Examen VWO

2007

tijdvak 2
woensdag 20 juni
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde 1,2

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage.

Het examen bestaat uit 23 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 83 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.

700049-2-021o

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Tuinslang

Frank en Marloes doen proeven met een tuinslang. Eerst onderzoeken zij met welke snelheid het water uit de spuitmond spuit. Daartoe klemmen zij de spuitmond horizontaal in een statief. Zie figuur 1.

figuur 1

Met de op de foto zichtbare rolmaat meten zij de hoogte van de spuitmond tot de grond: $1{,}20$ m. Nadat zij de kraan opengezet hebben, spuit het water horizontaal uit de spuitmond. De wrijving van het water met de lucht wordt verwaarloosd.

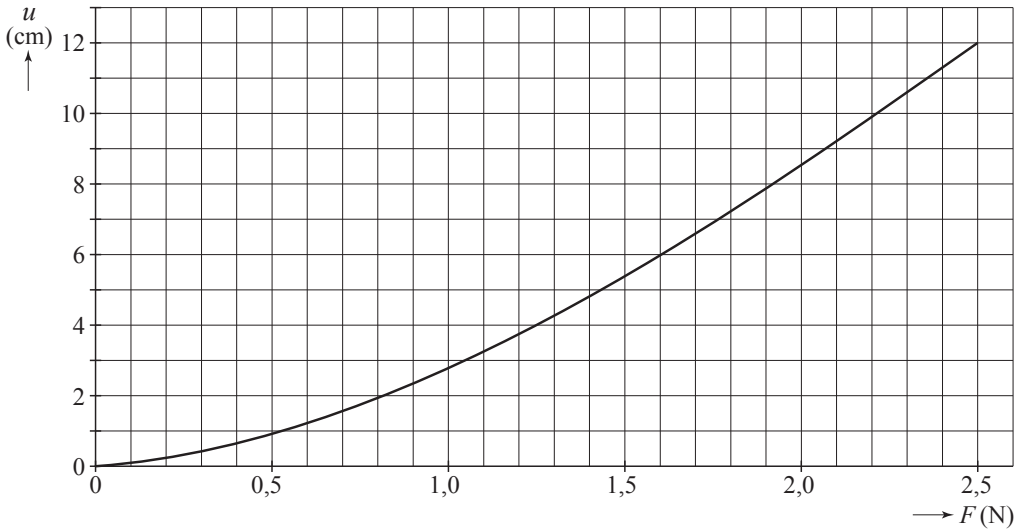
5p **1** Bepaal met behulp van figuur 1 de horizontale snelheid van het water bij het verlaten van de spuitmond.

natuurkundeuitgelegd.nl

Als Frank de tuinslang los op de grond legt, beweegt het spuitstuk achteruit ten gevolge van een terugstotende kracht. Frank en Marloes willen deze reactiekracht meten met een elastiek.

Daartoe bepalen zij op school de ijkgrafiek van het elastiek. Het resultaat van hun metingen staat in figuur 2.

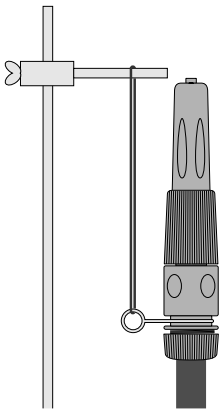
figuur 2



4p **2** Beschrijf hoe Marloes en Frank zo'n ijkgrafiek kunnen maken. Denk daarbij in ieder geval aan:
- een tekening van een mogelijke opstelling;
- het benoemen van de gebruikte meetinstrumenten;
- uitleg hoe de uitrekking u bepaald wordt.

Marloes hangt de spuitmond op aan het elastiek. Zie figuur 3. Door het gewicht van de spuitmond rekt het elastiek $4{,}0$ cm uit. Na het opendraaien van de kraan is de uitrekking $6{,}4$ cm. Er komt elke seconde $0{,}100$ kg water uit de spuitmond. Het water ondergaat bij het passeren van de spuitmond een snelheidsverandering die de terugstotende kracht op de spuitmond veroorzaakt.

figuur 3



3p **3** Bepaal de snelheidsverandering van het water bij het passeren van de spuitmond.

