

2024-2025

SE 2.1 Kracht en energie havo 5

vrijdag 13 december 2024

2 uur en 30 minuten

Natuurkunde

Opgavenblad

Bij deze toets hoort een uitwerkbijlage.

Deze toets bestaat uit 19 vragen. Voor deze toets zijn maximaal 60 punten te behalen. Voor elk vraagnummer staat hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

De volgende hulpmiddelen zijn toegestaan:

- Binas
- Rekenmachine
- Nederlands Woordenboek

Als bij een vraag een verklaring, uitleg of berekening vereist is, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg of berekening ontbreekt.

Open vragen

Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

Rijst

Op het platteland van sommige Zuid-Aziatische landen worden af en toe nog draagstokken gebruikt voor transport. Zie figuur 1.



Figuur 1

Een vrouw draagt met zo'n draagstok twee manden: in de linker mand zit een klein kindje, in de rechtermand liggen rijstplanten. De massa van de linkermant en het kindje samen is 15 kg.

- 3p **1** Bepaal de massa van de mand met rijstplanten met behulp van figuur 1. Verwaarloos de kracht die de vrouw met haar rechterhand op de draagstok uitoefent.

In werkelijkheid oefent de vrouw een kleine kracht op de draagstok uit, verticaal omlaag.

- 2p **2** Beredeneer of de in de vorige vraag bepaalde massa van de mand met rijstplanten hierdoor groter of kleiner moet zijn.

Voor het stampen van de rijstplanten wordt een stevige houten stok gebruikt die steeds wordt opgetild, daarna wordt losgelaten, en dan omlaag valt. Zie figuur 2.



Figuur 2

Eén van de vrouwen gebruikt bij het stampen van de rijst een houten stok van 8,5 kg die ze 15 keer per minuut 40 cm omhoog tilt. Zie figuur 2. De vrouw is per dag 1,0 uur bezig met het stampen van rijst. Tijdens dit soort werk is het rendement van het menselijk lichaam 20%. De dagelijkse energiebehoefte van een volwassen vrouw is $8,4 \cdot 10^3$ kJ.

- 4p **3** Bereken hoeveel % van de dagelijkse energiebehoefte van een volwassen vrouw gebruikt wordt voor het dagelijks omhoog tillen van de stok.

Road-train

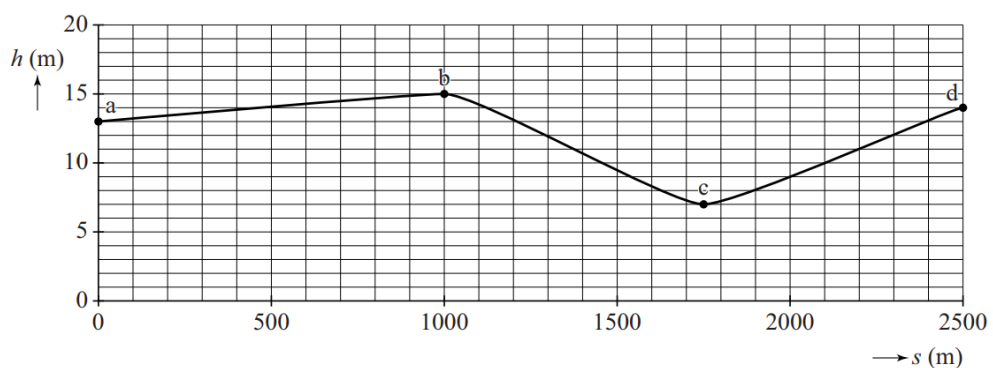
Een 'road-train' is een lange combinatie die bestaat uit een vrachtwagen met meerdere aanhangers, zie figuur 3 .



Figuur 3

Road-trains worden vooral veel gebruikt voor de lange reisafstanden in Australië.

Een deel van de route gaat over een licht glooiende weg. De hele weg wordt met een constante snelheid van 90 km h^{-1} afgelegd. In figuur 4 staat de hoogte van deze weg als functie van de afgelegde afstand uitgezet.



Figuur 4

In deze figuur zijn drie trajecten ab, bc en cd aangegeven. De motor van een road-train met een massa van 160 ton moet op traject ab meer vermogen leveren dan op een horizontale weg.

- 4p **4** Bereken hoeveel extra vermogen de motor van deze road-train op traject ab moet leveren.

Op de uitwerkbijlage staan drie beweringen over deze drie trajecten van de route van de road-train.

