

EXAMEN VOORBEREIDEND WETENSCHAPPELIJK ONDERWIJS IN 1978

Woensdag 24 mei, 9.30–12.30 uur

NATUURKUNDE

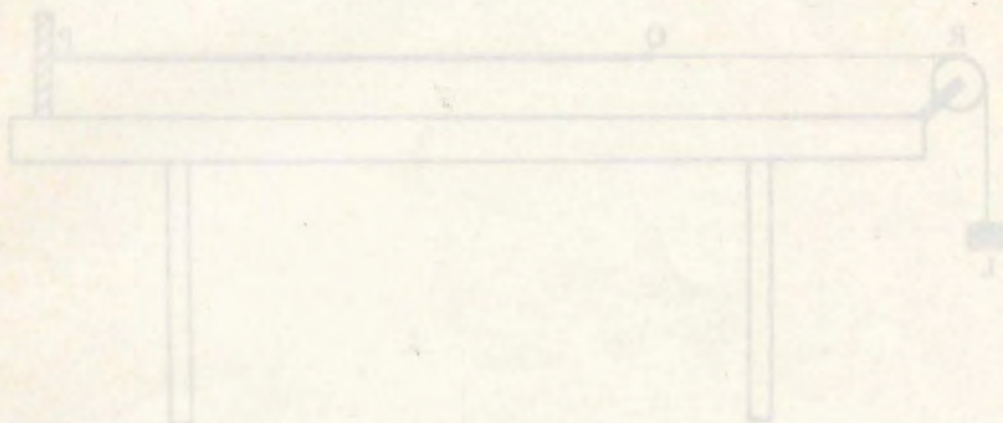


fig. 1

De punten P en R worden aangesloten op een gelijkspanningsbron.

a. 1. Hoe verhouden zich de stroomsterkten in PQ en QR?

2. Hoe verhouden zich de weerstanden van PQ en QR?

3. Hoe verhouden zich de potentiaalverschillen $V_P - V_Q$ en $V_Q - V_R$?

Het potentiaalverschil $V_P - V_R$ bedraagt 6,0 V.

b. Bereken de stroomsterkte in de draad PQ.

Een spool met een draad is op een draadstuk QR geplaatst. Deze spool is aan
aangesloten op een gelijkspanningsbron. Een klein gedeelte van het draadstuk QR komt nu
door in een wisselend magnetisch veld, waarvan de verandering steeds loodrecht op het vlak
van de spool staat.

Hierdoor ontstaat in de draad tussen de punten P en R een stroom. Bepaal de richting van deze
stroom. Het punt Q is een knoep in de draad. Deze stroom is gelokaliseerd (zie figuur 2).

De belastingstijd is groter dan de tellingsduur.

Zie ommezijde

Deze opgaven zijn vastgesteld door de commissie bedoeld in artikel 24 van het Besluit eind-examens v.w.o.-h.a.v.o.-m.a.v.o.

Benodigde gegevens kunnen worden opgezocht in het tabellenboekje. Het is de bedoeling dat van tabel 1 de kolom „Afgeronde waarde” wordt gebruikt.

1. Een constantaandraad PQ is aan het einde P vastgezet. Aan het einde Q is een andere constantaandraad bevestigd. Aan deze constantaandraad, die over een katrol loopt, hangt een voorwerp L (zie figuur 1).

De lengte van PQ is 80 cm.

De doorsnede van PQ bedraagt $12 \cdot 10^{-2} \text{ mm}^2$.

De afstand van Q naar R is 40 cm.

De doorsnede van QR bedraagt $3,0 \cdot 10^{-2} \text{ mm}^2$.

Aangenomen wordt dat de weerstand van de constantaandraden onafhankelijk is van de temperatuur.

