

# Sport- prestaties



Gecertificeerde NLT module  
voor havo

# Colofon



De module Sportprestatie is bestemd voor de lessen Natuur, Leven en Technologie (NLT). De module is op 14 juni 2007 gecertificeerd door de Stuurgroep NLT voor gebruik op het havo in domein G. Het certificeringsnummer van de module is 1007 - 004 - HG. In het voorjaar van 2009 is de module herzien. De originele gecertificeerde module is in pdf-formaat downloadbaar via ► <http://www.betavak-nlt.nl>.

Op deze website staat uitgelegd welke aanpassingen docenten aan de module mogen aanbrengen voor gebruik in de les zonder daardoor de certificering teniet te doen.

De module is gemaakt in opdracht van het Landelijk Ontwikkelpunt NLT.

Deze module is ontwikkeld door

- De Populier, M. Hazelaar, te Den Haag
- Edith Stein, N. Bogers, E. Zwart, te Den Haag
- Hofstad Lyceum, K. Grolleman, A. Vos, te Den Haag
- MONTAIGNE Lyceum, J. Neuteboom, te Den Haag
- De Haagse Hogeschool (Bewegingstechnologie), R.M.A. van de Slikke, J. C. Bakker, te Den Haag
- TechnoTalent Groep, H. Telle, I. Bloothoofd, te Den Haag

Aangepaste versies van deze module mogen alleen verspreid worden indien in het colofon vermeld wordt dat het een aangepaste versie betreft, onder vermelding van de naam van de auteur van de wijzigingen.

Materialen die leerlingen nodig hebben bij deze module zijn beschikbaar via het vaklokaal NLT: ► <http://www.vaklokaal-nlt.nl>

© 2007, 2009 Versie 1.2

Bewerkt door Regionaal Steunpunt NLT, Zuid Holland

Het auteursrecht op de module berust bij Stichting Leerplan Ontwikkeling (SLO). SLO is derhalve de rechthebbende zoals bedoeld in de hieronder vermelde creative commons licentie. De auteurs hebben bij de ontwikkeling van de module gebruik gemaakt van materiaal van derden en daarvoor toestemming verkregen. Bij het achterhalen en voldoen van de rechten op teksten, illustraties, enz. is de grootst mogelijke zorgvuldigheid betracht. Mochten er desondanks personen of instanties zijn die rechten menen te kunnen doen gelden op tekstgedeeltes, illustraties, enz. van een module, dan worden zij verzocht zich in verbinding te stellen met SLO.



De module is met zorg samengesteld en getest. Landelijk Ontwikkelpunt NLT, Stuurgroep NLT en SLO aanvaarden geen enkele aansprakelijkheid voor onjuistheden en/of onvolledigheden in de module. Ook aanvaarden Landelijk Ontwikkelpunt NLT, Stuurgroep NLT en SLO geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade, voortkomend uit (het gebruik van) deze module.

Voor deze module geldt een

Creative Commons Naamsvermelding-Niet-commercieel-Gelijk delen 2.5 Nederland Licentie

► <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/nl>

# Inhoudsopgave

1 Inleiding	1
2 Meten & sport	4
2.1 Hoe kun je sportprestaties meten?	4
2.2 Beoordeling	7
3 Sport & voeding	8
3.1 Voedsel geeft energie en meer	8
3.2 Beoordeling	11
4 Meten aan beweging	12
4.1 Wat is beweging?	12
4.2 Bewegingsregistratie	13
4.3 Beoordeling	14
5 Sensor & signaal	15
5.1 Inleiding: meten met een sensor	15
5.2 Hoekmeter	15
5.3 Signaalverwerking & ijken	22
5.4 Beoordeling	26
6 Beweging & spieren	27
6.1 Bouw en functie van spieren; effect van training en doping	27
6.2 Beoordeling	29
7 Spronghoogte	30
7.1 Experiment: hoe kun je zo hoog mogelijk springen?	30
7.2 Eigen onderzoek doen!	32
7.3 Beoordeling	37
8 Vervolgopleiding en beroep	38
8.1 Studie en beroep in de wereld van beweging en sport	38
8.2 Beoordeling	39
9 Vrije opdracht	40
10 Beoordeling, uitbreidingen & suggesties	43
10.1 Beoordeling	43
10.2 Uitbreidingen & suggesties	43
Bijlage 1 Handleiding “De Caloriechecker”	45
Bijlage 2 Beoordelingsformulier presentatie	46
Bijlage 3 Testen potentiometer (Coach 6)	47
Bijlage 4 IJking hoekmeter (Coach 6)	48
Bijlage 5 Voorbereiden tabel diagram (Coach 6)	50
Bijlage 7 Metingen uitvoeren (Coach 6)	53
Bijlage 8 Spronghoogte opdracht 11	55
Bijlage 9: Informatiebronnen bij de opdrachten	56
Bijlage 10 URL lijst	57

# 1 Inleiding

## Inhoud

In deze module leer je om met eenvoudige elektrische componenten een meetsysteem te ontwikkelen, waarmee je sportprestaties gaat meten. De meetresultaten van dit systeem kun je opslaan in de computer. De verzamelde gegevens zijn te gebruiken voor een beknopt bewegingsonderzoek.

Naast de theoretische onderbouwing t.a.v. sportprestaties komen in deze module twee onderzoeken aan bod. Het verband tussen spronghoogte en gewrichtshoeken is uitgewerkt in het eerste modelonderzoek. Het tweede onderzoek mag je zelf kiezen. Aan het eind van deze module staan enkele suggesties voor een onderzoek, maar je kunt ook zelf met een idee komen.

## Doel

In deze module komen veel vakgebieden samen: vervaardigingstechnieken, elektriciteitsleer, informatica, natuurkunde, biologie, scheikunde en onderzoeksvaardigheden. Het doel van deze module is je te laten ervaren dat er veel valt te meten aan de menselijke beweging met relatief eenvoudige middelen en dat mens en technologie veel dichterbij elkaar liggen dan je denkt. De module laat tevens zien, dat dit de dagelijkse praktijk is voor mensen die werkzaam zijn op dit gebied en je hoort ook iets over de opleiding die zij daarvoor gevolgd hebben. Zo kom je iets te weten over functies en beroepen die te maken hebben met de relatie tussen mens en technologie.

## Leerdoelen

Aan het eind van deze module kun je.....

- een meetinstrument met een sensor bouwen en daarmee meten bij het sporten.
- sportprestaties meten en met de meetresultaten de sportprestatie verbeteren.
- onderzoek doen naar je eigen voedingspatroon; dit beoordelen en aanpassen aan je behoeften onder verschillende omstandigheden
- de resultaten van je onderzoek op een heldere manier presenteren aan je medeleerlingen.
- Bepaalde spiergroepen benoemen en aanwijzen

Na afloop van deze module weet je.....

- hoe sensoren werken en hoe je van elektrische spanning een meetsignaal kunt maken
- hoe spieren werken, welke soorten spieren er zijn, hoe de energie wordt opgewekt voor beweging en wat het effect van training en doping op de werking van spieren is.
- hoe een verantwoord voedingspatroon eruit ziet, waar vitamines en mineralen in je voeding voor dienen en hoeveel je ervan nodig hebt.

## Opbouw module

Deze module bestaat uit practica, zelfstudie, theorielessen en internetopdrachten, die allemaal in het teken staan van sportprestaties. Je krijgt een toets over alle stof in deze module. Alles wat je leert en doet in deze opdracht vat je samen in een portfolio. Wat een portfolio is en hoe je daarmee werkt, kun je lezen in de ► werkinstructie portfolio in de NLT Toolbox.

In het volgende overzicht staat globaal de opbouw van de module weergegeven.

Besef dat je aan deze module aardig wat uren zal besteden buiten de les. Benut de lessen dan ook zoveel mogelijk voor instructie en maak je huiswerk zodat je niet achter gaat lopen en zo het hele traject doorloopt!

## Voorkennis

Er wordt uitgegaan van de basisvorming HAVO; dat je voldoende kennis van natuurkunde, scheikunde . en biologie hebt en vaardigheden op deze terreinen. In de tekst staat vermeld waar het handig is om voorkennis nog even op te frissen en welke literatuur daarbij geraadpleegd kan worden.

Lesuur (70min)	Inhoud	Activiteit	Huiswerk Leerlingen	SLU	Beoordeling	Docent
1	2 Meten & sport	-Introductie module -Zelfstudie -Opzoeken informatie mineralen + vitamines	-Opdracht 'Caloriechecker' doorlezen -Caloriechecker uitgeprint meenemen -Lezen Stickdiagram Hfst 4 -Lezen natuurkunde blok 1 (Hfst 5)	1,17	Portfolio	Begeleiden
2	3 Sport & Voeding	-College natuurkundeblok 1 -Instructie + maken stickdiagram -Vragen stellen over resultaat Caloriechecker	-Presentatie Mineralen+ vitamines maken	1,17	Portfolio Presentatie	Begeleiden
3	4 Meten aan beweging	-Presentatie Caloriechecker + Voedingsstoffen	-Lezen vervaardigen potentiometer (t/m Hfst 5.3)	1,17	Portfolio	College Begeleiden
4 & 5	5 Sensor & Signaal t/m 5.3	-Fabriceren Hoekmeter -Doornemen bijlage 5,6 en 7 -Portfolio op orde maken	-Afmaken fabricage	2,34	Portfolio	Begeleiden
6	5.3 Signaalverwerking & IJken 5.4 Beoordeling	-IJken Hoekmeter -Testen Hoekmeter	-Afmaken IJking + Testen	1,17	Portfolio	Begeleiden
7	5.3 Signaalverwerking & IJken 5.4 Beoordeling	-IJken Hoekmeter -Testen Hoekmeter	-Afmaken IJking + Testen	1,17	Portfolio	Begeleiden
8	6 Beweging & Spieren	-College -Film -Zelfstudie theorie	Maken hand-out theorie	1,17	Portfolio	College Begeleiden
9	7 Spronghoogte	-Inleveren hand-out Hfst 6 -College opstellen onderzoekswerkplan -Opstellen onderzoekswerkplan	-Afmaken Onderzoekswerkplan	1,17	Portfolio Presentatie	College Begeleiden
10, 11 & 12	7 Spronghoogte	-Experiment Spronghoogte & kniehoek	-Afmaken en uitwerken experiment	3,5	Portfolio	Begeleiden
13	8 Vervolgopleiding en beroep	-Verkennen mogelijke vervolgopleidingen en beroepen -Gastcollege / Excursie	Oriënteren op eigen onderzoek	1,17		Begeleiden
14		-Extra doornemen van lesstof -TOETS		1,17	Theorietoets	
14 t/m 16	9 Vrije Opdracht	-Zelf onderzoek met sensoren bedenken	Afronden module Sportprestaties	3,5	Portfolio	Begeleiden

# 2 Meten & sport

## 2.1 Hoe kun je sportprestaties meten?

### Sportprestaties

Sport bestaat vooral uit bewegingen (nou ja, behalve denksporten dan). Toch is een turner die doodstil met vooruitgestrekte benen en opzij gestrekte armen aan de ringen hangt ook een sportprestatie aan het verrichten. Verschillende zaken spelen een rol bij de beoordeling of er een topprestatie wordt geleverd. Dat kan snelheid van beweging zijn, maar ook kracht, uithoudingsvermogen en lenigheid.

In deze module gaan we onderzoeken hoe je een sportprestatie kunt meten en hoe je deze kunt beïnvloeden.

Als je sneller wilt lopen moet je je spieren trainen, maar ook het juiste voedsel eten om het lichaam de mogelijkheid te geven om zich te ontwikkelen. We gaan ons in deze module dus bezighouden met factoren die de prestatie beïnvloeden. We onderscheiden daarbij:

- **Biologische factoren:** skelet, spieren, etc.
- **Scheikundige factoren:** voeding, etc
- **Natuurkundige grootheden:** weerstand, kracht, zwaartekracht, etc.

Bij het onderzoeken hoe sportprestaties te meten zijn kijken we onder andere hoe we snelheid van beweging kunnen meten. Snelheid kun je meten als verplaatsing van het hele lichaam (bv. door tijdmeting bij een 100 meterloop), maar ook als verplaatsing van lichaamsdelen ten opzichte van elkaar. Het gewricht is daarbij het hoekpunt, en de lichaamsdelen maken een grotere of kleinere hoek met elkaar. Beweging in gewrichten kun je dus meten door hoekveranderingen te meten.

### Beweging meten

De houding van een sporter in stilstand kun je goed zelf waarnemen en eventueel meten. Zo kun je vaak prima zien of iemand zijn arm horizontaal houdt, onder 30 graden of bijvoorbeeld verticaal. Maar als iemand gaat bewegen wordt dat erg moeilijk. Kijk maar eens naar de arm van iemand die serveert bij tennissen, of iemand die een bal wegslaat bij honkbal. Die bewegingen gaan zo snel dat het met het blote oog niet meer waar te nemen is. We kunnen het oog natuurlijk helpen door bijvoorbeeld een video te maken en die langzaam af te spelen. In deze module gaan we gebruik maken van *sensoren* om beweging te meten.



## Sensoren zijn overal

Allerlei apparaten in je omgeving reageren op signalen. Ze meten deze signalen door middel van sensoren. Zo heeft een waterkoker een temperatuursensor om te meten wanneer het water kookt en een buitenlamp een lichtsensor om te bepalen wanneer het donker is. Een alarmsysteem kan beweging opmerken en een benzine meter geeft aan hoeveel benzine in de tank van een auto zit. Kortom, overal in onze omgeving wordt van alles gemeten.

Net als voor deze alledaagse toepassingen kunnen we sensoren ook gebruiken voor ons onderzoek naar bewegen. Het voordeel van sensoren boven onze eigen waarneming is dat ze onafhankelijk zijn van de persoon (objectief). Als je zelf vindt dat het warm is (subjectief), weet je nog niet hoe hoog de temperatuur precies is. Kijk je op de thermometer (ook een sensor), dan zie je precies hoeveel graden het op dat moment is.

Het lichaam zelf gebruikt ook sensoren om waar te nemen en zich aan te passen. Iedereen is continu bezig met het verzamelen van informatie. Terwijl je op de fiets naar school gaat neem je de omgeving waar, zodat je nergens tegenop rijdt. Je kijkt op een klok om te bepalen of je je moet haasten of dat je nog rustig aan kunt doen. Verder kijk je wat voor weer het is, om te bepalen wat je aan gaat trekken en of je misschien regenkleding mee moet nemen. Kortom je bent continu bezig met het registreren van wat er in je omgeving gebeurt.

Alles wat we waarnemen, kunnen we opslaan in onze eigen hersenen. En je kunt de informatie doorvertellen of invoeren in een computer. Zo kun je tegen je klasgenoot zeggen dat je het warm vindt of je kunt dingen die je waarneemt in een computerprogramma invoeren.

Behalve zintuigen voor het waarnemen van onze omgeving heeft het menselijk lichaam ook inwendige sensoren, zogenaamde 'lichaamssensoren'. Zo zitten er in onze gewrichten houdingsreceptoren. Deze meet in welke stand je gewricht staat. Houdingsreceptoren zijn zeer nauwkeurig, ze kunnen tot 4 graden nauwkeurig zijn. Zo'n houdingsreceptor is te vergelijken met de sensor die je in deze module gaat maken om gewrichtsstanden te meten en sportprestaties te bepalen.

## Sportprestaties en beroep

Als je een beetje geïnteresseerd bent in sport, dan heb je vast gemerkt dat er naast de sporters zelf ook veel andere mensen bij sport betrokken zijn. Zo zijn er coaches, bewegingstechnologen, fysiotherapeuten, trainers, organisatoren etc. Veel van deze mensen hebben een baan in de sport en zijn een groot deel van hun tijd bezig met het verbeteren van sportprestaties: niet hun eigen sportprestaties, maar die van de sporters die ze begeleiden. Deze mensen moeten naast kennis op het gebied van sport ook kennis op een

ander gebied hebben. Zo heeft een coach verstand van sport, maar ook van organiseren en managen. En een sportfysiotherapeut heeft verstand van sport en van het menselijk lichaam.

Behalve topsporters en hun begeleiders zijn er natuurlijk nog veel meer mensen die zich bezighouden met sportprestaties, maar dan op een ander niveau.

Voor iemand die moet revalideren na een operatie bijvoorbeeld, is het opnieuw gaan lopen een hele sport/bewegingsprestatie. Er worden voor sporters continu innovaties bedacht, zoals de klapschaats. In Nederland worden gebergtes nagebootst zodat sporters hier op kunstsneeuw kunnen skiën en aan klimwanden hun kunstje kunnen oefenen. Dus in een ruimer verband zijn er heel veel mensen actief in het ondersteunen van mensen in de bewegingsprestatie die ze kunnen leveren.

## 2 Opdracht Meten & sport

### Individuele opdracht

#### 2.1 Opdracht: Informatie verzamelen

- Bekijk de film over Sportfysica uit de reeks 'Natuurkunde voor de 2<sup>e</sup> fase' (zie bijlage 10 ► URL1)
- Kies uit de film vier zoektermen zoek hierover informatie op.

