

Leerlingexperimenten

HANDLEIDING
**ALTERNATIVE
ENERGIE-OMZETTINGEN**
P9160-4W



INHOUDSOPGAVE

1. Verbrandingsmotoren	2
1.1. Verbrandingsproces in een benzinemotor	3
1.2. Verbrandingsproces in een dieselmotor.....	4
2. Waarneembaar maken van energie.....	5
2.1. Energiebehoefte van een gloeilamp	5
2.1.1. Energiebehoefte van een gloeilamp - kwantitatief.....	5
2.1.2. Energiebehoefte van huishoudelijke apparatuur	7
2.2. Energiebehoefte van een kleine elektrische auto	8
2.2.1. Nog meer experimenten met de elektrische auto.....	9
2.2.2. Elektrische auto – praktische referenties	10
2.3. Energiebehoefte van een propeller	11
2.3.1. Nog meer experimenten met de propeller.....	12
3. Windenergie.....	13
3.1. Windenergie station (Windmolen)	13
3.1.1. Windenergie – voortgezette experimenten.....	13
4. Waterkracht.....	15
4.1. De waterkrachtcentrale	15
4.1.1. Waterkracht – voortgezette experimenten.....	16
5. Thermische energie (calorische kracht)	17
5.1. Principe van thermische energiecentrales.....	17
5.1.1. Thermische energie – voortgezette experimenten.....	19
6. Zonne-energie – Fotovoltaïsche energie	20
6.1. Spanningsmeting en invalshoek - kwalitatief	20
6.2. Seriële aansluiting van zonnecellen	21
6.3. Parallele aansluiting van zonnecellen	22
6.4. Motor met een door zonnecellen aangedreven propeller	23
6.5. Een door zonnecellen aangedreven elektrische auto	23
6.6. Spanning en invalshoek	25
7. Opslag van Energie	29
7.1. Snel laden van de korte-termijn energieopslag	29
7.2. Korte-termijn energieopslag als energiebron	29
7.3. Laadmogelijkheden van korte-termijn energieopslag	31

1. VERBRANDINGSMOTOREN

1.1. VERBRANDINGSPROCES IN EEN BENZINEMOTOR

Weet je waarom een auto beweegt?

Er bestaan auto's met een ingebouwde benzinemotor. We willen graag ontdekken hoe deze motor, en daarmee de auto, werkt.

Experiment:

- Houd de ontstekingscilinder horizontaal vast
- Druk de verstuiverknop op de fles 2 of 3 keer in (vaker is niet nodig)
- Zwaai de cilinder met het uiteinde naar voren naar beneden (om het gas en de lucht te mengen)
- Druk de zachte dop erop (maar niet meer dan ong. 1 cm naar binnen)
- Test de aansteker, om er zeker van te zijn dat de ontsteking goed werkt
- Stop de aansteker minstens 5 cm in het gat van de bodemplaat
- Hou de cilinder vast in een open ruimte
- Doe de aansteker aan



Resultaat:

Het Gas-Lucht mengsel ontsteekt met een explosie en schiet de zachte dop enkele meters ver weg.

- Haal de zachte dop weer op
- Blaas het overgebleven gasmengsel weg uit de cilinder

Conclusie:

In een gasmotor ontsteekt een lucht-gasmengsel zich op explosieve wijze door een ontstekingsvonk. Daardoor wordt de zuiger (in ons experiment de zachte dop) zeer snel in beweging gezet. Chemische energie, (opgeslagen in het gas) wordt omgezet in bewegingsenergie (bijproduct: warmte).

1.2. VERBRANDINGSPROCES IN EEN DIESELMOTOR

Er bestaan auto's met een ingebouwde dieselmotor. We willen graag ontdekken hoe deze motor werkt, en hoe het de auto in beweging zet.

Experiment:

- Open de kraag van de zuiger en trek de zuiger uit de cilinder
- Blaas frisse lucht in de cilinder
- Stop een kleine hoeveelheid poetskatoen in de cilinder
- Stop de zuiger terug in de cilinder en sluit het af met de kraag van de zuiger
- Houd de onderkant vast (druk hem stevig met zijn onderkant op het tafelblad), Plaats de palm van je andere hand op de dop van de zuigerstang
- Druk zo hard en snel mogelijk



Resultaat:

Door de sterke compressie en de stijgende temperatuur zal het katoen ontsteken met een steekvlam.

- Heropen de zuigerkraag na de ontsteking en trek de zuiger uit de cilinder
- Blaas frisse lucht in de cilinder
- Stop de zuiger terug in de cilinder en sluit hem weer af met de zuigerkraag

Conclusie:

De dieselbrandstof (in ons experiment de katoen) ontsteekt op explosieve wijze, uitsluitend door de stijgende druk en temperatuur. Opnieuw wordt chemische energie omgezet in bewegingsenergie.

2. WAARNEEMBAAR MAKEN VAN ENERGIE

2.1. ENERGIEBEHOEFTE VAN EEN GLOEILAMP

Hoeveel energie is er nodig om een kleine lamp te laten branden? En hebben we dezelfde hoeveelheid energie nodig voor elke lamp?

Experiment:

- Draai de lamp van 6V/0.5A in de lamphouder van het blok.
- Sluit de handdynamo met zijn kabels aan op het blok.
- Nu draait de ene leerling aan de slinger, terwijl de andere leerling de lamp een aantal malen in de fitting in- en uitdraait.



Resultaat:

De leerling die aan het slingeren was voelt duidelijk de verschillen in energiebehoefte wanneer de lamp is ingedraaid, en brandt – of niet brandt.

Natuurkundige verklaring van de energiebehoefte:

Mechanische energie (slinger) wordt omgezet in elektrische energie (hand dynamo).
De elektrische energie wordt omgezet in licht – of warmte-energie (lamp) op dezelfde wijze.

Extra opdracht 1:

- In plaats van de lamp met 6V/0.5A draaien we nu een lamp in met 6V/0.05A
- Draai voorzichtig aan de slinger

Voel je nu een verschil in energiebehoefte in vergelijking met het vorige experiment?

Conclusie:

Er is minder energie nodig om een lamp van 6V/0.05A te laten branden.

Waarom?

De lamp met 6V/0.05A neemt tien maal minder energie dan de lamp van 6V/0.5A.
Dit verschil merk je als je aan de slinger draait.

2.1.1. ENERGIEBEHOEFTE VAN EEN GLOEILAMP - KWANTITATIEF

Wat kunnen we zeggen over de gegeven waarden bij een lamp? Hoe kun je deze waarden controleren?

Experiment 1:

De gegeven waarden van een lamp kun je controleren en de prestaties kun je vaststellen met behulp van twee meetinstrumenten.

Voorbereiding Experiment:

Bouw op volgens de afbeelding. De spanningsmeter moet parallel aan de stroomafnemer worden aangesloten. De ampèremeter moet in serie worden aangesloten met de stroomafnemer.



