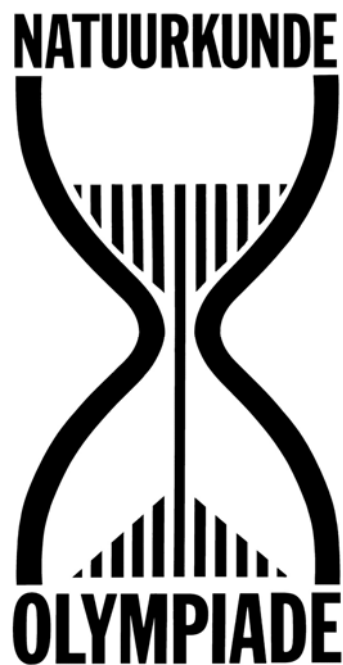


**TWEEDE RONDE
NATUURKUNDE OLYMPIADE
2015**

TOETS 1



**22 APRIL 2015
11:00 – 12:45 uur**

1 Eenheden. (3 punten)

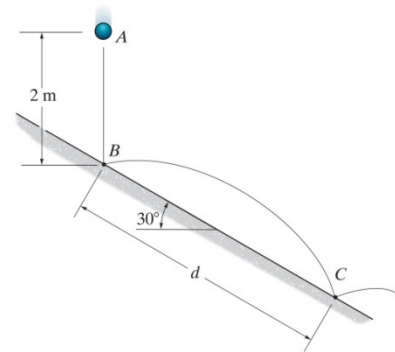
Hoe hangt de snelheid van golven in een vloeistof af van de dichtheid ρ en de bulk modulus B van de vloeistof?

Opmerking: The *bulk modulus* of a substance measures the substance's resistance to uniform compression. It is defined as the ratio of the infinitesimal pressure increase to the resulting *relative* decrease of the volume. Its SI unit is the pascal, and its dimensional form is $M^1L^{-1}T^{-2}$.

Hint: Dimensie analyse.

2 Schuin stuiten. (5 punten)

Een klein balletje met een massa van 1 kg wordt in punt A losgelaten, 2 meter boven een schuin vlak. Het balletje stuitert in punt B en vervolgens in punt C. De coëfficiënt van restitutie e is 0,6.

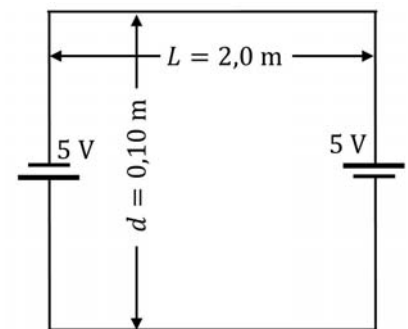


- (a) Bereken de snelheid van het balletje vlak voor de stuit in punt B.
- (b) Bereken de snelheid van het balletje vlak na de stuit in punt B.
- (c) Bereken de afstand BC.

Opmerking: De formule voor e voor een object dat tegen een stilstaand vlak botst, wordt gegeven door $e = v/u$, waar u de snelheid voor de botsing is en v de snelheid na de botsing. In het geval dat het object niet loodrecht tegen het stilstaande vlak botst, dient alleen de snelheid loodrecht op het vlak genomen te worden, de snelheid evenwijdig aan het vlak blijft ongewijzigd.

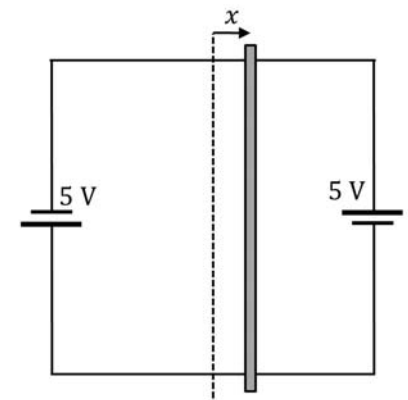
3 Trillend staafje. (5 punten)

Twee lange draden liggen evenwijdig aan elkaar op een afstand $d = 0,10\text{ m}$. Ze hebben een lengte $L = 2,0\text{ m}$ en een diameter van $0,0020\text{ m}$. De uiteinden van de draden zijn verbonden met identieke batterijen zodanig dat er door de draden stroom loopt. De batterijen hebben verwaarloosbare inwendige weerstand en leveren een spanning van $5,0\text{ V}$. De soortelijke weerstand van het materiaal van de draden is $\rho = 1,1 \cdot 10^{-7}\ \Omega\text{m}$.



- (a) Bereken de grootte van de stroom door de draden.
- (b) Bereken de grootte van het magnetisch veld midden tussen de beide draden.

Men legt een metalen staafje met een massa van $m = 0,050\text{ kg}$ precies in het midden, dwars op de draden. Het staafje heeft een te verwaarlozen weerstand. Nu verplaatst men het staafje over een kleine afstand x vanuit het midden.



