

Hoofdstuk 5 De motor van de auto

Doelen De leerling weet dat een arbeidsproces in een motor in vier slagen verloopt.
De leerling kan in eigen woorden uitleggen dat een chemische reactie in de motor de oorzaak is van een mechanische reactie.
De leerling kan het principe van een verbrandingsmotor demonstreren aan de hand van een zelfgemaakt model.

Tijdsplanning Dit onderdeel neemt ongeveer twee lesuren in beslag. Het is goed mogelijk om de lesuren los van elkaar uit te voeren.

Lesuur 1

Onderdeel	Tijdsindicatie
Start/uitleg	10 minuten
Leerlingenblad 1	35 minuten

Lesuur 2

Leerlingenblad 2	35 minuten
Nabespreking	10 minuten
Totaal	90 minuten

Leerlingen die snel klaar zijn of even moeten wachten kunnen zelfstandig de puzzel op leerlingenblad 3 maken.

Tip: Is er aan het einde van de les veel tijd over, doe dan de quiz uit hoofdstuk 6.

Voorbereiding Leg de benodigde spullen klaar.
Probeer de opdrachten vooraf zelf uit.

Nodig Per groepje leerlingen:

Bij leerlingenblad 1

- Aanrecht, prullenbak of grote emmer
- Theelepel
- Eetlepel
- Bakpoeder
- Azijn
- Plastic zak (doorzichtig)

Bij leerlingenblad 2

- Twee stukken karton van ca. 25 bij 40 cm
- Schaar
- Lijm
- Drie grote splitpennen
- Een spijker
- Liniaal
- Stopwatch of horloge met secondewijzer

Per leerling:

Leerlingenblad 1

Leerlingenblad 2

Leerlingenblad 3.

Verloop van de les

Start

Korte uitleg.

Deel de leerlingen op in groepjes van twee tot drie leerlingen.

Verloop van de les

Kern

- Deel de leerlingenbladen uit.
- De leerlingen maken in groepjes de opdrachten. Loop rond en help waar nodig.
- Leerlingen die klaar zijn kunnen leerlingenblad 3 maken.

Afronding

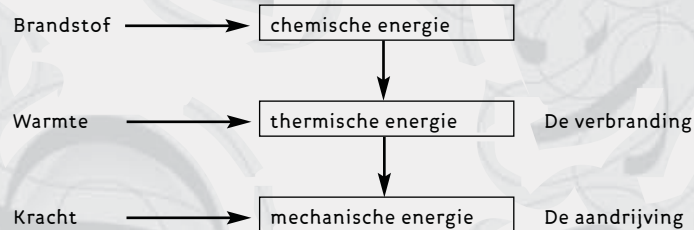
- De leerlingen maken zelfstandig blad 3.
- Bespreek de opdrachten die ze gedaan hebben kort na.
- Bespreek de puzzel na. Wat betekenen de woorden die de leerlingen doorgestreept hebben?
- Vraag na wat de leerlingen van deze les geleerd hebben en wat ze ervan vonden.
- Leg de link naar de keuze voor deze sector/afdeling en leg de link naar de beroeps-mogelijkheden in de praktijk

Antwoorden

Leerlingenblad 1

- 1 Het poeder en de azijn zorgen voor een chemische reactie (bruisen).
- 2 De plastic zak wordt warm (thermische reactie), de lucht in de zak wordt groter (mechanische reactie). Dit laatste is niet altijd even goed waarneembaar.
- 3 Leerlingen ruimen op.
- 4 Benzine, diesel, gas.

5



6	Inlaatslag	Compressieslag	Uitlaatslag	Arbeidslag
	De inlaatklep gaat open	De zuiger gaat omhoog	De brandstof ontbrandt	De uitlaatklep gaat open
	Brandstof komt in de cilinder	De brandstof wordt in elkaar geperst	De zuiger wordt hard omlaag geduwd	De verbrande gassen gaan uit de cilinder
	De zuiger gaat omlaag			De zuiger gaat omhoog

Leerlingenblad 2

- 7 De zuiger gaat sneller op en neer.
- 8 Grote cirkel.
- 9 Afhankelijk van door de leerlingen waargenomen activiteiten.
- 10 Dan kan de cilinder beschadigen. Een van de cilinders kan dan uitvallen waardoor de auto op minder cilinders verder moet. Hierdoor zal de auto stotterend gaan lopen. Uiteraard rijdt dat minder comfortabel.

Leerlingenblad 3

- 11 Je weet nu hoe een verbrandingsmotor werkt.



Wat een reactie!

Blad 1

Naam: _____

Klas: _____

Bij deze opdracht leer je wat er in de motor van een auto gebeurt.

