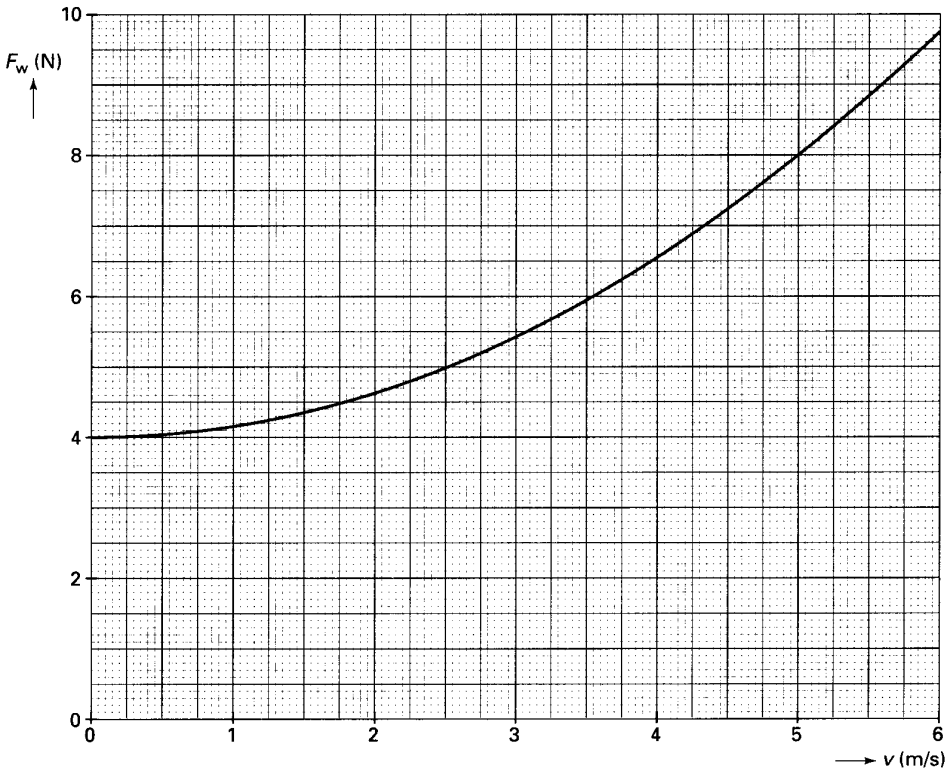
Opgave 1 Fietser

Bij het fietsen speelt wrijving een belangrijke rol.
In de grafiek van figuur 1 is de grootte van de totale wrijvingskracht uitgezet tegen de snelheid waarmee je fietst.

figuur 1



De wrijvingskracht bestaat uit twee gedeelten:
de rolwrijving, F_{rol}, die niet van de snelheid afhangt;
de luchtwrijving, F_{lucht}.

Voor de luchtwrijving geldt:

$F_{lucht} = k\,v^2$

Hierin is
- k een constante (in kg/m);
- v de snelheid (in m/s).

4p **1** Bepaal k met behulp van de grafiek. Geef de uitkomst in twee significante cijfers.

Een fietser heeft een afstand van 10 kilometer afgelegd met een constante snelheid van 16 km/h.
4p **2** Bepaal de arbeid die de fietser daar minimaal voor verricht heeft.

Om een wedstrijd te winnen, is niet alleen de verrichte arbeid belangrijk.
Bij een bepaalde wedstrijd hebben twee wielrenners A en B precies dezelfde arbeid verricht. Toch was A eerder bij de finish dan B.

3p **3** Leg uit hoe dat kan. Gebruik bij je uitleg een formule waarin het symbool W voor de grootheid arbeid voorkomt.

