natuurkunde 1

Examen VWO

Voorbereidend
Wetenschappelijk
Onderwijs

20**05**

Tijdvak 2
Woensdag 22 juni
13.30 – 16.30 uur

Voor dit examen zijn maximaal 81 punten te behalen; het examen bestaat uit 23 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de uitwerking van de vragen 2, 3, 4, 5, 12, 19 en 22 is een uitwerkbijlage 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.

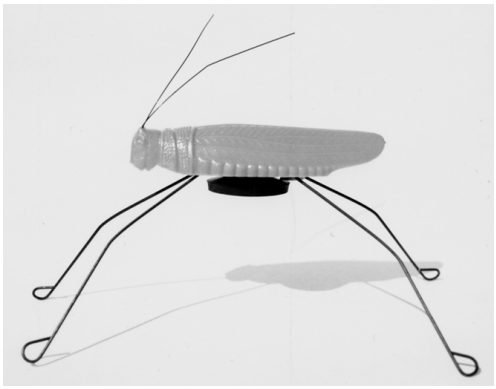
Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden e.d.) dan er worden gevraagd. Als er bijvoorbeeld twee redenen worden gevraagd en je geeft meer dan twee redenen, dan worden alleen de eerste twee in de beoordeling meegeteld.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Sprinkhaan

Figuur 1 is een foto van een speelgoed-sprinkhaan. Onder het lijf van de sprinkhaan zit een zuignap, die zich op de ondergrond vastzuigt als je de sprinkhaan stevig naar beneden drukt.
Wanneer er lucht onder de zuignap komt, springt de sprinkhaan omhoog doordat zijn poten als veren werken.

figuur 1



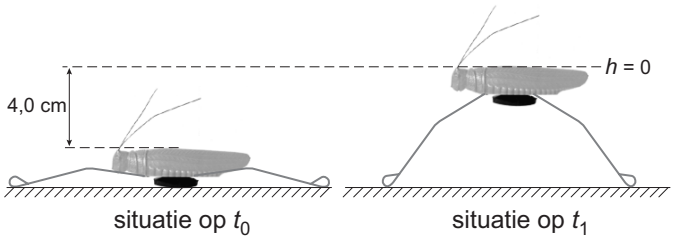
Tessa en Suzanne doen onderzoek aan de sprinkhaan. Eén van hun onderzoeksvragen luidt:
"Hoe groot is de snelheid van de sprinkhaan als de poten loskomen van de ondergrond?"

Om een idee te krijgen van de grootte van deze snelheid, laten zij de sprinkhaan vanaf de grond omhoogspringen. Zij schatten de hoogte die de sprinkhaan bereikt op 1,0 m.

3p **1** ☐ Bereken met welke snelheid de sprinkhaan volgens deze schatting van de grond loskomt.
Ga er daarbij van uit dat de wrijving verwaarloosbaar is.

In figuur 2 zijn twee standen van de sprinkhaan getekend.

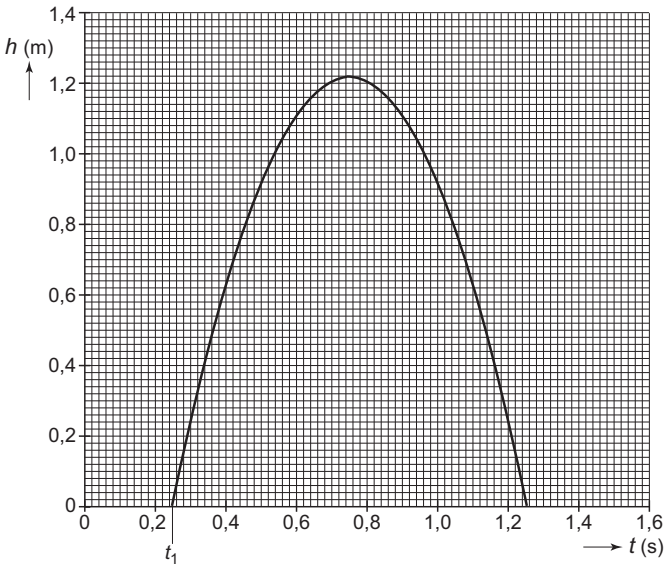
figuur 2



Op t_0 komt de zuignap los van de ondergrond. Op t_1 komen de poten los van de ondergrond.

Met behulp van een afstandssensor en een computer maakt Tessa een grafiek die de hoogte van de sprinkhaan weergeeft als functie van de tijd.
De afstandssensor is zó geijkt dat $h = 0$ hoort bij de situatie op t_1. Zie figuur 2 en 3.
Figuur 3 staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 3



natuurkundeuitgelegd.nl

3p **2** ☐ Bepaal de snelheid op t_1 met behulp van een raaklijn in de figuur op de uitwerkbijlage.

