

Project: FIETS

Leerlingenbundel: gesloten versie



“Hoe kan je met zo weinig mogelijk inspanning zo snel mogelijk fietsen?”

Auteurs:

Bram Neyens
Kim Vaes
Merle Vanstipelen

Begeleiders:

E. Andreotti
R. Frans
M. Schuermans
K. Vyvey



**ART OF
TEACHING**



Dit project wordt ondersteund door de cel iSTEM-Inkleuren, een project van de Vlaamse overheid onder promotieschap van KU Leuven en met als partners UC Leuven-Limburg, AUHL, Universiteit Antwerpen, Arteveldehogeschool en VUB.



Hogeschool UCLL
Lerarenopleiding BASO BIOLOGIE CHEMIE FYSICA
Campus Diepenbeek

Project: FIETS

Centrale onderzoeksvraag

Binnen dit project gaan we op zoek naar een antwoord op de onderzoeksvraag:

‘Hoe geraak je met zo weinig mogelijk inspanning zo snel mogelijk vooruit met de fiets?’.

Om deze vraag zo goed mogelijk te kunnen beantwoorden, zijn verschillende invalshoeken nodig: namelijk die van een fysicus, een bioloog en een ingenieur. Er komt zelfs een vleugje chemie en aardrijkskunde aan te pas. Zo maak je kennis met de typische eigenschappen van elke discipline, maar ook met de verbanden tussen de verschillende disciplines. Ook in de echte wereld worden problemen opgelost doordat experts van verschillende vakgebieden samenwerken en over de grenzen van hun eigen vakgebied kunnen kijken.

Na dit project moet je een goed beeld hebben over wat de wetenschappen biologie, fysica, chemie en aardrijkskunde inhouden, wat techniek inhoudt, en hoe ze samenkomen.

- **Biologie** is de studie van **levende wezens**.
- **Fysica** is de studie van de **eigenschappen van materie en energie** zonder dat daarbij de aard en opbouw van deeltjes verandert.
- **Chemie** is de studie van de **samenstelling van stoffen** en de **veranderingen** (reacties) waardoor **nieuwe stoffen** gevormd worden.
- Binnen het vak **techniek** leer je om inzicht te krijgen in de wijze **waarop technische systemen functioneren** en leer je om **technische handelingen** uit te voeren.

Om een antwoord op de algemene onderzoeksvraag te formuleren, voeren we een reeks kleinere onderzoeken uit. Zo bekijken we de snelheid van de fiets, de fietser en de fiets zelf.

De **snelheid van de fiets** is een onderwerp uit de fysica.

Als bioloog zal je een studie maken van de **ademhaling van de fietser en waarom een goede conditie van de fietser tot sneller fietsen leidt**. Je zal merken dat een dergelijke studie enkel kan als je ook over de nodige kennis van de chemie en de fysica beschikt. Het is een mooi voorbeeld van hoe de verschillende wetenschappen samenkomen.

Als ingenieur zal je leren **programmeren** om een **elektrische fiets** op een duurzame manier op te laden. Wat het woord ‘duurzaam’ wilt zeggen, bespreken we aan de hand van de drie P’s uit aardrijkskunde.

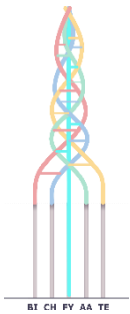
Hoofdstuk 1: De snelheid van de fietser



Aangezien we zo snel mogelijk vooruit willen gaan met zo weinig mogelijk inspanning speelt **de snelheid van de fietser een belangrijke rol**. In dit hoofdstuk gaan we het begrip snelheid onder de loep nemen op een wetenschappelijke manier. Zo leer je hoe de snelheid van de fietser bepaald zal worden.

<u>Wat moet ik kennen en kunnen na dit onderdeel?</u>		
Kennen		
<u>Wat?</u>	<u>Waar?</u>	<u>Check!</u>
Je kan aangegeven wanneer twee grootheden recht evenredig zijn.	1.2.1	
Je kan uitleggen welke grafiek hoort bij een recht evenredig verband.	1.2.1	
Je kan uitleggen wat een evenredigheidsconstante is.	1.2.1	
Je kan bij twee recht evenredige grootheden de evenredigheidsconstante berekenen.	1.2.1 en 1.2.2	
Je kan de snelheid van een voorwerp dat zich over een bepaalde afstand binnen een bepaalde tijdsduur verplaatst met constante snelheid, berekenen.	1.1 en 1.2	
Je kan het symbool voor snelheid correct weergeven.	1.3	
Je kan de eenheid van snelheid correct weergeven.	1.3	
Kunnen		
<u>Wat?</u>	<u>Waar?</u>	<u>Check!</u>
Je kan experimenten uitvoeren om het verband tussen afstand en tijd bij constante snelheid af te leiden.	1.2	
Je kan een hypothese formuleren.	1.2	
Je kan een experiment nauwkeurig uitvoeren.	1.2	
Je kan je meetresultaten weergeven in een tabel.	1.2.2	
Je kan een grafiek opstellen aan de hand van een gegevenstabel.	1.2.1 en 1.2.2	
Je kan een besluit trekken op basis van je meetresultaten.	1.2	

1.1 Wat betekent 'snel'?



In het dagelijkse leven horen we vaak de woorden 'snel' en 'snelheid' terugkomen. Denk maar aan het autorijden waar je je altijd aan een bepaalde snelheid moet houden of spelshows waarin het belangrijk is om zo snel mogelijk af te drukken.

Opdracht 1:

Geef een aantal voorbeelden waarin snelheid volgens jou een belangrijke rol speelt.

F1, motorcross, zwemwedstrijden, wielrennen, ...

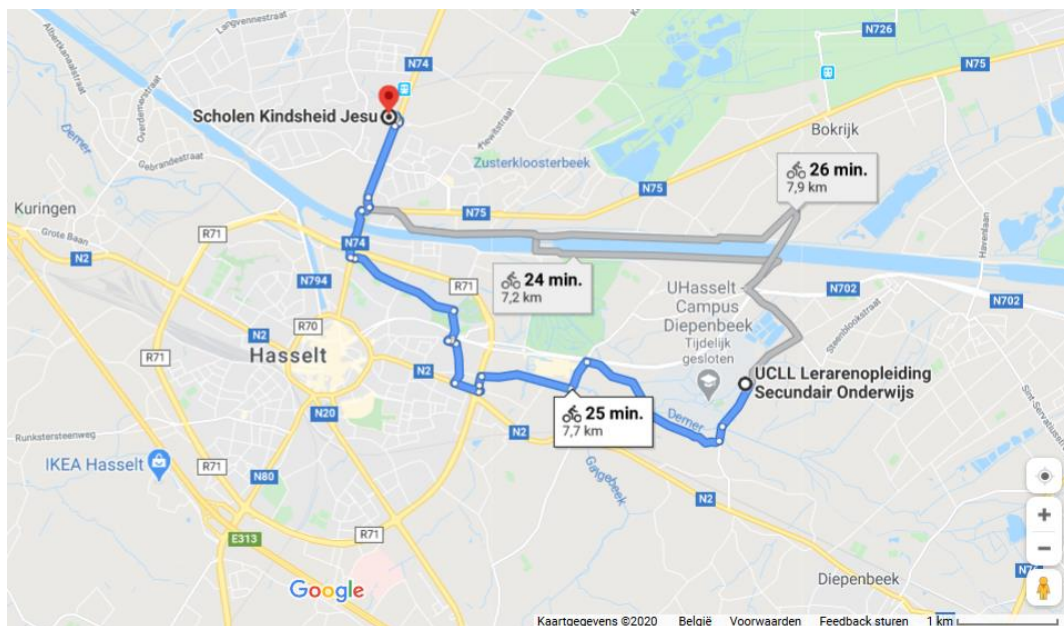
Opdracht 2:

Probeer, met de kennis die je op dit moment hebt over snelheid, de volgende vraag op te lossen: 'Wat betekent snel zijn?'

Die of dat weinig tijd nodig heeft of een hoog tempo heeft.

Opdracht 3:

Een fietser wil vanuit de UCLL lerarenopleiding Secundair Onderwijs naar de scholen van Kindsheid Jesu fietsen. Onderstaande kaart toont een aantal mogelijke fietsroutes. We veronderstellen dat de fietser bij elke route met dezelfde snelheid fietst.



(Copyrighted by Google maps)

- 1) Welke twee gegevens, behorende bij de aangeduide route, kan je aflezen op de kaart?

De tijd en de afstand van de rit.

- 2) De fietser wil zo snel mogelijk van de UCLL lerarenopleiding naar de scholen van Kindsheid Jesu. Neemt hij dan best de langste of de kortste weg?

De kortste weg

- 3) Als een fietser telkens met dezelfde snelheid fietst, dan geldt:
Als de route korter is, dan heeft de fietser meer/minder tijd nodig om op zijn bestemming te raken.
(Schrapp wat niet past.)
- 4) De fietser moet om 10u in Kindsheid Jesu zijn. Het is ondertussen al 9u37, maar de fietser wil toch nog op tijd zijn.
- Welke route zal de fietser nemen?
De kortste route
 - Lees op de kaart af hoeveel tijd de fietser dan nodig heeft om zijn bestemming te bereiken:
24 minuten
 - Is de fietser nog op tijd?
Nee
 - Wat kan de fietser doen om toch nog op tijd te zijn?
Sneller fietsen
- 5) Wat betekent 'snel fietsen'?
- Je bent sneller als:
- je eenzelfde afstand in een kortere/langere tijd kunt afleggen;
 - je in eenzelfde tijd een langere/kortere weg kunt afleggen.
(Schrapp wat niet past)

Besluit: Wat betekent 'snel'?

Je bent sneller als:

- je eenzelfde afstand in een kortere tijd kunt afleggen;
- je in eenzelfde tijd een langere afstand kunt afleggen.

1.2 Verband tussen afstand en tijd bij een constante snelheid

Wat is het wiskundige verband tussen afstand en tijd als een auto, voorwerp, persoon, ... met een bepaalde snelheid beweegt? We bestuderen een bijzonder geval: nl. een beweging met **constante snelheid**.

Onderzoeksvraag: Welk verband bestaat er tussen afstand en tijd bij een constante snelheid?

Opdracht: Duid de **hypothese** aan die volgens jou het juiste verband tussen afstand en tijd bij een constante snelheid weergeeft.

- ☐ Als de afstand halveert, dan verdubbelt de tijd.
- ☒ **Als de afstand verdubbelt, dan verdubbelt de tijd.**
- ☐ Als de afstand verdubbelt, dan halveert de tijd.
- ☐ Als de afstand verviervoudigt, dan verdubbelt de tijd.

1.2.1 Intermezzo: het recht evenredig verband

Onderzoeksvraag: Wanneer zijn twee grootheden recht evenredig?

De familie Janssen rijdt tijdens een gezinsuitstap voorbij een tankstation. Op een uithangbord valt te lezen dat 1 liter benzine 1,50 euro kost. *Hoeveel zal papa dan moeten betalen voor 16 liter benzine?*

Opdracht: Vul de tabel aan gebruikmakend van de gegevens.

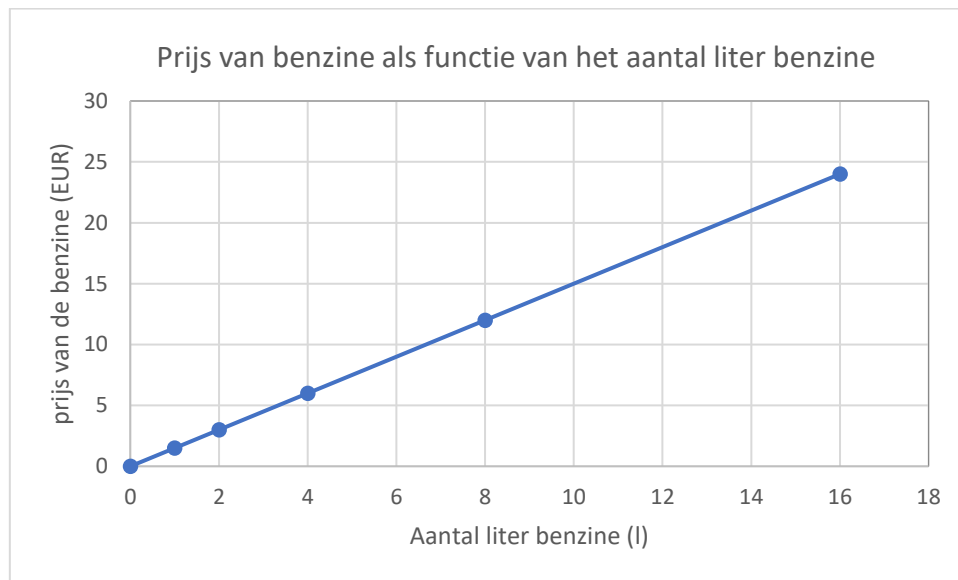
De rijen Benzine/Prijs (in l/euro) en Prijs/Benzine (in euro/l) hoeft je voorlopig nog **niet** aan te vullen.

Benzine (l)	0	1	2	4	8	16
Prijs (EUR)	0	1,50	3,00	6,00	12,00	24,00
Benzine/Prijs (l/EUR)	//////////	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Prijs/Benzine (EUR/l)	//////////	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50



(Esso tankstation, Synergy™ ontwerp)

Opdracht: Zet de punten uit op de grafiek en teken met een lat een lijn die zo goed mogelijk door alle punten gaat. De getekende lijn wordt een trendlijn genoemd. Deze grafiek noemen we: “Het aantal liter in functie van de prijs”.



Wanneer je naar de trendlijn kijkt, zie je een bepaalde soort rechte.

Opdracht: Duid de best passende naam voor je resultaat aan.

- ☐ Stijgende rechte, niet door de oorsprong
- ☒ **Stijgende rechte, door de oorsprong**
- ☐ Dalende rechte, niet door de oorsprong
- ☐ Dalende rechte, door de oorsprong
- ☐ Geen rechte

Bereken nu de verhoudingen Benzine/Prijs (in l/EUR) en Prijs/Benzine (in EUR/l) en vul de tabel aan. Wat merk je op?

