

Woudschoten 2015

50 jaar WND

**50 Jaar Centrale
Examens**

Natuurkunde

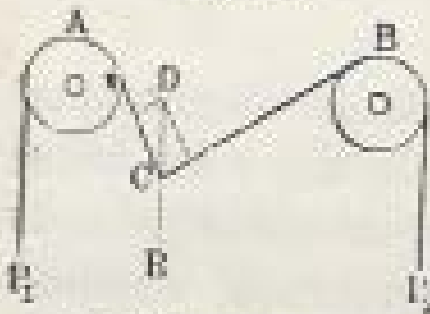
Pieter Smeets

Cito



Oude Natuurkunde?

4. Over twee katrollen A en B (fig. 2) loopt een koord, aan welks uiteinden de gewichten $P_1 = 5$ kilo, $P_2 = 3$ kilo zijn opgehangen; welk gewicht R zal men ergens in C moeten ophangen, opdat er evenwicht besta en de hoek ABC recht zij?



5. Wanneer een lichaam van 75 KG gewicht door twee krachten van 15 en 12 KG wordt voortbewogen, vraagt men grootte en richting der resultante te bepalen, als men weet, dat de beide samenstellende krachten eenen hoek van 105° met elkander maken.

Geschiedenis

- 18?? HBS
- 18?? Gymnasium
- 19?? Eerste programma
- Commissie Fokker
- 19?? Freudenthal
- 19?? Mechanica
- 19?? Cosmografie
- 19?? Minnaert

Situatie 1965

- HBS:
 - Stof opgedeeld in 36 groepen
 - Hiervan 17 in het schriftelijk examen
 - Bij minder dan 7: Mondeling examen
- Gymnasium
 - Alleen mondeling!

HBS 1966

7

B 1 8

EINDEXAMEN
DER HOGERE BURGERSCHOLEN B IN 1966

Woensdag 27 april, 9.00—12.00 uur

NATUURKUNDE

16

- a. Breng de wet van Boyle *onder woorden*.
Waarvoor geldt deze wet en onder welke voorwaarde(n)?
- b. Breng de uitzettingswet (volumewet) van Gay-Lussac *onder woorden* met gebruikmaking van het begrip absolute temperatuur.
Waarvoor geldt deze wet en onder welke voorwaarde(n)?
- c. Leid af hoe groot de massa is van $V \text{ m}^3$ gas bij $p \text{ N/m}^2$ en $T \text{ }^\circ\text{K}$, als 1 m^3 van dit gas bij $q \text{ N/m}^2$ en $273 \text{ }^\circ\text{K}$ een massa heeft van $s \text{ kg}$. $\frac{p}{q} V \cdot s \cdot \frac{273}{T}$

12

2. Twee gelijkspanningsbronnen G_1 en G_2 zijn met de weerstanden $R_1 = 2,0 \Omega$, $R_2 = 7,0 \Omega$, $R_3 = 3,0 \Omega$, $R_4 = 5,0 \Omega$ en $R_5 = 1,0 \Omega$ in een keten geschakeld volgens onderstaand schema.
 G_1 heeft een elektromotorische kracht van $9,0 \text{ V}$ en een inwendige weerstand van $1,0 \Omega$. G_2 heeft een elektromotorische kracht van $6,0 \text{ V}$ en een inwendige weerstand van $0,5 \Omega$.
Het punt A in de schakeling is geaard. De potentiaal van de aarde wordt nul genomen.

a. Hoe groot is de potentiaal in respectievelijk de punten A, B, C en D bij geopende schakelaar S (dus in de stand die in het schakelschema is aangegeven)?

Met behulp van de schakelaar S wordt de keten gesloten. De weerstand van de schakelaar en van de verbindingsdraden is te verwaarlozen.

- b. Bereken de stroomsterkte in de weerstand R_2 .
- c. Bereken de stroomsterkte in de weerstand R_4 .
- d. Hoe groot is nu de potentiaal in respectievelijk de punten A, B, C en D?

Zie ommezijde.

7

B 1 8

EINDEXAMEN DER HOGERE BURGERSCHOLEN B IN 1966

Woensdag 27 april, 9.00—12.00 uur

NATUURKUNDE

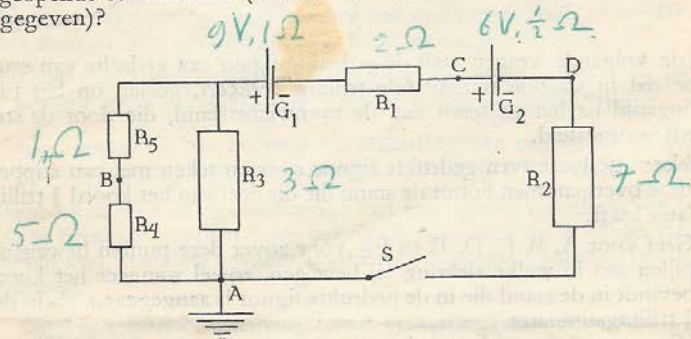
16

1. a. Breng de wet van Boyle *onder woorden*.
Waarvoor geldt deze wet en onder welke voorwaarde(n)?
- b. Breng de uitzettingswet (volumewet) van Gay-Lussac *onder woorden* met gebruikmaking van het begrip absolute temperatuur.
Waarvoor geldt deze wet en onder welke voorwaarde(n)?
- c. Leid af hoe groot de massa is van $V \text{ m}^3$ gas bij $p \text{ N/m}^2$ en $T \text{ }^\circ\text{K}$, als 1 m^3 van dit gas bij $q \text{ N/m}^2$ en $273 \text{ }^\circ\text{K}$ een massa heeft van $s \text{ kg}$. $\frac{p}{q} \cdot V \cdot \frac{273}{T}$

2. Twee gelijkspanningsbronnen G_1 en G_2 zijn met de weerstanden $R_1 = 2,0 \Omega$, $R_2 = 7,0 \Omega$, $R_3 = 3,0 \Omega$, $R_4 = 5,0 \Omega$ en $R_5 = 1,0 \Omega$ in een keten geschakeld volgens onderstaand schema.
 G_1 heeft een electromotorische kracht van $9,0 \text{ V}$ en een inwendige weerstand van $1,0 \Omega$. G_2 heeft een electromotorische kracht van $6,0 \text{ V}$ en een inwendige weerstand van $0,5 \Omega$.
Het punt A in de schakeling is geaard. De potentiaal van de aarde wordt nul genomen.

- a. Hoe groot is de potentiaal in respectievelijk de punten A, B, C en D bij geopende schakelaar S (dus in de stand die in het schakelschema is aangegeven)?

12



- Met behulp van de schakelaar S wordt de keten gesloten. De weerstand van de schakelaar en van de verbindingsdraden is te verwaarlozen.
- b. Bereken de stroomsterkte in de weerstand R_2 .
 - c. Bereken de stroomsterkte in de weerstand R_4 .
 - d. Hoe groot is nu de potentiaal in respectievelijk de punten A, B, C en D?

Zie ommezijde.

HBS 1986

EINDEXAMEN DER HOGEREBURGERSCHOLEN B IN 1966

Woensdag 27 april, 9.00—12.00 uur

NATUURKUNDE

- 16
1. a. Breng de wet van Boyle *onder woorden*.
Waarvoor geldt deze wet en onder welke voorwaarde(n)?
 - b. Breng de uitzettingswet (volumewet) van Gay-Lussac *onder woorden* met gebruikmaking van het begrip absolute temperatuur.
Waarvoor geldt deze wet en onder welke voorwaarde(n)?
 - c. Leid af hoe groot de massa is van V m³ gas bij p N/m² en T °K, als 1 m³ van dit gas bij q N/m² en 273 °K een massa heeft van s kg.

$$\frac{p}{q} \cdot V \cdot s = \frac{273}{T}$$

HBS 1986

4.



In nevenstaande figuur stelt A een verticaal en vast opgestelde schijf voor, die niet draaibaar is. Over de schijf is een onrekbaar koord geslagen, waarvan de massa verwaarloosd moet worden. Aan het rechtereinde van het koord hangt een massa m_1 van 80 g; de massa m_2 van 100 g aan het linkereinde van het koord wordt vastgehouden. Vervolgens laten wij m_2 los. De versnelling ten gevolge van de zwaartekracht is 10 m/s^2 . De invloed van de lucht moet bij de berekeningen verwaarloosd worden.

- a. Bereken over welke afstand m_2 moet dalen om een snelheid van $2,0 \text{ m/s}$ te krijgen, als men aanneemt dat het koord zonder wrijving over de schijf glijdt.

Nu stelt A in nevenstaande figuur een verticaal opgestelde schijf voor, die draaibaar is om een horizontale as door het middelpunt M. Het traagheidsmoment van de schijf ten opzichte van deze as is $2,0 \cdot 10^{-4} \text{ kg m}^2$. De straal van de schijf is 10 cm.

Als we m_2 nu loslaten, gaat de schijf draaien.

- b. Bereken over welke afstand m_2 nu moet dalen om een snelheid van $2,0 \text{ m/s}$ te krijgen, als men aanneemt dat het koord niet over deze schijf slipt en er bij draaiing van de schijf geen aswrijving optreedt.

5. Men kan de eigenschappen van het licht in bepaalde gevallen het gemakkelijkst begrijpen door dit op te vatten als een golfverschijnsel, in andere gevallen door aan het licht een corpusculair karakter toe te kennen.

- a. Geef een *korte* beschrijving en verklaring van een proef of verschijnsel waarbij het golfkarakter van het licht op de voorgrond treedt.
- b. Geef een *korte* beschrijving en verklaring van een proef of verschijnsel waarbij het corpusculaire karakter van het licht op de voorgrond treedt.

Evenzo kan men de eigenschappen van een bundel voortbewegende elektronen in bepaalde gevallen beter begrijpen door deze op te vatten als een golfverschijnsel, in andere gevallen door het corpusculaire karakter in ogenschouw te nemen.

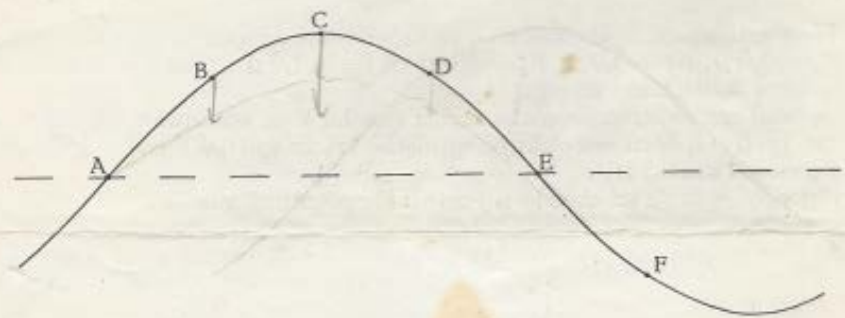
- c. Geef een *korte* beschrijving (geen verklaring) van een proef waarbij het golfkarakter van de elektronen op de voorgrond treedt.

16

3. Vanuit het beginpunt, dat harmonisch trilt, plant zich langs een koord naar rechts een lopende transversale golfbeweging voort.

Van een gedeelte van het koord is de stand op een bepaald ogenblik in onderstaande figuur getekend. A, B, C, D, E en F zijn punten van het koord; C is het midden van het deel van het koord tussen A en E. De streeplijn geeft de stand van het koord in rust aan.

- a. Neem de hieronder gedrukte figuur over en teken in de overgenomen figuur met een stippellijn de stand die dit gedeelte van het koord $\frac{1}{4}$ trillingstijd later heeft.
- b. Geef voor A, B, C, D, E en F – voor zover deze punten bewegen – met pijlen aan in welke richting zij bewegen, wanneer het koord zich bevindt in de stand die in de gedrukte figuur is aangegeven. De pijlen voor sneller bewegende punten moeten langer zijn dan die voor langzamer bewegende punten.



Bij de volgende vragen stelt de gedrukte figuur een gedeelte van een koord voor dat in staande transversale trilling verkeert, gezien op het tijdstip $\frac{1}{4}$ trillingstijd na het passeren van de evenwichtsstand, die door de streeplijn wordt voorgesteld.

- c. Neem de hierboven gedrukte figuur over en teken met een stippellijn in deze overgenomen figuur de stand die dit deel van het koord $\frac{1}{4}$ trillingstijd later heeft.
- d. Geef voor A, B, C, D, E en F – voor zover deze punten bewegen – met pijlen aan in welke richting zij bewegen, zowel wanneer het koord zich bevindt in de stand die in de gedrukte figuur is aangegeven, als in de stand $\frac{1}{4}$ trillingstijd later.
Hier wordt niet verlangd dat rekening wordt gehouden met de grootten van de snelheden, zodat alle pijlen even lang getekend mogen worden.
- e. In welke van beide getekende standen heeft het punt C de grootste snelheid? Licht het antwoord kort toe.
- f. Welk van de punten C en D heeft in de stand die in de gedrukte figuur is aangegeven de grootste snelheid? Licht het antwoord kort toe.



HBS 1966

4.



In nevenstaande figuur stelt A een verticaal en vast opgestelde schijf voor, die niet draaibaar is. Over de schijf is een onrekbaar koord geslagen, waarvan de massa verwaarloosd moet worden. Aan het rechtereinde van het koord hangt een massa m_1 van 80 g; de massa m_2 van 100 g aan het linkereinde van het koord wordt vastgehouden. Vervolgens laten wij m_2 los. De versnelling ten gevolge van de zwaartekracht is 10 m/s^2 . De invloed van de lucht moet bij de berekeningen verwaarloosd worden.

a. Bereken over welke afstand m_2 moet dalen om een snelheid van $2,0 \text{ m/s}$ te krijgen, als men aanneemt dat het koord zonder wrijving over de schijf glijdt.

Nu stelt A in nevenstaande figuur een verticaal opgestelde schijf voor, die draaibaar is om een horizontale as door het middelpunt M. Het traagheidsmoment van de schijf ten opzichte van deze as is $2,0 \cdot 10^{-4} \text{ kg m}^2$. De straal van de schijf is 10 cm.

Als we m_2 nu loslaten, gaat de schijf draaien.

b. Bereken over welke afstand m_2 nu moet dalen om een snelheid van $2,0 \text{ m/s}$ te krijgen, als men aanneemt dat het koord niet over deze schijf slijpt en er bij draaiing van de schijf geen aswrijving optreedt.

HBS 1966

5. Men kan de eigenschappen van het licht in bepaalde gevallen het gemakkelijkst begrijpen door dit op te vatten als een golfverschijnsel, in andere gevallen door aan het licht een corpusculair karakter toe te kennen.

- a. Geef een *korte* beschrijving en verklaring van een proef of verschijnsel waarbij het golfkarakter van het licht op de voorgrond treedt.
- b. Geef een *korte* beschrijving en verklaring van een proef of verschijnsel waarbij het corpusculaire karakter van het licht op de voorgrond treedt.

Evenzo kan men de eigenschappen van een bundel voortbewegende elektronen in bepaalde gevallen beter begrijpen door deze op te vatten als een golfverschijnsel, in andere gevallen door het corpusculaire karakter in ogenschouw te nemen.

- c. Geef een *korte* beschrijving (geen verklaring) van een proef waarbij het golfkarakter van de elektronen op de voorgrond treedt.

HBS 1966

EINDEXAMEN DER HOGEREBURGERSCHOLEN B IN 1966

Vrijdag 29 april, 9.00—11.30 uur

STEREOMETRIE

- Van een regelmatige vierzijdige piramide $T.ABCD$ is $AB = AT = p$.
Het midden van AB is E , het midden van AT is F en het midden van BT is G .
 - Bewijs dat de punten B, C, E, F en T op één bol liggen.
 - Construeer in een stereometrische figuur van de piramide de lijn door E , die CT en DG snijdt.
 - Druk de afstand van AC en EF uit in p . $\frac{1}{4}p$
- Van een vierzijdig prisma $ABCD.EFGH$ is het grondvlak $ABCD$ een ruit.
De zijde van de ruit is p en hoek $BAD = 60^\circ$.
De projectie van F op het grondvlak valt samen met het snijpunt van AC en BD .
De opstaande ribben maken hoeken van 60° met het grondvlak.
 - Bewijs dat AH en CF elkaar loodrecht kruisen.

Beschouw de kegel met top F en waarvan de grondcirkel raakt aan de ribben van het grondvlak.

 - Druk de inhoud van de kegel uit in p . $\frac{1}{32} \pi p^3 \sqrt{3}$
 - Druk de stukken, waarin de twee raakvlakken door H aan de kegel het lijnstuk AC verdelen, uit in p .
- In een kubus $ABCD.EFGH$ wordt op de ribbe CG een punt Q gekozen.
Daarna wordt op de ribbe BF een punt P zo gekozen, dat $BP < CQ$ is.
Vlak APQ snijdt de ribbe DH in R .
 - Bewijs dat AQ en PR elkaar middendoor delen en dat $BP + DR = CQ$ is.
 - Het zwaartepunt van viervlak $EPQR$ is Z .
Bepaal de verzameling van de punten Z , als Q de ribbe CG doorloopt.

EINDEXAMEN DER HOGEREBURGERSCHOLEN B IN 1966

Dinsdag 3 mei, 9.00—11.30 uur

GONIOMETRIE EN ANALYTISCHE MEETKUNDE

- De functies f en g zijn voor $0 \leq x \leq 2\pi$ gedefinieerd door

$$f(x) = \cos x + \sqrt{3} \sin x + c$$
, waarin c constant is,
 en $g(x) = x$.
 - Bereken c als gegeven is dat $\int_0^\pi f(x) dx = 3\sqrt{3}$.

$$-5\sqrt{3} / \pi$$

$(a-x)^2 = a^2 - 2ax + x^2$
 $(b-x)^2 = b^2 - 2bx + x^2$
 - Voor welke waarden van c heeft de vergelijking $f(x) = 0$ geen wortels?
 $c \leq -1$ of $c > 2$
 - Voor welke waarden van c raken de grafieken van de functies f en g elkaar?
- XOY is een rechthoekig assenstelsel.
 Gegeven is de parabool $y^2 = 2x$. $py = x + p + 2$
 - Voor welke punten P van de lijn $x - y + 2 = 0$ geldt, dat de poollijn van P ten opzichte van deze parabool loodrecht staat op de lijn OP ?
 - Bepaal de verzameling van de toppen van de parabolen, die de gegeven parabool in het punt $(2,2)$ loodrecht snijden en die een symmetrie-as hebben, die evenwijdig is met de X -as of met de Y -as samenvalt.
- XOY is een rechthoekig assenstelsel.
 Gegeven is de bundel cirkels $x^2 + y^2 - 16 - 2\lambda(x - 4) = 0$.
 - Bewijs dat de bundel cirkels één basispunt heeft.
 - Welke exemplaren van de bundel raken de lijn $x\sqrt{2} - 4y = 0$?
 - Uit het middelpunt van elk exemplaar van de bundel laat men de loodlijn l neer op de machtslijn m van dat exemplaar en de cirkel $x^2 + y^2 + 4x - 8y = 0$.
 Het snijpunt van l en m is S .
 Bepaal de verzameling van de punten S .

1968 Mammoetwet

- VWO
- Havo
- Centrale Examens
- 1973 havo
- 1974 VWO

Examens oude versie voor de WEN

1993-2:	vragen			cvschr	antw	
1993-1:	vragen			cvschr	antw	
1992-2:	vragen			cvschr	antw	
1992-1:	vragen			cvschr	antw	
1991-2:	vragen			cvschr	antw	antw
1991-1:	vragen			cvschr	antw	
1990-2:	vragen			cvschr	antw	antw
1990-1:	vragen			cvschr	antw	
1989-2:	vragen			cvschr	antw	
1989-1:	vragen			cvschr		
1988-2:	vragen			cvschr	antw	
1988-1:	vragen			cvschr	antw	
1987-2:	vragen			cvschr		
1987-1:	vragen			cvschr	antw	
1986-2:	vragen			cvschr		
1986-1:	vragen			cvschr		
1985-2:	vragen			cvschr	antw	
1985-1:	vragen			cvschr	antw	
1984-2:	vragen			cvschr	antw	
1984-1:	vragen			cvschr	antw	
1983-2:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1983-1:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1982-2:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1982-1:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1981-2:		vragen	bijlage	cvschr		
1981-1:		vragen	bijlage	cvschr		
1980-2:		vragen	bijlage		antw	
1980-1:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1979-2:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1979-1:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1978-2:		vragen	bijlage			
1978-1:		vragen	bijlage	cvschr		
1977-2:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1977-1:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1976-2:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1976-1:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1975-2:		vragen			antw	antw
1975-1:		vragen	bijlage	cvschr	antw	antw
1974-2:		vragen		cvschr	antw	
1974-1:		vragen		cvschr	antw	
1973-2:		vragen			antw	antw
1973-1:		vragen	bijlage		antw	antw

Categorie: Natuurkunde

Niveau: havo

Vwo oud

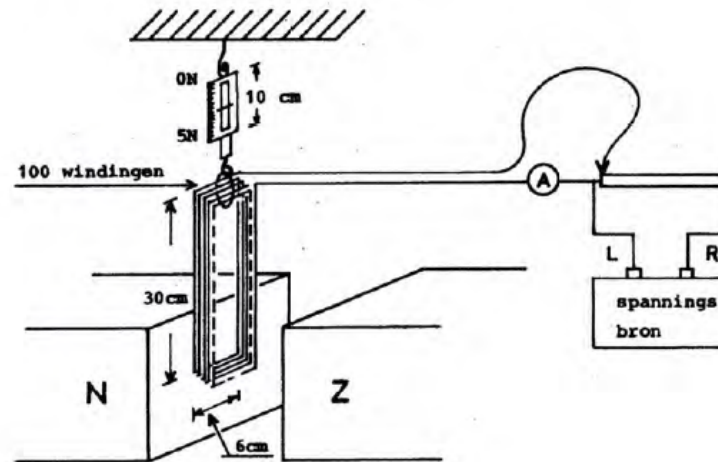
1993-2:	vragen				antw	
1993-1:	vragen					
1992-2:	vragen	vragen		cvschr		
1992-1:	vragen			cvschr	antw	
1991-2:	vragen			cvschr	antw	antw
1991-1:	vragen			cvschr	antw	
1990-2:	vragen			cvschr	antw	
1990-1:	vragen			cvschr	antw	
1989-2:	vragen			cvschr	antw	
1989-1:	vragen			cvschr	antw	
1988-2:	vragen			cvschr	antw	
1988-1:	vragen			cvschr	antw	
1987-2:	vragen			cvschr	antw	
1987-1:	vragen			cvschr	antw	
1986-2:	vragen			cvschr	antw	
1986-1:	vragen			cvschr	antw	
1985-2:	vragen			cvschr	antw	
1985-1:	vragen			cvschr	antw	
1984-2:	vragen			cvschr		
1984-1:	vragen			cvschr	antw	
1983-2:		vragen	bijlage			
1983-1:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1982-2:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1982-1:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1981-2:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1981-1:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1980-2:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1980-1:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1979-2:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1979-1:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1978-2:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1978-1:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1977-2:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1977-1:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1976-2:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1976-1:		vragen	bijlage	cvschr	antw	
1975-2:		vragen				
1975-1:		vragen			antw	
1974-2:		vragen				
1974-1:		vragen			antw	
1973-2:		vragen			antw	antw
1973-1:		vragen			antw	antw

Categorie: Natuurkunde

Niveau: vwo

Voor de gewenste gegevens raadplege men het tabellenboekje. Gebruik van tabel I de kolom 'afgeronde waarde'.

1. Een spoel, bestaande uit 100 koperdraadwindingen van 30 bij 6 cm, heeft een massa van 250 gram. De spoel hangt aan een veerbalans en steekt gedeeltelijk in het magnetische veld tussen de beide vlakke polen van een magneet (zie figuur 1).



Aangenomen mag worden dat het magnetische veld tussen de noordpool N en de zuidpool Z homogeen is. De magnetische veldlijnen staan loodrecht op het vlak van iedere winding. De schaal van de veerbalans loopt van 0 tot 5 N en is 10 cm lang. De spoel wordt via een potentiometerschakeling (spanningsdeler) aangesloten op een gelijkspanningsbron. De massa van toe- en afvoerdraden is te verwaarlozen.

Als men de stroomsterkte langzaam van 0,00 tot 0,50 A opvoert, rekt de veerbalans 0,6 cm verder uit.

- Teken de uitrekking van deze veerbalans als functie van de stroomsterkte. Geef een korte verklaring.
- Wat verstaat men onder een homogeen magnetisch veld?
- Bereken de sterkte van het homogene magnetische veld.

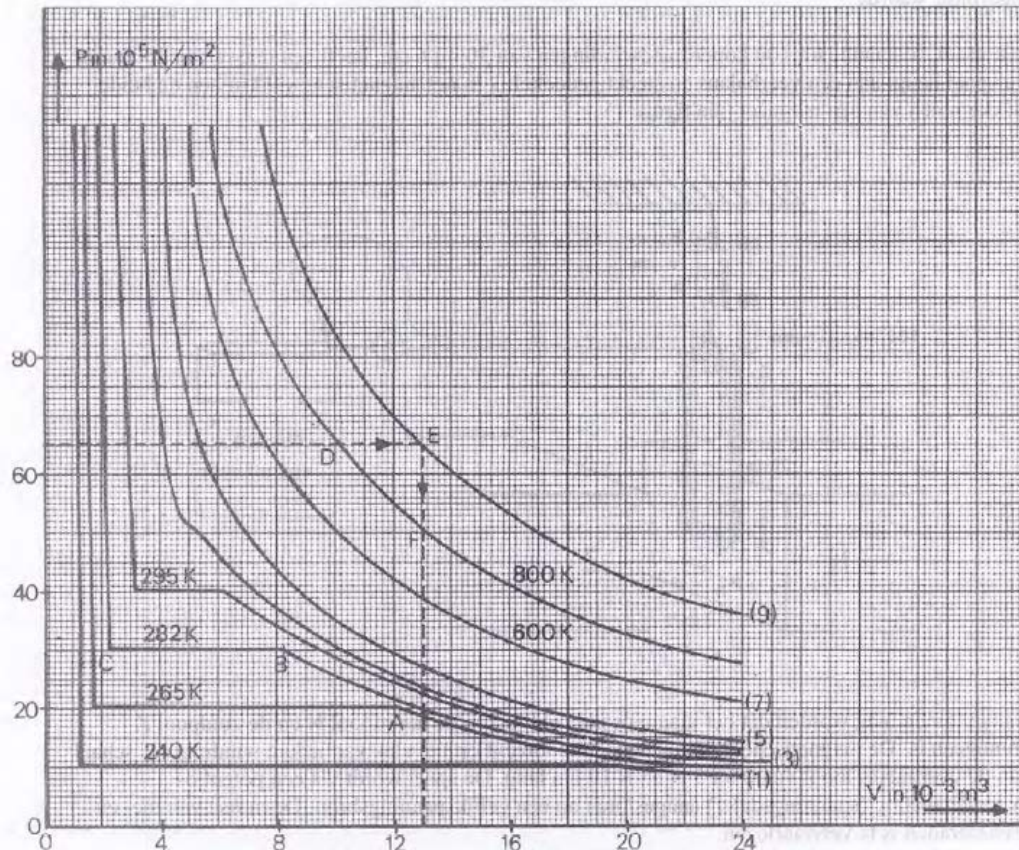
Bij de spanningsbron is een L(inker) en een R(echter) pool te zien.

- Welke is de positieve pool? Licht het antwoord toe.

De gelijkspanningsbron wordt vervangen door een wisselspanningsgenerator.

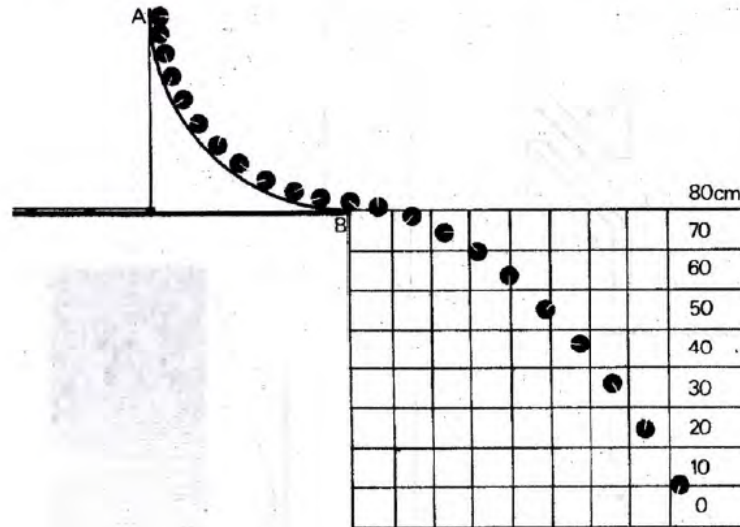
- Wat kan men zeggen over de uitrekking van de veer? Betrek in het antwoord de invloed van de grootheden die de wisselspanning karakteriseren.
- Bereken de veerconstante van de gebruikte veerbalans.
- Bereken de resonantiefrequentie van het systeem. Laat hierbij de massa van de veer buiten beschouwing.

2. Van een afgesloten constante hoeveelheid ethaan zijn in een p-V diagram enige isothermen getekend (zie figuur 2).



- Verklaar het verloop van isotherm (3).
- Verklaar de ligging van B ten opzichte van A.
- Bereken op hoeveel mol ethaan deze isothermen betrekking hebben.
- Met welke p- en V-waarden, afgelezen uit het diagram, geschiedt deze berekening zo nauwkeurig mogelijk en waarom?
- Bepaal de uitwendige arbeid verricht door het gas bij het doorlopen van het kringproces FDEF.
- Bereken de hoeveelheid energie die aan het ethaan moet worden onttrokken om het ethaan van toestand E in toestand F te brengen.
- Schets in het p-V-diagram op het bijgevoegde antwoordblad een lijn die aangeeft de adiabatische expansie van het ethaan van toestand D uit.

3. In figuur 3 is AB een brede goot in de vorm van een kwart cirkelboog met straal $r = 50$ cm. Een massieve cilinder wordt in A losgelaten (zonder beginsnelheid). De cilinder verlaat de goot bij B in horizontale richting en valt na enige tijd op een horizontaal oppervlak dat zich 80 cm onder B bevindt. De cilinder heeft een massa van 60 gram en een straal van 2,0 cm. Het experiment wordt stroboscopisch* belicht en gefotografeerd (zie figuur 3). De cilinder gaat ten gevolge van zijn beweging langs de goot om zijn as draaien. Deze rotatie is zichtbaar doordat een radiale merkstreep op het eindvlak van de cilinder in opeenvolgende flitsen een verschillende stand toont. Na het loslaten in A begint de cilinder aanvankelijk zowel te rollen als te glijden.



- Geef aan hoe uit figuur 3 blijkt dat de cilinder aanvankelijk ook glijdt.
- Verklaar waardoor het glijden optreedt.
- Hoe blijkt uit de figuur dat de luchtwrijving na het verlaten van de goot te verwaarlozen is?
- Bepaal het aantal lichtflitsen dat de stroboscoop per seconde uitzendt.

Voor de beantwoording van de volgende vragen mag de frequentie van de stroboscoop op 27 Hz gesteld worden.

- Bereken zo nauwkeurig mogelijk de hoeksnelheid van de roterende cilinder en de horizontale translatiesnelheid van de cilinder na het verlaten van de goot.

*stroboscopisch belichten wil zeggen: belichten door middel van een reeks van zeer korte lichtflitsen

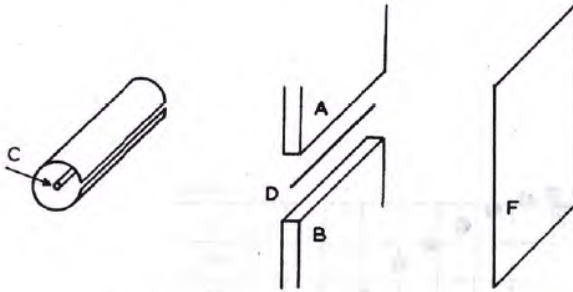
met een constante tussentijd τ tussen de opeenvolgende lichtflitsen; $f = \frac{1}{\tau}$ - is de frequentie van de stroboscoop.

- Bereken de som van translatie-energie en rotatie-energie van de cilinder in B.

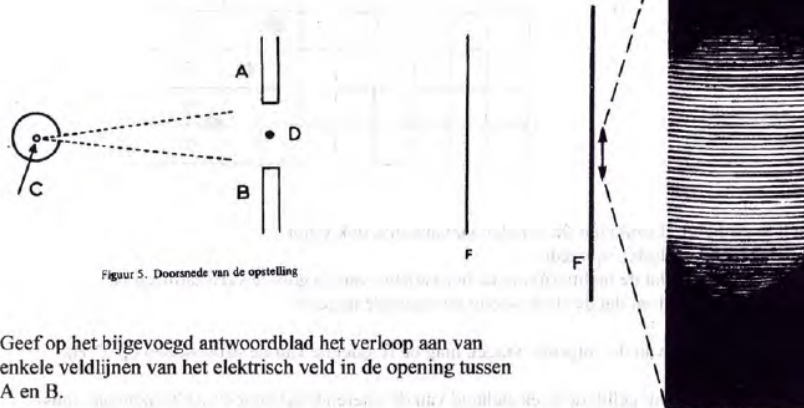
De totale energie van de cilinder in B blijkt bij nauwkeurige meting niet gelijk te zijn aan de totale energie van de cilinder in A.

- Geef een verklaring voor dit verschil.

4. Bij proeven over interferentie van elektronenbundels gebruikt men de in figuur 4 en 5 geschetste opstelling die zich geheel in vacuüm bevindt. In een opening tussen twee geaarde metalen platen A en B bevindt zich precies in het midden een dunne zilveren draad D, die op een constante spanning van -10 V gehouden wordt. Op de opening tussen A en B valt een divergerende elektronenbundel afkomstig van de lijnvormige elektronenbron C. De cilinder die C omhult is evenals de platen A en B geaard. Alle elektronen hebben een energie van 20 keV . Op vrij grote afstand van de platen A en B bevindt zich evenwijdig hieraan een fotografische plaat F.



Figuur 4. Schema van de opstelling



Figuur 5. Doorsnede van de opstelling



Figuur 6.

- a. Geef op het bijgevoegd antwoordblad het verloop aan van enkele veldlijnen van het elektrisch veld in de opening tussen A en B.

De stippellijnen 1, 2, 3 en 4 op het antwoordblad zijn de banen van vier elektronen afkomstig uit bron C.

- b. Schets op het antwoordblad de vorm van de banen zowel in de opening als daarvoor en daarna.

Door de afbuiging in het elektrisch veld ontstaan er overlappende elektronenbundels. Deze bundels schijnen te komen van twee denkbeeldige bronnen op een afstand van $0,1\text{ mm}$ van elkaar, elk op een afstand van $4,0\text{ m}$ van de plaat F. Op de plaat ontstaat een interferentiepatroon, dat $3000\times$ vergroot is afgebeeld in figuur 6.

- c. Bereken aan de hand van meting in de figuur 6 zo nauwkeurig mogelijk de ware afstand tussen twee opeenvolgende maxima.
- d. Bereken met behulp van het antwoord uit vraag c de golflengte van de elektronen.
- e. Ga door berekening na of deze golflengte overeenstemt met de De Brogliegolflengte van deze elektronen.

Havo 1973

2

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

1. A. 1. Wat verstaat men onder de halveringstijd van een radioactief preparaat?
Van een radioactief preparaat bleek na 6 uur en 40 minuten nog $1/8$ gedeelte van de oorspronkelijke stof over te zijn.
 2. Bereken hoe groot in dit geval de halveringstijd is.
- B. Met een röntgenbuis wordt behalve een continu spectrum ook een lijnenspectrum verkregen.
 1. Geef een theoretische verklaring voor het ontstaan van dit lijnenspectrum.
 2. Is dit lijnenspectrum kenmerkend voor het element dat de röntgenstraling uitzendt?
Licht het antwoord toe.
- C. Wanneer een bolletje met massa m en straal r in een vloeistof valt, wordt de beweging na enige tijd eenparig.
De snelheid v , die het bolletje dan heeft, wordt gegeven door de formule:

$$v = \frac{mg}{6\pi\eta r}$$

Hier is g de versnelling van de zwaartekracht en η de zogenaamde viscositeitscoëfficiënt, die een maat is voor de stroperigheid van de vloeistof.

In welke eenheid wordt η uitgedrukt bij gebruik van SI-eenheden?



2. Op een enigszins ruw horizontaal vlak bevindt zich een blokje met een massa van 0,2 kg. Aan het blokje is een horizontaal koord bevestigd dat aan het einde van het vlak over een gladde pen is geslagen. Aan het omlaaghangende gedeelte van het koord kan een gewichtje worden bevestigd (zie figuur 1).

De massa van het koord dient verwaarloosd te worden.

Men kan het blokje in beweging brengen óf door aan het eind van het koord een gewichtje te hangen óf door het vlak enigszins hellend op te stellen. Aangenomen wordt dat in beide gevallen een wrijvingskracht van 0,1 N overwonnen moet worden.

- Bereken de sinus van de hellingshoek waarbij het blokje op het punt staat te bewegen.
- Bereken de massa van het gewichtje dat aan het eind van het koord moet worden gehangen om bij horizontale stand van het vlak het blokje in beweging te brengen.

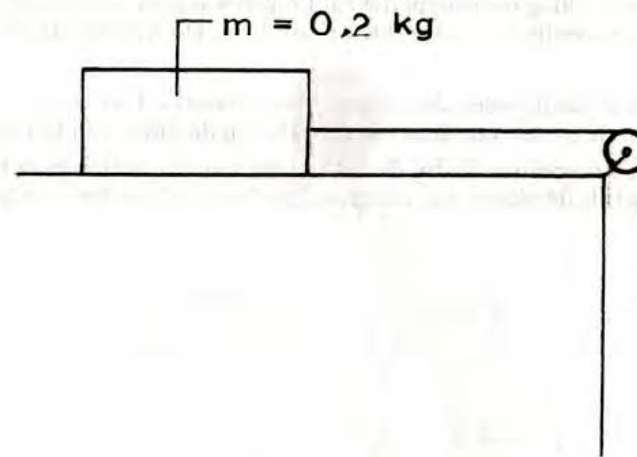
Het vlak blijft horizontaal opgesteld. Aan het uiteinde van het koord wordt vervolgens een gewichtje met een massa m_1 van 0,05 kg gehangen.

- Bereken de tijd die het blokje nu nodig heeft om vanuit de ruststand een afstand van 2 m af te leggen.

Men vervangt het gewichtje met massa m_1 door een gewichtje met massa m_2 ($m_2 = 2m_1$).

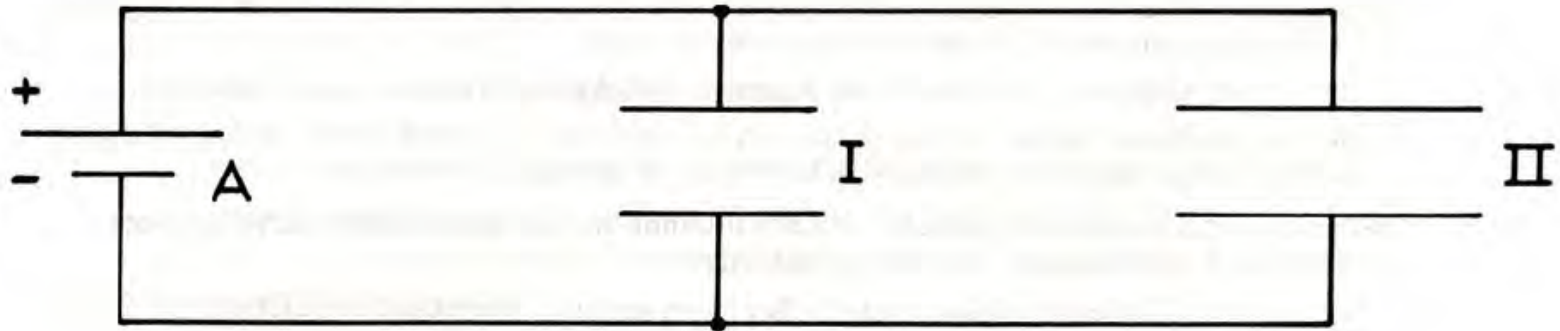
- De tijd die het blokje nu nodig heeft om vanuit de ruststand een afstand van 2 m af te leggen langs het vlak is, vergeleken met de onder c berekende tijd
 1. tweemaal zo groot
 2. meer dan tweemaal zo groot
 3. minder dan tweemaal zo groot.

Kies het juiste antwoord en licht de keuze toe.



figuur 1

3. In onderstaande figuur stelt A een galvanisch element (b.v. een accu) voor, terwijl I en II parallel geschakelde vlakke condensatoren zijn. Tussen de platen van condensator I wordt een vloeistof verstoven waardoor kleine druppeltjes worden gevormd die negatief geladen zijn. Sommige druppeltjes blijven zweven.



figuur 2

- a. Bereken of deze druppeltjes vanuit de gegeven toestand gaan bewegen (en zo ja, in welke richting) bij elk van de volgende handelingen:
1. De platen van condensator I worden naar elkaar toe bewogen.
 2. De platen van condensator II worden naar elkaar toe bewogen.

De bronspanning (= e.m.k.) van het element bedraagt 2 V. De afstand tussen de platen van condensator I is 3 cm. Een druppeltje met een massa van 0,05 g blijft tussen de platen van condensator I zweven.

- b. Bereken welke versnelling dit druppeltje zal krijgen wanneer de afstand tussen de platen van de condensator I plotseling wordt verkleind tot 2 cm. De wrijving dient verwaarloosd te worden.

Nadat vervolgens de afstand tussen de platen van condensator I weer op 3 cm is gebracht wordt de verbinding tussen de platen van deze condensator en de polen van het element A verbroken.

- c. Bereken of de druppeltjes die bij deze toestand zweven, zullen gaan bewegen (en zo ja, in welke richting) als de platen van condensator II naar elkaar toe worden bewogen.

4. Afbeelding 3 toont een stuk speelgoed, dat wel het „duikend eendje” genoemd wordt. Het bestaat uit een reservoir dat gevuld is met een vloeistof die gemakkelijk verdampen kan. In het reservoir mondt onder de vloeistofspiegel een buisje uit dat aan de bovenzijde gesloten is. Boven de vloeistof in het reservoir en in het buisje bevindt zich uitsluitend damp. Het buisje is aan de bovenzijde verwijd en daar *aan de buitenzijde* bekleed met vilt. Deze verwijding vormt de kop van het eendje. Plaatst men het eendje voor een met water gevuld bekeerglas en houdt men het met de snavel in het water, dan zuigt het vilt water op. Laat men het eendje nu los, dan richt het zich op. De kop koelt snel af, waardoor de vloeistof in het buisje stijgt, het eendje topzwaar wordt en met de snavel in het water duikt. Het buisje loopt weer geheel leeg. Daardoor richt het eendje zich weer op en het hele proces begint opnieuw.

- a. 1. Waardoor koelt de kop van het eendje af?
2. Hoe heeft men ervoor gezorgd dat de afkoeling snel verloopt?
Licht het antwoord toe.
- b. Verklaar de stijging van de vloeistof in het buisje.
- c. Welke kracht veroorzaakt het omslaan en het zich weer oprichten van het eendje? Hoe is het mogelijk dat dezelfde kracht beide draaiingen veroorzaakt?

Wanneer een aantal malen de tijd tussen twee „opeenvolgende” duiken gemeten wordt, blijkt deze tamelijk constant te zijn. Vervangt men het water in het bekeerglas door alcohol en herhaalt men de proef, dan krijgt men weer vrij constante meetwaarden, die echter verschillen van die uit de eerste meetreeks.

De verschillen in duiktijd bij gebruik van water en alcohol zullen zeker samenhangen met verschillen in eigenschappen tussen deze beide vloeistoffen.

- d. Noem twee van deze verschillen, die naar Uw mening een duidelijk verschil in meetwaarden kunnen veroorzaken. Motiveer het antwoord.



figuur 3

4. Afbeelding 3 toont een stuk speelgoed, dat wel het „duikend eendje” genoemd wordt. Het bestaat uit een reservoir dat gevuld is met een vloeistof die gemakkelijk verdampen kan. In het reservoir mondt onder de vloeistofspiegel een buisje uit dat aan de bovenzijde gesloten is. Boven de vloeistof in het reservoir en in het buisje bevindt zich uitsluitend damp. Het buisje is aan de bovenzijde verwijd en daar *aan de buitenzijde* bekleed met vilt. Deze verwijding vormt de kop van het eendje. Plaatst men het eendje voor een met water gevuld bekeerglas en houdt men het met de snavel in het water, dan zuigt het vilt water op. Laat men het eendje nu los, dan richt het zich op. De kop koelt snel af, waardoor de vloeistof in het buisje stijgt, het eendje topzwaar wordt en met de snavel in het water duikt. Het buisje loopt weer geheel leeg. Daardoor richt het eendje zich weer op en het hele proces begint opnieuw.

- a. 1. Waardoor koelt de kop van het eendje af?
2. Hoe heeft men ervoor gezorgd dat de afkoeling snel verloopt?
Licht het antwoord toe.
- b. Verklaar de stijging van de vloeistof in het buisje.
- c. Welke kracht veroorzaakt het omslaan en het zich weer oprichten van het eendje? Hoe is het mogelijk dat dezelfde kracht beide draaiingen veroorzaakt?

Wanneer een aantal malen de tijd tussen twee „opeenvolgende” duiken gemeten wordt, blijkt deze tamelijk constant te zijn. Vervangt men het water in het bekeerglas door alcohol en herhaalt men de proef, dan krijgt men weer vrij constante meetwaarden, die echter verschillen van die uit de eerste meetreeks.

De verschillen in duiktijd bij gebruik van water en alcohol zullen zeker samenhangen met verschillen in eigenschappen tussen deze beide vloeistoffen.

- d. Noem twee van deze verschillen, die naar Uw mening een duidelijk verschil in meetwaarden kunnen veroorzaken. Motiveer het antwoord.

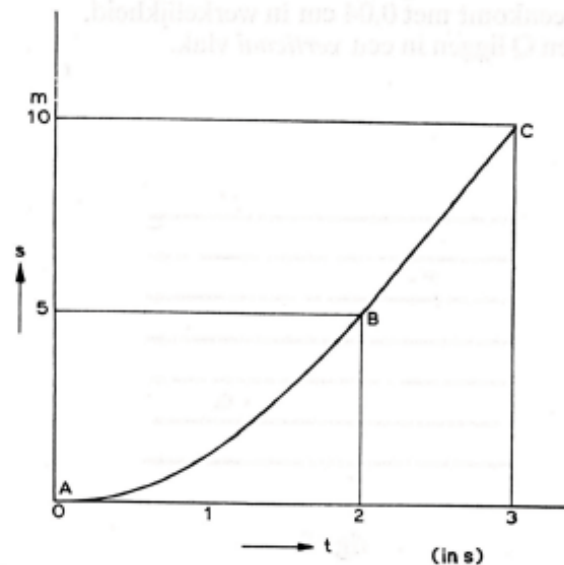


- 4a → 1. → Het water in het vilt verdampt. De daarvoor benodigde energie onttrekt het water aan de kop van het eendje, die daardoor afkoelt. ¶
2. → De afkoeling verloopt sneller naarmate de verdamping sneller gaat. Deze verdamping hangt af o.a. van de grootte van de verdampingsoppervlakte en die is groot door de 'grote kop'. ¶
- ¶
- b → De hoogte van de vloeistofkolom hangt af van het drukverschil tussen de vloeistofdamp in de 'buik' en de vloeistofdamp in de kop. Koelt de kop af, dan daalt daar ook de dampdruk en de overdruk in de buik duwt de vloeistof omhoog in buisje. ¶
- ¶
- c → Het zwaartepunt van de gevulde kop bevindt zich vóór het draaipunt. Als de vloeistof in de kop komt, neemt het moment van de 'kopkracht' toe, terwijl het moment van de vloeistof in de buik afneemt. Zodra het moment van de kop groter is dan dat van de buik, kantelt het eendje. In horizontale stand ontsnap de damp uit de buik naar de kop en loopt de vloeistof terug. De buik wordt weer zwaarder en het eendje richt zich op. ¶
- ¶
- d → - de verdampingssnelheid van alcohol is groter. Er zullen dus meer moleculen per tijdseenheid verdampen. ¶
- de verdampingswarmte van water is groter. Per verdampt molecuul zal meer warmte aan de kop worden onttrokken. ¶

.....Pagina-einde.....

3. Een blok hout van 2 kg glijdt langs een helling van A via B naar C omlaag. $AB = BC = 5$ m. De wrijving die het blok hout ondervindt is op beide trajecten verschillend. De hellingshoek is overal gelijk. Op het traject BC is de maximale wrijvingskracht gelijk aan 10 N.

De door het blok afgelegde weg (s) is tegen de tijd (t) uitgezet in onderstaande figuur 3.



- Waaruit blijkt dat het blok hout geen beginsnelheid heeft?
- Met welke snelheid bereikt het blok hout het punt C?
- Bereken de versnelling van het blok hout op het traject AB.
- Bereken de grootte van de hellingshoek.
- Bereken de maximale wrijvingskracht die het blok hout op het traject AB ondervindt.

Natuurkunde examen Havo 1974

1. a) volumina van een wisselwerking tussen molekulen verwaarloosbaar

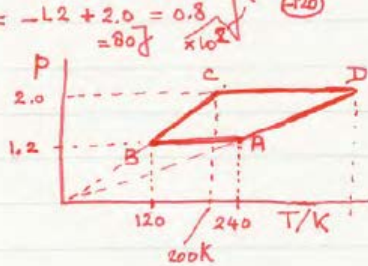
b) 1. $A \rightarrow B$ en $C \rightarrow D$ wegens verandering V .

2. $W_u = p \Delta W = 1.2 \times 10^5 (1.0 - 2.0) = -1.2 \times 10^5 J$; $2.0 (2.0 - 1.0) = 2.0 \times 10^5 J$

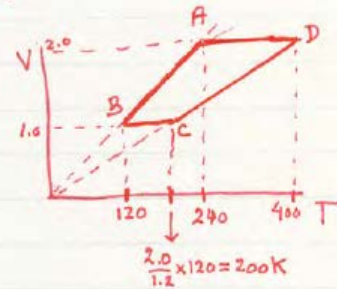
3. $W_{u,tot} = -1.2 + 2.0 = 0.8 \times 10^5 J = 80 J$

c)

$pV = nRT$



d)



2. a) bv. plaatcondensator met verwaarloosbare randeffecten.

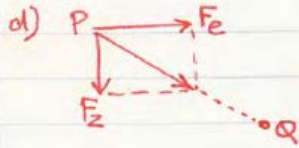
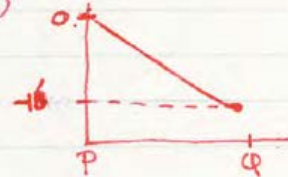
b) $V = Ed = 2.0 \times 10^4 \times 8 \times 10^{-2} = 16 V$



$d = 4 \text{ cm} \equiv 4 \times 0.02 = 8 \times 10^{-2} \text{ cm}$

$b = 3 \text{ cm} \equiv 3 \times 0.02 = 6 \times 10^{-2} \text{ cm}$

c)



$\frac{F_e}{F_z} = \frac{4}{3}$

$F_e = qE = 1.0 \times 10^{-9} \times 2.0 \times 10^4 = 2.0 \times 10^{-5} \text{ N}$

$F_z = mg = 10 \text{ m N}$

$\frac{2 \times 10^{-5}}{10 \text{ m}} = \frac{4}{3} \rightarrow m = \frac{3}{4} \times \frac{2 \times 10^{-5}}{10} = 1.5 \times 10^{-6} \text{ kg} = 1.5 \text{ mg.}$

e) $F_{tot} = \frac{5}{4} \times 2.0 \times 10^{-5} = 2.5 \times 10^{-5} \text{ N} \rightarrow a = \frac{F_{tot}}{m} = \frac{2.5 \times 10^{-5}}{1.5 \times 10^{-6}} = 16 \text{ m/s}^2$
(of: $a = \frac{5}{3} g = 16 \text{ m/s}^2!$)

$p\phi = 5 \text{ cm} \equiv 5 \times 0.02 = 0.10 \text{ cm} = 10^{-3} \text{ m} \rightarrow v_t^2 = v_0^2 = 2 a s_t$
 $v_t^2 = 2 \times 16 \times 10^{-3} = 32 \times 10^{-3}$
 $v_t = \sqrt{0.032} \approx 0.18 \text{ m/s}$



Havo 1975

Bindende normen voor de beoordeling van het schriftelijk werk, vastgesteld door de Commissie, bedoeld in art. 27, lid 5, van het Besluit eindexamens v.w.o.-h.a.v.o.-m.a.v.o.

bij het eindexamen H.A.V.O. in 1975 (eerste tijdvak)

NATUURKUNDE

Het cijfer voor het schriftelijk werk is een getal uit de schaal van 1 tot en met 10 met de daartussen liggende getallen met één decimaal.

Het cijfer wordt bepaald met toepassing van de volgende regels.

1. Voor het schriftelijk werk worden maximaal 100 punten gegeven.
2. Elke kandidaat krijgt vooraf 10 punten toegekend.
Er blijven derhalve 90 punten over voor de waardering van de prestaties van de kandidaat.
3. Voor de waardering van een onderdeel van het schriftelijk werk is een fijnere verdeling dan in gehele punten niet geoorloofd.
4. Ontbreekt voor een onderdeel elke prestatie of is een onderdeel volledig fout beantwoord dan worden geen punten voor dit onderdeel gegeven.
5. Is de beantwoording van een onderdeel niet geheel juist of is de vereiste motivering onvolledig, dan dient op basis van het maximaal beschikbare aantal punten voor dit onderdeel een zodanig geheel aantal punten te worden toegekend dat een daarmede evenredige waardering wordt uitgedrukt.
6. Het cijfer in één decimaal voor het schriftelijk werk ontstaat door het totaal aantal toegekende punten door 10 te delen.
7. De volledig juiste beantwoording van elke vraag levert een aantal punten volgens deze schaal:

1.
 - a. 5 (alleen potentiële energie of kinetische energie:2)
 - b. 4
 - c. 3
 - d.1. 3 (één eindpunt:0; beide eindpunten:1; recht lijnstuk tussen de eindpunten:2)
 2. 3 (één eindpunt:0; beide eindpunten:1; recht lijnstuk tussen de eindpunten:2)
 3. 3 (één eindpunt:0; beide eindpunten:1; recht lijnstuk tussen de eindpunten:2)

21

2.
 - a. 4
 - b. 3 (grens_golflengte:1; golflengtegebied:2)
 - c. 4 (ampèremeter:2; voltmeter:2)
 - d. 4 (indien de verklaring alleen bestaat uit het noemen van het woord verzadigingsstroomsterkte:1)

- e. 4
- f. 4

23



- a. 3 (aflezing:2; omrekening in N/m^2 :1)
- b. 3 (druk in cm:2; omrekening in N/m^2 :1)
- c. 4
- d.1. 3
- 2. 1
- e. 4 (hoogteverschil:3; stijging kwikniveau:1)
- f. 4 (antwoord:1; toelichting:3 - zowel het gelijk blijven van de druk als het kleiner worden van de druk met bijbehorende toelichting:4)

 22

- a. 4
- b. 3
- c. 4 (frequentie wisselspanning 25 Hz:2)
- d.1. 5 (antwoord:1; toelichting:4)
- 2. 5 (antwoord:1; toelichting:4)
- 3. 3 (antwoord:1; toelichting:2)

 24

Het eindcijfer voor het examen natuurkunde wordt bepaald op het rekenkundig gemiddelde van het cijfer voor het schoolonderzoek en het cijfer van het centraal schriftelijk examen. Is dit gemiddelde een getal met één decimaal dan wordt de decimaal naar boven afgerond indien deze 5 of meer is en naar beneden afgerond indien deze minder dan 5 is. Ontstaat er een getal met twee decimalen dan worden de decimalen naar boven afgerond indien deze 50 of meer zijn en naar beneden afgerond indien ze minder dan 50 zijn.

bijvoorbeeld: cijfer schoolonderzoek 7,7
 cijfer centraal schriftelijk examen 7,3) gemiddeld 7,5
 geeft eindcijfer 8.

cijfer schoolonderzoek 6,4
 cijfer centraal schriftelijk examen 6,5) gemiddeld 6,45
 geeft eindcijfer 6.

Havo 1975

2. Een vacuüm-fotocel, waarvan de kathode is bedekt met cesium (Cs), is opgenomen in een schakeling zoals in figuur 1 is aangegeven. Men laat op de kathode van deze fotocel elektromagnetische straling vallen. Tengevolge van deze bestraling zendt de kathode elektronen uit. Men spreekt dan van foto-emissie.
- Wanneer zal in het algemeen foto-emissie optreden?
Licht het antwoord toe.
 - Bij welke waarden van de golflengte zal bij Cs foto-emissie optreden?

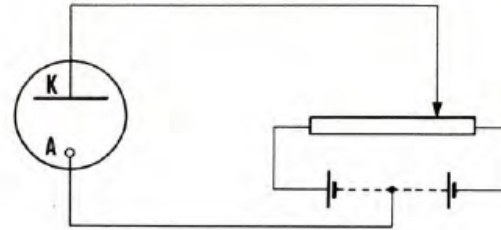


fig. 1

- Teken in de schakeling op het bijgevoegde antwoordpapier
 - de stroommeter die de stroomsterkte I_{AK} meet,
 - de spanningsmeter die de spanning V_{AK} meet.

Geef duidelijk aan welke de stroommeter en welke de spanningsmeter is.

Van de metingen is een grafiek getekend die het verband geeft tussen de stroomsterkte I_{AK} en de spanning V_{AK} (zie figuur 2).

