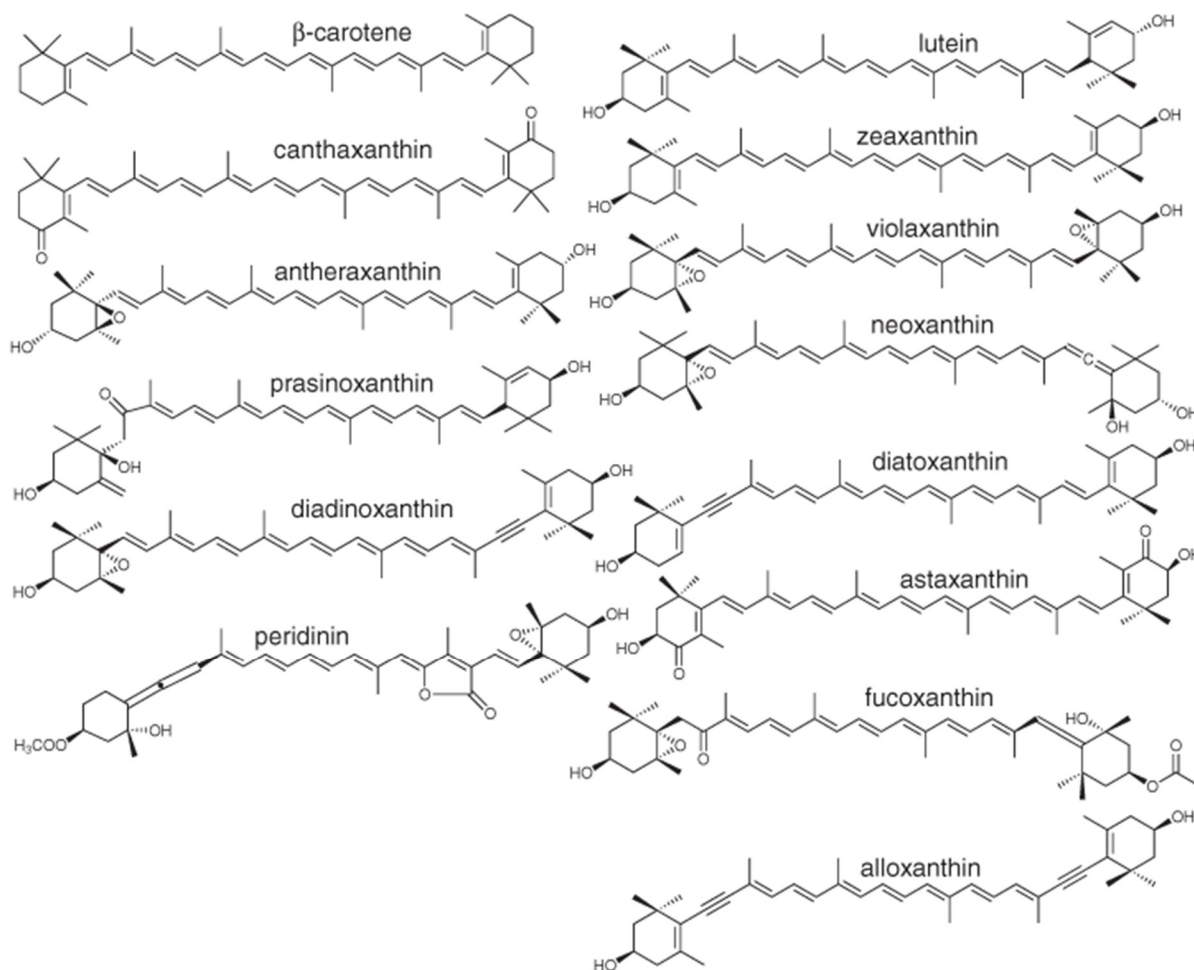


# OCEAAN Appendix A1



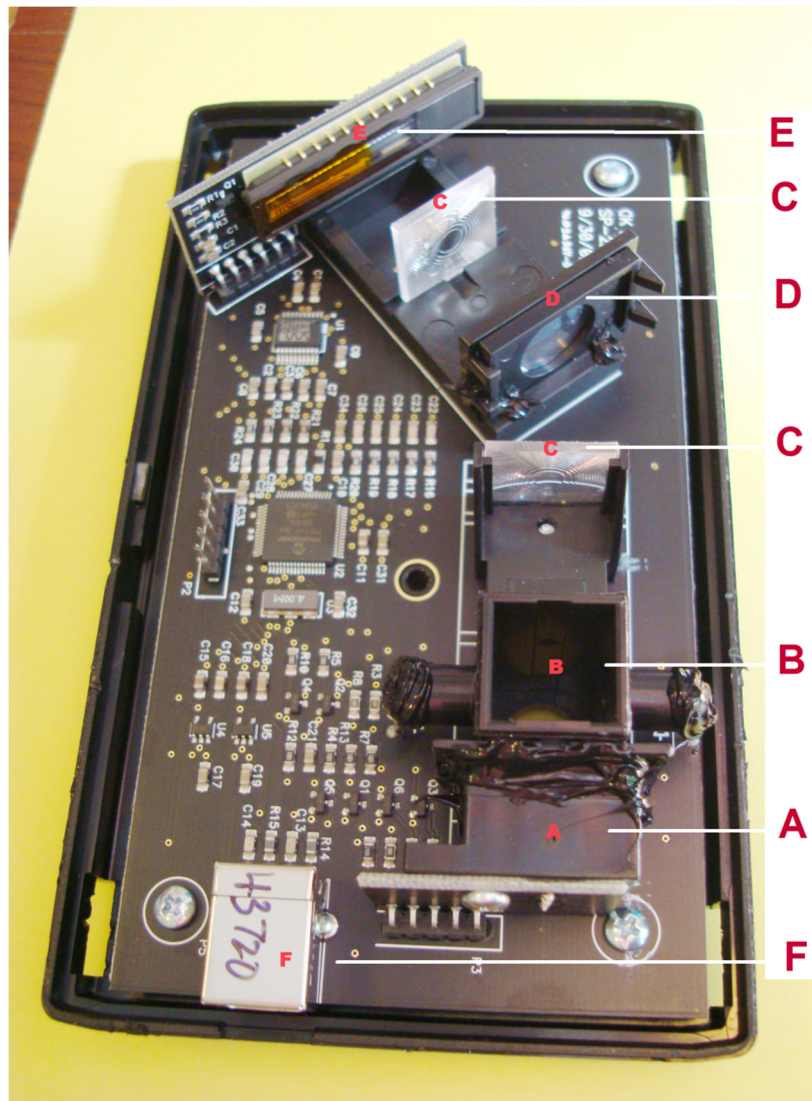
Figuur S1. Een schematische tekening en een foto van fotobioreactoren.

