

Natuurkunde

HAVO & VHBO

vragen

Maandag 22 mei 1995
13.30–16.30 uur

toelichting

Dit examen bestaat uit 29 vragen.

Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

Voor uitwerking van de vragen 23 en 25 is een bijlage toegevoegd.

instructie

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.

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, worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

Elektro–auto

- 1 Bij elektro–auto's zijn accu's de energiebronnen. Accu's moeten regelmatig worden opgeladen. De lange laadtijd is daarbij een probleem. Door een grote stroomsterkte te gebruiken, kan de laadtijd verkort worden. Grote stroomsterktes stellen echter hoge eisen aan stekkers.

Door een stekker met een weerstand van $0,048 \Omega$ gaat een laadstroom van 50 A.

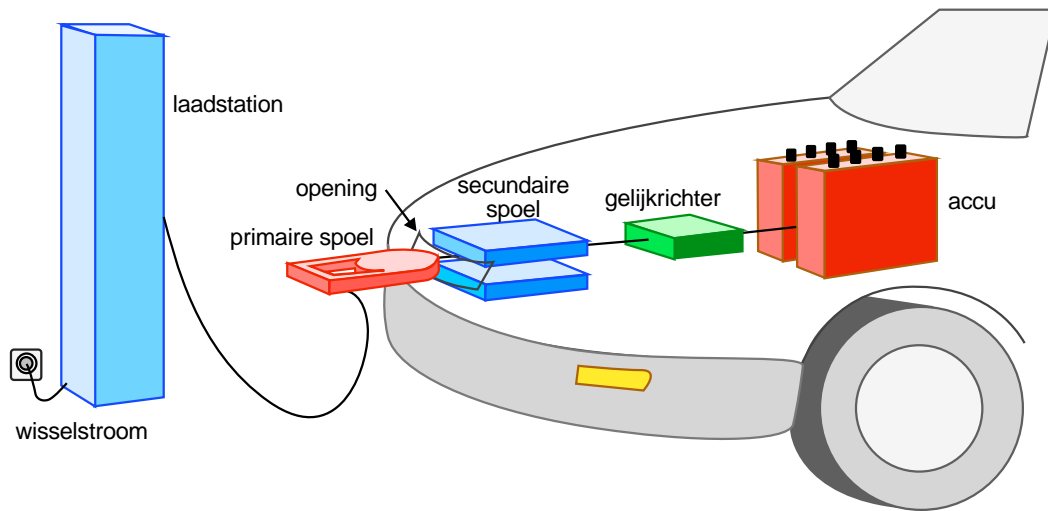
Bereken het vermogen dat in de stekker wordt omgezet in warmte.

- 2 Er is een methode om een accu op te laden via een transformator, waarbij geen stekkers nodig zijn. Grote stroomsterktes vormen dan geen probleem meer. Zie figuur 1.

Bij het nieuwe Amerikaanse laadsysteem steekt de autobezitter voor het opladen de primaire spoel in de daarvoor bestemde opening van zijn elektro–auto. De primaire spoel draagt energie over aan de secundaire spoel. De stroom in het secundaire circuit wordt vervolgens gelijkgericht en aan de accu toegevoerd.

De primaire spoel wordt aangesloten op een wisselspanning met een effectieve waarde van 230 V. De effectieve waarde van de primaire laadstroom is 30 A. De effectieve waarde van de spanning over de secundaire spoel van de transformator is 24 V.

Bereken de effectieve stroomsterkte in de secundaire spoel van de transformator.



Figuur 1

- 3 Deze wisselstroom wordt met behulp van een gelijkrichter omgezet in gelijkstroom. De accu wordt met deze stroom opgeladen totdat er 17 kWh aan energie is opgeslagen is. Energieverliezen die hierbij optreden zijn te verwaarlozen.

Bereken hoe lang het opladen duurt.

- 4 Deze accu met 17 kWh energie drijft een elektromotor aan. Het rendement voor de omzetting van elektrische energie in mechanische energie van de motor is 82%. Een auto met deze motor wordt getest.

