Examen HAVO

2017

tijdvak 2
dinsdag 20 juni
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Achter het correctievoorschrift is een aanvulling op het correctievoorschrift opgenomen.

Dit examen bestaat uit 28 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.

HA-1023-a-17-2-o

natuurkundeuitgelegd.nl

Panfluit

Janneke maakt voor een praktische opdracht een panfluit. Een panfluit bestaat uit buizen van diverse lengte. Zie figuur 1.
Als zij over een buis blaast, gaat de lucht in deze buis trillen en ontstaat er geluid.

figuur 1

Op de uitwerkbijlage staan twee zinnen over de geluidsgolven in deze buis.

2p **1** Omcirkel op de uitwerkbijlage in elke zin het juiste alternatief.

Een buis is weergegeven op de uitwerkbijlage. Beide uiteinden van deze buis zijn open.

2p **2** Teken in de buis het patroon van knopen (K) en buiken (B) dat hoort bij de grondtoon.

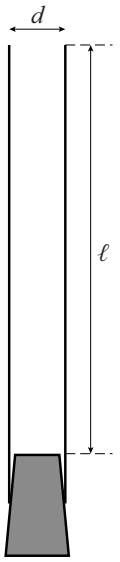
Janneke sluit vervolgens met kurken de onderkant van elke buis af. Zie figuur 2. In een boek over muziekinstrumenten heeft zij gelezen dat bij een panfluit het patroon van knopen en buiken niet precies eindigt in de opening van een buis maar een klein stukje daarbuiten.
Voor de grondtoon geldt de formule:

$$\tfrac{1}{4}\lambda = \ell + 0{,}31 \cdot d$$

Hierin is ℓ de lengte en d de diameter van de luchtkolom in de buis. Zie figuur 3.

figuur 2

figuur 3



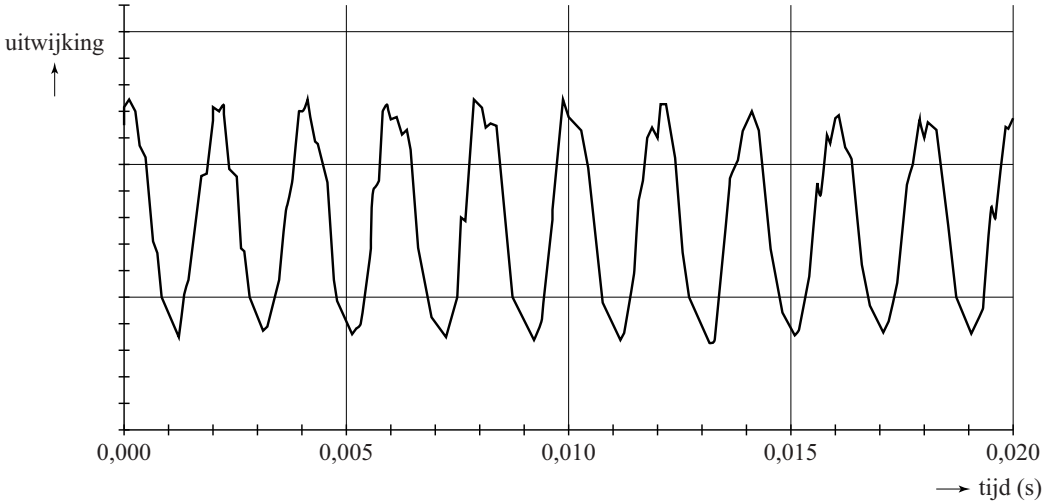
Zij meet de diameter van de luchtkolom in een buis. Deze is $1{,}8$ cm. De buis is $18{,}8$ cm lang. De kurk steekt $1{,}0$ cm in de buis.
Janneke gaat uit van een luchttemperatuur van 20 °C.

4p **3** Bereken de frequentie van de grondtoon die de buis dan laat horen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Om te controleren of elke buis inderdaad de juiste toon voortbrengt, meet zij met de computer de toon die elke buis produceert. In figuur 4 staat het (u,t)-diagram dat de computer van een van deze buizen heeft gemaakt.

figuur 4



Met dit diagram is de grondtoon van deze buis te bepalen.

2p **4** Bepaal de frequentie van de grondtoon.

De frequentie van deze grondtoon is hoger dan de waarde die zij had verwacht op basis van een berekening. Janneke denkt dat dit komt doordat de luchttemperatuur in haar panfluit hoger is dan $20\ °C$.

4p **5** Beantwoord de volgende twee vragen:
- Leg uit of een hogere luchttemperatuur een oorzaak kan zijn van de te hoge frequentie van de grondtoon.
- Leg uit of Janneke de frequentie van de grondtoon op een lagere waarde kan krijgen door de kurk dieper of juist minder diep in de buis te steken.