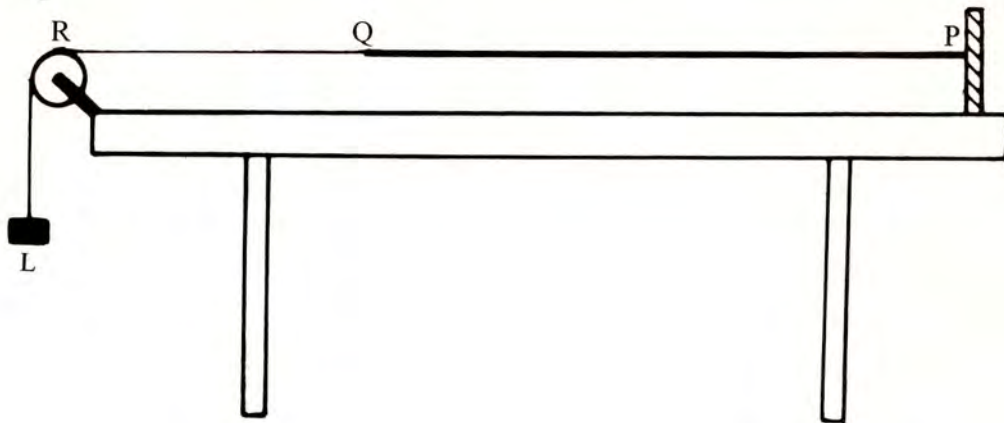


fig. 1

De punten P en R worden aangesloten op een gelijkspanningsbron.

- a. 1. Hoe verhouden zich de stroomsterkten in PQ en QR?
2. Hoe verhouden zich de weerstanden van PQ en QR?
3. Hoe verhouden zich de potentiaalverschillen $V_P - V_Q$ en $V_Q - V_R$?

Het potentiaalverschil $V_P - V_R$ bedraagt 6,0 V.

- b. Bereken de stroomsterkte in de draad PQ.

Een spoel met een ijzeren kern wordt bij het draadstuk QR geplaatst. Deze spoel is aangesloten op een wisselspanningsbron. Een klein gedeelte van het draadstuk QR komt hierdoor in een wisselend magnetisch veld, waarvan de veldlijnen steeds loodrecht op het vlak van tekening staan.

Hierdoor ontstaat in de draden tussen de punten P en R een staande golfbeweging, waarbij punt Q een knoop is. Deze staande golfbeweging is gefotografeerd (zie figuur 2). De belichtingstijd is groter dan de trillingstijd.

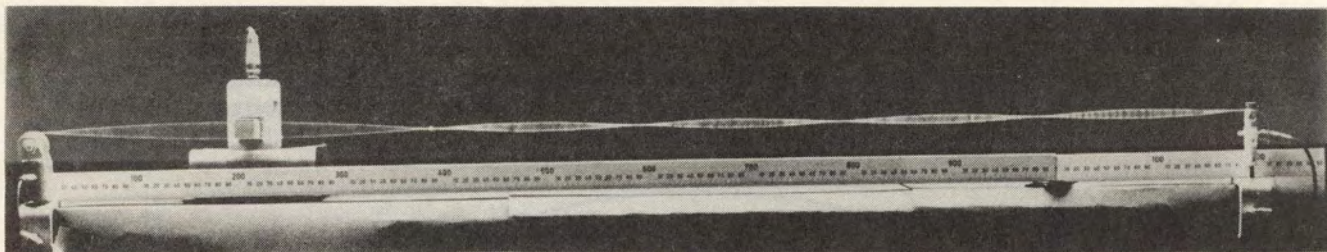


fig. 2

De sterkte van het magnetisch veld is een sinusfunctie van de tijd. De frequentie bedraagt 50 Hz.

De dichtheid van constantaan is $8,9 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$.

- c. Bepaal de verhouding van de golflengtes in PQ en QR.
- d. Bepaal de verhouding van de voortplantingssnelheden van de lopende golven waaruit men de staande golven opgebouwd kan denken in PQ en QR.
- e. Bepaal de grootte van deze voortplantingssnelheid in QR.
- f. 1. Bereken de massa per lengte-eenheid van de draad QR.
2. Bereken de massa van het voorwerp L.

2. Om een planeet cirkelen twee manen. Deze cirkelbanen liggen in één plat vlak. Een aardse waarnemer bevindt zich voortdurend in datzelfde platte vlak. Hij maakt op een smalle strook fotografisch papier een foto van de planeet en de manen. Het resultaat is weergegeven in figuur 3. Voor de duidelijkheid zijn de manen in deze figuur verschillend aangegeven, namelijk met een kruisje en met een stip.

