

# INLEIDING

In 1972 is door dhr J.A.Schraag het “HAndBoek voor het Onderwijs in de praktische Biologie” uitgebracht; het zg HABOB boekje.

Hierin staat een grote verscheidenheid aan recepten en gegevens voor het uitvoeren van practica in het biologie onderwijs. Variërend van recepten voor buffers tot fixatiemiddelen om planten en dieren te conserveren. Daarnaast zijn er een groot aantal recepten voor reagentia om allerlei biologische stoffen te kunnen aantonen of te kleuren. Het boekje is niet meer te koop.

In 1994 schreven R.Udo en H.R.Leene: “Het chemisch practicum” (Thiememeulenhoff). Dit boekje bevat veel aanwijzingen, regels en recepten voor het practicum scheikunde. Het is te koop (4<sup>e</sup> druk). ISBN 9789006921007

In het hoofdstuk “scheikunde” wordt wel naar dit boekje verwezen.

Zowel de “HABOB” als “het chemisch practicum” zijn, zeker bij oudere, toa’s bekend. Veel van de informatie in de “HABOB” is in deze tijd (2012) niet meer relevant.

Enkele toa’s hebben een nieuw boekje geschreven.

Deze werken als groep samen binnen het docenten netwerk van de Rijks Universiteit Groningen: Studiestijgers

Het is geschreven voor toa’s werkzaam binnen de vakken: natuurkunde, scheikunde en biologie.

Ondanks dat op internet heel veel te vinden is, zijn wij van mening dat het belangrijk is dat er een handboek voor toa’s bestaat. Op internet zijn voor één onderwerp vaak meerdere verwerkingen te vinden. In dit boekje vinden toa’s de meest geschikte.

In dit boekje is geen informatie opgenomen van het toa-poa forum. Het toa-poa forum wordt veel gebruikt wanneer toa’s specifiek vragen hebben op hun vakgebied. Inloggen kan via de site [http://groups.yahoo.com/group/toa\\_poa/](http://groups.yahoo.com/group/toa_poa/)

Daarnaast is er op de site van de NVON, [www.nvon.nl](http://www.nvon.nl) een tabblad toa.

In dit boekje staan geen practicumvoorschriften. Wel zijn afbeeldingen van opstellingen of instrumenten opgenomen.

Wanneer een toa voor de eerste keer een practicum uitvoert of een collega vervangt, kan het boekje een hulp zijn bij de voorbereiding en uitvoering.

De deelnemers aan de toagroep Studiestigers Groningen:

Marjoke Brackel	Maartenscollege Haren (Gn)
Hans Grotenhuis	Hogelandcollege Warffum
Harma Heitmeijer	Willem Lodewijk Gymnasium Groningen
Christian Gerlich	Dr Nassaucollege Assen
Nathalie Kriek	Esdalcollege Emmen
Hendrik Luurtsema	Fivelcollege delfzijl
Corrie Mein	Willem Lodewijk Gymnasium Groningen
Klara Reitsma	Hogelandcollege Warffum
Harm Voortman	Linde college Wolvega
Henny Wiersma	CSG Liudger Waskemeer

Met dank aan medewerkers van Eurofysica en VOSinstrumenten die waardevolle aanvullingen hebben gegeven.

In deze uitgave zijn opmerkingen en aanvullingen verwerkt die gemaakt zijn tijdens en na het toa congres van 9 november 2012.

**Indeling en vormgeving: Corrie Mein (2013)**

## Inhoud

INLEIDING .....	1
Algemene regels bij een practicum .....	5
Regels bij een practicum scheikunde .....	6
Regels bij een practicum natuurkunde.....	8
Pc's en magnetische velden: .....	8
Regels bij een practicum biologie.....	9
Verdere gegevens voor natuurkunde- en biologie practica:.....	9
Biologie practica .....	9
Indicatoren/reagentia .....	12
Microbiologie: .....	15
Buffers .....	17
Veldwerk.....	21
Scheikunde practica.....	22
De teclubrander:.....	22
De buret.....	26
Glaswerk schoonmaken: .....	27
Afwegen van chemicalien.....	28
Bepalen van de zuurgraad van een vloeistof .....	29
Oplossen en verdunnen .....	33
Verdunnen.....	33
Verdunnen van sterke zuren en basen.....	35
Werken met mol en molariteit.....	35
Gebruik van de zuurkast.....	35
Buffers .....	35
Toestel van Kipp .....	36
Toestel van Hoffmann .....	37
Natuurkunde practica.....	39
Mechanica: .....	39
Elektriciteit: parallel- en serie schakeling bouwen.....	41
Elektriciteit de potentiometer (spanningsdeler).....	42
Warmte, joule (calorie)meter.....	45

Licht: opstelling optische bank .....	46
Staande golf opstelling proef van Melde, horizontale draad .....	47
Proef van Melde, opstelling met verticale draad .....	49
Radio activiteit .....	50
Het systeembord .....	50
Videometen met coach .....	51
Demonstratie proeven .....	52
Communicerende vaten en capillaire werking.....	52
Warmte geleiding: .....	52
Elektriciteit: .....	53
Van der Graaff generator (bandgenerator).....	53
Geluid: .....	54
Buis van Kundt, .....	56
Gassen .....	57
Meten met sensoren in practica biologie, scheikunde en natuurkunde .....	58
Het gebruik van sensoren.....	58
Werken met pasco (Science Workshop) sensoren en interfaces.....	58
Gebruiksaanwijzing werken met interface coachlab II+ .....	60
Gebruiksaanwijzing werken met interface coachlab I of coachlab .....	60
Videometen met coach .....	61
(Internet)bronnen .....	63

## Algemene regels bij een practicum

Leerlingen mogen zonder begeleiding van docent of toa geen practicum uitvoeren

Instrumenten mogen zonder toestemming niet gebruikt worden

Tijdens een practicum mag er niet gegeten of gedronken worden

Tijdens een practicum blijven de leerlingen op hun werkplek

Het lokaal is meestal anders ingericht of er is een speciaal practicumlokaal. Leerlingen zitten vaak in een andere opstelling dan gebruikelijk. De docent of toa geeft die opstelling aan.

Het looppad moet vrij zijn van tassen

Ga zorgvuldig met de instrumenten om. Vaak zijn ze kwetsbaar en duur. Laat leerlingen dit ook weten.

De regels voor de practica hieronder zijn voor leerlingen geschreven. De toa wordt geacht daar kennis van te hebben en deze regels te gebruiken.

Het is belangrijk dat de toa een onbekend practicum ruim van te voren voor zichzelf oefent en uitvoert.

Algemene veiligheids (ARBO) regels aangegeven door de NVON:

(overgenomen van onderstaande link:

<http://staff.science.uva.nl/~joling/vakdidactiek/veiligheid.html>

Een commissie van de NVON stelde het zeer informatieve boekje “Arbo bij natuurwetenschappen in het voortgezet onderwijs” samen. In maart 2001 werd dat aan alle NVON-leden toegestuurd.

Inmiddels (2012) is er een praktijk ontstaan waarin werkgevers en werknemers afspraken maken over veiligheid en dat in een zogenaamde arbocatalogus vastleggen. Er hoeft dan niet per bedrijf (school) of werkplek apart iets geregeld te worden, maar per bedrijfssector. Voor het VO bestaat er een Arbocatalogus-VO ([www.arbocatalogus-vo.nl](http://www.arbocatalogus-vo.nl)). Daar kun je bijvoorbeeld lezen welke afspraken er zijn gemaakt en welke norm de Arbeidsinspectie hanteert met betrekking tot het scheikundelokaal of het practicum. Ook staan er gegevens over opslag en afvoer van gevaarlijke stoffen.

Kijk bij het tabblad: normen

## Regels bij een practicum scheikunde

### Het practicumlokaal:

Je mag niet zonder begeleiding in het lokaal zijn. Blijf van waterkranen en gaskranen af als je die niet nodig hebt. Draag een veiligheidsbril en een laboratoriumjas, vanaf het begin tot alles is opgeruimd. Werk rustig, overleg rustig en blijf op je werkplek. Vraag je begeleider als je iets nodig hebt. Was altijd je handen na afloop van het practicum. Houd het looppad vrij van tassen en droog. Een natte vloer is spekglad!



Voer proeven altijd **STAANDE** uit. Dan kun je bij een ongelukje gemakkelijk een stap opzij zetten. Zet de brander, als je hem niet gebruikt, op de gele vlam of doe hem uit. Beweeg **NOOIT** een driepoot met (hete) vloeistof daarop! Zet een reageerbuis, als je die gaat verwarmen, altijd in een knijper. Vloeistoffen die in een reageerbuis worden verwarmd, spatten bijna altijd. Beweeg de buis voortdurend en richt de opening naar de muur. Niet naar jezelf of je klasgenoot.



Voor de docent: Een soepele slang en een zuignap aan de onderkant van de brander tegen omvallen zijn aan te bevelen. De zuignappen of een teclu-unit worden door Eurofysica verkocht. Omvallen kan dan niet zomaar.

### Chemicaliën:

Alle (leerling)potjes zijn geëtiketteerd, wees van de gevaren op de hoogte.

Er zijn 9 pictogrammen:      bijvoorbeeld:

- |                           |                                                         |
|---------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1 explosief,              | waterstof                                               |
| 2 licht ontvlambaar,      | organische vloeistoffen zoals ethanol, natrium, fosfor. |
| 3 bevordert ontbranding,  | nitraten, sulfaten, wordt gemakkelijk verward met 2     |
| 4 gas onder druk,         | cilinders                                               |
| 5 bijtend,                | sterke zuren en logen, waterstofperoxide                |
| 6 giftig,                 | nikkel-, lood- en kwikzouten                            |
| 7 schadelijk,             | de meeste zouten                                        |
| 8 slecht op lange termijn | asbest, kwikdamp                                        |
| 9 slecht voor het milieu, | organische vloeistoffen, lood- en kwikzouten            |



Nooit chemicaliën aanraken en zeker niet proeven. Dat geldt ook het water uit de spuitfles, dit kan verontreinigd zijn. Vraag of/ en welke stoffen je door de gootsteen mag spoelen.



**Als het toch mis gaat:**

Als je je gebrand hebt, koel dan 10 minuten met langzaam stromend, niet ijskoud water. Bij brand op je werkplek waarschuw je de docent. Niet zelf blussen. De nooddouche mag gebruikt worden bij brandende kleding of als je veel bijtende (vloeistof)stoffen op je huid hebt gekregen. Er is ook een oogdouche aanwezig..



Kijk op:

<http://www.arbocatalogus-vo.nl/Normen/Scheikundelokaalpracticum/tabid/669/Default.aspx>  
en

<http://www.arbocatalogus-vo.nl/Default.aspx?tabid=668>

Over oa opslag en verwerking gevaarlijke stoffen.

en de volgende twee voor meer informatie over gevaarlijke- en kankerverwekkende stoffen.

<http://www.arbocatalogus-vo.nl/Normen/Omgangmetgevaarlijkestoffen/tabid/679/Default.aspx?thema=Gevaarlijke stoffen>

<http://www.arbocatalogus-vo.nl/Normen/Werkenmetkankerverwekkendestoffen/tabid/1972/Default.aspx?thema=Gevaarlijke stoffen>

## Regels bij een practicum natuurkunde

### **Het practicumlokaal:**

Je mag niet zonder begeleiding in het lokaal zijn. Blijf van (gas)kranen en stopcontacten af als je die niet nodig hebt.

Werk rustig, overleg rustig en blijf op je werkplek. Vraag je begeleider als je iets nodig hebt. Houd het looppad vrij van tassen.

Voor het werken met een **brander** gelden dezelfde veiligheidsregels als bij een practicum scheikunde.

Laat opstellingen voor gebruik altijd door docent of toa goedkeuren

### **Elektriciteit:**

Luister goed naar de instructies van de docent of toa voordat je begint met het maken van de opstelling. Laat de opstelling altijd goedkeuren voordat je stroom inschakelt. Meestal wordt gewerkt met een voedingskastje zoals hier is afgebeeld. Soms wordt in het lokaal, via een centrale kast, de spanning geregeld.

Steek meetsnoeren nooit in een stopcontact! Verbind nooit zomaar snoertjes met elkaar en speel niet met practicum benodigdheden! Bestudeer de tekening in het voorschrift voordat je een opstelling gaat bouwen.

Voedingskastje van VOS instrumenten  
Enkele meetsnoeren



### **Warmte:**

Houd bij gebruik van een dompelaar deze altijd in de te verwarmen vloeistof, anders wordt hij veel te heet. Laat de opstelling goedkeuren voordat de proef wordt gestart.

Wees voorzichtig met thermometers.

### **Pc's en magnetische velden:**

Let op wanneer je werkt met magneetvelden in de buurt van een pc/laptop (bv wanneer je werkt met een magneetveldsensor)



## **Regels bij een practicum biologie**

Voor biologie gelden andere regels dan bij scheikunde of natuurkunde practica. Voor de leerlingen zijn deze practica over het algemeen veilig.

In tegenstelling tot natuur- en scheikunde wordt bij biologie vaak gewerkt met levend materiaal. Dat vraagt om zorgvuldigheid en respect.

Plantaardig materiaal haal je niet zonder reden uitelkaar. Het zelfde geldt voor dierlijk materiaal.

Dierlijk materiaal kan meestal bij een slager besteld. Vermeld wel dat het voor onderwijs doeleinden wordt gebruikt. Anders is er het risico dat keurmeesters sneden in het materiaal zetten (bv bij harten) waardoor het onbruikbaar wordt.

Voor het afvoeren van dierlijk materiaal (bv uit het slachthuis) gelden vaak speciale regels. Informeer bij de gemeente waar de school is gevestigd.

Als er buiten (in het veld) wordt gewerkt, moet de “werkplek” precies zo worden achter gelaten als het is aangetroffen. Planten worden niet geplukt, alleen gefotografeerd. Dieren worden met rust gelaten. Nergens wordt rommel als bv lunchpakketverpakkingen achtergelaten.

Verdere gegevens voor natuurkunde- en biologie practica:

<http://www.arbocatalogus-vo.nl/Normen/Natuurkundeenofbiologielokaalspecificerisi/tabid/666/Default.aspx?Ist=norm>

## **Biologie practica**

### **De microscoop**

Op de volgende bladzijde staat een afbeelding van een moderne microscoop.  
In elke biologiemethode voor de onderbouw staat een tekst over werking en gebruik.

Vaste regels voor leerlingen:

- Begin te werken met de kleinste vergroting. Stel eerst scherp met de grove stelknop en daarna met de fijne stelknop. Bij een sterkere vergroting gebruik je alleen de fijne stelknop.
- Zet, als je klaar bent, de microscoop weg met het kleinste objectief recht boven de tafel gezet.
- Verwijder altijd het preparaat. Gooi, bij zelfgemaakte preparaten, in de meeste gevallen het dekglasje weg. De objectglazen kunnen schoongemaakt.
- Vaste preparaten gaan terug in de doos, op de goede plek opgeborgen

Hier volgen enkele aanvullende aanwijzingen:

- Er zijn microscopen waarbij met de stelknoppen de tafel naar het objectief wordt bewogen en ook waarvan het objectief naar de tafel wordt bewogen.
- De vergroting wordt berekend door de vergroting van het oculair te vermenigvuldigen met die van het objectief. De getallen staan hierop vermeld.
- Met het diafragma wordt de hoeveelheid licht geregeld die door het preparaat gaat. Een groot diafragma geeft veel licht maar weinig contrast. Een klein diafragma geeft minder licht maar een groter contrast.
- Soms is er een condensor (een extra lens onder het diafragma) waarmee het licht sterker gebundeld kan worden.
- Met de moderne microscopen is de hoeveelheid licht van het lampje met een draaiknopje in de voet te regelen.
- In veel gevallen zijn er digitale camera's verkrijgbaar die in de plaats van het oculair geschoven kunnen worden. Met behulp van de bijgeleverde software is dan een beeld op de computer te maken.

