Examen HAVO

2008

tijdvak 1
vrijdag 23 mei
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde 1,2

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Dit examen bestaat uit 27 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.

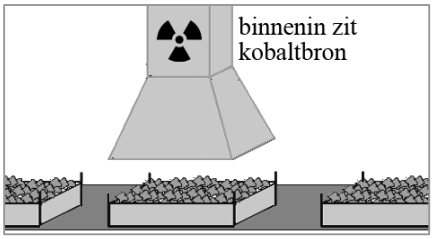
800023-1-056o

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Doorstralen van fruit

Door bestraling kunnen bacteriën en insecten in voedselproducten onschadelijk worden gemaakt. De producten blijven daardoor langer houdbaar. Lees het artikel hieronder.

De houdbaarheid van bijvoorbeeld aardbeien kan aanzienlijk vergroot worden door de vruchten na het plukken te doorstralen met γ-straling.
Niet alleen de bacteriën die verantwoordelijk zijn voor het rottingsproces worden onschadelijk gemaakt, maar ook insecten en eitjes van insecten.



Als stralingsbron wordt kobalt-60 gebruikt dat bij verval β- en γ-straling uitzendt. De kistjes fruit komen via een lopende band onder de bestraler. Dan stopt de band even en wordt het fruit enige tijd doorstraald. Daarna schuift het volgende kistje onder de bestraler.

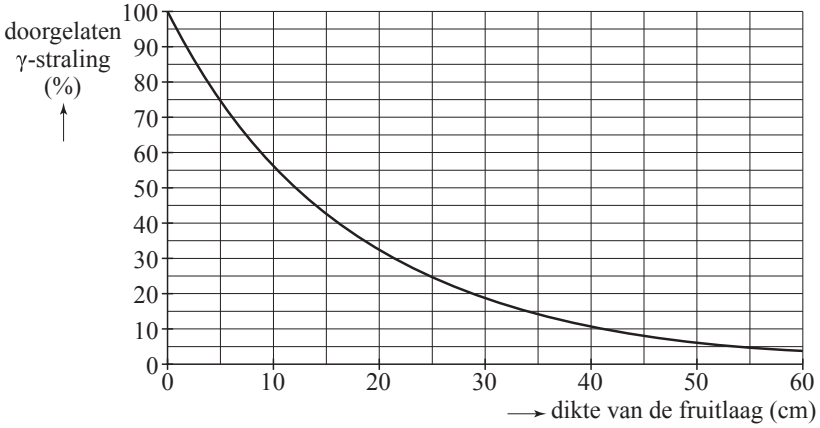
3p **1** Geef de vervalreactie van kobalt-60.

De β-straling die het kobalt uitzendt, draagt nauwelijks bij aan het onschadelijk maken van bacteriën en insecten in het fruit.

1p **2** Geef daarvoor de reden.

De grafiek van figuur 1 geeft aan hoeveel procent van de γ-straling door een laag fruit van een bepaalde dikte wordt doorgelaten.

figuur 1



2p **3** Bepaal de halveringsdikte van fruit voor de γ-straling van kobalt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Na verloop van tijd vermindert de activiteit van de kobaltbron. De bron blijft bruikbaar tot zijn activiteit gedaald is tot $12{,}5\%$ van de oorspronkelijke waarde.

3p **4** Bereken na hoeveel jaar de bron vervangen moet worden.

Het doorstralen van voedsel met γ-straling gebeurt op grote schaal. Toch bestaan in consumentenkringen bezwaren tegen deze manier van houdbaar maken van voedsel.
Men stelt vragen als: “Wordt het bestraalde voedsel zelf radioactief?”

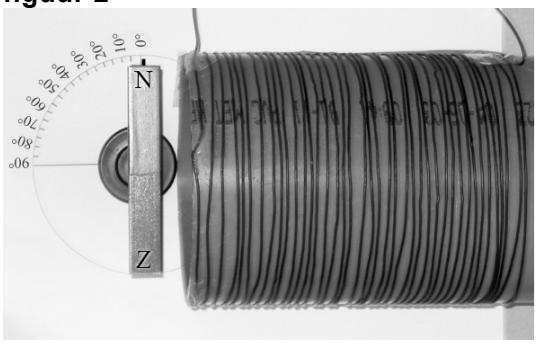
2p **5** Beantwoord deze vraag. Licht je antwoord toe.

