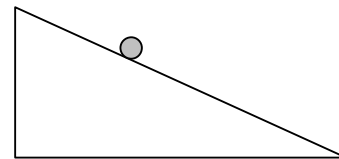


Opgaven en uitwerkingen vind je op www.agtijmensen.nl

1. Een slee glijdt een helling af.

Een slee van 10 kg heeft een snelheid van 2,0 m/s en glijdt versneld verder een helling af met een hellingshoek van $5,0^\circ$. De wrijvingskracht is 5,0 N. Even later heeft hij 50,0 m afgelegd.



- Bereken de arbeid die dan verricht is door de zwaartekracht.
- Bereken de arbeid die dan verricht is door de wrijvingskracht.
- Bereken de arbeid die dan verricht is door de normaalkracht.
- Bereken met behulp van het voorgaande zijn snelheid als hij 50,0 m heeft afgelegd.
- Welke energieomzetting heeft er plaats gevonden tijdens het dalen?
- Aan het eind van de helling (op 0 m hoogte) glijdt de slee weer een helling op tot hij een hoogte heeft bereikt van 2,0 m. Bereken de arbeid die de zwaartekracht heeft verricht tijdens het helling opwaarts gaan.

2. Een auto.

Een auto heeft een constante snelheid van 30 km/h. Op een horizontale weg ondervindt hij een rolwrijving van 100 N en een luchtweerstand van 60 N.

- Welke energieomzetting vindt er plaats bij deze constante snelheid?
- Bereken de arbeid die de motor per seconde wordt verricht.
- Bij 90 km/h het verricht de motor elke seconde 15 kJ arbeid. 1 liter benzine bevat $33 \cdot 10^6$ J energie. Daarvan gebruikt de auto slechts 25% om te rijden. Bereken hoeveel km de auto met 1 liter kan rijden.

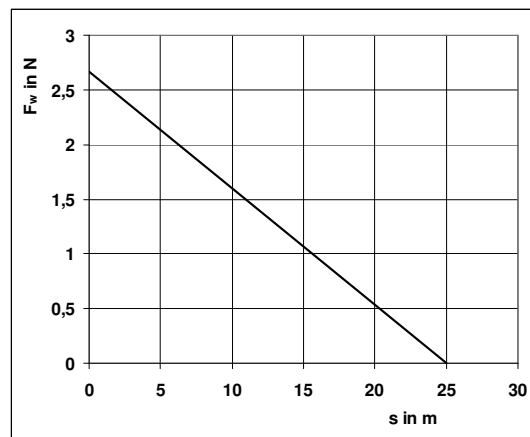
3. Een voetbal.

Je geeft een bal van 0,50 kg die stil op grond ligt een trap zodat hij met een boog door de lucht vliegt. Op zijn hoogste punt (6,0 m) heeft hij een snelheid van 4,0 m/s. Verwaarloos de wrijving.

- Bereken de snelheid van de bal waarmee hij de grond verliet.
- Beredeneer hoeveel arbeid e spierkracht verich heeft..

Eenmaal benden rolt de bal 25 m door over de (horizontale) grond en komt tot stilstand. De wrijvingskracht wordt steeds minder. Zie de grafiek

- Bereken met behulp van deze grafiek de arbeid die de wrijvingskracht tijdens het rollen verricht.



4. De waterkrachtcentrale van Itaipu (havo examen opgave!).

Op de grens van Brazilië en Paraguay ligt de waterkrachtcentrale van Itaipu. De stuwdam is een van de grootste ter wereld.

In de dam zijn 18 generatoren (Grote dynamo's) aangebracht die elk een elektrisch $7,0 \cdot 10^5$ kJ/s opwekken. Van de 18 generatoren zijn er steeds enkele niet in gebruik in verband met onderhoud.

In het topjaar 2000 heeft de centrale $3,3 \cdot 10^{17}$ J elektrische energie opgewekt.

a. Bereken hoeveel generatoren in het jaar 2000 gemiddeld in bedrijf waren.

Het water dat een generator aandrijft, stroomt een pijp in met een snelheid van 8,0 m/s en doorloopt een hoogteverschil van 120 m. Zie figuur 1.

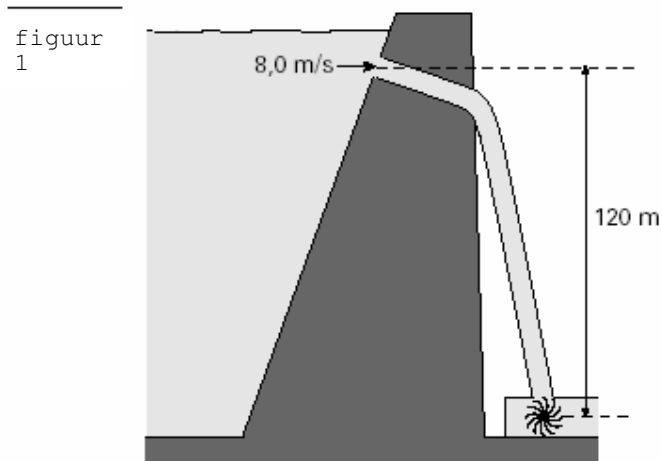
Per seconde stroomt er $690 \cdot 10^3$ kg water met 8,0 m/s de pijp in. De snelheid van het water achter het schoepenrad is te verwaarlozen.

b. Bereken de kinetische energie van deze hoeveelheid water als het op het schoepenrad valt.

