natuurkunde 1,2

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20 **06**

Tijdvak 2
Woensdag 21 juni
13.30 – 16.30 uur

Vragenboekje

Voor dit examen zijn maximaal 77 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 2, 5, 6, 11, 12, 21 en 22 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 Op één tank de wereld rond

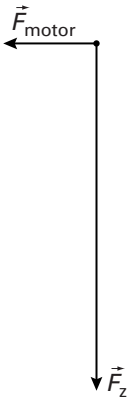
Vorig jaar heeft de Amerikaan Steve Fossett in een speciaal vliegtuig, de Globalflyer (zie figuur 1), een vlucht rond de wereld gemaakt. Het bijzondere aan deze vlucht was dat onderweg geen enkele keer werd bijgetankt: op één tank de wereld rond.
Op de website van het project staat dat de vlucht 67 uur, 1 minuut en 46 seconde duurde. Daarbij legde het vliegtuig een afstand van 19880 zeemijl af.

figuur 1

4p **1** ☐ Bereken de gemiddelde snelheid, in km/h, van de Globalflyer tijdens zijn vlucht rond de wereld. Gebruik tabel 5 van Binas.

Tijdens de vlucht werkten drie krachten op het vliegtuig: de zwaartekracht $\vec{F}_z$, de stuwkracht van de motor $\vec{F}_{motor}$ en de kracht $\vec{F}_{lucht}$ die de lucht op het vliegtuig uitoefende.
In figuur 2 zijn de krachten $\vec{F}_z$ en $\vec{F}_{motor}$ als vectoren weergegeven op een moment dat het vliegtuig met constante snelheid op een constante hoogte vloog.
Figuur 2 staat ook op de uitwerkbijlage.

figuur 2



3p **2** ☐ Construeer in de figuur op de uitwerkbijlage de kracht $\vec{F}_{lucht}$.

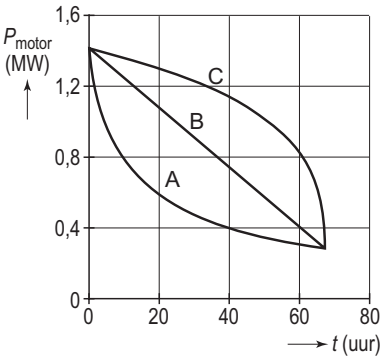
De website van het project vermeldt meer gegevens over de vlucht:
- totale massa bij vertrek: 10158 kg;
- verbruikte brandstof: 6768 kg;
- nuttig vermogen van de motor: gemiddeld 0,46 MW.

Bij de verbranding van 1,0 kg brandstof komt $48 \cdot 10^6$ joule vrij.
Neem aan dat het rendement van de motor tijdens de reis constant was.

4p **3** ☐ Bereken het rendement van de motor.

Het vermogen van 0,46 MW dat op de website staat, is het gemiddelde vermogen dat de motor leverde tijdens de vlucht. Aan het begin van de eerste dag moest de motor echter 1,4 MW vermogen leveren. Aan het eind van de laatste dag kon Fossett het vliegtuig bij een motorvermogen van 0,30 MW in de lucht houden.
In figuur 3 zijn de drie grafieken A, B en C getekend. Eén van deze grafieken geeft het verloop van het geleverde vermogen van de motor als functie van de tijd weer.

figuur 3



3p **4** ☐ Leg uit welke grafiek, A, B of C, bij de vlucht van de Globalflyer hoort.

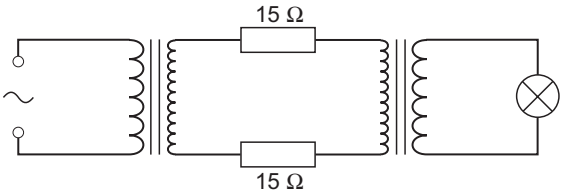
Bij het neerkomen op de landingsbaan had de Globalflyer een horizontale snelheid van 80 m/s.
Op de uitwerkbijlage staat het (v,t)-diagram van het vliegtuig op de landingsbaan.

