

EXAMEN HOGER ALGEMEEN VOORTGEZET ONDERWIJS IN 1982

HAVO

Dinsdag 15 juni, 9.00–12.00 uur

NATUURKUNDE

Dit examen bestaat uit 4 opgaven.
Bijlage: 1 antwoordpapier.



figuur 1



figuur 2



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

Benodigde gegevens kunnen worden opgezocht in het tabellenboekje Binas. Het is de bedoeling, dat van tabel 7 de tussen haakjes geplaatste afgeronde waarden gebruikt worden.

1. SNELHEIDSMETER.

De snelheid van boten kan gemeten worden met een zogenaamde log. De log bestaat uit twee onderdelen: een spanningspulsvormer en een apparaat waarop de snelheid is af te lezen.

In figuur 1 is, op ware grootte, een doorsnede getekend van de pulsformer. Deze bevindt zich in de bodem van de boot. De beweging van het water langs de romp van de boot brengt het kleine schoepenrad in draaiing. Het aantal omwentelingen dat dit rad maakt per seconde (de draaifrequentie) is een maat voor de snelheid van de boot ten opzichte van het water.

Om deze frequentie te kunnen meten is in één der schoepen een magneetje aangebracht. Tijdens het draaien beweegt de magneet langs een spoel, waardoor in deze spoel een inductiespanning wordt opgewekt. In figuur 1 zijn de spoel, het schoepenrad en de magneet met polen P_1 en P_2 aangegeven.

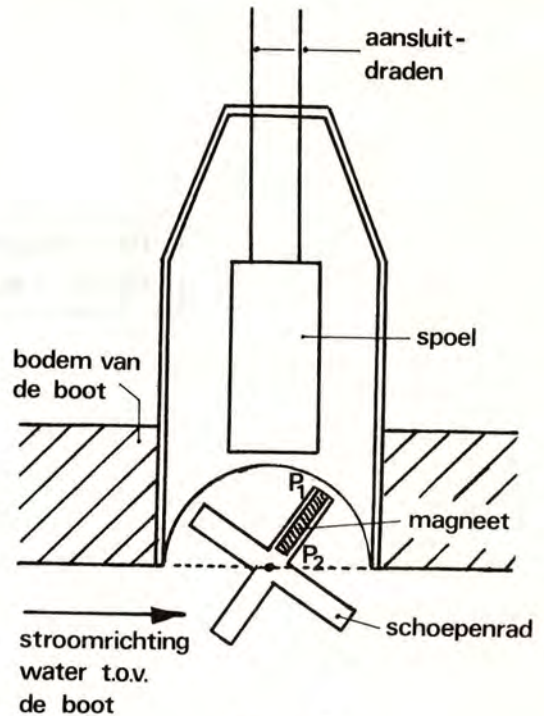
We gaan de inductiespanning die in de spoel wordt opgewekt, onderzoeken. De spoel wordt via de aansluitdraden verbonden met een oscilloscoop. We zorgen ervoor dat het rad met constante snelheid in draaiing wordt gehouden. Op het scherm van de oscilloscoop verschijnen twee spanningspulsen, I en II. Zie figuur 2.

Telkens als de magneet de spoel passeert ontstaat er een spanningspuls met een positief en negatief gedeelte.

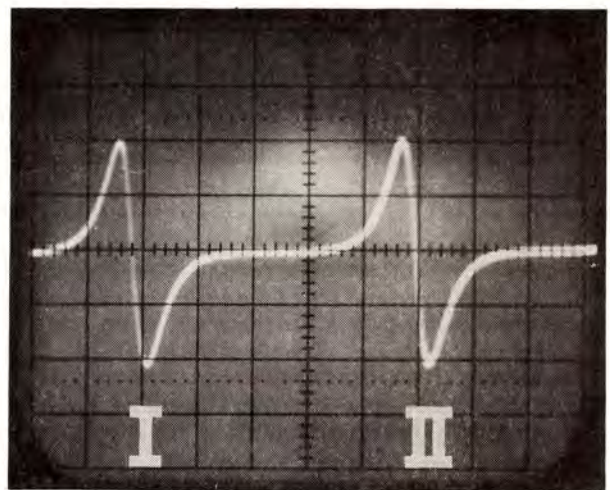
- a. Verklaar waarom er, telkens als de magneet langs de spoel draait, zowel een positieve als een negatieve inductiespanning optreedt.