#### 2.2 Vragen over beroepssituaties

- Ga op zoek naar een drietal beroepen waarbij het goed is als je beweging en sportprestaties kunt meten.
- Zoek een aantal situaties binnen die beroepen waarbij je beweging en sportprestaties moet meten. Wat zou je dan precies moeten meten?
- Bedenk en schrijf op waarom het goed is om in die situaties beweging en sportprestaties te kunnen meten.

#### 2.3 Vragen over soorten metingen

Kies zelf een sport en zoek op internet antwoord op de volgende vragen:

- Wat is het belangrijkste aspect van deze sport: snelheid, kracht, lenigheid of uithoudingsvermogen?
- Als je zelf een onderzoek zou moeten doen om de sport te verbeteren, wat zou je dan onderzoeken?

#### 2.4 Portfolio

- Schrijf met behulp van deze informatie een inleiding voor je portfolio. Gebruik hiervoor de ► werkinstructie portfolio in de NLT Toolbox.
- Beschrijf hoe het beantwoorden van de vragen is verlopen
- Beschrijf wat je geleerd hebt van deze opdracht

## 2.2 Beoordeling

Het portfolio met daarin de inleiding en de beschrijving van de opdrachten wordt op inhoud en voortgang beoordeeld door je docent. De stof die je hier behandelt hebt komt voor in de toets.

### Criteria

De inleiding voor je portfolio wordt daarbij beoordeeld op de volgende criteria:

- De inleiding is in eigen woorden geschreven
- In de inleiding staan voorbeelden van beroepen, beroepssituaties en metingen
- De inleiding bevat behalve de gegeven informatie nog extra informatie

# 3 Sport & voeding

## 3.1 Voedsel geeft energie en meer

“Je bent wat je eet”. Een bekende, oude spreuk die nog steeds veel waarheid in zich draagt. Wel moet je er eigenlijk aan toevoegen: “en wat je drinkt”. Dagelijks consumeer je grote hoeveelheden eten en drinken. Vraag je je wel eens af hoe gezond het allemaal is?

De hoeveelheid voedsel kunnen we vertalen in hoeveel energie we er uit kunnen halen. Dit wordt vaak nog uitgedrukt in *kilocalorieën* (kcal), maar je kunt beter kilojoules (kJ) gebruiken, omdat deze eenheid internationaal is afgesproken (SI-stelsel). Dagelijks heeft een mens circa 10.500 kJ (=2500 kcal) nodig. Krijg je minder binnen dan val je af, eet je meer dan word je zwaarder, want de energie die je niet verbruikt wordt opgeslagen als lichaamsvet.

Natuurlijk is je *bewegingspatroon* hierbij heel belangrijk. Als je veel aan sport doet heb je natuurlijk meer nodig dan iemand die de hele dag zittend werk doet. Te veel eten en te weinig bewegen is de belangrijkste oorzaak van overgewicht.

Nederlanders zijn sinds de jaren '80 gemiddeld in gewicht toegenomen en dat zal nog meer gaan toenemen. Wist je dat op dit moment bijna de helft van de Nederlanders overgewicht heeft (BMI>25)? En 10% van de Nederlandse bevolking heeft obesitas (BMI>30), dit is zodanig ernstig overgewicht dat het een groot risico voor de gezondheid inhoudt. BMI betekent Body Mass Index. De BMI kun je berekenen door je gewicht te delen door je lengte in het kwadraat:

$$BMI = m / \ell^2 \tag{1}$$

waarin:

- BMI = Body Mass Index (kg/m<sup>2</sup>)
- m = je massa (kg)
- ℓ = je lengte (m)

Reken jouw eigen BMI eens uit en zoek op wat dit betekent.

Ook is het van belang dat je gevarieerd eet, want behalve energie moet je voedsel ook alle verschillende vitamines en mineralen bevatten die je lichaam nodig heeft als bouwstoffen en beschermende stoffen.

In dit deel van de module leer je je bewust te worden van je *voedingspatroon* en hoe je dit voedingspatroon kunt aanpassen aan je eigen behoefte.

**3 Opdracht:** Je eigen eetpatroon en dat van een topsporter Groepsopdracht; opdracht 3.1 t/m 3.3 worden individueel als huiswerk uitgevoerd.

Maak de onderstaande deelopdrachten. Onderzoek je eetgewoonten. Zoek uit waarom we vitamines en mineralen nodig hebben. Bronnen voor deze opdracht vind je in bijlage 3.

### 3.1 Dagboek: eten & drinken, sport & andere beweging

Het is de bedoeling dat je drie dagen lang nauwkeurig bijhoudt wat en hoeveel je eet en drinkt. Schrijf *precies* op wat je neemt, dus ook de hoeveelheid in aantal of grammen. Bedenk zelf wat je moet opschrijven om succesvol een eigen analyse te maken. Het handigste is dat meteen te noteren. Kijk daarvoor alvast op de website waar je het in gaat vullen. Ook is het belangrijk dat je aangeeft welke extra fysieke inspanningen je in deze dagen verricht hebt.

### 3.2 De Caloriechecker: je persoonlijke energiebehoefte (zie ► bijlage 10 URL2 en ► bijlage 1)

In het programma “de Caloriechecker” vul je eerst je algemene gegevens in, o.a. je gewicht en je lengte. Bekijk in bijlage 1 hoe de site werkt. Aan de hand van deze gegevens berekent het programma hoeveel calorieën/joules jij per dag nodig hebt. Dit is natuurlijk een gemiddelde, maar je kunt het programma afstemmen op jouw situatie. Als je een fanatieke hardloper of tennisser bent en je sport vijfmaal per week heb je natuurlijk meer joules nodig dan iemand die alleen tijdens de gymlessen in beweging komt.

### 3.3 De Caloriechecker: het resultaat

(zie ► bijlage 10 URL2 en ► bijlage 1)

Nu ga je je aantekeningen van opdracht 3.1 (wat je precies gegeten en gedronken hebt in die drie dagen) nauwkeurig in de Caloriechecker invoeren. De Caloriechecker analyseert je dieet en laat zien of alles wat je nodig hebt erin zit. Print de gegevens uit en vergelijk ze met die van je groepsgenoten.

### 3.4 Is je eetpatroon oké?

Nu je je onderzoek naar eigen eetpatroon hebt gedaan komt het belangrijkste: Conclusies hieruit trekken. Controleer of je alles in de juiste hoeveelheden hebt binnengekregen. Heb je voldoende, maar niet teveel vetten binnengekregen en is je gemiddelde calorie-inname in verhouding tot je leeftijd en inspanningen? Eet je voldoende groenten en fruit?

Ga je nu je deze dingen over jezelf eet wat veranderen aan je eetpatroon? Waarom wel/niet?

### 3.5 Vitamines en mineralen

Om na te gaan waarvoor mineralen en vitamines dienen, maak je in overleg met elkaar en je docent een verdeling zodat ieder twee van deze stoffen gaat uitdiepen. Je gaat van elke stof

uitzoeken waar het voor dient, waarin het zit, wat de ADI (aanbevolen dagelijkse inname) is en wat er gebeurt als je teveel of te weinig binnenkrijgt. In de Binas staat handige informatie en op internet is ook wat te vinden.

Deze resultaten ga je aan het eind van de opdracht presenteren aan je medeleerlingen, zodat jullie uiteindelijk allemaal van alle vitamines en mineralen de belangrijkste informatie hebben.

### 3.6 Topsport en calorie-inname

Bekijk op Teleblik (zie bijlage 10 ► URL3) de volgende filmpjes:

- nr. 79377: Hoeveel calorieën heb je per dag nodig?
- nr. 79392: Wat eet een topschaatser?

Werk daarna, in overleg met je docent, een van de volgende opdrachten uit:

- a. Wat is een ideaal dieet voor een topsporter die duurprestaties levert? Denk daarbij aan een marathonloper, een langeafstandswielrenner of een marathonschaatser.
- b. Wat is een ideaal dieet voor een topsporter die kortdurende, vaak explosieve prestaties levert? Denk hierbij aan een sprinter(100m hardlopen of 50m zwemmen) of gewichtheffer
- c. Beoefen je zelf een sport en wil je uitzoeken wat het ideale dieet is voor een topsporter in jouw sport, doe dat dan, na overleg met je docent.

### 3.7 Presentatie

Presenteer met je groepsgenoten je resultaten aan je klasgenoten. Dit kan in de vorm van een PowerPoint presentatie, een posterpresentatie of een presentatie met behulp van het bord. Kies een vorm uit die naar de mening van de groepsleden het meest effectief is. De presentatie moet onder andere de volgende onderdelen bevatten:

- De resultaten en conclusies van de ingevulde Caloriecheckers
- De resultaten van het onderzoek naar mineralen en vitamines
- De resultaten van het onderzoek naar het dieet van de topsporter

Geef een hand-out van je presentatie aan je docent vóór de presentatie. Je kunt voor het presenteren gebruik maken van ► werkinstructie presenteren in de NLT Toolbox.

### 3.8 Portfolio

a Schrijf met behulp van de gemaakte opdrachten een samenvatting van wat je gevonden en gedaan hebt zoals:

- De ingevulde Caloriechecker
- Informatie over vitamines en mineralen
- Een ideaal dieet voor een topsporter

b Beschrijf hoe de opdrachten zijn verlopen

c Beschrijf wat je geleerd hebt van deze opdracht

## 3.2 Beoordeling

Het portfolio met daarin de samenvatting en de beschrijving van de opdrachten wordt op inhoud en voortgang beoordeeld door je docent. De stof die je hier behandelt hebt komt voor in de toets.

### Criteria

De samenvatting wordt daarbij beoordeeld op de volgende criteria:

- Toon je inzicht in je eigen *eetpatroon* en weet je hoe je eetpatroon beter kan?
- Ben je bekend met de belangrijkste vitaminen en mineralen en hun werking?
- Wat zijn de gevolgen van een tekort en overvloed aan inname van de vitaminen en mineralen?
- Heb je een link gelegd tussen voedingswaarden en -behoeften bij een specifieke sport?

Daarnaast wordt de presentatie beoordeeld door je medeleerlingen die aanwezig zijn bij deze presentatie. Je krijgt een cijfer voor de presentatie. Je krijgt daarbij tips en adviezen van je medeleerlingen voor een volgende presentatie. Het is de bedoeling dat de medeleerlingen tijdens de presentatie letten op de volgende criteria:

	PowerPoint presentatie	posterpresentatie	Presentatie m.b.v. bord
Inhoud	x	x	x
Gebruik van je stem	x	x	x
Lichaamstaal	x	x	x
Grammatica en uitspraak	x	x	x
Organisatie/structuur	x	x	x
Technische kwaliteit	x		
Visuele aantrekkelijkheid	x	x	
Bordgebruik			x

*Figuur 1: Tabel voor beoordeling presentatie*

Tijdens de presentatie vullen je medeleerlingen het formulier in dat te vinden is in bijlage 2. Het is verstandig vóór je presentatie dit formulier eens te bekijken. Na afloop van je presentatie krijg je van alle medeleerlingen een ingevuld formulier. Bewaar deze formulieren goed, hier staan aanwijzingen en tips in voor de volgende keer dat je gaat presenteren.

# 4 Meten aan beweging

## 4.1 Wat is beweging?

In hoofdstuk 2 heb je kunnen lezen dat sport vooral bestaat uit bewegen. Maar wat is nu eigenlijk *bewegen*? Zodra iemand (een deel van) zijn lichaam verplaatst, spreken we van bewegen, dus voor bewegen is in elk geval *verplaatsing* nodig. Verder is het vaak belangrijk om te weten hoe snel een beweging is, dus dan is naast de verplaatsing (hoe ver) ook de *tijdsduur* (hoe lang duurt het) van belang.

Als iemand stil staat kun je vaak goed de houding (stand van de gewrichten) van die persoon waarnemen. Meestal heb je daar geen apparatuur voor nodig, dit is gewoon met het blote oog waar te nemen. Als iemand echter gaat bewegen (zich verplaatsen) is dat een stuk lastiger. Het is dan niet meer mogelijk om op ieder tijdstip precies de houding van iemand te bepalen. We zien wel dát iemand beweegt en of dit snel of langzaam gaat, maar het is moeilijk om precies aan te geven hoe snel dat gaat.

Eigenlijk kun je een beweging beschrijven als een opeenvolging van houdingen. Denk bijvoorbeeld aan een video: als je deze gewoon afspeelt is een bewegend persoon te zien, maar bij het “beeld voor beeld” bekijken van de video zie je dat deze beweging eigenlijk bestaat uit een serie beelden/houdingen na elkaar, waarbij de houding telkens een klein beetje veranderd is.



Figuur 1: Stickdiagram

### 4 Opdracht Stickdiagram van een sprong

#### Individuele opdracht

Het is lastig om precies te tekenen wat er met de ledematen (romp, armen, benen en voeten) gebeurt bij het springen. Vandaar dat we dan meestal een vereenvoudigde vorm tekenen, dat heet ook wel een stick diagram. In figuur 1 staat een stickdiagram van een staande persoon met de armen vooruit, die iets door de knieën zakt. De persoon probeert zo hoog mogelijk te springen.

#### 4.1 Tekening

Om een beeld te vormen van hoe de sprong eruit ziet zal eerst een medeleerling de sprong uitvoeren. Doe dat een paar keer, terwijl je let op de bewegingen van de arm en bijvoorbeeld het enkel- en heupgewricht.

Teken daarna zelf in vijf stappen (5 diagrammetjes) het verloop van een sprong. Geef hierin de kniehoek aan (dit is de hoek van het onderbeen ten opzichte van het bovenbeen) en hoe groot deze hoek is in graden (<sup>0</sup>). Benoem de onderdelen. Bekijk de hoekstanden van alle gewrichten. Zoek informatie op over het maken van een stickdiagram op internet op ► bijlage 10 URL 4.



## 4.2 Portfolio

- Zet de vijf zelfgemaakt stickdiagrammen in je portfolio
- Beschrijf hoe de opdracht is verlopen
- Beschrijf wat je geleerd hebt van deze opdracht

## 4.2 Bewegingsregistratie

Tijdstip (in sec)	Hoek (in graden)
0.0	45
0.1	47
0.2	48
0.3	50
0.4	52
0.5	51
0.6	50
0.7	48
0.8	46
Etc.	Etc.

Figuur 2: Voorbeeldtabel kniehoek bemonsteren

Bij iedere vorm van bewegingsregistratie (het meten van beweging) wordt gebruik gemaakt van een serie beelden/houdingen achter elkaar. Met vaste tussentijden wordt er gekeken wat de houding of positie van de persoon is. Het is bijvoorbeeld mogelijk om met vaste tijdsintervallen te bepalen hoe groot de kniehoek (hoek tussen onder- en bovenbeen) is tijdens het springen. Dit meten met vaste tijdsintervallen noemt men het “*bemonsteren*” van de kniehoek. Op elk tijdstip wordt een “monster” genomen, dat wil zeggen: de grootte van de kniehoek wordt gemeten.

Als de tijd tussen de monsters bekend is, dan is ook de snelheid van bewegen te berekenen. Stel bijvoorbeeld dat de kniehoek op tijdstip 0 s  $45^\circ$  is en 0.1 s later  $47^\circ$ , dan is de *hoeksnelheid* van de knie  $2/0.1 = 20^\circ/\text{s}$ . Door het bemonsteren ontstaat dus een serie van data (waarnemingen) met het tijdstip en de bijbehorende waarde van het signaal (in dit geval de kniehoek). Op die manier is een beweging te meten.

Bij het bemonsteren is het natuurlijk wel van belang dat we vaak genoeg meten, met andere woorden: dat de *bemonsterfrequentie* hoog genoeg is. Stel dat we een bemonsterfrequentie van 1 Hz (1x per seconde) kiezen, dan is de halve sprong al voorbij voordat de eerste waarde gemeten is. Voor het bepalen van de bemonsterfrequentie moeten we dus eerst het kortste bewegingsmoment opzoeken, bijvoorbeeld het inveren (door de knieën gaan) vóór de sprong. Stel dat dit ongeveer 0,1 seconde duurt, dan moeten we met minimaal 50 Hz (50 x per seconde) meten, want voor een betrouwbare meting moeten er minimaal 5 meetpunten zijn binnen deze periode van 0,1 s; dus 5 metingen per 0,1 s = 50 per s = 50 Hz.

## 4.3 Opdracht Verhelderen begrippen

### Individuele opdracht

Lees de inleiding over bewegingsregistratie door en schrijf vier begrippen op met de verklaring erbij.

*Tip:* Gebruik lesmateriaal van andere vakken zoals wiskunde en natuurkunde. Zorg dat je kunt uitleggen wat er bedoeld wordt met alle begrippen die genoemd zijn in de inleiding.

## 4.4 Portfolio

- Schrijf in je portfolio een eigen tekst over de begrippen uit de inleiding over bewegingsregistratie.
- Beschrijf hoe de opdracht is verlopen
- Beschrijf wat je geleerd hebt van deze opdracht

## 4.3 Beoordeling

Het portfolio met daarin de stickdiagrammen, de eigen korte tekst met uitleg van de begrippen en de beschrijving van de opdrachten wordt op inhoud en voortgang beoordeeld door je docent. De stof die je hier behandelt hebt komt voor in de toets.

### Criteria

De stickdiagrammen worden daarbij beoordeeld op de volgende criteria:

- Stickdiagrammen zijn compleet en herkenbaar
- De vijf stappen verschillen voldoende van elkaar om de sprong weer te geven.