Voor veilig fietsen moet een fietser binnen een redelijke afstand tot stilstand kunnen komen. Bij een fiets met velgremmen wordt deze afstand onder andere bepaald door de reactietijd van de fietser en de kracht waarmee hij in de remmen knijpt.
Een bepaalde fietser rijdt met een snelheid van 3,2 m/s als hij ziet dat een kind de weg oversteekt. De reactietijd van de fietser is 0,70 seconde. Dat wil zeggen dat er 0,70 seconde verloopt tussen het zien van het kind en het beginnen met remmen. De vertraging tijdens het remmen is 2,6 m/s^2.

5p **4** Bereken de afstand die de fietser aflegt na het zien van het kind.

Opgave 2 Supertrafo op wielen

Lees onderstaand artikel.

artikel

Supertrafo op wielen

In Krimpen aan de IJssel moet voor de elektriciteitsvoorziening 380 kV worden omgezet in 10,0 kV. Daarvoor is een 500 MW transformator geplaatst.

Het gevaarte met een massa van 339 ton (1 ton = 1000 kg) moest over de weg naar de plaats van bestemming worden gereden. De toegangsweg loopt over veengrond en is daarom aangelegd op heipalen. Om beschadigingen aan de weg te voorkomen is een speciaal transportmiddel gebruikt met extra veel wielen. De supertrafo werd geplaatst op een platte wagen met in totaal 28 assen. Per as waren 8 wielen gemonteerd.

Naar: Technisch Weekblad

3p **5** Bereken de stroomsterkte in de primaire spoel van de transformator als hij op maximaal vermogen werkt.

De secundaire spoel van de supertrafo bevat 125 windingen.

3p **6** Bereken het aantal windingen van de primaire spoel.

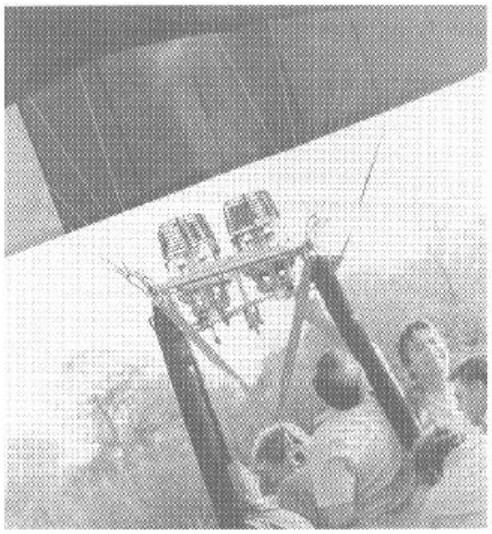
3p **7** Bereken de gemiddelde kracht die door de supertrafo op één wiel van de wagen wordt uitgeoefend. Geef de uitkomst in drie significante cijfers.

4p **8** Leg uit waarom elektrische energie bij transport over grote afstand wordt getransformeerd naar een hoge spanning. Gebruik bij je uitleg twee formules.

Opgave 3 Heteluchtballon

Een heteluchtballon is gevuld met lucht die verwarmd wordt door branders. Zie figuur 2.

figuur 2



figuur 3

Bij het vullen houdt een ballonvaarster de ballon open, zodat de vlam vóór haar langs de ballon in blaast. Zie figuur 3. In deze figuur is de hete luchtstroom te herkennen als een horizontaal gebied van lichte vlekken, ongeveer in het midden van de foto.
Op de achtergrond staat een doelpaal. De afbeelding van de doelpaal heeft op de foto een grillige vorm. Dit effect doet denken aan de 'trillende lucht' boven een asfaltweg op een warme zomerdag. De brekingsindex van hete lucht is kleiner dan die van koude lucht.

3p **9** Leg uit hoe de grillige vorm van de doelpaal op de foto ontstaat. Gebruik in je uitleg de grootheid 'brekingsindex'.

Bij het vullen wordt lucht met een temperatuur van 20 °C in de ballon geblazen tot deze een volume heeft van 490 m^3. De ballon is dan nog niet op zijn maximale volume. Daarna gaan de branders aan en wordt de lucht verwarmd tot 56 °C. Het volume van de ballon is dan maximaal. Tijdens het opwarmen is de druk van de lucht constant en ontsnapt er geen lucht uit de ballon.

