

4 Arbeid en energie

2 vwo

4.1 Arbeid en energie

- 1*** a Ben je het met Jan eens? Licht je antwoord toe.
- de piano is niet verplaatst $\rightarrow s = 0$ meter
 - $W = F \cdot s \rightarrow W = F \cdot 0 = 0 \text{ N} \cdot \text{m}$
 - Jan heeft geen gelijk
- 2*** a Heeft de gewichtheffer arbeid verricht bij zijn poging?
- het gewicht is niet verplaatst $\rightarrow s = 0$ meter
 - $W = F \cdot s \rightarrow W = F \cdot 0 = 0 \text{ N} \cdot \text{m}$
 - de gewichtheffer heeft geen arbeid verricht
- 3*** a Hoeveel arbeid verricht de gewichtheffer in deze tien seconden?
- het gewicht is niet verplaatst $\rightarrow s = 0$ meter
 - $W = F \cdot s \rightarrow W = F \cdot 0 = 0 \text{ N} \cdot \text{m}$
 - de gewichtheffer heeft geen arbeid verricht
- b Heeft de gewichtheffer arbeid verricht om het gewicht vanaf de vloer boven zijn hoofd te krijgen?
- er is kracht uitgeoefend én het gewicht is verplaatst
 - $W = F \cdot s$
 - bij het optillen heeft de gewichtheffer arbeid verricht.
- c Welke kracht verricht er arbeid als het gewicht naar beneden valt?
- de zwaartekracht veroorzaakt de beweging en verricht arbeid
- d Waar is de energie gebleven als het gewicht stil op de mat ligt?
- de mat is ingedeukt en dit geeft veerenergie
 - de mat is warmer geworden door de klap van het gewicht (*warmte is ook energie*)
- 4**** a Bereken de afstand waarover je de slee hebt verplaatst.
- $F = 25 \text{ N} \mid W = 10000 \text{ N} \cdot \text{m} \mid s = \dots \text{ m}$
 - $W = F \cdot s$
 - $10000 = 25 \cdot s \rightarrow s = 400 \text{ m}$

b Wie heeft er volgens jou gelijk, Emma, Klaas of geen van beiden?

- de slee beweegt met een constante snelheid $\rightarrow \Sigma F = 0$
- de wrijvingskracht moet gelijk zijn aan de trekkracht van 25 N
- Emma heeft gelijk

c Bereken de arbeid die de wrijvingskracht levert.

- $F_{\text{wrijving}} = 25 \text{ N} \mid s = 400 \text{ m} \mid W = \dots \text{ N}\cdot\text{m}$
- $W = F \cdot s$
- $W = 25 \cdot 400 = 10000 \text{ J}$

5** **a** Hoeveel kracht heb je gebruikt bij het verschuiven van de kast?

- $s = 4 \text{ m} \mid W = 3200 \text{ N}\cdot\text{m} \mid F = \dots \text{ N}$
- $W = F \cdot s$
- $3200 = F \cdot 4 \rightarrow F = 800 \text{ N}$

b Hoever kun je de kast over stokken verplaatsen als je hierbij 4000 J energie gebruikt?

- $F = 0,5 \cdot 800 = 400 \text{ N} \mid W = 4000 \text{ N}\cdot\text{m} \mid s = \dots \text{ m}$
- $W = F \cdot s$
- $4000 = 400 \cdot s \rightarrow s = 10 \text{ m}$

6** **a** Wordt er tijdens het rollen arbeid op de bal verricht?

- constante snelheid $\rightarrow \Sigma F = 0$
- er wordt geen arbeid op de bal verricht

b Wordt er bij de botsing arbeid op de bal verricht?

- de snelheid van de bal neemt af
- bij het afremmen werkt er een kracht op de bal
- deze kracht verricht arbeid op de bal

c Waarom gebeurt dit?

- de energie van de rollende bal wordt overgedragen op de kegels

Katrollen

7** **a** Leg uit waarom je bij een losse katrol minder kracht nodig hebt om een voorwerp op te tillen dan bij een vaste katrol.