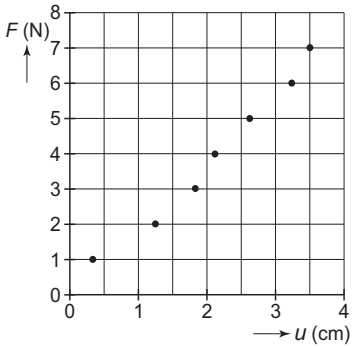
Na $t = 0{,}75$ s valt de sprinkhaan omlaag.

3p **3** ☐ Ga met behulp van figuur 3 na of de sprinkhaan bij zijn val meetbare luchtwrijving ondervindt.

Een andere onderzoeksvraag van Tessa en Suzanne luidt:
"Hoeveel procent van de oorspronkelijke veerenergie wordt er omgezet in zwaarte-energie?"

Susanne duwt de sprinkhaan met behulp van een krachtmeter omlaag. Bij verschillende waarden van de kracht F meet zij de indrukking u van de sprinkhaan. Zie figuur 4.
Als de zuignap zich vastzuigt, is de sprinkhaan 4,0 cm omlaaggeduwd.
Omdat de wrijving tijdens het indrukken verwaarloosbaar is, kan uit figuur 4 de veerenergie worden bepaald die in de poten is opgeslagen.
Figuur 3 en 4 staan vergroot op de uitwerkbijlage.
De massa van de sprinkhaan is 6,2 g.

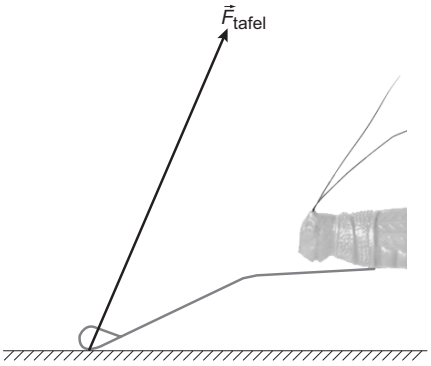
figuur 4



5p **4** ☐ Bepaal met behulp van de figuren op de uitwerkbijlage hoeveel procent van de veerenergie tijdens een sprong wordt omgezet in zwaarte-energie.

Bij het naar beneden duwen van de sprinkhaan oefent de tafel op elk van de vier poten een kracht F_{tafel} uit. In figuur 5 is deze kracht op één poot getekend.

figuur 5



Aangenomen mag worden dat:
- de totale duwkracht gelijkmatig over de vier poten verdeeld is;
- de zwaartekracht verwaarloosbaar is ten opzichte van de duwkracht.

In figuur 5 is de situatie weergegeven bij een totale duwkracht van 6,0 N. Figuur 5 staat ook op de uitwerkbijlage.

4p **5** ☐ Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de grootte van F_{tafel}. Ontbind F_{tafel} daartoe eerst in horizontale en in verticale richting.

natuurkundeuitgelegd.nl

In een ziekenhuis kan gebruik gemaakt worden van echoschopie om een ongeboren baby te bekijken. Hierbij wordt gebruik gemaakt van ultrasone geluidsgolven met een frequentie tussen 1,0 MHz en 10 MHz.
Bij het maken van een echo worden deze golven uitgezonden door een bron in het echoapparaat en teruggekaatst tegen het ongeboren kind. De teruggekaatste golven worden geregistreerd door een ontvanger in het echoapparaat.
De geluidssnelheid in lichaamsweefsel is gelijk aan die in water van 40 °C.

3p **6** ☐ Bereken tussen welke waarden de golflengte van de gebruikte golven in lichaamsweefsel ligt.

2p **7** ☐ Leg met het begrip buiging uit waarom geluidsgolven uit het hoorbare gebied niet geschikt zijn voor deze toepassing van echoscopie.

Lees onderstaand krantenartikel.

artikel

Herrie voor ongeboren kind

Echo-onderzoek van een ongeboren kind kan flink wat geluidsoverlast opleveren voor de baby. Hoewel de geluidsgolven zelf niet hoorbaar zijn, veroorzaakt het echoapparaat door duizenden malen per seconde steeds opnieuw pulsen uit te zenden, hoorbare trillingen in de baarmoeder. Recht op het oortje gericht, produceert het echoapparaat zelfs 100 decibel, de herrie van een voorbij denderende trein.

naar: Eindhovens Dagblad, december 2001

Bij het maken van een echo wordt de bron van het echoapparaat tegen de buikwand van de moeder geplaatst. De afstand tussen de buikwand en het ongeboren kind is 12 cm.
De ultrasone golven worden in pulsen uitgezonden. De duur van een puls is 110 µs.
Op een bepaald tijdstip vertrekt het begin van de puls van de bron van het echoapparaat.
Zodra het echoapparaat het einde van de teruggekaatste puls heeft ontvangen, wordt de volgende puls uitgezonden.