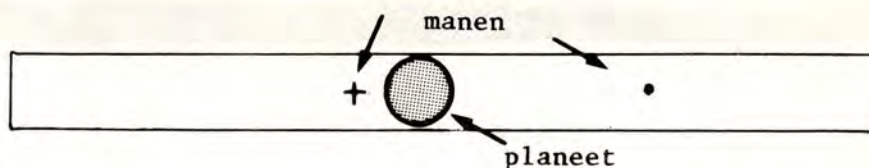


fig. 3

Met gelijke tussenpozen worden nog een aantal foto's van de planeet en de manen gemaakt. Deze foto's worden in volgorde van opname neergelegd, zoals in figuur 4 is aangegeven.

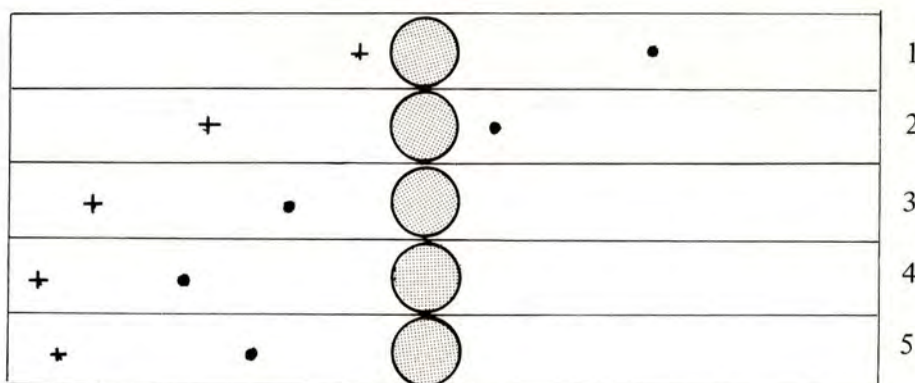


fig. 4

Door met kortere tussenpozen te fotograferen verkrijgt men tenslotte met behulp van veel foto's de grafiek van figuur 5.

Wanneer de grafiek die de positie van een maan aangeeft in deze figuur onderbroken is, bevindt die maan zich achter de planeet.

Kepler heeft voor de beweging van de planeten om de zon gevonden dat T^2/a^3 constant is (derde wet van Kepler).

- a. Toon met behulp van figuur 5 aan dat de beweging van de manen I en II om de planeet voldoet aan dezelfde wet.
- b. 1. Toon aan dat de constante in de derde wet van Kepler voor de planeet met de twee manen gelijk is aan $4\pi^2 \cdot f^{-1} \cdot M^{-1}$ (f is de gravitatieconstante en M is de massa van de planeet).
2. Bepaal de eenheid van deze constante in het SI.
- c. Bepaal de baansnelheid van maan I.