In figuur 3 is een gedeelte van deze grafiek op grotere schaal weergegeven.

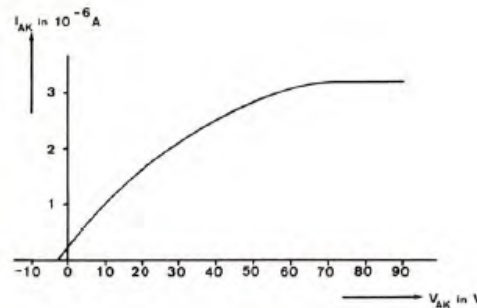


fig. 2

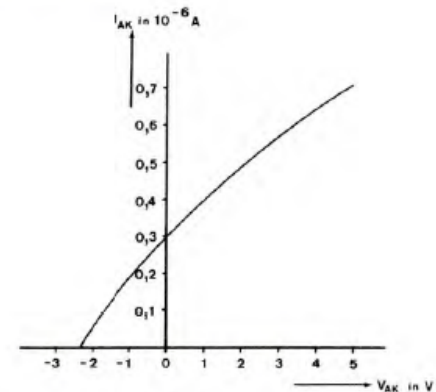


fig. 3

- Bij het toenemen van de spanning tussen anode en kathode blijkt uit de grafiek van figuur 2 dat vanaf een bepaalde waarde van V_{AK} de stroomsterkte niet meer toeneemt. Verklaar dit.
- Uit de grafiek blijkt dat er bij een kleine negatieve spanning tussen anode en kathode toch een stroom loopt. Geef hiervoor een verklaring.
- Bepaal met behulp van de grafiek hoe groot de kinetische energie van de snelste elektronen is bij het verlaten van de kathode.

2. In een afgesloten ruimte bevinden zich twee punten A en B op een afstand van 6,0 m van elkaar (zie figuur 2). De ruimte is vacuüm gepompt. In elk van de punten A en B is een zeer klein metalen bolletje met een lading van $+4,0 \cdot 10^{-9}$ C vast opgesteld. Bij het beantwoorden van onderstaande vragen moet de invloed van de zwaartekracht buiten beschouwing worden gelaten.

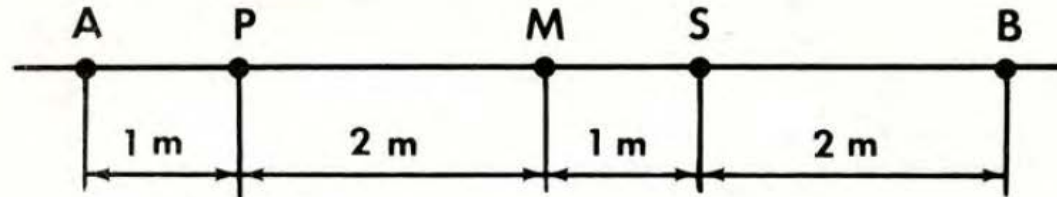


fig. 2

- a. Bepaal grootte en richting van de resulterende kracht, die een puntlading q met een lading van $+1,0 \cdot 10^{-12}$ C ondervindt, indien deze zich bevindt in:
1. punt M,
 2. punt P,
 3. punt S.

Wanneer deze puntlading q in punt P wordt losgelaten zal q gaan bewegen.

- b. 1. Beredeneer dat q een periodieke beweging gaat uitvoeren.
2. Hoe groot is de amplitudo van deze beweging?
Licht het antwoord toe.
3. Toon aan dat deze periodieke beweging *geen* harmonische trilling is.

Vervolgens worden de ladingen op beide metalen bolletjes in A en B vervangen door twee even grote *negatieve* ladingen. Nadat q opnieuw in P wordt losgelaten, zal q weer gaan bewegen.

- c. Beredeneer dat q nu geen periodieke beweging gaat uitvoeren.
d. In welk(e) punt(en) zou q wél losgelaten kunnen worden zodat de beweging periodiek zal zijn?
Licht het antwoord toe.

Hav0 1977

2. Als afstandmeter monteert men op een fiets een zogenaamd „tikkertje” (figuur 3). Het tikkertje werkt als volgt.

Aan één van de spaken van het voorwiel zit een pen. Bij iedere omwenteling van dit voorwiel tikt de pen tegen een tand van een tandwielletje. Door deze tik (die men kan horen!) draait het tandwielletje één tand verder.

Het tandwielletje is gekoppeld aan een telwerk, zodat men de afgelegde afstand kan aflezen.

Na 450 tikken heeft de fiets 1,0 km afgelegd.

De afstand Δs , die de fiets aflegt tussen twee opeenvolgende tikken, is steeds dezelfde.



fig. 3

a. Bereken deze afstand Δs .

Een fietser rijdt met constante snelheid. Hij bepaalt de tijd, nodig voor het afleggen van tien maal Δs meter (10 tikken) en vindt 4 seconde.

b. Bereken de snelheid van de fiets in meter per seconde en in kilometer per uur.

Op een gegeven moment houdt de fietser op met trappen en rijdt door zonder te remmen. Door wrijving neemt de snelheid af. Na 35 s staat hij stil. Het fietsen zonder te trappen heet freewheelen.

c. Bereken de gemiddelde versnelling tijdens het freewheelen.

Ook tijdens het freewheelen heeft de fietser tikken geteld en regelmatig de tijd opgenomen. Thuis gekomen heeft hij uit zijn metingen de afgelegde afstanden berekend. Deze afstanden zijn uitgezet tegen de tijd (figuur 4). Het moment waarop hij ophield met trappen is aangegeven door punt B.

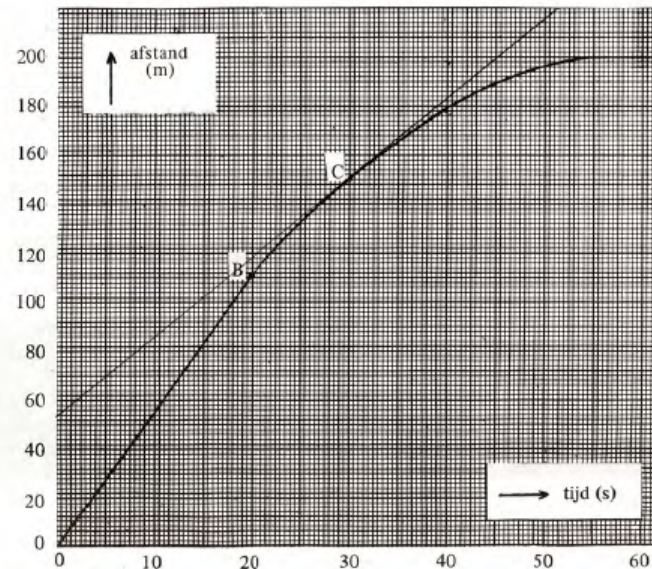


fig. 4

- d. 1. Bepaal de snelheid van de fiets in het punt C.
 2. Bepaal de gemiddelde versnelling op het traject van B naar C.

Voor het rijden met een bepaalde constante snelheid is voor het overwinnen van de wrijving een bepaalde kracht nodig. Deze kracht is uitgezet tegen de snelheid in figuur 5.

De fietser legt nu met constante snelheid in één kwartier een afstand van 4,5 km af.

- e. 1. Bereken de snelheid van de fietser.
 2. Bereken de arbeid, die de fietser verricht om de wrijvingskracht over 4,5 km te overwinnen.
 3. Bereken het vermogen van de fietser.

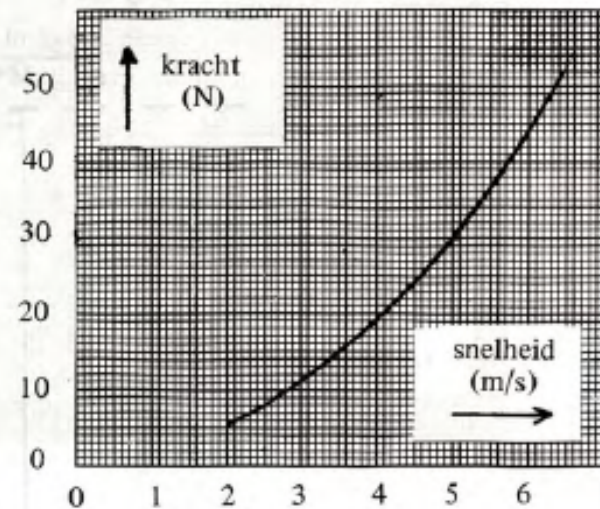


fig. 5

Havo 1977-2

1. Men zet een karretje op een horizontaal vlak. Het karretje wordt door middel van een lang koord met een veer verbonden. Het koord loopt via een katrol naar de veer (figuur 1). Als het koord strak getrokken is zonder dat de veer is uitgerekt, bevindt de voorkant van het karretje zich in punt B.
- Men trekt het karretje 8,0 cm naar rechts. Hierbij wordt de veer ook 8,0 cm uitgerekt. De voorkant van het karretje bevindt zich nu in A.

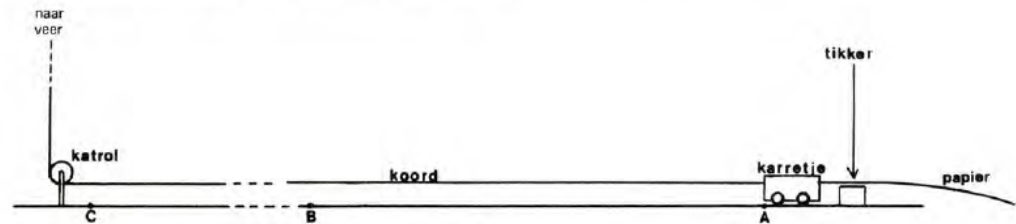


fig. 1

Aan het karretje is een papierstrook bevestigd. Deze papierstrook wordt geleid langs een tijdtikker. De tijdtikker bestaat uit een op en neer bewegende pen, die elke 0,02 seconde een stip op het papier zet.

Het karretje wordt losgelaten in A. Het beweegt dan over het horizontale vlak via B naar C. De wrijving is te verwaarlozen.

De papierstrook die langs de tijdtikker is getrokken is op ware grootte afgebeeld in figuur 2. De stip die de tikker gezet heeft toen de voorkant van het karretje in A was, is aangegeven met 0. De daarop volgende stippen zijn opvolgend genummerd. De stippen die de tikker gezet heeft toen de voorkant van het karretje respectievelijk in B en in C was, zijn aangegeven met 10 en 16.

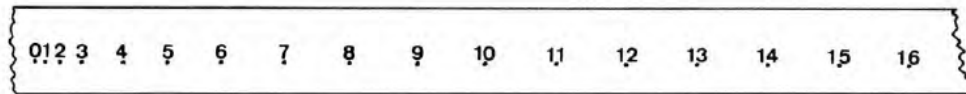


fig. 2

1. Toon aan dat de beweging van het karretje op het traject BC eenparig is.
2. Bepaal de snelheid van het karretje in het punt B.

Op een bijgevoegd antwoordpapier is de papierstrook nogmaals afgedrukt. Naast de papierstrook zijn de assen van een weg-tijd-diagram getekend.

1. Teken op het antwoordpapier het weg-tijd-diagram van de beweging van A tot C.
2. Hoe blijkt uit het diagram, dat op het traject van A naar B de snelheid toeneemt?
3. Bepaal de gemiddelde *versnelling* op het traject AB.

Voor de energie E van een uitgerekte veer met uitrekking u en veerconstante C geldt de formule

$$E_{\text{veer}} = \frac{1}{2} Cu^2$$

1. Toon aan dat de term $\frac{1}{2} Cu^2$ bij gebruik van SI-eenheden de eenheid joule heeft.
2. Bereken de veerenergie van de veer, als het karretje zich in A bevindt. De veerconstante $C = 30,9 \text{ N/m}$.
3. Hoe groot is de kinetische energie van het karretje in het punt B?

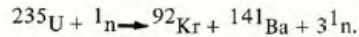
Op het karretje wordt een tweede, identiek karretje gemonteerd. De proef wordt daarna op dezelfde manier herhaald.

- d. Bereken in dit geval de snelheid van de karretjes in het punt B.

4. In een kernreactor komt energie vrij bij het splijten van zware kernen.

Een doorsnede van een kernreactor die met uranium (U) als splijtingsmateriaal werkt, is weergegeven in figuur 7.

Er volgt een splijting als een ^{235}U -kern getroffen wordt door een zogenaamd langzaam neutron. Dit is een neutron met een kinetische energie van ongeveer 1.10^{-20} J. Eén van de mogelijke splijtingen verloopt als volgt:



Bij deze splijting komt een energie vrij van 3.10^{-11} J, voornamelijk in de vorm van kinetische energie van de twee zware brokstukken ^{92}Kr en ^{141}Ba .

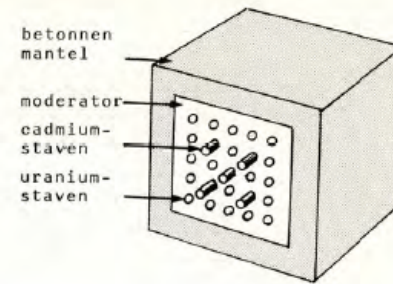


fig. 7

In een kernreactor komt tengevolge van deze splijtingen een energie van 9.10^{12} J per uur vrij. Neem aan dat alleen bovengenoemde splijtingsreactie plaatsvindt.

a. Bereken het aantal splijtingen dat per uur plaatsvindt.

b. Bereken hoeveel massa per uur wordt omgezet in energie.

De kernenergiecentrale waarvan deze kernreactor de energiebron is, kan 4.10^8 W aan elektrisch vermogen afgeven.

c. Bereken het nuttig effect (rendement) van deze kernenergiecentrale.

Bij bovengenoemde splijting ontstaan de kernen ^{92}Kr en ^{141}Ba en komen drie neutronen vrij.

d. Waarom vliegen de twee kernen ^{92}Kr en ^{141}Ba in vrijwel tegengestelde richting uiteen?

Neem aan dat de ^{235}U -kern vóór de splijting stilstond.

De drie vrijkomende neutronen hebben elk een energie van ongeveer 1.10^{-12} J.

Als zo'n vrijkomend neutron kan worden afgeremd tot een energie van ongeveer

1.10^{-20} J, is er weer een grote kans dat een ^{235}U -kern wordt gespleten.

Het afremmen kan gebeuren door botsingen te laten plaatsvinden tegen kernen van een remstof (in vaktaal: een moderator).

e. Waarom kan men als moderator beter een stof met lichte kernen gebruiken dan een stof met zware kernen?

Als alle drie vrijgekomen neutronen na afremming een nieuwe splijting veroorzaken, zegt men: „de vermenigvuldigingsfactor $k = 3$ ”.

f. 1. Wat is het gevolg voor de energieproductie als $k = 3$?

2. Wat is het gevolg voor het aantal splijtingen per seconde als door verlies van neutronen k kleiner dan 1 wordt?

Het aantal neutronen dat aan het splijtingsproces blijft deelnemen kan men onder meer regelen door gebruik te maken van cadmium-staven. Bij botsing tegen een cadmium-kern wordt een neutron in deze kern opgenomen. Door meer cadmium tussen het uranium te schuiven (zie figuur 7) kan men een groter deel van de vrijgekomen neutronen absorberen.

Een reactor werkt op een bepaald constant vermogen.

g. Welke handelingen moet men met de cadmium-staven uitvoeren om deze reactor op een lager, constant vermogen in te stellen? Licht het antwoord toe.

Havo 1978-1

Het aantal neutronen dat aan het splijtingsproces blijft deelnemen kan men onder meer regelen door gebruik te maken van cadmium-staven. Bij botsing tegen een cadmium-kern wordt een neutron in deze kern opgenomen. Door meer cadmium tussen het uranium te schuiven (zie figuur 7) kan men een groter deel van de vrijgekomen neutronen absorberen.

Een reactor werkt op een bepaald constant vermogen.

- g. Welke handelingen moet men met de cadmium-staven uitvoeren om deze reactor op een lager, constant vermogen in te stellen? Licht het antwoord toe.

E I N D E

2. GOLFSLAGBAD.

In sommige zwembaden kan in het wateroppervlak een heftige golfbeweging worden opgewekt. Zo'n zwembad heet een golfslagbad. De foto van figuur 4 geeft een overzicht van zo'n overdekt golfslagbad.

Zijde A is de achterkant van het bad.
Zijde L is een zijkant in de lengterichting van het bad.



figuur 4

In figuur 5 is een doorsnede in de lengterichting getekend (schaal 1 : 100) van een gedeelte van het zwembad met het aandrijfmechanisme waarmee de golfslag wordt opgewekt. A is weer de achterwand van het bad. Het waterniveau is in de ruststand getekend.



figuur 5

De golfslag wordt opgewekt in de smalle ruimte B. Deze ruimte bevindt zich achter de wand A, in de hoek met de zijwand L. De plaats van B is in figuur 4 aangegeven door middel van stippelijntjes in de achterwand. Met een compressor wordt periodiek lucht in de ruimte B geperst via pijp P. Zie figuur 5. Hierdoor ontstaat een overdruk in B, waardoor het wateroppervlak in B naar beneden gaat.

- Bereideneer met behulp van figuur 5 dat het wateroppervlak in B, vanuit de ruststand, maximaal 50 cm naar beneden zou kunnen worden gedrukt.

1. HET PLAN LIEVENSE

Het zou in Nederland mogelijk zijn op grote schaal windmolens in te schakelen voor het opwekken van elektrische energie. Maar een probleem hierbij is, dat deze energie niet altijd in voldoende mate beschikbaar is op tijden dat er behoefte aan is, en daarentegen soms in overmaat beschikbaar is op tijden dat er weinig vraag naar is (bijvoorbeeld in het weekend).

Om dit probleem op te lossen stelde Ir. Lievense in 1979 voor om de windmolens elektrische generatoren te laten aandrijven. De aldus opgewekte elektrische energie kan zo nodig direct worden gebruikt. Voor zover er geen behoefte is aan die elektrische energie, kan zij worden toegevoerd aan pompen, waarmee water in een nieuw te bouwen „spaarbekken” gepompt kan worden. Zo wordt als het ware de (wind)energie opgeslagen. Als men gebruik wil maken van deze opgeslagen energie, kan men het water uit het spaarbekken laten wegstromen. Dit wegstromende water brengt dan waterturbines in draaiing. Hieraan zijn generatoren gekoppeld, zodat dan weer elektrische energie wordt opgewekt.

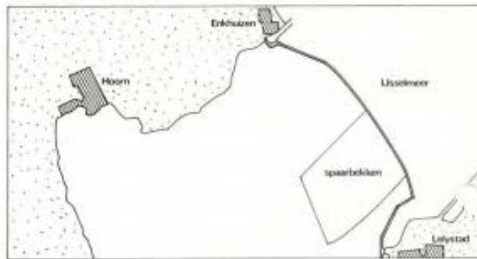
Het zogenaamde plan Lievense bestaat dus in principe uit twee gedeelten:

- 1e. een groot aantal windmolens met daaraan gekoppelde elektrische generatoren,
- 2e. een spaarbekken, waar men *of* water *in* kan laten stromen door middel van elektrisch aangedreven pompen *of* water *uit* kan laten stromen waarbij elektrische energie wordt opgewekt.

We gaan eerst het tweede gedeelte van het plan nader bekijken.

Het spaarbekken zou gebouwd kunnen worden in het IJsselmeer. Zie figuur 1.

In het plan wordt er van uitgegaan, dat het waterniveau in het spaarbekken niet hoger dan 23 m en niet lager dan 17 m boven het waterniveau in het IJsselmeer komt te staan. Het bekken heeft een oppervlakte van 55 km². Het water wordt uit het IJsselmeer in het spaarbekken gepompt. Neem bij de volgende vragen aan, dat het niveau van het water in het IJsselmeer niet verandert.



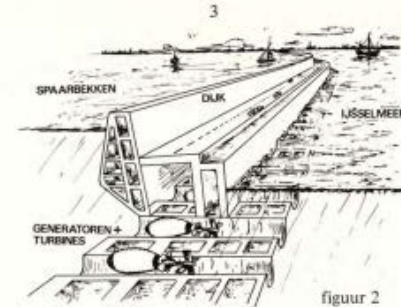
figuur 1

- a. 1. Bereken de massa van het water dat in het spaarbekken gepompt moet worden om de waterspiegel in het spaarbekken te laten stijgen van 17 m naar 23 m boven het waterniveau in het IJsselmeer.
2. Bereken met welk bedrag de zwaarte-energie van het water in het spaarbekken toeneemt als de waterspiegel stijgt van 17 m tot 23 m.

Men wil dat het waterniveau in 20 uur van 17 m tot 23 m kan worden opgevoerd.

- b. Bereken hoe groot het vermogen van de gezamenlijke pompen minstens moet zijn.

Om deze opgeslagen energie te kunnen gebruiken, laat men water uit het spaarbekken wegstromen door buizen, waarin zich het schoepenrad van een waterturbine bevindt. Dit rad gaat daardoor draaien. Zie figuur 2.



figuur 2

De waterturbine brengt op zijn beurt een generator in beweging, zodat elektrische energie wordt verkregen.

Veronderstel dat het rendement van een waterturbine met generator constant 93% bedraagt. In een stad met een inwonertal van 100 000 wordt gemiddeld een elektrisch vermogen gebruikt van 60 MW.

- c. Bereken hoe lang een stad van 100 000 inwoners de benodigde elektrische energie van het spaarbekken kan betrekken, als het waterniveau in dit spaarbekken daalt van 23 m tot 17 m boven het waterniveau in het IJsselmeer.

Het eerste gedeelte van het plan Lievense houdt zich bezig met windmolens. Deze windmolens leveren de energie die nodig is om water in het spaarbekken te pompen. We nemen aan dat de windsnelheid 6,0 m/s bedraagt. De temperatuur is 0,0°C en de luchtdruk is $1,0 \cdot 10^5$ Pa ($= p_0$).

- d. 1. Bereken de massa van de hoeveelheid lucht die per seconde door een (denkbeeldig) vlak gaat, dat loodrecht op de windrichting staat en dat een oppervlakte heeft van 1,00 m².
2. Bereken de kinetische energie van deze hoeveelheid lucht.
3. Bereken de kinetische energie van de hoeveelheid lucht die door het in vraag d. 1 bedoelde vlak gaat, wanneer de windsnelheid tweemaal zo groot is als bij vraag d. 1.

In totaal zijn erg veel windmolens nodig. Onder andere omdat het niet mooi is al deze molens vlak bij elkaar te zetten (horizon vervuiling, zie figuur 3), worden ze verspreid opgesteld.



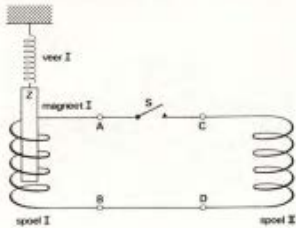
Fotomontage Rijkswaterstaat

figuur 3

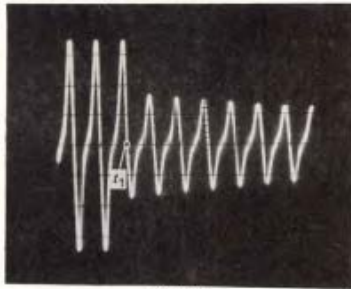
Het gevolg is dat een groot gedeelte van de via de windmolens opgewekte elektrische energie over grote afstand naar de pompen bij het spaarbekken moet worden getransporteerd.

- e. Waarom is het in verband met dit transport over grote afstand wenselijk dat de windmolens een gelijkstroomgenerator maar wisselstroomgeneratoren aandrijven?

De spoel (spoel I) wordt nu via een schakelaar S tevens verbonden met een identieke spoel II. Zie figuur 6. Op een bepaald tijdstip (t_1) sluiten we de schakelaar. De lichtstip doorloopt op het oscilloscoopscherm de baan, zoals weergegeven is op de foto van figuur 7.



figuur 6

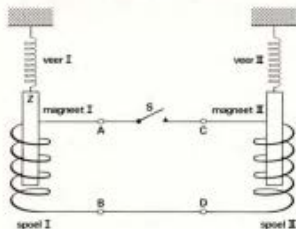


figuur 7

In figuur 7 is te zien dat na het tijdstip t_1 de amplitude van de verticale trilling van de lichtstip plotseling kleiner wordt en vervolgens geleidelijk afneemt. Het laatste betekent dat de trilling van de magneet na t_1 gedempt wordt.

d. Leg uit waarom de trilling van de magneet na het tijdstip t_1 gedempt wordt.

Vervolgens hangen we aan een tweede veer een tweede magneet gedeeltelijk in spoel II. Zie figuur 8. Beide veren en beide magneten zijn identiek.



figuur 8

We brengen magneet I in trilling, waarbij de onderkant van de magneet weer niet onder de spoel uit komt.

Schakelaar S is geopend, magneet I trilt nagenoeg ongedempt.

We sluiten vervolgens de schakelaar en zien dan dat magneet II ook gaat trillen. De frequenties van beide trillingen zijn gelijk. De amplitude van de trilling van magneet I neemt eerst af, terwijl die van magneet II toeneemt.

e. Waarom volgt uit het feit dat de amplitude van de trilling van magneet II eerst toeneemt dat de amplitude van de trilling van magneet I eerst afneemt?

De magneten trillen precies in fase.

In figuur 8 is aangegeven op welke manier de spoelen gewikkeld zijn en hoe ze met elkaar zijn verbonden. De bovenkant van magneet I is een zuidpool.

f. Beredeneer of de onderkant van magneet II een noordpool dan wel een zuidpool is.

3. DE GYMNAST

In figuur 9 zien we een stuk speelgoed: een gymnast die kan bewegen op een brug met horizontale leggers. De gymnast kan praktisch wrijvingsloos draaien om een as door P. De stand weergegeven in figuur 9 is de evenwichtsstand.

We halen de gymnast van de brug af en brengen de as nu aan door punt S. De gymnast wordt weer op de brug geplaatst en komt na enige tijd tot rust in een nieuwe evenwichtsstand, die is weergegeven in figuur 10.

De standen van figuur 9 en figuur 10 zijn op het bijgevoegde antwoordpapier weergegeven in respectievelijk figuur A en figuur B. De gymnast is in deze figuren op ware grootte getekend.

- a. Bepaal met behulp van de figuren A en B de plaats van het zwaartepunt Z van de gymnast. In de figuren A en B moet duidelijk uitkomen hoe de plaatsbepaling van Z tot stand is gekomen.



figuur 9



figuur 10

De as wordt opnieuw aangebracht door P en de gymnast wordt weer op de brug geplaatst. In punt S wordt een voorwerpje gehangen met massa 2,6 g. Hierdoor draait de gymnast vanuit de stand weergegeven in figuur 9 over een hoek van 30° om de as door punt P naar een nieuwe evenwichtsstand.

Op het bijgevoegde antwoordpapier is, in figuur C, de stand van figuur 9 nogmaals weergegeven. De gymnast is weer op ware grootte getekend. De plaats van het zwaartepunt Z van de gymnast is aangegeven.

- b. 1. Construeer in deze figuur C de posities zowel van punt Z als van punt S ten opzichte van de legger, na de draaiing over 30° .
2. Bepaal de massa van de gymnast.

Het voorwerpje wordt weer verwijderd uit S. We draaien de gymnast vanuit de stand, weergegeven in figuur 9, over 180° tot hij in de nieuwe evenwichtsstand is gekomen die is weergegeven in figuur 11. De potentiële energie (= zwaarte-energie) van de gymnast is daardoor veranderd.

- c. Bepaal de grootte van de verandering in potentiële energie.



figuur 11

gebruikt, mits het probleem daardoor niet eenvoudiger is geworden.

7. Bij het opstellen van de examenopgaven en van de normeringen voor de examens natuurkunde worden van onderstaande, veel voorkomende formuleringen, de volgende omschrijvingen gegeven.

Bereken: Met een uitkomst alleen kan niet worden volstaan. Uit een te geven oplossing moet duidelijk blijken met welke waarden men de berekening heeft uitgevoerd en welke formules of welke principes men heeft toegepast.

Bepaal: Deze vraagstelling wordt gekozen indien voor de beantwoording gebruik gemaakt moet worden van een diagram, grafiek, tekening, tabel of een in de tekst gegeven formule soms gecombineerd met een berekening. Met een uitkomst alleen kan niet worden volstaan. Uit een te geven oplossing moet duidelijk blijken wat men heeft gedaan en bij een eventuele berekening, met welke waarden en formules men de berekening heeft uitgevoerd.

Verklaar, beredeneer of leg uit: Een duidelijke verklaring, beredenering of uitleg wordt verlangd.

Construeer of teken: Alleen een constructie of tekening zonder toelichting wordt verlangd. De nauwkeurigheid wordt bepaald door de beschikbaar gestelde gegevens.

30R992F-1

3

Schets: Een bepaald verloop moet worden aangegeven waarbij de nauwkeurigheid van de tekening secundair is. Geen toelichting wordt verlangd.

Leid af: Uitgaande van de verstrekte gegevens moet een gevraagde gevolgtrekking, formule of relatie duidelijk gemaakt worden.

Waardoor: De oorzaak moet worden aangegeven.

Waarom: De gevraagde reden moet worden vermeld.

Bij formuleringen als: welke, wanneer, noem, wat, hoe, hoeveel kan met alleen een antwoord volstaan worden, tenzij er bij vermeld staat Licht het antwoord toe.

Dan wordt verlangd dat men aangeeft hoe men aan het antwoord gekomen is.

8. cijfer

Vraag	max. score		scorings-voor-schrift
1	24	HET PLAN LIEVENSE	
1.a.1	3	Dichtheid water = $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$: goed rekenen.	
1.a.2	3	Indien Δh ongelijk aan 20 m is genomen.	max. 2
1.b	3		
1.c	4	Rendenment niet of niet juist gebruikt.	max. 2
1.d.1	3		
1.d.2	2		
1.d.3	3	$v'^2 \neq 4v^2$ N.B. $m' = m$ en $m' = 2m$: beide goed rekenen!	max. 1
1.e	3		
2	22	TRILLENDE MAGNETEN	
2.a	3		
2.b.1	2		
2.b.2	3	Voor het berekenen van de tijdsduur van evenwichtsstand tot 2 cm daarboven.	2
2.c	4	In P geldt: $V_{AB} = 0 \text{ V} +$ géén fluxverandering.	2
2.d	3	Alleen het optreden van een inductiestroom genoemd.	1
2.e	3	Alleen genoemd: wegens behoud van energie: geheel goed rekenen.	
2.f	4	Bepaling stroomrichting uit (aangenomen) beweging van magneet I. N.B. 'Zuidpool' zonder redenering.	2 0
3	22	DE GYMNAST	
3.a	4	Rechte niet correct overgebracht.	max. 2
3.b.1	4	Draairichting verkeerd.	0

NAVO 84-I

Vraag	max. score		scorings-voor-schrift
1	24	WATERSTOFKERNEN	
1.a	3	o Lading fout	-1
1.b	3		
1.c	4	o Alleen F_C berekend	1
1.d	3	o I -richting	1
		o F_L -richting	1
		o Antwoord zonder beredenering	0
		N.B. Als de getekende \vec{B} -vector is opgevat als het gevolg van een spiraliserend, geladen deeltje, levert deze vraag geen punten op.	
1.e	3	o Lading tritiumkern fout	-1
		o r in plaats van r^4 in de formule	-1
1.f	2	o Massagetal	1
		o He of ^4_2He	1
1.g	2	o De massa vóór de reactie groter dan erna	1
		o Dus komt er energie vrij	1
1.h	4	o Berekening massadefect	2
		o Berekening vrijkomende energie	2
2	22	LAMPJE	
2.a	2		
2.b	4	o Gerekend met $\lambda = \frac{v \cdot d}{I}$ of $\sin \alpha = \tan \alpha$	-1
2.c	4	o Plaats V-meter	2
		o Plaats A-meter	2
		N.B. Spanning <u>niet</u> regelbaar: niet fout rekenen.	
2.d	4	o Aflezen van $p(6 \text{ V}) \approx 300 \text{ mW}$	1
2.e	4	o E_{foton} berekend	2
		o Rendement niet in rekening gebracht	-1
2.f	4	o Als <u>blijkbaar</u> begrepen is dat ieder lampje nu een vermogen van 150 mW moet opnemen	2
		o dus $4,1 \text{ V} \leq V_{\text{lampje}} \leq 4,2 \text{ V}$	1
		o $V_{\text{bron}} = 2 \cdot V_{\text{lampje}}$	1

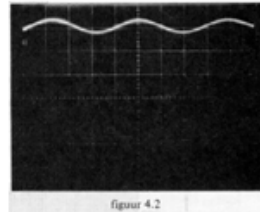
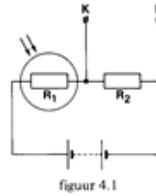


Havo 1978

4. Licht-variatiës

In de schakeling van figuur 4.1 zijn de weerstanden R_1 en R_2 in serie aangesloten op een spanningsbron. R_1 is een lichtgevoelige weerstand. Dat wil zeggen dat de waarde van R_1 afhangt van de hoeveelheid licht, die op de weerstand valt. R_2 is een gewone weerstand.

Een gloeilampje - dat niet in figuur 4.1 is getekend - is aangesloten op een wisselspanningsbron die een frequentie van 50 Hz heeft. Het lampje houden we dicht bij de lichtgevoelige weerstand R_1 . De spanning over de andere weerstand (R_2) wordt geregistreerd met behulp van een oscilloscoop, die is aangesloten op de klemmen K en L. Zie figuur 4.1. Deze spanning blijkt een periodieke variatie te vertonen. Figuur 4.2 geeft weer wat er op het scherm van de oscilloscoop is te zien.



figuur 4.2

- a. Leg uit waardoor de spanning over R_2 varieert.

In een tijdsduur Δt loopt de stip eenmaal van links naar rechts over het scherm.

- b. Bepaal de grootte van Δt .

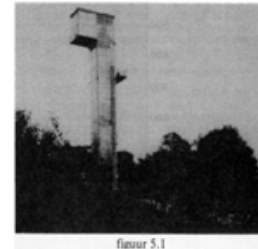
5. Fenomena

In 1985 werd te Rotterdam de natuurkunde-tentoonstelling FENOMENA gehouden. Eén van de grote attracties was de superlift. Deze was speciaal gemaakt om mensen het effect te laten ervaren van bewegen met een grote versnelling.

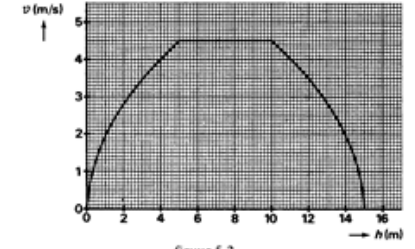
In figuur 5.1 is een lange rij te zien van mensen die wachten om in de lift die grote versnelling mee te mogen maken.

Tijdens het stijgen van de lift was de beweging over de eerste 5,0 m eenparig versneld. De volgende 5,0 m was de beweging eenparig. De laatste 5,0 m was de beweging eenparig vertraagd.

In figuur 5.2 is de snelheid van de liftkooi als functie van de hoogte h weergegeven.



figuur 5.1



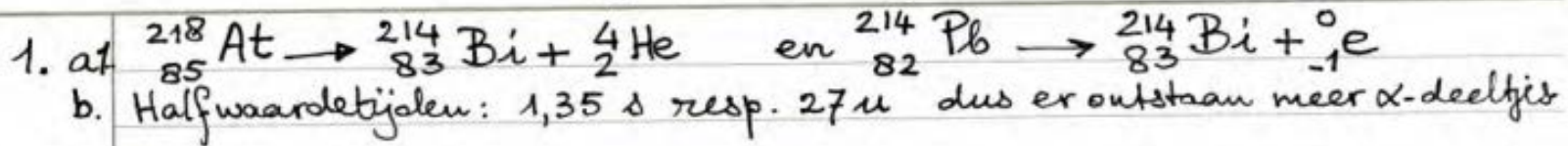
figuur 5.2

- a.1. Hoe groot was de snelheid van de liftkooi na 5,0 m?
a.2. Toon aan dat de liftkooi over de eerste 5,0 m een versnelling had van $2,0 \text{ m/s}^2$.

In de liftkooi stond een persoon met een massa van 70 kg. De persoon ondervond van de liftbodem een kracht, de normaalkracht F_N .

- b.1. Bereken F_N gedurende de eerste 5,0 m van het traject.
b.2. Teken - in het assenstelsel van figuur B op de bijlage - de grootte van F_N als functie van de hoogte.

CSE - Havo - 1987 - 1^e tijdvak



2. a. $V_{\text{ind}} = - \frac{d\Phi}{dt}$, dus $V_{\text{ind}} = 0$ als Φ extreem \rightarrow tijdstip t_1 .
 b. $V_s = \frac{22}{440} \times 220 = 11 \text{ V} \rightarrow I_s = \frac{P}{V_s} = \frac{12}{11} = 1,1 \text{ A}$.

3. a. resonantie

b1. $l \approx \frac{3}{4} \lambda \rightarrow \frac{3}{4} \lambda \approx 0,49 \text{ m} \rightarrow \lambda = 0,65 \text{ m}$.
 2. $f = \frac{1}{2} \times 104 = 52 \text{ Hz} \rightarrow v = f \cdot \lambda = 52 \times 0,65 = 34 \text{ m/s}$.

4. a. $V_2 = I \cdot R_2 = \frac{V_{\text{bron}}}{R_1 + R_2} \cdot R_2$. Als R_1 varieert t.g.v. variaties in de belichtingssterkte, varieert dus ook V_2 .

b. $T_{\text{lamp bron}} = \frac{1}{50} \text{ s} \rightarrow T_{\text{lichtsterkte}} = \frac{1}{100} \text{ s} - \Delta t = 2 \frac{1}{2} T_{\text{sterkte}} = 2,5 \times \frac{1}{100} = 25 \text{ ms}$.

5. a1. $v = 4,5 \text{ m/s}$

2. $v = at \rightarrow t = \frac{v}{a} = \frac{4,5}{2,0} = 2,25 \text{ s} \rightarrow y = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \times 2,0 \times 2,25^2 = 5,1 \text{ m}$ - klopt!

b1. $F_{\text{result}} = m \cdot a = 70 \times 2,0 = 140 \text{ N} \rightarrow F_n = F_2 + F_{\text{result}} = 686 + 140 = 826 \text{ N} = 0,83 \text{ kN}$

b2. Tussen 5,0 en 10,0 m: $F_n = F_2 = 0,69 \text{ kN}$ - Na 10,0 m: $F_n = F_2 + F_r = 686 - 140 = 0,55 \text{ kN}$

6. a. straling, stroming en geleiding.

b. $Q = m \cdot c \cdot \Delta t \rightarrow c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t} = \frac{1,0 \times 10^6}{1,4 \times 10^2 \cdot (22,0 - 14,0)} = 892,8 = 0,89 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$.

Natuurkunde



Correctievoorschrift HAVO en VHBO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

Vooropleiding
Hoger
Beroeps
Onderwijs

19 | **88**

HAVO Tijdvak 1
VHBO Tijdvak 2

Antwoorden		Deel-scores
Opgave 3: Inductie		
Maximum score 3		
8	<input type="checkbox"/> . richting magnetisch veld beredeneerd	<u>2</u>
	<i>Opmerking, antwoord zonder uitleg</i>	<u>0</u>
Maximum score 3		
9	<input type="checkbox"/> . meteen na sluiten S een fluxtoename	<u>1</u>
	. wet van Lenz: tegenflux naar links gericht	<u>1</u>
	<i>Opmerking, antwoord zonder uitleg</i>	<u>0</u>
Opgave 4: Radioactiviteit		
Maximum score 3		
10	<input type="checkbox"/> . <i>Opmerking, geen α-deeltjes uitgezonden, maximaal 1 punt toekennen</i>	
Maximum score 4		
11	<input type="checkbox"/> . opzoeken τ in Binas	<u>1</u>
	. $t = 4\tau$	<u>2</u>
	<i>Opmerking, let op verschillen in Binas-versie!</i>	
Opgave 5: Lens		
Maximum score 4		
12	<input type="checkbox"/> . $\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$	<u>1</u>
Maximum score 3		
13	<input type="checkbox"/> . inzicht dat L in $F_1 \rightarrow$ evenwijdig uittrede lichte bundel	<u>2</u>
Maximum score 2		



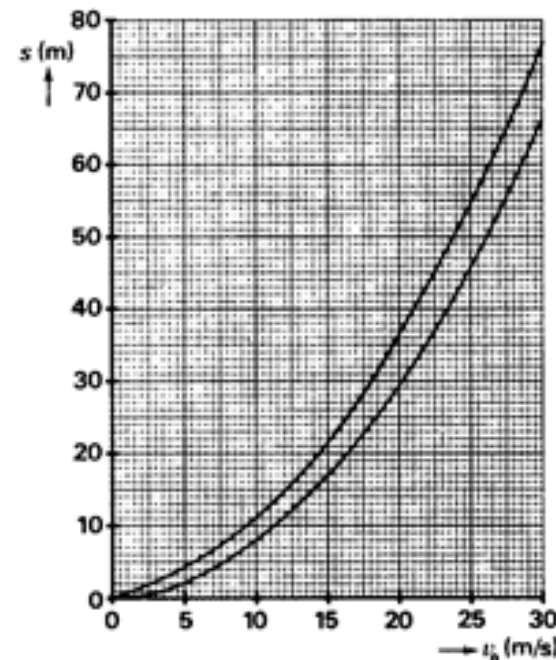
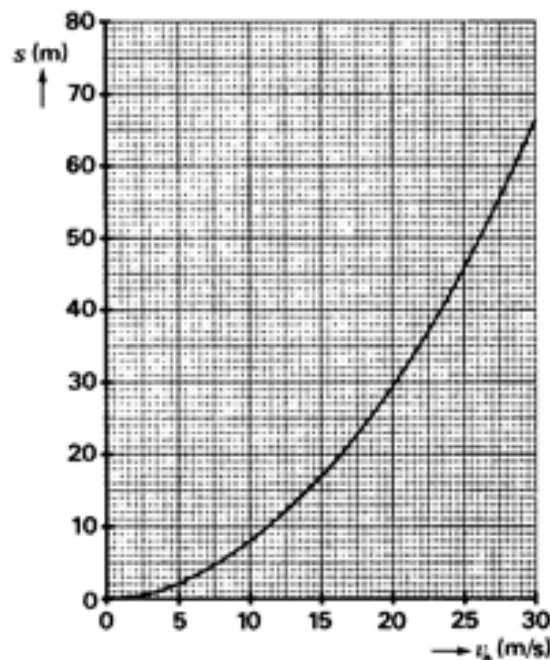
▲ Opgave 4 Remweg

Een personenauto heeft op een autosnelweg een snelheid van 108 km/uur. De auto wordt tot stilstand gebracht door te remmen met een constante remvertraging van $7,5 \text{ m/s}^2$.

- 47 9 □ Bereken de remweg van de auto.

Een andere personenauto remt met een andere constante remvertraging. De remweg van deze auto is gemeten bij verschillende beginsnelheden. De resultaten van deze metingen zijn grafisch weergegeven in figuur 4. In deze figuur is horizontaal de beginsnelheid v_0 uitgezet; verticaal de gemeten remweg s .

figuren 4 en 5



- 47 10 □ Bepaal de remvertraging van de auto.

De bestuurder van deze auto zal bij het zien van gevaar pas na een bepaalde reactieperiode Δt beginnen te remmen. Hierdoor is de 'werkelijke remweg' langer dan de remweg zoals die in figuur 4 is weergegeven.

In figuur 5 is, behalve de kromme van figuur 4, ook de kromme getekend die hoort bij deze 'werkelijke remweg'.

- 47 11 □ Bepaal met behulp van de figuur 5 de reactieperiode Δt .

Havo 1990

- 7 opgaven
- 27 vragen
- 80 scorepunten

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

1. In figuur 1 is een hijsinstallatie getekend. Deze installatie bestaat uit een paal AC, die onwrikbaar in een betonnen voet is verankerd en een zwaaiarm BC, die onder een hoek van 45° met de horizon rust op een pen in C. Door een horizontale staalkabel AB wordt de zwaaiarm in deze positie gehouden. Een hijskabel loopt via een vaste katrol in B naar de windas in D. De massa van de homogene balk BC is 200 kg. De wrijving bij de katrol en bij de windas en de luchtweerstand worden verwaarloosd, evenals de massa van de kabels en de windas. De afmetingen van de pen en van de windas kunnen ook buiten beschouwing blijven.

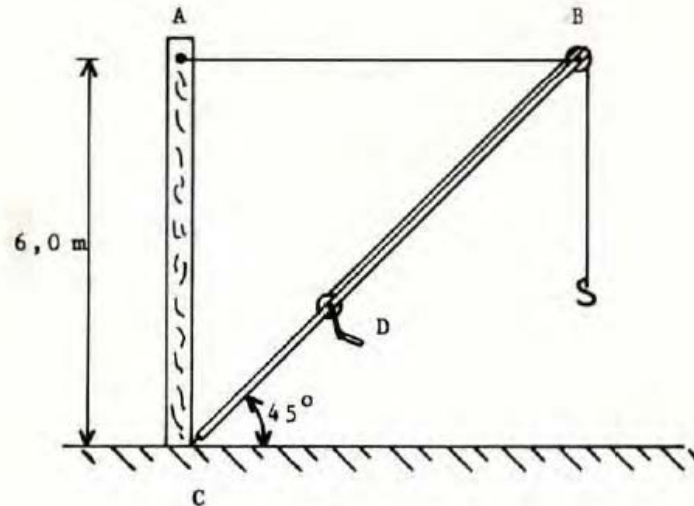


fig. 1

- a. Bereken de spankracht in de kabel AB.

Aan de hijskabel wordt nu een voorwerp met een massa van 400 kg gehangen.

- b. Bepaal (door berekening of constructie) de grootte en richting van de kracht die de balk BC in C ondervindt indien het aan de kabel hangende voorwerp van 400 kg in rust is.
- c. Bereken het vermogen dat nodig is om het voorwerp van 400 kg in 25 seconden over een afstand van 5 meter met een constante snelheid op te hijsen.

Het voorwerp, waarvan de afmetingen te verwaarlozen zijn, slingert tijdens het ophijzen met een kleine amplitude in het vlak van de tekening heen en weer.

- d. Bereken de slingertijd als het voorwerp 2 meter boven de grond is.
- e. Beredeneer dat de maximale hoek, die de kabel met de verticaal maakt, toeneemt naarmate het voorwerp dichterbij B komt.

3. Een ster zendt elektromagnetische straling uit. Een waarnemer ontwerpt met behulp van een tralie en een lens van deze straling een spectrum op een scherm in het brandvlak van de lens. Figuur 4 geeft schematisch de situatie weer. In deze figuur is M het hoofdbrandpunt van de lens en geeft PQ de plaats aan van het zichtbare gedeelte van een spectrum van de eerste orde.

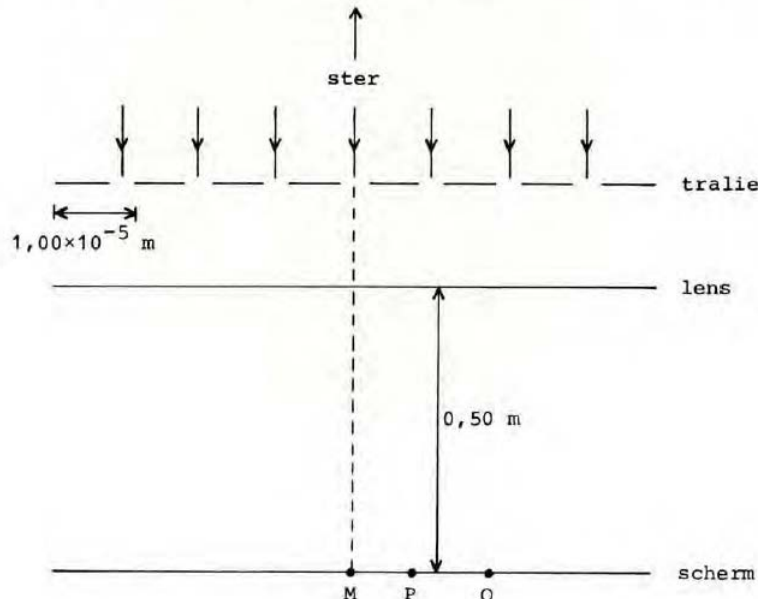


fig. 4

- a. Teken in de figuur op het bijgevoegde antwooppapier de loop van de uit het tralie tredende rode lichtstralen en violette lichtstralen die het zichtbare spectrum van de eerste orde (PQ) begrenzen.
- b. Wat verandert er aan het spectrum van de eerste orde als we het tralie vervangen door een even groot tralie met een groter aantal spleten?

Men meet in het spectrum van de eerste orde de intensiteit als functie van de afstand x tot het hoofdbrandpunt M. In figuur 5 is de gemeten intensiteit in een diagram weergegeven.

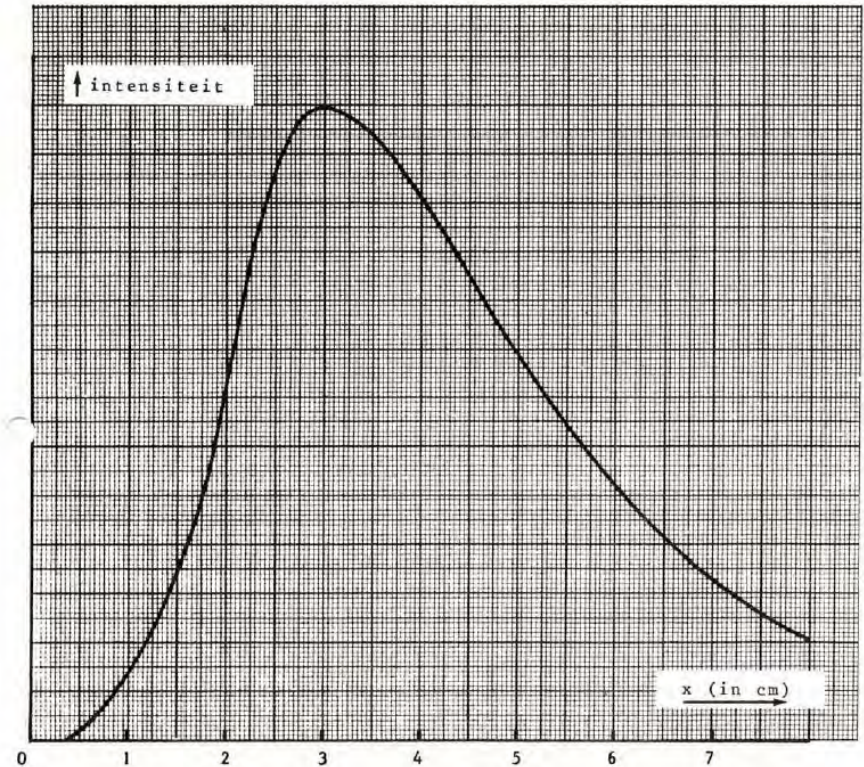


fig. 5

- c. Bepaal met gebruikmaking van dit diagram de golflengte waarbij de stralingsintensiteit maximaal is.
- d. Bereken de temperatuur van het oppervlak van de ster indien gegeven is dat de constante van Wien $2,90 \times 10^{-3}$ bedraagt (bij gebruik van SI-eenheden).
- e. Geef een gemotiveerde schatting van de fout in de berekende temperatuur indien de golflengte waarbij de stralingsintensiteit maximaal is in vraag c tot op 20 nm nauwkeurig is bepaald.

fig. 5

- c. Bepaal met gebruikmaking van dit diagram de golflengte waarbij de stralingsintensiteit maximaal is.
- d. Bereken de temperatuur van het oppervlak van de ster indien gegeven is dat de constante van Wien $2,90 \times 10^{-3}$ bedraagt (bij gebruik van SI-eenheden).
- e. Geef een gemotiveerde schatting van de fout in de berekende temperatuur indien de golflengte waarbij de stralingsintensiteit maximaal is in vraag c tot op 20 nm nauwkeurig is bepaald.

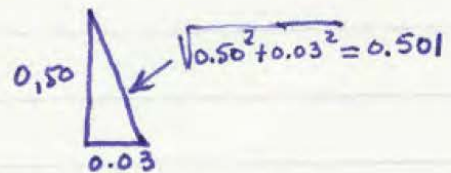
3. a) zie uitwerkingenpapier

b) $d \sin \alpha = \lambda \rightarrow \sin \alpha = \frac{\lambda}{d} \rightarrow$ Als d kleiner wordt, wordt $\sin \alpha$ groter, dus spectrum verschuift naar buiten en wordt breder.

Verder wordt de lijnbreedte kleiner als 't aantal spleten toeneemt.

c) $x_{\max} = 3,0 \text{ cm} = 3,0 \times 10^{-2} \text{ m}$ (dus top zo nauwkeurig)

$$\lambda = d \sin \alpha$$



$$\lambda = d \sin \alpha = 1,00 \times 10^{-5} \times \frac{0,030}{0,501} = 6,0 \times 10^{-7} \text{ m}$$

d) Wien: $\lambda_{\max} T = \text{constant}$

$$6,0 \times 10^{-7} T = 2,90 \times 10^{-3} \rightarrow T = \frac{2,90 \times 10^{-3}}{6,0 \times 10^{-7}} = 4,8 \times 10^3 \text{ K.}$$

e) $\Delta \lambda = 20 \text{ nm} \rightarrow \frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{20}{600} = \frac{1}{30} \rightarrow \frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{30}$ (want constante $\frac{1}{290}$ bekend)
 $\rightarrow \Delta T \approx 0,16 \times 10^3 \text{ K} = 160 \text{ K.}$

2. Een ruiter R met massa m_0 is door middel van twee volkomen gelijke gespannen veren bevestigd aan de vaste pennen A en B (zie figuur 3). R kan over een horizontale rail met verwaarloosbare wrijving bewegen (luchtkussenbaan). Op R kunnen ringen met een massa van 0,200 kg bevestigd worden.

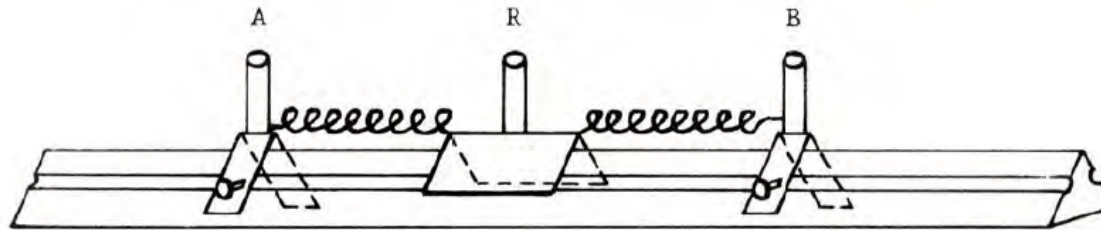


fig. 3

Door R uit de evenwichtsstand te brengen en los te laten gaat hij harmonisch trillen. Tijdens deze trillingen blijven de veren gespannen. Men meet nu bij een verschillend aantal ringen op R de tijdsduur nodig voor 20 trillingen. De meetresultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel.

aantal ringen	20 T (s)	T (s)	T ² (s ²)
0	56,2	2,81	7,9
1	61,6	3,08	9,5
2	66,4	3,32	11,0
3	71,1	3,56	12,7
4	75,4	3,77	14,2

- Teken op het bijgevoegde antwoordvel een grafiek die het verband aangeeft tussen T^2 en het aantal ringen.
- Bepaal de veerconstante (= krachtsconstante) C van het trillende systeem.
- Bepaal m_0 .
- Druk de veerconstante (= krachtsconstante) van elke veer uit in C .

Men schuift A en B verder uit elkaar en zet ze weer vast. Daarna brengt men R (zonder ringen) opnieuw in trilling.

- Beredeneer of deze verschuiving invloed heeft op de trillingstijd. Zo ja, in welke zin? Zo nee, waarom niet?

Benodigde gegevens kunnen worden opgezocht in het tabellenboekje. Het is de bedoeling dat van tabel 1 wordt gebruikt de kolom „afgeronde waarde”.

1. Een metalen kogeltje (massa = 8,36 g; straal = 0,62 cm; volume = 1,00 cm³) hangt aan een draadje en is ondergedompeld in glycerol.

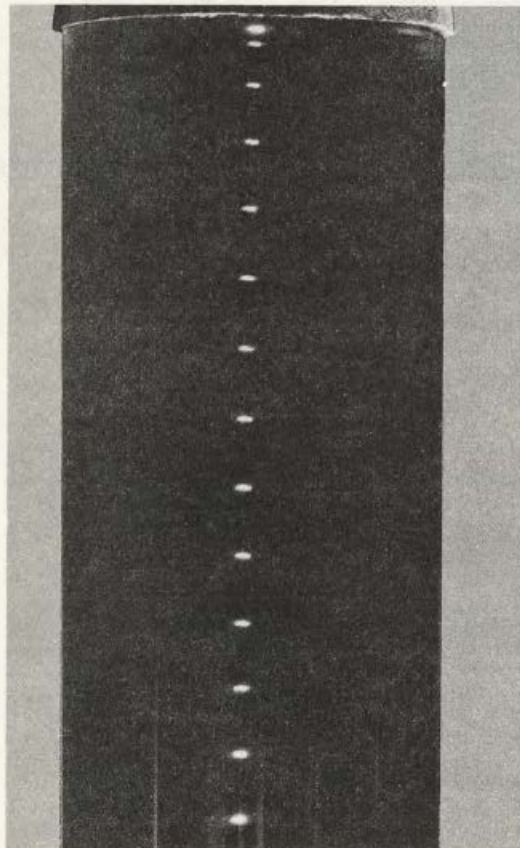
1. Bereken de grootte van de krachten, die op het kogeltje werken.
2. Hoe zijn deze krachten gericht?

