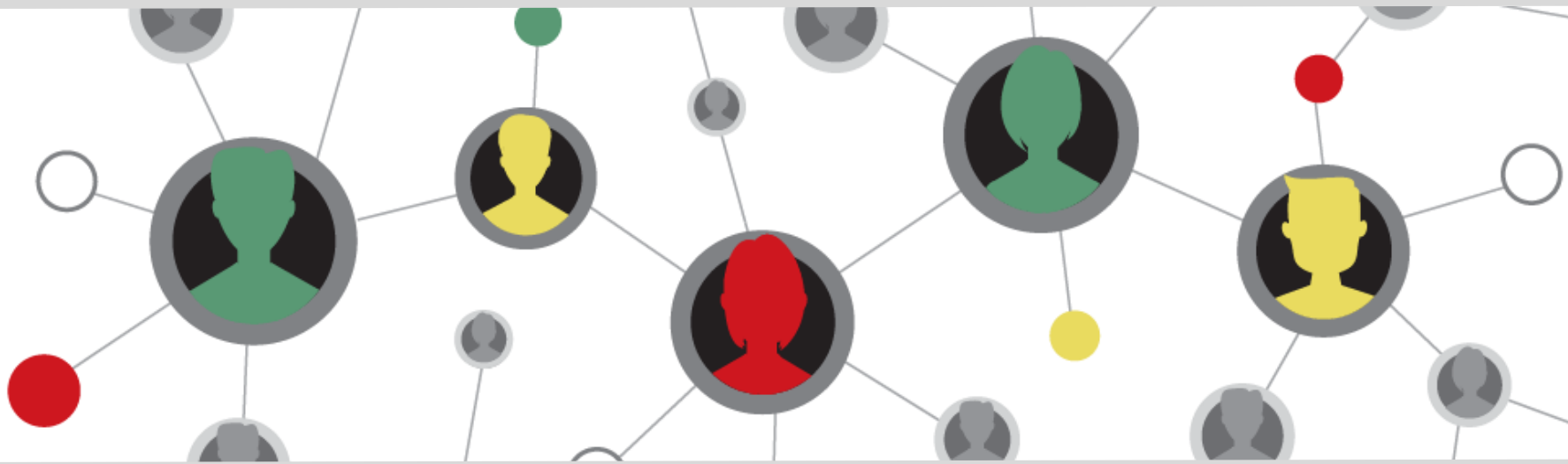


Easy experiments with solar cells and batteries

Cathy Baars



Start at 17.48 uur



Teachers Teaching with Technology™

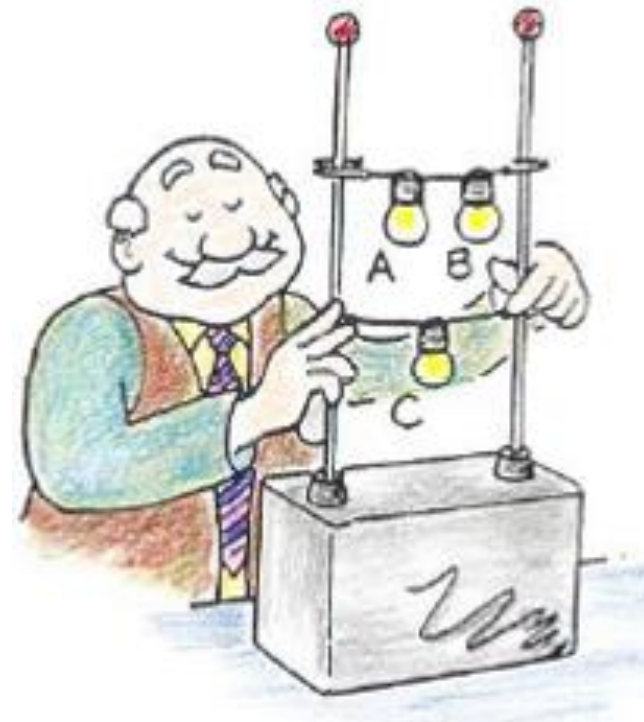


www.t3nederland.nl

Content

Martinuscollege,
jouw plek!