Advies:

Voor dit experiment adviseren we om analoge meetinstrumenten te gebruiken, omdat de huidige voeding geen constante waarden levert.

Bij grotere meetbereiken kun je beter een digitaal meetinstrument gebruiken, omdat de gemeten waarden anders moeilijk af te lezen zijn.

Resultaat:

Welke waarden kunnen we lezen?

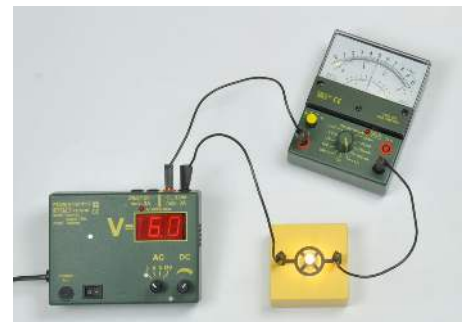
Spanning (U): V Stroom (I): A Vermogen (P): W ($P = U \cdot I$)

Experiment 2:

- In plaats van de handgenerator gebruiken we een instelbare voeding
- Gebruik gelijkstroom, let op de polariteit!
- Stel een spanning van precies 6V in

Resultaat:

Lees de getoonde waarde af en vergelijk het met de waarde die op de lamp aangegeven staat.



Spanning (U): V Stroom (I): A Vermogen (P): W ($P = U \cdot I$)

Attentie:

Elektrische onderdelen bevatten toleranties op de gegeven technische waarden. Daarom kunnen er afwijkingen optreden t.o.v. de aangegeven waarden op de lamp!

2.1.2. ENERGIEBEHOEFTE VAN HUISHOUDELIJKE APPARATUUR

Praktische kruisverwijzing:

De tabel hieronder bevat verschillende elektrische apparaten.

Raadt welk vermogen (uitgedrukt in hoeveelheid Watt) elk van deze apparaten nodig heeft om te kunnen werken. Noteer de geschatte waarde in de tweede kolom.

Thuisopdracht:

De meeste van deze apparaten kun je bij je thuis vinden. Elk elektrisch apparaat heeft een label waarop de energiebehoefte vermeld staat. Lees de energiewaarden van de apparaten af en vermeld deze in de derde kolom van de tabel.

Elektrisch apparaat	Vermogen (Watt geschat)	Vermogen (Watt, thuis afgelezen)
Föhn		
Waterboiler		
Strijkijzer		
TV		
Radio		
Broodrooster		
Koelkast		
Vriezer		
Elektrische waterkoker		
Wasmachine		
Wasdroger		
Som van de gloeilampen in je kamer		

- Vergelijk de geschatte waarden met de echte waarden.
- Welk elektrisch apparaat zet de meeste energie om? We noemen deze apparaten "energieslurpers".
- Vergelijk de waarden van dezelfde producten met die van je klasgenoten.

Advies:

Er zijn overeenkomstige apparaten, die verschillende hoeveelheden energie nodig hebben. Dit is de reden dat huishoudelijke apparaten, die vaak of permanent gebruikt worden, verdeeld worden in energie-verbruiks-klassen.

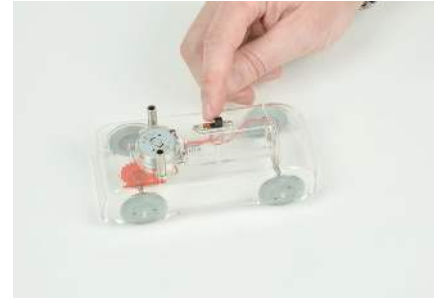
Als een apparaat minder elektrische energie nodig heeft, dan is het verbruik "kosten-neutraal". Je zou jezelf eigenlijk hierover moeten informeren voordat je een elektrisch apparaat aanschaft.

2.2. ENERGIEBEHOEFTE VAN EEN KLEINE ELEKTRISCHE AUTO

Je kent wellicht de (op afstand bestuurde) modelauto's die op batterijen lopen. Hebben kleine en grotere modelauto's dezelfde hoeveelheid energie nodig? En hebben auto's dezelfde hoeveelheid energie nodig als ze in heuvelachtig terrein rijden (bijvoorbeeld op gras of zand) of op straat?

Experiment:

- Zet de schakelaar van de elektrische auto in de vooruitrij-stand



- Sluit de handaangedreven dynamo met de kabels aan op de auto
- Draai aan de slinger



Resultaat:

De auto rijdt.

Natuurkundige verklaring van de energie-omzetting:

Mechanische energie (slinger) wordt omgezet in elektrische energie (dynamo).

De dynamo beweegt de motor van de auto.

De elektrische energie wordt weer omgezet in mechanische energie (beweging van de auto).

2.2.1. NOG MEER EXPERIMENTEN MET DE ELEKTRISCHE AUTO

Experiment 1:

Draai de slinger in beide richtingen.
Wat gebeurt er?

Opdracht:

Bespreek de werking van een gelijkstroommotor en een dynamo.

Experiment 2:

Draai de slinger met verschillende snelheden.
Let op de snelheid van de auto terwijl je draait.

Opdracht:

Wat gebeurt er met de modelauto als je de snelheid opvoert? Heb je meer energie nodig?
Loopt de batterij sneller leeg?

Wat gebeurt er bij de auto van je ouders als ze sneller gaan rijden? Is er meer brandstof benodigd?

Experiment 3:

Laad verschillende voorwerpen op de elektrische auto.

Pas op: „overlaad” hem niet!

Let terwijl je draait op het energieverbruik in vergelijking met de eerdere experimenten.

Heeft een zwaardere auto meer energie nodig? Heeft een limousine meer brandstof nodig dan een kleine auto? Hoeveel heeft een vrachtauto nodig?

2.2.2. ELEKTRISCHE AUTO – PRAKTISCHE REFERENTIES

Vul in de tweede kolom je ideale type auto in.

	Auto - type	L/100 km ong.	L/100 km volgens de folder	massa en kW volgens de folder
Ideale compacte auto				
Ideale middelgrote auto				
Ideale sportwagen				
Ideale SUV				
Hybride auto				
Vrachtwagen tot 3.5t				
Vrachtwagen vanaf 7t				

Schat het brandstofverbruik in L/100 km voor elk type auto.
Vul de geschatte waarden in, in de derde kolom.

Huiswerk:

Stel het gemiddelde brandstofverbruik voor elk van deze auto's vast m.b.v. het internet of de folders.

Vul deze gevonden waarden in, in de vierde kolom en vergelijk ze met elkaar.

Stel het massa en de vermogen (kW) van deze types auto vast.

Vul de gevonden waarden in, in de vijfde kolom.

