

*Werk netjes en nauwkeurig  
Geef altijd een duidelijke berekening of een verklaring  
Veel succes,  
Zan*

versie 1

### Kracht, snelheid, versnelling, energie

Formules:

$$v_t = v_0 + a \cdot t$$

$$s = v \cdot t$$

$$W = F \cdot s$$

$$E_z = m \cdot g \cdot h$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Neem indien nodig  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

1. Vul de tabel verder in:

grootheid	symbool	eenheid	symbool van eenheid
kracht	F	newton	N
arbeid	W	joule	J
afstand, afgelegde weg	s	meter	m
zwaarte-energie	$E_z$	joule	J
kinetische energie	$E_k$	joule	J
massa	m	kilogram	kg
snelheid	v	meter per seconde	m/s of $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
hoogte	h	meter	m

2. Ik heb vanmorgen 3 km gefietst naar het station. De gemiddelde wrijvingskracht was 20 N. Bereken hoeveel arbeid ik hiervoor moest verrichten.

gegeven:  $F = 20 \text{ N}$        $s = 3 \text{ km} = 3000 \text{ m}$   
 gevraagd: W  
 formule:  $W = F \cdot s$   
 berekening:  $W = 20 \cdot 3000$   
 antwoord:  $W = 60\,000 \text{ J}$

Let op de eenheden die in de opgave staan. De standaardeenheid voor afstand is de meter. Daarom vullen we niet 3 km in de formule in, maar wel 3000 m.

3. Ik heb vanmorgen 10 minuten gefietst. Bereken de gemiddelde snelheid in km/h en in m/s.

gegeven:  $s = 3000 \text{ m}$  (zie vorige opgave)       $t = 10 \text{ minuten} = 600 \text{ s}$   
 gevraagd:  $v_{\text{gem}}$   
 formule:  $s = v_{\text{gem}} \cdot t$   
 berekening:  $3000 = v_{\text{gem}} \cdot 600$   
 $v_{\text{gem}} = 3000 / 600$   
 antwoord:  $v_{\text{gem}} = 5 \text{ m/s}$

5 meter per seconde =  $(5 \cdot 60 =) 300$  meter per minuut.  
 300 meter per minuut =  $(300 \cdot 60 =) 18\,000$  meter per uur.  
 18 000 meter per uur = 18 kilometer per uur.  
 Dus:  $5 \text{ m/s} = 18 \text{ km/h}$

Snellere manier:  $5 \text{ m/s} = (5 \cdot 3,6 =) 18 \text{ km/h}$

4. Bereken de kinetische energie van mij en mijn fiets (totale massa 90 kg) als ik met die gemiddelde snelheid fiets.

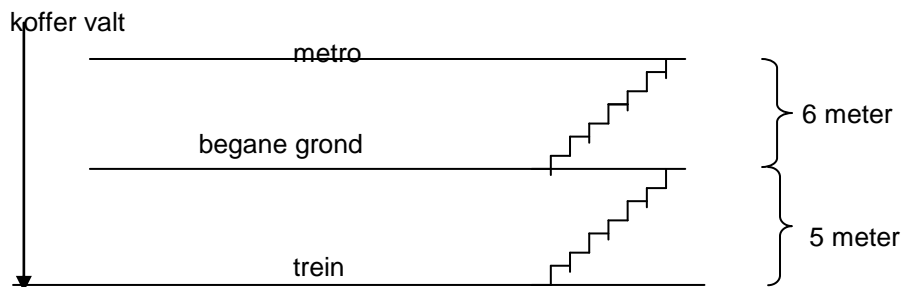
gegeven:  $v = 5 \text{ m/s}$        $m = 90 \text{ kg}$   
gevraagd:  $E_k$   
formule:  $E_k = 1/2 * m * v^2$   
berekening:  $E_k = 1/2 * 90 * 5^2$   
 $E_k = 45 * 25$   
antwoord:  $E_k = 1125 \text{ J}$

5. Op station Sloterdijk ben ik met de roltrap naar de volgende verdieping, 5 meter hoger, gegaan. Mijn massa is 75 kg. Bereken hoeveel arbeid de roltrap heeft moeten verrichten om mij omhoog te brengen.

gegeven:  $h = 5 \text{ m}$        $m = 75 \text{ kg}$   
gevraagd:  $W$   
formule:  $W = F * s$   
berekening: Eerst de kracht  $F$  berekenen.  
De kracht die de roltrap moet maken is de zwaartekracht  $F_z$   
 $F_z = m * g$   
 $F_z = 75 * 10$   
 $F_z = 750 \text{ N}$   
 $W = 750 * 5$   
antwoord:  $W = 3750 \text{ J}$

Verklaring: De zwaartekracht trekt mij naar beneden. De aarde trekt aan elke kilogram met een kracht van 10 N ( $g = 10 \text{ N/kg}$ ). De zwaartekracht  $F_z = 750 \text{ N}$ .