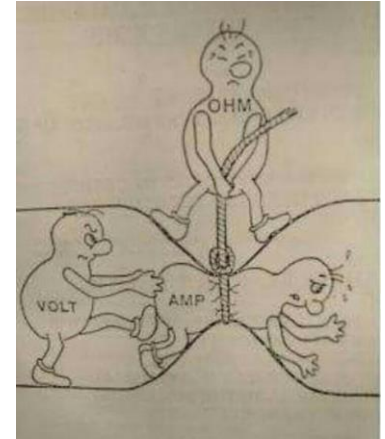
- Intention
- Theoretical frame work
- Main setup
- Lesson setup
- Example of worksheet and lab journal
- Assignments
- Examples
- Remarks



Intentions

Martinuscollege,
jouw plek!

- Doing more practical work
- Better scientific literacy
- Better critical thinking
- Higher research skills
- Sustainability awareness
- Start with programming and using Nspire and hub
- Integration of learning about research into a subject
- Integration of sustainability in normal lessons, not “extra”
- **MORE FUN**



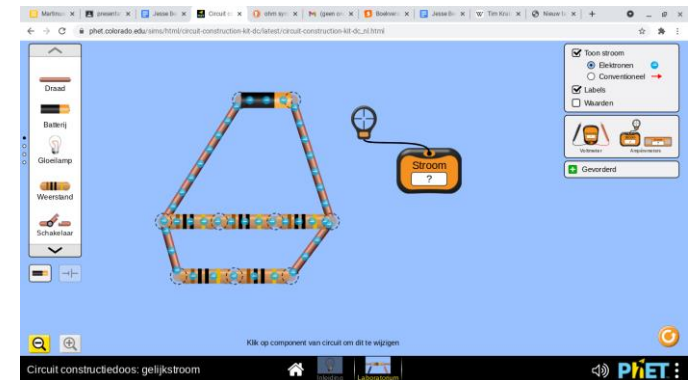
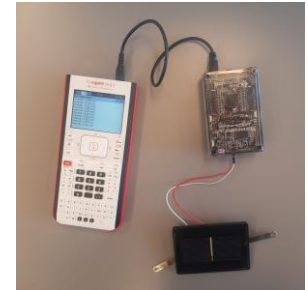
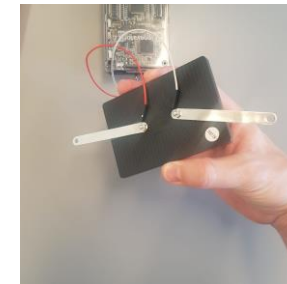
Inquiry based learning → Subject electricity

Theoretical framework



Conceptual change model:

- Learning occurs when:
 - knowledge is increased, changed and reorganized
- 7 stages:
 - Introduction
 - Review
 - Development
 - Research and activities
 - Presentation
 - Discussion
 - Summary
- Every lesson
- 3 types of research:
 - Literature
 - Practical
 - Simulations



Main setup

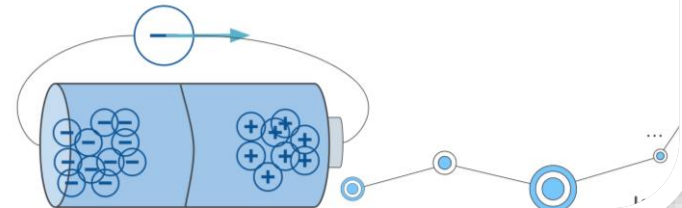
- 9 weeks (1/4 part of schoolyear)
- Covering 2 chapters
- Every week 2 lessons of 80 minutes
- Assistance of “TOA”
- Main subject: “batteries and solar cells”
- (Almost) every lesson practical work
- Digital worksheet for every lesson
- Digital summary space for every lesson
- PowerPoint for every lesson

Samenvatting van de lessen

Les	Wat geleerd? Wat moet ik onthouden:
1	
2	Dat de onderzoeksvraag bij natuurkunde altijd luidt: WAT is het verband tussen blabla en blabla. Zo formuleer je altijd de onderzoeksvraag. ER zijn twee variabelen: een onafhankelijke en een afhankelijke. Onafhankelijk varieer jij. Afhankelijk varieert mee. De grafiek die je hiervan tekent doe je met de onafhankelijke op de x as en de afhankelijke op de y as. De hypothese is een uitspraak over een verband dat jij verwacht, MET een onderbouwing.