- 2p **5** Geef op de uitwerkbijlage van elke bewering aan of die juist of onjuist is.

Road-trains zijn veel zwaarder dan normale vrachtwagens. In het verkeer kan dit een groter risico opleveren.

De Australische regering heeft daarom een onderzoek laten uitvoeren naar verschillen in rijeigenschappen tussen een road-train en een gewone vrachtwagen op een vlakke weg. In een bepaalde test werden na de eerste 100 m van een traject de tijd en de snelheid gemeten. De beginsnelheid was 0 m s^{-1} , de versnelling was constant.

In figuur 5 staat een tabel met de resultaten van dit onderzoek. Twee waarden ontbreken nog in deze tabel.

	massa (ton)	tijd (s)	snelheid (m s^{-1})	kracht (kN)	kinetische energie (MJ)
vrachtwagen	40	19,2	10,4	22	2,2
road-train	160	28,2	7,09		

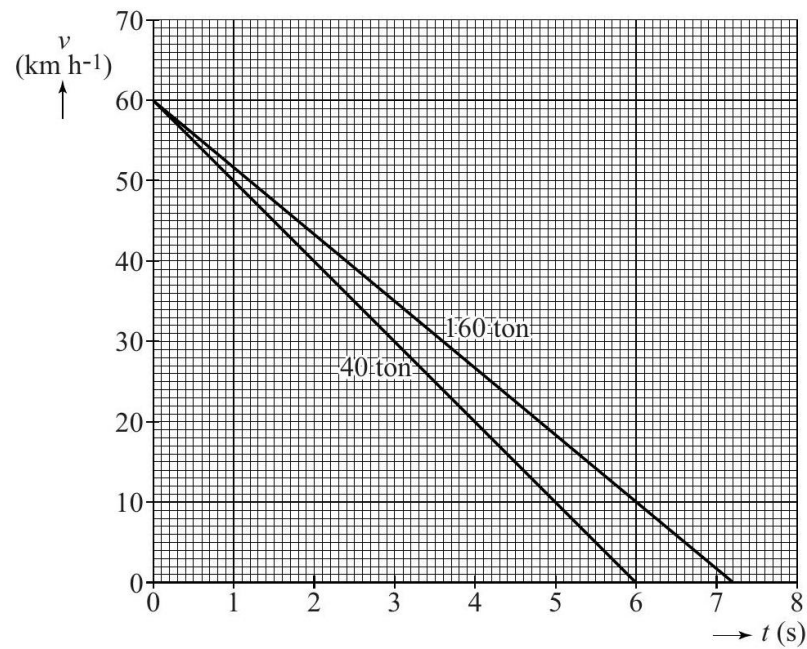
Figuur 5

Een onderzoeker beweerde:

1. 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.
2. De road-train van 160 ton heeft na 100 m meer kinetische energie dan de vrachtwagen van 40 ton.

- 4p **6** Geef aan of deze beweringen juist of onjuist zijn. Bereken hiervoor eerst de ontbrekende waarden voor de kracht en de kinetische energie van de road-train van 160 ton.

In een andere test werd er met de twee voertuigen een noodstop gemaakt vanaf 60 km h^{-1} tot stilstand. In figuur 6 is het (v, t) -diagram hiervan weergegeven.



Figuur 6

- 3p 7 Bepaal met behulp van figuur 6 het verschil in remweg tussen de twee voertuigen.

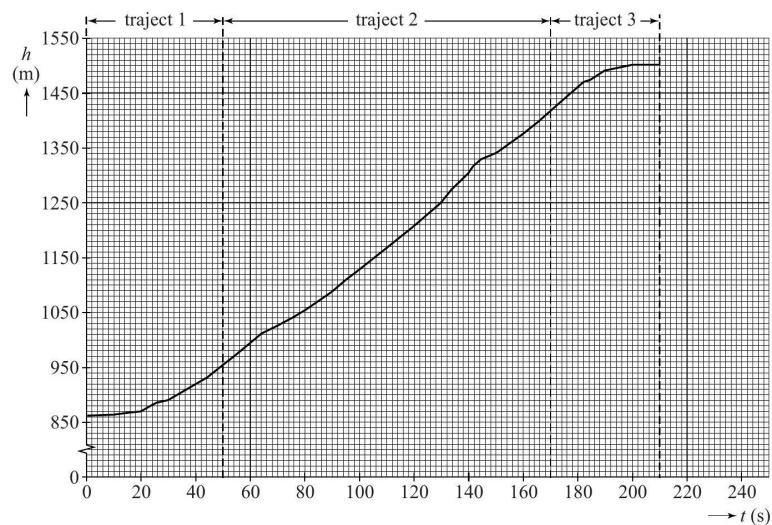
Mürrenbaan

Aan de rand van de Zwitserse Alpen ligt het dorpje Mürren. Dit dorp is niet per auto te bereiken. Reizigers van en naar het dorp moeten gebruikmaken van een kabelbaan, de Mürrenbaan. Zie figuur 7