- bij een losse katrol moet je meer touw inhalen om een gewicht omhoog te takelen
- $W = F \cdot s$
- W blijft gelijk en s wordt groter $\rightarrow F$ wordt kleiner

- b** Bereken hoeveel kracht je nodig hebt als je een vaste katrol gebruikt.
- bij een vaste katrol moet je evenveel touw inhalen als zonder katrol
 - $W = F \cdot s$
 - W blijft gelijk en s blijft gelijk $\rightarrow F = F_z$
 - $F = F_z = m \cdot g \rightarrow F = 75 \cdot 9,81 = 735,75 = 736 \text{ N}$
- c** Bereken hoeveel kracht je nodig hebt als je een losse katrol gebruikt.
- je moet twee keer zoveel touw inhalen als de verandering van de hoogte
 - $W = F \cdot s \rightarrow W$ blijft gelijk en s wordt twee keer zo groot
 - $F = \frac{F_z}{2} \rightarrow F = \frac{735,75}{2} = 368 \text{ N}$
- d** Bereken hoeveel kracht je nodig hebt als je een combinatie van een vaste en een losse katrol gebruikt, zie figuur.
- de vaste katrol geeft geen verandering van de kracht die je nodig hebt
 - de losse katrol halveert de kracht: $F = \frac{F_z}{2} \rightarrow F = \frac{735,75}{2} = 368 \text{ N}$

8***

- a** Welke katrollen zijn los zijn en welke zijn vast?
- A \rightarrow losse katrol
 - B \rightarrow boven vast, onder los
 - C \rightarrow bovenste twee vast, onderste los
- b** Bereken hoeveel kracht je nodig hebt bij het gebruik van takel A, B en C.
- $F_z = m \cdot g \rightarrow F_z = 60 \cdot 9,81 = 588,6 \text{ N}$
 - berekeneer hoeveel meter touw je moet inhalen om de kist één meter omhoog te takelen
 - deze lengte wordt verdeeld over het aantal touwen waaraan de kist is opgehangen
 - A \rightarrow 1 meter | B \rightarrow 2 meter | C \rightarrow 3 meter
 - A \rightarrow 588,6 N | B $\rightarrow \frac{588,6}{2} = 294,3 \text{ N}$ | C $\rightarrow \frac{588,6}{3} = 196,2 \text{ N}$

9***

- a** Hoeveel kracht heb je nodig om de kist op te takelen als je bij A, B, C, D, E aan het koord trekt?
- berekeneer hoeveel meter touw je moet inhalen om de kist één meter omhoog te takelen
 - deze lengte wordt verdeeld over het aantal touwen waaraan de kist is opgehangen
 - A \rightarrow 1 m | B \rightarrow 2 m | C \rightarrow 3 m | D \rightarrow 3 m | E \rightarrow 4 m
 - A \rightarrow 24 N | B $\rightarrow \frac{24}{2} = 12 \text{ N}$ | C $\rightarrow \frac{24}{3} = 8 \text{ N}$ | D $\rightarrow \frac{24}{3} = 8 \text{ N}$ |
E $\rightarrow \frac{24}{4} = 6 \text{ N}$

- + **b** Hoeveel kracht heb je nodig om de kist op te takelen als je bij F aan het koord trekt?
 - berekeneer hoeveel meter touw je moet inhalen om de kist één meter omhoog te takelen
 - je moet 8 meter touw inhalen:
 - de bovenste katrol stijgt 4 meter
 - de middelste katrol stijgt 2 meter
 - de onderste katrol waaraan de kist is bevestigd stijgt 1 meter
 - $F = \frac{F_z}{8} = \frac{24}{8} = 3 \text{ N}$

