Natuurkunde 1 (nieuwe stijl)

Examen VWO

Voorbereidend
Wetenschappelijk
Onderwijs

20 **03**

Tijdvak 1
Maandag 26 mei
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 79 punten te behalen; het examen bestaat uit 24 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de uitwerking van de vragen 8 en 19 is een bijlage toegevoegd.

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

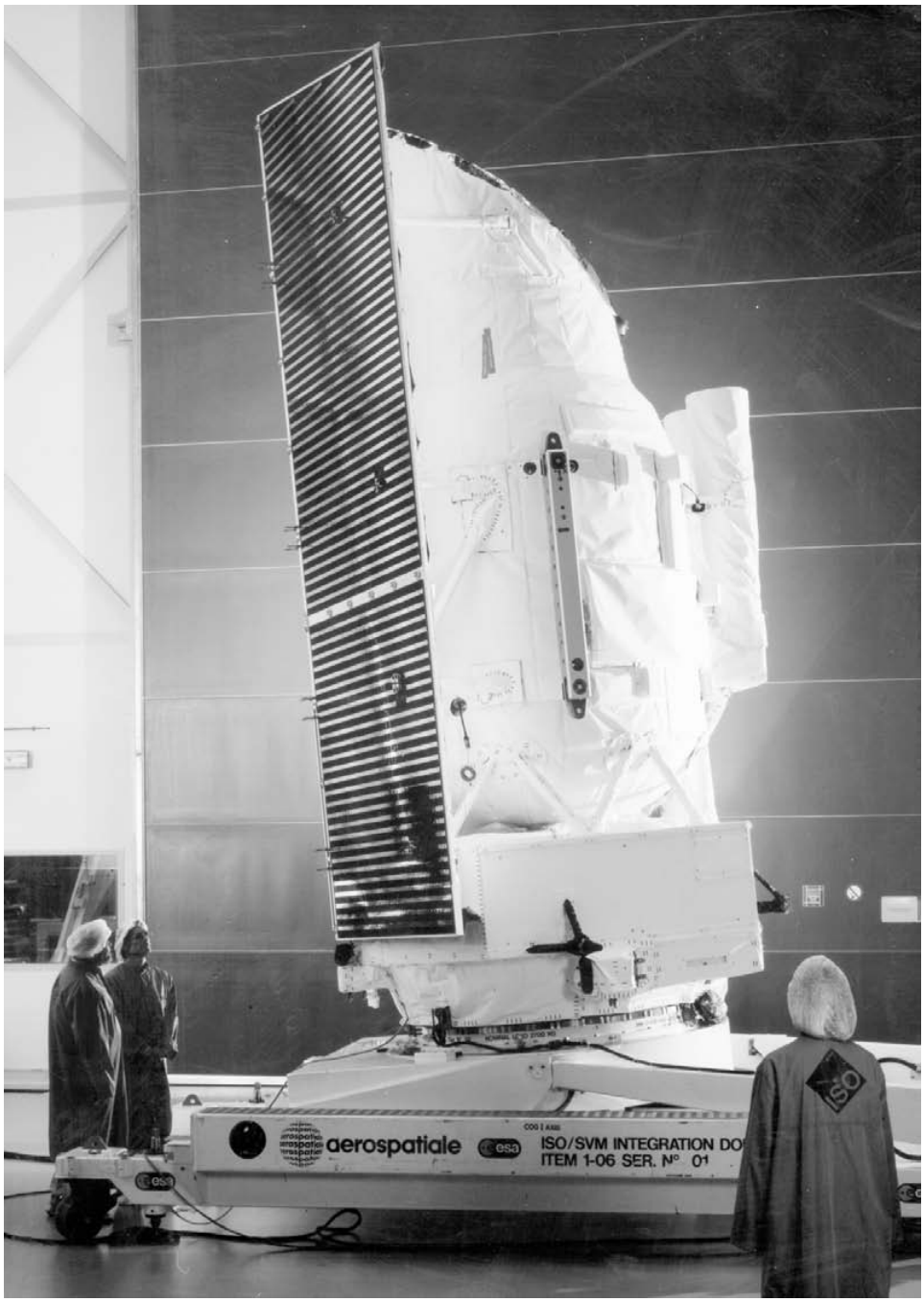
Opgave 1 ISO

Eind 1995 is in Frans Guyana de astronomische satelliet ISO gelanceerd. ISO staat voor “Infra-red Space Observatory”. De satelliet meet de intensiteit van infraroodstraling met golflengten tussen 2,5 µm en 250 µm.

