

2025-2026

Oefentoets TW1 Kracht en Beweging vwo

4

1 uur en 40 minuten

Natuurkunde

Optrekkende auto

Een auto van 1200 kg staat voor een stoplicht te wachten. Als het groen wordt trekt de auto op. De kracht van de motor bedraagt 2000 N en werkt naar voren. De wrijvingskracht die de auto ondervindt bedraagt 350 N. De automobilist let even niet op en botst na 30 m op een stilstaande auto.

- 3p 1 Bereken de snelheid waarmee de auto de stilstaande auto ramt.

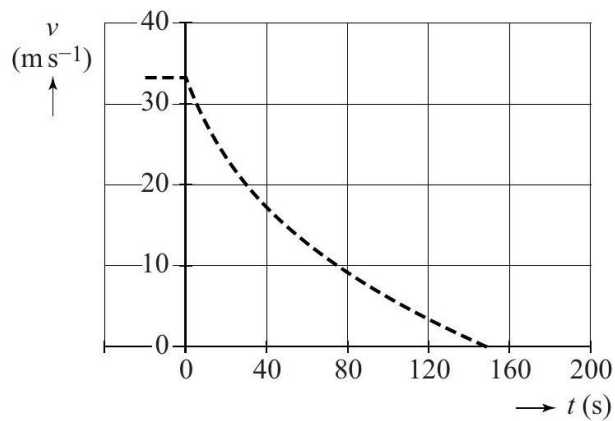
Naar huis fietsen

Kees fietst van huis naar school. De totale afstand bedraagt 10 km. Hij fietst de eerste 20 minuten met een snelheid van 15 km/h. Vervolgens fietst hij de resterende afstand met een snelheid van 10 km/h.

- 5p 2 Bereken de gemiddelde snelheid (in km/h) van het gehele traject.

Uitrijden van een auto

Een auto ($m = 1520$ kg) rijdt met een snelheid van $33,3 \text{ m s}^{-1}$ ($= 120 \text{ km h}^{-1}$) over een vlakke weg bij windstil weer. Op $t = 0$ s trapt de bestuurder het koppelingspedaal in, zodat de motor niet meer met de wielen verbonden is. Nu 'rijdt de auto uit' en komt de auto een tijdje later tot stilstand. Het (v, t) -diagram van het uitrijden staat in figuur 1.



Figuur 1

De uitrij-afstand is de afstand die de auto aflegt vanaf het moment dat het uitrijden begint tot het moment dat hij stilstaat. Figuur 1 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

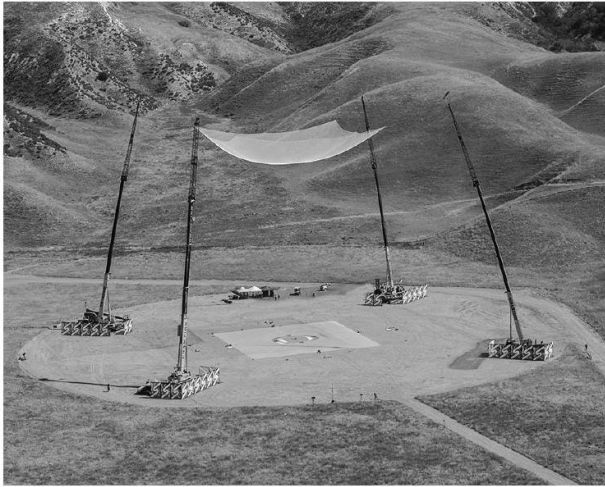
- 3p 3 Bepaal met behulp van de figuur de uitrij-afstand.

Sprong van Luke Aikins

In 2016 sprong skydiver Luke Aikins zonder parachute vanaf een hoogte van bijna 8 km recht naar beneden. Boven de grond was een groot net opgespannen om hem veilig op te vangen. Zie figuur 2 en figuur 3.



Figuur 2



Figuur 3

Aikins ondervond een luchtweerstandskracht. Hiervoor geldt:

$$F_w = kAv^2$$

Hierin is:

- k een constante;
- A de frontale oppervlakte van Aikins;
- v de snelheid ten opzichte van de lucht.

- 2p **4** Leid de eenheid van k af in (grond)eenheden van het SI zoals vermeld in Binas-tabel 3a of Sciencedata-tabel 1.3a.

