



- 13 Mark rijdt in een auto 80 km h^{-1} . Bij een bocht in de weg verliest hij de macht over het stuur. De auto rijdt door en komt tegen een boom tot stilstand. Voor voorwerpen die afremmen tot stilstand geldt:

$$F_{\text{rem}} = \frac{E_{\text{k,begin}}}{s_{\text{rem}}}$$

- F_{rem} is de remkracht in N.
- $E_{\text{k,begin}}$ is de kinetische energie in J.
- s_{rem} is de remafstand in m.

- a Leid deze formule af.

Als Mark geen veiligheidsgordel draagt, komt hij tegen de voorruit tot stilstand. Mark heeft een massa van 70 kg. De voorruit geeft 4,0 cm mee als hij ertegenaan komt.

- b Bereken de kracht die onder deze omstandigheden op hem werkt.

Met een veiligheidsgordel is de remafstand voor Mark tien keer zo groot.

- c Leg uit wat er dan met de kracht op hem gebeurt.

Een autogordel mag niet te los, maar ook niet te strak zijn afgesteld.

- d Leg dat uit.

Opgave 13

- a De formule leid je af met de wet van arbeid en kinetische energie.

$$\begin{aligned}\sum W &= \Delta E_k \\ W_{\text{rem}} &= -F_{\text{rem}} \cdot s_{\text{rem}} \\ \Delta E_k &= E_{\text{k,eind}} - E_{\text{k,begin}}\end{aligned}$$

De eindsnelheid is 0 m s^{-1} . Dus $E_{\text{k,eind}} = 0$.

$$-F_{\text{rem}} \cdot s_{\text{rem}} = -E_{\text{k,begin}}$$

$$\text{Hieruit volgt: } F_{\text{rem}} = \frac{E_{\text{k,begin}}}{s_{\text{rem}}}$$

- b De kracht bereken je met de gegeven formule.
De kinetische energie bereken je met de formule voor de kinetische energie.

$$E_{\text{k,begin}} = \frac{1}{2} m \cdot v_{\text{begin}}^2$$

$$m = 70 \text{ kg}$$

$$v_{\text{begin}} = 80 \text{ km h}^{-1} = \frac{80}{3,6} = 22,22 \text{ m s}^{-1}$$

$$E_{\text{k,begin}} = \frac{1}{2} \times 70 \times 22,22^2 = 1,728 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$F_{\text{rem}} = \frac{E_{\text{k,begin}}}{s_{\text{rem}}}$$

$$s = 4,0 \text{ cm} = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{Invullen levert: } F_{\text{rem}} = \frac{1,728 \cdot 10^4}{4,0 \cdot 10^{-2}}$$

$$F_{\text{rem}} = 4,320 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$\text{Afgerond: } F_{\text{rem}} = 4,3 \cdot 10^5 \text{ N.}$$

- c De remkracht beredeneer je met de gegeven formule.

$$F_{\text{rem}} = \frac{E_{\text{k,begin}}}{s_{\text{rem}}}$$

Als de beginsnelheid constant blijft, dan blijft de kinetische energie ook hetzelfde.

Als de remafstand dan tien keer zo groot wordt, wordt de remkracht tien keer zo klein.

- d Als de gordel te strak zit, geeft hij niet mee. Omdat de verplaatsing s_{rem} dan klein is, zal de kracht op Mark nog steeds erg groot zijn.
Zit de gordel te los, dan kom je alsnog tegen de voorruit tot stilstand.