

**Opgave: Hybrideauto**

a)

$$\eta = \frac{P_{\text{nuttig}}}{P_{\text{totaal}}} = \frac{W}{P_{\text{totaal}}}$$

$$* P_{\text{totaal}}: E_{\text{totaal}} = P_{\text{totaal}} \cdot t$$

$$* E_{\text{totaal}}: 1 \text{ L benzine} \hat{=} 33 \cdot 10^6 \text{ J} \quad (\text{zie BiNaS, stookwaarde})$$

$$\Rightarrow 9,8 \text{ L benzine} \hat{=} 9,8 \cdot 33 \cdot 10^6 = 3,234 \cdot 10^8 \text{ J}$$

$$\Rightarrow E_{\text{totaal}} = 3,234 \cdot 10^8 \text{ J}$$

$$* t = 4,0 \text{ uur} = 1,44 \cdot 10^4 \text{ s}$$

$$\Rightarrow P_{\text{totaal}} = 2,246 \cdot 10^4 \text{ W}$$

$$* \eta = 0,40 = 40\%$$

$$\Rightarrow W = 8,9833 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$\Rightarrow W = 9,0 \cdot 10^3 \text{ J}$$

b) 43 L benzine  $\hat{=} 97,6 \text{ kg CO}_2$ 

$$\Rightarrow 4,1 \text{ L benzine} \hat{=} \frac{4,1}{43} \cdot 97,6 = 9,306 \text{ kg CO}_2$$

$$100 \text{ km} \hat{=} 4,1 \text{ L benzine}$$

$$\Rightarrow 100 \text{ km} \hat{=} 9,306 \text{ kg CO}_2$$

$$\Rightarrow 1 \text{ km} \hat{=} 0,09306 \text{ kg CO}_2$$

$$\Rightarrow 1 \text{ km} \hat{=} 93,06 \text{ g CO}_2$$

De richtlijn is 95 g per gereden km.

Het percentage dat deze auto bij deze testrit onder de richtlijn blijft is gelijk aan:

$$\frac{95 - 93,06}{95} = 0,0204 = 2,0\%$$

Deze richtlijn geldt voor het Europese gemiddelde. Voor elke auto die verkocht wordt met een uitstoot die groter is dan de limiet, moet er ook een auto worden verkocht die dit teveel aan CO<sub>2</sub> compenseert. Dus elke zware luxe auto met veel uitstoot moet worden gecompenseerd door een emissievrije elektrische auto. Deze regelgeving is bedacht om autofabrikanten te stimuleren meer elektrische auto's op de markt te brengen. De huidige regelgeving zit rond de 4,1 L per 100 km. In 2030 gaat dit gemiddelde naar 3,0 L per 100 km. Dat is met alleen een benzinemotor niet te doen.

c) 1)  $F_r = 0 \text{ N}$ 

$$2) F_r = F_{\text{motor}} - F_w$$

$$\Rightarrow F_w = F_{\text{motor}}$$

$$* F_{\text{motor}}: P_{\text{motor}} = F_{\text{motor}} \cdot v$$

$$* P_{\text{motor}} = 30 \text{ kW} = 30 \cdot 10^3 \text{ W}$$

$$* v = 100 \text{ km/h} = 27,778 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow F_{\text{motor}} = 1080 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_w = 1,1 \cdot 10^3 \text{ N}$$

d) Om een gemiddelde versnelling te berekenen kun je aannemen dat de auto eenparig rechtlijnig versneld. Er geldt dan:

$$1) s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$2) v = a \cdot t$$

$$3) a = \text{constant}$$

$$\Rightarrow 1) s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot 11^2$$

$$2) \frac{100}{3,6} = a \cdot 11$$

$$3) a = \text{constant}$$

$$\Rightarrow 1) s = \frac{1}{2} \cdot 2,525 \cdot 11^2$$

$$\Rightarrow s = 152,78 \text{ m}$$

$$2) 27,778 = a \cdot 11$$

$$\Rightarrow a = 2,525 \text{ m/s}^2$$

$$3) a = \text{constant}$$

De auto heeft dus een afstand van  $1,5 \cdot 10^2$  m nodig.