Men verwijdert het draadje en laat het kogeltje zonder beginsnelheid onder de vloeistofspiegel los. Tijdens de valbeweging ondervindt het kogeltje in de glycerol een wrijvingskracht $F_w^* = k \cdot r \cdot v$. In deze formule stelt r de straal en v de snelheid van het kogeltje voor; k is een materiaalconstante van de vloeistof.

- b. Geef de richting aan van elk der krachten, die op het bewegende kogeltje werken.
- c. Beredeneer dat uit bovenstaande gegevens volgt dat de beweging in het begin wel versneld maar niet eenparig versneld is.

Na enige tijd is de beweging eenparig.

- d. Verklaar dit.



De beweging van het kogeltje in een met glycerol gevulde buis is gefotografeerd bij stroboscopische belichting; de belichtingsfrequentie is 30 Hz. Op de foto (figuur 1), die de situatie op ware grootte weergeeft, geven de heldere vlekjes telkens de plaats van het kogeltje aan.

- e. Bepaal de snelheid van het kogeltje wanneer het eenparig beweegt.

Men neemt nu een kogeltje van hetzelfde materiaal doch met tweemaal zo grote straal. Dit kogeltje laat men op dezelfde wijze vallen in glycerol.

- f. Bereken de snelheid van dit kogeltje tijdens de eenparige beweging.

4. Een satelliet wordt gelanceerd met behulp van een drietrapsraket. De eerste twee trappen dienen in hoofdzaak om de satelliet op de gewenste hoogte te brengen. De derde trap geeft de satelliet vervolgens voldoende snelheid om op die hoogte een cirkelvormige baan om de aarde te gaan beschrijven. De massa van de satelliet alleen bedraagt 200 kg. In figuur 6 is voor deze lancering het verband tussen de grootte van de snelheid ten opzichte van het startpunt (dat als stilstaand wordt beschouwd) en de tijd weergegeven.

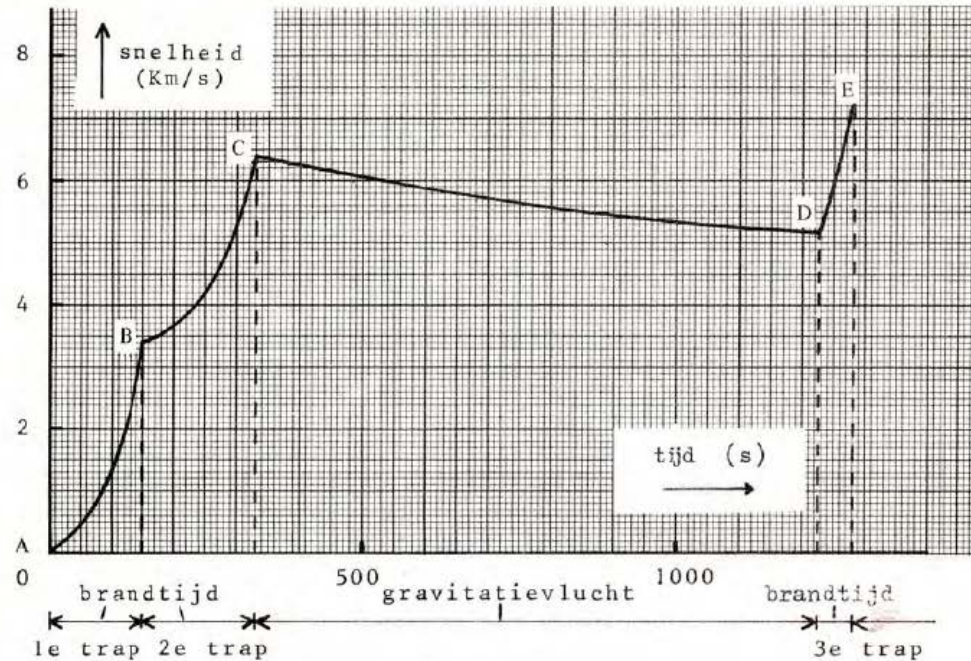


fig. 6

De satelliet gaat op 1400 km boven het aardoppervlak een cirkelbaan doorlopen.

- Bereken voor deze hoogte de potentiële energie van de satelliet ten opzichte van het aardoppervlak.
- Toon door berekening aan dat de circulatiesnelheid van de satelliet op 1400 km hoogte boven het aardoppervlak 7,2 km/s is.
- Bepaal met behulp van het snelheid-tijd diagram zo nauwkeurig mogelijk de door de raket in de eerste 200 seconden van de beweging afgelegde weg. Licht de gebruikte methode toe.

De tweede trap van de raket levert gedurende zijn gehele brandtijd een constante stuwkracht. Het lijnstuk BC in het snelheid-tijd diagram dat bij dit tijdsinterval behoort is echter niet recht, maar heeft een vorm zoals in de figuur is te zien.

- Noem naast de verandering in wrijving nog twee oorzaken voor het niet recht zijn van het lijnstuk BC.
- Bepaal uit het snelheid-tijd diagram hoe groot de baanvertraging (vertraging in de bewegingsrichting) van de raket is op het tijdstip $t = 600$ s.

is de aftrek in verband met rekenfouten maximaal 2 punten.

8. Het cijfer in één decimaal voor het schriftelijk werk ontstaat door het totaal aantal toegekende punten door 10 te delen.
9. De volledig juiste beantwoording van elke vraag levert een aantal punten volgens deze schaal:

1. a.1. 3 (3 x 1 punt)
2. 3 (3 x 1 punt)
b. 3 (3 x 1 punt)
c. 4 (beredenering versnelde beweging: 2 punten)
d. 3
e. 3
f. 5 (volume kogeltje fout: 2 punten eraf)
-
- 24

2. a. 2
b. 2
c. 3 (voldoende is: de condensator ontladtd zich bij 80 V via het neonlampje)
d. 5
e. 5
f. 3 (antwoord: 1 punt; beredenering: 2 punten)
g. 4 (antwoord: 1 punt; beredenering: 3 punten - zowel een gelijke als een iets kleinere tijdsduur is te beredeneren)
-
- 24

Z.O.Z.

3. a. 3
b. 5
c. 2
d. 2
e. 5 ($f_{\text{zweving}} = \frac{v}{c} f_0$: 2 punten)
f. 4
-
- 21

4. a. 5 (drukstijging per graad berekend: 2 punten)
b. 3
c. 4 (berekening met behulp van de wet van Gay-Lussac in plaats van de wet van Boyle: 2 punten)
d. 3
e. 3 (antwoord: 1 punt; toelichting: 2 punten)
f. 3
-
- 21

Het eindcijfer voor het examen natuurkunde wordt bepaald op het rekenkundig gemiddelde van het cijfer voor het schoolonderzoek en het cijfer van het centraal schriftelijk examen. Is dit gemiddelde een getal met één decimaal dan wordt de decimaal naar boven afgerond indien deze 5 of meer is en naar beneden afgerond indien deze minder dan 5 is. Ontstaat er een getal met twee decimalen dan worden de decimalen naar boven afgerond indien deze 50 of meer zijn en naar beneden afgerond indien ze minder dan 50 zijn.

bijvoorbeeld: cijfer schoolonderzoek 7,7
cijfer centraal schriftelijk examen 7,3) gemiddeld 7,5
geeft eindcijfer 8.

cijfer schoolonderzoek 6,4
cijfer centraal schriftelijk examen 6,5) gemiddeld 6,45



Het cijfer voor het schriftelijk werk is een getal uit de schaal van 1 tot en met 10 met de daartussen liggende getallen met één decimaal.

Het cijfer wordt bepaald met toepassing van de volgende regels.

1. Voor het schriftelijk werk worden maximaal 100 punten gegeven.
2. Elke kandidaat krijgt vooraf 10 punten toegekend.
Er blijven derhalve maximaal 90 punten over voor de waardering van de prestaties van de kandidaat.
3. Voor de waardering van een onderdeel van het schriftelijk werk is een fijnere verdeling dan in gehele punten niet geoorloofd.
4. Ontbreekt voor een onderdeel elke prestatie of is een onderdeel volledig fout beantwoord dan worden geen punten voor dit onderdeel gegeven.
5. Is de beantwoording van een onderdeel niet geheel juist of is de vereiste motivering onvolledig, dan dient op basis van het maximaal beschikbare aantal punten voor dit onderdeel een zodanig geheel aantal punten te worden toegekend dat een daarmee evenredige waardering wordt uitgedrukt.
6. Is bij een antwoord geen eenheid vermeld of is de vermelde eenheid fout dan wordt één punt afgetrokken.
7. Voor elke rekenfout in een berekening wordt één punt afgetrokken tot een maximum van 50% van het aantal punten van het desbetreffende onderdeel. De maximale aftrek wordt, zo nodig, naar beneden afgerond op een geheel getal. Voorbeeld: Bij een onderdeel waarvoor maximaal 5 punten kunnen worden gegeven is de aftrek in verband met rekenfouten maximaal 2 punten.

2. Een homogene koperen staaf PQ met een lengte van l meter wordt met een constante snelheid van v m/s van links naar rechts voortgetrokken loodrecht op een homogeen magnetisch veld met een sterkte van B tesla ($1 \text{ tesla} = 1 \text{ N/Am}$). De staaf beweegt in het vlak van tekening en blijft bij deze beweging in het magnetisch veld. De magnetische veldlijnen staan loodrecht op het papier, van de lezer af (figuur 3).

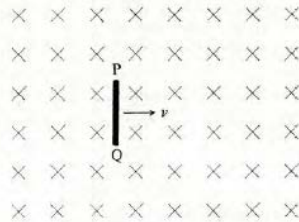


fig. 3

Tijdens deze beweging is er tussen de beide uiteinden van de staaf een inductiespanning V_{ind} .

De formule voor de grootte van de inductiespanning is $V_{\text{ind}} = \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$

Hierin is $\Delta \phi$ de flux die door de geleider bij de beweging in de tijd Δt is doorsneden. In dit geval geldt dat $\Delta \phi$ het produkt is van de grootte van de magnetische veldsterkte B en het door de geleider in de tijd Δt doorlopen oppervlak.

- a. Leid, uitgaande van de bovengenoemde formule voor V_{ind} , een relatie af tussen V_{ind} enerzijds en de sterkte van het magnetisch veld (B), de lengte van de staaf (l) en de snelheid van de staaf (v) anderzijds.
- b. Leid af welk uiteinde van de staaf tijdens deze beweging de hoogste potentiaal heeft.

Dezelfde staaf wordt nu aan het uiteinde Q voorzien van een as, zodat de staaf kan draaien in een vlak loodrecht op het magnetisch veld (figuur 4). De staaf draait eenparig met een hoeksnelheid van ω rad/s. De magnetische veldlijnen staan weer loodrecht op het papier, van de lezer af.

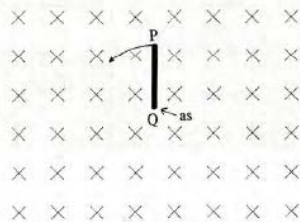
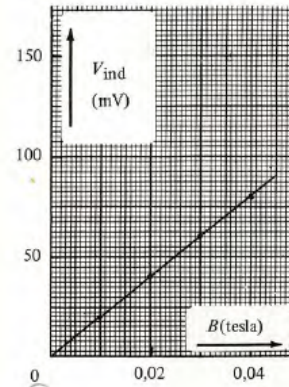


fig. 4

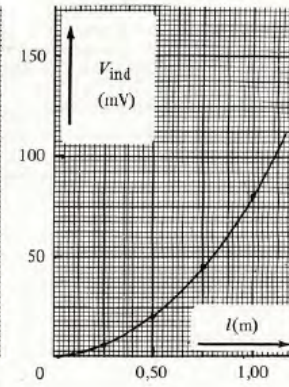
De spanning V_{ind} over de staaf PQ wordt nu achtereenvolgens gemeten als functie van de grootte B (figuur 5), de grootte l (figuur 6) en de grootte ω (figuur 7).



$$\omega = 4 \text{ rad/s}$$

$$l = 1,0 \text{ m}$$

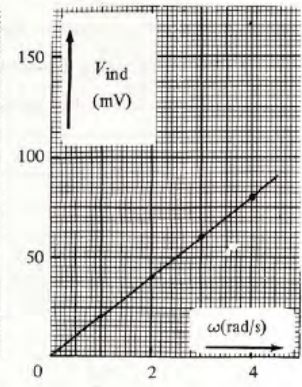
fig. 5



$$B = 0,04 \text{ tesla}$$

$$\omega = 4 \text{ rad/s}$$

fig. 6



$$B = 0,04 \text{ tesla}$$

$$l = 1,0 \text{ m}$$

fig. 7

- c. Leid uit de drie diagrammen (figuur 5, 6 en 7) een relatie af tussen de inductiespanning over de staaf PQ enerzijds en de grootheden B , l en ω anderzijds.
- In deze relatie komt een evenredigheidsconstante voor.
- d. Bepaal de grootte van deze evenredigheidsconstante.
- e. Laat met behulp van een groothedenbeschouwing zien, dat deze evenredigheidsconstante geen grootte is (eventueel mag men met een eenhedenbeschouwing laten zien, dat deze evenredigheidsconstante onbenoemd is).
- f. Teken op het bijgevoegde antwoordpapier de grafiek van de flux ϕ die doorsneden is tussen $t = 0$ s en 3,0 s, als functie van de tijd t . Hierbij geldt: $B = 0,04$ tesla, $l = 1,0$ m en $\omega = 4$ rad/s.
- Geef een toelichting bij deze grafiek.

1. Een platbolle lens, die zeer zwak gekromd is, ligt op een vlakke glasplaat. De straal R van het bolvormige oppervlak van de lens is 5,00 m.

Tussen de lens en de glasplaat bevindt zich een luchtlaagje, dat naar buiten toe steeds dikker wordt (zie figuur 1; deze is niet op schaal getekend).

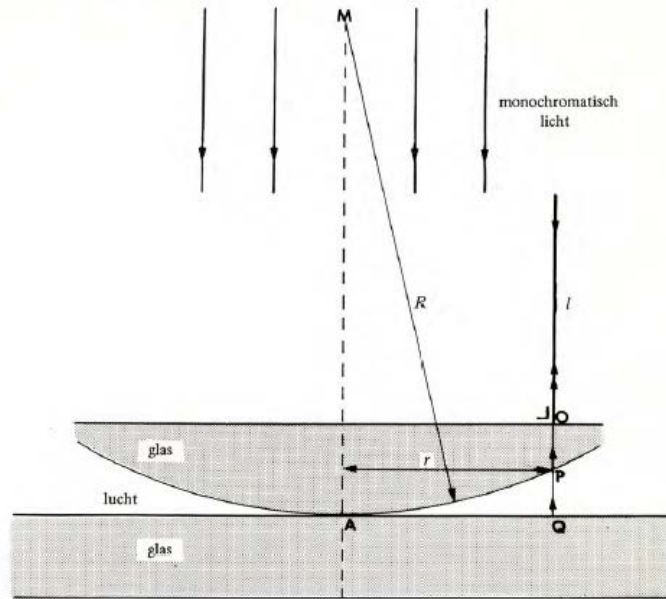


fig. 1

Op de lens valt een evenwijdige bundel monochromatisch licht. Deze bundel wordt gedeeltelijk teruggekaatst tegen het bolvormige oppervlak van de lens en gedeeltelijk tegen de bovenkant van de vlakke glasplaat. We beschouwen alleen deze twee reflecties. Indien men van boven af naar de lens kijkt, ziet men een systeem van lichte en donkere ringen. Dit systeem van lichte en donkere ringen is gefotografeerd. De foto (het is geen negatief) is weergegeven in figuur 2. De vergroting bedraagt 4,4 (dat wil zeggen dat een lengte van 4,4 cm op de foto in werkelijkheid 1,0 cm is).

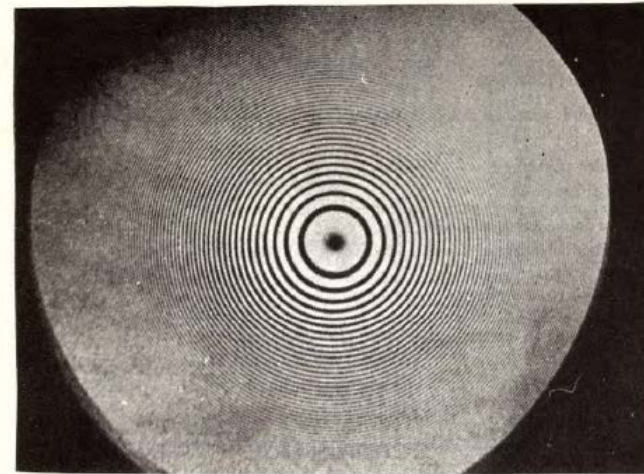


fig. 2

Men beschouwt een smalle lichtbundel l (zie figuur 3). Deze lichtbundel valt bij O op de lens. Een gedeelte wordt bij P teruggekaatst. Dit geeft de teruggekaatste bundel 1. Bij Q wordt ook een gedeelte teruggekaatst. Dit levert de teruggekaatste bundel 2 op.

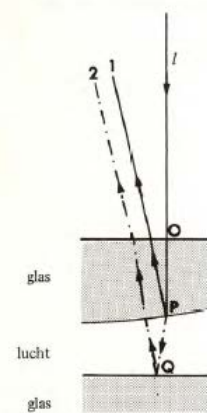


fig. 3

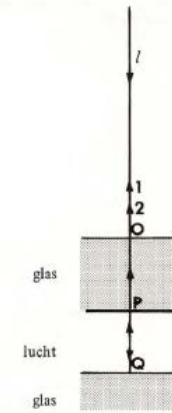


fig. 4

Omdat de afstand AQ zeer klein is vergeleken met de kromtestraal R van de lens mag het grensvlak rondom P evenwijdig ondersteld worden met het vlak van de glasplaat. De breking door de lens mag men dus verwaarlozen. Dit betekent dat de lichtbundels 1 en 2 beschouwd mogen worden als samenvallend met de opvallende bundel l (zie figuur 4). Dit is in figuur 1 reeds getekend.

- a. Verklaar waarom in het midden (om A) een minimum van gereflecteerd licht wordt waargenomen.
- b. Voor welke lengten van PQ levert het in P en Q teruggekaatste licht een minimum op? Licht het antwoord toe.

De afstand PQ wordt voorgesteld door d . De straal van de donkere ring die door P gaat noemt men r (zie figuur 1).

Bij goede benadering geldt: $d = \frac{r^2}{2R}$.

- c. 1. Bepaal met behulp van de vergrote foto in figuur 2 de werkelijke stralen r van de eerste vier donkere ringen vanaf A.
2. Bereken voor de eerste vier donkere ringen de kwadraten van de stralen.
- d. 1. Teken in het diagram op het bijgevoegde antwoordpapier de berekende waarden uit c.2. ($n = 1$ betekent de eerste donkere ring, $n = 2$ de tweede enz).
2. Bij juiste uitvoering van de opdrachten c. 1., c. 2. en d. 1 zal blijken dat de getekende punten nagenoeg op een rechte lijn liggen. Teken deze rechte lijn.
3. Bereken met behulp van de in d. 2 verkregen grafiek de golflengte van het gebruikte licht.
4. Schets in hetzelfde diagram op het antwoordpapier hoe de grafiek er uitziet indien licht met een kleinere golflengte wordt gebruikt. Licht het antwoord toe.
- e. Verklaar waarom de afstand tussen twee opeenvolgende donkere ringen naar buiten toe steeds kleiner wordt.

Men brengt tussen de lens en de glasplaat een vloeistof, waarvan de brekingsindex groter is dan de brekingsindex van glas. Er valt monochromatisch licht op de lens.

- f. 1. Ontstaat er in het midden rondom A een maximum of een minimum? Licht het antwoord toe.
2. Zijn de stralen van de donkere ringen groter, kleiner of gelijk aan de stralen van de donkere ringen die er zouden ontstaan indien er lucht tussen lens en glasplaat zou zijn? Licht het antwoord toe.

1. Met een zonnecollector kan stralingsenergie van de zon worden opgevangen en opgeslagen in de vorm van inwendige energie.

Op veel plaatsen wordt nagegaan of zonnecollectoren een bijdrage kunnen leveren tot de oplossing van het energieprobleem. Ingebouwd in de daken van de huizen zouden deze zonnecollectoren als warmtebron kunnen functioneren in de warmwatervoorziening en verwarming.

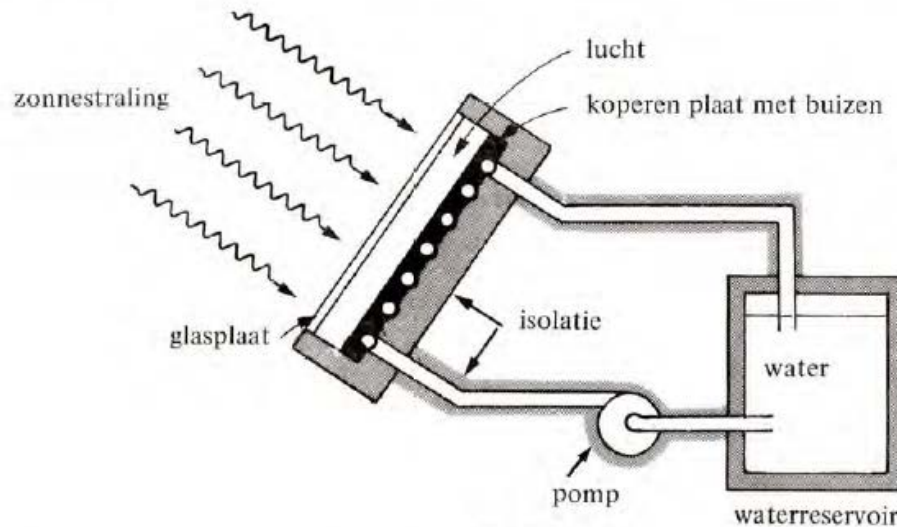


fig. 1

In figuur 1 is het zijaanzicht (de doorsnede) van een kleine zonnecollector getekend met het reservoir dat ermee verbonden is.

De collector bestaat uit een koperen plaat waarin een stelsel van buizen is aangebracht. De koperen plaat is aan de voorzijde gezwart. De plaat is omgeven door een behuizing die aan de voorkant bestaat uit een glazen plaat en voor de rest uit ander isolerend materiaal.

Het water van het reservoir wordt via de buizen voortdurend rondgepompt.

De toe- en afvoerleidingen en het waterreservoir zijn ook geïsoleerd.

Het totale volume van het water bedraagt $1,7 \text{ dm}^3$.

Allereerst plaatst men de zonnecollector in een laboratorium teneinde het thermische gedrag van de collector te kunnen bestuderen. Er valt nu geen zonnestraling op de collector. Met een pomp brengt men het water en de collector op 80°C .

Op het moment $t = 0 \text{ min}$. zet men de pomp uit. Omdat de collector warmte aan de omgeving afstaat, daalt de temperatuur van het geheel.

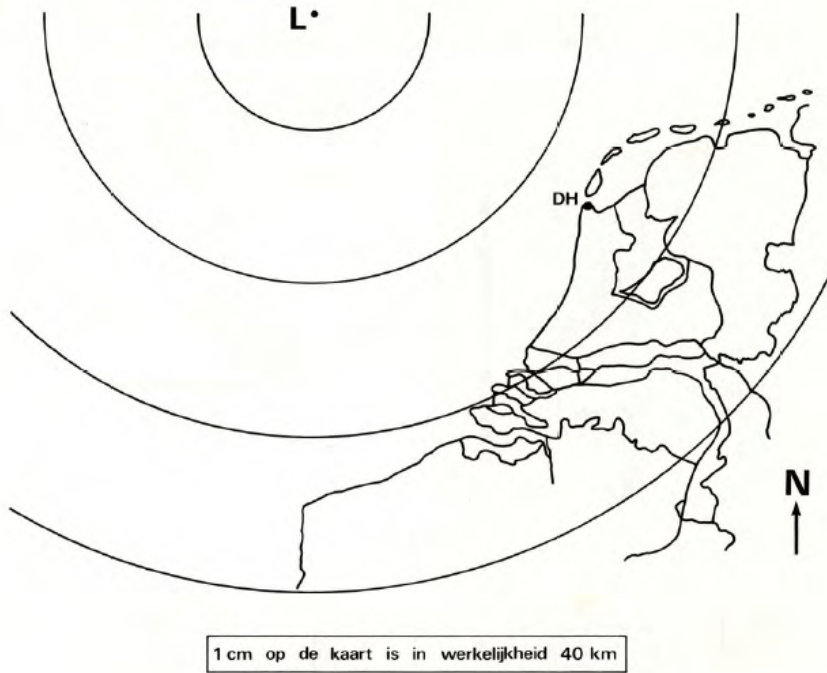
De temperatuur als functie van de tijd staat in figuur 2a weergegeven.

- a. 1. Bepaal met behulp van deze grafiek de omgevingstemperatuur van de collector in het laboratorium.
2. Bepaal de temperatuurdaling per minuut van het water op het tijdstip $t = 20 \text{ min}$.
3. Bereken de hoeveelheid warmte die het water per minuut afstaat op het tijdstip $t = 20 \text{ min}$.

2. WIND EN WINDENERGIE.

Een lagedrukgebied trekt over Nederland. In figuur 5 is het isobarenpatroon getekend aan het aardoppervlak. De dichtheid van de lucht is $1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. In Den Helder, in figuur 5 aangegeven met de letters DH, is de windsnelheid $6,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. De geografische breedte van Den Helder is 53° NB . Verwaarloos bij deze opgave de wrijving.

- Teken op het antwoordpapier de windrichting in Den Helder. Licht toe hoe deze windrichting bepaald is.
- Bepaal de grootte van de horizontale drukgradiënt in Den Helder.



figuur 5

Het lagedrukgebied trekt in oostwaartse richting weg met een snelheid van $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Neem aan dat het isobarenpatroon niet van vorm verandert.

- Hoeveel tijd na de getekende situatie is de windrichting in Den Helder 90° gedraaid? Licht het antwoord toe met behulp van de figuur op het antwoordpapier.

- Bereken voor Den Helder in de situatie van figuur 5 de massa lucht die per seconde en per m^2 een vlak loodrecht op de windrichting passeert.

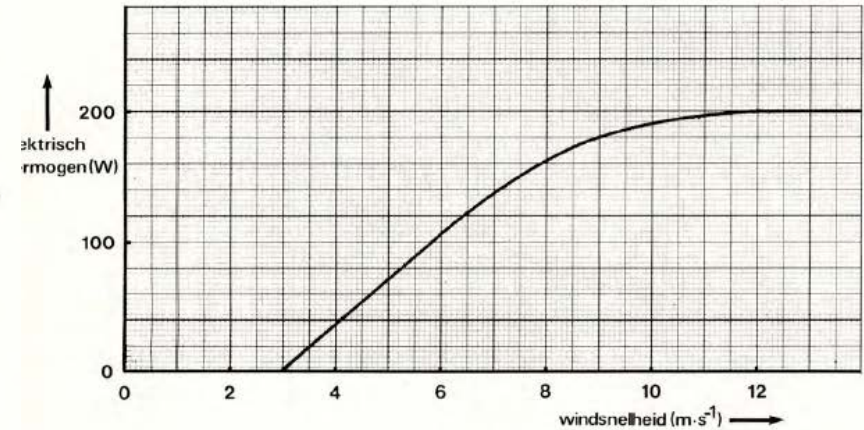
- Leid af dat voor het vermogen van bewegende lucht door een oppervlak A

$$\text{geldt: } P = \frac{1}{2} \rho \cdot v^3 \cdot A$$

Hierin is ρ de dichtheid van de passerende lucht,
 v de snelheid van de lucht,

A de oppervlakte van een vlak loodrecht op de windrichting.

Van een propeller-windmolen is onderzocht hoe het afgegeven elektrisch vermogen afhangt van de windsnelheid. Voor de resultaten zie figuur 6. De tip van de propeller beschrijft een cirkelbaan met een diameter van $1,83 \text{ m}$. Het propellervlak staat steeds loodrecht op de windrichting.



figuur 6

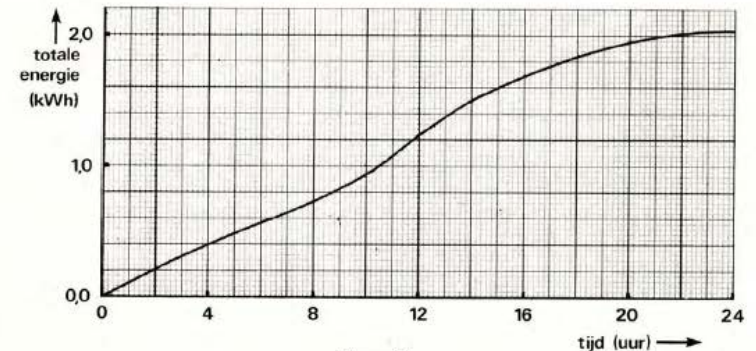
- Bereken hoeveel windenergie per seconde het door de propeller beschreven oppervlak passeert bij een windsnelheid van $6,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

- Bepaal het nuttig effect van de windmolen bij die windsnelheid.

Van deze windmolen is op een bepaalde dag de *totale* geleverde elektrische energie gemeten als functie van de tijd. Voor de resultaten zie figuur 7.

Deze figuur is ook op het antwoordpapier weergegeven.

- Bepaal met behulp van de figuur op het antwoordpapier het grootste afgegeven elektrische vermogen op die dag.



figuur 7

3. SPECTRA VAN STERREN.

Het intensiteitsverloop in een sterspectrum kan worden opgemeten met een spectrobolometer. Zie figuur 5. Hierin wordt met een spleet, twee lenzen en een prisma een spectrum ontworpen. De straling op één plaats in het spectrum wordt opgevangen door een zeer dunne, gezwarte platinadraad.

Deze draad is als weerstand R_4 opgenomen in de schakeling van figuur 6. Men beweegt de platinadraad R_4 eenparig langs het spectrum.

Intensiteitsverschillen in het spectrum resulteren in verschillen in de uitslag van de (ideale) voltmeter.

De weerstanden R_1 en R_2 zijn volkomen gelijk. Weerstand R_3 is ook een gezwarte platinadraad, identiek aan de platinadraad die R_4 vormt. De weerstanden R_1 , R_2 en R_3 zijn in het donker geplaatst.

- Leg uit dat de uitslag van de voltmeter nul is als er geen straling via de spleet in de spectrobolometer wordt toegelaten.
- Leg uit welk van de punten A en B de hoogste potentiaal heeft als R_4 wel door sterlicht bestraald wordt.

Voor het prisma in de spectrobolometer kan men kiezen tussen twee exemplaren, die uiterlijk gelijk zijn, maar van verschillende glassoorten gemaakt zijn. In figuur 7 is voor de twee glassoorten (I en II) de brekingsindex als functie van de golflengte van het doorvallende licht weergegeven.

- Leg uit of men beter het prisma van glassoort I of dat van glassoort II in de spectrobolometer kan gebruiken, als men een zo lang mogelijk spectrum wenst.

Een open sterhoop is een verzameling van soms enige honderden dichtbijeendaande sterren. In figuur 8 is het Hertzsprung-Russelldiagram van een aantal sterren uit de sterhoop Perseï getekend. We gaan de sterren α (een rode superreus) en β (een rode dwerg) met elkaar vergelijken. Deze sterren hebben dezelfde effectieve temperatuur.

- Bepaal de verhouding van de middellijnen van de sterren α en β .

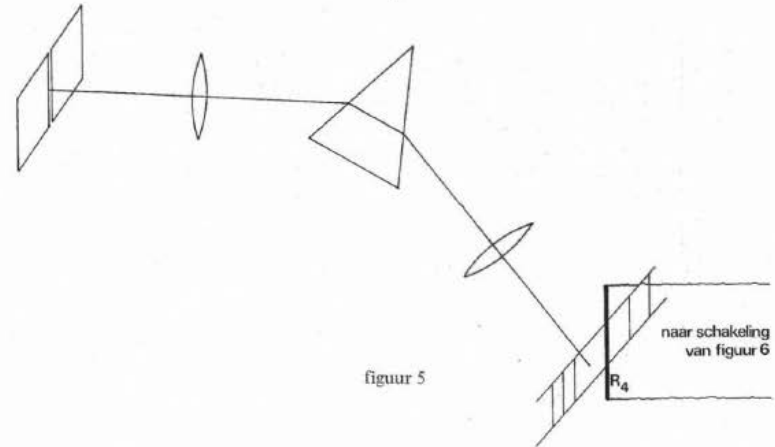
In het spectrum van ster β zijn de Ca- en Ca^+ -absorptielijnen ongeveer even sterk, terwijl de sterkte van de Fe-absorptielijnen geheel verschillend is van de sterkte van de Fe^+ -absorptielijnen.

- Leg met behulp van tabel 22 uit het BINAS-boek uit of in het spectrum van de ster β de Fe- of de Fe^+ -absorptielijnen het sterkst zullen zijn.

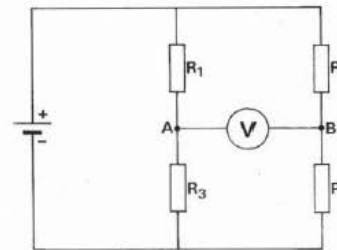
De dichtheid van de absorberende buitenste lagen van ster α is zeer veel kleiner dan die van ster β . In het spectrum van ster β is de sterkte van een bepaalde Ca-absorptielijn even groot als de sterkte van een bepaalde Ca^+ -absorptielijn.

Noch in het spectrum van ster α , noch in het spectrum van ster β komen Ca^{2+} -ionen voor. Men vergelijkt nu ook de sterkte van de overeenkomstige Ca-absorptielijn en Ca^+ -absorptielijn in het spectrum van de ster α .

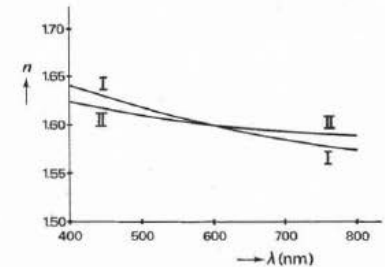
- Leg uit welke absorptielijn (die van Ca of die van Ca^+) in het spectrum van ster α het sterkste is.



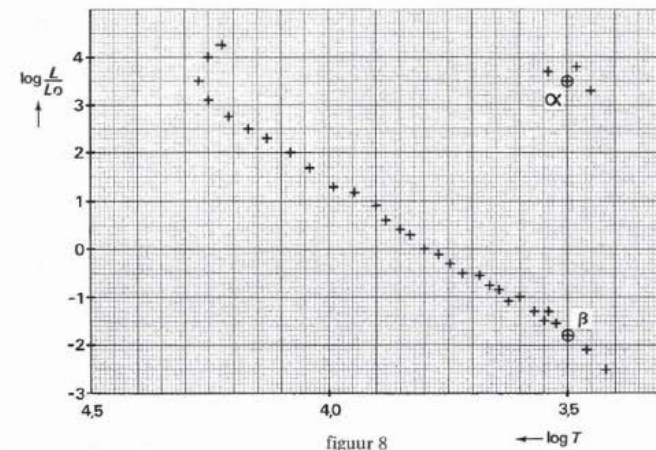
figuur 5



figuur 6



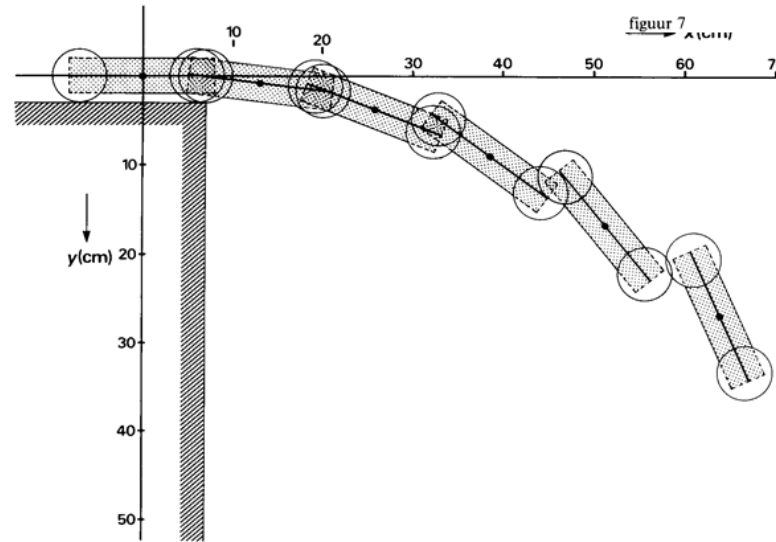
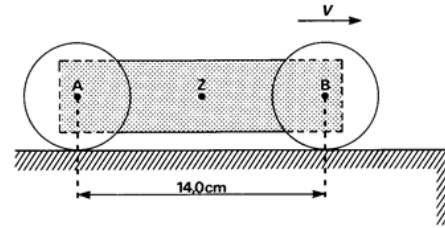
figuur 7



figuur 8

3. Een buiteland karretje V84.I.3

Een karretje rijdt met een constante snelheid over een horizontale tafel naar de rand. Zie figuur 7. Vanaf het ogenblik dat de beide voorste wielen de tafel niet meer raken, tot dat de beide achterste wielen de tafel niet meer raken, werkt er ten opzichte van de achteras A een krachtmoment op het karretje. Hierdoor gaat het karretje om as A roteren. Zie figuur 8.



figuur 8

Neem aan dat de afstand van het zwaartepunt Z van het karretje tot de verticale lijn door A tijdens deze korte periode niet verandert.

Gegevens: → massa van het karretje = 300 g,
afstand tussen de wielassen A en B = 14,0 cm,
snelheid van het karretje op de tafel = 2,6 m·s⁻¹.

- a.1. → Bereken de grootte van het krachtmoment.
- a.2. → Bereken de draaistoot die het karretje hierdoor ondervindt.

Van deze beweging is een stroboscopische opname gemaakt.

De foto is in figuur 8 overgetekend. De eerste opname valt samen met het ogenblik dat de beide voorste wielen net loskomen van de tafel.

Het zwaartepunt van het karretje valt op dat ogenblik samen met de oorsprong van het getekende assenstelsel.

- b. → Bepaal met behulp van figuur 8 uit de translatie van het karretje de flitsfrequentie van de stroboscoop.
- c. → Bepaal met behulp van figuur 8 de hoeksnelheid van het karretje tijdens de vrije val.
- d. → Bereken het traagheidsmoment van het karretje ten opzichte van as A, zoals dit uit deze proef volgt.

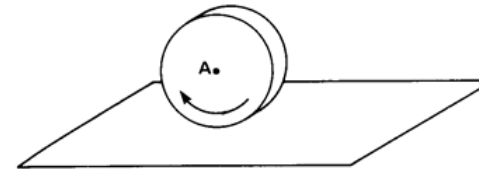
2. HET SLIPPENDE WIEL

Een massief, homogeen wiel draait wrijvingsloos met een hoeksnelheid van $60 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ om een horizontale as door A. Het draaiende wiel wordt op het tijdstip t_1 voorzichtig op een vlakke, horizontale ondergrond geplaatst en onmiddellijk losgelaten. Zie figuur 1. Het wiel slipt aanvankelijk op de ondergrond, waarbij de hoeksnelheid afneemt.

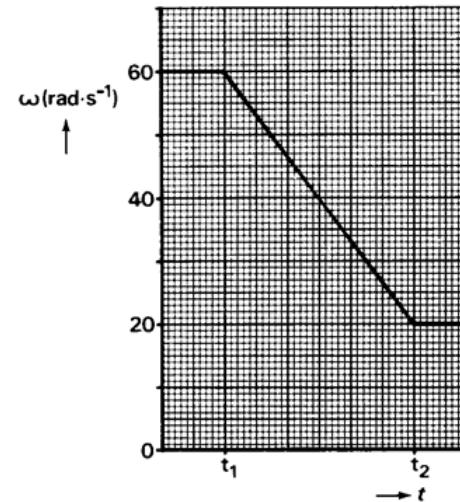
Tegelijkertijd begint het wiel, ten gevolge van de wrijving met de ondergrond, al slippend voorwaarts te bewegen; in figuur 1 is dit dus naar rechts.

De wrijvingskracht bedraagt tijdens het slippen 100 N . Het wiel slipt van tijdstip t_1 tot het tijdstip t_2 . Tijdens het slippen neemt de hoeksnelheid eenparig af van $60 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ tot $20 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$. Zie figuur 2.

De straal van het wiel is 30 cm ; de massa van het wiel is 20 kg .



figuur 1



figuur 2

- a.1. Teken in de figuur op het antwoordpapier de krachten die tijdens het slippen op het wiel werken. Geef een kracht van 100 N een lengte van $1,0 \text{ cm}$.
- a.2. Bereken het traagheidsmoment van het wiel ten opzichte van de as door A.
- a.3. Toon door berekening aan dat het slippen $1,2 \text{ s}$ duurt.
- b. Bereken het aantal omwentelingen dat het wiel tijdens het slippen maakt.

De punten van de omtrek van het wiel nemen gelijktijdig deel aan twee bewegingen: enerzijds de rechtlijnige translatie van het wiel met snelheid v_{tr} en anderzijds de rotatie van het wiel met omtreksnelheid v_{ro} ten opzichte van de as door A.

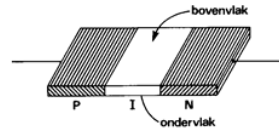
Tijdens het slippen neemt de translatiesnelheid v_{tr} eenparig toe terwijl de omtreksnelheid v_{ro} eenparig afneemt.

Het slippen stopt als voor de punten van de omtrek geldt dat $v_{\text{tr}} = v_{\text{ro}}$. Daarna rolt het wiel met constante translatiesnelheid verder.

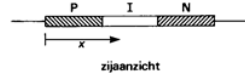
- c. Bereken de translatiesnelheid waarmee het wiel na het slippen verder rolt.
- d. Bereken de afstand die het zwaartepunt van het wiel aflegt tijdens het slippen.

4. De magnetodiode

Er bestaan dioden, zogenaamde PIN-dioden, die tussen het p- en het n-gebied nog een "intrinsieke" middenzone hebben. Zie de figuren 4.1 en 4.2. Zo'n intrinsiek geleidend gebied bestaat uit germanium of silicium zonder toegevoegde verontreinigingen.



figuur 4.1



figuur 4.2

Een bepaalde PIN-diode wordt in de doorlaatrichting op een spanningsbron aangesloten. Hierdoor worden vanuit het p- en het n-gebied ladingdragers in de intrinsieke zone gebracht. Recombinatie vindt in de gehele intrinsieke zone plaats.

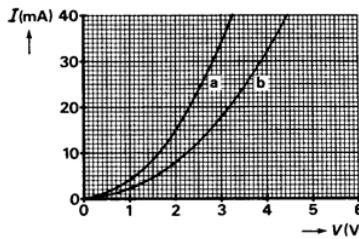
De stroomsterkte I in de diode bedraagt 10 mA. We kunnen deze stroomsterkte I opgebouwd denken uit een stroomsterkte I_n tengevolge van het transport van vrije elektronen en een stroomsterkte I_p tengevolge van het transport van gaten.

- a. Leg uit of germanium dan wel silicium bij kamertemperatuur het grootste elektrische geleidingsvermogen heeft.
- b.1. Leg uit in welk gebied I_n de kleinste waarde heeft, in het p-gebied of in het n-gebied van de PIN-diode.
- b.2. Schets in de figuur op het antwoordpapier het verloop van I_n en I_p als functie van x . Voor de betekenis van x : zie figuur 4.2.

Een magnetodiode is een PIN-diode waarvan het bovenvlak en het ondervlak (zie figuur 4.1) van de intrinsieke zone een speciale - voor elk vlak verschillende - behandeling hebben ondergaan. Zo'n diode wordt gebruikt in een magnetisch veld.

In een experiment sluit men een magnetodiode in de doorlaatrichting aan op een spanningsbron. Dwingt men de stroom door middel van een magnetisch veld om meer langs het bovenvlak te gaan dan blijkt de weerstand van de diode groter te zijn dan wanneer de stroom gedwongen wordt meer langs het ondervlak te gaan.

De I , V -karakteristiek van de magnetodiode hangt dan ook af van richting en sterkte van het aangelegde magneetveld. In figuur 4.3 zijn de twee karakteristieken (a en b) getekend die op de magnetodiode van toepassing zijn als het magneetveld een sterkte van 0.5 T heeft en in de situatie van figuur 4.2 loodrecht op het papier staat.

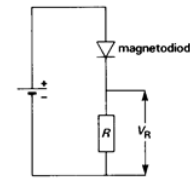


figuur 4.3

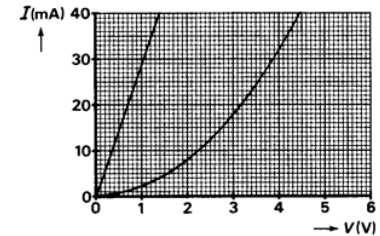
- c. Leg uit welke I , V -karakteristiek van toepassing is als het magneetveld het papier in gericht is.

De magnetodiode wordt in serie met een weerstand R op een spanningsbron aangesloten. Zie figuur 4.4.

De magnetodiode bevindt zich weer in een magnetisch veld. Zowel de nu voor de magnetodiode geldende I , V -karakteristiek als de I , V -karakteristiek van de weerstand R zijn in figuur 4.5 weergegeven. Deze figuur is op de bijlage vergroot weergegeven.



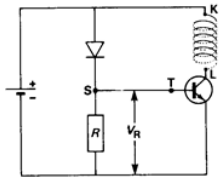
figuur 4.4



figuur 4.5

- d.1. Teken in de figuur op het antwoordpapier de I , V -karakteristiek voor de combinatie van de in serie geschakelde magnetodiode en weerstand.
- d.2. De spanning van de spanningsbron bedraagt 3,0 V. De spanning over de weerstand R noemen we V_R . Bepaal V_R met behulp van de figuur op het antwoordpapier.

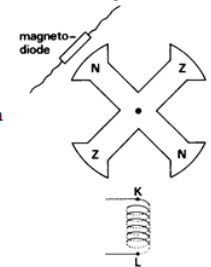
De schakeling van figuur 4.4 wordt vervolgens uitgebreid met een transistor en een spoel. Zie figuur 4.6. Het potentiaalverschil V_R kan de transistor sturen. Als het magneetveld waarin de magnetodiode zich bevindt sterk genoeg is en de juiste richting heeft, is V_R voldoende groot om de transistor te laten geleiden. Door de spoel KL en ook in de verbinding ST loopt dan stroom. Is de richting van het magneetveld tegengesteld dan geleidt de transistor niet.



figuur 4.6

- e. Leg uit dat, als de transistor geleidt, de stroom in ST veel kleiner is dan de stroom in de spoel KL .

Men bouwt een elektromotor door de elektromagneet KL en de magnetodiode, beide nog steeds opgenomen in de schakeling van figuur 4.6, om een vierpolige magneet te plaatsen. Zie figuur 4.7. De magnetodiode is zo geplaatst dat de spoel KL alleen stroom voert als een noordpool van de magneet vlak bij deze diode is. Men laat de vierpolige magneet los in de stand die in figuur 4.7 is weergegeven.



figuur 4.7

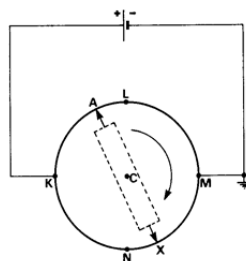
- f. Leg uit in welke richting de magneet dan gaat draaien: met de wijzers van de klok mee of juist tegen de wijzers van de klok in.

2. Een LED

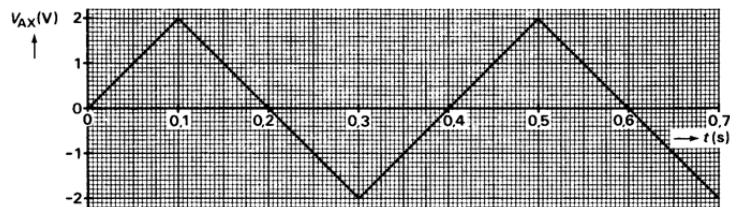
Een geleider is cirkelvormig gebogen. Deze cirkel KLMNK heeft een diameter van 30 cm. De geleider is gemaakt van nichroom en heeft een doorsnede van $0,20 \text{ mm}^2$.

De punten K en M sluit men aan op een gelijkspanningsbron. De inwendige weerstand van deze spanningsbron is te verwaarlozen, evenals de weerstand van de toe- en afvoerdraden. Het punt M is geard. Zie figuur 2.1. Een draais C bevindt zich precies in het middelpunt van de gebogen geleider KLMNK. Aan de draais C bevestigd men een staafje niet-geleidend materiaal. Aan de uiteinden hiervan zijn twee sleepcontacten A en X vastgemaakt. Men draait de as C eenparig rond waardoor de contacten A en X met de wijzers van de klok mee over de geleider KLMNK bewegen. De punten A en X bevinden zich daarbij steeds diametraal ten opzichte van elkaar.

Het verloop van V_{AX} als functie van de tijd is weergegeven in figuur 2.2.



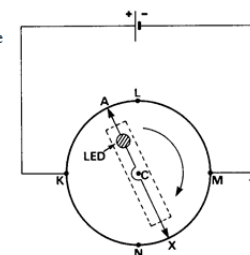
figuur 2.1



figuur 2.2

- Hoe groot is de spanning van de spanningsbron?
- Bereken de stroomsterkte in de spanningsbron.
- Bepaal met behulp van de figuren 2.1 en 2.2 waar het punt A zich op het tijdstip $t = 0$ op de geleider KLMNK bevindt.
- Teken in de figuur op de bijlage de potentiaal van A als functie van de tijd van $t = 0$ tot $t = 0,7 \text{ s}$.

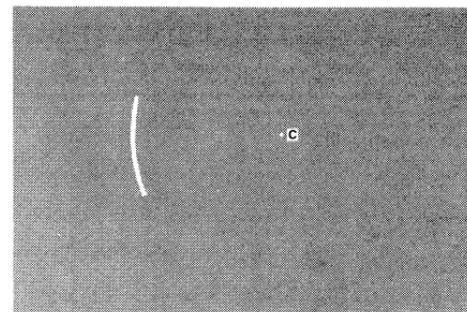
Men bevestigt nu een LED (Licht Emitterende Diode) excentrisch op het staafje en sluit de LED aan tussen de contacten A en X. Zie figuur 2.3. De draais C wordt nu op dezelfde wijze als eerst eenparig rondgedraaid. Hierdoor voert de LED ook een eenparige cirkelbeweging uit. Het verloop van V_{AX} als functie van de tijd is onveranderd, zodat de LED knippert. Het licht dat de LED uitzendt, is monochromatisch en heeft een golflengte van $6,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$.



figuur 2.3

- Leg uit waar in het halfgeleidermateriaal van de LED licht wordt uitgezonden.
- Bereken de bandafstand van het halfgeleidermateriaal van de LED.

Men fotografeert de ronddraaiende LED in het donker. In de tijd dat de sluiters van het fototoestel is geopend, draait de LED enige malen rond. De foto is in figuur 2.4 nagetekend. Het punt C in figuur 2.4 geeft het middelpunt van de cirkelvormige baan van de LED aan.



figuur 2.4

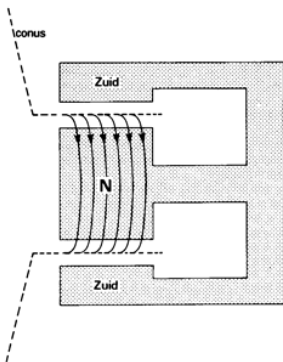
Uit de figuren 2.2 en 2.4 is te bepalen op welke minimale spanning de LED moet zijn aangesloten opdat de uitgezonden lichtsterkte groot genoeg is om op de foto zichtbaar te zijn.

- Bepaal deze minimale spanning.

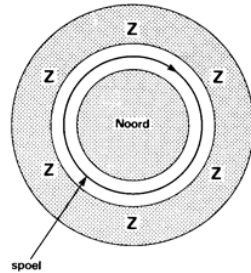
3. Luidsprekers

Een luidspreker bestaat in principe uit een spoel die kan bewegen ten opzichte van een vast opgestelde magneet. Aan de spoel zit een trechtervormige conus vast die lucht in trilling kan brengen.

In figuur 3.1 is een doorsnede in zijaanzicht en in figuur 3.2 een doorsnede in vooraanzicht van een bepaalde luidspreker getekend. In beide figuren zien we de centrale noordpool met daar omheen de spoel en daar weer omheen een ringvormige zuidpool.



figuur 3.1



figuur 3.2

De spoel is gewikkeld van koperdraad waarvan de doorsnede $7,9 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2$ is. Om de lengte van de koperdraad te bepalen, sluit men de luidspreker aan op een gelijkspanningsbron van 2,0 V. De stroomsterkte in de luidspreker bedraagt dan 0,23 A. De temperatuur van de spoel is 20°C .

a. Bereken de lengte van de koperdraad.

De richting van de stroom in de spoel is in figuur 3.1 en in figuur 3.2 aangegeven. Men houdt de spoel bij de gegeven stroomsterkte in zijn evenwichtsstand vast. De benodigde kracht blijkt 1,3 N te zijn.

b. Teken op de bijlage de richting van de Lorentzkracht in de punten P, Q en R.

c. Bereken de magnetische veldsterkte B ter plaatse van de windingen van de spoel.

Vervolgens wordt een luidspreker gebruikt waarvan de lengte van de koperdraad van de spoel 8,0 m is en de magnetische veldsterkte B ter plaatse van de spoel 1,2 T is. Deze luidspreker wordt aangesloten op een toongenerator die een sinusvormige wisselspanning met een frequentie van 100 Hz geeft. De spoel voert dan een harmonische trilling uit. Door de beweging van de spoel in het veld van de luidspreker magneet wordt een inductiespanning opgewekt. De effectieve waarde van deze inductiespanning is 0,20 V. De zelfinductie van de spoel is te verwaarlozen. Voor de in de luidsprekerspoel opgewekte inductiespanning V_{ind} geldt:

$$V_{\text{ind}} = B \cdot l \cdot v$$

Hierbij is B de magnetische veldsterkte ter plaatse van de spoel, l de lengte van de draad van de spoel en v de snelheid van de spoel.

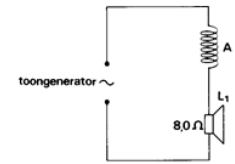
d. Bereken de amplitudo van de trilling die de spoel uitvoert.

Bij de beantwoording van de volgende vragen moeten de luidsprekers worden opgevat als ohmse weerstanden waarin de inductiespanningen verwaarloosbaar zijn.

Een luidspreker L_1 wordt in serie met een spoel A op een toongenerator aangesloten. Zie figuur 3.3.

De ohmse weerstand van spoel A is te verwaarlozen.

Bij een frequentie van 0,40 kHz worden enige metingen in de opstelling verricht. De effectieve waarde van de sinusvormige wisselspanning van de toongenerator is 5,0 V. De effectieve spanning over de luidspreker is 3,0 V. De weerstand van de luidspreker is $8,0 \Omega$.



figuur 3.3

e. Bereken de coëfficiënt van zelfinductie van spoel A.

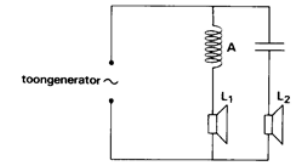
f. Bereken de fasehoek tussen de spanning van de toongenerator en de stroomsterkte. Vermeld of de stroom voor- of achterloopt op de spanning.

Tot slot sluit men bovendien een luidspreker L_2 aan op de toongenerator, maar nu in serie met een condensator. Zie figuur 3.4.

Men stelt de frequentie van de toongenerator zo in dat de effectieve stroomsterkte in de beide luidsprekers even groot is.

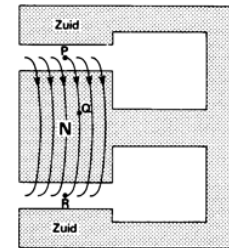
Hierna verhoogt men de frequentie.

g. Leg uit in welke luidspreker de effectieve stroomsterkte nu het grootst is.



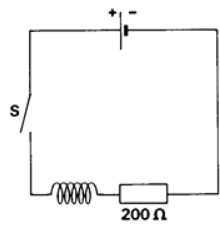
figuur 3.4

Bijlage:

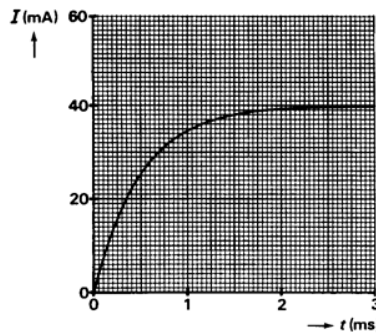


4. Veranderlijke stromen

Men sluit een weerstand van $200\ \Omega$ in serie met een spoel en een schakelaar S aan op een gelijkspanningsbron. Zie figuur 4.1.



figuur 4.1

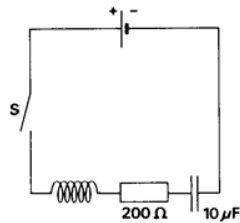


figuur 4.2

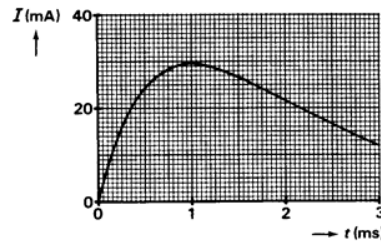
Op $t = 0$ sluit men de schakelaar. Het verloop van de stroomsterkte I als functie van de tijd is in figuur 4.2 weergegeven. De ohmse weerstand van de spoel en de inwendige weerstand van de spanningsbron zijn te verwaarlozen.

- a.1. Leg uit dat de bronspanning van de spanningsbron $8,0\text{ V}$ bedraagt.
 a.2. Bepaal de coëfficiënt van zelfinductie van de spoel.