Microscopen hebben onderhoud nodig.

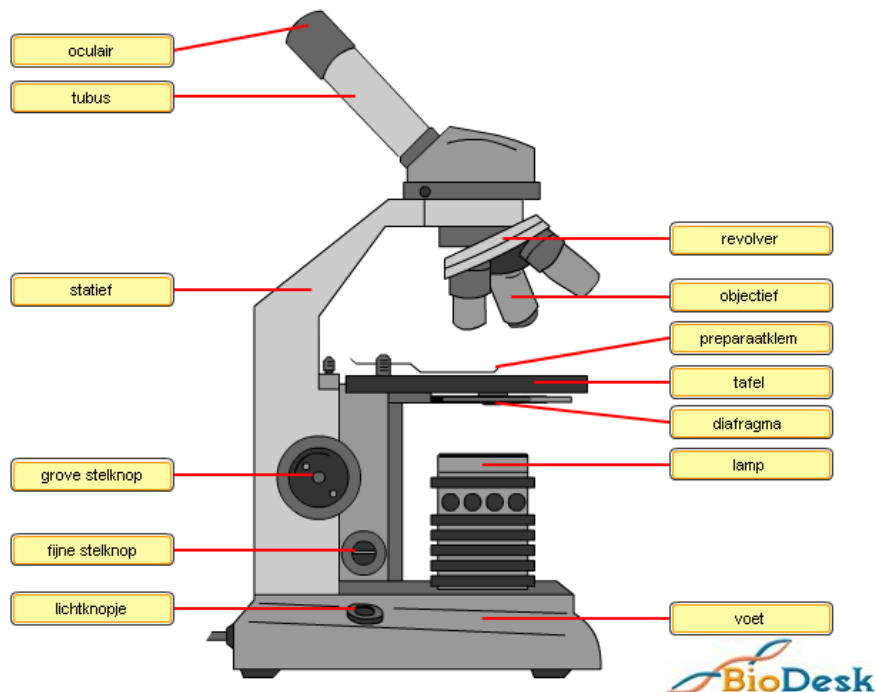
Bij de moderne microscopen is meestal een gebruiksaanwijzing geleverd waarin aanwijzingen staan voor schoonmaken, lampjes verwisselen en het weer gangbaar maken van de stelknoppen. Bewaar deze boekjes goed.

Lenzen kunnen vies worden van oogwimpers (mascara) of een vervuild preparaat (olie, stof of water óp het dekglasje)

Ze kunnen met een speciaal lenspapiertje (vezelvrij), géén tissues, filtreerpapier of katoen(!) worden schoongemaakt. Alleen lenspapier is krasvrij. Desgewenst kan een druppeltje ethanol 70% op het lenspapiertje worden gebracht. Schroef de oculairen en zeker de objectieven niet uit elkaar.

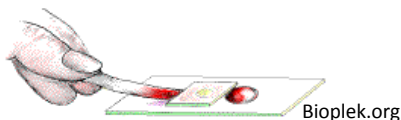
Bij een nieuwe microscoop worden wel kleine onderhoudsgereedschappen geleverd, zoals een staafje om de stelknoppen gangbaar te maken, een imbusleuteltje en een zekering voor het lamphuis. De werkwijzen staan in de handleiding.

Firma's als Eurofysica en Vos instrumenten bieden onderhoudscursussen aan. Bij voldoende deelname kunnen deze op de school worden gegeven. Zij kunnen waarschijnlijk ook microscopen ter reparatie meenemen. Vraag aan de vertegenwoordiger.



### Het maken van een eenvoudig preparaat:

1. Leg met een pincet het te bekijken voorwerp in een druppel water op een objectglaasje (bv een blaadje waterpest).
2. Leg er voorzichtig een dekglasje op. Probeer geen luchtbelllen in te sluiten.  
Leg daarom het dekglasje tegen de druppel en laat het dan langzaam zakken.  
Tik anders zacht met de achterkant van bv een potlood op het dekglasje
3. Het preparaat is klaar om te worden bekeken.
4. Het preparaat kan gekleurd worden door een druppel van een kleurstof naast het dekglasje te leggen. Met een strookje filtreerpapier aan de andere kant van het dekglasje kan de kleurstof onder het dekglasje door worden gezogen.



De volgende link geeft een goede animatie:

<http://www.bioplek.org/techniekonderbouw/techniekonder5.1.html>

## **kleurstoffen/reagentia voor microscopie**

In de biologie wordt hier regelmatig gebruik gemaakt van om (delen in microscopische) preparaten (beter) zichtbaar te maken.

Hieronder volgen enkele recepten

### **Jodium oplossing: kleuren van zetmeel(korrels)**

In 1 liter leidingwater:

3 g jodium kristallen

6 g kaliumjodide

Goed schudden en voor gebruik 24 uur laten staan

In het donker bewaren!

### **Eosine: algemene kleurstof voor levende en dode weefsels (bv wangslimvlies en ui)**

eosine 1g

(demi) water 100 ml

### **Methyleenblauw: kleurstof voor levende bacteriën, kernen in bloedcellen**

methyleenblauw 1g

NaCl 0,6g

(demi)water 100ml

### **Methyleenblauw, als kleurstof voor kernen in dode weefsels**

methyleenblauw 0,3g

ethanol 96% 30ml

(demi)water 100ml

### **Acridine-oranje, DNA kleurstof**

acridine-oranje 2g

(demi)water 100ml

## **Indicatoren/reagentia**

Hieronder volgen enkele recepten van voor het aantonen van de gassen CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> en verschillende voedingsstoffen.

### **Kalkwater voor het aantonen van CO<sub>2</sub> in water**

Verzadigde oplossing Ca(OH)<sub>2</sub> in water.

Nacht laten staan

Volgende ochtend filtreren of afschenken.

De oplossing is helder. Bij aanwezigheid van CO<sub>2</sub> wordt de oplossing troebel.

Omdat er ook in de lucht CO<sub>2</sub> aanwezig is, wordt het oorspronkelijk heldere kalkwater na een paar dagen troebel. Dus in een afgesloten fles bewaren en het uitgenomen water steeds aanvullen tot de fles weer vol is. Dan wordt voorkomen dat er een luchtlaagje boven het wateroppervlak staat.

### **Indigokarmijn voor het kwalitatief aantonen van zuurstof in water**

(NVOX 2, 2012, te gebruiken bij fotosynthese experimenten)

Water waarin zuurstof is opgelost geeft met een beetje indigokarmijn poeder een blauwe kleur.

Met een beetje natriumdithioniet poeder is zuurstof uit water te verwijderen. De blauwe kleur verandert dan in geel.

Schudden (=zuurstof toevoegen) of zuurstofbelletjes uit waterpest geeft opnieuw een blauwe kleur.

Er zijn zuurstofsensoren te koop om kwantitatieve zuurstof analyses uit te voeren (coach).

Zelf maken kan ook: Zie NVOX 10, 2010: Zuurstof electrode,

Arthur Rep : [www.onecuesystems.nl](http://www.onecuesystems.nl)

Vernier (via Eurofysica) levert ook zuurstofsensoren, zowel voor in vloeistof als in de lucht.

Daarnaast worden tevens koolstofdioxide sensoren geleverd

### **Jodium oplossing voor het aantonen van zetmeel**

in 1 liter leidingwater:

3 g jodium kristallen

6 g kaliumjodide

Goed schudden en voor gebruik 24 uur laten staan

In het donker bewaren!

De oplossing is (donker)bruin. Bij aanwezigheid van zetmeel ontstaat een donkerblauwe kleur



### **DCPIP voor het aantonen van vitamine C**

2,6 DCPIP(dichloorphenol-indophenol) 2,5g

demiwater 250ml

Oplossen, 24 uur laten staan, filteren

Het filtraat is donkerblauw.

Bij aanwezigheid van vit C treedt ontkleuring op. Hoe meer vit C, des te snellere ontkleuring.

Met DCPIP kan ook getitreerd worden om een bepaalde hoeveelheid vit C te berekenen.

DCPIP is in de koelkast ongeveer een jaar houdbaar. Wanneer een neerslag is gevormd, is de oplossing niet meer bruikbaar.

### **Fehlingsreagens voor het aantonen van reducerende suikers, zoals glucose**

Fehling A:

kopersulfaat 34,6g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

demiwater 500ml

deze oplossing is lichtblauw

Fehling B:

K-Na-tartraat 176g

NaOH 77g

demiwater 500ml

Oplossing A en B gescheiden en koel bewaren. De oplossingen zijn dan zeker een jaar houdbaar.

Voeg enkele druppels van oplossing A en B toe aan ongeveer 5 ml van een oplossing of emulsie.

Reducerende suikers (oa glucose) aanwezig:

Na verhitten tot  $\pm 60$  °C kleuring van blauw naar oranje/bruin.

Fehling A+B is ook te gebruiken voor het aantonen van eiwitten.

Verhitten is dan niet nodig.



### **Benedicts reagens voor het aantonen van monosachariden zoals glucose en fructose (of algemeen: het aantonen van aldehyden)**

De chemie van deze test komt overeen met die van de Fehling-test.

Oplossing A:

173 g Na citraat

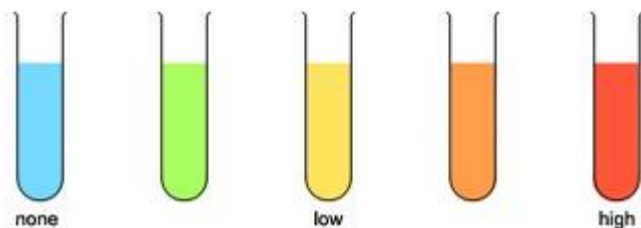
100 g Na carbonaat

800 ml warm (demi) water

Oplossing B:

17,3 g  $\text{CuSO}_4$  in 100 ml koud demiwater

Voeg oplossing B langzaam bij oplossing A en vul aan tot 1000 ml demiwater



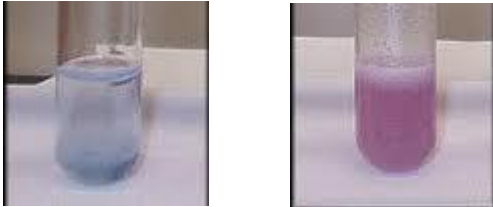
kleuring van blauw naar rood, net als Fehling's reagens

lopezlink.com

### **Biureet reagens voor het aantonen van eiwitten**

CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	1,50 g
NaOH	2,00 g
Na-K-tartraat	4,50 g
demiwater	100 ml

Deze oplossing is (licht)blauw. Voeg enkele druppels toe aan ongeveer 5ml van een oplossing of emulsie van een voedingsmiddel.



Eiwitten aanwezig: kleuring van (licht)blauw naar paars-rood  
Verwarmen niet nodig

### **Sudan III voor het aantonen van vetten**

aceton	50ml
ethanol 70%	50ml
Sudan III	zoveel tot de oplossing verzadigd is (mespuntje)

Deze oplossing is donkerrood

Voeg enkele druppels toe aan ongeveer 5ml van een oplossing of emulsie

Bij aanwezigheid van vetten vormt zich een rode ring bovenaan of zijn er kleine rode bolletjes te zien. Vetten lossen op in het ethanol/aceton mengsel.



## **Microbiologie**

### **Het gieten van agarplaten om bacterie kolonies zichtbaar te maken**

Gebruik een zg "standaard nutrientagar" en volg de aanwijzingen op de verpakking.  
Of gebruik "blanco" agar, volg de aanwijzingen, en voeg later een bouillonblokje of een mespuntje marmite toe.

Algemene bereidingswijze:

Los de benodigde agar op in de gewenste hoeveelheid leidingwater.

Sluit de erlenmeyer af met een prop watten en zet deze in een hogedrukpan.

Laat de vloeistof onder lage druk ongeveer 15 minuten koken. Het beste op een elektrisch

plaatje.

(Waarschijnlijk is 15 minuten koken zonder hogedrukpan ook voldoende.)

Leg ondertussen het aantal steriele petrischalen die je nodig hebt op een schone tafel.

Haal de erlenmeyer uit de pan/ van het plaatje. Laat iets afkoelen, tot ongeveer 60°C. Gebruik een reep tissue om de hals van de erlenmeyer als “pannenlap” en giet steeds een kleine hoeveelheid in de petrischaal. Deksel met 1 hand even oplichten en met de andere hand gieten. Deksel er direct weer op leggen. Alles laten afkoelen tot kamer temperatuur en de schaaltes omgekeerd tot gebruik in de koelkast bewaren.

Na gebruik worden de petrischaaltjes in een autoclaveerbare plastic zak gestopt en opnieuw gesteriliseerd. Pas daarna kunnen ze weggegooid. Dit om te voorkomen dat een ziekteverwekkende bacterie in het milieu terecht komt.

Benodigdheden als nutriëntagar, ook de zakken, zijn te bestellen bij bv Eurofysica, VOS instrumenten of Breukhoven.

Nutriënt agar is veel duurder dan “blanco” agar waar een bouillonblokje of een mespuntje marmite aan kan worden toegevoegd.

Bereidingswijze:

Een basisrecept voor bouillonagar (voor als je alleen agar zonder toevoegingen in de kast hebt staan)

-Voor 100 ml voedingsbodem (± 3 a 4 petrischaaltjes van 8 cm doorsnede)

-1,5 gram agar poeder

-1,5 gram bouillon (poeder of fijn gemaakt blokje, zoutarm!) of marmite

-1 gram pepton (indien beschikbaar, kan in noodgevallen ook zonder)

-0,5 gram NaCl (of gewoon keukenzout)

-100 ml Aqua dest. of Demiwater



## **Buffers**

Buffers (voor bv pH meters) zijn te koop maar soms is het handig zelf buffers te maken. Bv wanneer de invloed van de pH op de werking van een enzym of bacteriegroei gemeten wordt..

Hier volgen enkele recepten:

Controleer de pH met een sensor of (digitale)meter. Een sensor is het meest nauwkeurig. Bovendien kan op het beeldscherm het verloop worden gevolgd.

### **a. Fosfaatbuffer**

Stamoplossing A: los 9,078 gram  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  op in demi water, waarvan de pH = 7 moet zijn (controleren). Eerst oplossen in 70 ml heet water, dan afkoelen en aanvullen tot 1000 ml.

Stamoplossing B: los 11,876 gram  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  op in aqua dest., van pH = 7 en vul aan tot 1000 ml.

ml Stamoplossing A	ml Stamoplossing B	pH
2,5	97,5	8,3
10,0	90,0	7.7
30,0	70,0	7.2
50,0	50,0	6.8
70,0	30,0	6.5
90,0	10,0	5.9
97,5	2,5	5.3

### **b. Trisbuffer**

Stamoplossing A: 0,2 M Tris(=2-amino-2-hydroxymethyl-1,3-propaandiol). Weeg 24,2 gram Tris af en los het op in demi water. Vul aan tot 1 liter.

Stamoplossing B: 0,2 M HCl

Bereiding van de buffer: Voeg aan 50 ml van oplossing A de hieronder aangegeven hoeveelheid stamoplossing B toe en vul aan tot 200 ml.

Stamoplossing B

<u>ml HCl</u>	PH
5,0	9,0
8,1	8,8
12,2	8,6
16,5	8,4
21,9	8,2
26,8	8,0
32,5	7,8
38,4	7,6
41,4	7,4
44,2	7,2

c. Citroenzuurbuffer:

Deze is samengesteld volgens Mac-Ilvain en bestrijkt een groter pH-gebied.

