Overal Natuurkunde 3 V
Uitwerkingen
Hoofdstuk 4 Kracht en beweging

4.1 Kracht en soorten beweging

A1

a De afgelegde afstand in een (*v*,*t*)-diagram is gelijk aan ***de oppervlakte onder*** de grafiek.
b De snelheid in een (*s*,*t*)-diagram is gelijk aan ***de steilheid van*** de grafiek.
c Een schuine rechte lijn in een (*s*,*t*)-diagram geeft een **constante snelheid** weer.
d Een schuine lijn ***omlaag*** in een (*v*,*t*)-diagram hoort bij een vertraagde beweging.

A2

a Bij een parachutist die uit het vliegtuig springt, neemt de snelheid in eerste instantie toe en is de resulterende kracht dus niet gelijk aan nul.
Vanaf een zeker moment neemt de snelheid door de steeds groter wordende luchtweerstand niet verder toe. Vanaf dat moment is de resulterende kracht wel nul.
d Bij een botsing verandert de snelheid van de auto zeer snel. De resulterende kracht is dus niet gelijk aan nul.

B3

a Gegeven: In figuur 4.1 kun je aflezen dat er in 6 s een afstand van 15 m wordt afgelegd.

Gevraagd: de gemiddelde snelheid v_{gem} = ?

Formule: $s = v_{\text{gem}} \cdot t$

Berekenen: $15 = v_{\text{gem}} \times 6$

$$v_{\text{gem}} = \frac{15}{6} = 2{,}5$$

Antwoord: De gemiddelde snelheid v_{gem} = 2,5 m/s

b ja
c In de grafiek kun je zien dat de grafiek in het traject van 0 tot 2 s een rechte lijn is. Hier was een constante snelheid van 5 m/s. Van 2 tot 6 s is de grafiek ook een rechte lijn en heb je een constante snelheid van 1,25 m/s. De gemiddelde snelheid moet dus ergens tussen deze twee waarden liggen.

B4

a Gegeven: Reken de minuten om naar uren: $\frac{20}{60} = 0{,}33\text{ h}$

Gevraagd: de gemiddelde snelheid v_{gem} = ?

Formule: $s = v_{\text{gem}} \cdot t$

Berekenen: $2 = v_{\text{gem}} \times 0{,}33$

$$v_{\text{gem}} = 0{,}33 = 6{,}1$$

Antwoord: De gemiddelde snelheid v_{gem} = 6,1 m/s

b Gegeven: s = 1460 km, t = 2,5 h

Gevraagd: de gemiddelde snelheid v_{gem} = ?

Formule: $s = v_{\text{gem}} \cdot t$

Berekenen: $1460 = v_{\text{gem}} \times 2{,}5$

$$v_{\text{gem}} = \frac{1460}{2{,}5} = 584$$

Antwoord: De gemiddelde snelheid v_{gem} = 584 km/hm/s

c Gegeven: s = 100 m, t = 15 s

Gevraagd: de gemiddelde snelheid v_{gem} = ?

Formule: $s = v_{\text{gem}} \cdot t$

Berekenen: $100 = v_{\text{gem}} \times 15$

$$v_{\text{gem}} = \frac{100}{15} = 6{,}7$$

Antwoord: De gemiddelde snelheid v_{gem} = 6,7 m/s

d Vervolgens: $v_{\text{gem}} = \frac{s}{t} = \frac{6000}{600} = 10\ \text{m/s}$

Gegeven: Reken de minuten om naar seconden: $10 \cdot 60 = 600\ \text{s}$, en de kilometers naar meters: $6 \cdot 1000 = 6000\ \text{m}$.

Gevraagd: de gemiddelde snelheid v_{gem} = ?

Formule: $s = v_{\text{gem}} \cdot t$

Berekenen: $6000 = v_{\text{gem}} \times 600$

$$v_{\text{gem}} = \frac{6000}{600} = 10$$

Antwoord: De gemiddelde snelheid v_{gem} = 10 m/s

B5

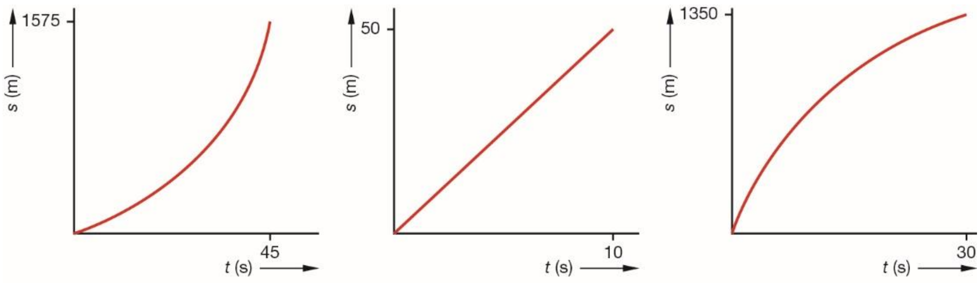
a De afgelegde afstand is te vinden door in alle drie de gevallen de oppervlakte onder de grafiek te bepalen:

4.2a $s = \frac{1}{2} \times 45 \times 70 = 1575\ \text{m}$

4.2b $s = 10 \times 5 = 50\ \text{m}$

4.2c $s = \frac{1}{2} \times 30 \times 90 = 1350\ \text{m}$

b



a Een eenparige versnelling b Een constante snelheid c Een eenparige vertraging

B6

a De snelheid van Patricia is constant, dus de resulterende kracht moet nul zijn. Dat betekent dat de weerstandskracht op Patricia even groot moet zijn als de kracht die zij zelf uitoefent, maar wel tegengesteld gericht.

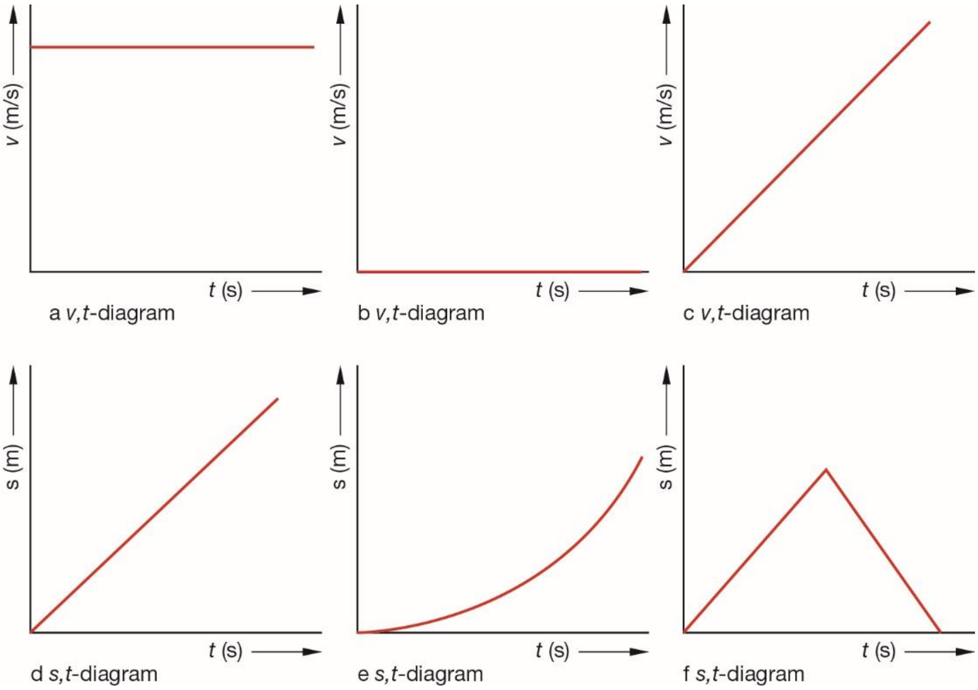
b De weerstandskracht neemt toe door de tegenwind. Om dezelfde constante snelheid te kunnen fietsen, moet Patricia dus meer kracht uitoefenen.

c Als Patricia met een constante snelheid rijdt, maakt een zware boekentas niet uit.
Wil ze versnellen, dan maakt het wel wat uit.

B7

a een beweging met constante snelheid
b een stilstaand voorwerp
c een versnelde beweging
d een beweging met constante snelheid
e een eenparig versnelde beweging (dus een beweging met constante versnelling)
f een beweging met constante snelheid waarbij het voorwerp op zeker moment in omgekeerde richting gaat

C8a/b



a v,t-diagram b v,t-diagram c v,t-diagram
d s,t-diagram e s,t-diagram f s,t-diagram

C9

a Neemt de snelheid van Stefan toe, dan neemt ook de luchtweerstand toe.

b Door het grotere frontale oppervlak moet er meer lucht per seconde worden ‘weggedrukt’. Hiervoor is meer kracht nodig, dus de weerstand neemt toe.