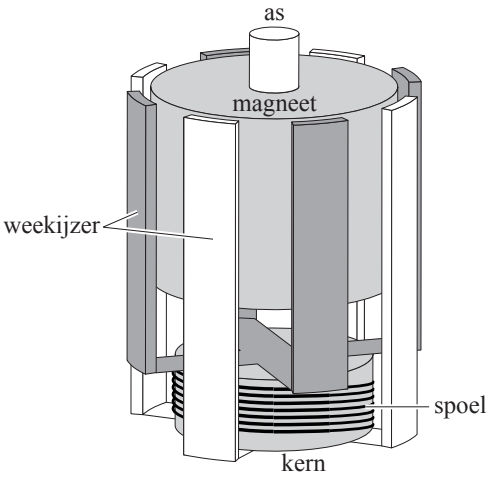
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 2 Fietsdynamo

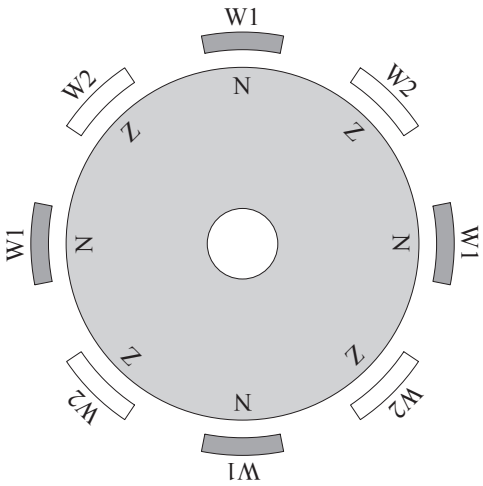
Met een fietsdynamo kunnen we de lampjes van een fiets laten branden.

2p **4** Leg uit hoe met een dynamo spanning wordt opgewekt. Gebruik daarbij in ieder geval het woord flux.

figuur 4



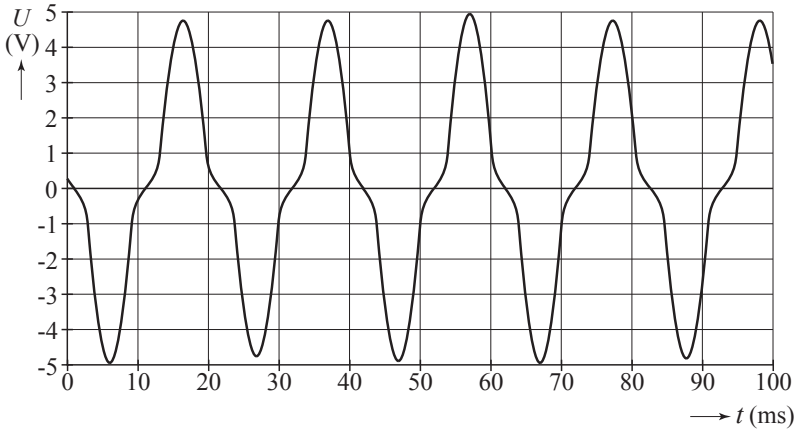
figuur 5



Berend onderzoekt de spanning van een bepaald type fietsdynamo. Bij dit type draait de magneet rond tussen repen weekijzer die de uiteinden van de weekijzeren kern van de spoel vormen. Zie figuur 4.

De magneet blijkt aan de buitenkant acht polen te hebben: om en om een noord- en een zuidpool. De tekening van figuur 5 toont een bovenaanzicht van de magneet en de repen weekijzer. De grijs gekleurde repen W1 vormen dus samen het ene uiteinde van de weekijzeren kern en de wit gekleurde repen W2 samen het andere uiteinde.
Op deze dynamo sluit hij een lampje aan. Vervolgens brengt hij het wieltje van de dynamo aan het draaien. Hij maakt een diagram van de spanning over het lampje tegen de tijd. Zie figuur 6.