- 10+**
- a** Hoeveel kracht moet je in P uitoefenen om de emmer omhoog te houden?
 - berekeneer hoeveel meter touw je moet inhalen om de kist één meter omhoog te takelen
 - je moet 16 meter touw inhalen:
 - de katrol links stijgt 1 meter (samen met de emmer)
 - de tweede katrol van links stijgt 2 meter
 - de derde katrol van links stijgt 4 meter
 - de vierde katrol van links stijgt 8 meter
 - je moet 16 meter touw inhalen om de emmer één meter te laten stijgen
 - $F_z = 12 \cdot 9,81 = 117,72 \text{ N}$
 - in punt P moet je $\frac{117,2}{16} = 7,3575 = 7,36 \text{ N}$ uitoefenen
 - b** Hoeveel kracht moet je in P uitoefenen om de emmer met constante snelheid omhoog te takelen?
 - de kracht die je moet uitoefenen om de emmer met constante snelheid omhoog te takelen is gelijk aan de kracht die je nodig hebt om de emmer omhoog te houden
 - in punt P moet je $\frac{117,2}{16} = 7,3575 = 7,36 \text{ N}$ uitoefenen

- 11******
- a** Bereken de kracht die de verhuizer moet uitoefenen.
 - behalve de kast wordt ook de losse katrol naar boven getakeld
 - de massa die omhoog wordt gebracht is $65 + 5 = 70 \text{ kg}$
 - $F_z = 70 \cdot 9,81 = 686,7 \text{ N}$
 - bij de losse katrol wordt F_z verdeeld over twee touwen
 - de verhuizer moet $\frac{686,7}{2} = 343,35 = 343 \text{ N}$ uitoefenen
 - b** Bereken hoeveel meter touw de verhuizer moet inhalen.
 - W blijft gelijk en F wordt twee keer zo klein
 - s wordt twee keer zo groot
 - $s = 2 \cdot 18 = 36 \text{ m}$

4.2 Energievormen

- 1****
- a** Bereken de arbeid die de motor van de hijskraan verricht.
- $F = F_z = 800 \cdot 9,81 = 7848 \text{ N}$ | $s = 15 \text{ m}$ | $W = \dots \text{ N} \cdot \text{m}$
 - $W = F \cdot s$
 - $W = 7848 \cdot 15 = 117720 \text{ N} \cdot \text{m}$
- b** Bereken de zwaarte energie die de steen heeft gekregen.
- $m = 800 \text{ kg}$ | $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ | $h = 15 \text{ m}$
 - $E_z = m \cdot g \cdot h$
 - $E_z = 800 \cdot 9,81 \cdot 15 = 117720 \text{ J} = 1,18 \cdot 10^5 \text{ J}$
- c** Bereken hoe hoog de steen is opgetild.
- $E_z = 200.000 \text{ J}$ | $m = 800 \text{ kg}$ | $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ | $h = \dots \text{ m}$
 - $E_z = m \cdot g \cdot h$
 - $200000 = 800 \cdot 9,81 \cdot h \rightarrow h = 25,48 \text{ m}$
- 2****
- a** Bereken de topsnelheid van de trein in meter per seconde.
- km per uur \rightarrow meter per seconde: deel door 3,6
 - $v = \frac{160}{3,6} = 44,4444 \text{ m/s}$
- b** Bereken de kinetische energie als de trein op topsnelheid rijdt.
- $E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$
 - $E_k = \frac{1}{2} \cdot 350.000 \cdot 44,444^2 \rightarrow E_k = 345679012 \text{ J} = 3,46 \cdot 10^8 \text{ J}$
- c** Bereken de kinetische energie als de trein een snelheid heeft van 80 km/h.
- $v = \frac{80}{3,6} = 22,2222 \text{ m/s}$
 - $E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$
 - $E_k = \frac{1}{2} \cdot 350.000 \cdot 22,222^2 \rightarrow E_k = 86419753 = 8,64 \cdot 10^7 \text{ J}$
- OOK GOED**
- de snelheid is twee keer zo klein
 - het kwadraat van de snelheid is vier keer zo klein
 - $E_k = \frac{3,45679 \cdot 10^8}{4} = 8,64 \cdot 10^7 \text{ J}$