Bij een grotere constante draaisnelheid van het rad verschijnt een ander beeld op het scherm van de oscilloscoop. Dit beeld wijkt in een aantal opzichten af van het beeld van figuur 2. Zo is bij de nieuwe draaisnelheid ondermeer het midden van de tweede puls (de nuldoorgang) één hokje verschoven. De nuldoorgang van de eerste puls komt op dezelfde plaats als die van puls I in figuur 2. Figuur 2 is op het bijgevoegde antwoordpapier nogmaals weergegeven.

- b. 1. Schets in deze figuur het beeld dat bij de grotere draaisnelheid op het oscilloscoopscherm is verschenen.
2. Verklaar de veranderingen die zijn opgetreden in het oscilloscoopbeeld.

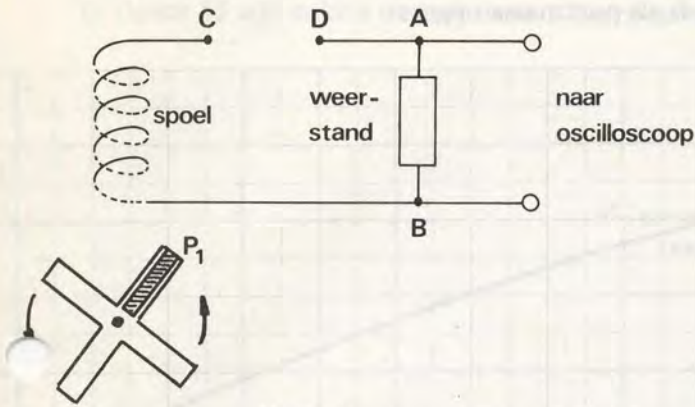


figuur 1

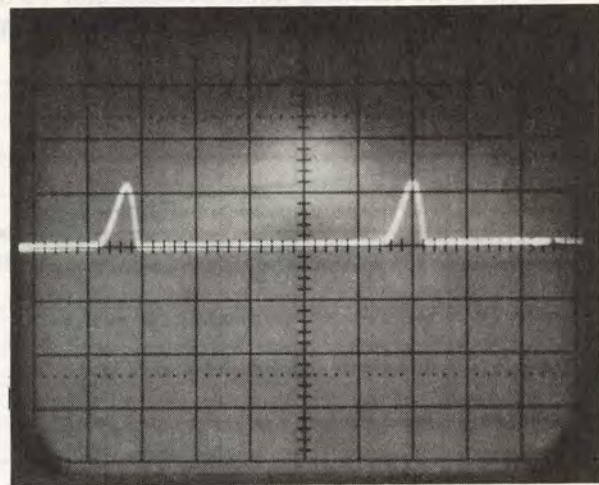


figuur 2

Om de vaarsnelheid te kunnen bepalen moet worden geteld hoeveel spanningspulsen er per seconde geproduceerd worden. Het tellen gaat het eenvoudigst als er alleen maar positieve pulsen zijn. Om die te verkrijgen wordt in de schakeling van figuur 3 tussen de punten C en D een diode geschakeld. In figuur 3 zijn weer het schoepenrad en de spoel getekend. De spoel is zó op de oscilloscoop aangesloten dat op het scherm een uitwijking naar boven te zien is wanneer de potentiaal van punt A groter is dan die van punt B. Het rad draait met constante snelheid in de aangegeven richting. Figuur 4 toont het beeld dat nu te zien is op het scherm van de oscilloscoop.

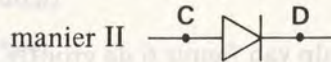
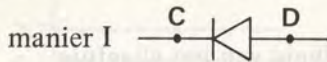


figuur 3



figuur 4

De diode is op één van de volgende twee manieren tussen C en D geschakeld:



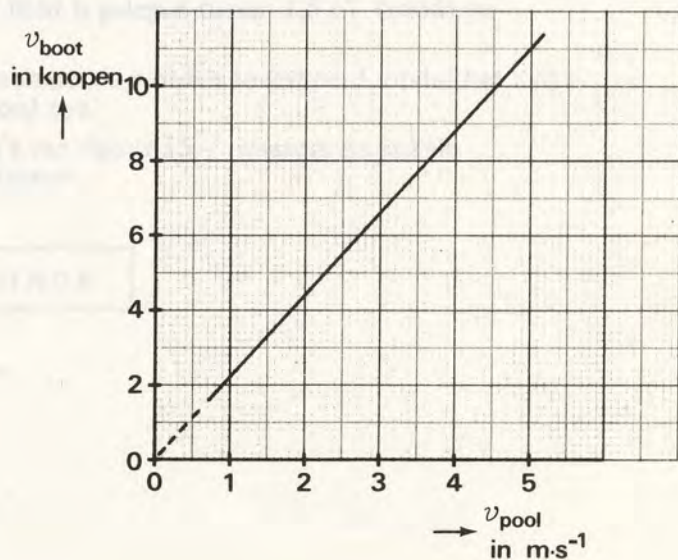
- c. 1. Bereken welke van deze manieren de juiste is.
2. Bereken of P_1 de noordpool dan wel de zuidpool van de magneet is.
3. Beschrijf of schets wat er op het oscilloscoopscherm te zien zou zijn als het rad met even grote snelheid de andere kant zou draaien.

De boot vaart met constante snelheid. Op het scherm van de oscilloscoop is het beeld van figuur 4 zichtbaar. De tijdbasis van de oscilloscoop is ingesteld op 5,0 ms per hokje. Het uiteinde van de magneet bij P_1 beschrijft een cirkelbaan met een straal van 12 mm.

- d. Bepaal met behulp van figuur 4 de snelheid van dit uiteinde van de magneet.

In figuur 5 is het verband weergegeven tussen de vaarsnelheid van de boot (v_{boot}) en de snelheid van het uiteinde P_1 van de magneet in het schoepenrad (v_{pool}).

- e. Bepaal met behulp van deze figuur de vaarsnelheid van de boot.



figuur 5



2. PARACHUTIST

Op 1,00 km hoogte vliegt een vliegtuig horizontaal met constante snelheid.

Er is geen wind. Een parachutist laat zich op het tijdstip $t = 0$ uit het vliegtuig vallen.

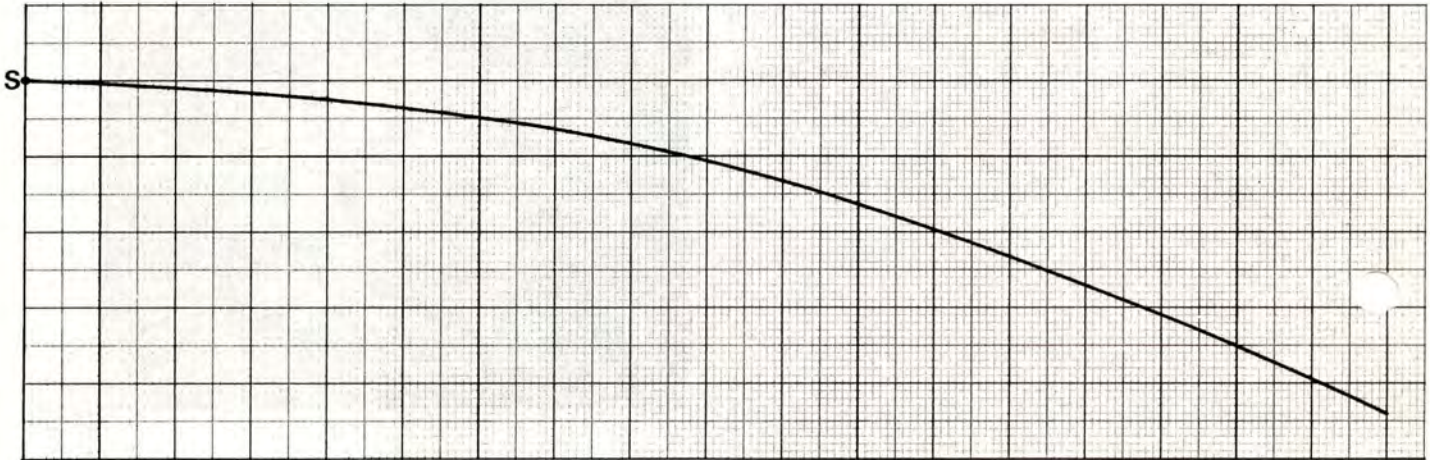
De verticale snelheid v_y van de parachutist is op dit tijdstip nul. Zijn parachute blijft nog gesloten.

We houden eerst GEEN rekening met de luchtweerstand.