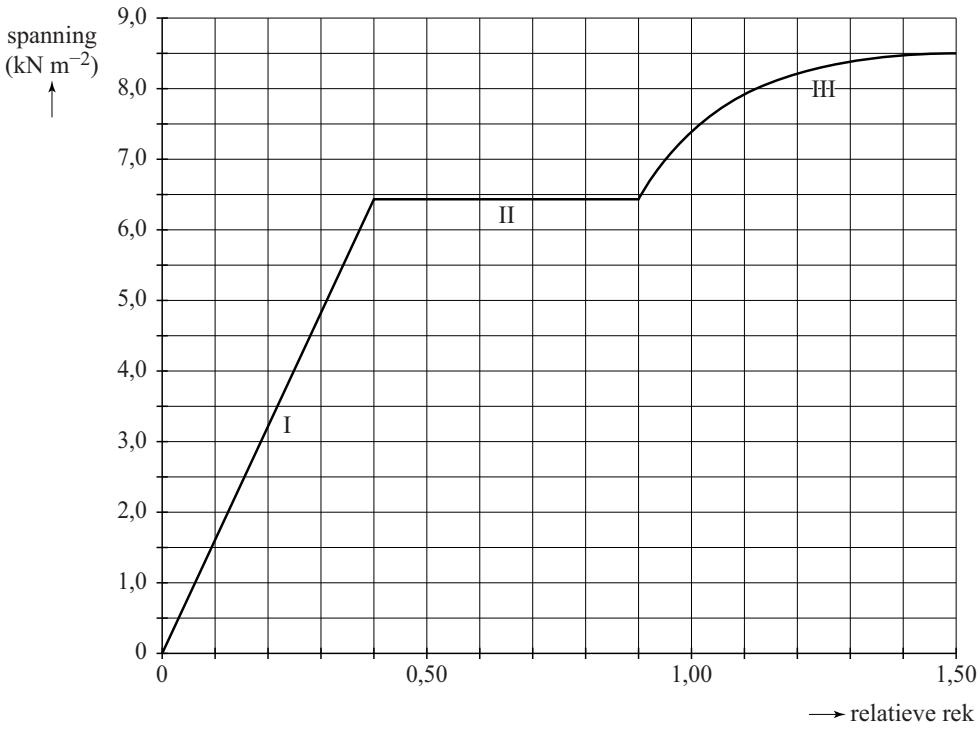
natuurkundeuitgelegd.nl

Stretchsensor

Een stretchsensor is een sensor die wordt gebruikt om een lichaamsbeweging om te zetten in een computerbeeld.
Een stretchsensor bevat een strookje rekbaar materiaal, waarvan de elektrische weerstand verandert als het wordt uitgerekt.

In figuur 1 is het spanning-rekdiagram van het rekbare materiaal weergegeven.

figuur 1



In figuur 1 zijn drie gebieden aangegeven. Op de uitwerkbijlage staat een tabel met die drie gebieden.

2p **6** Geef in de tabel op de uitwerkbijlage voor elk gebied aan of er elastische, plastische of geen vervorming in het materiaal optreedt.

Figuur 1 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p **7** Bepaal met behulp van figuur 1 de elasticiteitsmodulus van het materiaal.

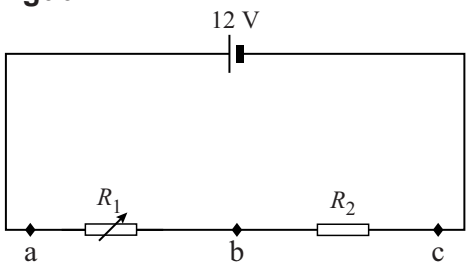
natuurkundeuitgelegd.nl

De sensor mag de lichaamsbeweging niet hinderen. De kracht die nodig is voor het uitrekken van het materiaal moet dus klein zijn.
Bij het uitrekken krijgt het materiaal op een gegeven moment een relatieve rek van $0{,}20$. De doorsnede van het rekbare materiaal is $1{,}8\ \text{mm}^2$.

3p **8** Bepaal de kracht waarmee dan aan het materiaal getrokken wordt.

In figuur 2 is het schakelschema gegeven van de stretchsensor.
Het strookje rekbaar materiaal wordt weergegeven als R_1. Als dit strookje wordt uitgerekt, neemt de grootte van de elektrische weerstand van R_1 toe.
R_1 is in serie geschakeld met een weerstand R_2 met een vaste waarde.
Er wordt een voltmeter aangesloten. De spanning die de voltmeter aangeeft, is het signaal van de sensor. Dit signaal moet veranderen met het veranderen van de lengte van R_1.
De voltmeter kan aangesloten worden over de punten ab, bc of ac.

figuur 2



2p **9** Omcirkel op de uitwerkbijlage per aansluiting ab, bc en ac het juiste alternatief.