Dankzij de luchtweerstandskracht bereikte hij na verloop van tijd een constante snelheid van 54 m s^{-1} . Zijn massa is 75 kg en zijn frontale oppervlakte is $0,80 \text{ m}^2$.

- 2p **5** Bereken de waarde van k .

Tijdens de laatste $1,0$ kilometer op weg naar het net was Aikins' valsnelheid 54 m s^{-1} . Ook was er zijwind die hem een constante horizontale snelheid zou geven van $4,9 \text{ km h}^{-1}$. Aikins moest tijdens zijn val daarom bijsturen op weg naar het net.

- 4p **6** Voer de volgende opdrachten uit:
- Bereken de valtijd waarin Aikins de $1,0$ kilometer naar het net aflegde.
 - Bereken hoe ver Aikins zou afwijken van de koers als hij niet zou bijsturen.

Het net moest aan diverse eisen voldoen om Aikins veilig tot stilstand te brengen. Op de uitwerkbijlage staat een tabel met technische ontwerp oplossingen voor het net en natuurkundige concepten die daarbij een rol spelen.

- 2p 7 Omcirkel bij elke ontwerp oplossing het beste bijbehorende natuurkundige concept.

Op de uitwerkbijlage staat het (v, t) -diagram van het laatste deel van de stunt van Aikins: het afremmen in het net. Ook staat op de uitwerkbijlage een tweede diagram. In dit diagram is af te lezen gedurende hoeveel tijd een mens een bepaalde vertraging veilig kan ondergaan voordat deze vertraging schadelijk wordt.

- 4p 8 Voer de volgende opdrachten uit met behulp van de grafieken op de uitwerkbijlage:
- Bepaal de grootte en de tijdsduur van de maximale vertraging die Aikins onderging.
 - Toon aan of deze maximale vertraging veilig was voor Aikins.

Noodstopstrook

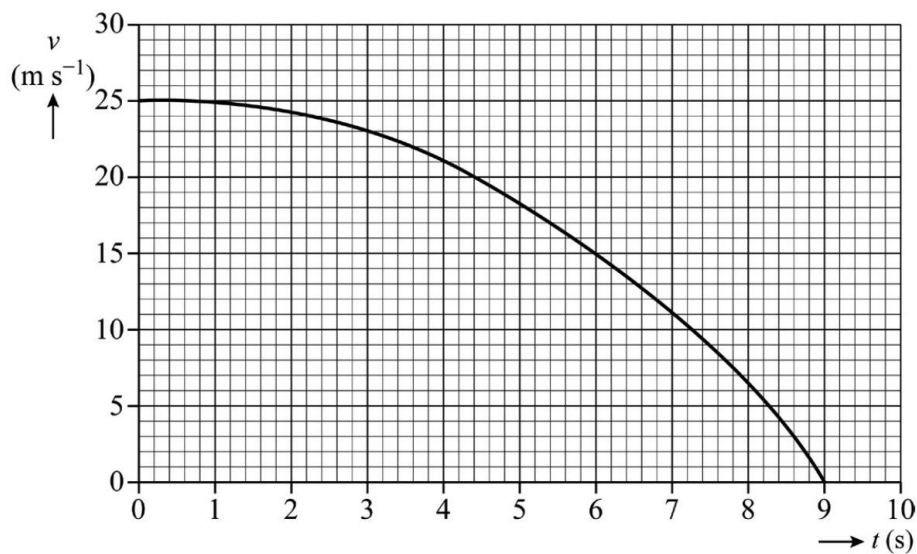
In bergachtige gebieden liggen naast snelwegen vaak noodstopstroken. Een noodstopstrook is een lange bak, gevuld met grind. Zie figuur 4.



Figuur 4

Als de remmen van een vrachtwagen tijdens het afdalen weigeren, kan de chauffeur de noodstopstrook gebruiken. Hoe verder de vrachtwagen de strook oprijdt, hoe dieper de grindlaag wordt waar de vrachtwagen doorheen rijdt. De remkracht van het grind op de vrachtwagen neemt daardoor toe.

Van een remmende vrachtwagen in het grind is een (v,t) -diagram gemaakt. Zie figuur 5.



