natuurkunde 1 (nieuwe stijl)

Examen VWO

Voorbereidend
Wetenschappelijk
Onderwijs

20 **04**

Tijdvak 1
Woensdag 26 mei
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 79 punten te behalen; het examen bestaat uit 25 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de uitwerking van de vragen 4, 5, 6, 7, 15 en 16 is een uitwerkbijlage bijgevoegd.

Als bij een vraag een verklaring, uitleg, berekening of afleiding gevraagd wordt, worden aan het antwoord meestal geen punten toegekend als deze verklaring, uitleg, berekening of afleiding ontbreekt.

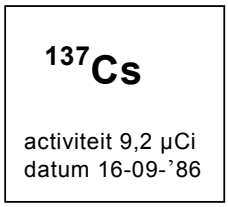
Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Cesium

Jorieke en Pauline nemen op 16 maart 2004 deel aan een practicum over ioniserende straling. Op een van de radioactieve preparaten zit het volgende etiket:

etiket

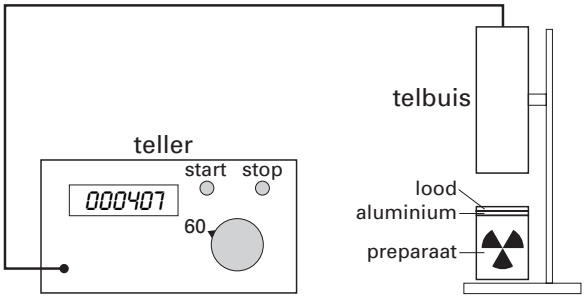


Ci is een afkorting van 'curie', een oude eenheid van activiteit. Zie tabel 6 van het informatieboek Binas.

4p **1** ☐ Bereken de activiteit van het preparaat op 16 maart 2004 in becquerel.

Het ^{137}Cs-preparaat zendt β- en γ-straling uit.
Jorieke en Pauline willen de halveringsdikte van lood voor de γ-straling bepalen.
In figuur 1 is hun opstelling te zien.

figuur 1



Ze doen vier verschillende metingen met de GM-telbuis.

- De telbuis meet een achtergrondstraling van 24 pulsen per minuut als het preparaat nog niet onder de telbuis staat.
- Als het preparaat (zonder plaatjes) onder de telbuis is geplaatst, meet de telbuis 8011 pulsen per minuut.
- Met een plaatje aluminium van 5,0 mm dikte (houdt alle β-straling tegen) tussen de telbuis en het preparaat meet de telbuis 628 pulsen per minuut.
- Als er behalve het plaatje aluminium ook nog een plaatje lood van 4,0 mm dikte tussen de telbuis en het preparaat wordt geplaatst, meet de teller 407 pulsen per minuut.

4p **2** ☐ Bereken de halveringsdikte van lood voor de uit het preparaat vrijkomende γ–straling.

De rugzak van Jorieke met daarin een zakje boterhammen heeft tijdens het practicum in de buurt van het preparaat gelegen.
Pauline zegt tegen Jorieke: "De gammastraling gaat door je rugzak heen. Je boterhammen zijn dus besmet geraakt."
Pauline doet met deze uitspraak twee beweringen.

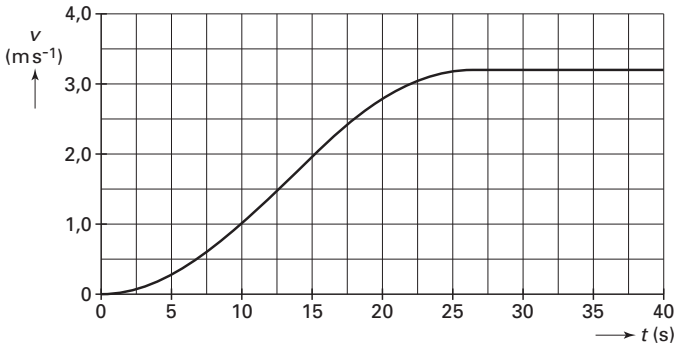
2p **3** ☐ Leg van elke bewering uit of deze juist is.

natuurkundeuitgelegd.nl

Enkele onderdelen van deze opgave kun je beantwoorden met behulp van de grafische mogelijkheden van je rekenmachine. Als je dit doet, moet je noteren welke stappen je genomen hebt.
De antwoorden kunnen ook zonder grafische rekenmachine worden gevonden.