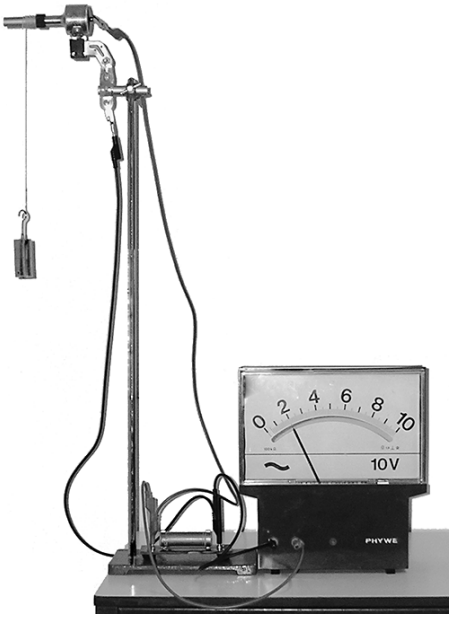
figuur 6



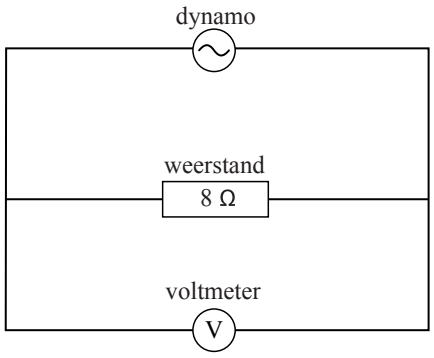
3p **5** Bepaal de frequentie waarmee het wieltje ronddraait.

natuurkundeuitgelegd.nl

figuur 7



figuur 8



Om het rendement van de dynamo te bepalen bouwt Berend de opstelling van figuur 7. De elektrische schakeling die bij deze opstelling hoort, is getekend in figuur 8.

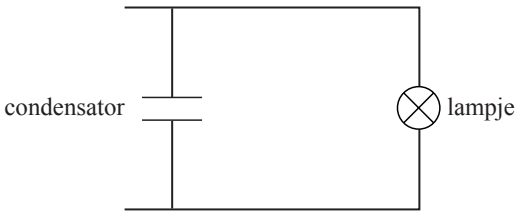
Als hij het gewichtje loslaat, gaat het wieltje van de dynamo draaien. Enige tijd na het loslaten bereikt het gewichtje een constante snelheid. Na het bereiken van de constante snelheid legt het gewichtje in $1{,}3$ s een afstand van $1{,}00$ m af. De massa van het gewichtje is 200 g. De effectieve waarde van de geleverde wisselspanning is $1{,}6$ V. De grootte van de weerstand is $8{,}0$ Ω.

4p **6** Bereken het rendement van deze dynamo voor de omzetting van zwaarte-energie in elektrische energie in deze situatie.

Berend wil een elektrische schakeling bouwen, waardoor het achterlicht nog minstens 30 s zichtbaar brandt nadat hij is gestopt met fietsen. Het lampje brandt zichtbaar als de spanning erover $4{,}0$ V of meer bedraagt.
Hij wil een condensator gebruiken die tijdens het fietsen wordt opgeladen. Een deel van zijn elektrische schakeling is getekend in figuur 9.

Op $t = 0$ s, het moment dat de fiets stopt, is de spanning over de condensator $6{,}0$ V. De condensator ontlaadt zich vervolgens over het lampje.
Berend berekent de minimale capaciteit van de condensator die hij nodig heeft. Hij neemt aan dat de weerstand van het lampje een constante waarde van 110 Ω heeft.

figuur 9



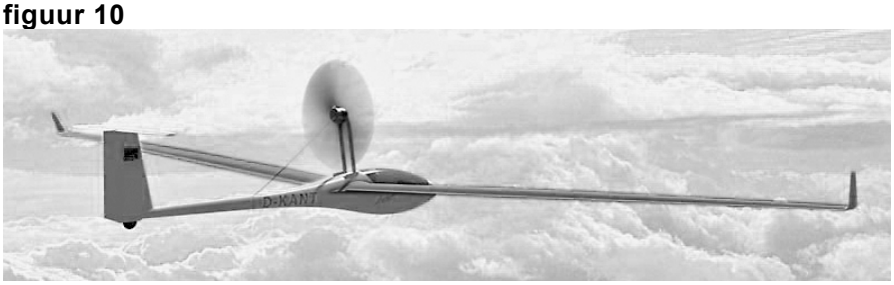
3p **7** Voer de berekening uit.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Zweefvliegen

De Antares is een zweefvliegtuig met een inklapbare propeller. Bij het opstijgen wordt de propeller gebruikt. Als het zweefvliegtuig op hoogte is, wordt de propeller stilgezet en ingeklapt.
In figuur 10 zie je de Antares met uitgeklapte propeller.

figuur 10



Het zweefvliegtuig heeft een maximale verticale stijgsnelheid van $4{,}6\ \mathrm{m\,s^{-1}}$.
De massa van het vliegtuig is $420\ \mathrm{kg}$.

