Examen VWO

2011

tijdvak 2
woensdag 22 juni
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde

tevens oud programma **natuurkunde 1,2**

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Achter dit examen is een erratum opgenomen.

Dit examen bestaat uit 24 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 76 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-11-2-o

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Vijftig meter vlinderslag

Lees de onderstaande tekst.

De vlinderslag:
Bij de vlinderslag moet je beide armen tegelijk gebruiken. Je maakt met je armen wel enorme halen: boven water naar voren, onder water naar achteren. Je benen maken dolfijn-achtige bewegingen.

Bij een wedstrijd mag je vanaf de start de eerste vijftien meter onder water zwemmen. De rest van de afstand moet bij voorkeur bestaan uit een geheel aantal slagen, zodat je met de armen gestrekt naar voren de finish aantikt.

Joep traint voor de vijftig meter vlinderslag. Bij een van zijn trainingen horen de volgende gegevens:
- Na de afzet zwemt hij onder water tot $15{,}0$ m vanaf het startpunt. Hiervoor heeft hij $6{,}80$ s nodig.
- Daarna maakt hij een aantal gelijke slagen met een slagfrequentie van $0{,}833$ Hz en een slaglengte van $2{,}50$ m.

3p **1** Bereken de tijd die Joep voor deze $50{,}0$ meter nodig heeft.

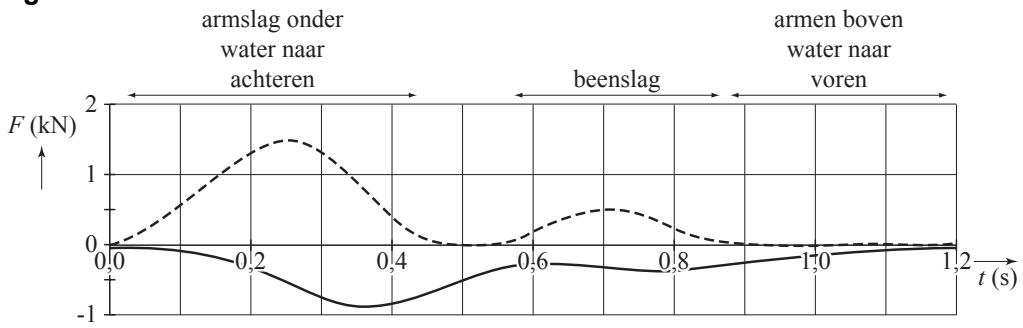
Joep wil een snellere tijd halen en wil gaan trainen op een hogere slagfrequentie van $0{,}880$ Hz en een slaglengte van $2{,}40$ m.
Joep doet hierover twee beweringen:
- Mijn slagfrequentie neemt relatief meer toe dan dat mijn slaglengte afneemt.
- Op deze manier zwem ik zeker een snellere tijd.

4p **2** Leg voor beide beweringen afzonderlijk met behulp van berekeningen uit of ze waar zijn.

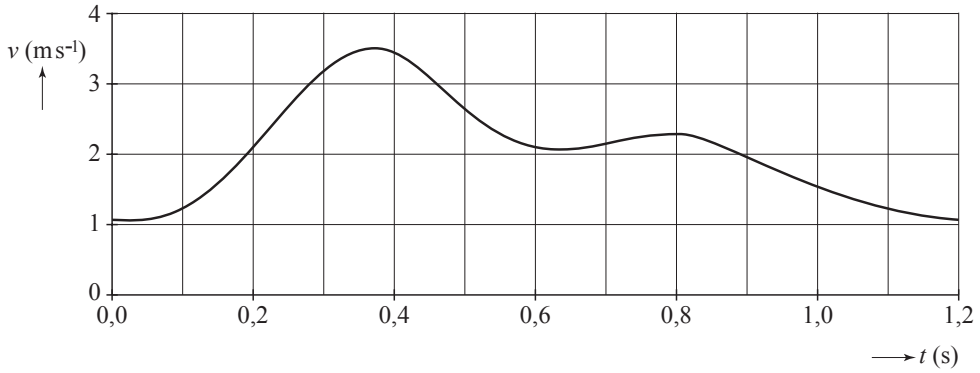
natuurkundeuitgelegd.nl

In figuur 1 staat het verloop van de voortstuwingskracht en de weerstandskracht tijdens één zwemslag. In figuur 2 staat het verloop van de snelheid van het zwaartepunt van de zwemmer.

figuur 1



figuur 2



Het tijdstip waarop de snelheid maximaal is, valt later dan het tijdstip waarop de voortstuwingskracht maximaal is.