Vervolgens wordt in de schakeling ook een condensator opgenomen. Zie figuur 4.3.



figuur 4.3



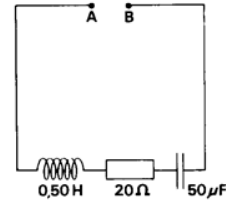
figuur 4.4

De condensator is aanvankelijk ongeladen en heeft een capaciteit van $10\ \mu\text{F}$. Op $t = 0$ wordt de schakelaar gesloten. Het verloop van de stroomsterkte I als functie van de tijd is in figuur 4.4 weergegeven.

Uit figuur 4.2 en figuur 4.4 is te zien dat het verloop van de stroomsterkte onmiddellijk na $t = 0$ hetzelfde is als bij de vorige proef.

- b. Leg uit waardoor de condensator geen invloed heeft op het verloop van de stroomsterkte onmiddellijk na $t = 0$.
 c. Schets in de figuur op de bijlage de zelfinductiespanning V_Z van de spoel in de schakeling van figuur 4.3 als functie van de tijd.
 d. Bepaal de lading van de condensator op $t = 1,0\text{ ms}$.

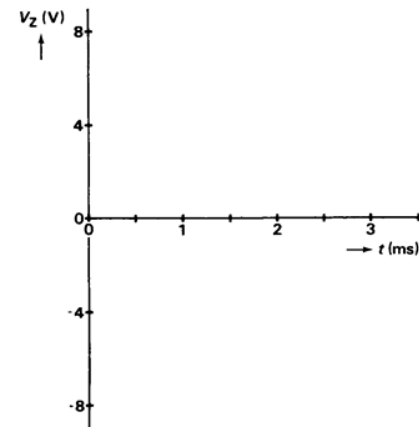
Men maakt nu de schakeling van figuur 4.5. De spoel heeft een coëfficiënt van zelfinductie van $0,50\text{ H}$, de condensator heeft een capaciteit van $50\ \mu\text{F}$ en de weerstand heeft een waarde van $20\ \Omega$. De ohmse weerstand van de spoel is te verwaarlozen. Tussen de punten A en B is een apparaat aangesloten dat wisselstroom door de kring stuurt. De frequentie van deze wisselstroom is instelbaar. Ongeacht de frequentie is de effectieve stroomsterkte 40 mA . Het blijkt dat bij één frequentie van de wisselstroom de effectieve spanning over de spoel even groot is als de effectieve spanning over de condensator.



figuur 4.5

- e.1. Bereken deze frequentie.
 e.2. Teken het vectordiagram voor de spanning over de spoel, de condensator en de weerstand bij deze frequentie. Stel 1 V voor door 1 cm .

Bijlage:



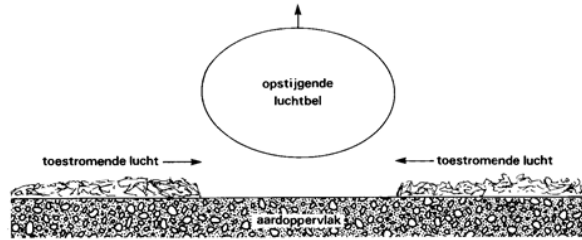
Einde.

Opgave 5 Een cumuluswolk

In een droog steppegebied dat met struiken is begroeid, bevindt zich een kleine zandvlakte. De lucht boven deze zandvlakte wordt wat sterker verhit dan de lucht in het omringende gebied. Een hoeveelheid lucht boven deze vlakte begint op te stijgen zodra die een temperatuur heeft gekregen die gemiddeld $1,0\text{ }^\circ\text{C}$ hoger is dan die van de omringende lucht. Uit deze luchtbel ontstaat een cumuluswolk.

Tijdens het opstijgen van de luchtbel stroomt onder de bel lucht uit de omgeving toe. Zie figuur 13.

figuur 13



De lucht die onder de bel toestroomt, wordt ook weer verwarmd. Na enige tijd stijgt de volgende luchtbel op.

De oppervlakte van de zandvlakte bedraagt $8,0 \cdot 10^4 \text{ m}^2$.

Een bepaalde luchtbel boven de zandvlakte heeft een massa van $7,3 \cdot 10^6 \text{ kg}$. De soortelijke warmte van de lucht bedraagt $1,0 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Voor het warmtetransport geldt:

- het vermogen waarmee de zandvlakte de luchtbel door middel van stroming en geleiding verwarmt, bedraagt 62 W per m^2 ;
- het vermogen van de door de luchtbel geabsorbeerde en uitgezonden straling moet worden verwaarloosd.

- 23 □ Bereken hoe lang het duurt voordat de temperatuur van de luchtbel $1,0\text{ }^\circ\text{C}$ is gestegen.

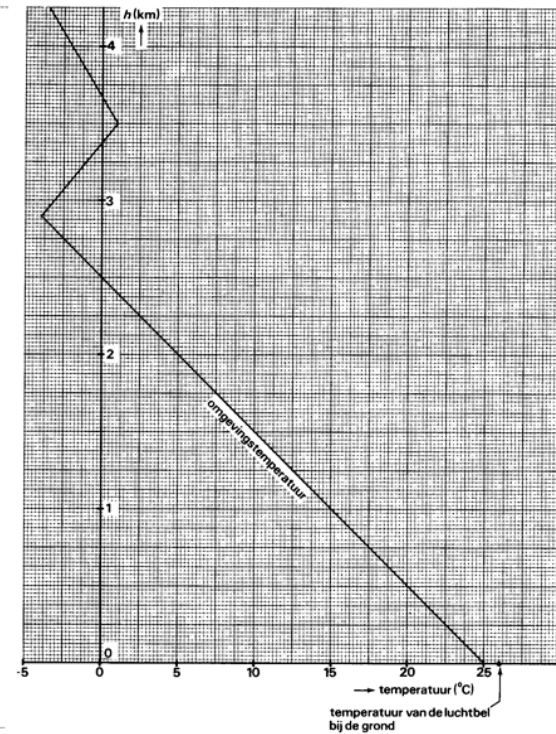
Voor de energiebalans van de bovenkant van de zandvlakte zijn verder onder andere de volgende gegevens van belang:

- de zandvlakte ontvangt $580 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ aan zonnestraling, waarvan 70% wordt geabsorbeerd;
- de zandvlakte ontvangt uit de atmosfeer $324 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ aan langgolvlige straling, die volledig wordt geabsorbeerd;
- de zandvlakte zendt langgolvlige straling uit. Voor deze straling is de zandvlakte op te vatten als een zwart lichaam;
- de temperatuur van het oppervlak van de zandvlakte heeft een constante waarde van $40\text{ }^\circ\text{C}$ bereikt;
- het zand onder het zandoppervlak heeft dan nog een lagere temperatuur. Er stroomt dan ook warmte van het zandoppervlak de grond in.

- 24 □ Bereken met behulp van de energiebalans van het zandoppervlak hoeveel warmte per s en per m^2 de grond in gaat.

De temperatuur van de lucht boven de steppe is gemeten als functie van de hoogte. Het daaruit volgende temperatuurprofiel is in figuur 14 weergegeven.

figuur 14



Uit deze figuur blijkt dat de temperatuur in de onderste $2,9 \text{ km}$ van de atmosfeer $1,0\text{ }^\circ\text{C}$ daalt per 100 m hoogtetoename. Dat is gelijk aan de waarde die geldt voor droogadiabatische veranderingen. De waterdamp in een luchtbel die van de zandvlakte opstijgt, begint te condenseren zodra de temperatuur van de luchtbel is gedaald tot $3,0\text{ }^\circ\text{C}$. Bij verdere stijging daalt de temperatuur van de luchtbel $0,60\text{ }^\circ\text{C}$ per 100 m stijging.

- 25 □ Bepaal door gebruik te maken van figuur 14, op welke hoogte de temperatuur van de luchtbel gelijk wordt aan die van de omgeving.

Hoewel de temperatuur in een deel van de zo gevormde wolk lager is dan $0\text{ }^\circ\text{C}$, worden bij gebrek aan geschikte bevriezingskernen geen ijskristallen gevormd. Om neerslagvorming te bevorderen wordt de wolk bestrooid met kunstmatige bevriezingskernen zodat er enkele ijskristallen ontstaan.

- 26 □ Geef twee redenen waarom die ijskristallen aangroeien.

Einde.

Opgabe 4 Een meter voor infrarode straling

Als elektromagnetische straling op een halfgeleider valt, neemt de weerstand van de halfgeleider af. Hierbij zijn twee processen te onderscheiden.

1 Als de fotonen voldoende energie hebben, kunnen elektronen van de valentieband overgaan naar de geleidingsband.

2 Door de straling stijgt de temperatuur, waardoor het aantal elektron-gat paren toeneemt. We beschouwen eerst het eerstgenoemde proces.

- 3p 20 Bereken de maximale golflengte van de straling die in zuiver silicium een elektron van de valentieband kan doen overgaan naar de geleidingsband.

Om infrarode straling te meten (die een grotere golflengte heeft dan bij vraag 20 *{de vorige vraag}*) is berekend) wordt gebruik gemaakt van het tweede proces. Daartoe is een stralingsmeter ontwikkeld, waarvan het gevoelige deel bestaat uit een plaatje silicium, waarvan de bovenste (zeer dunne) laag is verontreinigd met fosforatomen.

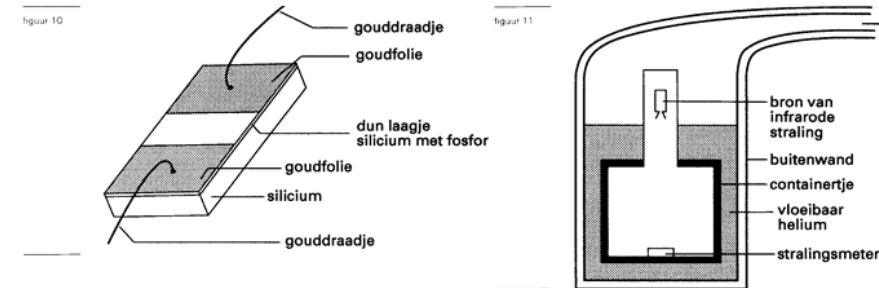
- 2p 21 Hoe heet de soort binding tussen een siliciumatoom en een fosforatoom?

- 3p 22 Leg uit of hier sprake is van een laag n-silicium dan wel van een laag p-silicium.

In figuur 10 is de stralingsmeter getekend.

Deze bestaat uit het plaatje silicium met aan de bovenzijde de al genoemde met fosfor verontreinigde laag. Daarop zijn twee dunne goudfolies aangebracht waarop twee gouddraadjes zijn gesoldeerd.

Daarmee kan de stralingsmeter worden opgenomen in een elektrische schakeling.

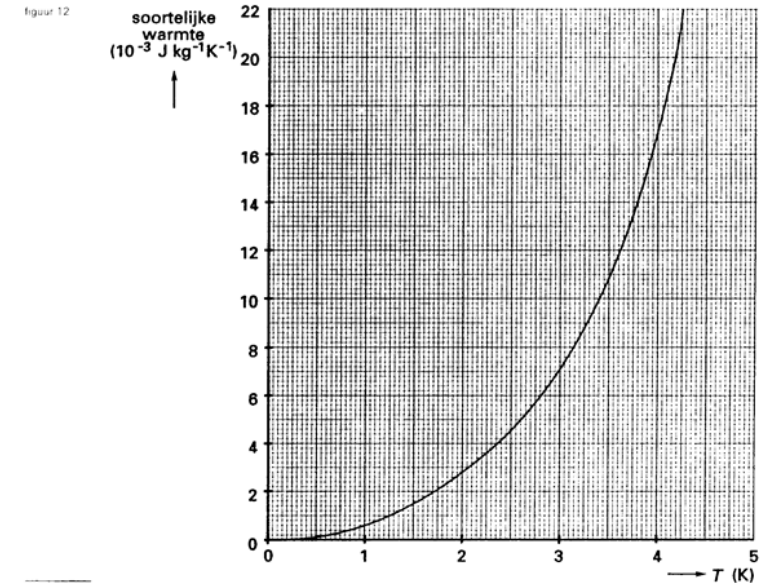


In een proefopstelling bevindt de stralingsmeter zich in een containertje waarin ook een bron van infrarode straling aanwezig is. Zie figuur 11.

Met behulp van vloeibaar helium wordt de stralingsmeter op een temperatuur van 4,2 K gebracht. Vervolgens wordt heliumdamp uit de proefopstelling weggezogen. De warmte-uitwisseling tussen het helium en de buitenwand wordt verwaarloosd.

- 3p 23 Leg uit dat door het wegzuigen van heliumdamp het vloeibare helium verder gaat afkoelen.

De soortelijke warmte van silicium hangt bij lage temperatuur af van de temperatuur. In figuur 12 staat de soortelijke warmte van zuiver silicium uitgezet als functie van de temperatuur.



De invloed van het fosfor op de soortelijke warmte is te verwaarlozen. Het silicium plaatje heeft een massa van 5,6 mg.

- 4p 24 Bepaal de hoeveelheid warmte die aan het silicium moet worden onttrokken om de temperatuur te verlagen van 4,2 K tot 1,2 K.

De straling moet de stralingsmeter ongehinderd kunnen bereiken. Het gas in het containertje dient derhalve voldoende ijl te zijn. In het containertje bedraagt de druk $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}$. De temperatuur bedraagt 1,2 K.

- 3p 25 Bereken het aantal mol gas per m^3 in het containertje.

Men laat door de stralingsmeter een constante stroom lopen van $18 \mu\text{A}$. De temperatuur van de stralingsmeter heeft dan een constante waarde van 1,2 K. Bij deze temperatuur heeft de stralingsmeter een weerstand van $20 \text{ k}\Omega$.

- 3p 26 Bereken het vermogen dat de stralingsmeter onder deze omstandigheden afstaat aan de omgeving.

Opgave 2 Transistor

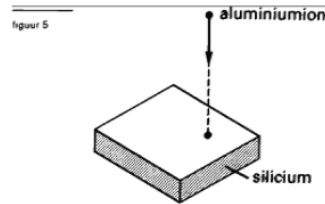
In een bipolaire transistor bevinden zich twee p,n-overgangen. Een p,n-overgang ontstaat als een plaatje p-type halfgeleider tegen een plaatje n-type halfgeleider komt. We beschouwen één van deze twee typen halfgeleidermateriaal. Het is gemaakt door zuiver silicium te verontreinigen met aluminium.

Leg uit of op deze wijze een p-type halfgeleider, danwel een n-type halfgeleider is ontstaan.

Het verontreinigen van silicium kan geschieden door middel van ionenimplantatie. Daarbij worden aluminiumionen met grote snelheid op het oppervlak van het silicium geschoten. We beschouwen een aluminiumion dat met een kinetische energie van 65 keV loodrecht het oppervlak van het silicium treft en in het silicium een vrijwel rechte baan doorloopt. Zie figuur 5.

Het ion legt in het silicium een afstand van 570 nm af en komt dan tot stilstand.

Bereken de gemiddelde grootte van de kracht die het aluminiumion in het silicium tijdens het afremmen ondervindt.

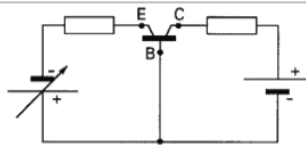


Een bipolaire transistor is schakeling van figuur 6. In de transistor ontbreekt het schakeling kan de spanning en de emitter van de worden gevarieerd.

Bij een lage waarde van V_{BE} geringe stroom I_C door de collector en de basis.

Als men V_{BE} geleidelijk groter maakt, neemt I_C vanaf een bepaalde waarde van V_{BE} sterk toe. Men zegt dan dat de transistor geleidt.

figuur 6



opgenomen in de het symbool van pijltje. In deze tussen de basis transistor (V_{BE})

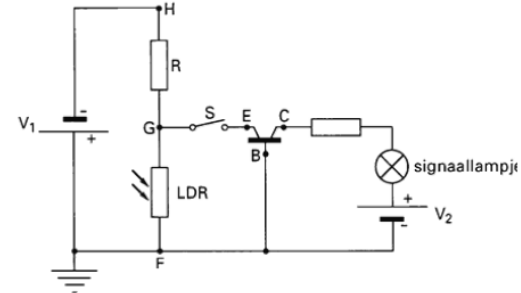
loopt er een zeer kring met de

Leg uit of in de schakeling van figuur 6 een pnp-transistor dan wel een npn-transistor is opgenomen.

Beschrijf het proces in de transistor dat tijdens het toenemen van V_{BE} er uiteindelijk toe leidt dat de transistor gaat geleiden. Betrek bij het antwoord ook de afmeting van het basisgebied van de transistor.

Het hierboven beschreven proces houdt in dat een transistor kan werken als een schakelaar die gesloten wordt als V_{BE} voldoende groot wordt. Zo kan met behulp van een transistor bijvoorbeeld een signaallampje 'automatisch' aangedaan worden als het donker wordt. In figuur 7 is de transistor opgenomen in een schakeling waarmee dat mogelijk is. In deze schakeling zijn ook een weerstand R van $2,0 \text{ k}\Omega$ en een lichtgevoelige weerstand (LDR) opgenomen.

figuur 7



We beschouwen twee uiterste situaties: 'licht' en 'donker'. In het 'licht' heeft de LDR een weerstand van $0,20 \text{ k}\Omega$; in het 'donker' bedraagt de weerstand $59 \text{ k}\Omega$. De spanningsbron V_1 levert een constante spanning van $5,0 \text{ V}$. Het punt G kan via een schakelaar S worden verbonden met de emitter van de transistor. De schakelaar is aanvankelijk geopend. Bereken de waarden waartussen de potentiaal van punt G onder deze omstandigheden kan variëren.

De schakelaar wordt gesloten, zodat er

een stroom gaat lopen van E naar G.

Leg uit of de potentiaal van punt G hierdoor stijgt, daalt, danwel gelijk blijft.

Keuzegroepen

Per jaar twee keuzegroepen

- Eén in Centraal examen
- Eén te kiezen door de school

Keuzegroepen

- 1983 Astrofysica
- 1984 Statica en Rotatie
- 1985 Licht als golfverschijnsel
- 1986 Vaste stof Fysica
- 1987 Veranderlijke stromen
- 1988 Zien en waarnemen
- 1989 Weerkunde
- 1990 Licht als golfverschijnsel
- 1991 Vast Stof Fysica
- 1992 Vast stof Fysica

Natuurkunde in de samenleving

- Nooit aangewezen in Centraal Examen.

Opgaven

5. Stellingen

Hieronder volgt een lijst met stellingen. Neem de nummering over op een blaadje, lees de stellingen en streep op je blaadje de nummers aan van de opmerkingen waarmee je het eens bent. Vergelijk je opvattingen eens met medeleerlingen. Waarom zijn jullie het niet eens?

1. Belangrijke technische ontwikkelingen zijn tegenwoordig alleen mogelijk dankzij fundamenteel natuurwetenschappelijk onderzoek.
2. Vrijwel ieder produkt dat je verzint kan uitgevonden en verder ontwikkeld worden, als je er maar een groep wetenschappers op zet.
3. Als je natuurwetenschappers maar rustig hun gang laat gaan, draagt dit vanzelf bij tot meer welvaart voor iedereen.
4. De kennis die onze toekomst bedreigt neemt steeds toe, terwijl het weten, nodig voor het veilig stellen van de toekomst, onderontwikkeld blijft.
5. Natuurkundigen zijn bevangen door het streven naar perfectie. Ze zullen ook nooit ophouden, waardoor ze de aarde spoedig zullen vernietigen.
6. a. De meeste politici zijn ondeskundig op wetenschappelijk en technisch gebied.
b. Hun bemoezucht met het wetenschappelijk werk is dan ook remmend.
7. Natuurwetenschappers behoren hun bevindingen voor de wetenschappelijke wereld beschikbaar te maken, zodat ze op een onafhankelijke manier kunnen worden gecontroleerd.
8. Natuurwetenschap dient vooral voor de bevreemding van de nieuwsgierigheid van natuurwetenschappers zelf.
9. Het voornaamste doel van natuurwetenschap is het helpen ontwikkelen van nieuwe en betere levensomstandigheden.
10. Politici zouden betere beslissingen nemen als ze een natuurwetenschappelijk gerichte opleiding zouden hebben gevolgd.
11. Onderwijs in de natuurwetenschappen (op school of bij vervolgstudie) geeft een positieve bijdrage aan je karakterontwikkeling die niet kan worden overgenomen door onderwijs in andere vakken.
12. De natuurwetenschap is de belangrijkste factor voor de verbetering van de kwaliteit van ons leven.
13. Het gevaar van een kernoorlog is vooral de schuld van de natuurkunde.

6. Wetenschap en verantwoordelijkheid.

Hiernaast geven we vijf teksten die de uiteenlopende benaderingen van de verantwoordelijkheidskwestie illustreren.

Geef van elk van de teksten aan, welke visie doorklinkt ten aanzien van:

- waardering van de technische ontwikkelingen;
- beheersbaarheid van de vooruitgang;
- de verantwoordelijkheid van wetenschapsbeoefenaars.

In welke visie vind je je eigen opvattingen het meest terug? Kijk nog eens naar je keuze in de vorige opgave.

Philips draagt Star Wars een warm hart toe

Van onze verslaggever
TAIPEH — „Star Wars? Mee-
doen! Volop!” L. Heesels, vice-pre-
sident van Philips, heeft zich giste-
ren bij het reizende Philips circus
in het Verre Oosten gevoegd met
een warm pleidooi voor Europese
deelname aan het Amerikaanse
defensiesysteem in de ruimte.
Deelname is volgens de Philips-di-
recteur noodzakelijk om de elek-
tronische industrie in Europa
overeind te houden.

„De geweldige drijfkracht die
zo'n programma oplevert, hebben
we nodig. Nieuwe bewapenings-
ronde? Ik vind dat allemaal zulke
dikke woorden. Na de Tweede We-
reldoorlog is de elektronika-indus-
trie zo ver gekomen dankzij de
Amerikaanse ruimtevaart en ver-
schillende militaire projecten.
Sindsdien is er geen wereldoorlog
meer geweest”. Het maakt Philips
volgens Heesels niet veel uit welke
drijfkracht voor nieuwe sprongen
voorwaarts zorgt, als er maar weer
iets spectaculairs gebeurt.

Over de Europese samenwer-
kingsverbanden in de elektronika-
industrie is Heesels weinig optimis-
tisch. „Esprit, Eureka enzovoort,
allemaal heel leuk maar er gebeurt
zo weinig. Dat is nu typisch het
probleem van Europa, je krijgt di-
rect prestigeproblemen van de af-
zonderlijke landen”.



Natuurkunde in de samenleving

- **Nooit aangewezen in Centraal Examen.**

Opgaven

5. Stellingen.

Hieronder volgt een lijst met stellingen. Neem de nummering over op een blaadje, lees de stellingen en streep op je blaadje de nummers aan van de opmerkingen waarmee je het eens bent. Vergelijk je opvattingen eens met medeleerlingen. Waarom zijn jullie het niet eens?

1. Belangrijke technische ontwikkelingen zijn tegenwoordig alleen mogelijk dankzij fundamenteel natuurwetenschappelijk onderzoek.
2. Vrijwel ieder produkt dat je verzint kan uitgevonden en verder ontwikkeld worden, als je er maar een groep wetenschappers op zet.
3. Als je natuurwetenschappers maar rustig hun gang laat gaan, draagt dit vanzelf bij tot meer welvaart voor iedereen.
4. De kennis die onze toekomst bedreigt neemt steeds toe, terwijl het weten, nodig voor het veilig stellen van de toekomst, onderontwikkeld blijft.
5. Natuurkundigen zijn bevangen door het streven naar perfectie. Ze zullen



Intussen: PLON project

- Van mavo-> havo->vwo
- Eigen examens voor mavo en havo
- Leerlinggericht
- Contexten Titels van boekjes
 - Verkeer
 - Zien bewegen
 - Geluid weergeven
 - Elektrische machines
 - Vergelijken

Intussen DBK-project

- PWT-model
 - Praktikum
 - Theorie
 - Werkblad
- Basisstof
- F-toets
- Herhaling of Extra stof
- S-toets.

Intussen

- Praktikum verplicht vanaf 1982
- Komst rekenmachine
- BINAS 1982

Intussen

1972 Start PLON-project

Intussen Exaktueel

- 4 docenten uit Nijmegen



voorwoord

De krant in de natuurkundeles? Iedereen ziet af en toe wel eens een artikel in de krant, dat interessant is voor de natuurkundeles. Maar bij welke leerstof hoort het, hoe haal je de hoofdsaken eruit, welke lesactiviteiten brengt het met zich mee?

Wij proberen met een schrijfgroep van docenten uit Nijmegen krante-artikelen geschikt te maken voor gebruik in de natuurkundeles. De opzet van ieder onderwerp is zodanig dat 't onmiddellijk gekopieerd kan worden voor gebruik in de klas. We streven ernaar om ieder onderwerp de volgende vorm te geven: krante-artikel/achtergrondtekst/vragen en experimenteeropdrachten. We noemen ons produkt **EXAKTUEEL**, omdat we ons exakte vak in een actuele kontekst willen plaatsen.

Bij de selectie van de artikelen hanteren we de volgende criteria:

- het moet aansluiten bij de natuurkunde-stof van HAVO/VWO.
- er moeten zinvolle lesactiviteiten bij bedacht kunnen worden.
- het moet actueel zijn.

De artikelen worden, zo nodig, ingekort. Wij putten uit alle landelijke dagbladen en geven bij voldoende respons voorlopig 5 nummers uit (tot mei 87). We hebben dit eerste nummer opgestuurd naar 100 collega-natuurkundecollega's en we hopen dat zoveel mogelijk docenten de start van dit blad mogelijk maken. Dit kan door f 15,- te storten op giro 4117528 t.n.v. A.Pollmann/Nijmegen. U ontvangt dan de 5 nummers.

exaktueel

blad voor natuurkundeonderwijs

JAARGANG 1

NUMMER 1

NOVEMBER 86

REDAKTIE: Rob van Haren

Jan-Willem Lackamp

Arnoud Pollmann

Theo Smits

ABONNEMENTEN (5 nrs): f 15,-
giro 4117528 t.n.v. (na 12 nov.)

A. Pollmann

Ruisdaelstraat 42, Nijmegen

inhoud

Biologisch effect microgolven onduidelijk 1

Stof: golfoptika havo/vwo klas 5/6

Kernbegrippen: golflengte en frequentie-elektro-
magnetisch spektrum.

Literatuur: Scientific American sept.86

Ballonnen 4

Stof: gassen klas 2/3 havo/vwo

Kernbegrippen: dichtheid-opwaartse kracht

Literatuur: PLON-thema leven in lucht, Vakgroep
natuurkundedidaktiek R.U. Utrecht

Akoestiek van de stopera had veel beter gekund 7

Stof: geluid/golven en trillingen havo/vwo 4

Kernbegrippen: interferentie-golflengte-geluids-
snelheid-frequentie-echo-nagalm

Literatuur: -Minnaert; de natuurkunde van het
vrije veld (2)

-Scientific American. The physics of music

-Parool/life wetenschapsserie: geluid en gehoor

Een nonstop luchtreis van 13 dagen rond de wereld 10

stof: energie, eenparige cirkelbeweging, gravitatie,
geluid klas 4 havo/vwo

Kernbegrippen: rendement-horizontale worp-satellietbaan-
interferentie

Literatuur: 1. theo smits en jan rasing: een helikopter
in de klas, NVCN maandblad okt, 86
2. PLON-thema verkeer, Vakgroep natuurkunde-
didaktiek van de R.U. Utrecht



voorwoord

De krant in de natuurkundeles? Iedereen ziet af en toe wel eens een artikel in de krant, dat interessant is voor de natuurkundeles. Maar bij welke leerstof hoort het, hoe haal je de hoofdzaken eruit, welke lesactiviteiten brengt het met zich mee?

Wij proberen met een schrijfgroep van docenten uit Nijmegen krante-artikelen geschikt te maken voor gebruik in de natuurkundeles. De opzet van ieder onderwerp is zodanig dat 't onmiddellijk gekopieerd kan worden voor gebruik in de klas. We streven ernaar om ieder onderwerp de volgende vorm te geven: krante-artikel/achtergrondtekst/vragen en experimenteeroopdrachten. We noemen ons produkt

exaktueel

blad voor natuurkundeonderwijs

JAARGANG 1

NUMMER 1

NOVEMBER 86

REDAKTIE: Rob van Haren

Jan-Willem Lackamp

Arnoud Pollmann

Theo Smits

ABONNEMENTEN (5 nrs): f15,-

giro 4117528 t.n.v. (na 12 nov.)

A. Pollmann

Ruisdaelstraat 42. Nijmegen

inhoud

Biologisch effect microgolven onduidelijk

1

Stof: golfeptika havo/vwo klas 5/6

Kernbegrippen: golflengte en frequentie-elektromagnetisch spectrum.

Literatuur: Scientific American sept.86

Ballonnen

4

Stof: gassen klas 2/3 havo/vwo

Kernbegrippen: dichtheid-opwaartse kracht

Literatuur: PLON-thema leven in lucht, Vakgroep natuurkundendidaktiek R.U.Utrecht

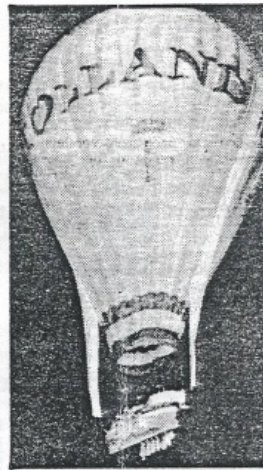
Dutch Viking vliegt razendsnel over Atlantische Oceaan

SCHIPHOL (ANP) — In de nacht van zaterdag op zondag, om zes minuten voor vijf Nederlandse tijd, is de Nederlandse ballon Dutch Viking met drie opvarenden in de Canadese provincie Newfoundland opgestegen. Volgens het vluchtleidingscentrum op Schiphol kan de ballon dinsdagmorgen al in Europa landen. Aan boord van de Dutch Viking bevinden zich het echtpaar Henk Brink (42) en Evelien Brink-Schlösser (30) en Willem Hageman (39).

De drie opvarenden zijn dik ingepakt, om bestand te zijn tegen de forse schommelingen in de temperatuur die op sommige momenten kan dalen tot min 40 graden Celsius. Ook hebben ze speciaal geprepareerd voedsel en drinkwater aan boord. Het pakket eten en drinken mocht niet meer dan 25 kilo wegen.

Als het echtpaar Brink en Hageman hun avontuur tot een goed einde brengen, is het de eerste niet-Amerikaanse ploeg die de Atlantische Oceaan aan boord van een ballon oversteekt. Evelien kan de eerste vrouw worden die deze prestatie levert.

De ballon zelf heeft een inhoud van acht miljoen liter; drie miljoen liter hete lucht en vijf miljoen liter helium. De gasvormige inhoud heeft een waarde van verscheidene honderdduizenden guldens. Alleen al het doek van de ballon, waarin ruim tweeduizend meter nylonstof verwerkt is, weegt 560 kilo. De omvang van het hele gevaarte is 120 meter.



De Dutch Viking vlak na de start zondagmorgen op Newfoundland.

De gemiddelde snelheid bedroeg zondag tot aan het begin van de avond ongeveer 70 kilometer per uur. De verwachting is dat dit maandag nog sneller zal gaan. Op basis van de computervoorspellingen is het nog steeds waarschijnlijk dat gezagvoerder Henk Brink en zijn twee bemanningsleden de Dutch Viking in Nederland aan de grond zullen kunnen zetten.

Rond acht uur zondagavond was al 1.000 kilometer afgelegd en was het zuidpunt van Groenland op een afstand van 650 kilometer gepasseerd.

Ballonnen

september '86
de volkskrant

Vragen

1. Waarom moet een ballon zo geweldig groot zijn om een betrekkelijk klein aantal mensen te kunnen vervoeren ?
2. De dichtheid van helium is 7 maal zo klein als die van lucht :

koude lucht:	1,3 kg per kubieke meter	
hete lucht:	1 " " "	(naar schatting)
helium:	0,18 " " "	
waterstof:	0,09 " " "	

Als de ballon helemaal met helium gevuld zou zijn , hoe groot zou het draagvermogen ervan dan zijn ? Je kunt hiervan alleen maar een schatting maken, want je mist een aantal gegevens. Welke?
3. Waarom heeft men de ballon niet helemaal met helium gevuld, maar ook nog voor een gedeelte met warme lucht ? Als er alleen helium in zou zitten , zou het draagvermogen van de ballon toch veel groter zijn geweest ?
4. Tijdens de tocht was er voortdurend radio-kontakt met Schiphol, met de meteorologische (=weerkundige)dienst . Op hun aanwijzingen gingen ze dan hoger of lager zweven. Waarom deden ze dat , en op welke manier kregen ze dat voor elkaar, denk je ?





DE VOLKSKRANT

Strips geven nogal eens aanleiding tot leuke situaties, omdat de tekenaar zijn fantasie de vrije loop kan laten gaan en het papier geduldig is. Zo stemt bovenstaande strip ook tot nadenken: natuurlijk is het flauwekul, maar voordat je het weet, ben je erover aan het nadenken.

Voordat we gaan rekenen, spreken we af, dat het gedrag van de vlooien geen statistische willekeur vertoont maar dat een sterke leider hen ertoe kan bewegen gelijktijdig allemaal hetzelfde te doen. Er zijn dan twee mogelijkheden om de hond te laten springen:

- Alle vlooien verzamelen zich onder de vier poten van de hond. Ze tillen de hond op door met z'n allen tegelijk naar boven te springen.
- Alle vlooien verzamelen zich op de buik van de hond. Ze duwen de hond naar boven door tegelijk met z'n allen naar beneden te springen.

Eerst wat gegevens:

Vlooien zijn kleine insecten, die variëren van 1 tot 8 mm lengte. Onze grootste soort is *Hystrichopsylla talpae*, die ongeveer 6 mm lang wordt. Door de kenmerkende zijdelingse afplatting kunnen de vlooien zich gemakkelijk tussen veren en haren bewegen en ontsnappen ze al gauw aan de aandacht van de gastheer (en aan de vingers van een eventuele vlooienvangster).

(Uit: Elseviers Insectengids voor West-Europa)



De gewone kattevlo

- Om de massa van één vlo uit te rekenen gaan we er van uit dat een vlo de vorm heeft van een bolletje met een diameter van 1 mm en de dichtheid van water, hetgeen voor de wat kleinere hondvlooien een redelijke benadering lijkt. Laat eens zien dat:
 - 20 miljoen vlooien samen een massa hebben van ongeveer 10 kg.
 - 20 miljoen vlooien samen een oppervlak innemen van ongeveer 20 m^2 .
- We gaan eerst situatie A bekijken, voor zover alle vlooien een plaatsje kunnen bemachtigen op de onderkant van de poten. Volgens de literatuur kan een vlo maximaal 20 cm hoog springen. Beredeneer, dat 20 miljoen vlooien de hond nooit 20 cm omhoog kunnen krijgen.
- Vervolgens gaan we naar mogelijkheid B. Deze mogelijkheid berust op het principe van impulsbehoud. Hierbij is slechts één sprong mogelijk. Laat zien, dat een hond van 20 kg op deze manier een "sprong" kan maken van ten hoogste 5 cm.

De Tovenaar van Fop

door Parker & Hart



DE VOLKSKRANT

Strips geven nogal eens aanleiding tot leuke situaties, omdat de tekenaar zijn fantasie de vrije loop kan laten gaan en het papier geduldig is. Zo stemt bovenstaande strip ook tot nadenken: natuurlijk is het flauwekul, maar voordat je het weet, bem je erover aan het nadenken.

Voordat we gaan rekenen, spreken we af, dat het gedrag van de vlooiën geen statistische willekeur vertoont maar dat een sterke leider hen ertoe kan bewegen gelijktijdig allemaal hetzelfde te doen.

Er zijn dan twee mogelijkheden om de hond te laten springen:

- Alle vlooiën verzamelen zich onder de vier poten van de hond. Ze tillen de hond op door met z'n allen tegelijk naar boven te springen.
- Alle vlooiën verzamelen zich op de buik van de hond. Ze duwen de hond naar boven door tegelijk met z'n allen naar beneden te springen.

Wie is de koning van Wééézel...!!



de Volkskrant 1-11-1986

Vragen

1. Welke waarde voor de geluidsnelheid gebruikte Wibo toen hij uitrekende hoe lang het duurt voor er antwoord komt uit de put?
2. Denk je dat Wibo eigenlijk wel een bepaalde waarde van de geluidsnelheid gebruikt heeft?
3. Hoe lang moet de ezel echt op antwoord wachten?

SO₂ vervuult lucht in Zuid-Limburg

**Advies aan zieken:
Niet de straat op**

Van een onzer verslaggevers
ROTTERDAM— De concentraties zwaveldioxide (SO₂) in de lucht geven voorlopig geen aanleiding tot het nemen van maatregelen in Nederland. Het ministerie van milieubeheer meent dat de gemeten waarden daarvoor te gering zijn.

Norm

De smog is afkomstig uit het oosten. Op sommige plaatsen in Limburg werden SO₂-waarden gemeten die dicht in de buurt van de toelaatbare norm van 800 microgram per uur per kubieke meter lagen. Op andere plaatsen langs de grens met West-Duitsland bleven de waarden steken op rond de 500 microgram.

vrijdag 23 jan. 1987

Dagblad voor noord-limburg

(Van onze verslaggever)

HEERLEN - Commissaris van de koningin Kremers heeft gisteren een dringend beroep op alle automobilisten in Limburg gedaan de komende dagen de auto niet te gebruiken. In heel de provincie was de concentratie van stikstofdioxide (NO₂) in de lucht opgelopen tot boven de alarmfase-grens van 150 microgram per kubieke meter lucht. Kremers kondigde dan ook voor heel Limburg de alarmfase af.

Stikstofdioxide wordt vooral geproduceerd door auto's. Het is de eerste keer dat in Nederland gevraagd wordt om wegens de smog de auto te laten staan.

De 150 microgram stikstofdioxide die per kubieke meter lucht boven Limburg hangt, is een daggemiddelde.

Gistermiddag was dat gemiddelde al gestegen tot 210 microgram. Normaal komt het daggemiddelde in Limburg niet uit boven de 30 mi-

crogram. Tijdens de spitsuren kan dat in de stedelijke gebieden oplopen tot 90 microgram. Volgens drs. J. Smelik, hoofd afdeling milieuhygiëne van Provinciale Waterstaat, is het goed mogelijk dat zich tijdens de ochtend- en avondspits in stedelijke gebieden nu tot driemaal het provinciale gemiddelde aan stikstofdioxide kan concentreren. Dat betekent dat daar rond de 500 microgram NO₂ per kubieke meter lucht kan hangen.

HET WEER



WAGENINGEN — Het krachtige hoge-drukgebied dat eerder deze week ook al steeds voor dat vochtige donkere weer zorgde, blijft voorlopig nog in de buurt. Maar de exacte positie ervan bepaalt toch in hoge mate temperatuur en weersgesteldheid. De onderste vijfhonderd tot duizend meter van de atmosfeer blijft zeer stabiel van opbouw, dat wil zeggen koud vlak bij de grond en warmer aan de top van deze laag.



Zo'n temperatuurverdeling werkt als een soort deksel waaronder alle door de mens geproduceerde luchtverontreiniging blijft hangen. Samen met de aanwezige vochtige lucht vormt dit de bekende smog, een mengsel dus van smoke en fog ofwel rook en mist. Vooral in het zuiden en oosten van het land is dit vandaag nog het geval. In de kustprovincies wordt lucht door bijmenging van Noordzeelucht al wat beter van kwaliteit.

Weerkundig gezien doet smog zich volgens KNMI-medewerker Fred Bosveld vooral voor bij het verschijnsel 'inversie'. Dat betekent, dat vlak boven het aardoppervlak een heel koude en vervuilde luchtlaag hangt, die zwaarder is dan de warmere lucht daarboven en daarom niet mengt. Daardoor kan de vaak al dagen oude en zich steeds ophopende luchtvervuiling niet weg, vooral niet als het windstil is.

Deze vuile laag is boven Limburg de laatste dagen steeds smaller geworden, maar daardoor ook steeds geconcentreerder: van 1 kilometer dikte begin van de week tot nauwelijks 40 meter gistermiddag om 2 uur.

OPDRACHTEN

1. Donderdag: SO₂, Vrijdag: NO₂.
Uit de beide artikelen zou je kunnen conkluderen, dat er op donderdag alleen SO₂-vervuiling en op vrijdag alleen NO₂-vervuiling voorkwam. Wat denk je zelf?

2. "Officiële" maatregelen.
Alhoewel op donderdag én op vrijdag de vervuiling rond de maximaal toelaatbare norm zat, werden er op donderdag geen "officiële" maatregelen afgekondigd en op vrijdag wel. Wat is daarvan de oorzaak, denk je?

3. De jaarlijkse SO₂-uitworp in Nederland.
Waardoor is de jaarlijkse SO₂-uitworp in Nederland na 1965 zo sterk gedaald en vanaf 1977 weer gestegen?

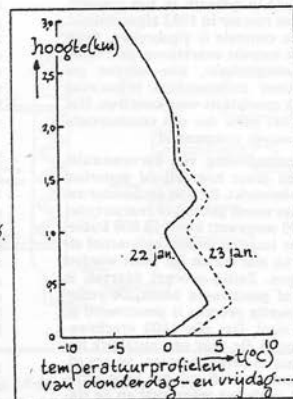
4. Vertikale luchtstromingen.
Leg uit, dat bij een neutraal temperatuurprofiel verticale luchtstromingen kunnen voorkomen en bij temperatuurinversie in een hogedruk-gebied vrijwel niet.

5. De vervuilde luchtlaag.
Wat vind je van de bewering in het artikel van vrijdag dat de vervuilde laag maar 40 meter dik zou zijn? Hiernaast zie je de grafieken van de middernachtelijke temperatuurprofielen. Wat is de invloed van de zon hierop?

6. Vrijdag: nog slechter dan donderdag.
Geef drie oorzaken voor de verslechterde situatie op vrijdag.

7. Daling van de normen.
De toelaatbare normen zijn de afgelopen jaren steeds gedaald. Verklaar dat.

8. Als het aan mij ligt...
Welke maatregelen zou jij nemen om de SO₂-vervuiling te beperken? En NO₂?



Exaktueel in 1992



1993 WEN programma

- Contextbegrippen
- Beperking programma
- Keuzeopdracht in SE: EXO
- Schrappen keuzegroepen
- Nieuw: Fysische Informatica
- Elektronica

VWO 1994

Opgave 4 CV-regeling

In de woonkamer van een huis wordt de temperatuur geregeld met behulp van een kamerthermostaat. Hierin doet een NTC-weerstand dienst als temperatuursensor. De weerstand van deze NTC-weerstand wordt gegeven door:

$$R_{NTC}(T) = 0,0030 \cdot e^{\frac{4000}{T}}$$

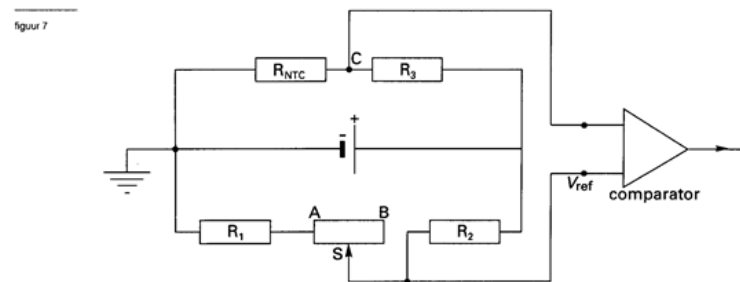
hierin is:

- T de absolute temperatuur.

Bij een bepaalde temperatuur blijkt de weerstand van de NTC-weerstand 2,85 k Ω te zijn.

- 3p 17 Bereken deze temperatuur.

De schakeling van de thermostaat staat in het schema van figuur 7.



De weerstanden R_1 , R_2 en R_3 hebben een constante waarde. Men schuift het schuifcontact S van de schuifweerstand in de richting van A .

- 3p 18 Bereken de temperatuur van de kamer als de schuifweerstand ingesteld is op een hogere of op een lagere temperatuur.

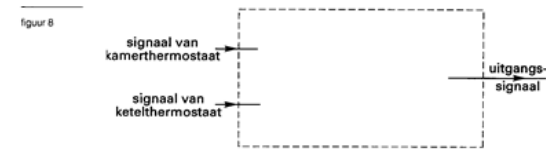
Als het in de kamer te koud is, moet de kamerthermostaat een hoog signaal afgeven, anders een laag signaal.

Als het uitgangssignaal van de comparator hieraan niet voldoet, moet er nog een invertor achter de comparator geschakeld worden.

- 3p 19 Leg uit of in dit geval een invertor nodig is.

De maximale temperatuur van het water van de centrale verwarming wordt geregeld met behulp van een ketelthermostaat. Als de temperatuur van het water te hoog is, geeft de ketelthermostaat een hoog signaal af, anders een laag signaal.

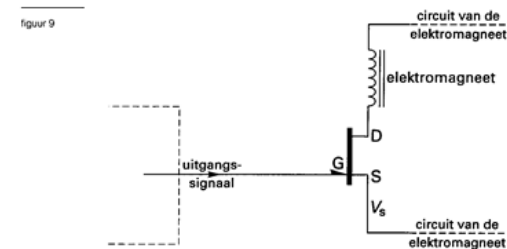
De cv-ketel moet dus het water alleen verwarmen als de kamerthermostaat een hoog signaal en de ketelthermostaat tegelijkertijd een laag signaal afgeeft. Deze twee signalen worden daartoe verwerkt in een schakeling die een hoog signaal geeft als de cv-ketel moet gaan werken. Zie figuur 8.



In deze figuur, die ook op de bijlage staat, moeten in het met een streeplijn omgeven vak nog twee verwerkers getekend worden, zodanig dat aan de gestelde eisen wordt voldaan.

- 2p 20 Teken op de bijlage in het daartoe bestemde vak het schema met de twee verwerkers.

Het signaal (0 V of 5 V) van deze schakeling wordt toegevoerd aan de gate van een n-junction FET. Op de drain van deze FET is een elektromagneet aangesloten. Zie figuur 9.



De elektromagneet bedient de gasklep van de cv-ketel. De gasklep wordt geopend als de FET volledig opengestuurd wordt.

- 3p 21 Bereken hoe groot de potentiaal van de source moet zijn.

Bijlage:



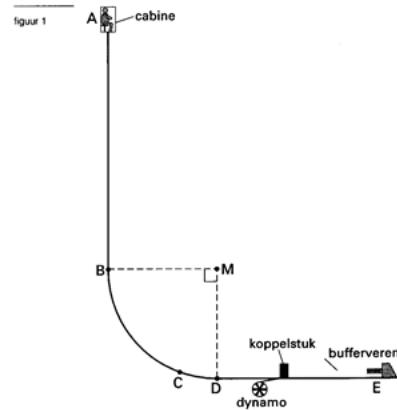
VWO 1994-2

Natuurkunde Vwo 1994-II

Opgave 1 Vrije val

Bij een attractie in een pretpark kan men ondervinden hoe een 'vrije' val voelt. Hierbij zit men in een speciale cabine die tot op een bepaalde hoogte wordt opgerakeld. Zie figuur 1. Deze figuur is niet op schaal. De cabine wordt in punt A losgelaten. Op het traject AB is de beweging op te vatten als een vrije val. Na B is de baan cirkelvormig tot punt D, met middelpunt M. Vanaf D is de baan horizontaal. Op het stuk DE komt de cabine tot stilstand.

De snelheid van de cabine in punt B is $15,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

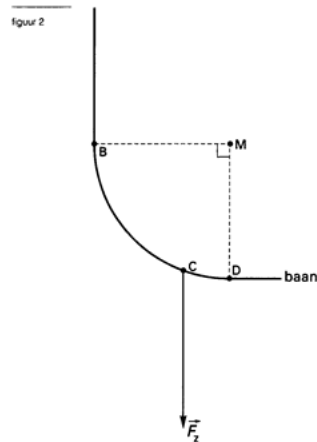


- 3p 1 Bereken de afstand waarover de inzittende gewichtsleloos valt.

Het zwaartepunt van de inzittende doorloopt op het traject BCD een kwart cirkel met een straal van $5,0 \text{ m}$. Op het stuk BCD is de wrijving niet te verwaarlozen. De

- snelheidstoename tussen B en C is $1,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. De inzittende heeft een massa van 65 kg .
- 3p 2 Bereken de grootte van de middelpuntzoekende kracht op de inzittende als de cabine punt C passeert.

In figuur 2 is een gedeelte van de baan in de buurt van de punten B en C getekend. Het zwaartepunt van de cabine met inzittende volgt deze baan. Figuur 2 is vergroot weergegeven op de bijlage. In punt C is de snelheid maximaal. In dit punt is de zwaartekracht getekend, die op de cabine met inzittende werkt. De cabine met inzittende heeft een massa van 250 kg .



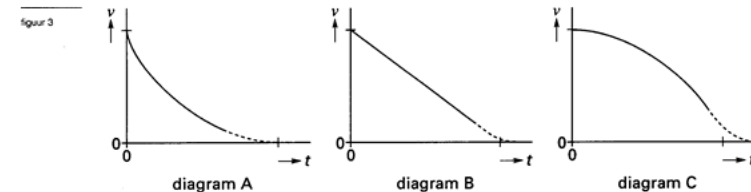
- 4p 3 Bepaal met behulp van een constructie op de bijlage de grootte van de wrijvingskracht op de cabine met inzittende in punt C.

Op het horizontale traject DE botst de cabine tegen een koppelstuk dat over de rail kan bewegen. Na de botsing blijft de cabine aan het koppelstuk vastzitten. Wrijving wordt op dit horizontale traject verwaarloosd. Aan het koppelstuk is een kabel bevestigd. De andere kant van de kabel is om de as van een dynamo gewikkeld. Zodra de kabel strak is getrokken, gaat de dynamo draaien. De opgewekte elektrische energie wordt in het pretpark gebruikt.

Het koppelstuk heeft een massa van 30 kg . De snelheid van cabine en koppelstuk onmiddellijk na de botsing is $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Het door de dynamo uitgeoefende remvermogen is dan 12 kW .

- 3p 4 Bereken de vertraging van de cabine met het koppelstuk op het eerste moment van het afremmen door de dynamo.

Men heeft de constructie zo gemaakt, dat de kinetische energie van de cabine tijdens het afremmen door de dynamo lineair met de tijd afneemt. In figuur 3 zijn drie mogelijke (v,t) -diagrammen getekend voor de afremmende cabine.

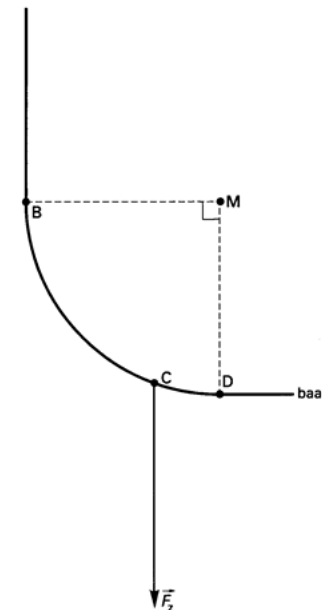


- 3p 5 Leg uit welke van de drie diagrammen A, B of C de juiste is.

Indien deze manier van afremmen mishukt, zijn als beveiliging aan het einde van de baan twee bufferveren naast elkaar aangebracht. Neem aan dat het koppelstuk met cabine en inzittende dan met een snelheid van $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ tegen deze veren botst. De veren worden dan $1,2 \text{ m}$ ingedrukt.

- 4p 6 Bereken de veerconstante van één bufferveer.

Bijlage:



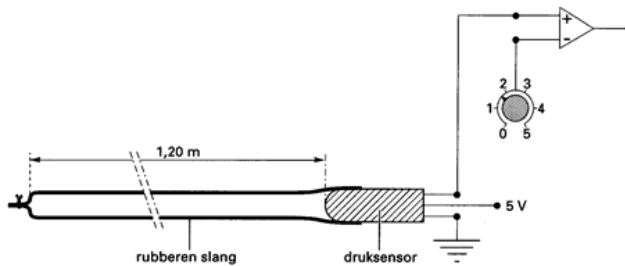
Opgave 2 Auto's tellen

Maarten woont in een klein dorp aan een drukke straat. De bewoners zijn van mening dat het grote aantal auto's dat dagelijks door deze straat rijdt, een onaangename geluidsoverlast met zich meebrengt. Daarom hebben zij een actiegroep opgericht die de plaatselijke overheid ertoe wil brengen een ringweg om het dorp aan te leggen, zodat het verkeer niet meer door de dorpskern hoeft te rijden. Om met harde gegevens te kunnen komen, wil de actiegroep het aantal auto's tellen, dat dagelijks door de straat rijdt. Maarten wil de actiegroep behulpzaam zijn door een meetinstrument te bouwen, waarmee dit mogelijk is.

Het meetinstrument bestaat uit twee onderdelen:

- een detector, die elke auto registreert;
- een verwerkingsschakeling.

figuur 4



In figuur 4 is de detector weergegeven. Deze bestaat uit een rubberen slang met een lengte van 1,20 m. De luchtdruk in de slang is $1,0 \cdot 10^5$ Pa. De slang is aan één uiteinde afgesloten. Aan het andere uiteinde bevindt zich een druksensor. Auto's rijden alleen met hun rechter wielen over de slang. Als een band van een auto de slang indrukt, neemt de druk in de slang toe. De spanning aan de uitgang van de sensor neemt dan toe. Het signaal van de sensor wordt toegevoerd aan een comparator.

Een bepaalde autoband drukt de slang in het midden volledig in over een lengte van 20 cm.

- 3p 7 Bereken de druktoename die deze autoband in de slang veroorzaakt in het geval dat de temperatuur constant zou blijven.

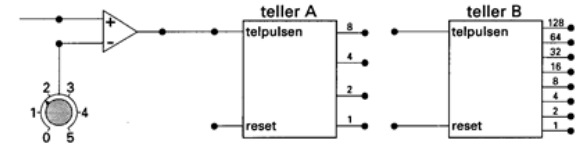
Een fietser die de slang in het midden volledig indrukt, blijkt ook te worden geteld.

Door de referentiespanning van de comparator aan te passen, kunnen bereiken dat deze fietsers niet meer worden geteld.

- 2p 8 Leg uit of de referentiespanning groter of kleiner moet worden gemaakt.

Voor de verwerking van het signaal van de comparator gebruikt Maarten onder andere een aantal tellers. We nemen aan dat elke auto twee keer een drukverandering veroorzaakt. Het signaal van de comparator wordt eerst toegevoerd aan teller A. Zie figuur 5.

figuur 5

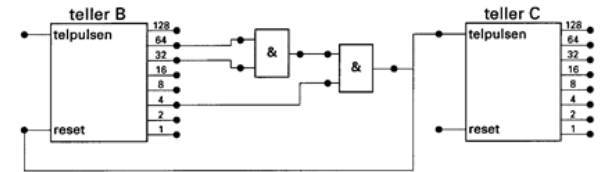


Teller A zorgt ervoor dat er per auto één puls aan teller B wordt toegevoerd. Figuur 5 staat ook op de bijlage.

- 2p 9 Voltooi in de figuur op de bijlage de schakeling zó, dat deze de gewenste werking krijgt.

In figuur 6 is te zien hoe het uitgangssignaal van teller B wordt toegevoerd aan een derde teller (teller C). Als teller C een puls telt, wordt teller B gereset.

figuur 6



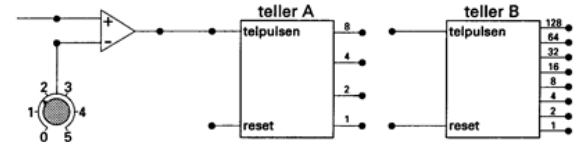
Aan het einde van een zekere dag is de stand van teller C voor het eerst binair 01010110 en staat teller B op nul.

- 3p 10 Bereken de decimale waarde van de stand van teller C en bepaal hoeveel auto's die dag zijn geteld.

Om de actiegroep in haar bezwaren tegen geluidsoverlast door het verkeer tegemoet te komen, brengt de overheid asfalt aan dat het geluidsterkteniveau vlakbij de weg reduceert met 2,5 dB.

- 4p 11 Bereken met hoeveel procent de geluidssintensiteit dan is afgenomen.

Bijlage:

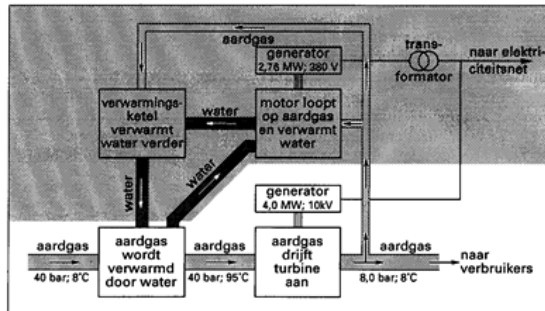


Opgave 4 Gasdistributie

Aardgas wordt onder een hoge druk bij energiebedrijven aangevoerd. Het energiebedrijf verlaagt de druk voordat het gas verder naar de verbruikers gestuurd wordt. Sommige energiebedrijven gebruiken deze drukverlaging voor de productie van elektriciteit. Het gas stroomt dan door een turbine die gekoppeld is aan een generator. Het gas koelt daarbij aanzienlijk af. Het is daarom noodzakelijk het gas eerst te verwarmen voor het door de turbine stroomt.