# OCEAAN Appendix A2



Figuur S2. De structuurformules van een aantal carotenoiden.

# OCEAAN Appendix B



**De binnenkant van je spectrofotometer.**

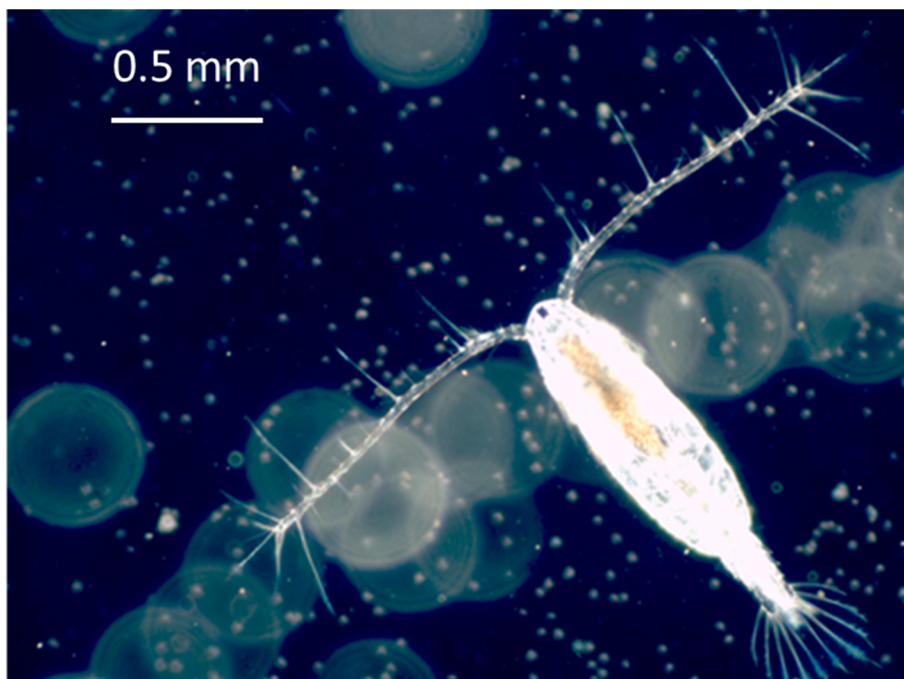
A: Lampbehuizing, B: Cuvethouder, C: Lenzen, D: Diffractierooster, E: Sensor, F: USB-connector.

# OCEAAN Appendix C1

Video's zijn te zien op de desktop van de PC.

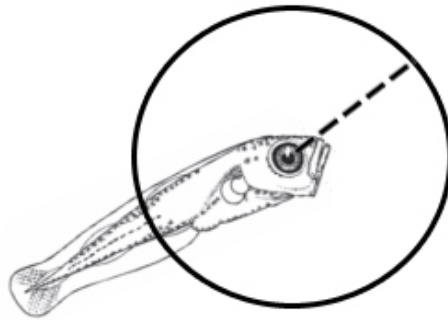
## Introductie op de eenoogkreeftjes (Copepoden).

Eenoogkreeftjes (zie figuur C1) zijn kleine, vrij zwemmende schepseltjes. Ze zijn de meest talrijke diertjes in de oceanen. Zij zijn belangrijke eters van het fytoplankton en zijn zelf voedselbron voor heel wat gewervelde dieren, zoals vissen en larven van vissen. Er zijn veel verschillende soorten eenoogkreeftjes, die verschillen in omvang en vorm, maar ook in gedrag. Een belangrijk type gedrag om te overleven is gedrag dat dient om te ontsnappen aan predatoren. We kunnen dit gedrag onderzoeken om vast te stellen welk soort eenoogkreeftje een goede prooi is voor vissen die we willen kweken in een productieproces.



Figuur C1. Eenoogkreeftje (*Acartia tonsa*) met mechanosensorisch haar op de antennen.

Het haartje kan verstoringen in het water registreren en zo kan het eenoogkreeftje zijn omgeving waarnemen en ontdekken dat hij benaderd wordt.



**Figuur C2 De vis kan de prooi waarnemen en op een bepaalde afstand beginnen met de aanval, de 'reactieafstand' R genoemd.**

De meeste vissen gebruiken hun ogen om op een afstand hun prooi waar te nemen en te vangen. De afstand waarop ze de prooi zien en gaan aanvallen wordt de 'reactieafstand' of  $R$  genoemd (zie figuur 2). Deze afstand wordt gemeten vanaf het midden van hun ogen.