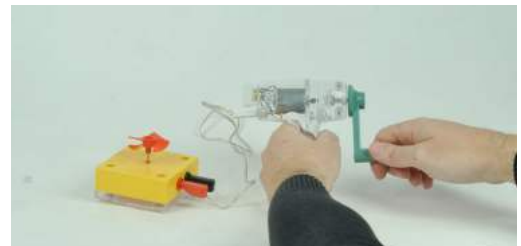
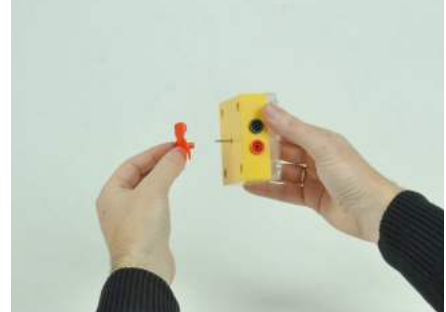
Kun je een verband ontdekken tussen prestaties, gewicht en brandstofverbruik?

2.3. ENERGIEBEHOEFTE VAN EEN PROPELLER

We bouwen een blower met verschillende snelheden.

Experiment:

- Bevestig de propeller aan het motor/dynamo blok.
- Sluit de handdynamo aan op het blok
- Draai aan de slinger



Resultaat:

De propeller draait.

Natuurkundige verklaring van de energie-omzetting:

Mechanische energie (slinger) wordt omgezet in elektrische energie (dynamo).

De dynamo stuurt de motor binnen in het blok aan.

Nadien wordt de elektrische energie weer omgezet in mechanische energie (beweging van de propeller).

2.3.1. NOG MEER EXPERIMENTEN MET DE PROPELLER

Experiment 1:

Draai langzaam aan de slinger in beide draairichtingen.

Leg de prestaties van de gelijkstroommotor en de dynamo uit.

Experiment 2:

Draai met verschillende snelheden (niet overdrijven daarbij).

Let op de draaisnelheid van de propeller.

Experiment 3:

Noem wat apparaten op waarbij dit principe in de praktijk geldt.

- Ventilator (in de zomer)
- Föhn (in dit geval echter zonder verwarming)
- Helikopter
- Scheepsschroef

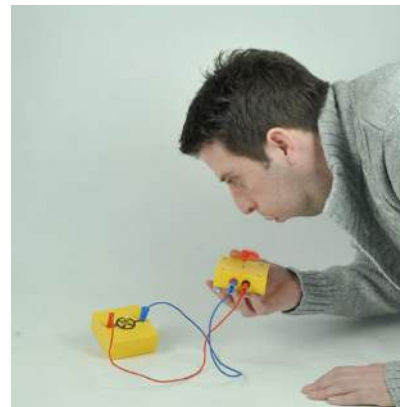
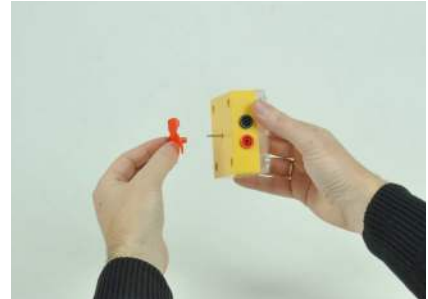
3. WINDENERGIE

3.1. WINDENERGIE STATION (WINDMOLEN)

"Blaas" tegen een lamp om hem te laten branden! Denk je dat dit je lukt?

Experiment:

- Zet de propeller op het motor/dynamo blok
- Draai de lamp van 1.5V in de fitting op het blok
- Sluit de twee blokken aan met de kabels (blauw en rood, 75cm)
- Blaas krachtig tegen de propeller (in een "normale" blaashoek en afstand van ong. 5 cm)
- Kijk naar de lamp



Resultaat:

Door krachtig blazen tegen de propeller zal de lamp gaan branden.

Natuurkundige verklaring van de energie-omzetting:

Mechanische energie (draaiing van de propeller) wordt omgezet in elektrische energie (dynamo).

Deze elektrische energie wordt vervolgens omgezet in licht- of warmte energie.

Referentie met de praktijk:

Met dit experiment kunt u het principe van een windmolen herkennen.

Benoem de voor- en nadelen van het gebruik van grote windmolens.

Staan er windmolens of windmolenparken bij jou in de buurt?

3.1.1. WINDENERGIE – VOORTGEZETTE EXPERIMENTEN

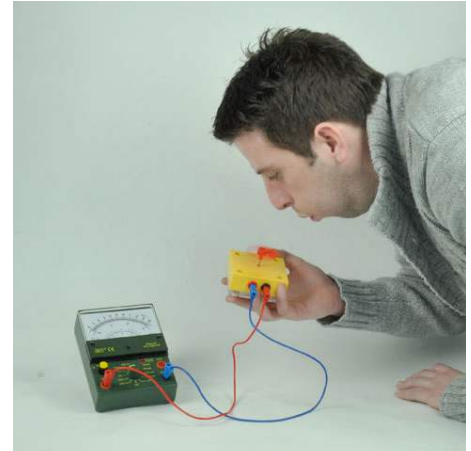
Experiment 1:

Wie heeft de "sterkste" adem?

Om deze parameter vast te stellen meten we de spanning die door de propeller met dynamo wordt opgewekt.

Actie:

- Zet de propeller op het blok (apparaat)
- Zet de meter op het bereik van 10 V (DC)
- Sluit het apparaat aan op de meter
- Blaas zo hard mogelijk tegen de propeller
- Lees de spanning af



NB:

We raden aan om een analoge meter te gebruiken, omdat de geleverde kracht niet constant is als je tegen de propeller blaast.

Welk probleem zien we ontstaan?

Omdat de kracht niet constant geleverd kan worden zal de gemeten waarde niet precies bepaald kunnen worden.

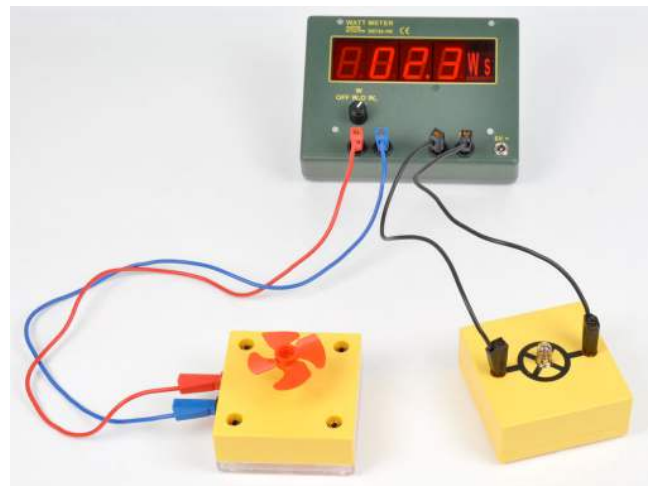
Resultaat:

De leerling die de hoogste spanning bereikt is degene met de "sterkste" adem.

Experiment 2:

Hoe kunnen we de gegenereerde kracht bepalen?