1,50 EUR/l en 0,67l/EUR deze verhoudingen zijn overal hetzelfde.

We kunnen dus schrijven dat: $\frac{Prijs(EUR)}{Benzine(l)} = constante\ 1$ en $\frac{Benzine(l)}{Prijs(EUR)} = constante\ 2$.

Waarvan is constante 1 gelijk? **1,50 EUR/l**

Waarvan is constante 2 gelijk? **0,67 l/EUR**

Men noemt deze constanten **evenredigheidsconstanten**.

Besluit: Het recht evenredig verband

- **Recht evenredigheid** is het verband tussen twee grootheden waarbij de verhouding tussen die grootheden constant en niet nul is.
- Als één van beide grootheden toeneemt, neemt de andere grootte dus in dezelfde mate toe.
- De constante wordt de **evenredigheidsconstante** genoemd.
- De bijhorende grafiek is altijd een rechte door de oorsprong.

1.2.2 Experiment: 'Fietsen op de speelplaats'

Onderzoeksvraag: Welk verband bestaat er tussen afstand en tijd bij een constante snelheid?

Hypothese:

Bekijk je hypothese nog een keer. Indien je er ondertussen anders over denkt, duid dan je nieuwe hypothese in een andere kleur aan.

Benodigheden:

- Fiets
- 4 kegels
- Chronometer/Gsm
- Rolmeter

Uitvoering:

- Plaats de kegels op 3 m van elkaar op een rechte lijn
- Zorg voor een vliegende start (= je zorgt ervoor dat je op constante snelheid bent vooraleer je bij kegel 1 aankomt)
- Als de fietser kegel 1 bereikt, moet zijn snelheid constant zijn
- Start de chronometer als de fietser de eerste kegel passeert
- Neem de tijd op telkens wanneer de fietser een kegel passeert
- Stop de chronometer wanneer de fietser de laatste kegel passeert

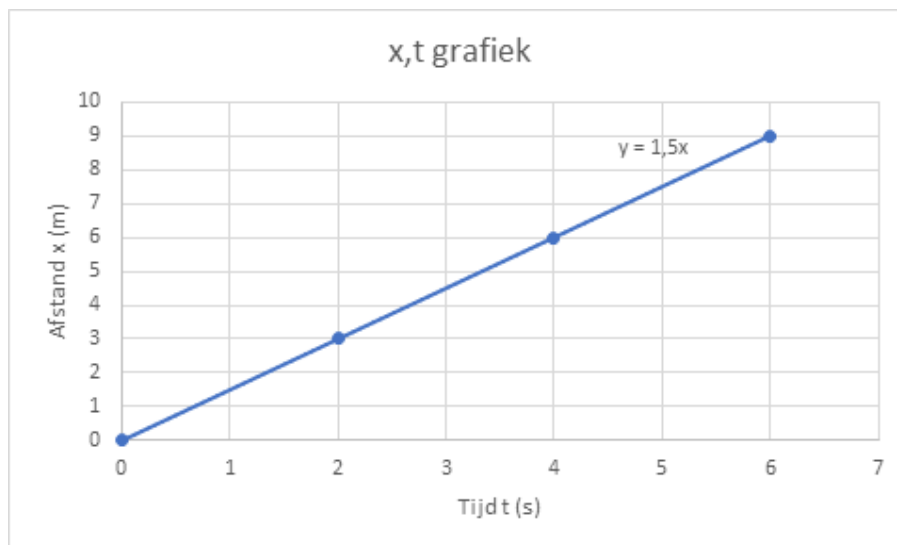


Waarneming:

Opdracht: Noteer je bevindingen in de onderstaande tabel. Bereken vervolgens ook de verhouding x/t .

x (m)	0	3	6	9
t (s)	0	2	4	6
x/t (m/s)	/	1,5	1,5	1,5

Opdracht: Zet de punten uit op de grafiek en teken met een lat een lijn die zo goed mogelijk door alle punten gaat. Deze grafiek noemen we een x, t -grafiek.



Besluit:

Geef een passende beschrijving van je trendlijn. Welke soort rechte is het?

Dit is een rechte door de oorsprong.

Wat kan je zeggen over het verband tussen afstand en tijd bij een constante snelheid? (Kijk terug naar het intermezzo)

Het verband is recht evenredig.

Wat weet je bijgevolg over de verhouding $\frac{x}{t}$ bij constante snelheid?

Deze verhouding is constant.

Waarom is de constante gelijk? Herken je deze constante?

1,5 m/s, ja dit is de constante snelheid die ik gefietst heb.

Controleer nu je **hypothese** en vul de onderstaande stellingen verder aan.

- Wanneer de tijd verdubbelt, dan **verdubbelt** de afstand bij een constante snelheid.
- Wanneer de tijd verviervoudigt, dan **verviervoudigt** de afstand bij een constante snelheid.
- Wanneer de afstand 5 keer zo klein wordt, dan wordt de tijd **ook 5 keer zo klein** bij een constante snelheid.

1.3 Het begrip snelheid

Als een voorwerp met een constante snelheid over een afstand x beweegt gedurende een tijdsduur t , dan is de verhouding $\frac{x}{t}$ constant. Deze constante is de **snelheid** van het voorwerp.

Het **symbool voor snelheid** is v .

Bij constante snelheid geldt dus:

$$v = \frac{x}{t}$$

De eenheid van snelheid is $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Grootheid	symbool	eenheid
snelheid	v	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$

Opmerking

Ken je nog andere eenheden voor snelheid (bv. de snelheid van een auto)?

Ja; bv km/h

SI-eenhedenstelsel

Omdat er vaak **verschillende eenheden** bestaan voor een bepaalde grootheid, hebben wetenschappers afspraken gemaakt om steeds dezelfde eenheden gebruiken. Het eenhedenstelsel dat momenteel het meest aanvaard wordt, is het **SI-eenhedenstelsel** (van het Franse *Système Internationale*).

De SI-eenheid voor snelheid is $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Daarom gebruiken we in deze cursus $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ als eenheid voor snelheid. In de hogere jaren zal je leren hoe je $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ kan omzetten naar $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ en omgekeerd.

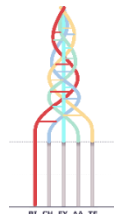
Besluit: Snelheid

- Bij een constante snelheid is zijn de overeenkomstige afstand x en tijd t recht evenredig met elkaar.
- De verhouding van de grootheden afstand en tijd is dan constant.
- Die constante verhouding is gelijk aan de (constante) snelheid.
- De snelheid v van een voorwerp dat over een afstand x beweegt in een tijdsduur t met een constante snelheid, is dus:

$$v = \frac{x}{t}$$

- De **SI-eenheid** van snelheid is: $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Hoofdstuk 2: De fietser



Hoe snel we fietsen, hangt zowel van de fiets als de fietser af. In deze bouwsteen focussen we op de fietser en meer bepaald op de ademhaling van de fietser. Wat gebeurt er met onze ademhaling als we snel fietsen? Waarom? Kunnen we onze ademhaling beïnvloeden om sneller te kunnen fietsen?.

<u>Wat moet ik kennen en kunnen na dit onderdeel?</u>		
Kennen		
<u>Wat?</u>	<u>Waar?</u>	<u>Check!</u>
Je kan de verschillen tussen ingeademde en uitgeademde lucht opnoemen en verklaren.	2.1.1	
Je kan het verband uitleggen tussen de verbranding van voedingsstoffen en van fossiele brandstoffen.	2.1.2.a	
Je kan uitleggen welke omzettingen er plaats vinden bij celademhaling.	2.1.2.b	
Je kent de functie van (long)ademhaling.	2.1.2.b en 2.1.2.c	
Je kan uitleggen wat celademhaling is en waarvoor het dient.	2.1.2.b	
Je kan uitleggen hoe verschillende stelsels samenwerken om celademhaling mogelijk te maken.	2.1.2.b	
Je kan de verschillen geven tussen longademhaling en celademhaling	2.1.2.c	
Je kan uitleggen waarom we sneller ademen als we fietsen (of sporten) dan wanneer we in rust zijn.	2.1.3	
Je kan de begrippen rond ademvolumes definiëren.	2.2.1	
Je kan de drie factoren opnoemen waarvan de vitale capaciteit afhankelijk is.	2.2.2	
Je kan uitleggen hoe we onze ademhaling kunnen beïnvloeden om sneller te kunnen fietsen.	2.3	
Kunnen		
<u>Wat?</u>	<u>Waar?</u>	<u>Check!</u>
Je kan een hypothese formuleren.	2.1.1 en 2.2.3	

Je kan experimenten met voldoende nauwkeurigheid uitvoeren.	2.1.1 en 2.2.3	
Je kan samenwerken met anderen om je experiment tot een goed einde te brengen.	2.1.1 en 2.2.3	
Je kan een besluit trekken uit je experiment.	2.1.1 en 2.2.3	
Je kan reflecteren over je uitgevoerde experiment.	2.2.3	

2.1 Waarom ademen we sneller als we fietsen?



Wanneer je een sportieve inspanning levert (bv. door te fietsen), zal dat een effect hebben op jouw lichaam.

Opdracht: Wat ervaar je zoal?

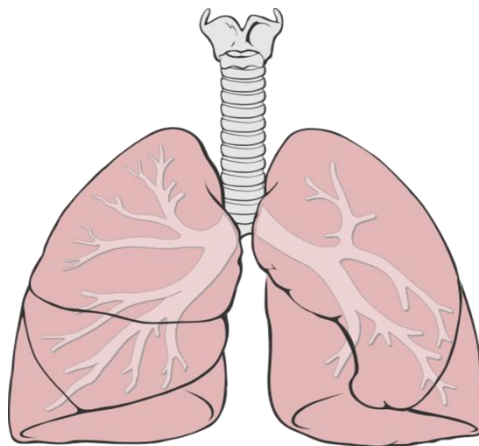
- **Het hart zal sneller slaan**
- **De ademhaling verandert: sneller ademen**
- **Je krijgt het warm: zweten en rode wangen**
- ...

In dit hoofdstuk leren we waarom we sneller ademen wanneer we fietsen en wat we daaruit kunnen leren zodat we sneller kunnen fietsen met minder inspanning. Om **de functie van ademhaling** te achterhalen, onderzoeken we eerst wat het **verschil tussen ingeademde en uitgeademde lucht** is. Daarna onderzoeken we **hoeveel lucht je maximaal kan uitademen in 1 ademhaling** en waarvan dat afhankelijk is.

Opdracht: Bij welk vakgebied kan je dit hoofdstuk het beste plaatsen? Fysica, biologie, chemie, techniek of aardrijkskunde?

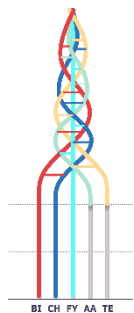
Biologie

Biologie is de studie van levende wezens.



(Patrick J. Lynch, medical illustrator)

2.1.1 Wat is het verschil tussen ingeademde en uitgeademde lucht?



Om de onderzoeksvraag 'Wat is het verschil tussen ingeademde en uitgeademde lucht' te kunnen beantwoorden, is het belangrijk om eerst zelf een hypothese te vormen en zelf na te denken over mogelijke verschillen. Daarna kunnen we via experimenten testen of onze hypothese klopt.

Hypothese

Wat zijn de verschillen tussen ingeademde en uitgeademde lucht? Wat denk jij? Kruis hieronder je hypothese aan. Meerdere antwoorden zijn mogelijk.

- ☐ De temperatuur van de uitgeademde lucht verschilt van de temperatuur van de ingeademde lucht.
- ☐ De hoeveelheid waterdamp in de uitgeademde lucht verschilt van de hoeveelheid waterdamp in de ingeademde lucht.
- ☐ De hoeveelheid zuurstofgas (O_2) in de uitgeademde lucht verschilt van de hoeveelheid waterdamp in de ingeademde lucht.
- ☐ De hoeveelheid koolstofdioxide (CO_2) in de uitgeademde lucht verschilt van de hoeveelheid waterdamp in de ingeademde lucht.
- ☐ De hoeveelheid stikstofgas (N_2) in de uitgeademde lucht verschilt van de hoeveelheid waterdamp in de ingeademde lucht.

De verschillende hypothesen leiden tot deelonderzoeksvragen die we met behulp van experimenten zullen beantwoorden.

Opmerking:

De vraag 'Wat is het verschil tussen ingeademde en uitgeademde lucht' is **biologisch** van aard. We hebben echter **kennis uit de chemie en de fysica nodig** om de verschillende deelonderzoeksvragen te kunnen beantwoorden. Dit wordt verder duidelijk bij het beantwoorden van de deelonderzoeksvragen.

Deelonderzoeksvraag 1: Wat is het verschil in de temperatuur tussen ingeademde en uitgeademde lucht?

Hypothese:

Benodigdheden:

- Niets

Werkwijze:

- Beweeg je hand zachtjes door de lucht.
- Adem nu zachtjes (!) uit op je hand. Je mag niet blazen.

Waarneming:

- De uitgeademde lucht voelt **warmer** aan.

Besluit:



(C) Copyright 1999-2017 by Preschool Education/ Preschool Coloring Book

- Uitgeademde lucht is **warmer** dan ingeademde lucht.

We maakten in deze proef gebruik van de eigenschap 'temperatuur'.

Opdracht: Hoort dat begrip bij fysica, biologie, chemie, techniek of aardrijkskunde?

Fysica

Deelonderzoeksvraag 2: Wat is het verschil in de hoeveelheid zuurstofgas (O_2) tussen ingeademde en uitgeademde lucht?

Hypothese:

Benodigdheden:

- 2 glazen potjes van gelijke grootte en vorm, op 1 potje schrijf je 'in', op het andere 'uit'
- 2 theelichtjes
- Lucifers

Werkwijze:

- Steek de twee kaarsjes aan.
- Adem enkele keren uit in het potje waarop 'UIT' staat.
- Plaats beide potjes tegelijkertijd over de brandende kaarsjes.
- Kijk welk kaarsje het langst blijft branden.