2p **3** Verklaar dit.

De weerstandskracht is in goede benadering alleen afkomstig van het water. Deze kracht is evenredig met het kwadraat van de snelheid van de zwemmer. In formulevorm: $F_w = kv^2$.

3p **4** Bepaal de evenredigheidsconstante k met de bijbehorende eenheid.

De zwemmer verricht de meeste arbeid in de eerste $0{,}5$ s. De arbeid die hij tussen $t = 0$ s en $t = 0{,}5$ s verricht, is (ongeveer) gelijk aan:

a $0{,}09$ kJ
b $0{,}3$ kJ
c $0{,}9$ kJ
d $3{,}0$ kJ

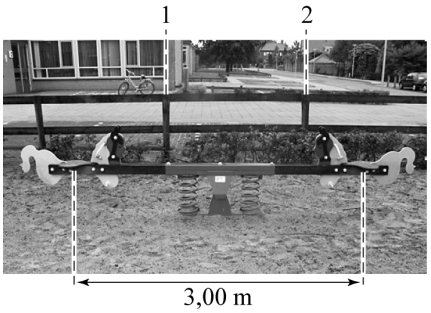
3p **5** Welke van deze antwoorden is juist? Licht je antwoord toe op basis van schattingen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Wipwap

In figuur 1 zie je een foto van een zogenoemde wipwap.

figuur 1



De foto is genomen met een camera met een brandpuntsafstand van $1{,}2$ cm. De foto van figuur 1 is $7{,}5$ maal zo groot als het beeld op de lichtgevoelige chip.

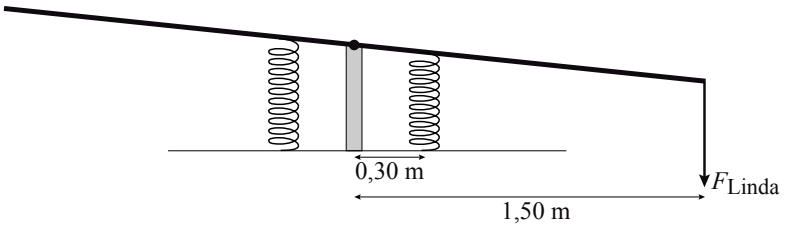
4p **6** Bepaal op welke afstand van de wipwap de foto genomen is.

De afstand van het hek tot de camera is $1{,}6$ maal de afstand van de wipwap tot de camera.

3p **7** Bepaal de werkelijke afstand tussen de palen 1 en 2 van het hek.

Als Linda op het rechter paard van de wipwap gaat zitten, ontstaat de evenwichtssituatie die in figuur 2 is weergegeven.

