

# 4 Arbeid en energie

2 vwo

## 4.1 Arbeid en energie

- 1\* Jan trekt zo hard hij kan aan een piano maar er is geen beweging in te krijgen. Volgens Jan heeft zijn spierkracht arbeid verricht, want hij is doodmoe geworden van het trekken.

a Ben je het met Jan eens? Licht je antwoord toe.

- 2\* Een gewichtheffer probeert een gewicht op te tillen, maar het gewicht is te zwaar en het lukt hem niet.

a Heeft de gewichtheffer arbeid verricht bij zijn poging?



- 3\* Een gewichtheffer houdt gedurende tien seconden een gewicht van 92 kg boven zijn hoofd.

a Hoeveel arbeid verricht de gewichtheffer in deze tien seconden?

b Heeft de gewichtheffer arbeid verricht om het gewicht vanaf de vloer boven zijn hoofd te krijgen?

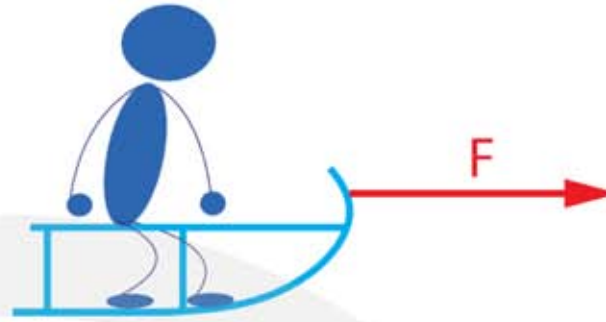


Na tien seconden laat de gewichtheffer het gewicht los en valt het gewicht op de mat.

c Welke kracht verricht er arbeid als het gewicht naar beneden valt?

d Waar is de energie gebleven als het gewicht stil op de mat ligt?

- 4\*\* Met een kracht van 25 N trek je aan een slee. De slee heeft een constante snelheid. Je spierkracht verricht 10000 J arbeid.



- a Bereken de afstand waarover je de slee hebt verplaatst.

Emma beweert dat de wrijvingskracht ook 25 N is. Klaas is het niet met haar eens want anders zou de slee niet bewegen.

- b Wie heeft er volgens jou gelijk, Emma, Klaas of geen van beiden?  
c Bereken de arbeid die de wrijvingskracht levert.

- 5\*\*\* Je moet een zware archiefkast over de vloer schuiven. Als je de kast 4,0 m hebt verplaatst heb je 3200 J energie gebruikt.

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

Iemand bedenkt dat je de kast beter over stokken kunt laten rollen. Je hebt dan twee keer zo weinig kracht nodig.

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



- 6\*\* Een bowlingbal rolt met een constante snelheid over de baan. Wrijving wordt verwaarloosd.

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

Aan het einde van de baan bots de bal op de kegels.

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

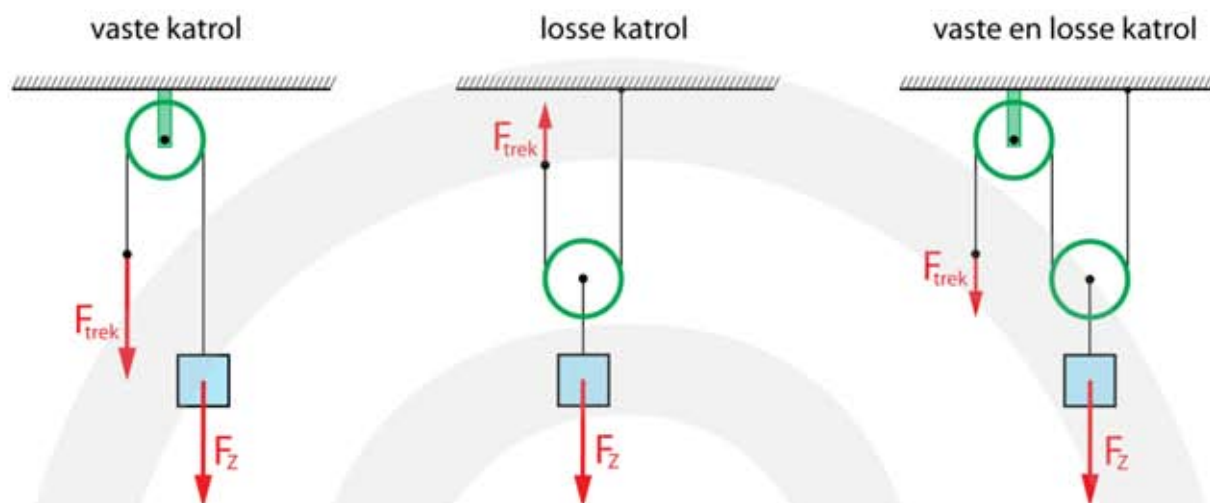
Bij de botsing gaan de kegels bewegen en lijken ze tot leven te komen.