De trekkracht F_{motor} die de motor moet leveren om met een bepaalde snelheid v te rijden, hangt af van die snelheid. Zie figuur 2.

Bepaal de grootte van de rolwrijving.

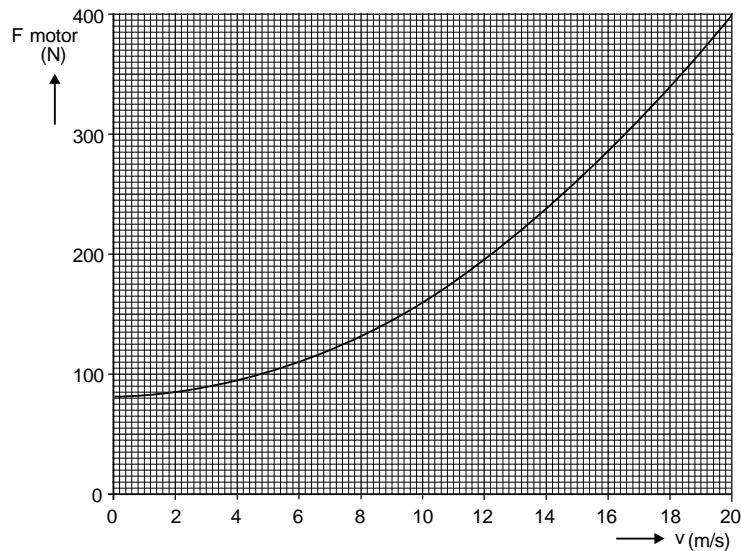
- 5 Een testrijder wil met de auto een afstand afleggen van 220 km. Hij rijdt daarbij met constante snelheid.

Bepaal met welke snelheid hij hoogstens mag rijden om deze afstand af te kunnen leggen.

Zonnebrand

- 6 De huid van Enita gaat verschijnselen van zonnebrand vertonen als er teveel ultraviolette straling op valt. De fotonen in deze straling hebben een gemiddelde golflengte van 300 nm. Op één dag mag $1,0 \text{ cm}^2$ van haar huid hoogstens $1,7 \cdot 10^{-3} \text{ J}$ van deze stralingsenergie ontvangen.

Bereken het maximale aantal van deze fotonen dat binnen een dag op $1,0 \text{ cm}^2$ van Enita's huid mag vallen.



Figuur 2

- 7 Op een zeker moment als Enita op het strand ligt, ontvangt een bepaald deel van haar huid met een oppervlakte van 30 cm^2 een vermogen van $0,75 \text{ W}$ aan zonne-energie. Slechts $0,0020\%$ van deze energie kan zonnebrand veroorzaken.

Bereken hoe lang Enita onder deze omstandigheden in de zon kan blijven liggen voordat dit gedeelte van haar huid verschijnselen van zonnebrand begint te vertonen.

Hardloper

- 8 Bij een internationale hardloepwedstrijd over een afstand van 100 m doet men een aantal metingen. Men meet de horizontale kracht die één van de atleten uitoefent op het startblok. Zie figuur 3a. In figuur 3b is deze kracht uitgezet tegen de tijd.

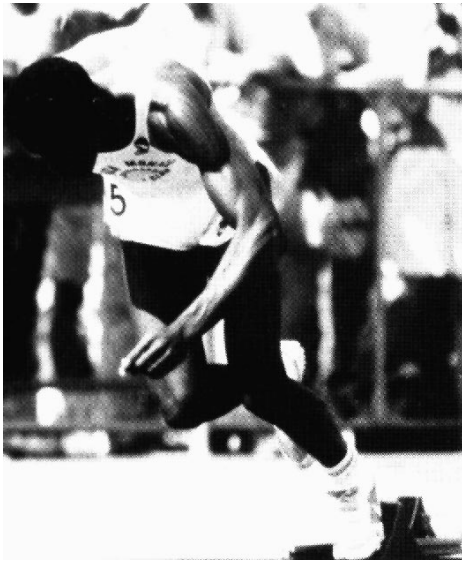
De atleet ondervindt van het startblok een stoot in horizontale richting van 240 N s . Zijn massa is 74 kg .