3p **10** Bereken het maximale volume van de ballon.

De branders werken op propaangas. Ga ervan uit dat alle warmte ten goede komt aan het opwarmen van de $6{,}0 \cdot 10^2$ kg lucht in de ballon. De soortelijke warmte van de lucht $1{,}0 \cdot 10^3$ J/(K kg). Per minuut verbrandt 53 dm^3 propaangas. De stookwaarde van propaangas is te vinden in tabel 28C van het informatieboek BINAS.

5p **11** Bereken hoe lang de branders aan staan.

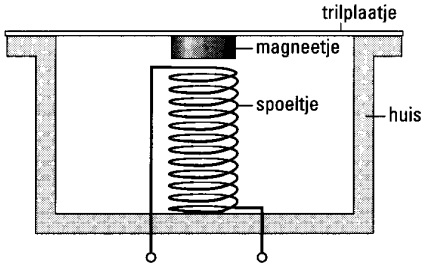
Tijdens de ballontocht koelt de lucht in de ballon af en daalt de ballon. De branders moeten dan weer worden aangezet. De massa van de lucht in de ballon neemt dan af. De onderkant van de ballon staat in open verbinding met de buitenlucht. Het volume van de ballon blijft constant.

3p **12** Leg uit waarom de massa van de lucht in de ballon kleiner wordt als de branders aan staan.

Opgave 4 De telefoon

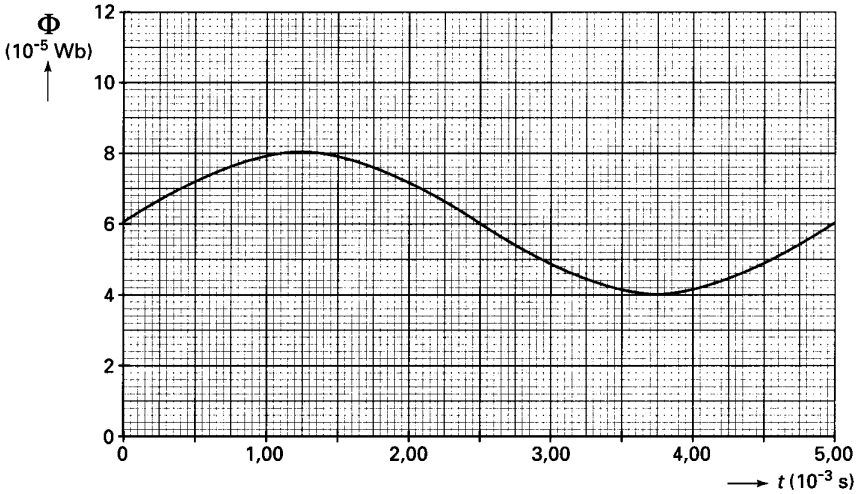
Bij het telefoneren wordt geluid door een microfoon omgezet in elektrische spanning. Dit kan met behulp van een stalen trilplaatje waaraan een permanent magneetje is vastgemaakt. Het magneetje bevindt zich vlak boven een spoeltje. In figuur 4 is dit schematisch weergegeven.

figuur 4



Door het geluid gaan het plaatje en het magneetje trillen. Daardoor verandert de door het spoeltje omvatte flux. In figuur 5 is aangegeven hoe de flux verandert bij een bepaalde trilling van het plaatje.

figuur 5



De steeds van grootte veranderende flux veroorzaakt een veranderende inductiespanning over het spoeltje, die we het spanningssignaal noemen.

3p **13** Noem een tijdstip waarop de inductiespanning 0,0 V is. Licht je antwoord toe.

Bij moderne telefoons wordt de grootte van het spanningssignaal uitgedrukt in een binair getal. Om signalen tussen 0 V en 2,00 V om te zetten, wordt een 7 bits AD-omzetter gebruikt.