De eigen tekst wordt daarbij beoordeeld op de volgende criteria:

- De begrippen zijn met eigen woorden uitgelegd.
- De tekst bevat meer informatie dan de informatie die hierboven gegeven is
- De begrippen zijn helder uitgelegd.

# 5 Sensor & signaal

## 5.1 Inleiding: meten met een sensor

Een van de meest gebruikte methoden om grootheden (kracht, snelheid, hoek, etc.) te meten is het gebruik van sensoren met een *variabele elektrische weerstand*. Bij zo'n sensor varieert de grootte (bijvoorbeeld de hoek) vaak evenredig met de weerstand. Dus als de weerstand meetbaar is, is ook de grootte meetbaar. Het meten van weerstand komt in de volgende paragraaf verder aan de orde. We gaan dit gebruiken om een hoekmeter te maken. We zullen dit apparaat in het vervolg een hoekmeter noemen, maar je zult er in hoofdstuk 7 achter komen dat je met dit apparaat ook hoeksnelheid en hoekversnelling kunt meten.

## 5.2 Hoekmeter

### Potentiometer



Figuur 3a: Potentiometer met drie aansluitpunten

Een *potentiometer* (ook wel potentiometer genoemd) is een draaibare weerstand waarbij de grootte van de weerstand afhankelijk is van de *hoekverdraaiing*. Een veelgebruikte toepassing van een potentiometer is de volumeknop van de stereo-installatie. Daarbij geldt: hoe verder de knop rechtsom wordt gedraaid, des te kleiner is de weerstand, des te groter het signaal naar de boxen en des te harder de muziek. In plaats van als volumeregeling is een potentiometer ook te gebruiken als hoekmeter: de weerstand is immers afhankelijk van de hoekstand.

Natuurkundeblok 1 bevat de theoretische achtergrond bij de potentiometer. Heb je dit nog niet gehad omdat je niet voor natuurkunde hebt gekozen, dan is het handig om dit te lezen. Je kunt het natuurlijk ook lezen om je kennis op te frissen.

### 5 Opdracht hoekmeter vervaardigen en aansluiten op Coachlab

#### Groepsopdracht

In hoofdstuk 7 ga je met je groep een onderzoek uitvoeren met een hoekmeter. Die hoekmeter ga je in dit hoofdstuk zelf vervaardigen, ijken en testen.

De hoekmeter kan door twee personen worden gefabriceerd. De twee anderen uit de groep kunnen terwijl de hoekmeter wordt gemaakt het gedeelte over het testen van de potentiometer en het ijken van de hoekmeter alvast uitvoeren. Wanneer de eigen potentiometer getest moet worden op een werkend signaal maak je dus gebruik van je eigen potentiometer en wanneer je al verder bent kun je het ijken oefenen met een geleende hoekmeter.

### 5.1 Opdracht: solderen hoekmeter

Lees voordat je iets doet alles zorgvuldig door. Kijk daarna of alle materialen aanwezig zijn en of je docent of TOA al wellicht wat dingen vooraf heeft gedaan.

#### B e n o d i g d h e d e n

Voor het solderen van de hoekmeter heb je de volgende spullen nodig, die je krijgt van je docent:

- potentiometer (1 omwenteling, 100k $\Omega$ , lineair, zie figuur 3a)  
Soldeerstation met soldeerbout (fijne punt)
- soldeertin
- snoertje, 4mm, 25 a 30 cm lang
  - geel
  - rood
  - zwart
- snoertje, 4mm, 1 a 2 m lang
- (banaan)stekker
  - geel
  - rood
  - zwart
- isolatietape, om soldeerverbindingen voor kortsluiting te behoeden
- knip/striptang, om snoertjes te knippen en te strippen
- schroevendraaier, om banaanstekkers te monteren
- schaar, om isolatietape te knippen

#### W e r k w i j z e v e r v a a r d i g i n g c o n t a c t e n

De potentiometer heeft 3 aansluitpunten, die alle drie gebruikt worden.

- a Soldeer aan een van de buitenste contacten een draad met een zwarte stekker.
- b Soldeer aan het andere buitenste contact een draad met een rode stekker.
- c Soldeer aan het middelste contact van de potentiometer een draad met een gele stekker.
- d Monteer aan de andere uiteinden van de snoertjes de banaanstekkers, volgens dezelfde kleur (zie figuur 3b).

### 5.2 Opdracht: Testen potentiometer

Test voordat je verder gaat met de vervaardiging van de hoekmeter eerst of de aansluitingen goed zijn gesoldeerd. Je kunt dit testen door de potentiometer aan te sluiten op Coach. Hoe dit moet kun je lezen in bijlage 3.

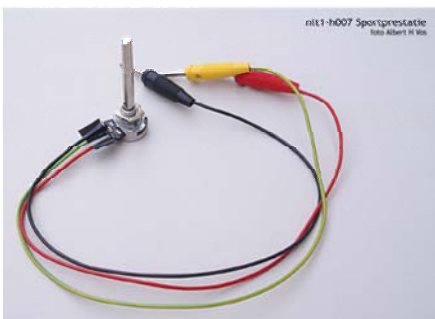
#### B e n o d i g d h e d e n r a n d a p p a r a t u u r :

- Coach software geïnstalleerd op een pc
- Coachlab II interface

#### W e r k w i j z e

Sluit de hoekmeter aan op de Coachlab II interface.

De Coachlab heeft aan de linkerkant (aansluiting 3) drie aansluitpunten: één zwart, één geel en één rood. Sluit de



Figuur 3b: Potentiometer met gesoldeerde snoeren.

stekkers van de potentiometer aan op de bijpassende kleuren van Coach.

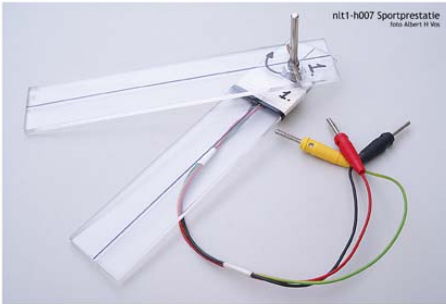
- a Open in Coach 6 het bestand “meten met hoekmeter\_juni2009.cma” en doorloop de eerste stap.
- b Als de signalen goed doorkomen en de soldeerverbindingen in orde zijn, plak elk van de 3 soldeerverbindingen dan af met een stukje isolatietape

## 5.2 Opdracht: Vervaardigen hoekmeter

### *Benodigheden :*

- boortjes, 6mm en 10mm
- kolomboormachine
- 2 perspex plaatjes, van zo'n 25 cm lang en 5 cm breed
- rondvijl
- platvijl
- kabelhouders / tiewraps
- plakband
- Stuk stevig staaldraad, zo dik als het gaatje in de as van de potentiometer, iets minder breed als het perspex latje
- tube combinatielijm

- a meet de exacte maat op van de as en van het huis (de schroefverbinding) van de potentiometer (*bijv. 6,0 resp. 10,0 mm*)
- b boor in het uiteinde van het ene latje een gat van (*bijv.*) max. 6,0 mm
- c boor in het uiteinde van het andere latje een gat van (*bijv.*) max. 10,0 mm. Maak daarna met een vijl een inkeping zodat het stuk staaldraad daarin past.
  - aandachtspunt: probeer een strakke klempassing te maken, in het ideale geval heeft bovendien de as van de potentiometer ribbels en heeft het huis van de potentiometer een schroefverbinding  
Vijl met de platvijl de scherpe randjes van de latjes en met de rondvijl de scherpe randjes rond de gaten.
- d lijm het ene latje op het huis van de potentiometer, draai de as van de potentiometer *zo ver mogelijk naar links* en lijm vervolgens het tweede latje op de as van de potentiometer. Bevestig daarna het stukje staaldraad op de inkeping van het latje en door de as van de potentiometer met combinatielijm;
  - aandachtspunt: monteer het tweede latje aan de as zo dicht mogelijk tegen het huis aan, dus niet helemaal aan het uiteinde van de as - de rotatie dient zo veel mogelijk in hetzelfde vlak te gebeuren, anders wordt de potentiometer ook zijdelings belast en dat komt de potentiometer, maar ook de meting zelf, niet ten goede.
- e gebruik een stuk gaffertape om de drie bungelende snoertjes vast te zetten op het onderste latje (dat vastzit aan het huis van de potentiometer)



Figuur 4: Onderdelen verbonden aan de potentiometer

- aandachtspunt: je maakt als het ware een soort trekbeveiliging, zodat de soldeerverbindingen niet belast worden als er aan de snoertjes of stekkers getrokken wordt.

Als het goed is bestaat de hoekmeter nu uit de volgende onderdelen (zie figuur 4):

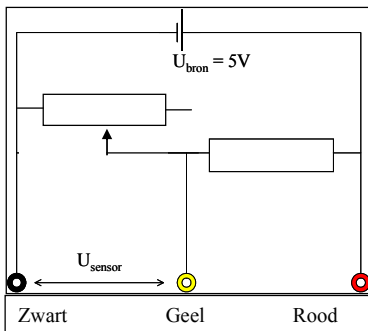
- potentiometer met daaraan verbonden:
  - twee latjes die ten opzichte van elkaar kunnen roteren van  $0^\circ$  tot  $270^\circ$
  - drie snoertjes van zo'n 20 cm die vastgemaakt zijn aan het onderste latje, en die aan het eind elk een stekker hebben

#### Extra

Voor het uitvoeren van de metingen zijn langere snoertjes nodig dan de ongeveer 20 cm lengte die de snoeren nu hebben. Als er geen standaardverlengsnoeren aanwezig zijn kun je die zelf maken, van snoeren van 1 tot 2 meter lang. Ze werken dan als een verlengsnoer.

#### 5.4 Opdracht: Portfolio

- Maak een foto van de (werkende!) hoekmeter, aangesloten op Coach en plak deze in je portfolio
- Beschrijf hoe de opdracht is verlopen
- Beschrijf wat je geleerd hebt van deze opdracht



Figuur 5: Schakeling potentiometer

## NATUURKUNDEBLOK 1 : Spanningsverdeling in een serieschakeling

In een elektrische schakeling met een spanningsbron wordt de stroom die door deze schakeling loopt in gang gezet door de spanning die staat tussen de twee uiteinden van de spanningsbron. De -pool (minpool) van de spanningsbron wordt vaak aangeduid met 0 Volt en de +pool (pluspool) met de waarde van de spanning die door de spanningsbron geleverd wordt. In het geval van de schakeling in figuur 5 en 6 is dat 5 Volt. De grootte van de elektrische stroom wordt dus bepaald door het verschil tussen de + en de -pool. (Om te benadrukken dat het gaat om het verschil tussen twee punten, wordt soms gesproken over een *spanningsverschil*. Eigenlijk is dat dubbelop: een spanning 'staat' tussen twee punten en is dus altijd een verschil. Maar om dit verschil te benadrukken wordt dus soms over spanningsverschil gesproken. Ook in deze module doen we dat.)

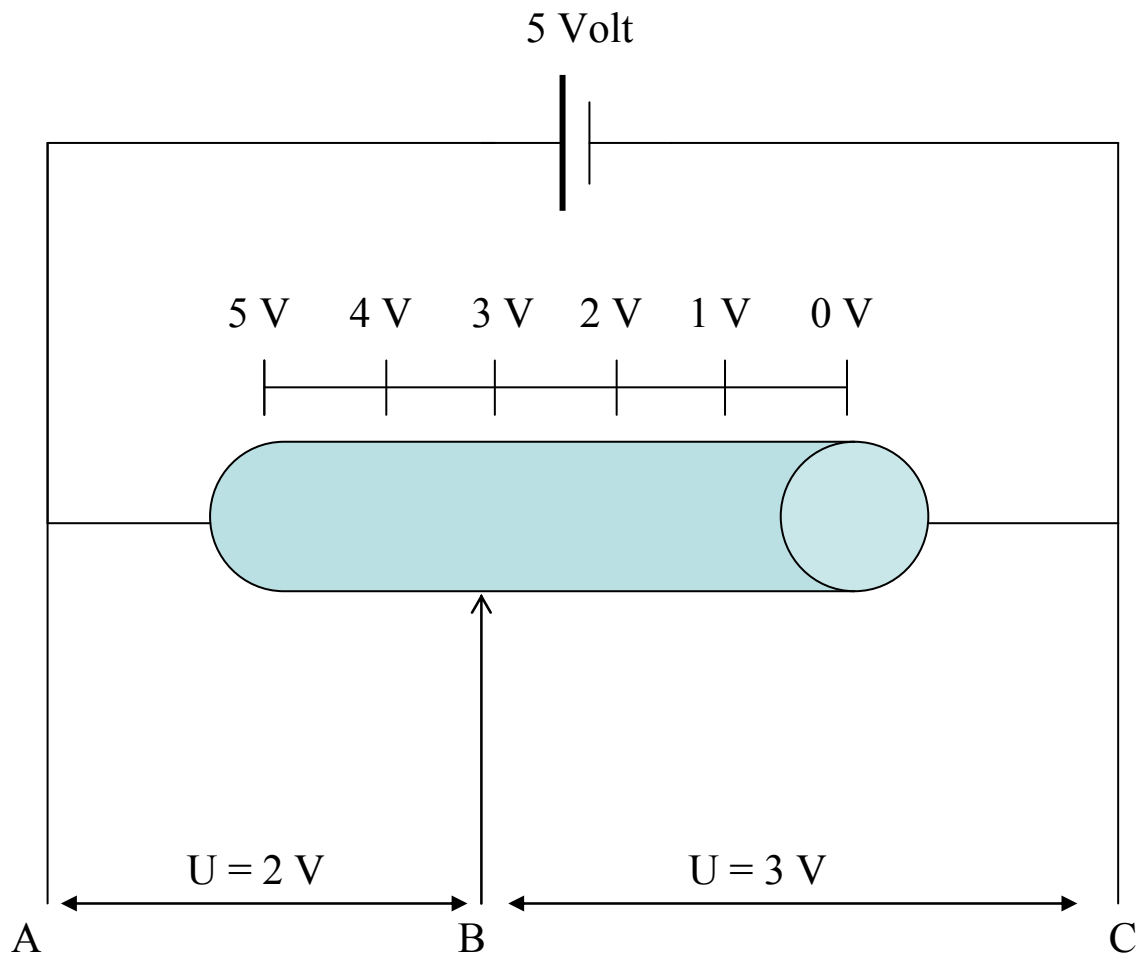
Dus de grootte van de elektrische stroom wordt bepaald door het spanningsverschil tussen twee punten. *Hoe groter het spanningsverschil hoe groter de stroom.* Het verband tussen het spanningsverschil en de stroom wordt gegeven door de *wet van Ohm*:

$$U = I \times R \quad (2)$$

Waarin:

- U = spanningsverschil (volt)
- I = stroom (ampère)
- R = weerstand (ohm)

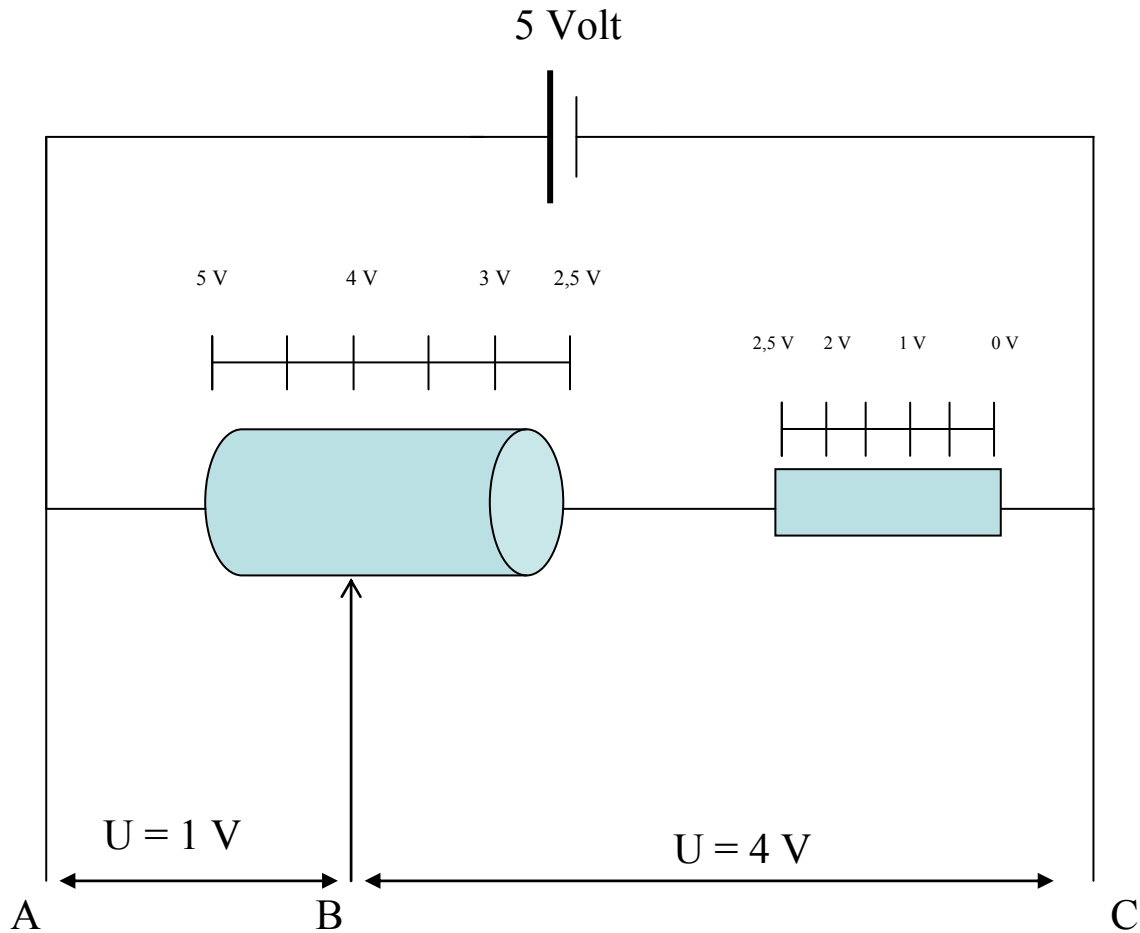
In het geval van de schuifweerstand in figuur 5 daalt de spanning van de +pool naar de -pool met 5 Volt. Dit betekent dat er tussen de -pool en het midden van de schuifweerstand een spanningsverschil van 2,5 Volt bestaat. Dit is de waarde die een voltmeter aangeeft als je tussen deze twee punten meet (met ander woorden: als B precies naar het midden wordt geschoven). Als je met een voltmeter het spanningsverschil tussen de -pool en verschillende plekken op de schuifweerstand gaat meten, zul je afhankelijk van de plek steeds een andere spanning meten. Je krijgt op die manier in feite een *variabele spanningsbron afhankelijk van de positie op de schuifweerstand*.



