

13 Grafiek c geeft dit verband weer.

14 a  $E_{\text{pot}} = \frac{k \cdot \Delta l^2}{2} = \frac{200 \text{ N/m} \cdot (0,050 \text{ m})^2}{2} = 0,25 \text{ J}$

b  $E_{\text{pot}} = \frac{k \cdot \Delta l^2}{2} = \frac{200 \text{ N/m} \cdot (0,025 \text{ m})^2}{2} = 0,063 \text{ J}$

c  $E_{\text{pot}} = \frac{k \cdot \Delta l^2}{2} = \frac{100 \text{ N/m} \cdot (0,050 \text{ m})^2}{2} = 0,13 \text{ J}$

15 De motor moet arbeid verrichten door het gewicht van het meisje én door het uitrekken van de touwen: de zwaarte-energie van het meisje:

$$W = E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h = 48 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg} \cdot 2,3 \text{ m} = 1,1 \text{ kJ.}$$

De energie van het uitrekken van de twee koorden:

$$W = E_{\text{pot}} = 2 \cdot \frac{1}{2} (k \cdot \Delta l^2) = 120 \text{ N/m} \cdot (3,1 \text{ m})^2 = 1,2 \text{ kJ.}$$

De totale arbeid is dus:

$$W = 1,1 + 1,2 \text{ kJ} = 2,3 \text{ kJ.}$$

16 a Kinetische energie wordt elektrische energie en dan lichtenergie en warmte.

b Chemische energie wordt kinetische energie.

c Kinetische energie wordt warmte.

d Veerenergie wordt kinetische energie.

### Thema 3

1 Juist. Op de maan is er geen luchtweerstand. Op elk moment is de snelheid  $v$  gelijk aan  $\sqrt{2 \cdot g \cdot h}$  met  $h$  de afstand die het voorwerp al heeft afgelegd. Dit is onafhankelijk van de massa van het voorwerp. Als hamer en veer op elke hoogte dezelfde snelheid hebben, komen ze ook tegelijkertijd neer. (Zie ook [www.youtube.com](http://www.youtube.com): zoek naar 'David Scott met hamer en veer'.)

2 Volgens de wet van behoud van energie kan energie niet verloren gaan. Het kan wel overgedragen worden op andere voorwerpen, hier de buitenlucht en de omgeving. Je verbruikt dus wel chemische of elektrische energie en je verandert ze in energievormen waar je niets mee kan doen.

3 Antwoord a is correct:  $v_1 = v_2$ .

Antwoord d is correct: je kan geen uitspraak doen over de kinetische energie, want de massa is niet bekend.

4 Grafiek C geeft het verband weer.

5 Antwoord d is correct: een metalen bol met massa 8,01 kg juist voor de botsing met de grond als hij vanuit rust wordt losgelaten van op een hoogte van 14,3 m.

6  $E_{\text{begin}} = E_{\text{eind}}$

$$\frac{m \cdot v_1^2}{2} + m \cdot g \cdot h = \frac{m \cdot v_2^2}{2}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h + v_1^2}$$

$$= \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 15 \text{ m} + 7,5^2 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 19 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

7 a  $E_{\text{begin}} = E_{\text{eind}}$

$$m \cdot g \cdot h = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 120 \text{ m}} = 48,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b •  $E_{\text{begin}} = E_{\text{eind}}$

$$m \cdot g \cdot h + \frac{m \cdot v^2}{2} = m \cdot g \cdot d$$

(met  $d$  de maximale hoogte t.o.v. de begane grond)

$$d = \frac{m \cdot g \cdot h + \frac{m \cdot v^2}{2}}{m \cdot g} = h + \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$= 120 \text{ m} + \frac{\left(14 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 130 \text{ m}$$

•  $E_{\text{begin}} = E_{\text{eind}}$

$$m \cdot g \cdot d = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot d} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 130 \text{ m}} = 50,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

8 Rik heeft gelijk: meer potentiële gravitatie-energie moet omgezet worden in potentiële elastische energie. De elastiek zal dus meer uitrekken.

9 Antwoord b is correct:  $v = \sqrt{2g \cdot (30\text{m} - h)}$

10 Ja, de kinetische energie van de bal is 2,1 J, dat is voldoende om een hoogte van 1,2 m te halen, zijn potentiële energie is daar 1,0 J.