- 3***** a Bereken de kinetische energie van de bal tijdens het rollen.
- $s = 18,3 \text{ m} \mid t = 3,4 \text{ s} \mid v_{\text{gem}} = \dots \text{ m/s}$
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow 18,3 = v_{\text{gem}} \cdot 3,4 \rightarrow v_{\text{gem}} = 5,38235 \text{ m/s}$
 - $E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$
 - $E_k = \frac{1}{2} \cdot 4,5 \cdot (5,38235)^2 \rightarrow E_k = 65,18 \text{ J}$
- b Hoe is de bowlingbal aan deze energie gekomen?
- bij het werpen van de bal is er arbeid verricht door de spierkracht
 - deze arbeid is in de bal gebleven als kinetische energie
- c Hoe groot is de gemiddelde kracht op de bowlingbal tijdens het afremmen?
- $E_k = 65,1819 \text{ J} \mid s = 0,5 \text{ m} \mid F = \dots \text{ N}$
 - $\Delta E_k = W = F \cdot s$
 - $65,1819 = F \cdot 0,5 \rightarrow F = 130,364 = 130 \text{ N}$

- 4***** a Bereken de kinetische energie van de olietanker.
- $11,2 \text{ knopen} = 11,2 \cdot 1,852 = 20,7424 \text{ km/h}$
 - $v = \frac{20,7424}{3,6} = 5,761778 \text{ m/s}$
 - $E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$
 - $m = 280.000 \cdot 1000 \text{ kg} = 2,8 \cdot 10^8 \text{ kg}$
 - $E_k = \frac{1}{2} \cdot 2,8 \cdot 10^8 \cdot (5,761778)^2 \rightarrow E_k = 4,6477 \cdot 10^9 \text{ J}$
- b Bereken hoeveel dagen de man kracht op de olietanker moet uitoefenen om het een snelheid van 11,2 knopen te geven.
- in één seconde levert de man 600 J energie
 - om $4,6477 \cdot 10^9 \text{ J}$ te leveren heeft hij $\frac{4,6477 \cdot 10^9}{600} = 7,7462 \cdot 10^6 \text{ s}$ nodig
 - in 1 dag zitten $24 \cdot 60 \cdot 60 = 86.400 \text{ s}$
 - de man moet $\frac{7,7462 \cdot 10^6}{86400} = 89,655 = 90 \text{ dagen}$ (dag en nacht) duwen

- 5***** a Bereken de kinetische energie van de auto.
- $v = \frac{90}{3,6} = 25 \text{ m/s} \mid m = 1500 \text{ kg} \mid E_k = \dots \text{ J}$
 - $E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$
 - $E_k = \frac{1}{2} \cdot 1500 \cdot 25^2 = 4,6875 \cdot 10^5 \text{ J}$

b Is de kinetische energie in de bebouwde kom de helft, meer dan de helft of minder dan de helft dan bij 90 km/h?

- $v_{\text{oud}} = 90 \text{ km/h}$ | $v_{\text{nieuw}} = 45 \text{ km/h}$

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

- $v_{\text{nieuw}} = \frac{1}{2} \cdot v_{\text{oud}} \rightarrow v_{\text{nieuw}}^2 = \frac{1}{4} \cdot v_{\text{oud}}^2$

- er is nog maar een kwart van de kinetische energie over \rightarrow minder dan de helft

OOK GOED

- $v = \frac{45}{3,6} = 12,5 \text{ m/s}$ | $m = 1500 \text{ kg}$ | $E_K = \dots \text{ J}$

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

- $E_K = \frac{1}{2} \cdot 1500 \cdot 25^2 = 1,171875 \cdot 10^5 \text{ J}$

- $\frac{1,171875 \cdot 10^5}{4,6875 \cdot 10^5} = 0,25$

- er is nog maar een kwart van de kinetische energie over \rightarrow minder dan de helft

c Leg uit waar de verdwenen E_K is gebleven.