Wat gebeurt er?

- Deeltjes met dezelfde lading stoten elkaar af.
- Als je aan één kant heel veel negatieve deeltjes hebt en aan de andere kant positieve, dan zullen de negatieve deeltjes gaan bewegen richting de positieve kant



Lesson setup



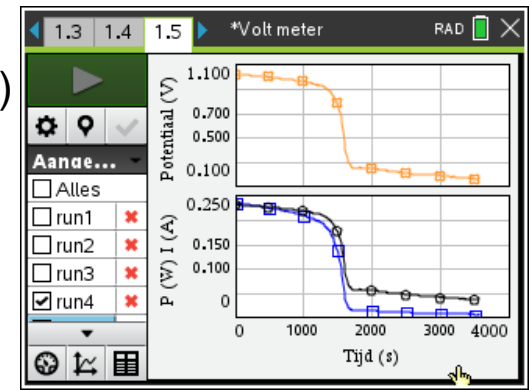
- 16 Lessons of 80 minutes
- Introduction of the “problem”
- Hypothesis
- Experimentation
- Conclusions
- Summary together
- Homework assignments

Time	Subject
5	Introduction of the product
10	Hypothesis formulation
10	Research setup
5	Expectation of results and how to use them
15	Research
15	Analysis
10	Conclusions
5	Comparison between hypothesis and conclusions
5	Summarizing by teacher
30	Homework

Lesson subjects

Martinuscollege,
jouw plek!

- Target of the lessons:
 - How to do research (solar cells)?
 - How can you combine solar cells or batteries (Phet and real)
 - Relationship between voltage and current
 - → tables and graphs
 - → current and charge, resistance
 - → resistance and graphs
 - Power and energy
 - “strange” resistors (semiconductors) → literature research !
 - Capacity of batteries (mAh and C) → determination ←
 - Resistors in combinations
 - Maximum power of a solar cell
 - Resistance of a wire
 - Power suppliers → literature research !
 - Internal resistance of battery ←



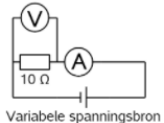
Used for assignment

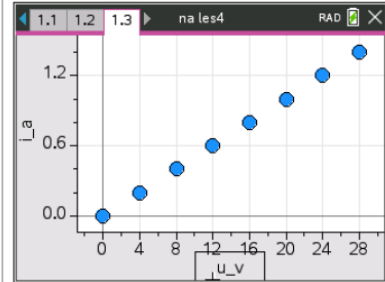
Worksheet and lab journal

Martinuscollege,
jouw plek!