De weerstand van R_1 kan variëren van $1{,}0\ \text{k}\Omega$ tot $2{,}5\ \text{k}\Omega$.
R_2 is een weerstand van $5{,}6\ \text{k}\Omega$.

4p **10** Bereken het maximale vermogen dat de spanningsbron moet leveren aan de stretchsensor.

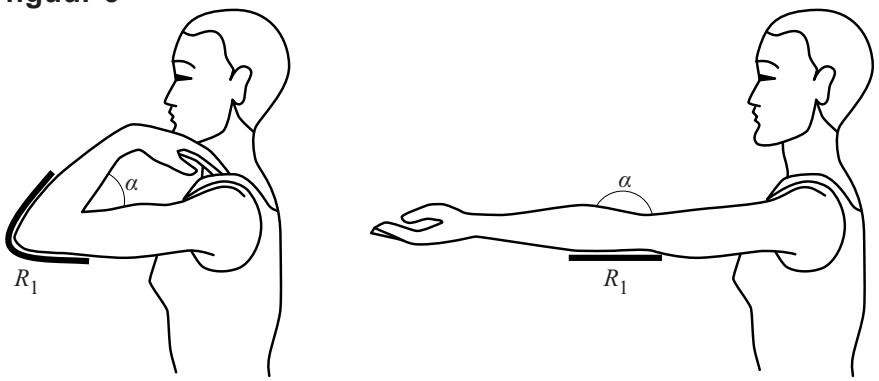
Stretchsensoren worden gebruikt om realistisch bewegende animaties te maken in animatiefilms en games. Hiervoor worden vele stretchsensoren op een pak gezet dat wordt gedragen door een acteur.
De elektronica in dit pak heeft een totaal vermogen van $19\ \text{W}$. Het pak wordt van energie voorzien door een $12\ \text{V}$-accu met een capaciteit van $2{,}0\ \text{Ah}$. Dat betekent dat de accu gedurende $2{,}0\ \text{h}$ een stroomsterkte kan leveren van $1{,}0\ \text{A}$, gedurende $1{,}0\ \text{h}$ een stroomsterkte van $2{,}0\ \text{A}$, enzovoort.

3p **11** Bereken hoeveel uur het pak op deze accu kan werken.

natuurkundeuitgelegd.nl

In de arm van het pak is de strook rekbaar materiaal R_1 verbonden met de bovenarm en de onderarm. Als de hoek α die de arm maakt groter wordt, wordt de lengte van het rekbare materiaal R_1 kleiner. Zie figuur 3.

figuur 3



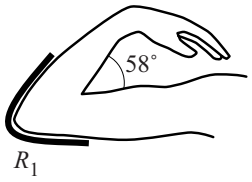
stretchsensor gebogen arm stretchsensor gestrekte arm

De computer die met het pak verbonden is, meet de elektrische spanning over het rekbare materiaal. Op de uitwerkbijlage staat in een ijkgrafiek het verband weergegeven tussen de spanning over en de weerstand van dat rekbare materiaal. In een tweede grafiek is het verband weergegeven tussen de weerstand van het rekbare materiaal en de hoek die de arm dan maakt.

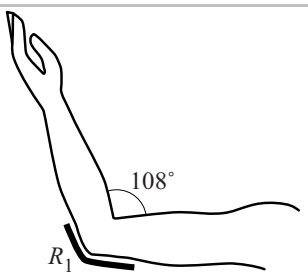
Bij een bepaalde stand van de arm van de acteur meet de computer een spanning van $2{,}7\ \mathrm{V}$.

1p **12** In welke figuur is de stand van de arm dan het beste weergegeven?