Om mij (met constante snelheid) naar boven te brengen, moet de roltrap mij tegen de zwaartekracht in naar boven tillen. De kracht die de roltrap moet uitoefenen is dus 750 N.



6. Mijn koffer heeft een massa van 6 kg. Bereken de zwaarte-energie van mijn koffer op 5 meter hoogte.

gegeven:  $m = 6 \text{ kg}$        $h = 5 \text{ m}$   
gevraagd:  $E_z$   
formule:  $E_z = m * g * h$   
berekening:  $E_z = 6 * 10 * 5$   
antwoord:  $E_z = 300 \text{ J}$

7. Het perron van de metro is nog 6 meter hoger (totale hoogte 11 m). Bereken de zwaarte-energie van de koffer op die hoogte ( $h = 11 \text{ m}$ ).

gegeven:  $m = 6 \text{ kg}$        $h = 11 \text{ m}$   
gevraagd:  $E_z$   
formule:  $E_z = m * g * h$   
berekening:  $E_z = 6 * 10 * 11$   
antwoord:  $E_z = 660 \text{ J}$

8. Ik heb mijn koffer naar beneden laten vallen.  
Hoe groot was de zwaarte-energie van de koffer toen die de grond raakte ( $h = 0$  m).

Zwaarte-energie bereken je met de formule  $E_z = m \cdot g \cdot h$ .  
Als de hoogte  $h$  0 meter is, is de zwaarte-energie 0 J.  
Als je iets vermenigvuldigt met 0 is het antwoord altijd 0.

Hoe groot was de kinetische energie toen de koffer de grond raakte?

Op de hoogte van 11 meter is de zwaarte-energie van de koffer 660 J.  
De koffer had toen geen snelheid, dus op de hoogte van 11 meter is de kinetische energie 0 J.  
Het totaal van  $E_z$  en  $E_k$  is dus  $E_z + E_k = 660 + 0 = 660$  J.  
Die totale hoeveelheid energie verandert niet.

Als de koffer de grond raakt, is de hoogte 0 m. Dan is de zwaarte-energie dus 0 J.  
Omdat  $E_z$  en  $E_k$  samen 660 J moeten zijn, is de kinetische energie  $E_k$  als de koffer de grond raakt 660 J.

9. Bereken de snelheid van de koffer op het moment dat de koffer op de grond kwam.

gegeven:  $E_k = 660$  J      $m = 6$  kg  
gevraagd:  $v$   
formule:  $E_k = 1/2 \cdot m \cdot v^2$   
berekening:  $660 = 1/2 \cdot 6 \cdot v^2$   
 $660 = 3 \cdot v^2$   
 $v^2 = 660 / 3$   
 $v^2 = 220$   
 $v = \sqrt{220}$   
antwoord:  $v = 14,8$  m/s

10. Bereken de zwaarte-energie van de koffer toen die langs de begane grond viel ( $h = 5$  m).

gegeven:  $m = 6$  kg      $h = 5$  m  
gevraagd:  $E_z$   
formule:  $E_z = m \cdot g \cdot h$   
berekening:  $E_z = 6 \cdot 10 \cdot 5$   
antwoord:  $E_z = 300$  J

11. Bereken de kinetische energie op die hoogte.

gegeven: Totale energie is  $E_z + E_k = 660$  J      $E_z = 300$  J  
gevraagd:  $E_k$   
formule:  $E_z + E_k = E_{\text{totaal}}$   
berekening:  $300 + E_k = 660$  J  
antwoord:  $E_k = 360$  J

12. Bereken met welke snelheid de koffer de begane grond passeerde.

gegeven:  $m = 6$  kg      $E_k = 360$  J  
gevraagd:  $v$   
formule:  $E_k = 1/2 \cdot m \cdot v^2$   
berekening:  $360 = 1/2 \cdot 6 \cdot v^2$   
 $360 = 3 \cdot v^2$   
 $v^2 = 360 / 3$   
 $v^2 = 120$   
 $v = \sqrt{120}$   
antwoord:  $v = 11,0$  m/s