We gebruiken de inno - Wattmeter voor dit experiment. De toevoer van energie vindt plaats door de propeller met dynamo. Het apparaat wat energie omzet is de lamp van 1,5V in het blok.



Advies:

Omdat de geleverde kracht in dit experiment niet constant is, is het heel moeilijk om de precieze waarden van de geleverde prestatie te meten zonder hulp van een Wattmeter. De "inno - Wattmeter" toont direct het vermogen (in W). Ook kunnen we energie die omgezet is, in gemeten tijdsintervallen (Ws) tonen.

4. WATERKRACHT

4.1. DE WATERKRACHTCENTRALE

Hoe kun je een lamp laten branden met behulp van water?

Experiment:

- Zet de turbine in zijn behuizing op het motor/dynamo blok
- Stop de metalen aandrijfas van de motor/dynamo in de as van de turbine
- De 4 plastic bouten van de turbinebehuizing moeten in de openingen van het motor/dynamo blok worden gestoken. Druk de twee blokken tegen elkaar.
- Zet de turbine met de zwarte drukknop vast op de as van de dynamo
- Controleer het soepel draaien van de turbine met je vinger
- Draai de lamp van 1,5V in de fitting van het blok
- Verbind beide blokken met de snoertjes (blauw en rood, 75cm)
- Doe de kraan (met slang) in de turbinebehuizing en stel hem in op het midden van de "schoepenoppervlakken "
- Zet de kraan open

Resultaat:

Het water drijft de turbine aan, de lamp brandt.

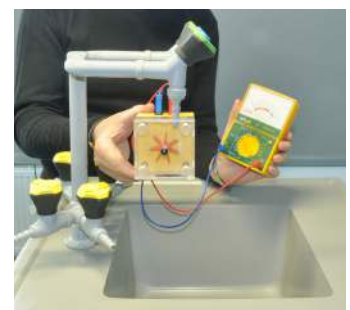
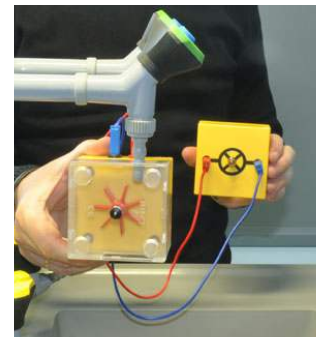
Advies:

De turbine draait te langzaam als de waterdruk niet hoog genoeg is. In dit geval brandt de lamp niet of niet erg sterk. Daarom raden we aan om een meter te gebruiken in plaats van een lamp om de spanning te meten.

Natuurkundige verklaring van de energie-omzetting:

Mechanische energie (draaiing van de turbine) wordt omgezet in elektrische energie (dynamo) en nadien in licht - of warmte-energie (lamp).

Met dit experiment heeft u een kleine waterkrachtcentrale gebouwd !



4.1.1. WATERKRACHT – VOORTGEZETTE EXPERIMENTEN

Experiment 1:

Hoe krachtig is onze turbine?

Om deze parameter te bepalen meten we de spanning die wordt geleverd door de turbine met dynamo

Actie:

- Zet de turbine op de dynamo (zie het vorige experiment)
- Kies een meetbereik van 10V (DC) op de meter
- Sluit het blok op de meter aan
- Plaats de turbine onder een kraan
- Zet de kraan open
- Lees de spanning af

Attentie:

We raden aan om lange kabels te gebruiken, om contact tussen het water en de meter te voorkomen.

Advies:

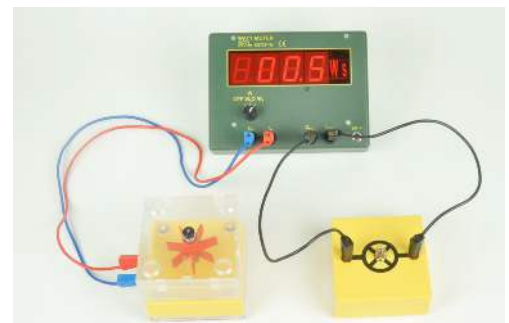
Door het gebruik van een water-actuator, zal de geproduceerde kracht niet constant zijn. Daarom adviseren we het gebruik van een analoge meter.

Experiment 2:

Hoe kan de gegenereerde kracht worden gemeten?

Actie:

We gebruiken de "inno - Wattmeter voor dit experiment. De toevoer van energie vindt plaats door de propeller met dynamo. Het apparaat wat energie omzet is de lamp van 1,5V in het blok.



Advies:

Omdat het geleverde vermogen niet constant is in dit experiment, is het heel moeilijk om de precieze waarden van de prestatie te meten zonder hulp van een Wattmeter.

De "inno - Wattmeter" toont direct het vermogen (in W). Ook kunnen we energie die omgezet is, in gemeten tijdsintervallen (Ws) tonen.

Referenties met de praktijk:

Probeer een waterkrachtcentrale schematisch te beschrijven.

Je kunt verschillende soorten turbines in je natuurkundeboek vinden.

Welke soort turbine zit er ingebouwd in het blok?

Pelton-turbines worden gebruikt in energie-opslag-fabrieken.

Francis – of Kaplan-turbines worden gebruikt in op de oever geplaatste energiecentrales, in rivieren of in getijdencentrales op zee.

Extra „vrije” opdrachten:

- Welk percentage van de huishoudelijke energie wordt gedekt door waterkracht?
- Noem de in je eigen land aanwezige waterkrachtbronnen.
- Noem de voor- en de nadelen van waterkrachtcentrales.

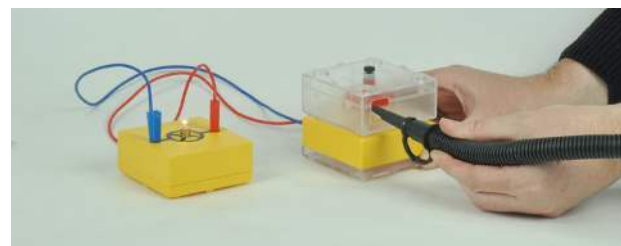
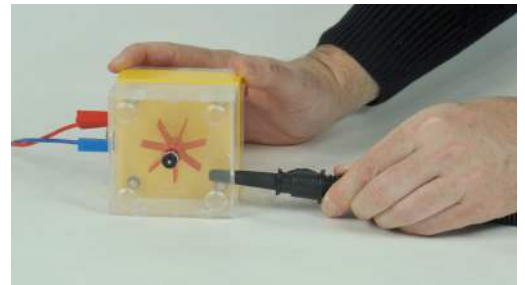
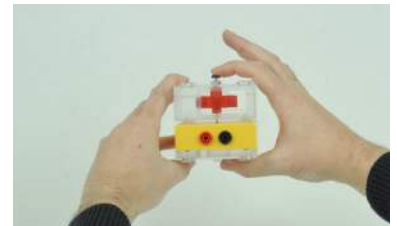
5. THERMISCHE ENERGIE (CALORISCHE KRACHT)

5.1. PRINCIPE VAN THERMISCHE ENERGIECENTRALES

Je kent wellicht de steenkoolcentrales, en gas- en olie gestookte energiecentrales. Dergelijke energiecentrales noemen we calorische energiecentrales of thermische energiecentrales. Maar waar komt de elektrische energie vandaan in deze calorische energiecentrales?