Bepaal de maximale grootte van de horizontale kracht die het startblok tijdens de start van de atleet ondervindt.

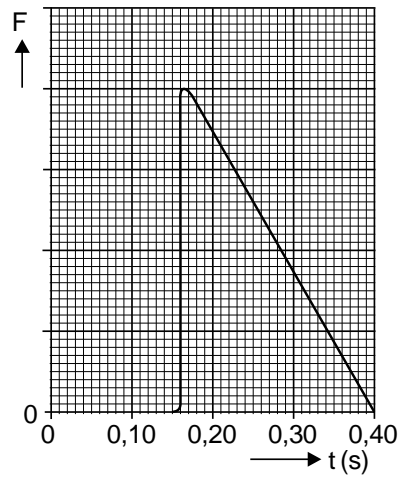
- 9 Bereken met behulp van bovenstaande gegevens de horizontale snelheid van de atleet onmiddellijk na het verlaten van het startblok.
- 10 In figuur 4 is zijn snelheid tijdens de race uitgezet als functie van de tijd.

Tijdens het hardlopen oefent de atleet onder andere een horizontale kracht uit op de grond.

Tussen $t = 2,00 \text{ s}$ en $t = 3,00 \text{ s}$ is deze kracht F_{hor} gemiddeld gelijk aan 220 N . De atleet ondervindt ook een tegenwerkende wrijvingskracht van de lucht F_w .

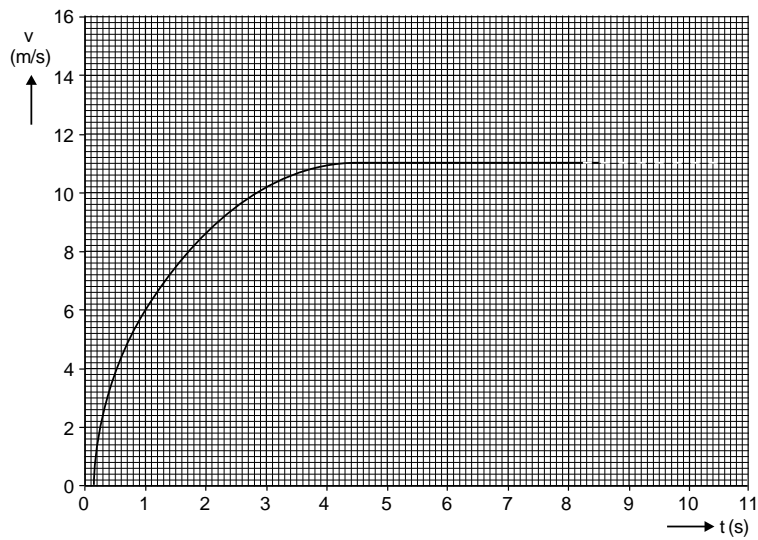


a



b

Figuur 3



Figuur 4

Bepaal met behulp van figuur 4 de gemiddelde grootte van F_w tussen $t = 2,00$ s en $t = 3,00$ s.

- 11 De grootte van F_w hangt af van de snelheid v van de atleet, volgens de formule:

$$F_w = 1,2v^2$$

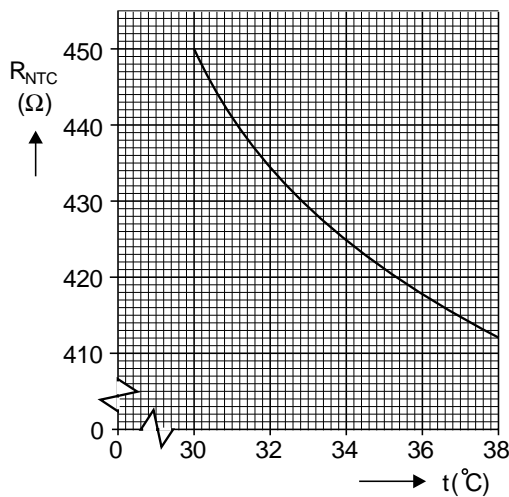
Bepaal het vermogen dat de atleet levert als hij op topsnelheid loopt.