11 a  $E_k = mv^2/2 = 23000 \text{ kg} \cdot (18 \text{ m/s})^2/2 = 37 \cdot 10^5 \text{ J}$

b  $F_v = k \cdot \Delta l \Rightarrow k = F_v/\Delta l = 4 \cdot 10^4 \text{ N}/200 \text{ m} = 200 \text{ N/m}$

$E_{\text{pot}} = k \cdot \Delta l^2/2 \Rightarrow \Delta l = \sqrt{(2 \cdot E_{\text{pot}}/k)} = 19 \cdot 10 \text{ m}$

12 Antwoord c is correct: Warre heeft een vermogen van 0 W.

13 a Hoe groter de massa, hoe meer arbeid je moet verrichten tijdens het omhoog gaan.

b Als je op een grote steen stapt, levert je spierkracht extra arbeid en verlies je nodeloos energie.

c De arbeid per stap is kleiner (minder hoogteverschil) en het nodige vermogen is kleiner, omdat dezelfde arbeid in een langere tijd afgelegd wordt.

14  $P = W/\Delta t = F \cdot \Delta x/\Delta t \Rightarrow F = P \cdot \Delta t/\Delta x = 450 \text{ W} \cdot 3853 \text{ s}/53500 \text{ m} = 32,4 \text{ N}$

15 a  $\Delta E = m \cdot g \cdot h = 18 \cdot 10^2 \text{ J}$

b  $P = \Delta E/\Delta t = 58 \cdot 10 \text{ W}$

16 Antwoord b is correct: het vermogen van de hogesnelheidstrein is groter dan dat van de stoomtrein, omdat hij per tijdseenheid een grotere arbeid levert.

17 Antwoord d is correct: je kan dit niet beoordelen, want je kent de massa van Ernest en Willem niet.

18  $W = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{1645 \text{ kg} \cdot \left(27,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2} = 636 \text{ kJ}$

$P = \frac{W}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{W}{P} = \frac{636 \text{ kJ}}{110 \text{ kW}} = 5,78 \text{ s}$

19 a  $E_{\text{begin}} = E_{\text{eind}} \Rightarrow \frac{m \cdot v^2}{2} = m \cdot g \cdot h$

$$\Rightarrow h = \frac{v^2}{2 \cdot g} = \frac{(3,0 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9,81 \frac{N}{kg}} = 0,46 \text{ m}$$

b  $P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\Delta E_{\text{pot}}}{\Delta t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{\Delta t}$

$$= \frac{0,0025 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{N}{kg} \cdot 0,46 \text{ m}}{25 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = 0,45 \text{ W}$$

c  $\frac{P}{m} = \frac{0,45 \text{ W}}{0,0025 \text{ kg}} = 18 \cdot 10 \frac{W}{kg}$

d  $P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{\Delta E_{\text{pot}}}{\Delta t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{\Delta t}$

$$= \frac{70 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{N}{kg} \cdot 2,3 \text{ m}}{0,70 \text{ s}} = 23 \cdot 10^2 \text{ W}$$

$$\frac{P}{m} = \frac{23 \cdot 10^2 \text{ W}}{70 \text{ kg}} = 32 \frac{W}{kg}$$

20

	$E_{\text{verbruikt}} \text{ (J)}$	$E_{\text{nuttig}} \text{ (J)}$	$E_{\text{niet nuttig}} \text{ (J)}$	$\eta\%$
Auto	1000	300	700	30,0
Mixer	1800	450	1350	25,0
Fietser	50	45	5	90
Ventilator	$1,5 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^3$	$0,2 \cdot 10^3$	87
Zonnecel	$35,0 \cdot 10^3$	$3,5 \cdot 10^3$	$31,5 \cdot 10^3$	10

21  $E_{\text{pot, el}} = \frac{k(\Delta l)^2}{2} = \frac{4,50 \cdot 10^2 \frac{N}{M} \cdot (0,080 \text{ m})^2}{2} = 1,4 \text{ J}$

$$E_{\text{pot, gr}} = m \cdot g \cdot h = 0,0250 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{N}{kg} \cdot 5,00 \text{ m} = 1,23 \text{ J}$$

c  $0,85 = 85 \%$

22 Antwoord b is correct: meer dan 10 J.

23  $W = \Delta E_{\text{nuttig}} = F \cdot \Delta x = 400 \text{ N} \cdot 1,0 \cdot 10^3 \text{ m} = 40 \cdot 10^4 \text{ J}$

$$\Delta E_{\text{totaal}} = 49 \cdot 33 \text{ kJ} = 16 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$\eta = \frac{\Delta E_{\text{nuttig}}}{\Delta E_{\text{totaal}}} = \frac{40 \cdot 10^4 \text{ J}}{16 \cdot 10^5 \text{ J}} = 0,25 = 25 \%$$

24 Beide knikkers bereiken dezelfde hoogte. Als de tweede knikker met een rendement van 100 % botst, heeft de knikker op zijn beginhoogte ook dezelfde snelheid, maar dan naar boven, de beginsituatie van knikker 1.