Nodig:

- Aanrecht, prullenbak of grote emmer
- Theelepel
- Eetlepel
- Bakpoeder
- Azijn
- Plastic zak (doorzichtig)

Voer de stappen zo precies mogelijk uit:

- 1 Doe twee theelepels bakpoeder in een doorzichtige plastic zak.
- 2 Doe 6 eetlepels azijn in een kopje.
- 3 Zet het kopje **voorzichtig** in de plastic zak bij het bakpoeder; zorg dat er niets overheen gaat!
- 4 Knoop de zak goed dicht.
- 5 Houd alles goed boven het aanrecht/de prullenbak/de emmer. Giet de azijn (in de plastic zak) over het bakpoeder.

1 Wat gebeurt er met het bakpoeder en de azijn?

.....

.....

2 Wat gebeurt er met de plastic zak?

.....

.....

De reactie die je gezien hebt bij deze proef is een reactie waarbij chemische energie omgezet wordt in mechanische energie. Dit lijkt een beetje op wat er gebeurt wanneer de motor van een auto gestart wordt. Dit type motor wordt ook wel verbrandingsmotor genoemd.

3 Ruim nu eerst alle gebruikte spullen netjes op.

De verbrandingsmotor

Eén van de belangrijkste uitvindingen bij de ontwikkeling van auto's is de verbrandingsmotor. Een verbrandingsmotor is klein genoeg om in een personenwagen te passen en als er genoeg brandstof aangeleverd wordt kun je er lange ritten mee maken.

4 Welke soorten brandstof worden gebruikt voor auto's? Noem er drie.

.....

Naam: _____

Klas: _____

De Duitser Nikolaus Otto was de eerste uitvinder die in 1876 een verbrandingsmotor maakte die echt werkte. De Otto-verbrandingsmotor komen we nu nog tegen in auto's.

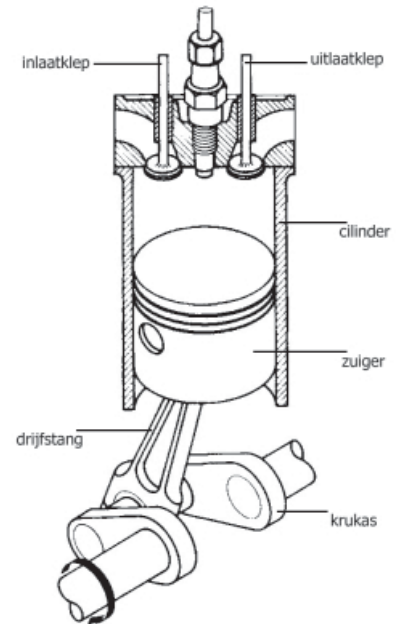
Hoe werkt zo'n motor nu precies?

Stap 1. De verbrandingsmotor krijgt een hoeveelheid chemische energie (brandstof met lucht). Deze brandstof komt in een afgesloten ruimte (de cilinders van de motor). De brandstof wordt in de cilinder gelaten door de inlaatklep.

Stap 2. In de cilinders wordt de brandstof verbrand en er ontstaat hete lucht. De chemische energie wordt dus omgezet in warmte (net als bij de proef met het bakpoeder en de azijn). Die warmte noemen we thermische energie.

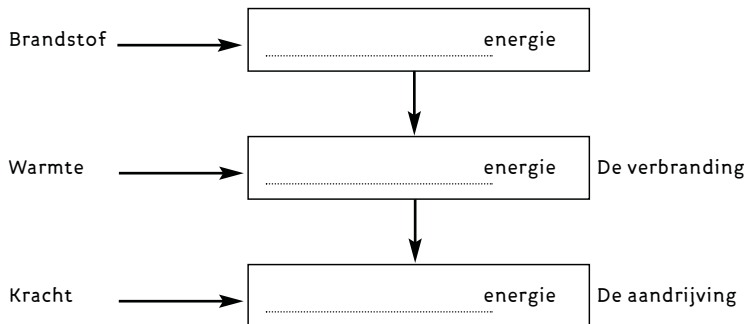
Stap 3. De hete lucht duwt tegen de zogenaamde zuiger in de cilinder aan, waardoor deze gaat bewegen. De thermische energie zorgt er dus voor dat de zuigers van de motor gaan bewegen. Die beweging noemen we mechanische energie.

Stap 4. Aan het uiteinde van de zuiger zit een drijfstang. De drijfstang duwt tegen de krukas. De krukas drijft de wielen aan en ... de auto gaat bewegen.