Stamoplossing A: 0,1 Mol citroenzuuroplossing (= 21 gram  $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$  per liter) in demiwater.

Stamoplossing B: 0,2 Mol  $Na_2HPO_4$ -oplossing (= 35,6 gram  $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$  per liter) in demiwater.

ml Stamoplossing A	Stamoplossing B,	pH
98	alles aanvullen tot 100ml.	2,2
84,15		2,8
71,5		3,4
61,45		4,0
53,25		4,6
46,4		5,2
39,55		5,8
30,75		6,4
17,65		7,0
6,35		7,6
2,75		8,0

d. Azijnzuur - acetaatbuffer

Stamoplossing A: 0,2 Mol azijnzuur (= 12 gram  $CH_3COOH$  per liter) in demiwater.

Stamoplossing B: 0,2 Mol natriumacetaat (= 27,2 gram  $CH_3COONa \cdot 3H_2O$  per liter) in demiwater.

ml Stamoplossing A	ml stamoplossing B	pH
92,5	alles aanvullen tot 100 ml.	3,6
82		4,0
63		4,4
40		4,8
21		5,2
9,5		5,6
4		6,0

## **Biotechnologie**

### **o.a het gebruik van gel elektroforese technieken voor DNA en eiwit bepalingen**

“Gelelektroforese” is een techniek waarbij vooraf bewerkte DNA- of eiwitmonsters op grootte/massa kunnen worden onderscheiden. Elektroforese is een vorm van chromatografie.

Materiaal en handleidingen voor dergelijke practica kunnen besteld worden bij Bio-Rad en Eurofysica (Edvotek).

Bio-Rad verzorgt cursussen waarin op 1 dag 3 practica worden uitgevoerd en uitgelegd. De deelnemer krijgt een practicum kit, geschikt voor 30 leerlingen mee.

Informatie over deze cursussen kan gevraagd worden bij [techsupport.holland@bio-rad.com](mailto:techsupport.holland@bio-rad.com) of bij 0318-540666

Eurofysica verzorgt een cursus DNA en forensisch onderzoek. Meer informatie op [www.eurofysica.nl/trainingen](http://www.eurofysica.nl/trainingen)

Wageningen Universiteit verzorgt “reizende DNALabs” waar bv een DNA fingerprinting practicum kan worden “besproken”. Medewerkers van Wageningen Universiteit komen, met materialen, op school om met een klas een practicum uit te voeren.

#### **Recept agarose gel voor DNA fingerprinting (CSI)**

Aanbevolen is: 3%

Agarose                      3 gram

TAE buffer, 1x              100 ml (Bio-Rad)

Voor 1 gel is ongeveer 45 ml nodig. Voor 8 gels: 10,5 gram agarose in 350 ml TAE buffer.

Gebruik geen water om de agarose in op te lossen!

Gebruik hiervoor een erlenmeyer en los op door verhitten (koken) en continu roeren.

Langzaam laten afkoelen, niet meer roeren. Let er op dat er geen luchtballen meer zichtbaar zijn

Zet de erlenmeyer eventueel na het oplossen in een waterbad van 60°C. dan blijft de vloeistof vloeibaar en hanteerbaar.

Benodigde tijd: ongeveer 10 minuten Agarose gel gieten (zie ook de afbeeldingen hieronder)

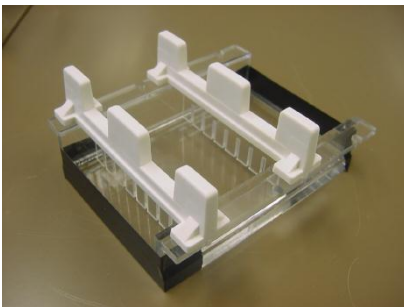
1. Zet plakband om de randen van de gel tray. Zet dit stevig vast.
2. Zet de tray zo mogelijk waterpas
3. Plaats op de goede plek de kammetjes. Er zijn daarvoor op 2 plaatsen inkepingen in de tray.  
Giet de vloeistof van ongeveer 60 °C in de tray. Giet tot een hoogte van 0,5 cm.  
Dit is ongeveer 30-50ml
4. Laat de gel verder afkoelen tot kamertemperatuur, 10-20 minuten. De gel ziet er nu tamelijk helder en doorzichtig uit.
5. Verwijder voorzichtig de kammetjes.
6. Verwijder het plakband
7. Na afkoelen kan de gel zo nodig uit de tray worden gehaald en in de koelkast bewaard.

8. Zet de geltray in het elektroforese apparaat (horizontaal, waterpas), de slotjes aan de kant van de kathode (zwart) De DNA monsters migreren naar de anode (rood). Van de negatieve- naar de positieve elektrode.
9. De looptijd is ongeveer 30 minuten, de ingestelde spanning 200Volt

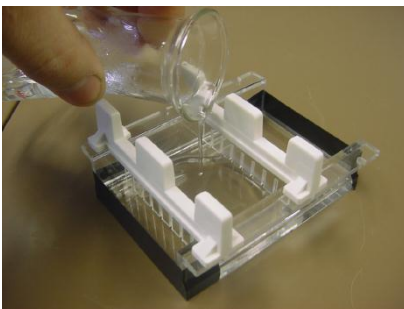


**Uit bio-rad, handleiding CSI**

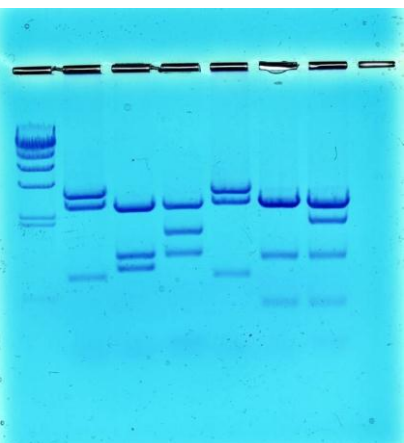
Plakband zetten



Kammetjes plaatsen



Vloeibare agarose gel gieten



Het eindresultaat: DNA fingerprinting

## **Veldwerk**

Als practicum biologie kan een onderzoek naar planten, dieren of andere organismen buiten worden uitgevoerd.

Voor het determineren van soorten kunnen zoekkaarten worden gebruikt.

Goede kaarten zijn van een Belgisch natuureducatie centrum te koop via het Vlaamse departement Leef, Milieu en Energie [www.lne.be](http://www.lne.be)

Uitgegeven in vierkleurendruk op geplastificeerd papier.

Formaat : gesloten: 17,5 cm x 25 cm

open: 70 cm x 25 cm

Een zoekkaart kost slechts € 1,50

Daarnaast zijn er zoekkaarten te bestellen bij de veldwerkwinkel Nederland

[www.veldwerkwinkel.nl](http://www.veldwerkwinkel.nl)

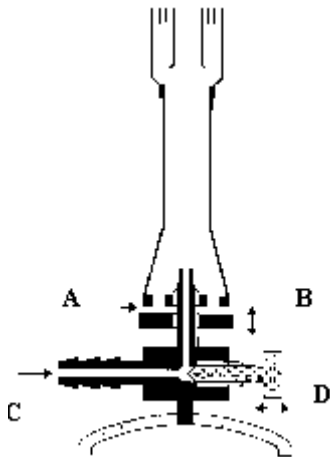
Kosten rond €1,50

Bij de veldwerkwinkel zijn ook loepen, insectenvallen, netten ed te bestellen

Ander veldwerkmateriaal (bv gutsen) is te koop bij oa Eurofysica.

## Scheikunde practica

### De teclubrander



Bij A komt de lucht naar binnen, met de luchtreghelring B kun je de luchttoevoer regelen.

Bij C komt het gas naar binnen, met de gasregelschroef D kun je de gastoevoer regelen.

Het is belangrijk dat we bij het werken met de gasbrander een vaste volgorde aanhouden. Voordat we de brander aansteken houden we ons aan de volgende voorschriften:

- 1: Draag een veiligheidsbril en een veiligheidsjas (labjas).
- 2: Houdt de gangpaden vrij van tassen om valpartijen te voorkomen.
- 3: Bescherm je haar, knoop lang haar bij elkaar met een haarelastiekje.
- 4: Gasregelschroef en luchtreghelring van de brander zijn dicht.

Aansteken:

Sluit de gasslang aan op de gaskraan. Zet het uiteinde stevig vast.

Houd lucifers of een aansteker bij de hand

Draai de gaskraan open en pas daarna de gasregelschroef D

Houd het vlammetje van aansteker of lucifer bij de opening van de brander; er komt een oranje (standby) vlam.

Met de luchtreghelring B, kan de kleur (temperatuur) van de vlam worden ingesteld. Een hete vlam is blauw en er is een ruisend geluid te horen. De oranje vlam heeft een lage temperatuur en is niet geschikt om mee te verwarmen. Deze vlam is goed zichtbaar voor iedereen en toont aan dat er met een brander wordt gewerkt.

## Pipetten en pipetteren

Vloeistof volumes moeten regelmatig nauwkeurig worden afgemeten. Daarvoor worden pipetten of maatkolven gebruikt.

Er zijn verschillende soorten pipetten of pipetteerhulpen op de markt.

Handmatig pipetteren kan met de mond of een pipetteerballon. Het veiligst is het gebruik van een pipetteerballon want dan de vloeistof absoluut niet in je mond terecht komen.



<http://nl.wikipedia.org/wiki/Pipetteerballon>

Deze veel gebruikte ballon heeft 3 ventielen:

A, om de lucht uit de ballon te drukken

S, om vloeistof op te zuigen (Suck)

E, om de inhoud te legen (Empty)



[www.blogs.nl](http://www.blogs.nl)

Houd A tussen duim en wijsvinger ingedrukt en knijp de ballon leeg.

Zet het onderste gedeelte op een lege pipet.

Druk met duim en wijsvinger op S om de vloeistof in de pipet te laten lopen. Vul de pipet nauwkeurig tot de maatstreep.

Neem de pipet uit de voorraadfles/erlenmeyer en breng deze over naar het te vullen bekeerglas/erlenmeyer of ander glaswerk.

Zet de punt van de pipet tegen de wand van het glaswerk en druk met duim en wijsvinger op E om de inhoud over te brengen.

Er blijft een klein deel van de vloeistof in de punt van de pipet achter. Dit is correct en verwijder dat niet.

Deze manier van pipetteren vergt tijd. Wanneer steeds hetzelfde volume nodig is, kan een pipetteerpomp of fixed volume pipet worden gebruikt.

Ze werken zonder ventiel, er wordt steeds een standaard volume opgezogen en weggedrukt.

Deze zijn bij verschillende firma's te koop (bv Eurofysica, Vosinstrumenten, Breukhoven).

Voor het gebruik van maatkolven wordt naar "het chemisch practicum" verwezen.

Voor (heel) kleine volumes wordt een micropipet gebruikt.  
Deze zijn er in fixed volume of handmatig instelbaar. Ze worden met wegwerppunten (tips) gebruikt.  
Te bestellen bij bv Eurofysica/Edvotek of Bio-Rad.



Fixed volume micropipetten van bio-rad  
(5, 10, 20 en 50 microliter)

Handmatig instelbare micropipet van  
[www.bio-rad.com](http://www.bio-rad.com)



## Wegen

Om vaste stoffen af te wegen worden nauwkeurige weegschalen (balansen) gebruikt. Er zijn verschillende typen te koop. De duurste wegen tot op milligrammen nauwkeurig. Meestal volstaat een balans met een nauwkeurigheid tot 10 milligram (0,00 gram).



Een eenvoudige balans, nauwkeurigheid: 100 mg  
beide balansen: [www.eurofysica.nl](http://www.eurofysica.nl)



Een heel nauwkeurige: 1mg

## De buret

Onderhoud en schoonmaak:

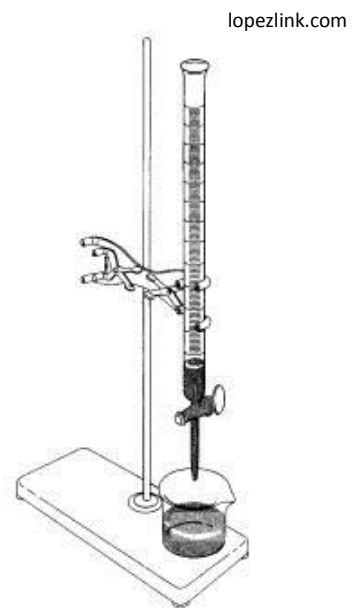
In plaats van een bekersglasje, kun je de bovenkant van de buret afdekken met een medicijncupje. Verkrijgbaar bij drogist of apotheek

Het is belangrijk ervoor te zorgen dat de kranen niet verstopt raken. Ze kunnen met perslucht uitgeblazen

Als de buret niet in gebruik is: kraan eruit, schoonmaken met wasbenzine (ontvet!) en apart bewaren. Houd er rekening mee dat buret en kraan bij elkaar horen. Steek een stukje opgerold filterpapier in de plek waar de kraan wordt ingestoken.

De kraan opening kan worden schoongemaakt met een gebitsborsteltje, bij de drogist te koop. Kranen kunnen worden schoongemaakt door deze een nacht over in een sopje van vaatwasmachinezeep te laten staan.

Kranenvet moet absoluut zuurvrij en watervrij zijn; dus geen vaseline!



In "Het Chemisch Practicum" van Udo en Leene (Thiememeulenhoff) staat een paragraaf over buret-onderhoud.

## Glaswerk schoonmaken

In de "gewone" vaatwasser

- Gebruik A-merk blokjes (Dreft of Sun). 3-in-1 blokjes...
- Het glaswerk dient het liefst wat voorgespoeld te zijn, zie reageerbuizen weken.
- Zorg ervoor dat het glansspoel-reservoir en het zout- reservoir gevuld zijn.
- Gebruik het heetste programma.
- Als het filter niet goed zit raken de armen van de vaatwasser verstopt door oa glas splinters. Dus regelmatig het filter en de armen controleren en schoonmaken.
- Erlenmeyers waar vette troep in heeft gezeten (olie, glycerol..) eerst met een vloeibare zeep + water mengsel spoelen. Dit omdat de waterstralen vaak niet helemaal door de hals komen.
- Reageerbuizen kun je weken in een afwasteiltje waarin Neutral afwas (dit omdat dit geen tot weinig invloed op de zuurgraad heeft.), en citroenzuur (4 tot 6 eetlepels) zit. Dit kun je meerdere keren gebruiken, voor meerdere partijen buizen. Het mengsel ontkalkt, ontvet en weekt los. Een tijd (1 dag) laten liggen. Dit werkt perfect!!
- Als er veel kalk op het glaswerk zit kun je een schepje citroenzuur in de vaatwasser doen. Dit kan ook zo bij de oranje aanslag van Fehling A&B reagens. Als je een programma kiest met voorspoelen (normaal programma) dan wordt er dus met zuur voorgespoeld en is bijna altijd alle kalk weg. Het hoofdprogramma gaat dan met machinevaatwasmiddel en dat is sterk basisch.
- Voor vastgekoekt verbrand suiker in de uitdampschaaltjes (wat niet schoon wordt in de vaatwasser) kan een sterke NaOH-oplossing worden gebruikt.
- Voor aanslag van bruinsteen en ijzorzouten.....

Als de vaatwasser niet kan of mag:

Maatkolven schoonmaken

Kan met oxaalzuur.

Is er een basische vloeistof gemaakt, schoonmaken met zuur, is er een zure oplossing gemaakt, schoonmaken met een base. Olie ed met aceton.

Schoonmaakazijn wordt ook veel gebruikt.

Pipetten schoonhouden in standaard met vloeistof

Aan de oplossing in het (beker)glas wat "sparclean" toevoegen, of wat vaatwasmiddel.