2p **8** Bereken het vermogen dat minimaal nodig is om het vliegtuig met deze snelheid te laten stijgen.

De accu's voor de elektromotor van de propeller kunnen een maximaal vermogen leveren van $42\ \mathrm{kW}$.
Een acculader laadt deze accu's in $9{,}0$ uur volledig op. Deze acculader is aangesloten op de netspanning van $230\ \mathrm{V}$ en neemt gedurende het laden gemiddeld een stroomsterkte van $12{,}0\ \mathrm{A}$ af. De elektrische energie die de accu's kunnen leveren bedraagt 75% van de energie die de acculader uit het net heeft afgenomen.

4p **9** Bereken hoeveel minuten de accu's de propeller met maximaal vermogen kunnen aandrijven.

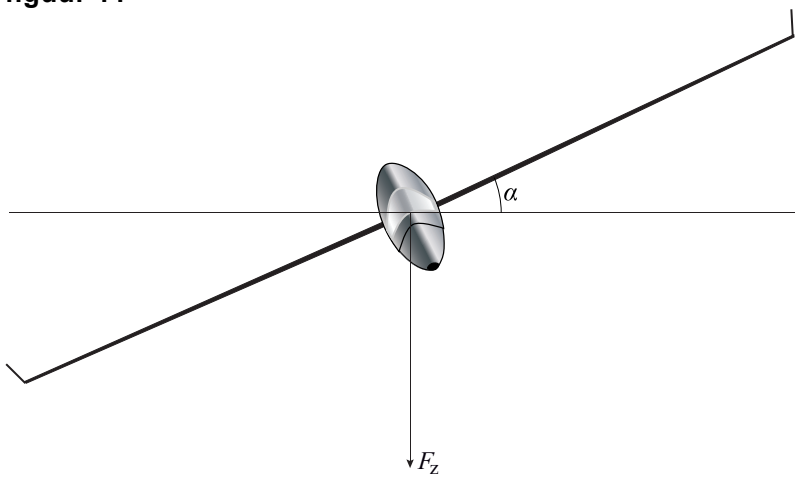
Het vliegtuig heeft een nieuw type kreukelzone. Daardoor heeft de piloot een grote kans een frontale botsing tegen een stevige muur te overleven. Neem aan dat de kreukelzone bij zo'n botsing met $80\ \mathrm{km\,h^{-1}}$ over $200\ \mathrm{cm}$ wordt ingedeukt. Neem verder aan dat de veiligheidsriemen zover uitrekken dat de piloot $40\ \mathrm{cm}$ vanaf de rugleuning naar voren schuift en dat de piloot een massa heeft van $75\ \mathrm{kg}$.

4p **10** Bereken de gemiddelde vertraging die de piloot tijdens zo'n botsing zou ondervinden.

natuurkundeuitgelegd.nl

Bij windstil weer maakt het zweefvliegtuig een bocht in het horizontale vlak met een constante baansnelheid van $120\ \mathrm{km\,h^{-1}}$. Er werken dan in het verticale vlak twee krachten op het vliegtuig: de zwaartekracht F_z en de liftkracht F_{lift}. De liftkracht staat loodrecht op de vleugels. De hoek tussen de vleugels en het horizontale vlak noemen we α. Zie figuur 11. Figuur 11 staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 11



5p **11** Bepaal de straal van de bocht. Teken daartoe eerst in de figuur op de uitwerkbijlage de liftkracht op het vliegtuig in de juiste verhouding tot de zwaartekracht.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Kolibrie

De kolibrie is een klein vogeltje dat door de snelle vleugelslag stil kan blijven hangen in de lucht. Zie figuur 12. Een onderzoeker maakte deze foto om de lengte l van de vogel te bepalen.
Hij gebruikte een telelens met een brandpuntsafstand van $135\ \text{mm}$. De afstand van kolibrie tot lens was $1{,}80\ \text{m}$. Het beeld werd vastgelegd op een beeldchip. De afmetingen van deze beeldchip zijn $12{,}8 \times 9{,}6\ \text{mm}$. Figuur 12 is een volledige afbeelding van het vastgelegde beeld.

figuur 12

5p **12** Bepaal de lengte l van de kolibrie.