Experiment:

- Plaats de turbine in zijn behuizing op het motor/dynamo blok
- Stop de metalen aandrijfas van de motor/dynamo in de as van de turbine
- De 4 plastic bouten van de turbinebehuizing moeten in de openingen van het motor/dynamo blok worden gestoken. Druk de twee blokken tegen elkaar.
- Zet de turbine met de zwarte drukknop vast op de as vade dynamo
- Controleer het soepel draaien van de turbine met je vinger
- Draai de lamp van 1,5V in de fitting van het blok
- Verbind beide blokken met de kabels (blauw en rood, 75cm)
- Zet de luchtpomp op de grond naast de tafel
- Sluit de flexibele slang aan op de "druk"-zijde van de luchtpomp
- Maak het spuitstuk van de slang aan de turbinebehuizing vast en richt het op het midden van de "schoepenraderen"
- Houd de turbinebehuizing vast
- Laat een andere leerling helpen met pompen



Resultaat:

De luchtdruk stuurt de turbine aan, de lamp begint te branden.

Natuurkundige verklaring van de energie-omzetting:

Mechanische energie (draaiing van de turbine) wordt omgezet in elektrische energie (dynamo). De elektrische energie wordt weer omgezet in licht- en warmte energie (lamp).

Referenties met de praktijk:

In een thermische energiecentrale wordt water opgewarmd in een vat door brandstof te verbranden. Hierdoor verdampt het water, en komt het vat onder hoge druk te staan. De hete stoom ontsnapt aan deze hoge druk via een spuitstuk en drijft de turbine aan.

Probeer een thermische energiecentrale schematisch te beschrijven (kool-, gas- of olie gestuurd). Teken ook het stoom spuitstuk en een turbine.

Advies:

Omdat de werking van de turbine door hete stoom moeilijk te beheersen is in een laboratorium experiment (het zou ook erg gevaarlijk zijn vanwege de hoge temperaturen), demonstreren we dit principe door een luchtpomp te gebruiken.

Extra uitleg van nucleaire energiecentrales:

Zelfs in nucleaire energiecentrales wordt een vloeistof opgewarmd. Deze warmte-energie wordt vervolgens omgezet door een turbine in elektrische energie. Het verschil met "conventionele" thermische energiecentrales zit hem in de manier waarop het verbrandingsproces plaats vindt.

5.1.1. THERMISCHE ENERGIE – VOORTGEZETTE EXPERIMENTEN

Experiment 1:

Hoe krachtig is onze turbine?

Om deze parameter te bepalen meten we de spanning, onttrokken aan de turbine met dynamo.

Actie:

- Zet de turbine vast aan de dynamo (zie het vorige experiment)
- Stel een meetbereik van 10V (DC) in op de meter
- Sluit het blok aan op de meter
- Plaats de luchtpomp op de grond naast de tafel
- Sluit de flexibele slang met de "druk"-kant van de luchtpomp
- Maak het spuitstuk van de slang aan de turbinebehuizing vast en richt het op het midden van de "schoepenraderen"
- Lees de spanning af



Advies:

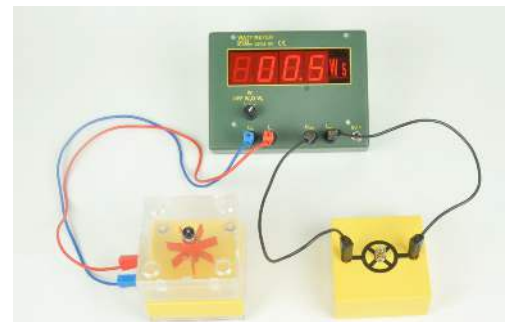
Omdat de geproduceerde luchtstroom niet constant is raden we het gebruik van een analoge meter aan.

Experiment 2:

Hoe kan het geproduceerde vermogen worden bepaald?

Actie:

We gebruiken de "inno - Wattmeter" voor dit experiment. De aanvoer van energie komt van de turbine met dynamo. Het apparaat wat energie omzet is de lamp van 1,5V in het blok.



Advies:

Omdat het geleverde vermogen niet constant is in dit experiment, is het heel moeilijk om de precieze waarden van de prestatie te meten zonder hulp van een Wattmeter.

De "inno - Wattmeter" toont direct het vermogen (in W). Ook kunnen we energie die omgezet is, in gemeten tijdsintervallen (Ws) tonen.

Extra „vrije“ opdrachten:

- Welk percentage van de energie voor huishoudens wordt geleverd door thermische energiecentrales?
- Welk percentage van de energie voor huishoudens wordt geleverd door kernenergie?
- Bepaal welke centrales in ons land gebruik maken van calorische energie.
- Noem de voor- en nadelen van thermische energiecentrales.

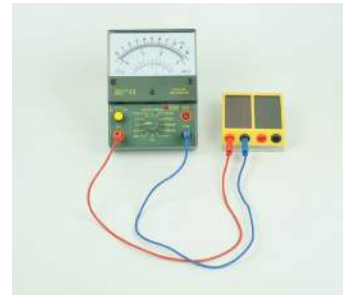
6. ZONNE-ENERGIE – FOTOVOLTAÏSCHE ENERGIE

6.1: SPANNINGSMETING EN INVALSHOEK - KWALITATIEF

Kan elektrische energie worden onttrokken aan zonlicht?

Experiment 1:

- Stel een meetbereik in van tenminste 1,5V (DC) op de meter
- Sluit de linker zonnecel (met de rode en blauwe snoertjes 75 cm) aan op de meter
- Lees de gemeten waarde af en zet deze in de tabel
- Bedek dan de zonnecel volledig met je hand
- Lees de gemeten waarde weer af en zet deze in de tabel



Advies:

Als de gemeten waarde onder de 1V ligt, wordt het gebruik van een zaklamp aangeraden.

In dit geval adviseren we een afstand van ten minste 15 cm tussen de lamp en de zonnecel.

Gevaar voor oververhitting!

Experiment 2:

- Voer het experiment uit bij "direct" zonlicht (bijv. bij het raam)
- Lees de gemeten waarde af en zet deze in de tabel
- Plaats de zonnecel in een rechte hoek (90 °) t.o.v. de inkomende zonnestralen
- Lees de gemeten waarde af en zet deze in de tabel

Soorten spanningsmeting	Gemeten waarde (V DC)
Liggend op de tafel	
Zonnecel bedekt	
Direct zonlicht	
Direct zonlicht onder een hoek van 90°	

Analyseer de gemeten waarden.