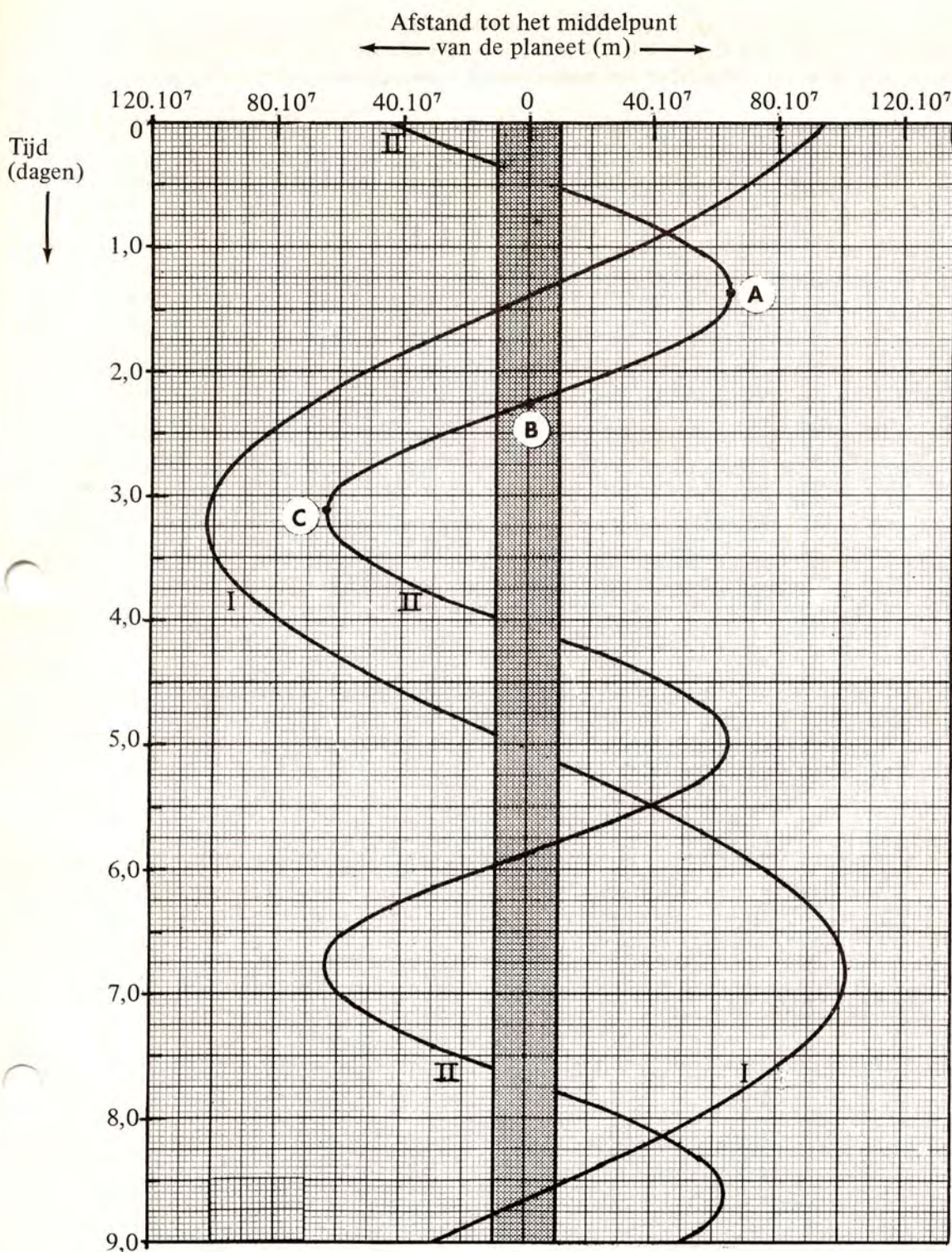


fig. 5

- d. 1. Wanneer bevinden de beide manen en de aardse waarnemer zich voor het eerst na $t = 0$ dagen op één lijn?
2. Bereken de afstand van de maan op dat moment tot de aarde.
3. Leid uit figuur 5 af dat de planeet, de twee manen en de aardse waarnemer zich niet op één lijn bevinden gedurende de 9 dagen waarop deze figuur betrekking heeft.

In de grafiek van maan II zijn de punten A, B en C getekend (zie figuur 5).

- e. 1. Bereken de dopplerverschuiving voor de aardse waarnemer voor de punten A, B en C.
2. Bereken de dopplerverschuiving ten gevolge van het dopplereffect voor de punten A, B en C.

3. In het hierna te beschrijven experiment wordt gebruik gemaakt van weerstandspapier.

Weerstandspapier is papier waarin koolstofpoeder is verwerkt, waardoor het enigszins geleidend is geworden. De elektrische weerstand tussen twee plaatsen van het weerstandspapier is groot.

Het weerstandspapier kan men met aluminiumverf beschilderen. Deze aluminiumverf is een zeer goede geleider vergeleken met het weerstandspapier.

Op een stuk weerstandspapier zijn met aluminiumverf een stip en een streep aangebracht (zie figuur 6).

