natuurkunde 1

Examen VWO

Voorbereidend
Wetenschappelijk
Onderwijs

20 **06**

Tijdvak 1
Woensdag 31 mei
13.30 – 16.30 uur

Vragenboekje

Voor dit examen zijn maximaal 83 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 beantwoording van de vragen 4, 15, 21 en 24 is een uitwerkbijlage bijgevoegd.

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.

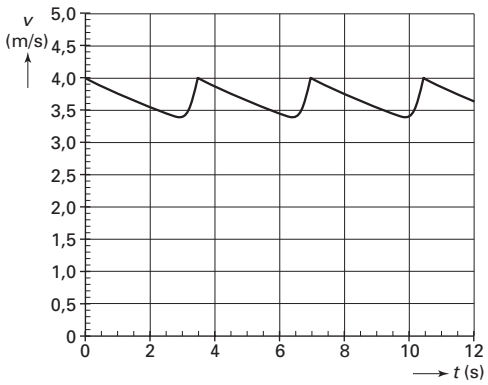
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Steppen

Arie en Bianca wijden hun praktische opdracht aan natuurkundige aspecten van het steppen.
In figuur 1 zie je een foto van de step die zij gebruiken.

figuur 1

figuur 2



Arie gaat met zijn rechtervoet op de step staan en zet (periodiek) met zijn linkervoet af.
Tijdens de afzet neemt de snelheid toe. Na de afzet neemt de snelheid weer af ten gevolge van wrijving. Zie figuur 2. Een deel van deze figuur staat vergroot weergegeven op de uitwerkbijlage.

Arie stept een afstand van 200 m. De snelheid verloopt daarbij voortdurend zoals in figuur 2 is weergegeven.

4p **1** ☐ Bepaal hoe vaak Arie een afzetbeweging maakt om 200 m af te leggen.

Arie wil uit de grafiek het grootste vermogen bepalen, dat hij op een bepaald tijdstip levert.
Hij gebruikt daarbij de formule:

$$P = F_{\text{afzet}} \cdot v = ma \cdot v$$

3p **2** ☐ Leg uit dat het met deze formule bepaalde vermogen maximaal is aan het einde van de afzet.

2p **3** ☐ Leg uit dat Arie bij het gebruik van deze formule de wrijvingskracht verwaarloost.

De massa van Arie met de step is 67 kg.

4p **4** ☐ Bepaal aan de hand van de figuur op de uitwerkbijlage het maximale vermogen dat Arie door het gebruik van deze formule vindt.

Op de step werkt een rolwrijvingskracht $F_{\text{w,rol}}$.
Op Arie en de step werkt tevens een kracht ten gevolge van de luchtweerstand $F_{\text{w,lucht}}$.
Voor de totale wrijvingskracht geldt:

$$F_{\text{w,totaal}} = F_{\text{w,rol}} + F_{\text{w,lucht}}$$

De rolwrijvingskracht is onafhankelijk van de snelheid.
De luchtwrijvingskracht is evenredig met v^2.

2p **5** ☐ Beschrijf hoe Arie en Bianca met gebruikmaking van een krachtmeter de waarde voor de rolwrijvingskracht kunnen bepalen.

natuurkundeuitgelegd.nl

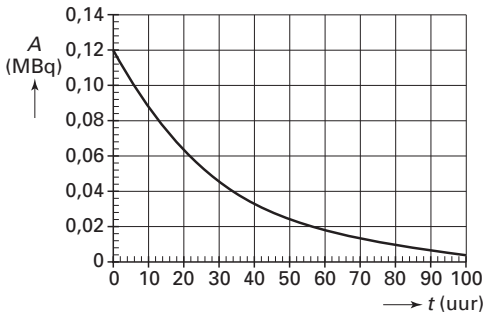
Met een zogenaamde gammacamera kan een opname gemaakt worden van het hart.
In de gammacamera zit een film die gevoelig is voor γ-straling.
Enige tijd voordat de opname gemaakt wordt, krijgt een patiënt een oplossing van kaliumchloride toegediend. Deze oplossing is 'gemerkt' met het radioactieve kalium-43. Kalium, en dus ook kalium-43, wordt door goed werkende hartspieren beter opgenomen dan door slecht werkende hartspieren. Kalium-43 vervalt onder uitzending van β^--straling en γ-straling.

