

SE 2.1 Kracht en energie

Natuurkunde havo

Rijst

1 maximumscore 3

antwoord: $m = 9,1 \text{ kg}$

voorbeeld van een bepaling:

Als de draagstok in evenwicht is, geldt de hefboomwet $F_1 r_1 = F_2 r_2$.

Hierin is $F_1 = mg = 15 \cdot 9,8 = 147 \text{ N}$.

De arm van de zwaartekracht op het kleine kindje is $1,4 \text{ cm}$.

De arm van de zwaartekracht op de rijstplanten is $2,3 \text{ cm}$.

Invullen geeft $147 \cdot 1,4 = F_z \cdot 2,3 \rightarrow F_z = \frac{147 \cdot 1,4}{2,3} = 89,5 \text{ N}$.

$$m = \frac{F_z}{g} = \frac{89,5}{9,8} = 9,1 \text{ kg}$$

- gebruik van $F_1 r_1 = F_2 r_2$
- bepalen van beide armen met een marge van $0,2 \text{ cm}$
- completeren van de bepaling

2 maximumscore 2

Als de vrouw een kracht uitoefent op de draagstok komt er een moment bij aan de linkerkant van het draaipunt. Het moment links wordt dus groter. Dit betekent dat het moment rechts ook groter is, zodat de massa van de mand met rijstplanten groter is dan in de vorige vraag berekend.

- inzicht dat het moment links groter wordt
- conclusie

3 maximumscore 4

uitkomst: 1,8(%)

voorbeeld van een berekening:

In 1 uur moet de vrouw een energie leveren van $E_z = 8,5 \cdot 9,81 \cdot 0,40 \cdot 15 \cdot 60 = 3,0 \cdot 10^4$ J. Het rendement van het lichaam is 20%, de dagelijkse energiebehoefte is $8,4 \cdot 10^3$ kJ.

Om de stok gedurende een uur te tillen is $\frac{3,0 \cdot 10^4}{0,20 \cdot 8,4 \cdot 10^6} = 0,0179 = 1,8\%$ van de dagelijkse energiebehoefte nodig.

- gebruik van $E_z = mgh$
- inzicht dat $E_{\text{totaal}} = E_z \cdot 15 \cdot 60$
- juist gebruik van rendement
- completeren van de berekening

Road-train

4 maximumscore 4

uitkomst: $P = 7,9 \cdot 10^4$ W

voorbeeld van een berekening:

De hoogte van het wegdek stijgt over traject ab van 13,0 m naar 15,0 m.

De motor levert dan $W = mg\Delta h = 160 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot (15,0 - 13,0) = 3,14 \cdot 10^6$ J extra arbeid.

De road-train legt hierbij 1000 m af met een snelheid van $\frac{90}{3,6} = 25$ m s⁻¹.

Dit duurt $t = \frac{s}{v} = \frac{1000}{25} = 40$ s. Het vermogen dat de motor extra levert is $P = \frac{W}{t} = \frac{3,14 \cdot 10^6}{40} = 7,9 \cdot 10^4$ W.

- inzicht dat geldt: $W = mg\Delta h$
- bepalen van $\Delta h = 2,0$ m
- gebruik van $s = vt$ en $P = \frac{W}{t}$
- completeren van de berekening

5 maximumscore 2

bewering	juist	onjuist
Op traject ab is de zwaartekracht op de road-train het grootst.		X
De normaalkracht op de road-train is het grootst op traject bc.		X
De tijd die nodig is om traject cd af te leggen is het langst.		X

indien drie antwoorden juist 2

indien twee antwoorden juist 1

indien één of geen antwoord juist 0

6 maximumscore 4

voorbeelden van een antwoord:

methode 1

Er geldt: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{7,09}{28,2} = 0,251 \text{ m s}^{-2}$.

$$F = ma = 160 \cdot 10^3 \cdot 0,251 = 40,2 \cdot 10^3 (\text{ N}) = 40,2(\text{kN}).$$

en:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 160 \cdot 10^3 \cdot 7,09^2 = 4,02 \cdot 10^6 (\text{ J}) = 4,02(\text{MJ}).$$