13. Van schrik sprong ik 50 cm omhoog ( $m = 69 \text{ kg}$ ). Bereken mijn hoogte-energie op die hoogte.

gegeven:  $m = 69 \text{ kg}$        $h = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$   
gevraagd:  $E_z$   
formule:  $E_z = m \cdot g \cdot h$   
berekening:  $E_z = 69 \cdot 10 \cdot 0,5$   
antwoord:  $E_z = 345 \text{ J}$

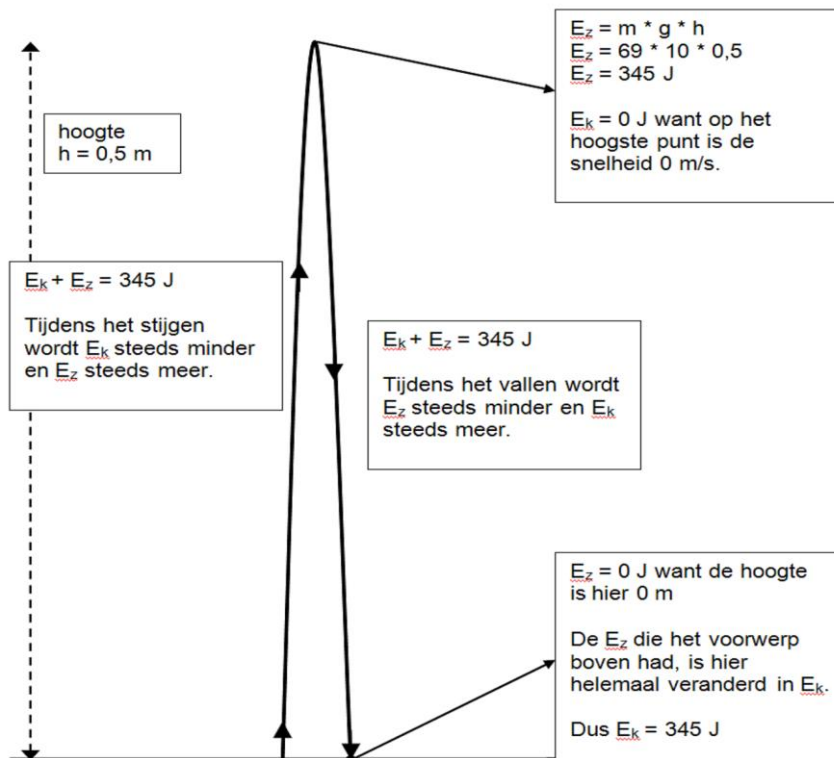
Let op de eenheden: de hoogte moet in meters. Dus eerst de centimeters omrekenen in meters en dan pas de formule invullen

14. Bereken met welke snelheid ik van de grond vertrok.

Op de hoogte van 0,5 m (het hoogste punt) was mijn snelheid even 0 m/s.  
De bewegingsenergie  $E_k$  is daar dus 0 J.  
De zwaarte-energie is daar 345 J.

Op het moment dat ik de grond verlaat is de hoogte 0 m.  
De zwaarte-energie is daar dus 0 J.  
De bewegingsenergie is dan dus 345 J.

gegeven:  $E_k = 345 \text{ J}$        $m = 69 \text{ kg}$   
gevraagd:  $v$   
formule:  $E_k = 1/2 \cdot m \cdot v^2$   
berekening:  $345 = 1/2 \cdot 69 \cdot v^2$   
 $345 = 34,5 \cdot v^2$   
 $v^2 = 345 / 34,5$   
 $v^2 = 10$   
 $v = \sqrt{10}$   
antwoord:  $v = 3,2 \text{ m/s}$



