Examen VWO

2012

tijdvak 2
woensdag 20 juni
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 25 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 75 punten te behalen.
Voor elk vraagnummer staat hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

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.

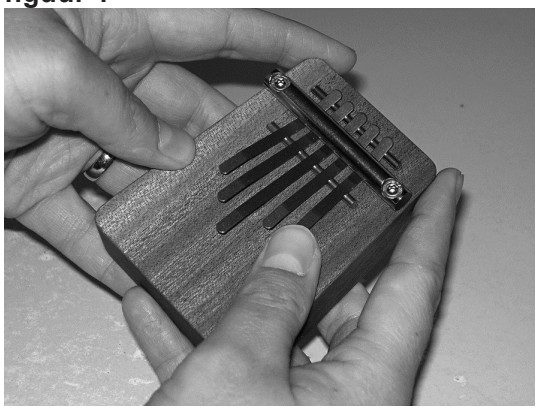
VW-1023-a-12-2-o

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Duimpiano

In figuur 1 is een zogenaamde duimpiano te zien. Dit is een muziekinstrument dat bestaat uit een houten blok met daarop een aantal metalen strips. De strips kunnen in trilling worden gebracht door ze met de duim naar beneden te duwen en los te laten. Er ontstaat dan een staande golf in de strip.
In figuur 2 is een zijaanzicht van de duimpiano te zien.

figuur 1



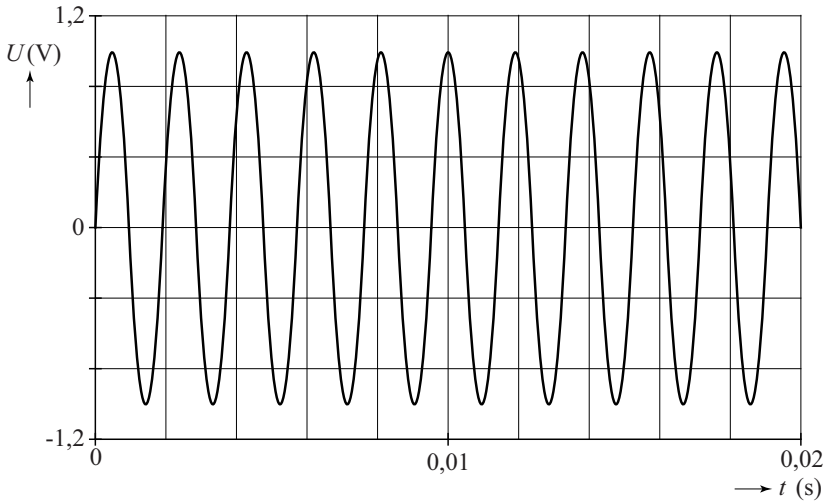
figuur 2

In figuur 1 is te zien dat er vijf strips op de duimpiano zijn gemonteerd. De tonen die door de strips worden voortgebracht, zijn bekend. De frequenties waarmee de strips in hun grondtoon trillen, zijn weergegeven in de tabel hieronder.

Strip	1	2	3	4	5
Toon	Gis''	C''	F'	F''	C'''
Frequentie (Hz)	831	523	349	698	1047

Van één van de strips is het geluid opgenomen en weergegeven in figuur 3.

figuur 3



3p **1** Bepaal, aan de hand van figuur 3, van welke strip het geluid opgenomen is.

natuurkundeuitgelegd.nl

Op de uitwerkbijlage is een bovenaanzicht weergegeven van de duimpiano. Deze figuur is op ware grootte. De strips zijn genummerd van 1 tot en met 5. Met behulp van een stippellijn is tevens aangegeven waar de strips vastzitten.

4p **2** Bepaal de voortplantingssnelheid van de golf in strip 3.

4p **3** Laat zien dat de voortplantingssnelheden van de golven in de strips 3 en 4 niet gelijk zijn.

Nader onderzoek heeft uitgewezen dat de golfsnelheid in een strip afhankelijk is van de frequentie. Met behulp van de gegevens van de duimpiano kan het verband tussen de golfsnelheid en de frequentie worden onderzocht. Hiertoe zijn drie mogelijke hypothesen onderzocht:

I Er is een recht evenredig verband tussen v en f.