3p **5** ☐ Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de afstand die het vliegtuig op de landingsbaan aflegde.

natuurkundeuitgelegd.nl

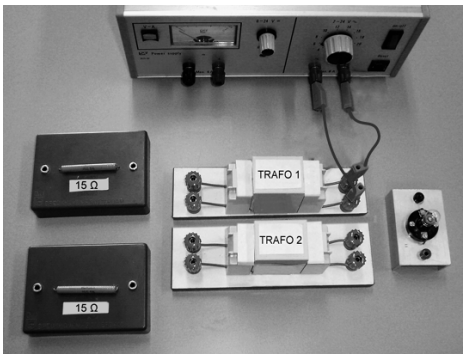
Jill probeert op school het transport van elektrische energie na te bootsen.
Zij gebruikt daarvoor een wisselspanningbron, twee identieke transformatoren, twee weerstanden van 15 Ω, een fietslampje en een aantal snoertjes.
In figuur 4 is de schakeling die zij maakt schematisch getekend.

figuur 4



Figuur 5 is een foto van de onderdelen van haar schakeling.
De wisselspanningbron is al op de eerste transformator aangesloten.
Figuur 5 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

figuur 5



3p **6** ☐ Teken in de foto op de uitwerkbijlage de overige verbindingsdraden zodat de schakeling van figuur 4 ontstaat.

In de schakeling van Jill stelt een weerstand van 15 Ω een hoogspanningskabel voor.
Een echte hoogspanningskabel heeft een diameter (dikte) van 2,5 cm en is gemaakt van aluminium.

4p **7** ☐ Bereken de lengte, in km, van zo'n hoogspanningskabel met een weerstand van 15 Ω.

Als materiaal voor hoogspanningskabels heeft men gekozen voor aluminium en niet voor koper. Een reden daarvoor is dat aluminium goedkoper is dan koper.
Als de *materiaal*eigenschappen van aluminium en koper met elkaar worden vergeleken, heeft aluminium zowel voordelen als nadelen.

4p **8** ☐ Beantwoord de volgende vragen:
- Noem een materiaaleigenschap op grond waarvan aluminium de voorkeur verdient en geef aan welk voordeel dit oplevert.
- Noem ook een materiaaleigenschap op grond waarvan aluminium niet de voorkeur verdient en geef aan welk nadeel dit oplevert.

Het verlies aan vermogen in een hoogspanningskabel is te berekenen met de formule:

$$P_{\text{verlies}} = I^2 R$$

Hierin is I de stroomsterkte in de kabel en R de weerstand van de kabel.

2p **9** ☐ Leg uit wat het voordeel is van hoogspanning bij energietransport.

Bij een zogenoemde *ideale* transformator gaat geen energie verloren in de transformator zelf. Jill wil controleren of de transformatoren die ze gebruikt ideaal genoemd kunnen worden.
Daarvoor meet ze in haar schakeling
- de spanning tussen de polen van de spanningsbron: $U_{\text{bron}} = 6{,}7$ V;
- de stroomsterkte die de spanningsbron levert: $I_{\text{bron}} = 0{,}55$ A;
- de stroomsterkte door de weerstanden van 15 Ω: $I = 30$ mA;
- de spanning over het lampje: $U_{\text{lamp}} = 3{,}2$ V;
- de stroomsterkte door het lampje: $I_{\text{lamp}} = 0{,}33$ A.

4p **10** ☐ Controleer met een berekening of de gebruikte transformatoren ideaal zijn.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Foto van een windmolen

Bert heeft een foto gemaakt van een draaiende windmolen. Zie de uitwerkbijlage.
De foto is 4,2 maal zo groot als het negatief op de film.
Toen Bert de foto nam, stond hij op een afstand van 170 m van de molen.
De brandpuntsafstand van de lens van zijn fototoestel is 5,0 cm.

5p **11** ☐ Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage de werkelijke hoogte H van de mast.

Om het beweegeffect van de wieken goed op de foto te krijgen, stelde Bert een sluitertijd in van 0,125 s. Er valt dus gedurende 0,125 s licht op het negatief.

4p **12** ☐ Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage het toerental (het aantal omwentelingen per minuut) van de wieken.

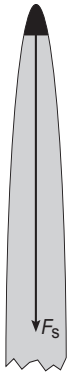
Op de foto zijn de wieken dichtbij de as donkergrijs en naar buiten toe steeds lichter/waziger.

2p **13** ☐ Geef daarvoor een verklaring.

