

2025-2026

VWO6 2025P1 Geofysica OEFENTOETS

VWO 6

donderdag 16 oktober 2025

1 uur en 40 minuten

Natuurkunde

Om het hoekje

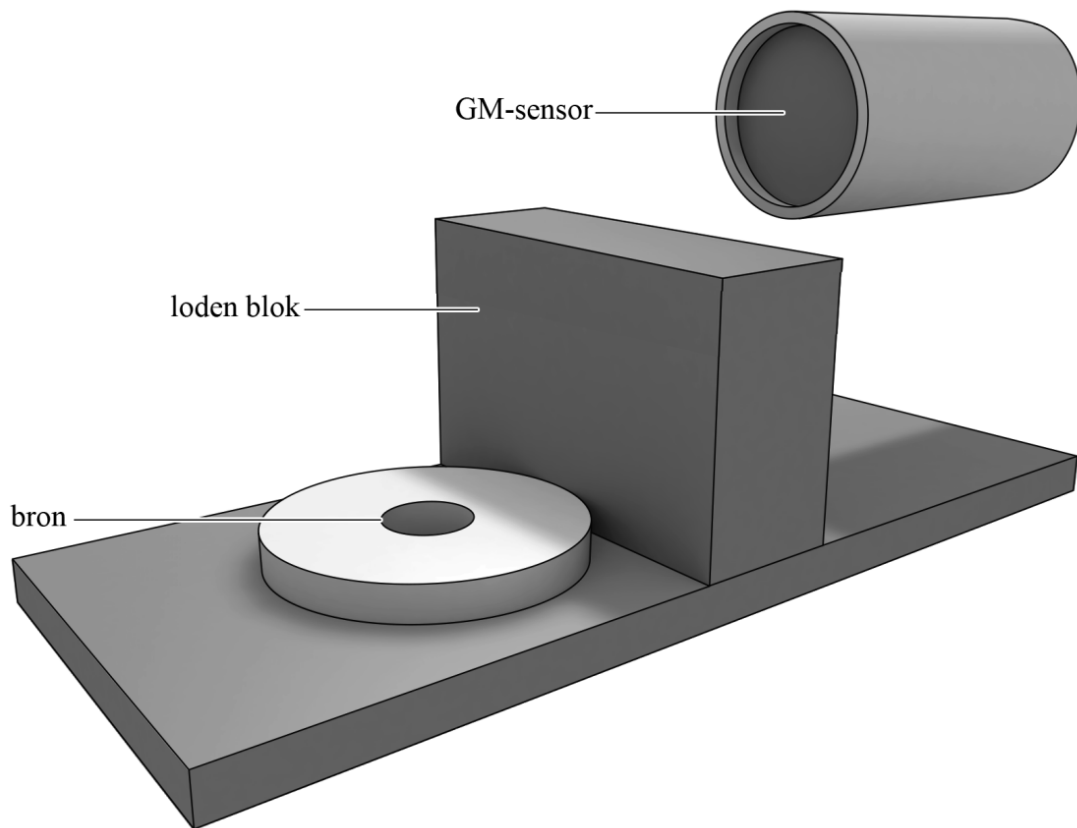
Niels voert een practicum uit waarin hij het gedrag van bètadeeltjes in de lucht onderzoekt. Hij gebruikt een radioactief preparaat als bron voor β^- -deeltjes. Neem aan dat deze bron bij de start van het practicum maar één isotoop bevat. Tijdens het vervalproces van deze isotoop ontstaat Yttrium-90 als vervalproduct. Bij dit vervalproces komt geen gammastraling vrij.

3p **1** Geef de vervalvergelijking van dat vervalproces.

Toch komt er gammastraling vrij uit de bron.

1p **2** Geef aan hoe het mogelijk is dat er gammastraling uit de bron vrijkomt.