3p **6** ☐ Geef de vervalreactie van kalium-43.

Van een bepaalde hoeveelheid kalium-43 is de activiteit als functie van de tijd gemeten.
Dit is weergegeven in figuur 3.
Voor de activiteit van een radioactieve bron geldt:

$$A(t) = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} N(t)$$

figuur 3



Hierin is:
- $A(t)$ de activiteit in Bq;
- $t_{\frac{1}{2}}$ de halveringstijd;
- $N(t)$ het aantal aanwezige radioactieve kernen.

Tijdens het maken van de opname is de activiteit van het kalium-43 in het hart op een bepaald tijdstip 0,11 MBq.

4p **7** ☐ Bereken de massa van het kalium-43 dat op dat tijdstip in het hart aanwezig is.

De β^--straling die het radioactieve kalium uitzendt, zorgt voor een extra stralingsbelasting van het hart. Voor het dosisequivalent H geldt:

$$H = Q\frac{E_{str}}{m}$$

Hierin is:
- H het dosisequivalent in Sv;
- Q de kwaliteitsfactor (weegfactor) van de soort straling;
- E_{str} de geabsorbeerde stralingsenergie in J;
- m de massa van het bestraalde orgaan in kg.

Het totaal aantal kernen kalium-43, dat door het hart is opgenomen en daar vervalt, bedraagt $8{,}0 \cdot 10^9$. Neem aan dat 70% van de β^--straling door het hart geabsorbeerd wordt.
Het hart heeft een massa van 250 g. De kwaliteitsfactor van β^--straling is 1.
De β^--deeltjes hebben een energie van $1{,}3 \cdot 10^{-13}$ J.

4p **8** ☐ Geef op grond van een berekening aan of je bij het maken van deze hartfoto het gezondheidsrisico voor de patiënt aanvaardbaar vindt.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Toeristenpet

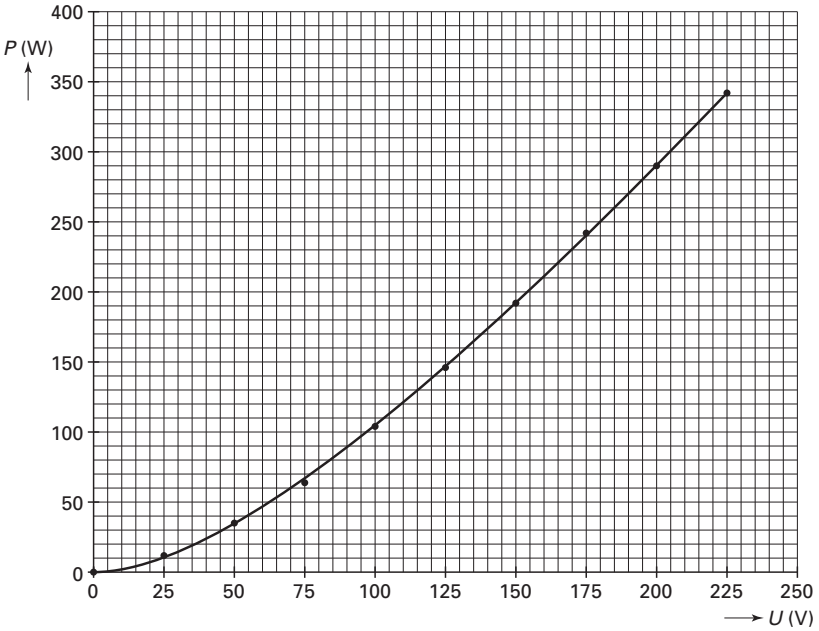
Suzanne heeft op vakantie een bijzondere pet gekocht. Zie figuur 4.

figuur 4

In de klep van de pet zit een motortje met daaraan vier ventilatorbladen die voor verkoeling zorgen als ze ronddraaien.
Een zonnepaneeltje voorziet dit motortje van energie.