Eenoogkreeftjes werken niet met zicht, maar maken gebruik van 'hydrodynamische aanwijzingen' om op een afstand hun predatoren op te merken. Zij kunnen deze hydrodynamische aanwijzingen waarnemen met hun zeer gevoelige setae op hun antennen (zie figuur 1).

Er zijn verschillen tussen de soorten eenoogkreeftjes wat betreft de afstand waarop ze predatoren kunnen ontdekken, maar ook wat betreft de snelheid waarmee het kreeftje kan ontsnappen aan de predatoren. Verschillen in 'ontdekafstand' en 'ontsnappingsnelheid' bepalen verschillen tussen de eenoogkreeftjes in het succes om te ontsnappen aan de predatoren, en zijn dus ook bepalend voor de geschiktheid om als prooi te dienen voor de vissen. Hoe slechter het eenoogkreeftje in het ontsnappen is, des te beter (voor de vis)!!!!



# OCEAAN Appendix C2

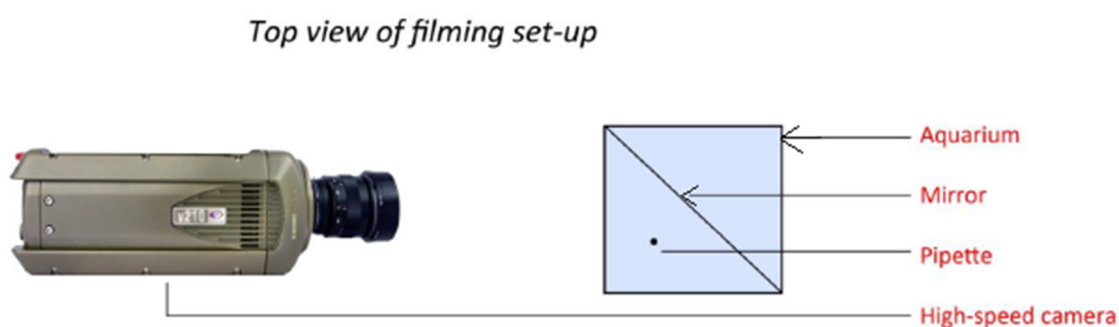
## Experimentele opstelling en filmopstelling.

Om te bepalen welk soort eenoogkreeftje een goede prooi is in een aquacultuur, onderzoeken we experimenteel 'de predator-ontdekafstand' en de 'ontsnappingsnelheid'. We doen dit voor 2 verschillende soorten eenoogkreeftjes. Omdat de eenoogkreeftjes met erg hoge snelheden ontsnappen, filmen we ze met een zgn. hoge-snelheidcamera. Onze opstelling (figuur 3) bestaat uit een hoge-snelheidcamera gericht op een vierkant aquarium, dat een diagonaal geplaatste spiegel bevat. We filmen met een snelheid van 500 beelden per seconde.

De spiegel zorgt ervoor dat we de eenoogkreeftjesbewegingen in drie dimensies kunnen waarnemen. (dit is hetzelfde als wanneer je twee camera's gebruikt die het aquarium opnemen vanuit twee richtingen loodrecht op elkaar, namelijk van voren en van de rechterkant).

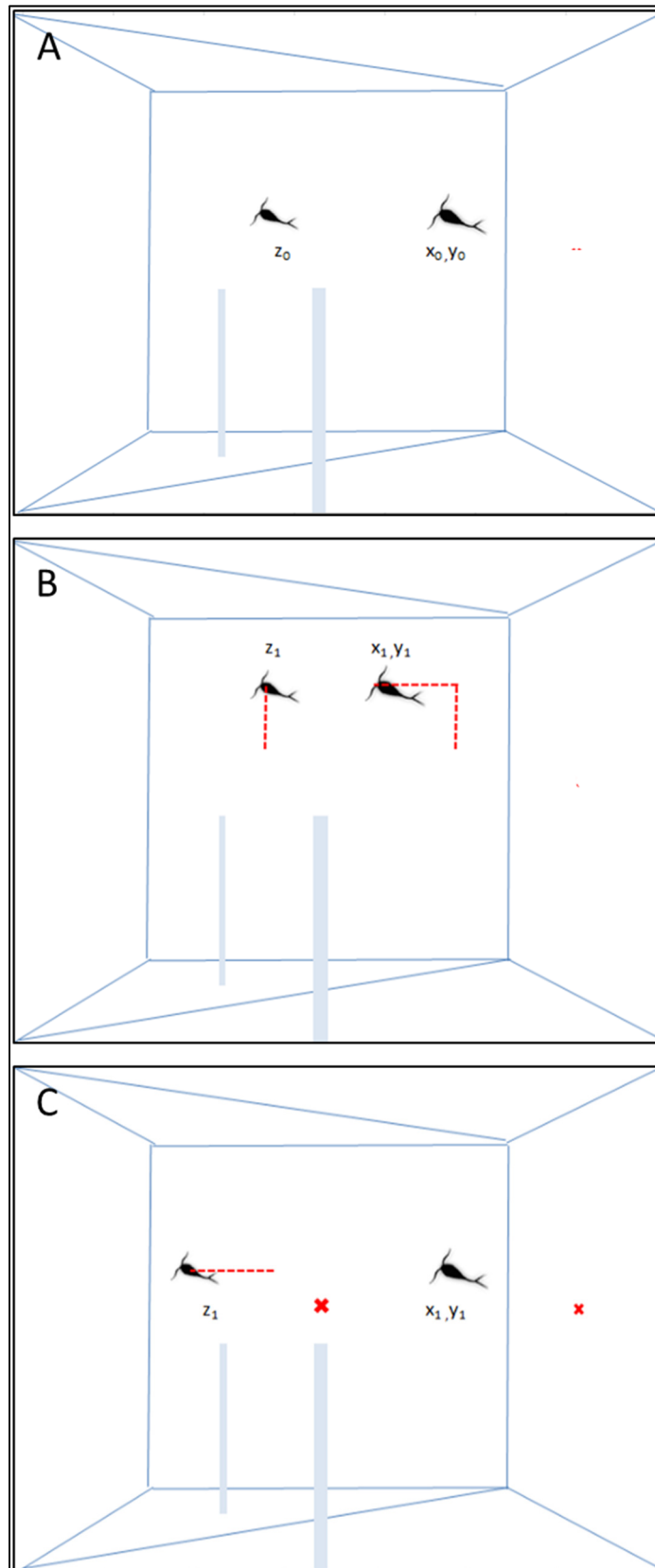
Het 'echte' eenoogkreeftje is aan de rechterkant van het beeld en laat ons de beweging van het kreeftje in de x- en y-richting zien (figuur C4 deel A). Het spiegelbeeld aan de linkerkant laat ons de beweging van het eenoogkreeftje van de zijkant zien. De beweging in de horizontale richting van dit spiegelbeeld geeft de beweging van het eenoogkreeftje in de z-richting. De beweging in de y-richting is daarbij dezelfde als voor het directe beeld van het eenoogkreeftje.