In een bergachtig gebied kunnen toeristen met een bergtrein naar een mooi uitzichtpunt reizen. De trein wordt aangedreven door een elektromotor en begint aan een rit naar boven. In figuur 2 is het (v,t)-diagram van de eerste 40 seconden weergegeven.

figuur 2



De gegevens in dit kader hoef je alleen te gebruiken als je met de grafische rekenmachine werkt.
De grafiek voldoet aan het volgende functievoorschrift:

voor $0\text{ s} \le t \le 26\text{ s}$: $v(t) = 1{,}6 - 1{,}6 \cdot \cos(0{,}12 \cdot t)$
voor $26\text{ s} \le t \le \ldots$: $v(t) = 3{,}2$

N.B. Het argument van de cosinus is in radialen.

Figuur 2 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p **4** ☐ Bepaal de afstand die de trein op t = 20 s heeft afgelegd.

Uit figuur 2 blijkt dat de trein op t = 15 s nog aan het versnellen is.
Figuur 2 is nogmaals afgedrukt op de uitwerkbijlage.

3p **5** ☐ Bepaal de versnelling van de trein op t = 15 s.

Uit figuur 2 blijkt dat de snelheid van de trein na enige tijd constant wordt. De motorkracht F_M is dan gelijk aan 66 kN. Op de uitwerkbijlage is de helling getekend met daarop aangegeven het zwaartepunt Z van de trein. De zwaartekracht F_Z op de trein is met een pijl weergegeven; 1 cm komt overeen met 20 kN.

3p **6** ☐ Bepaal de massa van de trein.

De zwaartekracht kan ontbonden worden in een kracht loodrecht op de helling $F_{Z,\perp}$ en een kracht evenwijdig aan de helling $F_{Z,//}$. Bij constante snelheid geldt $F_M = F_{Z,//} + F_W$. Hierin is F_W de wrijvingskracht op de trein.

3p **7** ☐ Bereken de wrijvingskracht op de trein. Bepaal daartoe eerst met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de grootte van $F_{Z,//}$.

Bij de constante snelheid van 3,2 m s^{-1} gebruikt de elektromotor een elektrisch vermogen van 270 kW.

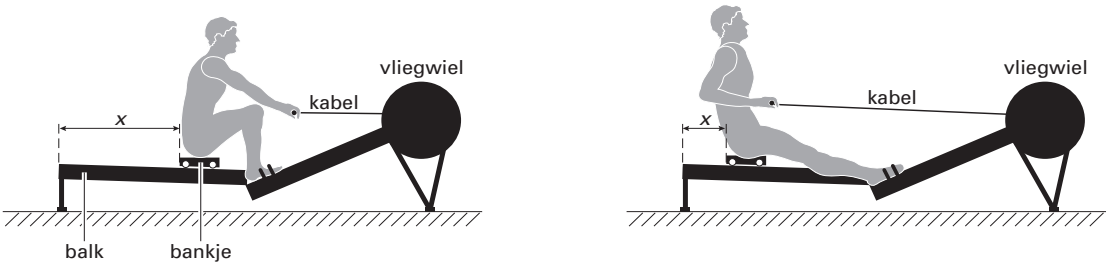
3p **8** ☐ Bereken het rendement van deze elektromotor.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Roeiapparaat