Suzanne wil op school onderzoeken hoe de omwentelingsfrequentie van het motortje afhangt van het vermogen van het invallende licht.
Daarvoor gebruikt ze een felle lamp.
Eerst bepaalt zij hoe het vermogen van deze lamp afhangt van de spanning waarop hij is aangesloten.
Suzanne gebruikt een regelbare spanningsbron.
In figuur 5 staat de (P,U)-grafiek die zij gevonden heeft.

figuur 5



4p **9** ☐ Beschrijf wat Suzanne moest doen om deze grafiek te verkrijgen.
Teken daartoe eerst de schakeling die zij gebruikt heeft.

4p **10** ☐ Ga na of de weerstand van de lamp afhangt van de spanning waarop de lamp is aangesloten.

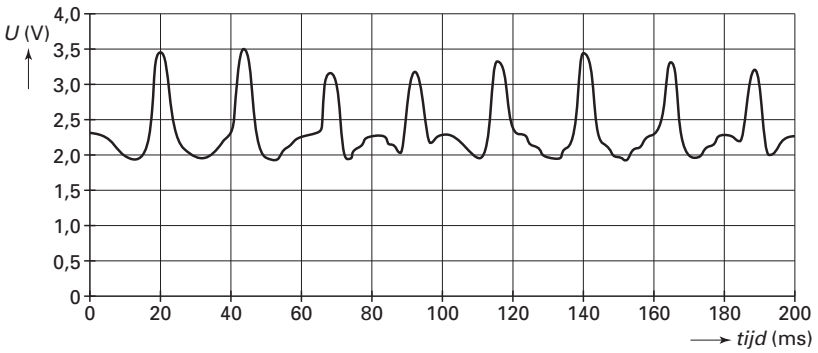
natuurkundeuitgelegd.nl

Suzanne zet het zonnepaneel op 9 cm afstand van de gloeidraad in de lamp.
Zij stelt de spanning in op 175 V. Het motortje draait met een constant toerental.
Zij gaat ervan uit dat het rendement van de lamp bij deze spanning 5% bedraagt.
Zij beschouwt de lamp als een lichtbron die in alle richtingen evenveel licht uitzendt.
Het zonnepaneeltje is 5,5 cm lang en 4,6 cm breed.

4p **11** ☐ Bereken het vermogen van het licht dat op het zonnepaneeltje valt. Ga er daarbij vanuit dat het hele paneeltje zich op 9 cm van de lamp bevindt.

Suzanne bepaalt de omwentelingsfrequentie van het motortje. Zij richt een laserstraal op een sensor. De sensor geeft dan een constante spanning af.
Dan laat zij de vier ventilatorbladen periodiek deze laserstraal onderbreken.
In figuur 6 staat het nieuwe sensorsignaal.

figuur 6

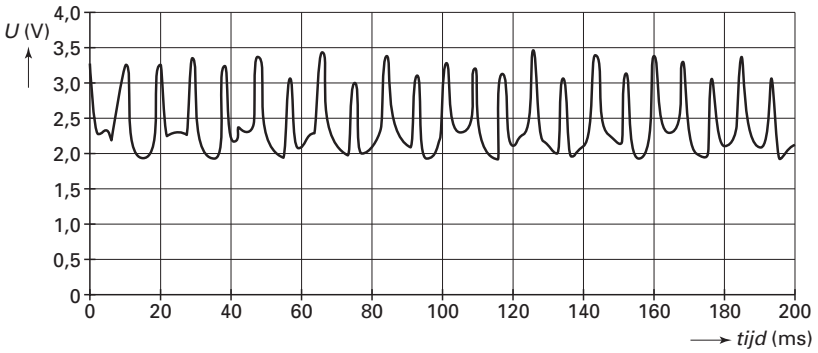


3p **12** ☐ Bepaal de omwentelingsfrequentie van het motortje.