- (c) Laat zien dat voor de stroom die door het staafje gaat in goede benadering geldt: $I = 143\ x$
Het staafje gaat een trilling uitvoeren.
- (d) Maak een schatting van de periode van deze trilling.

4 Ijsberg. (4 punten)

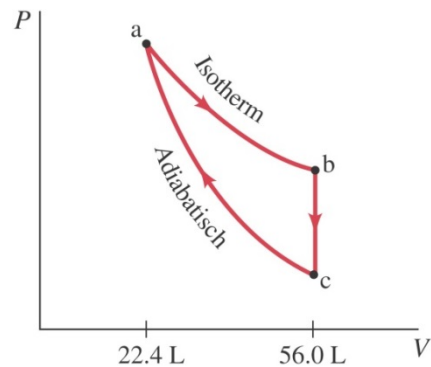
Een ijsberg heeft de vorm van een regelmatige piramide en drijft in (zee)water. Deze piramide heeft een grondvlak van $A \text{ m}^2$ en een hoogte van $H \text{ m}$. De piramide steekt een hoogte $h = 10 \text{ m}$ boven het water uit.

Bereken de periode van kleine verticale oscillaties die de ijsberg kan gaan uitvoeren.

Verwaarloos alle beweging van het water dat door de oscillatie wordt veroorzaakt en neem voor het gemak $\rho_{ijs} = 900 \text{ kg m}^{-3}$ en $\rho_{water} = 1000 \text{ kg m}^{-3}$.

5 Kringproces. (5 punten)

1,00 mol van een ideaal eenatomig gas bij STP ondergaat eerst een isotherme expansie, zodat het volume bij b 2,5 maal het volume bij a is. Vervolgens wordt er warmte onttrokken bij constant volume zodat de druk daalt. Tenslotte wordt het gas adiabatisch gecomprimeerd, terug naar de oorspronkelijke toestand. Zie ook de figuur hiernaast.



(a) Bereken de druk bij zowel toestand b als toestand c.

(b) Bepaal de temperatuur bij toestand c.

(c) Bepaal voor elk proces de verrichtte arbeid en de toegevoerde of onttrokken warmte.

(d) Bereken het rendement van deze cyclus.

Opmerking: STP (Standard Temperature and Pressure) is $0 \text{ }^\circ\text{C}$ en $1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

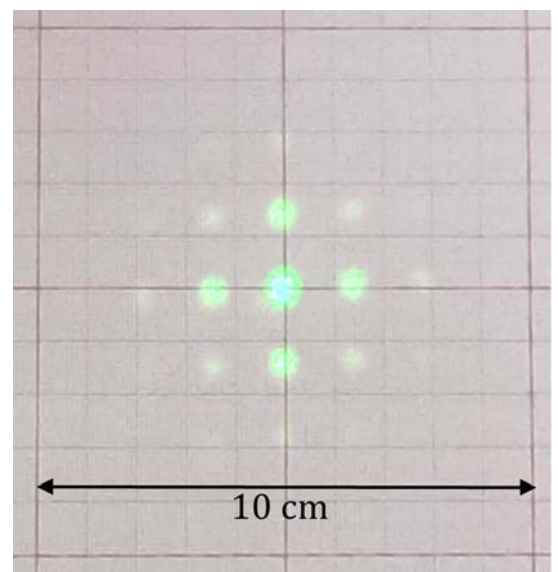
6 Vitrage. (3 punten)

Pim krijgt een diaraampje waarin een stukje vitrage is geplaatst met de opdracht te bepalen hoeveel meter draad er per vierkante meter vitrage is verwerkt. Pim heeft tot zijn beschikking een groene laserpointer, een tralie waarop staat $500 / \text{mm}$ en een lang meetlint.

Pim gaat aan de slag en laat allereerst de laserpointer loodrecht op het tralie schijnen. Op een muur loodrecht op de lichtstraal uit de laserpointer en $2,76 \text{ m}$ vanaf het tralie, ontstaan een aantal stippen. Een centrale stip in het verlengde van de lichtstraal uit de laserpointer en aan beide kanten hiervan op een afstand van $76,1 \text{ cm}$.

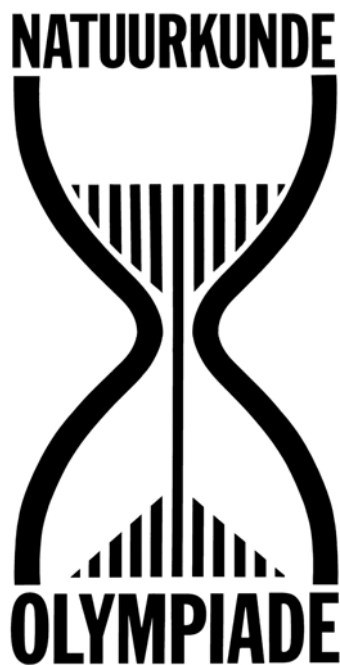
Vervolgens richt Pim de laserpointer op eenzelfde manier op het stukje vitrage en ziet op een afstand van 920 cm vanaf het diaraampje met de vitrage een aantal stippen op een stuk mm-papier, zie de foto hiernaast.