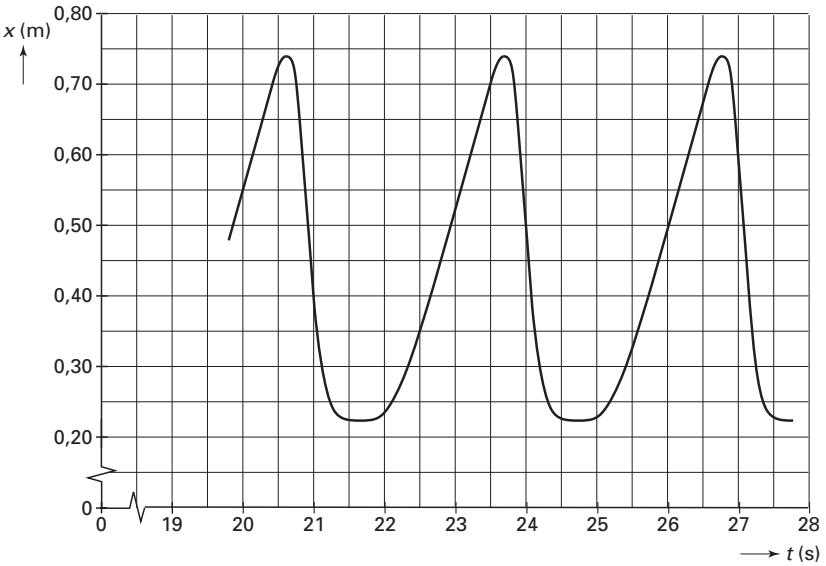
In figuur 3 is een man afgebeeld die een oefening doet op een roeiapparaat. De man zit op een bankje dat over een balk kan rollen. Eén roeibeweging bestaat uit twee delen:
A Vanaf de beginpositie (linker figuur) duwt de roeier zichzelf en het bankje naar achteren. Tegelijkertijd trekt hij via een kabel aan een vliegwiel, waardoor dit sneller gaat ronddraaien.
B Vanuit de achterste positie (rechter figuur) trekt hij zich vervolgens met zijn benen naar voren totdat hij weer in de beginpositie is. Tijdens dit tweede deel van de roeibeweging neemt de draaisnelheid van het vliegwiel door wrijving weer af.

figuur 3



De beweging van het bankje wordt vastgelegd met een plaats-sensor. Deze sensor bepaalt voortdurend de afstand x tussen het bankje en de achterkant van de balk. Een computer gebruikt deze gegevens om een (x,t)-diagram te tekenen. Zie figuur 4.

figuur 4

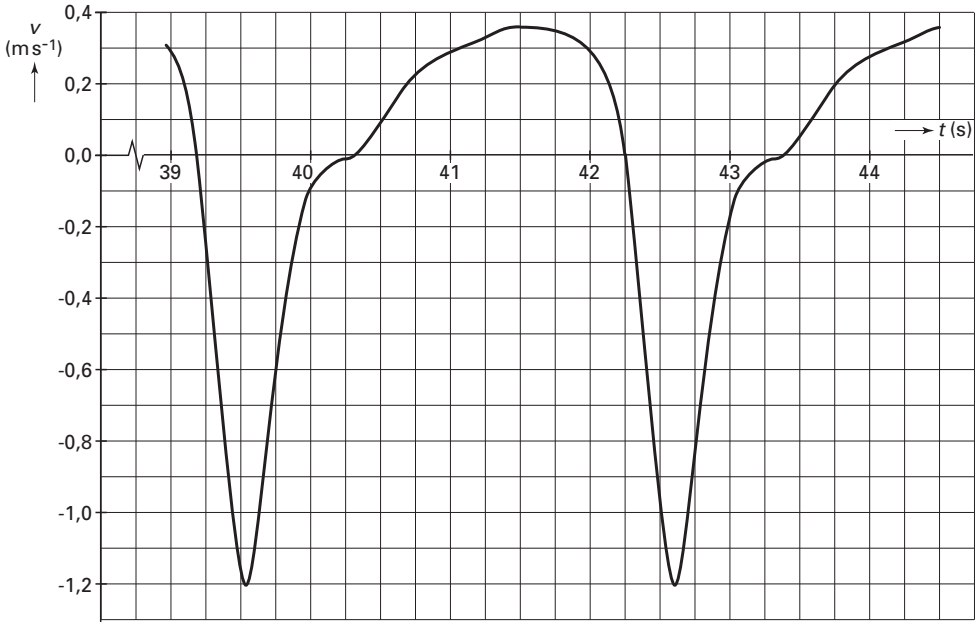


3p **9** ☐ Leg met behulp van figuur 4 uit of de roeier een hogere snelheid bereikt tijdens deel *A* of tijdens deel *B* van een roeibeweging.

natuurkundeuitgelegd.nl

In figuur 5 staat het (v,t)-diagram van enkele roeibewegingen.

figuur 5



De maximale afstand waarover het bankje rolt tijdens deel A van een roeibeweging noemen we Δx_{max}. Deze Δx_{max} is zowel uit figuur 4 als uit figuur 5 te bepalen.

3p **10** ☐ Leg voor beide figuren uit hoe. (Je hoeft de bepaling niet uit te voeren).

De resulterende kracht op de man en het bankje is tijdens de roeibeweging niet constant.