natuurkundeuitgelegd.nl

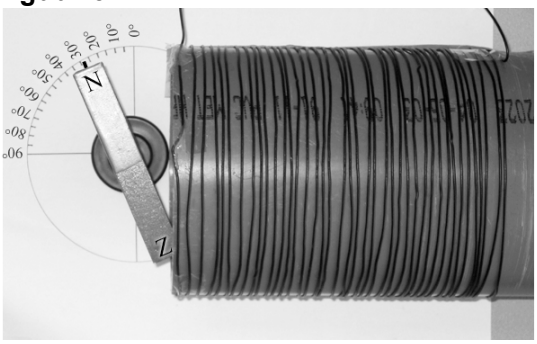
Opgave 2 Zelfgemaakte stroommeter

Debby heeft zelf een stroommeter ontworpen. Deze bestaat uit een draaibare magneet en een spoel van koperdraad dat om een brede PVC-pijp is gewonden. De (as van de) spoel staat loodrecht op de noord-zuid-richting van het aardmagnetisch veld. Als er geen stroom door de spoel loopt, wijst het puntje van de magneet (de noordpool) naar het noorden. Zie figuur 2. Als er wel een stroom door de spoel loopt, wekt de spoel een magnetisch veld op loodrecht op de noord-zuid-richting. Daardoor draait de magneet over een bepaalde hoek. Zie figuur 3. Beide foto's zijn van boven genomen.

figuur 2



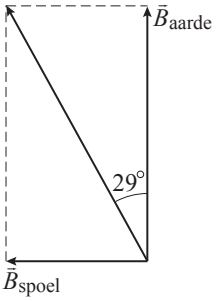
figuur 3



2p **6** Is in figuur 3 het uiteinde van de spoel dat zich bij de magneet bevindt een noordpool of een zuidpool? Licht je antwoord toe.

In figuur 4 is de situatie van figuur 3 met vectoren weergegeven. $B_{\text{aarde}} = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$ T.

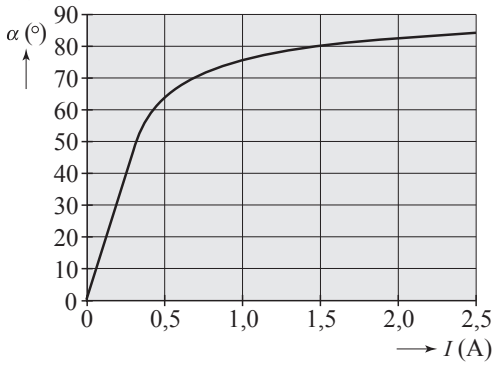
figuur 4



2p **7** Bepaal met behulp van figuur 4 de grootte van B_{spoel}.

Om haar stroommeter te ijken, bepaalt Debby het verband tussen de stroomsterkte door de spoel en de hoek α waarover de magneet draait. Daarvoor schakelt ze een geijkte stroommeter in serie met de spoel.
Haar metingen staan in figuur 5.
Voor stroomsterktes tussen 1 A en 2 A is haar meter minder geschikt dan voor stroomsterktes tussen 0 A en 1 A.

figuur 5



2p **8** Leg aan de hand van de grafiek uit waarom dat zo is.

Een stroommeter moet bij voorkeur een zo klein mogelijke weerstand hebben.
De koperdraad die Debby om de PVC-pijp heeft gewikkeld, is 0,50 mm dik.
Om de pijp heeft ze 40 wikkelingen aangebracht. De (buiten)diameter van de PVC-pijp is 12,5 cm.

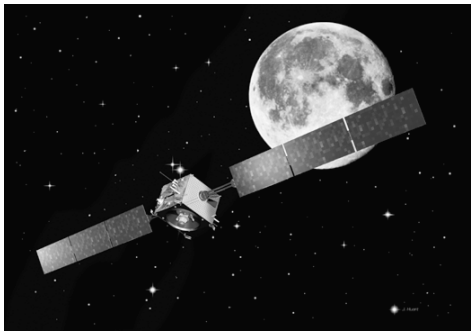
5p **9** Bereken de weerstand van haar stroommeter.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Ionenmotor

Een Frans bedrijf heeft een zogenaamde ionenmotor ontwikkeld voor gebruik in ruimtevaartuigen. De satelliet Smart-1 (zie figuur 6) die in september 2003 werd gelanceerd, gebruikte zo'n ionenmotor om naar de maan te gaan.
Smart-1 heeft een massa van $370\ \text{kg}$.
De motor levert een kracht van $7{,}0 \cdot 10^{-2}\ \text{N}$.
Deze kracht is te klein om het ruimtevaartuig vanaf de aarde te lanceren.