Als het hard waait, kan de snelheid van de top van een wiek wel 250 km/h worden.
De krachten in het materiaal worden dan erg groot.
In figuur 6 is schematisch de top van een wiek in het hoogste punt van de baan getekend.
F_s is de (span)kracht die het aangrenzende materiaal op de top (met een massa van 1,5 kg) uitoefent.
Om krachten in materialen met elkaar te kunnen vergelijken, berekenen technici vaak de verhouding tussen de kracht F_s en de zwaartekracht F_z:

$$\frac{F_s}{F_z}$$

figuur 6



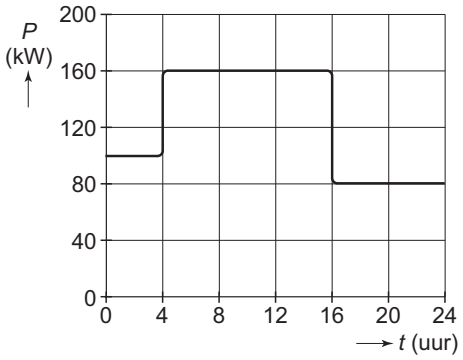
De top van de wiek doorloopt een cirkelbaan met een straal van 22 m.
Neem aan dat de top van de wiek een snelheid heeft van 250 km/h.

5p **14** ☐ Bereken $\frac{F_s}{F_z}$ voor de top van de wiek in het hoogste punt van de baan.

Het elektrisch vermogen dat de turbine ontwikkelt, hangt van de windsnelheid af.
In figuur 7 is het elektrisch vermogen van de turbine gedurende één etmaal vereenvoudigd weergegeven.

3p **15** ☐ Bepaal hoeveel elektrische energie de turbine in dat etmaal heeft geleverd.

figuur 7



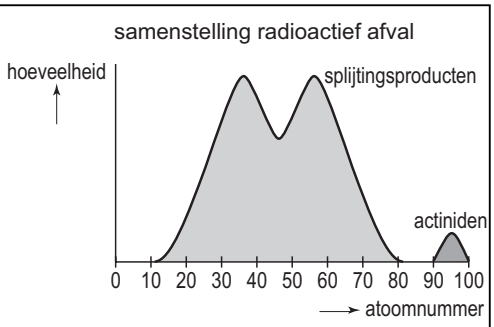
natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Actiniden

Lees onderstaande informatie.

informatie

Bij het splijten van uraniumkernen in een kerncentrale ontstaat een grote verscheidenheid aan splijtingsproducten: stoffen met een atoomnummer variërend van ongeveer 15 tot 80. Zie de 'kameelbulten' in de grafiek hiernaast. Het merendeel van deze stoffen is radioactief en moet daarom worden opgeslagen.
Daarnaast bevat het radioactief afval van kerncentrales isotopen met een hoog atoomnummer, de zogenaamde actiniden (het bultje rechts in de grafiek). Hoewel deze stoffen een relatief klein deel van het afval vormen, maakt juist hun aanwezigheid een eeuwenlange opslag van het afval noodzakelijk. De meeste actiniden hebben namelijk een zeer grote halveringstijd en vervallen uiteindelijk, via vele vervalstappen, tot een stabiel eindproduct.
Men doet tegenwoordig onderzoek naar een methode om deze stoffen snel kwijt te raken.



Een voorbeeld van zo'n actinide is americium-241 dat in een aantal stappen vervalt tot het stabiele bismuth-209. Bij elke stap wordt of een α-deeltje of een β-deeltje uitgezonden.
Wanneer een kern een β-deeltje uitzendt, verandert het aantal nucleonen in de kern niet.

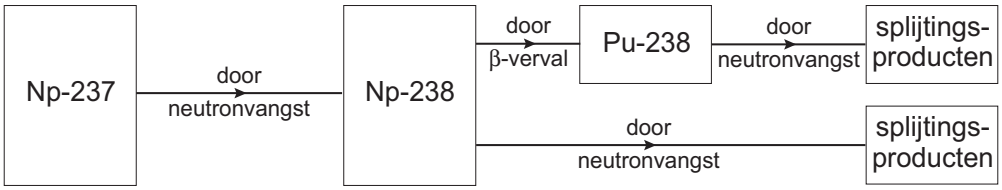
3p **16** ☐ Leg uit hoeveel α-deeltjes zijn uitgezonden gedurende het vervalproces van americium-241 naar bismuth-209.

Men onderzoekt de mogelijkheid om de langlevende actiniden om te zetten in stoffen die *snel* vervallen tot stabiele eindproducten. Daartoe bestraalt men de actiniden met neutronen. Sommige actiniden worden dan gespleten, bijvoorbeeld plutonium-238.
Als een plutonium-238-kern een neutron invangt, ontstaan twee nieuwe kernen. Daarbij komen drie neutronen vrij. Een van de nieuwe kernen is barium-144.