- de verdwenen E_K is warmte geworden

- deze warmte ontstaat bij het remmen

d Leg uit of hierdoor E_K van de auto groter wordt, kleiner wordt of gelijk blijft.

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

- de massa wordt kleiner en de snelheid blijft gelijk

- E_K wordt kleiner

6*** a Bereken hoe hoog de vogel boven de grond vliegt.

- $E_Z = 60 \text{ J}$ | $m = 0,15 \text{ kg}$ | $h = \dots \text{ m}$

- $E_Z = m \cdot g \cdot h$

- $60 = 0,15 \cdot 9,81 \cdot h \rightarrow h = 40,77 \text{ m}$

b Met welke snelheid vliegt de vogel?

- $E_Z = 60 \text{ J}$ | $E_{\text{totaal}} = 80 \text{ J}$ | $E_K = \dots \text{ J}$

- $E_{\text{totaal}} = E_Z + E_K \rightarrow 80 = 60 + E_K \rightarrow E_K = 20 \text{ J}$

- $E_Z = 20 \text{ J}$ | $m = 0,15 \text{ kg}$ | $v = \dots \text{ m/s}$

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

- $20 = \frac{1}{2} \cdot 0,15 \cdot v^2 \rightarrow v^2 = 266,6667 \rightarrow v = 16,33 \text{ m/s}$

7*** a Bereken de hoogte die de kar heeft gekregen.

- $E_Z = 1000 \text{ J}$ | $m = 20 \text{ kg}$ | $h = \dots \text{ m}$

- $E_Z = m \cdot g \cdot h$

- $1000 = 20 \cdot 9,81 \cdot h \rightarrow h = 5,0968 = 5,1 \text{ m}$

- b** Bereken de kracht die nodig is om de kar de helling op te trekken.
- 25 cm stijging per meter $\rightarrow h = 5,0968 \text{ m} \rightarrow s = 4 \cdot 5,0968 = 20,387 \text{ m}$
 - $W = E_k = 1000 \text{ N} \cdot \text{m} \mid s = 20,387 \text{ m} \mid F = \dots \text{N}$
 - $W = F \cdot s$
 - $1000 = F \cdot 20,387 \rightarrow F = 49,05 = 49 \text{ N}$

- 8***** **a** Bereken de veerconstante van de veer.
- $u = 0,25 \text{ m} \mid E_{\text{veer}} = 3,0 \text{ J} \mid C = \dots \text{N/m}$
 - $E_{\text{veer}} = \frac{1}{2} C \cdot u^2$
 - $3 = \frac{1}{2} \cdot C \cdot 0,25^2 \rightarrow C = 96 \text{ N/m}$

- b** Bereken de arbeid die nodig is om deze veer 40 cm uit te rekken.
- $u = 0,40 \text{ m} \mid C = 96 \text{ N/m} \mid E_{\text{veer}} = \dots \text{J}$
 - $E_{\text{veer}} = \frac{1}{2} C \cdot u^2$
 - $E_{\text{veer}} = \frac{1}{2} \cdot 96 \cdot 0,4^2 = 7,68 \text{ J}$

- c** Bereken zonder rekenmachine de arbeid die nodig is om deze veer 50 cm uit te rekken.
- 25 cm uitrekken kost 3,0 J energie
 - 50 cm uitrekken $\rightarrow u$ wordt twee keer zo groot
 - u^2 wordt vier keer zo groot $\rightarrow E_{\text{veer}}$ wordt vier keer groter
 - $E_{\text{veer}} = 4 \cdot 3 = 12 \text{ J}$

- 9***** **a** Hoeveel arbeid heeft de motor verricht?
- $F = 1,0 \text{ N} \mid s = 0,80 \text{ m} \mid W = \dots \text{N} \cdot \text{m}$
 - $W = F \cdot s$
 - $W = 1 \cdot 0,8 = 0,8 \text{ N} \cdot \text{m}$

- b** Wat is de eindsnelheid van het treintje?
- er is alleen kinetische energie want de trein rijdt niet omhoog
 - $E_k = W = 0,8 \text{ J} \mid m = 0,2 \text{ kg} \mid v_{\text{eind}} = \dots \text{m/s}$
 - $E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$
 - $0,8 = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \cdot v^2 \rightarrow v^2 = 8 \rightarrow v = 2,828 \text{ m/s}$

4.3 Wet van behoud van energie

1** a Bereken de snelheid waarmee de balpen op de grond valt.