*Figuur 6: Schuifweerstand als potentiometer.*

In figuur 6 is te zien dat de spanning tussen de uiteinden van de schuifweerstand 5 Volt is. Het spanningsverschil tussen A en C is gelijkmatig over de weerstand verdeeld. Per ohm daalt de spanning met een bepaalde vaste waarde. (De ohm is de eenheid voor elektrische weerstand; de ohm wordt weergegeven met het teken  $\Omega$ ). Als de spanning tussen A en B 2 Volt is dan is de spanning tussen B en C ( $5\text{V} - 2\text{V}$ ) 3 Volt. Door nu punt B steeds te verschuiven kan de spanning tussen A en B worden gevarieerd.





Figuur 7: Schuifweerstand in serie met vaste weerstand. De spanning wordt verdeeld over de twee weerstanden.

In figuur 7 is er nóg een weerstand in serie geplaatst met de schuifweerstand. Dit wordt vaak gedaan als beveiliging ingeval er een kortsluiting ontstaat tussen AB of BC. In dat geval wordt de stroom in ieder geval begrensd door een weerstand.

Net als in figuur 6 wordt de spanning verdeeld, maar nu tussen de buitenste uiteinden van de twee weerstanden. Uit figuur 7 is af te leiden dat de weerstanden in dit geval aan elkaar gelijk moeten zijn omdat de spanningsval over de afzonderlijke weerstanden gelijk is aan elkaar.

Stel er zijn twee weerstanden  $R_1$  en  $R_2$  met elkaar in serie geschakeld. Het spanningsverschil over deze 2 weerstanden bedraagt  $U$  volt, de totale weerstand is  $(R_1 + R_2)$ . Omdat in een serieschakeling de stroomsterkte  $I$  overal gelijk is, valt uit vergelijking (2) af te leiden hoe groot  $U_1$  wordt:

$$U_1 = \left( \frac{R_1}{(R_1 + R_2)} \right) \times U \quad (3)$$

En de spanning  $U_2$  over  $R_2$  wordt gegeven door:

$$U_2 = \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \times U \quad (4)$$

Als je dus de waardes van  $R_1$  en  $R_2$  kent dan kun je ook het spanningsverschil uitrekenen dat over iedere weerstand afzonderlijk staat.

In het geval van een schuifweerstand wordt de spanning tussen A en B bepaald door de afstand waarover de schuif wordt verplaatst. Bijvoorbeeld in figuur 7 komt 0 Volt overeen met een afstand van 0 centimeter en 2,5 Volt komt overeen met de totale lengte van de schuifweerstand. Door de spanning te meten kun je zeggen op welke plek de schuif van de schuifweerstand staat. In het geval van de draaipotentiometer (schuifweerstand in cirkelvorm) wordt de spanning bepaald door de hoek waarover de schuif wordt gedraaid. Een spanning van 0 Volt komt dan overeen met een hoek van 0 graden en de maximale spanning (2,5 V in figuur 7) met een hoek die bijna 300 graden is (maximale uitslag potentiometer).

## 5.3 Signaalverwerking & ijken

### Analoog-digitaal-conversie

De verandering van elektrische weerstand is eenvoudig om te zetten naar een verandering van een elektrisch signaal. Uit de wet van Ohm ( $U = I \times R$ ) blijkt dat de verandering van spanning evenredig is met de verandering van weerstand (mits de stroom constant blijft). Bij het aansluiten van de sensor (potentiometer) op een spanningsbron ( $U_{\text{bron}}$ , zie figuur 6), ontstaat een uitgangsspanning ( $U_{\text{sensor}}$ , zie figuur 6) waarvan de waarde afhankelijk is van de gemeten grootte.

De volgende stap in het construeren van een meetsysteem is het opslaan van het signaal. Een elektrisch signaal (analoog) is echter niet zomaar op te slaan, daarvoor moet het eerst omgezet worden naar een digitaal signaal. Deze omzetting gebeurt in een *AD-converter*. Dit noemt men analoog-naar-digitaal-conversie. Een digitaal signaal is op te slaan en te bewerken op de computer. Het tegenovergestelde van AD-conversie is DA-conversie, wat gebeurt bij het omzetten van bijvoorbeeld een digitaal MP3-bestand naar een analoge spanning voor een koptelefoon.

### Bemonsteren

Bij het omzetten van een analoog signaal worden monsters (samples) genomen van het signaal (de elektrische spanning). De term 'monster' betekent overigens hetzelfde als 'sample'. Dat kan 10x per seconde gebeuren (10 Hz) maar bijvoorbeeld ook 100x of 1000x. Eén van de meest bekende voorbeelden van bemonsteren is een videocamera, die 25x per seconde een

“foto” neemt. Bij het snel afspelen van die foto’s achter elkaar ontstaat een bewegend beeld. Hoe meer “foto’s” per seconde, hoe beter (vloeiender) de beweging van het beeld. Zo is het ook met een elektrisch signaal: hoe meer samples per seconde (hoe hoger de *samplefrequentie*) des te beter het digitale signaal. Het effect van bemonsteren en de bemonsterfrequenties kun je eventueel testen met een Coach experiment.

## Kwantificeren

Van ieder monster moet de hoogte van de spanning opgeslagen worden. Dat kan echter niet oneindig nauwkeurig. De waarde 0.7848282677263726327667 zal bijvoorbeeld afgerond worden naar 0.785 voordat deze opgeslagen wordt. De *nauwkeurigheid* van het kwantificeren (afronden) is afhankelijk van de AD-converter. Een 1 bit AD-converter kan het signaal alleen maar opslaan als 1 of 0, terwijl een 12 bit AD-converter het totale bereik op kan slaan in  $2^{12}$  (4096 stappen).

## Resolutie

De resolutie van het digitale signaal van de hoekmeter is afhankelijk van de AD-converter en het totale bereik waarbinnen het signaal kan variëren. Stel bijvoorbeeld dat het totale bereik van de potentiometer  $180^\circ$  is en er 256 (8 bit AD-converter) stappen beschikbaar zijn, dan is de resolutie  $180/256 = 0,7^\circ$ . Dus de uiteindelijke resolutie van het signaal is afhankelijk van de resolutie van de AD-omzetter (in volt/stap) en de gevoeligheid van de sensor (in volt/°). Deze leveren samen de *resolutie van het meetsysteem* (in °/stap).

Hoek (graden)	Spanning (volt)
0	
20	
40	
...	
...	
Enz.	

Figuur 8: ijktabel hoekmeter

### 5.5 Opdracht IJken hoekmeter

#### Groepsopdracht

IJK de hoekmeter die je hebt gemaakt zodat je weet bij welke spanning welke hoek hoort en leg de ijking vast in Coach 6. Je kunt dit ook zelf berekenen. Voor meer uitleg hierover of ter opfrissing van je kennis kun je natuurkundeblok 2 doorlezen.

#### 5.6 Opdracht

- Sluit de hoekmeter aan op de AD-converter van het programma COACH 6. Zie ► bijlage 4 en 5.
- Bepaal de gevoeligheid van de potentiometer in voltage per graad (volt/°). Druk dit uit in de volgende zin: Als er 1 graad hoekverandering optreedt verandert het voltage ook met ... Volt.
- Bepaal hoeveel graden de hoekmeter moet veranderen om 1 Volt te veranderen. Druk dit weer uit in een zin.

### 5.7 Opdracht

De sensor die je gemaakt hebt levert bij een bepaalde hoek een bepaalde spanning. Bv. 2.40V bij 140°. Om een sensor te kunnen gebruiken moeten we weten bij welke hoek welke spanning hoort. Deze meting heet een *ijking*.

Sluit de hoekmeter aan op Coach en maak een tabel -op papier- waarin je voor iedere 20° de spanning noteert. De hoek lees je af met een geodriehoek, de bijbehorende spanning lees je af van het computerscherm.

### 5.8 Opdracht

Maak een ijkgrafiek op papier (hoek horizontaal en spanning verticaal) met de getallen uit bovenstaande tabel.

Twee punten van je rechte lijn (bv. het beginpunt en het eindpunt) kun je gebruiken om je ijking vast te leggen in het meetprogramma op jullie school. Dit rekent dan meteen om naar graden.

In Coach 6 werkt het als volgt: (Niet alles wat je moet invullen wordt behandeld. Als je vragen hebt kun je je docent of de helpfunctie raadplegen). Je kunt in een activiteit van Coach 6 een nieuwe sensor definiëren door met de rechter muisknop te klikken in de veldjes waarin de sensoren staan en “maak” te kiezen. Als je onderaan bij ijking “ijklijn” kiest, kun je bij X0 (spanning) en Y0 (hoek) je eerste punt van de ijklijn invullen en bij X1 en Y1 het tweede. Let erop dat de assen van de grafiek goed staan. Je kunt in Coach 6 ook meteen de ijking laten vastleggen. Kies dan *niet* de optie “ijklijn”, maar “ijkcurve” en klik daarna op “ijking”. Daarna kun je handmatig de waarden van de tabel invullen.

### 5.9 Opdracht

- a Leg je ijking met ijkcurve vast in Coach 6. Gebruik hiervoor het Coach6 bestand “meten met hoekmeterjuni2009.cma” en bijlage 4.
- b Sluit je sensor aan op de Coach II Lab interface en kijk of je nu in Coach meteen de hoek kunt aflezen.

Wanneer de ijking gelukt is, moet je deze bewaren! Sla het Coach6-bestand “meten met hoekmeter juni2009.cma” zodanig op, dat jij en je groepsgenoten het de volgende les weer kunnen vinden. Geef de ijking ook een andere naam, om duidelijk aan te geven dat het de ijking van *jullie hoekmeter is*.

Elke keer dat in deze handleiding verwezen wordt naar het coach6-bestand moet je dus eigenlijk *jullie Coachbestand* openen.

### 5.10 Opdracht Portfolio

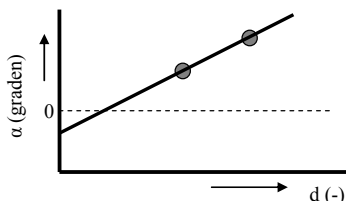
- a Doe de papieren ijkgrafiek in je portfolio en geef aan welke punten je gebruikt hebt voor de ijking met het meetprogramma
- b Beschrijf hoe de opdracht is verlopen
- c Beschrijf wat je geleerd hebt van deze opdracht

## NATUURKUNDEBLOK 2: IJken van een meetsysteem

Een analog meetsysteem ijken

De verandering van elektrische weerstand is eenvoudig om te zetten naar een verandering van een elektrisch signaal. Uit de wet van Ohm ( $U = I \times R$ ) blijkt dat de verandering van spanning evenredig is met de verandering van weerstand (mits de stroom constant blijft). Bij het aansluiten van de sensor (potentiometer) op een spanningsbron ( $B_{ron}$ , zie figuur 6), ontstaat een uitgangsspanning ( $S_{ensor}$ , zie figuur 6) waarvan de waarde afhankelijk is van de gemeten grootte.

Om de sensor te kunnen gebruiken, moet je weten welke spanning bij welke hoek hoort. Als je dat een keer hebt uitgezocht, hoef je later alleen maar de spanning te meten, en dan weet je de hoek.



Figuur 9: Ijkgrafiek

Het verband tussen de gemeten grootte (hoek) en de spanning kun je uitzetten in een grafiek. Zo'n grafiek heet een ijkgrafiek. Wanneer de ijkgrafiek een rechte lijn is, spreek je van een *lineaire ijkgrafiek*. Zo'n grafiek is te karakteriseren door twee punten op te geven.

Een digitaal meetsysteem ijken

Wanneer je de sensor aansluit op een computer om te meten, wordt de analoge spanning omgezet in een digitaal signaal. Dit digitale signaal geeft natuurlijk nog niet direct de gemeten hoek of kracht weer, maar alleen de stappen van de AD-converter. Om het signaal weer in de juiste eenheid uit te drukken is er een omrekenfactor nodig.

Het bepalen van die factor heet het ijken van het digitale meetsysteem.

Voor sensoren met een lineaire ijkgrafiek, zoals de hoekmeter (potentiometer) is het mogelijk om te ijken met 2 bekende hoekstanden. Als bij die twee standen zowel de hoek als de bijbehorende digitale waarde bekend is, is de omrekenformule te bepalen.

In figuur 9 staat de lineaire ijkgrafiek geschetst. Deze grafiek is te beschrijven met een lineaire functie:

$$y = ax + c \Rightarrow \alpha = ad + c \quad (5)$$

Waarin:

- $\alpha$  = hoek (graden)
- $d$  = digitale signaal (-)
- $a$  = helling van de grafiek (-)
- $c$  = afsnijding van de verticale as (-)

Laten we als voorbeeld de volgende waarden invullen in deze formule: bij  $90^\circ$  is de digitale waarde 100 en bij  $180^\circ$  is deze 160. In dat geval is de omrekenvergelijking:

$$\alpha = \frac{180^\circ - 90^\circ}{160 - 100} \times d + c = \frac{90}{60} \times d + c \Rightarrow$$
$$\alpha = 1,5 \times d + c$$

Door één van de punten in te vullen (bijv.  $\alpha = 180^\circ$  met  $d = 160$ ) is  $c$  te berekenen. Dus:

$$180 = 1,5 \times 160 + c \Rightarrow 180 = 240 + c \Rightarrow$$
$$c = 180 - 240 = -60$$

Dus is de uiteindelijke omrekenformule:

$$\alpha = 1,5 \times d - 60$$

Bij een digitale waarde van 40 is de hoek dus  $0^\circ$  en bij een waarde van bijvoorbeeld 200 is de hoek  $240^\circ$

## 5.4 Beoordeling

De vervaardiging van de hoekmeter en de ijking evenals het portfolio met daarin de foto van de werkende hoekmeter, de ijkgrafiek en de beschrijving van de opdrachten wordt op inhoud en voortgang beoordeeld door je docent. De stof die je hier behandelt hebt komt voor in de toets.

### Criteria

De vervaardiging van de hoekmeter en de ijking worden daarbij beoordeeld op de volgende criteria:

- Snelheid van vervaardiging
- Stevigheid van de constructie en een veilige afwerking (geen scherpe randen, uitstekende delen, etc.)
- Juiste werking hoekmeter
- Nauwkeurigheid ijkprocedure

# 6 Beweging & spieren

## 6.1 Bouw en functie van spieren; effect van training en doping

Sporters zijn veel met hun spieren bezig. In de sportschool zie je stoere kerels waarbij de spieren uit hun strakke truitjes lijken te barsten. Wekelijks of zelfs dagelijks trainen ze hun spieren. Maar niet alleen bodybuilders, ook alle topsporters zoals tennissers en voetballers zijn voortdurend bezig hun spieren zo sterk te maken dat ze snel en langdurig kunnen bewegen. Topsporters hebben niet méér spieren dan normale mensen, maar beschikken over anders ontwikkelde spieren. Alle mensen hebben evenveel spieren, namelijk ruim 600. Bijna de helft van je lichaamsgewicht bestaat uit spieren. Bij het glimlachen gebruik je spieren, als je je wenkbrauwen frons en ga zo maar door. Als je loopt gebruik je meer dan 200 spieren. In dit onderdeel leer je onder andere welke verschillende *spierweefsels* er zijn en hoe een spier werkt. Verder zullen nog vele andere vragen over spieren beantwoord worden.

### 6 Opdracht Spieren: soorten, werking, training

#### Groepsopdracht

##### 6.1 Opdracht

Lees als basis allereerst het hoofdstuk over spieren in het biologieboek door en bekijk daarna de film over spieren van het tv-programma “Het klokhuis” (zelf opzoeken in Teleblik ► zie bijlage 10 URL5). Zoek daarna informatie over spieren op internet (zie ► bijlage 10 URL 6)

Tijdens het vervolg van deze opdracht is het de bedoeling om je kennis over spieren te verdiepen en te verbreden. Hiertoe ga je met jouw groepje een deel van de theorie bestuderen. Iedere groep moet één vraag beantwoorden (zie de vragen 6.2 t/m 6.10). De docent bepaalt welke vraag door welk groepje beantwoordt moet worden. Voor het bestuderen en beantwoorden van de theorie krijg je 1 les de tijd. De theorie kunnen jullie opzoeken in de informatiebronnen die gegeven worden.