In figuur 6 is de vorm getekend van de baan die de parachutist in dit geval zou doorlopen gedurende de eerste drie seconden.

1,0 cm in de tekening komt overeen met 10 m in werkelijkheid.

S is het beginpunt van de baan. De parachutist is als puntmassa opgevat.



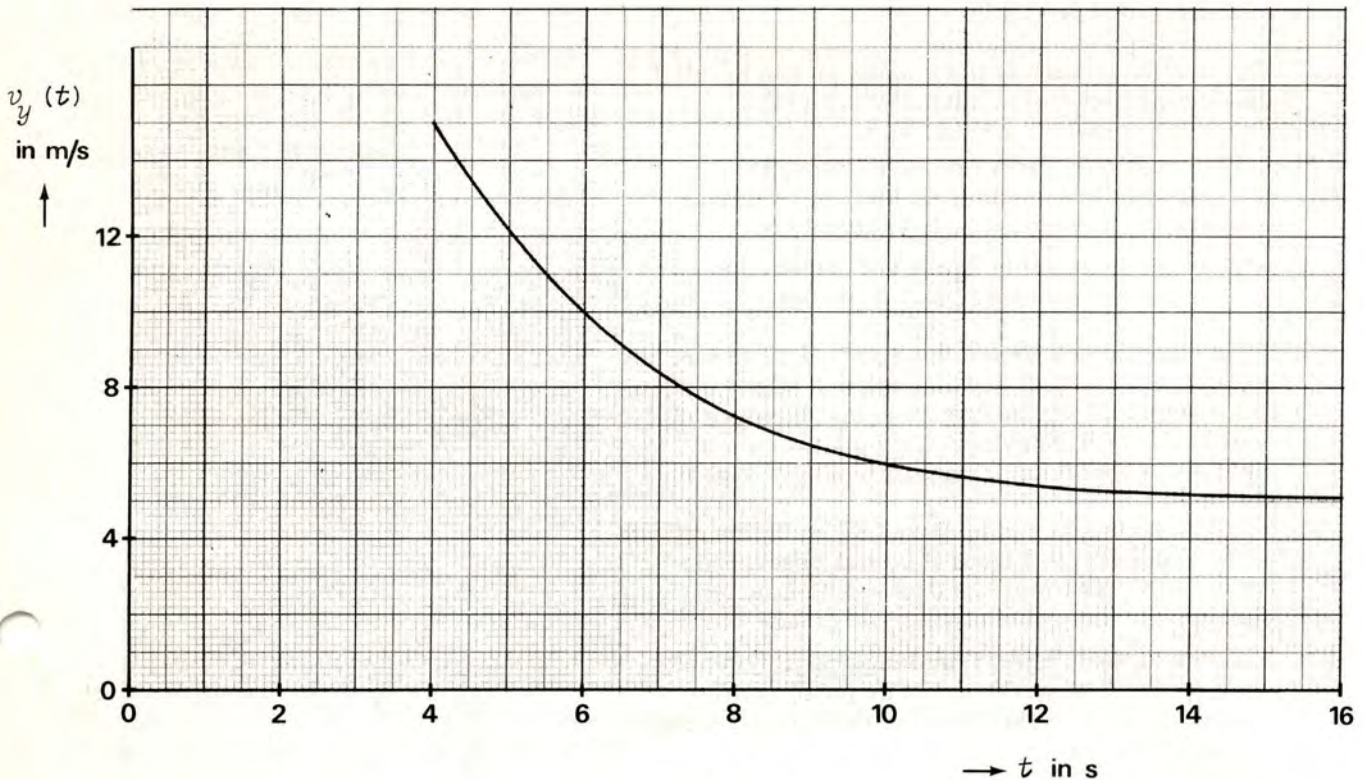
figuur 6

- a. 1. Bepaal met behulp van figuur 6 de grootte van de snelheid van het vliegtuig.
2. Teken op het bijgevoegde antwoordpapier met een stippellijn de grootte van de verticale snelheid v_y als functie van de tijd, voor het tijdsinterval $0 \leq t \leq 3,0$ s.

In werkelijkheid moet TERDEGE rekening worden gehouden met de luchtweerstand.

- b. Schets op het antwoordpapier met een getrokken lijn hoe de verticale snelheid v_y in dat geval verloopt als functie van de tijd gedurende het tijdsinterval $0 \leq t \leq 3,0$ s.