5p **8** ☐ Laat met een berekening zien dat het afgeven van de pulsen gebeurt met een frequentie waarvoor het menselijk oor gevoelig is.

In het artikel staat dat het ongeboren kind een geluids(druk)niveau ontvangt van 100 dB.
Stel dat men door nieuwe technieken de geluidsintensiteit met 80% kan terugbrengen.

3p **9** ☐ Bereken in dat geval het geluids(druk)niveau bij het oortje van het ongeboren kind.

natuurkundeuitgelegd.nl

Met een fototoestel is een opname gemaakt van enkele bloemen in de tuin. Zie figuur 6. De bloem in het midden heeft een diameter van 8,9 cm. De afstand van deze bloem tot het fototoestel is 45 cm.
De brandpuntsafstand van de lens is 28 mm. Deze bloem wordt scherp op de film afgebeeld.

figuur 6

3p **10** ☐ Bereken de diameter van deze bloem op de film.

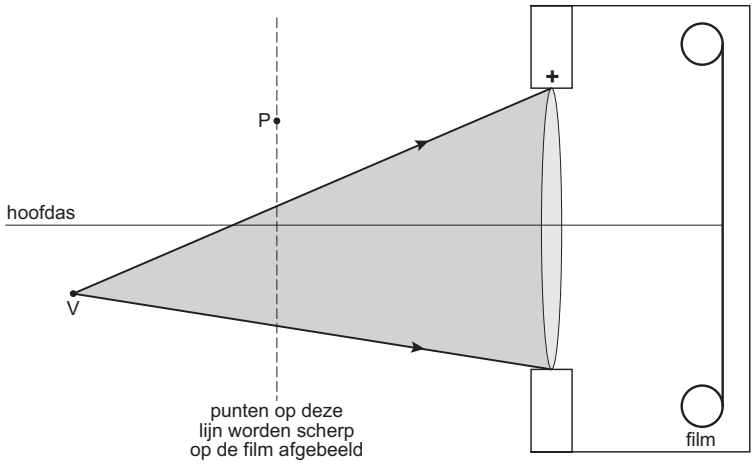
Om een grotere afbeelding van de bloem te maken, wordt een zoomlens gebruikt. Een zoomlens is een lens waarvan je de brandpuntsafstand kunt veranderen.
Figuur 7 is een opname van dezelfde bloem. De afstand van de lens tot de bloem is hetzelfde als bij de opname van figuur 6.

figuur 7

3p **11** ☐ Beredeneer of bij de opname van figuur 7 de brandpuntsafstand van de lens groter of kleiner is dan de brandpuntsafstand van de lens bij de opname van figuur 6.

Als het fototoestel is ingesteld op een afstand van 45 cm, worden voorwerpen die op deze afstand staan, scherp afgebeeld op de film. Een punt V met een andere voorwerpsafstand wordt als een vlekje (onscherp) afgebeeld.
Figuur 8 is een schematische tekening van het fototoestel en de stralenbundel vanuit V.
Figuur 8 is niet op schaal en staat vergroot op de uitwerkbijlage. De stippellijn in deze figuur is de plaats van de punten die scherp op de film worden afgebeeld.

figuur 8



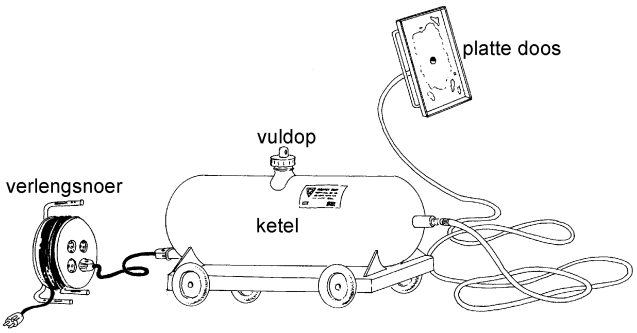
5p **12** ☐ Construeer in de figuur op de uitwerkbijlage de grootte van de lichtvlek van de lichtbundel uit V op de film. Construeer daartoe eerst de plaats van het rechter brandpunt aan de hand van de stralengang vanuit P.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Afstoomapparaat