Bijvoorbeeld, op tijdstip  $t = 0$  is de plaats van het eenoogkreeftje in het aquarium zoals te zien in figuur C4 deel A. Als het kreeftje omhoog gaat (de y-richting) en naar links (de x-richting), maar niet in de z-richting, dan ziet het beeld eruit zoals in figuur C4 deel B. Als het eenoogkreeftje naar de camera toe of van de camera af beweegt, dan geeft de beweging in de x-richting van het spiegelbeeld ons de beweging in de z-richting zoals te zien is in figuur C4 deel C.



Figuur C de filmopstelling, van boven gezien

Mirror = spiegel



➤ *Figuur C4 Aquarium van voren gezien, zoals vastgelegd door de hoge-snelheidcamera. De twee eenoogkreeftjes die je ziet zijn in werkelijkheid een individu en zijn spiegelbeeld. Deel A laat de plaats van één enkel kreeftje op  $t = 0$  zien. Deel B laat de beweging in de x- en y-richting op  $t = 1$  zien, en deel C laat de beweging van het eenoogkreeftje in de z-richting zien.*

In het echt doen we geen predatoren in het aquarium, maar we bootsen de hydrodynamische seintjes die door de vis veroorzaakt worden na, door met een pipet wat water uit het aquarium te zuigen.

We definiëren 'de prooi-ontdekafstand' als de afstand waarop het eenoogkreeftje begint met de ontsnappingssprong, gemeten vanaf het midden van de pipettip en het midden van het eenoogkreeftje. Vergelijking 1 beschrijft de berekening van de 'de prooi-ontdekafstand'. Door veranderingen in de x-, y- en z-positie van het eenoogkreeftje gedurende een ontsnappingsrespons in een bepaalde tijd te meten, kunnen we ook zijn 'springafstand' en 'ontsnappingsnelheid' berekenen, zie vergelijking 2 en 3.

Vergelijking 1: 'de prooi-ontdekafstand'

$$d_{\text{predator}} = \sqrt{(x_{\text{start}} - x_{\text{pipet}})^2 + (y_{\text{start}} - y_{\text{pipet}})^2 + (z_{\text{start}} - z_{\text{pipet}})^2}$$

Vergelijking 2: 'springafstand'

$$d_{\text{spring}} = \sqrt{(x_{\text{start}} - x_{\text{eind}})^2 + (y_{\text{start}} - y_{\text{eind}})^2 + (z_{\text{start}} - z_{\text{eind}})^2}$$

Vergelijking 3: 'ontsnappingsnelheid'

$$V_{\text{ontsnap}} = \frac{d_{\text{spring}}}{\Delta t}$$

$x_{\text{start}}$ ,  $y_{\text{start}}$  en  $z_{\text{start}}$  zijn respectievelijk de x-, y- en z-positie van het eenoogkreeftje bij het begin van de sprong, en  $x_{\text{eind}}$ ,  $y_{\text{eind}}$ ,  $z_{\text{eind}}$  zijn de x-, y- en z-positie van het eenoogkreeftje op het eind van de sprong.



# OCEAAN Appendix D

## Lijst met fysische constanten

soortelijke warmte van water	$C_{\text{water}}$	$4,18 \cdot 10^3$	$\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$
dichtheid van water bij 0 °C	$\rho_{\text{water}}$	$9,998 \cdot 10^2$	$\text{kg m}^{-3}$
dichtheid van ijs bij 0 °C	$\rho_{\text{ice}}$	$9,17 \cdot 10^2$	$\text{kg m}^{-3}$
dichtheid van lucht (1 atm, 20 °C)	$\rho_{\text{air}}$	1,22	$\text{kg m}^{-3}$
lichtsnelheid	$c$	$3,00 \cdot 10^8$	$\text{m s}^{-1}$
getal van Avogadro	$N_A$	$6,022 \cdot 10^{23}$	$\text{mol}^{-1}$
constante van Planck	$H$	$6,63 \cdot 10^{-34}$	J s
elementair ladingsquantum	$e$	$1,60 \cdot 10^{-19}$	C
gasconstante	$R$	8,314	$\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
constante van Boltzmann	$k_B$	$1,38 \cdot 10^{-23}$	$\text{J K}^{-1}$
rustmassa proton	$m_p$	$1,673 \cdot 10^{-27}$	kg
rustmassa neutron	$m_n$	$1,675 \cdot 10^{-27}$	kg
rustmassa elektron	$m_e$	$9,11 \cdot 10^{-31}$	kg
atomaire massa-eenheid	u	$1,661 \cdot 10^{-27}$	kg