Op het tijdstip $t = 3,0$ s gaat de parachute open. In figuur 7 is het verloop getekend van de grootte van de verticale snelheid v_y als functie van de tijd, vanaf het tijdstip $t = 4,0$ s.



figuur 7

Uit figuur 7 blijkt dat in de verticale richting de versnelling van de parachutist niet constant is. Daarom maken we gebruik van het begrip *gemiddelde versnelling*:

$$a_{\text{gem}} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Hierin is Δv de grootte van de snelheidsverandering in een bepaald tijdsinterval en Δt de grootte van dit tijdsinterval.

c. Bepaal uit het diagram van figuur 7 de gemiddelde versnelling die in verticale richting optreedt gedurende het tijdsinterval $4,0 \text{ s} \leq t \leq 5,0 \text{ s}$.

De massa van de parachutist bedraagt $80,0 \text{ kg}$.

d. Bereken de gemiddelde wrijvingskracht die gedurende het tijdsinterval $4,0 \text{ s} \leq t \leq 5,0 \text{ s}$ in verticale richting werkt.

Na enige tijd beweegt de parachutist recht boven zijn doel, met een constante snelheid van $5,0 \text{ m/s}$ loodrecht naar beneden.

e. Hoe groot is de wrijvingskracht op het tijdstip $t = 20,0 \text{ s}$? Licht het antwoord toe.

Op 100 m hoogte boven het aardoppervlak komt de parachutist terecht in een sterke horizontale luchtstroom. Deze geeft aan de parachutist een constante, horizontaal gerichte versnelling van $0,50 \text{ m/s}^2$ totdat hij op de grond terecht is gekomen. De verticale snelheid blijft hierbij onveranderd $5,0 \text{ m/s}$.

f. Bereken op welke afstand naast zijn doel de parachutist terecht komt.



3. ELEKTRISCH VELD

Een positief geladen koperen plaat en een negatief geladen koperen bol worden, dicht bij elkaar, geïsoleerd opgesteld. Zie figuur 8.

- Schets in figuur A op het bijgevoegde antwoordpapier door middel van $-$ tekens hoe de lading over de bol verdeeld is.
- Teken in dezelfde figuur vijf elektrische veldlijnen tussen de plaat en de bol.

We vervangen de koperen bol door een klein vlierpitbolletje, dat zo zwak negatief geladen is, dat het elektrische veld van de koperen plaat hierdoor niet merkbaar wordt beïnvloed. Dit bolletje is door middel van een nylondraadje opgehangen aan een statief.

Het draadje maakt een hoek van 37° met de verticale stand. Zie figuur 9. Figuur B op het bijgevoegde antwoordpapier toont een deel van de koperen plaat en het vlierpitbolletje met de draad.

- Teken in deze figuur B de krachten die op het vlierpitbolletje werken, met de juiste richting en in de juiste verhouding tot de reeds getekende zwaartekracht.

Wanneer we, door het statief te verplaatsen, het vlierpitbolletje op andere plaatsen in de buurt van de koperen plaat houden (binnen het in figuur 9 met een stippellijn omgeven gebied), blijkt het draadje overal dezelfde hoek van 37° met de verticale stand te maken.

Het veld is dus homogeen.

De potentiaal van de plaat is 50 kV; de potentiaal in punt K is 20 kV.

$KG = 18 \text{ cm}$; $KL = 15 \text{ cm}$; $LM = 20 \text{ cm}$.

De punten K, L en G liggen op een rechte lijn.

- Hoe groot is de potentiaal in punt L? Licht het antwoord toe.
- Hoe groot is de potentiaal in punt M? Licht het antwoord toe.

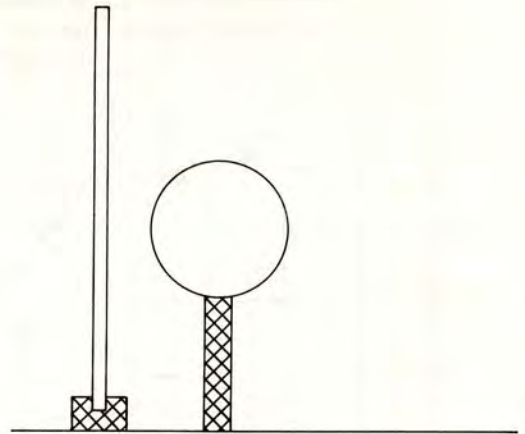
De massa van het vlierpitbolletje is 46 mg.

d. Toon aan dat de lading op het vlierpitbolletje $-2,0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ is.