Wanneer wordt de hoogste spanningswaarde bereikt?

Conclusie:

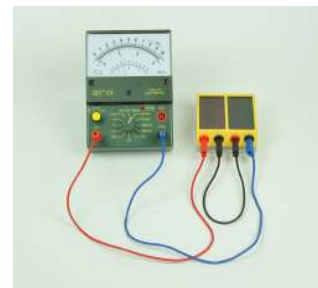
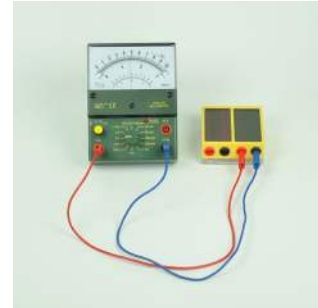
De hoogste spanningswaarde wordt bereikt wanneer de zonnestralen de zonnecel onder een hoek van 90° bereiken.

6.2. SERIËLE AANSLUITING VAN ZONNECELLEN

Wat gebeurt er wanneer zonnecellen in serie worden aangesloten?

Actie:

- Stel een meetbereik van 3V (DC) in op de meter
- Meet de spanning bij de linker zonnecel
- Lees de gemeten waarde af en zet deze in de tabel
- Meet de spanning bij de rechter zonnecel
- Lees de gemeten waarde weer af en zet deze in de tabel
- Sluit beide zonnecellen in serie aan op het meetapparaat m.b.v. een snoertje (zwart, 25cm)
- Lees de gemeten waarde af en zet deze in de tabel
- Haal de kabel weer van de meter af
- Stel een meetbereik in van tenminste 100 mA (DC)
- Sluit het snoertje weer aan (gebruik de juiste connectoren)
- Lees de gemeten waarde af en zet deze in de tabel



Meting	Spanning (V DC)	Stroom (mA DC)
Bij de linker zonnecel		
Bij de rechter zonnecel		
2 zonnecellen in serie		
2 zonnecellen parallel		

Analyseer de gemeten waarden.

Resultaat:

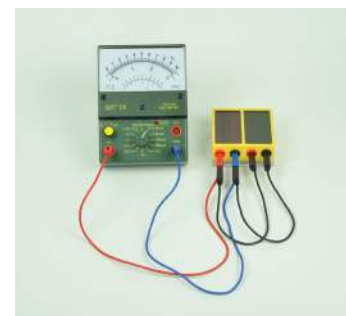
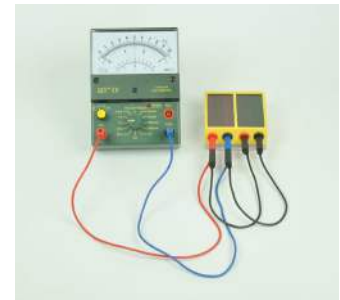
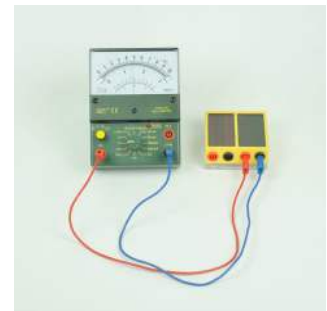
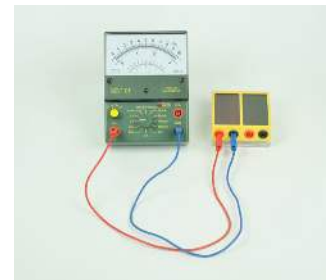
Als zonnecellen in serie worden geschakeld zullen de deelspanningen bij elkaar opgeteld kunnen worden.

De stroomsterkte is een rekenkundig gemiddelde van de waarden van de afzonderlijke zonnecellen.

6.3. PARALLELE AANSLUITING VAN ZONNECELLEN

- Stel een meetbereik in van 3 V (DC) op de meter
- Meet de spanning en de stroomsterkte bij de linker zonnecel
- Lees de gemeten waarde af en zet deze in de tabel
- Meet de spanning en de stroomsterkte bij de rechter zonnecel
- Lees de gemeten waarde af en zet deze in de tabel
- Sluit de beide zonnecellen parallel aan met de twee zwarte kabels (zwart, 25cm)
- Lees de gemeten spanning af en zet deze in de tabel
- Haal de snoertjes los van de meter
- Stel een meetbereik in van tenminste 200 mA (DC) op de meter
- Sluit de snoertjes weer aan (gebruik de juiste connectoren!)
- Lees de gemeten stroomsterkte af en zet deze in de tabel

Analyseer de gemeten waarden.



Conclusie:

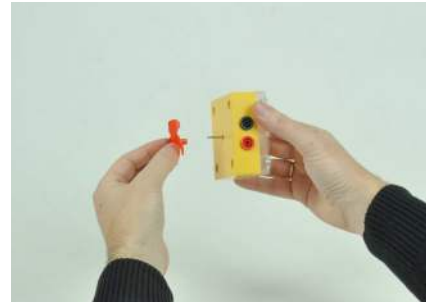
Als beide zonnecellen parallel zijn aangesloten, dan is de spanning een rekenkundig gemiddelde van de afzonderlijke zonnecellen.

De waarden van de stroomsterktes kunnen bij elkaar worden opgeteld.

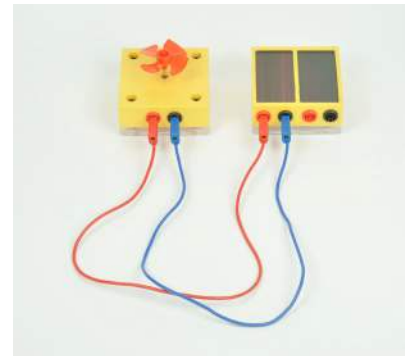
6.4. MOTOR MET EEN DOOR ZONNECELLEN AANGEDREVEN PROPELLER

Experiment 1:

- Stop de propeller in het motor/dynamo blok



- Sluit het blok aan op de linker zonnecel met 2 kabels



Resultaat:

De propeller beweegt niet.

Experiment 2:

Voer het experiment naast een raam uit en stel de zonnecel in onder een hoek van 90° t.o.v. de zonnestralen.

Resultaat:

In direct zonlicht (op een heldere dag), zou de propeller moeten beginnen te draaien. Let op de draaisnelheid van de propeller.

Experiment 3:

Sluit beide zonnecellen in serie aan en voer het experiment opnieuw uit in direct zonlicht.

Resultaat:

De propeller draait sneller.

6.5. EEN DOOR ZONNECELLEN AANGEDREVEN ELEKTRISCHE AUTO

Experiment 1:

Sluit de elektrische auto aan op de linker zonnecel.

Resultaat:

De auto beweegt niet.



Experiment 2:

Voer het experiment vlak bij een raam uit en stel de zonnecel op in een hoek van 90° naar de zonnestralen.