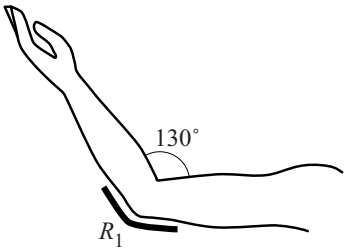
A



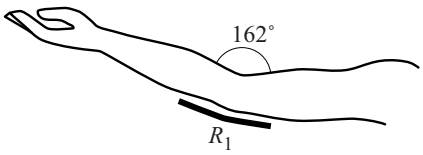
B



C



D



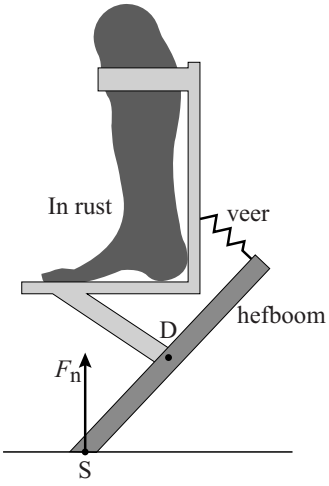
natuurkundeuitgelegd.nl

Powerskips

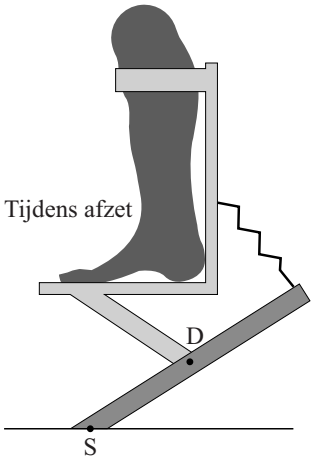
Powerskips zijn een soort schoenen waarmee het mogelijk is om hoge sprongen te maken. Zie figuur 1.
Een Powerskip bevat een hefboom en een veer en wordt aan het onderbeen vastgemaakt. In figuur 2 is een Powerskip in rust vereenvoudigd en op schaal weergegeven. De hefboom draait om punt D en staat met punt S op de grond. Vóór het maken van een sprong wordt de veer eerst verder uitgerekt. Zie figuur 3. Tijdens de afzet voor de sprong levert de veer dan extra kracht.

figuur 1

figuur 2



figuur 3



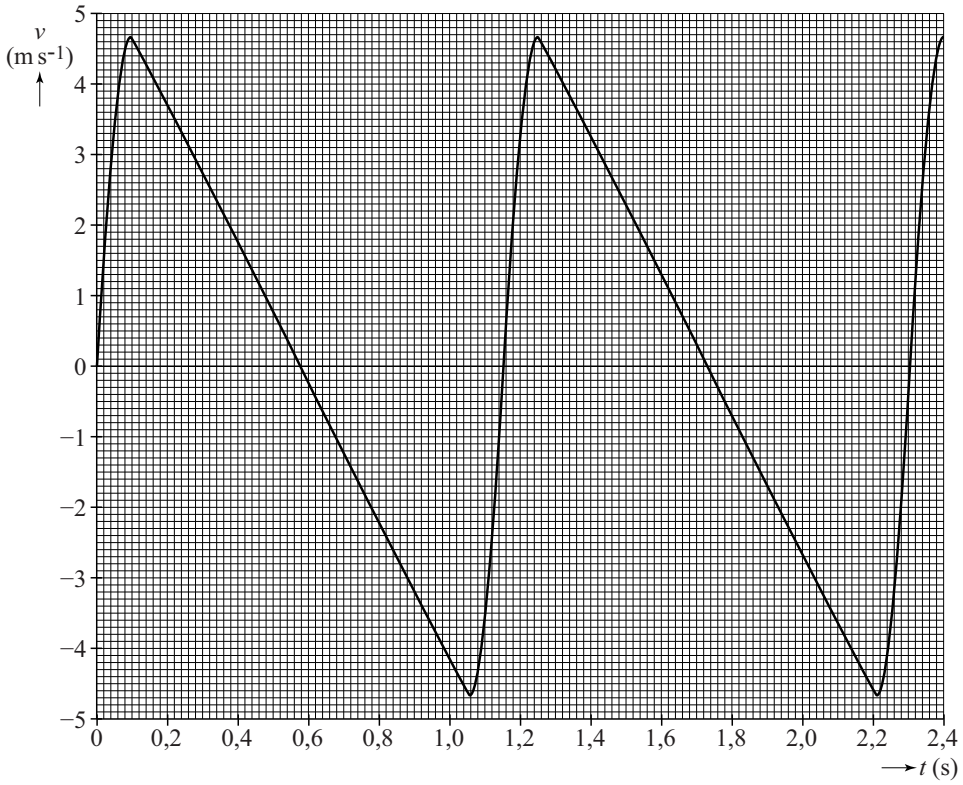
Een atlete staat stil op twee Powerskips. Zij heeft, met de Powerskips aan, een totale massa van 65 kg. Op de uitwerkbijlage staat figuur 2 vergroot en op schaal weergegeven.

