Natuurkunde 1,2 (nieuwe stijl) en natuurkunde (oude stijl)

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20 **03**

Tijdvak 1
Maandag 26 mei
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 80 punten te behalen; het examen bestaat uit 27 vragen. Voor elk vraagnummer is aangegeven 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.

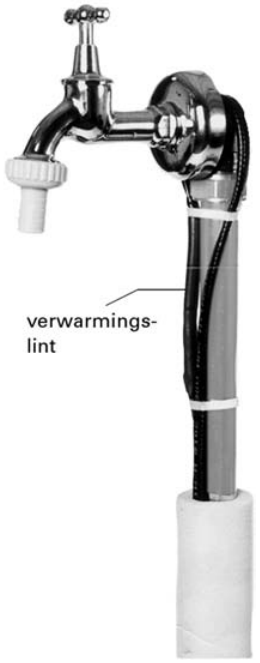
Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

natuurkundeuitgelegd.nl

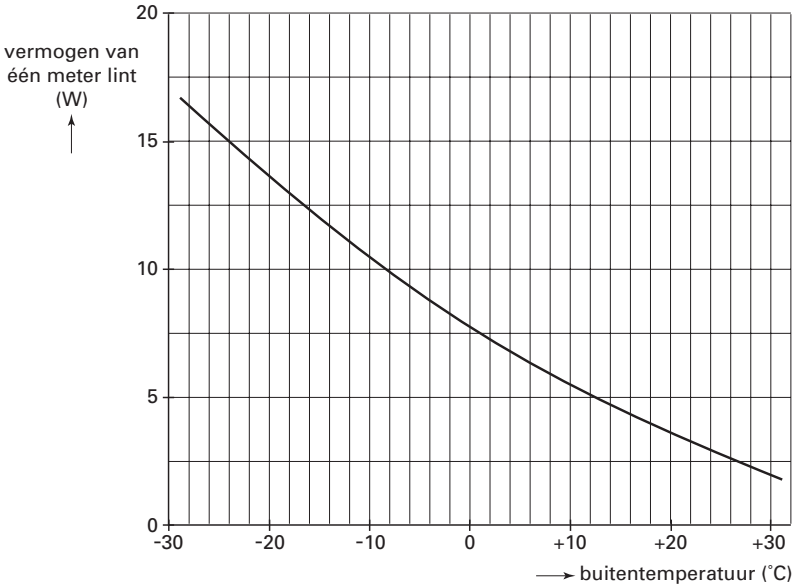
Opgave 1 Verwarmingslint

In de winter zorgen bevroren waterleidingen voor problemen. Er is nu een verwarmingslint op de markt dat bevriezing voorkomt door de leidingen te verwarmen. Het lint wordt vastgezet op de waterleiding en aangesloten op een stopcontact. Zie figuur 1.
Het lint geeft niet bij elke temperatuur evenveel warmte af. In figuur 2 is weergegeven hoe het vermogen van één meter lint afhangt van de buitentemperatuur.

figuur 1



figuur 2



Het is aan te bevelen om buiten het winterseizoen de stekker van het verwarmingslint uit het stopcontact te halen.

2p **1** ☐ Leg met behulp van figuur 2 uit waarom dit aan te bevelen is.

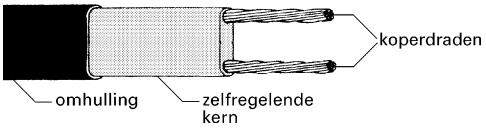
De spanning van het lichtnet is 230 V.