Zie het lichte deel van figuur 9.

figuur 9



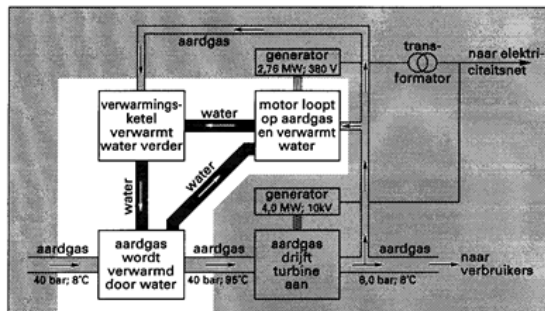
Het aangevoerde gas met een druk van 40 bar wordt verwarmd tot een temperatuur van 95 °C. Per uur stroomt er $56 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ gas onder deze condities van temperatuur en druk de turbine in. Beschouw het gas als ideaal.

- 3p 20 □ Bereken het aantal m^3 gas dat per uur de turbine verlaat onder de condities die gelden bij de uitgang van de turbine (zie figuur 9).

Een klein deel van het in druk verlaagde gas wordt gebruikt als brandstof voor een motor en een verwarmingsketel. De motor wordt met water gekoeld. Dit water stijgt daarbij in temperatuur en wordt in een verwarmingsketel verder verwarmd. Vervolgens wordt dit water gebruikt om het gas te verwarmen.

Zie het lichte deel van figuur 10.

figuur 10

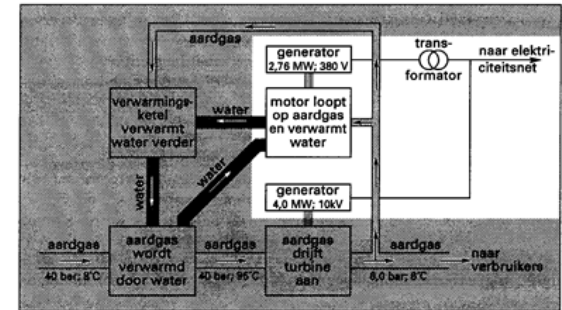


Het water staat per seconde 6,4 MJ warmte af aan het gas en daalt daarbij 35 °C in temperatuur.

- 3p 21 □ Bereken hoeveel kg water per seconde wordt rondgepompt.

De motor drijft een tweede generator aan die een vermogen levert van 2,76 MW bij een spanning van 380 V. Zie het lichte deel van figuur 11.

figuur 11



Het elektrische rendement van de motor-generatorcombinatie is 41%. Neem aan dat het aardgas in de motor volledig verbrandt.

- 2p 22 □ Bereken hoeveel warmte per seconde in deze combinatie wordt ontwikkeld.

Met behulp van een transformator wordt de spanning verhoogd tot 10 kV. Verwaarloos de energieverliezen in de transformator.

- 2p 23 □ Bereken de verhouding tussen het aantal windingen van de primaire spoel en dat van de secundaire spoel van de transformator.

Vanuit het gasbedrijf wordt de elektrische energie naar een koppelstation van het elektriciteitsnet gevoerd via koperen kabels. De kabels hebben een totale lengte van 7,0 km en een doorsnede van 200 mm^2 .

Op een zeker moment levert het gasbedrijf in totaal een elektrisch vermogen van 6,76 MW aan het elektriciteitsnet.

- 5p 24 □ Bereken hoeveel procent van dit elektrische vermogen bij het transport naar het koppelstation 'verloren' gaat.

Opgave 5 FET

Bij de vervaardiging van FET's wordt de laatste jaren in plaats van silicium als halfgeleidermateriaal steeds vaker galliumarsenide (GaAs) gebruikt.

Ongedoteerd GaAs is opgebouwd uit gelijke hoeveelheden 3-waardig gallium en 5-waardig arsen. In GaAs kan een elektron-gat-paar worden gecreëerd door straling. Hiervoor is minimaal 1,40 eV nodig.

- 4p 25 □ Bereken het golfengtegebied van de straling waarmee dit mogelijk is.

Men kan gedoteerd GaAs maken door van één van beide atoomsoorten een gedeelte te vervangen door siliciumatomen.

We beschouwen n-type halfgeleidermateriaal dat op deze wijze is gemaakt.

- 3p 26 □ Leg uit of men daarbij een gedeelte van de Ga-atomen of een gedeelte van de As-atomen heeft vervangen.

NaV 1996-2

Opgave 3 Licht uit geluid

Lees onderstaand **krantartikel** waarin opgenomen figuur 4.

krantartikel

Energie uit een kopje water en de stereotoren

Zestig jaar geleden werd ontdekt dat geluidsgolven in water lichtenergie kunnen opwekken. Sinds kort wordt er weer serieus naar gekeken.

Met een glazen kolf gevuld met honderd milliliter water kom je een heel eind. Op de buitenkant worden tegenover elkaar twee mini-luidsprekertjes geplakt die op een gewone stereotoren worden aangesloten. Deze versterkt de wisselspanning, afkomstig uit een toengenerator. Elk van de luidsprekertjes produceert een geluid van ongeveer 110 decibel.

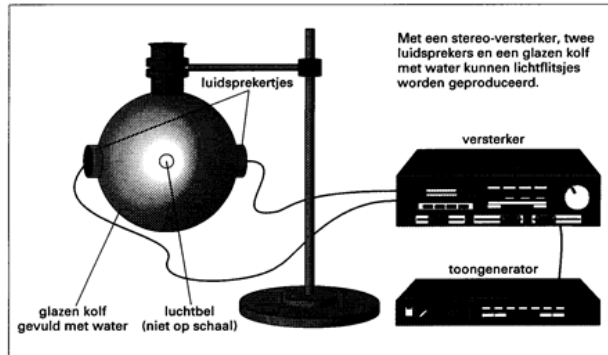
Er wordt ongeveer 25 kilohertz gebruikt. Die waarde is berekend aan de hand van de diameter van de kolf

en de snelheid waarmee geluid zich door het water voortplant. Het menselijk gehoor is weinig gevoelig voor het vereiste **hoogtonige** geluid.

Door de geluidsgolven neemt de druk in het water afwisselend toe en af. In het water zitten luchtbelletjes die uitzetten wanneer de druk in het water afneemt. Ook de luchtdruk in de belletjes neemt dan sterk af. Bij stijgende waterdruk worden de belletjes samengedrukt, waarbij energie uit de geluidsgolven wordt opgeslagen. Dat gebeurt totdat de opgeslagen energie in de vorm van een lichtflitsje vrijkomt.

Men spreekt dan van **sonoluminescentie**. De flitsjes worden met grote regelmaat uitgezonden, afhankelijk van de ingestelde geluidsfrequentie.

figuur 4



bron: De Volkskrant, 28 januari 1995

- 4p 8 De geluidsgolven gaan door de glazen wand van de kolf het water in.
Leg uit of de golflengte van het geluid in het glas kleiner is dan, groter is dan, of gelijk is aan die in het water.

De glazen kolf is bolvormig en heeft een binnendiameter van 5,8 cm. De frequentie van het geluid wordt zo gekozen, dat er in het water in de kolf een staande golf ontstaat. Langs de verbindinglijn tussen de twee luidsprekertjes ontstaan daarbij drie (druk)buiken, namelijk bij de grensvlakken tussen water en glas en in het middelpunt van de kolf. Het water heeft een temperatuur van 20 °C.

- 4p 9 Bereken de laagste frequentie van het geluid waarbij deze staande golf ontstaat.

In het **krantartikel** is sprake van een geluidssterkteniveau van 110 dB. Dat zegt niet veel, omdat niet wordt vermeld op welke afstand van het luidsprekertje dit niveau werd gemeten.

Elk van de gebruikte luidsprekertjes heeft een elektrisch vermogen van 1,2 W. Daarvan wordt slechts 0,20% omgezet in geluid, dat in alle richtingen even sterk wordt uitgezonden. Stel nu, dat de meting is verricht op een moment dat slechts één luidsprekertje van 1,2 W aanstond, en dat reflectie en absorptie van het geluid mogen worden verwaarloosd.

- 4p 10 Bereken op welke afstand van het luidsprekertje het geluidssterkteniveau dan zou zijn gemeten.

Een luchtbelletje heeft de temperatuur van het water en een druk van $1,0 \cdot 10^5$ Pa. Tijdens het uitzetten kan de diameter van een luchtbelletje 12 maal zo groot worden. De temperatuur in het belletje daalt dan met $1,5 \cdot 10^2$ °C.

- 4p 11 Bereken de druk in het luchtbelletje als het een 12 maal zo grote diameter heeft.

Tegen de buitenkant van de kolf is een lichtdetector geplakt. De detector is aangesloten op een computer die de metingen analyseert.

Uit de resultaten blijkt dat de detector bij elk lichtflitsje $6,8 \cdot 10^4$ fotonen heeft binnengekregen. De energie die de detector bij elk flitsje bereikt, is $3,3 \cdot 10^{-14}$ J. Neem aan dat het uitgezonden licht monochromatisch is.

- 5p 12 Bereken de golflengte van het uitgezonden licht in lucht.

De dikte van de wand van de kolf is 3,0 mm. De detector heeft een ontvangoppervlakte van 1,2 cm². Van het licht dat op het ontvangoppervlak van de detector is gericht, wordt 15% niet geregistreerd als gevolg van reflectie en absorptie.

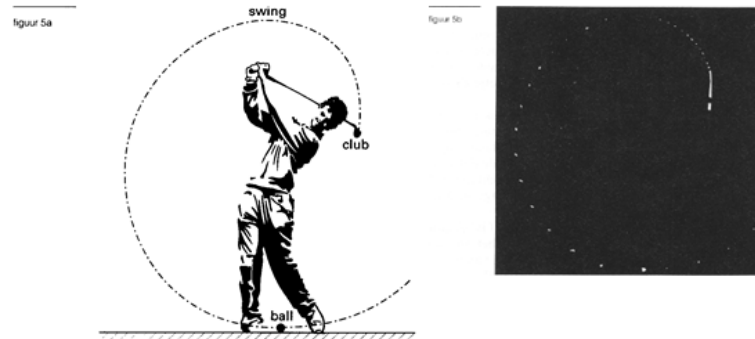
- 5p 13 Bereken hoeveel fotonen de lichtbel per flitsje uitzendt.

NaV 1996-2

Opgave 4 Golf

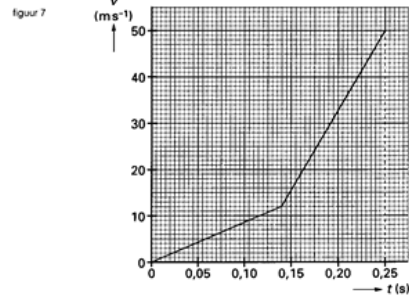
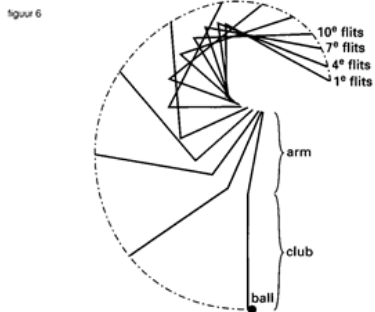
Het golfspel is zeker al enkele honderden jaren oud. Bij het golfspel wordt met een slagbeweging (de 'swing') van de slagstok (de 'club') een bal (de 'ball') weggeslagen. Zie figuur 5a.

Om de swing te kunnen analyseren is deze gefotografeerd onder stroboscopische belichting. Zie figuur 5b.



In deze opgave wordt uitgegaan van een vereenvoudigde benadering van de werkelijkheid. Figuur 6 is een schematische weergave van de foto waarbij de houding van arm en club tijdens de eerste, vierde, zevende, tiende, ... flits is getekend, tot aan het punt waar de club de ball raakt.

De informatie van de foto is verwerkt in een diagram waarin de snelheid van het zwaaiende uiteinde van de club is uitgezet tegen de tijd vanaf de eerste flits ($t = 0$) tot het moment waarop de ball geraakt wordt. Zie figuur 7.



3p 14 Bepaal de flitsfrequentie van de stroboscoop.

3p 15 Bepaal de lengte van de weg die het uiteinde van de club aflegt totdat hij de ball raakt.

Het rendement van de swing wordt gedefinieerd als de bewegingsenergie van de ball na de slag gedeeld door de bewegingsenergie van het uiteinde van de club vlak voor het contact met de ball. De massa van het uiteinde van de club is 450 g en de massa van de ball is 85 g. De snelheid van de ball bij het loskomen was 63 m/s¹.

3p 16 Bereken het rendement van de swing.

Bij de botsing tussen het uiteinde van de club en de ball blijft de impuls behouden, maar wordt een deel van de kinetische energie omgezet in warmte.

4p 17 Bereken hoeveel energie er bij de botsing in warmte wordt omgezet.

De ball ondervindt op weg naar een holte in de grond (de 'hole') een luchtweerstandskracht F_w , die evenredig is met het kwadraat van zijn snelheid. Voor deze ball is de evenredigheidsconstante k gelijk aan $1,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg m}^{-1}$.

De baan van de ball wordt gesimuleerd met het volgende rekenkundige model, dat nog niet volledig juist is:

model

MODEL	STARTWAARDEN
$\left. \begin{aligned} dx &= v_x \cdot dt \\ x &= x + dx \\ dy &= v_y \cdot dt \\ y &= y + dy \end{aligned} \right\} \text{blok A}$	$x = 0$ m $y = 0$ m $v = 63$ m/s $\alpha = 25$ graden $k = 0,0018$ kg/m $m = 0,085$ kg $g = 9,81$ m/s ² $dt = 0,005$ s $t = 0$ s
$\left. \begin{aligned} a_x &= \dots \\ a_y &= -g + F_{wy}/m \\ dv_x &= a_x \cdot dt \\ v_x &= v_x + dv_x \\ dv_y &= a_y \cdot dt \\ v_y &= v_y + dv_y \\ t &= t + dt \end{aligned} \right\} \text{blok B}$	$\text{Startwaarden } v_x \text{ en } v_y:$ $v_x = v \cdot \cos \alpha$ $v_y = v \cdot \sin \alpha$
$\left. \begin{aligned} \alpha &= \arctan(v_y/v_x) \\ v &= \dots \\ F_w &= -k \cdot v \cdot v \\ F_{wx} &= F_w \cdot \cos \alpha \\ F_{wy} &= F_w \cdot \sin \alpha \end{aligned} \right\} \text{blok C}$	

OPMERKING: $\arctan = \tan^{-1} = \text{invtan}$

model

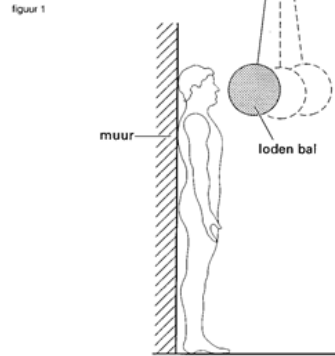
MODEL	STARTWAARDEN
$\left. \begin{aligned} dx &= v_x \cdot dt \\ x &= x + dx \\ dy &= v_y \cdot dt \\ y &= y + dy \end{aligned} \right\} \text{blok A}$	$x = 0$ m $y = 0$ m $v = 63$ m/s $\alpha = 25$ graden $k = 0,0018$ kg/m $m = 0,085$ kg $g = 9,81$ m/s ² $dt = 0,005$ s $t = 0$ s
$\left. \begin{aligned} a_x &= \dots \\ a_y &= -g + F_{wy}/m \\ dv_x &= a_x \cdot dt \\ v_x &= v_x + dv_x \\ dv_y &= a_y \cdot dt \\ v_y &= v_y + dv_y \\ t &= t + dt \end{aligned} \right\} \text{blok B}$	$\text{Startwaarden } v_x \text{ en } v_y:$ $v_x = v \cdot \cos \alpha$ $v_y = v \cdot \sin \alpha$
$\left. \begin{aligned} \alpha &= \arctan(v_y/v_x) \\ v &= \dots \end{aligned} \right\}$	

NaV 1998-1

Natuurkunde Vwo 1998-I

Opgave 1 Collegedemonstratie

Professor Schrödinger voerde in een van zijn natuurkundedeclages een demonstratie uit, waarmee hij zijn rotsvast vertrouwen in de wetten van de natuurkunde tot uitdrukking wilde brengen. Daarbij maakte hij gebruik van een slinger, bestaande uit een massieve, loden bol aan een touw. De loden bol had een massa van 120 kg. Hij trok de slinger uit zijn evenwichtsstand, ging met zijn rug tegen de muur staan en hield de bol tegen het puntje van zijn neus. Vervolgens liet hij de bol vrij slingeren en bleef hij zelf zo stil mogelijk staan. Zie figuur 1. De periode van de slinger bleek 6,10 s te zijn. De straal van de bol is 13,6 cm.



- 3p 1 Toon aan dat de bol massief is.
- 3p 2 Bereken de lengte van het touw vanaf het bevestigingspunt aan het plafond tot aan het bevestigingspunt aan de bol.

Professor Schrödinger is niet zo dapper als het lijkt. Hij had de slingering vóór de demonstratie uitvoerig laten doormeten. Daarbij werd het zwaartepunt van de bol 1,52 m horizontaal uit de evenwichtsstand gebracht, even ver als bij de collegedemonstratie zou moeten gaan gebeuren. Bij de eerste doorgang door de evenwichtsstand bleek de bol een snelheid te hebben van 1,54 ms⁻¹.

- 3p 3 Bereken hoeveel deze snelheid lager is dan bij een ongedempte harmonische beweging met een amplitudo van 1,52 m.

Uit de test bleek dat de amplitudo als volgt afhangt van de tijd:

$$r(t) = r(0) \cdot e^{-\alpha t}$$
$$\dot{r}(t) = r(0) \cdot e^{-\alpha t}$$

Hierin is:

- $r(t)$ de amplitudo als functie van de tijd;
- $r(0)$ de beginamplitudo, gelijk aan 1,52 m;
- α de dempingsconstante, gelijk aan $3,1 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$.

- 4p 4 Bereken hoe ver de professor maximaal van de muur naar voren kan komen zonder dat de bol na één periode zijn neus raakt.

In de nacht vóór het college-experiment was de professor wakker geworden uit een nare droom, waarin de bol hard tegen zijn neus was gebotst. De oorzaak hiervan was dat de bol door de luchtfrictie warm geworden was, daardoor was gaan uitzetten en zo kans had gezien zijn neus te raken.

De professor was meteen uit bed gestapt en aan het rekenen geslagen. De diameter van de bol neemt 7,9 μm toe per graad temperatuurstijging.

- 4p 5 Bereken hoeveel de diameter van de bol toeneemt tussen het moment dat hij voor de eerste keer door de evenwichtsstand gaat en het moment dat hij uitgeslingerd is. Ga er daarbij van uit dat alle kinetische energie wordt omgezet in inwendige energie van de bol.

Opgave 2 Optimate

Een optimate is een pincet met een ingebouwd lensje. Zie de figuren 2a en 2b. Figuur 2b geeft een schematische doorsnede van de optimate weer.

figuur 2a



figuur 2b



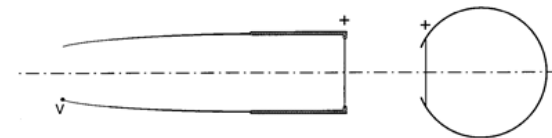
Het apparaatje is zo geconstrueerd dat een gebruiker een voorwerpje bij de pincetpunten met een ongecommodeerd oog kan bekijken.

In een horlogemakers worden optimates verstrekt aan alle medewerkers die zich met kleine onderdelen van horloges moeten bezighouden. Een jonge medewerker probeert de optimate even uit, maar kan de kleine onderdelen zonder optimate even gedetailleerd zien.

- 2p 6 Geef een reden waarom het voor deze medewerker tóch zinvol is de optimate bij zijn werk te gebruiken.

In figuur 3 is nogmaals een doorsnede van de optimate weergegeven, maar nu in combinatie met het oog van een waarnemer. De lenzen van het oog en van de optimate zijn hierin schematisch weergegeven.

figuur 3



De ooglenzen bevindt zich in ongeacommodeerde toestand. Figuur 3 is vergroot op de bijlage weergegeven. Daarin is een lichtstraal getekend vanuit V tot de ooglenzen.

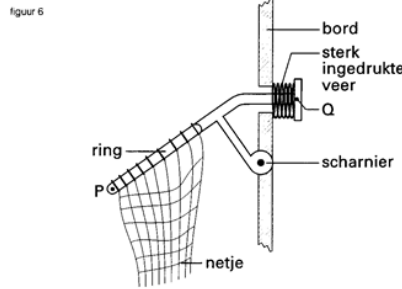
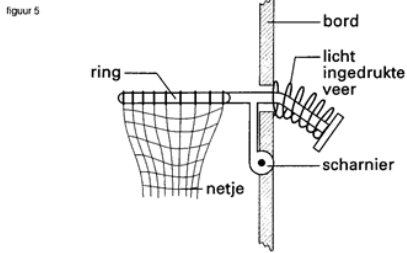
- 4p 7 Construeer en arceer in de figuur op de bijlage de volledige lichtbundel die vanaf punt V op het netvlies van het oog valt.

De kwaliteit van het lensje blijkt tegen te vallen. Zo worden de verschillende kleuren van een witte lichtbundel verschillend gebroken. Dit verschijnsel heet chromatische aberratie. Het wordt

Opgave 3 Basketbal

Bij basketbal is de basket (een ring met een netje) bevestigd aan een bord. Als een speler de ring raakt of er aan gaat hangen, kan schade aan het bord ontstaan. Om de kans op schade te verminderen, maakt men gebruik van een zogenaamde klpring. Deze ring is scharnierend aan het bord bevestigd en wordt door een licht ingedrukte veer in horizontale stand gehouden. Zie figuur 5.

Als een speler aan de ring hangt, ziet de situatie eruit als in figuur 6. Het midden van het scharnier treedt op als draaipunt van de klpring. De kracht \vec{F}_B van de basketballer op de ring grijpt aan in punt P. Deze kracht is gelijk aan de zwaartekracht op de basketballer. Behalve \vec{F}_B werkt er een veerkracht \vec{F}_V op de klpring in punt Q. Deze kracht is horizontaal naar rechts gericht.

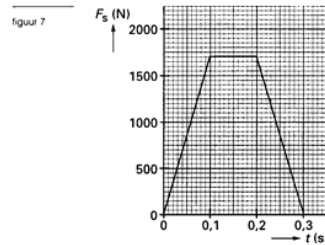


De vragen 9 en 10 {de volgende twee vragen} gaan over de mechanica van de basket en de basketballer

5p 9 Figuur 6 is vergroot op de bijlage weergegeven. Deze figuur is op schaal getekend. Bepaal de grootte van \vec{F}_V als een speler van 90 kg aan de ring hangt. Schets daartoe \vec{F}_B en \vec{F}_V in de figuur op de bijlage en teken hun armen ten opzichte van het draaipunt. Verwaarloos de massa van de ring zelf. Geef de uitkomst in twee significante cijfers.

Er zijn spelers die zó hoog kunnen springen, dat ze de bal van bovenaf door de ring kunnen drukken ('dunken'). Van een speler van 90 kg is de sprongkracht \vec{F}_S , die hij in verticale richting op de grond uitoefent, gemeten als functie van de tijd. De sprongkracht is de extra kracht die een speler op de grond uitoefent bij het omhoog springen. Het resultaat van de meting is in figuur 7 vereenvoudigd weergegeven. Op $t = 0,30$ s kwam de speler los van de grond.

5p 10 Bereken de hoogteverandering van het zwaartepunt van de speler vanaf $t = 0,30$ s totdat hij het hoogste punt bereikt. Bepaal daartoe eerst de verticale snelheid op $t = 0,30$ s met behulp van figuur 7. Verwaarloos de luchtweerstand.



De vragen 11 tot en met 14 {de volgende drie vragen} gaan over de baan van de basketbal

Een andere speler schiet van afstand de bal door de ring. De baan die de bal maakt is opgemeten en weergegeven in figuur 8 als grafiek a.

Het blijkt dat de luchtweerstand invloed heeft gehad op deze baan. Voor de grootte van de luchtwrijvingskracht \vec{F}_{wv} op de bal geldt:

$$\vec{F}_{wv} = k v^2$$

Hierin is:

- k een constante;
- v de snelheid van de bal.

3p 11 Druk de eenheid van k uit in grondeenheden van het S.I. Zie daarvoor tabel 3A van het informatieboek BINAS.

Een basketbal heeft een massa van 600 g. De baan die de bal maakt vanaf het moment dat hij losgelaten wordt tot aan de ring kun je simuleren door een rekenkundig model te maken. In het model is rekening gehouden met de luchtweerstand op de bal. Het model met startwaarden staat hieronder weergegeven, waarbij één regel niet volledig is uitgeschreven. Het volledige model berekent de baan van de bal en geeft die in een grafiek weer. De grafiek die dan ontstaat bij de gegeven startwaarden is in figuur 8 weergegeven als grafiek b.

MODEL	STARTWAARDEN
$F_z = mg$	$v = 8,0$ (m/s)
$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$	$\alpha = \pi/3$ (rad)
$\alpha = \arctan(v_y/v_x)$	$v_x = v \cos(\alpha)$ (m/s)
$F_w = kv^2$	$v_y = v \sin(\alpha)$ (m/s)
$F_{w,x} = -F_w \cos(\alpha)$	$x = 0$ (m)
$F_{w,y} = -F_w \sin(\alpha)$	$y = 2,5$ (m)
$a_x = F_{w,x}/m$	$dt = 0,02$ (s)
$a_y = \dots$	$t = 0$ (s)
$t = t + dt$	$k = 0,025$ (S.I.-eenheden)
$v_x = v_x + a_x dt$	$g = -9,81$ (m/s ²)
$v_y = v_y + a_y dt$	$m = 0,6$ (kg)
$x = x + v_x dt$	
$y = y + v_y dt$	

$$\arctan = \tan^{-1} = \text{invtan}$$

Nav 1998-1

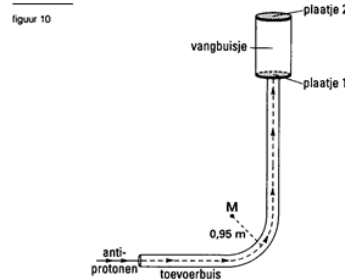
Opgave 5 Antiprotonen vangen

- 2p 21 Een proton bestaat uit quarks van generatie I. Zie tabel 26A van het informatieboek BINAS. Geef de quark-samenstelling van een proton.

Een antiproton is het antideeltje van het proton. Het heeft dezelfde massa maar een tegengestelde lading.

Nadat antiprotonen zijn ontstaan, kunnen ze direct gebruikt worden voor experimenten, maar ze kunnen ook worden opgeslagen in een zogenaamde "antiprotonenvanger". Een deel van een antiprotonenvanger is te zien in figuur 10. Door een toevoerbuys bewegen antiprotonen met een snelheid van $2,9 \cdot 10^7 \text{ ms}^{-1}$.

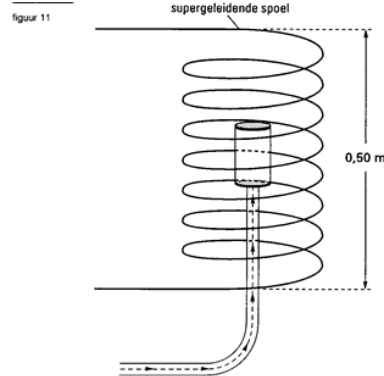
Op hun weg naar het vangbuisje worden ze door een magneetveld afgebogen. Ze beschrijven dan een kwartcirkel met een straal van $0,95 \text{ m}$.



- 3p 22 Bereken de grootte van de magnetische inductie die daarvoor nodig is.

Het vangbuisje is gemaakt van koper en bestaat uit een cilindervormige wand, een bodem (plaatje 1) en een deksel (plaatje 2). Deze plaatjes zijn door een isolerende laag van de cilinderwand gescheiden. Een deel van de antiprotonen gaat dwars door plaatje 1 het vangbuisje binnen en wordt daar 'gevangen'. Onder 'vangen' wordt hier verstaan dat ze door de krachtwerking van zowel een magneetveld als een elektrisch veld binnen het vangbuisje worden gehouden. Ze mogen daarbij de wanden van het vangbuisje niet meer raken, omdat er dan een grote kans bestaat dat ze met de protonen van het koper annihileren.

Het magneetveld wordt opgewekt door een grote, supergeleidende spoel, die om het vangbuisje is aangebracht. Zie de schematische weergave in figuur 11. Deze spoel heeft een lengte van $0,50 \text{ m}$ en heeft 30.000 windingen. Binnen de spoel heerst een magneetveld van $2,8 \text{ T}$.



- 3p 23 Bereken de stroomsterkte in de spoel.

Het elektrische veld wordt opgewekt door de plaatjes van het vangbuisje op een bepaalde potentiaal te brengen. Plaatje 2 staat steeds op een potentiaal van $-3,0 \text{ kV}$, terwijl de cilinderwand steeds geaard is. Plaatje 1 heeft eerst nog een potentiaal van 0 V .

Een antiproton dat plaatje 1 passeert, verliest daarbij een deel van zijn kinetische energie.

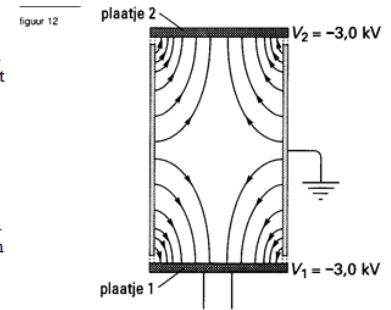
- 3p 24 Bereken welk percentage van zijn oorspronkelijke energie dit antiproton na het passeren van plaatje 1 nog maximaal over mag hebben, opdat het (door het elektrische veld in het vangbuisje) plaatje 2 niet kan bereiken.

Op een bepaald ogenblik wordt de potentiaal van plaatje 1 ook op $-3,0 \text{ kV}$ gebracht. In figuur 12 is getekend hoe de elektrische veldlijnen dan lopen. In figuur 13 is door middel van drie veldlijnen het elektrische veld vlak bij plaatje 2 weergegeven.

Het elektrische veld is daar homogeen. Ook is de richting van het magneetveld a getekend. De magnetische inductie is daar $2,8 \text{ T}$.

Op een gegeven moment beweegt een antiproton met een snelheid van $6,2 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-1}$ in een richting loodrecht op het vlak van tekening, het papier uit. De bijbehorende snelheidsvector \vec{v} is aangegeven door middel van een klein cirkeltje met een punt erin.

Voor dit antiproton blijken de grootte van de lorentzkracht en van de elektrische kracht aan elkaar gelijk te zijn.

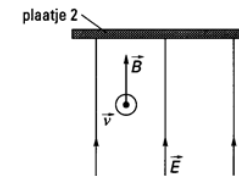


- 3p 25 Bereken de grootte van de elektrische veldsterkte vlak bij plaatje 2.

Figuur 13 staat ook op de bijlage.

- 5p 26 Bereken de resulterende kracht op het antiproton. Teken daartoe eerst op de bijlage de elektrische kracht en de lorentzkracht op het antiproton.

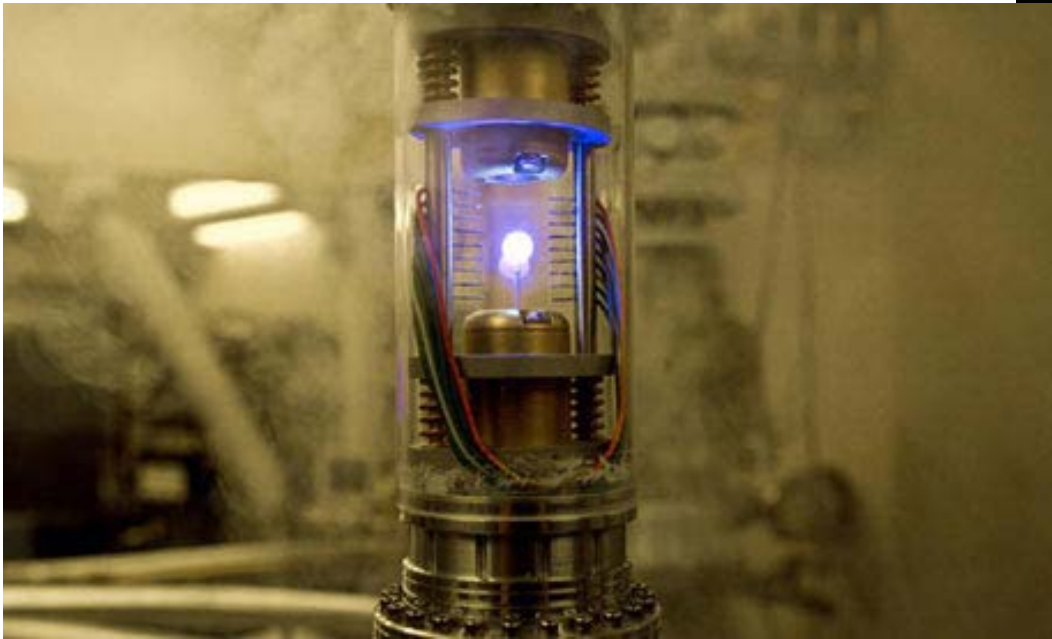
Bijlage:



Einde

Angels and Demons

Bernini mysterie
2003 2009

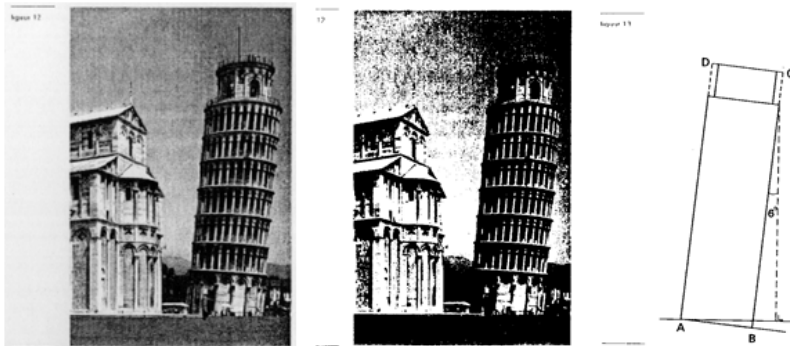


NaH 1991-2

Opgave 7 De toren van Pisa

In 1174 begon bouwmeester Bonanno Pisano met de bouw van zijn beroemde toren. Reeds tijdens de werkzaamheden begon het bouwwerk enigszins te hellen. Om die reden onderbrak men de bouw, maar 90 jaar later werd de toren toch afgebouwd. Eeuw na eeuw kwam de toren schever te staan en de verzakking gaat ook nu nog steeds door. De hellingshoek bedraagt momenteel 6° . Figuur 12 is een foto die genomen werd vanuit een positie waarbij deze hellingshoek zichtbaar is.

In figuur 13 is de toren schetsmatig weergegeven op schaal 1 : 720.



De toren mag opgevat worden als een grote cilinder met er bovenop een kleinere cilinder.

Voor het volume V van een cilinder met hoogte h en straal r geldt: $V = \pi r^2 h$.

- 20 Bereken het volume van de toren.

Alle delen van de toren zijn opgetrokken uit graniet en marmer. We nemen aan dat elke kubieke meter van de toren voor de ene helft uit deze gesteenten bestaat en voor de andere helft uit lucht.

- 21 Bereken de totale massa van de toren.

Teneinde voorspellingen te kunnen doen over het risico van omvallen, zal men eerst de juiste plaats van het zwaartepunt van de toren moeten weten.

Bij de bepaling van het zwaartepunt nemen we voorlopig aan dat de top van de toren net zo breed is als de rest van de toren. Figuur 13 is ook op de bijlage weergegeven.

- 22 Bepaal in de figuur op de bijlage de plaats van het zwaartepunt van de dwarsdoorsnede ABCD van de toren en geef dat punt aan met de letter Z.

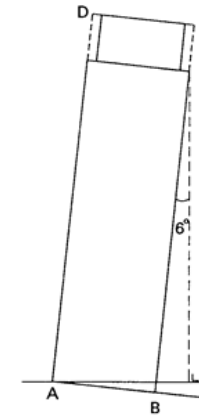
- 23 Beredeneer of het zwaartepunt hoger dan wel lager zal liggen als men *niet* aanneemt dat de top van de toren even breed is als de rest van de toren.

Als men aanneemt dat de constructie van het bouwwerk in zijn geheel sterk genoeg is, behoeft men op korte termijn nog niet te vrezen voor het omvallen van de toren.

- 24 Leg uit met het begrip "moment" waarom er nog geen gevaar voor omvallen bestaat. Gebruik daarbij de figuur op de bijlage. Neem daarbij aan dat B het draaipunt is.

Bijlage:

Vragen 22 en 24



Opgave 8 Jodiumtabletten

Op 25 april 1986 vond een ernstig ongeuk plaats in de kerncentrale bij de Russische stad Tsjemobyl. Door brand en ontploffingen kwam veel radioactief materiaal in de lucht terecht. De in de lucht vrijkomende stoffen bevatten veel ^{131}I . De kern van het joodatoom ^{131}I is instabiel. Jood wordt in de volksmond meestal "jodium" genoemd.

- 25 Geef de reactievergelijking van het verval van ^{131}I .

Overal in Europa is vlak na het ongeuk door mensen en dieren met jood besmette lucht in meer of mindere mate ingeademd.

Jood wordt bij het inademen door het lichaam opgenomen en komt grotendeels in de schildklier terecht. Als iemand lucht inademt die met ^{131}I besmet is, zal dit radioactieve jood een bijdrage (gaan) leveren aan het door de schildklier opgenomen dosisequivalent.

Veronderstel dat die lucht per ml een activiteit van $1,0 \text{ Bq}$ heeft. En veronderstel dat deze lucht gedurende één dag wordt ingeademd. Het dosisequivalent dat daardoor uiteindelijk in de schildklier zal zijn opgenomen, is in tabel 1 gegeven.

tabel 1	
	dosisequivalent in μsv
volwassene	5,9
10-jarig kind	8,3

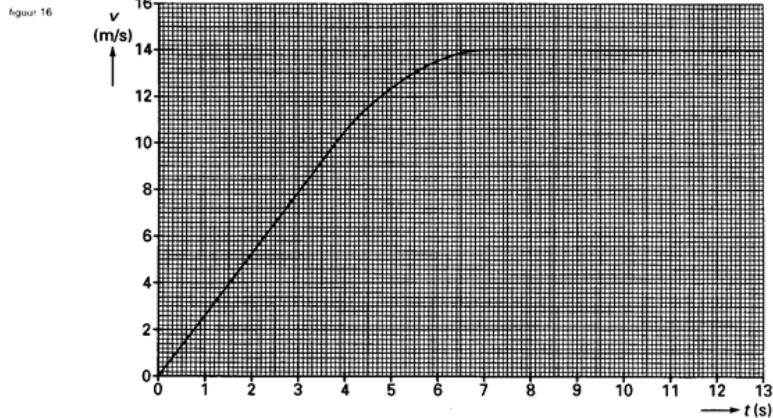
Gegevens uit „Straling en radioactiviteit”, Radiologisch Instituut TNO 1986.

Op 2 en 3 mei 1986 bedroeg de gemiddelde activiteit van ^{131}I per m^3 lucht boven Noord-Nederland 12 Bq .

NaH 1992-2

Opgave 8 Schaatsen

De topsnelheid van een goede schaatser ligt tussen 14 m/s en 15 m/s. Om de 500 m sprint zo snel mogelijk af te leggen, is het belangrijk dat de schaatser in zo kort mogelijke tijd zijn topsnelheid haalt. In figuur 16 is een (v,t) -diagram van het begin van een 500 m rit getekend.



Om te beginnen onderzoeken we de beweging in de eerste drie seconden. De massa van de schaatser is 82 kg. De tegenwerkende wrijvingskrachten in deze periode worden verwaarloosd.

3p 24 Bepaal de minimale kracht die de schaatser in voorwaartse richting moet ontwikkelen voor zijn versnelling in de eerste 3,0 s.

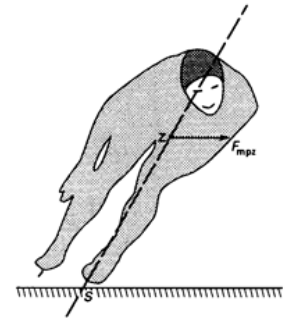
4p 25 Bepaal het gemiddelde vermogen dat de schaatser moet ontwikkelen in de eerste 3,0 s.

Na 7,0 s heeft de schaatser zijn topsnelheid bereikt. Neem aan, dat hij de rest van de race deze snelheid aan kan houden.

5p 26 Bepaal de eindtijd van deze schaatser op de 500 m.

In de laatste bocht gaat de schaatser zijn tegenstander voorbij. Deze tegenstander heeft een massa van 76 kg en rijdt in de buitenbocht. Het ijs oefent hierbij op de tegenstander een kracht uit die werkt langs de lijn SZ. Zie figuur 17.

figuur 17



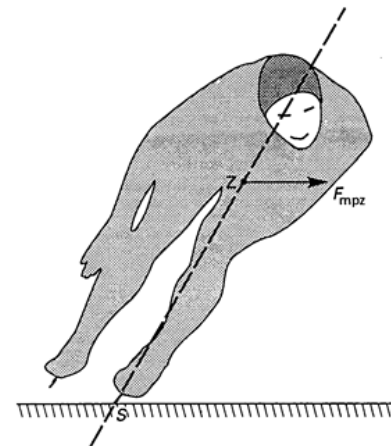
Z is het zwaartepunt van deze schaatser. Dit zwaartepunt beschrijft een bocht met een straal van 32 m. In de figuur is de situatie schematisch weergegeven en is de middelpuntzoekende kracht F_{mpz} op de schaatser aangegeven. Deze kracht is tevens de resulterende kracht op de schaatser. Figuur 17 staat vergroot afgebeeld op de bijlage.

4p 27 Construeer in de figuur op de bijlage de krachten die tot de resultante F_{mpz} leiden.

De middelpuntzoekende kracht bedraagt 430 N.

3p 28 Bereken de snelheid waarmee deze schaatser door de buitenbocht gaat.

Bijlage:



Einde.

NaH 1993-2

Natuurkunde Havo 1993-II.

Opgave 1 Vreugdevuur

In de Volkskrant van 7 maart 1991 stond het volgende artikelje naar aanleiding van het einde van de Golfoorlog. Lees dit en beantwoord daarna de vragen.

krante-artikel

Vreugdevuur is gevaarlijk

Het moet een uiting van vreugde zijn, maar in feite is het levensgevaarlijk: een machinegeweer in de lucht leegschieten. Koewietse militairen en verzetslieden gaven zich er na de herovering van hun land veeluldig aan over om hun blijdschap te tonen over de overwinning op de Irakezen. Het magazijn van een gemiddeld machinegeweer bevat dertig patronen, die in drie seconden kunnen worden verschoten. Wanneer de kogels min of meer recht omhoog worden geschoten, bereiken ze een hoogte van zo'n drie kilometer. Daarna vallen ze

terug naar het aardoppervlak. Vlak voordat de kogels de grond raken hebben ze een snelheid van honderd meter per seconde. Ze hebben dan niet meer de vernietigende werking die ze hebben direct nadat ze zijn afgevuurd. Maar de schade die ze kunnen veroorzaken, komt nog overeen met die van een flinke kiezelsteen die van een flatgebouw wordt gegooid.

Uit de tekst blijkt dat een kogel ongeveer drie kilometer hoog komt.

- 3p 1 Bereken met welke snelheid de kogel de grond zou bereiken als deze van een hoogte van 3,0 km zou vallen en daarbij geen luchtweerstand zou ondervinden.

Volgens het artikel mogen we veronderstellen dat een kogel die in lucht vanaf 3,0 km hoogte valt, de grond bereikt met een snelheid van 100 m/s.

Een kogel heeft een massa van 25 g.

- 3p 2 Bereken hoeveel energie er tijdens de val is omgezet in warmte.

Eén van de kogels treft met een snelheid van 100 m/s een blok hout dat op de grond ligt, en dringt daarin 4,5 cm door.

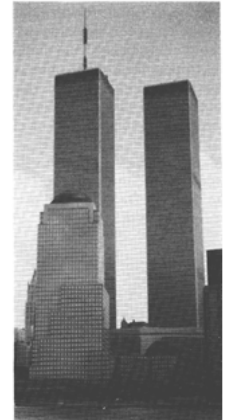
- 3p 3 Bereken de gemiddelde kracht die het hout op de kogel heeft uitgeoefend tijdens het afremmen.

Opgave 2 WTC-lift

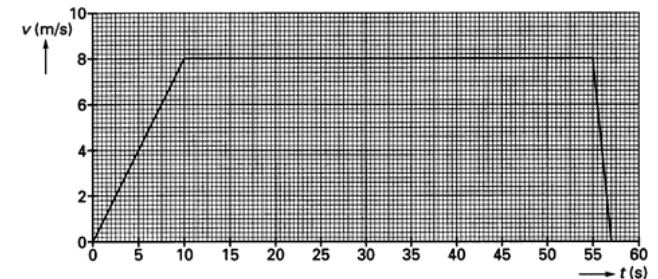
Bezoekers van het World Trade Centre (WTC) in New York (zie figuur 1) kunnen vanaf een 430 m hoog platform van het uitzicht over de stad genieten. Men bereikt de honderdste verdieping per lift, daarna gaat men met een roltrap verder. De liften bereiken snelheden van bijna 30 km/uur en doen ongeveer één minuut over de klim. Op een zeker ogenblik, $t = 0$, vertrekt een lift vanaf de begane grond.

Het verloop van de snelheid is als functie van de tijd vereenvoudigd weergegeven in figuur 2.

figuur 1



figuur 2



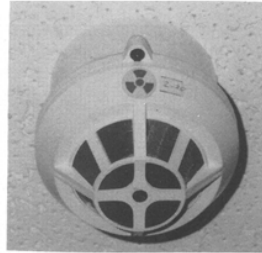
- 2p 4 Bepaal de versnelling van de lift direct na het vertrek.
- 3p 5 Bepaal met behulp van figuur 2 de hoogte van de honderdste verdieping boven de begane grond.
- De lift met passagiers heeft een massa van 3900 kg en wordt met behulp van een kabel omhoog getrokken. Wrijvingskrachten op de lift worden verwaarloosd.
- 3p 6 Bepaal het vermogen dat nodig is voor het omhoog brengen van de lift in de periode dat deze eenparig beweegt.
- 4p 7 Bepaal de spankracht in de liftkabel op tijdstip $t = 56$ s.

NaH 1994-2

Opgave 6 Rookmelder

Een rookmelder is een apparaat dat een signaal geeft (meestal een geluidssignaal) wanneer er teveel rook in een ruimte is. In de hier beschreven rookmelder (zie figuur 13) wordt gebruik gemaakt van de radioactieve bron Americium-241. Het isotoop ^{241}Am verkrijgt men door een plutoniumkern te beschieten met een neutron. De plutonium-kern neemt dit neutron op. Daarbij ontstaat ook nog een β^- -deeltje.

figuur 13



- 2p 17 Bepaal het massagetal van de gebruikte plutonium-isotoop.

Het isotoop ^{241}Am is niet stabiel. Het vervalt en zendt hierbij een α -deeltje uit.

- 3p 18 Geef de reactievergelijking van dit α -verval.

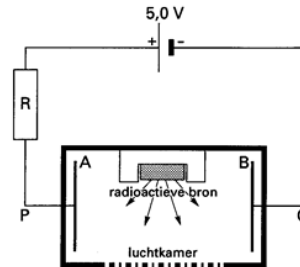
Bij aankoop van deze rookmelder is de activiteit van de americiumbron 35 kBq .

- 2p 19 Leg uit dat de activiteit van deze bron na één jaar nog steeds nagenoeg 35 kBq is.

- 4p 20 Bereken de massa van het americium dat na één jaar vervallen is.

In figuur 14 is de doorsnede van de rookmelder vereenvoudigd weergegeven.

figuur 14

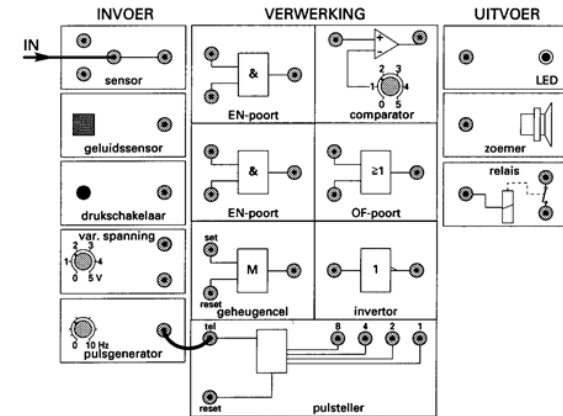


Deze α -deeltjes ioniseren de molekulen in de luchtkamer. Er loopt dan een elektrische stroom tussen de platen A en B. Hierbij zorgen zowel elektronen als ionen voor het ladingstransport. Als er rook in de luchtkamer komt, zullen de rookdeeltjes zich aan de ionen hechten. Hierdoor blijkt de stroomsterkte af te nemen.

- 3p 21 Beredeneer dat de spanning tussen P en Q daardoor toeneemt.

Punt Q wordt geaard. De spanning van P gebruiken we als ingangssignaal op een systeembord. Zie figuur 15.

figuur 15



Deze spanning wordt groter naarmate er meer rook in de luchtkamer komt. De zoemer op het systeembord moet geluid gaan geven als de spanning tussen P en Q boven een bepaalde waarde komt. Het geluid mag daarna niet meer ophouden, óók niet als de rook verdwenen is. Figuur 15 staat ook op de bijlage.

De functies van de geheugencel en van de teller worden geactiveerd door een hoog ingangssignaal.

- 3p 22 Teken in de figuur op de bijlage de verbindinglijnen zó, dat er een systeem ontstaat dat aan de gestelde eisen voldoet.

Dit systeem blijkt vaak vals alarm te geven. Daarom stellen we als extra eis, dat de zoemer pas geluid gaat geven als er gedurende vier seconden zonder onderbreking rook geconstateerd is. De pulsgenerator is verbonden met de ingang 'tel' van de pulsteller die de afgegeven pulsen telt. De pulsgenerator staat ingesteld op 2 Hz. Figuur 15 is nogmaals op de bijlage afgedrukt.

- 4p 23 Teken in deze nieuwe figuur op de bijlage de verbindinglijnen zó, dat ook aan deze eis voldaan wordt.

NaH 1995-1

Natuurkunde Havo 1995-I

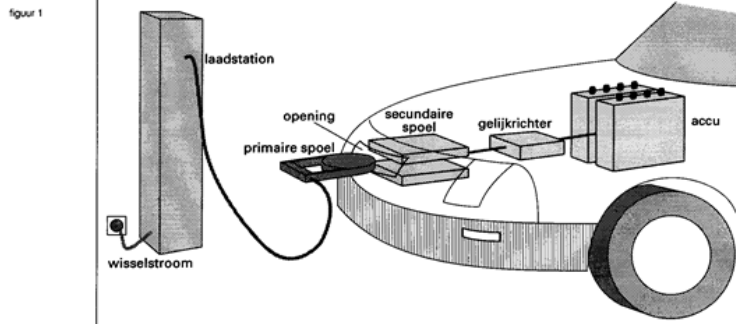
Opgave 1 Elektro-auto

Bij elektro-auto's zijn accu's de energiebronnen. Accu's moeten regelmatig worden opgeladen. De lange laadtijd is daarbij een probleem. Door een grote stroomsterkte te gebruiken, kan de laadtijd verkort worden. Grote stroomsterktes stellen echter hoge eisen aan stekkers.

Door een stekker met een weerstand van $0,048 \Omega$ gaat een laadstroom van 50 A .

2p 1 Bereken het vermogen dat in de stekker wordt omgezet in warmte.

Er is een methode om een accu op te laden via een transformator, waarbij geen stekkers nodig zijn. Grote stroomsterktes vormen dan geen probleem meer. Zie figuur 1.



Bij het nieuwe Amerikaanse laadsysteem steekt de auto bezitter voor het opladen de primaire spoel in de daarvoor bestemde opening van zijn elektro-auto. De primaire spoel draagt energie over aan de secundaire spoel. De stroom in het secundaire circuit wordt vervolgens gelijkgericht en aan de accu toegevoerd.

De primaire spoel wordt aangesloten op een wisselspanning met een effectieve waarde van 230 V . De effectieve waarde van de primaire laadstroom is 30 A . De effectieve waarde van de spanning over de secundaire spoel van de transformator is 24 V .

3p 2 Bereken de effectieve stroomsterkte in de secundaire spoel van de transformator.

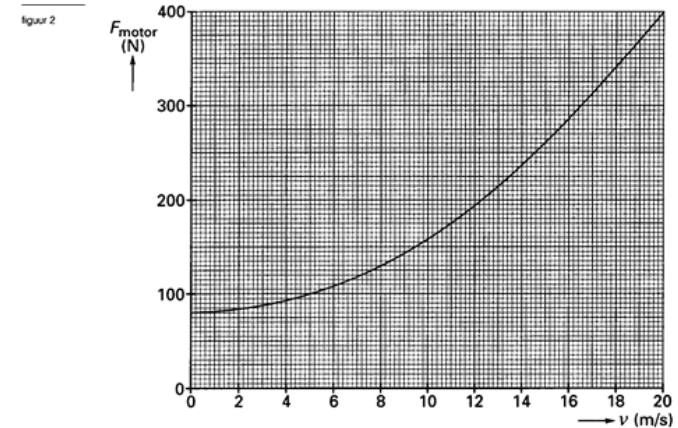
Deze wisselstroom wordt met behulp van een gelijkrichter omgezet in gelijkstroom. De accu wordt met deze stroom opgeladen totdat er 17 kWh aan energie in opgeslagen is.

Energieverliezen die hierbij optreden zijn te verwaarlozen.

3p 3 Bereken hoe lang het opladen duurt.

Deze accu met 17 kWh energie drijft een elektromotor aan. Het rendement voor de omzetting van elektrische energie in mechanische energie van de motor is 82% . Een auto met deze motor wordt getest.

De trekkracht F_{motor} die de motor moet leveren om met een bepaalde snelheid v te rijden, hangt af van die snelheid. Zie figuur 2.



2p 4 Bepaal de grootte van de rolwrijving.

Een testrijder wil met de auto een afstand afleggen van 220 km . Hij rijdt daarbij met constante snelheid.

4p 5 Bepaal met welke snelheid hij hoogstens mag rijden om deze afstand af te kunnen leggen.

Opgave 2 Zonnebrand

De huid van Enita gaat verschijnselen van zonnebrand vertonen als er teveel ultraviolette straling op valt. De fotonen in deze straling hebben een gemiddelde golflengte van 300 nm . Op één dag mag $1,0 \text{ cm}^2$ van haar huid hoogstens $1,7 \cdot 10^{-3} \text{ J}$ van deze stralingsenergie ontvangen.

3p 6 Bereken het maximale aantal van deze fotonen dat binnen een dag op $1,0 \text{ cm}^2$ van Enita's huid mag vallen.

Op een zeker moment als Enita op het strand ligt, ontvangt een bepaald deel van haar huid met een oppervlakte van 30 cm^2 een vermogen van $0,75 \text{ W}$ aan zonne-energie. Slechts $0,0020\%$ van deze energie kan zonnebrand veroorzaken.

4p 7 Bereken hoe lang Enita onder deze omstandigheden in de zon kan blijven liggen voordat dit gedeelte van haar huid verschijnselen van zonnebrand begint te vertonen.

NaH 1995-1

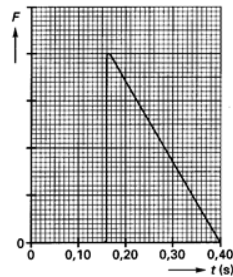
Opgave 3 Hardloper

Bij een internationale hardloopwedstrijd over een afstand van 100 meter doet men een aantal metingen. Men meet de horizontale kracht die één van de atleten uitoefent op het startblok. Zie figuur 3. In figuur 4 is deze kracht uitgezet tegen de tijd.

figuur 3



figuur 4

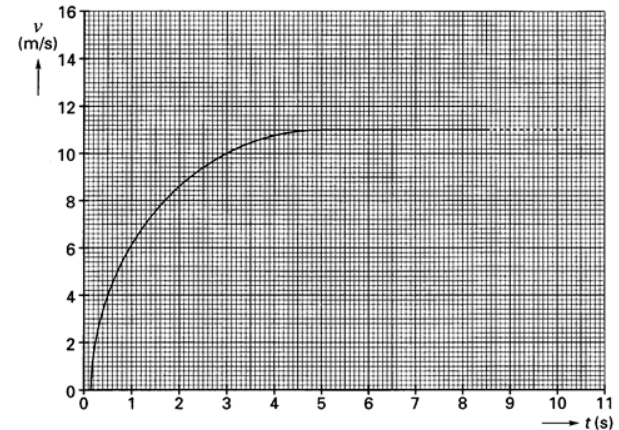


De atleet ondervindt van het startblok een stoot in horizontale richting van 240 Ns. Zijn massa is 74 kg.

- 3p 8 Bepaal de maximale grootte van de horizontale kracht die het startblok tijdens de start van de atleet ondervindt.
- 3p 9 Bereken met behulp van bovenstaande gegevens de horizontale snelheid van de atleet onmiddellijk na het verlaten van het startblok.

In figuur 5 is zijn snelheid tijdens de race uitgezet als functie van de tijd.

figuur 5



Tijdens het hardlopen oefent de atleet onder andere een horizontale kracht uit op de grond. Tussen $t = 2,00$ s en $t = 3,00$ s is deze kracht F_{hor} gemiddeld gelijk aan 220 N. De atleet ondervindt ook een tegenwerkende wrijvingskracht van de lucht F_{w} .

- 4p 10 Bepaal met behulp van figuur 5 de gemiddelde grootte van F_{w} tussen $t = 2,00$ s en $t = 3,00$ s.

De grootte van F_{w} hangt af van de snelheid v van de atleet, volgens de formule:

$$F_{\text{w}} = 1,2 \cdot v^2$$

- 3p 11 Bepaal het vermogen dat de atleet levert als hij op topsnelheid loopt.