Figuur 7

Anoek heeft een rit in de Mürrenbaan gemaakt. Zij heeft een gps bij zich waarmee ze tijdens de rit de hoogte van de cabine ten opzichte van de grond heeft gemeten. Het bijbehorende (h, t) -diagram is in figuur 8 weergegeven. In het diagram zijn drie trajecten aangegeven: in traject 1 versnelt de cabine, in traject 2 beweegt de cabine met constante snelheid, in traject 3 remt de cabine weer af.



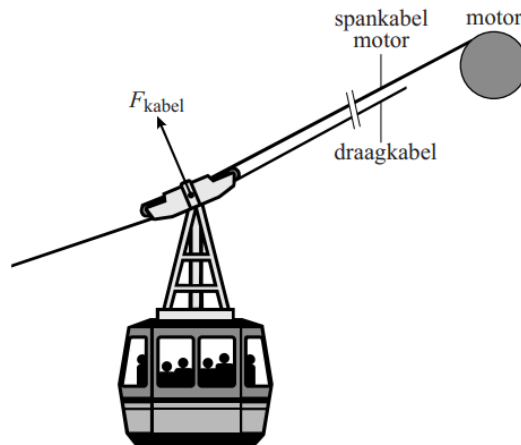
Figuur 8

- 3p **8** Bepaal met behulp van figuur 8 de gemiddelde snelheid in verticale richting over de hele rit.

De cabine met passagiers heeft een massa van 23,6 ton en wordt door een motor schuin omhoog getrokken. In traject 2 is de snelheid in verticale en horizontale richting (ongeveer) constant.

Alle wrijvingskrachten op de cabine worden verwaarloosd.

- 3p **9** Bepaal de arbeid die de motor in traject 2 heeft verricht.



Figuur 9

De cabine hangt aan een draagkabel. Zie figuur 9.

De resultante van de spankrachten in deze draagkabel wordt in figuur 9 aangegeven als F_{kabel} .

Figuur 9 is op de uitwerkbijlage vereenvoudigd weergegeven. In deze figuur komt 1,0 cm overeen met een kracht van $1,0 \cdot 10^5 \text{ N}$.

- 4p **10** Bepaal met behulp van een constructie in de figuur in de uitwerkbijlage de grootte van de spankracht in de draagkabel.

Fontein van Genève

In het Meer van Genève bevindt zich een van de grootste fonteinen ter wereld. Bij de fontein hangt een informatiebordje. De tekst op dit bordje staat, vertaald, weergegeven in figuur 10.



Fontein van Genève

Elke seconde wordt er 450 liter water de lucht in gestuwd tot een hoogte van 140 m.

Het water wordt met twee pompen door een spuitmond gespoten met een snelheid van 200 km/h. De twee elektrische pompen hebben elk een vermogen van 500 kW.

Na zonsondergang wordt de straal verlicht door een aantal lampen met een gezamenlijk vermogen van 13,5 kW.

Fontein in werking:

maandag tot vrijdag: 10.00 - zonsondergang

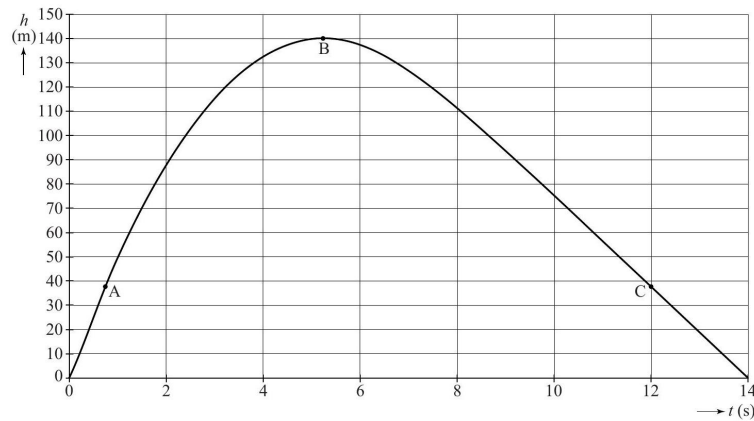
vrijdag tot en met zondag: 10.00 – 22.30 uur.