15. Hieronder zie je een afdruk van de reisplanner.  
De afstand tussen station Heerhugowaard en Lelylaan is 45 km.

OV advies		terugreis		wijzig reis		nieuw advies	
<b>Van</b>	treinstation heerhugowaard						
<b>Naar</b>	treinstation amsterdam lelylaan						
<b>Datum</b>	maandag, 17 maart 2008 06:30						
<b>Vertrek</b>	<b>6:00</b>	<b>6:06</b>	<b>6:30</b>	<b>6:36</b>	<b>7:00</b>	« <u>Eerder</u>	
<b>Aankomst</b>	<b>6:47</b>	<b>7:09</b>	<b>7:21</b>	<b>7:43</b>	<b>7:47</b>	» <u>Later</u>	
<b>Reistijd</b>	<b>0:47</b>	<b>1:03</b>	<b>0:51</b>	<b>1:07</b>	<b>0:47</b>	« <u>Eerste reismogelijkheid</u>	
<b>Overstappen</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	» <u>Laatste reismogelijkheid</u>	
<b>Vertrek</b>	<b>Van</b>	<b>Naar</b>		<b>Aankomst Hoe</b>			
6:30	treinstation heerhugowaard spoor 1	treinstation Sloterdijk amsterdam spoor 5		7:12	IC intercity ↔ <sub>ns</sub> richting Nijmegen		
7:17	treinstation Sloterdijk amsterdam spoor 11	treinstation Lelylaan amsterdam spoor 1		7:21	S <sub>ns</sub> sneltrein ↔ <sub>ns</sub> richting Den Haag Centraal		
<input type="checkbox"/> <b>Bijzonderheden</b>							

- a. Bereken de gemiddelde snelheid van de reis tussen Sloterdijk en Lelylaan in km/h en in m/s.

gegeven:  $t = 51$  minuten       $s = 45$  km  
 gevraagd:  $v$   
 formule:  $s = v_{\text{gem}} \cdot t$   
 berekening:  $t = 51$  minuten =  $(51 \cdot 60 =) 3060$  s  
 $s = 45$  km =  $45\,000$  m  
 $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow v_{\text{gem}} = s / t$   
 $v_{\text{gem}} = 45\,000 / 3060$   
 antwoord:  $v_{\text{gem}} = 14,7$  m/s  
 $14,7$  m/s =  $(14,7 \cdot 3,6 =) 52,9$  km/h

Bij het vertrek uit Sloterdijk krijgt de trein 25 seconden lang een versnelling van  $0,3 \text{ m/s}^2$ .  
Mijn massa is  $70$  kg.

Tijdens die versnelling voel ik dat ik met mijn rug tegen de rugleuning wordt aangedrukt.

- b. Bereken de gemiddelde kracht waarmee dan tegen de rugleuning wordt gedrukt.

gegeven:  $a = 0,3 \text{ m/s}^2$        $m = 70$  kg  
 gevraagd:  $F$   
 formule:  $F = m \cdot a$   
 berekening:  $F = 70 \cdot 0,3$   
 antwoord:  $F = 21$  N

- c. Bereken de snelheid die ik na 25 seconden heb.

gegeven:  $v_0 = 0$  m/s       $t = 25$  s       $a = 0,3 \text{ m/s}^2$   
 gevraagd:  $v_t$   
 formule:  $v_t = v_0 + a \cdot t$   
 berekening:  $v_t = 0 + 0,3 \cdot 25$   
 $v_t = 0 + 7,5$   
 antwoord:  $v_t = 7,5$  m/s

- d. Bereken de arbeid die de trein moet verrichten om mij die snelheid te geven.

gegeven:  $v_0 = 0 \text{ m/s}$        $t = 25 \text{ s}$        $v_t = 7,5 \text{ m/s}$        $F = 21 \text{ N}$        $m = 70 \text{ kg}$   
gevraagd:  $W$   
formule:  $W = F \cdot s$   
berekening: eerst de afgelegde weg  $s$  berekenen:  
 $s = v_{\text{gem}} \cdot t$   
eerst de gemiddelde snelheid  $v_{\text{gem}}$  berekenen:  
 $v_{\text{gem}} = (v_0 + v_t) / 2$   
 $v_{\text{gem}} = (0 + 7,5) / 2$   
 $v_{\text{gem}} = 7,5 / 2$   
 $v_{\text{gem}} = 3,75 \text{ m/s}$   
 $s = 3,75 \cdot 25$   
 $s = 93,75 \text{ m}$   
 $W = 21 \cdot 93,75$   
antwoord:  $W = 1968,75 \text{ J}$

Andere methode:

Na 25 seconden heb ik een snelheid  $v_t = 7,5 \text{ m/s}$  gekregen. Ik heb dus bewegingsenergie gekregen. Die bewegingsenergie is de arbeid die de trein heeft moeten doen om mij de snelheid te geven. De arbeid die de trein heeft verricht, is dus hetzelfde als de kinetische energie die ik heb gekregen.

gegeven:  $v_0 = 0 \text{ m/s}$        $t = 25 \text{ s}$        $v_t = 7,5 \text{ m/s}$        $F = 21 \text{ N}$        $m = 70 \text{ kg}$   
gevraagd:  $E_k$   
formule:  $E_k = 1/2 \cdot m \cdot v^2$   
berekening:  $E_k = 1/2 \cdot 70 \cdot 7,5^2$   
 $E_k = 35 \cdot 56,25$   
antwoord:  $E_k = 1968,75 \text{ J}$

Ik heb een kinetische energie van  $1968,75 \text{ J}$  gekregen van de trein.  
En dat is de arbeid  $W$  die de trein moet verrichten.

