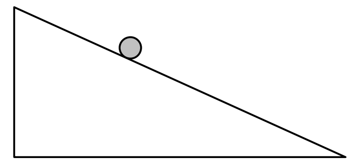
Opgaven en uitwerkingen vind je op www.agtijmensen.nl

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°. De wrijvingskracht is 5,0 N. Even later heeft hij 50,0 m afgelegd.

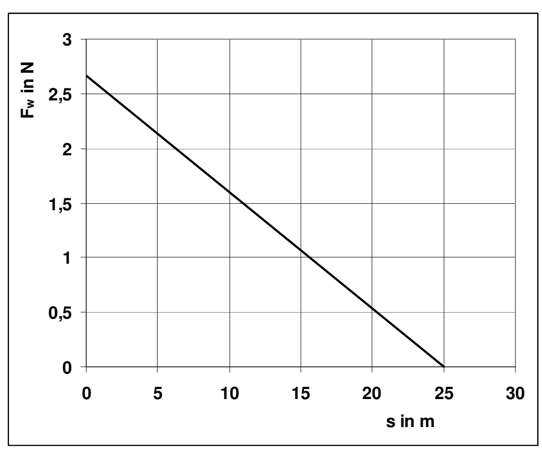


a. Bereken de arbeid die dan verricht is door de zwaartekracht.
b. Bereken de arbeid die dan verricht is door de wrijvingskracht.
c. Bereken de arbeid die dan verricht is door de normaalkracht.
d. Bereken met behulp van het voorgaande zijn snelheid als hij 50,0 m heeft afgelegd.
e. Welke energieomzetting heeft er plaats gevonden tijdens het dalen?
f. 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.
a. Welke energieomzetting vindt er plaats bij deze constante snelheid?
b. Bereken het vermogen van de auto bij deze snelheid.
c. Bij 90 km/h is het vermogen van de auto 15 kW. 1 liter benzine bevat 33.10^6 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.
a. Bereken de snelheid van de bal waarmee hij de grond verliet.
b. Beredeneer hoeveel arbeid de spierkracht heeft verricht.

Eenmaal beneden rolt de bal 25 m in horizontale richting over de rond en komt tot stilstand. De wrijvingskracht wordt steeds minder. Zie de grafiek
c. 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 vermogen opwekken van $7{,}0 \cdot 10^5$ kW. 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.

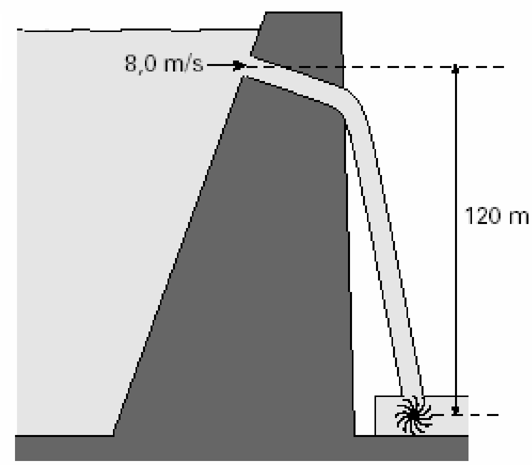
a. Bereken hoeveel generatoren in het jaar 2000 gemiddeld in bedrijf waren.

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 690.10^3 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 het rendement waarmee de generator de kinetische energie en zwaarte-energie van het water omzet in elektrische energie.



figuur 1

Als het stuwmeer te vol raakt worden er schuiven geopend. Een elektromotor trekt dan een schuif(deur) van 90.10^3 kg 10,0 m omhoog met een constante snelheid van 0,010 m/s. De wrijvingskracht is $1{,}0.10^4$ N.

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

e. Bereken het minimale vermogen van de elektromotor.

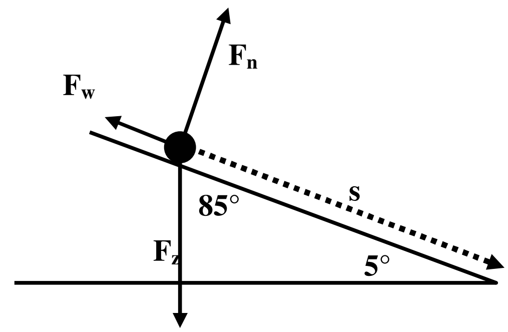
--- ***Einde*** ---

Uitwerkingen oefenproefwerk

1a. *Let op! In de formule W = F.s.cosα is α de hoek tussen F en s. Teken dus eerst F en s!*

$W = F_z.s.\cos\alpha = 98.50,0.\cos85 = 427$ J $= 4,3.10^3$ J

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



b. $W = F_w.s.\cos\alpha = 5,0.50,0.\cos180 = -250$ J $= -2,5\ 10^2$ J

c. $W = F_n.s.\cos\alpha = 0$ J want $\alpha = 90°$.

d. De totale arbeid is gelijk aan 427 - 250 = 177 J.
Dat is omgezet in kinetische energie. E_k is dus met 177 J toegenomen. $E_{k,begin}$ = ½.10.2,0^2 = 20 J dus
$E_{k,eind}$ = 177 + 20 = 197 J.
½.10.v^2_{eind} = 197 ==> v = 6,3 m/s.