3p **17** ☐ Geef de reactievergelijking van deze splijting. (N.B. De isotopen in deze reactie staan niet in tabel 25 van Binas.)

Er zijn ook actiniden die zelf niet splijtbaar zijn. Ook zij worden met neutronen bestraald. In een of meer tussenstappen veranderen ze in een isotoop die wel splijtbaar is.
In het schema van figuur 8 is neptunium-237 als voorbeeld genomen.

figuur 8



Neptunium-237 wordt door bestraling met neutronen volledig omgezet in neptunium-238. Neptunium-238 is wel splijtbaar; een deel wordt door de neutronenbestraling omgezet in splijtingsproducten. De rest van het neptunium-238 vangt geen neutron in maar gaat door β-verval over in plutonium-238.
Het feit dat neptunium-237 wel volledig en neptunium-238 niet volledig door neutronenbestraling wordt omgezet, heeft te maken met de halveringstijd van beide isotopen.

3p **18** ☐ Is de halveringstijd van neptunium-237 kleiner of groter dan de halveringstijd van neptunium-238? Licht je antwoord toe.

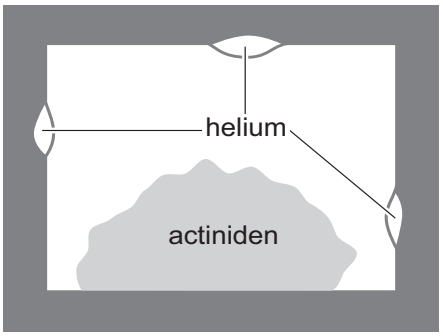
Een argument tegen deze methode om actiniden met neutronen te bestralen is:
"Voor elke bestraalde actinide kern krijg je uiteindelijk twee radioactieve kernen in de vorm van splijtingsproducten terug."

1p **19** ☐ Noem een argument dat je daar tegenin kunt brengen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Bij de proefnemingen verpakt men de actiniden in stevige metalen doosjes van een materiaal dat gemakkelijk neutronen doorlaat. Men heeft ontdekt dat zich aan de binnenkant van het doosje, vlak onder het oppervlak, blaren vormen. Als de blaren openspringen, vormen zich daaronder nieuwe blaren waardoor de stevigheid van het doosje gevaar loopt. De blaren blijken gevuld te zijn met heliumgas. Zie figuur 9.

figuur 9

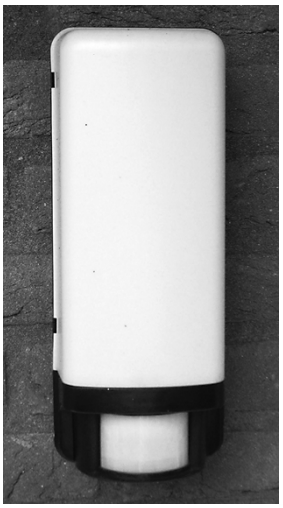


3p **20** □ Leg uit:
- Hoe het helium in zo'n blaar komt.
- Waarom de blaren alleen aan het binnenoppervlak van het doosje ontstaan.

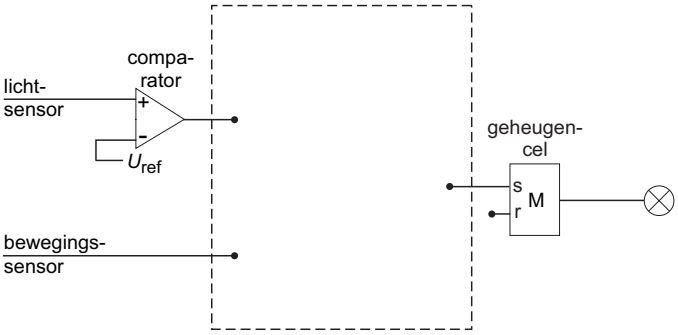
Opgave 5 Nachtlamp

Liesbeth heeft een lamp aangeschaft van het type dat in figuur 10 is afgebeeld.
De lamp is uitgerust met een lichtsensor en een bewegingssensor die zijn opgenomen in een automatische schakeling.
De schakeling zorgt ervoor dat de lamp automatisch aangaat als het (bijna) donker is en er tevens beweging wordt gedetecteerd.
Figuur 11 geeft een deel van deze schakeling weer.
De lichtsensor geeft een spanning af die toeneemt als er meer licht op de sensor valt.
De bewegingssensor geeft een hoog signaal als hij beweging waarneemt en een laag signaal als er geen beweging is.
Als de uitgang van de geheugencel hoog is, brandt de lamp.