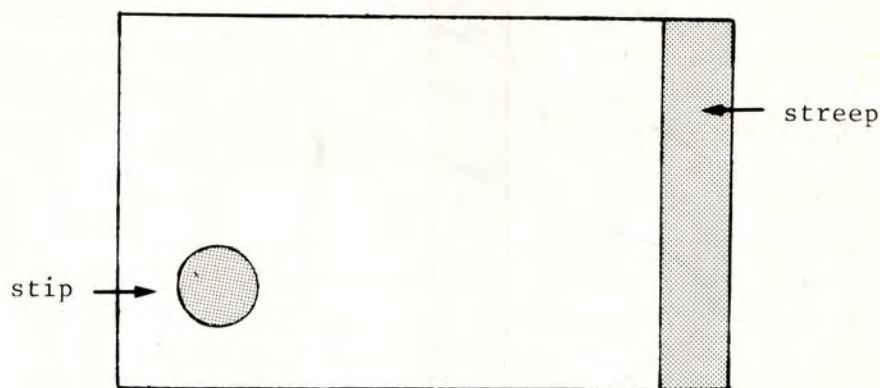


fig. 6

De stip wordt verbonden met de positieve pool van een spanningsbron en een punt A van de streep met de geaarde negatieve pool (zie figuur 7). Tengevolge van het potentiaalverschil gaat er een zwakke stroom lopen tussen de stip en de streep.

De klemspanning van de spanningsbron is constant.

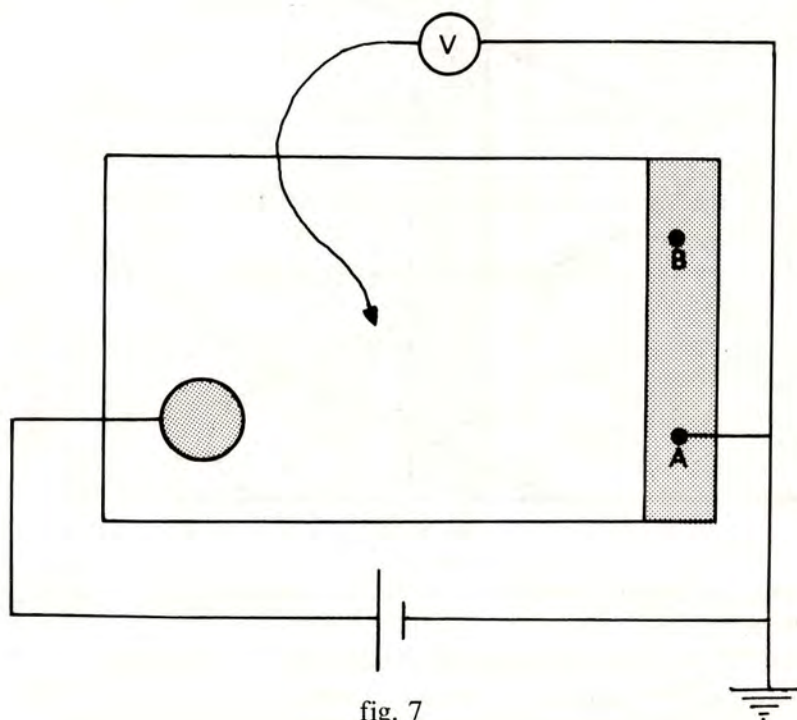


fig. 7

Tussen een punt van het weerstandspapier en het punt A van de streep is een potentiaalverschil. Men meet dit potentiaalverschil met een voltmeter die een zeer grote weerstand heeft.

a. Wat moet in dit geval worden verstaan onder „zeer grote weerstand”?

Op een groot aantal plaatsen van het weerstandspapier, aangegeven door kruisjes, is het potentiaalverschil met punt A van de streep gemeten. Figuur 8 is een verkleinde weergave van een gedeelte van het weerstandspapier. De gemeten potentiaalverschillen (in volt) voor de verschillende plaatsen zijn hierop aangegeven.

