

**EINDEXAMEN VOORBEREIDEND WETENSCHAPPELIJK
ONDERWIJS IN 1972**

(GYMNASIUM EN ATHENEUM)

Vrijdag 28 april, 9.00–12.00 uur

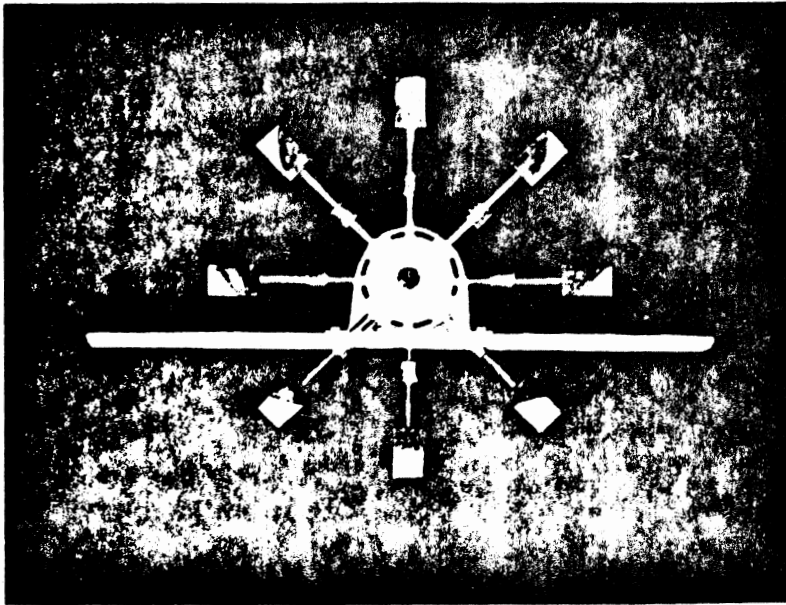
NATUURKUNDE

Voor de gewenste gegevens raadplege men het tabellenboekje. Van tabel 1 de kolom „afgeronde waarde” gebruiken.

I. Behandel *kort* en *zakelijk*:

1. Verklaar het principe van de omkering van een spectraallijn.
2. De maan kan geen dampkring vasthouden. Verklaar dit door ervan uit te gaan, dat de temperatuur van het maanoppervlak aan de door de zon beschenen kant ongeveer 350 K bedraagt, dat de straal van de maan ongeveer $0,27 \times$ de straal van de aarde is en dat de massa van de maan ongeveer $0,0122 \times$ de massa van de aarde bedraagt.

II. Een doorzichtig glazen bakje met vlakke wanden, ongeveer half gevuld met kwik, is aan een volkomen stijve staaf bevestigd. Aan het andere uiteinde van de staaf is een contragewicht aangebracht. De staaf draait in een verticaal vlak met een constante hoeksnelheid om een horizontale as. Het geheel wordt stroboscopisch belicht en gefotografeerd (zie figuur 1).



Figuur 1

Het geheel wordt stroboscopisch belicht en gefotografeerd (zie figuur 1).

Het blijkt, dat in de hoogste stand van het bakje het kwik gewichtloos is.

De afstand van het zwaartepunt van het kwik tot de draaiingsas is $0,62 \pm 0,01$ m.

- a. Bepaal de hoeksnelheid van de as.
- b. Bereken het gebruikte aantal lichtflitsen per seconde.
- c. Verklaar, toegelicht met duidelijke schetsen, de stand van het vloeistofoppervlak als de staaf

verticaal en ook als deze horizontaal staat.

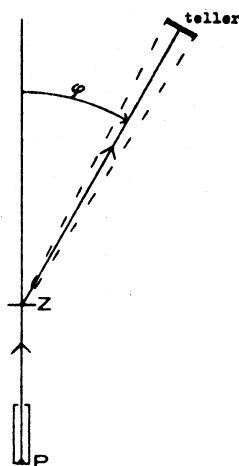
- d. Geef in een grafiek het verloop weer van de kracht die door het kwik in de richting van de as op de staaf wordt uitgeoefend, als functie van de hoek tussen de staaf en de vanuit de as naar boven gaande verticaal.