#### Opdracht

Beantwoord de vraag die je hebt gekregen en beantwoord deze zo goed als je kunt. Van je antwoorden maak je voor je portfolio een hand-out die je aan je docent overhandigt. De vragen in de toets zullen ook over de vragen in dit hoofdstuk staan, dus wees zorgvuldig en verdeel de hand-outs onder je medeleerlingen. Vergeet niet dat plaatjes ook handig kunnen

zijn in het uitleggen van je vraag. Je kunt gebruik maken van boeken, docenten en websites.

(zie bijlage 10 ► URL4, URL6 tot en met 10)

#### 6.2 Vragen over spierweefsels

- a Benoem de drie soorten spierweefsels.
- b Behandel van iedere spiersoort de kenmerken.
- c De skeletspier bestaat uit witte en rode spiervezels. Wat zijn de verschillen tussen deze vezels?
- d Wat is een spierpees?
- e Benoem enkele spierpezen in het lichaam

#### 6.3 Vragen over de werking van de aansturing van skeletspieren

- a Wat is het verband tussen zenuwstelsel en spieren?
- b Beschrijf hoe het proces verloopt van het bedenken van een beweging in de hersenen tot de uiteindelijke samentrekking van een spier.

#### 6.4 Vragen over training

- a Op welke manier train je de spieren?
- b Wat is het effect van training op skeletspieren?
- c Zoek uit wat de volgende termen betekenen: Lactaatdrempel, spieradaptatie, supercompensatie, overtraining, atrofie.

#### 6.5 Vragen over doping

- a Welke verschillende soorten doping zijn er?
- b Wat is het effect van doping op skeletspieren?
- c Zoek uit wat de volgende personen te maken hebben met welk soort doping: Tom Simpson, Ben Johnson

#### 6.6 Vragen over brandstoflevering aan spieren

Bij *inspanning* kan in de spieren *aerobe of anaerobe dissimilatie* plaatsvinden.

- a Wat is anaerobe dissimilatie?
- b Wat is lactaat en wat voor functie heeft het?
- c Bij welke sporten komt dit voor en hoe past het lichaam zich daaraan aan?
- d Wat is aerobe dissimilatie?
- e Bij welke sporten komt dit voor en hoe past het lichaam zich daaraan aan?

#### 6.7 Vraag over het hefboomprincipe

De spieren werken volgens *het hefboomprincipe*. De meeste spieren zitten met beide uiteinden aan een bot vast. De hefboomwerking zie je het duidelijkst in de gewrichten van je armen en benen, bv. je elleboog en je knie. Maar ook de kaakspieren zijn een voorbeeld.



Leg de hefboomwerking van spieren uit. Geef van enkele gewrichten aan welke spier op welke manier als hefboom werkt.

#### 6.8 Vragen over spierpijn en blessures

- Wat is spierpijn?
- Welke type beschadiging kan er in een spier optreden?
- Hoe kun je spierblessures voorkomen?
- Hoe kun je spierblessures behandelen?
- Zoek uit wat voor blessure het is en hoe je het kan behandelen: Enkeldistorsie (verzwikking), Tendinitis patellae (springersknie), Kramp

#### 6.9 Vragen over spierkracht (Verrijkingsvragen)

- De kracht die een *sarcomeer* van een spier kan leveren hangt af van de lengte ervan. Leg dit uit.
- De kracht die een spier kan leveren hangt af van de snelheid waarmee sarcomeren samentrekken. Leg dit uit.
- De kracht die een spier kan leveren hangt af van het aantal parallel aan elkaar gelegen sarcomeren. Leg dit uit.

#### 6.10 Vragen over gentechnologie (Verrijkingsvragen)

Door middel van *gentechnologie* kunnen wetenschappers bij muizen enorme spierbundels kweken. Dit onderzoek wordt gedaan met het oog op de behandeling van spierziektes.

- Hebben atleten ook wat aan deze technologie?
- Hoe ver mag een sporter gaan voor goud?
- Wat heeft gentechnologie aan topsport te bieden?

#### 6.11 Opdracht Portfolio

- Schrijf je eigen hand-out van je vraag en lever deze in bij de docent
- Beschrijf hoe de opdracht is verlopen
- Beschrijf wat je geleerd hebt van deze opdracht

## 6.2 Beoordeling

Het portfolio met daarin de eigen tekst met de antwoorden op de vragen en de beschrijving van de opdrachten wordt op inhoud en voortgang beoordeeld door je docent.

Van de theorie uit dit hoofdstuk worden toetsvragen gemaakt. Bestudeer dus alle hand-outs voor de toets. De stof die je hier behandelt hebt komt voor in de toets.

### Criteria

De eigen tekst wordt daarbij beoordeeld op de volgende criteria:

- Kennis en begrip van de onderwerpen behandeld in de toegewezen vraag
- De tekst moet geschreven zijn in eigen woorden

# 7 Spronghoogte

## 7.1 Experiment: hoe kun je zo hoog mogelijk springen?

Bij sommige sporten is het heel belangrijk hoe hoog je kunt springen: een voetballer die een bal in het doel wil koppen, een volleyballer die een bal over het net wil smashen, een basketballer die een bal wil dunken, etc. Er zijn trainingsprogramma's om zo hoog mogelijk te leren springen; informatie hierover vind je op internetsites.

Wat is er nu belangrijk als je hoog wilt springen? Spring maar eens. Welke delen van je lichaam zorgen voor de afzet? In ieder geval strekken je knieën en je enkels snel en met grote kracht.

Hierbij is een groot aantal spieren betrokken. Probeer er achter te komen welke spieren en/of spiergroepen dat zijn.

Verder merk je waarschijnlijk op dat je vóór de sprong eerst even snel door je knieën en enkels zakt. Wat is de reden daarvan? Uit onderzoek blijkt dat je in deze snelle beweging naar beneden, je spieren en pezen aanspant als veren. Als je je

daarna snel naar boven afzet, wordt de veerenergie die opgeslagen is in deze spieren en pezen, gebruikt om zo hoog mogelijk te springen. Het is wel belangrijk dat dit snel gebeurt, anders kun je de energie niet meer gebruiken. Als je langzaam naar beneden zakt, even wacht en jezelf daarna pas naar boven duwt, kom je niet zo hoog: dan is de veerenergie al verloren. Dit opslaan van energie in spieren en pezen staat bekend onder de Engelse term “*counter movement*”.

Bij een sprong moet je natuurlijk grote kracht kunnen leveren met je benen. En die kracht moet in zeer korte tijd uitgeoefend kunnen worden, want je wilt met een zo groot mogelijke snelheid naar boven gaan. Enkele belangrijke grootheden zijn dus: de kracht en de snelheid. Deze grootheden zijn natuurlijk afhankelijk van elkaar: als je je met een grotere kracht afzet, zul je met een grotere snelheid loskomen van de grond.

Ook wil je de kracht over een zo groot mogelijke afstand uitoefenen. Dus denk je misschien dat je eerst zo diep mogelijk door de knieën moet zakken voordat je gaat springen. In theorie klinkt dat heel verstandig, maar als je het probeert zul je merken dat het geen beter resultaat oplevert. Niet iedere beginhoek is dus gunstig om een grote kracht en een grote sprong te leveren. Een belangrijke factor is dus de hoek waaruit je knieën en enkels zich strekken.



Figuur 10: Wie zou in jouw experiment het hoogst springen?

Natuurkundige theorie kan hierover informatie geven. Een belangrijke grootheid in dit verband is *arbeid* ( $W$ ). Je kunt de arbeid berekenen met de formule:

$$W = F \times s \quad (6)$$

- $W$  = arbeid (joule)
- $F$  = kracht (newton)
- $s$  = afstand (meter)

Er komt dus een grotere arbeid (energie) wanneer de kracht of de afstand groter worden. Als de kniehoek dus verder inneemt (verkleint), wordt de afgelegde weg en de hoekverandering groter. In de formule zal de afstand groter worden en daarvan wordt de arbeid ook meer. Je kunt natuurlijk ook meer kracht leveren door meer aan te spannen. Je kunt proberen om met dezelfde beginstand in de knie te mikken op een lage, hogere of allerhoogste hoogte. Hierdoor blijft de afstand hetzelfde, maar de kracht en uiteindelijk arbeid variëren.

De arbeid per tijdseenheid is het vermogen. Dit wordt uitgedrukt in Watt. Je kunt het vermogen berekenen met de formule:

$$P = \frac{W}{t} \quad (7)$$

- $P$  = vermogen (watt)
- $W$  = arbeid (joule)
- $t$  = tijd (seconde)

met  $P$  het vermogen (in Watt),  $W$  de arbeid (in Joule) en  $t$  de tijd (in seconde).

Wanneer de tijd in de formule groter wordt, zal doordat de  $t$  onder de deelstreep staat het vermogen kleiner worden. Om een groter vermogen te krijgen zal dus een even grote arbeid in een zo klein mogelijke tijd moeten worden gerealiseerd. Daarom gaan grote prestaties van bewegingen zoals bijvoorbeeld sprinten en gewichtheffen met heel hoge (hoek)snelheden, er moet zoveel mogelijk vermogen worden geleverd!

De formules 6 en 7 gecombineerd leveren uiteindelijk op:

$$P = F \times \frac{s}{t} = F \times v \quad (8)$$

- $P$  = vermogen (watt)
- $F$  = Kracht (newton)
- $v$  = snelheid (meter/seconde)

De conclusie uit deze berekening is dat kracht ( $F$ ) en snelheid ( $v$ ) de belangrijkste grootheden zijn. Wanneer je dus wilt trainen zul je die twee factoren moeten vergroten!

De kracht die je spieren ontwikkelen kun je vergroten door te trainen maar deze zal niet boven een bepaalde maximumwaarde uitkomen. Die waarde zal per persoon verschillen. Of je hoog kunt springen kun je overigens zelf een beetje beïnvloeden door te trainen, maar je spiersamenstelling is erfelijk bepaald.

## 7.2 Eigen onderzoek doen!

We gaan nu verder met de meting van hoeken en hoeksnelheden. Je gaat kijken wat de *invloed van de beginhoek is op het bereiken van een zo groot mogelijke hoeksnelheid en daarmee een zo groot mogelijke spronghoogte*.

Wat we met de hoeksensor kunnen meten is de hoek die je knieën en enkels bij de sprong maken en de tijd waarin die hoeken veranderen. Het is duidelijk uit het bovenstaande verhaal dat het van belang is te meten hoe deze hoeken veranderen als je springt.

Je kunt met volledig gebogen knieën springen, maar ook met bijna gestrekte knieën. Kan jij zonder stiekem in te veren omhoog springen? Probeer maar eens!

Bij maximaal gebogen knieën (billen op je hielen) is de afstand ( $s$  uit formule 6) waarover je af kunt zetten maximaal. Maar, zoals je merkt, ben je al bijna vermoeid voordat je afzet en loskomt van de grond. Dat komt ook omdat je in het eerste stuk van de beweging weinig kracht kunt leveren met je spieren, omdat ze maximaal verlengd zijn. Bij gestrekte knieën heb je helemaal geen afstand ( $s = 0$ ) waarover je af kunt zetten, dus kunnen de knieën geen bijdrage leveren aan de afzet.

Tussen die twee uitersten zit waarschijnlijk een kniehoek waarbij je het hoogste springt, de optimale kniehoek. Deze kniehoek is in een experiment te bepalen.

### 7 Opdracht Opzetten experiment

#### Groepsopdracht

Je gaat met je groep een onderzoek voorbereiden en uitvoeren. Je gaat door je eigen onderzoek een sporttechnologisch vraagstuk oplossen. Nadat je onderstaand hoofdstuk helemaal hebt doorgelezen weet je wat je moet doen.

Maak na het inlezen een werkplan voor het experiment: het meten van de relatie tussen de kniehoek bij het afzetten en de bereikte spronghoogte. Probeer alles wat je tijdens het experiment gaat doen van tevoren uit. Gebruik hiervoor ook “werkinstructie werkplan opstellen” in de NLT Toolbox of ► bijlage 6.

Wat heb je nodig voor een dergelijk experiment? Allereerst de meetapparatuur, zoals de hoekmeter, die we al hebben gemaakt, waarmee we de kniehoek gedurende het springen kunnen meten. Dan moeten we natuurlijk ook de spronghoogte kunnen meten. Hoe zou je dat kunnen doen? Verderop in deze

paragraaf staat hiervoor een suggestie. Verder moet er ook gesprongen worden, dus er zijn proefpersonen nodig. Het is belangrijk om van tevoren te bedenken hoe het experiment plaats gaat vinden, want de proefpersoon moet bijvoorbeeld weten hoe hij of zij moet springen. De gegevens moeten genoteerd worden. Dus het is handig om vooraf een plan te maken voor het uitvoeren van de meting, ook wel werkplan genoemd. Tijdens het uitvoeren zal je continu aantekeningen moeten maken van opmerkelijkheden en omstandigheden om later je resultaten te verklaren.

### 7.1 Opdracht Werkplan

Maak een werkplan en beschrijf daarin in elk geval:

- a Wat is de *onderzoeksvraag* die je wilt beantwoorden?
- b De apparatuur. Dus in dit geval de hoekmeter je gemaakt hebt in hoofdstuk 5, de software en ook kort hoe alles aangesloten gaat worden.  
Hoe bevestig je de hoekmeter aan de proefpersoon? Hoe denk je dat de proefpersoon aangekleed moet zijn? Een korte broek haalt de onnauwkeurigheid van de verschuiving van kleren weg, dus de proefpersoon *moet* een korte broek aan tijdens het experiment. Zorg dat deze aanwezig is tijdens het experiment. Mag de proefpersoon oefensprongen doen? Hoeveel rust geef je hem of haar tussendoor?
- c Beschrijf hoe de hoogte gemeten gaat worden. Maak ten minste 2 plaatjes van de proefopstelling (voor- en zijaanzicht).
- d De proefpersonen: Hoeveel? Lengte? Gewicht? Hoeveel jongens, hoeveel meisjes?
- e Wat wordt er gemeten, dus wat moeten de proefpersonen doen: Moeten ze 1 keer springen of 5 keer? Moeten ze eerst helemaal stil staan, of mogen ze bewegen vóór de sprong?
- f Wie heeft welke taak, dus wie kijkt hoe hoog de proefpersonen springen en wie schrijft dat op? Wie bedient Coach en wie plaatst de hoekmeter op de proefpersoon, wie maakt aantekeningen gedurende het experiment, enzovoorts?

Zie ook ► bijlage 6

### 7.2 Opdracht Plaatsen van de hoekmeter

Om de hoekmeter de juiste hoek te laten meten is het noodzakelijk dat de as van de meter (potentiometer) gelijk valt met de as van het kniegewricht. Omdat het kniegewricht niet echt een vast draaipunt heeft is dat eigenlijk niet mogelijk, maar het is wel mogelijk om de as van het meetsysteem zo goed mogelijk te plaatsen:

Plaats het ene latje tegen het bovenbeen en het andere tegen het onderbeen van je proefpersoon met de korte broek aan. Probeer vervolgens de knie te buigen en zoek het punt op waar de latjes niet meer verschuiven (wel draaien) ten opzichte van

elkaar. Het punt waar ze bijna niet verschuiven is het gemiddelde draaipunt van de knie.

- a Probeer uit: Bepaal het gemiddelde draaipunt van een knie. Plak daarna pas de hoekmeter met tape vast op boven- en onderbeen. Check daarna of tijdens het springen de hoekmeter verschuift en pas zo nodig de hoekmeter opnieuw vast aan het been.
- b Beschrijf in je eigen woorden in je werkplan hoe en waar de hoekmeter geplaatst moet worden. Gebruik plaatjes of foto's.

### 7.3 Opdracht IJken hoekmeter op de knie

Hoewel de hoekmeter geijkt is, kan het zijn dat de hoek die de meter aangeeft niet overeenkomt met de hoek van het kniegewricht. Het kan zo zijn dat de hoekmeter  $170^\circ$  aangeeft, terwijl het been volledig gestrekt is ( $180^\circ$ ). Het is dus nodig om bij elke nieuwe proefpersoon opnieuw te ijken, maar de al berekende formule (richtingscoëfficiënt) is nog wel bruikbaar, alleen de constante moet misschien aangepast. Je kunt het dus corrigeren door er iedere keer dezelfde hoek bij op te tellen (bijv.  $10^\circ$ ).

- a Probeer uit: Controleer de ijking van de hoekmeter als deze geplaatst is (is  $180^\circ$  gelijk aan een gestrekt been?) en pas deze zo nodig aan.
- b Beschrijf in je eigen woorden in je werkplan hoe de hoekmeter geijkt wordt.