4p **2** ☐ Bepaal de weerstand van een lint van één meter als de buitentemperatuur –24 °C is.

natuurkundeuitgelegd.nl

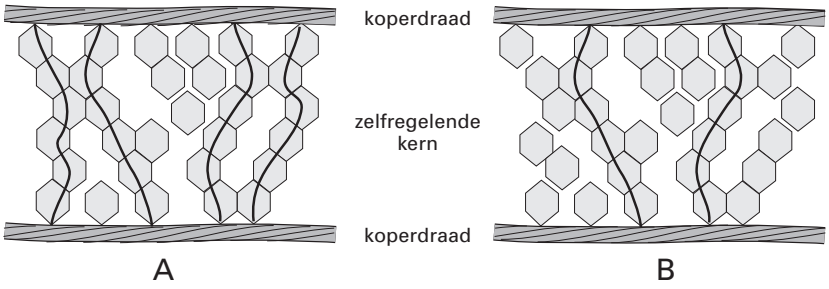
Het lint bestaat uit de volgende onderdelen (zie figuur 3):
- twee koperdraden;
- een zogenoemde zelfregelende kern die de enige verbinding vormt tussen deze twee draden;
- een omhulling voor de elektrische isolatie.

figuur 3



Het principe van de werking is als volgt:
Via de zelfregelende kern kunnen kleine elektrische stroompjes tussen de ene draad en de andere lopen. Onder invloed van de temperatuur rangschikt het materiaal van de kern zich anders en zijn er meer of minder parallelle, geleidende verbindingen. Zie de figuren 4A en 4B. De weerstand van de koperdraden is verwaarloosbaar klein. De weerstand die elk van de elektrische stroompjes in de zelfregelende kern ondervindt, is daarentegen groot.

figuur 4



In figuur 4 zijn twee situaties weergegeven.

3p **3** ☐ Leg met behulp van bovenstaande informatie uit welke situatie, A of B, bij een lage buitentemperatuur hoort.

Voor een langere waterleiding is een langer verwarmingslint nodig.

3p **4** ☐ Leg uit of de weerstand van een verwarmingslint met een lengte van 2 meter groter is dan, kleiner is dan of gelijk is aan de weerstand van een lint met een lengte van 1 meter. Neem daarbij aan dat de temperatuur van beide linten gelijk is.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Digitale camera

Figuur 5 toont een foto van een auto. De foto is genomen met een digitale fotocamera.
Door de snelheid waarmee de auto rijdt, is zijn afbeelding op de foto onscherp.

figuur 5

De onscherpte van de auto op de foto is niet het gevolg van een onjuiste scherpstelling van de camera.

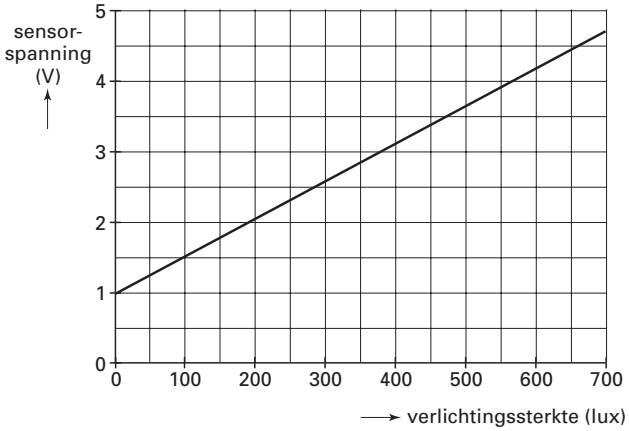
2p **5** ☐ Hoe is dat aan de foto van figuur 5 te zien?

De onscherpte in de foto van figuur 5 is ontstaan doordat de sluiter van de fotocamera bij het nemen van de foto enige tijd open stond, in dit geval 1/30 seconde.
De wielen van de gefotografeerde auto hebben in werkelijkheid een diameter van 65 cm.

4p **6** ☐ Maak een schatting van de snelheid waarmee de auto reed.

Bij een digitale fotocamera bevindt zich op de plaats waar het beeld gevormd wordt een chip met een lichtgevoelig vlak. Dit vlak bestaat uit een groot aantal lichtsensoren.
Elke sensor zet het licht dat hij ontvangt om in een elektrisch signaal.
De ijkgrafiek van zo'n sensor is afgebeeld in figuur 6.