Waarneming:

- Het kaarsje in het potje met de **ingeademde** lucht, blijft het langst branden.

Verklaring:

- Een kaars heeft zuurstofgas nodig om te kunnen branden. Omdat het kaarsje in de pot met **ingeademde** lucht langer bleef branden, kunnen we besluiten dat daarin **meer** zuurstofgas zat.

Besluit:

- In uitgeademde lucht zit **minder** zuurstofgas dan in ingeademde lucht.

We maakten tijdens deze proef gebruik van eigenschappen die bij 'verbranding' horen.

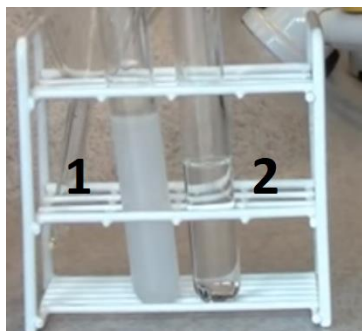
Opdracht: Hoort dat begrip bij fysica, biologie, chemie, techniek of aardrijkskunde?

Chemie

Deelonderzoeksvraag 3: Wat is het verschil in de hoeveelheid koolstofdioxide (CO_2) tussen ingeademde en uitgeademde lucht?

Waarvoor is helder kalkwater een indicator?

Om de aanwezigheid van koolstofdioxide (CO₂) aan te tonen, maken we gebruik van een **chemische reactie**, namelijk die van kalkwater met CO₂. Kalkwater is normaal helder. Als je echter kalkwater mengt met CO₂, zal het troebel worden.



Opdracht:

Hoe ziet het water er uit als er geen CO₂ aanwezig is in het water?

Helder

Nr.: **2**

Hoe ziet het water er uit als er wel CO₂ aanwezig is in het water?

Troebel

Nr.: **1**

We keren nu terug naar de onderzoeksvraag: Wat is het verschil in de hoeveelheid koolstofdioxide tussen ingeademde en uitgedemde lucht?

Hypothese:

Benodigdheden:

- 1 proefbuis met stop
- Vers bereid kalkwater in een maatbeker
- Rietje

Werkwijze:

- Vul de proefbuis voor de helft met kalkwater.
- Doe de stop op de proefbuis.
- Schud de proefbuis krachtig, hierdoor meng je het kalkwater met de lucht van de klas, de ingeademde lucht.
- Adem uit door het rietje in de maatbeker, daardoor meng je het kalkwater met de uitgedemde lucht.

Waarneming:

- Het kalkwater in het proefbuisje met ingeademde lucht wordt **niet** troebel.
- Het kalkwater in de maatbeker met uitgedemde lucht wordt **wel** troebel.

Besluit:

- Uitgedemde lucht bevat **meer** koolstofdioxide dan ingeademde lucht.

We maakten in deze proef gebruik van de eigenschappen van een 'chemische reactie'.

Opdracht: Hoort dat begrip bij fysica, biologie, chemie, techniek of aardrijkskunde?

Chemie

Deelonderzoeksvraag 4: Wat is het verschil in de hoeveelheid waterdamp tussen ingeademde en uitgeademde lucht?

Hypothese:

Benodigdheden:

- 2 glazen

Werkwijze:

- Adem uit in het eerste glas.
- Vergelijk hoe het glas waarin je uitademde, eruit ziet ten opzichte van het andere glas. (In dat glas zit enkel de lucht die men zou inademen.)



Waarneming:

- Op het glas waarin werd **uitgeademd**, zitten kleine waterdruppeltjes. Er is water gecondenseerd.

Besluit:

- In uitgeademde lucht zit **meer** waterdamp dan in ingeademde lucht.

We maakten in deze proef gebruik van de eigenschap 'condenseren'.

Opdracht: Hoort dat begrip bij fysica, biologie, chemie, techniek of aardrijkskunde?

Fysica

Deelonderzoeksvraag 5: Wat is het verschil in de hoeveelheid stikstofgas (N_2) tussen ingeademde en uitgeademde lucht?

Hypothese:

Opdracht:

- Zoek op het internet op wat het verschil is in de hoeveelheid stikstofgas (N_2) tussen ingeademde en uitgeademde lucht.

Besluit:

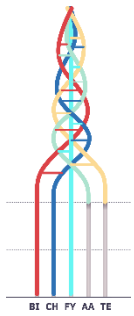
- In uitgeademde lucht zit **evenveel** stikstofgas dan in ingeademde lucht.

ALGEMEEN BESLUIT: De lucht die wordt ingeademd, is na uitademing warmer en vochtiger en bevat minder zuurstofgas en meer koolstofdioxide.

Opdracht: Vul de samenvattende tabel zelf aan.

Wat is het verschil tussen de ingeademde en uitgeademde lucht?		
	<u>Ingeademde lucht</u>	<u>Uitgeademde lucht</u>
Waterdamp	Minder	Meer
Temperatuur	Lager	Hoger
Zuurstofgas	Meer	Minder
Koolstofdioxide	Minder	Meer

2.1.2 Wat is de functie van ademhaling?



a. Wat is een verbranding en welke energieomzettingen vinden daarbij plaats?

Uit de proefjes die we uitgevoerd hebben, kan je afleiden dat we vooral **zuurstofgas inademen en koolstofdioxide uitademen**. Met andere woorden: er wordt zuurstofgas verbruikt en koolstofdioxide geproduceerd in het lichaam.

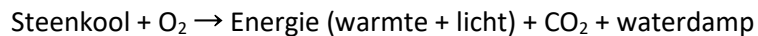
Dat doet ons denken aan een verbrandingsproces.

Verbranding is een chemisch proces. Om bijvoorbeeld steenkolen (=fossiele brandstof) te verbranden, moeten we steenkool eerst aansteken. Ook is er **zuurstofgas nodig**. Als steenkool brandt, komt er **energie** in de vorm

van **warmte en licht vrij** en ontstaat er **koolstofdioxide en waterdamp**.



We spreken ook van een energieomzetting: energie opgeslagen in steenkool (chemische energie) wordt omgezet in warmte- en lichtenergie. Een **energieomzetting is een fysisch proces**.



Ook de mens eet elke dag een heleboel brandstoffen. Een van de belangrijkste brandstoffen voor de mens is **suiker**. Andere **belangrijke brandstoffen zijn zetmeel en vetten**.

Opdracht: Welke voedingsmiddelen bevatten erg veel brandstoffen?

Cola, aardappelen, appels, pizza...

Brandstoffen zijn erg belangrijk omdat het lichaam nood heeft aan energie om te kunnen fietsen en lopen, om voedsel te verteren, om na te denken... Ook om je lichaamstemperatuur op peil te houden, is energie nodig. Dus zelfs wanneer je slaapt, is er energie nodig, zo ook voor de werking van het hart, ademhaling, hersenwerking...

De functie van ademhaling zou dus wel eens iets te maken kunnen hebben met verbranding en energie...

Bij de verbranding van brandstoffen wordt zuurstofgas verbruikt en komt er energie, waterdamp en koolstofdioxide vrij.

Fossiele brandstoffen zijn bv. steenkool, hout, aardolie...

Brandstoffen in voeding zijn suiker, zetmeel en vetten.

b. Wat is celademhaling?

Om de opgeslagen energie in bv. fossiele brandstoffen vrij te maken, moeten die fossiele brandstoffen verbrand worden. **Ook de brandstoffen in voeding moeten in het lichaam verbrand worden.**

Wanneer je bv. druivensuiker (bestaat uit glucose) eet, komt deze brandstof in het spijsverteringsstelsel terecht.

Opdracht:

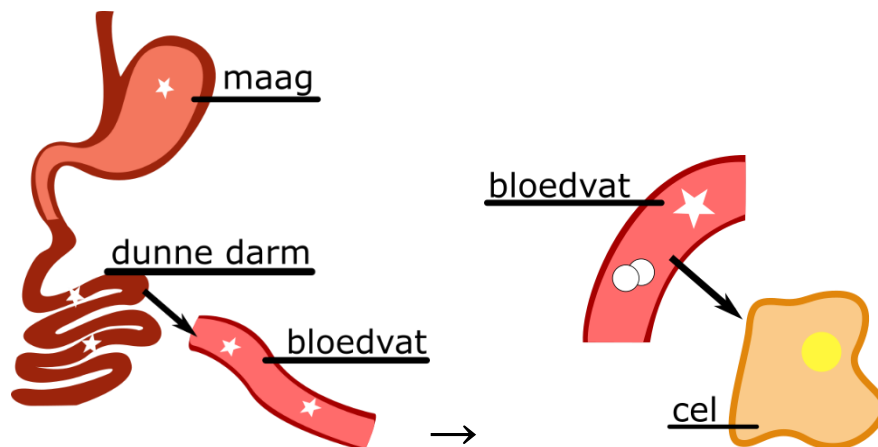
Langs waar komen brandstoffen (sterretje op de tekening) vanuit het spijsverteringsstelsel in het bloed terecht?

De wand van de dunne darm

Om de brandstoffen te kunnen verbranden, is er zuurstofgas nodig.

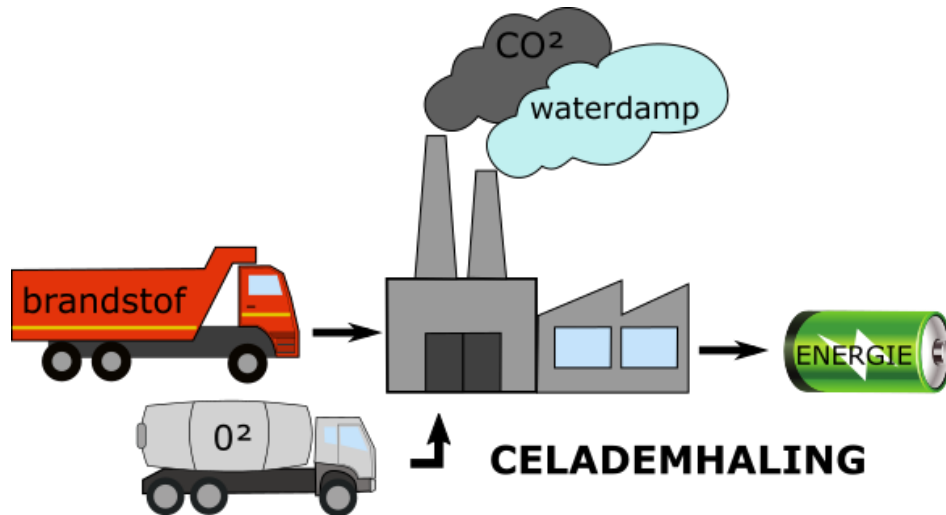
Langs waar komt zuurstofgas (bolletjes op de tekening) in het bloed terecht?

Via de longen

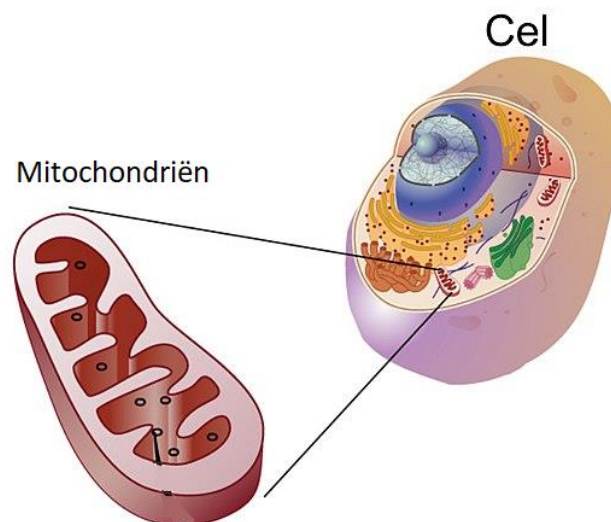


Als brandstoffen en zuurstofgas in het bloed zijn opgenomen, worden ze via het bloed vervoerd naar de cellen van het lichaam.

Cellen zijn net kleine energiefabrieken waarin brandstoffen verbrand worden met behulp van zuurstofgas. In deze energiefabriek werken **mitochondriën**. De mitochondriën maken energie vrij in de cel die wordt afgegeven in het lichaam. Het lichaam kan die energie gebruiken om bv. te fietsen. Dat proces waarin energie wordt vrijgemaakt door de mitochondriën, heet **celademhaling**. Daarbij komen CO_2 en waterdamp vrij als afvalstoffen. Die worden daarna weer opgenomen door het bloed. De celademhaling kan je vergelijken met de verbranding fossiele brandstoffen.



Omdat zuurstofgas moet worden aangevoerd naar de cellen en koolstofdioxide en waterdamp moeten worden afgevoerd uit de cellen, is **longademhaling uiterst belangrijk voor het menselijk lichaam. Zo kan er namelijk zuurstofgas opgenomen worden vanuit de lucht naar het bloed en koolstofdioxide worden afgegeven vanuit het bloed naar de lucht.** We zagen ook dat uitgeademde lucht warmer is, dat komt doordat de lucht eventjes in ons warme lichaam is geweest. De uitgeademde lucht is ook vochtiger maar dat komt vooral doordat de longen ook vochtig zijn en niet zozeer door de waterdamp die vrijkomt na celademhaling.



National Human Genome Research Institute

c. Celademhaling versus longademhaling

Er zijn dus 2 soorten ademhaling! **Celademhaling** en **longademhaling**. Longademhaling noemen we meestal gewoon ademhaling.

Opdracht:

Vul onderstaande tabel verder aan:

Wat is het verschil tussen longademhaling en celademhaling?		
	<u>(long)ademhaling</u>	<u>celademhaling</u>
Waar?	In de longen	In de cel
Wat wordt opgenomen?	O₂ vanuit de lucht naar het bloed	Brandstof en O₂ vanuit het bloed naar de cel
Wat wordt afgegeven?	CO₂ vanuit het bloed naar de lucht	1) CO₂ en waterdamp vanuit de cel naar het bloed 2) energie die gebruikt wordt in de cel

Opdrachten:

1) Welke stoffen heeft de cel nodig om aan celademhaling te kunnen doen?