4p **14** Bereken welk binair getal hoort bij een spanning van 1,38 V.

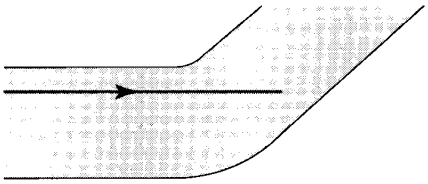
Tegenwoordig worden digitale signalen vaak omgezet in lichtsignalen, die vervolgens worden doorgegeven via glasvezelkabels. Deze kabels hebben een zeer kleine doorsnede van $1{,}2 \cdot 10^{-8}$ m^2 en zijn gemaakt van kwartsglas dat een dichtheid heeft van $2{,}5 \cdot 10^{3}$ kg/m^3. Iemand heeft berekend dat voor de vervanging van alle telefoonkabels in Nederland $8{,}0 \cdot 10^{5}$ kg kwartsglas nodig is.

3p **15** Bereken de totale lengte van de glasvezelkabels die in Nederland nodig zijn.

Glasvezelkabels zijn erg buigzaam, waardoor er gemakkelijk bochten in komen. Voor niet te scherpe bochten blijven lichtstralen binnen de kabel, maar als de bocht te scherp is, treden ze naar buiten. De brekingsindex van het kwartsglas is 1,55.

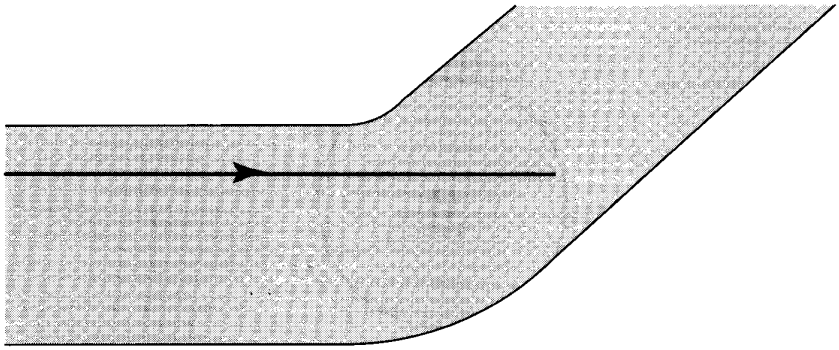
In figuur 6 is een lichtstraal getekend in een glasvezelkabel waar een bocht in zit.

figuur 6



4p **16** Figuur 6 staat vergroot op de bijlage.
Leg uit of de lichtstraal bij deze bocht binnen de kabel blijft en teken in de figuur op de bijlage het verdere verloop van de lichtstraal. Bepaal daartoe eerst de invalshoek.

Bijlage:



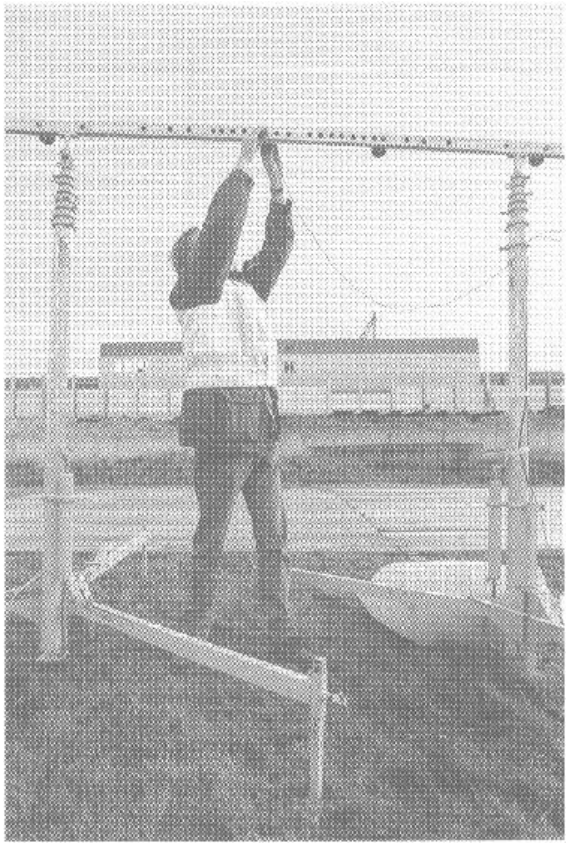
Opgave 5 Geluidsschermen

Lees onderstaand artikel.