- zwaarte energie wordt omgezet in kinetische energie
- $E_{\text{begin}} = E_Z \mid E_{\text{in}} = 0$ ($E_{K \text{ begin}} = 0$ want $v_{\text{begin}} = 0$)
- $E_{\text{eind}} = E_K \mid E_{\text{uit}} = 0$ ($E_{Z \text{ eind}} = 0$ want $h = 0$)
- $E_{\text{begin}} + E_{\text{in}} = E_{\text{eind}} + E_{\text{uit}}$
- $E_Z + 0 = E_K + 0$
- $m \cdot 9,81 \cdot 0,75 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
- m wegstrepen
- $9,81 \cdot 0,75 = \frac{1}{2} \cdot v^2 \rightarrow v = 3,836 = 3,8 \text{ m/s}$

2*** a Bereken de snelheid waarmee de steen op de grond valt.

- zwaarte energie wordt omgezet in kinetische energie plus warmte
- $E_{\text{begin}} = E_Z \mid E_{\text{in}} = 0$ ($E_{K \text{ begin}} = 0$ want $v_{\text{begin}} = 0$)
- $E_{\text{eind}} = E_K \mid E_{\text{uit}} = F_W \cdot s$ ($E_{Z \text{ eind}} = 0$ want $h_{\text{eind}} = 0$)
- $E_{\text{begin}} + E_{\text{in}} = E_{\text{eind}} + E_{\text{uit}}$
- $E_Z + 0 = E_K + F_W \cdot s$
- $2 \cdot 9,81 \cdot 5 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot v^2 + 3 \cdot 5 \rightarrow v^2 = 98,1 - 15 = 83,1 \rightarrow v = 9,116 = 9,1 \text{ m/s}$

3**** a Bereken de motorkracht.

- $m = 400 \cdot 10^3 \text{ kg} \mid a = 0,50 \text{ m/s}^2 \mid \Sigma F = \dots \text{ N}$
- $\Sigma F = m \cdot a \rightarrow \Sigma F = 400 \cdot 10^3 \cdot 0,5 = 200 \cdot 10^3 = 2,0 \cdot 10^5 \text{ N}$

b Bereken de arbeid die de motor in de eerste seconde verricht.

- bereken eerst de afstand na één seconde
 - $a = 0,50 \text{ m/s}^2 \mid t = 1,0 \text{ s} \mid \Delta v = \dots \text{ m/s}$
 - $\Delta v = a \cdot t \rightarrow \Delta v = 0,5 \cdot 1 = 0,50 \text{ m/s}$
 - $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta v}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{0,50}{2} = 0,25 \text{ m/s}$
 - $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 0,25 \cdot 1 = 0,25 \text{ m}$
 - $F = 2,0 \cdot 10^5 \text{ N} \mid s = 0,25 \text{ m} \mid W = \dots \text{ N}$
 - $W = F \cdot s \rightarrow W = 2,0 \cdot 10^5 \cdot 0,25 = 5,0 \cdot 10^4 \text{ J}$
- OOK GOED
- gebruik $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2 \rightarrow s = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 1^2 = 0,25 \text{ m}$

c Bereken de arbeid die de motor in de tweede seconde verricht.