Uit de metingen blijkt dat de atleet op $t = 5,00$ s een afstand van 41,0 m heeft afgelegd. Zijn snelheid verandert vanaf dat tijdstip niet meer totdat hij de finish is gepasseerd.

- 3p 12 Bepaal de eindtijd van de atleet over deze 100 m.

NaH 1996-2

Opgave 6 Race-auto

Lees het krantartikel.

We nemen aan dat de beweging van stilstand naar een snelheid van 100 km/h eenparig versneld is.

- 3p 14 Bereken de afstand die de auto nodig heeft om deze snelheid te bereiken.

De auto ondervindt tijdens het rijden onder andere rolwrijving. De grootte van de rolwrijvingskracht is evenredig met de normaalkracht.

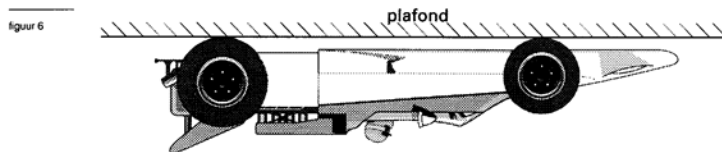
Vlak voor het einde van de race komt de raceauto na een slippartij even stil te staan.

Er zit dan nog maar weinig brandstof in de tank. Vanuit stilstand trekt de auto nu bij dezelfde motorkracht in minder dan 2,5 s op naar 100 kilometer per uur.

- 2p 15 Geef twee redenen waarom de auto nu in kortere tijd op kan trekken naar 100 km/h.

We nemen aan dat bij een snelheid van 100 km/h de raceauto nèt in staat is over een weg te rijden die tegen het plafond is aangelegd. Bij een snelheid van 200 km/h is de aërodynamische kracht op de race-auto 2,0 keer zo groot als bij 100 km/h.

In figuur 6 is een race-auto getekend die met 200 km/h over een weg langs het plafond rijdt.



Figuur 6 staat ook op de bijlage. Het zwaartepunt Z, de zwaartekracht \vec{F}_z en de totale wrijvingskracht $\vec{F}_{w,tot}$ zijn op de bijlage al getekend.

- 5p 16 Teken op de bijlage alle overige krachten die op de auto werken. Neem daarbij aan dat deze krachten in Z aangrijpen.

krantartikel

In 2,5 seconden naar 100 kilometer per uur

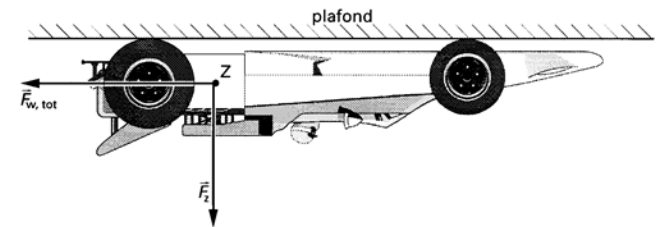
Het bouwen van een Formule-1 wagen begint bij de gegoten kuip van koolstofvezel waar de coureur nog net in past.

De motor, met een inhoud van 3500 cm³, telt acht, tien of twaalf cilinders. Hoe meer cilinders, hoe meer vermogen. Maar hoe zwaarder, hoe trager de auto. De motoren leveren voldoende vermogen om in 2,5 seconden van stilstand naar een snelheid van 100 km per uur te versnellen.

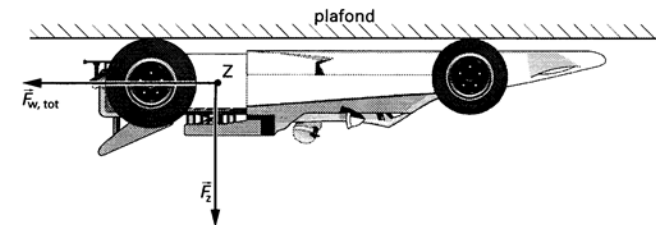
De race-auto is voorzien van vinnen en vleugels. Deze zorgen ervoor dat tijdens het rijden een aërodynamische kracht ontstaat die de wagen stevig tegen het wegdek drukt. Deze aërodynamische kracht is evenredig met de snelheid. Bij een snelheid groter dan 100 km per uur wordt de race-auto hierdoor al zo hard tegen het wegdek gedrukt, dat hij zelfs in staat zou zijn om over een weg te rijden die tegen het plafond is aangelegd.

Bijlage:

Vraag 16



Kies één van de twee; denk aan de ruimte:



NaH 1997-2

Opgave 3 Parachutespringen

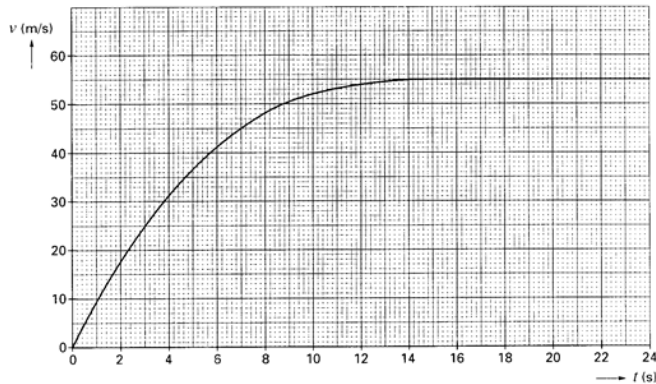
Bij parachutespringen wordt het gedeelte van de sprong waarbij de parachute nog dicht is de 'vrije val' genoemd. Zie figuur 2.

Nora laat zich uit een stil hangende helikopter vallen. In figuur 3 is het (v, t) -diagram van haar vrije val getekend.

figuur 2



figuur 3



Tijdens een val ondervindt een parachutist een wrijvingskracht F_{w} ten gevolge van de lucht. Hiervoor geldt:

$$F_{\text{w}} = k \cdot A \cdot v^2$$

Hierin is:

- v de snelheid van de parachutist (in m/s)
- A de grootte van het oppervlak dat wrijving ondervindt (in m^2)
- k een evenredigheidsconstante (in kg/m^3).

Vanaf een zeker tijdstip valt Nora met een constante snelheid. Zie figuur 3.

Haar massa, inclusief de bepakkings, is 67 kg. De grootte van het oppervlak dat wrijving ondervindt, is in haar geval $0,62 \text{ m}^2$.

4p 8 Bepaal de waarde van de constante k . Geef de uitkomst in twee significante cijfers.

Kees is tegelijk met Nora uit de helikopter gesprongen. Hij wil langer in de lucht blijven dan Nora. Om zijn wrijvingsoppervlak groot te maken, laat hij zich zo plat mogelijk naar beneden vallen. Kees en Nora hebben vrijwel dezelfde massa. Figuur 3 is ook op de bijlage afgedrukt.

3p 9 Schets op de bijlage de grafiek die de snelheid van Kees, in de periode van $t = 0$ tot $t = 24 \text{ s}$, zo goed mogelijk weergeeft.

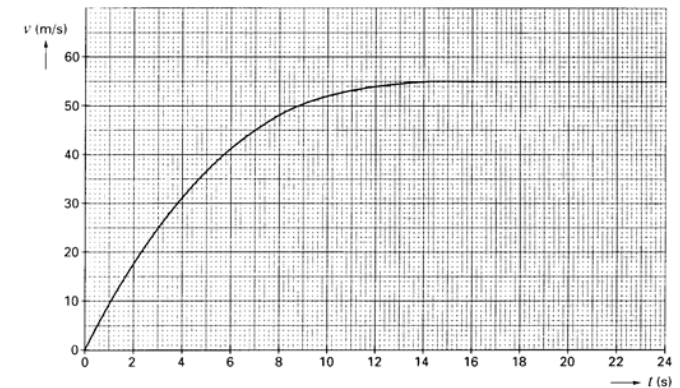
De helikopter bevindt zich steeds op een hoogte van 1800 m boven de grond.

Op $t = 24 \text{ s}$ trekt Nora aan het koord van haar parachute, waardoor deze opengaat.

4p 10 Bepaal met behulp van figuur 3 op welke hoogte boven de grond Nora zich op dat moment bevindt. Geef de uitkomst in twee significante cijfers.

Bijlage:

Vraag 9



NaH 2000-1

Opgave 5 Autotest

In autotijdschriften staan vaak testrapporten van nieuwe auto's. Zo'n testrapport bestaat uit een bespreking van het rijgedrag van de auto en een overzicht met een groot aantal gegevens in de vorm van tabellen en grafieken. In figuur 7 is zo'n overzicht afgedrukt.

Onder brandstof- of benzineverbruik wordt verstaan het aantal liters benzine dat wordt verbruikt als een auto 100 km aflegt. Het brandstofverbruik hangt onder andere af van de snelheid van de auto en de rijstijl van de chauffeur. In het testrapport staat het minimale, maximale en gemiddelde verbruik vermeld. Ook is de actieradius gegeven. Dit is de afstand die een auto af kan leggen met één volle tank. De inhoud van de brandstoftank staat ook in het rapport vermeld.

- 3p 17 Leg met een berekening uit met welk van de drie genoemde brandstofverbruiken de actieradius bepaald is.

Het testrapport bevat een tabel over het optrekken van de auto vanaf een snelheid van 60 km/h. Neem aan dat het optrekken eenparig versneld gebeurt.

- 3p 18 Bereken met behulp van de gegevens van deze tabel de versnelling van de auto bij het optrekken van 60 km/h tot 100 km/h.

In het testrapport staat ook een grafiek van de snelheid als functie van de tijd bij het optrekken vanaf stilstand. Uit deze grafiek blijkt dat de aanname, dat het optrekken eenparig versneld gebeurt, niet juist is.

- 3p 19 Leg met behulp van de grafiek uit hoe de versnelling bij het optrekken verandert en geef een oorzaak voor deze verandering.

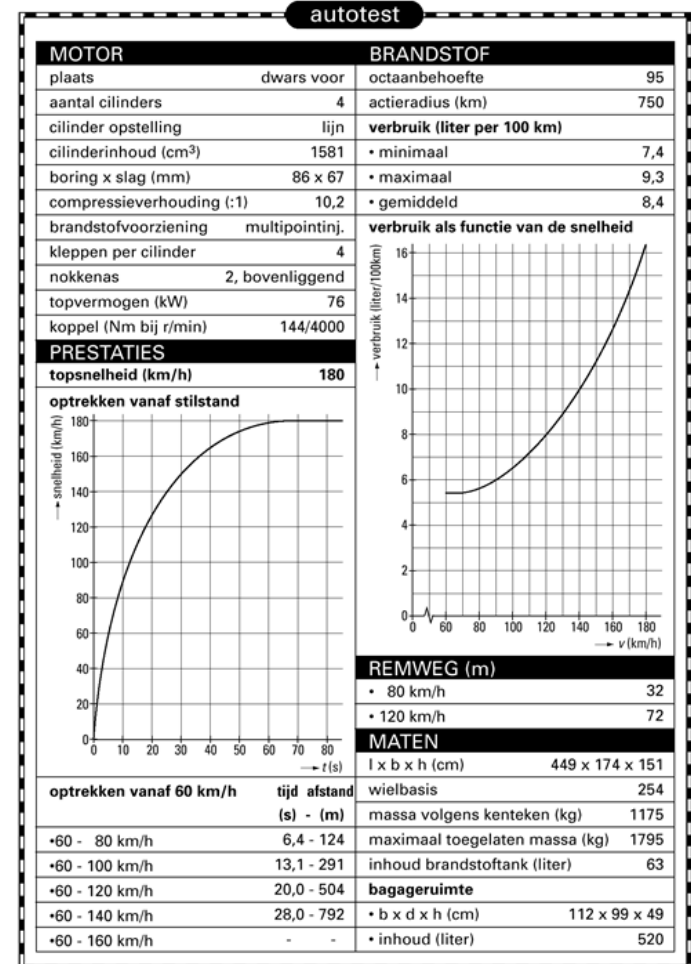
De wettelijk verplichte minimale remvertraging is $7,2 \text{ m/s}^2$. Onder de remweg verstaat men de afstand die de auto aflegt vanaf het moment dat de bestuurder op de rem trapt. In het testrapport is de remweg vermeld bij een snelheid van 80 km/h.

- 4p 20 Bereken de remvertraging van de testauto bij deze remweg.

De remweg van een auto hangt af van zijn snelheid maar ook van een aantal andere factoren, zoals bijvoorbeeld het profiel van de banden. We laten luchtweerstand en/of wind buiten beschouwing omdat de invloed daarvan klein is.

- 3p 21 Noem nog drie factoren die van invloed zijn op de remweg van een auto.

figuur 7



NaV 2002-1

Opgave 5 Elektrische tandenborstel

Een elektrische tandenborstel bestaat uit een aandrijfdeel met een opzetborstel. In het aandrijfdeel zit een batterij. Deze kan worden opgeladen door het aandrijfdeel op de oplader te plaatsen. Zie figuur 8. In de handleiding staat het volgende:

Oplader 230 volt en 1,2 watt. Alvorens de elektrische tandenborstel te gebruiken, moet hij eerst in 16 uur volledig opgeladen worden.

- 2p 18 Bereken de elektrische energie die het lichtnet moet leveren om de batterij helemaal op te laden.

Er is geen elektrisch contact tussen de oplader en het aandrijfdeel. De twee onderdelen vormen samen een transformator. In de oplader zit de primaire spoel. In het aandrijfdeel zit de secundaire spoel. De secundaire spoel levert een wisselspanning van 2,4 V, die (via een gelijkrichter) gebruikt wordt om de batterij op te laden.

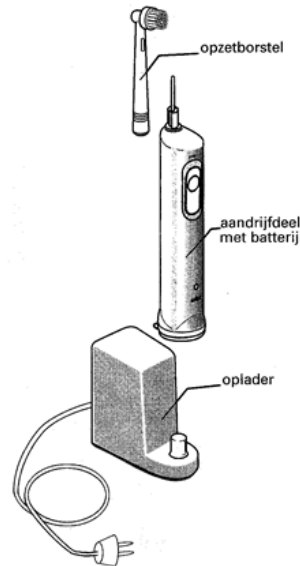
- 2p 19 Bereken het aantal secundaire windingen, ervan uitgaande dat de transformator ideaal is.

In figuur 9 is de voorkant van de borstel 3,0 maal vergroot weergegeven. De borstel draait snel heen en weer, per minuut 3200 keer. Elk punt op de borstel draait daarbij over een hoek van 60° .

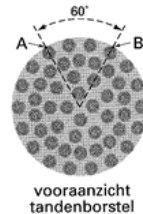
Een bepaalde haar op de rand van de borstel beweegt hierbij tussen positie A en positie B.

- 5p 20 Bepaal de gemiddelde snelheid van deze haar als hij van positie A naar positie B gaat.

figuur 8



figuur 9



vooraanzicht tandenborstel

Opgave 6 Fietsverzet

In figuur 10 staat een plaatje van een sportfiets.

figuur 10



De kracht die de fietser uitoefent op de trapper wordt via het voortandwiel, de ketting en het achterandwiel overgebracht naar het achterwiel. (Het kleine wielje onder het achterandwiel dient om de ketting strak te houden en is voor de overbrenging niet van belang.)

De trappers en het voortandwiel vormen één geheel en draaien om dezelfde as, de zogenaamde trapas. Zie figuur 11.

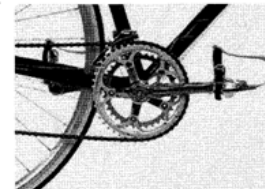
Tijdens het fietsen werken er twee krachten op dit geheel: de kracht van de voet op de trappers (F_T) en de kracht van de ketting op het voortandwiel (F_K).

In figuur 12 zijn deze krachten drie maal schematisch weergegeven.

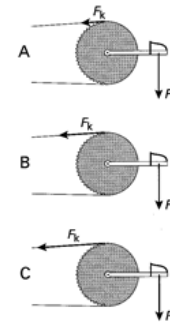
Neem aan dat er met constante snelheid gefietst wordt.

- 4p 21 Leg uit welke van de drie figuren (A, B of C) de situatie dan het beste weergeeft.

figuur 11



figuur 12



Bij fietsen gebruikt men het begrip 'verzet'.

Het verzet is de afstand die de fiets aflegt wanneer de trappers één maal rond gaan.

Van een bepaalde fiets heeft het voortandwiel 52 tanden en het achterandwiel 16 tanden. De diameter van het achterwiel van deze fiets is 71 cm.

- 5p 22 Bereken het verzet van de beschreven fiets.

Een andere fiets heeft een verzet van 4,89 m. De fietser rijdt met constante snelheid en de trappers gaan 82 keer per minuut rond.

- 3p 23 Bereken de snelheid van deze fietser.

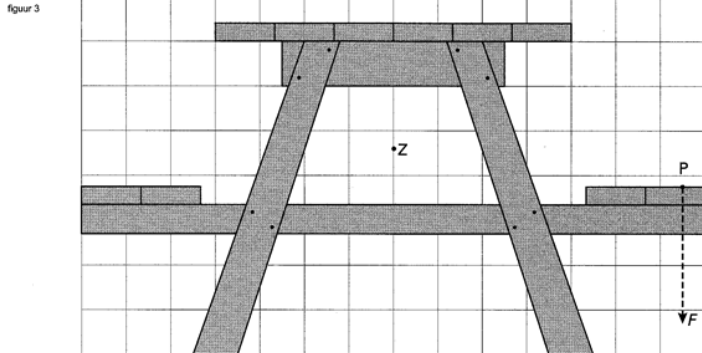
Het is gevaarlijk om met hoge snelheid door een bocht te fietsen. Het risico om uit de bocht te vliegen is dan groot.

- 3p 24 Leg met behulp van het begrip middelpuntzoekende kracht uit waarom in een bocht de snelheid niet te hoog mag zijn.

NaH 2002-2

Opgave 3 Picknicktafel

Op campings zie je wel eens houten picknicktafels die bestaan uit een tafel met twee banken eraan vast. In figuur 3 is een zijaanzicht van zo'n picknicktafel op schaal getekend.



Als twee zware personen aan dezelfde kant gaan zitten, kan de picknicktafel gaan kantelen. Stel dat deze situatie zich voordoet. In figuur 3 is het aangrijppingspunt P en de richting van de kracht F die deze personen samen op de bank uitoefenen, aangegeven. In de tekening is ook de plaats van het zwaartepunt Z van de picknicktafel aangegeven.

De massa van de picknicktafel is 60 kg.

- 4p 11 Bereken hoe groot de kracht F minstens moet zijn om de picknicktafel te laten kantelen.

Om het kantelen tegen te gaan, kunnen een paar personen op de andere bank gaan zitten. Romke en Frank discussiëren over deze situatie.

Romke zegt: "Als op de linkerbank vier personen gaan zitten (de kracht op de linkerbank is dan gelijk aan $2F$), kantelt de picknicktafel naar links.

Frank zegt: "Nee, om de picknicktafel naar links te laten kantelen, moeten links veel méér personen gaan zitten."

- 3p 12 Leg uit wie gelijk heeft.

Romke en Frank willen een picknicktafel ontwerpen van hetzelfde type als die in figuur 3.

Hun picknicktafel zou, zonder hem vast te zetten in de grond, stabielere moeten zijn.

- 2p 13 Noem twee veranderingen die ze kunnen aanbrengen waardoor de picknicktafel stabielere wordt.

Opgave 4 Thermofort

Veel huishoudens gebruiken in de keuken heet water uit een combiketel die op zolder staat. Zie figuur 4. Voordat het hete water uit de combiketel de keukenkraan bereikt, moet eerst het koude water wegstromen dat zich nog in de leiding bevindt.

Gegevens van een bepaald huis:

- de binnendiameter van de heetwaterleiding is 12,0 mm;
- de lengte van de leiding tussen de combiketel en de keukenkraan is 11 m;
- per dag laat men gemiddeld twintig keer het koude water uit de leiding wegstromen in afwachting van warm water.

- 3p 14 Bereken het volume van het water dat in dit huis per jaar wegstroomt doordat men op heet water wacht.

Om iets aan deze verspilling van water te doen, is de zogenaamde thermofort bedacht. Zie onderstaand artikel.

- artikel De thermofort is een soort thermosfles die onder het aanrecht op de heetwaterleiding is aangesloten. In de thermofort wordt heet water opgevangen. Als de bewoner opnieuw de heetwaterkraan opent, stroomt de thermofort leeg. Daarbij mengt het hete water ($79\text{ }^{\circ}\text{C}$) uit de thermofort zich met het eerst nog koude water ($17\text{ }^{\circ}\text{C}$) uit de leiding, zodat er direct handwarm water beschikbaar is.

naar: *Intermediair*, februari 2000

Ondanks de goede isolatie koelt het water in de thermofort toch langzaam af.

Om het warmteverlies tegen te gaan, is in de thermofort een verwarmingselement met een vermogen van 2,0 watt gemonteerd. Het verwarmingselement is dag en nacht ingeschakeld.

Zonder verwarmingselement zou de temperatuur ongeveer 1 graad Celsius per uur dalen.

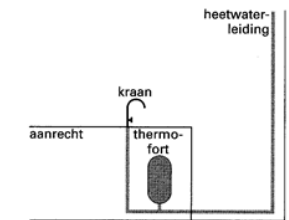
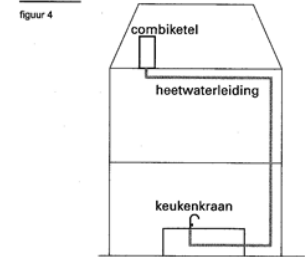
Neem aan dat zich steeds 1,5 liter water in de thermofort bevindt.

- 4p 15 Toon aan dat het vermogen van het verwarmingselement voldoende is om het warmteverlies door afkoeling te compenseren.

Het elektrische verwarmingselement werkt op een spanning van 6,0 V. Deze spanning wordt geleverd door een transformator die is aangesloten op de netspanning (230 V). De transformator heeft 150 windingen aan de secundaire kant.

- 2p 16 Bereken het aantal windingen aan de primaire kant.

- 3p 17 Bereken de weerstand van het verwarmingselement.



Tweede fase en Studiehuis

- Profielen
- Natuurkunde-1 en Natuurkunde 12
- Examens met overlap
- Studielast
- Minder uren voor Natuurkunde
- Praktische Opdrachten
- Profielwerkstuk
- Grafische rekenmachine

NaH 2003-2

Opgave 2 Racen op zonne-energie

Een Nederlandse auto, de *Nuna*, won vorig jaar in Australië een race voor zonnewagens. De wagens lopen op zonne-energie en zijn speciaal voor deze race ontworpen. Zie onderstaande foto.



Het oppervlak van de *Nuna* is bedekt met $8,4 \text{ m}^2$ zonnecellen. Deze zijn afkomstig van de *Hubble*-telescoop en hebben een hoogrendement, namelijk 25%. Bij volle zonneschijn leveren ze in totaal een elektrisch vermogen van $1,5 \cdot 10^3 \text{ W}$.

- 3p 4 Bereken het stralingsvermogen dat per m^2 zonnecel wordt opgenomen.

Met de energie die de zonnecellen leveren, worden elektromotoren aangedreven. Deze hebben een rendement van vrijwel 100%. Op de website van het *Nuna*-team stond een tabel die het verband geeft tussen het vermogen dat de motor levert en de snelheid van de *Nuna*. Zie de tabel hiernaast. Behalve over zonnecellen beschikt de auto ook over een accu. Deze kan worden ingeschakeld voor de aandrijving.

vermogen dat de motor levert (kW)	snelheid (km/h)
1,0	80
1,7	100
2,8	120

- 2p 5 Leg uit dat bij een snelheid van 100 km/h naast de zonnecellen gebruik gemaakt moet worden van de accu.
- 3p 6 Bereken de wrijvingskracht op de *Nuna* bij een snelheid van 100 km/h .

Het vermogen dat de zonnecellen leveren, hangt af van het weer. Het *Nuna*-team moet daarom voortdurend nadenken over de te volgen strategie. Op de laatste dag is de *Nuna* nog 500 km van de finish verwijderd. De eerste 200 km is de hemel onbewolkt, de daarop volgende 300 km is het bewolkt.

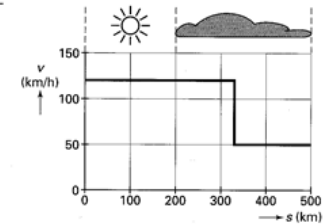
Het team overweegt twee strategieën.

Strategie 1

Met een hoge snelheid rijden tot de accu leeg is; de rest afleggen met de snelheid die nog mogelijk is met het vermogen dat de zonnecellen leveren in het bewolkte gebied. In figuur 4 zijn de snelheden en afstanden aangegeven die horen bij deze strategie.

- 4p 7 Bepaal met behulp van figuur 4 hoe lang de *Nuna* er dan over doet om de finish te bereiken.

figuur 4



Strategie 2

De hele afstand afleggen met een zodanige constante snelheid dat aan de finish de accu bijna leeg is.

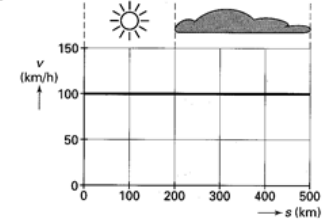
Dit blijkt de winnende strategie te zijn. De kunst is om vooraf te berekenen hoe groot die snelheid dan moet zijn.

Aan het begin van de laatste dag bevat de accu $5,0 \text{ kWh}$ energie.

In het bewolkte gebied leveren de zonnecellen een vermogen van $0,24 \text{ kW}$. Het team besluit de *Nuna* te laten rijden met een snelheid van 100 km/h . Zie figuur 5.

- 4p 8 Laat met een berekening zien dat bij deze snelheid de accu inderdaad bijna leeg is bij de finish.

figuur 5



De *Nuna* is zo ontworpen dat hij zo weinig mogelijk luchtweerstand ondervindt. Zie de foto aan het begin van de opgave.

Voor de luchtweijvingskracht F_w geldt de volgende formule:

$$F_w = \frac{1}{2} c_w \rho A v^2$$

waarin

- c_w = de luchtweijvingscoëfficiënt
- ρ = de dichtheid van de lucht
- A = de frontale oppervlakte van de auto
- v = de snelheid van de auto

- 3p 9 Welke van deze vier grootheden zijn bij het ontwerp zo klein mogelijk gehouden? Licht dat toe aan de hand van de foto van de *Nuna*.

Extra: andere formulering:

$$F_w = \frac{1}{2} c_w \rho A v^2$$

NaH 2003-2

Opgave 4 Agro Guard

Lees onderstaand artikel.

artikel

Agro Guard

WEERSELO. Als een boer gras gaat maaien, kunnen er dieren in de maaimachine terechtkomen. Dit is niet alleen ongewenst vanuit het oogpunt van dierenbescherming maar is ook slecht voor de kwaliteit van het ingekuilde gras.

Er is nu een elektronisch apparaatje op de markt, de Agro Guard, dat de aanwezigheid van dieren kan waarnemen. In een kastje dat voor op de tractor is gemonteerd, zit een sensor die reageert op de infrarode straling die dieren afgeven. In het kastje zit ook een luidspreker die ultrasoon geluid uitzendt om het aanwezige dier op te schrikken. Als het dier niet wegloopt, gaat in de tractorcabine een waarschuwingslamp branden en een kleine sirene loeien om de boer te waarschuwen.

naar: TUBANTIA, 14 april 1999

In de tabel hiernaast is van drie sensoren het golflengtegebied aangegeven waaraan ze gevoelig zijn.

Eén van deze sensoren is geschikt voor de Agro Guard.

- 2p 14 Leg uit welke sensor, A, B of C, geschikt is voor de Agro Guard.

sensor	golflengtegebied
A	$2 \cdot 10^{-3}$ tot $4 \cdot 10^{-7}$ m
B	$4 \cdot 10^{-7}$ tot $8 \cdot 10^{-7}$ m
C	$8 \cdot 10^{-7}$ tot $2 \cdot 10^{-2}$ m

In het artikel worden infrarode straling en ultrasoon geluid genoemd.

Infrarode straling en ultrasoon geluid zijn te beschouwen als golven.

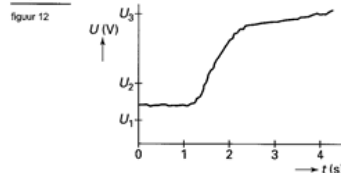
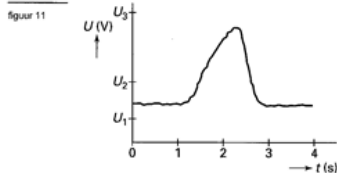
Zowel de frequentie als de golflengte van infrarode straling en ultrasoon geluid zijn verschillend.

- 2p 15 Noem nog twee verschillen tussen deze twee typen golven.

Als de sensor een dier heeft gedetecteerd, wordt automatisch de luidspreker ingeschakeld die het ultrasone geluid uitzendt. De schakeling die daarvoor zorgt, staat in figuur 10.



Er kunnen zich twee situaties voordoen: het dier rent weg of het dier blijft zitten. In de figuren 11 en 12 zijn de bijbehorende sensorsignalen getekend.

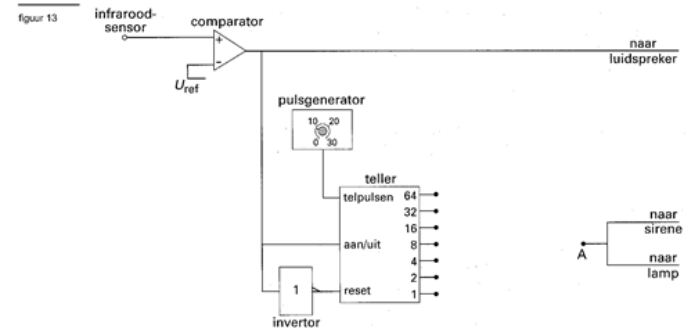


Op de verticale assen staan de waarden U_1 , U_2 en U_3 .

- 3p 16 Leg uit op welke van deze drie waarden de referentiespanning van de comparator moet worden ingesteld om de schakeling goed te laten werken.

Als het dier blijft zitten, moet na drie seconden in de cabine een lamp gaan branden en een sirene gaan loeien. De boer weet dan dat hij moet stoppen.

In figuur 13 is het (nog onvolledige) schakelschema getekend dat 3,0 seconden na dat het dier is gedetecteerd, de lamp en de sirene automatisch in werking zet.



In deze schakeling is te zien dat de teller voortdurend gereset wordt als de output van de comparator laag is.

- 2p 17 Leg uit waarom in deze situatie de teller gereset moet blijven.

De pulsgenerator is ingesteld op 8,0 Hz.

In het schema van figuur 13 moet tussen de teller en punt A een verwerker met bijbehorende verbindingen worden aangebracht.

Figuur 13 staat ook op de bijlage.

- 4p 18 Teken deze verwerker en de bijbehorende verbindingen in de figuur op de bijlage. Geef daarbij een toelichting.

In het artikel staat dat de Agro Guard dieren kan waarnemen die zich op een afstand van 12 m van de maaier bevinden. Zoals hiervoor is aangegeven, wordt de boer na 3,0 seconden gewaarschuwd. De boer heeft een (gemiddelde) reactietijd van 0,5 s. De tractor met maaier staat binnen 0,4 m stil na dat de boer op de rem heeft getrapt.

De fabrikant adviseert om bij het maaien een maximumsnelheid van 10 km/h aan te houden.

- 4p 19 Laat met een berekening zien of dit voor de dieren inderdaad een veilige snelheid is.

Stel dat de tractor bij een snelheid van 10 km/h een afstand a flegt van 0,38 m na dat de boer op de rem heeft getrapt. Neem aan dat de beweging eenparig vertraagd is.

- 4p 20 Bereken in dit geval de remvertraging van de tractor in m/s^2 .

bijlage

NaH 2005-1

Opgave 3 Magneettrein

In Lathen in Duitsland bevindt zich de testbaan van de zo genoemde Transrapid. Dat is een magneettrein die zich over een speciale baan voortbeweegt. Zie figuur 4.

figuur 4



Onder tegen de baan bevinden zich stukken weekijzer. In het deel van de trein dat zich onder de baan bevindt, zorgen elektromagneten ervoor dat de trein gaat zweven. Zie figuur 5.

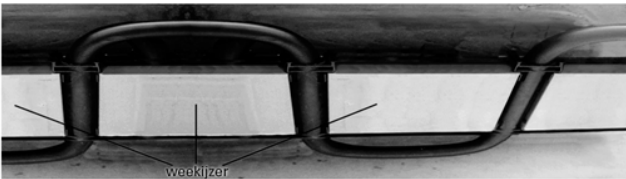
De Transrapid heeft inclusief passagiers een massa van $1,8 \cdot 10^5$ kg. In het onderstel van de trein bevinden zich 46 elektromagneten.

3p 9

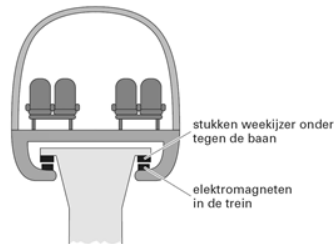
Bereken de grootte van de kracht van één elektromagneet op het weekijzer, als de trein zweeft.

Het magnetisch veld van de elektromagneten zorgt tevens voor de voortstuwing van de trein. Daarvoor is onder tegen de baan een kabel aangebracht die zich tussen de stukken weekijzer door slingert. Zie de foto van figuur 6.

figuur 6

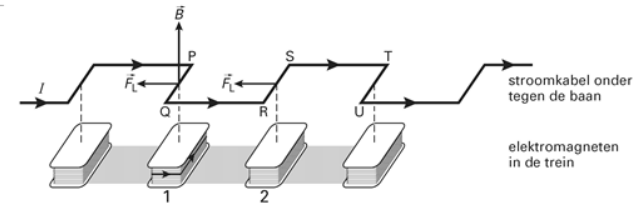


figuur 5



In figuur 7 is zo'n stuk kabel en een aantal elektromagneten schematisch weergegeven. In deze figuur zijn de stukken weekijzer weggelaten.

figuur 7



In de situatie die door figuur 7 wordt weergegeven, bevindt elektromagneet 1 zich recht onder het stuk kabel tussen de punten P en Q. Het stuk heeft een lengte van 0,26 m en bevindt zich geheel in het magnetische veld van de elektromagneet eronder.

De magnetische inductie B ter hoogte van PQ bedraagt gemiddeld 7,3 T.

Door de kabel loopt een stroom van $1,2 \cdot 10^3$ A.

2p 10 Bereken de grootte van de lorentzkracht op dit stuk kabel.

In figuur 7 is ook te zien dat elektromagneet 2 zich recht onder het stuk kabel tussen de punten R en S bevindt. Zoals is aangegeven, heeft de lorentzkracht op stuk RS dezelfde richting als de lorentzkracht op stuk PQ.

In figuur 7 is de richting van de stroom in elektromagneet 1 aangegeven.

3p 11 Leg uit of de stroom in elektromagneet 2 in dezelfde richting loopt als in elektromagneet 1 of in tegengestelde richting.

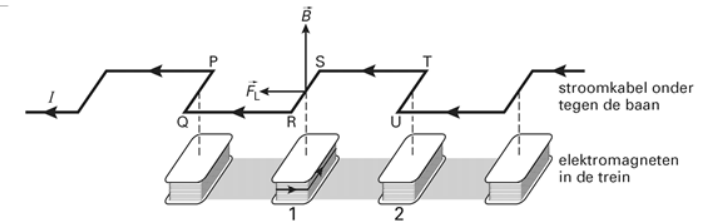
De elektromagneten in de trein veroorzaken een lorentzkracht op de kabel in de baan.

In figuur 7 is met F_L de richting van de lorentzkracht aangegeven.

2p 12 Leg uit waarom de trein naar rechts beweegt. Gebruik bij je uitleg een natuurkundige wet.

Als de trein beweegt, moet de stroom door de kabel in de baan steeds op het goede moment van richting worden veranderd. Vergelijk de figuren 7 en 8. De stroom in de kabel verandert van richting als een elektromagneet een afstand gelijk aan QR heeft afgelegd.

figuur 8



De afstand QR is 0,26 m.

Op een bepaald moment heeft de trein een snelheid van 400 km/h.

4p 13 Bereken de frequentie van de wisselstroom in de kabel in deze situatie.



NaH 2006-1 Na-12

Havo Na1,2 Natuur(kunde) & Techniek 2006-I.

Opgave 1 Itaipu

Op de grens van Brazilië en Paraguay ligt de waterkrachtcentrale van Itaipu. Zie figuur 1. De stuwdam is een van de grootste ter wereld. In de dam zijn 18 generatoren aangebracht (zie figuur 2) die elk een elektrisch vermogen opwekken van $7,0 \cdot 10^5 \text{ kW}$ (vergelijkbaar met het vermogen van één conventionele centrale). Van de 18 generatoren zijn er steeds enkele niet in gebruik in verband met onderhoud. In het topjaar 2000 heeft de centrale $9,3 \cdot 10^{10} \text{ kWh}$ elektrische energie opgewekt.

- 3p 1 Bereken hoeveel generatoren in het jaar 2000 gemiddeld in bedrijf waren.

figuur 1



figuur 2



Het water dat een generator aandrijft, stroomt een pijp in met een snelheid van $8,0 \text{ m/s}$ en doorloopt een hoogteverschil van 120 m . Zie figuur 3. Per seconde stroomt er 690 m^3 water de pijp in. De snelheid van het water achter het schoepenrad is te verwaarlozen.

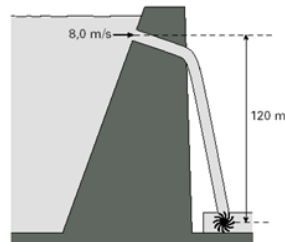
- 5p 2 Bereken het rendement waarmee een generator de kinetische energie en zwaarte-energie van het water omzet in elektrische energie.

De uitgangsspanning van de generatoren is 18 kV . Voor transport door het hoogspanningsnet wordt in Paraguay de spanning naar 230 kV omhoog getransformeerd.

- 2p 3 Bereken de wikkelverhouding van de twee spoelen. Uit je antwoord moet blijken welke van de twee spoelen, de primaire of de secundaire, de meeste windingen heeft.

De centrale voorziet niet alleen heel Paraguay van energie maar ook alle grote steden in Brazilië zijn met hoogspanningsleidingen op de centrale aangesloten. In Brazilië wordt de elektrische energie bij een spanning van 750 kV getransporteerd.

figuur 3



- 3p 4 Leg uit waarom het nuttig is om in Brazilië de spanning hoger te maken dan in Paraguay. Gebruik in je uitleg dat voor het vermogensverlies in een stroomdraad geldt: $P_{\text{verlies}} = I^2 R$.

Opgave 2 Fiets met pedaalbekrachtiging

Lees eerst het artikel.

artikel

Pedaalbekrachtiging

Een Frans bedrijf heeft een fiets met pedaalbekrachtiging op de markt gebracht. In de fiets wordt een speciale techniek toegepast. De elektromotor van deze fiets werkt alleen als de berijder daar iets tegenover stelt: spierkracht. Zodra de pedalen beginnen rond te draaien, wordt dit geregistreerd door een sensor die de informatie doorgeeft aan een computerje. Deze geeft vervolgens opdrachten aan de elektromotor, die afhankelijk van de snelheid en omstandigheden (wind, helling, soort wegdek) meer of minder vermogen levert. Tot een snelheid van 16 km/h levert de motor een even groot vermogen als de fietser. In de grafiek is te zien hoe de verhouding tussen de vermogens van de motor en de fietser vanaf 16 km/h verandert. Bij een bepaalde snelheid levert de motor helemaal geen vermogen meer, maar moet de fietser geheel op eigen kracht fietsen.

naar: *Technisch Weekblad*, oktober 1995

In het artikel staat dat de motor tot een snelheid van 16 km/h een even groot vermogen levert als de fietser.

- 2p 5 Leg uit hoe dit uit de grafiek blijkt.

Iemand fietst met 16 km/h op een vlakke weg bij windstil weer. De motor levert dan een vermogen van 28 W .

- 4p 6 Bereken hoe groot de totale wrijvingskracht op de fiets is bij deze snelheid.

In de fiets zit een accu die in totaal een hoeveelheid energie van $0,32 \text{ kWh}$ aan de elektromotor kan leveren. Het rendement van de elektromotor is 54% . De omstandigheden zijn hetzelfde.

- 4p 7 Bereken de afstand die de fietser kan afleggen bij een snelheid van 16 km/h tot de accu leeg is.

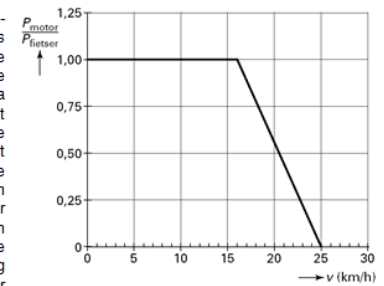
Op een gegeven moment rijdt de fietser met een constante snelheid van 25 km/h , nog steeds onder dezelfde omstandigheden.

Hieronder staan vier beweringen.

Het vermogen dat de fietser dan levert, is:

- gelijk aan 28 W ;
- groter dan 28 W maar kleiner dan 56 W ;
- gelijk aan 56 W ;
- groter dan 56 W .

- 3p 8 Leg uit welke bewering, a, b, c of d, juist is. Gebruik daarbij bovenstaande informatie.



NaH 2008-1 Na-1

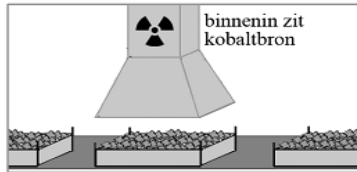
Opgave 1 Doorstralen van fruit

Door bestraling kunnen bacteriën en insecten in voedselproducten onschadelijk worden gemaakt. De producten blijven daardoor langer houdbaar. Lees het artikel hieronder.

De houdbaarheid van bijvoorbeeld aardbeien kan aanzienlijk vergroot worden door de vruchten na het plukken te doorstralen met γ -straling.

Niet alleen de bacteriën die verantwoordelijk zijn voor het rottingsproces worden onschadelijk gemaakt, maar ook insecten en eitjes van insecten.

Als stralingsbron wordt kobalt-60 gebruikt dat bij verval β - en γ -straling uitzendt. De kistjes fruit komen via een lopende band onder de bestraler. Dan stopt de band even en wordt het fruit enige tijd doorstraald. Daarna schuift het volgende kistje onder de bestraler.



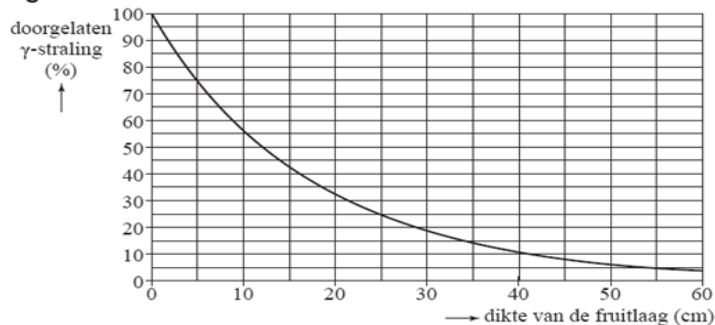
3p 1 Geef de vervalreactie van kobalt-60.

De β -straling die het kobalt uitzendt, draagt nauwelijks bij aan het onschadelijk maken van bacteriën en insecten in het fruit.

1p 2 Geef daarvoor de reden.

De grafiek van figuur 1 geeft aan hoeveel procent van de γ -straling door een laag fruit van een bepaalde dikte wordt doorgelaten.

figuur 1



2p 3 Bepaal de halveringsdikte van fruit voor de γ -straling van kobalt.

Na verloop van tijd vermindert de activiteit van de kobaltbron. De bron blijft bruikbaar tot zijn activiteit gedaald is tot 12,5% van de oorspronkelijke waarde.

3p 4 Bereken na hoeveel jaar de bron vervangen moet worden.

Het doorstralen van voedsel met γ -straling gebeurt op grote schaal. Toch bestaan in consumentenkringen bezwaren tegen deze manier van houdbaar maken van voedsel.

Men stelt vragen als: "Wordt het bestraalde voedsel zelf radioactief?"

2p 5 Beantwoord deze vraag. Licht je antwoord toe.

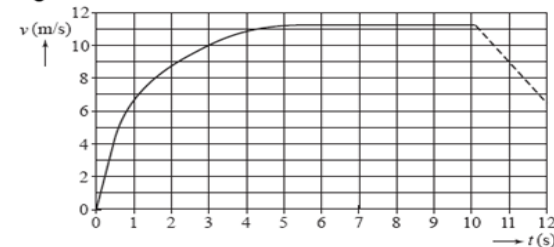
Opgave 2 100 m sprint

Een hardloper legt de 100,0 meter sprint af in een tijd van 10,09 s.

2p 6 Bereken de gemiddelde snelheid van de sprinter tijdens de race in km/h .

Het (v, t) -diagram van zijn race is weergegeven in figuur 2.

figuur 2



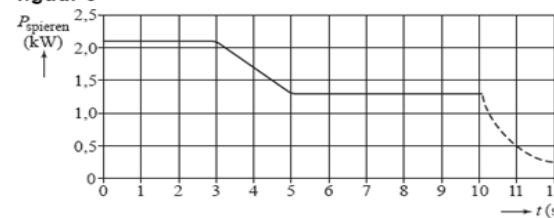
Tussen $t = 0$ s en $t = 0,5$ s is de versnelling van de sprinter constant. Figuur 2 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

3p 7 Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de versnelling van de sprinter tussen $t = 0$ s en $t = 0,5$ s.

3p 8 Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de afstand die de sprinter tussen $t = 0$ s en $t = 3,0$ s heeft afgelegd.

In figuur 3 is het vermogen dat de spieren van de sprinter leveren (de arbeid die ze per seconde verrichten) uitgezet als functie van de tijd.

figuur 3



Tussen $t = 0$ s en $t = 3,0$ s is het vermogen constant.

De massa van de sprinter is 80 kg.

5p 9 Bepaal hoeveel procent van de arbeid die de spieren tussen $t = 0$ s en $t = 3,0$ s verrichten, is omgezet in bewegingsenergie.

Vanaf $t = 5,0$ s loopt de sprinter met constante snelheid.

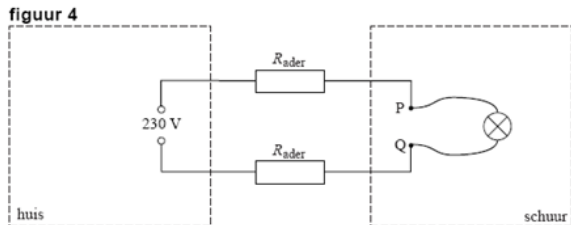
Bij de sprinter wordt dan 33% van het geleverde vermogen gebruikt om de invloed van de wrijvingskracht te compenseren; de rest wordt gebruikt voor het versnellen en vertragen van zijn armen en benen.

4p 10 Bepaal de wrijvingskracht op de sprinter vanaf $t = 5,0$ s.

NaH 2008-1 Na-1

Opgave 3 Stopcontact in schuur

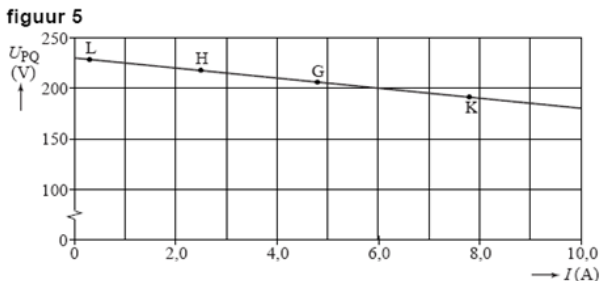
Op flinke afstand van een huis staat een schuur. Nico heeft een stopcontact in de schuur aangelegd. Met een elektriciteitskabel (met twee aders) heeft hij het stopcontact verbonden met het lichtnet in huis. Als Nico een lamp op het stopcontact in de schuur aansluit, brandt deze vrijwel normaal. Als hij echter een grasmaaier aansluit, die een veel groter vermogen heeft dan de lamp, constateert hij dat de maaier minder toeren maakt dan zou moeten. Nico wil dit verschijnsel begrijpen. Hij besluit om de spanning tussen de polen van het stopcontact te meten als functie van de stroomsterkte die het lichtnet levert. Hij maakt daarvoor de schematische tekening van figuur 4. De punten P en Q zijn de polen van het stopcontact waarop de lamp is aangesloten. De lamp staat in serie met de twee weerstanden van de aders.



Om de spanning over en de stroomsterkte door de lamp te kunnen meten, moet Nico een stroommeter en een spanningsmeter in de schakeling opnemen. In de figuur op de uitwerkbijlage zijn de lamp en de twee meters zonder verbindingsdraden getekend.

3p 11 Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de noodzakelijke verbindingsdraden.

Nico sluit in plaats van de lamp L een heggenschaar H aan, daarna in plaats van de heggenschaar de grasmaaier G en tenslotte in plaats van de maaier een straalkachel K. In het (U, I) -diagram van figuur 5 zijn de vier metingen met de punten L, H, G en K aangegeven. Door deze punten is een dalende rechte lijn getrokken.



3p 12 Leg met behulp van figuur 5 uit welk apparaat de kleinste weerstand heeft.

De grafiek daalt omdat de weerstand van de aders niet te verwaarlozen is en omdat de aders in serie staan met het aangesloten apparaat. In deze situatie verdeelt de spanning van 230 V zich over de twee aders en het apparaat.

4p 13 Bereken de weerstand van één ader. Bepaal daartoe eerst met behulp van de grafiek de spanning over elk van de aders bij een stroomsterkte van 10 A.

Nico wil dat alle apparaten, die hij aansluit op het stopcontact in de schuur, een spanning krijgen van bijna 230 V. Hij gaat een andere kabel aanleggen.

2p 14 Leg uit of de aders in de nieuwe kabel dunner of dikker moeten zijn dan de aders in de oude kabel.

Opgave 4 Winterslaap

Sommige dieren houden een winterslaap in een periode dat er weinig voedsel te vinden is. Een van hen is de bruine beer (figuur 6). Gedurende een maand of vier eet en drinkt hij niet en heeft hij geen uitscheiding.

figuur 6



Aan de beer in winterslaap is veel onderzoek gedaan. Gebleken is dat zijn temperatuur, ademhalingsfrequentie en hartslag dan een stuk lager zijn dan normaal. Figuur 7 is een deel van een cardiogram van een beer in winterslaap.

figuur 7



2p 15 Bepaal het aantal hartslagen per minuut van deze beer.

Tijdens zijn winterslaap moet de beer zo weinig mogelijk warmte afstaan aan de omgeving. Voor de warmte die een beer per tijdseenheid afgeeft, geldt:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k \cdot \Delta T$$

Hierin is:

- $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ de hoeveelheid warmte die per seconde wordt afgestaan (in J/s of W),
- k een constante die afhangt van de isolerende eigenschappen van de beer (in $W/^{\circ}C$),
- ΔT het verschil tussen de lichaamstemperatuur van de beer en de omgevingstemperatuur (in $^{\circ}C$).

2p 16 Moet de constante k bij een beer in winterslaap zo klein mogelijk of zo groot mogelijk zijn? Licht je antwoord toe.

2p 17 Noem twee eigenschappen van een beer die van invloed zijn op de grootte van k .

NaV 2003-1 Na-1

Twee Natuurkunde 1 (Na1); Profiel natuur & gezondheid; 2003-I. *Let op afdrukken!*

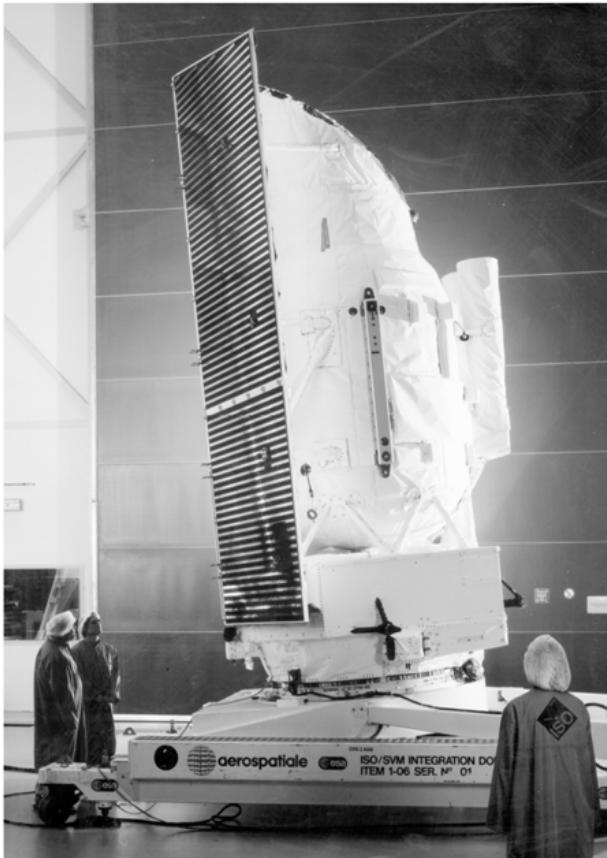
Opgave 1 ISO

Eind 1995 is in Frans Guyana de astronomische satelliet ISO gelanceerd. ISO staat voor "Infra-red Space Observatory". De satelliet meet de intensiteit van infraroodstraling met golflengten tussen $2,5 \mu\text{m}$ en $250 \mu\text{m}$.

- 3p 1 Bereken de kleinste frequentie van infraroodstraling die ISO meet.

Voor zijn energievoorziening maakt ISO gebruik van een zonnepaneel. Zie figuur 1.

figuur 1



- 3p 2 Schat de oppervlakte van het zonnepaneel met behulp van de foto. Vermeld de aanname(s) die je daarbij maakt.

Het zonnepaneel levert een elektrisch vermogen van 600 W. De vervangingsweerstand van de aangesloten apparatuur is $0,96 \Omega$. Om technische redenen wordt besloten de spanning waarbij dit vermogen wordt geleverd omlaag te brengen.

- 3p 3 Leg uit of de vervangingsweerstand van de aangesloten apparatuur daartoe groter of kleiner gemaakt moet worden.

De waarmemingsapparatuur moet een lage temperatuur hebben. Om die te bereiken, wordt de waarmemingsapparatuur van ISO voortdurend gekoeld. Als koelsysteem wordt een cryostaat (een soort grote thermosfles) gebruikt die met 2100 liter vloeibaar helium gevuld is. Om te illustreren hoe goed de cryostaat geïsoleerd is, werd in een persbericht een vergelijking gemaakt met de volgende situatie:
"Wanneer de cryostaat gevuld wordt met 2100 kg kokend water in plaats van met vloeibaar helium, duurt het 6,0 jaar voordat het water tot kamertemperatuur (20°C) afgekoeld is."

- 4p 4 Bereken het gemiddelde vermogen dat in die situatie door de isolatie wordt doorgelaten.

NaV 2003-1 Na-1

Opgave 3 Buitenboordmotor

De boot in figuur 4 heeft een lengte van 6,5 m.



Op het negatief is de afbeelding van de boot 21 mm lang. De foto werd gemaakt met een lens met een brandpuntsafstand van 80 mm.

3p 9 Bereken de afstand tussen de boot en de fotograaf toen de foto gemaakt werd.

De boot heeft een constante snelheid van $8,5 \text{ m s}^{-1}$. Het fototoestel bewoog niet tijdens het nemen van de foto. De fotograaf weet niet meer met welke sluitertijd de foto is gemaakt. Omdat hij op de foto geen noemenswaardige bewegingsonscherpte van de armen van de stuurman ziet, denkt hij dat de sluitertijd niet groter was dan één zestigste seconde.

3p 10 Leg met behulp van een berekening en op grond van de foto uit of hij daarin gelijk heeft.

In figuur 5 is het achterste deel van de boot met de buitenboordmotor op schaal weergegeven.

De schroef van de buitenboordmotor zit aan een lange as, die schuin in het water steekt. De kracht \vec{F} die de schroef op het water uitoefent, heeft dezelfde richting als de schroefas. De voorwaartse kracht op de boot is horizontaal.



Bij een snelheid van $8,5 \text{ m s}^{-1}$ levert de buitenboordmotor aan de boot een vermogen van $8,1 \text{ kW}$.

4p 11 Bepaal de grootte van de kracht die de schroef bij deze snelheid op het water uitoefent.

De wrijvingskracht op de boot neemt toe als de boot sneller vaart. Het rendement van de energieomzetting in de buitenboordmotor blijft gelijk.

We bekijken de afstand die de boot met één volle benzinetank kan afleggen.

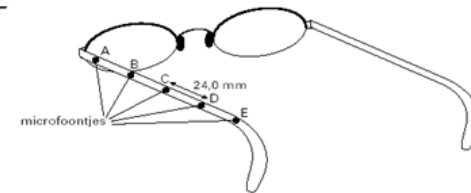
3p 12 Bredeneer of deze afstand bij een hoge snelheid kleiner, even groot of groter is dan bij een lage snelheid.

Opgave 4 Hoorbril

Sommige mensen kunnen geluid dat hen recht van voren bereikt moeilijk onderscheiden van achtergrondgeluid.

Op de Technische Universiteit in Delft wordt een oplossing voor dit probleem ontwikkeld: de zogenaamde hoorbril. Bij een hoorbril zijn vijf zeer kleine microfoontjes op onderling gelijke afstanden van 24,0 mm aangebracht langs een van de poten van de bril. Zie figuur 6.

figuur 6



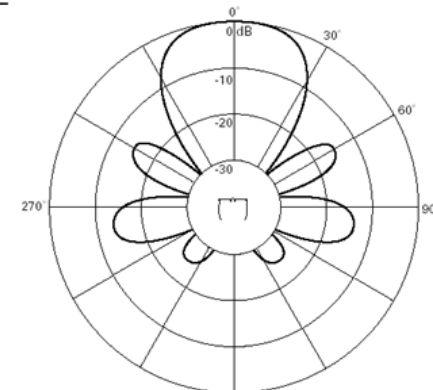
De elektrische signalen van de microfoontjes worden bij elkaar opgeteld. Voordat dit gebeurt, worden er tussen de signalen tijdvertraagingen aangebracht. Dit gebeurt zodanig, dat geluid dat recht van voren komt optimaal wordt versterkt.