5p **13** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de kracht van de veer op de hefboom in één van de Powerskips in rust.

natuurkundeuitgelegd.nl

In figuur 4 is een (v,t)-diagram gegeven van een aantal sprongen van de atlete op Powerskips.

figuur 4

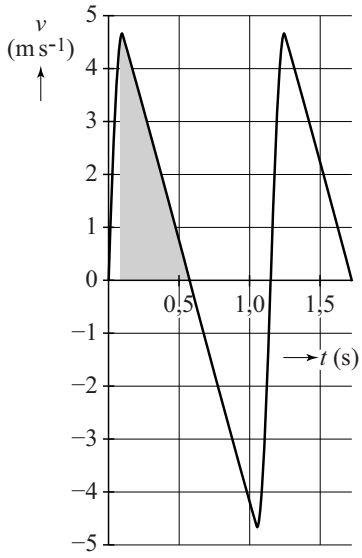


natuurkundeuitgelegd.nl

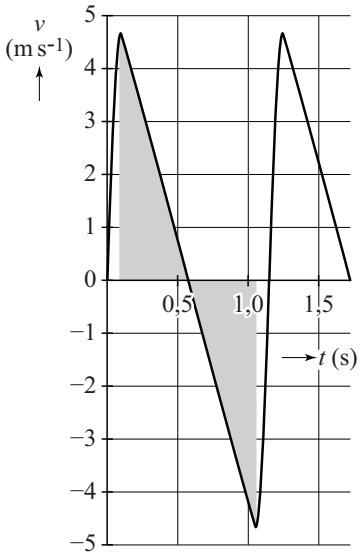
Met figuur 4 is de afstand tussen het loskomen van de grond en de maximale hoogte boven de grond te bepalen.

1p **14** In welk (v,t)-diagram is de genoemde afstand juist gearceerd weergegeven?

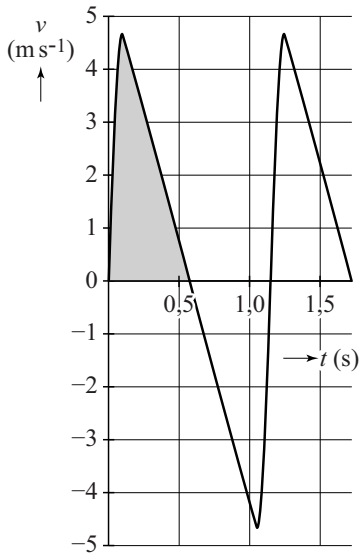
A



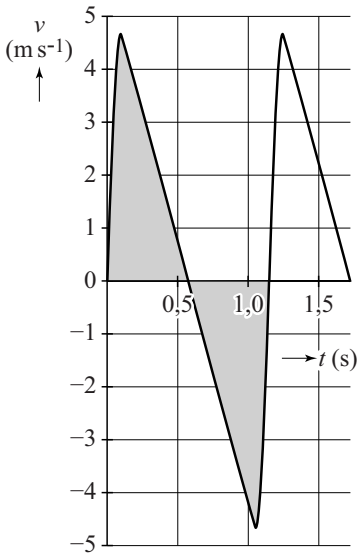
B



C



D



Tijdens het landen remmen de Powerskips de atlete af. Op $t = 1{,}15$ s is de resulterende kracht op de atlete ($m = 65$ kg) het grootste.
Figuur 4 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p **15** Bepaal deze resulterende kracht met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage.

natuurkundeuitgelegd.nl

De twee veren in de Powerskips worden samen het veersysteem genoemd. Tijdens het landen wordt energie in dit veersysteem opgeslagen. Voor deze (veer)energie in dit veersysteem geldt:

$$E_{\text{veer}} = \tfrac{1}{2} C u^2$$

Hierin is:
- C de veerconstante in N m^{-1} en
- u de uitrekking van het veersysteem in m.

2p **16** Toon aan dat de eenheden links en rechts van het '='-teken aan elkaar gelijk zijn.

Bij het landen wordt kinetische energie omgezet in veerenergie. Het verschil in zwaarte-energie tijdens het indrukken van de Powerskips mag verwaarloosd worden. Het veersysteem in de Powerskips heeft een veerconstante van $1{,}0 \cdot 10^5 \text{ N m}^{-1}$.

3p **17** Bepaal de maximale uitrekking van het veersysteem in de Powerskips tijdens een sprong met behulp van de wet van behoud van energie en figuur 4.

Een set Powerskips kan volgens de fabrikant maximaal $1{,}8 \cdot 10^3$ J aan energie in het veersysteem opslaan. In figuur 5 is de rechterman ($m = 75$ kg) gefotografeerd op het hoogste punt van zijn sprong.
Figuur 5 staat ook op de uitwerkbijlage.

