

NATIONALE

NATUURKUNDE OLYMPIADE

Tweede ronde - theorie toets

9 juni 1999

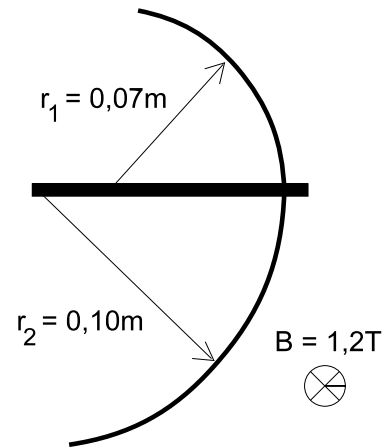
beschikbare tijd : 2 x 2 uur

1. **Maak** een beredeneerde schatting van de maximale snelheid die een vanaf de aarde bestuurde terreinwagen, die op de maan rijdt, mag hebben opdat er geen ongelukken (zoals tegen een rotsblok botsen) gebeuren. De afstand van de aarde tot de maan is 384400km.

2. Een koelkast wordt op een temperatuur van -12°C gehouden. Als de temperatuur van de omgeving 25°C is, blijkt de motor van de koelkast steeds 5 minuten te draaien, waarna deze vervolgens 3 minuten stilstaat. Veronderstel dat de koelkast als een ideale warmtepomp werkt waarvoor geldt: $\frac{W}{Q} = \frac{\Delta T}{T_0}$. Hierin is W de arbeid die door de motor verricht wordt, Q de naar buiten gepompte warmte, T het temperatuurverschil tussen de binnenkant van de koelkast en de omgeving en is T_0 de temperatuur van de omgeving. Veronderstel dat de warmteoverdracht van de omgeving naar de koelkast evenredig is met het temperatuurverschil.
 - a. **Bereken** als de temperatuur van de omgeving 15°C is, hoe lang de motor telkens draait en stilstaat.
 - b. **Bereken** wat de maximale omgevingstemperatuur is waarbij de koelkast nog op een binnentemperatuur van -12°C gehouden kan worden.

3. Een waarnemer beweegt met een constante snelheid v langs een rechte lijn waar, op een bepaalde afstand van elkaar, twee sirenes staan opgesteld. Als de waarnemer stilstaat neemt hij de linker sirene waar met een frequentie f_L en de rechter sirene met een frequentie f_R . Omdat deze frequenties iets van elkaar verschillen neemt hij ook zwevingen waar. Tijdens het bewegen hoort de waarnemer links van beide sirenes een zwevingsfrequentie van $0,99\text{Hz}$ en rechts van beide sirenes een zwevingsfrequentie van $1,01\text{Hz}$. Tussen beide sirenes in hoort de waarnemer tijdens het bewegen geen zwevingen.
 - a. **Geef aan** in welke richting de waarnemer beweegt.
 - b. **Bereken** de verhouding v/c van de snelheid v van de waarnemer ten opzichte van de geluidssnelheid c .
 - c. **Bereken** de frequenties f_L en f_R .

4. Een deeltje, dat een elektron of een positron kan zijn, beweegt door een uniform magneetveld met een sterkte $B = 1,2\text{T}$. De bewegingsrichting van het deeltje staat loodrecht op het magneetveld, dat het vlak van tekening ingaat. Op een bepaalde plaats passeert het deeltje een plaatje waardoor het energie verliest. De baan van het deeltje bestaat uit twee cirkelsegmenten. De straal van het ene segment is $0,07\text{m}$ en dat van het andere segment is $0,10\text{m}$ (zie figuur).



Voor een elektron en een positron geldt voor de verhouding $e/m = 1,76 \cdot 10^{11} \text{ C/kg}$

- Bepaal of het deeltje een elektron of een positron was.
- Bereken het energieverlies van het deeltje.

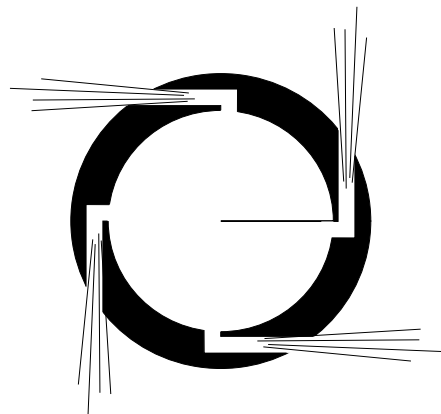
5. Op een zeer lange, elektrisch geleidende, horizontale rails ligt een staaf met een lengte $L = 0,2\text{m}$ en een massa $m = 0,1\text{kg}$. De rails en de staaf zijn van hetzelfde materiaal gemaakt en hebben per meter een weerstand van $1,2\Omega$. Er heerst een vertikaal gericht magneetveld met een sterkte $B = 0,2\text{T}$.

Op de plaats waar de staaf ligt wordt over de rails een spanningsbron van 60V aangesloten. Daardoor gaat de staaf rollen.

- Bereken de versnelling die de staaf ondervindt op het moment dat de spanningsbron wordt aangesloten.
- Bereken de eindsnelheid van de staaf.

6. Er bestaat vuurwerk in de vorm van een kogel dat, eenmaal ontstoken, snel gaat ronddraaien als gevolg van het uit vier openingen stromende gas. Voor het publiek wordt dan een lage toon hoorbaar.

Het vuurwerk heeft een buitendiameter van $0,05\text{m}$ en een wanddikte van $0,5\text{cm}$. De bol is gevuld met kruit waarvan de dichtheid een vijfde deel is van de dichtheid van het materiaal waarvan de wand is gemaakt. Veronderstel dat de



bol ronddraait om een as die loodrecht staat op het vlak waar de vier openingen in liggen. De uitstroomsnelheid u van het gas is voor de vier openingen dezelfde en wordt gedurende de hele ontbranding konstant verondersteld. Het gas stroomt (nagenoeg) langs het oppervlak van de bol naar buiten.

- Bereken de uiteindelijke hoeksnelheid ω als men op het laatst een toon van 50Hz waarneemt.
- Bereken de snelheid u waarmee het gas naar buiten stroomt.

7. Een ballon is verbonden met een dun rietje. De ballon wordt opgeblazen tot een bol met een diameter D . De overdruk in de ballon blijkt evenredig met de diameter. Na het opblazen laat men de ballon via het rietje leeglopen. De hoeveelheid lucht die er per seconde uitstroomt blijkt evenredig met de overdruk. Het uitstromen van de lucht uit de ballon met een diameter D duurt T seconden.

Bereken de tijd, uitgedrukt in T , die een opgeblazen ballon met een diameter $2D$ nodig heeft om volledig leeg te lopen.

8. Een zeilboot vaart in een rechte lijn loodrecht op de heersende windrichting. Ten gevolge van de beweging van de boot maakt de schijnbare windrichting een hoek α met de bewegingsrichting van de boot, terwijl de giek er een hoek β mee maakt. De grootte van de schijnbare wind is w . De kracht die het zeil ondervindt staat loodrecht op de giek en voor de grootte geldt:

$$F = C_1(\alpha - \beta)w^2$$

De wrijvingskracht die de boot ondervindt is:

$$F_w = C_2u^2$$

Voor deze zeilboot geldt: $\frac{C_1}{C_2} = 30$

Bereken de maximale verhouding van de snelheid van de boot ten opzichte van de windsnelheid. Bij je berekeningen mag je er vanuit gaan dat onder deze omstandigheden de hoeken α en β klein zijn.