Voor het verwijderen van oud behang verhuurt een doe-het-zelfzaak een afstoomapparaat. Zie figuur 9. Zo'n apparaat heeft een cilindervormige ketel met een ingebouwd elektrisch verwarmingselement. De ketel wordt voor een deel gevuld met water. Daarna wordt het verwarmingselement aangesloten op de netspanning. Na enige tijd begint het water te koken. Op de ketel is een slang aangesloten. Via deze slang komt hete stoom in een soort platte open doos met handvat. Deze wordt geplaatst tegen het behang dat afgestoomd moet worden. Het behang wordt vochtig en is dan gemakkelijk te verwijderen.

figuur 9



De ketel wordt voor 50% gevuld met water van 20 °C. De ketel mag beschouwd worden als een cilinder met een lengte van 43 cm en een diameter van 18 cm. Verwaarloos het volume van het verwarmingselement.

3p **13** ☐ Bereken de massa van het water in de ketel.

Wim wil in zijn kamer het oude behang afstomen. De netspanning in huis is 230 V. Op het afstoomapparaat staat "2,4 kW; 230 V".
Als het apparaat gevuld is met 4,0 kg water van 20 °C duurt het 11 minuten voordat het water kookt.
De hoeveelheid water die tijdens het opwarmen verdampt, mag verwaarloosd worden.

4p **14** ☐ Bereken het rendement van het opwarmproces van het water.

Wim heeft drie bouwlampen met elk een vermogen van 500 W. Het afstoomapparaat en de lampen zijn in de meterkast aangesloten op één groep met een smeltveiligheid van 16 A.

3p **15** ☐ Laat met behulp van een berekening zien hoeveel bouwlampen tijdens het afstomen maximaal kunnen branden.

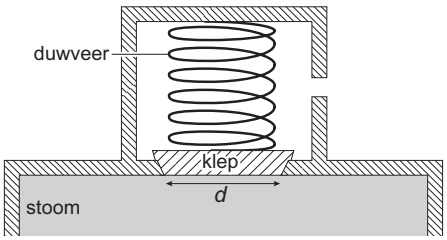
Het snoer van het afstoomapparaat blijkt niet lang genoeg te zijn. Wim haalt een haspel uit de schuur met 10 m verlengsnoer. De koperen aders in het snoer hebben een doorsnede van 0,75 mm^2. Als het afstoomapparaat via het verlengsnoer wordt aangesloten op de netspanning wordt het verlengsnoer warm. De weerstand van het afstoomapparaat (zonder verlengsnoer) is 22,1 Ω.

5p **16** ☐ Bereken hoeveel warmte er per seconde in het verlengsnoer wordt ontwikkeld.

natuurkundeuitgelegd.nl

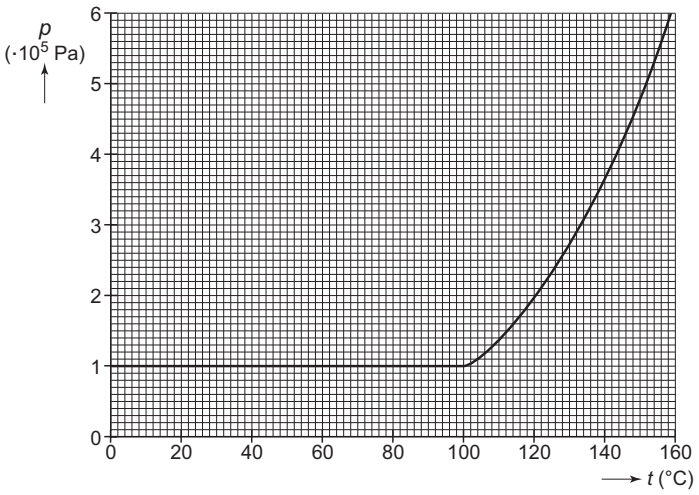
Om bij een dichtgeknepen slang te voorkomen dat de druk in de ketel te hoog oploopt, is een veiligheidsventiel aangebracht. Zie figuur 10. Als de kracht van de stoom op de onderkant van de klep groter is dan de veerkracht, kan er stoom ontsnappen.

figuur 10



De luchtdruk is 1013 hPa. De diameter d van de klep is 2,9 cm.
In de getekende situatie is de veer 7,5 mm ingedrukt. De veerconstante van deze veer bedraagt $6{,}5 \cdot 10^{3}$ $\mathrm{N\,m^{-1}}$.
In figuur 11 is de druk in een gesloten ketel met water bij toenemende temperatuur weergegeven.