- 12 Uit de metingen blijkt dat de atleet op $t = 5,00$ s een afstand van 41,0 m heeft afgelegd. Zijn snelheid verandert vanaf dat tijdstip niet meer totdat hij de finish is gepasseerd.

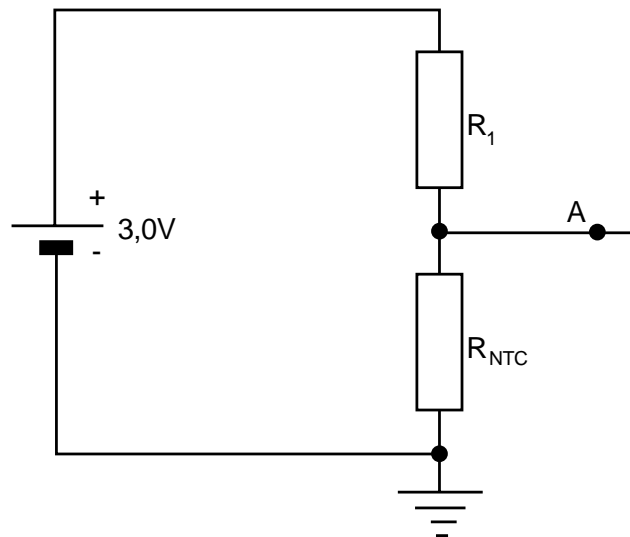
Bepaal de eindtijd van de atleet over deze 100 m.

Couveuse

- 13 De temperatuur in een couveuse moet constant zijn. Hiertoe kan gebruik gemaakt worden van een schakeling waarin een NTC-weerstand is opgenomen. Van deze NTC-weerstand is bij verschillende temperaturen de grootte van de weerstand gemeten. De resultaten van deze metingen zijn weergegeven in figuur 5a.



a



b

Figuur 5

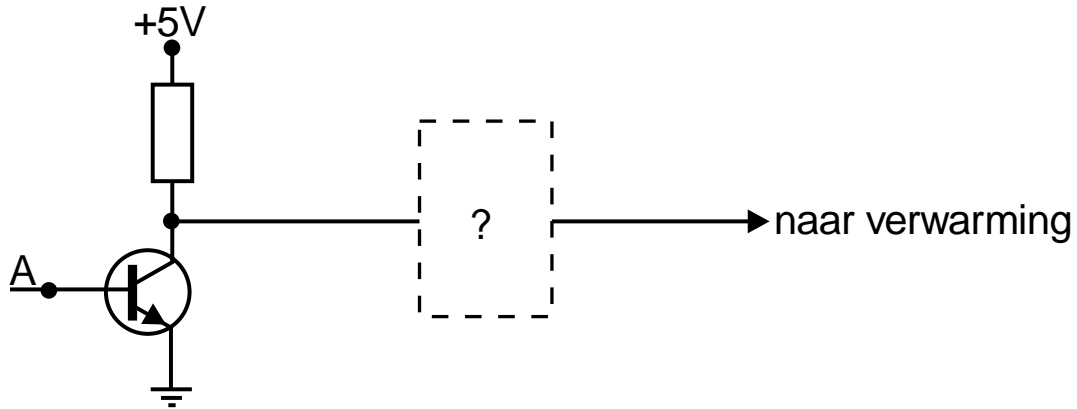
De NTC-weerstand wordt opgenomen in de schakeling van figuur 5b.

De potentiaal van punt A hangt af van de temperatuur van de NTC-weerstand. De schakeling van figuur 5b werkt dus als een temperatuursensor.

Deze sensor wordt in combinatie met een transistor en een verwarmingselement gebruikt om de temperatuur in een couveuse op $34,0^{\circ}\text{C}$ te houden. Er wordt een transistor gebruikt die schakelt bij 0,70 V. V_A moet dus 0,70 V zijn als de temperatuur van de NTC-weerstand $34,0^{\circ}\text{C}$ is.

Bepaal de weerstandswaarde van R_1 .

- 14 De verwarming wordt ingeschakeld als deze een hoog signaal ontvangt. Zie figuur 6.