N.B.:In BINAS staat dat $\Sigma W = ½.m.v^2_2 - ½.m.v^2_1$ Dat betekent: de totale arbeid = $E_{k,eind} - E_{k,begin}$

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 m, verticaal *omhoog*. De hoek is dus 180°.
$W_z = F_z.s.\cos\alpha$ wordt dus $W_z = F_z.h.\cos\alpha = 98*2,0*\cos180° = -196 \approx -2,0.10^2$ 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 m/s) dus $F_{motor} = F_w = 160$ N.
$P = F_{motor}.v = 160*8,33 = 1,3$ kW

c. In 1 liter benzine zit 33.10^6 J chemische energie. Hier gebruikt de auto 25% van om te rijden dus 25% van $33.10^6 = 25/100 . 33.10^6 = 8,25.10^6$ J energie.
Het vermogen is 15.10^3 J/s dus de auto zet elke seconde 15.10^3 J om. Met $8,25.10^3$ J kan hij dus $8,25.10^6/15.10^3 = 550$ s rijden.
(*Je kunt de tijd ook zo berekenen*: $P = \Delta E/t \Rightarrow 15.10^3 = 8,25.10^6/t \Rightarrow t = 8,25.10^6/15.10^3 = 550$ s)
De afstand die hij rijdt is v*t = 25*550 = 13750 = $1,4.10^4$ m (= 14 km).

3a. $E_{boven} = E_{onder}$ ofwel $(E_z + E_k)_{boven} = (E_z + E_k + E_{warmte})_{onder}$
In dit geval is $E_{z,onder} = 0$ want h = 0 en $E_{warmte,\ onder} = 0$ want er is geen wrijving.
$(m.g.h + 1/2.m.v^2)_{boven} = 0 + 1/2.m.v^2_{onder}$
$0,50*9,8*6,0 + 1/2*0,50*4,0^2 = 0,50*9,8*0 + 1/2*0,50.v^2_{onder}$
$29,4 + 4,0 = 0 + 0,25.v^2_{onder}$ waaruit volgt dat $v_{onder} = 11,6 \approx 12$ m/s
$33,4 = 0,25\ v^2_{onder}$ waaruit volgt dat $v_{onder} = 11,6 \approx 12$ m/s

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

c. $W = F_w.s.\cos\alpha$. Omdat F_w niet constant is bereken je de oppervlakte.
$F_w.s$ = opp = 1/2 . 25 . 2,7 = 33,75 = 34 J
De hoek tussen F_w en s is (altijd) 180° dus W = 34 . cos180 = -34 J
(Dat klopt met vraag a want bij het neerkomen was Ek = 33,4 J en Ek wordt 0 J dus is er -33,4 J arbeid verricht

4. De waterkrachtcentrale van Itaipu.

a. Geg.: $E = 3,3 \cdot 10^{17}$ J elektrische energie. $P = 7,0.10^5$ kW $= 7,0.10^8$ W en
t = 1 jaar = 365*24*3600 = $3,15.10^7$ s.
Gevr. Hoeveel generatoren er in bedrijf zijn.
Opl. Eén generator levert in een jaar: $E = P.t = 7,0.10^8 . 3,15.10^7 = 2,2.10^{16}$ J
De energie is dus geleverd door $3,3 \cdot 10^{17}$ J/$2,2.10^{16}$ J = 15,2 = <u>15 generatoren</u>.

b. Volgens de wet van behoud van energie geldt:
$(E_k + \cancel{E_z} + \cancel{Q})_{onder} = (E_z + E_k)_{boven}$ en Onder is $E_z = 0$ want $h_{onder} = 0$ en $Q_{onder} = 0$ want er is geen wrijving.
$(E_k)_{onder} = (E_z + E_k)_{boven} = mgh_{boven} + 1/2mv^2_{boven}$
$= 690.10^3 \cdot 9{,}81 \cdot 120 + ½ \cdot 690.10^3 \cdot 8{,}0^2 =$
$= 8{,}12.10^8 + 2{,}21.10^7 = 8{,}34.10^8 = \underline{8{,}3.10^8\ J}$

c. Geg.: W_{uit} of $E_{nuttig} = 2{,}2.10^{16}$ J in 1 jaar (zie 1a)
$E_{in} = 8{,}34.10^8$ J in 1 seconde (zie 1b)
Gevr.: rendement
Opl.: In 1 jaar (= $3{,}15.10^7$ s) is $E_{in} = 8{,}34.10^8\ J \cdot 3{,}15.10^7\ s = 2{,}63.10^{16}$ J
rendement = $W_{uit}/E_{in} \cdot 100\% = 2{,}2\cdot10^{16}\ J/2{,}63.10^{16}\ J \cdot 100\% = \underline{84\ \%}$

d. Geg.: $m = 90.10^3$ kg, s = 10,0 m, v is constant
Gevr.: W
Opl.: Omdat v = constant is $F_{motor} = F_z + F_w$ en $F_z = m.g = 90.10^3 \cdot 9{,}81 = 8{,}83.10^5$ N
$F_{motor} = 8{,}83.10^5 + 1{,}0.10^4 = 8{,}93.10^5$
$W = F.s.\cos\alpha = 8{,}93.10^5 \cdot 10{,}0 \cdot \cos 0° = \underline{8{,}93.10^6\ J}$

e. Geg.: $F_{motor} = 8{,}93.10^5$ N en v = 0,010 m/s
Gevr.: P
Opl.: $P = F.v = 8{,}93.10^5 \cdot 0{,}010 = \underline{8{,}93.10^3\ W}$

N.B.: Het kan ook met P = W/t. Je moet dan eerst t berekenen: s = v.t dus t = s/v = 10/0,010 = 1000 s.
$P = W/t = 8{,}93.10^6\ J/1000s = \underline{8{,}93.10^3\ W}$

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