Figuur 5

Figuur 5 is ook op de uitwerkbijlage afgedrukt.

- 3p **9** Bepaal met de figuur op de uitwerkbijlage de minimale lengte van deze noodstopstrook. Noteer je antwoord in twee significante cijfers.

Uit veiligheidsoverwegingen is een ontwerp-eis van een noodstopstrook dat de vertraging van de vrachtwagen niet groter mag zijn dan $0,90 \cdot g$. Figuur 5 is nogmaals op de uitwerkbijlage afgedrukt.

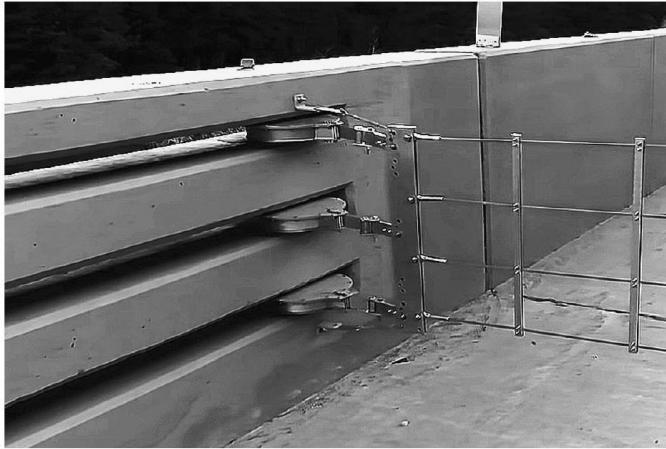
- 5p **10** Toon met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage aan of de maximale vertraging onder de ontwerp-eis blijft. Laat in de figuur zien hoe je aan je antwoord komt.

In koude gebieden kan het grind aan elkaar vriezen, waardoor de vrachtwagen er niet meer zo ver in wegzakt.

Figuur 5 is nogmaals op de uitwerkbijlage afgedrukt.

- 3p **11** Schets in de figuur op de uitwerkbijlage de grafiek voor het afremmen van de vrachtwagen onder dezelfde omstandigheden op een bevroren noodstopstrook.

In Canada is een nieuw ontwerp uitgewerkt voor een noodstopstrook waar vorst geen invloed op heeft. In plaats van grind worden vangnetten gebruikt om de vrachtwagen af te remmen. De vangnetten zitten vast aan trommels. In elke trommel bevindt zich een opgerolde stalen band waar de vangnetten aan zijn bevestigd. Zie figuur 6 en figuur 7.



Figuur 6



Figuur 7

Figuur 8 zijn drie vangnetten in een klein deel van de noodstopstrook te zien.



Figuur 8

De noodstopstrook moet zowel lichte als zware vrachtwagens veilig kunnen afremmen. Om veiligheidsredenen mag de vertraging nooit groter zijn dan $0,90 \cdot g$, ongeacht het formaat van de vrachtwagen.

- 2p 12 Leg met de tweede wet van Newton uit waarom hiervoor is gekozen.

Trekkertrek

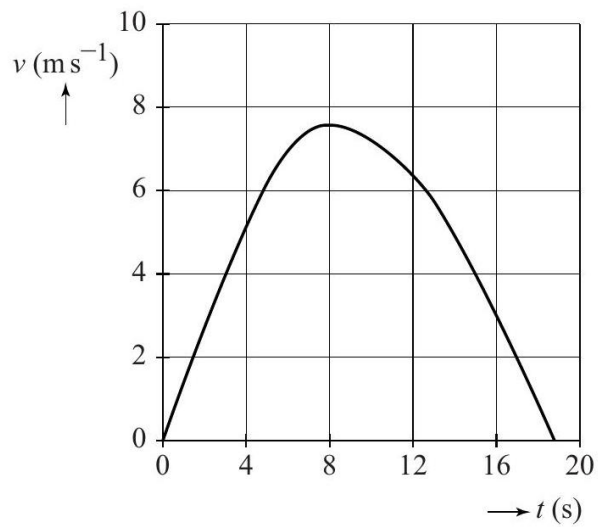
Bij trekkertrek (ook wel **tractor pulling** genoemd) moet een tractor een sleepwagen voorttrekken die opzettelijk een grote wrijvingskracht ondervindt: de voorkant van de wagen heeft geen wielen, maar sleept over de grond.