C10

a De oppervlakte onder de grafiek van Peter is duidelijk groter, dus hij legt meer afstand af en woont daarom verder van school.

b Let erop dat de tijd in minuten is gegeven en dat deze omgerekend moet worden naar seconden. De oppervlakte onder de grafiek van Peter kan dan als volgt bepaald worden:

- Van 0 tot 4 s: $s = \frac{1}{2} \times (4 \times 60) \times 16 = 1920 \text{ m}$.
- Van 4 tot 13 s: $s = (9 \times 60) \times 16 = 8640 \text{ m}$.
- Van 13 tot 15 s: $s = \frac{1}{2} \times (2 \times 60) \times 16 = 960 \text{ m}$.
- Totale afstand: $s = 1920 + 8640 + 960 = 11520 \text{ m} = 11{,}52 \text{ km}$.

c De oppervlakte onder de grafiek van Yvonne kan als volgt bepaald worden:

- Van 0 tot 2 s: $s = \frac{1}{2} \times (2 \times 60) \times 13 = 780 \text{ m}.$
- Van 2 tot 13 s: $s = (11 \times 60) \times 13 = 8580 \text{ m}.$
- Van 13 tot 15 s: $s = \frac{1}{2} \times (2 \times 60) \times 13 = 780 \text{ m}.$
- Totale afstand: $s = 780 + 8580 + 780 = 10140 \text{ m} = 10{,}14 \text{ km}.$

d Het antwoord bij **a** is correct.

C11

a Tijdens de worp is er een zwaartekracht naar beneden en de spierkracht van Chris omhoog. Omdat tijdens het gooien de snelheid van de bal verandert, is er een resulterende kracht omhoog.
b Net nadat Chris de bal loslaat, is er alleen zwaartekracht.
c Wanneer de bal terugvalt uit het hoogste punt, is er alleen zwaartekracht.

C12

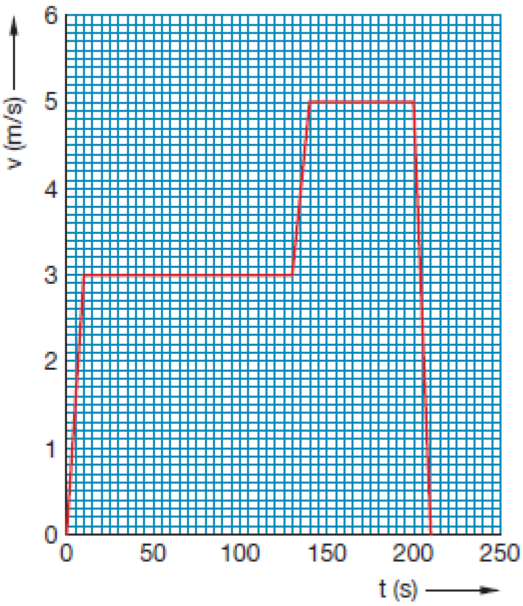
a Doordat de snelheid van Toine groter wordt, neemt zijn luchtweerstand toe. Als de weerstandskracht even groot is als de motorkracht (maar wel tegengesteld gericht), dan is er geen resulterende kracht meer. Toine zal vanaf nu een constante snelheid hebben.
b De weerstandskracht wordt ***kleiner.*** Dit wordt veroorzaakt doordat het frontale oppervlak van Toine door kleiner is.
c Het hoverboard zal dan weer ***versnellen***. De motorkracht is nu weer groter dan de weerstandskracht, waardoor er weer een resulterende kracht ontstaat.

+13

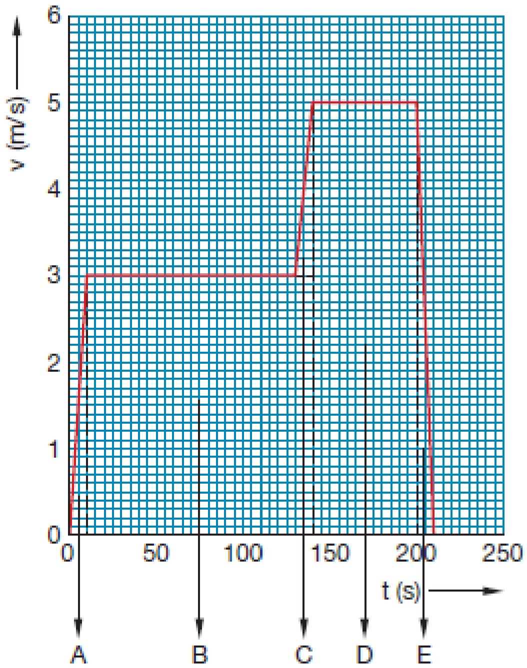
Reken eerst de zwaartekracht op de golfbal uit: $F_z = m \cdot g = 0{,}050 \times 9{,}81 = 0{,}49 \text{ N}$. De zwaartekracht is dus groter dan de luchtweerstandskracht en de snelheid van de bal zal dus ***groter*** worden.

+14

a



b



Om de oppervlakte onder de grafiek te kunnen bepalen, wordt deze verdeeld in een vijftal makkelijk te berekenen deeloppervlakten.

- $s_A = \frac{1}{2} \times 10 \times 3{,}0 = 15 \text{ m}$
- $s_B = 130 \times 3{,}0 = 390 \text{ m}$
- $s_C = \frac{1}{2} \times 10 \times 2{,}0 = 10 \text{ m}$
- $s_D = 60 \times 5{,}0 = 300 \text{ m}$
- $s_E = \frac{1}{2} \times 10 \times 5{,}0 = 25 \text{ m}$
- $s_{totaal} = 15 + 390 + 10 + 300 + 25 = 740 \text{ m}.$

c Daar waar de snelheid toeneemt werkt F_{res} mee. Waar de snelheid constant blijft is F_{res} gelijk aan nul. Waar de snelheid afneemt werkt F_{res} tegen.

- 0-10 s: F_{res} werkt mee
- 10-130 s: $F_{res} = 0$
- 130-140 s: F_{res} werkt mee
- 140-200 s: $F_{res} = 0$
- 200-210 s: F_{res} werkt tegen

d In de laatste 10 s (van 200 tot 210 s) is er de grootste verandering van de snelheid in 10 s. Hier is de versnelling dus het grootst. We noemen hier de versnelling ook wel de “vertraging”, omdat de snelheid hier kleiner wordt.

e Ook in de laatste 10 s, omdat de snelheid hier in 10 s het meest verandert, moet F_{res} hier ook het grootst zijn.

4.2 Arbeid

A15
Er is sprake van arbeid wanneer een voorwerp door een kracht in de richting van die kracht wordt verplaatst.

A16
a $W = F \cdot s$ (waarin *W* de arbeid is, *F* de kracht in N en *s* de afstand in m)
b De eenheid van arbeid is de J (joule).

B17
Door de aanloop heeft de speer al snelheid voordat er arbeid op de speer wordt verricht. Hierdoor zal de snelheid waarmee de speer de hand verlaat groter zijn dan zonder aanloop.

B18

W	***F***	***s***	**Berekening**
15 000 J	3,0 kN	5,0 m	$W = F \cdot s = 3000 \times 5{,}0 = 15\,000\ \text{J}\ (3{,}0\ \text{kN} = 3000\ \text{N})$
10 J	20 N	50 cm	$W = F \cdot s = 20 \times 0{,}50 = 10\ \text{N}\ (50\ \text{cm} = 0{,}50\ \text{m})$
2,0 kJ	**50 N**	40 m	$F = \frac{W}{s} = \frac{2000}{40} = 50\ \text{N}\ (2{,}0\ \text{kJ} = 2000\ \text{J})$
2,5 MJ	**100 N**	25 km	$F = \frac{W}{s} = \frac{2\,500\,000}{25\,000} = 100\ \text{N}$ $(2{,}5\ \text{MJ} = 2\,500\,000\ \text{J en } 25\ \text{km} = 25\,000\ \text{m})$
0,35 kJ	70 kN	**0,005 m**	$s = \frac{W}{F} = \frac{350}{70\,000} = 0{,}005\ \text{m}$ $(0{,}35\ \text{kJ} = 350\ \text{J en } 70\ \text{kN} = 70\,000\ \text{N})$
20 J	4,0 mN	**5000 m**	$s = \frac{W}{F} = \frac{20}{0{,}004} = 5000\ \text{m}\ (4{,}0\ \text{mN} = 0{,}004\ \text{N})$

B19
a $W = F \cdot s = 200 \times 1{,}0 = 200\ \text{J}.$
Gegeven: De bewegingsenergie die de steen krijgt is gelijk aan de geleverde arbeid:
Gevraagd: de bewegingsenergie van de steen *W* = ?

