

Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

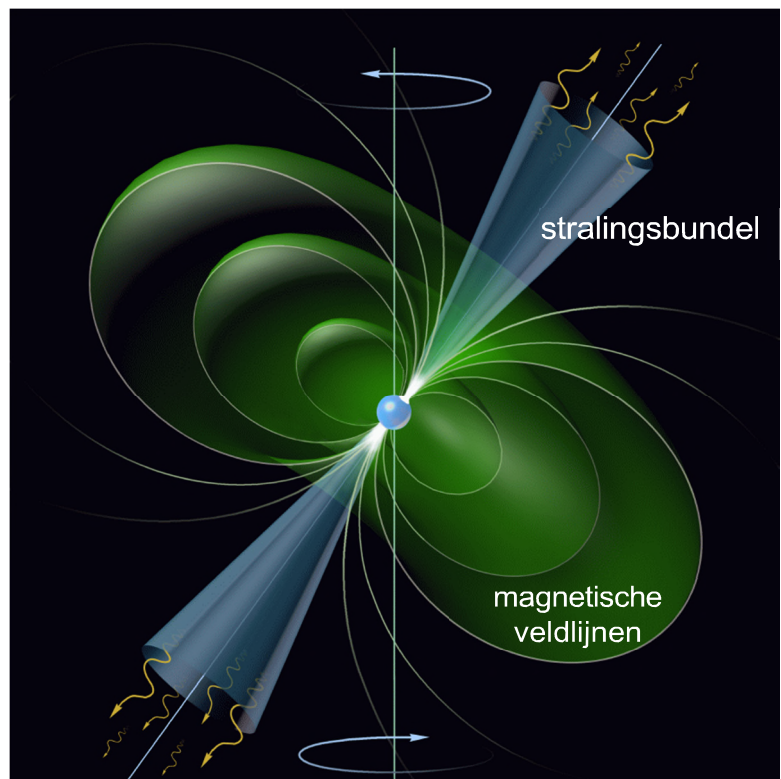
**Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.**

Opgave 1

Een neutronenster met anderhalf keer de massa van onze zon en een straal van slechts 19 km heeft een enorme dichtheid.

a) **Bereken** de dichtheid van deze neutronenster.

Neutronensterren zijn in het algemeen zeer kleine, zeer snel roterende sterren. Sommige neutronensterren zijn vanwege hun sterke magneetveld enorm krachtige bronnen van radiostraling. De straling wordt uitgezonden in de vorm van twee jets van elektromagnetische- en deeltjesstraling die vrijkomen aan de magnetische polen van de ster. In nevenstaande afbeelding staat een zogenaamde "artist impression" van een neutronenster weergegeven. Op aarde worden deze jets waargenomen als pulserende radiobronnen aan de nachthemel.



b) **Leg uit** waarom wij deze jets als pulserende radiobronnen waarnemen.

Hint: Bedenk dat de magnetische Noord/Zuid-as niet samenvalt met de rotatie as.

De temperatuur van neutronensterren is zo hoog dat zij het meeste vermogen uitzenden in het gebied van de röntgen- en gammastraling.

c) **Bereken** de orde van grootte die de temperatuur minimaal moet hebben om röntgen- en gammastraling te kunnen uitzenden.

De snelst draaiende neutronenster heeft een straal van 16 km en knippert met een frequentie van 716 Hz.

d) **Bereken** de snelheid van een punt op de evenaar van deze ster.