### 7.4 Opdracht Hoogtemeting

Het is lastig om het hoogste punt van een sprong vast te leggen. Een manier om dit te doen is het aantikken van een muur. Om dit punt te markeren, zou je met een markeerstift op een stuk papier op de muur een stip kunnen zetten. Om te voorkomen dat je tegen de muur springt, is het handig om dit stuk papier boven een openstaande deur te hangen. Je hebt dan alle bewegingsvrijheid om te springen, terwijl je met je hand wel bij de muur kunt. Omdat de meting alleen goed gaat als je echt een stip zet tijdens het hoogste punt van de sprong, moet je de proefpersoon misschien eerst een keer laten oefenen.

- **aandachtspunt:** het hoogste punt dat je met je hand bereikt bij het springen is niet de echte spronghoogte! De spronghoogte is de hoogte die je hand bereikt bij het springen *min* de hoogte van de hand bij stilstand.

- a Probeer uit: Doe zelf een hoogtemeting. Bedenk eventueel een eigen manier.
- b Beschrijf in je eigen woorden in je werkplan hoe de hoogtemeting zal plaatsvinden.

### 7.5 Opdracht Proefpersonen

Voor het experiment is één proefpersoon een beetje weinig. Hoeveel proefpersonen zouden er noodzakelijk zijn om een betrouwbaar experiment te doen?

- Zoek zo nodig op wat betrouwbaarheid in het kader van onderzoek betekent.
- Hoeveel sprongen moet iedere proefpersoon uitvoeren?
- Beschrijf hoeveel proefpersonen je nodig hebt in je werkplan.

### 7.6 Opdracht De sprongen

Per proefpersoon laat je enkele sprongen uitvoeren met verschillende kniebuiging. Begin met een sprong zonder kniebuiging en eindig met een sprong met maximale kniebuiging. Meet telkens de kniebuiging met de hoekmeter en de bijbehorende spronghoogte en noteer deze in een tabel.

In deze metingen wordt de hoek  $\alpha$  steeds de beginhoek van waaruit de proefpersoon omhoog springt. Varieer deze hoek  $\alpha$  van 180 graden tot zo klein mogelijk in stappen van 20 graden.

- Definieer welke hoek je precies opmeet. Gebruik een tekening of foto.
- Probeer uit: Maak een tabel en laat iemand alle benodigde sprongen maken. Noteer de kniebuiging en de hoogte in de tabel.
- Bepaal hoeveel sprongen de proefpersonen moeten maken en met welke buigingshoeken.

### 7.7 Opdracht Portfolio

- Zet het uiteindelijke werkplan in je portfolio
- Beschrijf hoe de opdracht is verlopen
- Beschrijf wat je geleerd hebt van deze opdracht

### 7.8 Opdracht Uitvoeren experiment

#### Groepsopdracht

Vraag je docent of de school ook in het bezit is van een of meerdere ULAB's. Dat is een datalogger die hoort bij Coach. Hij werkt op batterijen en hoeft niet vast te zitten aan de pc. Daarmee kun je dezelfde metingen (met dezelfde ijking en instellingen) doen als de Coach II Lab, maar dan 'in het veld': bijvoorbeeld op het schoolplein of in de gymzaal.

#### Opdracht "Gidsexperiment"

«VOER EERST EEN TESTMETING HELEMAAL UIT VOOR EEN SPRONG. WERK DAARNA DEZE SPRONG HELEMAAL UIT MET COACH 6»

Check of je werkplan klopt, het meetprotocol in orde is, of je de verwerking goed snapt en alles in grafieken kan gaan zetten.



### Opdracht "Het echte experiment"

Voer daarna het experiment helemaal uit volgens het werkplan met het aantal proefpersonen dat daarin beschreven staat. Hulp voor het uitvoeren van de metingen staat in ►bijlage 7. Verzamel je resultaten zoveel mogelijk in tabellen. Zie hiervoor de ► werkinstructie tabellen maken in de NLT Toolbox.

### 7.9 Opdracht Verwerken gegevens

#### Groepsopdracht

#### Opdracht grafiek en conclusies

Na alle sprongen heb je per proefpersoon een tabel met kniehoeken en spronghoogtes.

Zoek per persoon de maximale spronghoogte op en de daarbij behorende starthoek ( $\alpha$ ) van de knie. Het kan natuurlijk zo zijn dat deze optimale starthoek per persoon iets verschilt. Maak een grafiek in Excel om de uitkomsten van het experiment makkelijker te kunnen begrijpen. *In de grafiek moet op de horizontale hoek de starthoek komen, op de verticale hoek de spronghoogte.* Trek hier dan conclusies uit. Zie hiervoor de ► werkinstructie grafieken maken in de NLT Toolbox

Waar ligt ongeveer de optimale kniehoek? Dicht bij gestrekte knieën, dicht bij maximaal gebogen knieën of ergens in het midden?

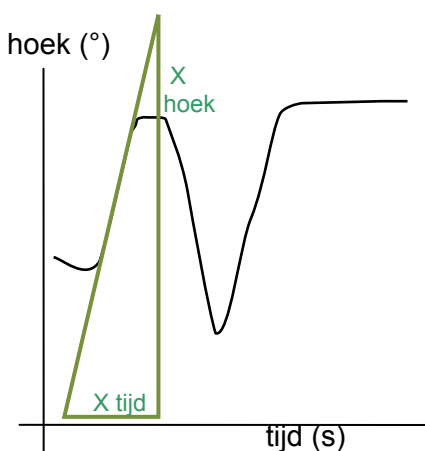
### 7.10 Opdracht Portfolio

- Verzamel de meetresultaten in je portfolio
- Beantwoord je onderzoeksvraag en laat zien waar je optimum zit
- Beschrijf hoe de opdracht is verlopen
- Beschrijf wat je geleerd hebt van deze opdracht

### 7.11 Opdracht verdieping hoogste sprong

Nu je conclusies hebt getrokken uit de vorige opdracht en je onderzoeksvraag hebt beantwoord, moet je nog een laatste experiment doen om te kijken hoe de spronghoogte afhankelijk is van de hoeksnelheid. Je bekijkt nu alleen de afzetsfase van de sprong, dus de vlucht en landing laten we buiten beschouwing. De hoeksnelheid is de verandering van de hoek in de tijd. Met de grafiek die je van het spronghoogte experiment hebt gekregen kun je ook de hoeksnelheid meten. Het apparaat dat je hebt gemaakt is een hoekmeter en je weet de tijd waarin de hoek verandert.

Door de richtingscoëfficiënt uit te rekenen kun je een hoeksnelheid bepalen. Je kunt in de grafiek een raaklijn tekenen van het steilste stuk tijdens de afzetsfase. Hiermee kun je de maximale hoeksnelheid uitrekenen (uitgedrukt in  $^{\circ}/\text{sec}$ ). Het berekenen van de richtingscoëfficiënt heet de afgeleide uitrekenen, of differentiëren. Bekijk figuur 9 eens voor verduidelijking.



Figuur 11: Differentiëren naar hoeksnelheid in de hoek-tijdgrafiek



Zie voor hulp ► bijlage 8.

- a Filter in Coach 6 met 'benadering' je sprongsignaal van de hoogste sprong 2 keer. Bedenk en schrijf op waarom je het signaal filtert.
- b Hoe kun je met behulp van de hoekgrafiek en het bepalen van de richtingscoëfficiënt nu al zeggen wanneer de hoeksnelheid nul is? Geef aan in een tekening of foto wanneer de hoeksnelheid nul is tijdens de sprong.
- c Bereken met Coach 6 nu uit de hoekgrafiek de afgeleide en geef deze in een nieuwe grafiek weer. Je hebt nu de grafiek voor de hoeksnelheid. Is de hoeksnelheid daadwerkelijk nul voor de momenten die je bij vraag b hebt bedacht?
- d Bereken de afgeleide van de hoeksnelheid grafiek. Wat voor grafiek krijg je nu?
- e Bepaal nu met het programma wat de maximale en minimale hoekversnelling tijdens de afzetfase van de sprong is. Verklaar het punt wanneer de hoekversnelling verandert in een negatieve hoekversnelling.

Zie voor hulp ► bijlage 8.

#### 7.12 Opdracht Portfolio

- a Zet je conclusies en je grafieken in je portfolio
- b Beschrijf hoe de opdracht is verlopen
- c Beschrijf wat je geleerd hebt van deze opdracht

## 7.3 Beoordeling

Het portfolio met daarin het werkplan, de tabellen, grafieken, conclusies en de beschrijving van de opdrachten wordt op inhoud en voortgang beoordeeld door je docent.

Besef dat je niet klaar bent na het meten en registreren van het experiment. Daarna komt pas het belangrijkste: de conclusie! Vergeet ook niet te vermelden wat voor discussiepunten er zijn en waardoor dit komt. De stof die je hier behandelt hebt komt voor in de toets.

### Criteria

Het werkplan, de tabellen, grafieken en conclusies worden daarbij beoordeeld op de volgende criteria:

- Opzet van het werkplan; het experiment is compleet en uitvoerbaar beschreven.
- Correcte weergave in tabellen en grafieken
- De uitvoering ging volgens het werkplan.
- Juistheid van conclusies

# 8 Vervolgopleiding en beroep

## 8.1 Studie en beroep in de wereld van beweging en sport

Ben je van plan na de middelbare school nog verder te studeren? Waarschijnlijk ben je dan nu al druk bezig met het bezoeken van open dagen en het bekijken van opleidingen. Welke opleidingen sluiten aan bij wat jij leuk vindt en goed kunt? Met welke opleiding krijg je later zeker een baan en met welke opleiding kun je later veel geld verdienen? Deze module is een voorbeeld van een project zoals je dat bij de opleiding Bewegingstechnologie zou kunnen krijgen (zie bijlage 10 ► URL13). Maar er zijn uiteraard ook nog andere opleidingen die zich met (onderdelen) van deze module bezighouden.

### 8 Opdracht Interview Groepsopdracht (tweetallen)

#### 8.1 Opdracht

- a Zoek op het internet of in een catalogus met opleidingen minimaal drie opleidingen die zich bezighouden met onderwerpen die in deze module aan de orde zijn geweest.
- b Geef de belangrijkste kenmerken van deze drie opleidingen weer en geef aan wat de overeenkomst is met de module Sportprestatie. Naast de inhoud van de opleiding, is het natuurlijk belangrijk om te weten wat je daar later mee kunt: in welke beroepen of functies kun je met deze opleiding aan de slag.
- c Zoek van een van de drie opleidingen iemand op die de studie volgt of al afgestudeerd is (en aan het werk). Neem bij deze persoon een interview af waarbij in elk geval de volgende vragen aan bod komen:
  - de vraag waarom hij/zij heeft gekozen voor deze studie en - als hij/zij al werkt - voor deze functie of dit beroep
  - de vraag wat de twee meest aantrekkelijke en twee minst aantrekkelijke aspecten zijn van de studie en/of van de functie of het beroep

Gebruik hiervoor ook ► werkinstructies interviewen in de NLT Toolbox

Bekijk daarna de film over Bewegingstechnologie via ► bijlage 10 URL 4

## 8.2 Opdracht Portfolio

- a Zet een beschrijving van de drie aanverwante opleidingen en hun kenmerken in je portfolio
- b Schrijf een verslag van het interview in je portfolio
- c Beschrijf hoe de opdracht is verlopen
- d Beschrijf wat je geleerd hebt van deze opdracht

## 8.2 Beoordeling

Het portfolio met de beschrijving van de opleidingen, het verslag van het interview en de beschrijving van de opdracht wordt op inhoud en voortgang beoordeeld door je docent. De stof die je hier behandelt hebt komt voor in de toets.

### Criteria

De beschrijving van de opleidingen en het verslag van het interview worden daarbij beoordeeld op de volgende criteria:

- Passen de gevonden opleidingen bij de module Sportprestatie
- Komen de antwoorden op de vragen zoals gesteld in de opdracht, aan bod in het verslag van het interview

## 9 Vrije opdracht

### Groepsopdracht

Je hebt in deze module theoretische kennis opgedaan en een onderzoek gedaan met de hoekmeter. Een dergelijk onderzoek vergt veel voorbereiding en een nauwkeurige uitvoering om tot een goede conclusie te komen.

Veel van wat je nu geleerd en gedaan hebt is natuurlijk ook toepasbaar op andere onderzoeken. In de deze fase van de module krijg je de gelegenheid een soortgelijk onderzoek te doen op een zelfgekozen gebied.

Je eigen onderzoek doorloop je dan zoals je het eerdere onderzoek in deze module hebt doorlopen. Maak gebruik van de kennis en ervaring die je hebt opgedaan. Je kunt gebruik maken van je hoekmeter, maar bijvoorbeeld ook van andere meetsystemen zoals een hartslagmeter of druksensor.

Denk eens na over wat het menselijk lichaam op sportgebied allemaal nog meer kan. Welke sportprestaties zijn eenvoudig te analyseren op een manier zoals je hebt geleerd? Bij welke prestaties kun je op zoek gaan naar een optimaal gebruik van spieren en gewrichten met de hoekmeter of ander simpel meetinstrument? Hieronder volgt een aantal suggesties.

#### *a) Roeien*

Bij roeien (in het water of in de sportschool) komen ook een heleboel mooie (hoek)bewegingen aan de orde. Ga eens na waar een roeier de meeste kracht uit haalt: zijn het de armbewegingen of de beenbewegingen? Zoek eens uit hoever een roeier zijn kniegewricht buigt en strekt, of zijn ellebooggewricht.

#### *b) Werpen*

Bij veel sporten moet er geworpen worden. Denk aan honkbal, handbal, darten, speerwerpen, kogelstoten, cricket, basketbal, korfbal, jeu de boules, en bij voetbal de inworp. Al deze worpen hebben een eigen speciale techniek. Kies zelf een sport en onderzoek daarbij de optimale techniek van die specifieke worp. Je kunt de relatie van het gewicht van het gegooid voorwerp en de streksnelheid van de elleboog gaan meten. Mogelijk kan je de hoeksnelheid zoeken die bij een optimale worp hoort. Of kies twee sporten en vergelijk ze onderling.

*c) Beperkte gewrichten*

Een andere manier om een onderzoek op te zetten is om te kijken wat een beperking doet met de prestatie van een lichaamsonderdeel. Bepaal bijvoorbeeld het effect van een beperkte enkel of elleboog (een brace, of stevig ingetapet) op het looppatroon, of wederom de spronghoogte.

Wat voor invloed heeft bijvoorbeeld een weggelaten armfunctie bij het omhoog - of verspringen?

*d) Trainingsleer*

Men zegt dat je als (top)sporter wordt geboren. Training draagt echter wel bij aan het verbeteren van je kunnen, dat is bewezen. Je kunt je (aerobe) uithoudingsvermogen trainen door middel van een duurtraining, waarbij je gebruik maakt van een hartslagmeter. Zoek op hoe verschillende hartslagzones zijn ingedeeld en hoe zo'n training dan gaat. Als trainingsdoel mag je het verbeteren van het aerobe vermogen nemen. Voer vervolgens de training bij een van je medeleerlingen uit en analyseer erna hoe de training is gelopen.

*e) Bewegingsnorm; Haalbaar met alleen gym?*

Zoek uit wat de beweegnorm inhoudt voor een leerling uit jouw leerjaar. Wanneer je weet hoeveel dit is kan je jezelf afvragen hoe intensief dit dan zal zijn. Zoek uit of je tijdens een gymles wel voldoet aan die beweegnorm met een hartslagmeter. Kun je dus door middel van alleen sporten tijdens gym voldoen aan de beweegnorm?

*f) Ganganalyse*

Wandelen of lopen wordt 'gaan' genoemd in de wetenschap. We wandelen elke dag een heel eind. Maar heb je er al eens wat beter naar gekeken?

Onderzoek door middel van lopen met verf onder je voeten op over een flinke rol papier of met natte voeten over het schoolplein hoe bijvoorbeeld jouw schredelengte, staplengte en toe-out angle is. Zoek daarvoor natuurlijk eerst de betekenis van deze termen op. Kun je ook zien wat voor soort voetafdruk je hebt? Een platvoet of holvoet?

*g) Maximale enkelhoeksnelheid*

Onderzoek in twee situaties de maximale hoeksnelheid bij het strekken van de enkel:

1. Hoe groot is de maximale hoeksnelheid bij het strekken van de afzet voor een sprong?
2. Hoe groot is de maximale hoeksnelheid als je de enkel strekt terwijl je zit met je enkel los van de grond?

Wanneer is de hoeksnelheid het grootst? Had je dit verwacht? Hoe kun je dit verklaren?

Gebruik voor de metingen de hoekmeter en/of videoanalyse met behulp van Coach. Bekijk ook eens ► Bijlage 10 URL4

Zo zijn er nog een heleboel andere mogelijkheden voor een onderzoek dat je nu zelf gaat opzetten en uitvoeren. Het moet gaan om een biomechanisch onderzoek, het moet dus betrekking hebben op het bewegingsapparaat van het menselijk lichaam. Je gaat op zoek naar een relatie tussen de biomechanische werking van een onderdeel van het menselijk lichaam enerzijds en de (sport)prestatie die daarmee geleverd kan worden anderzijds. Probeer een optimaal gebruik van lichaamsfuncties te vinden, om zo tot een betere of zelfs de beste prestatie te komen. Je kunt ervoor kiezen om de hoekmeter weer te gebruiken. Maar ook werken met een druksensor of hartslagmeter is niet moeilijk; je kunt deze gebruiken om te onderzoeken.