-De wondersponsjes van Blokker "wecoline" [www.wecoline.com](http://www.wecoline.com) Art 13062023 om tafels schoon te maken.

## Afwegen van chemicalien

Er zijn veel typen balansen. Kies een geschikte voor de gewenste nauwkeurigheid (op 0,1; 0,01; of 0,001 g)

Weegcupjes kunnen eenvoudige levensmiddelen cupjes zijn. Bv te bestellen bij een groothandel als DeliXL.

## Zuur-base- en meng-indicatoren

In de scheikunde worden zuur-base indicatoren vaak gebruikt om tijdens een titratie een pH overgang te markeren. De pH overgang wordt met een kleurverandering zichtbaar gemaakt. Meng-indicatoren geven een scherpe kleuromslag in een klein pH gebied.

In Binas tabel 52 staat een overzicht van de meest gangbare indicatoren.

Een indicator oplossing bevat meestal 0,5 tot 0,1 gram per liter oplosmiddel. Meestal wordt hiervoor 20-96% ethanol in water gebruikt. Recepten voor indicatoren zijn te vinden in "Het chemisch practicum".

Voorafgaand aan de titratie worden enkele druppels indicator aan de vloeistof in de erlenmeyer toegevoegd.

De erlenmeyer wordt op een witte ondergrond gezet, opdat de kleuromslag goed te zien valt.

Hieronder, en de volgende bladzijde, een aantal indicatoren en hun omslagtraject, zie ook Binas 5<sup>e</sup> editie

<i>indicator</i>	<i>zure kleur</i>	<i>omslagtraject</i>	<i>basische kleur</i>
alizeriengeel	geel	pH 10,1 - 12,1	Lila
broomfenolrood	geel	pH 5,2 - 6,8	rood
broomthymolblauw	geel	pH 6,0 - 7,6	blauw
congorood	violet	pH 3,0 - 5,0	oranje-rood
dimethylgeel	rood	pH 2,9 - 4,0	geel
fenolftaleïne	kleurloos	pH 8,2 - 10,0	rood
fenolrood	geel	pH 6,8 - 8,4	rood
haematoxyline	rood	pH 0,0 - 1,0	geel
lakmoes	rood	pH 5,5 - 8,0	blauw
methyloranje	rood	pH 3,1 - 4,4	oranje-geel
methylrood	rood	pH 4,2 - 6,3	geel
neutraal rood	rood	pH 6,8 - 8,0	geel
thymolblauw	rood	pH 1,2 - 2,8	geel

omslagtraject	indicator	zure kleur	basische kleur
pH 0,0 - 1,0	haematoxyline	rood	geel
pH 1,2 - 2,8	thymolblauw	rood	geel
pH 2,9 - 4,0	dimethylgeel	rood	geel
pH 3,0 - 5,0	congorood	violet	oranje -rood
pH 3,1 - 4,4	methyloranje	rood	oranje-geel
pH 4,2 - 6,3	methylrood	rood	geel
pH 5,2 - 6,8	broomfenolrood	geel	rood
pH 5,5 - 8,0	lakmoes	rood	blauw
pH 6,0 - 7,6	broomthymolblauw	geel	blauw
pH 6,8 - 8,0	neutraalrood	rood	geel
pH 6,8 - 8,4	fenolrood	geel	rood
pH 8,2 - 10,0	fenolftaleïne	kleurloos	rood
pH 10,1 - 12,1	alizeringeel	geel	lila

Naast zuur-base indicatoren bestaan er indicatoren om bv in bodemmonsters allerlei mineralen zoals bv fosfaten aan te tonen.

Indicatoren zijn ook bij de grote leveranciers als Eurofysica te bestellen.

## **Bepalen van de zuurgraad van een vloeistof**

### pH papier:

pH papier bestaat in een aantal varianten. De simpelste is het rode of blauwe lakmoespapier wat een eenvoudige indicatie geeft over het zuur of basisch zijn van een vloeistof. Daarnaast bestaan er allerlei typen pH papier waar, via het kleurenschema op de verpakking, de pH kan worden afgelezen.



## pHmeters

Er zijn verschillende op de markt.



Vloeistof pH elektrode



digitale pH elektrode

De digitale pH elektrode kan direct op het display worden afgelezen; het andere type wordt met een kabeltje aan een scherm verbonden. Bij beide typen bevindt zich aan het uiteinde een glas elektrode, de calomel elektrode . Dit is een bolletje van speciaal, geleidend, glas. Deze pH elektrodes moeten in een bewaarvloeistof worden bewaard. Deze bewaarvloeistof wordt door firma's als Eurofysica, VOSinstrumenten en Breukhoven geleverd. Kijk bij de meters op de gebruiksaanwijzing. Bewaarvloeistof kan ook een verzadigde KCl oplossing zijn.

Een andere manier om de pH te bepalen is met een pH sensor. Coach, Vernier en Pasco leveren sensoren waarbij (met de bijbehorende randapparatuur) de pH op een pc of ander scherm kan worden afgelezen. Het voordeel is dat een pH verloop in de tijd kan worden afgelezen (bv tijdens een titratie) en dat er via de software berekeningen kunnen worden gemaakt.

Ook hier bevindt zich in de punt een glaselektrode die in een bewaarvloeistof wordt bewaard.

Een pH elektrode/sensor hoeft tegenwoordig vrijwel nooit meer geijkt te worden.

Informatie hierover staat in "het chemisch practicum"

Een nadeel van pH meters is dat ze in het erg lage (pH 1 of 2) en in het erg hoge (pH 11 of 12) minder nauwkeurig zijn.

Met een indicator met bv een omslagpunt van  $\text{pH}=1$  is een zeer lage pH wel aan te tonen.

Bv phenolrood.

**Standaardoplossingen, te maken vanuit geconcentreerde vloeistoffen**  
**De aangegeven volumes aanvullen met demiwater tot 1liter**

	<b>Verkrijgbare concentratie</b>	<b>10M</b>	<b>4M</b>	<b>1M</b>	<b>0,1M</b>	<b>0,01M</b>	<b>Mol massa</b>
Zoutzuur HCl	37%=12M	850 ml	333 ml	85 ml	8,5 ml	0,85 ml	36,46
Zoutzuur HCl	30%= 9,46 M	-----	423 ml	105,7 ml	10,57 ml	1.06 ml	
Zwavelzuur H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	96%=18M	560 ml	222 ml	56 ml	5,6 ml	0.56 ml	98,08
Azijnzuur CH <sub>3</sub> COOH	100% = 17,5 M	570 ml	229 ml	57 ml	5.7 ml	0.57 ml	60.05
Salpeterzuur HNO <sub>3</sub>	65% = 14,4 M	690 ml	278 ml	69 ml	6,9 ml	0.69 ml	63.1
Natrium hydroxyde NAOH		400 g in 1 l demiwater	160 g in 1 l demiwater	40,0 g in 1l demiwater	4.0 g in 1l demiwater	0.40 g in 1 l demiwater	40,0
Kaliumhydroxi de KOH		561 g in 1l demiwater	224,4 g in 1l demiwater	56,1 g in 1 l demiwater	5,6 g in 1l demiwater	0.56 g in 1l demiwater	56,11



## Oplossen en verdunnen

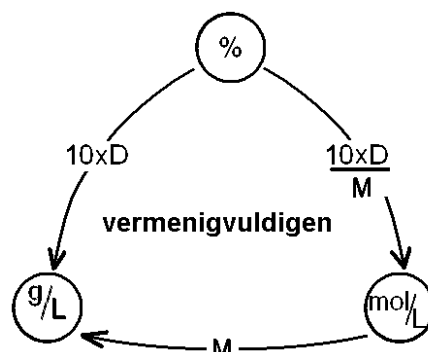
### Oplossen.

gram per liter oplossing.  
mol per liter oplossing.  
gram per 100 gram oplossing.  
mg per kg oplossing.

mL per 100 mL mengsel.  
 $\mu$ L per L mengsel.

g / L  
 $\text{mol / L} = M$  (van Molair)  
massa %  
ppm

volume %  
ppm



D = dichtheid van de oplossing  
M = molmassa opgeloste stof

### Voorbeeld 1

0,3 M kaliumfosfaat.

1 mol  $\text{K}_3\text{PO}_4$  weegt  $3 \times 39,10 + 30,97 + 4 \times 16,00 = 212,27$  g.  
Los  $0,3 \times 212,28 = 63,68$  gram op in 1 liter water.

### Voorbeeld 2

0,65 % zoutoplossing.

Weeg 0,65 g zout af, vul tot 100 gram aan met water  
(niet: 100 ml)

### Voorbeeld 3

25% alcohol in water.

25 mL alcohol 100% aanvullen met water tot 100 mL.  
(NIET aanvullen met 100 mL)

### Voorbeeld 4

Op een fles zoutzuur staat 37% en 1,18 g / L. Hoeveel mol HCl is per liter opgelost?

1 mol HCl weegt  $1,01 + 35,45 = 36,46$  gram.

De concentratie is  $37 \times 10 \times 1,18 / 36,46 = 12,0$  mol / L

### Verdunnen.

Wil men een geconcentreerde oplossing verdunnen van A g / L naar B g / L, dan moet men het volume vergroten met een factor A / B. Dit werkt ook voor mol / L en als de beginconcentratie niet te sterk is, ook voor percentages.

### Voorbeeld 5

In de kast staat een oplossing van 3 gram suiker per liter.

Men heeft  $\frac{1}{2}$  liter nodig met een sterkte van 2,5 gram per liter.

Neem  $\frac{1}{2} \times 2,5 / 3 = 0,417$  liter. Vul aan tot een  $\frac{1}{2}$  liter.

### Voorbeeld 6

Men heeft 50 ppm jood in alcohol op voorraad. Men heeft 10 mL 0,25 ppm nodig.

Neem  $10 \times 0,25 / 50 = 0,05$  mL.

Vul aan met zuivere alcohol tot 10 mL.

Op [www.bioplek.org](http://www.bioplek.org) staat een handig schema in Excel voor het maken van verdunningen. Kijk bij <bovenbouw: Inhoud practicum > <laboratoriumtechnieken> <maken van oplossingen> en <excelfile verdunningen> Of kijk op de volgende link:  
<http://www.bioplek.org/inhoudpracticum.html#12>

## Verdunnen van sterke zuren en basen

Wees voorzichtig met het verdunnen van sterke zuren en basen. Werk in de zuurkast bij het verdunnen van zwavelzuur, zoutzuur, salpeterzuur, fosforzuur, azijnzuur en de basen kaliumhydroxide en natriumhydroxide.

Bv. bij het maken van een verdunning vanuit geconcentreerd zwavelzuur altijd het zuur druppelsgewijs en roerend aan het water toevoegen. Er ontstaat veel warmte en ga pas verder als de vloeistof is afgekoeld.. Voeg nooit water bij geconcentreerd zwavelzuur!!!

Deze regel geldt ook voor het verdunnen van een geconcentreerde oplossing Natriumhydroxide (NaOH) of kaliumhydroxyde (KOH).

Bij het oplossen van vaste NaOH of KOH wordt in de zuurkast gewerkt.

## Werken met mol en molariteit

Op [www.bioplek.org](http://www.bioplek.org) staan handige schema's in Excel over het maken van oplossingen en verdunningen. Ook staan daar de definities van mol en molair.

Zie ook bij "oplossen en verdunnen" . Of kijk op de volgende link:

<http://www.bioplek.org/inhoudpracticum.html#12>

lab technieken: excelfile molariteit.

Overgenomen van de Bioplek:

"Een mol is de eenheid voor de hoeveelheid van een stof.

Een mol bevat  $6,02 \times 10^{23}$  deeltjes.

Een molair is mol/volume. Het is een maat voor de concentratie". Hoe sterker een oplossing van een stof, hoe groter de molariteit. 12M HCl is meer geconcentreerd dan 1M HCl.

"Een molair (1M) is een mol/liter."

## Gebruik van de zuurkast en verwerking/opslag gevaarlijke stoffen.

In de arbocatalogus VO <http://www.arbocatalogus-vo.nl/Default.aspx?tabid=668> staan richtlijnen hierover.

## Buffers

Link naar document Harm Voortman

<http://www.lindecollege.nl/Leerlingen/Links/tabid/152/Default.aspx>

Of ga naar: [www.lindecollege.nl](http://www.lindecollege.nl) – leerlingen – links – recept buffers

In het hoofdstuk biologie staan een aantal buffer recepten maar veel buffers zijn, met de gewenste zuurgraad, te koop bij bedrijven als Eurofysica en Boom- Meppel.

## Toestel van Kipp

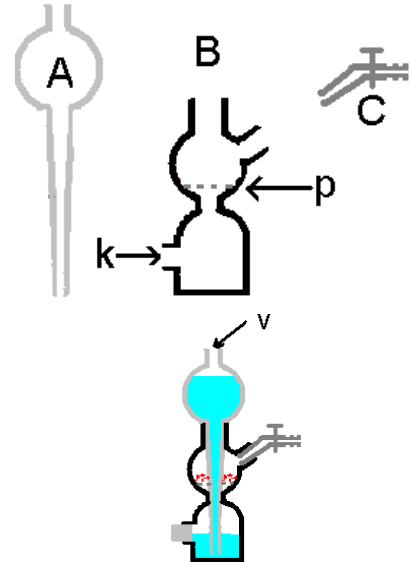
Dit toestel wordt gebruikt voor het maken van gassen

Vanwege de veiligheid worden gascilinders niet vaak toegepast, men maakt de gassen zelf. Dit kan met het toestel van Kipp. De meeste toestellen zijn uitneembaar in drie stukken, reservoir (A), drukkamer, (B) en kraan (C).

Wanneer men op deze manier gassen wil bereiden heeft men altijd een vaste stof en een oplossing nodig.

Gas	Oplossing	Vaste stof
CO <sub>2</sub> (kooldioxide)	1 M HCl	CaCO <sub>3</sub>
H <sub>2</sub> (waterstof)	1 M HCl	Zn
H <sub>2</sub> S (waterstofsulfide)	1 M HCl	FeS
Cl <sub>2</sub> (chloor)	4 M HCl	KMnO <sub>4</sub>
NO / NO <sub>2</sub> (stikstofoxide)	6M HNO <sub>3</sub>	Cu

Voor O<sub>2</sub> (zuurstof) gebruikt men Hoffman.

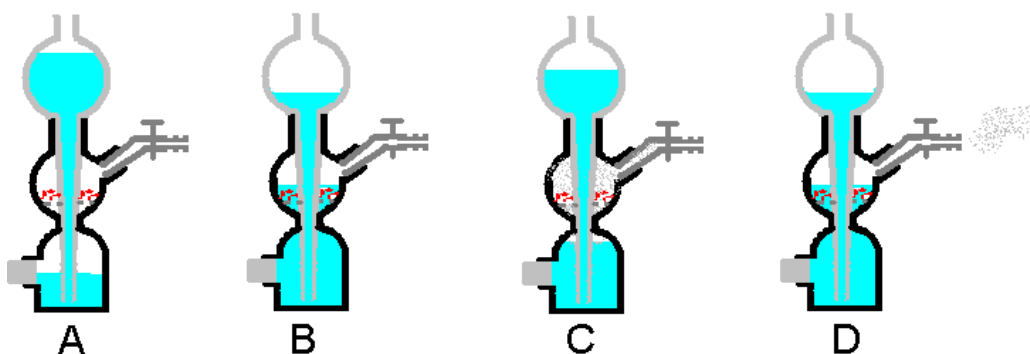


### Vorbereiding.

- De vaste stof wordt op de poreuze ring *p* gebracht.
- Opening *k* wordt afgesloten en de kraan wordt geplaatst. De kraan is gesloten.
- Het reservoir, wordt met de steel door de poreuze ring op de drukkamer gezet.
- Via vulopening *v* wordt het toestel gevuld met de oplossing.