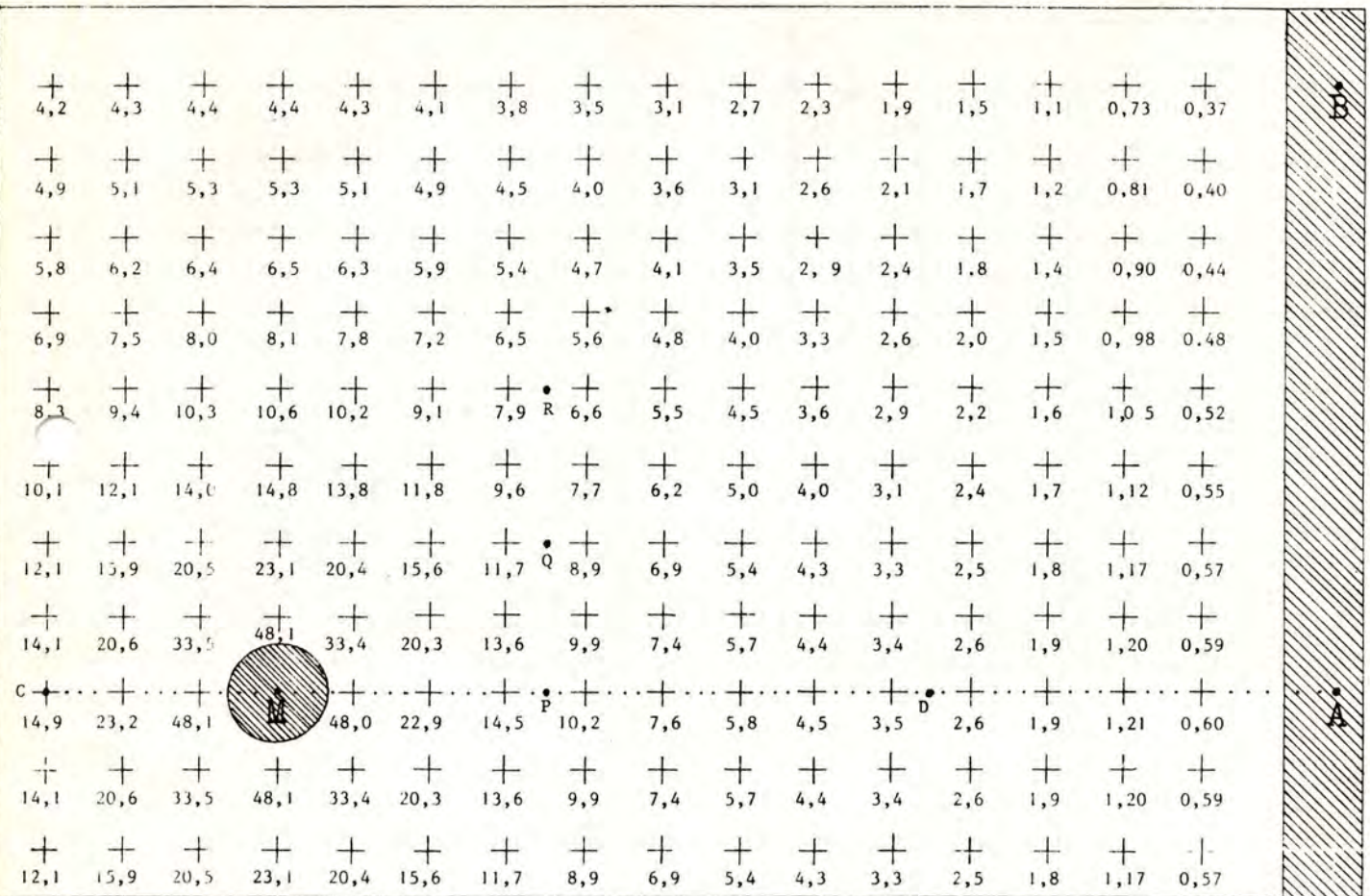


fig. 8

b. Hoeveel wijst de voltmeter aan wanneer deze wordt verbonden met de punten A en B van de streep? Licht het antwoord toe.

Op het bijgaande antwoordpapier (I) is een gedeelte van het weerstandspapier op ware grootte weergegeven. Op dit papier zijn enkele equipotentiaallijnen getekend. Equipotentiaallijnen zijn lijnen die punten met gelijke potentiaal verbinden.