Formule: $W = F \cdot s$

Berekenen: $W = 200 \times 1{,}0 = 200\ \text{J}$

Antwoord: De bewegingsenergie van de steen *W* = 200 J

b Om de steen te laten stoppen moet de wrijvingskracht een even grote maar wel negatieve arbeid verrichten: -200 J.

c Gegeven: *W* = -200 N, *s* = 30 m

Gevraagd: de wrijvingskracht $F_{wrijving}$ = ?

Formule: $W = F \cdot s$

Berekenen: $F = \frac{-200}{30}$ = - 6,67

Antwoord: De wrijvingskracht $F_{wrijving}$ = - 6,67 N.

d Door het vegen neemt de wrijvingskracht af, waardoor de steen verder door kan glijden.

B20

a Gegeven: F = 100 N, s = 0,40 m

Gevraagd: de verrichte arbeid W = ?

Formule: De kracht is variabel, dus $W = \frac{1}{2} \cdot \mathrm{F} \cdot \mathrm{s}$

Berekenen: $W = \frac{1}{2} \times 100 \times 0{,}40 = 20$

Antwoord: De door Dirk verrichte arbeid W = 20 J.

b Gegeven: F = 200 N, s = 0,80 m

Gevraagd: de verrichte arbeid W = ?

Formule: De kracht is variabel, dus $W = \frac{1}{2} \cdot \mathrm{F} \cdot \mathrm{s}$

Berekenen: $W = \frac{1}{2} \times 200 \times 0{,}80 = 80$

Antwoord: De door Dirk verrichte arbeid W = 80 J.

c Tijdens het uitrekken van de veer zal de afstand en de kracht toenemen. Beide worden twee keer zo groot. De arbeid neemt dus met een factor 4 toe.

d Gegeven: W = 1000 J

Gevraagd: de uitrekking van de veer bij een arbeid van 1000 J. s = ?

Formule: De kracht is variabel, dus $W = \frac{1}{2} \cdot \mathrm{F} \cdot \mathrm{s}$

Berekenen: Uit de grafiek blijkt dat $F = \frac{100}{0{,}4} \cdot \mathrm{s}$
ingevuld in $W = \frac{1}{2} \cdot F \cdot s \rightarrow W = \frac{1}{2} \cdot 250 \cdot s^2$
$1000 = \frac{1}{2} \cdot 250 \cdot s^2 \rightarrow s = \sqrt{\frac{1000}{125}}$ = 2,83.

Antwoord: De veer moet dan 2,83 m worden uitgerekt.

e De arbeid neem toe als hij de veer verder uitrekt, als hij een trekveer neemt met een stuggere veer en als hij meerdere trekveren tegelijk uitrekt.

C21

a Gegeven: F = 120 N, s = 20 m

Gevraagd: de verrichte arbeid W = ?

Formule: $W = \mathrm{F} \cdot \mathrm{s}$

Berekenen: $W = 120 \times 20 = 2400$

Antwoord: De door Sander verrichte arbeid W = 2400 J.

b Gegeven: $F_{wrijving}$ = - 60 N, s = 20 m

Gevraagd: de door de wrijving verrichte arbeid W = ?

Formule: $W = F \cdot s$

Berekenen: $W = -60 \times 20 = -1200$

Antwoord: De door wrijving verrichte arbeid W = –1200 J.

c De netto arbeid in de eerste 20 m is W_{netto} = 2400 – 1200 = 1200 J.

d Omdat de netto arbeid in de richting van de beweging positief is, werkt F_{netto} in de richting van de beweging, waardoor de slee versnelt.

e De zwaartekracht op Carlijn werkt niet in de richting van de beweging en ook niet in de richting van de wrijvingskracht. F_{netto} in de richting van de beweging verandert dus niet.
De slee blijft versnellen.

C22

a Om met een constante snelheid tegen de wind in te kunnen fietsen, moet F_{netto} nul zijn. Daarom moet Tessa een even grote kracht uitoefenen als de weerstandskracht, dus 90 N.

b Gegeven: F = 90 N, s = 1 m

Gevraagd: de verrichte arbeid W = ?

Formule: $W = F \cdot s$

Berekenen: $W = 90 \times 1 = 90$

Antwoord: De verrichte arbeid per meter W = 90 J.

c Doordat Nadine vóór haar fietst, zal Tessa minder wind vangen en hoeft zij minder kracht te zetten. De arbeid die Tessa per meter moet verrichten wordt dus ***minder.***

C23

Door een paar keer om zijn as te draaien, kan Waël de discus al vóór de afworp een zekere snelheid geven. Tijdens de afworp verricht Waël ook nog arbeid, waardoor de discus uiteindelijk een hogere snelheid bereikt dan wanneer deze uit stilstand zou zijn geworpen.

C24

a Iedere piek is een slag, dus ze heeft 5 keer geslagen.

b Gegeven: F = 100 N, $s = 0{,}005 \times 5 = 0{,}025$ m m

Gevraagd: de verrichte arbeid W = ?

Formule: $W = \mathrm{F} \cdot \mathrm{s}$

Berekenen: $W = 100 \times 0{,}025 = 2{,}5$

Antwoord: De verrichte arbeid W = 2,5 J.

c Ja, dit is de weerstandskracht van het hout op de spijker. De arbeid die de weerstandskracht verricht is even groot als de arbeid die Emine verricht, maar dan negatief, zodat de spijker weer tot stilstand komt.

+25

Thekla's bewegingsenergie is het grootste als de vlieger laag staat. De richting van de netto kracht, veroorzaakt door de wind, is dan het grootst in de bewegingsrichting. Hierdoor is ook de door de wind verrichte arbeid het grootst en dus ook de bewegingsenergie op de buggy.

+26

a De eerste meter is er een positieve arbeid verricht (oppervlakte onder de grafiek). In de tweede meter is er een even grote negatieve arbeid verricht. De netto arbeid is dus 0 J.

b Er is 0 J arbeid verricht na 2 m en na 4 m.

c De bewegingsenergie neemt toe tussen:
0 m en 0,5 m, 1 m en 1,5 m, 2 m en 2,5 m, 3 m en 3,5 m

d De bewegingsenergie neemt af tussen:
0,5 m en 1 m, 1,5 m en 2 m, 2,5 m en 3 m, 3,5 m en 4 m.

4.3 Veiligheidsmaatregelen in het verkeer

A27

	$s_{reactie}$	s_{rem}	s_{stop}
Rijden op een nat wegdek	x	↑	↑
Vermoeidheid van de bestuurder	↑	x	↑
Alcohol in het bloed van de bestuurder	↑	x	↑
Rijden met lage snelheid	x	↓	↓
Rijden met versleten banden	x	↑	↑
Versturen van een klein WhatsAppbericht door de bestuurder	↑	x	↑

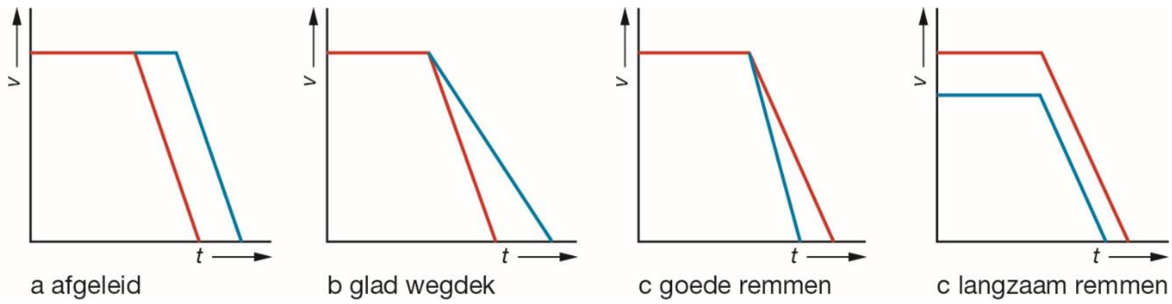
B28

a Bij de crash wordt het hoofd stevig in het schuim van de helm gedrukt. De schuimlaag zorgt ervoor dat het hoofd wordt afgeremd en heeft dus negatieve arbeid verricht op de schedel. De schuimlaag is hierdoor blijvend (dus plastisch) vervormd.

b Ja, de helm moet vervangen worden. De vervorming aan de schuimlaag is permanent. Dit betekent dat bij een eventuele volgende crash de schuimlaag dunner is. Hierdoor wordt het hoofd over een kortere afstand afgeremd, waardoor de kracht op het hoofd toeneemt en er een grotere kans is op letsel.

c Nee, de helmen bieden te weinig bescherming tegen hersenschuddingen. Door het gebruik van een elastisch materiaal ervaart de speler de botsing eigenlijk twee keer. Een keer tijdens het indrukken en een keer tijdens het terugveren. Het zou beter zijn om een materiaal te gebruiken wat niet elastisch maar plastisch vervormd. Dan wordt het terugveren voorkomen. Het nadeel hiervan is wel dat er veel reservehelmen aanwezig moeten zijn.