- c Waarom gebeurt dit?



## Katrollen

7\*\* We maken onderscheid tussen vaste en losse katrollen, zie figuur.



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

Je wilt een kist van 75 kg optakelen.

b Bereken hoeveel kracht je nodig hebt als je een vaste katrol gebruikt.

c Bereken hoeveel kracht je nodig hebt als je een losse katrol gebruikt.

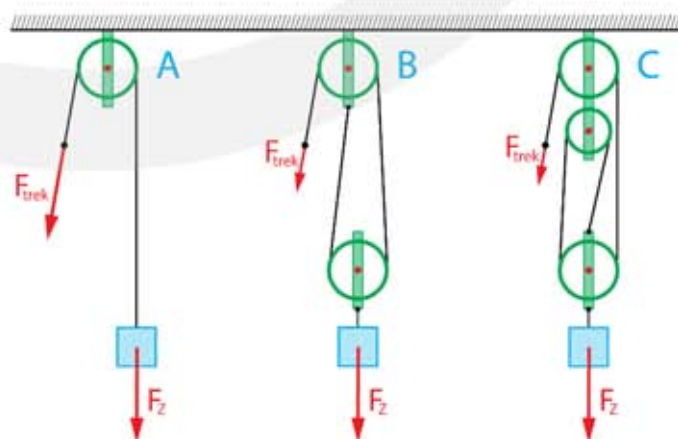
d Bereken hoeveel kracht je nodig hebt als je een combinatie van een vaste en een losse katrol gebruikt, zie figuur.

8\*\*\* In de figuur zie je drie takels.

a Welke katrollen zijn los zijn en welke zijn vast?

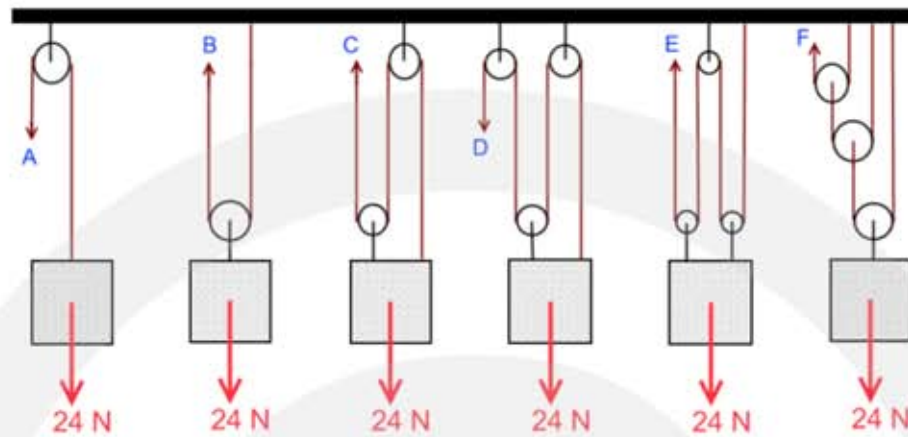
Het voorwerp dat je op wilt takelen heeft een massa van 60 kg.

b Bereken hoeveel kracht je nodig hebt bij het gebruik van takels A, B en C.