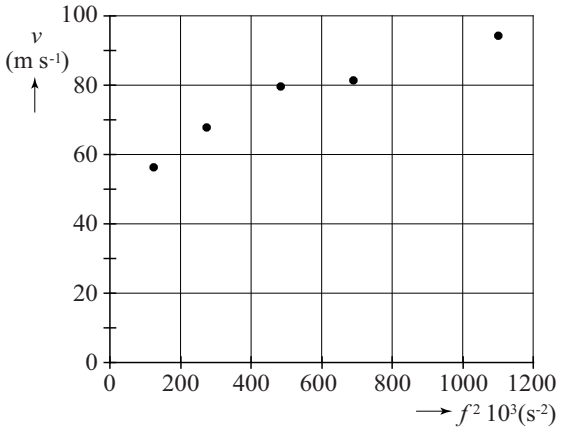
II Er is een recht evenredig verband tussen v en f^2.

III Er is een recht evenredig verband tussen v en $\sqrt{f}$.

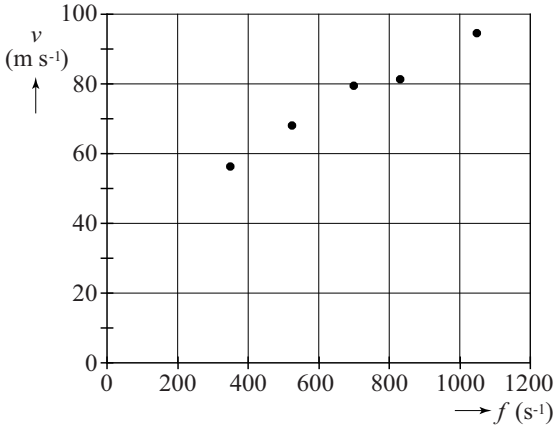
Om te achterhalen welke hypothese juist is, zijn drie grafieken getekend in figuur 4 a tot en met c.

2p **4** Leg uit welke hypothese door de meetgegevens wordt ondersteund.

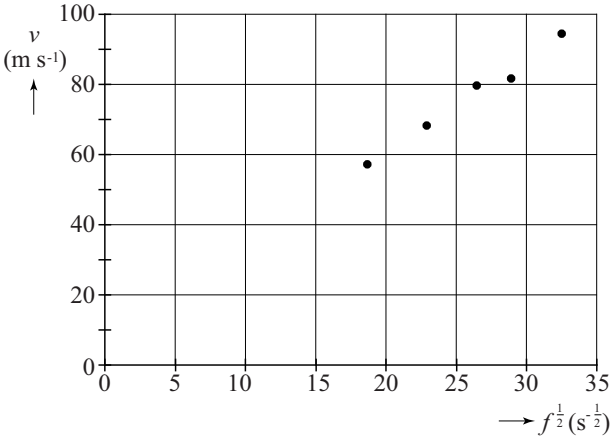
figuur 4 a



figuur 4 b



figuur 4 c



natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Ouderdomsbepaling

Er bestaan verschillende methoden om met behulp van radioactief verval de ouderdom van materialen te bepalen. In deze opgave bespreken we de koolstof-14-methode en de kalium-argon-methode.

Koolstof-14-methode

Koolstof komt in de atmosfeer voor in kooldioxide. Een vast percentage van de koolstofatomen hierin is koolstof-14. Planten en bomen nemen kooldioxide op, zetten het om in organisch materiaal en worden zo in lichte mate radioactief.
De activiteit van vers gekapt hout bedraagt 0,231 Bq per gram koolstof.
Als een boom gekapt wordt, neemt het percentage koolstof-14 in de loop van de tijd af door radioactief verval. Door de activiteit van 'oud' organisch materiaal te vergelijken met de activiteit van 'vers' hout, kan men de ouderdom van het materiaal bepalen.
Met deze methode heeft men de ouderdom van organisch materiaal uit de grotten van Lascaux in Frankrijk onderzocht. Een preparaat van het materiaal van 1,00 gram bleek bij een meting in 24 uur 326 bètadeeltjes uit te zenden.

3p **5** Bereken de ouderdom van het materiaal uit Lascaux.