Artikel

NS test Europese geluidsschermen

Langs een doodlopend spoortje bij Breukelen hangt een NS-medewerker de microfoons goed bij een proefopstelling voor geluidsschermen.



In het kader van het Europese samenwerkingsproject Eurocan gaat de NS met behulp van een stilstaande als Thalys vermomde goederentrein, twintig Franse en Italiaanse geluidsschermen langs dit spoorlijntje testen. In de nep-snelheidstrein zijn op de hoogte van de wielen geluidsboxen gemonteerd die het geluid van een rijdende trein produceren. Dit geluid wordt door acht microfoons geregistreerd. Door de gegevens van de verschillende geluidsbronnen met de microfoons te combineren, hoeft de trein niet te rijden wat een flinke kostenbesparing oplevert. Met het onderzoek hoopt de NS een scherm te vinden dat het geluidssterkteniveau met 5 dB vermindert. Het is voor het eerst dat de NS op deze schaal onderzoek doet naar het effect van geluidsschermen.

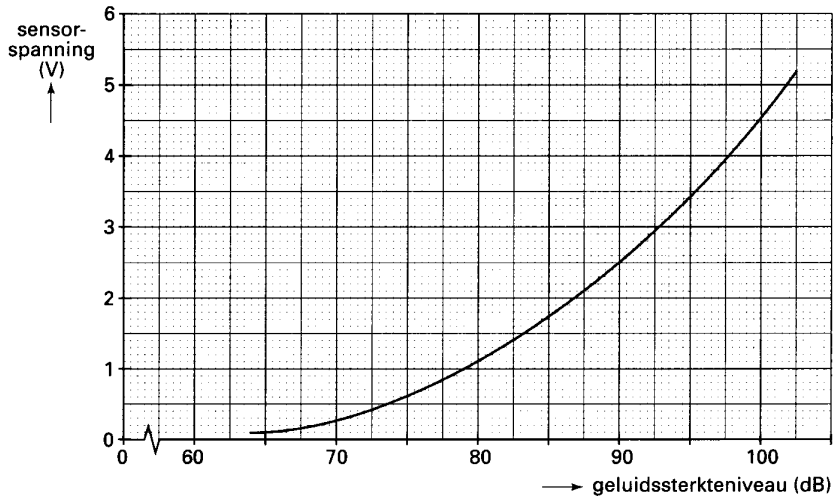
naar.- Technisch Weekblad

Bij het onderzoek worden de verschillende geluidsschermen op dezelfde afstand van de neptrein opgesteld.
Bij een proef met een bepaald geluidsscherm wordt de geluidsintensiteit vier keer zo klein.

3p **17** Leg uit of dit scherm aan de door de NS gestelde verwachting voldoet.

Een microfoon is te beschouwen als een geluidsensor. In figuur 7 is de ijkkromme van zo'n microfoon gegeven.