III. Uit de verstrooiingsproeven van Rutherford is geconcludeerd, dat een atoom uit een „zwarte”, zeer kleine kern (positief geladen) en een ijle wolk elektronen bestaat.

Alfadeeltjes (energie 4,15 MeV), afkomstig van een radioactief preparaat P, treffen een zeer dun zilverplaatje Z (zie figuur 2). Het aantal alfadeeltjes dat over een hoek φ wordt afgebogen, wordt gemeten met een teller. Een reeks van metingen had onderstaande tabel tot resultaat. Onder de afbuigingshoek φ verstaat men de hoek tussen de oorspronkelijke bewegingsrichting en die na de afbuiging.

In de tabel zijn de relatieve aantallen alfadeeltjes bij bepaalde afbuigingshoeken aangegeven, waarbij het aantal deeltjes met een afbuigingshoek van 30° op 1000 is gesteld. Bijvoorbeeld betekent het getal bij 75° dat tussen 74° en 76° het aantal gemeten alfadeeltjes $0,026 \times$ het aantal bij 30° ($29^\circ - 31^\circ$) bedraagt. De metingen duren voor elke afbuigingshoek even lang. Bij een afbuigingshoek van 30° ($29^\circ - 31^\circ$) werden 5260 alfadeeltjes geteld.

φ	Relatieve aantallen
150°	4,2
135°	5,2
120°	6,3
105°	9,0
75°	26
60°	61
45°	190
$37,5^\circ$	340
30°	1000



Figuur 2

- Teken een diagram van de relatieve aantallen verstrooide alfadeeltjes als functie van de afbuigingshoek.
- Teken ook, op grotere schaal, een diagram voor slechts de afbuigingshoeken 75° en groter.
- Schat door extrapolatie hoeveel alfadeeltjes onder een hoek van 180° zijn teruggekaatst.

Rutherford nam aan dat de afbuiging een gevolg is van elektrostatische krachtwerking.

- Welke alfadeeltjes komen bij dit experiment het dichtst bij een zilverkern? Motiveer het antwoord.
- Bereken deze kleinste afstand. Laat de invloed van de elektronen hierbij buiten beschouwing.

IV. Een vliegtuig V staat stil. De concentrische cirkels in figuur 3 a stellen een aantal golffronten voor van door de motoren uitgezonden geluidsgolven. De frequentie van het geluid is 680 Hz. De geluidssnelheid is 340 m/s.

a. Geef de definitie van een golffront.

In figuur 3 b beweegt het vliegtuig eenparig langs de lijn m. Hierop is W_1 een stilstaande waarnemer. A, B, C, D en E geven de posities aan die met onderlinge tijdsverschillen van 1 seconde worden ingenomen. De cirkels 1, 2, 3 en 4 geven, op het ogenblik waarop V in A is, de uitbreiding aan van de geluidsgolven vanuit de punten E, D, C en B.

b. In welke richting vliegt V in figuur 3 b? Licht het antwoord kort toe.

c. Bepaal de snelheid van V met behulp van figuur 3 b.