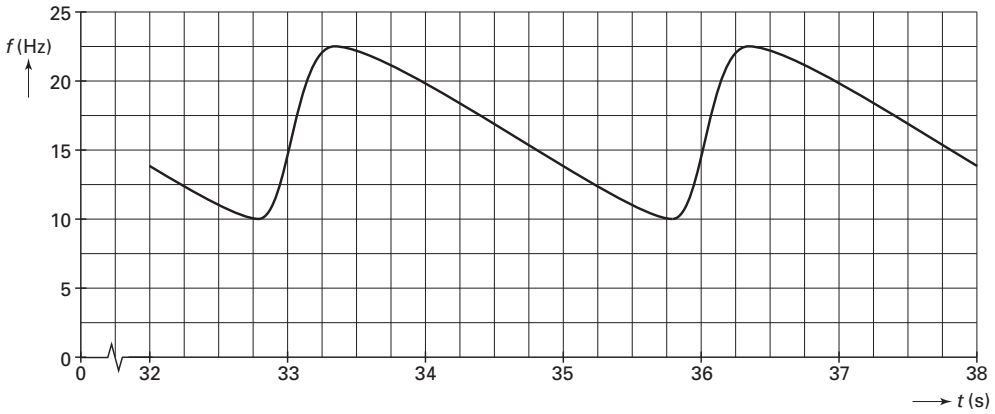
3p **11** ☐ Leg uit op welke tijdstippen in figuur 5 er geen resulterende kracht op de man en het bankje werkt.

Voor de rotatie-energie van het vliegwiel geldt: $E_{rot} = kf^2$

Hierin is:
- k een constante, die gelijk is aan 1,2 J s^2;
- f de omloopfrequentie, dus het aantal omwentelingen per seconde van het vliegwiel.

In figuur 6 is de omloopfrequentie van het vliegwiel als functie van de tijd weergegeven.

figuur 6



Onder het duurvermogen van de roeier verstaat men hier het vermogen dat hij gedurende langere tijd gemiddeld aan het vliegwiel overdraagt.

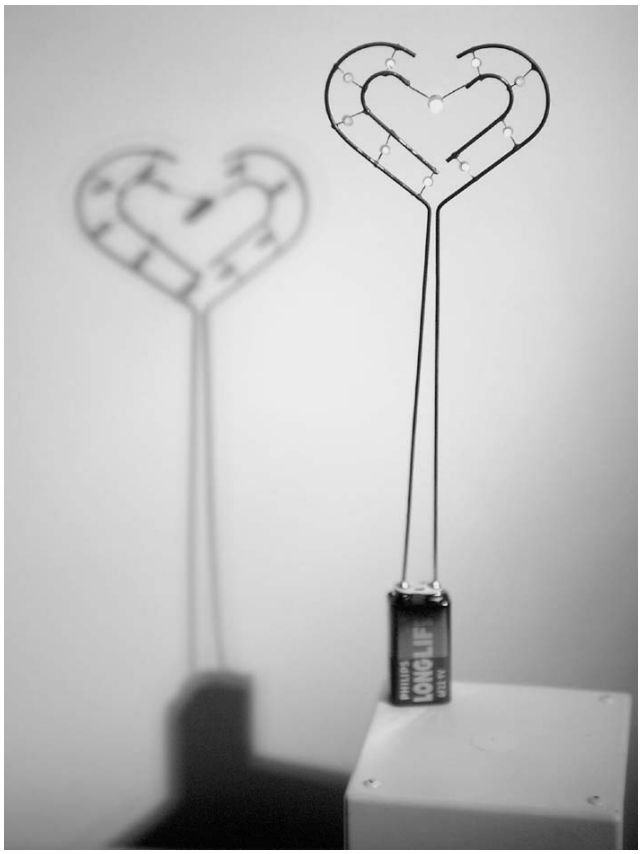
4p **12** ☐ Bepaal dit duurvermogen als de omloopfrequentie van het vliegwiel blijft verlopen zoals in figuur 6. Bepaal daartoe eerst hoeveel energie van de roeier tijdens één roeibeweging wordt omgezet in rotatie-energie van het vliegwiel.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Valentijnshart

Met een Valentijnshart kun je een geheime geliefde verrassen. Het hart bestaat uit een frame van metaaldraad met tien lichtjes. Het hart kan worden vastgedrukt op een batterij, die behalve als spanningsbron ook als voetstuk dient.
Figuur 7 is een foto van het Valentijnshart met zijn schaduw.

figuur 7



De foto van figuur 7 is genomen met een fototoestel waarvan de lens een brandpuntsafstand heeft van 50 mm. De afstand tussen het hart en de lens was 90 cm. Om van het hart een scherpe foto te kunnen maken, moest de afstand tussen de lens en de film juist worden ingesteld. Voordat de foto van figuur 7 werd gemaakt, was het fototoestel ingesteld op oneindig.