Dus:

bewering	juist	onjuist
De motor van de road-train van 160 ton levert over deze 100 m meer kracht dan de motor van de vrachtwagen van 40 ton.	X	
De road-train van 160 ton heeft na 100 m meer kinetische energie dan de vrachtwagen van 40 ton.	X	

- gebruik van $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ en $F = ma$
 - completeren en consequente conclusie bij bewering 1
 - gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$
 - completeren en consequente conclusie bij bewering 2
- of

methode 2

Er geldt:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 160 \cdot 10^3 \cdot 7,09^2 = 4,02 \cdot 10^6 (\text{ J}) = 4,02(\text{MJ}).$$

en:

$$F = \frac{W}{s} = \frac{E_{\text{kin}}}{s} = \frac{4,02 \cdot 10^6}{100} = 40,2 \cdot 10^3 (\text{ N}) = 40,2(\text{kN})$$

Dus:

\$	
----	--

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$
- completeren en consequente conclusie bij bewering 2
- inzicht dat geldt $E_k = Fs$
- completeren en consequente conclusie bij bewering 1

Opmerkingen

- Wanneer de massa verkeerd is omgerekend: maximaal 3 scorepunten toekennen.
- Er hoeft hier geen rekening gehouden te worden met significantie.
- Wanneer de massa op dezelfde manier fout is omgerekend als in vraag 2 van de opgave: niet opnieuw aanrekenen.

7 maximumscore 3

uitkomst: $\Delta s_{\text{rem}} = 10 \text{ m}$ met een marge van 1,0 m

voorbeeld van een bepaling:

De remweg van een voertuig kan worden bepaald met de oppervlakte onder het (v, t) -diagram. Voor de vrachtwagen van 40 ton is dit $\frac{1}{2} \cdot 6,0 \cdot 16,7 = 50 \text{ m}$. Voor de road-train van 160 ton is dit $\frac{1}{2} \cdot 7,2 \cdot 16,7 = 60 \text{ m}$. Het verschil in remweg is dan $60 - 50 = 10 \text{ m}$

- inzicht dat de remweg de oppervlakte onder het (v, t) -diagram is
- inzicht $\Delta s_{\text{rem}} = s_{160t} - s_{40t}$
- completeren van de bepaling

Opmerking

Wanneer gerekend is met v_{max} in plaats van met v_{gem} vervalt de eerste deelscore, maar is de deelscore voor completeren nog wel te behalen.

Mürrenbaan

8 maximumscore 3

uitkomst: $v_{\text{gem}} = 3,05 \text{ m s}^{-1}$

voorbeeld van een bepaling:

$$v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(1500 - 860)}{210} = 3,05 \text{ m s}^{-1}$$

- gebruik van $v_{\text{gem}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ met $\Delta x = \Delta h$
- bepalen van Δh (met een marge van 10 m)
- completeren van de bepaling

Opmerking

Als de uitkomst afgerond is als $3,1 \text{ m s}^{-1}$ in plaats van $3,0 \text{ m s}^{-1}$: goed rekenen.

9 maximumscore 3

uitkomst: $W = 1,08 \cdot 10^8 \text{ J}$

voorbeeld van een bepaling:

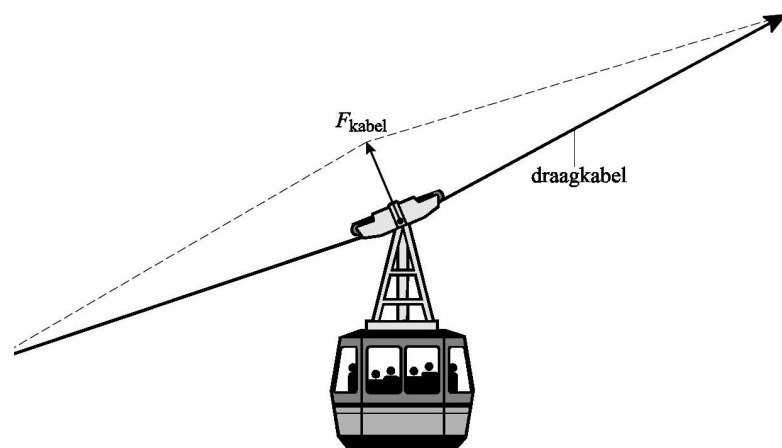
$$W = F_z s = mg \Delta h = 23,6 \cdot 10^3 \cdot 9,81 \cdot (1420 - 955) = 1,08 \cdot 10^8 \text{ J}$$