B29



C30

a Uit de grafiek blijkt dat dit 1,5 m is, zie de horizontale as.

b De bewegingsenergie is gelijk aan de oppervlakte onder de grafiek en is $\frac{1}{2} \times 14 \times 1{,}5 = 10{,}5$ kJ.

c Gegeven: W = 10,5 kJ, s = 2 m, oppervlakte onder de grafiek A = W

Gevraagd: de botskracht F_{bots} = ?

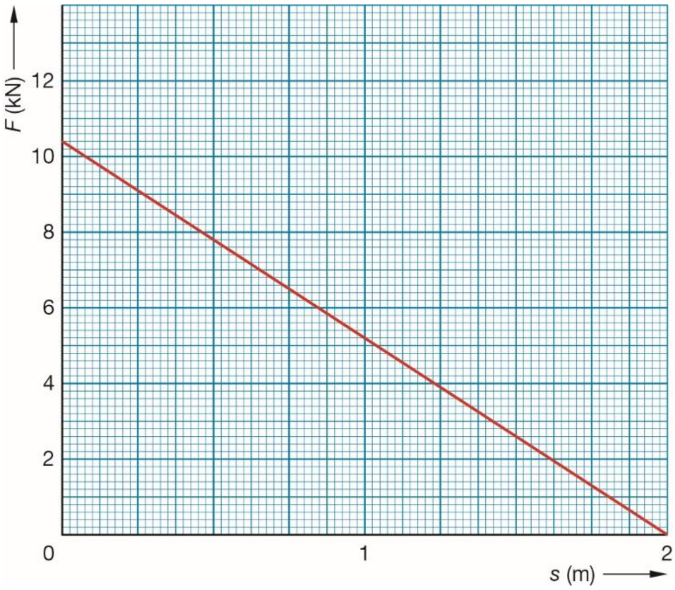
Formule: voor de oppervlakte onder de grafiek geldt $W = \frac{1}{2} \cdot F \cdot s$

Berekenen: $10{,}5 = \frac{1}{2} \times F_{bots} \times 2$

$F_{bots} = \frac{10{,}5}{1}$ = 10,5

Antwoord: De botskracht F_{bots} = 10,5 kN.

d



e De oppervlakken onder de grafiek van beide botsingen zijn even groot. Dit komt omdat de bewegingsenergie van de auto in beide gevallen dezelfde is.

C31
Door het gebruik van flexibel touw wordt de remweg van de acrobaat verlengd, waardoor de kracht op het lichaam wordt verminderd.

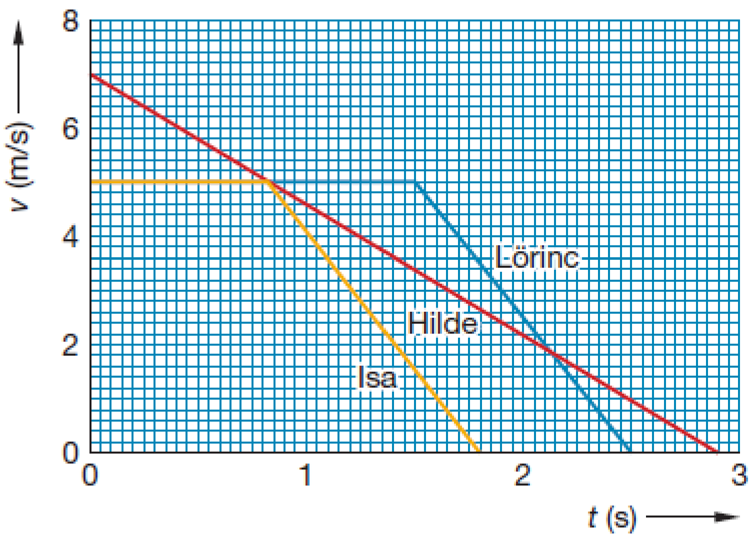
C32
a Gegeven: Deel de grafiek op in twee delen:
deel 1 van 0 tot 1,5 s → t_1 = 1,5 s, v_1 = 5 m/s
deel 2 van 1,5 tot 2,5 s → t_1 = 1 s,

Gevraagd: Bepaal de afstand uit de oppervlakte onder de grafiek.

Formules: $s = v \cdot t$, $s = \frac{1}{2} \cdot v \cdot t$

Berekenen: $s_1 = 1{,}5 \times 5 = 7{,}5$
$s_2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 5 = 2{,}5$
Antwoord: De totale stopafstand is $s_1 + s_2 = s$ = 10 m.

b/f



c Gegeven: Deel de grafiek op in twee delen;
deel 1 t_1 = 0,8 s, v_1 = 5 m/s
deel 2 t_1 = 1s

Gevraagd: Bepaal de afstand uit de oppervlakte onder de grafiek.

Formules: $s = v \cdot t, s = \frac{1}{2} \cdot v \cdot t$

Berekenen: $s_1 = 0{,}8 \times 5 = 4$
$s_2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 5 = 2{,}5$

Antwoord: De totale stopafstand is $s_1 + s_2 = s$ = 6,5 m. Ze staat dus 3,5 m voor de streep stil.

d Zijn stopafstand is dezelfde stopafstand als uit vraag a: 10 m.

e Gegeven: v = 25 km/h = $\frac{25}{3{,}6}$ = 6,94 m/s, s = 10 m

Gevraagd: t_{rem} = ?

Formule: $s = \frac{1}{2} \cdot v \cdot t$

Berekenen:
$10 = \frac{1}{2} \times 6{,}94 \times \text{t}$
$t = \frac{10}{\frac{1}{2} \times 6{,}94} = 2{,}88$

Antwoord: De remtijd is t = 2,88 s.

C33

a Gegeven: W = *116 000* J, s = 1,25 m

Gevraagd: de gemiddelde kracht tijdens de botsing F_{gem} = ?

Formule: $W = F \cdot s$

Berekenen: $116\,000 = F \cdot 1{,}25$

$F = \frac{116\,000}{1{,}25} = 92\,800$

Antwoord: de gemiddelde kracht tijdens de botsing F_{gem} = 92 800 N.

b

	$s_{kreukelzone}$	F_{stop}	**Bewegingsenergie**
groter		x	x
gelijk	x		
kleiner			

c De airbag moet snel opgeblazen zijn om het hoofd van de bestuurder op te kunnen vangen. De tijd om de kreukelzone in te drukken is uit te rekenen door aan te nemen dat de snelheid tijdens het indrukken gelijkmatig afneemt van 50 km/h naar 0 km/h. Daaruit kun je halen dat de gemiddelde snelheid tijdens de botsing 25 km/h is, oftewel 6,94 m/s.

Gegeven: v_{gem} = 6,94 m/s, s = 1,25 m

Gevraagd: De tijd die de botsing duurt $t_{botsing}$ = ?

Formule: $s = v \cdot t$

Berekenen: $t = \frac{1,25}{6,94} = 0,18$

Antwoord: De botsing duurt dus 0,18 s.

d Gegeven: W = *5700* J, de gordel vangt 75% van de bewegingsenergie op, s = 0,1 m

Gevraagd: de gemiddelde kracht van de gordel op de pop tijdens de botsing F_{gem} = ?