figuur 6

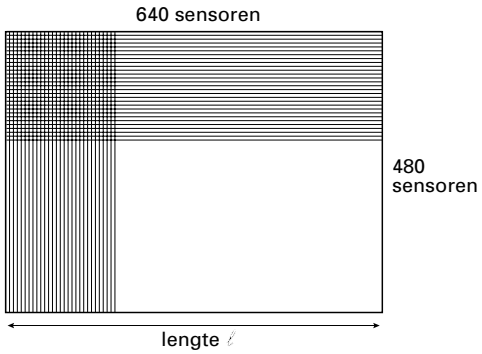


4p **7** ☐ Bepaal de gevoeligheid van deze sensor.

natuurkundeuitgelegd.nl

Het lichtgevoelige vlak heeft een lengte ℓ en bestaat uit 640 bij 480 kleine vierkante lichtsensoren. Zie figuur 7.

figuur 7



De auto, zoals gefotografeerd in figuur 5, bevond zich op een afstand van 12 m van de digitale camera.
De camera stond ingesteld op 12 m.
De brandpuntsafstand van de lens is 48 mm.
Onder deze omstandigheden beeldt de camera de auto $2{,}5 \cdot 10^2$ maal kleiner af.

3p **8** ☐ Toon aan dat de auto dan $2{,}5 \cdot 10^2$ maal kleiner wordt afgebeeld.

Het effect van beweging is niet zichtbaar op een foto als tijdens de opname de verplaatsing van het beeld kleiner blijft dan de afmeting van één sensor.
De foto van figuur 5 zou geen bewegingsonscherpte hebben vertoond als de auto zich tijdens de opname 1,5 cm of minder had verplaatst.

3p **9** ☐ Bereken de lengte ℓ van het lichtgevoelige vlak.

natuurkundeuitgelegd.nl

Lees de tekst uit de folder.

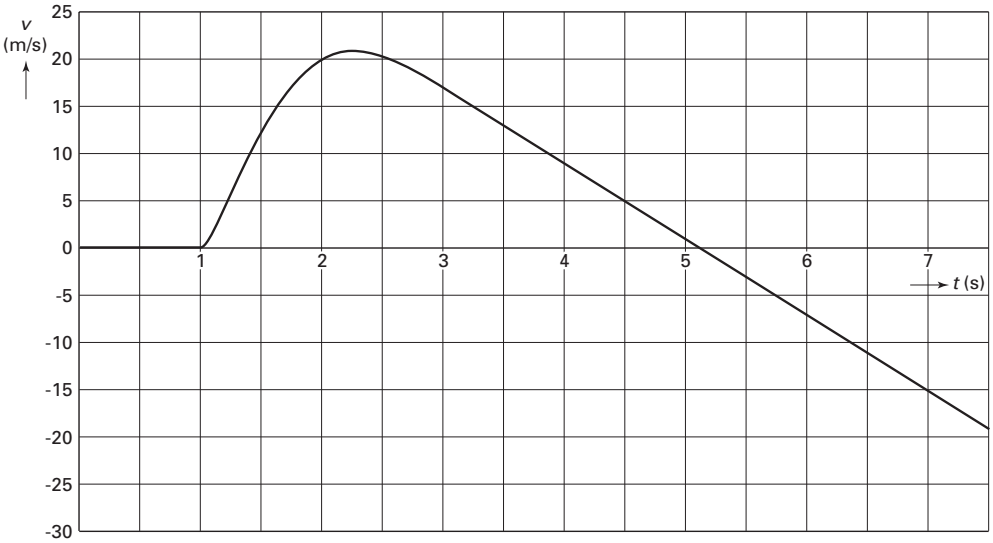
folder

Space Shot. Nieuw in de Benelux!
Een sensationele lancering met een snelheid van 85 km/h, 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 vanaf Cape Canaveral.
Je zit in een speciale stoel die bestand is tegen een 4G-kracht (4 maal je eigen gewicht!).

naar: reclamefolder van Six Flags

Evrim en Teun hebben de folder gelezen.
Ze besluiten om als praktische opdracht de getallen die genoemd worden te controleren.
Van hun natuurkundeleraar krijgen ze een versnellingsmeter en bijbehorende apparatuur mee. Met de versnellingsmeter maken ze een rit met de Shuttle.
Terug op school lezen ze hun metingen in een computer in. Deze bewerkt de meetwaarden tot een (snelheid, tijd)-diagram. Zie figuur 8.

figuur 8



In het diagram is af te lezen dat op $t = 0$ s de versnellingsmeter begonnen is met meten en dat op $t = 1{,}0$ s de lancering van de 'Shuttle' is gestart. Het laatste deel van de beweging is in dit diagram niet weergegeven.