Om inspiratie op te doen van andere projecten kun je eens kijken bij ► Bijlage 10 URL13.

Er zijn mogelijkheden om met Coach videobeelden te analyseren. Misschien is het nuttig om een beweging te filmen en daarmee beeldje voor beeldje in Coach een analyse van krachten, snelheden en momenten uit te voeren.

### 10.1 Opdracht Werkplan

Verzin zelf een sportonderzoek of kies een bovenstaande en schrijf hiervoor een volledig werkplan. Het werkplan met jouw onderzoeksvraag en onderzoeksopzet moet zo geschreven worden dat een ander groepje uit je klas het onderzoek gelijk kan uitvoeren. Zorg ervoor dat je een realistische tijdsplanning maakt waarin je uiteindelijk ook conclusies kan trekken uit je onderzoek. Zie hiervoor ook de ► werkinstructie natuurwetenschappelijk onderzoek in de NLT Toolbox

### Uitwerken eigen onderzoek

Binnen de module Sportprestaties is er helaas niet genoeg tijd ingepland om het zelf bedachte onderzoek uit te voeren. Dat is zonde, maar er zijn wel momenten om je eigen geschreven werkplan uit te voeren! Er is binnen NLT namelijk extra tijd ingepland om dit soort dingen uit te voeren, wat *vrije ruimte* heet. Vraag dus aan je docent of het mogelijk is om het uitvoeren van dit onderzoek in die vrije ruimte te doen, in combinatie met hoofdstuk 10. Je kunt bij NLT ook je *profielwerkstuk* uitvoeren. Daarvoor kun je dus dit onderzoek gebruiken. En stel bij vakken als natuur- of wiskunde dit onderzoek eens voor als PO! Pak deze kans aan, kies een interessant onderwerp en wie weet kun je binnen enkele weken de trainer op je sportclub of in de sportschool verrassen met een gedegen onderbouwde suggestie voor een nieuw trainingsonderdeel voor jullie sport!

# 10 Beoordeling, uitbreidingen & suggesties

## 10.1 Beoordeling

Per hoofdstuk staat vermeld hoe beoordeeld wordt en wat de bijbehorende criteria zijn. De docent beoordeelt aan de hand van de resultaten in het individuele portfolio. De docent geeft aan voor welk percentage van het totaalcijfer elk hoofdstuk meetelt. Daarnaast heb je ook een toets gehad, die meetelt voor je eindcijfer.

## 10.2 Uitbreidingen & suggesties

Binnen het thema sport en meten zijn uiteraard nog vele andere activiteiten denkbaar. Het is dat ook goed mogelijk om bovenstaande module uit te breiden of aan te passen. Binnen NLT bestaat ook de mogelijkheid om een kopmodule uit te voeren. Dat is een module die voortbouwt op deze module, maar dan zelf ingericht in de vrije ruimte binnen NL&T. Verder is de laatste vrije opdracht ook te vervangen door of te combineren met een excursie naar een bedrijf of kennisinstelling in de buurt. Hieronder volgen enkele suggesties:

- Bezoek trainingscentra (NOC)
- Bezoek aan bewegingslaboratoria (Bewegingstechnologie, TNO-sport Bewegingswetenschappen.)
- Sportman of -vrouw in de klas
- Onderzoek bij de lokale sportschool
- Onderzoek sportvereniging
- Samenwerking met student van een hbo- of wo-opleiding (bv. Bewegingstechnologie, Fysiotherapie, Bewegingswetenschappen)

Om nog meer te leren van een bezoek aan een deskundige op het gebied van sport & bewegen, is het ook mogelijk om die persoon te interviewen. Daar leer je zelf veel van en als je het interview opneemt, kunnen ook je klasgenoten de video bekijken.

#### Extra Opdracht:

Interview een persoon die een beroep uitoefent dat iets te maken heeft met de module Sportprestatie en maak een filmopname van dit interview. Denk aan ergotherapeut, fysiotherapeut, caesartherapeut, bewegingstechnoloog, sportmasseur, etc. Vraag tijdens het interview in ieder geval naar de genoten opleiding. Maak daarna een presentatie in Windows Movie Maker. Begin je presentatie met een titel en eindig met een aftiteling.

Aantal leerlingen: 2 of 3

#### *Materiaal:*

- Videocamera of digitale fotocamera met filmoptie
- Computer (Windows XP)
- Programma “Windows Movie Maker”

#### *Tijd:*

- Voorbereiding; taken verdelen, afspraken maken, materiaal verzamelen > 30 minuten
- Film maken > max. 15 minuten
- Presentatie maken > max. 20 minuten
- Presentatie > mag 3 minuten duren



# Bijlage 1 Handleiding “De Caloriechecker”

## Het programma openen:

Je kunt het programma op internet vinden via ► bijlage 10 URL2. Maak als je er voor het eerst bent een eigen inlogcode aan en vergeet deze niet.

## Je persoonsgegevens invoeren:

Zet eerst de dag goed en vul daarna je ontbijt in van die dag. Als je dat klaar hebt kun je voor lunch, avondmaal en tussendoor nog de gegevens invullen. Wanneer je het voor 1 dag hebt gedaan kun je de volgende dagen invullen als je de dag hebt veranderd.

## De resultaten bekijken en printen:

Klik op “Bereken mijn advies”.

Je krijgt nu een overzicht van alles wat je hebt ingetypt.

Controleer of er geen fouten in staan. *Als er wel een fout in zit moet je terug naar het vorige scherm en deze fout herstellen.*

Zorg dat de gegevens van alle drie de dagen er zijn. Onder het overzicht zie je hoeveel jij deze dagen hebt binnengekregen van de belangrijkste voedingsstoffen.

Klik *eenmaal* op afdrukken (linksboven)

# Bijlage 2 Beoordelingsformulier presentatie

Van:		
Voor:		
	Positieve punten	Tips: Onderdelen die verbeterd kunnen worden.
Inhoud		
Gebruik van je stem		
Lichaamstaal		
Grammatica en uitspraak		
Organisatie		
Technische kwaliteit Powerpointpresentatie		
Visuele aantrekkelijkheid		
Bordgebruik		

# Bijlage 3 Testen potentiometer (Coach 6)

*Deze tekst is ook terug te vinden als instructietekst in het Coach6-bestand "meten met hoekmeter juni2009.cma".*

## Spanning

Je hoekmeter bestaat uit o.a. een potentiometer (potentiometer). Deze meet een potentiaal tussen de vaste behuizing van de potentiometer en de roterende as, en levert dus waarden in de eenheid V (volt).

- Sluit allereerst je eigen hoekmeter aan op aansluiting 3 van de CoachLabII interface.
- Sleep vervolgens op je beeldscherm het icoontje 'hkmt' naar aansluiting 3 op het plaatje van de CoachLabII interface.

Als je nu aan je hoekmeter draait, zie je dat op het icoontje op het scherm de waarde mee verandert tussen 0V en 5V.

Je kunt de nauwkeurigheid van de waarde verhogen door in meer decimalen te meten.

- Klik met je rechtermuisknop op het icoontje en kies voor *bewerken/ijken*.
- In het kader *schaal en weergave* kies je bij *decimalen* voor 2.
- Kies OK.

Als je nu aan je hoekmeter draait, zie je dat de waarde op het icoontje ergens tussen de 0,00V en 5,00V beweegt.

Je kan er eventueel ook nog voor kiezen om de waarde groot af te beelden in een scherm.

- Klik op de gele 'waarde'-knop, selecteer *analoog in 3 hoekmeter ledematen* en sleep de mouspointer naar het lege scherm rechts naast het plaatje van de CoachLabII interface.

# Bijlage 4 IJking hoekmeter (Coach 6)

*Deze tekst is ook terug te vinden als instructietekst in het Coach6-bestand "meten met hoekmeter juni2009.cma".*

## Spanning

Je hoekmeter bestaat uit o.a. een potentiometer (potentiometer). Deze meet een potentiaal tussen de vaste behuizing van de potentiometer en de roterende as, en levert dus waarden in de eenheid V (volt).

- Sluit allereerst je eigen hoekmeter aan op aansluiting 3 van de CoachLabII interface.
- Sleep vervolgens op je beeldscherm het icoontje 'hkmt' naar aansluiting 3 op het plaatje van de CoachLabII interface.

Als je nu aan je hoekmeter draait, zie je dat op het icoontje op het scherm de waarde mee verandert tussen 0V en 5V.

Je kan de nauwkeurigheid van de waarde verhogen door in meer decimalen te meten.

- Klik met je rechtermuisknop op het icoontje en kies voor *bewerken/ijken*.
- In het kader *schaal en weergave* kies je bij *decimalen* voor 2.
- Kies OK.

Als je nu aan je hoekmeter draait, zie je dat de waarde op het icoontje ergens tussen de 0,00V en 5,00V beweegt.

Je kan er eventueel ook nog voor kiezen om de waarde groot af te beelden in een scherm.

- Klik op de gele 'waarde'-knop, selecteer *analoog in 3 hoekmeter ledematen* en sleep de mouspointer naar het lege scherm rechts naast het plaatje van de CoachLabII interface.

## Hoek

Je wilt natuurlijk niet weten wat het potentiaal is tussen de behuizing en de roterende as, maar de hoek die de as maakt. Oftewel, de hoek die het ene been van je hoekmeter maakt met het andere been.

Daartoe dien je de waarden in V te vertalen naar waarden in graden.

- Pak een A4-tje en vouw een hoek naar binnen, zodat je met het A4-tje zowel een hoek van 45° als 90° en 180° kan nameten.
- Maak op papier of in Excel een tabel met in de eerste kolom de hoek en in de tweede kolom de spanning.
- Leg de benen van je hoekmeter langs de verschillende zijdes van het A4-tje, zodat je alle hoeken kan afmeten. Noteer tegelijkertijd wat de uitslag van de hoekmeter in het Coach scherm is.

Zo hoort bv. 45° bij 0,75V, 90° bij 1,42V en 180° bij 2,73V.

- Maak een grafiek van je tabel, op papier of in Excel.

Je zult zien dat er in het ideale geval een lineair verband bestaat: een rechte lijn. In het niet-ideale geval zal de lijn niet helemaal recht zijn. Dit zou kunnen komen door je eigen metingen die niet precies genoeg zijn geweest, of de potentiometer die vanuit de fabriek ofwel door al je soldeerwerk niet ideaal lineair is.

Wat je nu hebt gedaan is het ijken van je hoekmeter.

Nu dien je de ijking nog in te voeren in de Coach software.

- Klik met je rechtermuisknop op het icoontje van de hoekmeter en kies voor *bewerken/ijken*.
- Vul in het kader *schaal en weergave* bij het onderdeel *grootheid* het woord *hoek* in. Vul daaronder bij het onderdeel *eenheid* het symbool  $^{\circ}$  in (toetscombinatie alt-248).
- Bij *min* vul je 0 in en bij *max* vul je 360 in.
- Het aantal *decimalen* stel je in op 1.
- Klik **n o g n i e t** op OK.

Je hebt er nu voor gezorgd dat de waardes op het scherm straks in graden worden afgebeeld.

Omdat de ervaring leert dat en de potentiometer nog wel eens wat speling kan vertonen, en de zelf gefabriceerde hoekmeter ook, is het verstandig om een ijkcurve te maken, en niet een kaarsrechte ijklijn.

- Kies daartoe in het kader *ijking* voor *ijkcurve* en klik daarna op de knop *geavanceerd*.

Je komt in een nieuw scherm waarin in het midden de waarde van de potentiometer in Volt nog steeds meeloopt.

- Zorg dat in het kader *methode ijkpunten* staat aangevinkt en dat in het kader *functiefit* het onderdeel *punt naar punt* staat aangevinkt.
- Kies met de knop *rij toevoegen* in het midden van het scherm voor een eerste punt.

Gebruik de punten uit je tabel.

Of, je kunt ook nu nog eens de benen van je hoekmeter langs de hoeken van het A4-tje leggen, om zo nauwkeurig mogelijk de verschillende punten voor de ijkcurve in te voeren.

- Klik op OK en nog eens op OK als je denkt dat je ijking in orde is, door het een paar keer getest te hebben met de knop *testen*.

In principe is je eigen hoekmeter nu geijkt en klaar voor gebruik!

- Sla de ijking op, onder een handige naam op een handige plek zodat jij (en je groepsgenoten) 'm terug kan vinden.

Het kan zijn dat je je hoekmeter nog eens moet ijken (je merkt bijvoorbeeld hoe gevoelig je hoekmeter is) en dus is het verstandig om misschien ook een datum aan de bestandsnaam toe te voegen.

# Bijlage 5 Voorbereiden tabel diagram (Coach 6)

Deze tekst is ook terug te vinden als instructietekst in het Coach6-bestand "meten met hoekmeter juni2009.cma".

Nadat je je hoekmeter hebt geïjkt, ga je Coach zo instellen dat je daadwerkelijk de meetgegevens krijgt die je nodig hebt.

## Tabel

- Klik op de gele 'tabel'-knop en kies voor *analoog in 3: hoekmeter ledematen*.
- De mousepointer heeft nu een tabelicoontje en klik daarmee in het rechter bovenscherm.

De eerste kolom gaat over tijd (s), de tweede kolom betreft de hoek (°). Als boven de tweede kolom staat spanning (V), dan moet je nog eens terug naar het vorige onderdeel en in het scherm *weergave / ijking* de juiste instellingen maken (grootheid: hoek, eenheid: ° etc.).

## Diagram

- Klik op de gele 'diagram'-knop en kies weer voor *analoog in 3: hoekmeter ledematen*.
- De mousepointer heeft nu een diagramicoon klik daarmee in het rechter middenscherm.

Als het goed is, staat langs de x-as de grootheid tijd (s) en langs de y-as de grootheid hoek (°). Klopt dit niet, loop dan weer even de instellingen van je hoekmeter na.

## Instellingen

In principe hoeft er aan de tabel en het diagram niets veranderd te worden. Wel moeten we nog wat algemene instellingen doen.

- Klik op de knop instelling. De knop met als icoon een stopwatchklokje, 6e van links.

Je ziet nu een window met drie tabbladen. We bestuderen alleen het tabblad 'methode'. Denk eens na over hoe lang je elke meting wilt laten duren. Is dat 5 seconde, 10 seconde, 60 seconde? Neem je een te korte tijd, mis je misschien essentiële gegevens aan het eind. Kies je een lange tijd, dan heb je misschien veel te veel nutteloze meetgegevens. En hoe vaak per seconde moet de Coach software meten. Is dat 1 keer per seconde? Is dat 10 keer per seconde? Neem je een lage frequentie, krijg je misschien ook weer meetgegevens die te weinig informatie tussen de meetpunten oplevert, een hoge frequentie levert weer een enorme hoeveelheid meetgegevens op.

- Vul bij *tijdsduur* 15 in en bij *frequentie* 20.

Er is nu een tijdsduur ingesteld waarin je genoeg tijd hebt om een sprong uit te voeren. Zorg ervoor dat je in de grafiek wel weet waar je sprong is. De frequentie van 20 is hoog genoeg, maar wat zou er gebeuren als je die hoger zou instellen? Je ziet ook dat het aantal monsters meteen wordt doorgerekend, dus daar hoeft je niets in te stellen. Je ziet ook dat de x-as van het diagram is aangepast aan de tijdsduur van 15 s.

- Sla de voorbereiding op, onder een handige naam op een handige plek zodat jij (en je groepsgenoten) 'm terug kan vinden.

# Bijlage 6 Schrijven werkplan

Dit document is geschreven door en voor leerlingen.

Voordat ik een proef of experiment ga uitvoeren moet ik vaak zelf een werkplan schrijven. Dit werkplan is noodzakelijk zodat de docent kan zien of mijn proefopzet haalbaar is en veilig. Het werkplan kan later voor een groot deel opgenomen worden in mijn (eind)verslag van het experiment. In ieder geval kan ik de onderzoeksvraag en hypothese letterlijk overnemen in mijn verslag (die veranderen namelijk niet meer door mijn onderzoek!) Als ik om praktische redenen tijdens de uitvoering van het experiment moest afwijken van mijn plan van aanpak of meetplan (zie onder) moet dat in het verslag worden aangegeven.

## Opzet werkplan

Ik zorg ervoor dat mijn werkplan een voorblad heeft met:

- titel,
- mijn naam en klas,
- het vak waarvoor het is en
- de datum
- correct Nederlands taalgebruik
- beknopt is geschreven (geen lange verhalen, maar ook geen telegramstijl)
- er netjes en verzorgd uitziet

Mijn werkplan bevat de volgende onderdelen

- Een onderzoeksvraag of wel de vraag die ik met het onderzoek wil beantwoorden
- Een hypothese met een onderbouwing
- Een voorspelling (wat verwacht ik voor resultaat op grond van mijn hypothese)
- Een plan van aanpak, werkwijze of meetplan (hoe ga ik het onderzoek of experiment uitvoeren)

### *Onderzoeksvraag*

Experimenteel onderzoek betreft meestal onderzoek naar het (kwantitatieve) verband tussen twee grootheden. In mijn onderzoeksvraag moet ik dan dus ook beide grootheden vermelden.

Daarnaast zijn er ook andere soorten onderzoek, bijvoorbeeld:

- Onderzoek naar de waarde van een (natuur)constante
- Onderzoek en beschrijving van een (natuur)verschijnsel.