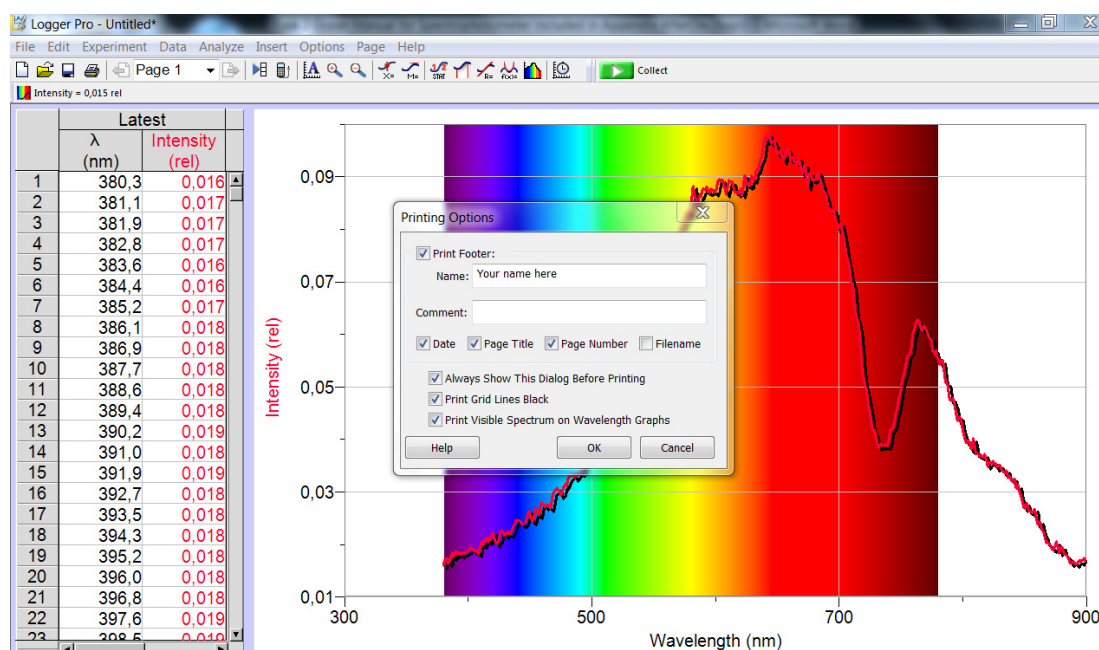
# OCEAAN Appendix E

## Gebruikershandleiding voor de Vernier spectrofotometer in extinctie- (Eng: absorbance) modus.

- Log in op de computer met de verstrekte gebruikersnaam en het bijbehorende wachtwoord.
- Dubbelklik op het “Logger Pro” icoon.
- Plaats de cuvet met de blanco in de spectrofotometer.
- Klik op “Experiment” en onder “Calibrate” klik op “Spectrophotometer: 1”.
- Laat de spectrofotometer (gedurende 90s) opwarmen.
- Klik “Finish Calibration”.
- Na 5 s, klik op “OK”.
- Vervang de cuvet met de blanco door de cuvet met de oplossing die je wilt meten.
- Klik op de groene knop “Collect”.
- Lees de extincties (Eng: absorbances) af bij de golflengtes die je nodig hebt.

## Afdrukken vanuit de Logger Pro

- Kies “print” onder File in Logger Pro.
- “Printing Options” poept op.
- Vink aan “Print Footer”.
- Noteer je LAND en TEAM-letter (je kunt GEEN afdruk maken als je geen voettekst aangemaakt hebt ter identificatie).
- In de onderstaande figuur zie je een voorbeeld van de spectrofotometer in emissiemodus. (het getoonde spectrum in het onderstaande voorbeeld is afkomstig van een andere lichtbron dan die gebruikt is in dit experiment).
- Vink aan “Print Visible Spectrum on Wavelength Graphs”, als je een gekleurde achtergrond in de grafiek wilt hebben.



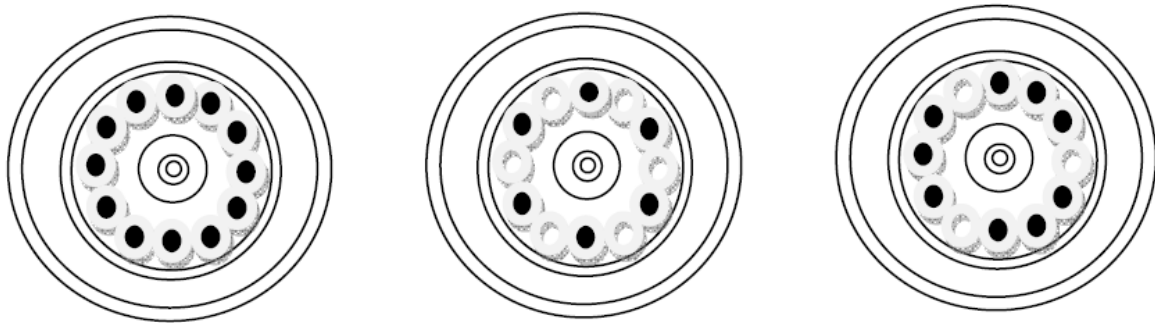
- **NB:** Ook voor de videoanalyse is het nodig dat je je LAND en je TEAMletter in de voettekst zet. ) (je kunt GEEN afdruk maken als je geen voettekst aangemaakt hebt ter identificatie).