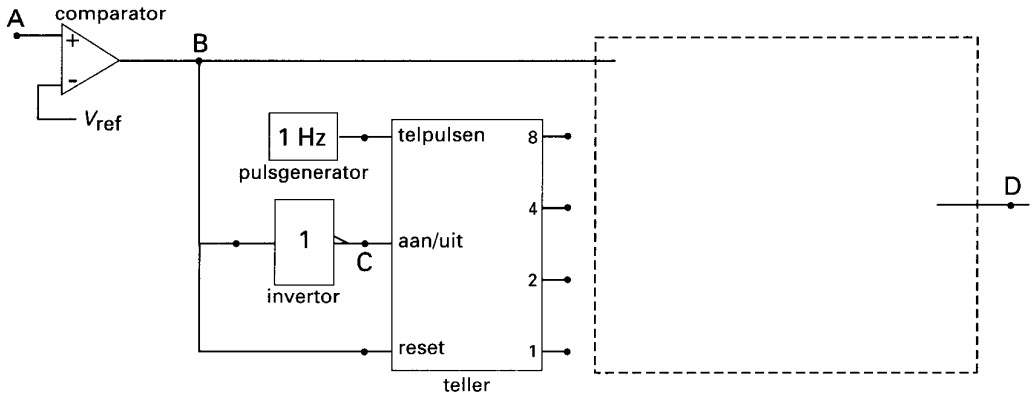
figuur 7



3p **18** Geef de definitie van de gevoeligheid van de geluidsensor en leg daarmee uit of de gevoeligheid van de microfoon bij 85 dB groter of kleiner is dan bij 95 dB.

Om na te gaan of het door een microfoon gemeten geluidssterkteniveau boven de 90 dB komt, is een schakeling gebouwd met verwerkers. Een deel van de schakeling is getekend in figuur 8.

figuur 8



Het uitgangssignaal van de microfoon wordt in A toegevoerd aan een comparator. Als het geluidssterkteniveau hoger is dan 90 dB, is het uitgangssignaal in D hoog. Pas als het geluidssterkteniveau gedurende een periode van 3 seconden lager is dan 90 dB, wordt het signaal in D laag. Het blijft laag zolang het geluidssterkteniveau lager is dan 90 dB. Op een bepaald moment geeft de sensor een spanning af van 3,2 V. De teller telt alleen als de aan/uit-ingang hoog is.

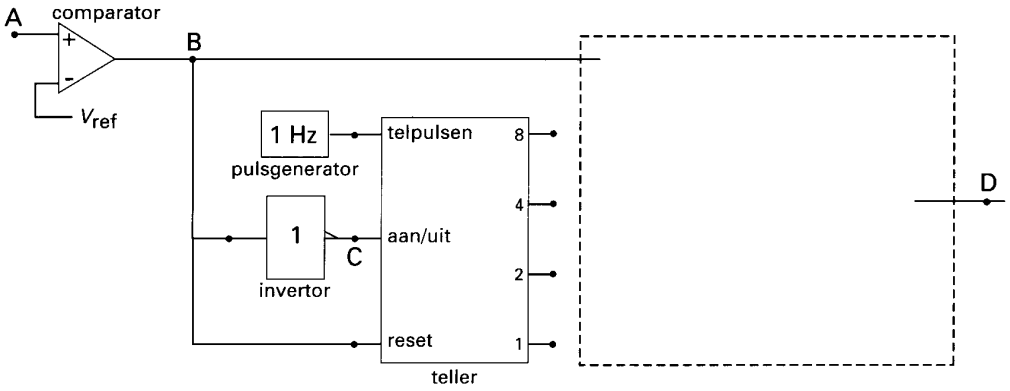
3p **19** Leg aan de hand van de figuren 7 en 8 uit dat de teller op dat moment uit staat.

natuurkundeuitgelegd.nl

Figuur 8 staat ook op de bijlage.

4p **20** Maak de schakeling in de figuur op de bijlage af door in de met een streepjeslijn aangegeven rechthoek één of meer verwerkers te tekenen. Teken ook de noodzakelijke verbindingen.

Bijlage:


A
comparator
+
-
B
V_{ref}
1 Hz
pulsgenerator
telpulsen
8
4
2
1
1
invertor
C
aan/uit
reset
teller
D

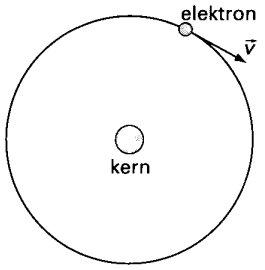
Opgave 6 Heliumionen

Het gas helium vinden we vooral in sterren. Om een heliumatoom te ioniseren is een energie nodig van 24,6 eV. Dit ioniseren kan plaatsvinden door een botsend elektron.