- gebruik van $W = F s$ met $s = \Delta h$ (met een marge van 10 m)
- omrekenen van ton naar kg
- completeren van de bepaling

10 maximumscore 4

uitkomst: $F_s = 7,5 \cdot 10^5 \text{ N}$

voorbeeld van een bepaling:



De vector van de spankracht in de kabel is 7,5 cm lang. Dit komt overeen met een kracht van $7,5 \cdot 10^5 \text{ N}$.

- inzicht dat $\vec{F}_{\text{kabel}}$ ontbonden moet worden langs de draagkabel
- juiste constructie van $\vec{F}_s$ langs de draagkabel
- opmeten van de lengte van $\vec{F}_s$ (met een marge van 1,0 cm)
- completeren van de bepaling

Opmerking

De afmetingen in de figuur in de uitwerkbijlage kunnen per druk verschillen.

Fontein van Genève

11 maximumscore 3

uitkomst: $\eta = 69,4\%$ (of 0,694)

voorbeeld van een berekening:

De kinetische energie van het water dat uit de spuitmond komt is

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 450 \cdot (55,56)^2 = 6,94 \cdot 10^5 \text{ J.}$$

Het rendement van de pompen is dan:

$$\eta = \frac{E_{\text{kin}}}{E_{\text{pompen}}} = \frac{6,94 \cdot 10^5}{1000 \cdot 10^3} = 0,694. \text{ Dit komt overeen met } 69,4\%.$$

- gebruik van $E_k = \frac{1}{2}mv^2$
- inzicht dat $\eta = \frac{E_{\text{kin}}}{E_{\text{pompen}}}$
- completeren van de berekening

Opmerking

Als een kandidaat heeft gerekend met E_z in plaats van E_{kin} hiervoor maximaal 1 scorepunt toekennen.

12 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

methode 1

Er geldt: $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ (mits er geen rekening gehouden wordt met wrijving)

$$\text{zodat } h = \frac{\frac{1}{2}v^2}{g} = \frac{\frac{1}{2}(55,56)^2}{9,81} = 157 \text{ m.}$$

Het is dus mogelijk dat het water een hoogte van 140 m haalt.

- gebruik van $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$
 - berekenen van de hoogte h
 - consequente conclusie
- of

methode 2

Er geldt: $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ (mits er geen rekening gehouden wordt met wrijving)

$$\text{zodat } v^2 = 2gh = 2 \cdot 9,81 \cdot 140 = 2,747 \cdot 10^3. \text{ Hieruit volgt dat } v = 52,5 \text{ ms}^{-1} = 189 \text{ km h}^{-1}.$$

Dit is minder dan 200 km h^{-1} , dus het water kan een hoogte van 200 m halen.

- gebruik van $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$
- berekenen van de snelheid
- consequente conclusie

Opmerkingen:

Bij het berekenen van de hoogte of de snelheid hoeft niet op de significantie gelet te worden.

Als een kandidaat heeft doorgerekend met een foutieve E_{kin} van de vorige vraag hiervoor geen scorepunten in mindering brengen.