# OCEAAN Appendix F

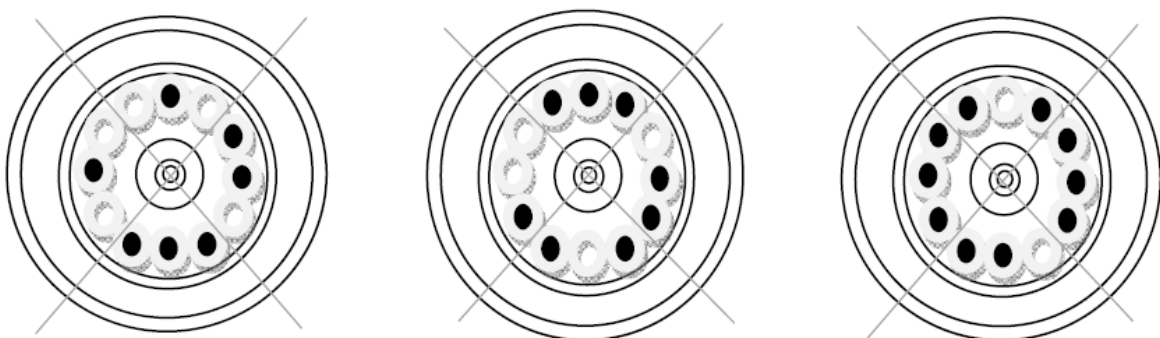
## Gebruikershandleiding voor het balanceren van centrifuges

Bekijk de onderstaande tekeningen om te zien hoe je de buisjes op de juiste wijze goed gebalanceerd in een centrifuge kunt plaatsen. Goed balanceren is belangrijk om ongelukken te voorkomen en te voorkomen dat de centrifuge kapot gaat. (De rotor in de centrifuge draait heel hard met grote centrifugale krachten tot gevolg, die dus goed gebalanceerd (uitgemiddeld) moeten worden.)

**Balancer de rotor dus altijd voordat je gaat centrifugeren.** Hieronder staan voorbeelden van symmetrische (gebalanceerde) plaatsing van centrifugeerbuisjes in de rotor:



**Onjuiste manieren van plaatsing van de centrifugeerbuisjes in de rotor zijn:**



**LET OP: Verkeerd plaatsen van de centrifugeerbuisjes in de rotor kan tot ongelukken leiden.**

# Periodiek systeem van de elementen

**Periodic Table of the Elements**

Atomic Number  
**Symbol**  
 Name  
 Atomic Mass

1 IA 1A																				18 VIIIA 8A			
1 <b>H</b> Hydrogen 1.008	2 <b>He</b> Helium 4.003																						
3 <b>Li</b> Lithium 6.941	4 <b>Be</b> Beryllium 9.012																	5 <b>B</b> Boron 10.811	6 <b>C</b> Carbon 12.011	7 <b>N</b> Nitrogen 14.007	8 <b>O</b> Oxygen 15.999	9 <b>F</b> Fluorine 18.998	10 <b>Ne</b> Neon 20.180
11 <b>Na</b> Sodium 22.990	12 <b>Mg</b> Magnesium 24.305	3 IIIB 3B	4 IVB 4B	5 VB 5B	6 VIB 6B	7 VIIB 7B	8 VIII 8	9 VIII 8	10 VIII 8	11 IB 1B	12 IIB 2B	13 <b>Al</b> Aluminum 26.982	14 <b>Si</b> Silicon 28.086	15 <b>P</b> Phosphorus 30.974	16 <b>S</b> Sulfur 32.066	17 <b>Cl</b> Chlorine 35.453	18 <b>Ar</b> Argon 39.948						
19 <b>K</b> Potassium 39.098	20 <b>Ca</b> Calcium 40.078	21 <b>Sc</b> Scandium 44.956	22 <b>Ti</b> Titanium 47.867	23 <b>V</b> Vanadium 50.942	24 <b>Cr</b> Chromium 51.996	25 <b>Mn</b> Manganese 54.938	26 <b>Fe</b> Iron 55.845	27 <b>Co</b> Cobalt 58.933	28 <b>Ni</b> Nickel 58.693	29 <b>Cu</b> Copper 63.546	30 <b>Zn</b> Zinc 65.38	31 <b>Ga</b> Gallium 69.723	32 <b>Ge</b> Germanium 72.631	33 <b>As</b> Arsenic 74.922	34 <b>Se</b> Selenium 78.971	35 <b>Br</b> Bromine 79.904	36 <b>Kr</b> Krypton 84.798						
37 <b>Rb</b> Rubidium 84.468	38 <b>Sr</b> Strontium 87.62	39 <b>Y</b> Yttrium 88.906	40 <b>Zr</b> Zirconium 91.224	41 <b>Nb</b> Niobium 92.906	42 <b>Mo</b> Molybdenum 95.95	43 <b>Tc</b> Technetium 98.907	44 <b>Ru</b> Ruthenium 101.07	45 <b>Rh</b> Rhodium 102.906	46 <b>Pd</b> Palladium 106.42	47 <b>Ag</b> Silver 107.868	48 <b>Cd</b> Cadmium 112.411	49 <b>In</b> Indium 114.818	50 <b>Sn</b> Tin 118.711	51 <b>Sb</b> Antimony 121.760	52 <b>Te</b> Tellurium 127.6	53 <b>I</b> Iodine 126.904	54 <b>Xe</b> Xenon 131.294						
55 <b>Cs</b> Cesium 132.905	56 <b>Ba</b> Barium 137.328	57-71	72 <b>Hf</b> Hafnium 178.49	73 <b>Ta</b> Tantalum 180.948	74 <b>W</b> Tungsten 183.84	75 <b>Re</b> Rhenium 186.207	76 <b>Os</b> Osmium 190.23	77 <b>Ir</b> Iridium 192.217	78 <b>Pt</b> Platinum 195.085	79 <b>Au</b> Gold 196.967	80 <b>Hg</b> Mercury 200.592	81 <b>Tl</b> Thallium 204.383	82 <b>Pb</b> Lead 207.2	83 <b>Bi</b> Bismuth 208.980	84 <b>Po</b> Polonium [208.982]	85 <b>At</b> Astatine 209.987	86 <b>Rn</b> Radon 222.018						
87 <b>Fr</b> Francium 223.020	88 <b>Ra</b> Radium 226.025	89-103	104 <b>Rf</b> Rutherfordium [261]	105 <b>Db</b> Dubnium [262]	106 <b>Sg</b> Seaborgium [266]	107 <b>Bh</b> Bohrium [264]	108 <b>Hs</b> Hassium [269]	109 <b>Mt</b> Meitnerium [268]	110 <b>Ds</b> Darmstadtium [269]	111 <b>Rg</b> Roentgenium [272]	112 <b>Cn</b> Copernicium [277]	113 <b>Uut</b> Ununtrium unknown	114 <b>Fl</b> Flerovium [289]	115 <b>Uup</b> Ununpentium unknown	116 <b>Lv</b> Livermorium [298]	117 <b>Uus</b> Ununseptium unknown	118 <b>Uuo</b> Ununoctium unknown						

