|  |  |
| --- | --- |
| **Samenvatting**  Rietveld Logo | |
| Vak: | Natuurkunde | |
| Klas: | Havo 4 | |
| Stof: | Hoofdstuk 4: Arbeid en Kracht | |

**Het verrichten van arbeid**

Als je fietst verbruik je energie. Dit voel je na het fietsen wel. Je hebt ongelofelijke trek in eten. Je vult je energie weer aan door iets te eten. Met de energie die je uit voedsel haalt ben je in staat om weer energie te leveren oftewel: Om arbeid te kunnen verrichten. Uit ervaring weet je dat hoe meer energie je verbruikt des te meer arbeid je verricht als je een grotere afstand fietst. Door een grotere snelheid krijg je meer luchtwrijving. Dus kost het je ook weer meer energie om die snelheid te behouden.

**Arbeid, de natuurkundige omschrijving**

In het dagelijks leven is arbeid leveren werk leveren. Als er over een hoeveelheid werk wordt gesproken, wordt dat meestal gedaan in termen als ‘veel’ of ‘weinig’. Soms wordt de hoeveelheid werk uitgedrukt in uren. Dat is een vaag begrip. Wat de één in 4 uur kan doen doet een ander misschien in 3 uur. In de natuurkunde wordt *arbeid* gedefinieerd als het product van kracht en verplaatsing. Met ‘verplaatsing’ wordt hier de verplaatsing van het aangrijpingspunt van de kracht bedoeld. Het symbool van arbeid is *W,* denk daarbij aan het Engelse woord voor werk namelijk ’work’. Als de kracht constant is kunnen we schrijven:

* *F* is de kracht in Newton (N)
* *S* is de verplaatsing in meter, waarbij s langs de werklijn van F ligt.

Uit de definitie van arbeid volgt dat de eenheid van arbeid newton \* meter is, afgekort [W] = Nm.

Uit de definitie van arbeid is te begrijpen waarom je bij snel fietsen meer arbeid verricht, dan bij langzaam fietsen, als je bij beide snelheden dezelfde afstand aflegt. De uit te oefenen kracht F is bij snel fietsen groter dan bij langzaam fietsen. De verplaatsing is gelijk, dus is de verrichte arbeid bij snel fietsen groter dan bij langzaam fietsen. Op een zelfde wijze kun je nu uitleggen waarom je je na 10 km fietsen fietsen meer arbeid hebt verricht dan na 2 km fietsen, als je beide afstanden met dezelfde snelheid hebt gefietst.

**Energievormen**

Bijna dagelijks hoor je het of lees je het in de krant. We moeten zuiniger omgaan met energie. Men is nu dan op zoek naar nieuwe energiebronnen in verband met het stijgen van onze energiebehoefte en het verminderen van de olie- en gasvoorraden. Veel bedrijven doen aan energie beheer om, hun energieverbruik te beperken. Ook thuis proberen mensen zuiniger om te gaan met energie. Dit doen ze vooral om het milieu niet zo te vervuilen en dat ze niet te veel hoeven te betalen aan energiemaatschappijen.

De vraag ‘Wat is energie? ’is moeilijk te beantwoorden. Makkelijker is het om te zeggen wat ‘energie bezitten’ betekent. Om naar school te fietsen verricht je arbeid. Om arbeid te kunnen verrichten heb je simpelweg energie nodig. Om die te verkrijgen zorg je dat je goed ontbijt. De hierdoor verkregen (Chemische) energie wordt bij het verrichten van arbeid in andere energievormen omgezet.

Energie bezitten betekent dus:  *in staat zijn arbeid te kunnen verrichten.* Anders gezegd: *om arbeid te kunnen verrichten, is energie nodig.*

Er zijn veel verschillende vormen van energie. Denk maar aan: *bewegingsenergie, chemische energie,* elektrische energie, kernenergie magnetische energie, starlings energie, *veerenergie, zwaarte-energie*  en *warmte.* In deze samenvatting worden de cursief aangegeven energievormen besproken.

**Chemische Energie**

Tijdens het fietsen verbrand je lichaam extra voedingsstoffen. Koolhydraten en vetten zijn hierbij de voornaamste energieleveranciers. De extra chemische energie die vrijkomt bij de verbranding van koolhydraten en vetten tijdens het fietsen wordt voor een deel gebruikt om arbeid te verrichten, het andere deel wordt omgezet in warmte.