Zuurstofgas en brandstoffen

2) Door welk stelsel worden de stoffen uit vraag 1 aangeleverd?

Transportstelsel

3) Welk deel van het lichaam stellen de vrachtwagens op de tekening voor op de vorige pagina?

Het bloed

4) Welke bijproducten ontstaan er bij celademhaling?

Koolstofdioxide en waterdamp

5) Hoe worden die bijproducten afgegeven uit het lichaam?

Via de longen door uit te ademen

6) Wat levert celademhaling op voor het lichaam?

Energie

7) Waarom bevat uitgeademde lucht meer CO₂, minder O₂, meer waterdamp en is ze warmer?

Uitgeademde lucht bevat meer CO₂ omdat: **dit wordt afgegeven na celademhaling.**

Uitgeademde lucht bevat minder O₂ omdat: **dit verbruikt werd bij celademhaling.**

Uitgeademde lucht is vochtiger omdat: **de longen vochtig zijn.**

Uitgeademde lucht is warmer omdat: **de lucht verwarmd werd door het lichaam.**

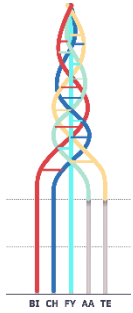
Besluit: Ademhaling

Functie longademhaling: Het uitwisselen van CO₂ en O₂ om celademhaling mogelijk te maken.

Zuurstofgas + energierijke voedingsstoffen
worden via celademhaling in de **mitochondriën**
omgezet in energie, waterdamp en koolstofdioxide.

De uitwisseling van CO₂ en O₂ gebeurt via het ademhalingsstelsel.
De opname van voedingsstoffen gebeurt via het spijsverteringsstelsel.
Het vervoeren van al deze stoffen gebeurt dankzij het transportstelsel.
De celademhaling gebeurt in de lichaamscellen.

2.1.3 Daarom gaan we sneller ademen als we fietsen!



Als we fietsen, werken de spieren harder dan normaal, ze hebben extra veel energie nodig om te kunnen functioneren.

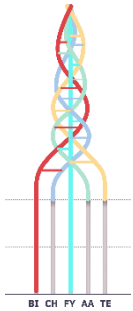
Om die energie vrij te maken, gebeurt er celademhaling.

Daarbij is zuurstofgas nodig en komt er CO_2 vrij.

Omdat de celademhaling sneller zal gebeuren bij een inspanning zoals fietsen dan in rust, zal er meer zuurstofgas in het lichaam nodig zijn en zal er meer CO_2 afgegeven moeten worden. Dat kan dankzij een snellere ademhaling.



2.2 De hoeveelheid uitgeademde lucht en vitale capaciteit



Je weet nu dat ademhaling een belangrijke rol speelt bij het fietsen (of het sporten in het algemeen). Iemand die een groter volume lucht in de longen kan verversen, zal ook beter kunnen fietsen.

Opdracht: Leg uit hoe dat komt.

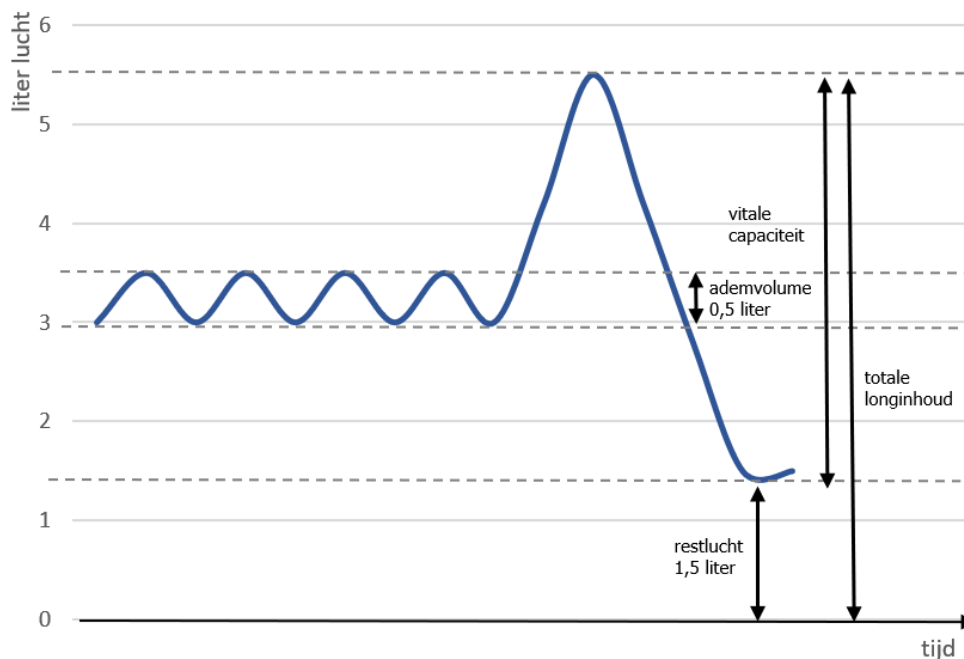
Meer lucht verversen = meer zuurstofaanvoer naar de cellen en afvoer van CO₂ van de cellen = meer celademhaling = meer energie voor de spieren = sneller of langer fietsen.

2.2.1 Het begrip vitale capaciteit

Bij een normale ademhaling bevatten de longen na het inademen ongeveer 3,5 liter lucht. Als je daarna uitademt, blijft er ongeveer 3 liter lucht achter in je longen. Er wordt dus maar een **halve liter lucht verversed bij een ademhaling**. Dat volume noemt men het **ademvolume**.

Als je echter zo diep inademt als je kan, adem je meer lucht in en kan je daarna ook meer lucht uitademen. **Dat noemen we de vitale capaciteit. Dat is de hoeveelheid lucht die in 1 ademhaling maximaal kan worden uitgeademd.** Vitale capaciteit wordt afgekort als **VC**. De lucht die na zo een maximale uitademing in de longen achterblijft, noemen we de **restlucht**. Deze bedraagt ongeveer 1,5l.

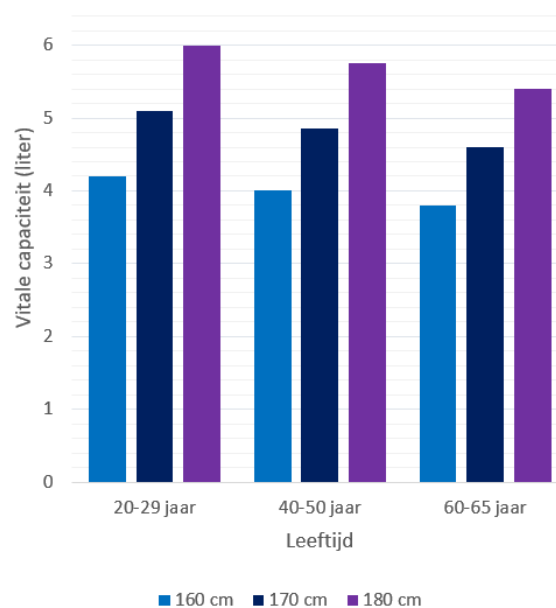
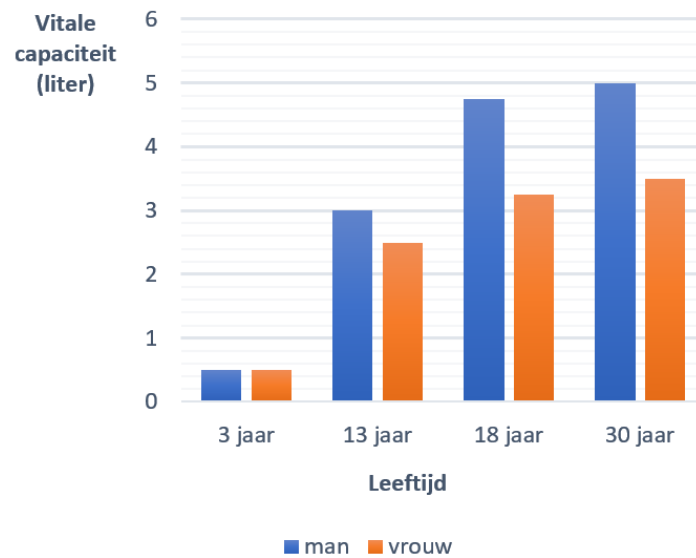
De totale longinhoud, noemen we het **longvolume**. Dat is de vitale capaciteit opgeteld bij de restlucht.

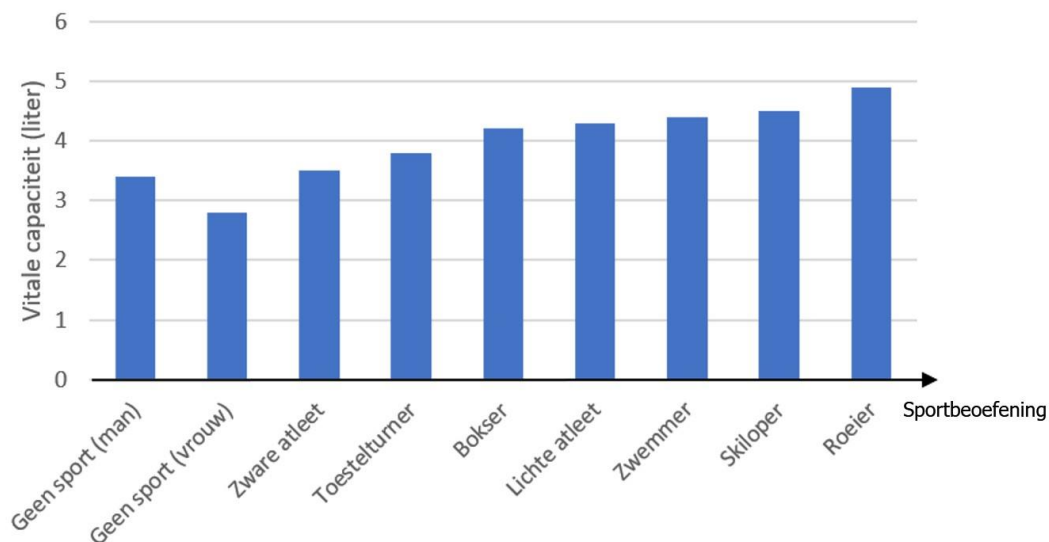


2.2.2 Waarvan is de vitale capaciteit afhankelijk?

Bekijk onderstaande grafieken aandachtig en vergelijk de vitale capaciteit van mensen met een verschillend(e):

- geslacht
- gestalte (= grootte)
- conditie / activiteit

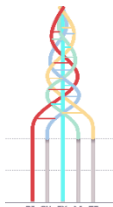




Opdracht: Schrap wat niet past. De vitale capaciteit neemt toe als:

- De persoon **een man** is
- De persoon **groter** is
- De persoon **sportief** is

2.2.3 Wat is mijn vitale capaciteit?



Wanneer we willen onderzoeken wie het meeste lucht kan verversen in een ademhaling, moeten we ontdekken wie de grootste vitale capaciteit heeft. We bepalen dit volume in liter. **Volume is een begrip uit de fysica.** De SI-eenheid van volume is m^3 maar wij werken vandaag met liter ($1m^3=1000l$). Onderstaande werkwijze beschrijft hoe je dit kan doen. Onderzoek dit voor een aantal proefpersonen.

Onderzoeksvraag: Hoeveel liter bedraagt de vitale capaciteit van een persoon?

Hypothese:

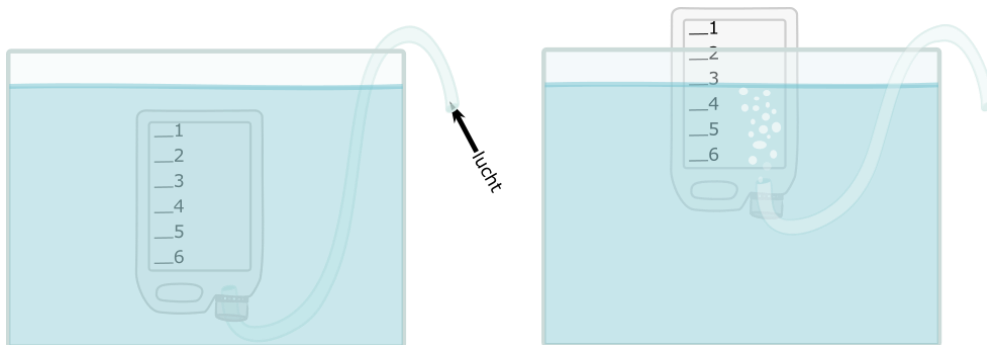
Heb je rekening gehouden met wat je hierboven (2.2 *Waarvan is de vitale capaciteit afhankelijk?*) geleerd hebt over vitale capaciteit? Indien niet, verfijn dan je hypothese:

Benodigdheden:

- Watertonnetje met maatstreepjes
- Grote bak met water
- Plastic darm
- Maatbeker
- Trechter

Werkwijze:

- Bekijk onderstaande afbeelding aandachtig.
- Vul het tonnetje met behulp van de maatbeker en de trechter.
- Plaats het tonnetje vervolgens ondersteboven in de bak.
- Steek één uiteinde van de plastic darm in het watertonnetje. Het andere uiteinde zit boven het wateroppervlak
- Adem 1 keer lang en krachtig uit in de plastic darm terwijl je het tonnetje vasthoudt zodat het niet omkantelt. Het tonnetje zal namelijk omhoog komen.
- Hou de buis toe als je klaar bent met uitademen zodat er geen lucht kan ontsnappen.
- Lees het volume gas (de uitgeademde lucht) af op het watertonnetje.



Waarneming:

De vitale capaciteit van de proefpersoon bedraagt: _____ liter

Reflectie: Vergelijk jouw hypothese met de metingen, heb je goed geschat? Kan je een eventuele afwijking verklaren?