De koolstof-14-methode is erop gebaseerd dat de hoeveelheid koolstof-14 in de atmosfeer (vrijwel) constant was door de eeuwen heen. Dat komt omdat er voortdurend nieuw koolstof-14 wordt aangemaakt door een reactie van neutronen in kosmische straling. Bij deze kernreactie wordt een neutron ingevangen en komt een proton vrij.

3p **6** Laat zien met welk atoom in de atmosfeer deze kernreactie plaatsvindt.
Stel daartoe de reactievergelijking op.

natuurkundeuitgelegd.nl

Kalium-argon-methode

Voor de ouderdomsbepaling van gesteenten wordt soms de kalium-argon-methode gebruikt. Kalium komt in veel gesteenten voor. Een bepaald gesteente bevat 0,0117% kalium-40, een radioactieve isotoop met een halveringstijd van 1,3 miljard jaar.
Kalium-40 kan op twee manieren vervallen: of door bèta-min verval of door K-vangst.

(89%) $^{40}\mathrm{K} \rightarrow {}^{40}\mathrm{Ca} + \mathrm{e}^{-}$

(11%) $^{40}\mathrm{K} + \mathrm{e}^{-} \rightarrow {}^{40}\mathrm{Ar} + \gamma$

Argon is een edelgas en blijft opgesloten in (hard) gesteente. De ouderdom van een gesteente kan worden onderzocht door de ingesloten hoeveelheid argon-40 te meten en die te vergelijken met de nog aanwezige hoeveelheid kalium-40.
Bij een bepaald gesteente vindt men voor de verhouding:

$\frac{\text{aantal gevormde Ar-40 atomen}}{\text{aantal nog aanwezige K-40 atomen}}$ een waarde van 0,77.

3p **7** Laat zien dat de ouderdom van het gesteente ongeveer 3,9 miljard jaar is.
Hint: ga uit van duizend kalium-40-atomen in het begin.

Lees het artikeltje over struisvogeleieren.

Struisvogeleieren
Een paar miljoen jaar geleden begonnen mensen in Afrika struisvogeleieren te gebruiken als voedsel en om water in op te slaan. Archeologen hebben resten van eierschalen gevonden en vermoeden dat ze uit die tijd stammen. Ze willen de juiste leeftijd ervan laten vaststellen met behulp van een radioactieve methode.

In eierschalen zit zowel koolstof als kalium. De archeologen kregen echter van natuurwetenschappers te horen dat de koolstof-14-methode en de kalium-argon-methode beide niet geschikt zijn om de ouderdom van de eierschalen vast te stellen.

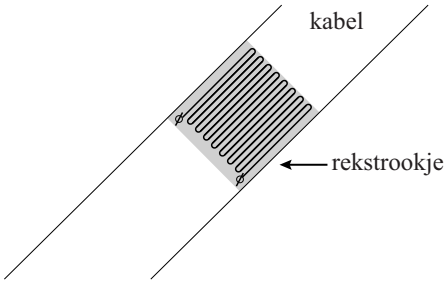
2p **8** Geef voor elk van beide methoden een reden waarom die methode niet geschikt is om de ouderdom van de eierschalen vast te stellen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Rekstrookje

Om te controleren of een brug niet te zwaar belast wordt, maakt men gebruik van sensoren. In zo'n sensor zit een zogenoemd 'rekstrookje', dat op een kabel van de brug is geplakt. In zo'n rekstrookje is een lange, dunne constantaandraad verwerkt. Zie figuur 1.

figuur 1



Deze draad heeft een weerstand van $350\ \Omega$ en een diameter van $40\ \mu m$.

3p **9** Bereken de lengte van de constantaandraad.

Als er veel verkeer op de brug is, rekt de kabel een beetje uit. Het rekstrookje rekt relatief evenveel uit. Bij deze uitrekking verandert de weerstand van het rekstrookje. Door deze weerstandsverandering te meten, weet men of de kabel te veel uitrekt.

