

Het rendement van warmtemotoren

In een warmtemotor, bijvoorbeeld de motor van een auto, wordt de totale hoeveelheid energie die in brandstof aanwezig is nooit helemaal omgezet in bewegingsenergie. Het **rendement** van een warmtemotor is het percentage van de totale hoeveelheid energie dat wel wordt omgezet in bewegingsenergie.

Door technische vooruitgang neemt het rendement van warmtemotoren toe. Men gaat ervan uit dat deze ontwikkeling zich de komende jaren blijft voortzetten.

Om deze groei van het rendement in de tijd te onderzoeken, gebruikten de Amerikaan Ausubel en de Italiaan Marchetti de formule

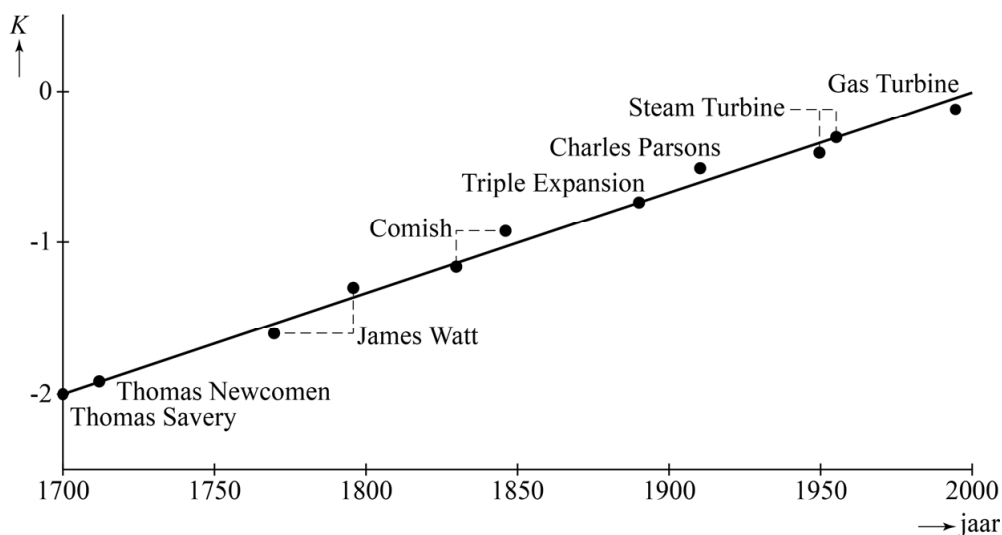
$$K = \log\left(\frac{R}{100 - R}\right) \quad (1)$$

Hierin is R het rendement in procenten.

- 3p 6 Leg met behulp van formule (1) uit dat een toename van R zorgt voor een toename van K .

In de figuur hieronder, afkomstig uit een artikel van Ausubel en Marchetti, is voor verschillende warmtemotoren (vaak aangeduid met de naam van de uitvinder) K uitgezet tegen het jaartal waarin deze uitgevonden zijn. Deze figuur staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur



In de figuur is te zien dat de warmtemotor die Charles Parsons aan het begin van de twintigste eeuw ontwikkelde een – voor die tijd – zeer hoog rendement had.

- 4p 7 Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage het rendement van deze warmtemotor in procenten. Geef je eindantwoord als geheel getal.

In de figuur is een lijn weergegeven die de ontwikkeling van het rendement van warmtemotoren benadert. Bij deze lijn hoort de formule

$$K = 0,00667t - 2 \quad (2)$$

Hierin is t het aantal jaren na 1700.

Men gaat ervan uit dat in de toekomst een rendement van 70% haalbaar is.

- 4p 8 Bereken in welk jaar dit rendement voor het eerst behaald zal worden.

Met behulp van formules (1) en (2) kan R uitgedrukt worden in t .

- 5p 9 Druk R uit in t .