De onderzoeker hoort een zoemtoon die wordt veroorzaakt door het trillen van de vleugels. Op $1{,}80\ \text{m}$ afstand van de kolibrie bedraagt het geluids(druk)niveau $38\ \text{dB}$. Ga ervan uit dat de geluidsbron puntvormig is en dat het geluid in alle richtingen gelijk verdeeld wordt.

3p **13** Bereken het geluidsvermogen P dat door de vleugels geproduceerd wordt.

De onderzoeker wil te weten komen hoe groot de maximale snelheid van de vleugeltips is als de kolibrie stil hangt voor een bloem. Hij meet een zoemtoon van $75\ \text{Hz}$ ten gevolge van het trillen van de vleugels. Hij neemt aan dat de vleugeltips bij benadering een harmonische trilling uitvoeren. Uitgaande van gemaakte foto's schat hij de amplitudo op $7{,}0\ \text{cm}$.

3p **14** Bereken de maximale snelheid van de vleugeltips.

De kolibrie vliegt naar een andere bloem. Bij het vliegen is de frequentie waarmee de vleugels op en neer gaan lager dan tijdens het stilhangen voor een bloem.
Tijdens het vliegen verandert de vogel voortdurend van richting. De waargenomen frequentie van de zoemtoon tijdens het vliegen blijkt te variëren tussen 40 en $60\ \text{Hz}$. De onderzoeker vraagt zich af of deze variatie in frequentie kan worden veroorzaakt door het dopplereffect. De onderzoeker weet dat de gemiddelde snelheid van dit soort kolibries $40\ \text{km h}^{-1}$ bedraagt met uitschieters tot $65\ \text{km h}^{-1}$. De temperatuur van de lucht is $20\ ^\circ\text{C}$.

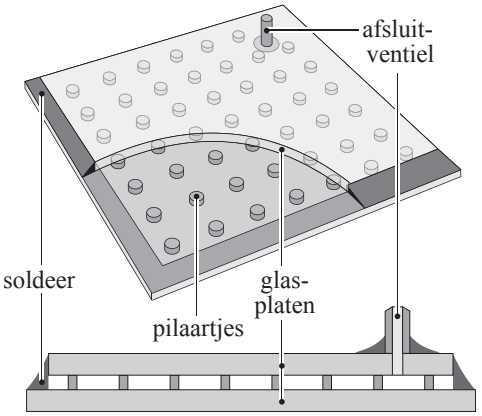
4p **15** Ga met een berekening na of de waargenomen variatie in de frequentie kan worden verklaard met het dopplereffect.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Vacuümglas

Lees het volgende artikel.

In plaats van ruiten van gewoon dubbelglas worden tegenwoordig in woningen ook ruiten van zogenaamd vacuümglas toegepast.
Bij gewoon dubbelglas bevindt zich droge lucht tussen de twee glasplaten. De ruit is 12 mm dik.
Bij vacuümglas is de ruimte tussen de twee glasplaten vacuüm. Minuscule pilaartjes voorkomen dat de glasplaten tegen elkaar aangedrukt worden.
De ruit is nauwelijks dikker dan 6 mm en isoleert beter dan een ruit van gewoon dubbelglas.



De warmtegeleiding via de pilaartjes is verwaarloosbaar.

2p **16** Leg uit waarom vacuümglas beter isoleert dan gewoon dubbelglas.

Voor P, de hoeveelheid warmte die per seconde door een ruit gaat, geldt:

$$P = \mu A \Delta T$$

Hierin is:
- μ de warmtedoorgangscoëfficient van de ruit;
- A de oppervlakte van de ruit;
- ΔT het temperatuurverschil tussen binnen- en buitenkant van de ruit.

De waarde van μ voor een ruit van vacuümglas is $1{,}4\ \text{W m}^{-2}\,\text{K}^{-1}$.
De waarde van μ voor een ruit van dubbelglas is $3{,}5\ \text{W m}^{-2}\,\text{K}^{-1}$.