Houd geen rekening met wrijving.

c. Bereken hoeveel % van de kinetische energie en

zwaarte-energie van het water door de generator wordt omzet in elektrische energie.



Als het stuwmeer te vol raakt worden er schuiven geopend. Een

elektromotor trekt dan een schuif(deur) van $90 \cdot 10^3$ kg 10,0 m omhoog met een constante snelheid van 0,010 m/s. De wrijvingskracht is $1,0 \cdot 10^4$ N.

d. Bereken de arbeid die daarbij door de elektromotor wordt verricht.

----- *Einde* -----

Uitwerkingen oefenproefwerk

1a. *Let op!* In de formule $W = F \cdot s \cdot \cos\alpha$ is α de hoek tussen F en s . Teken dus eerst F en s !

$$W = F_z \cdot s \cdot \cos\alpha = 98,50,0 \cdot \cos 85 = 427 \text{ J} = 4,3 \cdot 10^3 \text{ J}$$

Let op! GR in de "degree"-mode zetten

b. $W = F_w \cdot s \cdot \cos\alpha = 5,0 \cdot 50,0 \cdot \cos 180 = -250 \text{ J} = -2,5 \cdot 10^2 \text{ J}$

c. $W = F_n \cdot s \cdot \cos\alpha = 0 \text{ J}$ want $\alpha = 90^\circ$.

d. De totale arbeid is gelijk aan $427 - 250 = 177 \text{ J}$.

Dat is omgezet in kinetische energie. E_k is dus met 177 J

toegenomen. $E_{k,\text{begin}} = \frac{1}{2} \cdot 10,2 \cdot 0^2 = 20 \text{ J}$ dus

$$E_{k,\text{eind}} = 177 + 20 = 197 \text{ J}$$

$$\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot v_{\text{eind}}^2 = 197 \implies v = 6,3 \text{ m/s}$$

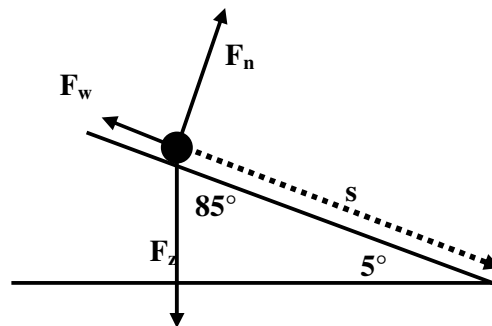
N.B.: In BINAS staat dat $\Sigma W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2$. Dat betekent: de totale arbeid = $E_{k,\text{eind}} - E_{k,\text{begin}}$

Dat is eigenlijk hierboven toegepast.

e. Zwaarte-energie is omgezet in kinetische energie en warmte.

f. De zwaartekracht is verticaal omlaag, de verplaatsing is $2,0 \text{ m}$, verticaal omhoog. De hoek is dus 180° .

$$W_z = F_z \cdot s \cdot \cos\alpha \text{ wordt dus } W_z = F_z \cdot h \cdot \cos\alpha = 98 \cdot 2,0 \cdot \cos 180^\circ = -196 \approx -2,0 \cdot 10^2 \text{ J}$$



2a. Chemische energie wordt omgezet in warmte. (Niet in E_k want dan zou de snelheid toe moeten nemen)

b. De snelheid is constant ($8,33 \text{ m/s}$) dus $F_{\text{motor}} = F_w = 160 \text{ N}$.

$$P = F_{\text{motor}} \cdot v = 160 \cdot 8,33 = 1,3 \text{ kW}$$

c. In 1 liter benzine zit $33 \cdot 10^6 \text{ J}$ chemische energie. Hier gebruikt de auto 25% van om te rijden dus 25% van $33 \cdot 10^6 = 25/100 \cdot 33 \cdot 10^6 = 8,25 \cdot 10^6 \text{ J}$ energie.

De verrichte arbeid in één seconde is $15 \cdot 10^3 \text{ J}$. Met $8,25 \cdot 10^6 \text{ J}$ kan hij dus $8,25 \cdot 10^6 / 15 \cdot 10^3 = 550 \text{ s}$ rijden.

De afstand die hij rijdt is $v \cdot t = 25 \cdot 550 = 13750 = 1,4 \cdot 10^4 \text{ m}$ (= 14 km).