Figuur 6

Beredeneer of er tussen de transistor en het verwarmingselement een invertor nodig is om ervoor te zorgen dat de schakeling op de juiste manier werkt.

Voedseldoorstraling

- 15 Ziektekiemen in voedsel, zoals de salmonellabacterie, kunnen worden gedood door het voedsel bloot te stellen aan gammastraling. Dit wordt doorstralen van voedsel genoemd.

Voor het doorstralen wordt gebruik gemaakt van een kobalt-60 bron. Kobalt-60 ontstaat door bepaalde kernen te beschieten met neutronen. Zo'n kern neemt een neutron op en verandert daardoor in ^{60}Co .

Geef de reactievergelijking van het ontstaan van kobalt-60.

- 16 De kobaltbron heeft bij plaatsing een activiteit van $1,1 \cdot 10^{17}$ Bq. Als de activiteit is teruggelopen tot $6,9 \cdot 10^{15}$ Bq moet de bron worden vervangen.

Bereken na hoeveel jaar de bron vervangen moet worden.

- 17 Bij elk verval van een ^{60}Co -kern komt γ -straling vrij met een energie van 2,51 MeV. De mensen die in het bedrijf werken waar voedsel wordt doorstraald, moeten beschermd worden tegen deze γ -straling. Daarom staat om de ruimte waarin het voedsel wordt doorstraald een dikke betonnen muur. Het beton absorbeert het grootste deel van de γ -straling die afkomstig is van de kobalt-bron.

Uit metingen blijkt dat iemand die achter de muur staat per seconde $6,5 \cdot 10^3$ γ -fotonen opvangt. Om te weten of de mensen die in het bedrijf werken geen nadelige gevolgen ondervinden van de γ -straling, wordt gekeken naar het dosisequivalent H .

Voor H geldt:

$$H = Q \frac{U}{m}$$

Hierin is:

Q = de kwaliteitsfactor (voor γ -straling is deze 1,0)

U = de totale hoeveelheid geabsorbeerde energie

m = de massa van het lichaam dat de straling absorbeert

Een inwoner van Nederland ontvangt per jaar gemiddeld een dosisequivalent van ongeveer 2 mSv aan achtergrondstraling.

Bereken hoeveel uur iemand met een massa van 70 kg achter de betonnen muur zou moeten staan om een dosisequivalent van 2,0 mSv aan γ -straling, afkomstig van de kobalt-bron, te absorberen.

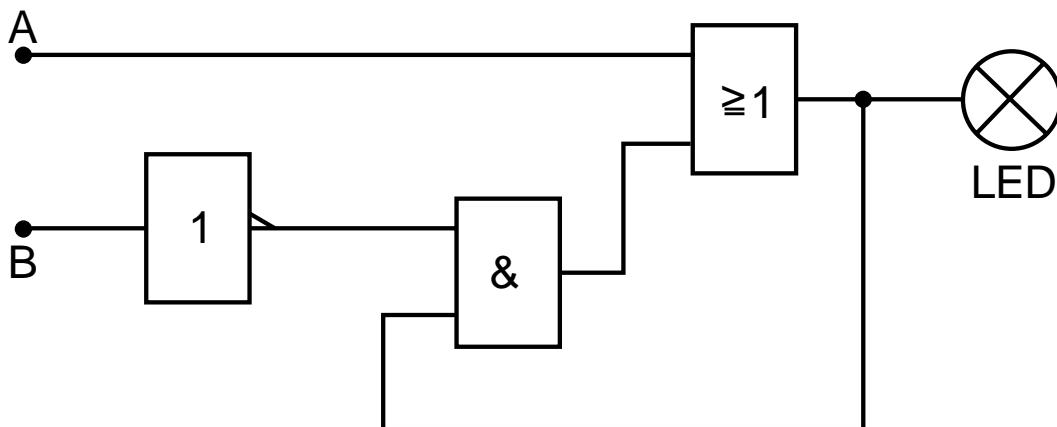
- 18 Als de bron niet gebruikt wordt voor het doorstralen van voedsel, laat men hem in een grote bak water zakken. Daardoor stijgt de temperatuur van het water.