figuur 11

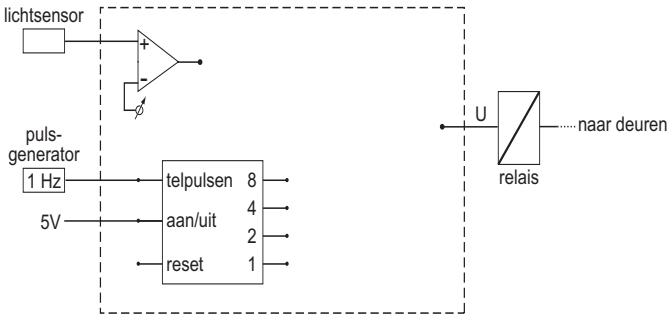


5p **17** ☐ Bepaal bij welke temperatuur het veiligheidsventiel opengaat.

natuurkundeuitgelegd.nl

Deuren in een ziekenhuis openen en sluiten vaak automatisch. In figuur 12 is een deel van het automatische systeem van de deuren getekend. Een lichtstraal valt op een lichtsensor die via een comparator en een aantal andere verwerkers verbonden is met een relais. Het relais bedient de deuren.

figuur 12



2p **18** ☐ Leg de functie van een comparator uit.

De deuren gaan direct open wanneer iemand door een lichtstraal loopt. Acht seconde later gaan ze weer dicht.
Als een tweede persoon door de lichtstraal loopt in de tijd dat de deuren al openstaan, blijven de deuren nog acht seconde open vanaf het moment dat deze persoon door de lichtstraal is gelopen. De deuren zijn open als het signaal U dat naar het relais gaat, hoog is.
Figuur 12 is vergroot weergegeven op de uitwerkbijlage. Behalve de teller en de comparator zijn er nog twee verwerkers nodig om het systeem goed te laten werken.

4p **19** ☐ Teken in de rechthoek van de figuur op de uitwerkbijlage de verwerkers en verbindingen die nodig zijn om het systeem goed te laten werken.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Nanogenerator

Lees het volgende artikel.

artikel

Nanogenerator wekt dodende straling op in een kankercel

Amerikaanse onderzoekers zijn er in geslaagd kankercellen te doden door er een enkel atoom van de radioactieve isotoop actinium-225 binnen te smokkelen.
Omdat veel tumorbehandelingen ook gezond weefsel aantasten, is er grote belangstelling voor methoden die gezond weefsel ontzien. Er is een "voertuig" nodig dat de stralingsbron in de kankercel aflevert. Daartoe wordt het radioactieve atoom actinium-225 aan een antilichaam gekoppeld, dat via binding aan een bepaald eiwit een tumorcel kan binnendringen.
De onderzoekers noemen de combinatie eiwit + antilichaam + actiniumatoom een nanogenerator. Zij zien de nanogenerator als een moleculaire machine.

naar NRC Handelsblad, 17 november 2001

1p **20** ☐ Verklaar het voorvoegsel "nano" in het woord "nanogenerator".

3p **21** ☐ Leg uit waarom actinium-225 voor het beschreven doel een geschikte isotoop is.
Betrek in je antwoord het soort straling dat wordt uitgezonden en de halveringstijd.

Ook het vervalproduct van actinium-225 is niet stabiel. Tot de vervalproducten behoren onder andere de α-stralers francium-221 en astaat-217. Zie de uitwerkbijlage.

5p **22** ☐ Ga na welke stabiele isotoop uiteindelijk ontstaat.
Maak hiertoe het vervalschema op de uitwerkbijlage af; vul op alle stippellijnen het juiste gegeven in.

De α-straling van alle vervalproducten zorgt samen met die van het actinium voor het vernietigen van de tumorcel.

Voor het door de cel ontvangen dosisequivalent geldt: $H = Q \cdot \frac{E}{m}$

hierin is:

- H het dosisequivalent in Sv,
- Q de weegfactor of kwaliteitsfactor (voor α-straling geldt $Q = 20$),
- E de door de cel ontvangen stralingsenergie in J (1,000 MeV = $1{,}602 \cdot 10^{-13}$ J),
- m de massa van het bestraalde weefsel in kg.

In een tumorcel wordt door het antilichaam één actiniumatoom binnengesmokkeld.
Veronderstel dat de massa van de bestraalde cel 0,30 µg bedraagt en dat alle α-straling door deze cel geabsorbeerd wordt.

4p **23** ☐ Bereken het totale dosisequivalent dat deze cel ontvangt ten gevolge van de α-straling.

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