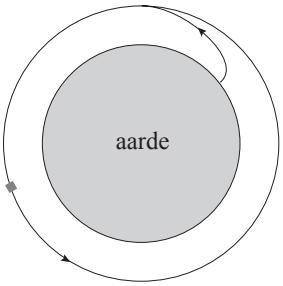
figuur 6



1p **10** Leg uit waarom de kracht van de ionenmotor daarvoor te klein is.

Smart-1 is daarom eerst met een gewone raket in een baan om de aarde gebracht. Zie figuur 7. Deze baan is cirkelvormig met een straal van $9{,}02 \cdot 10^{6}\ \text{m}$.
De middelpuntzoekende kracht wordt geleverd door de zwaartekracht. Op deze hoogte is de zwaartekracht de helft van die op het aardoppervlak.

figuur 7



3p **11** Bereken de snelheid waarmee de satelliet deze cirkelbaan doorloopt.

Nadat de satelliet enkele rondjes gedraaid heeft om alle systemen te testen en de zonnepanelen uit te vouwen, wordt de ionenmotor ingeschakeld.
Stel dat de kracht van $7{,}0 \cdot 10^{-2}\ \text{N}$ de enige kracht is die de snelheid van de satelliet doet toenemen.

3p **12** Bereken de tijd die nodig zou zijn om de snelheid van de satelliet met $1{,}0\ \text{m/s}$ te doen toenemen.

In de ionenmotor worden xenon-atomen geïoniseerd. Deze ionen (Xe^{+}) missen één elektron. De stuwkracht van de ionenmotor ontstaat door het uitstoten van deze Xe^{+}-ionen. Daarvoor worden de ionen door een elektrische spanning vanuit stilstand op een snelheid van $16 \cdot 10^{3}\ \text{m/s}$ gebracht. Met die snelheid vliegen ze de ruimte in. De massa van een Xe^{+}-ion is $2{,}18 \cdot 10^{-25}\ \text{kg}$.

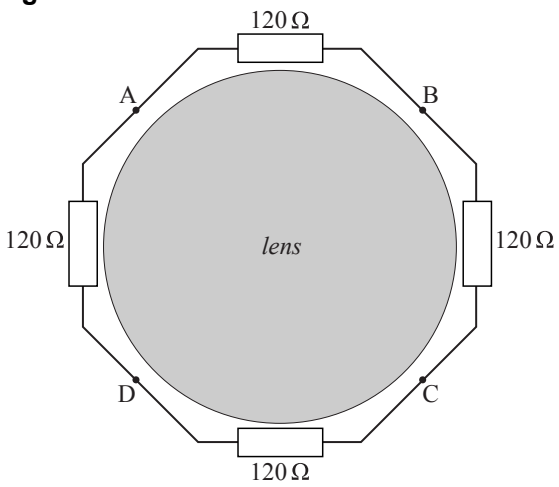
3p **13** Bereken de spanning die de ionen doorlopen.

natuurkundeuitgelegd.nl

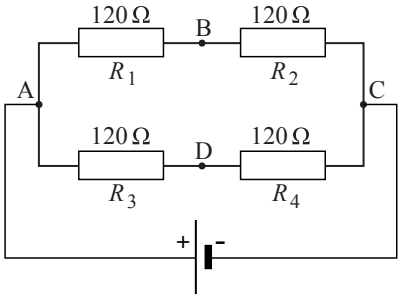
Opgave 4 Lensverwarming

Op de school van Sophie zijn bewakingscamera's aangebracht. Tijdens koude nachten kan de lens van zo'n camera beslaan. Om dat te voorkomen, heeft Sophie een verwarmingselement bedacht.
Dit element bestaat uit vier gelijke weerstanden van $120\ \Omega$ die langs de omtrek van de cameralens zijn gelegd. In figuur 8 is daarvan een vooraanzicht getekend. Sophie sluit een spanningsbron aan op de punten A en C. Daardoor ontstaat een combinatie van een serie- en parallelschakeling zoals in figuur 9 schematisch is getekend.

figuur 8



figuur 9



3p **14** Toon aan dat de vervangingsweerstand van deze schakeling gelijk is aan $120\ \Omega$.