Bepaal hoeveel meter draad er per vierkante meter vitrage is verwerkt. Laat hierbij duidelijk zien welke stappen je neemt.



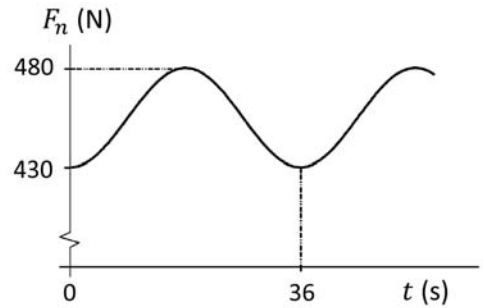
**TWEEDE RONDE
NATUURKUNDE OLYMPIADE
2015**

TOETS 2

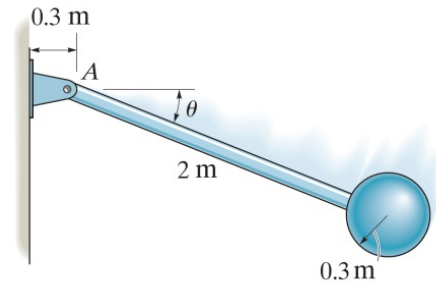


**22 APRIL 2015
13:30 – 15:15 uur**

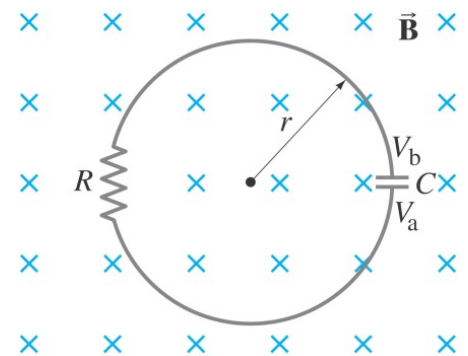
- 7 Reuzenrad.** (3 punten)
 Leila zit in een reuzenrad. Je mag aannemen dat het bankje waarop ze zit zich voortdurend in horizontale stand bevindt. De normaalkracht die ze van het bankje ondervindt, is in de figuur als functie van de tijd weergegeven.
 Bepaal de baansnelheid van Leila.



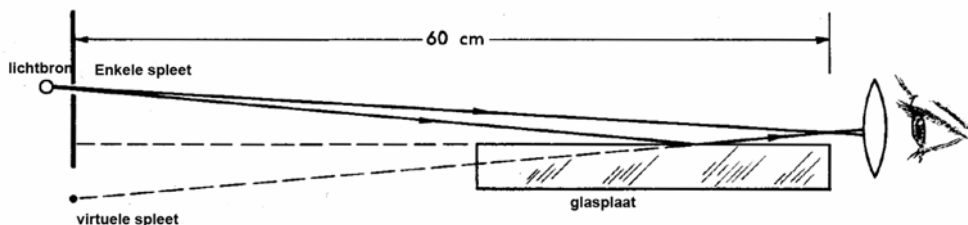
- 8 Pendulum.** (4 punten)
 Een pendulum bestaat uit een massieve bol met een massa van 10 kg en een homogene staaf met een lengte van 2 m en een massa van 4 kg.
 De pendulum wordt vanuit rust en vanuit $\theta = 0^\circ$ losgelaten.
 Bereken met welke snelheid de bol tegen de wand botst.



- 9 Groter of kleiner?** (4 punten)
 Een cirkelvormige schakeling met straal r , een weerstand R en een condensator C , wordt in een ruimtelijk homogeen magnetisch veld \vec{B} geplaatst. Dit veld is de pagina in gericht. Het vlak van de schakeling staat loodrecht op het magnetisch veld, zie ook de figuur. Beginnend op $t = 0$ blijkt de spanning $V_{ba} = V_b - V_a$ over de condensator toe te nemen met de tijd t volgens $V_{ba} = V_0(1 - e^{-t/\tau})$, waarin V_0 en τ positieve constanten zijn.
 Bepaal dB/dt , het tempo waarmee de grootte van het magnetisch veld verandert met de tijd. Wordt B in de loop van de tijd groter of kleiner?