3p **1** ☐ Bereken de kleinste frequentie van infraroodstraling die ISO meet.

Voor zijn energievoorziening maakt ISO gebruik van een zonnepaneel. Zie figuur 1.

figuur 1



natuurkundeuitgelegd.nl

3p **2** ☐ Schat de oppervlakte van het zonnepaneel met behulp van de foto. Vermeld de aanname(s) die je daarbij maakt.

Het zonnepaneel levert een elektrisch vermogen van 600 W. De vervangingsweerstand van de aangesloten apparatuur is 0,96 Ω. Om technische redenen wordt besloten de spanning waarbij dit vermogen wordt geleverd omlaag te brengen.

3p **3** ☐ Leg uit of de vervangingsweerstand van de aangesloten apparatuur daartoe groter of kleiner gemaakt moet worden.

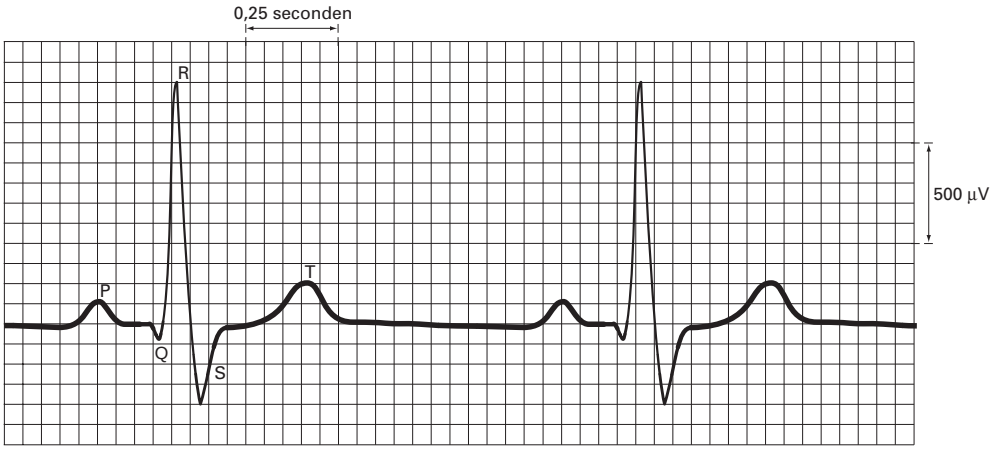
De waarnemingsapparatuur moet een lage temperatuur hebben. Om die te bereiken, wordt de waarnemingsapparatuur van ISO voortdurend gekoeld. Als koelsysteem wordt een cryostaat (een soort grote thermosfles) gebruikt die met 2100 liter vloeibaar helium gevuld is. Om te illustreren hoe goed de cryostaat geïsoleerd is, werd in een persbericht een vergelijking gemaakt met de volgende situatie:
"Wanneer de cryostaat gevuld wordt met 2100 kg *kokend water in plaats van met vloeibaar helium, duurt het* 6,0 jaar *voordat het water tot kamertemperatuur* (20 ºC) *afgekoeld is."*

4p **4** ☐ Bereken het gemiddelde vermogen dat in die situatie door de isolatie wordt doorgelaten.

natuurkundeuitgelegd.nl

In een ziekenhuis toont een computerscherm voortdurend het cardiogram van een patiënt. Zie figuur 2.

figuur 2



Onder de 'pols' verstaan we het aantal hartslagen per minuut.

3p **5** ☐ Bepaal de 'pols' van de patiënt.

Dit cardiogram is verkregen met een AD-omzetter die het hartsignaal eerst heeft omgezet in een digitaal signaal met een stapgrootte (resolutie) van 1 µV.