Mijn onderzoeksvraag moet daarom op één van deze soorten onderzoek slaan.

Ik maak van de onderzoeksvraag echt een vraag (met vraagteken).

### *De hypothese:*

- Geeft een mogelijk antwoord (veronderstelling) op de onderzoeksvraag.
- Beschrijft bijvoorbeeld het (kwantitatieve) verband tussen twee grootheden, zoals ik veronderstel dat het is.

Ik formuleer de hypothese alsof ik het al zeker weet en gebruik dus niet woorden als “misschien” of een vragende zin.

### Toelichting

- De hypothese moet theoretisch onderbouwd worden. Ik baseer mijn hypothese op de theorie in

leerboeken (bronvermelding erbij!) of op eigen ervaringen. Ik zet deze onderbouwing bij de toelichting op de hypothese en nooit in de hypothese zelf.

- Ik weet dat uit de resultaten van mijn experiment kan blijken dat mijn hypothese achteraf gezien niet (geheel) juist is. Ik verander hem toch nooit achteraf, bijvoorbeeld als ik een verslag moet maken van het onderzoek. Ik kan dan een nieuwe hypothese maken voor een volgend experiment.

Voorspelling

- Ik bedenk een proefopzet waarmee ik kan onderzoeken of mijn hypothese juist is (bij een andere hypothese hoort dus een ander experiment).
- Op basis van de hypothese (veronderstelling) geef ik een voorspelling (of verwachting) van de resultaten. Ik formuleer mijn voorspelling als volgt: “Als deze hypothese juist is, dan (hier vul ik de verwachte resultaten in)”
- Ik maak de voorspelling zoveel mogelijk kwantitatief. Dus niet (bijvoorbeeld) “Hoe harder de fiets gaat, des te langer wordt de remweg”, maar “Bij een snelheid van de fiets die 2x zo groot is, zal de remweg 4x zo lang zijn”

Plan van aanpak, werkwijze of meetplan

Deze bestaat uit de volgende onderdelen:

#### 1. Beschrijving grootheden / handelingen

Ik beschrijf de grootheden die ik tijdens het experiment moet meten of de handelingen die ik tijdens het experiment moet meten en de handelingen die ik tijdens het experiment moet doen om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden. Ik geef ook aan hoe en wanneer ik de resultaten ga meten. Als ik de grootheden uit de onderzoeksvraag niet direct kan meten, maar bepaal uit andere grootheden geef ik bovendien aan van welke formules ik gebruik ga maken. Bij een onderzoek naar het verband tussen twee grootheden geef ik aan welke grootheid de onafhankelijke variabele is (d.w.z. de grootheid waarvan ik zelf de waarde verander) en welke de afhankelijke (dus de grootheid die daardoor mee verandert)

#### 2. Materialen en hulpmiddelen (meetopstelling en benodigdheden)

De meetinstrumenten en andere benodigdheden die ik ga gebruiken om de metingen te doen en alle andere materialen vermeld ik onder elkaar. Ik geef ook specificaties van de materialen en hulpmiddelen. Ik maak een tekening van de proefopstelling!

#### 3. Meetomstandigheden / blanco's

Ik geef aan welke andere omstandigheden (grootheden) tijdens het experiment constant moeten blijven, omdat ze anders de uitkomst van het experiment zouden kunnen beïnvloeden. Ik leg ook uit hoe ik ervoor zorg dat die omstandigheden niet veranderen en hoe ik dat controleer. Ik geef aan hoe vaak ik een experiment onder gelijke omstandigheden herhaal of bijvoorbeeld in veelvoud uitvoer. Ik beschrijf welke controleproeven (blancoproeven) ik ga uitvoeren.

#### 4. Werkwijze

In de werkwijze (methode) beschrijf ik nauwkeurig en stapsgewijs alle handelingen die ik ga verrichten. Ik vermeld hierbij hoe ik de nauwkeurigheid van de proef zo groot mogelijk ga maken.

#### 5. Veiligheid

Ik geef aan of er eventuele risico's voor mezelf of anderen aan het experiment verbonden zijn en hoe ik die risico's zo klein mogelijk maak.

#### 6. Lege tabellen

Ik maak al lege tabellen in de juiste lay-out voor de meetresultaten. Daardoor verklein ik de kans dat ik tijdens het meten iets vergeet te noteren.



# Bijlage 7 Metingen uitvoeren (Coach 6)

*Deze tekst is ook terug te vinden als instructietekst in het Coach6-bestand "meten met hoekmeter juni2009.cma".*

## Vorbereiding

Nu is het tijd voor het echte werk. Loop de volgende dingen even na:

- Is de CoachLabII interface aangesloten op het lichtnet en de PC?
- Is de hoekmeter aangesloten op aansluiting 3 van de interface?
- Is het icoontje hkm<sup>t</sup> geplaatst op aansluiting 3 van het plaatje van de CoachLab?
- Is de hoekmeter geijkt, van spanning (V) naar hoek (°)?
- Heb je een tabel en een grafiek klaar staan in de rechterbovenschermen?

## Start meting

Nadat je ervoor gezorgd hebt dat de hoekmeter (veilig!) is vastgezet op benen of armen van een proefpersoon, en je een protocol hebt vastgelegd (wie telt af, wanneer begint iemand te bewegen etc. etc.), is alles klaar voor een meting.

- Klik met de muis op de groene startknop in de menubalk.

Je ziet dat de meting meteen gaat lopen: de tabel vult zich, de grafiek wordt real-time getekend. Met een tijdsduur en frequentie zoals jij die hebt aangegeven (bijv. 15 seconde, 20 metingen per seconde).

## Mislukte meting

- Weet je meteen dat de meting niet goed is, dan kun je hem voortijds afbreken door op de rode stopknop te klikken.
- Klik met de rechtermuisknop in de tabel of grafiek en kies in het pulldown menu voor *gegevens wissen*.

## Geslaagde meting

Als de meting geslaagd is, dien je 'm op te slaan. Denk na over de bestandsnaam en de locatie waar je de gegevens opslaat.

- Klik op de diskette-icoon in de menubalk.
- Kies de bestandsnaam en de locatie waar je het bestand wilt wegschrijven.

De meting zal als een Coach6 Resultaat worden opgeslagen, en is binnen deze activiteit van Meten met Hoekmeter weer op te vragen.

- Nadat je de meting hebt opgeslagen maak je software leeg door met je rechtermuisknop te klikken op de tabel of grafiek en te kiezen voor *gegevens wissen*.

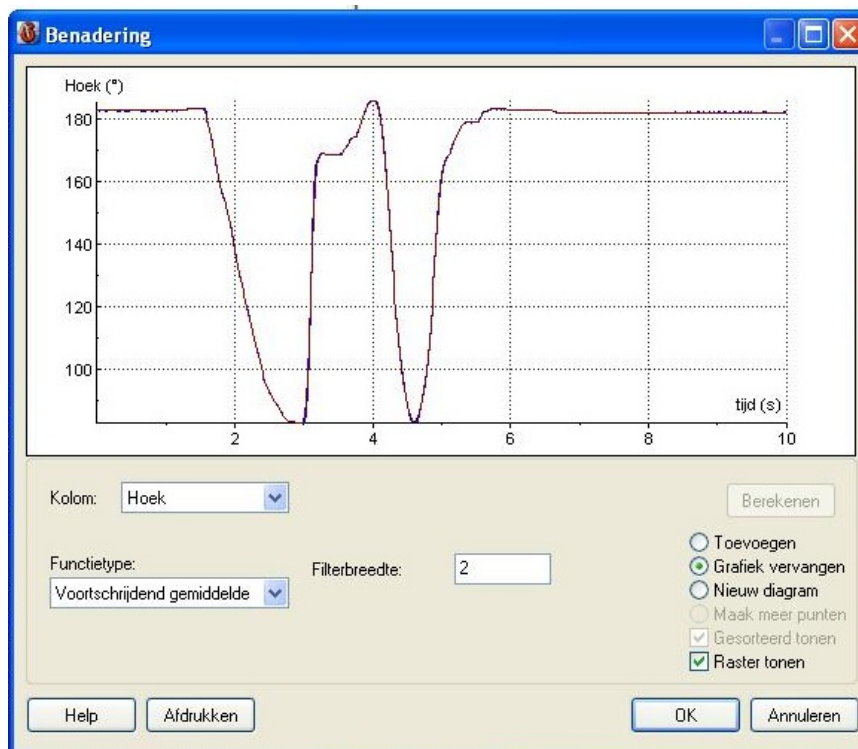
## Bijlage 8 Spronghoogte opdracht 11

Deze bijlage is geschreven als toelichting voor opdracht 11. Voordat je met opdracht 11 kan beginnen zul je de opdrachten ervoor moeten doorlopen, anders heb je geen invoergegevens. Deze richtlijnen zijn er om jou te begeleiden terwijl je zelf je resultaat verwerkt en (het belangrijkste van alles) verklaart.

Er worden hier een aantal opties gegeven om inzicht te krijgen in de meting, maar er zijn met een paar klikken nog veel meer interessante dingen te doen met Coach 6. Wees niet bang om zelf eens op onderzoek uit te gaan en wat dingen uit te proberen!

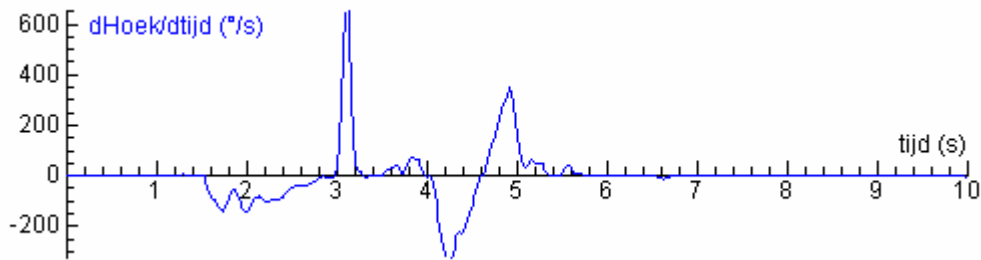
Je kunt alle grafieken kopiëren naar Word of Paint door met de rechtermuisknop te kiezen voor *Naar klembord kopiëren*. Zo kun je al je grafieken mooi verwerken en toelichten.

a Filteren of benaderen doe je door met de rechtermuisknop bij de gegevens voor *Benadering* te kiezen. Klik grafiek vervangen aan. Kijk ook eens wat er gebeurt als je voor filterbreedte een andere waarde kiest, bijvoorbeeld 4 of 10.



Figuur 12: Benaderen in coach 6

b Bedenk voor jezelf nogmaals wat de richtingscoëfficiënt is. Bij wis- en natuurkunde heb je waarschijnlijk al met de hand eens de richtingscoëfficiënt berekend. Zodra je weet waar de hoeksnelheid nul is kun je goed bedenken in welke lichaamshouding de proefpersoon zich dan moet bevinden. Geef dit goed weer met een tekening die je docent, groepsgenoten en jijzelf begrijpt.



Figuur 13: Grafiek van de hoeksnelheid in Coach 6

c Om van de hoekgrafiek (die de hoek uitgezet tegen de tijd weergeeft) te komen naar een hoeksnelheidgrafiek zul je op de hoekgrafiek moeten rechtermuisklikken en kiezen voor *Analyse/Verwerking > Afgeleide*. Kies voor eerste afgeleide. Zorg ervoor dat de grafiek in een nieuw venster wordt neergezet. Als het goed is krijg je een grafiek met daarin een lijn die graden per seconde weergeeft. Controleer dit voordat je verder gaat. Ga na of de hoeksnelheid daadwerkelijk nul is voor de momenten waarop je die bepaald hebt in de hoekgrafiek.

d Kies in de grafiek voor de hoeksnelheid weer voor *Analyse/Verwerking > Afgeleide*. In de grafiek voor hoeksnelheid staat er (°/s). Wat staat er in de grafiek van de afgeleide van de hoeksnelheid en wat betekent dit denk je?

e Je kunt met rechtermuisknop *Analyse/Verwerking > Statistiek* een statistisch overzicht tevoorschijn laten komen. Hieruit kun je verschillende waarden halen. Het belangrijkste is dat je verklaart wat deze getallen precies inhouden! In welke orde van grootte zijn deze getallen bijvoorbeeld? En wat voor kniehoeksnelheid haal je nou tijdens je beste sprong? Wat houdt dat nou in, een hoeksnelheid van 750 graden per seconde? Hoe kun je hiervan een voorstelling maken?

Als je inzoomt op de versnelling van de kniehoek tijdens de afzet zie je dat de lijn eerst steeds steiler wordt om daarna nog wel toe te nemen, maar minder hard. De knie strekt zich dus nog wel, maar minder hard. Waarom doet de proefpersoon dit denk je?

Statistisch overzicht van 'ddHoek/dtijd/dtijd'			
	tijd s	dHoek/dtijd °/s	ddHoek/dtijd/dtijd °/s/s
Aantal rijen:	501	501	501
Maximum:	10,00	784,76	8142,95
Minimum:	0,00	-333,42	-8481,35
Gemiddelde:	5,00	-0,06	0,05
Som:	2505,00	-28,88	24,17
Kwadratische som:	16716,70	5224905,43	550937892,17
s(n):	2,89	102,12	1048,65
s(n-1):	2,90	102,22	1049,70

Figuur 14: Overzicht van gegevens

# Bijlage 9: Informatiebronnen bij de opdrachten

## Algemeen

Je kunt tijdens het oplossen van de opdrachten verschillende bronnen gebruiken. Bedenk per vraag van tevoren wie of wat er een antwoord zou hebben op jouw vraag. Daarna kun je daar een informatiebron bij zoeken.

Zorg dat wanneer je een bron gebruikt je deze ook vermeld bij de opdracht. Dan laat je zien dat je jouw vraag goed hebt onderbouwd en het is wel zo netjes voor de schrijver.

Naast het wereldwijde web kun je ook eens een docent vragen of een boek uit de bibliotheek of jouw lespakket halen.

## Informatiebronnen bij hoofdstuk 3

BINAS tabellenboek

Biologieboek

► URL 2

► URL 3

Websites over voeding

Instructies voor presenteren ► werkinstructie presenteren in de NLT Toolbox.

## Informatiebronnen bij hoofdstuk 6

Binas tabellenboek

CD-rom Encarta

Boek: Dekkers, M. (2006), Lichamelijke oefening, Amsterdam, Contact blz. 110 t/m blz. 119.

Biologieboek

Boek: Dekkers, M. (2006), Lichamelijke oefening, Amsterdam, Contact blz. 120.

► URL 4 t/m 12

Tijdschrift voor fysiotherapie, 24e jaargang 2006.

Sportprestaties: lichaamsbouw en training ► zie URL14.

Boek: Hilvoorde, I. van, Pasveer, B. (2006), Beter dan Goed, over genetica en de toekomst van topsport, Diemen, Veen Magazines, blz. 17 t/m 21

## Bijlage 10 URL lijst

► URL 1 [schooltv.eigenwijzer.nl](http://schooltv.eigenwijzer.nl) Zoek naar aflevering 'Sportfysica'.

Directe link: <http://player.omroep.nl/?afID=7861629>

Of ga naar:

<http://www.schooltv.nl/index.jsp?project=1555535&nr=1555554#886139> en klik op aflevering 2

► URL 2 De Caloriechecker

<http://www.caloriechecker.nl/>

► URL 3 Teleblik, Actuele en historische bronnen uit de archieven van de publieke omroepen en het Polygoon Journaal online beschikbaar voor het onderwijs.

<http://www.teleblik.nl/>

Voor opdracht 3.6: klik op Teleblik Voortgezet Onderwijs, vul bij zoekterm de nummers van de filmpjes in (79377 en 79392)

Voor de andere opdrachten moet je zelf de juiste zoektermen verzinnen

► URL 4 Website Bewegingstechnologie

[www.sporttechnologie.nl/sportprestatie](http://www.sporttechnologie.nl/sportprestatie)

► URL 5 Teleblik

<http://www.teleblik.nl>

Zoek de aflevering over spieren op van het klokhuis (telebliknummer 67288)

Zoek daarna de aflevering op over spieren, genaamd 'Waarom kunnen donkere mensen beter sprinten?'.

Telebliknummer 4387174

► URL 6 [www.bioplek.org](http://www.bioplek.org)

► URL 7 Wikipedia, meertalige vrij beschikbare encyclopedie, waar iedereen kennis aan kan toevoegen.

<http://www.wikipedia.nl>

► URL 8 Beweging en spieren

<http://staff.science.uva.nl/~dcslob/lesbrieven/Anika/Spieren.htm#Inleiding>

► URL 9 Sportzorg

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

► URL 10 [www.scholieren.com/werkstukken/15355](http://www.scholieren.com/werkstukken/15355)

► URL 11 [www.mannen-gezondheid.com/spieren.html](http://www.mannen-gezondheid.com/spieren.html)

► URL 12 [www.swsportmassage.nl/index.htm](http://www.swsportmassage.nl/index.htm)

► URL 13 [www.sporttechnologie.nl/keuze.html](http://www.sporttechnologie.nl/keuze.html)

► URL 14 Artikel uit Versus over Sportprestaties

[www.sporttechnologie.nl/sportprestaties/sportprestaties.pdf](http://www.sporttechnologie.nl/sportprestaties/sportprestaties.pdf)