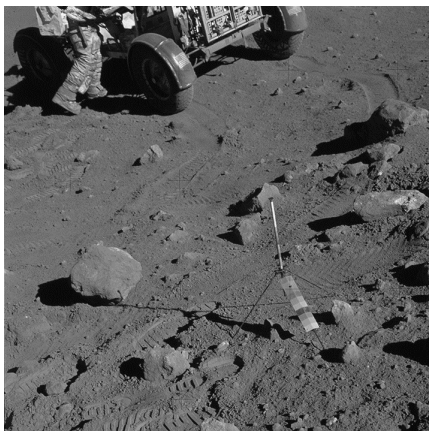
figuur 5

3p **18** Laat met behulp van een schatting zien of voor deze sprong een veerenergie van $1{,}8 \cdot 10^3$ J nodig was.

natuurkundeuitgelegd.nl

Tijdens de maanmissies in de jaren 60 en 70 van de vorige eeuw zijn stenen van de maan meegenomen naar de aarde.
Zie figuur 1.
Deze stenen zijn tijdens de vorming van de maan ontstaan door het stollen van magma.
Tijdens het stollen zijn diverse soorten isotopen ingesloten in de steen, waaronder de instabiele isotoop Rb-87.
Rb-87 vervalt tot het stabiele Sr-87. Bij deze vervalreactie wordt een deeltje uitgezonden.

figuur 1



1p **19** Welk deeltje komt bij de vervalreactie vrij?

A elektron
B neutron
C proton
D α-deeltje

Dankzij deze vervalreactie is het voor een onderzoeker mogelijk om de leeftijd van één van deze stenen te bepalen.
Hiervoor moet eerst de halveringstijd van Rb-87 bekend zijn.
De halveringstijd van Rb-87 is groter dan de ouderdom van de aarde zodat de activiteit van Rb-87 tijdens een mensenleven bijna constant is.
Om toch de halveringstijd van Rb-87 te kunnen bepalen, wordt gebruikgemaakt van de formule:

$$A = \frac{0{,}693\ N}{t_{\frac{1}{2}}}$$

Hierin is:
– A de activiteit in Bq,
– N het aantal instabiele kernen en
– $t_{\frac{1}{2}}$ de halveringstijd in s.

De onderzoeker bepaalt van $1{,}0$ mg Rb-87 de activiteit. Deze is $3{,}09$ Bq.
De onderzoeker vindt vervolgens een halveringstijd van $4{,}9 \cdot 10^{10}$ jaar.

4p **20** Toon dat aan met een berekening.

natuurkundeuitgelegd.nl

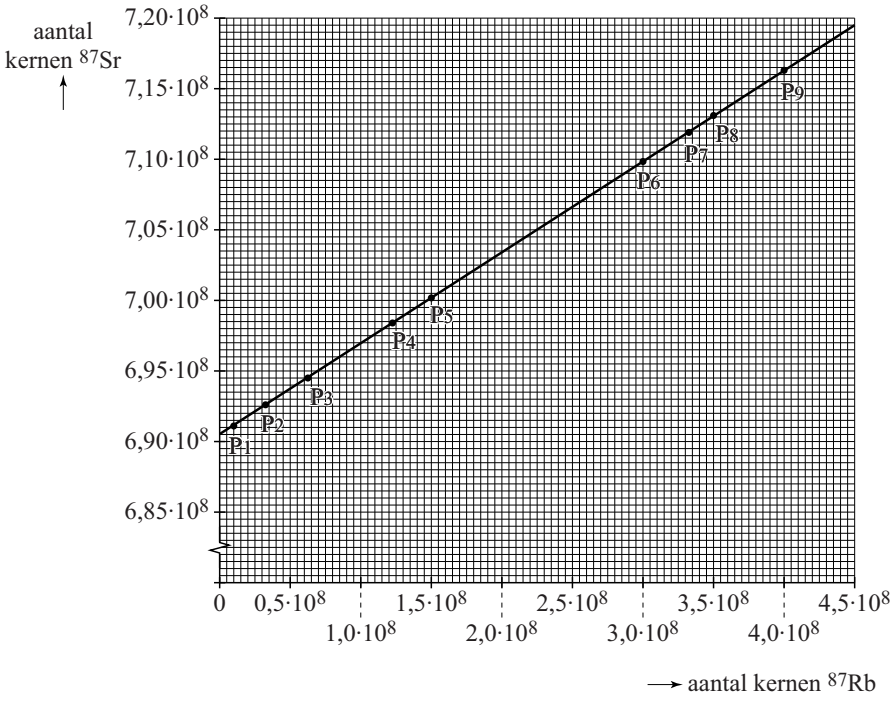
Voor de leeftijdsbepaling zaagt de onderzoeker de steen in negen even grote stukken.