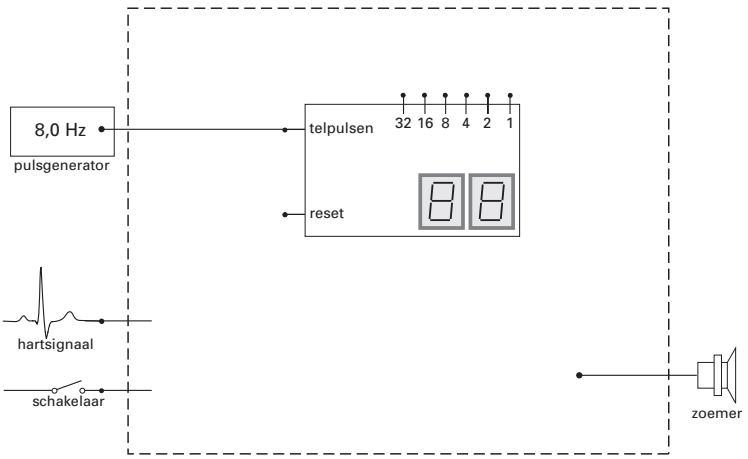
3p **6** ☐ Bereken hoeveel bits deze AD-omzetter minimaal heeft.

De computer is een onderdeel van een automatisch systeem voor hartbewaking. Wanneer dit systeem gedurende 3,0 seconden geen piek R registreert, klinkt een zoemer. Deze blijft in werking totdat iemand het systeem uitschakelt.

2p **7** ☐ Leg uit of dit automatische systeem een meetsysteem, een stuursysteem of een regelsysteem is.

In figuur 3 zijn enkele onderdelen van het automatische systeem getekend. Er ontbreken nog enkele verwerkers. Ook zijn nog niet alle verbindingen getekend. De pulsgenerator is ingesteld op een frequentie van 8,0 Hz.

figuur 3



Figuur 3 staat vergroot op de bijlage.

5p **8** ☐ Teken in de figuur op de bijlage de ontbrekende verwerkers en de benodigde verbindingen om het automatische systeem goed te laten werken.

natuurkundeuitgelegd.nl

De boot in figuur 4 heeft een lengte van 6,5 m.

figuur 4

Op het negatief is de afbeelding van de boot 21 mm lang. De foto werd gemaakt met een lens met een brandpuntsafstand van 80 mm.

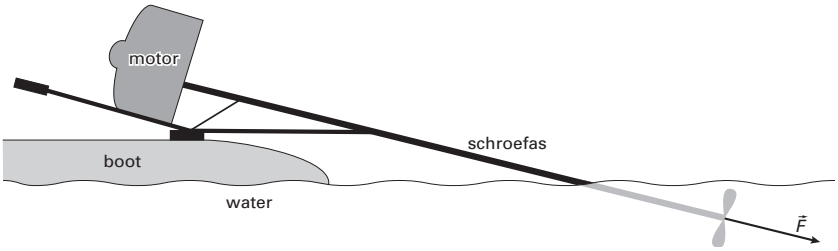
3p **9** ☐ Bereken de afstand tussen de boot en de fotograaf toen de foto gemaakt werd.

De boot heeft een constante snelheid van 8,5 $\mathrm{m\,s^{-1}}$. Het fototoestel bewoog niet tijdens het nemen van de foto. De fotograaf weet niet meer met welke sluitertijd de foto is gemaakt. Omdat hij op de foto geen noemenswaardige bewegingsonscherpte van de armen van de stuurman ziet, denkt hij dat de sluitertijd niet groter was dan één zestigste seconde.

3p **10** ☐ Leg met behulp van een berekening en op grond van de foto uit of hij daarin gelijk heeft.

In figuur 5 is het achterste deel van de boot met de buitenboordmotor op schaal weergegeven.
De schroef van de buitenboordmotor zit aan een lange as, die schuin in het water steekt.
De kracht $\vec{F}$ die de schroef op het water uitoefent, heeft dezelfde richting als de schroefas.
De voorwaartse kracht op de boot is horizontaal.

figuur 5



Bij een snelheid van 8,5 $\mathrm{m\,s^{-1}}$ levert de buitenboordmotor aan de boot een vermogen van 8,1 kW.

4p **11** ☐ Bepaal de grootte van de kracht die de schroef bij deze snelheid op het water uitoefent.

De wrijvingskracht op de boot neemt toe als de boot sneller vaart. Het rendement van de energieomzetting in de buitenboordmotor blijft gelijk.
We bekijken de afstand die de boot met één volle benzinetank kan afleggen.