	57 <b>La</b> Lanthanum 138.905	58 <b>Ce</b> Cerium 140.116	59 <b>Pr</b> Praseodymium 140.908	60 <b>Nd</b> Neodymium 144.243	61 <b>Pm</b> Promethium 144.913	62 <b>Sm</b> Samarium 150.36	63 <b>Eu</b> Europium 151.964	64 <b>Gd</b> Gadolinium 157.25	65 <b>Tb</b> Terbium 158.925	66 <b>Dy</b> Dysprosium 162.500	67 <b>Ho</b> Holmium 164.930	68 <b>Er</b> Erbium 167.259	69 <b>Tm</b> Thulium 168.934	70 <b>Yb</b> Ytterbium 173.055	71 <b>Lu</b> Lutetium 174.967
Lanthanide Series															
	89 <b>Ac</b> Actinium 227.028	90 <b>Th</b> Thorium 232.038	91 <b>Pa</b> Protactinium 231.036	92 <b>U</b> Uranium 238.029	93 <b>Np</b> Neptunium 237.048	94 <b>Pu</b> Plutonium 244.064	95 <b>Am</b> Americium 243.061	96 <b>Cm</b> Curium 247.070	97 <b>Bk</b> Berkelium 247.070	98 <b>Cf</b> Californium 251.080	99 <b>Es</b> Einsteinium [254]	100 <b>Fm</b> Fermium 257.095	101 <b>Md</b> Mendelevium 258.1	102 <b>No</b> Nobelium 259.101	103 <b>Lr</b> Lawrencium [262]
Actinide Series															

- Alkali Metal
- Alkaline Earth
- Transition Metal
- Basic Metal
- Semimetal
- Nonmetal
- Halogen
- Noble Gas
- Lanthanide
- Actinide

# Gebruikshandleiding voor Stopwatch

## Gebruiksaanwijzing (tekst van productinfo, “Easy Timer”):

- Trek de plastic strip uit het batterijcompartiment om de timer te activeren (als dit niet al is gebeurd!).
- Zet de timer aan door de START/STOP knop in te drukken.

## Optellen

1. Druk op START/STOP om het tellen te starten
2. Druk op START/STOP om te pauzeren en opnieuw om het tellen te hervatten.
3. Om te resetten naar 00:00 druk de MIN en SEC knoppen tegelijkertijd in.


## Aftellen

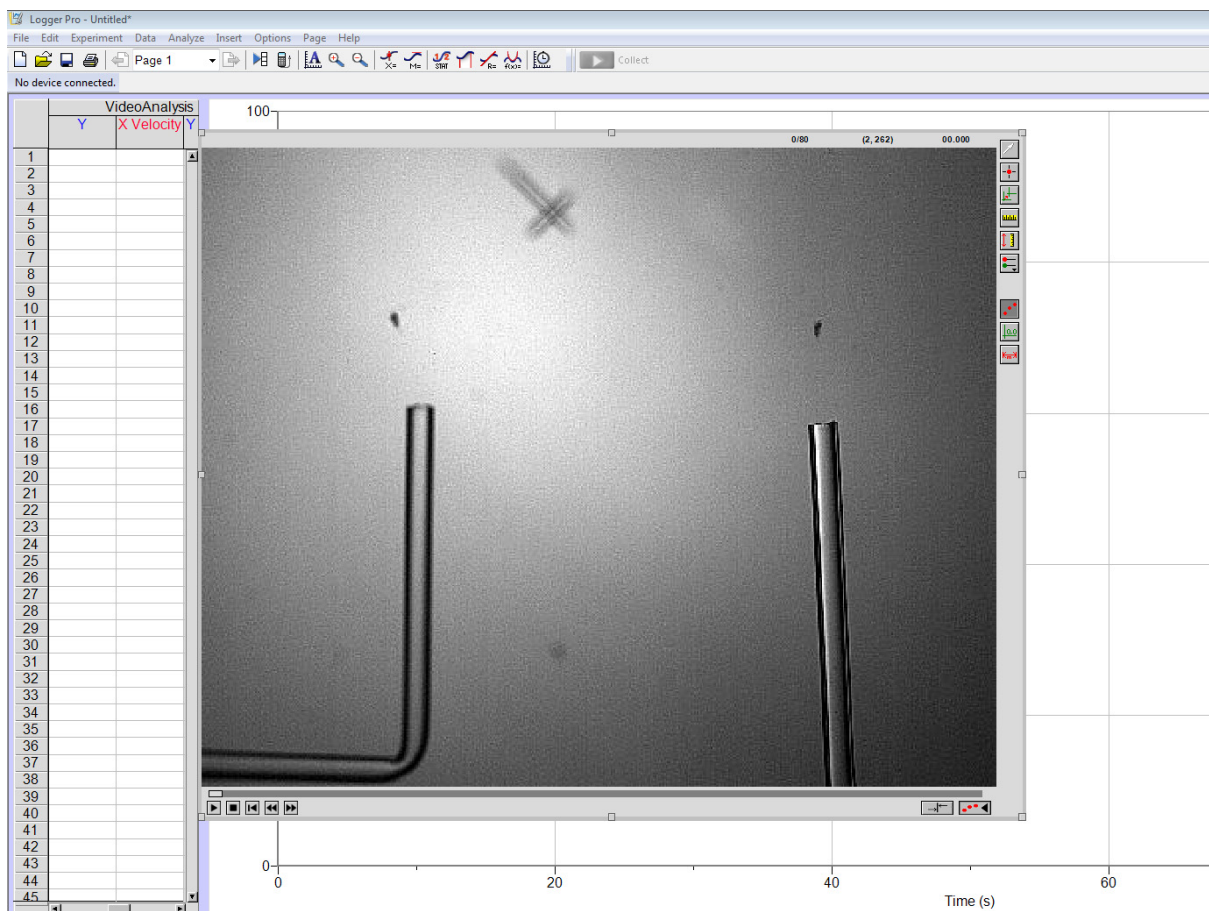
1. Druk de MIN en SEC knoppen tegelijkertijd in om de timer te resetten naar 00:00.
2. Druk op MIN om het aantal minuten in te stellen en SEC voor het aantal seconden.
3. Druk op START/STOP om te starten en opnieuw om te stoppen.