Figuur 10

De twee elektrische pompen hebben elk een vermogen van 500 kW. Het water wordt met een snelheid van 200 km h^{-1} uit de spuitmond gespoten.

- 3p **11** Bereken het rendement van de elektrische pompen. Neem hierbij voor de dichtheid van water $1,00 \text{ kg L}^{-1}$.
- 3p **12** Toon met een berekening aan of het water de maximale hoogte die op het bordje staat kan halen.

Van de beweging van een waterdruppel in de straal van de fontein is, met een computer, een model gemaakt. In dit model is rekening gehouden met de zwaartekracht en de wrijvingskracht op de druppel. In figuur 11 is het (h, t) -diagram weergegeven dat bij het model hoort.



Figuur 11

Figuur 11 staat ook op de uitwerkbijlage

- 3p **13** Bepaal met behulp van de figuur de snelheid van de druppel als deze druppel het wateroppervlak weer raakt.

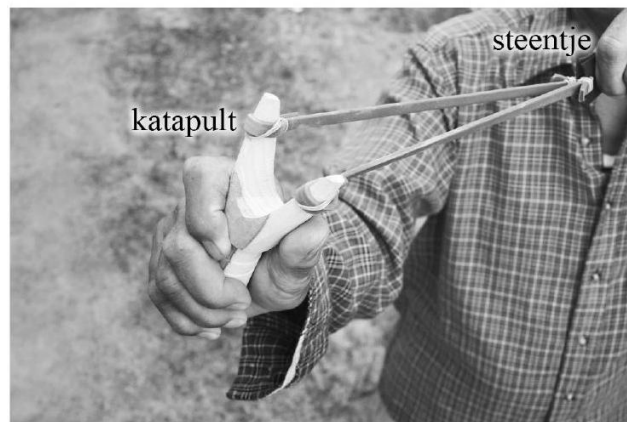
In figuur 11 zijn de punten A, B en C aangegeven. Op de uitwerkbijlage is de druppel vijf keer getekend met een resulterende kracht die op de druppel werkt.

- 1p **14** Zet op de uitwerkbijlage de letters A, B en C onder de juiste druppel.

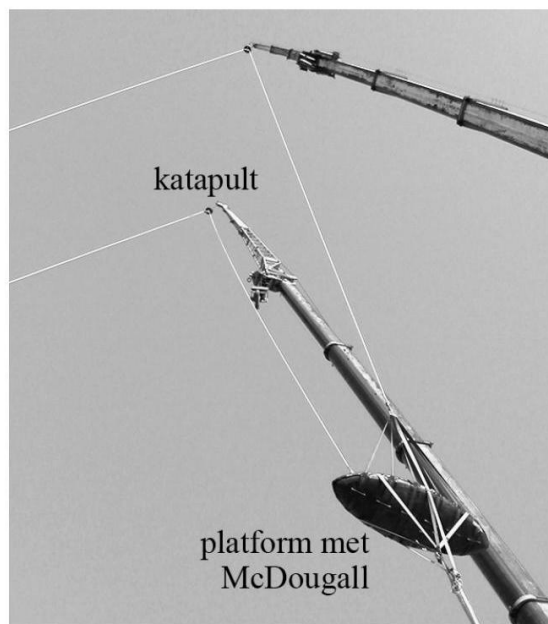
Stunt in Dubai

Met een katapult kun je steentjes wegschieten. Zie figuur 12.

In Dubai heeft stuntman Chris McDougall zichzelf op een vergelijkbare manier vanaf de grond recht omhoog de lucht in geschoten. Hij gebruikte twee hijskranen als een soort reuzenkatapult. McDougall lag op een klein platform dat door de katapult werd versneld. Zie figuur 13 .



Figuur 12



Figuur 13

De katapult oefende een grote kracht uit op het platform met McDougall. Hierdoor kreeg het platform met McDougall een grote versnelling in verticale richting. Op een bepaalde hoogte kwam hij los van het platform. Even na het bereiken van het hoogste punt opende hij een parachute om veilig te kunnen landen.