De lijnen die in c en d gevraagd worden, moeten zover als mogelijk is op het antwoordpapier getekend worden.

c. Schets op het antwoordpapier de equipotentiaallijnen voor de potentialen 8,0 V en 25,0 V.

d. Schets op het antwoordpapier (I) de elektrische veldlijn die door het punt P gaat.

Schets op het antwoordpapier (I) ook de elektrische veldlijnen die door de punten Q en R gaan. Licht toe hoe de drie veldlijnen geschetst zijn.

e. Teken voor de punten van het lijnstuk CA (in figuur 8 gestippeld aangegeven) de grafiek van de potentiaal als functie van de plaats. Gebruik hiervoor het antwoordpapier II.

f. Maak duidelijk met behulp van de figuren, getekend op één van de beide antwoordpapieren (I en II) of de elektrische veldsterkte in punt P groter, kleiner of gelijk is aan de elektrische veldsterkte in punt D.

g. 1. Bepaal de grootte van de elektrische veldsterkte in punt P.

2. Hoe is de elektrische veldsterkte in punt P gericht? Licht het antwoord toe.

4. Op een bepaald moment zijn de temperatuur en de druk van de lucht gemeten op verschillende hoogten in de aardatmosfeer.

De resultaten hiervan zijn in de figuren 9 en 10 weergegeven.

Aangenomen wordt dat de waarden van de temperatuur en druk gelden voor een groot horizontaal gebied, zowel boven water als boven land.