figuur 2



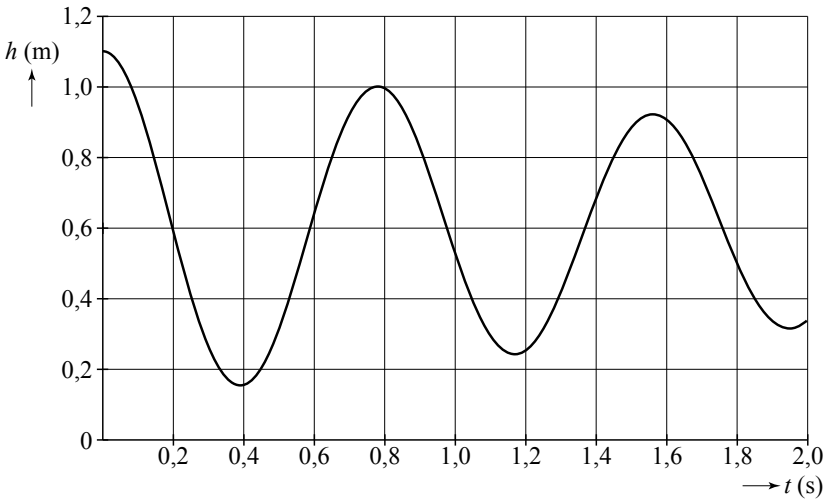
De twee veren zijn even stug. De afstanden van het draaipunt tot het zwaartepunt van Linda en de middens van de veren zijn in figuur 2 aangegeven. De kracht die Linda op de wipwap uitoefent, is getekend.
Figuur 2 staat ook op de uitwerkbijlage.

4p **8** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de krachten die de beide veren op de wipwap uitoefenen in de juiste verhouding tot de getekende kracht. Licht je tekening toe met een berekening.

natuurkundeuitgelegd.nl

Nu gaat Vera op het linker paard zitten en gaan Vera en Linda wipwappen.
Ze bewegen vanuit de evenwichtstand $50\ \text{cm}$ omhoog en omlaag.
Vanaf een bepaald moment zetten ze zich niet meer tegen de grond af en bewegen ze zich niet meer naar voren of naar achteren.
Dit tijdstip noemen we $t = 0\ \text{s}$. Met behulp van een afstandssensor wordt vanaf dit tijdstip de afstand van de grond tot de onderkant van de rechter zitplank gemeten. Het resultaat van deze metingen vind je in figuur 3.

figuur 3



Figuur 3 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p **9** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de grootste snelheid van de kinderen in dit tijdsinterval.

De wipwap met de twee meisjes kan beschreven worden met een model, waarbij aangenomen wordt dat de formule voor de trillingstijd van een massaveersysteem geldt. Dat model gaat uit van één veer met een veerconstantie van $4{,}5 \cdot 10^3\ \text{N m}^{-1}$.

3p **10** Bepaal de massa van dit massaveersysteem die uit dat model volgt.

Linda en Vera zetten zich weer af tegen de grond, zodat ze na verloop van tijd weer bewegen met een amplitude van $50\ \text{cm}$. Met het gebruikte model van het massaveersysteem is de extra energie te berekenen die de kinderen daarbij gedurende één trillingstijd moeten leveren.

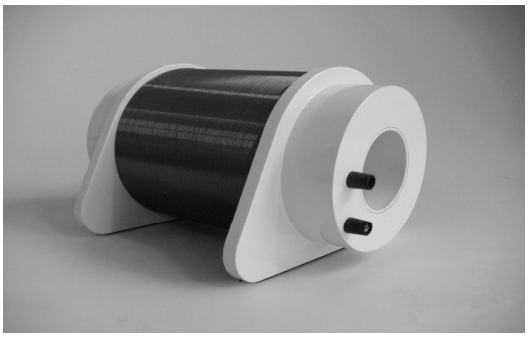
4p **11** Bepaal met behulp van figuur 3 deze extra energie.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Spoel van koperdraad

Henk en Nina krijgen van hun natuurkundeleraar een spoel van geïsoleerd koperdraad met de opdracht de lengte van de draad te bepalen. De spoel mag niet afgewikkeld worden. De spoel heeft twee aansluitpunten.
Zie figuur 1.

figuur 1



Proef A
Hun eerste plan is om de weerstand van de draad te bepalen en met behulp daarvan de lengte van de draad uit te rekenen. Ze hebben een gelijkspanningsbron, een stroommeter en een spanningsmeter. Hiermee maken zij een schakeling. Op de uitwerkbijlage staan deze onderdelen getekend.

2p **12** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de verbindingssnoeren zodat een schakeling ontstaat om de weerstand van de draad te bepalen.

Ze lezen de meters af:
- spanningsmeter: $0{,}56$ V;
- stroommeter: $0{,}23$ A.