Alle arbeid die je spieren verrichten komt uit het arbeidsdeel van de chemische energie, dus er geld:

Wspier = Echem (arbeidsdeel)

Als de spierkracht constant is dan geld:

Echem (arbeidsdeel) = Fspier \* s

Om een auto te kunnen laten rijden, heb je brandstof nodig. In de motor komt energie vrij bij de verbranding van bijvoorbeeld benzinedamp. Daardoor is de motorkracht in staat arbeid te verrichten. Ook voor de motor geld dat maar een deel van de chemische energie die vrijkomt bij de verbranding wordt gebruikt om arbeid te verrichten.

Voor dit geld weer:

Wmotor = Echem (arbeidsdeel)

Als de motorkracht constant is dan geld:

Echem (arbeidsdeel) = Fmotor \* s

*Toevoeging:*

*Als symbool voor energie gebruiken wij de E. Het subscript chem. wordt gebruikt om mee aan te geven om welke energie het gaat. In dit geval is dat dus Chemische Energie.*

**Bewegingsenergie (kinetische energie)**

Je stapt bijvoorbeeld op de fiets en begint te fietsen. Je snelheid veranderd van 0 m/s tot bijvoorbeeld 5 m/s. Je legt daarbij een bepaalde afstand af. Om de genoemde snelheid te bereiken, moet je een kracht op de pedalen uit oefenen. Die kracht wordt uiteindelijk omgezet in een voorwaartse gerichte kracht op de fiets. Omdat bij het verhogen van de snelheid van de fiets sprake is van een kracht en een afgelegde weg, moet je dus arbeid verrichten.Een deel van de chemische energie die je tot je beschikking hebt, wordt gebruikt om deze arbeid te verrichten. Deze arbeid zorgt ervoor dar de chemische energie in een andere energievorm wordt omgezet, namelijk bewegingsenergie. Een andere naam voor deze energie is ook wel kinetische energie. Deze twee benamingen kom je allebei regelmatig tegen.

De bewegingsenergie of kinetische energie kan als volgt worden uit gerekend:

* Ekin. Is de kinetische energie van het bewegende voorwerp in Joule [J]
* M is de massa van het bewegende voorwerp in kilogram. [kg]
* V is de snelheid van het bewegende voorwerp in meter per seconde. [m/s]

**Zwaarte-energie**

Je fietst met een constante snelheid over een vlak stuk weg. Als je vervolgens een hoge brug oprijdt, moet je meer kracht uitoefenen om met dezelfde snelheid te blijven rijden. Een hoogteverschil overwinnen kost dus extra arbeid. Als je daarna weer naar beneden gaat, blijkt dat veel gemakkelijker te gaan Bij het naar beneden gaan hoeft jouw spierkracht minder arbeid te verrichten dan bij het naar boven gaan. Dit alles heeft te maken met zwaarte-energie. Als je omhoog gaat, zorgt de extra arbeid ervoor dat de zwaarte-energie van jou en je fiets toeneemt. Ben je eenmaal boven op de brug dan bezit je zwaarte-energie.

De zwaarte energie kan berekend worden met:

* Ezw is de zwaarte-energie van het voorwerp in Joule [J]
* M is de massa van het voorwerp in kilogram [kg]
* G is de valversnelling in meter per seconde kwadraat. [m/s2]
* H is het hoogte verschil in meter

**Veerenergie**

Tegen een ingedrukte spiraalveer is een kogel gelegd. Zodra de veer zich kan ontspannen, zal de veerkracht de kogel verplaatsen. Deze kracht verricht dus arbeid.

Conclusie:

Een ingedrukte veer (of uitgerekte) veer bezit energie. Die energie noemen we veerenergie.

Veerenergie is als volgt te berekenen:

* Hierbij is de Eveer de veerenergie in joule. [J]
* C is de veerconstante.
* U is de uitrekking van de veer.

**Warmte**

Als je een vlakke weg fietst en je stopt met trappen dan zal je snelheid steeds meer afnemen. Dit komt omdat er wrijvingskrachten zijn die tegen de bewegingsrichting in werken. De wrijvingskrachten verrichten arbeid. Die arbeid wordt omgezet in warmte. Je merkt dit ook als je in je handen wrijft. Je voelt je handen warm worden.

Als de wrijvingskracht constant is dan kan de warmte berekend worden met:

* Q is de warmte in Joule [J]
* Fwrijv. Is de wrijvingskracht in newton. [N]
* S is de afgelegde weg in meter. [m]

**De eenheid van energie en arbeid**

Warmte is een energievorm en heeft als eenheid de joule. Uit bovenstaande formule blijkt dat de ‘warmte-energie’ die door de wrijving ontstaat gelijk is aan de arbeid die de wrijvingskracht heeft verricht. Dan moet de eenheid van energie (joule) gelijk zijn aan de eenheid van arbeid (newtonmeter). Dat klopt dan ook. Eén joule is gelijk aan één newton meter.