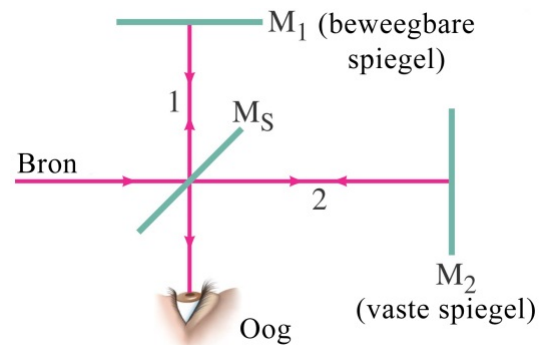
- 10 Virtuele spleet.** (4 punten)
 Ad kijkt met een vergrootglas vlak langs een glasplaat naar een spleet met daarachter een lichtbron met een golflengte van $\lambda = 540$ nm. De spleet is op $L = 60$ cm afstand. Het vergrootglas is scherp gesteld op de rand van de glasplaat.



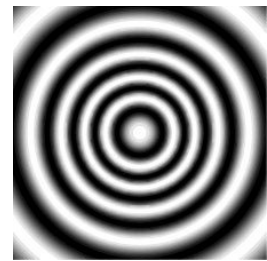
Ad ziet nu een patroon van donkere lijnen, dat begint op het oppervlak van de glasplaat op gelijke afstand van elkaar van 0,90 mm.
 Bereken de hoogte van de lichtbron boven de glasplaat.

11 Michelson interferometer. (5 punten)

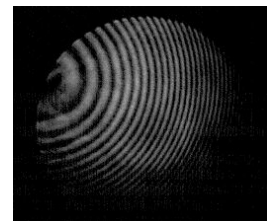
Een nuttig instrument met betrekking tot golfinterferentie is de Michelson interferometer. De figuur hiernaast toont monochromatisch licht dat vanuit één punt de halfdoorlatende spiegel M_S raakt. De ene helft (bundel 1) reflecteert naar verstelbare spiegel M_1 , de andere helft (bundel 2) gaat verder door naar de vaste spiegel M_2 . Na reflectie aan M_1 loopt een deel van bundel 1 door M_S en bereikt het oog. Na reflectie aan M_2 zal ook een deel van bundel 2 door M_S worden gereflecteerd en het oog bereiken. Deze twee bundels zullen met elkaar interfereren. Als de twee optische weglengtes identiek zijn, zullen ze constructief interfereren en zal er helder licht te zien zijn. Als de verstelbare spiegel M_1 over een afstand $\lambda/4$ in de richting van de lichtbundel wordt verschoven, zullen de twee bundels destructief interfereren en zal er een donker beeld ontstaan. Naarmate M_1 verder wordt verschoven, zal de helderheid terugkeren.



In de figuur hiernaast is het interferentiepatroon te zien met constructieve interferentie in het midden. De heldere cirkels er omheen ontstaan vanwege de schuine stralengang. Het optisch weglengteverschil is daar telkens λ groter.

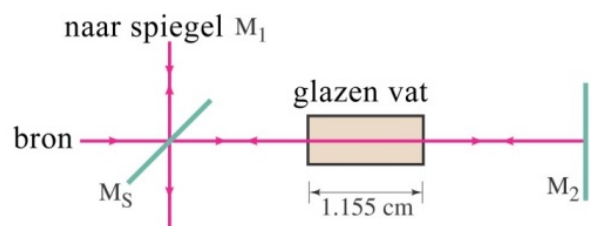


Als de beweegbare spiegel M_1 een klein beetje scheef wordt gezet, zal het 'midden' van het interferentiepatroon verschuiven. Een voorbeeld daarvan zie je in de tweede figuur hiernaast. De heldere en donkere lijnen worden ook wel 'fransjes' genoemd.



(a) Wat is de golflengte van het licht dat een Michelson interferometer binnengaat, als er 384 heldere franjes worden geteld wanneer de verstelbare spiegel 0,125 mm verschuift?

Vervolgens wordt de opstelling aangepast. Eén van de bundels loopt door een klein vacuüm gepompt glazen vat met een lengte van 1,155 cm. Zie de figuur hiernaast. Wanneer men het vat langzaam vult met een gas, worden er in totaal 176 donkere franjes geteld die een referentielijn passeren. Het gebruikte licht heeft een golflengte van 632,8 nm.



(b) Bereken de brekingsindex van het gas bij zijn uiteindelijke dichtheid, aangenomen dat de interferometer zich in vacuüm bevindt.

12 Even fel. (5 punten)

Een lampje is in een elektrische schakeling opgenomen. Zie de figuur hiernaast. De schakelaar staat in eerste instantie open. De hoeveelheid licht die het lampje uitstraalt blijft ongewijzigd als de schakelaar wordt gesloten.

Er geldt $R_1 = R_3 = 10 \Omega$ en $R_2 = 20 \Omega$.

Bereken de weerstand van de lamp.