Formule: $W = F \cdot s$

Berekenen: 75% van 5700 J is: $5700 \times \frac{75}{100} = 4275$ J

$$F = \frac{4275}{0,10} = 42\,750$$

Antwoord: De gemiddelde kracht op de pop tijdens de botsing F_{gem} = 42 750 N.

e Gegeven: W = 5700 J, de gordel vangt 75% van de bewegingsenergie op de airbag op, dus 25%

Gevraagd: hoever de testpop de airbag in drukt. s = ?

Formule: $W = F \cdot s$

Berekenen: 25% van 5700 J is: $5700 \times \frac{25}{100} = 1425$ J

$$s = \frac{1425}{4750} = 0,3$$

Antwoord: De airbag wordt 0,3 m ingedrukt.

+34

a Door uit te rekken en kracht te zetten kan het touw arbeid verrichten. Deze arbeid kan de bewegingsenergie van Martijn doen afnemen.

b Gegeven: m = 50 kg, g = 9,81 m/s^2

Gevraagd: de door de zwaartekracht verrichte arbeid W_z = ?

Formule: $F_z = m \cdot g, W = F \cdot s.$

Berekenen: Bereken eerst de zwaartekracht op Martijn:
$F_z = 50 \times 9{,}81 = 490{,}5$

De zwaartekracht verricht arbeid over 11 m, dus:

$W = 490{,}5 \times 11 = 5395{,}5$

Antwoord: De door de zwaartekracht verrichte arbeid W_z = 5395,5 J

c Gegeven: Om Martijn af te remmen tot stilstand moet het touw dezelfde arbeid leveren als de arbeid van de zwaartekracht. W_z = 5395,5 J, s = 2 m

Gevraagd: de uitgeoefende kracht om de val te breken F_{touw} = ?

Formule: $W = F \cdot s.$

Berekenen: $5395{,}5 = F_{\text{touw}} \times 2$

$F_{\text{touw}} = 2697{,}75$

Antwoord: De uitgeoefende kracht om de val te breken F_{touw} = 2698 N.

d Wanneer het touw door een val heel sterk is uitgerekt, wordt het plastisch (= blijvend) vervormd. Bij een volgende val kan het touw dus niet meer uitrekken en dat maakt het ongeschikt voor het opvangen van een vallende klimmer.

+35

Gegeven: v = 54 km/h = 15 m/s, s_{stop} = 34,5 m, s_{rem} = 12 m.

Gevraagd: de reactietijd $t_{reactie}$ = ?

Formule: stopafstand = reactieafstand + remweg, $s = v \cdot t$,

Berekenen: 34,5 = reactieafstand + 12 → reactieafstand = 34,4 – 12 = 22,5 m

$t_{\text{reactie}} = \frac{22{,}5}{15} = 1{,}5$

Antwoord: De reactietijd $t_{reactie}$ = 1,5 s

4.4 Kracht en snelheidsverandering

A36
a Een kracht uitoefenen over een afstand resulteert in ***arbeid***.
b Een kracht uitoefenen gedurende een tijd resulteert in een ***stoot***.

A37
$F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$

B38
a Een voorbeeld waarbij een stoot voor toename van bewegingsenergie zorgt is het serveren door een tennisspeler.
b Een voorbeeld waarbij een stoot zorgt voor afname van bewegingsenergie is het vangen van een frisbee die naar je toe wordt gegooid.

B39
a Onjuist, want de stoot kan wel bewegingsenergie tot gevolg hebben, maar is zelf geen bewegingsenergie.
b Onjuist, want de stoot kan ook tegengesteld zijn aan de oorspronkelijke bewegingsrichting, waardoor de bewegingsenergie juist afneemt.
c Onjuist, want je kunt een kleinere kracht ook langer laten duren om een zwaarder voorwerp toch een grotere snelheid te laten bereiken.
d Onjuist, want je bereikt ook een grotere stoot door een kleinere kracht langer te laten werken.

B40
Voor de onderstaande berekeningen moet de formule van stoot en beweging worden omgezet. Dit levert vier verschillende mogelijkheden op.

- $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$kan worden omgezet op de volgende manieren:
  - $F = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t}$
  - $\Delta t = \frac{m \cdot \Delta v}{F}$
  - $m = \frac{F \cdot \Delta t}{\Delta v}$
  - $\Delta v = \frac{F \cdot \Delta t}{m}$

F **(N)**	***t*** **(s)**	***m*** **(kg)**	***v*** **(m/s)**	**Berekening**
100	0,10	5,0	**2**	$\Delta v = \frac{F \cdot \Delta t}{m} = \frac{100 \times 0{,}10}{5{,}0} = 2 \text{ m/s}$
100	20	10	**200**	$\Delta v = \frac{F \cdot \Delta t}{m} = \frac{100 \times 20}{10} = 200 \text{ m/s}$
150	0,33	**1,98**	25	$m = \frac{F \cdot \Delta t}{\Delta v} = \frac{150 \times 0{,}33}{25} = 1{,}98 \text{ kg}$
300	60	**1000**	18	$m = \frac{F \cdot \Delta t}{\Delta v} = \frac{300 \times 60}{18} = 1000 \text{ kg}$
100	**10**	50	20	$\Delta t = \frac{m \cdot \Delta v}{F} = \frac{50 \times 20}{100} = 10 \text{ s}$
250	**1,2**	75	4,0	$\Delta t = \frac{m \cdot \Delta v}{F} = \frac{75 \times 4{,}0}{250} = 1{,}2 \text{ s}$
0,1	100	1,0	10	$F = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t} = \frac{1{,}0 \times 10}{100} = 0{,}1 \text{ N}$
10	1	1,0	10	$F = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t} = \frac{1{,}0 \times 10}{1} = 10 \text{ N}$

B41

a Gegeven: m = 70 000 kg, F_{motor} = 35 kN = 35 000 N, Δt = 1 min = 60 s.

Gevraagd: de eindsnelheid Δv_{eind} = ?

Formule: $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v_{\text{eind}}$

Berekenen: $35\ 000\ \times 60 = 70\ 000\ \times v$

$\Delta v_{\text{eind}} = \frac{35000 \times 60}{70000} = 30$

Antwoord: Omdat de trein weg rijdt uit stilstand geldt $\Delta t = t_{eind}$.
De eindsnelheid is 30 m/s.

b Gegeven: Δv = 8m/s, m = 60 kg, F = 100 N,

Gevraagd: de tijd t om tot stilstand te komen. t = ?

Formule: $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$

Berekenen: $100\ \times \Delta t = 60\ \times 8$

$\Delta t = \frac{60 \times 8{,}0}{100} = 4{,}8$

Antwoord: Salomi staat na 4,8 s stil.

B42

a Gegeven: Δv = 20 m/s, m = 0,095 kg, Δt = 10 ms = 0,01 s

Gevraagd: de kracht op de bal uitgeoefend F = ?

Formule: $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$

Berekenen: $F\ \times 0{,}01 = 0{,}095\ \times 20$

$F = \frac{0{,}095\ \times 20}{0{,}01} = 118$

Antwoord: De uitgeoefende kracht is 118 N.

b Bij gelijk blijvende tijd t is de snelheid v minder geworden, waaruit volgt dat de stoot kleiner is geworden.

c Gegeven: Δv = 18 m/s, m = 0,095 kg, Δt = 10 ms = 0,01 s

Gevraagd: de kracht op de bal uitgeoefend F = ?

Formule: $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$

Berekenen: $F\ \times 0{,}01 = 0{,}095\ \times 18$

$F = \frac{0{,}095\ \times 18}{0{,}01} = 106{,}2$

Antwoord: De uitgeoefende kracht is 106,2 N.

C43
De formule van stoot en beweging is: $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$. Het deel stoot is $m \cdot \Delta v$. De formule is dus ook te schrijven als: $stoot = m \cdot \Delta v$. In de opgave zijn de waarden voor *m* en Δv steeds gelijk voor iedere bal. Wel worden er steeds andere veelvouden van *m* en Δv gebruikt. Invullen van de gegeven waarden geeft dus de grootte van de stoot uitgedrukt in het aantal "*mv*". Van groot naar klein:

f (10 *mv*),
c en **e** (6 *mv*),
d (5 *mv*),
a en **b** (2 *mv*)

C44
a Gegeven: Δv = 120 km/h = 33,3 m/s, *m* = 1170 kg, Δt = 10 ms = 0,01 s

Gevraagd: de stoot die nodig is om de auto tot stilstand te brengen. *stoot* = ?