Van ieder stuk steen wordt het volgende bepaald:
– het aantal instabiele Rb-87 kernen;
– het aantal stabiele Sr-87 kernen (het vervalproduct van Rb-87).

Ondanks dat de stukken steen hetzelfde volume hebben, blijkt het aantal Rb-87 en Sr-87 kernen niet in ieder stuk hetzelfde te zijn. De verdeling van de kernen door de steen was dus niet overal gelijk.

Voor ieder stuk steen P_1 tot en met P_9 is in een diagram het aantal kernen Sr-87 uitgezet tegen het aantal kernen Rb-87. Zie figuur 2.

figuur 2



Met behulp van de steilheid van de lijn in figuur 2 kan de onderzoeker de leeftijd t van de hele steen bepalen. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de formule:

$$\text{steilheid} = \frac{0{,}693 \cdot t}{t_{\frac{1}{2}}}.$$

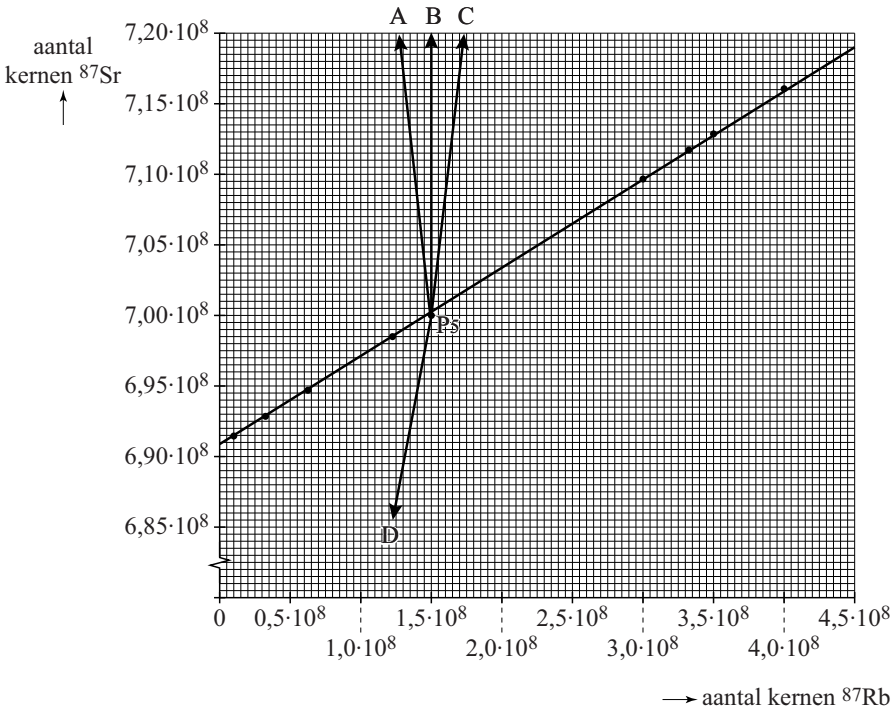
De halveringstijd is $4{,}9\cdot10^{10}$ jaar.

3p **21** Bepaal de leeftijd van de steen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Naarmate de steen ouder wordt, vervallen er meer kernen. De plaats van meetpunt P_5 schuift daardoor op in het diagram. In figuur 3 staan vier mogelijke verplaatsingen van meetpunt P_5 in het diagram.

figuur 3



1p **22** Welke pijl geeft de juiste verplaatsing aan van punt P_5 tijdens het verouderen van de steen?

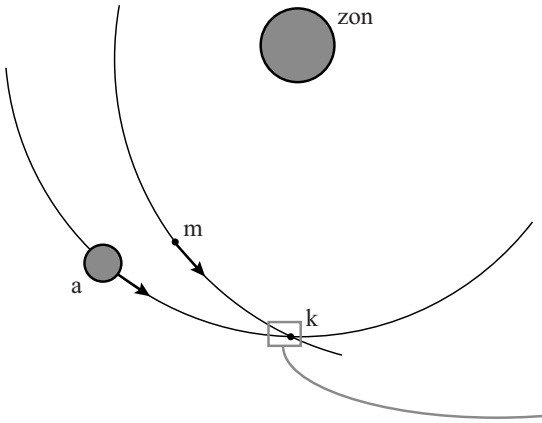
natuurkundeuitgelegd.nl

Op 15 februari 2013 vroeg in de ochtend sloeg een klein deel van een meteoriet in bij het Russische plaatsje Tsjeljabinsk. Onderzoekers onderzochten hoe de vlucht van de meteoriet was verlopen. Ze bekeken daarbij de banen van de meteoriet en de aarde, vlak voor deze botsten.