Suzanne stelt nu als hypothese: *De omwentelingsfrequentie is recht evenredig met het vermogen van het licht dat op het zonnepaneeltje valt.*

Zij verhoogt de spanning over de lamp van 175 V naar 225 V.
In figuur 7 staat het sensorsignaal als de lamp brandt op een spanning van 225 V.

figuur 7



4p **13** ☐ Ga na of de resultaten in overeenstemming zijn met de hypothese van Suzanne.

natuurkundeuitgelegd.nl

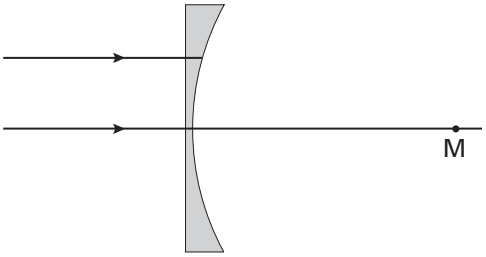
Opgave 4 Brillenglas

Om goed te kunnen zien, heeft Sjaak een bril met negatieve lenzen nodig.

2p **14** □ Leg uit of Sjaak zonder bril verziend of bijziend is.

In figuur 8 is een dwarsdoorsnede van een brillenglas getekend. Het lensoppervlak van het brillenglas is aan één kant vlak en aan één kant hol. Het holle oppervlak is een deel van een bol met middelpunt M. Loodrecht op de vlakke kant van het brillenglas vallen twee evenwijdige lichtstralen. Het glas heeft een brekingsindex van 1,80.
Op de uitwerkbijlage is figuur 8 vergroot weergegeven.

figuur 8



4p **15** □ Construeer in de figuur op de uitwerkbijlage met behulp van een berekening het verdere verloop van de bovenste lichtstraal.

De brillenglazen van Sjaak hebben een sterkte van –11,0 dioptrie.
Zonder bril is zijn nabijheidsafstand 6,4 cm.

3p **16** □ Bereken de nabijheidsafstand van Sjaak mét bril. De afstand tussen oog en brillenglas hoeft niet te worden betrokken in de berekening.

Opgave 5 Heteluchtballon

In een mand hangend onder een heteluchtballon kan men toertochten maken door de lucht. Voordat de ballon kan opstijgen moet deze gevuld worden met lucht. Dat gebeurt met behulp van een grote ventilator die lucht in de ballon blaast terwijl deze uitgespreid ligt over het gras. Zie figuur 9.

figuur 9

De ventilator heeft een elektrisch vermogen van 500 W en blaast in 20 minuten 2700 m^3 lucht in de ballon. De dichtheid van de lucht is 1,18 kg m^{-3}. De ventilator geeft de lucht een snelheid van 6,0 m s^{-1}.

4p **17** □ Bereken welk percentage van de elektrische energie omgezet wordt in bewegingsenergie van de lucht.