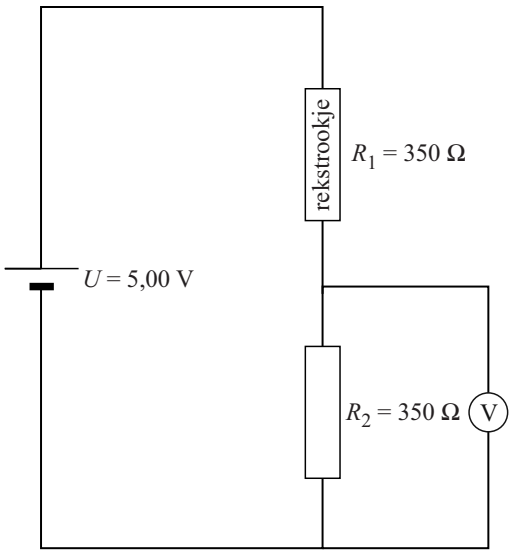
Als het strookje uitrekt, wordt de weerstand van de constantaandraad groter.

2p **10** Geef twee redenen hiervoor.

De weerstandsverandering van het rekstrookje kan bepaald worden met de schakeling van figuur 2. Als de weerstand van het rekstrookje $1{,}0\ \Omega$ groter wordt, verandert de spanning die de spanningsmeter aangeeft minder dan een half procent.

3p **11** Toon dat aan.

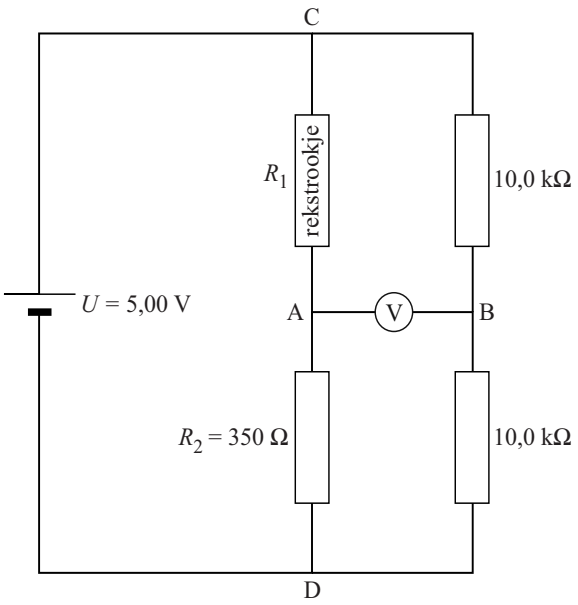
figuur 2



natuurkundeuitgelegd.nl

Om de weerstandsverandering beter te meten, wordt de schakeling van figuur 3 gebruikt. Als het rekstrookje niet is uitgerekt, geeft de spanningsmeter $0{,}000$ V aan.

figuur 3

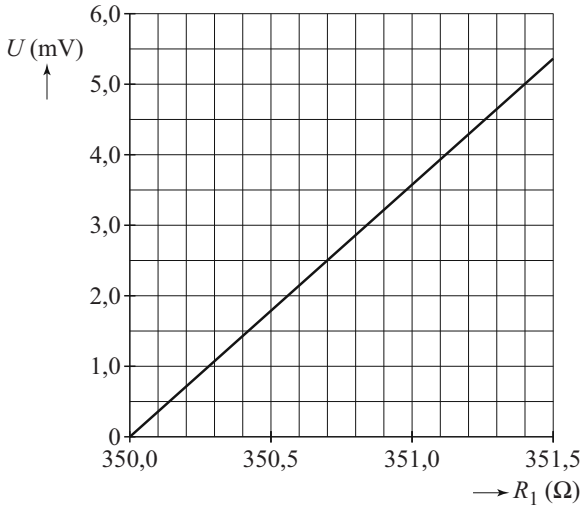


2p **12** Leg dit uit.