In symbolen:

[E] = [W] dus 1J = 1 Nm

**Wet van behoud van energie**

Stel je voor dat er een balletje van 20kg aan een slinger zit. Jij trekt met jou spierkracht het bolletje omhoog naar een hoogte van 10 cm. Hiervoor is chemische enrgie voor nodig. Zodra jij het balletje los laat neemt de zwaarte-energie af. Als het balletje op een hoogte van 0 is heeft het geen zwaarte-energie meer. Laten we dat eens gaan bekijken:

Begin:

Als het balletje op een hoogte van 0 is:

Na het loslaten van het balletje neemt de zwaarte-energie af en neemt de kinetische energie toe, totdat deze in het midden (evenwichtsstand) is en de kinetische energie maximaal is. Vervolgens wordt kinetische energie weer omgezet in zwaarte-energie omdat de hoogte weer van o naar 10 cm gaat. Als er geen wrijving is dat geld daarbij dat de afname van de zwaarte-energie gelijk is aan de toename van de kinetische energie en omgekeerd.

Je kunt deze regel algemener formuleren door te zeggen:

Energie kan worden omgezet van de ene soort in de andere, maar daarbij blijft de totale hoeveelheid energie constant. Dit is de *wet van behoud van energie.*

Nu we dit weten kunnen we dus ook de snelheid van het balletje berekenen omdat:

Laten we dit dan ook maar eens doen.

We vullen de waarde van de zwaarte-energie in op het punt h=0 omdat dan de kinetische energie maximaal is. Deze was: 19,62

Daarna vullen we de massa van het balletje in:

Daarna rekenen we hem verder uit:

**Dus kort samenvattend:**

Energie in beginsituatie = energie in eindsituatie

Zwaarte-energie(maximaal) = kinetische energie (maximaal)

In symbolen:

**Vermogen**

Als er een autotentoonstelling is, hebben bezoekers vooral belangstelling voor sportwagens. Dat is niet alleen vanwege het fraaie uiterlijk maar ook vanwege de prestaties. Hoe groot is de maximale snelheid? Hoe snel trek de wagen op van 0 naar 100 km/h. Als je een Ferrari met een Peugeot vergelijkt is dat verschil wil duidelijk. Maar waar zie je het grootste verschil? Juist ja, wat voor vermogen de motor van beide auto’s leveren.

De grootheid vermogen is ingevoerd om binnen de natuurkunde en techniek arbeidsprestaties met elkaar te kunne vergelijken. Het symbool is *p*, afgeleid van het Engelse woord: Power

Het natuurkundige begrip vermogen is gedefinieerd als de arbeid die per seconde verricht wordt. We kunnen het schrijven als:

* *P* is het vermogen in watt. [W]
* *W* is de hoeveelheid arbeid die wordt verricht in Joule. [J]
* *t* is de tijd in seconde. [sec.]

**Energie en vermogen**

Bij een motor kun je spreken van ‘arbeid verrichten’. Maar bij het branden van een gloeilamp is het niet gebruikelijk om te spreken van “het verrichten van arbeid’. Bij een gloeilamp wordt elektrische energie opgenomen en omgezet in warmte en licht. Ook licht is een vorm van energie, namelijk stralingsenergie. Heeft een lamp een vermogen van 40 watt, dan is dat het opgenomen elektrische vermogen. Er wordt in één seconde 40 joule aan elektrische energie omgezet in andere vormen van energie. Het vermogen is dan te bereken met:

Hierin is de hoeveelheid energie in joule die t seconde wordt omgezet.

**Rendement**

Het symbool van rendement is (wat je uitspreekt als èta). Rendement de hoeveelheid opgenomen energie dat het apparaat in percentage nuttig besteed. In formulevorm:

* η is het rendement in procent [%]
* Wnuttig is de nuttige verrichte arbeid in joule. [J]
* Enuttig is de nuttige omgezette hoeveelheid aan energie in joule. [J]
* Ein is de totale hoeveelheid energie in joule die aan de motor of het apparaat is toegevoerd, of de hoeveelheid opgenomen energie in joule. [J]

Hier nog alle formules op een rijtje:

|  |  |
| --- | --- |
| Arbeid |  |
| Kinetische energie |  |
| Zwaarte-energie |  |
| Veerenergie |  |
| Vermogen |  |
| Rendement |  |
| Warmte ten gevolge van wrijving |  |

Kijk eens op dit profiel: <http://www.youtube.com/user/tomkoolen1996>

Hij legt op een geweldige manier uit en heeft mij heel erg geholpen!