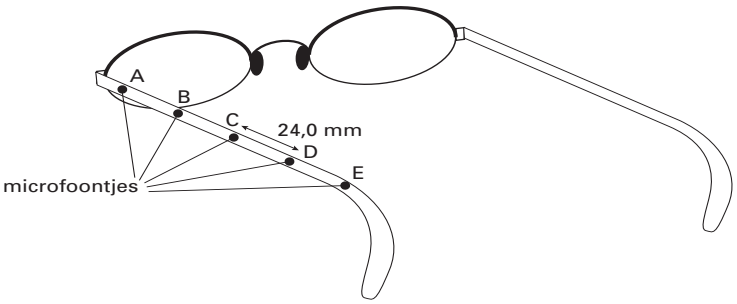
3p **12** ☐ Beredeneer of deze afstand bij een hoge snelheid kleiner, even groot of groter is dan bij een lage snelheid.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Hoorbril

Sommige mensen kunnen geluid dat hen recht van voren bereikt moeilijk onderscheiden van achtergrondgeluid.
Op de Technische Universiteit in Delft wordt een oplossing voor dit probleem ontwikkeld: de zogenaamde hoorbril. Bij een hoorbril zijn vijf zeer kleine microfoontjes op onderling gelijke afstanden van 24,0 mm aangebracht langs een van de poten van de bril.
Zie figuur 6.

figuur 6

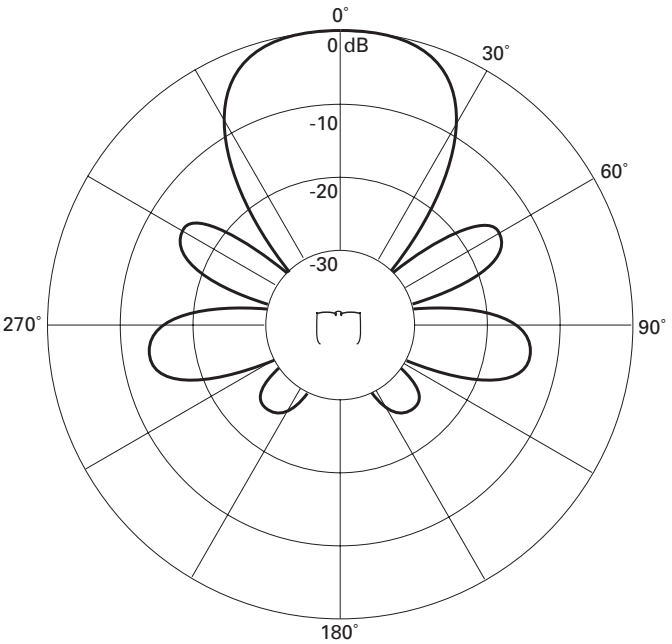


De elektrische signalen van de microfoontjes worden bij elkaar opgeteld. Voordat dit gebeurt, worden er tussen de signalen tijdvertragingen aangebracht. Dit gebeurt zodanig, dat geluid dat recht van voren komt optimaal wordt versterkt.

3p **13** ☐ Bereken met hoeveel seconden het signaal van de voorste microfoon A daartoe moet worden vertraagd ten opzichte van het signaal van de achterste microfoon E (bij een omgevingstemperatuur van 20° C).

Het opgetelde elektrische signaal gaat naar een zendertje in de poot van de bril. In het oor bevindt zich een hoorapparaat dat het uitgezonden signaal ontvangt en het vervolgens via een luidsprekertje aan het oor doorgeeft.
In Delft zijn metingen aan de hoorbril verricht. Het resultaat van een serie metingen bij een geluidsfrequentie van 4800 Hz is te zien in figuur 7. Met een dikke lijn is in deze figuur voor verschillende richtingen aangegeven hoeveel het geluidsniveau bij gebruik van de hoorbril lager is ten opzichte van de richting ‘recht van voren’.

figuur 7



natuurkundeuitgelegd.nl

De geluidsintensiteit vlak bij de bril voor geluid ‘recht van voren’ was gelijk aan $2{,}0 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{W\,m^{-2}}$.

4p **14** ☐ Bepaal de geluidsintensiteit die onder een hoek van 60° is gemeten.