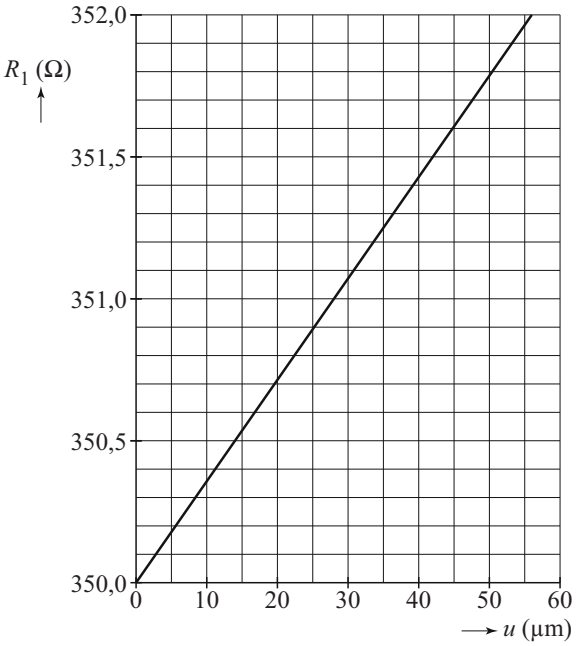
Als het rekstrookje uitrekt, geeft de spanningsmeter wel een spanning aan. Zie figuur 4.
Een verandering van de weerstand van het rekstrookje van $1{,}0$ Ω kan nauwkeuriger gemeten worden met de schakeling van figuur 3 dan met de schakeling van figuur 2.

2p **13** Leg dit uit.

figuur 4



figuur 5



Het rekstrookje heeft een lengte van $6{,}1$ cm en is op een 198 m lange kabel van de brug vastgeplakt. In figuur 5 is het verband tussen de weerstand en de uitrekking van het rekstrookje weergegeven.
Als door veel verkeer de kabel van de brug 12 cm uitrekt, gaat een alarm af.

3p **14** Bepaal bij welke spanning het alarm afgaat.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Hijskraan

In figuur 1 is een foto te zien van een inklapbare hijskraan.

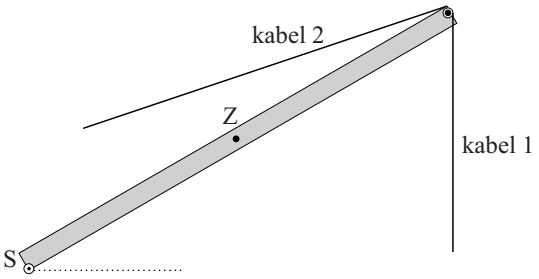
figuur 1

De foto is gemaakt met een digitale camera met een lens van 62,7 dpt.
De afstand van de hijskraan tot de (lens van de) camera bedroeg 30,0 m.
Het beeld van de hijskraan is in de camera vastgelegd op een lichtgevoelige chip van 20,0 mm bij 15,0 mm. De foto is een afdruk van het hele beeld op de lichtgevoelige chip. Op de foto is met een witte lijn de grond ter plaatse van de hijskraan aangegeven.

4p **15** Bepaal aan de hand van figuur 1 hoe hoog punt P zich boven de grond bevindt.

Het bovenste deel van de hijskraan is een hefboom. Zie figuur 2. Deze figuur is op schaal.

figuur 2



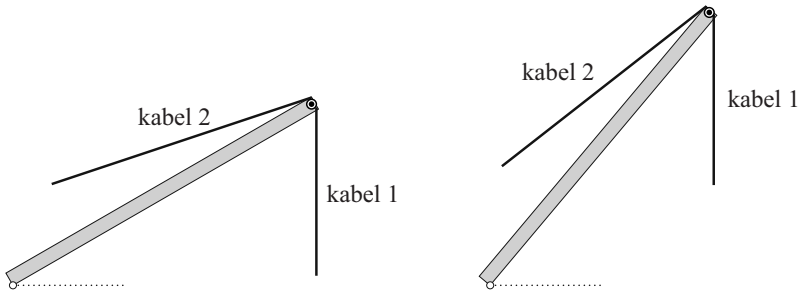
natuurkundeuitgelegd.nl

Het draaipunt van de hefboom is in de figuur aangegeven met S. Punt Z is het zwaartepunt van de hefboom. De massa van de hefboom bedraagt 880 kg. Aan kabel 1 hangt een last van 420 kg. Kabel 2 houdt het geheel in evenwicht. Andere aan de hijskraan bevestigde kabels worden buiten beschouwing gelaten. Figuur 2 is vergroot weergegeven op de uitwerkbijlage.