3p 13 Bereken met hoeveel seconden het signaal van de voorste microfoon A daartoe moet worden vertraagd ten opzichte van het signaal van de achterste microfoon E (bij een omgevingstemperatuur van 20°C).

Het opgetelde elektrische signaal gaat naar een zendertje in de poot van de bril. In het oor bevindt zich een hoorapparaat dat het uitgezonden signaal ontvangt en het vervolgens via een luidsprekertje aan het oor doorgeeft.

In Delft zijn metingen aan de hoorbril verricht. Het resultaat van een serie metingen bij een geluidsfrequentie van 4800 Hz is te zien in figuur 7. Met een dikke lijn is in deze figuur voor verschillende richtingen aangegeven hoeveel het geluidsniveau bij gebruik van de hoorbril lager is ten opzichte van de richting 'recht van voren'.

figuur 7



NaV 2003-1 Na-12

Two Natuurkunde 1,2 (Na1,2); Profiel natuur & techniek; 2003-I.

Opgave 1 ISO

Eind 1995 is in Frans Guyana de astronomische satelliet ISO gelanceerd. ISO staat voor "Infra-red Space Observatory". De satelliet meet de intensiteit van infraroodstraling met golflengten tussen $2,5 \mu\text{m}$ en $250 \mu\text{m}$.

De kosmische objecten die ISO bestudeert, hebben een lage temperatuur en kunnen worden beschouwd als zwarte stralers.

- 3p 1 Bereken de temperatuur van het koudste object waarvan de top van de stralingskromme door ISO te meten is.

Voor zijn energievoorziening maakt ISO gebruik van een zonnepaneel. Een automatisch systeem zorgt ervoor dat het zonnepaneel tijdens de vlucht steeds zo wordt gericht, dat het zoveel mogelijk zonnestraling opvangt.

- 2p 2 Leg uit of deze manier van richten een meetsysteem, een stuursysteem of een regelsysteem is.

De waarnemingsapparatuur moet een lage temperatuur hebben. Om die te bereiken, wordt de waarnemingsapparatuur van ISO voortdurend gekoeld. Als koelsysteem wordt een cryostaat (een soort grote thermosfles) gebruikt die met 2100 liter vloeibaar helium gevuld is. Om te illustreren hoe goed de cryostaat geïsoleerd is, werd in een persbericht een vergelijking gemaakt met de volgende situatie: "Wanneer de cryostaat gevuld wordt met 2100 kg kokend water in plaats van met vloeibaar helium, duurt het 6,0 jaar voordat het water tot kamertemperatuur (20°C) afgekoeld is."

- 4p 3 Bereken het gemiddelde vermogen dat in die situatie door de isolatie wordt doorgelaten.

Opgave 2 Castorvat

Lees het artikel.

artikel Experts: containers met kernafval lekken niet

- 1 Duits kernafval wordt in zogenaamde castorvaten met treinen naar Frankrijk vervoerd.
- 2 Een castorvat is een cilindervormig ijzeren vat van 12 meter lang en een buitendiameter van 3 meter. De wanden zijn 50 cm dik.
- 4 Vorige week ontstond onrust toen milieuactivisten beweerden dat de vaten lekken.
- 5 Franse inspecteurs hadden namelijk met behulp van veegproeven kobalt-60 en zilver-110 aangetroffen. Bij veegproeven wordt materiaal van het oppervlak opgeveegd om er in een laboratorium de activiteit en samenstelling van te bepalen. De inspecteurs constateerden dat de norm van $4,0 \text{ Bq}$ per vierkante centimeter ruimschoots werd overschreden.
- 8 Volgens Nederlandse deskundigen is er geen sprake van lekkende vaten, maar zijn de vaten na het beladen aan de buitenkant niet goed ontsmet.
- 9 Verder beweren zij dat het stralingsniveau dat pal op de container wordt gemeten, tevens veroorzaakt wordt door straling van het hoogradioactieve materiaal in het vat. Een gedeelte
- 13 van deze straling dringt door de wand naar buiten.

naar: de Volkskrant, 27 mei 1998

In het artikel zijn drie mogelijke oorzaken van straling bij de buitenwand van de container aangegeven.

We noemen de oorzaak in regel 4 oorzaak *a*, die in de regels 9 - 10 oorzaak *b* en die in de regels 11 - 13 oorzaak *c*.

- 3p 4 Leg voor elk van de oorzaken *a*, *b* en *c* uit of deze tot radioactieve besmetting van personen kan leiden.

Het kernafval is afkomstig uit een kerncentrale. Iemand vraagt zich af of het kernafval (uitgewerkte) brandstofstaven bevat, of dat het ook om vervuild materiaal van de moderator kan gaan.

- 5p 5 Beredeneer of het kernafval afkomstig kan zijn van de brandstofstaven en/of van de moderator. Leg daartoe eerst van beide uit wat hun functie is in een kerncentrale.

Opgave 3 Vakantiefoto

Frans heeft op vakantie in Vietnam een foto van een boot gemaakt. Zie figuur 1.

figuur 1



De boot heeft een lengte van 6,5 m. Op het negatief is de afbeelding van de boot 21 mm lang. De foto werd gemaakt met een lens met een brandpuntsafstand van 80 mm.

- 3p 6 Bereken de afstand tussen Frans en de boot toen hij de foto maakte.

De boot heeft een constante snelheid van $8,5 \text{ m s}^{-1}$. Het fototoestel bewoog niet tijdens het nemen van de foto. Frans weet niet meer met welke sluitertijd de foto is gemaakt. Omdat hij op de foto geen noemenswaardige bewegingsonscherpte van de armen van de stuurman ziet, denkt hij dat de sluitertijd niet groter was dan één zestigste seconde.

- 3p 7 Leg met behulp van een berekening en op grond van de foto uit of hij daarin gelijk heeft.

De wrijvingskracht op de boot neemt toe als de boot sneller vaart. Het rendement van de energieomzetting in de buitenboordmotor blijft gelijk.

We bekijken de afstand die de boot met één volle benzinetank kan afleggen.

- 3p 8 Beredeneer of deze afstand bij een hoge snelheid kleiner, even groot of groter is dan bij een lage snelheid.

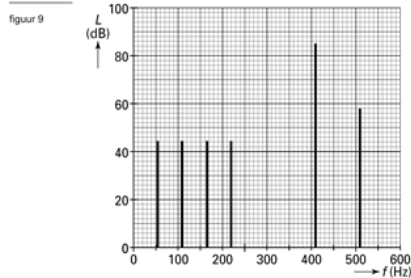
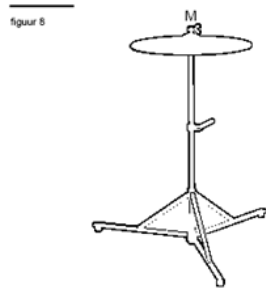
NaV 2004-1

Opgave 4 Bekken

Een drumstel bestaat onder andere uit trommels en bekkens. Een bekken is een ronde metalen schijf die in het midden M op een standaard is geklemd. Zie figuur 8.

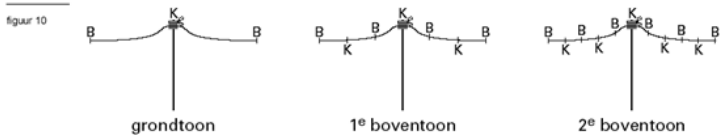
Ruud onderzoekt het geluid dat een bekken produceert als hij er zachtjes met een wollige paukenstok op slaat.

Op 4,5 meter afstand van het bekken zet hij een microfoon neer die hij verbindt met een computer. De computer analyseert het ontvangen signaal en maakt een grafiek van het geluidsniveau als functie van de ontvangen frequenties. Zie figuur 9.



- 4p 15 Bepaal het vermogen dat het bekken afgeeft bij 410 Hz. Ga er daarbij vanuit dat het bekken zich gedraagt als een puntbron die in alle richtingen evenveel geluidsniveau afgeeft.

Ruud zoekt een verklaring voor de frequentieverhouding van de laagste vier tonen van figuur 9. In een boek over muziekinstrumenten vindt hij het plaatje van figuur 10 met enkele trillingstoestanden van een bekken. De plaatsen van de knopen van de staande golven in het bekken zijn aangegeven met een letter K; de plaatsen van de buiken met een B.



- 3p 16 Toon aan dat de patronen van knopen en buiken in figuur 10 niet overeenstemmen met de verhoudingen van de frequenties van de drie laagste tonen van figuur 9.

De toon van 410 Hz is veel sterker dan de andere tonen. De amplitude van de andere tonen is daarom te verwaarlozen.

Ruud bekijkt de rand van het trillende bekken met een stroboscoop. Hij stelt de frequentie van de stroboscoop in op 820 Hz. Hij neemt dan twee standen van de rand van het bekken waar. De 'twee randen' lijken stil te staan. Stelt hij de frequentie iets hoger in, dan ziet hij de twee randen langzaam bewegen.

- 3p 17 Geef voor beide waarnemingen een verklaring.

Tijdens het 'langzaam bewegen' ziet Ruud de twee randen steeds naar elkaar toe gaan en weer uit elkaar gaan. Om het moment dat de twee randen het verst van elkaar zijn verwijderd, bevinden ze zich 2,7 mm uit elkaar.

- 3p 18 Bereken de werkelijke snelheid waarmee de rand van het bekken door de evenwichtsstand gaat.

Opgave 5 PET-scan

Voor een hersenonderzoek krijgt een patiënt een stof ingespoten die gemakkelijk door het bloed in het lichaam wordt opgenomen. Deze stof bevat de radioactieve isotoop ^{18}F die vervalt door het uitzenden van positronen (β^+ -straling).

- 3p 19 Geef de vervalreactie van ^{18}F .

De hersenen nemen 20% van de ingespoten stof op en absorberen alle positronstraling die daaruït vrijkomt. Ze ontvangen hierdoor een stralingsdosis van 1,0 mGy.

De gemiddelde verblijftijd van de ingespoten stof in de hersenen is 8,9 minuut.

De massa van de hersenen is 1,5 kg.

De gemiddelde energie van een uitgezonden positron is 245 keV.

- 5p 20 Bereken de gemiddelde activiteit van de ingespoten stof gedurende de verblijftijd.

Bereken daartoe eerst:

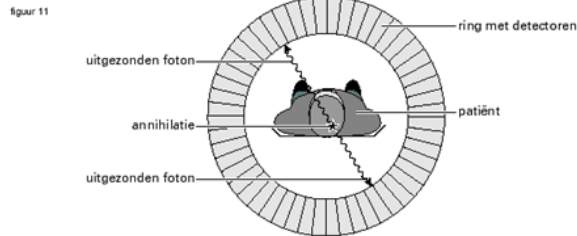
- de stralingsenergie die in de genoemde tijd uit de ingespoten stof vrijkomt en
- het aantal positronen dat dan vrijkomt.

Bij je berekeningen hoef je geen rekening te houden met de halveringstijd van ^{18}F .

Een positron dringt enkele millimeters door in het weefsel en **annihileert** dan met een elektron. Daarbij verdwijnen het positron en het elektron en ontstaat twee γ -fotonen met gelijke energieën. Neem aan dat de kinetische energie van de positronen en elektronen vóór de annihilatie verwaarloosbaar is.

- 4p 21 Bereken aan de hand van de verdwenen massa de energie van één γ -foton in eV. Geef de uitkomst in zes significante cijfers.

De twee γ -fotonen bewegen in (vrijwel) tegenovergestelde richting. Om deze γ -straling te registreren, wordt de patiënt met zijn hoofd precies in het midden van een ring met detectoren geschoven. Deze onderzoeksmethode heet 'Positron Emissie Tomografie', afgekort PET. Zie figuur 11.



De twee γ -fotonen bereiken zeer korte tijd na elkaar de ring met detectoren. Wanneer de twee getroffen detectoren binnen een ingestelde tijdsduur Δt een foton registreren, neemt men aan dat deze twee fotonen afkomstig zijn van dezelfde annihilatie.

Een computer verwerkt de informatie van een groot aantal metingen tot een zogeheten PET-scan.

Dit is een plaatje waarop te zien is waar veel annihilaties hebben plaatsgevonden en welke hersengebieden dus het beste doorbloed zijn.

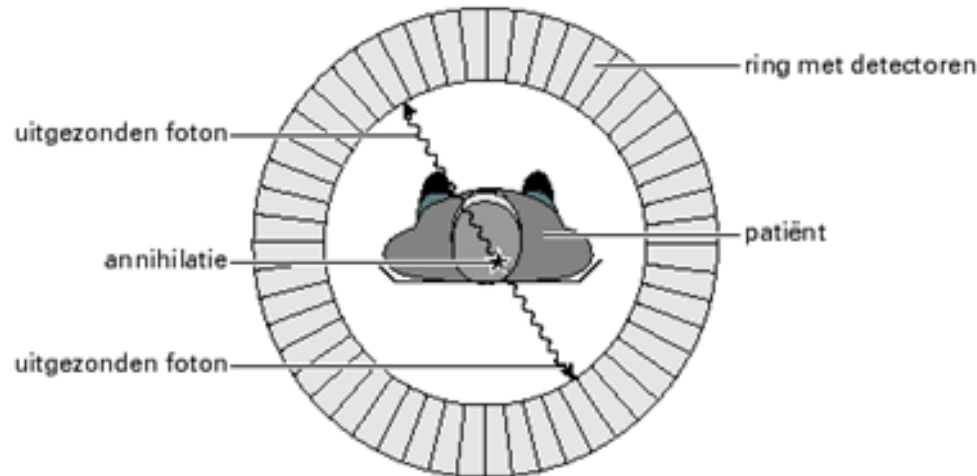
- 3p 22 Bereken de orde van grootte van de ingestelde tijdsduur Δt . Maak daarbij gebruik van een schatting en neem aan dat de fotonen overal met de lichtsnelheid in vacuüm bewegen.

Ongeveer 90% van de annihilaties levert géén bruikbare informatie op. Dat komt onder andere doordat een deel van de vrijgekomen fotonen naast de detectoren valt en doordat er fotonen uit andere delen van het lichaam worden gemeten.

- 2p 23 Noem twee andere mogelijke oorzaken waarom niet alle annihilaties bruikbare informatie opleveren.

De twee γ -fotonen bewegen in (vrijwel) tegenovergestelde richting. Om deze γ -straling te registreren, wordt de patiënt met zijn hoofd precies in het midden van een ring met detectoren geschoven. Deze onderzoeksmethode heet 'Positron Emissie Tomografie', afgekort PET. Zie figuur 11.

figuur 11



De twee γ -fotonen bereiken zeer korte tijd na elkaar de ring met detectoren. Wanneer de twee getroffen detectoren binnen een ingestelde tijdsduur Δt een foton registreren, neemt men aan dat deze twee fotonen afkomstig zijn van dezelfde annihilatie.

Een computer verwerkt de informatie van een groot aantal metingen tot een zogeheten PET-scan.

Dit is een plaatje waarop te zien is waar veel annihilaties hebben plaatsgevonden en welke hersengebieden dus het beste doorbloed zijn.

- 3p 22 Bereken de orde van grootte van de ingestelde tijdsduur Δt . Maak daarbij gebruik van een schatting en neem aan dat de fotonen overal met de lichtsnelheid in vacuüm bewegen.

Ongeveer 90% van de annihilaties levert géén bruikbare informatie op. Dat komt onder andere doordat een deel van de vrijgekomen fotonen naast de detectoren valt en doordat er fotonen uit andere delen van het lichaam worden gemeten.

- 2p 23 Noem twee andere mogelijke oorzaken waarom niet alle annihilaties bruikbare informatie opleveren.

NaV 2007-1 Na-1

VWO Na1 Natuur(kunde) & Gezondheid 2007-I

Opgave 1 Goliath

In attractiepark Walibi World bevindt zich een achtbaan, de Goliath. Een trein met passagiers beweegt met een constante snelheid van $5,0 \text{ km h}^{-1}$ langs een rechte helling omhoog. De top van de helling ligt 46 m hoger dan het startpunt. Over deze helling doet de trein 51 s .
3p 1 Bereken de hellingshoek van deze helling.

figuur 1



Het midden van de trein passeert de top van de eerste helling met verwaarloosbare snelheid. De trein begint vervolgens aan een zeer steile afdaling. Zie figuur 1. Bij die afdaling bedraagt het hoogteverschil ook 46 m . Onderaan is de snelheid opgelopen tot 106 km h^{-1} . De massa van de trein met passagiers bedraagt $14 \cdot 10^3 \text{ kg}$.

4p 2 Bereken hoeveel energie in warmte wordt omgezet tijdens deze afdaling.

Neem aan dat de trein eenparig versneld daalt. De lengte van de afdaling bedraagt 49 m .

4p 3 Bereken de versnelling tijdens het dalen.

Verderop tijdens de rit worden er foto's gemaakt. In figuur 2 is zo'n foto weergegeven. De trein is $13,2 \text{ m}$ lang en bestaat uit vijf dezelfde wagons. Elke wagon wordt apart gefotografeerd. Voor elke foto geeft een stroboscoop een lichtflits. Op de plaats waar de foto's worden gemaakt, bedraagt de snelheid 16 m s^{-1} .

3p 4 Bereken de flitsfrequentie van de stroboscoop.

Voordat de trein weer het station binnentreedt, wordt de snelheid eenparig vertraagd teruggebracht van $15,2 \text{ m s}^{-1}$ naar $0,3 \text{ m s}^{-1}$. Bij het remmen van de trein mag de remkracht op een persoon niet groter zijn dan de helft van de zwaartekracht.

3p 5 Bereken de minimale remtijd.

figuur 2



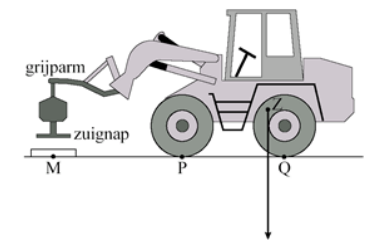
Opgave 2 Heftruck

Een heftruck legt betonplaten voor een schoolplein. Figuur 3 is een foto van de heftruck en figuur 4 een schematische tekening.

figuur 3



figuur 4



De grijparm wordt dichterbij de heftruck toe bewogen.

2p 6 Leg uit of de voorbanden daardoor meer of minder ingedrukt worden.

De totale massa van de heftruck zonder last is 13500 kg . In figuur 4 is de heftruck op schaal getekend. In deze figuur is de zwaartekracht op de heftruck zonder last aangegeven. De heftruck staat vergroot op de uitwerkbijlage.

4p 7 Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de krachten in de punten P en Q op de voorwielen en de achterwielen in de juiste verhouding met de al getekende zwaartekracht.

De loodrechte afstand tussen punt P en de werklijn van de zwaartekracht op de heftruck is $2,00 \text{ m}$. De afstand MP is $3,00 \text{ m}$. Bij maximale belasting kantelt de heftruck nog niet voorover.

3p 8 Bereken deze maximale belasting in kg.

Voor het oppakken en verplaatsen van de betonnen platen gebruikt deze heftruck een speciaal zuigapparaat dat aan de grijparm bevestigd is.

De onderkant van dit apparaat bestaat uit een grote zuignap met een rubberen rand. Door lucht onder deze zuignap weg te zuigen, kunnen de platen opgetild en vervoerd worden.

Op het zuigapparaat staat dat er maximaal 5000 kg mee opgetild kan worden.

De zuignap heeft de vorm van een rechthoek met zijden van 60 cm en 85 cm .

De luchtdruk buiten is 1013 hPa .

4p 9 Bereken hoe groot de druk onder de zuignap maximaal mag zijn om voorwerpen van 5000 kg te kunnen optillen.

Projecten

- Project Moderne Natuurkunde
- Compex

- Natuurkunde 1,2

PMN

- Eigen examen: Eén eigen opgave.
- 2002 eerste examen
- 2009 laatste examen
- 2010 eerste Nina Pilot examen

- Fotonen en Elektronen
- Atomen en Moleculen
- Reacties
- Astrofysica
- PMN Waar gaat het over: Quantum
Deeltjes

Moderne Natuurkunde *gegevens en formules*

Tabel 1: *Elementaire deeltjes*

Elementaire Deeltjes: Fermionen							
Quarks				Leptonen			
Generatie	Deeltje/smaak	Massa (GeV/c ²)	Lading (e)	Generatie	Deeltje/smaak	Massa (GeV/c ²)	Lading (e)
1	u up quark	0,003	2/3	1	ν_e elektron neutrino	$<1 \times 10^{-5}$	0
	d down quark	0,006	-1/3		e^- elektron	0,000511	-1
2	c charm quark	1,3	2/3	2	ν_μ muon neutrino	$<0,0002$	0
	s strange quark	0,1	-1/3		μ^- muon	0,106	-1
3	t top quark	175	2/3	3	ν_τ tau neutrino	$<0,02$	0
	b bottom quark	4,3	-1/3		τ^- tau	1,7771	-1
Elementaire Deeltjes: Bosonen							
Sterke interactie				Elektrozwakke interactie			
	g gluon	0	0		γ photon	0	0
					W^- W-min-boson	80,4	-1
					W^+ W-plus-boson	80,4	+1
					Z^0 Z boson	91,2	0
	Gravitatie						
	graviton (hypothetisch)						

- Ieder deeltje heeft een antideeltje, met dezelfde massa en met tegengestelde lading, baryon- of leptongetal.
- Alle genoemde quarks hebben baryongetal 1/3 en leptongetal 0
- Alle genoemde leptonen hebben baryongetal 0 en leptongetal 1

Tabel 2: *Enkele samengestelde deeltjes*

deeltje	samenstelling	baryongetal	leptongetal
p^+ proton	uud	1	0
p^- anti-proton	$\bar{u}\bar{u}\bar{d}$	-1	0
n neutron	udd	1	0
\bar{n} anti-neutron	$\bar{u}\bar{d}\bar{d}$	-1	0
π^- pi-min-meson	$\bar{u}d$	0	0
π^+ pi-plus-meson	$u\bar{d}$	0	0
π^0 pi-nul-meson	$u\bar{u} / d\bar{d}$	0	0
H waterstofatoom	p^+e^-	1	1

Tabel 3: *formules*

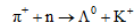
$$E_k = \frac{p^2}{2m}$$

$$E_k = \frac{h^2}{8m} \left(\frac{n_x^2}{L_x^2} + \frac{n_y^2}{L_y^2} + \frac{n_z^2}{L_z^2} \right)$$

PMN 2002-1

Opgave 6 Krimpde atoomkern

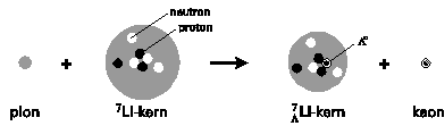
Japane fysiци hebben een plaatje lithium beschoten met pionen. Af en toe wordt een neutron in een ${}^7\text{Li}$ -kern getroffen door een pion. Er ontstaan dan een labda-deeltje (Λ^0) en een kaon (K^-):



- 4p 20 Bereken de minimale kinetische energie die het pion moet hebben om deze reactie mogelijk te maken. Neem voor deze berekening aan dat de kinetische energie van alle andere genoemde deeltjes verwaarloosbaar is.

Het labda-deeltje blijft in de kern, terwijl het kaon de kern verlaat. Zie figuur 14. De lithiumkern waarin deze reactie heeft plaatsgevonden, heet hierna lithium-labdakern en wordt aangeduid met ${}^7_\Lambda\text{Li}$.

figuur 14



Het pion is samengesteld uit quarks van generatie I. Het Λ^0 bevat behalve twee quarks uit generatie I ook een strange-quark (s), dat tot generatie II behoort. Bij het indelen van hadronen wordt gebruik gemaakt van het zogenaamde vreemdheidsgetal. Een hadron met één strange-quark heeft vreemdheidsgetal -1 . Een hadron met een anti-strange-quark (\bar{s}) heeft vreemdheidsgetal $+1$. Een hadron met twee anti-strange-quarks heeft dus vreemdheidsgetal $+2$. Bij bovenstaande reactie blijkt er, zoals bij elke sterke wisselwerking, behoud van vreemdheidsgetal te zijn.

- 4p 21 Bepaal de quarksamenstelling van het kaon.

De overgebleven neutronen in de kern kunnen in verschillende energietoestanden zitten. In figuur 14 zitten de vier deeltjes in het midden van de kern in de grondtoestand. Het getroffen neutron is één van deze vier deeltjes. Kort na de vorming van de lithium-labdakern zal een neutron met hogere energie naar de grondtoestand vervallen door het uitzenden van een gamma-foton. Daardoor wordt de laagste energietoestand bereikt.

- 3p 22 Leg met behulp van het Pauliverbod uit waarom dit verval zal plaatsvinden.

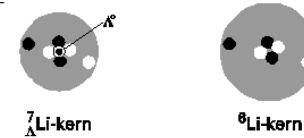
Het gamma-foton dat wordt uitgezonden, heeft een energie van $2,050 \text{ MeV}$.

- 3p 23 Bereken de frequentie van de uitgezonden straling.

De verdeling van de protonen en neutronen in ${}^7_\Lambda\text{Li}$ is precies hetzelfde als in ${}^7\text{Li}$.

Het enige verschil is de aanwezigheid van het Λ^0 . Dit deeltje zit in het centrum van de kern zonder dat het extra ruimte inneemt. Zie figuur 15.

figuur 15



Het Λ^0 is een baryon, dat op precies dezelfde wijze als het proton en het neutron gevoelig is voor de sterke wisselwerking.

Op grond van deze gegevens werd al twintig jaar geleden verwacht dat de ${}^7_\Lambda\text{Li}$ -kern kleiner zou zijn dan de ${}^7\text{Li}$ -kern.

- 2p 24 Leg uit waarom.

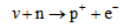
De Japanse fysiци hebben deze verwachting bevestigd: de diameter van de ${}^7_\Lambda\text{Li}$ -kern is ongeveer één vijfde kleiner dan die van de ${}^7\text{Li}$ -kern. Blijkbaar is door het extra Λ^0 de kern dus gekrompen.

Einde

PMN 2002-2

Opgave 1 Antares

Neutrino's kunnen alleen indirect worden waargenomen door de reacties die ze veroorzaken. Eén zo'n reactie betreft de botsing tussen een neutrino en een neutron, met de volgende reactievergelijking:



Er is een soortgelijke reactie die de wisselwerking van antineutrino's met materie beschrijft. Deze tweede reactie kan worden gebruikt voor het waarnemen van antineutrino's.

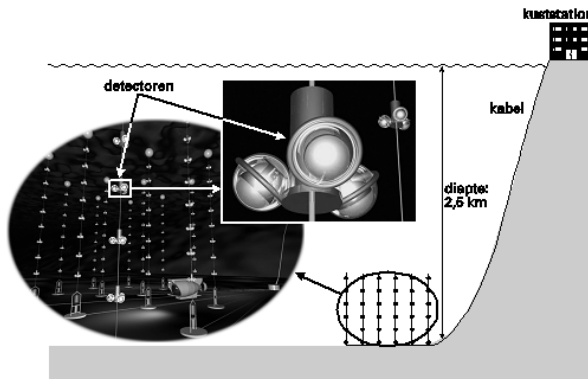
- 3p 1 Leidt met behulp van symmetrieën uit de gegeven reactievergelijking de bij deze tweede reactie behorende reactievergelijking af.

Neutrino-detectoren zijn altijd zeer groot. Antares, een neutrino-detecteur in aanbouw in de Middellandse Zee, zal bijvoorbeeld zo'n dertig miljoen kubieke meter zee water omvatten.

- 2p 2 Leg uit waarom neutrino-detectoren groot moeten zijn.

Antares wordt aangelegd in een diep gedeelte van de Middellandse Zee, in de buurt van de Franse kust. Op een diepte van 2,5 km worden duizend zeer gevoelige lichtdetectoren bevestigd aan verticale kabels, die worden verankerd op de zeebodem. Zie figuur 1.

figuur 1



Als een neutrino via de gegeven reactie een elektron produceert, kunnen er lichtflitsjes ontstaan. De lichtdetectoren moeten deze lichtflitsjes waarnemen. De snelheidsrichtingen van het elektron en van het lichtflitsje hebben beide een component in de richting van de snelheid van het neutrino.

Op de diepte van de opstelling heeft daglicht geen invloed meer. Toch zijn de detectoren naar beneden gericht, zodat ze alleen licht waarnemen dat van onderen komt.

- 2p 3 Geef twee redenen waarom de detectoren naar beneden gericht zijn.

De lichtflitsjes maken deel uit van de zogenaamde Cherenkov-straling die ontstaat als de snelheid van elektronen groter is dan de lichtsnelheid in water. Tussen de brekingsindices van twee media en de snelheid van het licht in die media bestaat het volgende verband:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

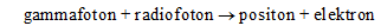
Hierin is

- n_1 de brekingsindex van medium 1;
- n_2 de brekingsindex van medium 2;
- v_1 de lichtsnelheid in medium 1;
- v_2 de lichtsnelheid in medium 2.

- 3p 4 Bereken de minimale snelheid in water van elektronen die violette Cherenkov-straling veroorzaken.

Antares is vooral bedoeld voor het bestuderen van hoog energetische processen ver weg in het heelal. Bij die processen komen behalve neutrino's ook gammafotonen vrij. Deze bereiken de aarde echter niet doordat ze onderweg reageren met de 'achtergrondstraling'. Deze bestaat uit radiofotonen met een frequentie in de orde van grootte van 10^{11} Hz.

Bij deze reactie wordt een elektron-positron paar gevormd:



Paarvorming door de interactie van een gammafoton (met energie E_1) en een radiofoton (met energie E_2) kan volgens de relativiteitstheorie alleen plaatsvinden als geldt:

$$E_1 \cdot E_2 \geq m_e^2 c^4$$

- 3p 5 Bereken de orde van grootte van de energie die een gammafoton minstens moet hebben om deze paarvorming mogelijk te maken.

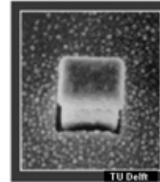
Opgave 6 Quantumdots

Met nanotechnologie kunnen quantumdots worden gemaakt.

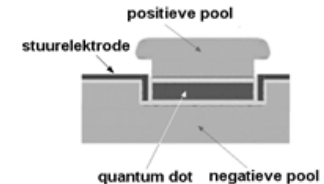
Een quantumdot is een klein systeem waarin zich twee soorten elektronen bevinden:

- elektronen die gebonden zijn aan atomen in de quantumdot;
- een beperkt aantal geleidingselektronen, dat vrij door de quantumdot beweegt. Op deze elektronen is het deeltje-in-een-doosmodel van toepassing.

figuur 18



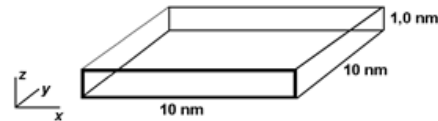
figuur 19



Figuur 18 toont een bovenaanzicht van een paddestoelachtige structuur die een quantumdot bevat. De eigenlijke quantumdot is een dun laagje in de steel van de paddestoel.

Zie figuur 19. Er zijn drie elektroden op aangesloten: een negatieve pool, een positieve pool en een stuurelektrode. De potentiaal van de stuurelektrode bepaalt het aantal geleidingselektronen.

figuur 20



In de quantumdot in figuur 20 is één geleidingselektron aangebracht. De quantumgetallen n_x , n_y en n_z geven voor de x -, y - en z -richting het aantal maxima in de golf functie van dit elektron. De grondtoestand van het elektron wordt gegeven door $(n_x, n_y, n_z) = (1, 1, 1)$

- Quantumdots kunnen worden toegepast als 'nano'-lichtbronnen van iedere gewenste kleur.
- 50 20 Bereken de minimale frequentie van een foton dat door de quantumdot van figuur 20 wordt uitgezonden.

- Het aantal geleidingselektronen in de quantumdot wordt verhoogd tot 5. De verdeling van de elektronen over de energietoestanden is zodanig dat de totale energie minimaal is.
- 30 21 Leg uit op welke twee manieren deze vijf elektronen verdeeld kunnen zijn over de beschikbare toestanden. Gebruik voor het antwoord de tabel op de uitwerkbijlage.

De quantumdot gedraagt zich ook als een 'nano'-condensator met een capaciteit C van $1 \cdot 10^{-15} \text{ F}$. Men verwacht dat zulke condensatoren in toekomstige computerchips een rol als schakelaar kunnen spelen. Voor de benodigde schakelenergie

geldt $E_s = \frac{e^2}{C}$, waarin e de ladingseenheid is. Zo'n schakelaar werkt echter alleen

betrouwbaar als de thermische energie veel kleiner is dan de schakelenergie. Voor de thermische energie geldt $E_t = kT$, waarin k de constante van Boltzmann is (zie BINAS tabel 7) en T de absolute temperatuur.

- 40 22 Bereken de maximale temperatuur die een quantumdot mag hebben als de thermische energie niet meer dan 1% van de schakelenergie mag bedragen.

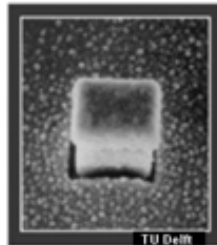
Opgave 6 Quantumdots

Met nanotechnologie kunnen quantumdots worden gemaakt.

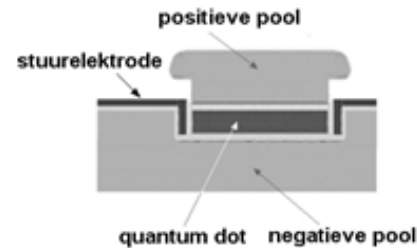
Een quantumdot is een klein systeem waarin zich twee soorten elektronen bevinden:

- elektronen die gebonden zijn aan atomen in de quantumdot;
- een beperkt aantal geleidingselektronen, dat vrij door de quantumdot beweegt. Op deze elektronen is het deeltje-in-een-doosmodel van toepassing.

figuur 18

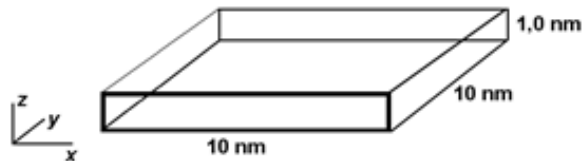


figuur 19



Figuur 18 toont een bovenaanzicht van een paddestoelachtige structuur die een quantumdot bevat. De eigenlijke quantumdot is een dun laagje in de steel van de paddestoel. Zie figuur 19. Er zijn drie elektroden op aangesloten: een negatieve pool, een positieve pool en een stuur-elektrode. De potentiaal van de stuur-elektrode bepaalt het aantal geleidingselektronen.

figuur 20



In de quantumdot in figuur 20 is één geleidingselektron aangebracht. De quantumgetallen n_x , n_y en n_z geven voor de x-, y- en z-richting het aantal maxima in de golf functie van dit elektron. De grondtoestand van het elektron wordt gegeven door $(n_x, n_y, n_z) = (1, 1, 1)$

- Quantumdots kunnen worden toegepast als 'nano'-lichtbronnen van iedere gewenste kleur.
- so 20 Bereken de minimale frequentie van een foton dat door de quantumdot van figuur 20 wordt uitgezonden.

- Het aantal geleidingselektronen in de quantumdot wordt verhoogd tot 5. De verdeling van de elektronen over de energietoestanden is zodanig dat de totale energie minimaal is.
- so 21 Leg uit op welke twee manieren deze vijf elektronen verdeeld kunnen zijn over de beschikbare toestanden. Gebruik voor het antwoord de tabel op de uitwerkbijlage.

PMN 2007-2

Opgave 6 Geoneutrino's

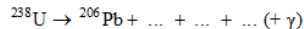
Lees onderstaand artikel.

Natuurkundigen hebben een nieuwe methode ontwikkeld om het inwendige van de aarde te bestuderen. Ze maken hierbij gebruik van antineutrino's uit de aarde die ze geoneutrino's noemen.

Geoneutrino's ontstaan bij het radioactieve verval van thorium-232, uranium-238 en kalium-40. De deeltjes gaan bijna overal dwars doorheen, maar de KamLAND-detector in Japan is toch in staat er af en toe een waar te nemen. De detector bestaat uit een grote ballon, gevuld met een speciale detectorvloeistof. Wanneer die vloeistof een antineutrino invangt, ontstaan direct na elkaar twee korte lichtflitsjes die met lichtsensoren worden gedetecteerd.

De afgelopen twee jaar zijn 25 antineutrino's waargenomen die daadwerkelijk afkomstig waren uit het binnenste van de aarde en gevormd bij het verval van uranium en thorium. Daarmee kon de bijdrage aan de aardwarmte van dit verval worden berekend.

Antineutrino's komen onder andere vrij als U-238 via een aantal stappen verval tot het stabiele Pb-206. Bij deze stappen komt geen β^- -verval of elektronvangst voor. De netto reactievergelijking van de vervalreeks van U-238 heeft de volgende vorm:

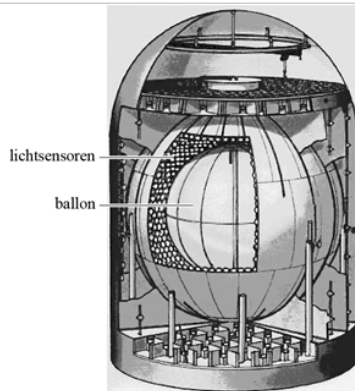


Behalve Pb-206 en γ -fotonen komen er dus nog drie verschillende soorten deeltjes vrij.

- 4p 16 Maak bovenstaande netto reactievergelijking volledig. Geef aan welke behoudswetten je daarbij hebt gebruikt.

Sommige antineutrino's uit het inwendige van de aarde bereiken de detector niet omdat ze onderweg door de aarde vervallen in anti-muon-neutrino's of anti-taon-neutrino's.

- 2p 17 Leg uit welk type wisselwerking voor dit verval verantwoordelijk is.



In de KamLAND-detector wordt een antineutrino gedetecteerd wanneer het reageert met een proton in de detectorvloeistof. Bij deze reactie komen een neutron en een positron vrij.

- 3p 18 Teken het reactiediagram van deze reactie.

Antineutrino's afkomstig van het verval van K-40 worden niet gedetecteerd. Hun energie is te laag voor een reactie met een proton.

- 4p 19 Toon dit aan. Bereken daarbij eerst de energie die een antineutrino minstens moet hebben om te kunnen reageren met een proton. Gebruik bij de berekening de waarden van tabel 7 van Binas. De massa van het antineutrino mag verwaarloosd worden.

De aanwezigheid van de detector heeft nauwelijks invloed op de golf functie van een antineutrino uit de aarde, zolang dit antineutrino niet gedetecteerd wordt.

- 3p 20 Leg dit uit.

Van de gedetecteerde antineutrino's is 80% afkomstig van U-238. Uit berekeningen van de KamLAND-onderzoekers blijkt dat van alle antineutrino's die bij het verval van $5,4 \cdot 10^{30}$ kernen U-238 vrijkomen, er slechts één wordt gedetecteerd. Elke kilogram U-238 in de aarde levert $0,095 \text{ mW}$ warmte als gevolg van radioactief verval.

Voor A , de activiteit van al het U-238 in de aarde, geldt:

$$A = 0,69 \frac{N}{\tau}$$

Hierin is:

- N het totale aantal atomen U-238 in de aarde,
- τ de halveringstijd van het verval van U-238.

- 4p 21 Bereken de aardwarmte die per seconde wordt geproduceerd als gevolg van radioactief verval van U-238 in de aarde.

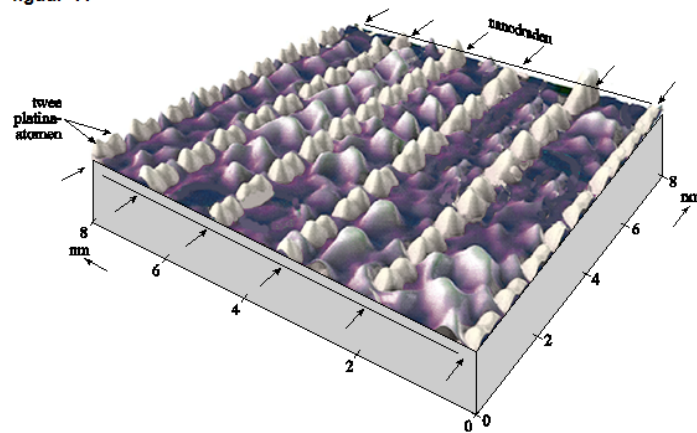


PMN 2008-1

Opgave 6 Elektronen tussen nanodraden

In 2005 zijn onderzoekers van de Universiteit Twente erin geslaagd nanodraden van platina te laten groeien op een oppervlak van germanium. In figuur 11 is een beeld van het resultaat te zien. Dit beeld is met behulp van een zogenaamde scanning tunneling microscoop (STM) gemaakt.

figuur 11



In figuur 11 is te zien dat de nanodraden slechts één atoom dik zijn. De platina-atomen van een nanodraad zijn paarsgewijs achter elkaar gerangschikt. De hobbeltjes tussen de nanodraden geven plaatsen met hoge elektronendichtheid aan. Het germaniumoppervlak van figuur 11 bevat gemiddeld 0,75 vrije elektronen per nm^2 . Neem aan dat deze allemaal afkomstig zijn van de platina-atomen.

- 3p 19 Bepaal met behulp van figuur 11 hoeveel vrije elektronen elk platina-atoom gemiddeld aan het germaniumoppervlak levert.

De onderzoekers hebben bij zeer lage temperatuur het energiespectrum van de elektronen op het germaniumoppervlak gemeten. Zie figuur 12. De metingen zijn gedaan bij twee waarden van de afstand L tussen de nanodraden. Horizontaal is de energie uitgezet en verticaal de kans dat een bepaald energieniveau door een elektron is bezet.

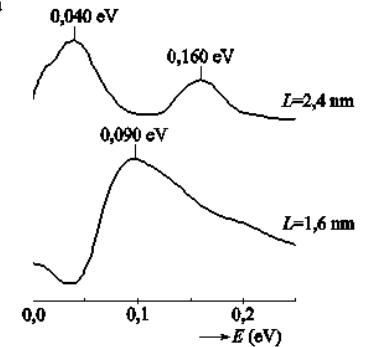
Bij $L = 2,4 \text{ nm}$ kan een elektron door absorptie van een foton de overstap maken van de 0,040 eV-piek naar de 0,160 eV-piek.

- 3p 20 Bereken de golflengte die dit foton daartoe moet hebben.

In figuur 12 is bij drie pieken de waarde van de energie aangegeven. De onderzoekers schrijven de drie pieken toe aan opsluiting van de elektronen tussen de nanodraden. Ze verwachten dat de beweging van de elektronen loodrecht op de draden goed wordt beschreven door het ééndimensionale doosjesmodel.

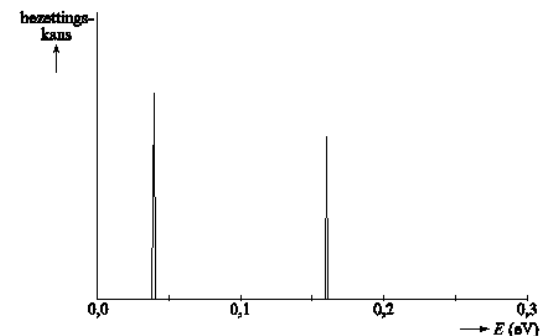
- 4p 21 Laat zien dat de onderlinge verhoudingen van de energieën van de drie pieken inderdaad kloppen met wat het ééndimensionale doosjesmodel voorspelt.

figuur 12
bezettingskansen



Als het ééndimensionale doosjesmodel een perfecte beschrijving van de elektronen tussen de nanodraden zou geven, dan zou de bezettingskans als functie van de energie er voor $L = 2,4 \text{ nm}$ uitzien als in figuur 13.

figuur 13



- 3p 22 Verklaar met het ééndimensionale doosjesmodel:
 1. Waarom binnen het energiebereik in figuur 13 slechts twee pieken passen.
 2. Waarom voor alle overige energieën in figuur 13 de bezettingskans nul is.

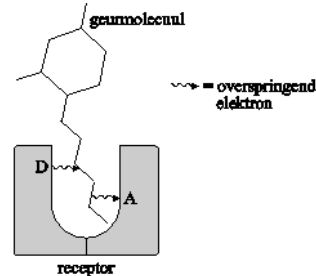
Let op: de laatste vraag van dit examen staat op de volgende pagina.

PMN 2008-2

Opgave 4 Quantumneus

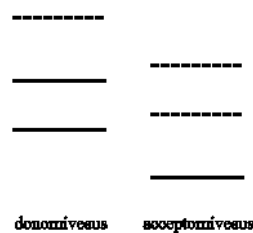
We kunnen ruiken omdat in onze neus receptoren zitten die geurmoleculen opvangen en vervolgens een signaal naar de hersenen sturen. Hoe geurmoleculen dit signaal opwekken is nog niet met zekerheid bekend. Een theorie hierover is afkomstig van de Franse onderzoeker Luca Turin. Volgens deze theorie kan men receptoren in de neus opgebouwd denken uit twee elektroden: de donor D en de acceptor A. Als een elektron via een opgevangen geurmolecuul overspringt van D naar A, ruik je de stof waarvan het geurmolecuul afkomstig is. Zie figuur 10.

figuur 10



In figuur 11 is zowel voor donormolecuul als acceptormolecuul een deel van het energieniveauschema weergegeven. Geheel of gedeeltelijk bezette niveaus zijn weergegeven met doorgetrokken lijnen, onbezette niveaus met streeplijnen.

figuur 11



- 2p 15 Leg uit met behulp van figuur 11 dat een elektron alleen kan overspringen van donor naar acceptor nadat het energie heeft afgestaan of opgenomen.

Neem aan dat de donor een oneven aantal elektronen bevat en zich in de grondtoestand bevindt.

- 2p 16 Leg uit dat het hoogst bezette energieniveau van de donor slechts gedeeltelijk bezet is.

Volgens Turin botst een donorelektron met het geurmolecuul en staat daarbij precies voldoende energie aan het geurmolecuul af om naar de acceptor te kunnen springen. Als gevolg van deze energieopname gaat het geurmolecuul harder trillen.

Voor twee-atomige geurmoleculen worden de energieniveaus gegeven door:

$$E_n = (2n-1)hf_1$$

Hierin is:

- h de constante van Planck,
- n het quantumgetal ($n = 1, 2, 3, \dots$),
- f_1 de grondfrequentie van het trillende molecuul.

Voor een bepaald geurmolecuul is f_1 gelijk aan $1,75 \cdot 10^{13}$ Hz.

We bekijken nu de situatie dat de bijbehorende stof wordt geroken.

- 3p 17 Bereken hoeveel energie een overspringend elektron dan minimaal afgeeft aan het geurmolecuul.

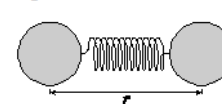
Nadat een geurmolecuul met de gegeven f_1 door een overspringend elektron is aangeslagen valt het vanuit de aangeslagen toestand met quantumgetal n rechtstreeks terug naar de grondtoestand. Voor kleine waarden van n komt hierbij infraroodstraling vrij.

De golflengte van infraroodstraling is minimaal 750 nm.

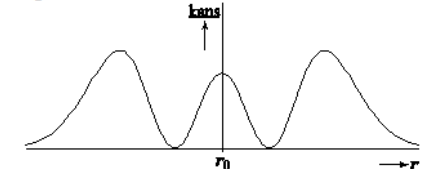
- 4p 18 Bereken de maximale waarde van n waarbij nog infraroodstraling vrijkomt.

Een twee-atomig molecuul kan schematisch worden weergegeven op de manier van figuur 12. De beide atomen kunnen worden opgevat als gebonden deeltjes, waarvan de onderlinge afstand r ten gevolge van de trilling varieert om een evenwichtswaarde r_0 . In figuur 13 is voor een bepaalde energietoestand weergegeven hoe de kans dat de atomen op afstand r van elkaar zitten, afhangt van deze afstand.

figuur 12



figuur 13



- 3p 19 Leg uit welk quantumgetal n hoort bij de kansfunctie van figuur 13 en teken in de uitwerkbijlage de bijbehorende golffunctie $\Psi(r)$.

De potentiële energie van de trillende atomen is groter naarmate r meer verschilt van r_0 .

- 2p 20 Leg met behulp van de kinetische energie van de trillende atomen uit waarom de middelste piek in figuur 13 smaller is dan de andere twee pieken.

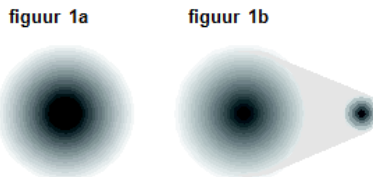
PMN 2009-1

Opgave 5 Elektronenwolken

Canadese onderzoekers hebben in 2007 een methode gevonden om met laserlicht elektronenwolken van moleculen zichtbaar te maken. Zij willen deze methode gebruiken om meer inzicht te krijgen in chemische bindingen.

De methode maakt gebruik van het elektromagnetisch veld van het laserlicht. Het elektrische veld is zo sterk dat het in staat is om een elektron gedurende korte tijd een stukje van het molecuul af te trekken. Wanneer even later het veld weer 0 wordt en het elektron weer terug gaat naar de oorspronkelijke toestand, komt daarbij röntgenstraling vrij. Uit het spectrum van deze röntgenstraling kan de oorspronkelijke toestand van de elektronenwolk worden berekend.

Figuur 1 is een computersimulatie van het experiment en geeft het kansplaatje van de elektronenwolk van een molecuul weer. Hoe donkerder, des te groter de kans een elektron aan te treffen. Figuur 1a geeft de situatie weer op een moment dat het elektrische veld van het laserlicht 0 is. Figuur 1b geeft de elektronenwolk weer bij de eerstvolgende maximale waarde van het elektrische veld.

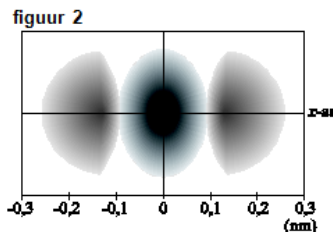


- 2p 19 Leg uit of het elektrische veld van het laserlicht in figuur 1b naar links of naar rechts is gericht.

De golflengte van het gebruikte laserlicht is 750 nm.

- 3p 20 Bereken de tijdsduur tussen de situaties van figuur 1a en figuur 1b.

De onderzoekers hebben hun lasermethode toegepast op het stikstofmolecuul N_2 . In figuur 2 is het resultaat van hun experiment gegeven. Figuur 2 is een dwarsdoorsnede van het kansplaatje van de gemeenschappelijke elektronenwolk gevormd door de buitenste twee elektronen van het molecuul. Weer geldt: hoe donkerder des te groter is de kans een elektron aan te treffen. De driedimensionale weergave van deze elektronenwolk wordt verkregen door figuur 2 te roteren om de x-as.



- 3p 21 Op de uitwerkbijlage is een assenstelsel gegeven waarin de golf functie Ψ van een buitenste elektron van N_2 langs de x-as kan worden geschetst. Schets deze golf functie in het assenstelsel op de uitwerkbijlage.

De bindingsenergie van de elektronenwolk in figuur 2 is de energie die vrijkomt wanneer een buitenste elektron van een los stikstofatoom samen met het buitenste elektron van een ander los stikstofatoom in de elektronenwolk van het gevormde N_2 -molecuul gaat zitten.

We gebruiken het deeltje-in-een-dooos-model om de orde van grootte van deze bindingsenergie te bepalen. Hierbij benaderen we de twee losse stikstofatomen elk door een kubusvormig doosje met ribbe L en de elektronenwolk van N_2 door een balkvormig doosje met lengte $2L$ dat uit de twee kubusvormige doosjes is samengesteld.

De buitenste elektronen zijn de elektronen in het hoogst bezette energieniveau. Bij een los stikstofatoom hebben deze elektronen volgens het driedimensionale deeltje-in-een-dooos-model een energie gelijk aan:

$$E = \frac{3h^2}{4mL^2}$$

Hierin is:

- h de constante van Planck;
- m de massa van een elektron;
- L de ribbe van het kubusvormige doosje.

- 4p 22 Toon dit aan. Bepaal hiertoe eerst de verdeling van de 7 elektronen van het stikstofatoom over de energietoestanden (n_x, n_y, n_z) van het kubusvormige doosje.

Uit figuur 2 volgt in welke energietoestand (n_x, n_y, n_z) van het balkvormige doosje de twee elektronen van de elektronenwolk in het molecuul N_2 zitten.

- 2p 23 Leg uit dat dit de energietoestand $(3, 1, 1)$ is.

Met behulp van figuur 2 kan een goede schatting voor L gevonden worden. Figuur 2 staat ook op de uitwerkbijlage.

- 4p 24 Bepaal de orde van grootte van de bindingsenergie van de elektronenwolk in figuur 2.

PMN 2009-2

Opgave 2 Het mysterie van de verdwenen zonneneutrino's

De aarde ontvangt voortdurend neutrino's van de zon. In neutrino-observatoria op aarde worden minder zonneneutrino's gedetecteerd dan verwacht werd op grond van het aantal dat de zon produceert. Dit 'mysterie' van de verdwenen zonneneutrino's is in 2002 opgelost door onderzoekers van het neutrino-observatorium in het Canadese [Sudbury](#).

De zonneneutrino's ontstaan bij fusiereacties in de zon. Elke fusiereactie van waterstof levert 26,8 [MeV](#) energie op en twee elektronneutrino's.

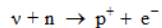
Neem aan dat de zon de energie die zij uitstraalt volledig uit waterstoffusie haalt, in alle richtingen evenveel neutrino's uitzendt en geen neutrino's absorbeert.

- 5p 7 Bereken het aantal elektronneutrino's dat dan per seconde op de aarde zou moeten vallen. Gebruik daarbij tabel 32C in Binas.

Het observatorium van [Sudbury](#) bestaat uit een grote bol die met zwaar water (D_2O) is gevuld. Zie figuur 1. Wanneer een neutrino een deuteriumkern ($D = {}^2_1H$) treft, komt een elektron vrij met zoveel energie dat het gedetecteerd kan worden. Zo'n [hoog-energetisch](#) elektron kan in [Sudbury](#) op twee manieren ontstaan.

Manier 1.

Een neutrino reageert met een neutron van een deuteriumkern:

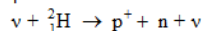


- 2p 8 Teken het reactiediagram van deze reactie.

- 2p 9 Leid reactie 1 af uit β^- -verval van een neutron en geef aan welke symmetrie-operatie(s) je daarbij gebruikt.

Manier 2.

Deze begint met een reactie waarbij een neutrino een deuteriumkern opsplijt in een proton en een neutron:



- 4p 10 Bereken hoeveel energie het neutrino bij deze reactie minimaal verliest.

figuur 1



Daarna reageert het vrijkomende neutron met een andere deuteriumkern. Hierbij ontstaat een tritiumkern ($T = {}^3_1H$) in een aangeslagen toestand. Bij terugval naar de grondtoestand zendt de tritiumkern een gammafoton uit. Dit gammafoton botst tegen een elektron dat hierbij voldoende energie krijgt om gedetecteerd te kunnen worden.

We gebruiken nu het deeltje-in-een-doosmodel om aan te tonen dat een aangeslagen tritiumkern bij terugval naar de grondtoestand inderdaad een gammafoton uitzendt. Hierbij benaderen we de tritiumkern door een kubusvormige doos met ribbe L in de orde van 10^{-14} m. Het terugvallen van de aangeslagen tritiumkern betekent in deze benadering dat een neutron in de doos van energietoestand $(2, 1, 1)$ naar energietoestand $(1, 1, 1)$ terugvalt.

- 4p 11 Laat met een berekening zien dat hierbij inderdaad een gammafoton vrijkomt.

Met behulp van de energie van de gedetecteerde elektronen kan bepaald worden op welke manier de neutrino's hebben gereageerd. Uit de meetgegevens blijkt dat via manier 1 minder neutrino's worden gedetecteerd dan verwacht. Het aantal neutrino's dat via manier 2 wordt gedetecteerd komt wel met de verwachting overeen. Hieruit concluderen de onderzoekers dat onderweg naar de aarde een deel van de elektronneutrino's verandert in neutrino's van de tweede en derde generatie.

Met deze conclusie en de beide reacties is te verklaren waarom minder neutrino's worden waargenomen via manier 1 en het juiste aantal via manier 2. Men maakt bij deze verklaring gebruik van een behoudswet waaraan de reacties bij beide manieren moeten voldoen.

- 2p 12 Formuleer de bedoelde behoudswet.

Complex

- VMBO HAVO VWO
- Gedeelte van het examen op de computer
- Opslag van leerlingresultaten
- 2003 eerste examen
- 2007 **zou** landelijk ingevoerd worden
- 2010 laatste complex-examens Havo VWO
- 2011 laatste complex-examen VMBO

Complex Nask-1 2007-1


Als je gevraagd wordt resultaten op te slaan, doe je dat in de examenmap. In het openingsscherm is de naam van deze map gegeven.


Sla het resultaat op in de examenmap als **vraagnummer_examennummer**.

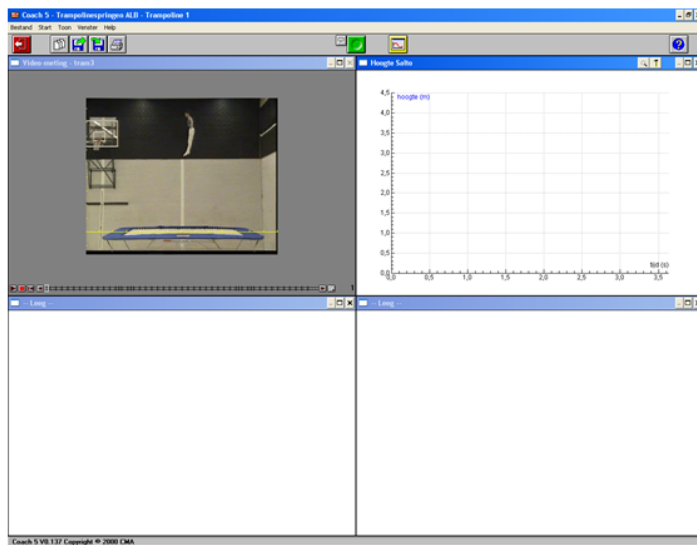
Bijvoorbeeld **vr99_010** als 99 het vraagnummer is en 010 je examennummer is.