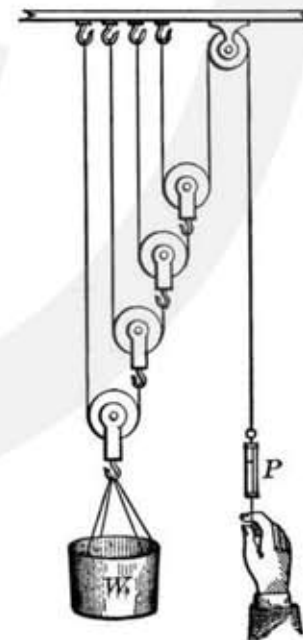




- 9\*\*\* In de figuur zie je een kist waarop een zwaartekracht van 24 N werkt. De kist is op zes verschillende manieren aan katrollen bevestigd, zie figuur.



- a Hoeveel kracht heb je nodig om de kist op te takelen als je bij A, B, C, D, E aan het koord trekt?
- + b Hoeveel kracht heb je nodig om de kist op te takelen als je bij F aan het koord trekt?
- 10+ In de figuur zie een takel waarmee een emmer met water wordt opgetakeld. De emmer met water heeft een massa van 12 kg.
- a Hoeveel kracht moet je in P uitoefenen om de emmer omhoog te houden?
- b Hoeveel kracht moet je in P uitoefenen om de emmer met constante snelheid omhoog te takelen?



- 11\*\*\*\* Een kast met een massa van 65 kg moet worden opgetakeld naar de vierde verdieping op 18 meter hoogte. Voor het ophijzen wordt een takel gebruikt die bestaat uit een vaste en een losse katrol. De katrollen hebben ieder een massa van 5,0 kg.
- a Bereken de kracht die de verhuizer moet uitoefenen.
- b Bereken hoeveel meter touw de verhuizer moet inhalen.

## 4.2 Energievormen

1\*\* Een hijskraan tilt een steen van 800 kg 15 m omhoog.

- a Bereken de arbeid die de motor van de hijskraan verricht.
- b Bereken de zwaarte-energie die de steen heeft gekregen.

Op zeker moment heeft de hijskraan 200 kJ energie verbruikt.

- c Bereken hoe hoog de steen is opgetild.



2\*\* Een trein rijdt met een maximale snelheid van 160 km per uur. De trein heeft een massa van 350.000 kg.

- a Bereken de topsnelheid van de trein in meter per seconde.
- b Bereken de kinetische-energie als de trein op topsnelheid rijdt.
- c Bereken de kinetische-energie als de trein een snelheid heeft van 80 km/h.

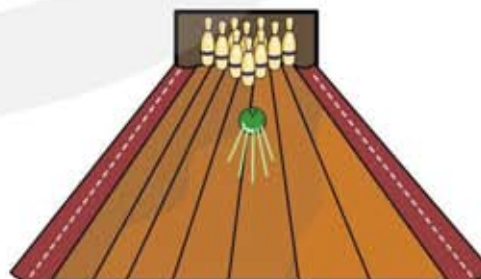


3\*\*\* Een bowlingbal met een massa van 4,5 kg rolt met een constante snelheid over de baan. Na 3,4 seconden raakt de bal de eerste kegel die op een afstand van 18,3 m staat.

- a Bereken de kinetische-energie van de bal tijdens het rollen.
- b Hoe is de bowlingbal aan deze energie gekomen?

De bal komt 0,5 m achter de eerste kegel tot stilstand.

- c Hoe groot is de gemiddelde kracht op de bowlingbal tijdens het afremmen?



4\*\*\* Een olietanker vaart met een constante snelheid van 11,2 knopen. Een knoop is 1,852 km/h. De tanker heeft een massa van 280.000 ton. Een ton is 1000 kg.

a Bereken de kinetische-energie van de olietanker.

Een sterke man kan per seconde 600 J arbeid leveren.

b Bereken hoeveel dagen de man kracht op de olietanker moet uitoefenen om het een snelheid van 11,2 knopen te geven.



5\*\*\* Een auto met een massa van 1500 kg rijdt 90 km/h.

a Bereken de kinetische-energie van de auto.

In de bebouwde kom kan de auto nog maar 45 km/h rijden.

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?

c Leg uit waar de verdwenen  $E_k$  is gebleven.