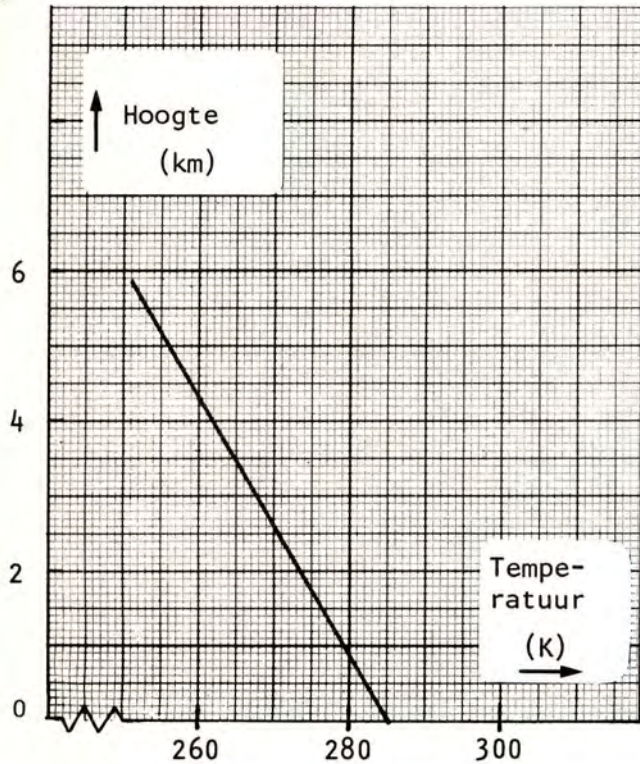


fig. 9

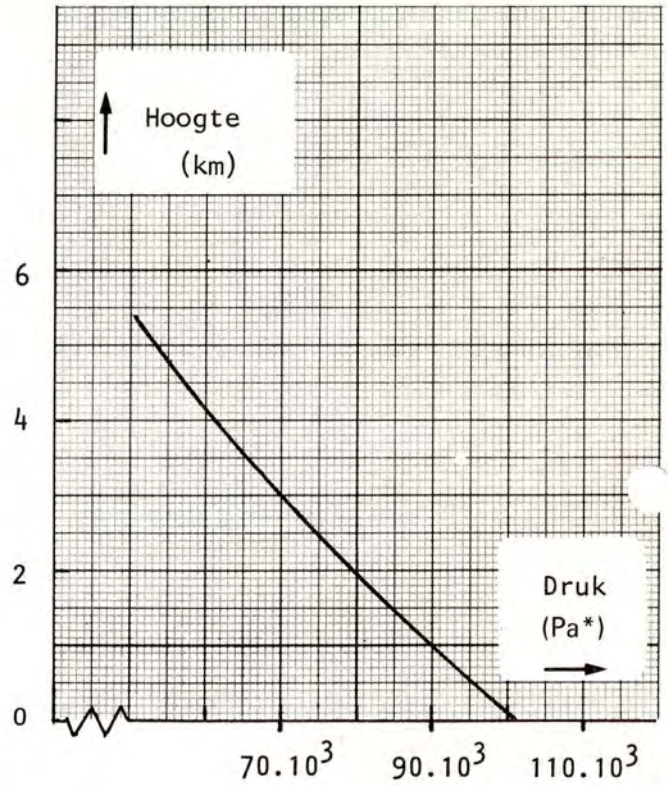


fig. 10

Voor de dichtheid ρ , de temperatuur T en de druk p van de lucht geldt het volgende verband:

$$\frac{\rho \cdot T}{p} = \text{constant}$$

Bij een druk van $p = 101.10^3 \text{ Pa}^*$ en een temperatuur van $T = 273 \text{ K}$ is de dichtheid van de lucht $\rho = 1,29 \text{ kg.m}^{-3}$

- Bereken hoe groot de dichtheid van de lucht is vlak bij het aardoppervlak.
- Leid uit de figuren 9 en 10 af of de dichtheid van de lucht op grotere hoogte groter of kleiner is dan bij het aardoppervlak.

* $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$.

Ten gevolge van zonnestraling wordt het aardoppervlak van een eiland verwarmd. Daardoor wordt ook de lucht boven het eiland verwarmd
De temperatuur van deze lucht (luchtbel) wordt hierdoor 10 K hoger dan de temperatuur van de lucht boven het zeewater. (zie figuur 11).

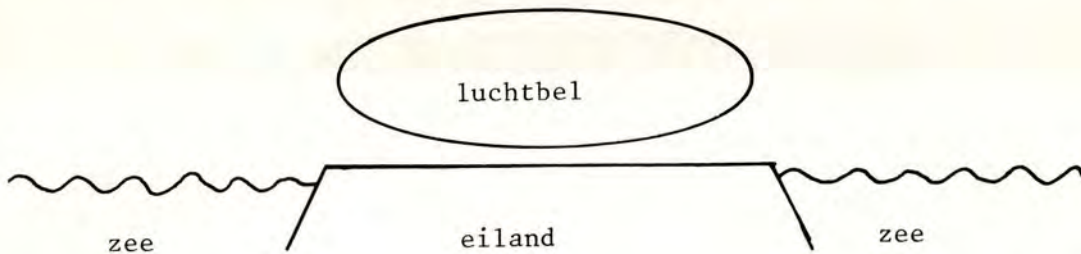


fig. 11

De luchtbel boven het eiland stijgt op. De druk in de luchtbel is tijdens het opstijgen op elke hoogte gelijk aan de druk van de omringende lucht. Aangenomen wordt dat de lucht geen waterdamp bevat.

- c. 1. Verklaar waarom de luchtbel opstijgt.
2. Bereken de resulterende kracht per m^3 die op de luchtbel werkt als de luchtbel nog dicht bij het aardoppervlak is.

Tijdens het opstijgen zet de luchtbel uit. Deze expansie is bij goede benadering adiabatisch.

- d. 1. Wat wordt verstaan onder een adiabatisch proces?
2. Verklaar waarom de temperatuur van de lucht in de luchtbel tijdens het opstijgen daalt.

Tengevolge van de adiabatische expansie tijdens het opstijgen daalt de temperatuur in de luchtbel 10 K bij iedere kilometer stijging.

- e. Op het bijgevoegde antwoordpapier III is figuur 9 nog eens vergroot weergegeven. Teken in dit diagram de temperatuur van de luchtbel als functie van de hoogte.

- f. Op welke hoogte blijft de luchtbel hangen? Verklaar het antwoord.

Beschouw nu het geval dat de lucht wel (en zelfs veel) waterdamp bevat. Doordat tijdens het opstijgen de temperatuur daalt zal er waterdamp gaan condenseren.

- g. 1. Wat is het gevolg van de condensatie van waterdamp voor de temperatuur in de luchtbel?
2. Beredeneer of de luchtbel nu verder, minder ver of even ver zal stijgen als in vraag f.

E I N D E