13 maximumscore 3

uitkomst: $v = (-)19 \text{ ms}^{-1}$ met een marge van 1 ms^{-1}

voorbeeld van een bepaling:

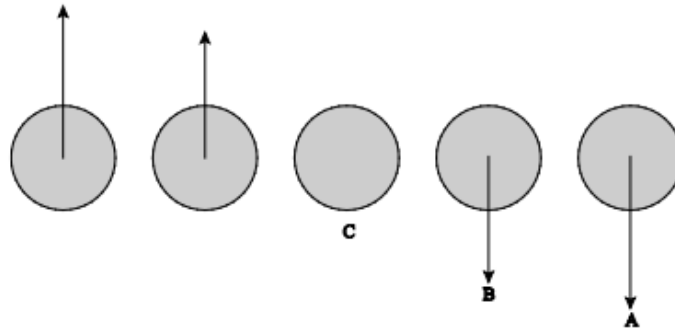
De snelheid van de druppel is te bepalen als de helling (van de raaklijn)

van de (h, t) -grafiek bij $t = 14 \text{ s}$. Deze helling is $\frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{(-)75}{4,0} = (-)18,75 = (-)19 \text{ m s}^{-1}$.

- inzicht dat de gevraagde snelheid de helling (van de raaklijn) van de (h, t) -grafiek is
- gebruik van $v = \left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)_{\text{raaklijn}}$
- completeren van de bepaling

14 maximumscore 1

antwoord:



A, B en C juist: 1 punt

Opmerking

Wanneer één, twee of drie letters verkeerd geplaatst zijn geen scorepunt toekennen.

Stunt in Dubai

15 maximumscore 4

uitkomst: $\eta = 0,8$ of $8 \cdot 10^1\%$

voorbeeld van een antwoord:

$$\text{Er geldt: } \eta = \frac{E_{\text{McD}}}{E_{\text{blok}}} = \frac{\frac{1}{2}m_{\text{McD}}v^2 + m_{\text{McD}}gh_{\text{McD}}}{m_{\text{blok}}gh_{\text{blok}}}$$

Hieruit volgt:

$$\eta = \frac{\frac{1}{2} \cdot 85 \cdot 59^2 + 85 \cdot 9,81 \cdot 34}{2,75 \cdot 10^4 \cdot 9,81 \cdot 0,8} = \frac{1,48 \cdot 10^5 + 2,84 \cdot 10^4}{2,2 \cdot 10^5} = 0,8 \quad (= 8 \cdot 10^1 \%)$$

• inzicht dat geldt $\eta = \frac{E_{\text{McD}}}{E_{\text{blok}}}$ en $E_{\text{McD}} = E_{\text{k}} + E_{\text{z}}$

• gebruik van $E_{\text{k}} = \frac{1}{2}mv^2$

• gebruik van $E_{\text{z}} = mgh$

• completeren van de berekening

Opmerking

Als niet is voldaan aan de eerste deelscore, de laatste deelscore voor completeren ook niet toekennen.

16 maximumscore 2

fase	punt in de grafiek
McDougall komt los van de katapult.	b
McDougall bereikt het hoogste punt.	d
McDougall opent zijn parachute.	e

indien drie antwoorden juist 2

indien twee antwoorden juist 1

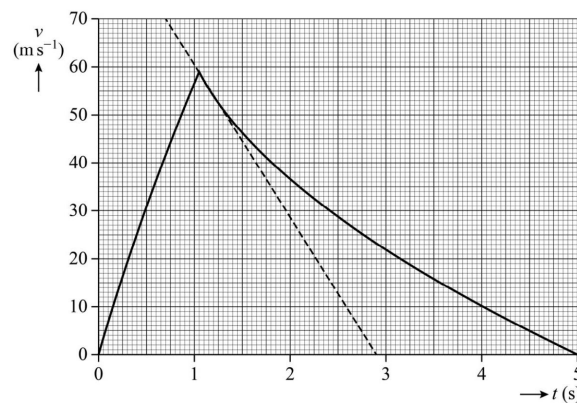
indien één of geen antwoord juist 0

17 maximumscore 4

uitkomst: $a = (-)32 \text{ ms}^{-2}$ ($28 \text{ ms}^{-2} \leq |a| \leq 46 \text{ ms}^{-2}$)

voorbeeld van een antwoord:

De versnelling kan bepaald worden met behulp van de raaklijn aan de grafiek, direct na het loskomen van het platform op $t = 1,05 \text{ s}$:



Hieruit volgt:

$$a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raaklijn}} = (-) \frac{70}{2,90 - 0,70} = (-)32 \text{ m s}^{-2}.$$

- tekenen van de raaklijn direct na $t = 1,05 \text{ s}$ / aangeven van een relevant recht deel van de grafiek
- gebruik van $a = \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{\text{raklijn}}$
- completeren van de bepaling en significantie
- voorbeeld van een antwoord:
- Er werkt (behalve de zwaartekracht ook) luchtweerstand.