Experiment: Les 4: Verband tussen stroomsterkte en spanning

Labjournaal les 4: Stroomsterkte en spanning

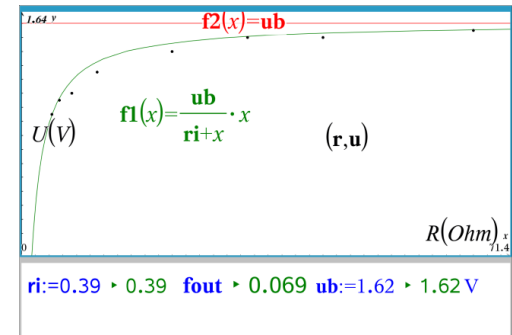
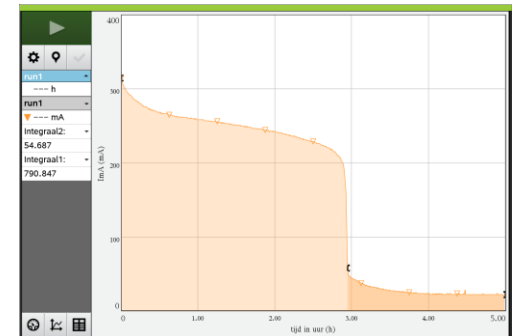
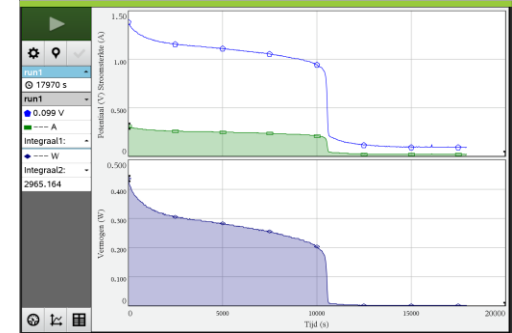
Omschrijving:	Wat gebeurt er met de stroomsterkte als je de spanning die over een weerstand staat verandert? Dat ga je onderzoeken met een experimentele opstelling of via een simulatie.
Benodigdheden:	Of: https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_nl.html + chromebook of: <ul style="list-style-type: none"> • Variabele spanningsbron/zonnecel die je draait. • Stroommeter (universeelmeter) • Weerstand (10 Ohm) • Krokodillenklemmetjes • hub + breadboard • snoertjes • Analoge Voltmeter
Werkwijze:	<ul style="list-style-type: none"> • Bouw de schakeling van hiernaast. • De voltmeter is de meter met het wijzertje • De stroommeter is de universeelmeter • De weerstand kun je op het breadboard aansluiten als je dat handig vindt  <p>Variabele spanningsbron</p> <p>Voor simulatie en echte metingen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meet of bepaal voor verschillende spanningen de bijbehorende stroomsterkte • Noteer de meetgegevens in een tabel
Opmerkingen:	
Programma:	Vmeter (zie vorige lessen voor programma)

Datum:	06/09
Namen:	Jelmer Truijens & Sam Calis
Titel:	Wat gebeurt er met de stroomsterkte als je de spanning die over een weerstand staat verandert?
Doel van de proef:	Wat is het verband tussen spanning en stroomsterkte bij een schakeling met een weerstand van 10 Ohm
Hypothese:	Onze verwachting is dat wanneer er meer spanning is, de stroomsterkte groter wordt. We denken dat het een kwadratisch verband is.
Meetresultaten:	0V: 0A 4V: 0,20A 8V: 0,40A 12V: 0,60A 16V: 0,80A 20V: 1,0A 24V: 1,20A 28V: 1,40A TABEL JELMER!
Grafiek(en):	
Berekening(en):	-
Conclusie:	Onze conclusie is dat wanneer je de spanning met gelijke stappen vermeervoudigd, de stroomsterkte in een lineair verband toeneemt.
Discussie:	-

Assignments



- Test after 16 weeks
- Lab journals
- Essay about resistance of a wire
- Consumer report on quality of batteries:
 - Quality criteria
 - Energy density (J/kg)
 - Capacity
 - Energy content
 - Maximum voltage
 - Internal resistance
- Advertisement for batteries based on report



Assignment detail

- Consumer report on quality of batteries:

- Quality criteria

- Energy density (J/kg)
- Capacity
- Energy content
- Maximum voltage
- Internal resistance

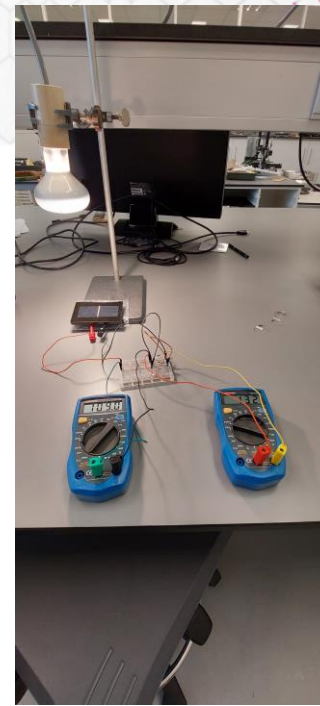
Brend	Type	Capacity	Energy	Mass	Internal resistance	Max Voltage
Kruidvat	AAA	531 mAh	2049 J	11,6 gram	9.1 Ohm	1,4 V
Panasonic	AA	408 mAh	0,36 J	0,01656 kg	ri:= 0,6171	1,64 V
A-Force	AA	610 mAh	2688 J	0.02325 KG	0.484Ω	1.70V
Hema	AA	604 mAh	2635 J	0,2387 kg	0,35 Ohm	1,66 V
Kruidvat	AA	605 V	2651 J	0.02361 g	0.45 Ohm	1.7 V
Kruidvat	AA	605 mAh	2651 J	0,2391 kg	0,45 ohm	0,7 V
VARTA	AA	591mAh	110561 J/kg	0,02282kg	0,5 ohm	1,72V
A-force	AAA	540mAh	2111J	11,24g	0,53Ohm	1,69V