### Gebruik.

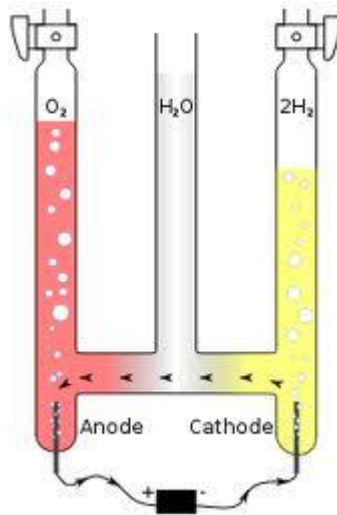
- A. Zolang de kraan dicht is zal de lucht de oplossing tegenhouden.
- B. Door nu de kraan enkele seconden te openen zal de lucht ontsnappen. De oplossing komt in contact met de vaste stof (rood). Er vindt een chemische reactie plaats.
- C. Het ontstane gas drukt de oplossing weg, de reactie stopt.
- D. Het gas wordt gebruikt, meestal via een slang naar de proefopstelling.



Na het sluiten van de kraan zal het ontstane gas de oplossing weer wegstuwen. Men kan hiermee doorgaan tot de vaste stof verdwenen is. Of de opgeloste stof.

## Toestel van Hoffmann

Door elektrolyse van water ontstaat waterstof en zuurstof.



(nl.wikipedia.org)

Om elektrolyse mogelijk te maken, moet het water “geleidend” worden gemaakt. Dat kan door een beetje zwavelzuur 1M , of Na-K-Sulfaat 1M toe te voegen .

De geleidbaarheid van Na-K-Sulfaat is kleiner dan die van zwavelzuur maar veiliger om mee te werken.

De laatste kan in het voordeel zijn omdat dat geen corrosie van de elektrodedraad geeft..

De voeding moet ingesteld zijn op ongeveer 20-30V met een stroomsterkte van 1A.

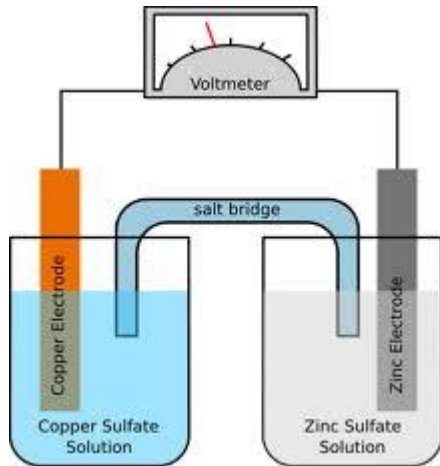
Andere mogelijkheid:

1 deel  $\text{H}_2\text{SO}_4$  en 1 deel 2M NaOH levert  $\text{NaHSO}_4$ . Spanning: ongeveer 30V.

Dit is een geschikte instelling voor een demonstratie

## Elektrochemische cel (Danielcell)

(redoxreactie, er staat een meetbare spanning tussen de koper- en zink elektrodes)



Zinksulfaatoplossing; 0,1M

Kopersulfaatoplossing 0,1M

De zoutbrug is gevuld met agar met daarin een verzadigde oplossing kaliumchloride. Er kan ook een filtreerpapierje gedrenkt in KCl als eenvoudige zoutbrug worden gebruikt

Soms ziet dit instrumentje er iets anders uit maar de werking is hetzelfde.

<http://students.chem.tue.nl>

## Natuurkunde practica

Bij natuurkunde practica worden, niet zoals bij scheikunde en biologie, instrumenten gebruikt die een specifieke gebruiksaanwijzing en regels voor onderhoud kennen.

In het verleden werden instrumenten door de toa vaak zelf gemaakt. Tegenwoordig kan vrijwel alles bij bedrijven als Eurofysica of Vos-instrumenten worden besteld.

Bij natuurkunde wordt vaak een opstelling gebouwd. Leerlingen moeten bv een stroomcircuit of een systeem met lenzen kunnen bouwen.

Als de toa voor het eerst een opstelling gaat bouwen, kan de volgende tip nuttig zijn: Zoek in het kabinet de benodigde materialen, geef ze een nummer en benoem ze. Op deze site wordt dit verder uitgelegd. Ook zijn leskisten met experimenten te bestellen.

<http://www.leermiddelen.be/contents/nl/Mechanica%20TESS%20en%20InterTESS.pdf>

In dit hoofdstuk worden een aantal opstellingen getoond zoals de leerling die moet kunnen maken.

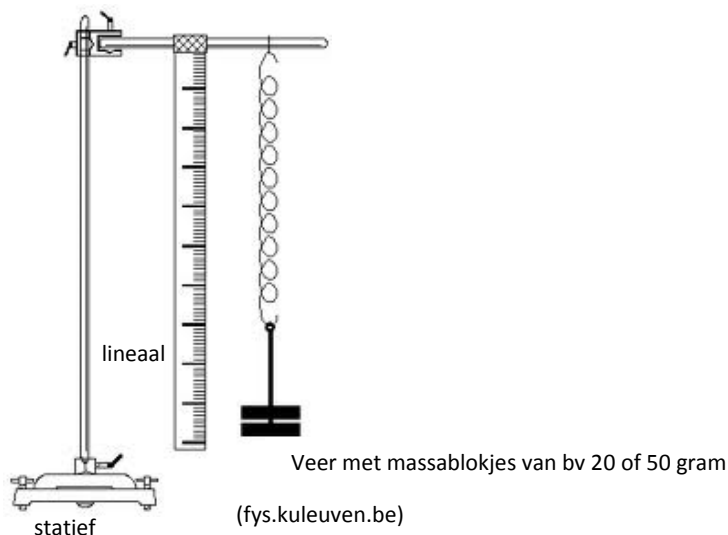
De toa moet, voordat de leerling begint, deze goed kunnen keuren.

De tekeningen zijn, zoals meestal ook in het leerboek, schematisch.

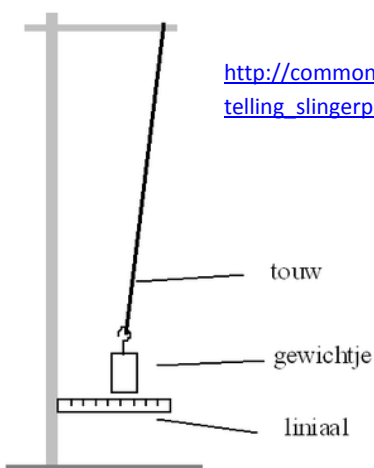
Bij natuurkunde practica is het nog meer dan bij andere vakken belangrijk dat de toa het practicum goed voorbereidt. De toa moet weten hoe een werkende opstelling gebouwd wordt.

## **Mechanica**

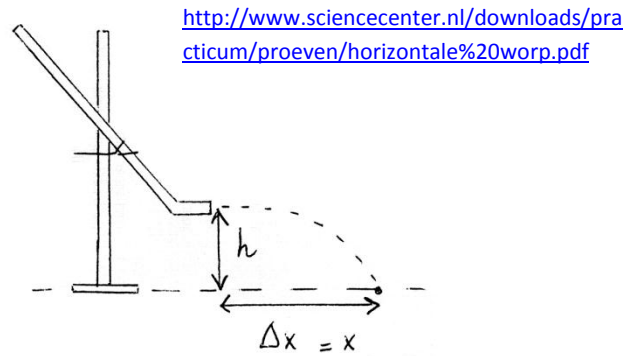
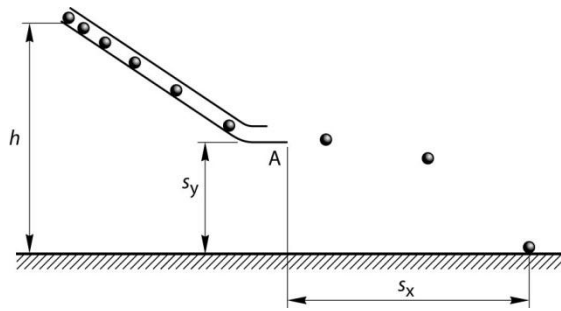
Practicum opstelling massa-veer systeem



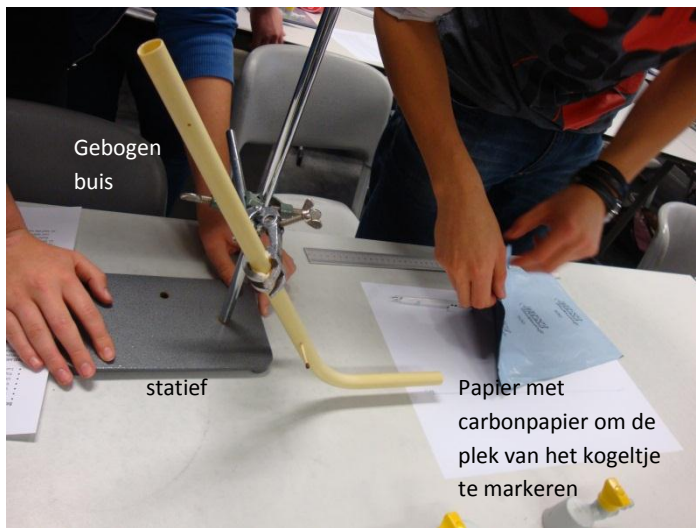
Practicumopstelling slingerproef. Het massablokje is bv 50 gram.



Practicum opstelling "horizontale worp" voor het bepalen van de beginsnelheid van een kogeltje bij verschillende hoogtes  $y$  of  $h$ .



<http://www.sciencecenter.nl/downloads/practicum/proeven/horizontale%20worp.pdf>

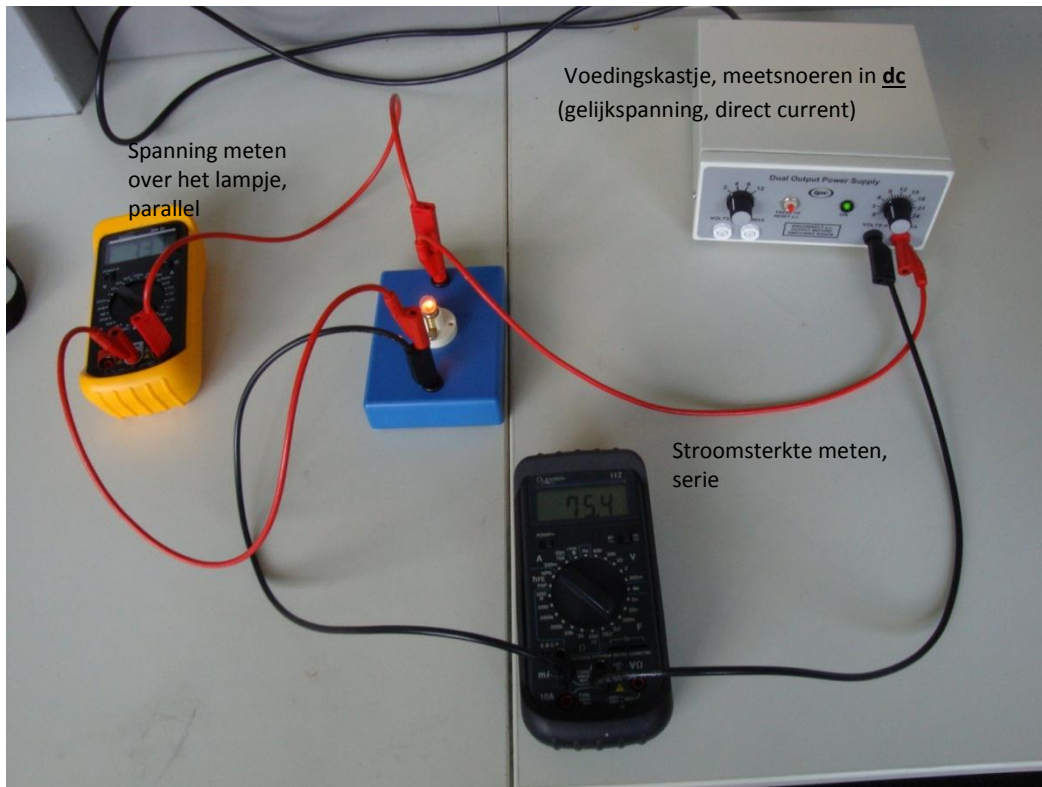




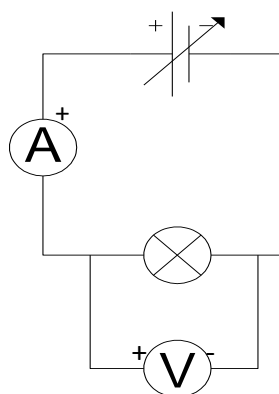
## Elektriciteit parallel- en serie schakeling bouwen

In de leerboeken staan schema's van de verschillende symbolen die in de elektriciteit worden gebruikt.

Practicum opstelling UI diagram van een lampje

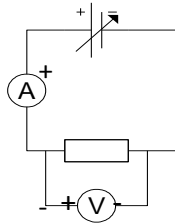


Tekening :  
schakelschema



Leerlingen bouwen de opstelling aan de hand van de tekening. De docent of TOA controleert deze voordat de leerling met de metingen begint. Stroom wordt dóór, spanning óver het lampje gemeten.

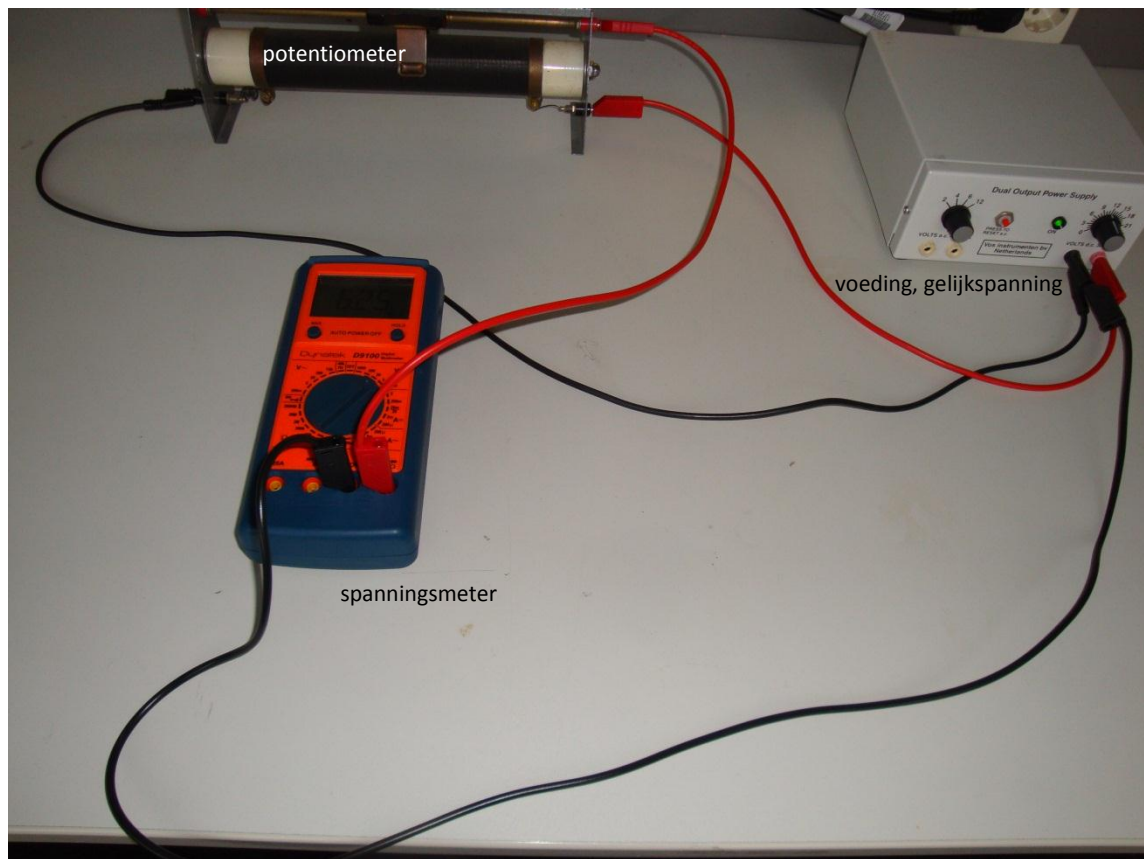
Practicumopstelling IU diagram radio weerstand. Op de plaats van het lampje zit nu een weerstandje.