In de bak bevindt zich 108 m^3 water. Het vermogen van de bron is 22 kW. De bron wordt 6,0 h onder water gehouden.

Bereken de temperatuurstijging van het water.

Geheugencel?

- 19 Met behulp van een invertor, een EN-poort en een OF-poort is een schakeling gebouwd. Zie figuur 7.



Figuur 7

A en B zijn de ingangen van deze schakeling. De uitgang van de schakeling is verbonden met een LED, die als controlelampje dient. Met deze schakeling worden twee proefjes gedaan.

Eerst zijn A en B 'laag', terwijl de LED niet brandt. Op tijdstip t_1 wordt A gedurende korte tijd 'hoog' gemaakt, terwijl B 'laag' blijft.

Leg uit wat er vanaf tijdstip t_1 met de LED gebeurt.

- 20** Bij het tweede proefje zijn A en B weer 'laag', maar de LED brandt nu wel. Op tijdstip t_2 wordt B gedurende korte tijd 'hoog' gemaakt, terwijl A 'laag' blijft.

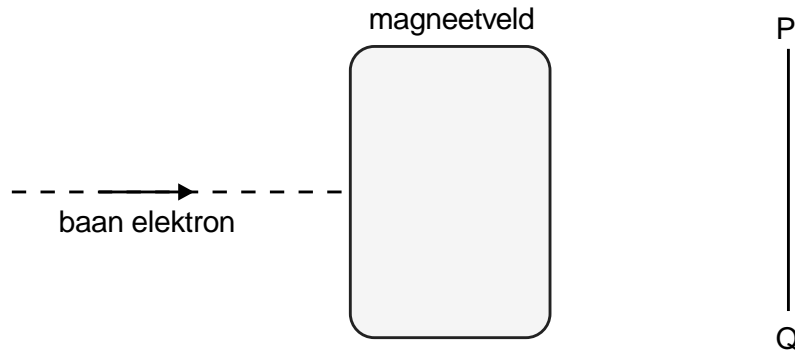
Leg uit wat er vanaf tijdstip t_2 met de LED gebeurt.

Elektronen in een beeldbuis

- 21** In een beeldbuis van een televisie worden elektronen versneld. De beginsnelheid van de elektronen wordt verwaarloosd. Na het doorlopen van een spanning ΔV hebben de elektronen een snelheid van $2,9 \cdot 10^7$ m/s.

Bereken de spanning ΔV .

- 22** De versnelde elektronen komen vervolgens in een magneetveld. Zie figuur 8.



Figuur 8

Neem aan dat dit veld homogeen is, dat de magnetische veldlijnen loodrecht op het papier staan en dat de veldlijnen het papier uitkomen. De elektronen ondervinden ten gevolge van dit magneetveld een lorentzkracht van $1,4 \cdot 10^{-14}$ N.

Bereken de grootte van de magnetische inductie.

- 23** De situatie is op ware grootte afgedrukt op de bijlage.

Onder invloed van de lorentzkracht doorloopt een elektron een deel van een cirkelvormige baan met een straal van 5,5 cm.

Geef op de bijlage het middelpunt van deze cirkelvormige baan aan en teken de baan totdat deze de lijn PQ snijdt.

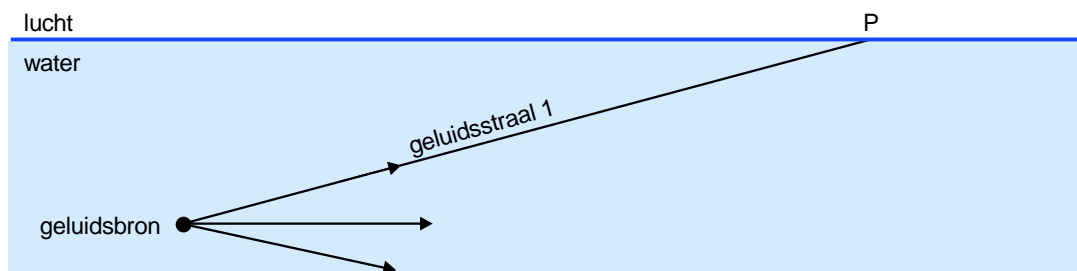
- 24 Er zijn twee manieren om de straal van de cirkelvormige baan kleiner te maken. Noem deze twee manieren.