- bereken eerst de afstand na twee seconden
- $a = 0,50 \text{ m/s}^2$ | $t = 2,0 \text{ s}$ | $\Delta v = \dots \text{ m/s}$
- $\Delta v = a \cdot t \rightarrow \Delta v = 0,5 \cdot 2 = 1,0 \text{ m/s}$
- $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta v}{2} \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{1,0}{2} = 0,50 \text{ m/s}$
- $s = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow s = 0,50 \cdot 2 = 1,0 \text{ m}$
- $F = 2,0 \cdot 10^5 \text{ N}$ | $s = 1,0 \text{ m}$ | $W = \dots \text{ N}$
- $W = F \cdot s \rightarrow W = 2,0 \cdot 10^5 \cdot 1,0 = 2,0 \cdot 10^5 \text{ J}$
- na één seconde: $W = 5,0 \cdot 10^4 \text{ J}$
- na twee seconden: $W = 2,0 \cdot 10^5 \text{ J}$
- in de tweede seconde: $\Delta W = 2,0 \cdot 10^5 - 5,0 \cdot 10^4 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ J}$

OOK GOED

- gebruik $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2 \rightarrow s = \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 2^2 = 1,0 \text{ m}$

d Leg uit waarom de motor in de tweede seconde meer arbeid verricht dan in de eerste seconde.

- $W = F \cdot s$
- in de tweede seconde legt de trein 3 keer zoveel afstand af
- de kracht blijft hetzelfde
- in de tweede seconde wordt er 3 keer meer arbeid verricht

4**** a Bereken de arbeid die je moet verrichten om 1,0 km af te leggen

- 1,0 km afleggen $\rightarrow 1000 \cdot 0,2 = 200 \text{ m}$ gestegen
- arbeid wordt zwaarte energie $\rightarrow W = E_z = m \cdot g \cdot h$
- $W = E_z = 70 \cdot 9,81 \cdot 200 = 137340 \text{ J} = 1,37 \cdot 10^5 \text{ J}$

b Bereken de kracht die je nodig hebt om vooruit te komen.

- trapper 1 keer rond $\rightarrow 0,5 \text{ m}$ vooruit $\rightarrow 0,5 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ m}$ gestegen
- $s = 1 \text{ m}$ | $m = 70 \text{ kg}$ | $h = 0,1 \text{ m}$ | $F = \dots \text{ N}$
- arbeid wordt zwaarte energie $\rightarrow W = E_z \rightarrow F \cdot s = m \cdot g \cdot h$
- $F \cdot 1 = 70 \cdot 9,81 \cdot 0,1 \rightarrow F = 68,67 \text{ N}$

5**** a Bereken de snelheid van Jeroen onder aan de helling als er geen wrijvingskrachten zijn.

- $E_{\text{begin}} = E_z = m \cdot g \cdot h$ | $E_{\text{eind}} = E_K = \frac{1}{2} m \cdot v^2$
- $E_{\text{begin}} = E_{\text{eind}} \rightarrow m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m \cdot v^2$
- massa wegstrepen
- $g \cdot h = \frac{1}{2} v^2 \rightarrow v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$
- $v = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 8,0} = 12,5 \text{ m/s}$

b Bereken opnieuw de snelheid van Jeroen onder aan de helling.

- Omdat er geen wrijving is speelt de lengte van de helling geen rol
- $v = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 8,0} = 12,5 \text{ m/s}$

+ c Bereken de gemiddelde remkracht die hij moet uitoefenen.

- $E_{\text{begin}} = E_z = m \cdot g \cdot h$ ($E_K = 0$ want $v = 0$)
- $E_{\text{eind}} = E_K = \frac{1}{2} m \cdot v^2$
- $E_{\text{begin}} + E_{\text{toegevoegd}} = E_{\text{eind}} + E_{\text{onttrokken}}$
- $m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + Q$
- $Q = F_w \cdot s$
- $v_{\text{eind}} = 10 \text{ m/s}$ (maximaal toelaatbare snelheid)
- $65 \cdot 9,81 \cdot 8,0 = \frac{1}{2} \cdot 65 \cdot 10^2 + F_w \cdot 50$
- $F_w = 37 \text{ N}$