Samenvatting: Vitale Capaciteit

Ademvolume: de hoeveelheid lucht die bij een rustige ademhaling ververst wordt (0,5l).

Vitale capaciteit: de grootste hoeveelheid lucht die je, na extra diep inademen, kunt uitademen. Deze is afhankelijk van geslacht, lichaamsbouw, lichaamsconditie en activiteit.

Restlucht: de hoeveelheid lucht die na maximaal uitademen nog in de longen achterblijft (1,5l).

Longvolume: totale longinhoud = vitale capaciteit + restlucht.

De vitale capaciteit is afhankelijk van het geslacht, het gestalte en de conditie van een persoon.

Het volume van deze lucht wordt bepaald volgens de methode van 'waterverdringing'.

2.3 Kunnen we onze ademhaling beïnvloeden zodat we sneller kunnen fietsen?

Wat denk jij? _____

Opdrachten:

- 1) Heeft onze vitale capaciteit een invloed op hoe snel we kunnen fietsen

Ja

- 2) Indien ja, hoe? Indien neen, waarom niet?

Wanneer we zo snel mogelijk willen fietsen, zal een grote vitale capaciteit in ons voordeel spelen. Zo kan er namelijk meer lucht ververst worden wat de celademhaling bevordert.

- 3) Kan je je vitale capaciteit vergroten?

Ja

- 4) Indien ja, hoe? Indien neen, waarom niet?

Op je geslacht en grootte heb je weinig invloed. Gelukkig kan je wel aan je conditie werken door bijvoorbeeld te sporten. Zo zal je vitale capaciteit ook vergroten als je veel fietst

- 5) Kan je je vitale capaciteit ook verkleinen?

Ja

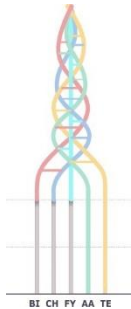
6) Indien ja, hoe? Indien neen, waarom niet?

Bv. door te roken

Besluit: Ademhaling en snel fietsen

- Een **grote vitale capaciteit** helpt om **sneller te fietsen**.
- Je kan je **vitale capaciteit vergroten door aan je conditie te werken** en te sporten.
- **Roken heeft een negatieve invloed** op je conditie en vitale capaciteit.

Hoofdstuk 3: De elektrische fiets



Omdat we zo weinig mogelijk inspanning willen leveren tijdens het fietsen, installeren we een systeem dat het fietsen minder uitputtend maakt. Dat systeem noemen we het systeem van de elektrische fiets. Omdat we milieubewust zijn, willen we graag een duurzame elektrische fiets. Aan welke voorwaarden moet ons systeem voldoen om duurzaam te zijn? Kunnen we onze elektrische fiets met een kleine aanpassing duurzamer maken? Kunnen we dit zelf realiseren en welke kennis en vaardigheden moeten we daarvoor verwerven?

<u>Wat moet ik kennen en kunnen na dit onderdeel?</u>		
Kennen		
<u>Wat?</u>	<u>Waar?</u>	<u>Check!</u>
Je kan de drie P's benoemen en beschrijven.	3.1.1	
Je kan de drie P's geven met een voorbeeld: elektrische fiets.	3.1.2	
Je kan uitleggen wat programmeren is.	2	
Je kan uitleggen wat Arduino is.	2.1	
Je kan een programmacode vormen.	2.3	
Kunnen		
<u>Wat?</u>	<u>Waar?</u>	<u>Check!</u>
Je kan werken met de online tool Tinkercad. Waarbij je circuits bouwt en programmeert.	2.3	

3.1 Een duurzame elektrische fiets



Snel fietsen gaat gemakkelijker met een elektrische fiets. Is een elektrische fiets duurzaam? Hoe kunnen we onze elektrische fiets duurzamer maken? Om die vraag te beantwoorden, moeten we eerst weten wat 'duurzaam' betekent.

Waarom denk jij als je het woord 'duurzaamheid' hoort?

Vond je het gemakkelijk om deze vraag te beantwoorden? _____

3.1.1 De 3 P's van duurzaamheid

Vele mensen kunnen zich iets voorstellen bij het begrip 'duurzaamheid'. Toch omvat het begrip meer dan we op het eerste zich zouden denken. Hoe leg je duurzaamheid uit? Wat betekent duurzaamheid eigenlijk?

Veel deskundigen op het gebied van duurzaamheid zullen over de 3 P's spreken. Wat betekenen de 3 P's?

Opdracht:

Bekijk de figuur. Welke drie P's worden hier afgebeeld?

1) Vul de drie P's in op de figuur.



2) Zet de drie P's bij de juiste beschrijving.

1: People

Dit is een sociale en ethische kwestie. Het leert ons hoe we omgaan met man-vrouw verhoudingen, diversiteit, discriminatie, inzet van mensen met een (lichamelijke, geestelijke en/of psychische) arbeidsbeperking, mensenrechten, omkoping, kinderarbeid, medezeggenschap en gedragscodes.

2: Planet

Het gaat over het behoud van de natuur, de kwaliteit van het milieu en het reduceren van milieuproblemen. De aarde is niet oneindig voorzien van grondstoffen. Er dient dus rekening gehouden te worden met afval, zuinig energieverbruik, gebruik van gerecycleerde materialen en verpakkingen. Bij recycling wordt getracht om zoveel mogelijk van de gebruikte stoffen weer terug te 'geven' aan de aarde, zonder schade aan te richten.

3: Profit

Dit is een kernbegrip binnen de huidige maatschappij. Niemand doet nog iets gratis. Men probeert altijd winst te maken. Toch is het bij deze P belangrijker om financieel gezond te zijn. Dat wil zeggen dat je een klein beetje winst maakt, maar dat je niet uit bent op maximalisatie hiervan.

→ De drie P's moeten in balans zijn.

Besluit: Duurzaamheid en de 3 P's

Duurzaamheid wordt vaak beschreven aan de hand van de drie P's:

People, Planet en Profit.

Het is belangrijk dat deze drie aspecten van duurzaamheid in **evenwicht** zijn.

People

De P van 'people' is een sociale en ethische kwestie die handelt over problematieken zoals man-vrouw verhoudingen, diversiteit, discriminatie,

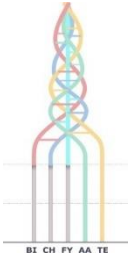
Planet

De P van 'planet' gaat het over het behoud van de natuur, de kwaliteit van het milieu en het reduceren van milieuproblemen.

Profit

Profit is een kernbegrip binnen de huidige maatschappij. Niemand doet nog iets gratis. Men probeert altijd winst te maken. Het is belangrijk om financieel gezond te zijn.

3.1.2 Een duurzame elektrische fiets



Is fietsen met een elektrische fiets duurzaam? Wat kunnen we doen om de duurzaamheid van elektrisch fietsen nog te verbeteren?

Opdracht:

Pas de 3 P's toe om te kijken of elektrisch fietsen duurzaam is. Argumenteer voor elke P waarom elektrisch fietsen al dan niet voldoet.

- **People:**
 - + **Fietsen is goed voor de gezondheid.**
 - **////////**
- **Planet:**
 - + **menselijke energie is duurzaam**
 - **opladen van batterij: niet noodzakelijk duurzaam**
- **Profit:**
 - + **Fietsen is goedkoop**
 - **Fietsen met een gewone fiets is goedkoper dan fietsen met een elektrische fiets. Een fietsbatterij kost geld en ook het opladen van de batterij kost geld als het niet-duurzaam gebeurt.**

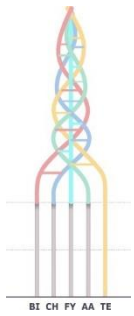
Hoe kan je fietsen met een elektrische fiets duurzamer maken?

fietsbatterij duurzaam opladen, bv. met zonne-energie

Op welke P's zal elektrisch fietsen dan beter scoren?

- **Planet**
- **Profit**

3.2 Eerste ideeën over schakeling en programma



We hebben geleerd dat we een elektrische fiets duurzamer kunnen gebruiken door de fietsbatterij op te laden met een hernieuwbare energiebron zoals de zon..

3.2.1 Wat hebben we nodig om een fietsbatterij duurzaam op te laden?

Opdracht:

Welke vorm van duurzame energie kunnen we gebruiken om de fietsbatterij duurzaam op te laden?

Zonne-energie

Welk materiaal is daarvoor nodig?

Zonnepaneel

Het is handig om te kunnen zien wanneer de fietsbatterij aan het opladen is. Hoe kunnen we daarvoor zorgen?

Je voorziet een verklikkerlichtje.

Welk materiaal is daarvoor nodig?

Een LED-lampje

Hoe kunnen we aan de batterij laten weten dat hij enkel mag opladen als er voldoende zon schijnt? Hoe kunnen we aan het LED-lampje laten weten dat het enkel mag branden als de batterij oplaadt?

Door een computerprogramma te schrijven

De fietsbatterij, het zonnepaneel en het LED-lampje moeten luisteren naar een computerprogramma. Er is dus iets nodig wat de fietsbatterij, het zonnepaneel, het LED-lampje en het computerprogramma met elkaar verbindt, een minicomputertje. Het minicomputertje dat wij zullen gebruiken is een **Arduino**.

Besluit:

We hebben volgende materialen nodig om onze fietsbatterij duurzaam op te laden:

1. een batterij
2. zonnepaneel
3. LED-lampje
4. een Arduino die we gaan programmeren

3.2.2 Voorwaarden waar het computerprogramma aan moet voldoen

Programmeren is het geven **van instructies of opdrachten aan een computer**. De computer kan deze instructies **vervolgens zelf uitvoeren**. Het programma om de batterij op te laden moet aan een aantal behoeften voldoen.

De voorwaarden waaraan dit systeem moet voldoen zijn:

- De batterij mag enkel opladen als de zon schijnt.
We doen dit door een schakelaar te sluiten. De schakelaar is geen knop die je manueel aan of afzet, maar een commando in je computerprogramma.
- Led (light emitting diode) verlicht dat de batterij oplaadt.

Opdracht:

Als de zon schijnt, **dan** is de schakelaar **gesloten**.

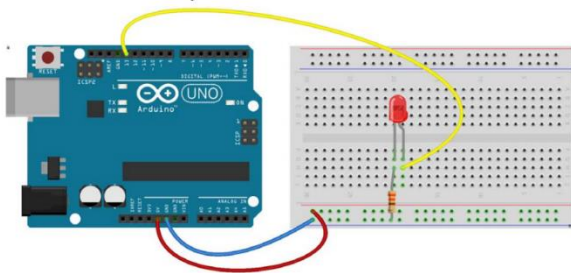
Als de zon niet schijnt, **dan** is de schakelaar **open**.

Als de schakelaar gesloten is, **dan** is het lampje **aan**.

Als de schakelaar open is, **dan** is het lampje **uit**.

3.3 Arduino en Tinkercad

3.3.1 Arduino



Een Arduino is een mini computertje (een microprocessor) met ingangen en uitgangen die je zelf kan programmeren.

Aan de in- en uitgangen van de Arduino kan je elektronische componenten aansluiten. Die kan je dan aan- en afzetten vanuit de programmacode. Bv. indien er weinig licht is, laat je een lampje branden. Of als het

droog wordt, ga je je planten automatisch water geven enz. enz.

Met sensoren kan je bepaalde eigenschappen van de omgeving registreren. Met een lichtsensoren kan je bv. registreren hoeveel licht er is, met een temperatuursensor wat de temperatuur is. Er bestaan veel verschillende sensoren. Je kan sensoren aansluiten op je Arduino. Zo kan je hun waarde uitlezen (hoeveel licht is er? Wat is de temperatuur? en nog vele andere voorbeelden). Naargelang de uitgelezen waarde kan je vanuit je programmacode automatisch een apparaatje zoals bv. een LED-lamp, een zoemer of een motortje laten werken onder bepaalde voorwaarden: je laat bv. een lamp branden als er weinig licht is. 'Weinig licht' is dan de voorwaarde en de Arduino weet wanneer er weinig licht is omdat het de waarde van een lichtsensoren uitleest.

Wil je meer weten wat je nog allemaal kan doen met een Arduino, bekijk dan volgende filmpje met [Lieven Scheire](#).

3.3.2 Breadboard

Bij de Arduino hoort ook een zogenaamd breadboard waarop je je schakeling met je apparaatjes (lampjes, zoemers, motortjes, ...) en sensoren kan maken. De componenten zoals LEDjes, motortjes en sensoren kan je erop inpluggen en van spanning voorzien.

Als je de Arduino geprogrammeerd hebt, zullen de componenten van de schakeling uitvoeren wat jij geprogrammeerd hebt.

3.3.3 Arduino Programmeren met Tinkercad

Een programma op je Arduino kan je echt in tekst schrijven. Wat je schrijft moet dan aan hele strikte regels, ook wel 'syntax' genoemd, voldoen. Een tekst in de juiste syntax schrijven, heet coderen in de programmeeromgeving (de zogenaamde IDE) van Arduino zelf.

We gaan de Arduino programmeren in de Tinkercad omgeving. Tinkercad is een simulatieomgeving. Je kan eerst je schakeling en je programma online maken en testen voordat je het echt gaat bouwen op de Arduino. Zulke simulaties maken voordat je gaat bouwen, is echte engineering! Bovendien laat Tinkercad toe om zowel met echte codes als met grafische blokken te programmeren. We zullen in dit voorbeeld met

blokken werken. Nadat je programma af is en werkt op de simulatie, kan je ook echt de schakeling bouwen op een breadboard, dit verbinden met een echte Arduino en dan gaat alles echt werken.