- Every couple a unique battery
- Collection of all results → to every student
- Advertisement for batteries based on report

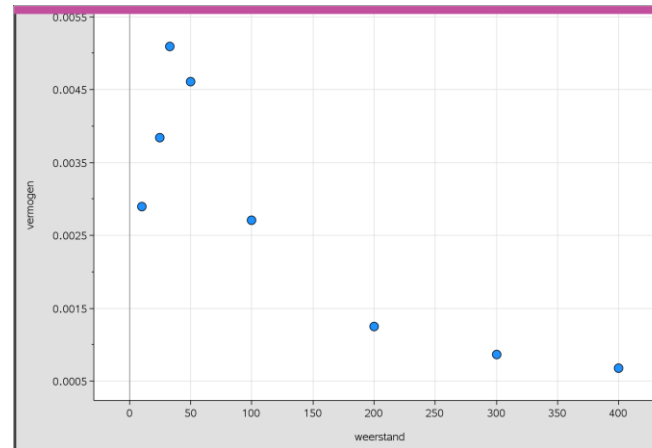
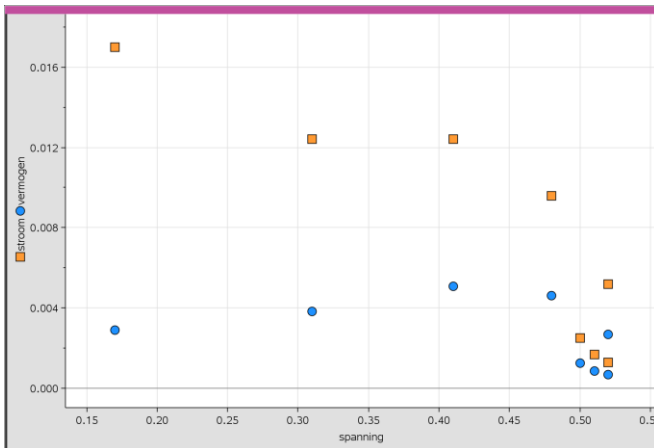
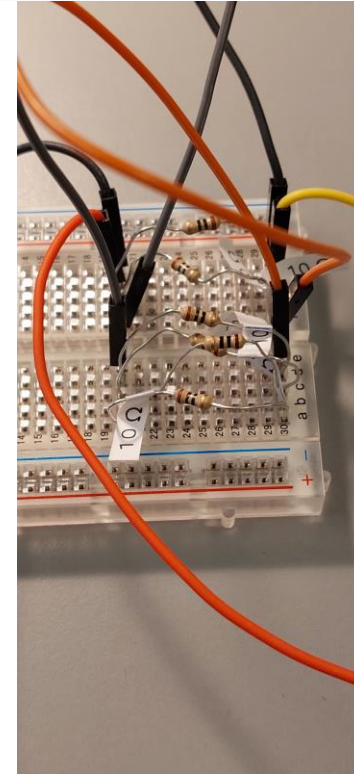
Example 1

Maximum power of solar cell

- Simple python program
- Hub as V-meter
- Breadboards
- Resistors of $10\ \Omega$ → make combinations



Martinuscollege,
jouw plek!