3p **21** Bereken de snelheid die een elektron minstens moet hebben om een heliumatoom te kunnen ioniseren.

Het zo ontstane heliumion kan zich in figuur 9 verschillende energietoestanden bevinden. Deze energietoestanden komen overeen met cirkelvormige banen van het elektron om de kern. In de laagste energietoestand, de grondtoestand, bevindt het elektron zich in een baan met een straal van $2{,}7 \cdot 10^{-11}$ m. Zie figuur 9.

figuur 9



De snelheid van het elektron in deze baan is $4{,}3 \cdot 10^{6}$ m/s. Het aantal keren dat het elektron per seconde rond de kern draait, noemen we de omloopfrequentie.

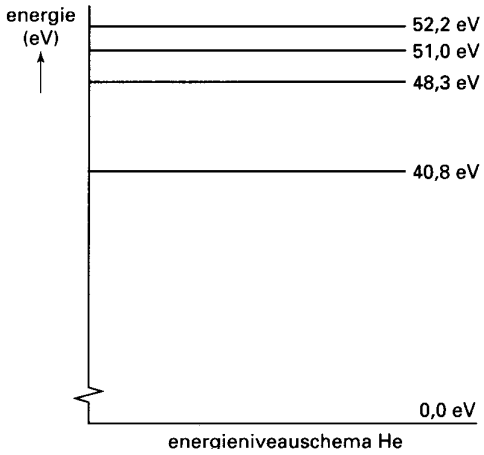
3p **22** Bereken de omloopfrequentie van dit elektron.

Figuur 9 is ook op de bijlage weergegeven.

3p **23** Teken op de bijlage de kracht die op het elektron werkt als een vector met een lengte van 3 cm.

Dit heliumion kan vanuit de grondtoestand in een aantal aangeslagen toestanden gebracht worden. Het overgebleven elektron beweegt zich dan in een baan die verder van de kern afligt. Een aantal van deze energietoestanden van het He^{+}-ion is weergegeven in het energieniveauschema van figuur 10.

figuur 10



Bij overgang van een hogere naar een lagere energietoestand wordt straling uitgezonden. Eén van deze overgangen levert zichtbaar licht op.

5p **24** Bepaal met behulp van het energie-niveauschema de golflengte van dit licht.

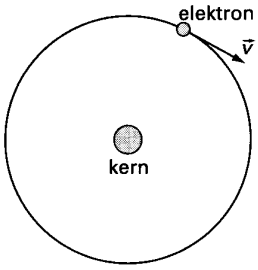
Binnenin een ster worden heliumionen verder geïoniseerd, zodat alleen de kernen overblijven. Van deze heliumkernen komen twee isotopen voor, helium-3 en helium-4. Bij botsingen tussen heliumkernen kunnen fusiereacties optreden. Bij één van deze reacties fuseren een helium-3 kern en een helium-4 kern tot één nieuwe kern, zonder andere reactieproducten.

2p **25** Geef met behulp van een reactievergelijking aan welke nieuwe kern er ontstaat.

Als twee helium-3 kernen fuseren, vindt de volgende reactie plaats: $^{3}He + {}^{3}He \rightarrow {}^{4}He + 2\ p$.
De massa van een helium-3 kern is 3,014932 u.
De massa van een helium-4 kern is 4,001506 u.

4p **26** Bereken de energie die bij deze fusiereactie vrijkomt. Geef de uitkomst in vier significante cijfers.

Bijlage:



Einde.

Foton De nieuwe natuurkundemethode voor de bovenbouw
Theorie, oefenopgaven, antwoorden in één overzichtelijk boek inclusief SE-keuzeonderwerpen
Betaalbaar: € 35,- voor de complete stof. Meer info: natuurkundeuitgelegd.nl