Formule: $stoot = m \times \Delta v$

Berekenen: $stoot = 1170 \times 33{,}3 = 39\,000$

Antwoord: De stoot om de auto tot stilstand te brengen is 39 000 Ns.

b De gemiddelde snelheid tijdens het botsen ligt precies tussen de beginsnelheid (120 km/h) en de eindsnelheid (0 km/h) in en is 60 km/h = 16,7 m/s.

Gegeven: $v_{\text{gem}} = \frac{33{,}3}{2}$ = 16,7 m/s, *m* = 1170 kg, $s_{\text{kreukelzone}}$ = 1,00 m

Gevraagd: Laat zien dat de tijd van de botsing 0,060 s duurde.

Formule: $s_{\text{kreukelzone}} = v_{\text{gem}} \times t$

Berekenen: $\Delta t = \frac{1{,}00}{16{,}7} = 0{,}060$

Antwoord: De tijd van de botsing is *t* = 0,060 s

c Gegeven: *stoot* = 39 000Ns, Δt = 0,060 s

Gevraagd: de kracht tijdens de botsing *F* = ?

Formule: $stoot = F \times \Delta t$

Berekenen: $39\,000 = F \times 0{,}060$

$F = \frac{39\,000}{0{,}060} = 650\,000$

Antwoord: De kracht tijdens de botsing was 650 000 N = 650 kN.

d Dit klopt met het antwoord in voorbeeld 5.
e eigen antwoord.

C45

a De kracht waarmee ze duwen is voor beiden gelijk. De tijdsduur van de duw is voor beiden ook gelijk, dus is de stoot voor beiden gelijk.

b De snelheid van Gordon is kleiner dan die van Giada. Dit komt doordat de massa van Gordon groter is en er geldt: $stoot = m \cdot \Delta v$

c Gegeven: m_{Gordon} = 80 kg, F = 50 N, t = 2 s, m_{Gaida} = 60 kg

Gevraagd: v_{Gordon} = ? en v_{Giada} = ?

Formule: $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$

Berekenen: $\Delta v_{\text{Gordon}} = \frac{F \cdot \Delta t}{m_{\text{Gordon}}} = \frac{50 \times 2{,}0}{80} = 1{,}25$

$\Delta v_{\text{Giada}} = \frac{F \cdot \Delta t}{m_{\text{Giada}}} = \frac{50 \times 2{,}0}{60} = 1{,}67$

Antwoord: De snelheid van Gordon is 1,25 m/s en de snelheid van Gaida = 1,67 m/s.

d Die is voor beiden gelijk, omdat voor beiden de stoot $m \cdot \Delta v$ gelijk is.

+46

a

Gegeven: Δt = 10 s, Δv = 18 km/h = 5 m/s, m = 70 kg.

Gevraagd: de kracht tijdens het wegrijden F = ?

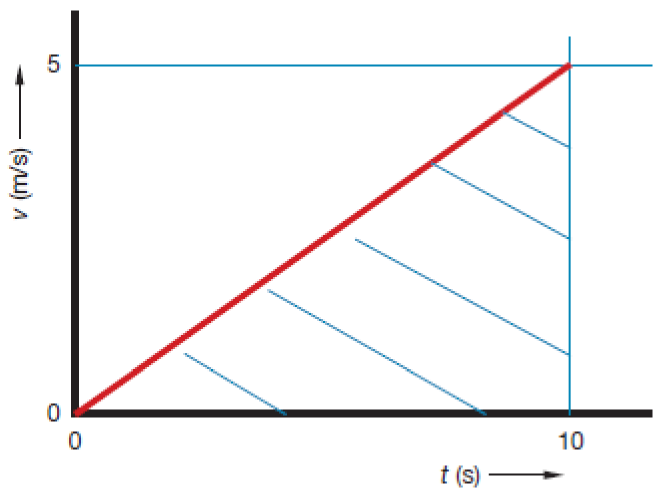
Formule: $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$

Berekenen: $F \times 10 = 70 \times 5$

$F = \frac{70 \times 5}{10} = 35$

Antwoord: De kracht tijdens het wegrijden F = 35 N

b



c De afstand is de oppervlakte onder de grafiek.
Gegeven: *v* = 5 m/s, *t* = 10 m/s.

Gevraagd: de afgelegde afstand in 10 s. *s* = ?

Formule: $s = \frac{1}{2} \cdot v \cdot t$

Berekenen: $s = \frac{1}{2} \times 5 \times 10 = 25$

Antwoord: De afgelegde afstand is 25 m.

d Gegeven: *F*= 35 N, *s* = 25 m.

Gevraagd: de verrichte arbeid *W* = ?

Formule: $W = F \cdot s$

Berekenen: $W = 35 \times 25 = 875$

Antwoord: De verrichte arbeid *W* = 875 J.

e Gegeven: *m* = 70 kg, *v* = 5 m/s.

Gevraagd: de bewegingsenergie E_k = ?

Formule: $E_\mathrm{k} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

Berekenen: $E_\mathrm{k} = \frac{1}{2} \times 70 \times 5^2$ = 875

Antwoord: Corey's bewegingsenergie E_k = 875 J

f Corey's bewegingsenergie is gelijk aan de verrichte arbeid.

+47
a Gegeven: *m* = 20 g = 0,02 kg, Δ*v* = 10 m/s, Δ*t* = 1 s

Gevraagd: De kracht die nodig is om de paraplu omhoog te houden.

Formule: $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$

Berekenen: $F \times 1 = 0{,}02 \times 10$
F = 0,2

Antwoord: De kracht om de paraplu omhoog te houden is 0,2 N.

b Tijdens de hagelbui is Δv groter en Δt en m zijn constant. Uit $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$ volgt dat *F* groter is, dus Adi moet meer kracht zetten om de paraplu vast te houden.

4.5 De gulden regel

A48

a $F_z = m \cdot g$

b $W = F \cdot s$

c $W_z = F_z \cdot h = m \cdot g \cdot h$ (de afstand *s* is nu vervangen door hoogte *h*)

A49

De arbeid die nodig is om een voorwerp over een afstand omhoog te tillen of om een voorwerp te versnellen of te vertragen ligt vast. Omdat er voor de arbeid geldt: $W = F \cdot s$, geldt er dus ook dat wanneer (door gebruik van een werktuig) de benodigde kracht kleiner wordt, deze over een grotere afstand moet werken. Oftewel: *wat je wint aan kracht, verlies je aan afstand.*

B50

a Wilco is het zwaarst, dus moet hij dichter bij het draaipunt zitten.

b Gegeven: m = 40 kg, h = 0,80 m, g = 9,81 m/s^2

Gevraagd: de verrichte arbeid W_z = ?

Formule: $W_z = m \cdot g \cdot h$

Berekenen: $W_z = 40 \times 9{,}81 \times 0{,}80 = 314$

Antwoord: De verrichte arbeid W_z = 314 J.

c Het kost netto geen arbeid, omdat de omlaaggaande beweging dezelfde arbeid oplevert.

d De arbeid die het Wilco kost om omhoog te gaan is gelijk aan de arbeid die de omlaaggaande beweging van Carlijn oplevert. De massa van Wilco is wel groter:

Gegeven: m = 50 kg, W_z = 314 J, g = 9,81 m/s^2

Gevraagd: de hoogte h = ?

Formule: $W_z = m \cdot g \cdot h$

Berekenen: $314 = 50 \times 9{,}81 \times h$

$h = \frac{314}{50 \times 9.81} = 0{,}64$

Antwoord: De hoogte h = 0,64 m.

B51

a Gegeven: $m = 3 \times 0{,}40 = 1{,}20$ kg, h = 2 m , g = 9,81 m/s^2

Gevraagd: de arbeid W_z = ?

Formule: $W_z = m \cdot g \cdot h$

Berekenen: $W_z = 1{,}20 \times 9{,}81 \times 2$ = 23,5

Antwoord: De arbeid W_z = 23,5 J m.

Je kunt ook de arbeid per boek berekenen en dan vermenigvuldigen met 3.

b Omdat de bal weer omhoog stuit is de netto arbeid W_{netto} = 0 J.
De zwaartekracht levert arbeid tijdens het omlaag gaan.

Gegeven: m = 50 g = 0,05 kg, h = 0,80 m, g = 9,81 m/s^2

Gevraagd: de netto arbeid W_{netto} = ?