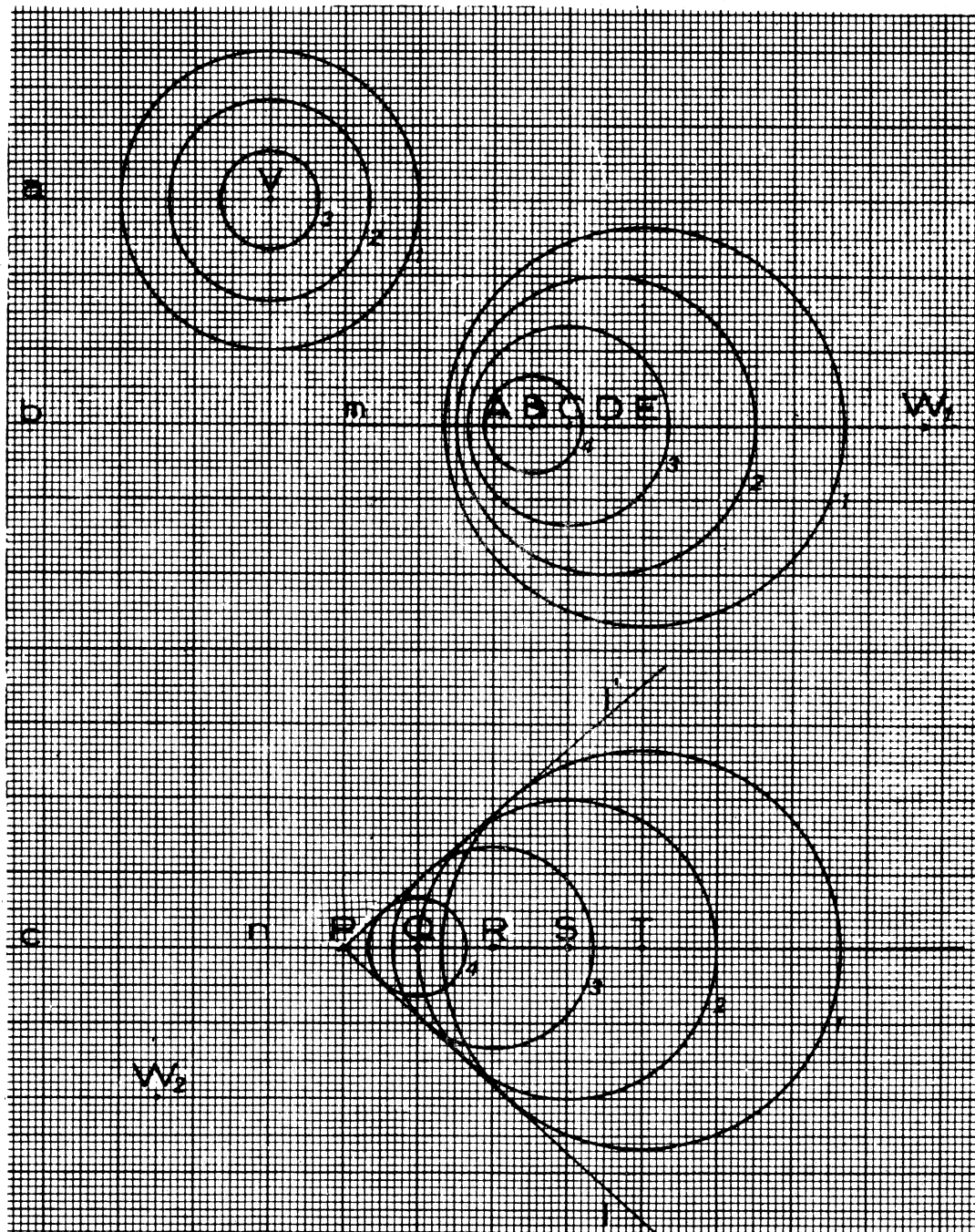
d. Leid uit de figuur de door W_1 waargenomen frequentie af.

In figuur 3 c beweegt V eenparig langs de lijn n. De punten P, Q, R, S en T geven de posities aan met onderlinge tijdsverschillen van 1 seconde. De cirkels 1, 2, 3 en 4 geven weer de uitbreiding aan van de geluidsgolven vanuit de punten T, S, R en Q, op het ogenblik waarop V in P is. De rechten l en l' zijn gemeenschappelijke golffronten.

e. Bepaal de snelheid van V in grootte en richting.

f. Beschrijf en verklaar wat een stilstaande waarnemer W_2 hoort vóór en na het passeren van l. Betrek in het antwoord alleen de geluidsstrekte en de richting waaruit voor de waarnemer het geluid komt.