5p **16** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de spankracht in kabel 2. Teken hiertoe de armen van de krachten.

De hefboom wordt rond punt S omhoog gedraaid en komt daardoor in een steilere stand te staan. Zie figuur 3.

figuur 3



De last die aan de hefboom hangt is ongewijzigd. Ook de hoek tussen kabel 2 en de hefboom verandert niet.

3p **17** Beredeneer of de spankracht in kabel 2 nu groter wordt, kleiner wordt of gelijk blijft.

De last van 420 kg hangt aan twee kabels, zoals schematisch is weergegeven in de figuur op de uitwerkbijlage.

3p **18** Bepaal in de figuur op de uitwerkbijlage door middel van een constructie de grootte van de spankrachten in de beide kabels.

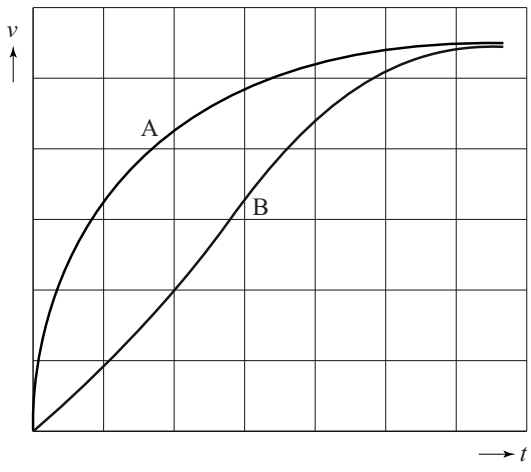
De hijskraan wordt gebruikt om de last op te tillen. De last van 420 kg wordt met een constante snelheid van $1{,}2\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ omhoog gehesen. Het rendement van de elektromotor die voor het hijsen gebruikt wordt, bedraagt 71%.

3p **19** Bereken het elektrisch vermogen dat de motor gebruikt tijdens het hijsen.

In figuur 4 staan twee mogelijke (v,t)-grafieken weergegeven van het begin van het hijsen.
Lijn A geeft de situatie weer als de elektromotor meteen op vol vermogen werkt.
Lijn B geeft de situatie weer als het vermogen geleidelijk wordt opgevoerd.

3p **20** Leg aan de hand van figuur 4 uit welke situatie in de praktijk zal worden toegepast om te voorkomen dat de kabel breekt.

figuur 4



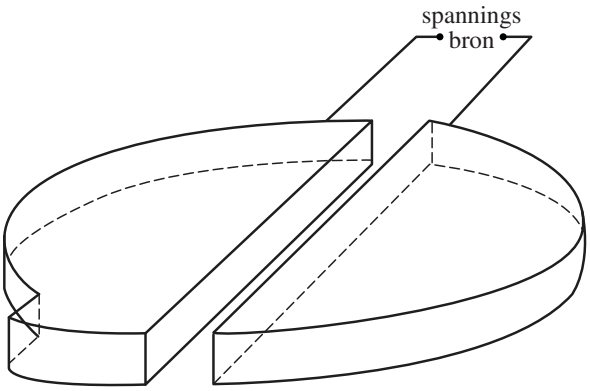
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Cyclotron

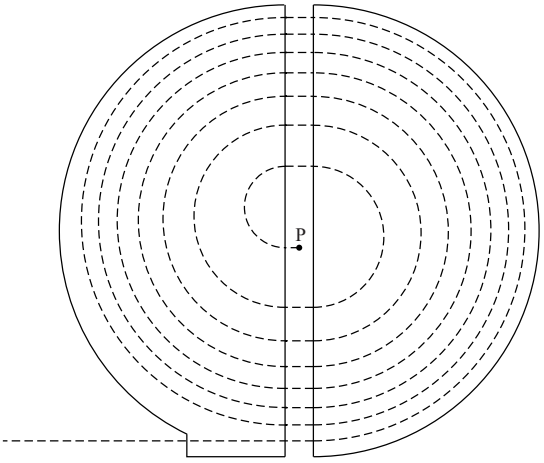
In ziekenhuizen maakt men met een cyclotron radioactieve isotopen die gebruikt worden voor diagnostiek.
Zie de foto in figuur 1.
Een cyclotron is een apparaat dat bestaat uit twee holle D-vormige koperen trommels die op een kleine afstand van elkaar staan, zoals schematisch staat weergegeven in de figuren 2 en 3.
Deze figuren zijn niet op schaal.
Het geheel bevindt zich in vacuüm.