figuur 10



figuur 11



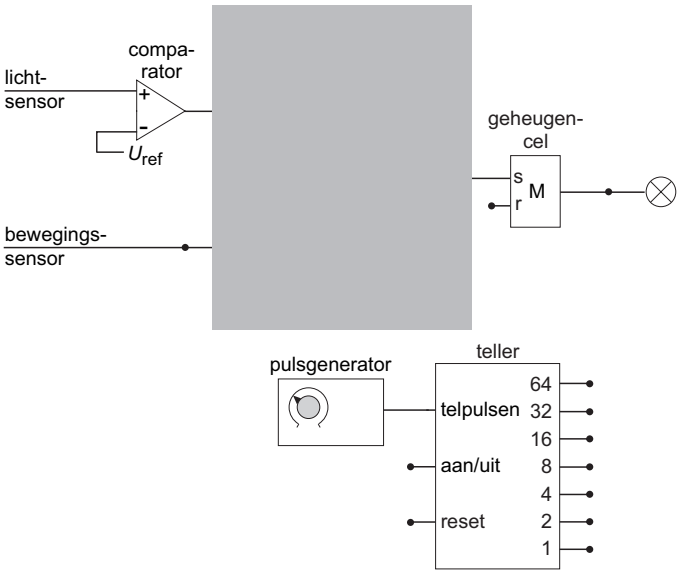
Figuur 11 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p **21** □ Maak de schakeling compleet. Je hoeft nog niets op de reset van de geheugencel aan te sluiten.

natuurkundeuitgelegd.nl

Wanneer er geen beweging meer wordt gedetecteerd, moet de lamp na een bepaalde tijd automatisch uitgaan. Hiervoor wordt de schakeling buiten de grijze rechthoek uitgebreid met een teller en een pulsgenerator. Zie figuur 12.

figuur 12



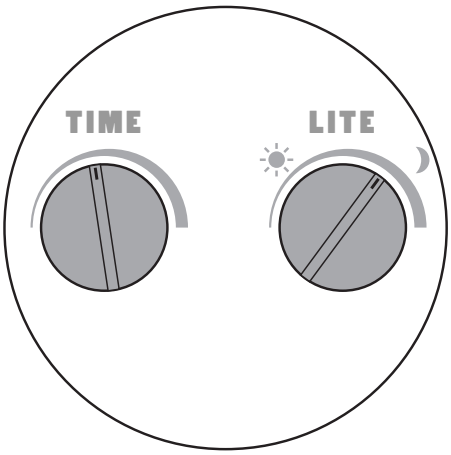
De schakeling moet aan de volgende eisen voldoen:
- De lamp moet automatisch aangaan als het (bijna) donker is en er tevens beweging wordt gedetecteerd. Daarvoor zorgt het bovenste deel van de schakeling. (Voor het vervolg van deze vraag is het niet van belang of je in de grijze rechthoek de juiste verwerkers hebt aangebracht.)
- Wanneer de lamp aangaat, moet de teller gaan tellen.
- Als de lamp echter brandt terwijl er nog (of weer) beweging wordt gedetecteerd, wordt de teller op nul gehouden (of gezet).
- Wanneer uitgang 32 hoog wordt, stopt de teller en moet de lamp uitgaan.

Figuur 12 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p **22** ☐ Maak de schakeling op de uitwerkbijlage compleet zodat aan de nieuwe eisen wordt voldaan.

Op de onderkant van de lamp zitten twee knopjes die naar links of naar rechts gedraaid kunnen worden. Zie figuur 13.
Met het linkerknopje kan de frequentie van de pulsgenerator worden ingesteld. Hierdoor verandert de tijd (TIME) dat de lamp blijft branden.
Liesbeth draait dat knopje rechtsom (met de wijzers van de klok mee).

figuur 13



3p **23** ☐ Leg uit of de frequentie van de pulsgenerator nu kleiner of groter is dan ervoor.

Met het rechterknopje kan de referentiespanning van de comparator worden ingesteld.
Liesbeth vindt dat de lamp pas aangaat wanneer het al erg donker is.
Ze draait het rechterknopje zo dat de lamp aangaat wanneer het nog minder donker is.

2p **24** ☐ Leg uit of de referentiespanning nu kleiner of groter is dan ervoor.

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