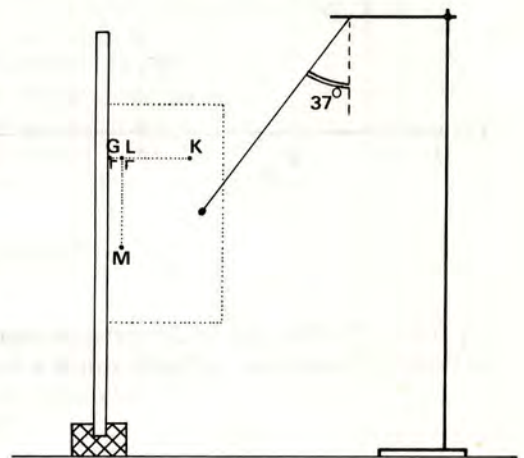
Terwijl het nog steeds even sterk geladen vlierpitbolletje zich in punt K bevindt, laat het bolletje los van het nylondraadje.

Verwaarloos bij de volgende vragen de luchtwrijving en de afmetingen van het bolletje.

- Bereken op welke afstand van punt G het vlierpitbolletje de koperen plaat treft.
- Bereken de grootte van de snelheid waarmee het vlierpitbolletje de koperen plaat treft.



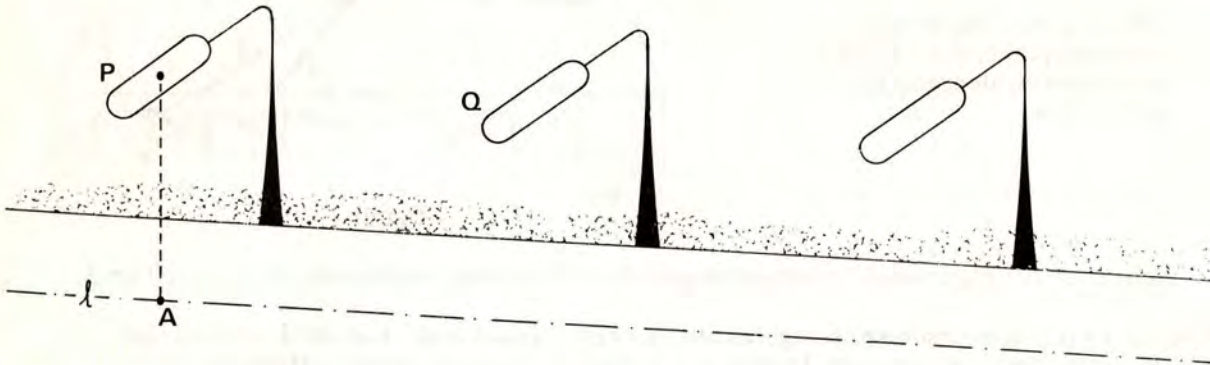
figuur 8



figuur 9

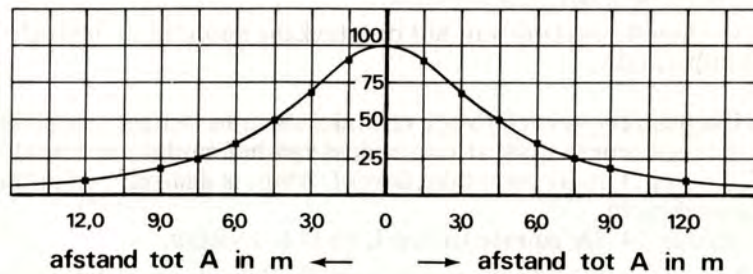
4. NATRIUMLAMP

Langs autowegen en op kruisingen wordt veel gebruik gemaakt van natriumlampen. Deze zenden monochromatisch geel licht uit. Meestal zijn ze gemonteerd op (hoge) masten zoals is getekend in figuur 10. De hoogte van een mast is 6,0 m. A is het punt op het wegdek dat loodrecht onder het midden van lamp P ligt.