4p **15** ☐ Beschrijf de opzet voor een experiment dat resulteert in een diagram zoals in figuur 7.
Geef daarbij aan:
-wat je nodig hebt;
-welke grootheden je constant houdt;
-welke grootheid je varieert;
-welke grootheid je meet.

De elektronica in de hoorbril werkt op een spanning van 1,2 V bij een stroomsterkte van 50 µA. Voor het leveren van de benodigde energie denkt men aan zonnecellen, die op de poten van de bril zijn bevestigd. De hoorbril moet nog kunnen werken bij schemering. De lichtintensiteit bedraagt dan 1,4 $\mathrm{W\,m^{-2}}$. Men verwacht zonnecellen te kunnen gebruiken met een rendement van 20%.

4p **16** ☐ Ga na of deze manier van energievoorziening haalbaar is. Bereken daartoe eerst de benodigde oppervlakte van de zonnecellen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Space Shot

'Space Shot' is een spectaculaire attractie in het pretpark Six Flags. Hierbij kan een groep mensen zich laten 'lanceren' met behulp van een ring om een hoge toren. Op de ring zijn stoelen bevestigd waarin de bezoekers met stevige gordels vastzitten. De ring wordt vanaf de grond omhooggeschoten tot onder de top van de toren.
Zie figuur 8.

Lees de folder.

folder

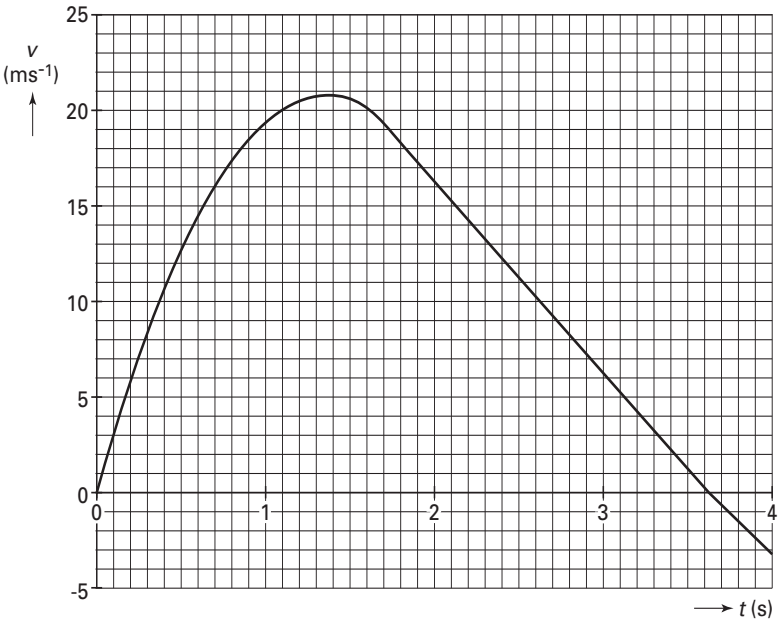
Space Shot: nieuw in de BENELUX!
Een sensationele lancering met een snelheid van 85 kilometer per uur, 60 meter omhoog. Een rit valt te vergelijken met een lancering van de Space Shuttle, waarbij je de spanning kan voelen, die de astronauten ervaren als zij vertrekken van Cape Canaveral.
Je ondergaat een versnelling van 4g!

naar: reclamefolder van Six Flags

figuur 8

Esther wil een aantal gegevens uit de reclamefolder controleren. Met behulp van een versnellingsmeter meet ze tijdens een lancering de versnelling als functie van de tijd. De metingen worden ingelezen in een computer, die ze bewerkt tot een (v,t)-grafiek.
Zie figuur 9.

figuur 9



natuurkundeuitgelegd.nl

Als je gebruik wilt maken van de grafische mogelijkheden van je rekenmachine, mag je uitgaan van de gegevens in het kader. Geef in dat geval aan hoe je tot je antwoord komt.