**Extra opgave: Nimitz-klasse vliegdekschip**

- a) \* door straalmotoren geleverde energie:  $W = F \cdot s = 196 \cdot 10^3 \cdot 94 = 1,8424 \cdot 10^7 \text{ J}$   
 \* De kinetische energie van het vliegtuig is wat aan nuttige arbeid door het systeem moet worden geleverd.

$$\text{benodigde energie: } E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 30 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{259}{3,6}\right)^2 = 7,764 \cdot 10^7 \text{ J}$$

$$\Rightarrow \text{percentage} = 24\%$$

Laat je niet verwarren door de gebruikte terminologie.

- b) De resterende nuttige arbeid zou  $7,76 \cdot 10^7 - 1,8 \cdot 10^7 = 5,9 \cdot 10^7 \text{ J}$  moeten zijn.

Er is een grafiek gegeven. Dus even kijken:

1. punt aflezen levert een kracht
2. steilheid van een raaklijn bepalen levert niets ( $N / m = N/m$ )  
Lijkt een veerconstante, maar dat geldt alleen voor een rechtevenredig verband.
3. oppervlakte onder de grafiek levert een arbeid ( $N \cdot m = Nm = J$ )

$W \hat{=}$  oppervlakte onder de grafiek

$$* \text{Aantal hokjes} = 58,5$$

$$* \text{Arbeid per hokje is } 125 \cdot 10^3 \cdot 10 = 1,25 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$\Rightarrow W = 58,5 \cdot 1,25 \cdot 10^6 = 7,3 \cdot 10^7 \text{ J}$$

Dit is ongeveer 24% meer dan nodig. Het gegeven diagram behoort dus waarschijnlijk niet bij deze lancering.

- c) Er geldt:

$$\eta = \frac{E_{\text{katapult}}}{E_{\text{totaal}}}$$

$$* E_{\text{katapult}} = 7,764 \cdot 10^7 - 1,8424 \cdot 10^7 = 5,9216 \cdot 10^7 \text{ J}$$

$$* E_{\text{totaal}} = E_{\text{ch}} = r_v \cdot V$$

$$* r_v = 37 \cdot 10^6 \text{ J/L}$$

$$* V = 6,0 \text{ gallon} = 6,0 \cdot 3,785 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 2,271 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 = 22,71 \text{ L}$$

$$\Rightarrow E_{\text{totaal}} = 8,403 \cdot 10^8 \text{ J}$$

$$\Rightarrow \eta = 7,0 \cdot 10^{-2} = 7,0\%$$

d) Veronderstel een eenparig versnelde rechtlijnige beweging.  
Er geldt dan:

$$1) s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$2) v = a \cdot t$$

$$3) a = \text{constant}$$

$$\Rightarrow 1) 94 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$2) \frac{259}{3,6} = a \cdot t$$

$$3) a = \text{constant}$$

$$\Rightarrow 1) 94 = \frac{1}{2} \cdot (a \cdot t) \cdot t$$

$$2) 71,9 = a \cdot t$$

$$3) a = \text{constant}$$

$$\Rightarrow 1) 94 = \frac{1}{2} \cdot 71,9 \cdot t$$

$$\Rightarrow t = 2,61 \text{ s}$$

De lancering zou dus 2,6 s duren.

e) Er geldt:

$$1) F_r = m \cdot a = 30 \cdot 10^3 \cdot a$$

\* a: de berekeningen van vraag d gelden nu, want onder alle krachten zijn constant dus ook a.

$$1) s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$2) v = a \cdot t$$

$$3) a = \text{constant}$$

$$\Rightarrow 1) 94 = \frac{1}{2} \cdot 71,9 \cdot t$$

$$2) 71,9 = a \cdot 2,61$$

$$\Rightarrow a = 27,5 \text{ m/s}^2$$

$$\Rightarrow F_r = 8,26 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$2) F_r = F_{\text{aandrijving}} + F_{\text{katapult}}$$

$$* F_r = 8,26 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$* F_{\text{aandrijving}} = 196 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_{\text{katapult}} = 6,3 \cdot 10^5 \text{ N}$$

De kracht van de katapult was dus  $6,2 \cdot 10^3 \text{ kN}$ .