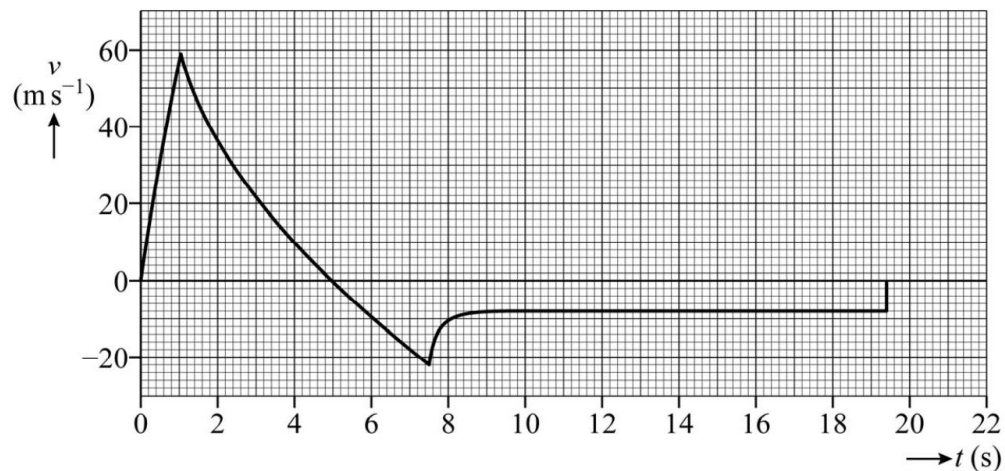
18 maximumscore 5

uitkomst: $s_{5 \rightarrow 10} = 50 \text{ m}$ ($45 \text{ m} \leq s < 55 \text{ m}$)

voorbeeld van een antwoord:

- De afstand kan bepaald worden door het bepalen van het aantal hokjes tussen de grafiek en de t -as. Hieruit volgt dat de afgelegde afstand tussen 5,0 s en 10 s gelijk is aan 50 m.
- McDougall viel met constante snelheid van $(-)8,0 \text{ m s}^{-1}$ over een afstand van $125 - 50 = 75 \text{ m}$. Deze val duurde $t_{\text{resterend}} = \frac{s}{v} = \frac{75}{8,0} = 9,4 \text{ s}$.

Hieruit volgt voor de grafiek:



- inzicht dat de afstand bepaald kan worden uit de oppervlakte tussen de grafiek en de t -as
- completeren van de bepaling van de afstand
- inzicht dat $s_{\text{resterend}} = 125 - s_{5 \rightarrow 10}$
- inzicht dat $s_{\text{resterend}} = vt_{\text{resterend}}$ met $7,5 \text{ m s}^{-1} \leq v < 8,5 \text{ m s}^{-1}$
- completeren van de bepaling van $t_{\text{resterend}}$ en consequent intekenen van een horizontale lijn tot $t_{\text{eind}} = 10 + t_{\text{resterend}}$ (met een marge van 0,5 s)

19 maximumscore 3

fase	De resulterende kracht is:		
McDougall wordt versneld door de katapult.	naar boven gericht		
McDougall is op het hoogste punt.			naar beneden gericht
McDougall daalt met constante snelheid.		gelijk aan $0N$	
McDougall wordt afgeremd door de grond.	naar boven gericht		

indien vier antwoorden juist 3

indien drie antwoorden juist 2

indien twee antwoorden juist 1

indien één of geen antwoord juist 0