3p **10** ☐ Leg met behulp van figuur 8 uit of de in de folder genoemde snelheid bereikt is.

5p **11** ☐ Ga met behulp van figuur 8 na of de Shuttle een hoogte van 60 m heeft bereikt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Uit hun metingen blijkt dat de versnelling waarmee de Shuttle omhoog gaat, bij het begin van de lancering 29 m/s^2 is.
In de folder van Six Flags staat iets over een 4G-kracht. Hiermee wordt bedoeld dat de grootte van de kracht die de stoel tijdens het versnellen op bijvoorbeeld Teun uitoefent, vier maal zo groot is als de zwaartekracht die op hem werkt.
Teun beweert dat de kracht die de stoel op hem uitoefent bij een versnelling van 29 m/s^2 inderdaad een 4G-kracht is.
De massa van Teun is 70 kg.

4p **12** ☐ Leg met een berekening uit dat Teun gelijk heeft.

Uit hun metingen leiden Evrim en Teun af dat op het tijdstip t = 1,50 s de snelheid van de Shuttle gelijk is aan 12 m/s. Ook leiden ze af dat de hoogtetoename dan 3,0 m is.
De massa van de Shuttle met passagiers is $2{,}0 \cdot 10^3$ kg.
Neem aan dat de arbeid die de lanceerinstallatie op de Shuttle verricht, gelijk is aan de toename van de kinetische energie en zwaarte-energie van de Shuttle.

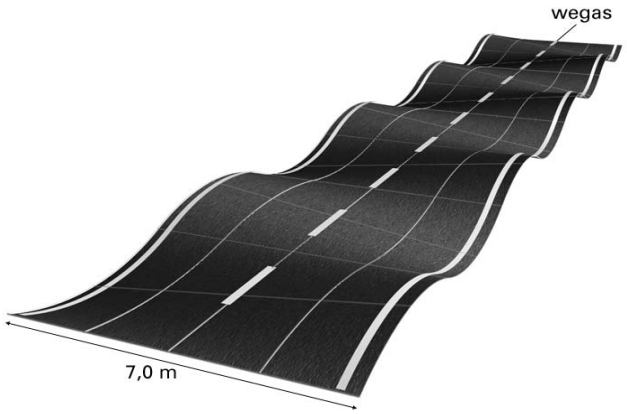
4p **13** ☐ Bereken met behulp van deze aanname het gemiddelde nuttige vermogen van de lanceerinstallatie tussen t = 1,00 s en t = 1,50 s.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Kantelweg

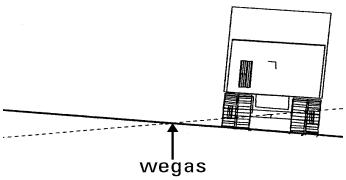
In Zeeland heeft een ingenieur een weg bedacht die de snelheid van auto's moet beperken: de kantelweg. Het wegdek loopt afwisselend naar links en naar rechts af waardoor het een golfachtige structuur heeft. De as van de weg loopt horizontaal.
Figuur 9 is een computertekening van de weg. Voor de duidelijkheid zijn de hoogteverschillen overdreven.

figuur 9



In figuur 10 is de dwarse stand van het wegdek getekend, met een vrachtwagen erop. De stippellijn geeft de stand van de weg iets verderop weer. De weg loopt naar de zijkant af met een hellingspercentage dat varieert van 0 tot 2,5%.
Het hellingspercentage is gedefinieerd als de sinus van de hellingshoek, vermenigvuldigd met 100%.
De breedte van de weg is 7,0 m.