Resultaat:

Zelfs in direct zonlicht (op een heldere dag) zal de auto niet bewegen.

Experiment 3:

Sluit beide zonnecellen in serie aan en voer het experiment opnieuw uit, maar in direct zonlicht.

Resultaat:

Zelfs bij een hogere hoeveelheid spanning zal de auto niet bewegen.

Experiment 4:

Sluit beide zonnecellen parallel aan en voer het experiment opnieuw uit.

Resultaat:

De auto begint te bewegen in direct zonlicht.
Waarom gebeurt dit?

Advies:

Als een afnemer meer elektrisch vermogen (hogere stroomsterkte) nodig heeft, moet je de zonnecellen parallel aansluiten.

6.6. SPANNING EN INVALSHOEK



Lijst van materialen:

- | | |
|-------------|--|
| 1x P3600-2A | MBC dubbele zonnecel, SE |
| 1x P3601-2A | Hellingshoekmeter voor dubbele zonnecel SE |
| 1x P3310-1S | Set van 6 kabels, SE |
| 1x P7806-1G | Opbergbox II groot, met deksel |
| 1x P3210-1P | Multimeter, analoog, met automatische zekering |
| 1x DT105-1T | Tafellamp |

Onderzoek op nauwkeurige wijze het verband tussen opgewekte spanning en de invalshoek van het licht.

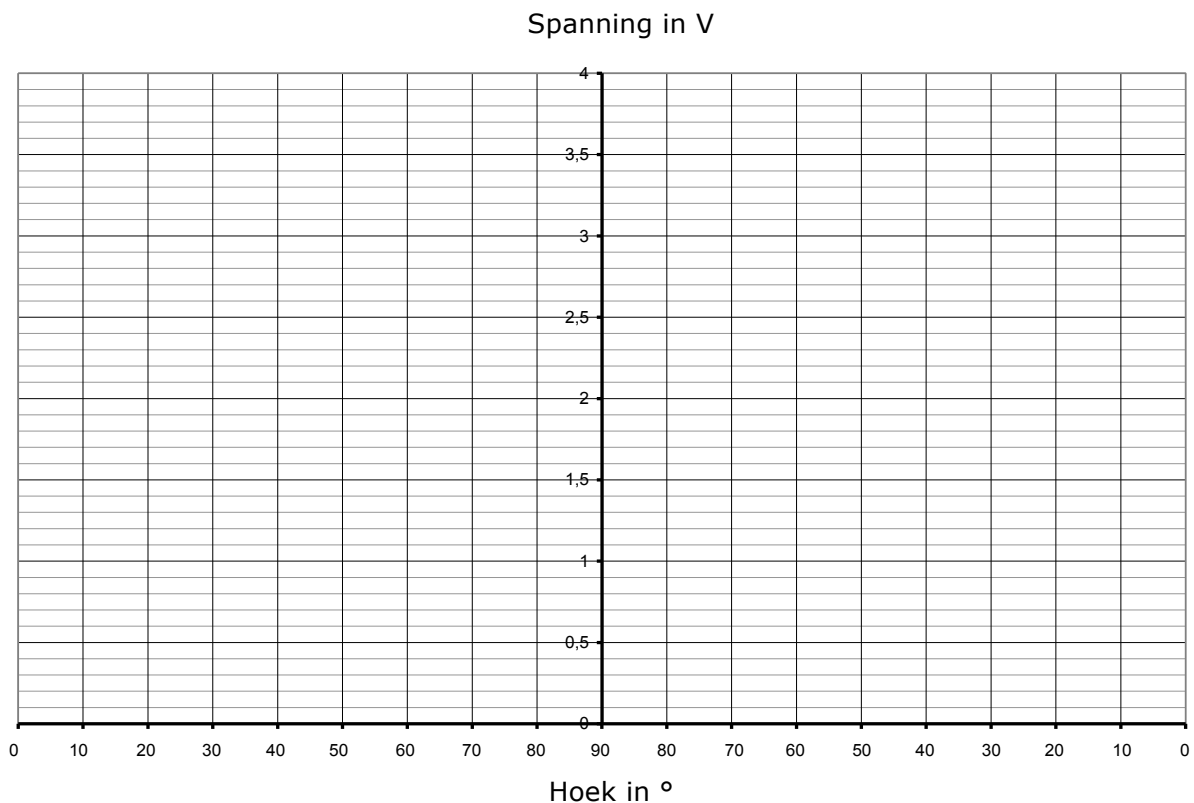
Opzet Experiment:

- Sluit de zonnecellen in serie aan
- Plaats de zonnecel op de hellingshoekmeter
- Plaats de tafellamp bovenop de gesloten opbergdoos
- Plaats de tafellamp loodrecht boven de oppervlakte van de zonnecel (De afstand tussen de zonnecel en de lamp moet tenminste 15 cm bedragen vanwege de hoge temperatuur als je in de buurt komt)
- Stel een invalshoek in van 90°
- Schakel de tafellamp in
- Maak het een beetje donker in het laboratorium (om de hoeveelheid "diffuus licht" te verminderen dat op de zonnecel valt)
- Meet de totale spanning met een Voltmeter (bereik: 10 Volt, DC)
- Lees de hoek en de spanningswaarden uit in stappen van 10° en zet die vervolgens in de tabel
- Lees ook de hoek en de spanningswaarden uit in stappen van 10° , maar dan in tegenovergestelde richting



Draai naar links										
Hoek in °	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Spanning in V										
Draai naar rechts										
Hoek in °	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Spanning in V										

Teken de grafiek nadat je de tabel volledig hebt ingevuld:



Resultaat:

Het valt op dat de hoogste spanningswaarde ontstaat bij een invalshoek van 90°.

Referentie met de praktijk:

Je hebt vastgesteld dat de invalshoek van vitaal belang is voor de efficiëntie van de omzetting. Je kunt deze afsluiter bekijken wanneer zonnecellen of zonnecollectoren op daken van huizen gemonteerd worden. Hoe preciezer deze apparaten op de zon gericht staan, hoe efficiënter het systeem zal werken. Juist in dit soort gevallen is het sterk aan te bevelen om professionals in te schakelen.