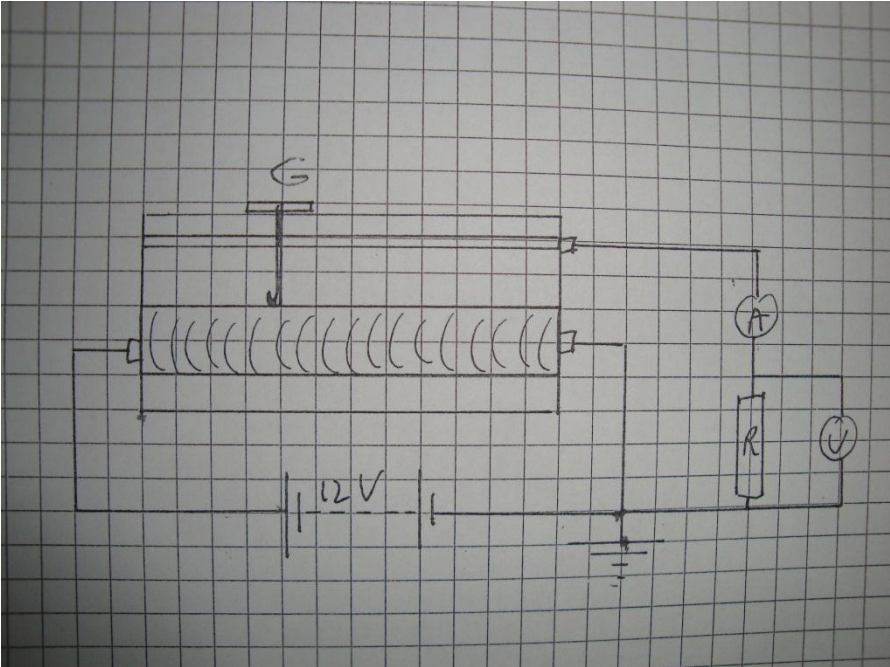
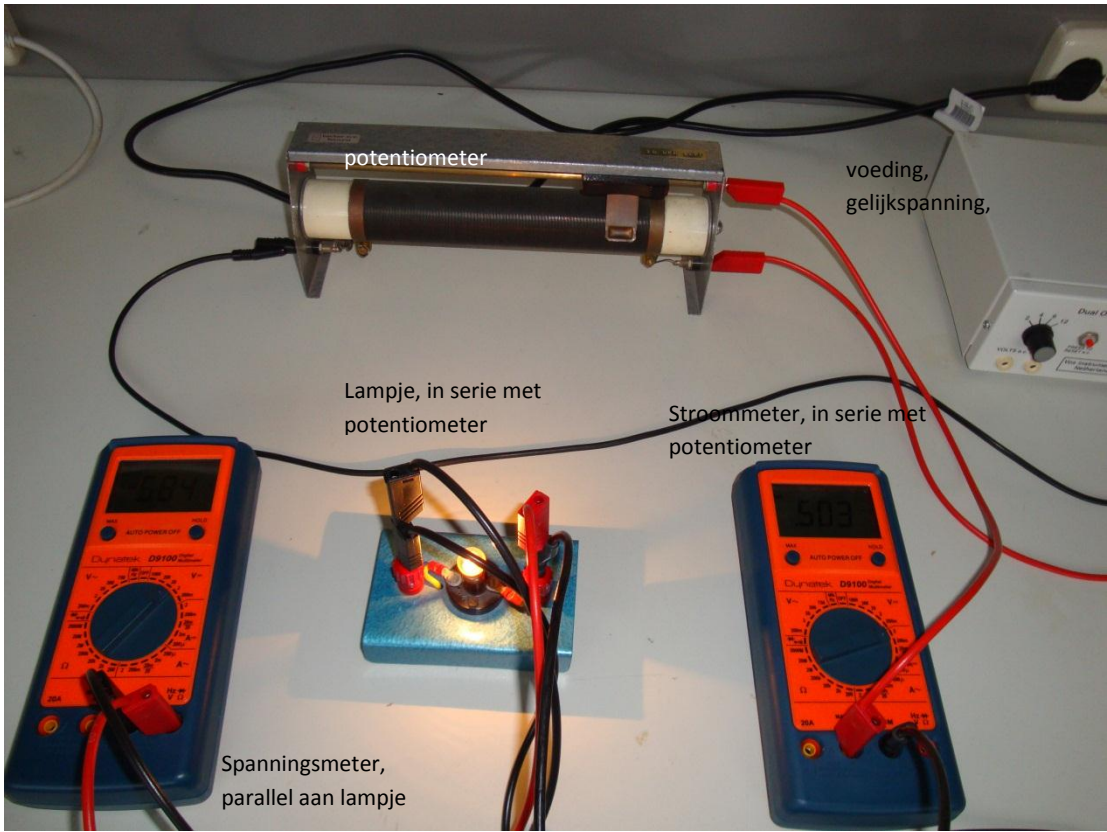
Schakelschema

## Elektriciteit de potentiometer (spanningsdeler)

Opstelling onbelast:



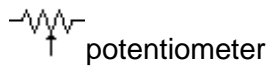
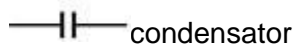
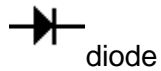
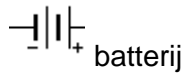
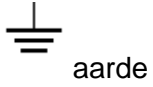
Opstelling belast met lampje (weerstand):



















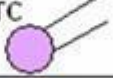
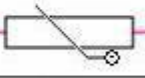





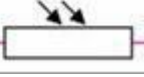
Schema opstelling belast

## Elektriciteit: symbolen

In elektronica schema's worden symbolen gebruikt om een onderdeel van een schakeling aan te geven. Hierbij de meest gebruikte.

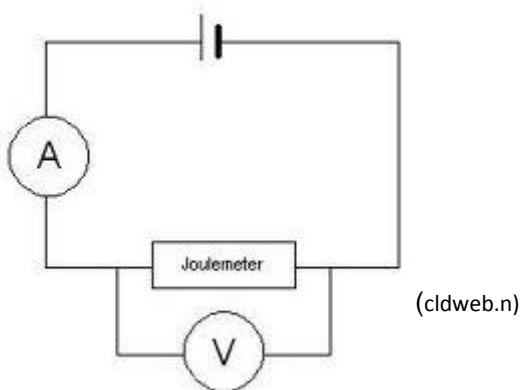
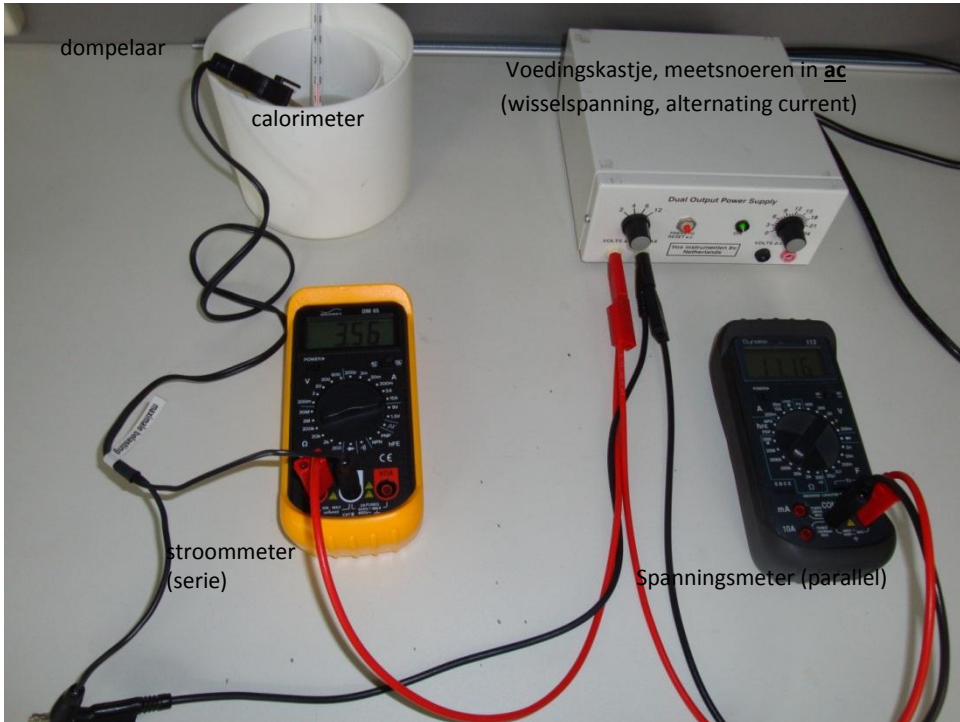


En de volgende van Wikipedia

 snoer		 motor		 stroommeter	
 batterij		 schakelaar		 zekering	
 lamp		 stopcontact		 NTC	
 bel		 spanningsmeter		 LDR	

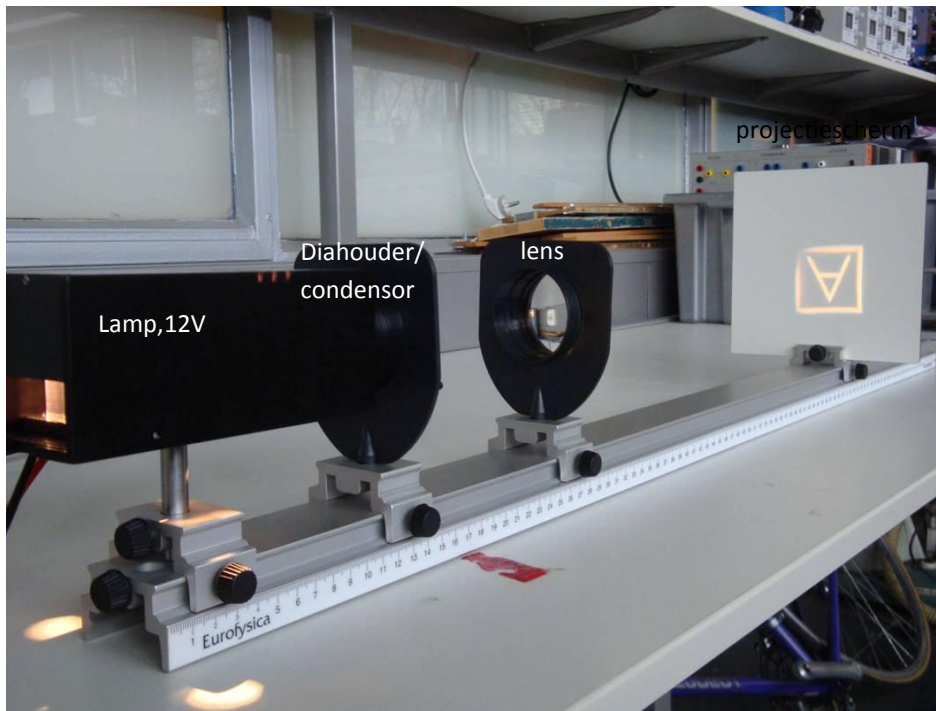
## Warmte joule (calorie)meter

Practicum opstelling calorimeter (joulemeter), bepalen soortelijke warmte  
De spanning wordt hier gemeten over de voeding; de stroom door de pompelaar.



schakelschema

## Licht: opstelling optische bank

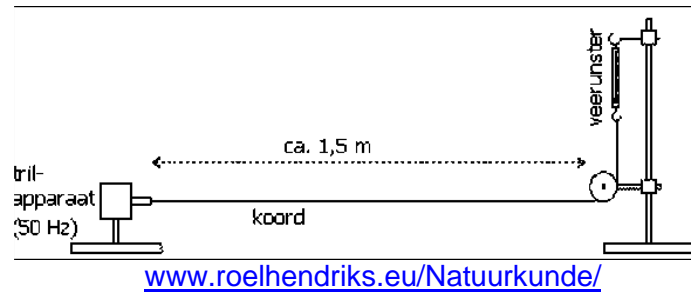
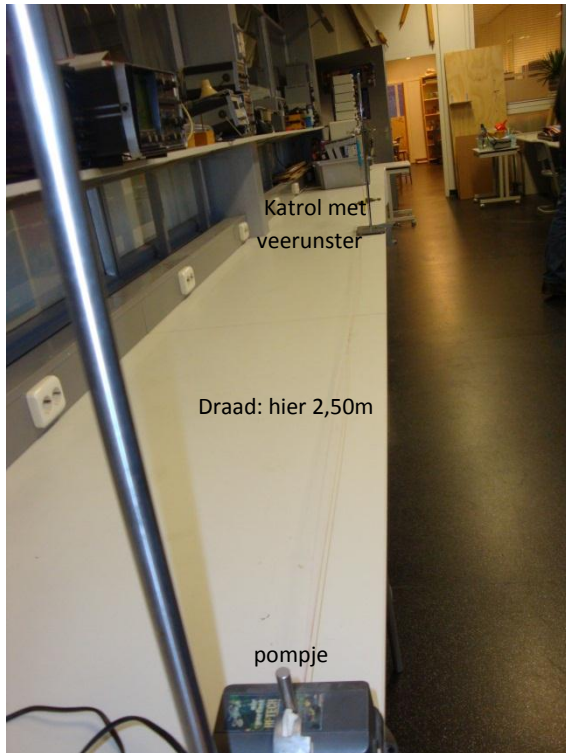


De lamp is met meetsnoeren aangesloten op een leerlingvoeding, wisselstroom 12V  
Het is belangrijk dat de schaal aan de zijkant goed wordt afgelezen. Kijk waar de dia (voorwerp), lens en scherm(beeld) zich bevinden.

## Staande golf opstelling proef van Melde, horizontale draad

Vaste frequentie mbv een aquariumpompje (50Hz), nadeel: veel ruimte

De spanning in de draad wordt ingesteld door de veerunster omhoog of naar beneden langs het statief te bewegen. De (span)kracht is op de veerunster af te lezen.



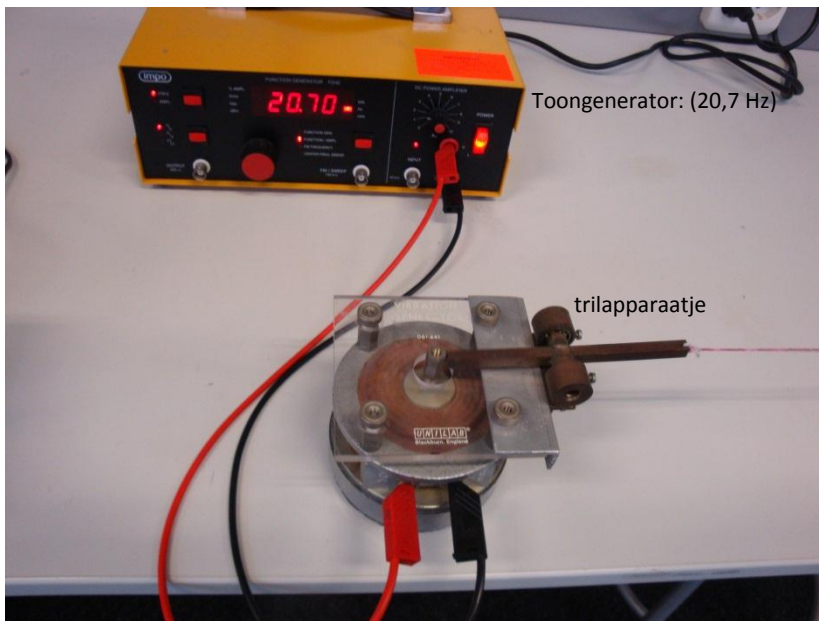
Detail katrol met veerunster



Detail pompje, 50 Hz



Proef van Melde met toongenerator en trilapparaatje (variabele frequentie)  
De spanning in de draad wordt niet veranderd; met de rode knop kan de frequentie ingesteld.