Als de ingestelde tijd is bereikt, druk op een willekeurige knop om het alarm te stoppen.

# Handleiding voor Video analyse in Logger Pro, details

Open LoggerPro 3.8.6.2 van de desktop.

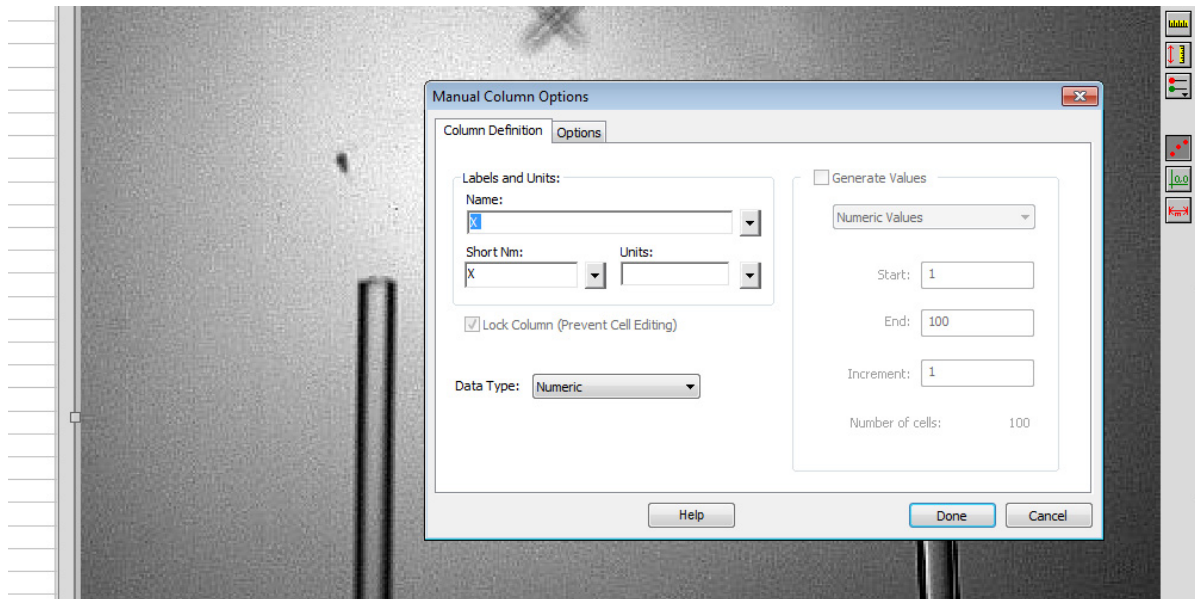
1. Insert > Movie > Desktop (kies de video die je wilt analyseren)
2. Klik met de rechtermuisknop( right-click) op video > Movie options > Override frame rate (write 500)>OK
3. Klik op het icon  onder de video (= "Enable Video Analysis"). Je krijgt dan een kolom iconen rechts van de video, zie de figuur hieronder



4. Klik op het icon  rechts van de video (Set Scale = stel schaal in)
5. Klik op het icon  (Set Origin)
6. Ga stap voor stap door de frames door te klikken op het icon  (Next Frame).
7. Klik  (Play) onder de video
8. Gebruik het icon  (marker) om je object te volgen. Zo je wil, gebruik "Toggle Trails" zodat je je vorige markeringen niet meer ziet. Hiervoor gebruik je het icon .



9. Mogelijk wil je je variabelen een andere naam geven: dubbelklik op de tabelkolom voor je variabele om zo een dialoogbox te openen, zie figuur hieronder.



10. Mogelijk wil je het aantal variabelen veranderen die te zien zijn in dezelfde grafiek. Klik op de variabele(N) op de tweede as, kies "More" om zo een dialoogbox te krijgen, tik op de variabelen die jij zichtbaar wilt maken, zie figuur hieronder.