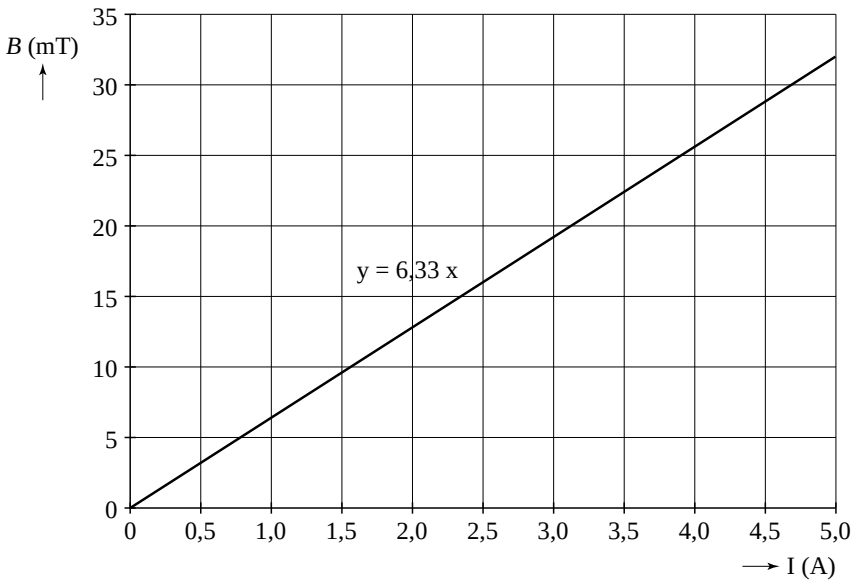
Verder meten ze de diameter van de koperdraad: $1{,}5$ mm.

4p **13** Bereken de lengte van de koperdraad.

Proef B
Hun tweede plan is om de magnetische veldsterkte van de spoel te meten en met behulp daarvan ook de draadlengte te berekenen. Ze gebruiken de schakeling van proef A en schuiven een magneetveldsensor midden in de spoel. Ze meten de magnetische veldsterkte B als functie van de stroomsterkte I. De meetpunten staan in de grafiek van figuur 2.

natuurkundeuitgelegd.nl

figuur 2

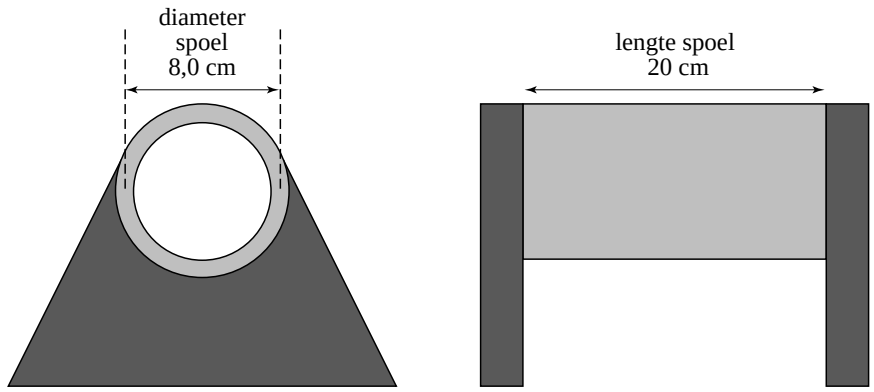


Door de meetpunten is een rechte lijn door de oorsprong getrokken.

2p **14** Leg uit op grond van de theorie (een formule uit BINAS) waarom dit de juiste keuze is.

De vergelijking van de getrokken lijn (trendlijn) staat bij de grafiek van figuur 2. Om hiermee de lengte van het koperdraad te berekenen is het nodig om de afmetingen van de spoel te weten. Deze staan weergegeven in figuur 3.

figuur 3



4p **15** Bepaal hoe groot de draadlengte is die uit deze gegevens volgt.