Formule: $W_z = m \cdot g \cdot h$

Berekenen: $W_z = 0{,}05 \times 9{,}81 \times 0{,}80 = 0{,}39$

Antwoord: De verrichte arbeid W_z = 0,39 J.
Bij het omhoog gaan is de arbeid dan -0,39 J.
De netto arbeid W_{netto} = 0,39 + -0,39 = 0.

c Gegeven: m = 55 kg, h = 12 × 0,20 = 2,4 m, g = 9,81 m/s^2

Gevraagd: de netto arbeid W = ?

Formule: $W_z = m \cdot g \cdot h$

Berekenen: $W_z = 55 \times 9{,}81 \times 2{,}4 = 1295$

Antwoord: De verrichte arbeid W_z = 1295 J.

Je kunt ook de arbeid per trede berekenen en deze vermenigvuldigen met het aantal treden.

B52

a Gegeven: m = 800 kg, h = 30 m, g = 9,81 m/s^2

Gevraagd: de netto arbeid W = ?

Formule: $W_z = m \cdot g \cdot h$

Berekenen: $W_z = 800 \times 9{,}81 \times 30 = 235\,440$

Antwoord: De verrichte arbeid W_z = 235 440J.

b De juiste volgorde is: A, C, D, B

B53

a In beide situaties moet de kist over een hoogte van 2,0 m worden opgehesen. De verrichte arbeid op beide kisten is dus gelijk.

Gegeven: m = 120 kg, h = 2,0 m, g = 9,81 m/s^2

Gevraagd: de arbeid W = ?

Formule: $W_z = m \cdot g \cdot h$

Berekenen: $W_z = 120 \times 9{,}81 \times 2{,}0 = 2354{,}4$

Antwoord: De verrichte arbeid W_z op elke kist is 2354,4 J.

b Om met takel A de kist 2 m op te hijsen moet 2 × 4 = 8 m touw in gehaald worden.
Om met takel B de kist 2 m op te hijsen moet 2 m touw in gehaald worden.

c De kracht die nodig is voor kist A is 4 maal ***kleiner*** dan die voor kist B. Dit komt omdat kist A in 4 touwen hangt. Het nadeel is dat er, om kist A omhoog te tillen, wel 4 maal meer touw moet worden binnengehaald dan voor kist B.

d Bij takel A is de kracht om de kist op te tillen 120 × 9,81 = 1177,2 N. De maximale kracht die Janneke kan leveren is haar eigen gewicht, door aan het touw te gaan hangen.
Haar gewicht is 70 × 9,81 = 686,7 N. Wat niet genoeg is.

B54

a Bij het oprijden van de noodstopstrook neemt de bewegingsenergie af en de zwaarte energie toe. Hierdoor neemt de snelheid af.

b Door het losse grind is de weerstandskracht groot, waardoor door wrijving een deel van de bewegingsenergie ook nog wordt omgezet in warmte ten koste van de snelheid.

C55

a **positie A**

Gegeven: m = 800 kg, h = 30 m, g = 9,81 m/s^2

Gevraagd: de zwaarte energie E_z = ?

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

Berekenen: $E_z = 800 \times 9{,}81 \times 30 = 235\,440$

Antwoord: De zwaarte energie E_z = 235 440 J.

positie B

Gegeven: m = 800 kg, h = 0 m, g = 9,81 m/s^2

Gevraagd: de zwaarte energie E_z = ?

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

Berekenen: $E_z = 800 \times 9{,}81 \times 0 = 0$

Antwoord: De zwaarte energie E_z = 0 J.

positie C

Gegeven: m = 800 kg, h = 25 m, g = 9,81 m/s^2

Gevraagd: de zwaarte energie E_z = ?

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

Berekenen: $E_z = 800 \times 9{,}81 \times 25 = 196\,200$

Antwoord: De zwaarte energie E_z = 196 200 J.

positie D

Gegeven: m = 800 kg, h = 15 m, g = 9,81 m/s^2

Gevraagd: de zwaarte energie E_z = ?

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

Berekenen: $E_z = 800 \times 9{,}81 \times 15 = 117\,720$

Antwoord: De zwaarte energie E_z = 117 720J.

b De zwaarte energie wordt tijdens de rit omgezet in bewegingsenergie. De totale verrichte arbeid blijft gelijk, waaruit volgt: totale arbeid = zwaarte energie + bewegingsenergie.
Positie A: 235 440J = 235 440 + 0; bewegingsenergie is 0 J.
Positie B: 235 440J = 0 + 235 440; bewegingsenergie is 235 440 J.
Positie C: 235 440J = 196 200 + 39 240; bewegingsenergie is 39 240 J.
Positie D: 235 440J = 117 720 + 117 720; bewegingsenergie is 117 720 J.

C56

a Er is geen wrijving, dus er hoeft alleen arbeid verricht te worden om het hoogteverschil te overbruggen.
Gegeven: m = 70 kg, s = 1,2 m, g = 9,81 m/s^2

Gevraagd: de verrichte arbeid W = ?

Formule: $W = m \cdot g \cdot h$

Berekenen: $W = 70 \times 9{,}81 \times 1{,}2 = 824$

Antwoord: De verrichte arbeid W = 824 J.

b Gegeven: W = 824 J, s = 4,1 m, g = 9,81 m/s^2

Gevraagd: de kracht F = ?

Formule: $W = F \cdot s$

Berekenen: $824 = F \times 1{,}2$

$F = \frac{824}{4{,}1} = 201$

Antwoord: De kracht F = 201 N.

C57

a Op Mars blijven jouw massa en kracht gelijk. De arbeid die je kunt leveren blijft gelijk. Dit betekent dat je hoger moet kunnen springen. Je kunt ook aan de formule $h = \frac{W}{m \cdot g}$ zien dat wanneer g kleiner wordt, de hoogte h groter wordt.

b Per been is de kracht 250 N. Voor twee benen is dit 500 N.
De arbeid is: $W = F \cdot s = 500 \times 0{,}40 = 200\ \mathrm{J}$

c Op aarde geldt g = 9,81 N/kg, dus: $h = \frac{W}{m \cdot g} = \frac{200}{55 \times 9{,}81} = 0{,}37\ \mathrm{m}$.

d Op Mars geldt g = 3,74 N/kg, dus: $h = \frac{W}{m \cdot g} = \frac{200}{55 \times 3{,}74} = 0{,}97\ \mathrm{m}$.

+58

a Gegeven: m = 900 kg, h = 40 m, g = 9,81 m/s^2

Gevraagd: de zwaarte energie E_z = ?

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

Berekenen: $E_z = 900 \times 9{,}81 \times 40 = 353\ 1600$

Antwoord: De zwaarte energie E_z = 353 160 J.

b De zwaarte energie wordt tijdens de val omgezet in bewegingsenergie. De totale verrichte arbeid blijft gelijk, waaruit volgt: totale arbeid = zwaarte energie + bewegingsenergie.
Als de ring beneden aankomt, is alle zwaarte energie omgezet in bewegingsenergie en dit is dus 353 160 J.

c Gegeven: E_k = 353 160 J, m = 900 kg,

Gevraagd: de snelheid v = ?

Formule: $E_\text{k} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$

Berekenen: $353\ 160 = \frac{1}{2} \times 900 \times v^2$

$v^2 = \frac{353\ 160}{450}$ = 784,8

$v = \sqrt{784{,}8}$ = 28,0

Antwoord: De snelheid v = 28 m/s = 100,8 kmh.

d Tijdens de val wordt E_z omgezet in E_k. Er geldt: $m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m \cdot v^2$. Nu kunnen beide delen door m gedeeld worden, zodat $g \cdot h = \frac{1}{2} v^2$. De massa is dus niet van invloed op de valsnelheid en het aantal bezoekers in de attractie dus ook niet.

+59

a De arbeid die ze moet verrichten is gelijk aan de oppervlakte onder de grafiek.

Gegeven: F = 120 N, s = 0,40 m

Gevraagd: de verrichte arbeid W = ?

Formules: $F_{gem} = \frac{F_{begin} + F_{eind}}{2}, W = F_{gem} \cdot s$

Berekenen: $F_{gem} = \frac{0+120}{2} = 60\text{ N}$

$W = 60 \times 0{,}40$ = 24

Antwoord: De verrichte arbeid W = 24 J.

b Gegeven: W = 24 J, m = 0,075 kg, g = 9,81 m/s^2

Gevraagd: de zwaarte energie E_z = ?