16. Als ik naar huis fiets geeft mijn kilometerteller een snelheid van  $18 \text{ km/h}$  aan. Onderweg rijd ik langs een kleine helling naar beneden waardoor mijn snelheid iets groter wordt. Ik schat de hoogte van die helling op  $40 \text{ cm}$ . De massa van mij plus fiets is  $95 \text{ kg}$ .  
Verwaarloos de wrijvingskrachten.
- a. Bereken de kinetische energie bij een snelheid van  $18 \text{ km/h}$ .

gegeven:  $v = 18 \text{ km/h}$        $m = 95 \text{ kg}$        $h = 40 \text{ cm}$   
gevraagd:  $E_k$   
formule:  $E_k = 1/2 \cdot m \cdot v^2$   
berekening: Opletten: in deze formule moet de snelheid in  $\text{m/s}$ .  
 $18 \text{ km/h} = (18 / 3,6) = 5 \text{ m/s}$   
 $E_k = 1/2 \cdot 95 \cdot 5^2$   
 $E_k = 1/2 \cdot 95 \cdot 25$   
antwoord:  $E_k = 1187,5 \text{ J}$

- b. Bereken de zwaarte-energie van mij plus fiets op een hoogte van  $40 \text{ cm}$ .

gegeven:  $m = 95 \text{ kg}$        $h = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$   
gevraagd:  $E_z$   
formule:  $E_z = m \cdot g \cdot h$   
berekening:  $E_z = 95 \cdot 10 \cdot 0,4$   
antwoord:  $E_z = 380 \text{ J}$

- c. Bereken de snelheid nadat ik van de helling ben afgereden (ik ben dan dus 40 cm gedaald).

gegeven:  $E_k = 1187,5 \text{ J}$        $E_z = 380 \text{ J}$        $m = 95 \text{ kg}$   
gevraagd:  $v$   
formule:  $E_k = 1/2 * m * v^2$   
berekening: Als ik 0,4 meter ben gedaald, is de zwaarte-energie omgezet in bewegingsenergie. Dat komt dus bij de bewegingsenergie die ik al had. De totale bewegingsenergie is dan  
 $E_k = 1187,5 \text{ J} + 380 \text{ J}$   
 $E_k = 1567,5 \text{ J}$   
 $1567,5 = 1/2 * 95 * v^2$   
 $1567,5 = 47,5 * v^2$   
 $v^2 = 1567,5 / 47,5$   
 $v^2 = 33$   
 $v = \sqrt{33}$   
antwoord:  $v = 5,7 \text{ m/s}$   
Mijn snelheid is dus 0,7 m/s groter geworden omdat ik van de helling ben afgereden.

17. Ik zag deze week op SBS6 een reportage over een nieuwe sport: men staat op een hoge klif of bovenop een erg hoge en steile rotswand en laat zich naar beneden vallen. Op het laatste moment trekt men de parachute open zodat het geheel herhaald kan worden. Het is een erg opwindende sport. Een van de beoefenaren sprak van een enorme kick als zijn snelheid toenam zoals hij zei: "in twee seconden van 0 tot 100 km/h". Bereken de snelheid van zo'n sporter na 2 seconden vallen. Reken de snelheid om in km/h en laat zien dat SBS6 sterk overdrijft.

gegeven:  $t = 2 \text{ s}$        $v_0 = 0 \text{ m/s}$   
gevraagd:  $v_t$   
formule:  $v_t = v_0 + a * t$   
berekening: Bij vallen geldt dat de versnelling  $10 \text{ m/s}^2$  is. Dat is de valversnelling en heeft de afkorting g. Dus  $a = g = 10 \text{ m/s}^2$ .  
 $v_t = 0 + 10 * 2$   
 $v_t = 0 + 20$   
 $v_t = 20 \text{ m/s}$   
 $20 \text{ m/s} = (20 * 3,6 =) 72 \text{ km/h}$   
antwoord: Na 2 seconden is de snelheid 72 km/h.  
Volgens SBS is de snelheid na 2 seconden 100 km/h.  
Dat klopt niet, SBS overdrijft.