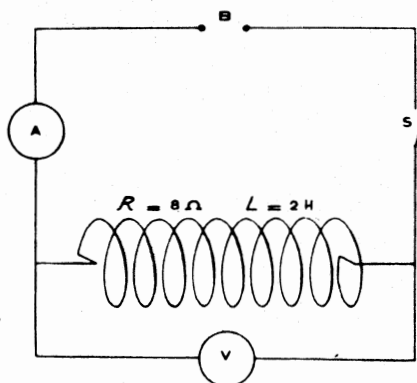
Fig. 3



N.B. Vraag V-B is bedoeld voor kandidaten die aan het experiment „vaste-stoffysica” hebben deelgenomen. Deze kandidaten dienen vraag V-A niet te behandelen. De overige kandidaten behandelen vraag V-A en dienen vraag V-B te negeren.

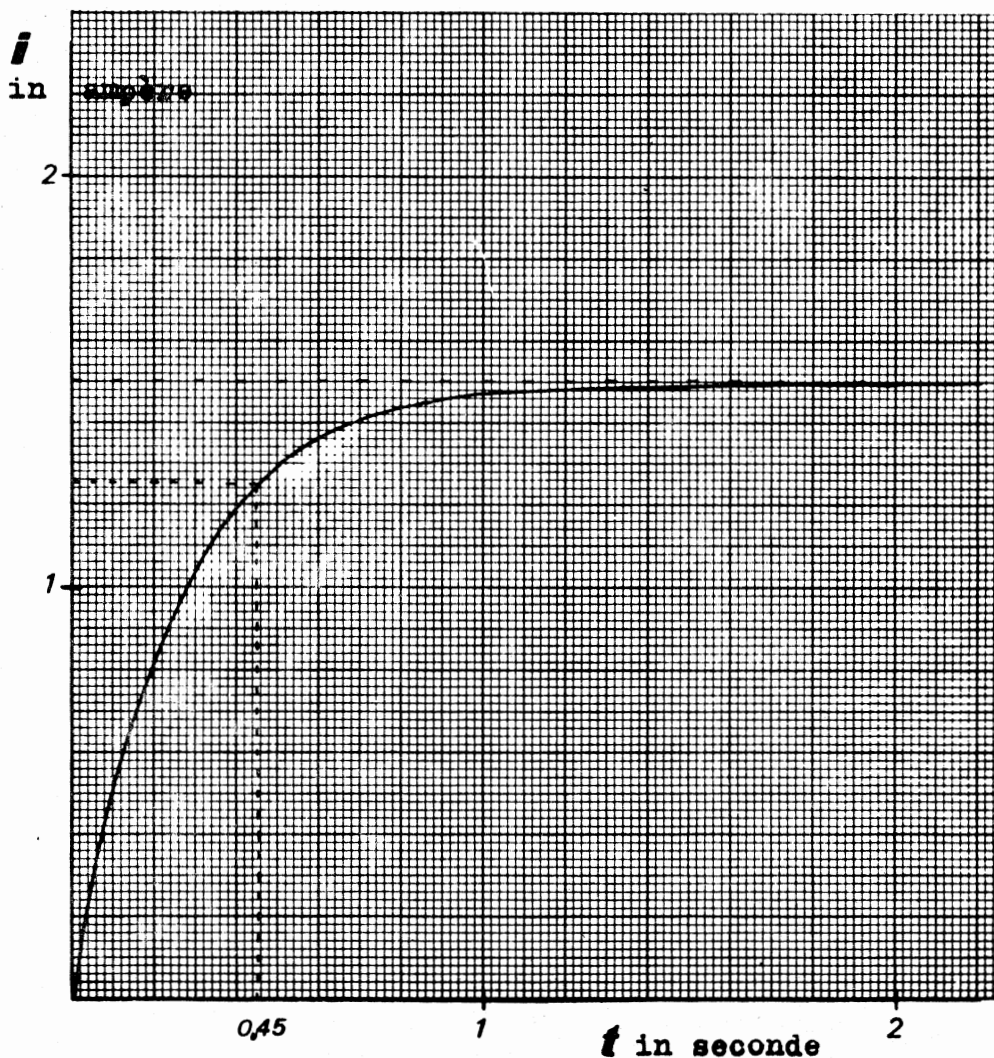
V-A. In nevenstaand circuit is een spoel zonder ijzerkern opgenomen. B is een gelijkspanningsbron met een verwaarloosbare inwendige weerstand. (Zie figuur 4.)