Tijdens het rijden schuift een zwaar ballastblok op de sleepwagen naar voren. Zo neemt de wrijvingskracht toe, waardoor de tractor met sleepwagen afgeremd wordt en tot stilstand komt. Het doel van trekkertrek is om een zo groot mogelijke afstand af te leggen. Als deze afstand 100 meter of meer is, is er sprake van een 'full pull'.



Figuur 9

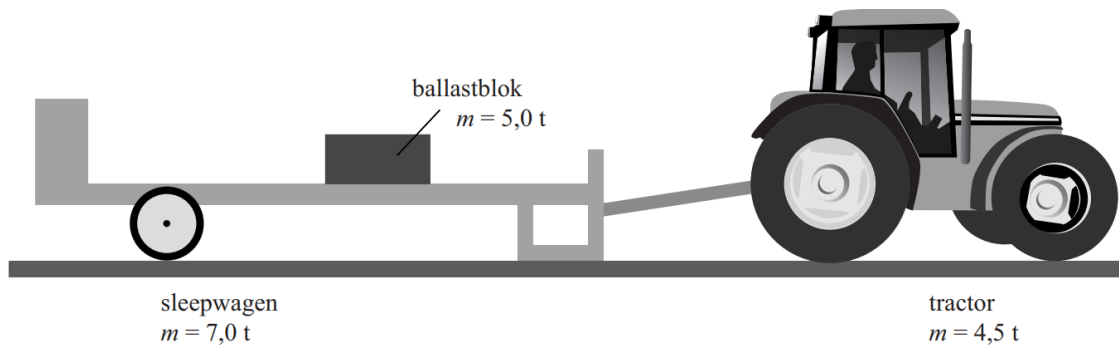
Figuur 10 toont het (v, t) -diagram van een deelnemer.
Figuur 10 staat vergroot op de uitwerkbijlage.



Figuur 10

- 3p **13** Ga na met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage of deze poging een 'full pull' opleverde.

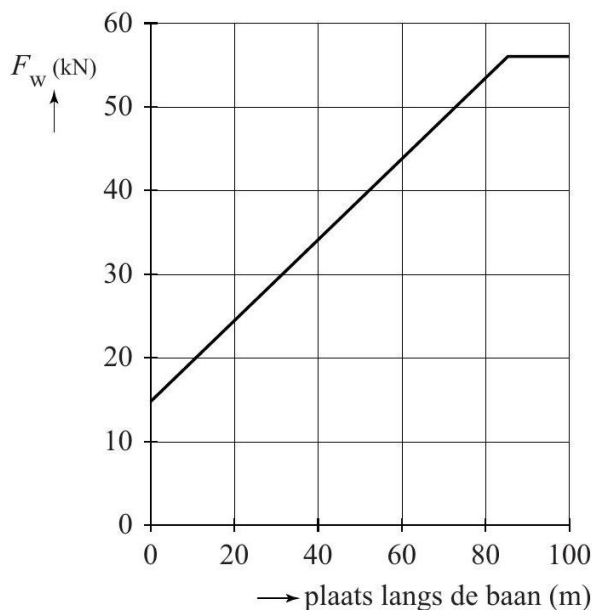
De tractor en de sleepwagen zijn schematisch getekend in figuur 11. Daarbij zijn de massa's van de tractor, van de sleepwagen en van het ballastblok vermeld. De massa is uitgedrukt in ton.



Figuur 11

In figuur 12 is in een diagram het verloop van de wrijvingskracht op de sleepwagen weergegeven als de wagen de volledige afstand van 100 m zou afleggen ('full pull').

Figuur 12 staat vergroot op de uitwerkbijlage.



Figuur 12

- 5p **14** Bepaal met behulp van figuur 10 en figuur 12 op de uitwerkbijlage de grootte van de aandrijfkraft van de wielen van de tractor bij de start.

Op de uitwerkbijlage staat een tabel met daarin vijf krachten.

We beschouwen de situatie dat de sleepwagen rijdt en het blok naar voren schuift.

- 3p **15** Kruis op de uitwerkbijlage aan of de betreffende kracht toeneemt, afneemt of gelijk blijft als het blok naar voren schuift.