Henk en Nina noteren in hun verslag: “De metingen bij $4\ \mathrm{A}$ en $5\ \mathrm{A}$ waren lastig te doen. We hadden de spanning opgedraaid zodat we de gewenste stroom hadden. Maar dan begon de stroom te zakken en moesten we de spanning nog iets opdraaien.”

2p **16** Verklaar dit.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Satelliet met tether

Een satelliet cirkelt rond de aarde. Voor de omlooptijd T geldt:

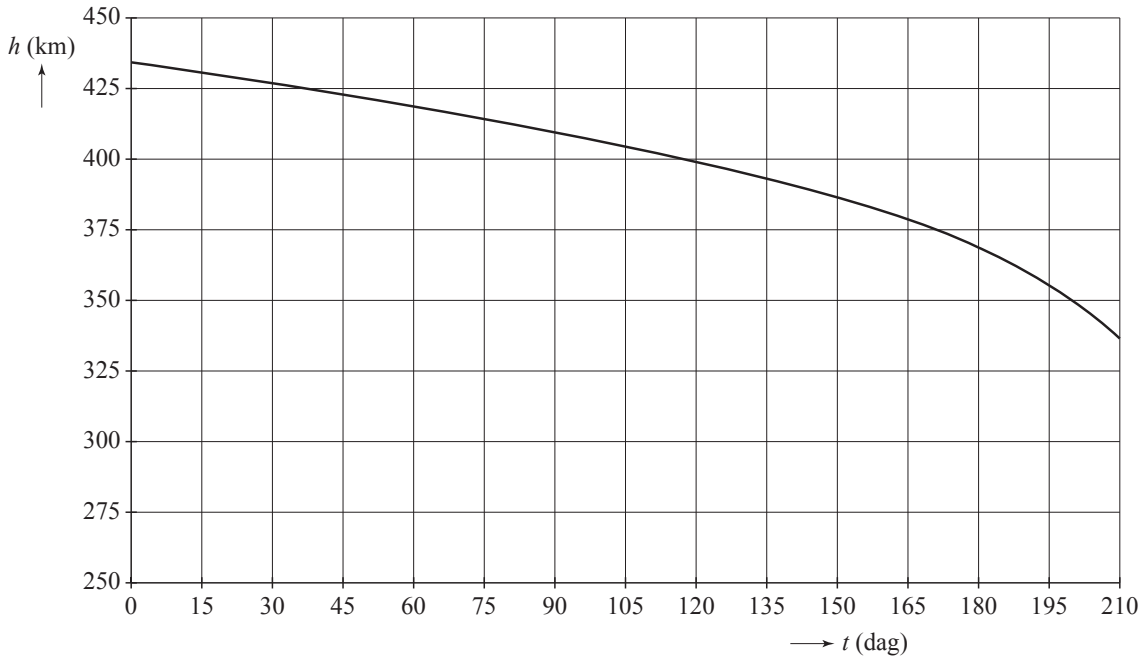
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$$

Hierin is:
- r de afstand van de satelliet tot het middelpunt van de aarde;
- G de gravitatieconstante;
- M de massa van de aarde.

4p **17** Leid deze formule af met behulp van formules in Binas.

Een satelliet die door de buitenste lagen van de atmosfeer rondcirkelt, ondervindt een kleine wrijvingskracht. Als hij geen aandrijfmotor heeft, zal hij daardoor in een steeds lagere baan rond de aarde gaan cirkelen en uiteindelijk op de aarde neerstorten. In figuur 1 staat de grafiek van dit proces.
Figuur 1 staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 1



Op een bepaald moment bevindt de satelliet zich op een hoogte van $400\ \text{km}$ boven de aarde.

5p **18** Bepaal mede met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage het hoogteverlies van de satelliet per omwenteling om de aarde.