Op een bepaalde middag is gedurende $4{,}0$ uur de buitentemperatuur $3{,}0\ ^\circ\text{C}$ en de binnentemperatuur $19\ ^\circ\text{C}$. Het vertrek dat verwarmd wordt, heeft ruiten met een totale oppervlakte van $6{,}0\ \text{m}^2$. De verwarmingsinstallatie verbrandt Gronings aardgas en heeft een rendement van 90%.

5p **17** Bereken hoeveel kubieke meter (Gronings) aardgas men in die $4{,}0$ uur bespaart bij gebruik van vacuümglas in plaats van gewoon dubbelglas.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Stralingsrisico's

Medewerkers van radiodiagnostische laboratoria werken veel met radioactieve stoffen. In deze opgave worden de eigenschappen en het effect van ioniserende straling bestudeerd.

De vervalvergelijking van Si-31 is:

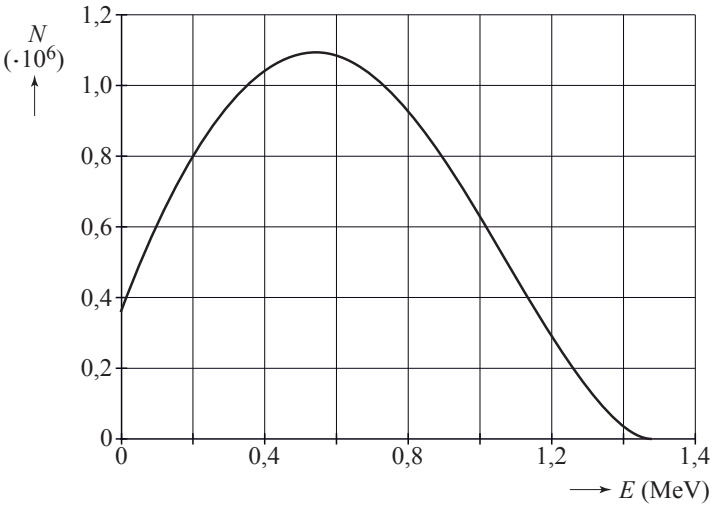
$$^{31}_{14}\text{Si} \rightarrow {}^{31}_{15}\text{P} + \beta.$$

De maximale energie van de uitgezonden β-deeltjes bij het verval van de isotoop Si-31 staat in Binas.

4p **18** Toon met behulp van het massadefect aan dat de energie die de P-31-kern krijgt, te verwaarlozen is ten opzichte van de energie die het β-deeltje krijgt.

In werkelijkheid hebben de door Si-31 uitgezonden β-deeltjes niet allemaal de in Binas genoemde maximale energie. In figuur 13 is de verdeling van de uitgezonden β-deeltjes met bijbehorende energie E gegeven.

figuur 13



3p **19** Leg uit hoe je met figuur 13 kunt bepalen hoeveel procent van de uitgezonden β-deeltjes een energie kleiner dan 1,0 MeV heeft. (Je hoeft de bepaling niet uit te voeren.)

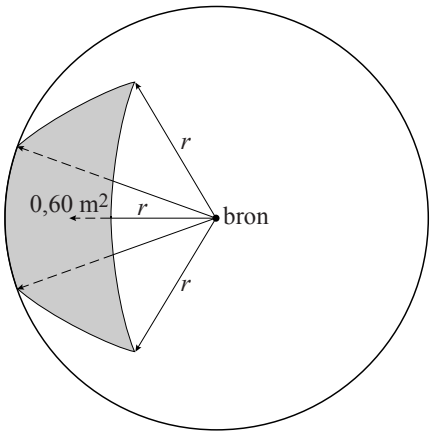
Het ontstaan van β-deeltjes met minder energie dan de maximale energie wordt verklaard doordat er bij elk β-verval ook één antineutrino vrijkomt.

3p **20** Bepaal de meest voorkomende energie van de antineutrino's bij het verval van Si-31.

natuurkundeuitgelegd.nl

De onderzoeker gaat werken met een puntvormige stralingsbron die in alle richtingen even sterk γ-straling uitzendt. Hij wil weten hoever hij zich minimaal van de bron moet bevinden zodat niet meer dan 3,0% van het stralingsvermogen hem bereikt.
Hij schat de bestraalde oppervlakte van zijn lichaam op $0{,}60\ \text{m}^2$ en gaat ervan uit dat deze oppervlakte op een bol met straal r om de bron ligt. Zie figuur 14.
Hij verwaarloost het energieverlies van de straling ten gevolge van de lucht en de kleding.

figuur 14



3p **21** Bereken op welke afstand r 3,0% van het uitgezonden stralingsvermogen de onderzoeker bereikt.