3.4 Zelf programmeren

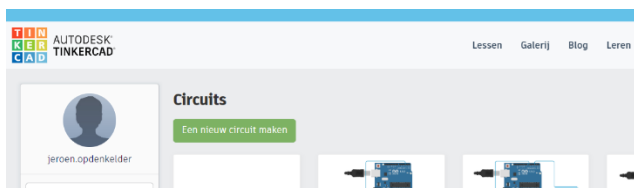
We zullen nu zelf een Arduino programmeren in de Tinkercad omgeving. We beginnen met een heel eenvoudig systeem: een LED-lampje laten branden. Daarna voegen we telkens iets toe tot we in een laatste stap een programma schrijven dat een vereenvoudigde simulatie is van het duurzaam opladen van een fietsbatterij. D.w.z. dat we een programma zullen schrijven dat een batterij oplaadt, maar dan alleen als de zon schijnt. Met een verklikkerlichtje, een LED-lampje in het geprogrammeerde systeem, kunnen we zien wanneer de batterij oplaadt.

We maken dus een batterij-schakeling in 2 stappen:

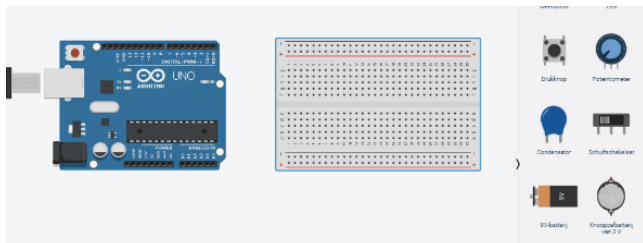
Als de zon schijnt

1. brandt een LED-lampje;
2. brandt een LED-lampje én laadt de batterij op.

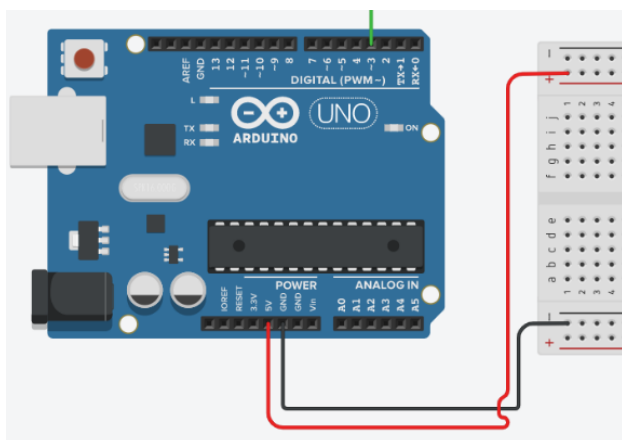
3.4.1 Je breadboard van spanning voorzien



We beginnen in Tinkercad met het maken van een nieuwe schakeling (Zie bijlage voor handleiding aanmelden op Tinkercad). In het Engels heet een schakeling 'een circuit'. Klik daarom op 'een nieuw circuit maken'



Neem je Arduino en een breadboard. Sleep dit vanuit de lijst van de componenten rechts naar je componenten links.

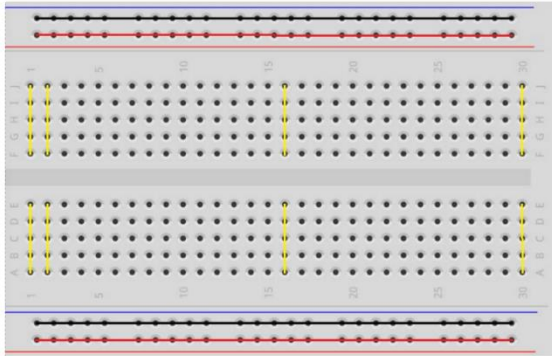


Bovenaan op het breadboard zetten we de rij '+' op 5 V. Zie je onderaan op de Arduino de uitgang met '5 V'? Maak de kleur van deze kabel 'rood'.

Onderaan op het breadboard zetten we de rij '-' op 0 V wat men ook de 'ground' noemt, afgekort GND. Maak de kleur van deze kabel 'zwart'.

We hebben nu een spanning van 5V gecreëerd tussen de '+' en de '-'. We spreken soms ook wel over de '+'-pool en de '-'-pool van de spanning.

Handig om weten is dat de 2 bovenste en onderste rijen met elkaar verbonden zijn zoals in onderstaande figuur. In ons geval staat de volledige bovenste '+'-rij nu op 5V en de volledige onderste '-'-rij op 0V of de Ground. Als je nu de spanning zou meten tussen om het even welk punt van de bovenste '+'-rij en om het even welk punt van de onderste '-'-rij, dan krijg je telkens een spanning van 5V.



In het midden kunnen we componenten zetten zoals lampjes en sensoren. In het midden zijn alle gaatjes van de kolommen met verticaal elkaar verbonden zoals de gele lijnen op de figuur links.

Nu we een spanning van 5V gecreëerd hebben, kunnen we die gebruiken om bv. een lamp te laten branden.

3.4.2 LED-lampje laten branden

Een LED-lamp laat de stroom maar in één richting door. Je moet de lange aansluiting met de '+'-pool verbinden, en de korte met de '-'-pool of de GND. De lange aansluiting op het Tinkercad-scherm wordt voorgesteld door de 'kromme poot'.

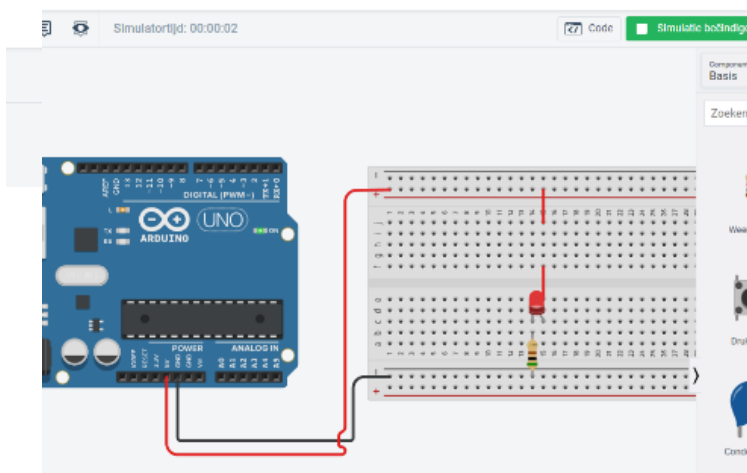


Je legt dus een rood draadje vanuit de '+'-pool naar de 'kromme' aansluiting. De '-'-pool leg je aan de andere aansluiting.



Je moet ook een weerstandje in de kring zetten. Anders krijg je dit:

Verklaar!

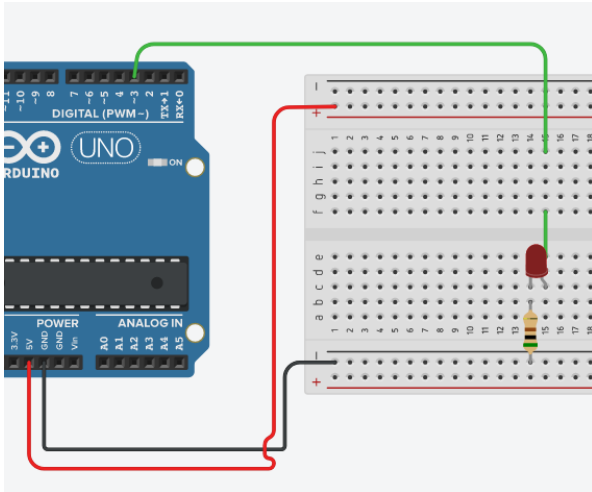


Klik nu op simulatie starten.

Brandt het LED-lampje?

3.4.3 LED-lampje laten branden op commando van de CODE

Als we de '+'-aansluiting van je LED nu niet meer permanent verbinden met '5 V', zal de LED niet meer permanent branden, omdat er niet meer permanent een spanning van 5V aanwezig is.



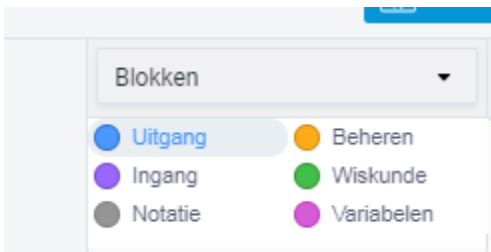
Verbind de '+' aansluiting van de LED met een digitale uitgang. Die digitale uitgang kan je nu vanuit je programmacode 'hoog' of 'laag' zetten waardoor de LED zal branden of niet. 'hoog' komt overeen met 5V, 'laag' komt overeen met de Ground.

Laten we dit proberen.

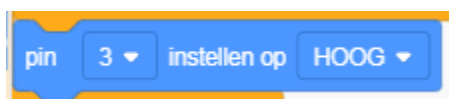
Verbind de + van de LED bv. met digitale uitgang '3'. We kiezen een groene kleur om de LED te voeden omdat dit nu aangestuurd zal worden vanaf de programmacode.



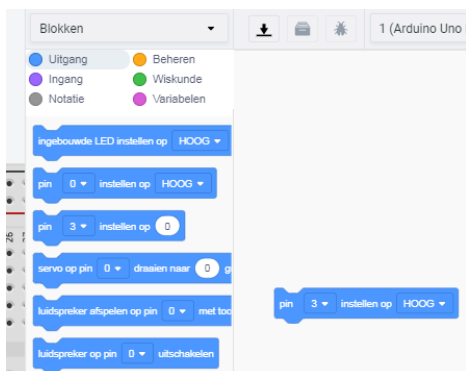
Nu moeten we digitale uitgang 3 hoog maken vanuit de programmacode. Druk op 'Code'



1) Sleep een blok 'pin 0 instellen op HOOG' van de categorie 'Uitgang' naar je programmacode.



2) Verander nu het nummer van de pin zodat pin 3 hoog wordt (en niet pin 0).

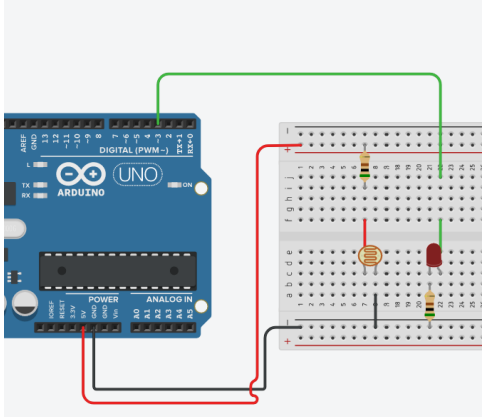


Probeer of dit werkt. Druk op 'Simulatie starten'. Kan je verklaren waarom de LED brandt?

3.4.4 LED-lampje laten branden ALS er licht valt op een zonnepaneel

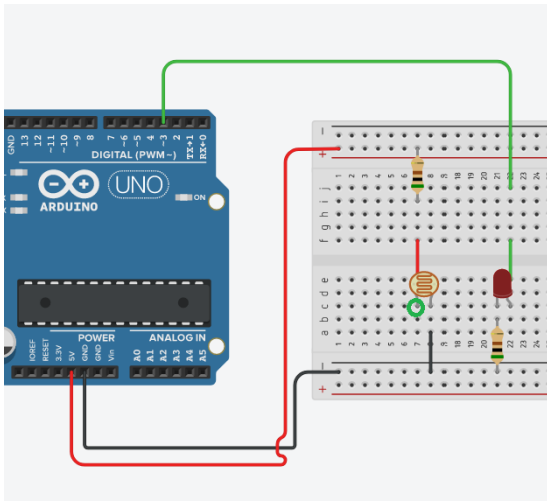
De lichtsensor

Om te registreren om er voldoende zonlicht invalt, plaatsen we nu een lichtsensor parallel bij op het breadboard.



Een lichtgevoelige weerstand wordt ook wel Light Depending Resistance of LDR genoemd. Zoek deze bij de basiscomponenten. Wij gebruiken de LDR om de rol van het zonnepaneel te spelen. We willen dat ons verklikkerlichtje brandt, als de zon schijnt, of nog: als er licht invalt op de LDR.

Maak nu de schakeling zoals op de figuur links.

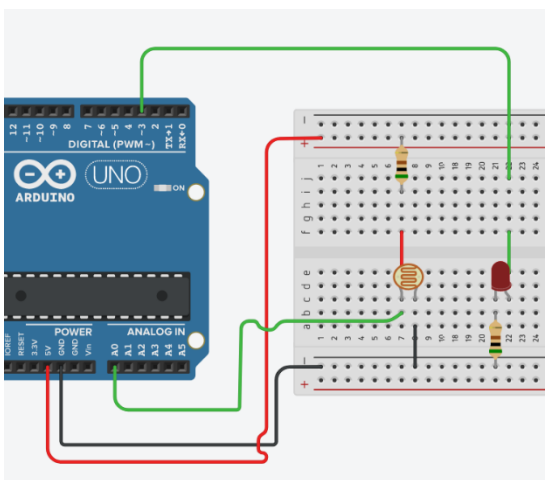


Beschouw nu de plaats in de schakeling waar het groene cirkeltje getekend staat: aan de ingang van de LDR.

Een lichtgevoelige weerstand verliest zijn weerstand als er licht op valt, het behoudt zijn weerstand zonder licht.

Tussen het groene punt op het breadboard en de Ground, zullen we daarom een **hoge spanning** meten als er **geen licht invalt op de LDR** (omdat de weerstand van de LDR dan hoog is).

Tussen het groene punt op het breadboard en de Ground, zullen we een **lage spanning** meten als er **wel licht invalt op de LDR** (omdat de weerstand van de LDR dan laag is: de LDR 'wordt aan de grond gelegd').



Dit effect kunnen we handig gebruiken. We moeten even 'voelen' hoe het zit met de spanning net voor de LDR en zo weten we of er licht is of niet.

We kunnen inderdaad de waarde van die spanning inlezen in de programmacode van onze Arduino door een stuurdraad (groen op de figuur) naar de ingang te leggen van de LDR en deze te verbinden met digitale ingang A0 op de Arduino.