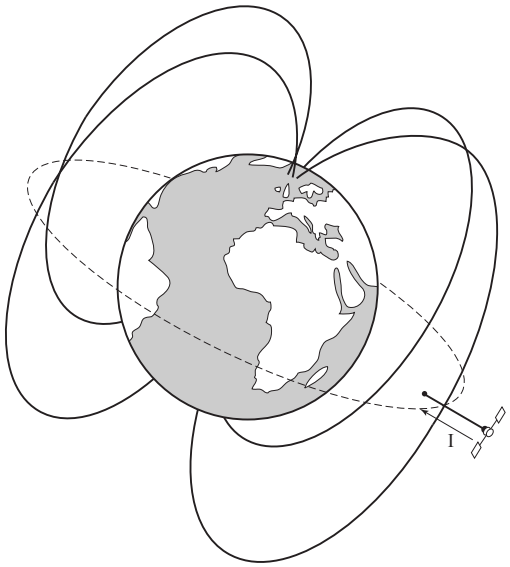
natuurkundeuitgelegd.nl

Wetenschappers onderzoeken of het mogelijk is om een satelliet zonder brandstof op $400\ \text{km}$ hoogte te houden met een zogenaamde tether. Een tether is een lange, elektrisch geïsoleerde, metalen kabel die uit de satelliet richting aarde hangt. Onderaan de tether zit een metalen bol die lading uitwisselt met de ionosfeer. Zie figuur 2.

figuur 2

Figuur 3 geeft de positie weer van zo'n satelliet met een tether in een baan om de aarde. Doordat de tether zich in het aardmagnetisch veld bevindt, ontstaat er een lorentzkracht die de satelliet voortstuwt in zijn bewegingsrichting. De richting van de stroom in de tether is aangegeven. Figuur 3 staat vergroot weergegeven op de uitwerkbijlage.

figuur 3



3p **19** Beredeneer in welke richting de satelliet in figuur 3 beweegt, in oostelijke of in westelijke richting. Teken daartoe op de uitwerkbijlage de richtingen van het magnetisch veld van de aarde en van de lorentzkracht bij de tether.

De wrijvingskracht op de satelliet bedraagt $4{,}7\ \text{mN}$.
De sterkte van het magneetveld van de aarde bij de tether is $8{,}4\ \mu\text{T}$.
De stroomsterkte in de tether is $1{,}1\ \text{A}$.

3p **20** Bereken de lengte die de tether moet hebben om de satelliet op gelijke hoogte met constante snelheid te laten bewegen.

Er bestaan ook zogenoemde 'polaire' satellieten waarbij de baan over de Noord- en Zuidpool van de aarde loopt.

2p **21** Leg uit of deze manier van voortstuwen met een tether ook bij polaire satellieten kan werken.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Radondochters

Radon is een radioactief edelgas dat uit de bodem en uit bouwmaterialen kan ontsnappen en terecht kan komen in kelders en kruipruimtes die slecht geventileerd worden.

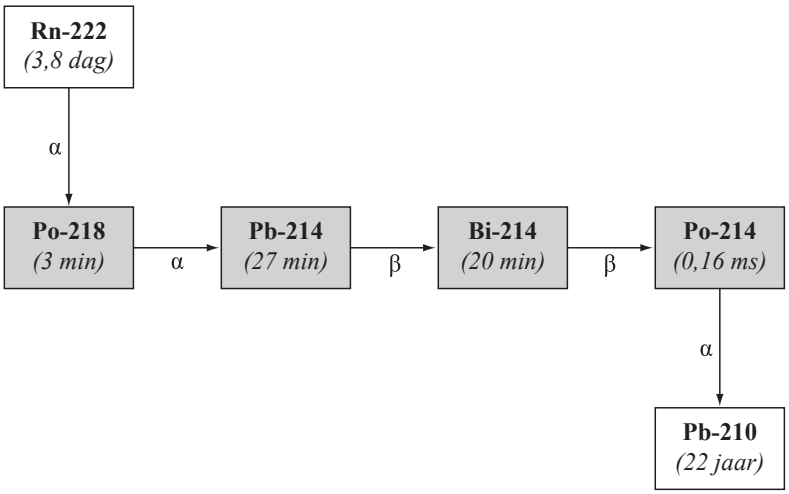
De meest voorkomende isotoop van radon is radon-222. Radioactieve isotopen met atoomnummers tussen 82 en 90 komen in de natuur voor omdat ze voortdurend aangemaakt worden. Er bestaan in de natuur twee zogenoemde 'radioactieve reeksen'. De ene reeks begint bij thorium-232, de andere bij uraan-238.