2p **15** Wordt in elke weerstand per seconde evenveel warmte ontwikkeld? Licht je antwoord toe.

Sophie stelt de spanningsbron zo in dat de weerstanden samen per seconde $1{,}6$ J warmte ontwikkelen. De spanningsbron levert dan dus een vermogen van $1{,}6$ W.

3p **16** Bereken de spanning die zij daarvoor moet instellen.

Als het verwarmingselement er voor zorgt dat de lens tijdens een koude nacht op kamertemperatuur blijft, zal de lens niet beslaan.
Om te controleren of de spanning over het verwarmingselement goed is ingesteld, legt Sophie de lens zonder verwarmingselement in de koude buitenlucht. In $1{,}5$ minuut daalt de temperatuur van de lens van $20{,}0$ °C naar $19{,}0$ °C. De warmtecapaciteit van de lens is 190 J/°C.

4p **17** Ga met een berekening na of het verwarmingselement tijdens zo'n nacht de temperatuur van de lens op 20 °C kan houden.

natuurkundeuitgelegd.nl

Op een bepaald moment raakt het contactpunt B los. Daardoor wordt de verbinding tussen de weerstanden R_1 en R_2 verbroken. Zie nogmaals figuur 9.
De spanning tussen de punten A en C blijft gelijk.
Op de uitwerkbijlage staat een tabel.

4p **18** Kruis in de tabel op de uitwerkbijlage aan wat er met de warmteontwikkeling per seconde (P) in elk van de vier weerstanden gebeurt.

Opgave 5 Watertank

Bij een Afrikaans dorpje is een watertank geplaatst. Zie figuur 10. De cilindervormige tank heeft een (binnen)diameter van $1{,}2$ m en een (binnen)hoogte van $1{,}6$ m.
In de tank is water opgeslagen. Het dorp gebruikt gemiddeld 350 liter water per dag.

3p **19** Bereken het aantal dagen dat een volle tank het dorp van water kan voorzien.

figuur 10

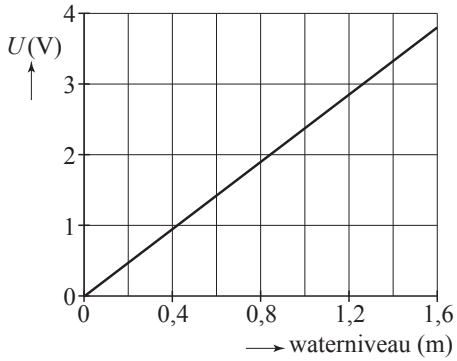
Als de tank bijna leeg is, vult een pomp de tank met grondwater. De pomp levert een vermogen van 250 W. Het water moet $7{,}0$ m omhoog worden gepompt.

4p **20** Bereken hoe lang het duurt om $1{,}0$ m^3 water de tank in te pompen.

In de tank bevindt zich een niveausensor. Deze meet het waterniveau in de tank.
Figuur 11 is de ijkgrafiek van deze sensor.

2p **21** Bepaal de gevoeligheid van de sensor.

figuur 11



Men wil het bijvullen van de tank automatisch laten gebeuren.
Aan het automatische systeem stelt men de volgende eisen:
- als het waterniveau onder de $0{,}20$ m daalt, slaat de pomp aan;
- als het waterniveau boven de $1{,}4$ m stijgt, slaat de pomp af.

Op de uitwerkbijlage is een begin gemaakt met de schakeling die er voor zorgt dat de pomp automatisch in- en uitgeschakeld wordt. De uitgang van de sensor is verbonden met punt A.
Als het signaal in punt B hoog is, werkt de pomp.

4p **22** Maak in de figuur op de uitwerkbijlage de schakeling compleet zodat aan bovengenoemde eisen is voldaan. Noteer ook op de uitwerkbijlage op welke spanning elke comparator moet worden ingesteld.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Krabnevel