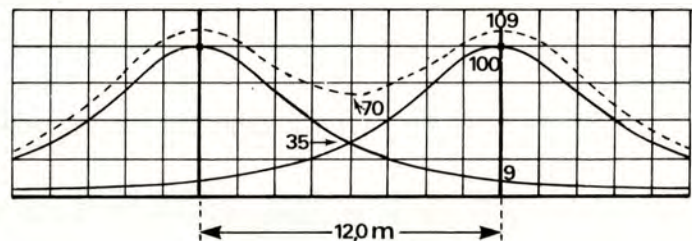
figuur 10

De hoeveelheid licht per oppervlakte-eenheid noemen we de verlichtingssterkte. Op het wegdek is de verlichtingssterkte niet overal even groot. Bij gebruik van één lamp (P) ziet het verloop van de verlichtingssterkte, langs lijn l op het wegdek, eruit zoals in figuur 11 is aangegeven. De verlichtingssterkte is uitgezet als functie van de afstand tot A. De verlichtingssterkte in A is op 100 eenheden gesteld.



figuur 11

Bij gebruik van twee identieke lampen (P en Q), op 12,0 m van elkaar geplaatst, is in figuur 12 de resulterende verlichtingssterkte langs lijn l weergegeven door de streepjeslijn.



figuur 12

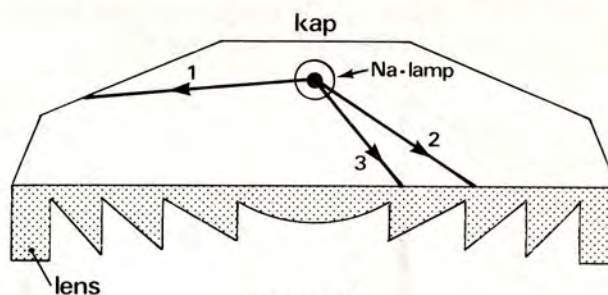
- Beredeneer of de lichtmasten verder uit elkaar of dichter bij elkaar moeten worden geplaatst om een gelijkmatiger verlichtingssterkte tussen de lichtmasten langs lijn l te verkrijgen.
- Bepaal hoe groot de afstand tussen de twee lichtmasten moet zijn om er voor te zorgen dat de verlichtingssterkte langs lijn l tussen de lichtmasten nergens kleiner wordt dan 50 eenheden.



De verlichtingssterkte op het wegdek kan worden vergroot door *boven* de lamp een kap aan te brengen die het licht spiegelend terugkaatst en *onder* de lamp een speciale lens te monteren. Deze lens bestaat onder meer uit een aantal prismagedeelten. In figuur 13 is een dwarsdoorsnede getekend.

Op het bijgevoegde antwoordpapier is figuur 13 vergroot weergegeven.

- b. 1. Teken op het bijgevoegde antwoordpapier voor straal 1 de verdere stralengang tot aan de lens.



figuur 13

2. Schets op het bijgevoegde antwoordpapier de verdere stralengang voor de stralen 2 en 3.

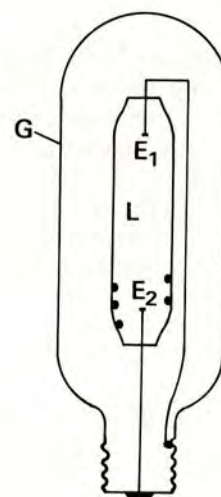
In figuur 14 is een dwarsdoorsnede getekend van een natriumlamp. Ruimte L is de ruimte waar de lichtvorming plaatsvindt. In ruimte L bevinden zich uitsluitend natrium en neon. Bij kamertemperatuur ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$) verkeert het natrium voornamelijk in de vaste fase (als bolletjes op de wand). De druk van de natriumdamp is dan zeer laag. Om de buis te kunnen ontsteken, is een beetje neongas toegevoegd. De druk van het ontsteekgas neon in de buis is bij kamertemperatuur 335 Pa . Na het ontsteken loopt de temperatuur in L op tot de bedrijfstemperatuur van $260\text{ }^{\circ}\text{C}$. De uitzetting van de glazen buis moet worden verwaarloosd.

- c. Bereken de gasdruk van het ontsteekgas neon bij de bedrijfstemperatuur.

De lamp is zeer gevoelig voor veranderingen in temperatuur, omdat de lichtopbrengst sterk afhankelijk is van het aantal natriumatomen in de damp. Om de eigenlijke lamp L heen, is daarom een extra glas G aangebracht.

Zie figuur 14. De ruimte tussen L en G is vacuüm.