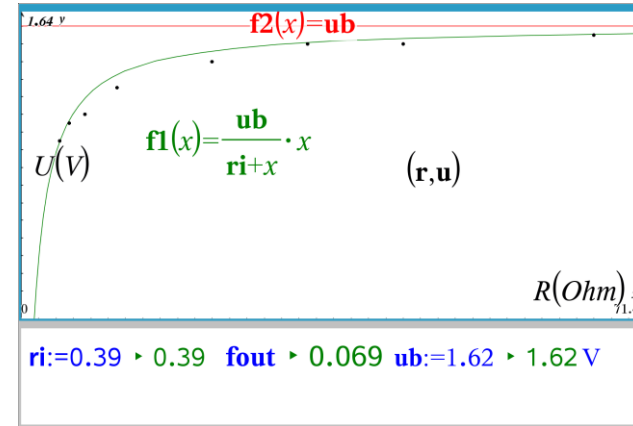
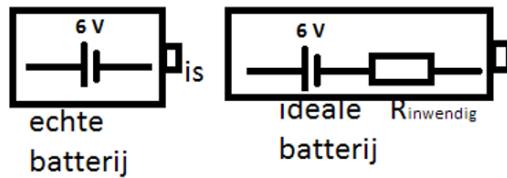


Example 2



Internal resistance

- Cost energy to deliver current
- Lower internal resistance → better battery
- Python program V-meter
- Resistors of 10 Ω → make combinations
- Graph page for determination of internal resistance



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	4,4		1,49						
2	11/2		1,51						
3	22/3		1,52						
4	11		1,55						
5	22		1,58						
6	33		1,6						
7	44		1,6						
8	66		1,61						
9	88		1,62						
10	110		1,62						
11									
12									
13									
14									
15									
17	4,4								

Final assesment

Martinuscollege,
jouw plek!

Write a consumer report including:

- Reason of investigation
- How it is done
- Criteria
 - Voltage
 - Capacity
 - Total energy
 - Internal resistance
 - Energy density
 - Price
- Results
- Sustainability
- Best choice (and why!)
- Advertishment

Deze batterij wilt u hebben!!



Deze A-Force AA batterij is de beste koop!! Weinig verspilling, goedkoop en geeft de meeste energie aan al uw apparaten!

Met een prijs van €1,70 geeft deze batterij je een spanning van 1,70 Volt. Daarnaast geeft het u 610 mA per uur en heeft hiermee de grootste capaciteit van de onderzochte batterijen! Met een lage weerstand en lage massa is deze batterij ook nog eens het beste voor het milieu. Wilt u door middel van batterijen wat duurzamer gaan leven, dan is dit de beste aanrader!

Eindopdracht les 8 en 14

Deze opdracht telt mee voor een cijfer.

Al jullie metingen zijn verzameld in een spreadsheet. Op de gegevens in dit spreadsheet baseer je je verslag. Iedereen heeft dezelfde gegevens.

Schrijf een consumentenbond artikel waarin je de prestaties van de verschillende batterijen vergelijkt. Er zijn 6 criteria:

1. Spanning van de batterij onbelast
2. Capaciteit
3. Energie
4. Inwendige weerstand
5. Energiedichtheid (J/kg ipv J/m3)
6. prijs

Dit artikel is maximaal 1 kantje lang. Hierin komen de volgende onderwerpen aan de orde:

- Reden van het onderzoek
- Onderzoekopzet
- Criteria
- Resultaten
- Milieu en duurzaamheid
- Beste koop (en waarom)

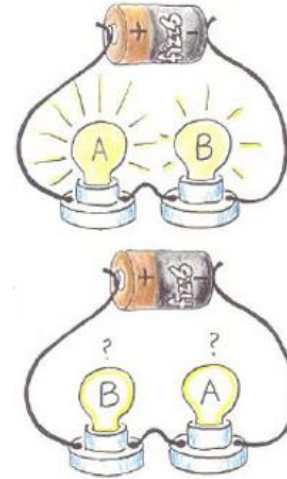
Op de achterkant van het artikel maak je een reclameadvertentie voor de volgens jou beste batterij.



Remarks

Martinuscollege,
jouw plek!

- Results are not as well as hoped
- Discussion was difficult (not existing)
- To much to do in short time
- All learning goals covered but understand?
- Students were frustrated and uncertain
- The gain of knowledge ? Questionable
- Connection to sustainability?



Lack of discussion ?

Driving question ?