figuur 1

figuur 2



figuur 3



In de ruimte tussen de twee trommels bevindt zich een elektrisch veld. Doordat de trommels zijn aangesloten op een blokspanningsbron wisselt dit veld steeds van richting.
In het midden bevindt zich een protonenbron P. Zie figuur 3. De protonen worden in het elektrisch veld versneld en komen in een van de trommels terecht. Loodrecht op beide trommels staat een homogeen magneetveld waardoor de protonen onder invloed van de lorentzkracht met constante snelheid een halve cirkelbaan doorlopen. De baan van een proton staat weergegeven met een stippellijn. Figuur 3 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

3p **21** Voer de volgende opdrachten uit:
- Geef in de figuur op de uitwerkbijlage in de punten 1 en 2 de richting van de stroom en de richting van de lorentzkracht aan.
- Leg uit of het magneetveld in de ene trommel gelijk of tegengesteld gericht is aan het magneetveld in de andere trommel.

natuurkundeuitgelegd.nl

De protonen worden alleen tussen de trommels versneld: binnen de trommels is de grootte van de snelheid constant.

2p **22** Leg uit dat de elektrische kracht wel arbeid op de protonen verricht en de lorentzkracht niet. Gebruik hierbij de formule $W = Fs\cos\alpha$.

In een trommel doorloopt een proton een halve cirkelbaan. Voor de tijd t die nodig is om zo'n halve cirkelbaan te doorlopen geldt de formule:

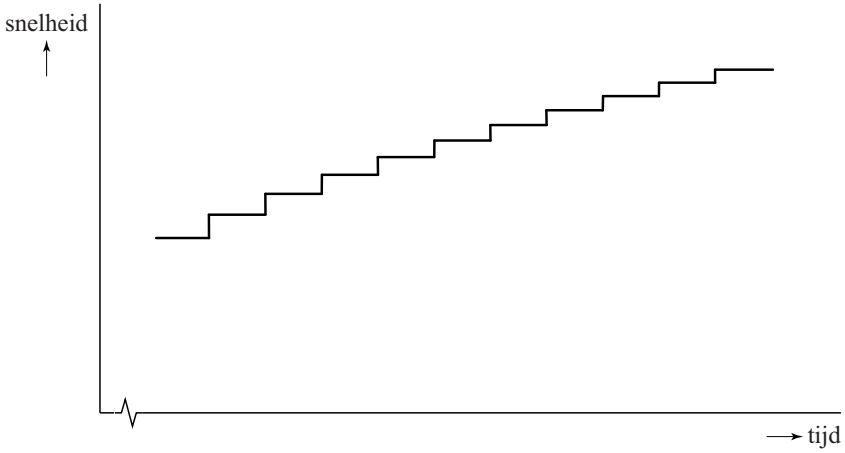
$$t = \frac{\pi m}{Bq}$$

Hierin is:
- m de massa van het proton;
- B de sterkte van het magneetveld;
- q de lading van het proton.

4p **23** Leid de formule af met formules uit Binas.

Elke keer dat een proton na een halve cirkel in de ruimte tussen de twee trommels komt, is het elektrische veld van richting omgekeerd, zodat het in de goede richting staat en het proton er dezelfde hoeveelheid bewegingsenergie bij krijgt. De snelheid van het proton als functie van de tijd die hieruit volgt is geschetst in figuur 4.

figuur 4



Figuur 4 laat twee eigenschappen zien:
- de tijdsduur van elke stap in de trommels is steeds gelijk;
- de snelheidstoename is bij elke stap tussen de trommels kleiner.

3p **24** Leg van beide eigenschappen uit waarom dit zo is.

De sterkte van het magneetveld bedraagt $1{,}5$ T. Het wisselende elektrische veld tussen de twee holle ruimtes wordt veroorzaakt door een blokspanning.

3p **25** Bereken de frequentie van deze blokspanning.

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