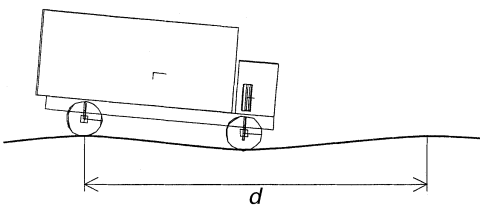
figuur 10



3p **14** ☐ Bereken het maximale hoogteverschil tussen de randen van de weg.

In figuur 11 zijn de weg en de vrachtwagen van opzij getekend.
Uit de figuren 9, 10 en 11 blijkt dat iemand die in de wagen zit, zowel op en neer als van links naar rechts en ook nog voorover en achterover beweegt.
De afstand tussen twee opeenvolgende hoogste punten noemen we d. Bij de kantelweg in Zeeland is d gelijk aan 10 meter.

figuur 11



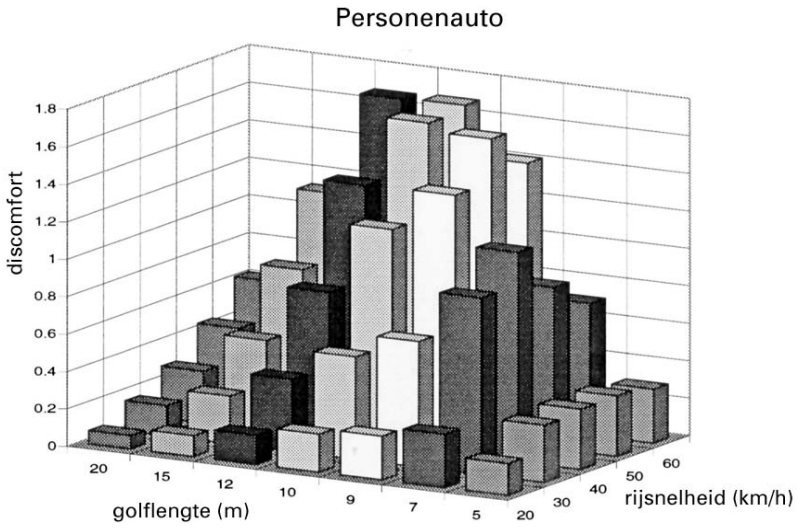
Een auto rijdt met een snelheid van 60 km/h over de weg.

3p **15** ☐ Bereken de frequentie van de op- en neergaande beweging.

natuurkundeuitgelegd.nl

Als gevolg van de schommelingen in drie richtingen kan de bestuurder van een auto op de kantelweg zich tamelijk onprettig gaan voelen. De mate van ongemak (*discomfort*) hangt af van de snelheid.
TNO kreeg de opdracht uit te zoeken wat een geschikte 'golflengte' (de afstand *d* in figuur 11) is om automobilisten te 'dwingen' 40 km/h of langzamer te rijden.
In figuur 12 zijn de resultaten van het onderzoek voor een personenauto weergegeven. In dit diagram is aangegeven hoe het ongemak van een automobilist afhangt van de golflengte van de weg en de snelheid van de auto.

figuur 12



bron: TNO

Op grond van de onderzoeksresultaten concludeerde TNO dat de meest geschikte golflengtes liggen tussen 9 en 12 meter.

2p **16** ☐ Noem twee argumenten waarom een golflengte van 7 meter minder voldoet dan de door TNO geadviseerde golflengtes.

Een personenauto met bestuurder heeft een massa van $1{,}2 \cdot 10^3$ kg.
De stugheid van de veren van de auto wordt bepaald door hun veerconstante.
Voor deze auto bedraagt de veerconstante van alle wielveren samen $2{,}1 \cdot 10^5$ N/m.

3p **17** ☐ Bereken de eigenfrequentie van de auto.