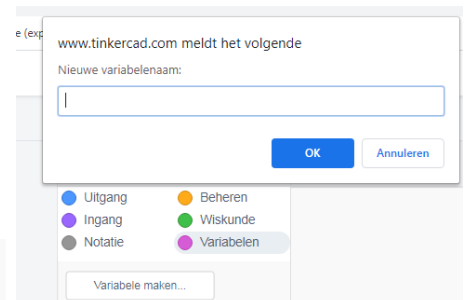
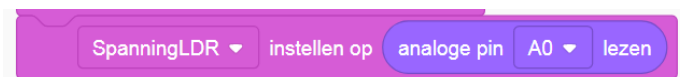
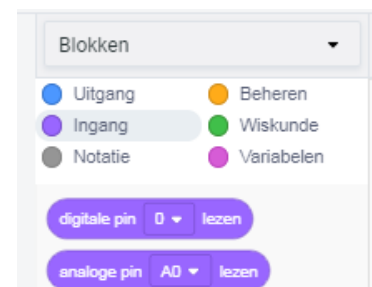
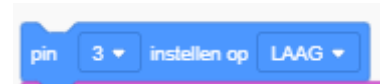
Naargelang de geregistreerde spanning, krijgt de ingang een waarde tussen 0 (0 V) en 1024 (5V).

We kunnen nu het branden van de LED afhankelijk maken van de spanning over de LDR:

1. Is de spanning in A0 lager dan een zekere drempelwaarde, dan is er wel/geen licht. Ons verklikkerlichtje (het LED-lampje) moet wel/niet branden.
Schrap wat niet past.
2. Is de spanning in A0 hoger dan een zekere drempelwaarde, dan is er wel/geen licht. Ons verklikkerlichtje (het LED-lampje) moet wel/niet branden.
Schrap wat niet past.

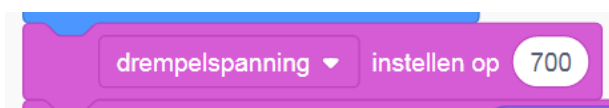
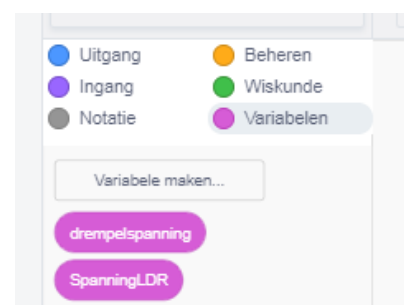
Code met een lichtsensor

- 1) Zorg eerst en vooral dat de uitgang pin 3 laag is en je LED dus niet brandt. Verander hiervoor de waarde van 'digitale pin' van 0 naar 3.
- 2) Zorg dat in dat de waarde van ingang A0 ingelezen wordt.
- 3) Maak een variabele waaraan je bv. de naam geeft 'SpanningLDR'. Daarin lees je de waarde van ingang A0 af.
- 4) Zorg ervoor dat de ingelezen waarde van de ingang A0 achter een variabele met de naam 'SpanningLDR' wordt gestoken



- 5) Maak ook een variabele waaraan je bv. de naam geeft 'drempelspanning'. Deze variabele *drempelspanning* legt het punt van omslag vast: wanneer beschouw je het nacht, wanneer dag.

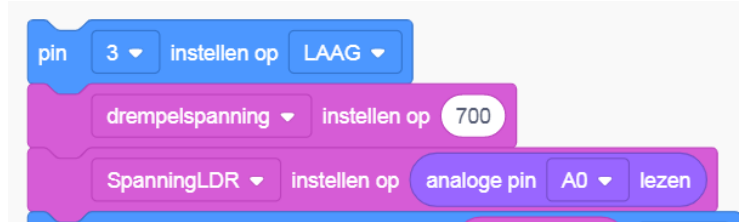
Je kan bv. beginnen met een drempelwaarde van 700. Wijzig daarna indien nodig totdat de lamp aangaat bij dag en uit bij nacht. Het legt het punt van omslag vast.



Welke waarde moet ik deze drempelspanning geven?

- Indien de spanning lager is dan deze drempel, beschouw je dit als 'dag'. De LED moet branden.
- Indien de spanning hoger is dan deze drempel, beschouw je dit als 'nacht'. De LED mag niet branden.

Normaalgezien ligt de drempelwaarde ergens tussen 1,6 en 3,6 V.



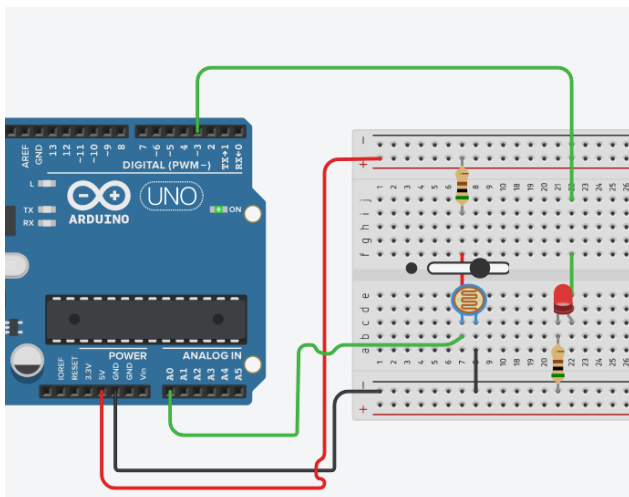
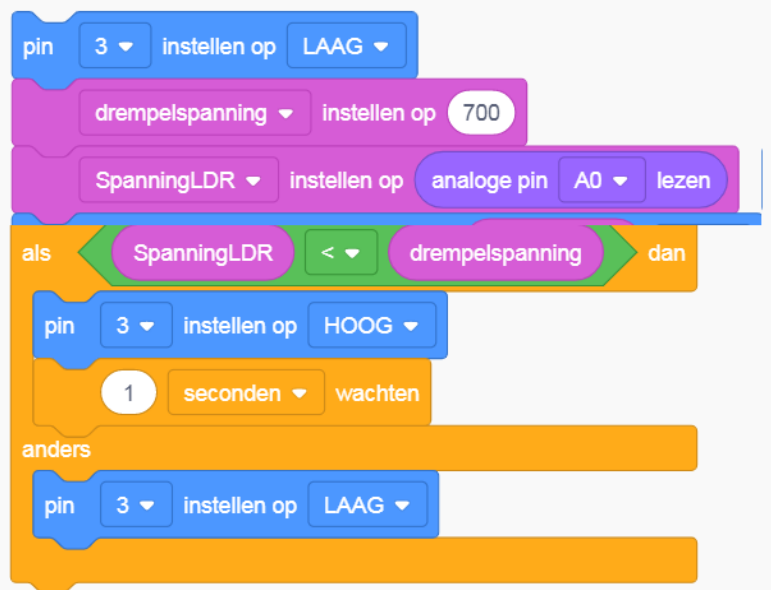
6) Nu zullen we een voorwaarde programmeren.

Als de spanning voor de LDR kleiner is dan je drempel (dag), **dan** moet je de LED aanzetten (pin 3 hoog). Om zeker te zien dat de LED brandt, voegen we 1 seconde wachttijd in.

Anders (nacht) moet je de LED afzetten (pin 3 laag).

Een **Als... dan structuur** of een **Als ... dan ... anders ... structuur** wordt heel veel gebruikt in computerprogramma's.

In Tinkercad kan je de Als...dan... structuren vinden bij de oranje blokken.

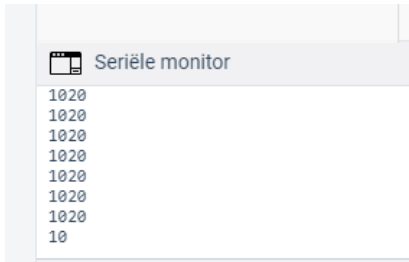


Test of het werkt. Druk op 'Simulatie starten' in Tinkercad.

Regel de lichtinval door op de LDR te klikken. Er verschijnt een zwarte knop die je kan verslepen om zo de lichtinval te wijzigen.

Speel eventueel met je drempelwaarde in je code om het omslagpunt tussen 'dag' en 'nacht' optimaal in te stellen.

Tip!



Om je programma testen, kan het handig zijn om de ingelezen waarden van de spanning over de LDR uit te lezen.



Neem daartoe de opdracht 'schrijven naar seriële monitor' van de variabele 'spanningLDR' op in je code. Tijdens de simulatie, kan je dan in de seriële monitor de waarden bekijken van de ingelezen spanningLDR;

3.5 LED én batterij samen laten werken als de zon schijnt

In een volgende stap zorgen we ervoor dat én de batterij oplaadt én het LED-lampje brandt, als de zon schijnt.

3.5.1 Hoe moet de schakeling werken?

Hoe moet de schakeling werken?:

Als de zon schijnt, **dan** is de schakelaar **gesloten**.

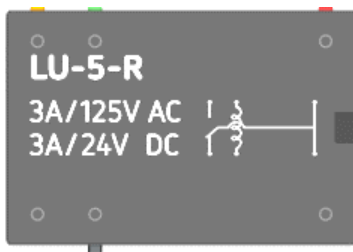
Als de zon niet schijnt, **dan** is de schakelaar **open**.

Als de schakelaar gesloten is, **dan** is het lampje **aan**.

Als de schakelaar open is, **dan** is het lampje **uit**.

Als de schakelaar gesloten is, **dan** wordt de batterij **opgeladen**.

Als de schakelaar open is, **dan** wordt de batterij **niet opgeladen**.



We hebben dus te maken met 1 voorwaarde ('als de zon schijnt') en 2 verbruikers (nl. de LED-lamp én de batterij) die we tegelijkertijd moeten aansluiten als aan de voorwaarde voldaan wordt. Bovendien de batterij veel stroom trekken. Een relais is heel geschikt om een schakeling te maken die aan bovenstaande eigenschappen voldoet.

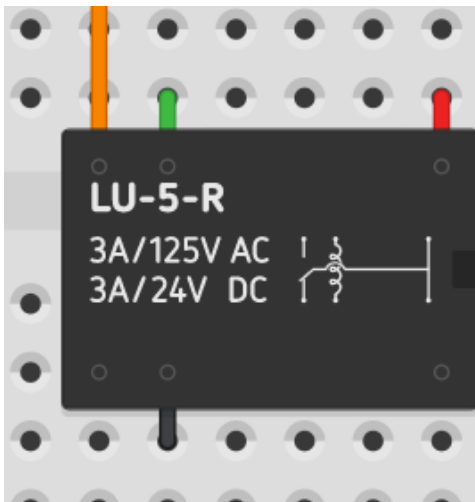
Een **relais** kan op commando van een 'stuur'-spanning verschillende verbruikers stroom geven.

We zullen een 'stuur-ingang' van spanning voorzien als aan de voorwaarde 'de zon schijnt' voldaan wordt. Dat is dan het sein om het relais te laten schakelen zodat het LED-lampje brandt én de batterij opgeladen wordt.

Om de voorwaarde 'de zon schijnt' te realiseren, maken we opnieuw gebruik van de LDR.

3.5.2 Werking van de relais

We leggen hieronder uit hoe je de relais moet aansluiten en aansturen.

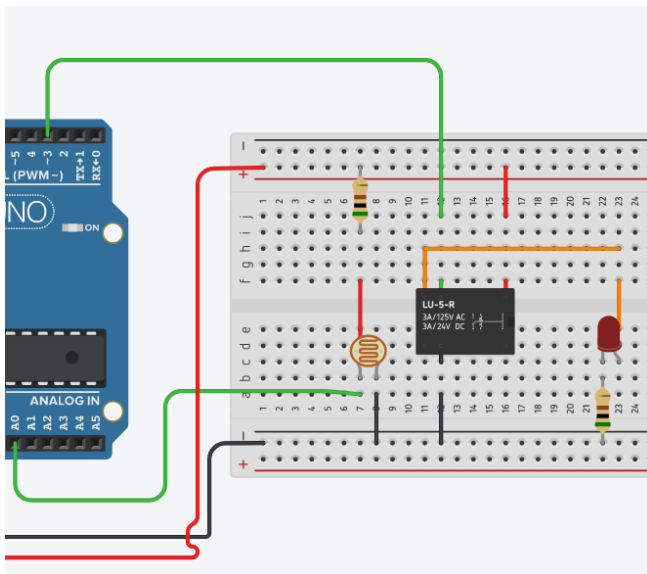


Op het schema hiernaast vind je een relais dat met de juiste kabels verbonden is. Je ziet ook dat de relais een spoel bevat, dat fungeert als elektromagneet. Die zorgt voor het schakelen.

Een LED-lampje laten branden via de relais

Via de groene kabel ontvangt de relais het stuursignaal 'de zon schijnt' of 'de zon schijnt niet'. Als de zon schijnt, willen we dat de rode en de oranje kabel met elkaar verbonden worden. De oranje kabel verbindt zo het LED-lampje met de '+'-pool van de spanning (zie figuren links), waardoor het gaat branden. Om de oranje kabel met de rode kabel te verbinden, moet de schakelaar van de relais omhoog getrokken worden. De schakelaar wordt omhoog getrokken als de groene 'stuur'-kabel een hoge waarde levert. Dan ontstaat er een spanning over de

spoel van de relais met als pluspool de waarde van de groene kabel en als minpool de Ground waarmee de relais via de zwarte kabel verbonden is. Die spanning trekt de schakelaar naar boven.



Als de groene kabel een lage waarde levert, is er slechts een lage spanning over de spoel. De schakelaar blijft in de stand zoals op de figuur linksboven. De oranje kabel is niet meer verbonden met de rode kabel en kan dus het LED-lampje niet meer met de pluspool verbinden. Het lampje brandt niet.