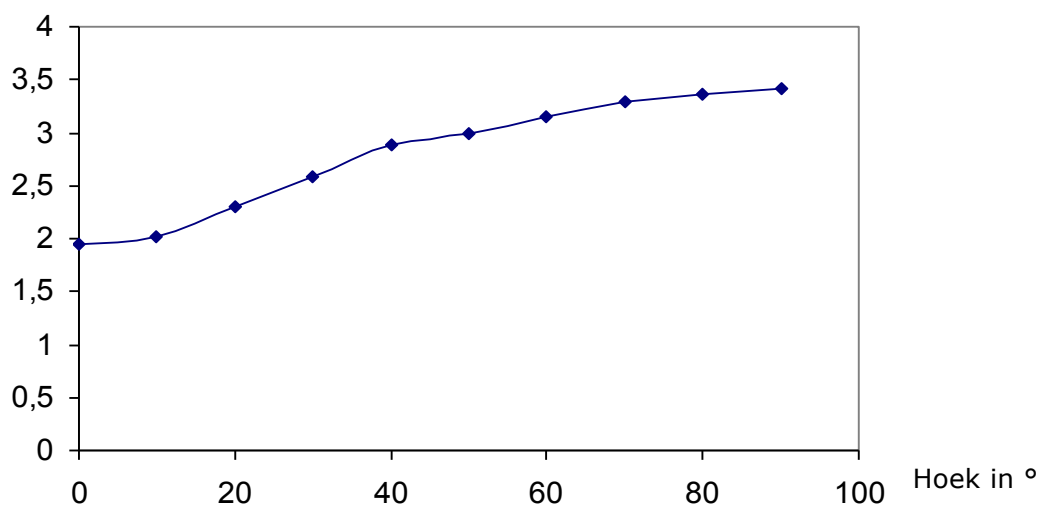
Extra uitleg voor de leraar

Binnen dit experiment kunnen ruwweg de volgende waarden gemeten worden:

$\alpha/^\circ$	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
U/V	3,42	3,37	3,30	3,15	3,00	2,89	2,58	2,30	2,01	1,94

Dit leidt tot de volgende grafiek:

Spanning in V



Aan het verloop van de kromme kun je zien dat de spanning afhangt van de sinus van de invalshoek.

Dit experiment kan in twee richtingen worden uitgevoerd (dit betekent dat de zonnecel simpelweg verplaatst wordt in de tegenovergestelde richting op de horizontale as), waarna de sinuscurve zich voortzet.

In sommige boeken wordt de invalshoek gemeten loodrecht op het gebied. De samenhang wordt gegeven door de cosinus van de invalshoek.

7. OPSLAG VAN ENERGIE

7.1. SNEL LADEN VAN DE KORTE-TERMIJN ENERGIEOPSLAG

Energie die afkomstig is van energiecentrales wordt doorgaans continu geproduceerd, 24 uur per dag, 7 dagen per week (bijvoorbeeld een waterkrachtcentrale bij een rivier). Deze energie is echter niet altijd benodigd op bepaalde tijdstippen, zoals in de nacht. Deze energie zal daarom niet door ons gebruikt worden omdat niemand op dat tijdstip kleren zal willen wassen.

We willen laten zien hoe deze "beschikbare" energie gebruikt kan worden.

Actie:

- Meet de spanning bij de korte termijn energieopslag met een meter (uitgang "OUT ")

- Sluit de handbediende dynamo met de korte-termijn energieopslag aan (ingang "IN")



- Draai langzaam aan de slinger van de dynamo – wat kun je zien?

Resultaat:

De aanwijzer draait naar rechts; de opslag wordt geladen.

Let op:

Als de opslag niet oplaadt is de polariteit niet goed. Draai eenvoudig de aansluitkabels om bij de aansluitpunten.

7.2. KORTE-TERMIJN ENERGIEOPSLAG ALS ENERGIEBRON

Nadat we de korte-termijn energieopslag geladen hebben kunnen we verschillende stroomafnemers aansluiten:

Experiment 1 – een propeller laten draaien:

- Zet de propeller op het motor- / dynamoblok
- Sluit het blok aan op de korte-termijn energieopslag

Resultaat:

De propeller begint te draaien.

Experiment 2 – een lamp laten branden:

- Draai de lamp van 1,5V in de lampfitting van het blok
- Sluit het blok aan op de korte-termijn energieopslag

Resultaat:

De lamp begint te branden.

Experiment 3 – laat een elektrische auto rijden:

- Sluit de elektrische auto aan op de korte-termijn energieopslag

Resultaat:

De elektrische auto begint te rijden. Als je de korte-termijn energieopslag in je hand houdt kun je de bewegende auto volgen.

Referentie met de praktijk:

Dit experiment toont het principe van de elektrische auto aan. In de praktijk zal de batterij van de elektrische auto (energieopslag) 's nachts geladen worden. Je kunt 's morgens de oplaadstatus van het display van de batterij aflezen. Dit is gelijk aan de oplaadindicator van de korte-termijn energieopslag.

Extra opdrachten:

- Doorgrond de huidige technische status van de ontwikkeling van elektrische auto's.
- Benoem de voor- en nadelen van elektrische auto's.
Terrein/gebied, kosten, motorgeluid, oplaadmogelijkheden
- Een "hybride auto" heeft ook een ingebouwde energieopslag. Dit geheugen wordt opgeladen door een dynamo tijdens het remmen. Als het voertuig slechts weinig energie nodig heeft (bijv. als het voor een stoplicht stilstaat), dan schakelt de auto zijn rijstand van benzine naar elektrisch.

Extra opdrachten:

Er zijn ook hybride auto's die aangedreven worden door brandstofcellen of spanning.

- Doorgrond de huidige technische status ervan
- Bespreek de voor- en nadelen van beide typen auto's

7.3. LAADMOGELIJKHEDEN VAN KORTE-TERMIJN ENERGIEOPSLAG

Na het opladen van de korte-termijn energieopslag kunnen we verschillende stroomafnemers aansluiten:

Experiment 1:

- Sluit de zonnecellen van het blok in serie aan
- Zet het blok op de hellingshoekmeter
- Zet de zonnecellen in direct zonlicht
- Sluit de zonnecellen aan op de korte-termijn energieopslag (ingang "IN")
- De opslag zou na ongeveer 10 minuten opgeladen moeten zijn.



Als er geen direct zonlicht beschikbaar is kun je ook een lamp gebruiken.



Experiment 2 - Opladen van de korte-termijn opslag met een windmolen of turbine:

Natuurlijk kan de energieopslag plaatsvinden met deze apparaten, maar het zou erg vervelend en tijdrovend zijn om dit in een laboratoriumexperiment te doen.

Als je wilt opladen met een windmolen adviseren we je om een elektrische fan te gebruiken (bijv. een haardroger) om de propeller aan te sturen.

Let op: van voortdurend hard blazen kun je duizelig worden.

Als je met een turbine en fietspomp laadt, duurt het normaal gesproken enkele minuten voordat het geheugen vol is.

Praktische tip:

In Oostenrijk zijn meerdere opslag-energiecentrales in bedrijf. De wateropslag (reservoir op de berg) wordt 's nachts geladen door het water vanuit de vallei op te pompen naar het meer. Inderdaad met de energie, die onttrokken wordt uit bijv. energiecentrales (en die 's nachts uiteraard niet wordt gebruikt).



©Fruhman, GmbH
NTL Manufacturer & WholeSaler
Werner von Siemens Str. 1
A-7343 Neutal, Austria

www.ntl.at



CMA
A.J.Ernststraat 169
1083 GT Amsterdam

www.cma-science.nl