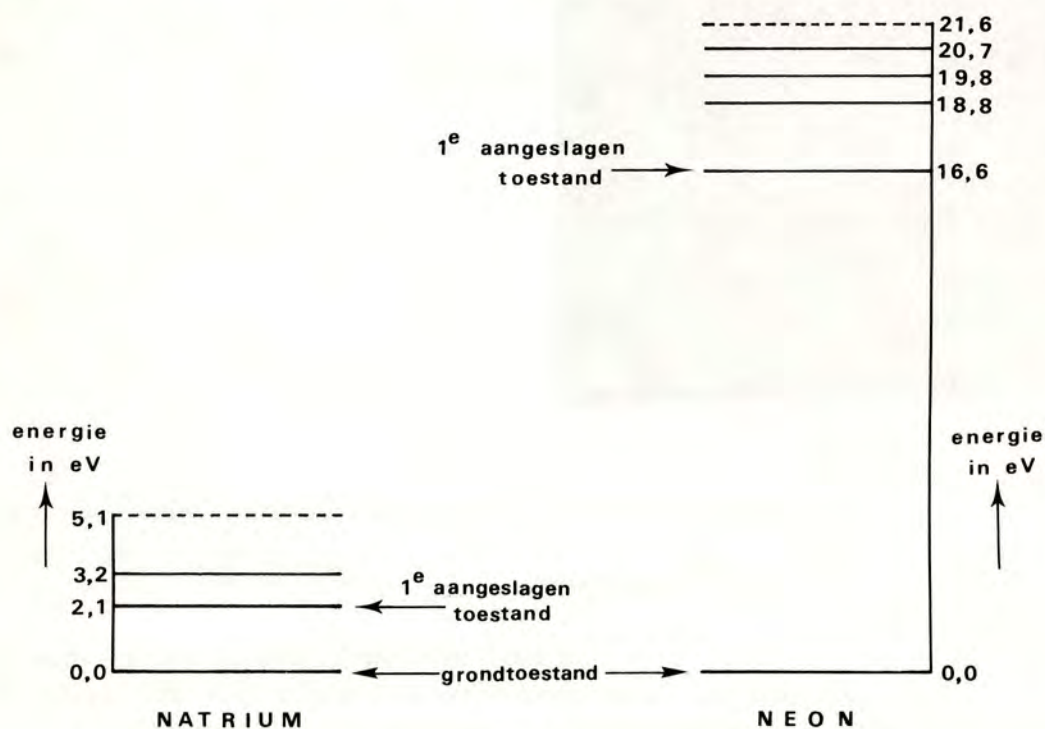
- d. Leg uit waarom de temperatuursveranderingen van de buitenlucht op deze wijze vrijwel niet tot temperatuursveranderingen binnen L leiden.



figuur 14

De lichtvorming komt tot stand doordat in ruimte L vrijgemaakte elektronen worden versneld door het elektrische veld tussen de elektroden E_1 en E_2 . Zie figuur 14. Als een elektron botst met een atoom van het aanwezige gas, kan dit atoom in een aangeslagen toestand geraken of zelfs worden geïoniseerd. Na korte tijd (10^{-8} s) raakt het aangeslagen atoom de opgenomen energie weer kwijt door het uitzenden van één of meer fotonen. Het keert terug naar de grondtoestand. Bij kamertemperatuur (20°C) zijn er te weinig atomen in de natriumdamp aanwezig om de stroomgeleiding, die door ionisatie mogelijk is, in stand te houden. Daarom is het neon als ontsteekgas toegevoegd. Als de lamp wordt aangezet is de kleur van het uitgezonden licht aanvankelijk rood (door het neon). Geleidelijk (in ongeveer vijf minuten) gaat deze kleur over in de bekende gele (natrium) kleur.

In figuur 15 zijn enkele energieniveaus weergegeven van natrium en neon.



figuur 15

- e. Toon met behulp van figuur 15 aan, dat de golflengte van het gele natriumlicht (589 nm) overeenkomt met één van de energie-overgangen die bij natrium mogelijk zijn.

De energie-inhoud van fotonen van zichtbaar licht is gelegen tussen 1,5 eV (rood) en 3,0 eV (violet).

- f. Hoeveel energie moet tenminste aan een neonatoom worden toegevoerd, opdat het zichtbaar licht kan uitzenden? Licht het antwoord toe.
- g. Leg uit – mede met behulp van de schema's van figuur 15 – waarom na enkele minuten het neon bijna geen licht meer uitzendt.

EINDE