Formule: $E_\text{z} = m \cdot g \cdot h$

Berekenen: $24 = 0{,}075 \times 9{,}81 \times h$

$$h = \frac{24}{0{,}075 \times 9{,}81} = 32{,}6$$

Antwoord: De hoogte die de pijl bereikt is 32,6 m.

c Bereken de arbeid die nodig is om de werkelijke hoogte van 25 m te bereiken.
Gegeven: h = 25 m, m = 0,075 kg, g = 9,81 m/s^2

Gevraagd: de verrichte arbeid W = ?

Formule: $W = m \cdot g \cdot h$

Berekenen: $W = 0{,}075 \times 9{,}81 \times 25 = 18{,}4$

Antwoord: Van de arbeid wordt dus 18,4 J gebruikt om werkelijk hoogte te krijgen.

Dit houdt in dat de arbeid die de wrijvingskracht heeft verricht gelijk moet zijn aan 24 - 18,4 = 5,6 J.
Bereken nu de wrijvingskracht F_w

Gegeven: W = 5,6 J, s = 25 m

Gevraagd: de wrijvingskracht F_w = ?

Formule: $W = F \cdot s$

Berekenen: $F_w = \frac{5{,}6}{25} = 0{,}22$

Antwoord: De wrijvingskracht F_w = 0,22 N.

Oefentoets

1
Onjuist, want het is ook mogelijk dat de arbeid juist wordt gebruikt om energie weg te halen bij het voorwerp.

2
Onjuist, want het kan ook betekenen dat een voorwerp met een constante snelheid beweegt.

3
Juist, want de richting van de kracht is tegengesteld aan de bewegingsrichting.

4
Onjuist, want door het uitrekken wordt de kracht van een eventuele botsing sterk verminderd.

5
Onjuist, want het voorwerp bezit massa en er is tijd nodig voor de omkering, $\Delta t \neq 0$ en $m \neq 0$

6
Bij constante snelheid is de resulterende kracht gelijk aan 0 en moet de wrijvingskracht dus even groot zijn als de kracht van het paard: 700 N.

7
Gegeven: Het paard moet 100 keer de lengte van de akker (500 m) afleggen.
In totaal is s = 50 000 m. F = 700 N
Gevraagd: de arbeid W = ?

Formule: $W = F \cdot s$

Berekenen: $W = 700 \times 50\,000 = 35\,000\,000$

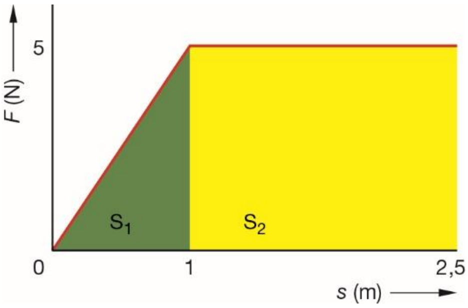
Antwoord: De arbeid W = 35 000 000 J = 35 MJ

8
Ja, de arbeid is gelijk, want zowel de kracht als de totale af te leggen afstand zijn gelijk. Het paard moet nu 500 keer een lengte van 100 m afleggen. Dit is weer 50 000 m. Het paard moet ook de zelfde kracht van 700 N uitoefenen.

9

	wordt groter	wordt kleiner	blijft gelijk
kracht per paard		x	
arbeid per paard		x	
totale arbeid voor het ploegen			x

10 De bewegingsenergie komt over een met de oppervlakte onder de grafiek.
Deel de oppervlakte in twee delen: zie figuur.



Gegeven: F = 5,0 N J, s_1 = 1,0 m, s_2 = 1,5 m,

Gevraagd: De bewegingsenergie E_k = ?

Formules: $E_1 = F \cdot s_1$, $E_2 = F \cdot s_2$

Berekenen: $E_1 = \frac{1}{2} \times 5{,}0 \times 1{,}0 = 2{,}5$
$E_2 = 5{,}0 \times 1{,}5 = 7{,}5$

Antwoord: De bewegingsenergie E_k = 2,5 + 7,5 = 10 J

11
Tussen s = 0 en s = 1 m neemt de kracht op het autootje toe, volgens $F = m \cdot a$ is het autootje aan het versnellen.

12
Het diagram laat niet de rembeweging zien na de reactietijd, maar van af het moment dat ze het kind ziet, dus inclusief reactietijd.

Gegeven: zie diagram.

Gevraagd: de stopafstand.

Formule: $s = v \cdot t$

Berekenen: reactieafstand volgt uit $s = v \cdot t$, $s = 9{,}0 \times 1{,}5 = 13{,}5$
remweg volgt uit $s = \frac{1}{2} \cdot v \cdot t$, $s = \frac{1}{2} \cdot 9 \cdot 3 = 13{,}5$
Antwoord: stopafstand = reactieafstand + remweg = 13,5 + 13,5 = 27 m

13
Gegeven: Δv = 9,0 m/s, m = 120 kg, Δt = 3 s

Gevraagd: de kracht F_{rem} = ?

Formule: $F_{\text{rem}} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$

Berekenen: $F_{\text{rem}} = \frac{120 \times 9{,}0}{3{,}0} = 360$

Antwoord: De uitgeoefende remkracht F_{rem} = 360 N.

14
Gegeven: v = 9,0 m/s, m = 120 kg

Gevraagd: de bewegingsenergie E_k = ?

Formule: $E_\mathrm{k} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$

Berekenen: $E_\mathrm{k} = \frac{1}{2} \times 120 \ \times 9^2 = 4860$

Antwoord: De bewegingsenergie is 4860 J.

15
Gegeven: v_1 = - 10 m/s, m = 0,145 kg, Δt = 0,030 s, F = 102 N

Gevraagd: de eindsnelheid v_{eind} = ?

Formule: $F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$

Berekenen: $\Delta v = \frac{102 \times 0{,}030}{0{,}145} = 21{,}1$

Antwoord: De eindsnelheid is 21,1 – 10 = 11,1 m/s.

of:

Gegeven: v_1 = - 10 m/s, m = 0,145 kg, Δt = 0,030 s, F = 102 N

Gevraagd: de eindsnelheid v_{eind} = ?

Formule: $stoot = m \cdot \Delta v$, $stoot = F \cdot \Delta t$

Berekenen: op het moment dat de bal de knuppel raakt geldt: $stoot = m \cdot \Delta v$
stoot = 0,145 × -10 = - 1,45 Ns
op het moment dat de bal de knuppel verlaat geldt; $stoot = F \cdot \Delta t$
stoot = 102 × 0,03 = 3,06 Ns.
totale stoot = 3,06 – 1,45 = 1,61
uit stoot = $m \cdot v \rightarrow v = \frac{1{,}61}{0{,}145}$ = 11,1

Antwoord: De eindsnelheid is 11,1 m/s.

+16
Door de kreukelzone wordt de remafstand van de auto groter. Volgens de gulden regel gaat alles wat je wint aan kracht, verloren aan afstand. Hier kun je de redenatie omdraaien: de remafstand bij de botsing wordt groter, waardoor de kracht dus minder wordt.

+17
Gegeven: h = 2,0 m, m = 0,05 kg, g = 9,81 m/s^2

Gevraagd: de zwaarte energie E_z = ?

Formule: $E_\mathrm{z} = m \cdot g \ \cdot h$

Berekenen: $E_\mathrm{z} = 0{,}05 \ \times 9{,}81 \times 2{,}0 \ = 0{,}981$

Antwoord: De zwaarte energie E_z = 0,981 J

+18
Vlak voordat de bal de grond raakt is alle zwaarte energie omgezet in bewegingsenergie en dus E_k = 0,981 J.

19
Bereken de arbeid die nodig is om de hoogte van 1,5 m te bereiken.
Gegeven: h = 1,5 m, m = 0,050 kg, g = 9,81 m/s^2

Gevraagd: de verrichte arbeid W = ?

Formule: $W = m \cdot g \cdot h$

Berekenen: $W = 0{,}050 \times 9{,}81 \times 1{,}5$ = 0,736

Antwoord: Van de arbeid wordt 0,736 J gebruikt om de hoogte van 1,5 m te bereiken. Dit houdt in dat de arbeid die de wrijvingskracht heeft verricht gelijk moet zijn aan 0,981 – 0,736 = 0,245 J.

Bereken nu de wrijvingskracht F_w

Gegeven: W = 0,245 J, s = 1,5 m

Gevraagd: de wrijvingskracht F_w = ?

Formule: $W = F_w \cdot s$

Berekenen: $F_w = \frac{0{,}245}{1{,}5} = 0{,}163$

Antwoord: De wrijvingskracht F_w = 0,163 N.