De γ-bron straalt met een constant vermogen van $5{,}0 \cdot 10^{-5}$ W. 50% van de opvallende γ-straling wordt geabsorbeerd door 80 kg lichaamsweefsel. Een maat voor de stralingsbelasting is de equivalente dosis (dosisequivalent) H, gegeven door:

$$H = Q\frac{E}{m}$$

Hierin is:
- Q de (stralings)weegfactor (kwaliteitsfactor), Q = 1 voor γ-straling;
- E de geabsorbeerde stralingsenergie in J;
- m de bestraalde massa in kg.

De maximaal toegestane stralingsbelasting is 20 mSv per jaar. 3,0% van het uitgezonden stralingsvermogen bereikt de onderzoeker.

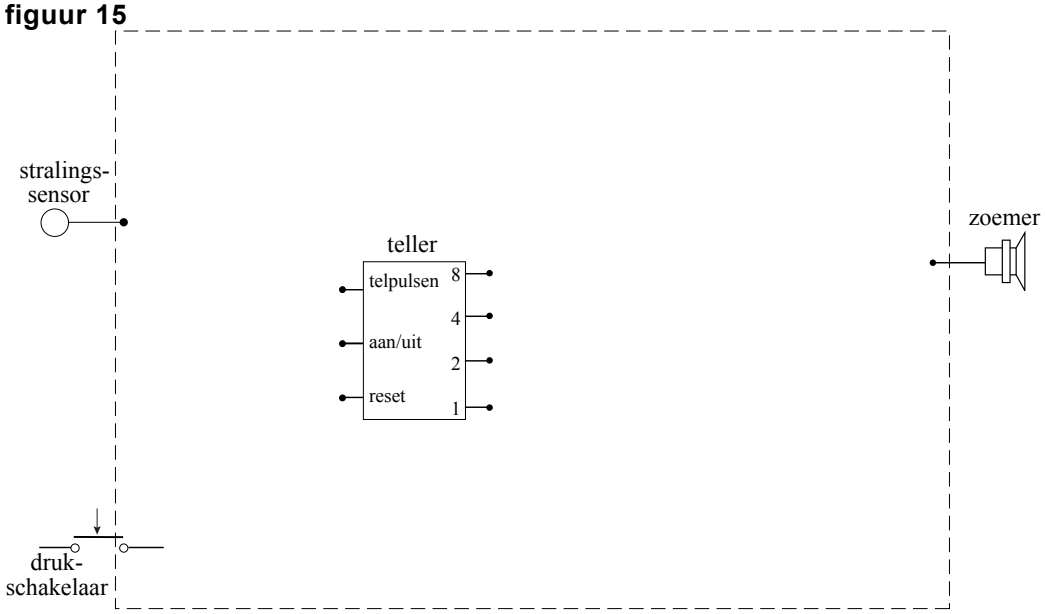
4p **22** Bereken hoe lang de onderzoeker in een jaar onder deze omstandigheden met deze bron mag werken als dit de enige stralingsbelasting zou zijn.

Let op: de laatste vraag van dit examen staat op de volgende pagina.

natuurkundeuitgelegd.nl

De stralingsbelasting wordt gemeten met badges die een alarm kunnen afgeven. Dit type badge bevat een stralingssensor en een geautomatiseerd systeem dat de door de stralingssensor afgegeven spanning verwerkt. In figuur 15 is een gedeelte van dit systeem getekend. Figuur 15 staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 15



5p **23** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage een automatisch systeem dat aan de volgende eisen voldoet:

- Het alarm gaat af als de drager eenmalig wordt blootgesteld aan een stralingsniveau dat overeenkomt met een spanning hoger dan $3{,}0$ V.
- Het alarm gaat ook af als de drager voor de derde keer is blootgesteld aan een stralingsniveau dat overeenkomt met een spanning hoger dan $1{,}0$ V.
- Het alarm moet handmatig afgezet worden met de drukschakelaar waarmee tevens de teller gereset wordt.

Deze pulsenteller staat aan als er niets is aangesloten op de aan/uit-ingang.

Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.

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