Detail toongenerator: op display de frequentie 20,70 Hz

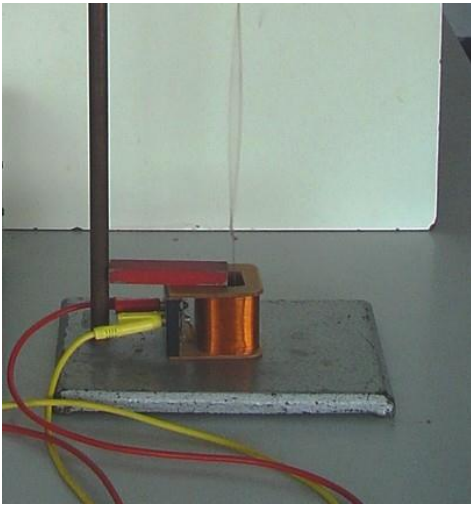


## Proef van Melde

### opstelling met verticale draad

meerdere opstellingen in een lokaal mogelijk

De spoel (50 windingen) is aangesloten op 0-6 V wisselspanning van een voedingskastje. Een eenvoudige magneet ligt op de spoel. De spanning wordt ingesteld door één of meer massablokjes van 50 g. aan het uiteinde bij de katrol. Aan het andere uiteinde, in de spoel, bevindt zich een trillende bladveer die aan de onderkant van het statief is vastgemaakt



## Radio activiteit

Er zijn niet veel scholen die een eigen voorraad radioactieve bronnen hebben. Vaak wordt gekozen voor een mobiel practicum.

Van de Universiteit van Utrecht komt het "Ioniserende stralen practicum" (ISP)

Website: [www.cdbeta.uu.nl/subw/isp](http://www.cdbeta.uu.nl/subw/isp) of email: [science.isp@uu.nl](mailto:science.isp@uu.nl)

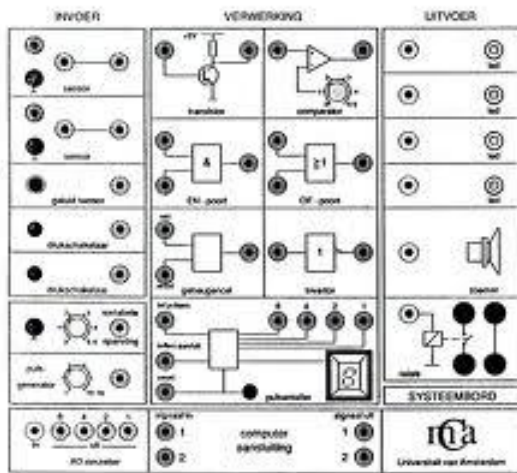
Minimaal een half jaar van te voren vast leggen!

## Het systeembord

Met het systeembord kan de werking van een automatische schakeling worden nagebootst. Bv een lamp met bewegingssensor, een tijdklok, een stoplicht, thermostaat schakeling enz. Systeemborden zijn te koop bij het Amstel Instituut (CMA)

De oefen software: "systematic ISSN", is eenvoudig van internet te downloaden. Veel scholen hebben dat op hun site staan. Bijvoorbeeld:

[http://ros.demon.nl/ros/Bij\\_de\\_les/Automatische\\_Systemen/werken\\_met\\_systematic.htm](http://ros.demon.nl/ros/Bij_de_les/Automatische_Systemen/werken_met_systematic.htm)



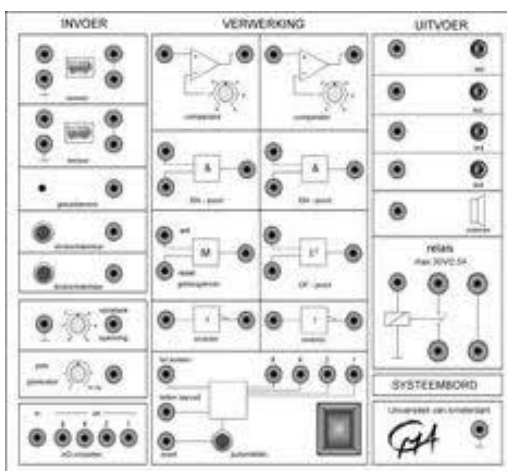
[www.cma-science.nl](http://www.cma-science.nl)

Bord zonder aansluitingen



[www.cma-science.nl](http://www.cma-science.nl)

aansluiting met een lichtsensoren



[www.cma-science.nl](http://www.cma-science.nl)

Nieuwste uitvoering, 2010

## Videometen met coach

In deze coach activiteit kunnen videofragmenten, om bv snelheid-tijd berekeningen of diagrammen te maken, worden geïmporteerd.

Een video opname, van camera of mobieltje, moet aan enkele eisen voldoen om succesvol geïmporteerd te kunnen worden.

Een conversieprogramma (van internet) kan gedownload om te kunnen voldoen aan de eisen van het aantal beeldjes/seconde. Verder moet gewerkt worden met de extensies AVI of MOV.

Van te voren kan geoefend worden met de activiteit: “de start van een sprinter” die op de software van coach is geïnstalleerd.

Resultaten van coach kunnen naar Excel of Word geëxporteerd.

Voor vragen kan contact worden opgenomen met de helpdesk: [helpdesk@cma-science.nl](mailto:helpdesk@cma-science.nl)

Het cma geeft jaarlijks cursussen over videometen.

Op <http://www.pontes.nl/~natuurkunde/videometen/> staat veel informatie en een handleiding.

## Demonstratie proeven

### Communicerende vaten en capillaire werking



[www.fys.kuleuven.be](http://www.fys.kuleuven.be)

Communiceren vaten: Het vloeistof niveau staat overal even hoog

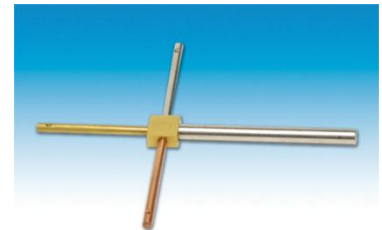


[www.d-d-s.nl](http://www.d-d-s.nl)

Capillaire werking: Bij kleinere diameters stijgt het water

### Warmte geleiding

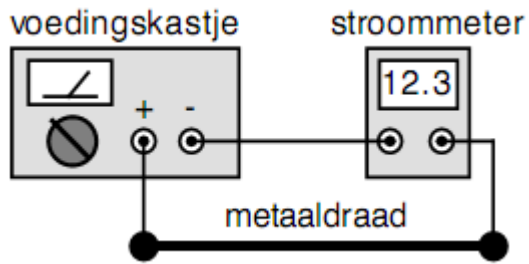
Elk staafje is een ander metaal. Aan de uiteinden hangen rolletjes papier.



Eorofysica: Toestel van Hopkins ijzer, messing en roodkoper staafjes waarin lucifers passen

## Elektriciteit

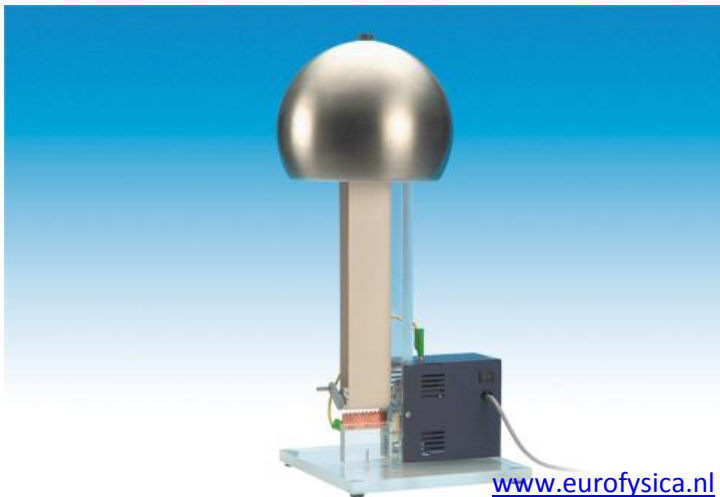
Verband tussen lengte van een metaaldraad en de stroomsterkte die er doorheen loopt



Schematische opstelling

## Van der Graaff generator (bandgenerator)

opwekken statische elektriciteit



Een motor brengt een rubberband in beweging waardoor op de bol een positieve lading wordt opgewekt.

Aanraken van de bol geeft een vonk (of je haren gaan overeind staan)

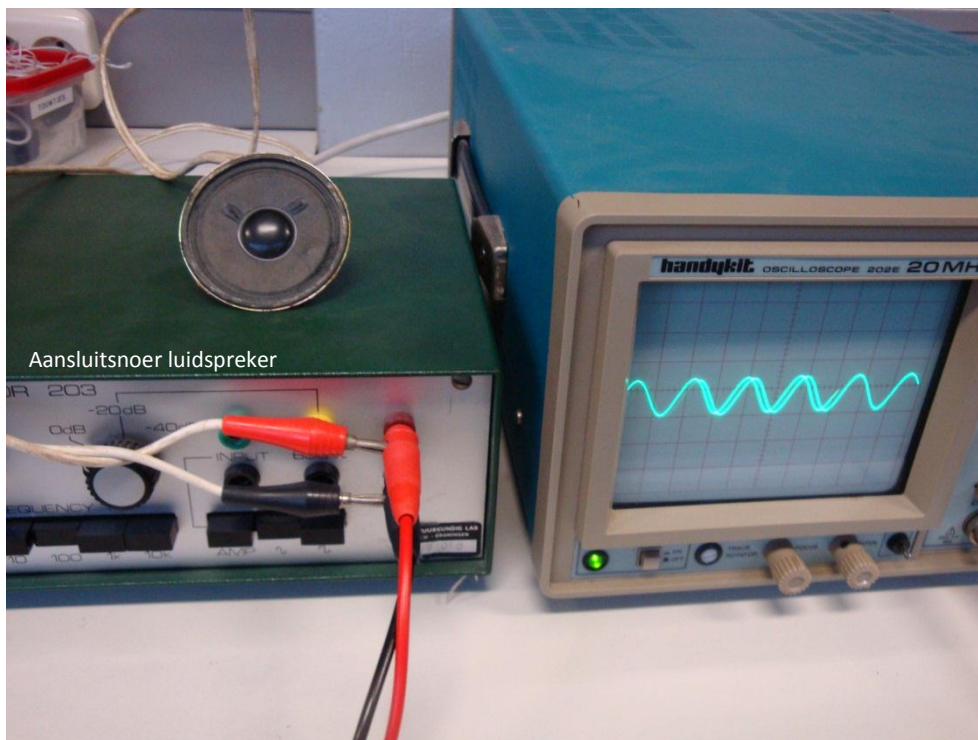
De rubber band is tamelijk kwetsbaar en kan worden vervangen (Eurofysica)

Uiteinden van de rubber band kunnen met fietsplak (solutie) aan elkaar worden geplakt.

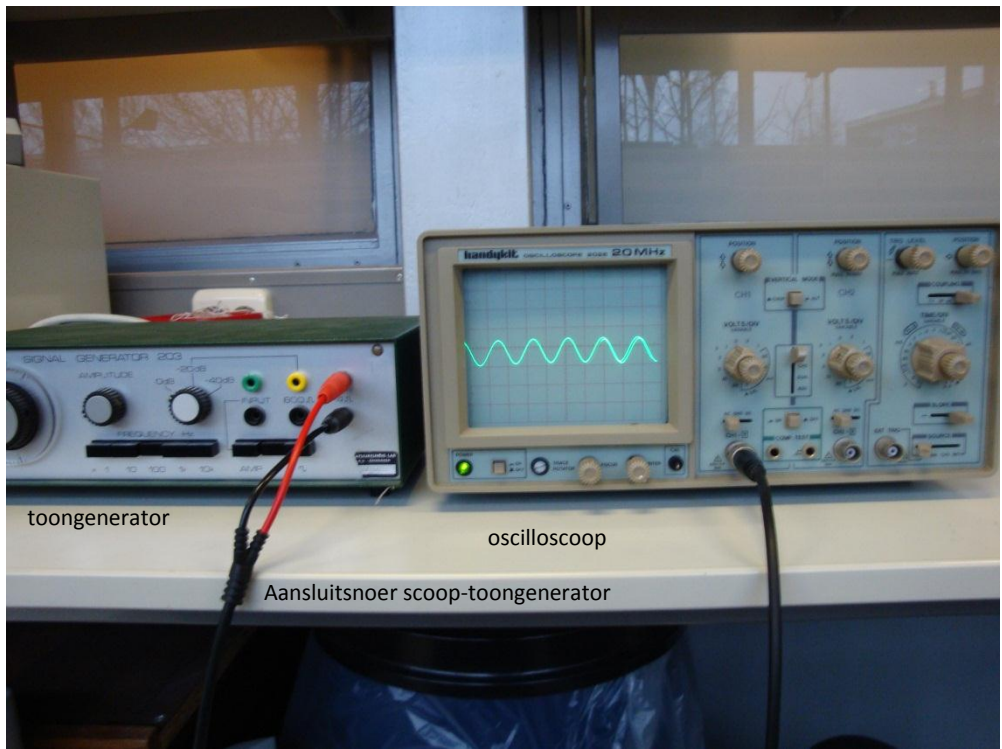
## Geluid

### Opstelling toongenerator met oscilloscoop en luidsprekertje

De toon is te horen en te zien.



Aansluiting toongenerator-oscilloscoop. Gebruik een speciaal aansluitsnoer.

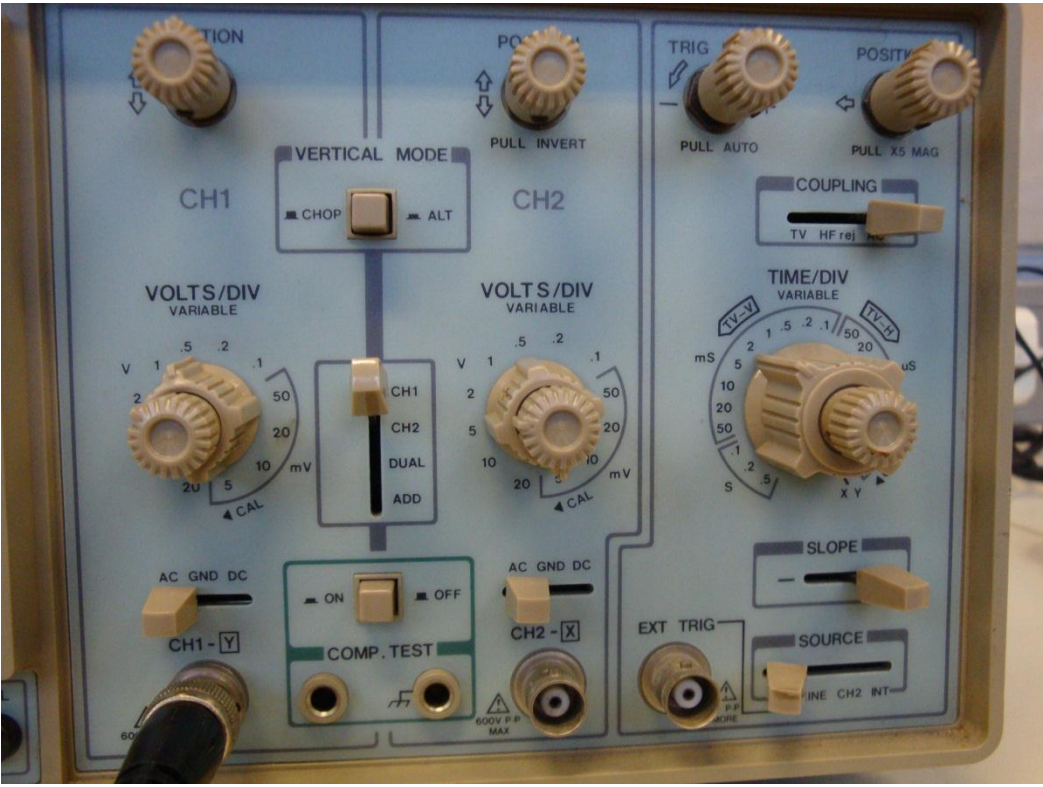


toongenerator

oscilloscoop

Aansluitsnoer scoop-toongenerator

Instellingen knoppen oscilloscoop, kanaal 1 (CH1), wisselspanning (AC), VOLTS/DIV 0.5  
 Stel de TIME/DIV zo in dat je een mooie curve krijgt.