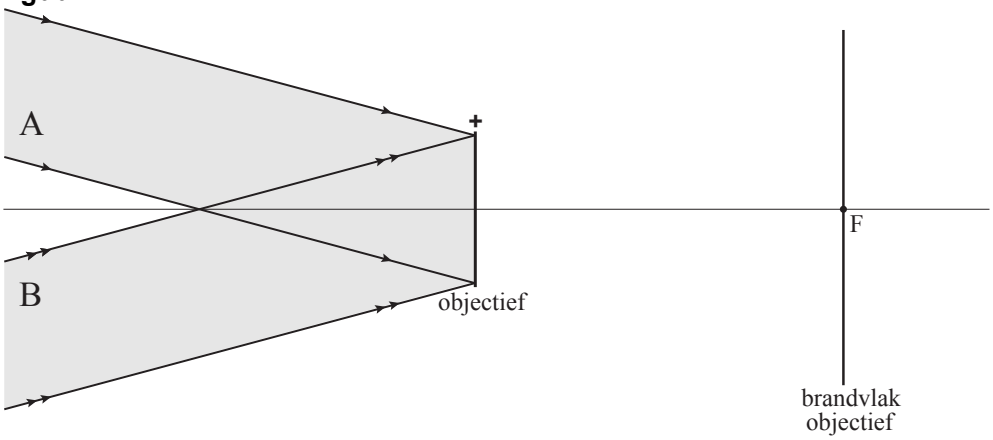
Lees onderstaand artikel.

In hun kronieken hebben Chinese sterrenkundigen opgetekend dat in 1054 een heldere ster aan de hemel verscheen die zelfs overdag te zien was. We weten nu dat ze een zogenaamde supernova waarnamen. Dat is een ster die explodeert en daardoor grote hoeveelheden materie de ruimte in slingert. Het restant van deze explosie is een enorme gaswolk die nog steeds uitdijt: de Krabnevel (zie de foto hiernaast).
De straal van de (bij benadering bolvormige) Krabnevel zoals wij die nu waarnemen, is ongeveer 5,5 lichtjaar. Een lichtjaar is een veel gebruikte afstandsmaat in het heelal: de afstand die het licht (met een snelheid van driehonderdduizend kilometer per seconde) in één jaar aflegt.

3p **23** Bereken met behulp van de gegevens in het artikel de gemiddelde snelheid waarmee de Krabnevel sinds de explosie uitdijt in de ruimte.

Ate is amateur astronoom en heeft zijn sterrenkijker op het midden van de Krabnevel gericht. In het brandvlak van het objectief (de voorste lens van de kijker) plaatst hij een plaat met lichtgevoelige sensoren.
Licht dat van één punt van de Krabnevel komt, mag als evenwijdig worden beschouwd omdat de Krabnevel op zeer grote afstand staat. In figuur 12 zijn twee lichtbundels getekend: lichtbundel A die van de bovenkant van de Krabnevel komt en lichtbundel B die van de onderkant van de Krabnevel komt. Van elke bundel zijn twee lichtstralen getekend. Figuur 12 is niet op schaal.

figuur 12



natuurkundeuitgelegd.nl

Het beeld van de Krabnevel wordt gevormd in het brandvlak van het objectief. Figuur 12 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p **24** Construeer in de figuur op de uitwerkbijlage het verdere verloop van beide lichtbundels.

Het beeld van de Krabnevel op de lichtgevoelige plaat is bij benadering cirkelvormig en heeft een diameter van $1{,}57 \cdot 10^{-3}$ m. Ondanks de kleine afmetingen van dit beeld kan er een foto van worden afgedrukt waarop veel details te zien zijn. Dat komt omdat de pixels (= lichtgevoelige sensoren) op de plaat zeer klein zijn: één pixel heeft een oppervlakte van $5{,}48 \cdot 10^{-11}$ m^2.

3p **25** Bereken het aantal pixels dat informatie over de Krabnevel bevat.

De diameter van het beeld van de Krabnevel is dus $1{,}57 \cdot 10^{-3}$ m terwijl de diameter van de Krabnevel in werkelijkheid 11 lichtjaar is.

Voor de vergroting van het objectief geldt in dit geval: $N = \frac{f}{v}$.

De brandpuntsafstand f van het objectief is $0{,}90$ m.

3p **26** Bereken de afstand tot de Krabnevel, in lichtjaar of in meter.

De Krabnevel staat op een enorme afstand van de aarde.
Berry en Ate discussiëren over de vraag wanneer de explosie plaatsvond waaruit de Krabnevel is ontstaan.
Berry denkt dat de explosie gewoon in het jaar 1054 plaatsvond.
Ate zegt dat het veel langer geleden gebeurd moet zijn.

2p **27** Leg uit wie van hen gelijk heeft.

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