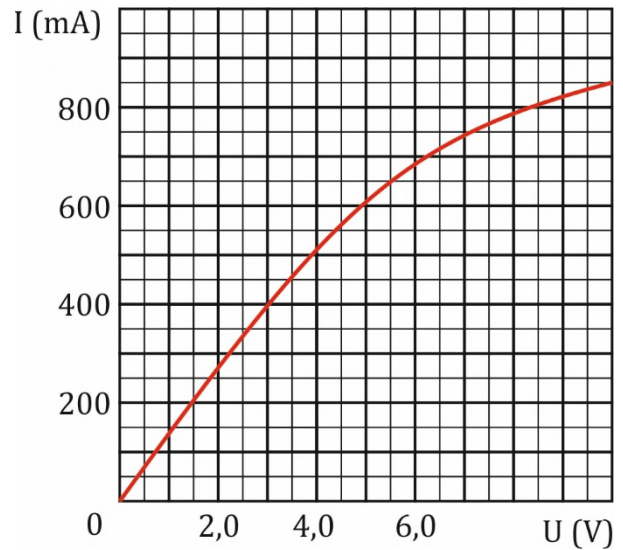
Opgave 2

Je hebt de opdracht om van een kostbare antieke gloeilamp het materiaal van de gloeidraad te bepalen. Daartoe heb je de maten van de (ronde) gloeidraad opgenomen: lengte 12,6 cm, dikte 0,060 mm. De weerstand van de draad bij kamertemperatuur (20 °C) heb je gemeten met behulp van een stroom- en spanningsmeter en is 6,9 Ω.

- Hoe zou jij de diktemeting uitvoeren. Geef het principe aan. Het is een antieke lamp, je mag hem dus niet kapot maken.
- Bereken** de soortelijk weerstand van het gloeidraadmateriaal.
- Welk materiaal is dit? Beargumenteer je antwoord.

Tenslotte meet je bij hogere spanningen (dus bij hogere temperatuur) de grootte van de stroomsterkte door de lamp. Je metingen staan in de afbeelding in een diagram weergegeven.

- Laat met behulp van het diagram zien dat de weerstand van de lamp bij kamertemperatuur inderdaad 6,9 Ω bedraagt.
- Bepaal** uit de grafiek de weerstand van de lamp bij 10 V.



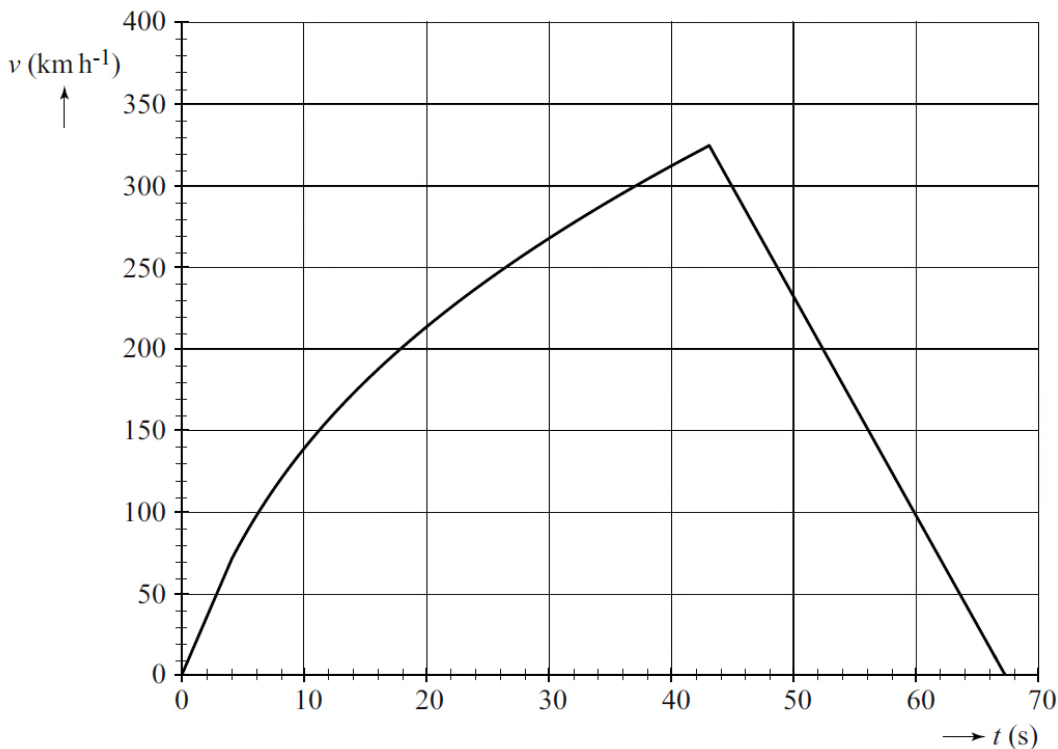
Opgave 3

Vliegtuigen worden regelmatig onderworpen aan zware testen. Een voorbeeld van zo'n test is de Rejected Take Off (RTO).