Als op het tijdstip $t = 0$ de schakelaar S gesloten wordt, geeft de grafiek in figuur 5 het verloop aan van de stroomsterkte in de keten als functie van de tijd. De weerstand van de ampèremeter A en de stroomsterkte in de voltmeter V zijn verwaarloosbaar klein. De traagheid van beide meters dient buiten beschouwing te worden gelaten.



Figuur 4

- Verklaar de vorm van deze grafiek.
- Bereken met behulp van deze grafiek de grootte van de zelfinductiespanning op het tijdstip $t = 0,45$ seconde.
- Schets in een grafiek het potentiaalverschil tussen de uiteinden van de voltmeter als functie van de tijd, in het tijdvak van 0 tot 2 seconde.
- Als vóór het sluiten van de schakelaar in de spoel een weekijzeren kern wordt aangebracht, waarvan de relatieve magnetische permeabiliteit 40 is, hoe groot is dan de richtingscoëfficiënt van de grafiek, overeenkomstig die van figuur 5, direct na het sluiten van de stroomkring?
- Als door de spoel een stroom gaat, bezit deze een hoeveelheid energie. Bedenk naar analogie van enkele uitdrukkingen voor energie in bepaalde vormen, te weten $\frac{1}{2}cu^2$, $\frac{1}{2}mv^2$ en $\frac{1}{2}CV^2$, een uitdrukking voor de energie van de spoel. Controleer het gegeven antwoord met een dimensie- of een eenhedenbeschouwing en vermeld hoe deze controle geschiedt.



Figuur 5

V-B. In het kristalrooster van een staafje germanium is een hoeveelheid vijfwaardige atomen homogeen verdeeld („doping”). Door dit staafje wordt een stroom gestuurd van 0,500 ampère. De temperatuur van het staafje wordt verhoogd, waarbij steeds de spanning zodanig wordt geregeld, dat de stroomsterkte 0,500 A blijft. De benodigde spanning wordt gemeten bij een aantal temperaturen, met de resultaten als aangegeven in tabel I.

Tabel I			Tabel II		
i ampère	T graden kelvin	V volt	i	$\frac{1}{T} (\times 10^3)$	$^{10}\log V$
0,500	273	0,106	0,500	3,66	1,0253 - 2
"	293	0,118	"	3,41	1,0719 - 2
"	313	0,126	"	3,20	1,1004 - 2
"	323	0,129	"	3,10	1,1106 - 2
"	333	0,125	"	3,00	1,0969 - 2
"	353	0,097	"	2,83	0,9868 - 2
"	373	0,0595	"	2,68	0,7745 - 2
"	393	0,036	"	2,54	0,5563 - 2
"	413	0,022	"	2,42	0,3424 - 2

Uit de metingen blijkt, dat voor temperaturen van 273 K tot 323 K de benodigde spanning langzaam toeneemt.

a. Verklaar de hieruit blijkende toename van de weerstand met de temperatuur.

Bij temperatuurverhoging boven 323 K blijkt de weerstand sterk te dalen bij stijgende temperatuur.

b. Op welke wijze kan deze afname verklaard worden?

c. Teken een grafiek van de meetresultaten, waarbij $\frac{1}{T}$ horizontaal wordt uitgezet en $^{10}\log V$ verticaal (zie tabel II). Leg het punt ($\frac{1}{T} = 2,4 \times 10^{-3}$; $^{10}\log V = 0,2500 - 2$) in de oorsprong en maak zo nuttig mogelijk gebruik van de beschikbare ruimte.

In de grafiek blijken de punten voor temperaturen boven 350 K ongeveer op een rechte lijn te liggen.

d. Trek de best passende rechte in dit gebied en geef aan welke grootte de helling van deze rechte lijn bepaalt. Welke fysische betekenis heeft deze grootte?