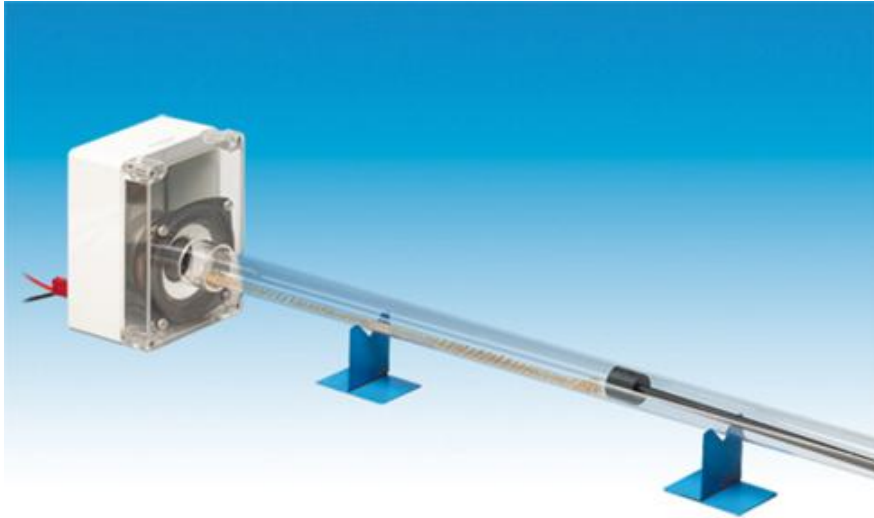


## Buis van Kundt

Zichtbaar maken geluidsgolf

In een horizontaal opgestelde glazen buis bevindt zich (bv) kurkpoeder. Aan het ene uiteinde staat een geluidsbron (verbonden met een toongenerator), aan de andere kant bevindt zich een beweegbare afsluiter.

Met de toongenerator wordt een geschikte frequentie uitgezocht. De afsluiter wordt heen en weer bewogen tot het gewenste resultaat is verkregen.



[www.eurofysica.nl](http://www.eurofysica.nl)



Zichtbare staande longitudinale golf met verdikkingen (buiken) en verdunningen (knopen) daartussen.



## Gassen



Apparaat waarbij het verband  
tussen volume en druk wordt  
aangetoond (Boyle apparaat)

## **Metten met sensoren in practica biologie, scheikunde en natuurkunde**

### **Het gebruik van sensoren**

Coach, Vernier of Pasco.

Coach wordt geleverd door CMA (Amstelinstituut). Vernier door Eurofysica en Pasco door Vos instrumenten. De verschillende typen sensoren worden door software ondersteund die via een licentie (Coach) of code (Pasco) worden aangeboden. Eurofysica biedt software die eenmalig wordt aangeschaft. Er zijn geen licentiekosten. Daarnaast is hardware (een interface) nodig waarop de sensor wordt aangesloten.

Er zijn inmiddels veel typen en regelmatig worden nieuwe producten op de markt gebracht. Met behulp van bv een temperatuur, spanning, bewegings- of andere sensor kan rechtstreeks op het beeldscherm een waarde worden afgelezen. Deze waarden zijn af te lezen als tabel of grafiek. De software kan berekeningen maken.

CMA en Eurofysica hebben een scholingsprogramma. Een paar keer per jaar worden één of meerdaagse cursussen aangeboden waarin het meten en interpreteren met verschillende sensoren wordt geleerd. Het volgen van een dergelijke cursus wordt zeer aanbevolen. Bij voldoende belangstelling (ongeveer 10 personen) kan een cursus op de school zelf worden gegeven.

Het is helaas niet zo dat de verschillende systemen gemakkelijk onderling uitwisselbaar zijn. Er worden inmiddels wel toepassingen verkocht die het mogelijk maken dat sensoren van Vernier door Coach of Pasco worden uitgelezen. Het geldt niet altijd voor alle sensoren. Gegevens daarover staan de websites van de firma's of informeer bij de contactpersonen.

[Eurofysica levert Vernier](#)

[CMA levert Coach](#)

[VOS instrumenten levert Pasco](#)

### **Werken met Pasco sensoren en interfaces**

Pasco materiaal wordt geleverd door VOS instrumenten. Om ermee te werken moet de computer beschikken over een Windows besturingssysteem.

De nieuwste (2011) interfaces zijn de zog "Sparks" waarop, ook oudere sensoren kunnen worden aangesloten.

De huidige sensoren worden "passport" genoemd. De Spark kan ook als datalogger worden gebruikt.

Met de toepassing "Capstone" (een softwarelicentie) kunnen oudere Science Workshop interfaces en sensoren kunnen worden gebruikt.

Oude interfaces kunnen met een "USB serial converter" aan de huidige computers worden aangesloten.

Ook de nieuwe Passport interfaces passen in dit systeem. Oude analoge- en nieuwe digitale (Passport) interfaces en sensoren zijn tegelijkertijd met Capstone te gebruiken.

Informatie is te vinden op de site van VOSinstrumenten:

<http://www.vosinstrumenten.nl/default.asp?pageid=48&docid=33&clusterfilter=11807&webgrouppfilter=5,206>

## **Gebruiksaanwijzing werken met "Capstone" en oudere Science workshop sensoren en interfaces.**

Capstone software moet op de (Windows) computer geïnstalleerd zijn. Tevens is een "USB serial converter" nodig omdat de oude interfaces nog over een seriële uitgang beschikken en moderne pc's uitgerust zijn met een USB ingang.

Na het opstarten van de software verschijnt een overzicht op het beeldscherm waaruit een weergave gekozen kan worden: bv "table and graph".

Klik in het menu aan de linkerkant van het scherm op "hardware setup", en kies een interface, bv interface 500.

Klik op "add sensor/instrument" een sensor waarmee de metingen worden gedaan. Kies uit een analoge of digitale sensor.

Op de afbeelding van de interface is zichtbaar hoe deze wordt aangesloten.

In de rechterkant van het scherm kan ook voor een weergave (tabel, diagram of een combinatie) worden gekozen. Sleep het betreffende icoon naar het midden van het scherm. Klik op de knoppen bij de X en Y as om een instelling aan te geven. X as, bv "tijd," Y as bv "temperatuur"

Afhankelijk van het type sensor moeten stappen gedaan om de gewenste weergave te tonen. Volg hiervoor de aanwijzingen op het scherm en klik uiteindelijk op "finish".

Als alles is ingesteld kunnen de instellingsgedeelten van het scherm weg geklikt.

Onderin is een rode knop zichtbaar "record". Hierop klikken start de meting. Opnieuw hier klikken stopt de meting. De tijdschaal wordt automatisch aan de duur van de meting aangepast

Met de muis kan het gemaakte diagram aangepast aan de gewenste indeling. Bv door in- en uit te zoomen.

Aan diagrammen en tabellen kunnen berekeningen worden uitgevoerd. De mogelijkheden kunnen in een menu worden aangeklikt. Door daarnaast een "export" knop aan te klikken kunnen gegevens naar bv excel worden gekopieerd om daar verder bewerkt te worden.

## **Gebruiksaanwijzing werken met interface coachlab II+**

Hier volgt een korte beschrijving van het werken met de software en interface van **coach 6**. De pc moet van een Windows besturingssysteem zijn voorzien.

1. Pc aan, interface aansluiten, kies alle programma's, kies coach 6, leerling, meten
2. Op volgende scherm: kies openen (mapje), meten met coachlab II, kies openen
3. Kies bv laboratorium, afdeling natuurkunde, kies openen

Op het nieuwe scherm zie je 4 vensters, links onder de afbeelding van de door jou gebruikte coachlab II interface met knoppen voor verschillende sensoren. Zowel oude als nieuwe sensoren (BT aansluiting) zijn bruikbaar.

4. Plug een sensor op de interface in (bv temperatuur).
5. Sleep met de muis op het scherm een temperatuursensor naar de betreffende ingang die je hebt gebruikt. De sensor begint direct met meten, kun je zien aan de veranderende cijfers.  
Met rechts klikken kun je de sensor specificeren of een alternatieve sensor kiezen. Kies de specificaties die op/bij de sensor vermeld staan.
6. In de lege vensters kun je een grafiek of tabel zetten. Klik op de V, daarachter zit het menu.
7. In de taakbalk staan allerlei weergave mogelijkheden en kun je de tijdsinstelling veranderen.
8. Klik op de groene knop met de pijl en de meting begint te lopen. Opnieuw daarop klikken stopt de meting.

Metingen kunnen via het klembord naar bv excel worden gekopieerd om verdere berekeningen te kunnen doen.

## **Gebruiksaanwijzing werken met interface coachlab I of coachlab**

1. Pc aan, interface aansluiten, kies alle programma's, kies coach 6, leerling, meten
2. Op volgende scherm: kies openen (mapje), meten met coachlab II, kies 3 (laboratorium) openen. Bv afdeling natuurkunde, openen. Dit zijn de zelfde handelingen als bij coach lab II
3. Dan komt de melding; " kan paneel niet vinden"
4. Kies de knop "ander paneel kiezen" en dan CMA coachlab I
5. Klik op OK en je ziet 4 vensters met linksonder de door jou gebruikte interface Coachlab I.
6. Zie verder hierboven voor het aansluiten van sensoren.

Verdere informatie over software (licenties) en hardware (interfaces, sensoren) is te vinden op de website van CMA.

[www.cma-science.nl](http://www.cma-science.nl)

## **Videometen met coach (CMA)**

In deze coach activiteit kunnen videofragmenten, om bv snelheid-tijd berekeningen of diagrammen te maken, worden geïmporteerd.

Een video opname, van camera of mobieltje, moet aan enkele eisen voldoen om succesvol geïmporteerd te kunnen worden.

Een conversieprogramma (van internet) kan gedownload om te kunnen voldoen aan de eisen van het aantal beeldjes/seconde. Verder moet gewerkt worden met de extensies AVI of MOV.

Van te voren kan geoefend worden met de activiteit: “de start van een sprinter” die op de software van coach is geïnstalleerd.

Resultaten van coach kunnen naar Excel of Word geëxporteerd.

Voor vragen kan contact worden opgenomen met de helpdesk: [helpdesk@cma-science.nl](mailto:helpdesk@cma-science.nl)

Het cma geeft jaarlijks cursussen over videometen.

Op <http://www.pontes.nl/~natuurkunde/videometen/> staat veel informatie en een handleiding.

## **Werken met labquest datalogger/interface van Eurofysica**

Labquest is een systeem waarbij het eenvoudig is metingen kunt doen. Labquest kan als interface aan de pc worden gekoppeld maar is ook als “stand alone” werkzaam.

De te installeren software is Logger Pro. Logger pro werkt op Windows, Apple en Linux besturingssystemen.

Voor alleen aansluiting op de pc is er de Labquest mini interface.

De in Labquest ingeplugde (Vernier) sensor wordt herkend en metingen starten direct.

## **Videometen met Vernier Logger Pro (Eurofysica)**

In deze activiteit kunnen, net als bij Coach, videofragmenten worden geïmporteerd. Het filmpje wordt geïmporteerd als bv een AVI, MPG, MOV, bestand. Importeren via de pc webcam kan ook.

In de software zijn 3 tutorials opgenomen waarin beschreven staat hoe het filmpje geanalyseerd kan worden. Kies Tutorial 12.

Klik hiervoor op <bestand> <openen>< tutorial> (gebruiksaanwijzing, Nederlands).

Op de site van Eurofysica wordt een handleiding geplaatst.

Verdere informatie is te vinden op de website van Eurofysica

[www.Eurofysica.nl](http://www.Eurofysica.nl) Zoek onder Logger Pro.



## (Internet)bronnen

[www.Biopek.org](http://www.Biopek.org) (biologie)

[www.tolweb.org](http://www.tolweb.org) (tree of life, biologie)

[www.cma-science.nl](http://www.cma-science.nl)

(Amstelinstituut) voor informatie en verkoop van coach 6, licenties, soft- en hardware (sensoren, interfaces, systeemborden)

[www.virtueelpracticumlokaal.nl](http://www.virtueelpracticumlokaal.nl) (natuurkunde applets)

[www.wikibooks.org](http://www.wikibooks.org) (handboek practica onderwijs natuurkunde)

[www.startspot.nl](http://www.startspot.nl) (Toa startspot met heel veel informatie)

[www.arbocatalogus-vo.nl](http://www.arbocatalogus-vo.nl) (site van de Rijks Overheid met actuele arbo informatie)

[www.eurofysica.nl](http://www.eurofysica.nl) (Eurofysica)

[www.vosinstrumenten.nl](http://www.vosinstrumenten.nl) (Vos Instrumenten)

[www.breukhoven.nl](http://www.breukhoven.nl) (Breukhoven)

[www.boomlab.nl](http://www.boomlab.nl) (Boom-Meppel chemicaliën)

[www.bio-rad.com](http://www.bio-rad.com) (Bio-Rad)

[www.opitec.nl](http://www.opitec.nl) (Opi-tec bouwpakketten, voor natuurkunde en techniek)

[www.fisme.science.uu.nl/isp/](http://www.fisme.science.uu.nl/isp/)

(Universiteit van Utrecht: Freudenthal Instituut voor Didactiek van Wiskunde en natuurwetenschappen: Ioniserende Stralen Practicum)

J.A. Schraag: HABOB,

HAndBoek voor het Onderwijs in de praktische Biologie (niet meer te koop)

Biothema, niet meer te koop maar de hoofdstukken (PDF) zijn te downloaden via

<http://toa.vimb.nl/biothema/>

[www.NVON.nl](http://www.NVON.nl) (NVON)

Nederlandse Vereniging van het Onderwijs in de Natuurwetenschappen

NVOX oktober 2010: Zuurstof elektrode, Arthur Rep : [www.onecuesystems.nl](http://www.onecuesystems.nl)

NVOX februari 2012: "De fotosynthese anders bekeken", zuurstofproductie bij fotosynthese

R.Udo en H.R.Leene: Het chemisch practicum, 4<sup>e</sup> druk (2008, Thiememeulenhoff), ISBN 9789006921007

Binas, informatieboek voor natuurwetenschap en wiskunde, 5<sup>e</sup> editie ISBN 9789001893804

Systematische natuurkunde vwo bovenbouw, alle delen, Nijgh Versluys