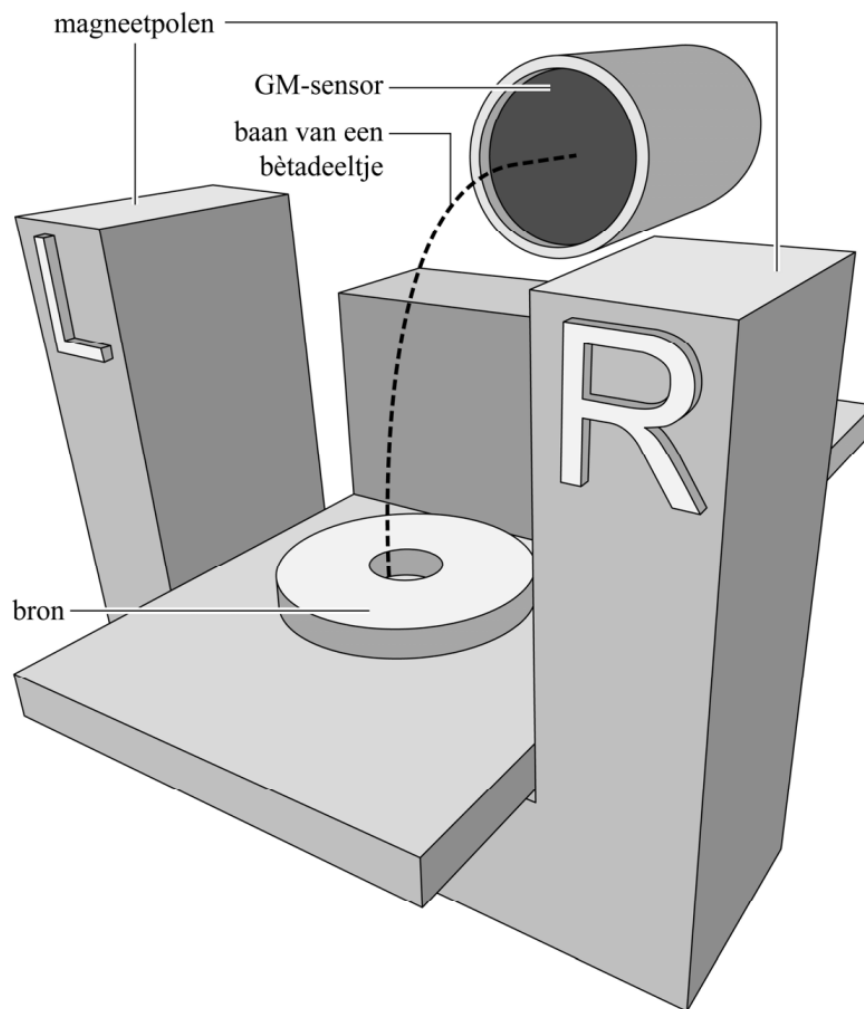
Niels bouwt de opstelling zoals weergegeven in figuur 1. Een loden blok is zó geplaatst dat straling niet in een rechte lijn van de bron naar de Geiger-Müller-sensor (GM-sensor) kan bewegen.



Figuur 1

Verwaarloos bij het vervolg van deze opgave de eventuele invloed van de gammastraling op de metingen.

Met behulp van een sterke hoefijzermagneet wil Niels bètadeeltjes om het blok heen afbuigen richting de GM-sensor. Dit is weergegeven in figuur 2.



Figuur 2

- 3p **3** Leg uit aan welke kant (L of R) van de hoefijzermagneet zich de noordpool bevindt.

Niels wil met zijn opstelling de snelheid van de bètadeeltjes bepalen. Hij neemt aan dat in deze situatie de zwaartekracht op de bètadeeltjes verwaarloosd mag worden. Verder neemt hij aan dat het magneetveld homogeen is en dat de bètadeeltjes dus een cirkelbeweging uitvoeren. Met behulp van formules uit het informatieboek leidt Niels de volgende formule af voor de snelheid v van een bètadeeltje:

$$v = \frac{Bqr}{m} \text{ (formule 1)}$$

Hierin is:

- B de sterkte van het magnetisch veld
- q de lading van het bètadeeltje
- r de straal van de cirkelbaan
- m de massa van het bètadeeltje

3p **4** Leid formule 1 af met behulp van formules uit het informatieboek.

Wanneer de snelheid van een deeltje groter is dan 10% van de lichtsnelheid, moet er rekening gehouden worden met zogenaamde relativistische effecten.

Het magnetisch veld tussen de polen is 0,1 T . Niels bepaalt de gemiddelde straal van de cirkelbaan van de bètadeeltjes die op de GM-sensor vallen en vindt 0,20 m.

3p **5** Leg uit of er in deze situatie rekening gehouden moet worden met relativistische effecten. Bereken daartoe eerst de snelheid van de bètadeeltjes volgens de methode van Niels.

Voordat Niels de bron en de magneet in de opstelling plaatst, doet hij eerst driemaal een meting met de GM-sensor (tabel 1, reeks 1). Vervolgens plaatst Niels de bron in de opstelling zonder magneet en doet hij weer drie metingen (reeks 2). Ten slotte plaatst Niels ook de hoofijzermagneet in de opstelling en doet hij nogmaals drie metingen (reeks 3).

Tabel 1

reeks 1 zonder bronzonder magneet(tellen per minuut)	reeks 2 met bronzonder magneet(tellen per minuut)	reeks 3 met bron met magneet(rellen per minuut)
34	160	479
27	155	497
31	165	486

- 1p **6** Geef aan hoe het kan dat Niels in de eerste meetreeks straling meet.

In de tweede meetreeks worden de bètadeeltjes nog niet afgebogen door de magneet. Toch meet de GM-sensor al meer straling dan in de eerste meetreeks.

- 1p **7** Geef hiervan een mogelijke oorzaak.

Luchtbel dynamiek

Een luchtbel van 10 m³ stijgt op vanaf het aardoppervlak op een warme dag naar een hoogte van 2,0 km. De luchtdruk op deze hoogte is 800 mbar en aan het aardoppervlak is de luchtdruk 1020 mbar. De temperatuur van de stijgende luchtbel daalt van 30 °C naar 15 °C.