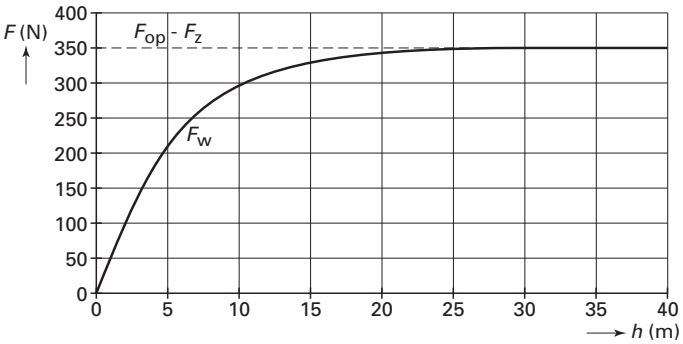
natuurkundeuitgelegd.nl

De temperatuur van de lucht is 25 ºC. De luchtdruk is 1013 hPa. De massa van 1 mol lucht is 29 g. Neem aan dat het volume van de ballon na het opblazen constant 2700 m^3 is.
Vlak voor het opstijgen verwarmt men de lucht in de ballon met een grote gasbrander.
Door het verwarmen zet de lucht uit en ontsnapt gedeeltelijk uit de ballon.
Hierdoor komt de ballon los van de grond en bevindt zich even later boven de mand.
Als er 572 kg lucht ontsnapt is, is de ballon zoveel lichter geworden dat de mand net loskomt van de grond. Met touwen aan de mand wordt voorkomen dat de ballon met mand al opstijgt.
De lucht in de ballon mag beschouwd worden als een ideaal gas.

4p **18** ☐ Bereken de temperatuur van de lucht in de ballon als de mand net loskomt van de grond.

De ballonvaarders stappen vervolgens in de mand. De lucht in de ballon wordt verder verwarmd. Als de resulterende verticale kracht groot genoeg is, laat men de touwen los en stijgt de ballon op. Tijdens het opstijgen werken er in verticale richting drie krachten: de zwaartekracht F_z, een omhooggerichte kracht F_{op} en de luchtwrijvingskracht F_w.
In figuur 10 is weergegeven hoe de luchtwrijvingskracht F_w op deze ballon verandert tijdens het opstijgen. $F_{op} - F_z$ heeft een constante waarde van 350 N. In de grafiek is h de hoogte boven de grond.

figuur 10



3p **19** ☐ Leg uit dat de ballon na enige tijd een constante verticale snelheid krijgt.

Wanneer de ballon 40 m boven de grond is, zetten de ballonvaarders de brander opnieuw voor korte tijd aan. De brander produceert veel geluid. Op de grond recht onder de ballon wordt een geluidsdrukniveau van 65 dB gemeten.
De geluidsbron is te beschouwen als een puntbron die in alle richtingen gelijkmatig geluid uitzendt. De oren van de ballonvaarders bevinden zich op 80 cm van de branders.
De invloed van reflecties en absorpties kan worden verwaarloosd.

5p **20** ☐ Leg op grond van een berekening uit of de ballonvaarders gehoorbeschermers moeten dragen om ernstige gehoorbeschadiging te voorkomen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Luchtverfrisser

Een bepaalde luchtverfrisser bestaat uit een houder die in het stopcontact gestoken kan worden. In deze houder zit een flesje met geurvloeistof. Zie de figuren 11 en 12.

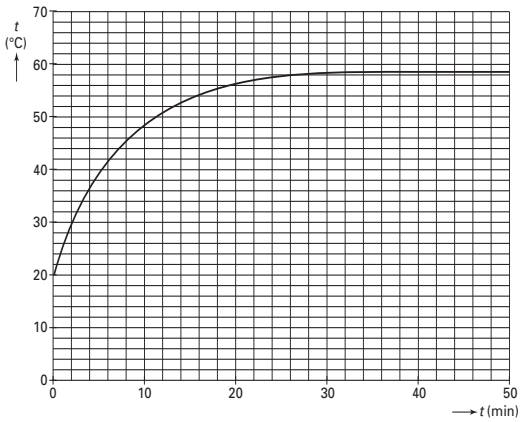
figuur 11

figuur 12

Een wattenstaaf zit met de onderkant in deze vloeistof en steekt aan de andere kant boven het flesje uit.
Als de houder in het stopcontact zit, verwarmt een verwarmingselement het deel van de wattenstaaf boven het flesje. Hierdoor verdampt de geurvloeistof extra snel.
Het vermogen van het verwarmingselement is 2,0 W.