Esther stelt voor verschillende delen van de grafiek een wiskundig model op:	
voor 0 s $\leq t <$ 1,80 s:	$v(t) = 30{,}8\ t - 11{,}4\ t^2$
voor 1,80 s $\leq t <$ 3,62 s:	$v(t) = 36{,}9 - 10{,}2\ t$
voor $t \geq$ 3,62 s:	$v(t) = 34{,}1 - 9{,}42\ t$

2p **17** ☐ Leg met behulp van figuur 9 uit of de in de folder genoemde snelheid bereikt wordt.

Uit de meetresultaten vindt Esther dat de ring op t = 1,80 s een afstand heeft afgelegd van 27,7 m.

4p **18** ☐ Toon aan dat de ring minder ver omhooggaat dan in de folder is vermeld.

Figuur 9 staat ook op de bijlage.

4p **19** ☐ Bepaal of bereken de maximale versnelling tijdens de lancering en ga na of deze overeenkomt met de waarde uit de folder.

De massa van de ring met bezoekers is $2{,}4 \cdot 10^3$ kg. De kracht waarmee deze ring omhoog wordt gestuwd, werkt slechts gedurende 1,80 s.

3p **20** ☐ Bepaal of bereken hoeveel arbeid de stuwkracht op de ring verricht. Verwaarloos daarbij de arbeid die de wrijvingskracht verricht.

In werkelijkheid wordt een deel van deze arbeid omgezet in warmte ten gevolge van wrijving.
Op t = 3,62 s bereikt de ring zijn hoogste punt en keert de snelheid van richting om.
De grafiek van figuur 9 vertoont op dat tijdstip een lichte knik (dit is met behulp van een geodriehoek goed te zien).
Esther denkt dat de knik het gevolg is van het omkeren van de richting van de wrijvingskracht tussen de ring en de toren.

3p **21** ☐ Leg uit of het omkeren van de richting van de wrijvingskracht inderdaad tot een dergelijke knik in de (v,t)-grafiek kan leiden.

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

natuurkundeuitgelegd.nl

Lees het artikel.

artikel

Experts: containers met kernafval lekken niet

Duits kernafval wordt in zogenaamde castorvaten met treinen naar Frankrijk vervoerd.
Een castorvat is een cilindervormig ijzeren vat van 12 meter lang en een buitendiameter van 3 meter. De wanden zijn 50 cm dik.
Vorige week ontstond onrust toen milieuactivisten beweerden dat de vaten lekken.
Franse inspecteurs hadden namelijk met behulp van veegproeven kobalt-60 en zilver-110 aangetroffen. Bij veegproeven wordt materiaal van het oppervlak opgeveegd om er in een laboratorium de activiteit en samenstelling van te bepalen. De inspecteurs constateerden dat de norm van 4,0 Bq per vierkante centimeter ruimschoots werd overschreden.
Volgens Nederlandse deskundigen is er geen sprake van lekkende vaten, maar zijn de vaten na het beladen aan de buitenkant niet goed ontsmet.
Verder beweren zij dat het stralingsniveau dat pal op de container wordt gemeten, tevens veroorzaakt wordt door straling van het hoogradioactieve materiaal in het vat. Een gedeelte van deze straling dringt door de wand naar buiten.

naar: de Volkskrant, 27 mei 1998

In het artikel zijn drie mogelijke oorzaken van straling bij de buitenwand van de container aangegeven. We noemen de oorzaak in regel 4 oorzaak *a*, die in de regels 9 - 10 oorzaak *b* en die in de regels 11 - 13 oorzaak *c*.

3p **22** ☐ Leg voor elk van de oorzaken *a*, *b* en *c* uit of deze tot radioactieve besmetting van personen kan leiden.

2p **23** ☐ Leg aan de hand van de meetmethode van de Franse inspecteurs uit dat oorzaak *c* niet kan hebben geleid tot hun constatering.

Voor de activiteit $A(t)$ van een hoeveelheid radioactieve stof geldt:

$$A(t) = \frac{\ln 2}{\tau} N(t).$$

Hierin is:
- $N(t)$ het aantal deeltjes op tijdstip t;
- τ de halveringstijd.

Stel dat de Franse inspecteurs alleen kobalt-60 aan de buitenkant van de vaten hadden aangetroffen.

4p **24** ☐ Bereken hoeveel picogram kobalt-60 er per vierkante centimeter maximaal aan de buitenwand van een castorvat mag kleven om de activiteit binnen de norm (regel 8) te houden.

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