- 3p **8** Bereken het volume van de luchtbel op 2,0 km hoogte als de temperatuur van de luchtbel constant zou blijven.
- 3p **9** Waardoor daalt de temperatuur van de luchtbel als deze stijgt?
- 3p **10** Bij adiabatische expansie geldt dat de uitwendige arbeid van de lucht, $p\Delta V$, geleverd wordt door de warmte die vrijkomt bij het afkoelen van de luchtbel. Leg uit dat hier geldt: $p\Delta V = cm\Delta T$.
- 5p **11** Bereken de toename van het volume van de luchtbel. Neem voor de druk de gemiddelde druk tijdens het uitzetten.

- 5p **12** De luchtbel heeft bij de grond een relatieve vochtigheid van 60%. Door het stijgen van de luchtbel daalt de temperatuur ervan van 30 °C naar 15 °C. Leg uit of er bij het stijgen van de luchtbel wolken ontstaan.
- 3p **13** Bij de berekening van het volume in vraag a heb je geen rekening gehouden met het ontstaan van de wolken. Leg uit of bij het ontstaan van wolken warmte wordt onttrokken of juist afgegeven aan de luchtbel.

Speciale fluit

In figuur 3 zie je een speciale fluit met twee gesloten uiteinden en slechts drie gaten. We gaan uit van een kamertemperatuur van 20 °C.



Figuur 3

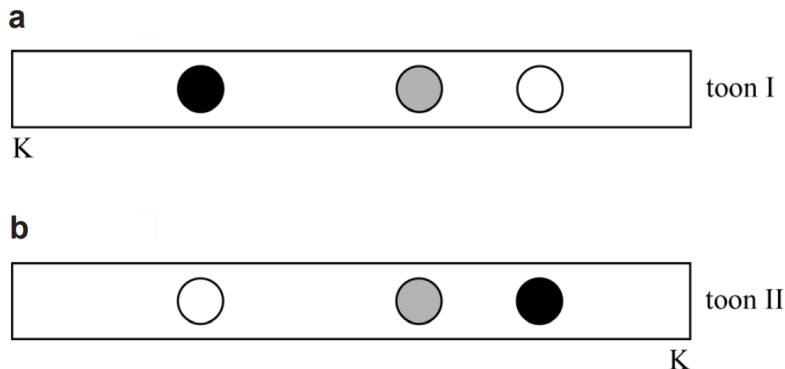
Het middelste gat wordt gebruikt om de fluit aan te blazen. Zie figuur 4. De andere twee gaten kunnen met een vinger afgesloten worden.



Figuur 4

Daniël en Jonathan gaan onderzoeken hoe de toonvorming in de fluit plaatsvindt.

Op de fluit kun je twee tonen spelen met één gat gesloten: toon I en toon II. In figuur 5a en in figuur 5b zijn de twee mogelijkheden om een toon te spelen met één gat gesloten schematisch weergegeven. Een wit bolletje betekent een geopend gat en een zwart bolletje een gat dat is gesloten met een vinger. De fluit wordt aangeblazen door het middelste gat, dat is aangegeven met grijs.



Figuur 5

Volgens het model van de staande golven ontstaat er bij het uiteinde aan de kant van het gesloten gat een knoop (**K**) en ergens in de buurt van het open gat een buik (**B**). De plaats van de knoop bij toon I en toon II is weergegeven met een letter **K**. In beide gevallen is sprake van de grondtoon.

Op de uitwerkbijlage staat figuur 5a nogmaals weergegeven. De lengte van de afbeelding van de fluit is precies de helft van de werkelijke lengte. De frequentie van toon I is $6,0 \cdot 10^2$ Hz.

- 6p **14** Voer de volgende opdrachten uit:
- Geef in de figuur op de uitwerkbijlage met een letter **B** de plaats van de buik bij toon I aan. Licht je antwoord toe met een berekening.
 - Leg uit of de frequentie van toon II hoger of lager is dan de frequentie van toon I.

Daniël blaast de fluit aan door het middelste gat, met beide andere gaten open. Jonathan ontdekt dat de toon die daardoor ontstaat veel hoger is dan toon I en II.

Op de uitwerkbijlage is de fluit in deze situatie schematisch weergegeven.

- 3p **15** Geef in de figuur op de uitwerkbijlage een mogelijkheid van de ligging van de knopen (**K**) en buiken (**B**) aan, in het gebied tussen de stippellijnen. Ga daarbij uit van het model van de staande golf. Een berekening is niet nodig.

Daniël en Jonathan hebben al een tijdje op de fluit geblazen, waardoor de lucht in de fluit een hogere temperatuur heeft gekregen.

- 3p **16** Leg uit hoe de toonhoogte verandert als de temperatuur van de lucht in de fluit toeneemt. Neem aan dat de golflengte niet verandert.