Els gaat deze luchtverfrisser nader onderzoeken.
Eerst stopt zij de houder met het flesje en de wattenstaaf in het stopcontact, nog zonder dat het flesje gevuld is met geurvloeistof.
Gedurende één uur meet Els de temperatuur van het bovenste deel van de wattenstaaf.
De omgevingstemperatuur is 20 °C.
De metingen zijn uitgezet in figuur 13. Deze figuur staat vergroot op de uitwerkbijlage.

figuur 13



Neem aan dat de elektrische energie in het begin volledig wordt gebruikt om het bovenste deel van de wattenstaaf in temperatuur te laten stijgen.

4p **21** ☐ Bepaal de warmtecapaciteit van het bovenste deel van de wattenstaaf.
Gebruik daartoe de grafiek op de uitwerkbijlage.

Vervolgens plaatst Els een flesje gevuld met geurvloeistof in de houder. Al snel kan zij ruiken dat de vloeistof verdampt.

2p **22** ☐ Leg uit of door het verdampen van de vloeistof de temperatuur van het bovenste deel van de wattenstaaf hoger, lager of gelijk zal zijn aan de maximale temperatuur van figuur 13.

natuurkundeuitgelegd.nl

De luchtverfrisser is 75 dagen lang continu in gebruik.

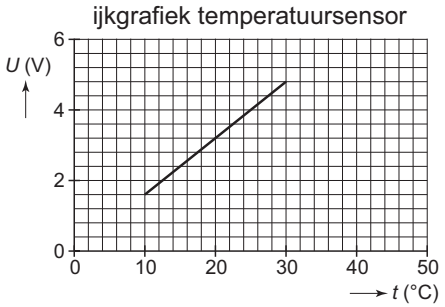
3p **23** ☐ Bereken hoeveel kilowattuur elektrische energie de luchtverfrisser in die tijd verbruikt.

Els vindt het niet nodig dat het verwarmingselement van de luchtverfrisser altijd aanstaat. Zij ontwerpt een automatisch systeem dat aan twee eisen moet voldoen:

1 Als het raam in de kamer open staat, moet de luchtverfrisser uitgeschakeld zijn; hiervoor is in het venster een drukschakelaar gemonteerd die een hoog signaal geeft bij een gesloten raam en een laag signaal bij een open raam.
2 De luchtverfrisser wordt uitgeschakeld als de kamertemperatuur lager is dan 16 °C en weer ingeschakeld als de temperatuur hoger is dan 20 °C.

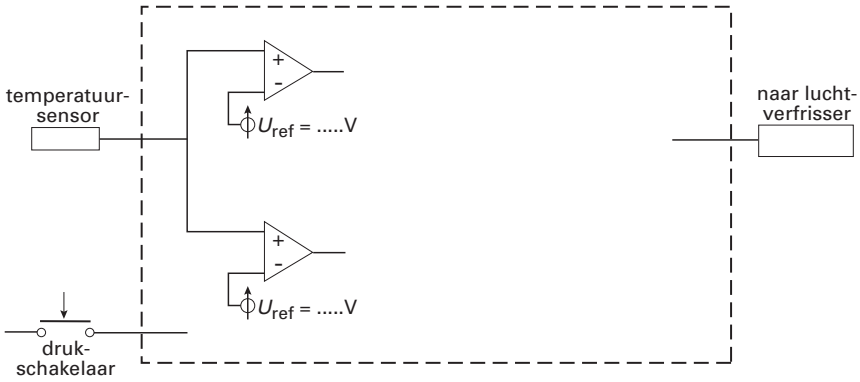
Els beschikt over een temperatuursensor met de volgende karakteristiek. Zie figuur 14.

figuur 14



Als er een hoog signaal naar de luchtverfrisser gaat, staat het verwarmingselement aan. Bij een laag signaal staat het element uit. Een deel van de schakeling is getekend in figuur 15. Deze figuur staat vergroot op de uitwerkbijlage.

figuur 15



4p **24** ☐ Voltooi de schakeling op de uitwerkbijlage zodat deze aan de gestelde eisen voldoet. Vul daarbij de instelwaarden van de comparatoren in.

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