Tijdens een RTO versnelt een vliegtuig tot de snelheid die nodig is om op te stijgen. Daarna wordt er zo hard mogelijk geremd. Tijdens deze noodstop worden de remmen soms zó heet dat ze in brand kunnen vliegen. Zie nevenstaande afbeelding.



In onderstaande afbeelding is het (v,t) -diagram van een RTO-test gegeven.



Het vliegtuig heeft een massa van $5,9 \cdot 10^5$ kg. De maximale kinetische energie van het vliegtuig is $2,4 \cdot 10^9$ J.

De motoren gebruiken kerosine als brandstof. Bij verbranding levert $1,0 \text{ m}^3$ kerosine $35,5 \cdot 10^9$ J. Het rendement van de motoren is 40%.

a) **Bereken** hoeveel liter kerosine de motoren minimaal nodig hebben om het vliegtuig tot de maximale snelheid te versnellen.

Het vliegtuig heeft 20 wielen; ieder wiel heeft één rem.

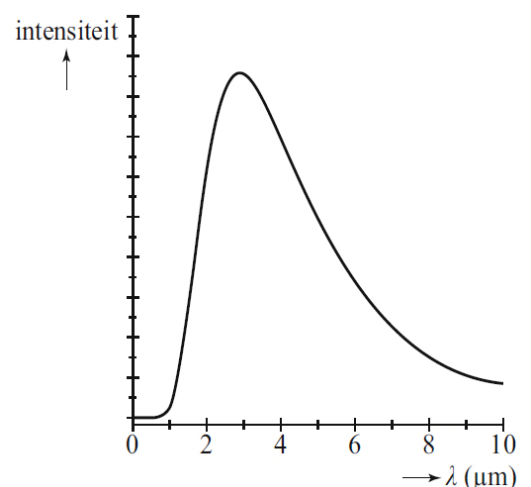
b) **Bepaal** met behulp van de wet van arbeid en kinetische energie de remkracht die één wiel uitoefent tijdens het afremmen.

Op de uitwerkbijlage staan drie zinnen over het afremmen van het vliegtuig.

c) Maak op de uitwerkbijlage elke zin compleet.

Tijdens het afremmen worden de remmen roodgloeiend. Met een computer is dan de intensiteit van de straling die door een rem is uitgezonden, gemeten bij verschillende golflengtes. Het resultaat van de meting is in nevenstaande afbeelding weergegeven.

d) **Bepaal** de (effectieve) temperatuur van de rem.



Tegenwoordig zijn remmen in vliegtuigen gemaakt van carbon in plaats van staal. Carbonremmen hebben hetzelfde volume als stalen remmen. De remkracht van beide soorten remmen is ook even groot. In onderstaande tabel zijn twee materiaaleigenschappen van beide materialen weergegeven.

Voor het opwarmen van een rem geldt:

	dichtheid ρ in kg m^{-3}	soortelijke warmte c in $\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$
staal	$7,8 \cdot 10^3$	$0,48 \cdot 10^3$
carbon	$2,5 \cdot 10^3$	$0,80 \cdot 10^3$

$$Q = c \cdot \rho \cdot V \cdot \Delta T$$

In de eerste drie seconden van het afremmen is de warmte-uitwisseling van de rem met de omgeving te verwaarlozen.

e) **Leg uit** welk materiaal in die tijd de hoogste temperatuur bereikt.

Maak deze zinnen compleet door het juiste alternatief te kiezen en de zinnen af te maken.

1 Bij het afremmen **neemt de remkracht toe / neemt de remkracht af / blijft de remkracht gelijk**, want:

.....

2 Bij het afremmen **neemt het vermogen van de remmen toe / neemt het vermogen van de remmen af / blijft het vermogen van de remmen gelijk**, want:

.....

Maak deze zin compleet door de juiste alternatieven te kiezen.

3 De remmen van de wielen worden zeer heet omdat er **meer/minder** energie per seconde aan de remmen wordt **toegevoerd/afgevoerd** dan er per seconde door de remmen wordt **opgenomen/afgestaan** aan de omgeving.