Onderwatergeluid

- 25 De snelheid van geluid in water hangt af van de temperatuur. Met behulp van deze eigenschap kan de gemiddelde temperatuur van grote hoeveelheden water in de oceanen bepaald worden.

De geluidsbron bevindt zich bij de metingen onder water. Evenals lichtstralen worden ook geluidsstralen aan een grensvlak gebroken. De brekingsindex voor de overgang van lucht naar water is voor geluid 0,23.

In figuur 9 zijn geluidsstralen getekend die de geluidsbron verlaten.



Figuur 9

Figuur 9 staat ook op de bijlage.

Construeer op de bijlage hoe geluidsstraal 1 bij punt P verder gaat. Licht de constructie met een berekening toe.

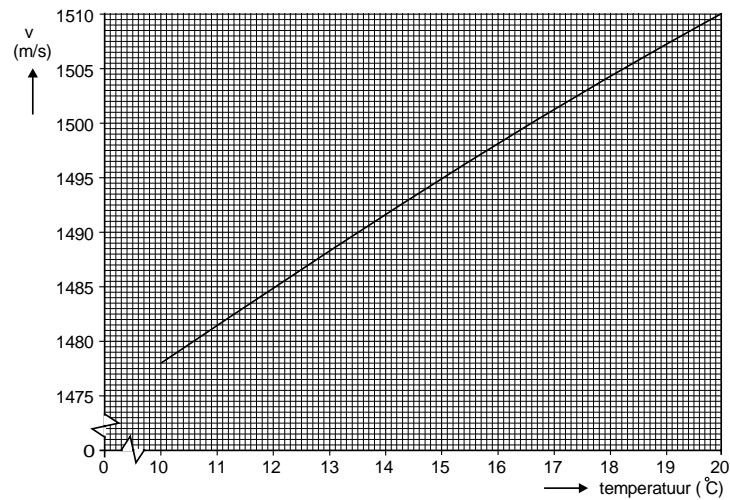
- 26 Op enkele plaatsen onder de zeespiegel wordt het geluidsterkteniveau gemeten. Bij de bron bedraagt dit 209 dB. In een punt Q meet men een 16 keer zo kleine geluidsintensiteit als bij de bron.

Bereken het geluidsterkteniveau in Q.

- 27 In figuur 10 is aangegeven hoe de geluidssnelheid in water afhangt van de temperatuur.

De bron zendt geluidsgolven uit met een frequentie van 57,0 Hz. De temperatuur van het zeewater bedraagt 18,6°C.

Bepaal de golflengte van de geluidsgolven in dit zeewater.

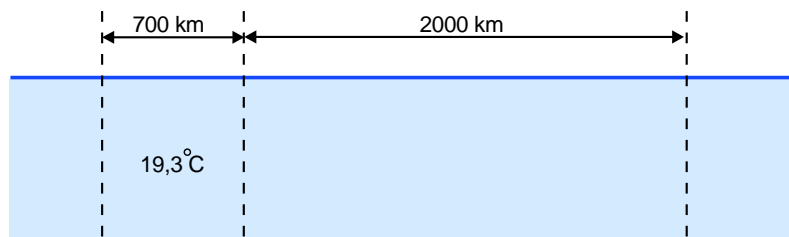


Figuur 10

- 28** Men bepaalt de geluidssnelheid door de tijdsduur te meten, die het geluid in water nodig heeft voor een afstand van 2700 km. Deze tijdsduur blijkt 29 min en 56,4 s te bedragen.

Bepaal de gemiddelde temperatuur van het oceaanwater.

- 29** Uit verdere metingen blijkt de temperatuur in de eerste 700 m echter hoger te zijn dan in de laatste 2000 m. Gemiddeld blijkt de temperatuur in het eerste stuk 19,3°C te zijn. Zie ook figuur 11.



Figuur 11

Bepaal de gemiddelde temperatuur van het oceaanwater in het laatste stuk.