Afbeelding 1. De verbrandingsmotor

5 Vul het schema verder in.

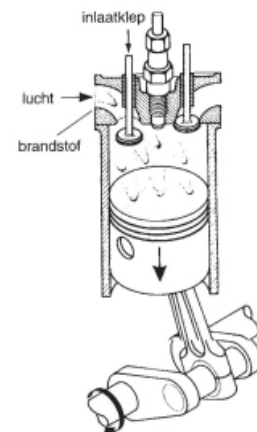


Het vierslagproces

Om dit allemaal soepel te laten verlopen, gebeuren er vier verschillende dingen in de motor. Het totale proces van deze vier dingen heet het vierslagproces of arbeidsproces. Dit proces bestaat uit:

- Een inlaatslag
- Een compressieslag
- Een arbeidslag
- Een uitlaatslag

Tijdens de **inlaatslag** gaat de inlaatklep open en komen er brandstof en lucht in de cilinder. Dit zie je op afbeelding 2.



Afbeelding 2. Inlaatslag

Naam: _____

Klas: _____

Tijdens de **compressieslag** gaat de zuiger omhoog en perst het mengsel van lucht en brandstof samen (zie afbeelding 3).

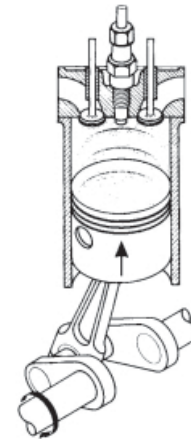
Net voordat de zuiger helemaal bovenaan is, zorgt een vonk van de bougie ervoor dat het mengsel van brandstof en lucht aangestoken wordt. Het mengsel ontbrandt, waardoor de zuiger naar beneden geduwd wordt. Dit is de **arbeidsslag** (zie afbeelding 4).

Tijdens de laatste slag, de **uitlaatslag**, gaat de uitlaatklep open. De zuiger gaat weer omhoog en duwt de verbrande gassen uit de cilinder (zie afbeelding 5). Hierna begint alles weer van voren af aan, met een nieuwe inlaatslag.

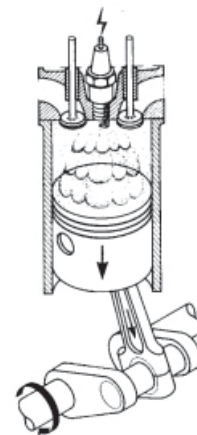
6 Vul de volgende zinnen in de goede kolom in (let op: twee vakjes blijven leeg):

- De uitlaatklep gaat open
- De zuiger wordt hard omlaag geduwd
- De zuiger gaat omlaag
- Brandstof en lucht komen in de cilinder
- De zuiger gaat omhoog
- Het brandstof/luchtmengsel wordt samengeperst
- De inlaatklep gaat open
- De zuiger gaat omhoog
- Het mengsel ontbrandt
- De verbrande gassen stromen uit de cilinder.

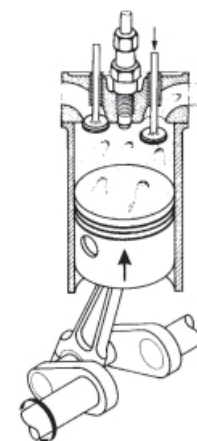
Inlaatslag	Compressieslag	Uitlaatslag	Arbeidsslag



Afbeelding 3. Compressieslag



Afbeelding 4. Arbeidsslag



Afbeelding 5. uitlaatslag



Het vierslagproces

Naam: _____

Klas: _____

Bij deze opdracht ga je het vierslagproces van een verbrandingsmotor namaken.

Nodig:

Twee stukken karton van ongeveer 25 bij 40 cm

- Schaar
- Lijm
- Drie grote splitpennen
- Een spijker
- Liniaal
- Stopwatch of horloge met secondewijzer

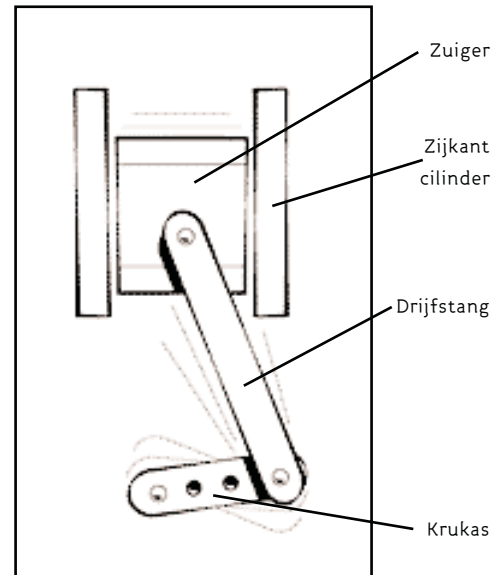
Bij deze opdracht ga je een cilinder en zuiger namaken. Je zult ontdekken hoe het vierslagproces precies werkt en je leert dat er een grens is aan hoe snel een motor kan ronddraaien.