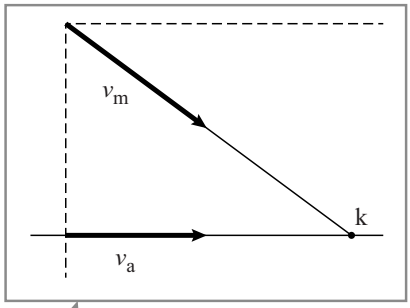
3p **23** Bereken de grootte van de baansnelheid van de aarde om de zon in 2 significante cijfers.

Figuur 1 geeft schematisch de banen van de meteoriet m en de aarde a om de zon weer. Figuur 1 is niet op schaal.

figuur 1



figuur 2



Vlak voor de botsing in punt k zijn deze banen te benaderen als rechte lijnen. Zie figuur 2. De vectoren in figuur 2 zijn op schaal en geven de richting en grootte van de baansnelheid van de meteoriet v_m en de baansnelheid v_a van de aarde.

Snelheidsvectoren zijn op dezelfde manier te ontbinden als krachtvectoren. De snelheidsvector van de meteoriet v_m is te ontbinden in twee richtingen: één parallel aan de baan van de aarde en één loodrecht op de baan van de aarde. Figuur 2 staat ook op de uitwerkbijlage. Hierin is met lijnen aangegeven waar de aarde en de meteoriet zich op bepaalde tijdstippen ten opzichte van elkaar bevonden.
Vroeg in de ochtend leek het vanaf de aarde gezien alsof de meteoriet vanuit de richting van de zon naar de aarde bewoog.

2p **24** Leg uit dat de meteoriet vanuit de richting van de zon leek te komen. Ontbind hiertoe eerst snelheidsvector v_m.

natuurkundeuitgelegd.nl

Op $150\ \text{km}$ boven het aardoppervlak ondervond de meteoriet luchtweerstand door de dampkring. Door de wrijving werd de meteoriet heet en een deel van de meteoriet ging direct over in de gasfase.

1p **25** Hoe heet deze faseovergang?

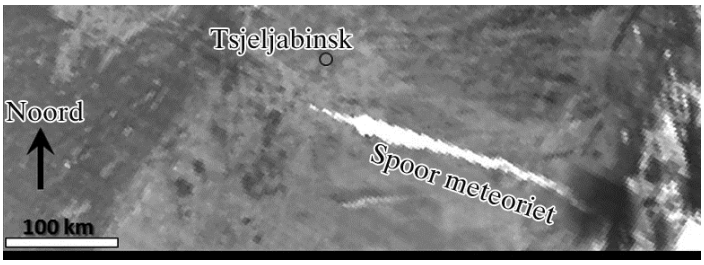
A condenseren
B smelten
C stollen
D sublimeren
E verdampen

Door de hitte van de meteoriet werd er in $13\ \text{s}$ een zichtbaar spoor langs de hemel getrokken. In figuur 3 zie je een foto van dit spoor gezien vanaf de aarde. De snelheid van de meteoriet wordt constant beschouwd.

figuur 3

Hetzelfde spoor is ook gefotografeerd door een satelliet vanuit de ruimte. Zie figuur 4.

figuur 4



Figuur 4 staat ook op de uitwerkbijlage.
Met deze figuur is te bepalen dat de snelheid van de meteoriet ten opzichte van de aarde gelijk was aan $20{\cdot}10^{3}\ \text{m s}^{-1}$.

3p **26** Toon deze snelheid aan met een bepaling.

Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

natuurkundeuitgelegd.nl

De meteoriet explodeerde in de lucht. Bij de explosie werd de kinetische energie van de meteoriet omgezet.
De energie die bij grote explosies vrijkomt, wordt vergeleken met de energie die vrijkomt bij de explosie van een kiloton van de explosieve stof TNT. Een kiloton TNT levert een energie van $4{,}2 \cdot 10^{12}$ J. De massa van de meteoriet vlak voor de explosie werd geschat op $9 \cdot 10^{3}$ ton.

4p **27** Bereken hoeveel energie vrijkwam bij de explosie van de meteoriet, uitgedrukt in kiloton TNT.

Een klein deel van de meteoriet kwam uiteindelijk neer op de aarde. Dit stuk was bij benadering kubusvormig. Zie figuur 5.

figuur 5

Dit stuk had een massa van $6 \cdot 10^{2}$ kg. Sommige meteorieten bestaan (voornamelijk) uit ijzer en worden daarom ijzermeteorieten genoemd.

4p **28** Leg met een berekening uit of de meteoriet van Tsjeljabinsk een ijzermeteoriet is. Maak eerst een beredeneerde schatting van het volume van dit stuk meteoriet.

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