3p **22** Beredeneer of radon-222 ontstaat uit thorium-232 of uit uraan-238.
Beschouw daartoe het aantal nucleonen van de kernen.
Hint: het is niet nodig om de vervalvergelijkingen op te schrijven.

In figuur 1 zijn het verval van radon-222 en de daarop volgende vervalstappen weergegeven. Bij elke isotoop is de halfwaardetijd gegeven.

NB: uit de gegevens in Binas zou ook een alternatieve vervalroute kunnen worden afgeleid. Deze komt echter zo weinig voor, dat we hem in deze opgave verwaarlozen.

figuur 1



De vier grijze isotopen worden 'radondochters' genoemd. Zij hebben een betrekkelijk kleine halveringstijd: als een radon-222 kern vervalt, vervallen vrij snel daarna ook de radondochters. De radondochters hechten zich aan microscopische stofdeeltjes en blijven in de lucht zweven. De lucht in een gesloten kelderruimte bevat dus radon en radondochters.
Ook als er per seconde steeds dezelfde hoeveelheid radon ontsnapt, gaat het ophopen van radon in een gesloten kelderruimte niet eindeloos door. Als er niet geventileerd wordt, bereikt de activiteit (in Becquerel) van het radon een bepaalde constante waarde.

natuurkundeuitgelegd.nl

2p **23** Leg uit:
- waarom in dat geval de activiteit van radon-222 uiteindelijk constant wordt;
- dat elk van de radondochters dan dezelfde activiteit heeft als radon-222.

Een persoon die een tijdje in zo'n kelderruimte verblijft, ademt lucht in met de daarin aanwezige isotopen. Stel dat een persoon tijdens zijn verblijf in de kelderruimte $1\ \mathrm{m}^3$ lucht inademt. De persoon ademt het radon weer uit omdat het een edelgas is. De microscopische stofdeeltjes met de radondochters blijven achter in de longen. Bij het verval hiervan worden de longen (totale massa van $2{,}5\ \mathrm{kg}$) bestraald.

In tabel 1 staat het aantal kernen in $1\ \mathrm{m}^3$ lucht van elk van de radondochters in de kelderruimte.

tabel 1

Aantal kernen (in $1\ \mathrm{m}^3$ lucht) in de kelderruimte	
Po-218	$2{,}6 \cdot 10^4$
Pb-214	$2{,}3 \cdot 10^5$
Bi-214	$1{,}7 \cdot 10^5$
Po-214	≈ 0

Voor de stralingsdosis D geldt:

$$D = \frac{E_{\mathrm{str}}}{m}$$

Hierin is:
- E_{str} de stralingsenergie, die geabsorbeerd wordt;
- m de massa van het bestraalde orgaan.

4p **24** Bereken de stralingsdosis die de longen ontvangen ten gevolge van alfa-straling.

natuurkundeuitgelegd.nl

natuurkunde vwo / tevens oud programma natuurkunde 1,2 vwo

Centraal examen vwo

Tijdvak 2

Opgaven

Aan de secretarissen van het eindexamen van de scholen voor vwo,

Bij het centraal examen natuurkunde op woensdag 22 juni, aanvang 13.30 uur, moeten de kandidaten de volgende mededeling ontvangen. Deze mededeling moet bij het begin van de zitting worden voorgelezen en/of aan de kandidaten worden uitgereikt.

Op **pagina 4** moet in de **stam van vraag 8**

De twee veren zijn even stug.

vervangen worden door:

De twee veren zijn even stug en in de evenwichtsstand niet gespannen.

Het College voor Examens
Namens deze, de voorzitter,

drs. H.W. Laan

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