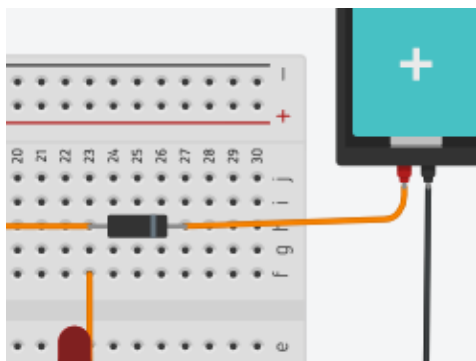
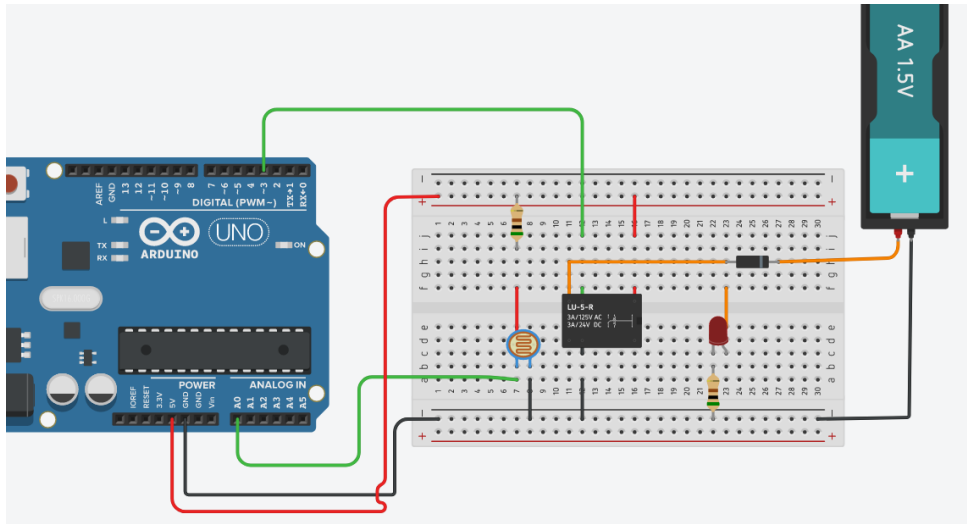
Samengevat:
Schrap wat niet past.

Groene kabel: hoge waarde → oranje kabel levert wel/niet de '+'-pool voor het LED-lampje → LED-lampje brandt/brandt niet. (antw: wel/brandt)

Groene kabel: lage waarde → oranje kabel levert wel/niet de '+'-pool voor het LED-lampje → LED-lampje brandt/brandt niet. (antw: niet/brandt niet)

Een LED-lapje laten branden én een batterij laten opladen via de relais

Om én het LED-lampje te laten branden én de batterij op te laden via de relais, moeten we nu enkel nog ook de batterij verbinden met de oranje kabel van de relais (zie onderstaande figuur).



Merk je dat we nog een diode voor de +-pool van de batterij geplaatst hebben?

Die moet ervoor zorgen dat er steeds stroom vloeit naar de batterij (om ze op te laden!) en niet omgekeerd.

3.5.3 De code

Je hebt in de voorgaande paragrafen geleerd hoe je een relais juist moet schakelen. We moeten nu een programmacode schrijven die aan de groene inputkabel van de relais vertelt wanneer die een hoge of een lage waarde krijgt. We verbinden de groene inputkabel van de relais met pin 3.

We verbinden de LDR opnieuw zoals in hoofdstuk 3.4.4.

Opdracht: schrap wat niet past

De outputwaarde van pin 3 moet hoog zijn, als de zon wel/niet schijnt. (antw: wel)

De outputwaarde van pin 3 moet laag zijn, als de zon wel/niet schijnt. (antw: niet)

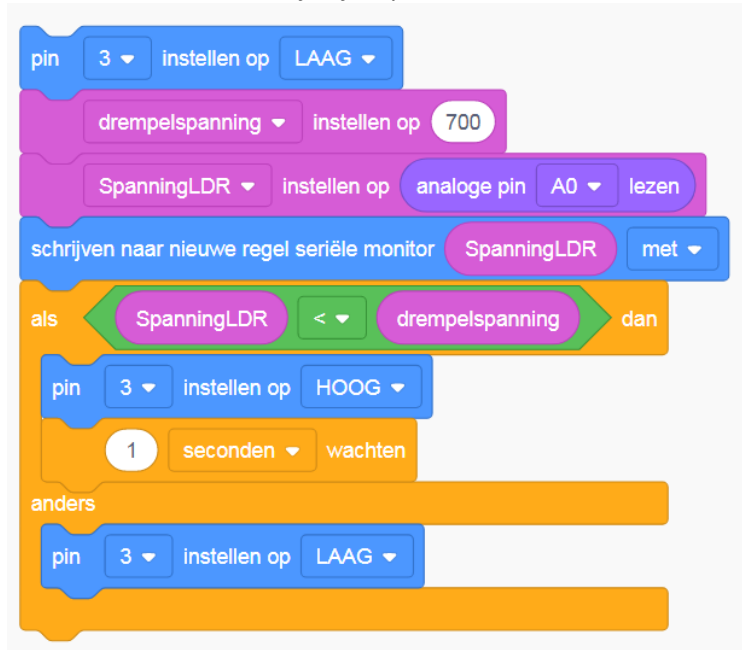
Als de zon schijnt, is de inputwaarde van A0 (verbonden met de LDR) hoog/laag. (antw: laag)

Als de zon niet schijnt, is de inputwaarde van A0 (verbonden met de LDR) hoog/laag. (antw: hoog)

De outputwaarde van pin 3 moet hoog zijn, als de inputwaarde van A0 (verbonden met de LDR) hoog/laag is. (antwoord laag).

De outputwaarde van pin 3 moet laag zijn, als de inputwaarde van A0 (verbonden met de LDR) hoog/laag is. (antwoord hoog).

Dit leidt tot onderstaande code. Je kan eventueel 1 seconde wachttijd toevoegen om zeker te zien dat de LED brandt en de batterij blijft opladen.



Besluit:

In dit hoofdstuk heb je leren programmeren met **Arduino, een mini-computer**.

Aan de **uitgangen** van de Arduino kan je **apparaatjes** aansluiten zoals lampjes, motortjes, ...

Aan de **ingangen** van de Arduino kan je **sensoren** aansluiten, zoals een lichtsensor, temperatuursensor, ... Deze sensoren delen aan de Arduino een aantal omgevingsfactoren mee zoals de hoeveelheid licht, de temperatuur, ...

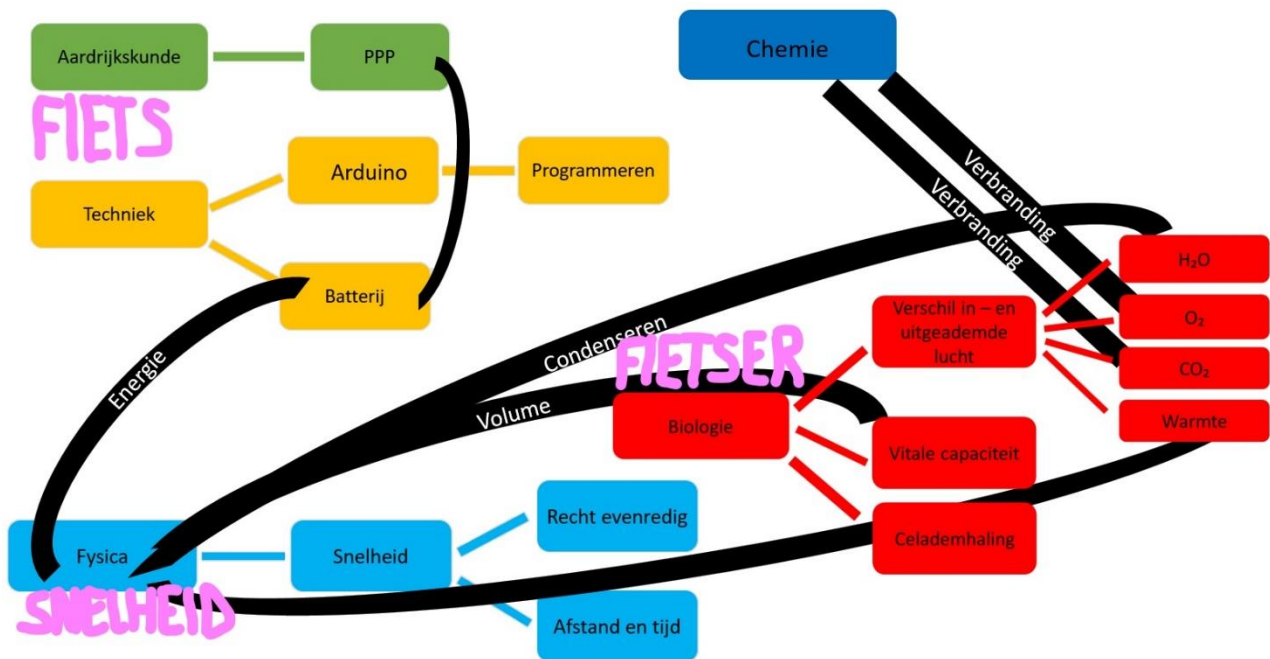
Je kan de apparaatjes aan de uitgang van de Arduino laten werken als aan bepaalde voorwaarden is voldaan, bv. er is genoeg licht of de temperatuur is hoog genoeg. Om dit te realiseren moet je de input van de sensoren koppelen aan de output van de Arduino die de apparaatjes aanstuurt.

Het koppelen van de input en de output gebeurt via een computerprogramma.

Met een **Als ... dan ... structuur** of een **Als ... dan ... anders ... structuur** kan je voorwaarden programmeren.

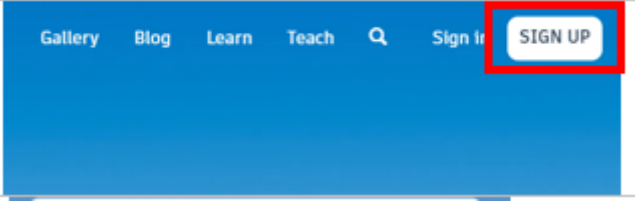


Nabeschuwing: conceptmap





De vraag “Hoe kan je met zo weinig mogelijk inspanning zo snel mogelijk fietsen?”, kan je vanuit veel invalshoeken bekijken. De deelvragen die wij bestudeerd hebben worden samengevat en gevisualiseerd in volgende conceptmap.





Een conceptmap is dus een handige manier om een snel overzicht te krijgen van alle deelaspecten van een probleem. Misschien zou jij sommige dingen net iets anders formuleren. Misschien zou jij nog iets willen toevoegen aan deze conceptmap. Bespreek het in kleine groepjes of met de leerkracht!

Bijlage: Aanmelden op Tinkercad

<p>Stap 1: Surf naar https://www.tinkercad.com</p> <p>Stap 2: Ga naar 'SIGN UP'.</p>	
<p>Stap 3:</p> <p>a) Leerkracht kiest voor 'Onderwijzers, begin hier'.</p> <p>Ga naar stap 4</p> <p>b) Leerlingen kiezen voor 'zelf, persoonlijk account maken'.</p> <p>Ga naar stap 5</p> <p>c) Indien je als leerkracht een klas hebt aangemaakt, kiezen de leerlingen voor 'leerlingen, neem deel aan klas'.</p> <p>Ga naar stap 8</p>	
<p>Stap 4: Vink 'servicevoorwaarden' aan en klik op 'Ik ga akkoord'.</p>	

<p>Stap 5: Kies een registratiemogelijkheid uit de keuzemogelijkheden.</p>	<div data-bbox="774 190 1082 230"> <h3>Begin met Tinkeren</h3> </div> <div data-bbox="774 244 1074 275"> <p>Hoe maakt u uw account?</p> </div> <div data-bbox="703 336 1160 710"> <div>Registreren met e-mail</div> <div>  Aanmelden met Google </div> <div>  Aanmelden met Microsoft </div> <div>  Aanmelden met Facebook </div> </div>
<p>Stap 6: Indien gekozen voor registreren met e-mail, verander land naar 'België' en vul geboortedatum in.</p> <p>Kies voor 'VOLGENDE'.</p>	<div data-bbox="730 819 1070 862"> <h3>Account aanmaken</h3> </div> <div data-bbox="1278 808 1342 875">  </div> <div data-bbox="730 893 936 920"> <p>Land, gebied of regio</p> </div> <div data-bbox="730 920 1342 1003"> <div>België</div> </div> <div data-bbox="730 1014 884 1039"> <p>Geboortedatum</p> </div> <div data-bbox="730 1039 1342 1122"> <div> Maand </div> <div> Dag </div> <div> Jaar </div> </div> <div data-bbox="730 1149 1342 1218"> <div>VOLGENDE</div> </div>
<p>Stap 7: Vul e-mailadres in en kies een wachtwoord.</p> <p>Vink de 'Servicevoorwaarden' aan. Klik op 'ACCOUNT AANMAKEN'.</p>	<div data-bbox="719 1323 1059 1361"> <h3>Account aanmaken</h3> </div> <div data-bbox="719 1417 1350 1503"> <div>E-mailadres</div> </div> <div data-bbox="719 1529 1350 1615"> <div>Wachtwoord</div> </div> <div data-bbox="703 1619 1315 1680"> <div> <input type="checkbox"/> Ik ga akkoord met de Servicevoorwaarden van Tinkercad en de Privacyverklaring van Autodesk. </div> </div> <div data-bbox="719 1736 1350 1823"> <div>ACCOUNT AANMAKEN</div> </div>

<p>Stap 8:</p> <ol style="list-style-type: none"> ga naar lessen maak een les aan voeg leerlingen toe klik op Klascode voor de te delen code <p>hier vind je ook extra opties</p>	
<p>Stap 9: Leerlingen typen de lescode in die de leerkracht meegeeft en klikken op 'Ga naar mijn les'.</p>	

C) HOE BRENG JE PROGRAMMACODE VAN TINKERCAD NAAR EEN ECHTE ARDUINO?

In een circuit klik je rechtsboven op Code

Klik links in het tabblad van je code op ofwel

- Blokken + tekst
- Tekst
 - Let op: indien je gecodeerd hebt met blokken, gaan deze allemaal definitief verloren.

Je kan nu je code in tekst nalezen en mogelijk downloaden als een “.ino” bestand. Deze kan je uploaden op je arduino met de algemene arduino-software (Arduino IDE...).