Omdat er benzine wordt verbrand neemt de massa van de auto langzaam af.

d Leg uit of hierdoor  $E_k$  van de auto groter wordt, kleiner wordt of gelijk blijft als hij met constante snelheid rijdt.



6\*\*\* Een vogel met een massa van 150 gram heeft 60 J aan zwaarte-energie.

a Bereken hoe hoog de vogel boven de grond vliegt.

De vogel heeft in totaal 80 J aan energie.

b Met welke snelheid vliegt de vogel?



7\*\*\* Je trekt een kar met een massa van 20 kg met een constante snelheid een helling op. Wrijving wordt verwaarloosd.





Op een bepaald moment heb je 1000 J arbeid verricht. Verwaarloos de arbeid die nodig is om de kar in beweging te brengen.

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

Op de helling stijgt je 25 cm bij iedere meter die je aflegt.

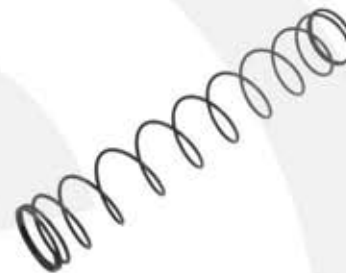
**b** Bereken de kracht die nodig is om de kar de helling op te trekken.

**8\*\*\*** Om een veer over een afstand van 25 cm uit te rekken is 3,0 J arbeid nodig.

**a** Bereken de veerconstante van de veer.

**b** Bereken de arbeid die nodig is om deze veer 40 cm uit te rekken.

**c** Bereken zonder rekenmachine de arbeid die nodig is om deze veer 50 cm uit te rekken.



**9\*\*\*** Een speelgoedtreintje met een massa van 200 g trekt op uit stilstand. De motor oefent een kracht van 1,0 N uit over een afstand van 80 cm.

**a** Hoeveel arbeid heeft de motor verricht.

**b** Wat de eindsnelheid van het treintje.



## 4.3 Wet van behoud van energie

1\*\* Een balpen valt van een tafel van 75 cm hoog.

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



2\*\*\* Een steen van 2,0 kg valt van een toren van 5,0 m hoog. De gemiddelde luchtweerstand is 3,0 N.

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



3\*\*\*\* Een trein vertrekt uit stilstand met een versnelling van  $0,50 \text{ m/s}^2$ . De massa van de trein is 400.000 kg.

a Bereken de motorkracht.

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

HINT bereken eerst de afstand na 1 s

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

HINT bereken eerst de afstand na 2 s en bereken daarna het verschil: de arbeid na 2 s min de arbeid na 1 s is de arbeid in de tweede seconde

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

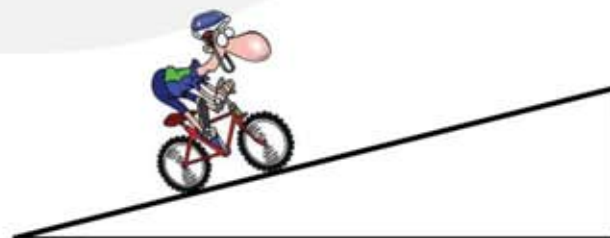


4\*\*\*\* Je fietst met constante snelheid een helling op. Bij iedere meter die je aflegt stijgt je 20 cm. Samen met je fiets weeg je 70 kg.

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

Als de trapper één keer rondgaat heeft je voet één meter afgelegd en is je fiets een halve meter vooruitgegaan.

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





**5\*\*\*\*** Jeroen gaat met zijn skateboard vanaf een helling van 20 m lang en 8,0 meter hoog. Jeroen heeft met skateboard een massa van 65 kg. Hij begint uit stilstand.

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

Jeroen durft niet met zo'n grote snelheid naar beneden. Daarom neemt hij een helling die ook 8,0 meter hoog is maar een lengte heeft van 50 m.

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

Ook bij deze helling vindt Jeroen de snelheid te groot. Daarom besluit hij tijdens de afdaling van de 50 m helling met een constante kracht te remmen. Hij durft maximaal 10 m/s te rijden.

- + c** Bereken de gemiddelde remkracht die hij moet uitoefenen om onderaan de helling een snelheid van 10 m/s te hebben.