Trampolinespringen

De trampoline wordt steeds populairder onder de jeugd. Trampolinespringen vraagt om een goede lichaamscontrole en heel veel oefenen. We bekijken in deze opgave een gedeelte van een oefening.


 Klik in het openingsscherm op de link **Trampolinespringen**.

 Kies de activiteit **Trampoline 1**. Je ziet nu het volgende scherm.




 Bekijk het filmpje om een indruk te krijgen van de oefening.

- 3p 23 Voer een videometing uit van de beweging van de springer.
Klik steeds midden op de scheiding van broek en shirt.
Gebruik alle geselecteerde meetpunten.
Controleer of je metingen goed zijn en verbeter ze eventueel.

 Sla het resultaat op in de examenmap als **vr23_examennummer**.


Over de metingen gaan de volgende twee vragen.

- 2p 24 Bepaal de tijdsduur dat de springer los is van de trampoline tijdens de salto.
- 2p 25 De lengte van de broek van de springer (gemeten van de voet van de springer tot de scheiding van broek en shirt) bedraagt 0,95 m.
→ Bepaal hoe hoog de rand van de trampoline zich minimaal boven de grond moet bevinden om zonder problemen te kunnen springen.

 Klik op de activiteit **Trampoline 2**.


Hier is een videometing gedaan van de beweging van de springer vanaf het hoogste punt totdat hij de trampoline verlaten heeft voor de salto. Over deze metingen gaan de volgende drie vragen.

- 2p 26 Op het tijdstip 1,71 s raakt de springer de trampoline. Op dat moment heeft hij de grootste snelheid naar beneden.
→ Verklaar waarom de springer op $t = 1,67$ s en op $t = 1,75$ s een kleinere snelheid heeft dan op $t = 1,71$ s.
- 3p 27 Om een salto te maken, moet de springer voldoende energie hebben. Vóór de salto springt hij daarom zo hoog mogelijk boven de trampoline. De metingen beginnen vlak voor hij het hoogste punt bereikt. De springer heeft een massa van 62 kg.
→ Toon aan dat de zwaarte-energie van de springer op het hoogste punt, ten opzichte het punt waar hij de trampoline raakt, 1705 J bedraagt.
- 3p 28 Controleer met een berekening of de bewegingsenergie van de springer wanneer hij de trampoline raakt, even groot is als de zwaarte-energie op het hoogste punt.

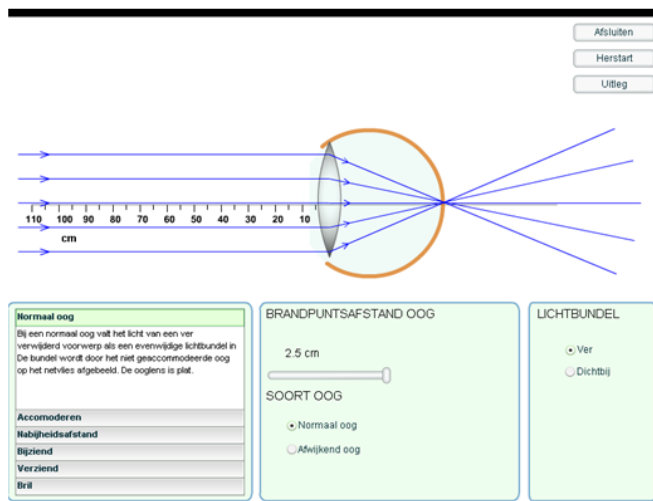
 Sluit Coach Junior af. Je komt nu in het openingsscherm.


Complex Nask-1 2007-1


Accommoderen

 Klik op de link **Accommoderen**.


Je ziet nu het volgende scherm.



 Klik op **Uitleg**. Kijk in de gele vakken en luister naar de uitleg.

 Stel de applet in op Normaal oog.


1p 29 Hoe groot is de brandpuntsafstand van dit oog als het ongeaccommodeerd is?

 Stel de applet in op Afwijkend oog.


1p 30 Tot welke brandpuntsafstand moet het oog accommoderen om in de verte scherp te zien?

3p 31 Bepaal de nabijheidsafstand van dit oog. Schrijf op hoe je aan je antwoord komt.

2p 32 Iemand met zo'n afwijkend oog heeft een bril nodig. Leg uit of de bril positieve of negatieve glazen moet hebben.

 Klik op **Afsluiten**. Je komt nu in het openingsscherm.

Koper


 Klik op de link **Koper**.

Je ziet nu een scherm met informatie.


Sommige woorden zijn blauw gekleurd en onderstreept. (Deze woorden vormen een link.) Als je op zo'n woord klikt, kom je in een ander scherm met informatie. Als je daar op de groene pijl of op het huisje rechtsboven klikt, kom je weer in het eerste scherm.

Beantwoord de volgende vragen, gebruikmakend van de informatie op de website Koper.

- 3p 33 Bij de toepassingen wordt als voorbeeld het Vrijheidsbeeld genoemd.
→ Bereken hoeveel m³ koper in dat beeld verwerkt is.
- 2p 34 Voor elektriciteitsdraad gebruikt men vaak koper. Toch bestaat er een metaal dat geschikter is, maar dat niet op grote schaal wordt gebruikt.
→ Welk metaal is dat en waarom wordt dat niet op grote schaal gebruikt?
- 1p 35 Een van de genoemde mineralen bevat naast koper nog een ander metaal.
→ Welk metaal is dat?
- 1p 36 De dichtheid van een legering als brons kan variëren.
→ Hoe komt dit?
- 1p 37 Brons wordt in de techniek toegepast in lagers.
→ Noem een stoffeigenschap van brons die ervoor zorgt dat brons daarvoor geschikt is.

 Klik op het kruisje rechtsboven. Je komt nu in het openingsscherm.

Dit was de laatste vraag van het deel waarbij de computer wordt gebruikt.

 Klik op **Controleren of Inleveren** en controleer of de resultaten zijn opgeslagen.

Complex Havo 2003

Opgave 5 Space Shot



De Space Shot is een attractie in het pretpark Six Flags Holland.
*Klik in het beginmenu op Space Shot. Hiermee wordt Coach 5 gestart.
Kies het project videometen.
Kies vervolgens de activiteit SpaceShot01.
In het frame linksboven kan het filmpje worden afgespeeld.
Bekijk het filmpje om een indruk te krijgen van deze attractie.*

DEEL I

Van de Space Shot zijn meer filmpjes gemaakt. In dit deel bekijken we de start van de beweging.



*Kies de activiteit SpaceShot02.
Bekijk het filmpje.*

Met een videometing willen we de beweging van de Space Shot vastleggen in een (y,t) -diagram in het frame rechtsboven.

De breedte van de toren is 1,90 m.



*Stel de schaallengte in.
De instelling van de coördinaten is zodanig dat dezelfde schaal in alle richtingen wordt gebruikt. Dat blijft zo in de hele opgave.*



Leg de oorsprong van het assenstelsel in het punt waarop je de eerste keer klikt.



Zet een geschikt (y,t) -diagram klaar in het frame rechtsboven.



Start het videometen.

6p 18 Maak het (y,t) -diagram van de beweging. Pas indien nodig de schaal van de assen aan.

Op tijdstip $t = 0,50$ s is de beweging versneld.

1p 19 Hoe blijkt dat uit je grafiek?



Bewaar het resultaat op de diskette (A:\). Let op: haal eerst het vinkje weg bij 'inclusief video'. Geef het bestand je eigen achternaam + I (bijvoorbeeld A:\janssen I).

Complex VWO 2010-1

Als je gevraagd wordt resultaten op te slaan, doe je dat in de examenmap. In het openingsscherm is de naam van deze map gegeven.

Sla het resultaat op in de examenmap als **vraagnummer_examennummer**.


Bijvoorbeeld **vr99_010** als 99 het vraagnummer is en 010 je examennummer is.

Opgave 5 Lopen

Michiel en Miriam doen een onderzoek naar de loopbeweging.

Michiel maakt daarvoor een video-opname van Miriam.

Zij gaan deze analyseren met behulp van Coach.


 Klik in het openingsscherm op **Voetbeweging** en bekijk het filmpje.

In het venster rechtsboven zijn de resultaten weergegeven in de vorm van een (x,t) -diagram van de roodwitte sticker op de rechervoet van Miriam.


- 3p 14 Bepaal de maximale snelheid van de voet in horizontale (x) richting. Schrijf op welke handelingen je hiervoor verricht.
- 3p 15 Leg uit waarom de maximale snelheid van de voet **meer dan** twee keer zo groot is als de loopsnelheid van Miriam.
- 3p 16 Bepaal de loopsnelheid van Miriam uit het (x,t) -diagram van de voet. Schrijf op welke handelingen je hiervoor verricht.

 Sla het resultaat op als **vr14 t/m 16_examennummer**. Sluit Coach.

Michiel en Miriam willen vervolgens het verloop van de mechanische energie van Miriam bepalen. De mechanische energie E_{mech} is de som van de zwaarte-energie E_z en de kinetische energie E_k . Ze hebben daartoe de hoogte en de snelheid van het zwaartepunt van Miriam gemeten. Miriam heeft een massa van 78 kg.

 Klik in het openingsscherm op **Energieën**. Je ziet links een tabel met de metingen van Miriam en Michiel. Rechts zie je een diagram klaarstaan met de naam **Energieën**.

- 4p 17 Ga na of de mechanische energie van het zwaartepunt van Miriam tijdens de loopbeweging constant is. Maak hiervoor in het diagram **Energieën** de grafieken van de kinetische energie E_k , de zwaarte-energie E_z en de mechanische energie E_{mech} als functie van de tijd.

 Sla het resultaat op als **vr17_examennummer**. Sluit Coach.

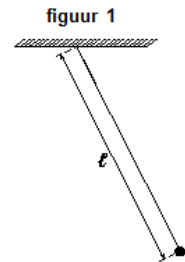
Michiel en Miriam willen nu nagaan in hoeverre een been bij de loopbeweging als een slinger opgevat kan worden. Miriam maakt daarom een video-opname van Michiel op een loopband.

 Klik in het openingsscherm op **Voetslinger** en bekijk het filmpje.

De beweging van de rechervoet (van het gemarkeerde been) van Michiel staat weergegeven in het (u,t) -diagram. De uitwijking van de voet als functie van de tijd lijkt op de sinusfunctie van een slinger. Zie figuur 1.


Als die beweging harmonisch is, volgt hieruit een waarde voor de slingerlengte ℓ .

- 3p 18 Bepaal de slingerlengte ℓ die het beste overeenkomt met de gegevens uit de grafiek.




De beenlengte van Michiel gemeten van de heup tot de voet is 0,90 m. Dit is veel groter dan de hierboven gevonden waarde van ℓ .

- 2p 19 Leg uit waarom de gevonden waarde van ℓ veel kleiner is dan de beenlengte van Michiel.

 Sluit Coach. (Je hoeft nu niets op te slaan.)

Miriam kijkt goed naar de video-opname en zegt dat de voetbeweging van Michiel niet de hele tijd een slingerbeweging is. De voet zwaait naar voren, maar beweegt naar achteren met de constante snelheid van de loopband. Daarom maakt ze een computermodel van de beweging van de voet van Michiel.


 Klik in het openingsscherm op **Voetmodel**. Bekijk en run het model.

De grafiek van de gemeten horizontale beweging van de voet is als rode achtergrondgrafiek in het (u,t) -diagram opgenomen.

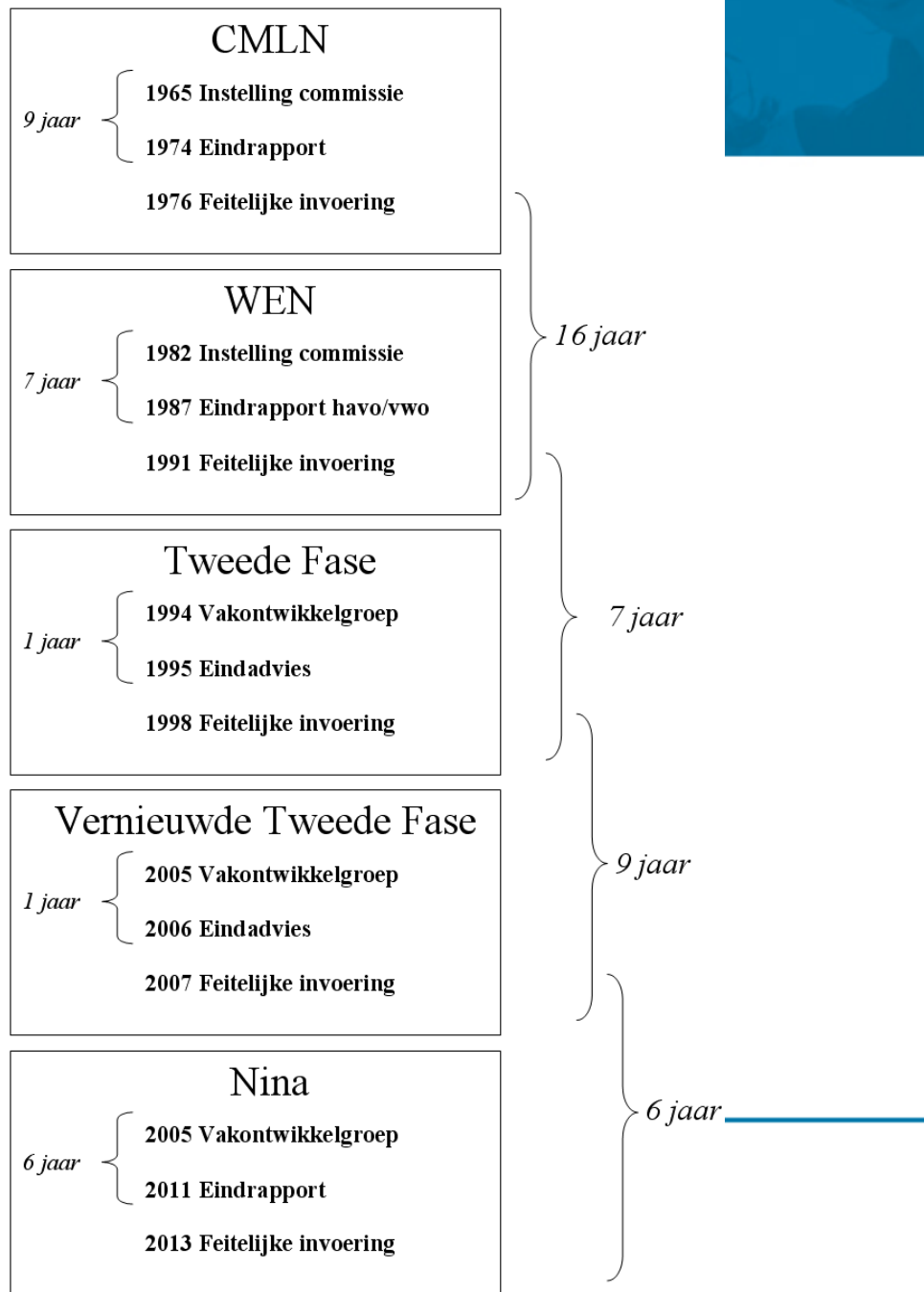
- 4p 20 Verklaar hoe in het model de voorwaartse en teruggaande beweging van de voet worden beschreven. Leg daartoe voor elk van de eerste vier regels van het model apart uit welke functie ze hebben.
- 3p 21 Bepaal met het model de snelheid van de loopband. Bepaal daartoe eerst met de optie "Simulatie" de waarde van u_1 die het best passende model oplevert.

 Sla het resultaat op als **vr21_examennummer**. Sluit Coach.

Dit was de laatste vraag van het deel waarbij de computer wordt gebruikt.

 Klik op **Controleren of inleveren** en controleer of de resultaten zijn opgeslagen. Klik daarna op **Inleveren en afsluiten** of op **Terug**.

Herzelingen van het examenprogramma natuurkunde



Nina

- Vanaf 2009 (H) en 2010 (V) pilotexamens
- Concept-Context
- Nieuwe onderwerpen
 - Medische beeldvorming
 - Quantumwereld
 - Kirchhoff
 - Stoffen en materialen
- Examen 2009 (H) en 2010 (V)

Nina

- Stof is wendbaar in verschillende contexten
 - Behalve Informatie-overdracht
 - Medische beeldvorming
- Examenwerkwoorden

Examenwerkwoorden

Bijlage 3 Examenwerkwoorden bij Natuurkunde

Hieronder staat voor een aantal werkwoorden die regelmatig voorkomen in de centrale examens natuurkunde uitgelegd, wat er van de kandidaat verwacht wordt wanneer het betreffende werkwoord in een vraag gebruikt wordt.

Deze lijst van zogenaamde 'examenwerkwoorden' is niet uitputtend: in vragen kan ook gebruik gemaakt worden van andere werkwoorden.

Bereken

De kandidaat moet de waarde van een grootheid uitrekenen, uitgaande van gegevens in de vraag en/of uit *Binas*.

Uit de uitwerking moet duidelijk blijken welke formules of principes zijn toegepast, welke waarden de kandidaat heeft gebruikt en welke stappen zijn gezet.

Bepaal

De kandidaat moet de waarde van een grootheid vaststellen en/of uitrekenen, uitgaande van gegevens in grafieken of figuren of door het maken van een constructie.

Uit de uitwerking moet duidelijk blijken welke formules en/of principes zijn toegepast, welke waarden de kandidaat heeft gebruikt en welke stappen zijn gezet.

Beredeneer, leg uit

De kandidaat moet gegevens uit de opgave combineren met natuurkundige kennis en een of meerdere denkstappen zetten om te komen tot hetgeen beredeneerd of uitgelegd moet worden.

Uit de uitwerking moet duidelijk blijken welke formules of principes zijn toegepast, welke gegevens de kandidaat heeft gebruikt en welke stappen zijn gezet.

Noem, geef (aan), wat, welke, wanneer, hoeveel

De kandidaat kan volstaan met een (eind)antwoord, tenzij vermeld staat: 'licht toel'. In dat geval moet de kandidaat aangeven hoe hij aan het antwoord is gekomen.

Toon aan / laat zien dat

De kandidaat moet laten zien dat een gegeven waarde en/of bewering correct is. Hij kan daarbij gebruik maken van berekeningen en/of redeneringen.

Uit de uitwerking moet duidelijk blijken welke formules of principes zijn toegepast, welke waarden de kandidaat heeft gebruikt en welke stappen zijn gezet.

Toon aan / laat zien of

De kandidaat moet laten zien of een gegeven waarde en/of bewering correct is. Hij mag daarbij gebruik maken van berekeningen en/of redeneringen. Het antwoord wordt besloten met een conclusie.

Uit de uitwerking moet duidelijk blijken welke formules of principes zijn toegepast, welke waarden de kandidaat heeft gebruikt en welke stappen zijn gezet.

Leid af

De kandidaat moet van een formule (of eenheid) laten zien, dat deze volgt uit gegeven en/of bekende formules gebruik makend van wiskundige bewerkingen, zoals combineren, herschrijven en substitueren.

Een getalenvoorbeeld volstaat niet bij het afleiden van een formule of een eenheid. Bij het afleiden van een formule volstaat bovendien een eenhedenbeschuwing niet.

Schets

De kandidaat moet door middel van een grafische voorstelling kenmerkende eigenschappen aangeven, zonder dat de waarden precies hoeven te kloppen.

Teken

De kandidaat moet door middel van een grafische voorstelling kenmerkende eigenschappen aangeven, waarbij de waarden precies moeten kloppen. In het correctievoorschrift wordt een marge voor deze waarden gegeven.

Construeer

De kandidaat moet door middel van een grafische voorstelling kenmerkende eigenschappen aangeven, waarbij de waarden precies moeten kloppen. In het correctievoorschrift wordt een marge voor deze waarden gegeven.

Uit de uitwerking moet duidelijk blijken welke formules of principes zijn toegepast, welke waarden de kandidaat heeft gebruikt en welke stappen zijn gezet.

Schat

De kandidaat moet de waarde van een grootheid ongeveer aangeven, zonder de exacte waarde te bepalen.

Uit de uitwerking moet duidelijk blijken welke formules of principes zijn toegepast, welke waarden de kandidaat heeft gebruikt en welke stappen zijn gezet.

N.B.: Bovenstaande examenwerkwoorden hebben betrekking op het vak natuurkunde. Bij andere vakken hoeven dezelfde werkwoorden niet dezelfde betekenis te hebben. Zo is de betekenis van het examenwoord 'bepaal' bij wiskunde anders dan bij natuurkunde.

Examenwerkwoorden

Bijlage 3 Examenwerkwoorden bij Natuurkunde

Hieronder staat voor een aantal werkwoorden die regelmatig voorkomen in de centrale examens natuurkunde uitgelegd, wat er van de kandidaat verwacht wordt wanneer het betreffende werkwoord in een vraag gebruikt wordt.

Deze lijst van zogenaamde 'examenwerkwoorden' is niet uitputtend: in vragen kan ook gebruik gemaakt worden van andere werkwoorden.

Bereken

De kandidaat moet de waarde van een grootheid uitrekenen, uitgaande van gegevens in de vraag en/of uit [Binas](#).

Uit de uitwerking moet duidelijk blijken welke formules of principes zijn toegepast, welke waarden de kandidaat heeft gebruikt en welke stappen zijn gezet.

Bepaal

De kandidaat moet de waarde van een grootheid vaststellen en/of uitrekenen, uitgaande van gegevens in grafieken of figuren of door het maken van een constructie.

Uit de uitwerking moet duidelijk blijken welke formules en/of principes zijn toegepast, welke waarden de kandidaat heeft gebruikt en welke stappen zijn gezet.

Beredeneer, leg uit

De kandidaat moet gegevens uit de opgave combineren met natuurkundige kennis en een of meerdere denkstappen zetten om te komen tot hetgeen beredeneerd of uitgelegd moet worden.

Uit de uitwerking moet duidelijk blijken welke formules of principes zijn toegepast, welke gegevens de kandidaat heeft gebruikt en welke stappen zijn gezet.

Natuurwetten en modellen

- Natuurwetten
- Nina 2012-2
- Modellen

Natuurwetten en modellen

Opgave 4 Kruissnelheid

Lees onderstaande tekst.

In zijn boekje *De Wetten van de Vliegkunst* berekent meteoroloog Henk Tennekes het energieverbruik van vogels en vliegtuigen. Vogels en vliegtuigen leggen een grote afstand van A naar B af met een zodanige snelheid, dat hun energieverbruik minimaal is: deze snelheid noemt men de **kruissnelheid**. Een te lage snelheid levert te weinig liftkracht op, een te hoge snelheid te veel wrijvingskracht. Naast het gewicht en het vleugeloppervlak blijkt ook de luchtdichtheid een factor die het energieverbruik en dus de kruissnelheid bepaalt.



In deze opgave over kruissnelheid wordt uitsluitend gekeken naar **horizontaal vliegen met constante snelheid**.

Tijdens het vliegen van zowel vogels als vliegtuigen werken er twee verticale krachten: de liftkracht F_L en de zwaartekracht F_z , en twee en bepaalt mede het energieverbruik.

Voor een klein vliegtuig als de Cessna geldt: $m = 620 \text{ kg}$
 $k = 0,44 \text{ kg m}^{-1}$

- 3p 17 Bij de kruissnelheid van de Cessna geldt tevens: $f = 7,0$
Bereken de kruissnelheid van de Cessna.

Op kruissnelheid levert de Cessna een mechanisch vermogen van $3,8 \cdot 10^4 \text{ W}$. De benzinemotor heeft een rendement van 24%. Op een bepaald moment heeft de Cessna 75 L benzine in de tank.

- 3p 18 Bereken hoe lang de Cessna hiermee kan vliegen op kruissnelheid.

Vogels en vliegtuigen zijn in staat de waarde van f iets aan te passen.

- 2p 19 Beredeneer aan de hand van de definitie of de waarde van f bij kruissnelheid minimaal of maximaal is.

Bij het wetenschappelijk onderzoek naar het energieverbruik bij vliegen, zowel bij vogels als bij vliegtuigen, wordt onderzocht in hoeverre alle vogels schaalmodellen van elkaar zijn. In dat geval zijn bij een twee keer zo grote vogel alle maten (lengte, breedte en hoogte) twee keer zo groot. Bij dit onderzoek is gebleken dat de grootte van de vleugelbelasting belangrijk is. De vleugelbelasting L is gedefinieerd als het gewicht per vleugeloppervlak A :

$$L = \frac{mg}{A}$$

- 2p 20 Beredeneer hoeveel keer de vleugelbelasting groter of kleiner is bij een twee keer zo grote vogel.

Uit het onderzoek verkrijgt men de volgende tabel van de vleugelbelasting en de kruissnelheid van verschillende vogels:

tabel 1

type/soort	$L \text{ (Nm}^{-2}\text{)}$	$v \text{ (ms}^{-1}\text{)}$
kerkuil	9,0	4,9
boomvalk	28	8,5
buizerd	44	10
spreeuw	68	13
havik	85	16

Het verband tussen L en v^2 blijkt recht evenredig te zijn, zodat het gebruikelijk is deze twee grootheden tegen elkaar uit te zetten.

- 4p 21 Bepaal voor de vogels het verband tussen L en v . Vul daartoe op de uitwerkbijlage de tabel in, teken de grafiek en vul de formule aan.

Voor de kruissnelheid volgt uiteindelijk de formule: $v = \sqrt{\frac{33m}{\rho A}}$

Hierin is:

- v de kruissnelheid in m s^{-1} ;
- m de massa in kg;
- ρ de dichtheid van lucht op vlieghoogte in kg m^{-3} ;
- A het vleugeloppervlak in m^2 .

- 2p 22 Leg uit wat er met de kruissnelheid gebeurt als:
- een vogel op grote hoogte vliegt,
- een vogel tijdens de trek flink wat van zijn gewicht verliest.

Vliegende reptielen van 130 miljoen jaar geleden waren veel groter dan de grootste vogels van nu. Uit het skelet van de *Ornithocheirus* leidt men af dat hij de massa had van een volwassen man en een vleugeloppervlak van een klein vliegtuig (20 m^2).

- 3p 23 Bereken de kruissnelheid in km h^{-1} van de *Ornithocheirus*. Geef aan welke schatting je daarbij gemaakt hebt.

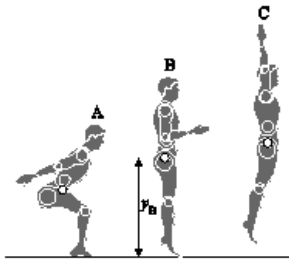


Modellen

Bij de studie bewegingswetenschappen wordt zo'n verticale sprong bestudeerd. Daarbij wordt een computermodel gebruikt van een andere sprong dan de sprong van figuur 2.

Een sprong bestaat uit een afzet en een beweging los van de grond. Drie momenten van een sprong staan in figuur 3 weergegeven. Figuur 3 is niet op schaal

figuur 3



- In positie A is de springer maximaal door zijn knieën gezakt. Dit noemen we het begin van de sprong.
- In positie B komt de springer los van de grond.
- In positie C bevindt de springer zich in het hoogste punt.

Het afzetten wordt vergeleken met het ontspannen van een gespannen veer. Daarbij geldt voor de grootte van de afzetkracht:

$$F_{afzet} = Cu = C(y_B - y)$$

Hierin is:

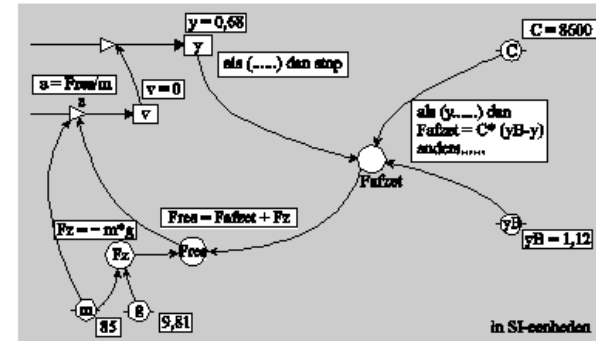
- C de veerconstante,
- u de uitwijking vanaf de evenwichtsstand,
- y de hoogte van het zwaartepunt boven de grond,
- y_B de hoogte van het zwaartepunt op het moment dat de springer loskomt van de grond.

Het computermodel is op twee manieren weergegeven in de figuren 4a en 4b. Je kunt één van de twee manieren kiezen. In elk model zijn drie regels

figuur 4a

model	startwaarden (in SI-eenheden)
$Fz = -m * g$ als (y.....) dan $Fafzet = C * (y_B - y)$ anders eindals	$t = 0$ $dt = 0,001$
$Fres = Fafzet + Fz$ $a = Fres / m$ $v = v + a * dt$ $y = y + v * dt$ $t = t + dt$ als (.....) dan stop eindals	$y = 0,68$ $v = 0$ $m = 85$ $g = 9,81$ $C = 8600$ $y_B = 1,12$

figuur 4b



Het model moet aan de volgende eisen voldoen:

- De afzetkracht wordt voor alle waarden van y correct beschreven.
- Op het hoogste punt (positie C in figuur 3) stopt het model.

Figuur 4a en figuur 4b staan ook op de uitwerkbijlage.

- 3p 8 Vul in de figuur op de uitwerkbijlage het model zo aan dat aan bovenstaande eisen wordt voldaan. (Kies één van de twee manieren.)

Een wetenschapper wil het model uitbreiden om ook de energieën van een springer tijdens zijn sprong te beschrijven. Hierbij wordt de beschikbare energie tijdens de afzet, afzetenergie E_{afzet} , vergeleken met de energie in een gespannen veer.

- 2p 9 Welke formule voor de afzetenergie E_{afzet} moet de wetenschapper hiervoor aan het model toevoegen? Gebruik hiervoor de grootheden uit het model.

Op de uitwerkbijlage staat een diagram met de resultaten van het uitgebreide model van de afzetenergie tegen de tijd weergegeven.

- 2p 10 Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage op welk tijdstip het vermogen van de springer maximaal is.

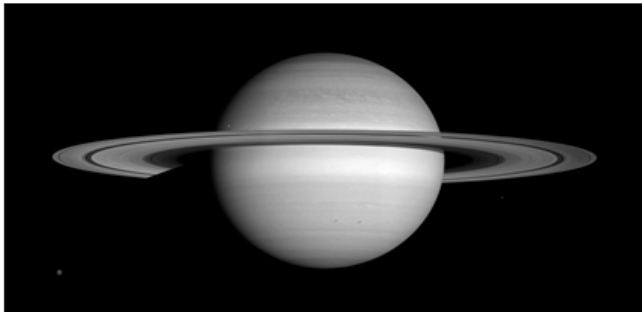
Op de uitwerkbijlage staan in een diagram de zwaarte-energie en de afzetenergie van de springer weergegeven.

- 4p 11 Voer de volgende opdrachten uit:
- Bepaal in de figuur op de uitwerkbijlage de grootte van de kinetische energie op $t = 0,18$ s.
 - Teken in de figuur op de uitwerkbijlage het verloop van de kinetische energie tegen de tijd.

Opgave 2 Ringen van Saturnus

Saturnus is de op één na grootste planeet van ons zonnestelsel. Saturnus staat bekend om zijn ringen rond de evenaar, die bestaan uit ijs- en rotsdeeltjes. De diameter van deze deeltjes kan variëren van een enkele centimeter tot een meter. Zie figuur 1.

figuur 1



De ringen strekken zich uit tot een straal van $137 \cdot 10^6$ m en blijken minder dan 100 m dik te zijn. Ze worden vaak met een DVD-schijfje vergeleken, wat betreft de verhouding tussen straal en dikte.

- 2p 46 Laat aan de hand van een berekening zien of de Saturnus-ringen in verhouding veel dunner of veel dikker zijn dan een DVD-schijfje.

Hieronder wordt de geschiedenis van de ontdekking van de ringen van Saturnus kort weergegeven:

- | | |
|------|---|
| 1610 | Galilei ontdekt als eerste de ringen van Saturnus met een primitieve telescoop. |
| 1612 | Tot zijn verbazing kon Galilei geen ringen meer rond Saturnus waarnemen. |
| 1655 | Met een verbeterde telescoop stelt Huygens vast dat het echt om volledige ringen gaat. |
| 1848 | Roche berekent een theoretische limiet waarbinnen manen om een planeet uiteenvallen tot kleine brokstukjes. |
| 1859 | Maxwell laat theoretisch zien dat de ringen geen vast geheel kunnen vormen, maar moeten bestaan uit losse deeltjes. |
| 1895 | Keeler bevestigt de theorie van Maxwell experimenteel. |

Het feit dat Galilei de ringen in 1612 niet meer kon vinden, zegt iets over de positie van de aarde ten opzichte van het draaivlak van de ringen.

- 2p 47 Leg dit uit aan de hand van een schets.

Als de ringen voor een ster S langs trekken, constateert een waarnemer W dat de straling van S verzwakt wordt tot 17% van de oorspronkelijke hoeveelheid.

Uit modelberekeningen bij de veronderstelde dichtheid en samenstelling van de ringen volgt een halveringsdikte net als bij ioniserende straling. Zie figuur 2.

Hiervoor geldt: $\alpha_{\frac{1}{2}} = 59$ m.

- 4p 48 Bereken de dikte d van de ringen die hieruit volgt.

De deeltjes waar de ringen uit bestaan, draaien om de planeet Saturnus. Zie figuur 3. Hierover gaan de onderstaande twee stellingen:

- 1 De draaiing van de ringdeeltjes is een voorwaarde voor het bestaan van de ringen.
- 2 De draaiing van de ringdeeltjes is onafhankelijk van de draaiing van Saturnus om zijn eigen as.

- 2p 49 Leg van elke stelling uit of deze juist is.

Elk ringdeeltje beschrijft een cirkelbaan rond Saturnus met straal r . Voor het verband tussen de omlooptijd T en de straal r geldt: $T = kr^{\frac{3}{2}}$, waarin k constant is. De deeltjes aan de binnenkant van een ring en de meer naar buiten gelegen deeltjes worden vergeleken. Dit levert drie stellingen op.

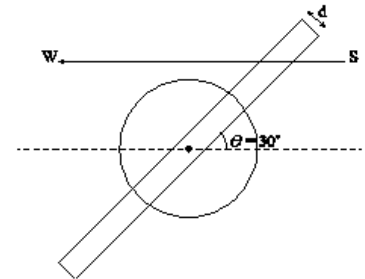
- 2p 50 Welke van de drie stellingen is juist? Licht je antwoord toe.
- a Binnendeeltjes raken achter op buitendeeltjes.
 - b De ringen draaien als één geheel.
 - c Buitendeeltjes raken achter op binnendeeltjes.

In 1848 stelde Roche een algemeen model op voor een rotsblok dat om een planeet cirkelt onder invloed van de gravitatiekracht.

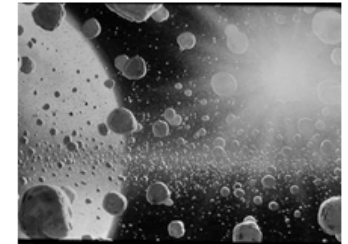
In dit model worden de krachten in drie punten L, M en N met elkaar vergeleken. De gravitatiekrachten F_g in die punten verschillen van elkaar. Ook de benodigde middelpuntzoekende krachten F_{mpz} op materiaal in de punten verschillen van elkaar. De situatie is schematisch weergegeven in de figuur op de uitwerkbijlage. In die figuur zijn met pijlen drie krachten aangegeven.

- 4p 51 Voer de volgende opdrachten uit:
- Teken de krachtpijl van de benodigde middelpuntzoekende kracht in punt N en de krachtpijlen van de gravitatiekracht in de punten L en N.
 - Leg aan de hand van de getekende krachtpijlen uit dat het rotsblok uit elkaar valt.

figuur 2



figuur 3



Quantum

Onderzoek naar metaalmoeheid

Lees onderstaand artikel.

Vleugels van vliegtuigen trillen tijdens het vliegen ten gevolge van de grote krachten die ze ondervinden. Daardoor kan het metaal zijn sterkte verliezen en de vleugel kan afbreken. We spreken dan van metaalmoeheid. Wetenschappers onderzoeken de oorzaak van metaalmoeheid. Hun kennis wordt toegepast om veilige constructies te maken.



In het reactorinstituut van de TU-Delft doet men onderzoek naar metaalmoeheid. Men beschiet het metaal met positronen. Een positron is een deeltje met massa gelijk aan die van een elektron, maar met een positieve lading. Als positronenbron gebruikt men Na-22.

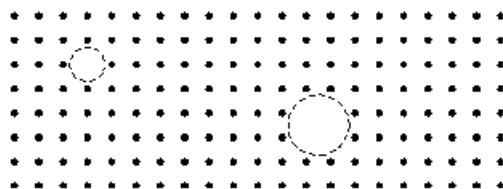
3p 13 Geef de vervalvergelijking van Na-22.

Bij aanschaf had de Na-22 bron een activiteit 1,1 MBq. Op een bepaald moment is de activiteit van de bron gedaald naar 0,17 MBq en is deze niet meer bruikbaar voor het experiment.

3p 14 Berekenen na hoeveel tijd dat is.

Metaalmoeheid heeft te maken met roostergaten in het metaal. Er is sprake van een roostergat als er één of meer atomen in het metaalrooster ontbreken.

figuur 1

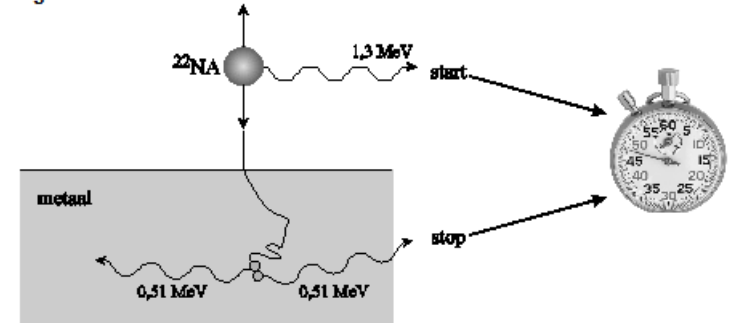


In figuur 1 is schematisch een metaalrooster getekend met een klein en een groot roostergat. Met name grote roostergaten zorgen voor metaalmoeheid.

Eén positronen kan (net als bij een PET-scan) annihilieren met één elektron in het metaal. Dat wil zeggen dat de massa van de twee deeltjes omgezet wordt in de energie van de twee gamma-fotonen, elk met een energie van 0,51 MeV.

De levensduur van het positron wordt bepaald met behulp van twee verschillende fotonen. Het eerste foton start een klok. Dit is het gamma-foton dat tegelijk met het positron uit de Na-22-bron vrijkomt en een energie heeft van 1,3 MeV. Het tweede foton stopt de klok. Dit is een gamma-foton met een energie van 0,51 MeV dat vrijkomt bij de annihilatie. De tijdmeting is symbolisch weergegeven in figuur 2.

figuur 2



Om er zeker van te zijn dat twee gedetecteerde fotonen bij elkaar horen, gebruikt men in ieder geval de volgende gegevens:

- Het feit dat ze verschillende energieën hebben.
- De tijd tussen de twee detecties.

2p 15 Leg het gebruik van beide gegevens uit.

In het experiment worden positronen op Aluminium geschoten, waar ze onmiddellijk door het metaalrooster afgeremd worden tot een (thermische) energie van 0,040 eV. Als er geen roostergaten zouden zijn, bewegen de positronen met deze energie vrij door het rooster. De roosterafstand (de afstand tussen de atomen in het metaalrooster) van Aluminium is 0,41 nm.

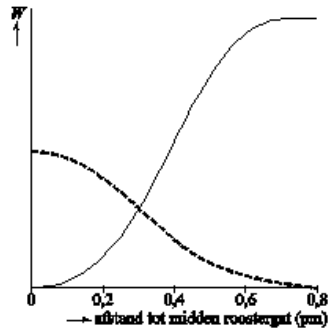
4p 16 Voer de volgende opdrachten uit:

- Bereken de de Broglie-golflengte van deze vrije positronen.
- Bereken met hoeveel roosterafstanden deze golflengte overeen komt

In een roostergat ontbreekt positieve lading.

In figuur 3 zijn de waarschijnlijkheidsverdeling W van een elektron en een positron bij een roostergat weergegeven als functie van de afstand tot het midden van het roostergat. De breedte van het roostergat is 0,8 nm.

figuur 3



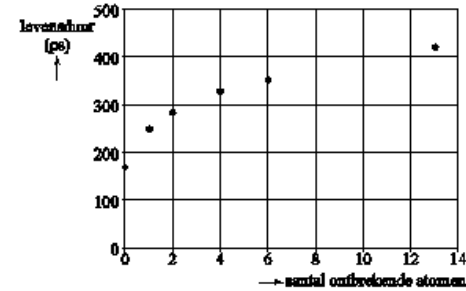
3p 17 Voer de volgende opdrachten uit:

- Leg uit dat de getrokken waarschijnlijkheidsverdeling bij een elektron hoort en de gestippelde bij een positron.
- Leg uit aan de hand van figuur 3 waarom de levensduur van een positron verlengd wordt als hij in een roostergat komt.

Bij roostergaten ontbreken er vaak niet één, maar meerdere atomen.

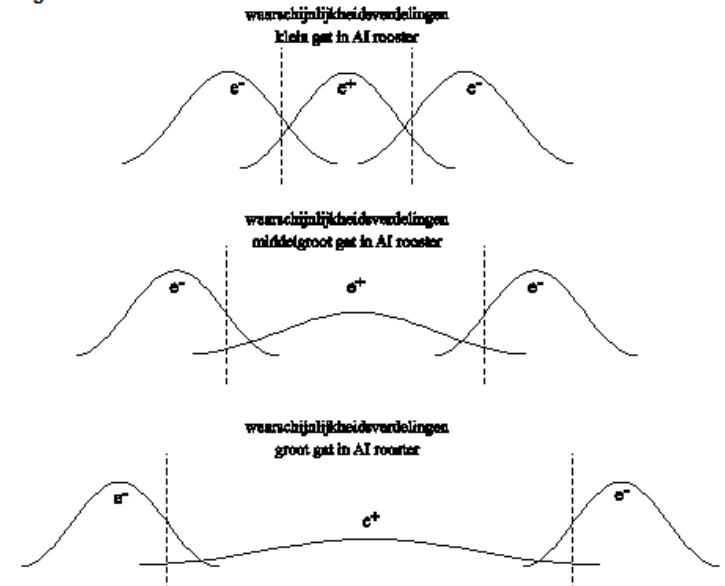
In figuur 4 is de levensduur van een positron in het metaal weergegeven bij verschillende groottes van het roostergat.

figuur 4



In de grafiek is te zien dat de levensduur toeneemt met het aantal ontbrekende atomen in het roostergat. In figuur 5 staan drie tekeningen met waarschijnlijkheidsverdelingen van een (geleidings)elektron en een positron rond een roostergat: voor een klein gat, voor een middelgroot gat en voor een groot gat.

figuur 5



- 3p 18 Gebruik de tekeningen van figuur 5 om het verloop van figuur 4 te verklaren.

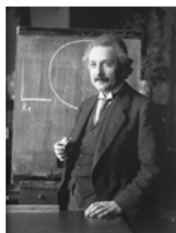
Opbrengst van het foto-elektrisch effect

Lees onderstaand artikel.

Om de straling van zwarte stralers te verklaren stelde Max Planck in 1900 de hypothese dat de stralingsenergie van zwarte stralers opgedeeld is in pakketjes met een energie $E = hf$. In 1905 stelde Einstein in zijn theorie van het foto-elektrisch effect dat het inderdaad om meetbare losse deeltjes gaat. Deze deeltjes kregen later de naam fotonen.

Het deeltjeskarakter van licht werd pas na veel weerstand door de natuurkundige wereld geaccepteerd. Zo heeft Millikan tot 1916 geprobeerd deze theorie te weerleggen. Einstein ontving voor zijn idee in 1921 de Nobelprijs. Het tijdperk van de quantumfysica was definitief aangebroken.

Het heeft echter tot 1960 geduurd voordat men begreep dat het foto-elektrisch effect geen puur oppervlakteverschijnsel was, maar binnen in het metaal plaatsvindt.



Het foto-elektrisch effect wordt vaak aangetoond in een experiment zoals weergegeven in figuur 1.

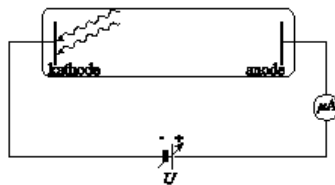
In zo'n experiment wordt de kathode in een vacuümbuis beschienen door een laser met een golflengte $\lambda = 410 \text{ nm}$ en een vermogen van $P = 3,0 \text{ mW}$.

Op de kathode komen dan elektronen vrij die naar de anode bewegen.

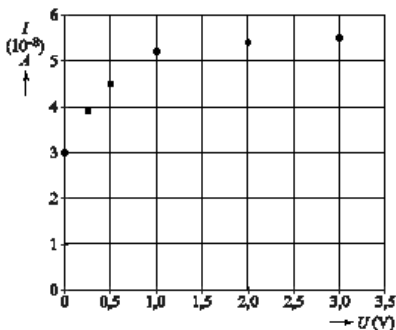
De stroomsterkte I in de kring wordt uitgezet tegen de spanning U .

Zie figuur 2.

figuur 1



figuur 2



Als de spanning hoger is dan $U = 2,0 \text{ V}$, bereiken alle vrijgemaakte elektronen de anode.

2p 24 Beantwoord de volgende vragen:

- Hoe is dit te zien in figuur 2?
- Waarom bereiken bij een lagere spanning niet alle vrijgemaakte elektronen de anode?

Niet elk foton dat op de kathode valt, maakt een elektron vrij. Daarom spreekt men over het quantumrendement η_Q van een fotokathode

Voor het quantumrendement geldt: $\eta_Q = \frac{n_e}{n_f}$. (1)

Hierin is:

- n_f het aantal fotonen dat per seconde het kathodeoppervlak treft;
- n_e het aantal elektronen dat per seconde de kathode verlaat.

Voor de maximale stroomsterkte I geldt: $I = \frac{\eta_Q e}{E_f} P_{\text{licht}}$. (2)

Hierin is:

- e elementair ladingsquantum;
- P_{licht} het vermogen van het opvallende licht;
- E_f de energie van een foton.

3p 25 Leid formule (2) af met behulp van formule (1) en formules in BiNaS.

3p 26 Bepaal het quantumrendement η_Q van deze fotokathode.

Er zijn duizenden fotonen nodig voor het vrijmaken van één elektron. Toch vormt het foto-elektrisch effect een bewijs voor het individuele deeltjeskarakter van fotonen.

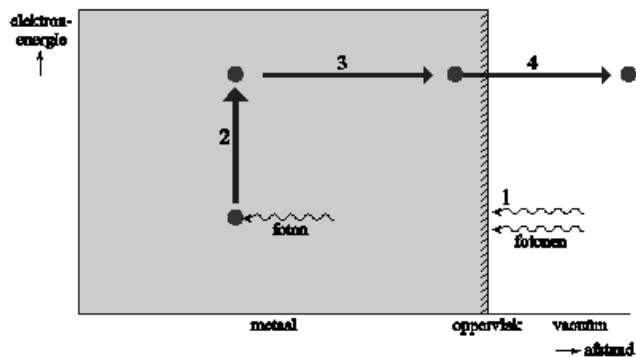
2p 27 Leg uit waarom.

Chris wil weten hoe het komt dat het foto-elektrisch effect bij metalen zo'n laag quantumrendement η_Q heeft. Hij gebruikt hiervoor het model voor het foto-elektrisch effect dat in 1958 ontwikkeld is door de natuurkundige Spicer. Hierbij wordt het proces van het foto-elektrisch effect in de volgende vier stappen verdeeld:

- 1 terugkaatsing van een foton aan het buitenoppervlak van het metaal
- 2 absorptie van een foton door een elektron
- 3 transport van het elektron naar het oppervlak
- 4 ontsnappen van het elektron aan het oppervlak

Het proces is schematisch weergegeven in figuur 3.

figuur 3



In tabel 1 zijn karakteristieke waarden gegeven die Chris heeft gevonden voor de foto-elektrische deelprocessen van een fotokathode van koper, bestraald met fotonen van $4,8 \text{ eV}$.

tabel 1

stap	percentage
1	40% van de fotonen wordt gereflecteerd
2	83% van de fotonen wordt door elektronen geabsorbeerd
3	80% van de aangeslagen elektronen wordt verstrooid door botsingen
4a	4% van de aangeslagen elektronen hebben voldoende energie om te ontsnappen
4b	99% van de aangeslagen elektronen met voldoende energie treffen het oppervlak onder een zodanige hoek dat ze worden teruggekaatst

3p 28 Bereken met behulp van tabel 1 het quantumrendement η_Q van de fotokathode.

Als de fotonenergie toeneemt, stijgt het energieoverschot $(E_f - W_v)$. Hierdoor wordt de opbrengst zowel bij stap 4a als bij stap 4b groter. Dit leidt tot de regel van Fowler:

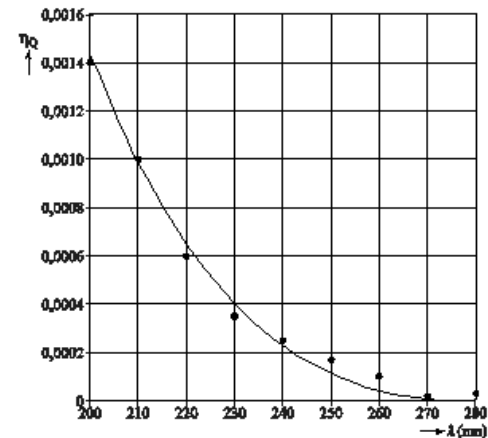
$$\eta_Q = k(E_f - W_v)^2$$

Hierin is:

- k een materiaalconstante;
- $(E_f - W_v)$ het energieoverschot uitgedrukt in eV.

Chris vindt in de literatuur een diagram waarin het quantumrendement η_Q van een bepaalde fotokathode uitgezet is tegen de golflengte van het opvallende licht. Zie figuur 4.

figuur 4



4p 29 Voer de volgende opdrachten uit:
 - Toon aan dat de fotokathode van koper is. Gebruik hierbij BiNaS.
 - Bepaal de waarde van de constante k .

Conclusies

- (werkgroep)

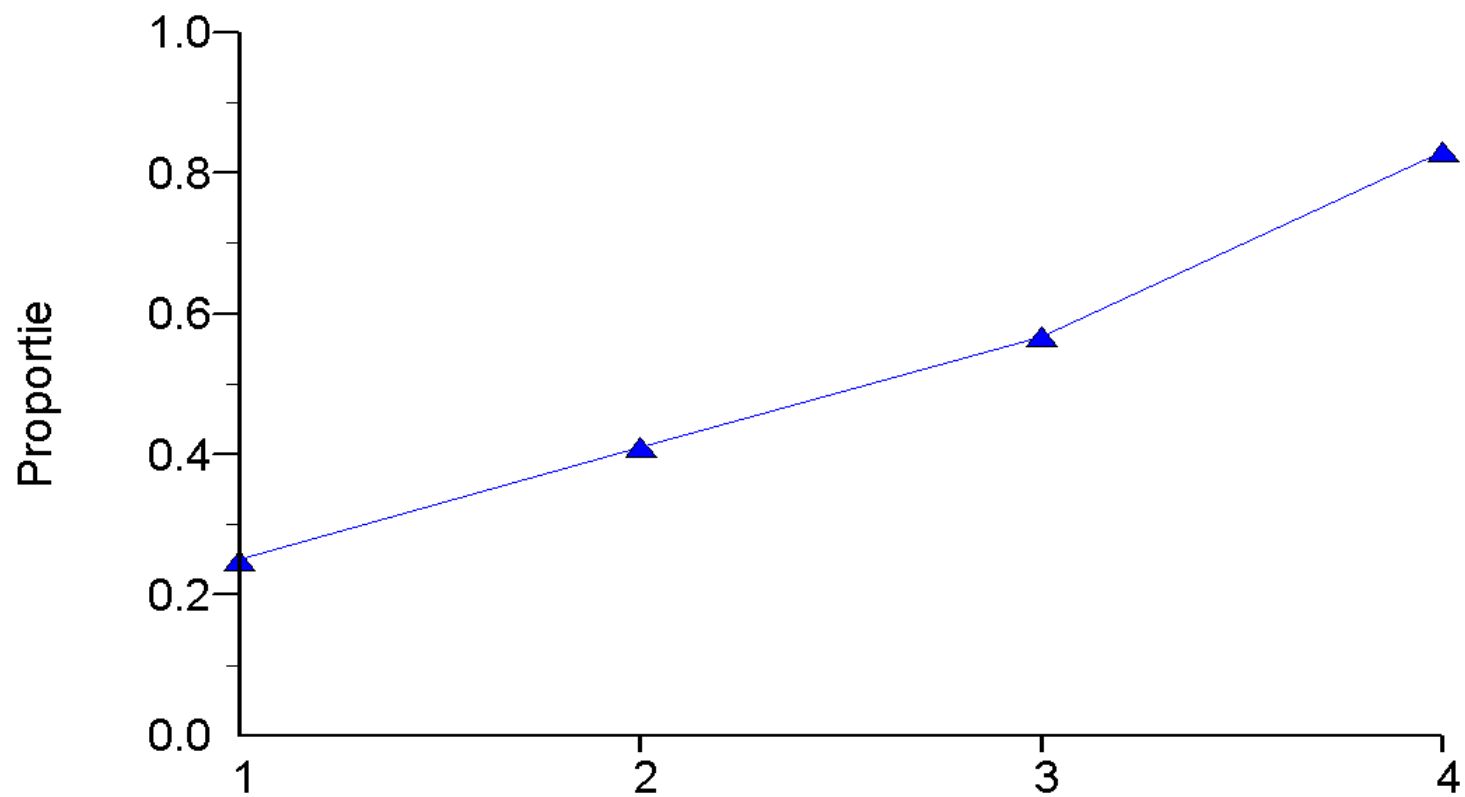
Physics is Fun

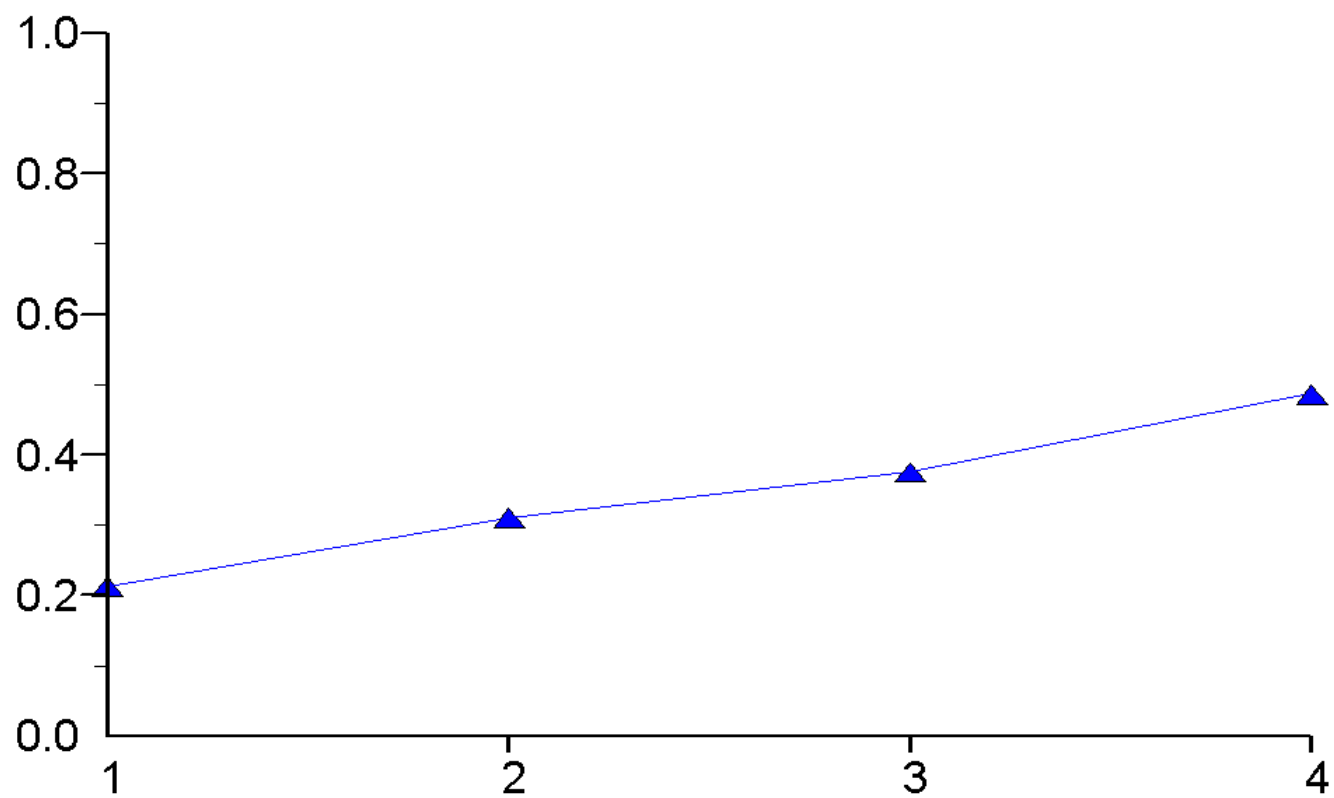


zeker weten



Item 11 11





Item 6 6