4p **13** ☐ Bereken hoeveel de afstand tussen de lens en de film daartoe moest worden veranderd.

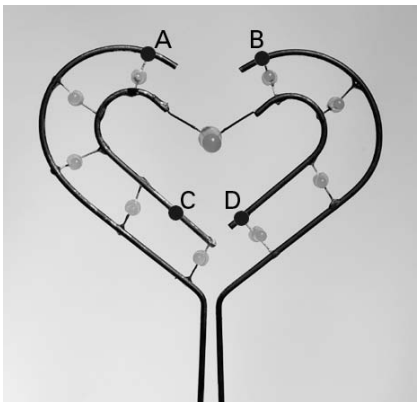
Tijdens het maken van de foto stond het hart in de zon. Daardoor is tegen de wand op de achtergrond een schaduw van het hart te zien.
De schaduw op de foto is onscherp.

2p **14** ☐ Geef hiervoor twee mogelijke oorzaken.

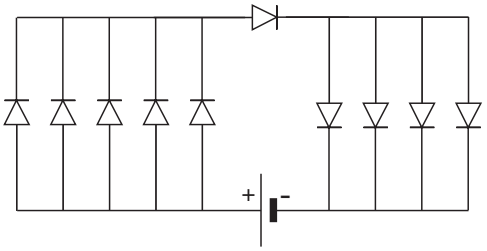
natuurkundeuitgelegd.nl

De foto van figuur 8 toont de tien lichtjes van het Valentijnshart. De lichtjes zijn LED's.
Een LED is een halfgeleiderdiode die licht uitzendt als er een elektrische stroom door loopt.
In figuur 9 is schematisch weergegeven hoe de LED's zijn geschakeld.
In de foto van figuur 8 zijn vier punten van het frame aangegeven met de letters A, B, C en D. Figuur 9 staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 8



figuur 9



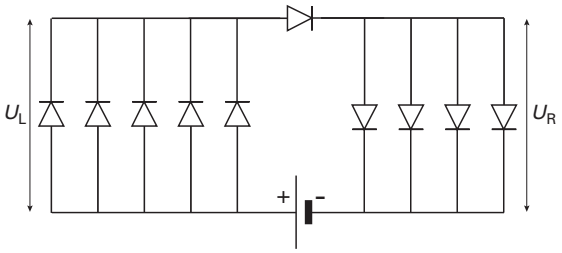
3p **15** ☐ Geef in de figuur op de uitwerkbijlage met de letters A, B, C en D aan welke punten overeenstemmen met de punten A, B, C en D op de foto van figuur 8.

De LED in het midden van het hart is groter dan de andere negen. Deze negen LED's zijn identiek.
Met behulp van een spanningsmeter en een stroommeter kan het elektrisch vermogen worden bepaald dat de grote LED opneemt wanneer hij licht uitzendt. Het frame van het Valentijnshart kan worden losgekoppeld van de batterij. Zie de figuur op de uitwerkbijlage.

3p **16** ☐ Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de verbindingsdraden die nodig zijn om het vermogen van de grote LED te kunnen bepalen.

De spanning over de grote LED is 5,0 V. De batterij levert een spanning van 9,0 V.
De spanning over de vijf LED's aan de linkerkant noemen we U_L.
De spanning over de vier LED's aan de rechterkant noemen we U_R.
Zie figuur 10.

figuur 10



4p **17** ☐ Leg aan de hand van figuur 10 uit dat U_L kleiner is dan 2,0 V.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Tropische plantenkas

Een tropische plantenkas heeft in een jaar een totale hoeveelheid energie van $2{,}0 \cdot 10^{12}$ J nodig. Deze energie wordt geleverd door een aardgascentrale die gebruikmaakt van warmtekrachtkoppeling.