De energie voor de lancering werd geleverd door een groot blok. Tijdens het lanceren viel het blok ($m_{\text{blok}} = 27,5 \text{ ton}$) van een kleine hoogte op de grond. Zie figuur 14.



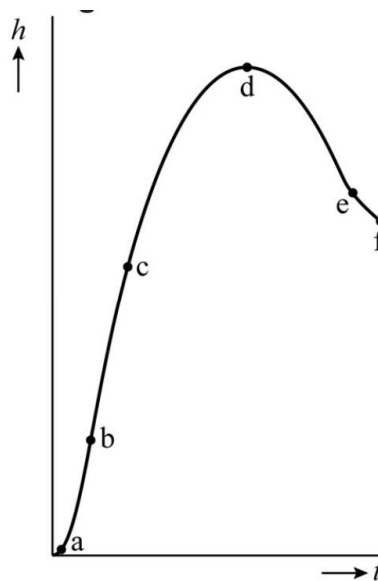
Figuur 14

Het blok viel over een afstand van $0,8\text{ m}$. De energie van het blok werd gebruikt om het platform met McDougall ($m_{\text{totaal}} = 85\text{ kg}$) over een afstand van 34 m vanuit stilstand omhoog te versnellen. Op die hoogte verliet hij de katapult met een snelheid van 59 m s^{-1} .

4p **15** Bereken het rendement van de katapult.

Van de stunt is een videometing gemaakt. In figuur 15 is de hoogte van McDougall tijdens het eerste deel van de stunt in een (h, t) -diagram weergegeven. In dit diagram zijn geen waarden langs de assen weergegeven.

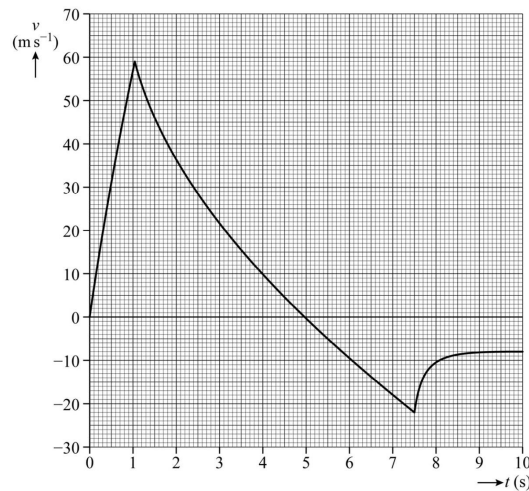
Op de uitwerkbijlage staat een tabel met drie fases van de stunt.



Figuur 15

2p **16** Omcirkel op de uitwerkbijlage in de tabel per fase met welk punt in de grafiek (a, b, c, d, e of f) deze fase overeenkomt.

Er is ook een (v, t) -diagram van de stunt gemaakt. Zie figuur 16



Figuur 16

In het diagram bij de vraag zijn de eerste vijf seconden van de stunt weergegeven.

Nadat McDougall het platform op $t = 1,05$ s had verlaten, nam de snelheid van McDougall af met een vertraging groter dan de grootte van de valversnelling g .

4p **17** Voer de volgende opdrachten uit:

- Bepaal met behulp van het diagram op de uitwerkbijlage de versnelling van McDougall direct na het verlaten van het platform. Laat in het diagram zien hoe je aan je antwoord komt. Geef het antwoord in twee significante cijfers.
- Geef een reden waarom de vertraging van McDougall groter was dan de grootte van g .

Na 5,0 s bereikte McDougall een hoogte van 125 m en begon de val naar beneden. Even later trok McDougall zijn parachute open voor het laatste deel van de val tot de (veilige) landing. Van dit deel van de val ontbreekt in het (v, t) -diagram op de uitwerkbijlage het stuk vanaf $t = 10$ s.

5p **18** Voer de volgende opdrachten uit:

- Bepaal met behulp van het (v, t) -diagram op de uitwerkbijlage de afstand die McDougall aflegde tussen $t = 5,0$ s en $t = 10$ s.
- Teken in hetzelfde diagram het verdere verloop van de (v, t) -grafiek tot McDougall de grond bereikte. Laat zien met behulp van een berekening hoe je aan je antwoord komt.

Op de uitwerkbijlage staat een tabel die betrekking heeft op vier fasen van de hele stunt.

- 3p **19** Geef in de tabel per fase door omcirkelen aan of de resulterende kracht op McDougall op dat moment naar boven gericht was, naar beneden gericht was of gelijk was aan 0 N.