2p **18** ☐ Leg uit dat er een gevaarlijke situatie kan ontstaan als de frequentie waarmee de auto gaat trillen door het rijden op de kantelweg, gelijk wordt aan de eigenfrequentie van de auto.

natuurkundeuitgelegd.nl

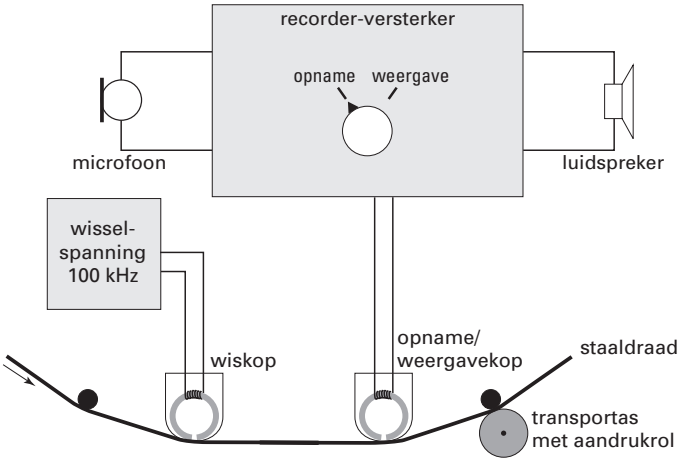
Opgave 5 Draadrecorder

In 1930 kwam de voorloper van de huidige cassetterecorder, de zogenoemde magnetofoon, op de markt.
In tegenstelling tot de cassetteband van nu, werd in de magnetofoon een stalen draad gemagnetiseerd. Daarom wordt het apparaat ook wel draadrecorder genoemd.
Zie figuur 13.

figuur 13

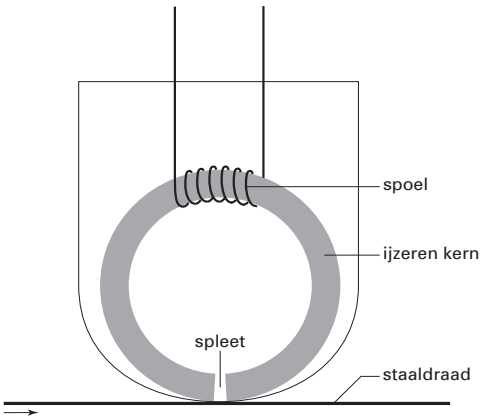
In figuur 14 zie je een schematische tekening van de draadrecorder.

figuur 14



In figuur 15 is de opname/weergavekop vergroot en schematisch weergegeven.
De staaldraad beweegt langs de kop. Tijdens de opname ontstaan dan in de draad gemagnetiseerde gebiedjes. In figuur 16 is een klein stuk van de staaldraad sterk vergroot getekend. De pijltjes geven de magnetisatierichting van de gebiedjes aan.

figuur 15



figuur 16

natuurkundeuitgelegd.nl

1p **19** ☐ Leg uit waarom geluid niet kan worden opgenomen met een koperdraad en wel met een staaldraad.

2p **20** ☐ Leg met behulp van figuur 15 uit hoe bij de opnamekop de gemagnetiseerde gebiedjes zijn ontstaan.

Bij het afspelen van de staaldraad werkt de opnamekop als weergavekop.
Door de schakelaar op 'weergave' te zetten wordt de luidspreker in plaats van de microfoon aangesloten. Bovendien wordt dan de wiskop van de draad af gehaald.

3p **21** ☐ Leg met behulp van de figuren 14 en 15 uit waarom het opgenomen geluid wordt gereproduceerd als de staaldraad de weergavekop passeert.

De staaldraad gaat met een constante snelheid van 4,6 cm/s langs de opnamekop.

3p **22** ☐ Bereken de lengte van de draad die nodig is voor een opname van 45 minuten.

Om te voorkomen dat oude geluidsopnamen door een nieuwe opname heen klinken, wordt bij het opnemen altijd de wiskop ingeschakeld. De draad loopt eerst langs de wiskop waarin een sterk signaal met een hoge frequentie (meestal 100 kHz) wordt opgewekt.

2p **23** ☐ Leg uit waarom dit wissignaal zo'n hoge frequentie heeft en niet een frequentie van bijvoorbeeld 10 kHz.