Voer de volgende stappen uit:

- a Leg één stuk karton op tafel. Dit is de basis waar je straks alles op vastmaakt.
- b Knip uit het andere stuk karton: een zuiger, een drijfstang, een krukas en twee zijkanten van de cilinder (zie afbeelding hiernaast).
- c Maak in de krukas voorzichtig vier gaten met de punt van de spijker.
- d Maak in de drijfstang twee gaten, aan ieder uiteinde één.
- e Maak in de zuiger één gat in het midden onderin.
- f Gebruik twee splitpennen: maak aan het ene uiteinde van de drijfstang de krukas vast en aan het andere uiteinde de zuiger.
- g Lijm de twee zijkanten van de cilinder op je basiskarton. Houd zoveel ruimte tussen de twee zijkanten dat de zuiger er gemakkelijk tussen past.
- h Probeer uit waar je het vrije uiteinde van de krukas vast zou moeten maken zodat de zuiger goed op en neer beweegt tussen de twee zijkanten van de cilinder wanneer je de krukas ronddraait.
- i Maak een gat in je basiskarton en maak het vrije uiteinde van de krukas vast met de derde splitpen.
- j Je zuiger met cilinder is nu klaar! Beweeg de zuiger voorzichtig op en neer in de cilinder terwijl je de krukas ronddraait.
- k Een half rondje van de krukas (van boven naar beneden) is één slag. Laat de zuiger zo hoog mogelijk in de cilinder komen. Zet een streepje op je basiskarton. Laat de zuiger nu zo laag mogelijk komen en zet ook daar een streepje. Meet de afstand tussen de twee streepjes. Dit is de slaglengte S van de zuiger.

Ik meet $S =$ _____ cm en _____ mm.

- l Draai de krukas nu zo snel mogelijk rond, maar wel zo dat de zuiger netjes in de cilinder blijft en dat je het karton niet verbuigt. Hoeveel slagen kan de cilinder maken in 15 seconden? _____ slagen.
- m Haal de drijfstang los van de krukas en maak hem nu vast in het tweede gat. Je maakt de cirkel van de krukas nu dus kleiner. Hoeveel slagen kan de zuiger nu maken in 15 seconden? _____ slagen.
- n Doe hetzelfde met het derde gat. Hoeveel slagen kan de zuiger nu maken in 15 seconden? _____ slagen.



Naam: _____

Klas: _____

Vragen

7 Wat gebeurt er wanneer je de cirkel van de krukas kleiner maakt?

.....

.....

.....

8 Wanneer kun je de krukas makkelijker ronddraaien, bij een kleine of een grote krukci rkel?

.....

.....

.....

9 Hoe liep jullie zuiger? (Liep de zuiger steeds soepel op en neer, kwam deze wel eens vast te zitten, boog het karton wel eens krom, of nog iets anders.)

.....

.....

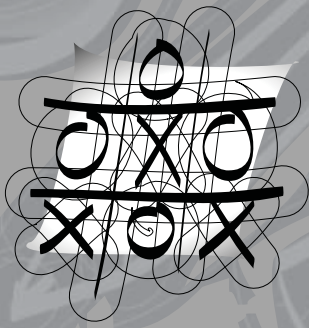
.....

10 Wat zou er in een echte motor gebeuren wanneer een zuiger vastloopt?

.....

.....

.....



Puzzel

Naam: _____

Klas: _____

Zoek in de puzzel de onderstaande woorden. Ze kunnen horizontaal, verticaal of diagonaal staan. Let op: de woorden kunnen ook achterstevoren staan. De letters die overblijven vormen een zin.

11 Welke zin komt eruit?

.....

.....

Arbeidsslag
Auto
Benzine
Brandstof
Chemisch
Cilinder
Compressieslag
Diesel
Energie

Gas
Inlaatklep
Inlaatslag
Kracht
Krukas
Lucht
Motor
Otto
Plof

Stang
Uitlaatklep
Uitlaatslag
Warmte
Wiel
Zuiger

O T T O R E D N I L I C I K
S A G W F O T S D N A R B E
U I T L A A T S L A G E G T
I N Z O T U A A T H C A R K
T N U U H O A E E E L E C N
L V L E I T F R N S B H R G
A E A A K G E O S I E N L N
A D I L A T E D L M Z U E A
T K E G M T I R I P C N S T
K P R R R E S S I H W R E S
L N A U B E C L T G I O I B
E W S R K H N M A O E T D T
P O A R W A E E R G L O K T
G A L S E I S S E R P M O C