2p **18** ☐ Leg uit wat er bedoeld wordt met de term warmtekrachtkoppeling.

Het rendement van de centrale is 75%.

3p **19** ☐ Bereken hoeveel m^3 Gronings aardgas de centrale per jaar verbruikt om in de energiebehoefte van de kas te voorzien.

's Nachts houdt men de temperatuur in de kas op 17 °C. Overdag laat men de temperatuur stijgen tot 33 °C. Tijdens het opwarmen blijft de luchtdruk constant doordat er lucht door kieren en gaten wegstroomt.
De lucht in de kas mag beschouwd worden als een ideaal gas.

4p **20** ☐ Bereken welk percentage van het oorspronkelijke aantal mol lucht tijdens het opwarmen wegstroomt uit de kas.

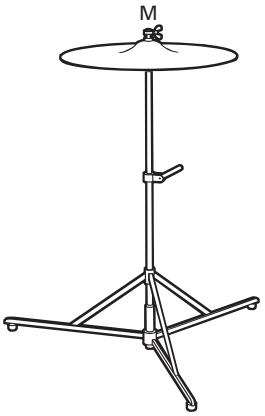
Een koelinstallatie voorkomt dat de temperatuur in de kas op zomerse dagen te hoog wordt. De installatie bestaat uit een groot aantal sproeiers die water vernevelen aan de buitenkant van de kas. Als de installatie aanstaat, wordt de kas omhuld door een wolk (nevel) van kleine waterdruppeltjes die verdampen.

3p **21** ☐ Op welke twee manieren levert deze wolk een bijdrage aan de koeling in de kas? Licht beide manieren toe.

Opgave 6 Bekken

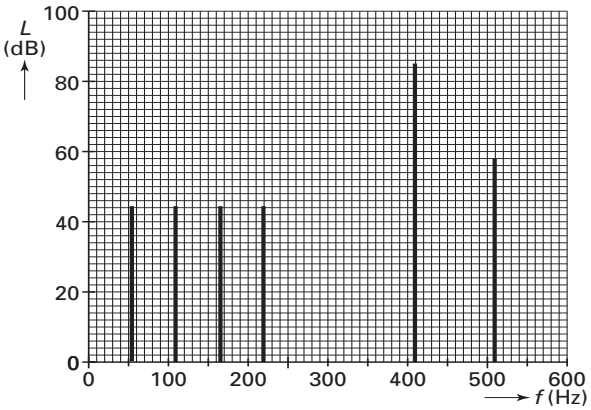
Een drumstel bestaat onder andere uit trommels en bekkens. Een bekken is een ronde metalen schijf die in het midden M op een standaard is geklemd. Zie figuur 11.

figuur 11



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 12.

figuur 12

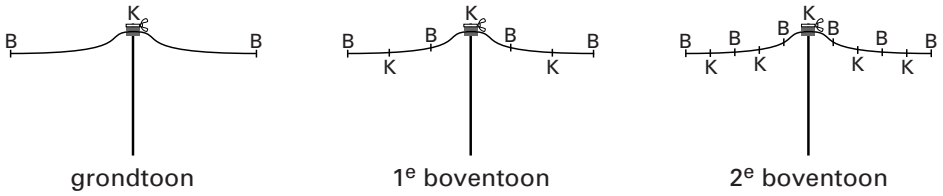


4p **22** ☐ Bepaal het vermogen dat het bekken afgeeft bij 410 Hz. Ga er daarbij vanuit dat het bekken zich gedraagt als een puntbron die in alle richtingen evenveel geluidsenergie afgeeft.

natuurkundeuitgelegd.nl

Ruud zoekt een verklaring voor de frequentieverhouding van de laagste vier tonen van figuur 12. In een boek over muziekinstrumenten vindt hij het plaatje van figuur 13 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.

figuur 13



3p **23** ☐ Toon aan dat de patronen van knopen en buiken in figuur 13 niet overeenstemmen met de verhoudingen van de frequenties van de drie laagste tonen van figuur 12.

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 **24** ☐ Geef voor beide waarnemingen een verklaring.

Tijdens het 'langzaam bewegen' ziet Ruud de twee randen steeds naar elkaar toegaan 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 **25** ☐ Bereken de werkelijke snelheid waarmee de rand van het bekken door de evenwichtsstand gaat.

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