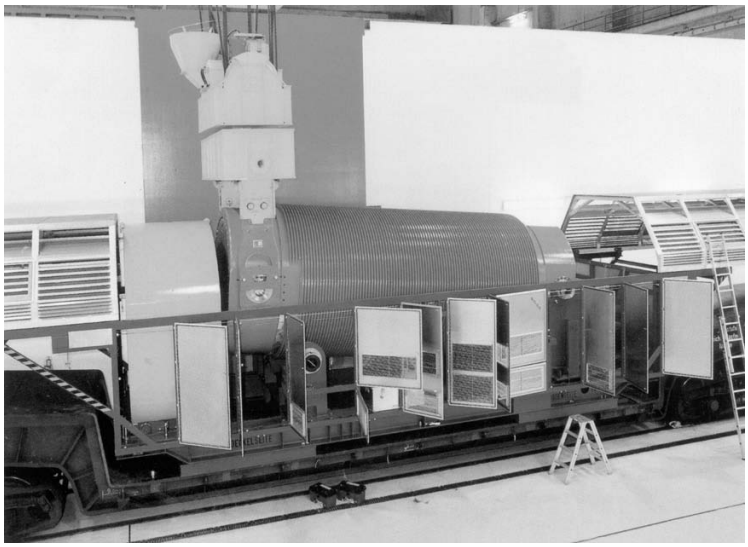
Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Castor-container

Het radioactief afval van Duitse kerncentrales wordt in zogenaamde Castor-containers per trein naar de opwerkingsfabriek in La Hague aan de Franse kust afgevoerd. Zie figuur 17.

figuur 17



Een Castor-container is een cilindervormig vat met een stalen wand van 50 cm dikte, waarin ongeveer 10 ton (1 ton = 1000 kg) aan afgewerkte splijtstofstaven bewaard kan worden. Castor-containers worden luchtdicht afgesloten zodat de hoog radioactieve inhoud niet naar buiten kan. De wand is niet alleen voor de stevigheid zo dik, maar biedt ook bescherming tegen de straling.

3p **24** ☐ Geef voor elk van de drie soorten straling (α, β, γ) aan of deze wel of niet bijdraagt aan de stralingsbelasting buiten de Castor-container.

Technisch is het mogelijk om containers met een dunnere wand te maken die toch stevig genoeg zijn. Bovendien zou een container met een wand van 30 cm dikte aanmerkelijk goedkoper zijn dan eentje met een wand van 50 cm. De stralingsbelasting zou dan toenemen.
De halveringsdikte van staal is voor de betrokken straling gelijk aan 2,5 cm.

3p **25** ☐ Bereken met welke factor de stralingsbelasting zou toenemen als een container een wanddikte van 30 cm in plaats van 50 cm zou hebben.

Het transport van Castor-containers gaat meestal per trein. In verband met de veiligheid rijden die treinen slechts 20 tot 30 km/h. Het transport vindt plaats onder politiebewaking. Voor de manier van bewaken moest men kiezen uit twee alternatieven:
- óf een beperkte groep van ongeveer honderd agenten mee laten reizen met de trein, wat betrekkelijk goedkoop is,
- óf een enorme groep van enkele duizenden agenten langs de spoorlijn posteren, wat veel geld kost.

Tabel 99E in Binas bevat de stralingsnormen die in de Europese Gemeenschap worden toegepast. Politieagenten worden in dit verband gerekend tot de categorie ‘individuele leden van de bevolking’. De stralingsnorm voor de effectieve totale lichaamsdosis is van toepassing.
Agenten die met de trein meereizen, zouden een dosisequivalent oplopen van ongeveer 0,2 mSv per uur.

3p **26** ☐ Leg uit waarom men niet de goedkopere maar de duurdere manier van bewaken gekozen heeft. Uit je antwoord moet blijken dat je tabel 99E van Binas hebt gebruikt.

De splijtstofstaven in de container zijn zeer radioactief. In een bepaalde container bedraagt de activiteit $4{,}4 \cdot 10^{17}$ Bq. Per vervalreactie komt gemiddeld 0,78 MeV energie vrij. Deze energie wordt vrijwel volledig geabsorbeerd en omgezet in warmte.

3p **27** ☐ Bereken hoeveel warmte, in joule, per seconde in de container wordt ontwikkeld.

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