3a. $E_{\text{boven}} = E_{\text{onder}}$ ofwel $(E_z + E_k)_{\text{boven}} = (E_z + E_k + E_{\text{warmte}})_{\text{onder}}$

In dit geval is $E_{z,\text{onder}} = 0$ want $h = 0$ en $E_{\text{warmte, onder}} = 0$ want er is geen wrijving.

$$(m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2)_{\text{boven}} = 0 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\text{onder}}^2$$

$$0,50 \cdot 9,8 \cdot 6,0 + \frac{1}{2} \cdot 0,50 \cdot 4,0^2 = 0,50 \cdot 9,8 \cdot 0 + \frac{1}{2} \cdot 0,50 \cdot v_{\text{onder}}^2$$

$$29,4 + 4,0 = 0 + 0,25 \cdot v_{\text{onder}}^2 \text{ waaruit volgt dat } v_{\text{onder}} = 11,6 \approx 12 \text{ m/s}$$

$$33,4 = 0,25 \cdot v_{\text{onder}}^2 \text{ waaruit volgt dat } v_{\text{onder}} = 11,6 \approx 12 \text{ m/s}$$

b. De verrichte arbeid is omgezet in energie. Voor de schop was $E_{\text{bal}} = 0$ en na de schop is $E_{\text{bal}} = 33,4 \text{ J}$.

Dus de spierkracht heeft $33,4 = 33 \text{ J}$ arbeid verricht.

c. $W = F_w \cdot s \cdot \cos\alpha$. Omdat F_w niet constant is bereken je de oppervlakte.

$$F_w \cdot s = \text{opp} = \frac{1}{2} \cdot 25 \cdot 2,7 = 33,75 = 34 \text{ J}$$

$$\text{De hoek tussen } F_w \text{ en } s \text{ is (altijd) } 180^\circ \text{ dus } W = 34 \cdot \cos 180 = -34 \text{ J}$$

(Dat klopt met vraag a want bij het neerkomen was $E_k = 33,4 \text{ J}$ en E_k wordt 0 J dus is er $-33,4 \text{ J}$ arbeid verricht)

4. De waterkrachtcentrale van Itaipu.

a. Geg.: $E = 3,3 \cdot 10^{17} \text{ J}$ elektrische energie. Per seconde wekt en generator $7,0 \cdot 10^5 \text{ kJ} = 7,0 \cdot 10^8 \text{ J}$ op.
 $t = 1 \text{ jaar} = 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$.

Gevr. Hoeveel generatoren er in bedrijf zijn.

$$\text{Opl. } \text{Eén generator levert in een jaar: } E = 7,0 \cdot 10^8 \cdot 3,15 \cdot 10^7 = 2,2 \cdot 10^{16} \text{ J}$$

De energie is dus geleverd door $3,3 \cdot 10^{17} \text{ J} / 2,2 \cdot 10^{16} \text{ J} = 15,2 = \underline{15 \text{ generatoren}}$.

b. Volgens de wet van behoud van energie geldt:

$(E_k + E_z + Q)_{\text{onder}} = (E_z + E_k)_{\text{boven}}$ en Onder is $E_z = 0$ want $h_{\text{onder}} = 0$ en $Q_{\text{onder}} = 0$ want er is geen wrijving.

$$\begin{aligned}(E_k)_{\text{onder}} &= (E_z + E_k)_{\text{boven}} = mgh_{\text{boven}} + \frac{1}{2}mv_{\text{boven}}^2 \\ &= 690 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot 120 + \frac{1}{2} \cdot 690 \cdot 10^3 \cdot 8,0^2 = \\ &= 8,12 \cdot 10^8 + 2,21 \cdot 10^7 = 8,34 \cdot 10^8 = \underline{8,3 \cdot 10^8 \text{ J}}\end{aligned}$$

c. Geg.: W_{uit} of $E_{\text{nuttig}} = 2,2 \cdot 10^{16} \text{ J}$ in 1 jaar (zie 1a)

$E_{\text{in}} = 8,34 \cdot 10^8 \text{ J}$ in 1 seconde (zie 1b)

Gevr.: %

Opl.: In 1 jaar (= $3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$) is $E_{\text{in}} = 8,34 \cdot 10^8 \text{ J} \cdot 3,15 \cdot 10^7 \text{ s} = 2,63 \cdot 10^{16} \text{ J}$

% is $= 2,2 \cdot 10^{16} \text{ J} / 2,63 \cdot 10^{16} \text{ J} \cdot 100\% = \underline{84 \text{ \%}}$

d. Geg.: $m = 90 \cdot 10^3 \text{ kg}$, $s = 10,0 \text{ m}$, v is constant

Gevr.: W

Opl.: Omdat $v = \text{constant}$ is $F_{\text{motor}} = F_z + F_w$ en $F_z = m \cdot g = 90 \cdot 10^3 \cdot 9,81 = 8,83 \cdot 10^5 \text{ N}$

$F_{\text{motor}} = 8,83 \cdot 10^5 + 1,0 \cdot 10^4 = 8,93 \cdot 10^5$

$W = F \cdot s \cdot \cos\alpha = 8,93 \cdot 10^5 \cdot 10,0 \cdot \cos 0^\circ = \underline{8,93 \cdot 10^6 \text{ J}}$

----- *Einde uitwerkingen* -----