natuurkunde 1

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20 **06**

Tijdvak 1
Dinsdag 30 mei
13.30 – 16.30 uur

Vragenboekje

Voor dit examen zijn maximaal 75 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 11, 12 en 16 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

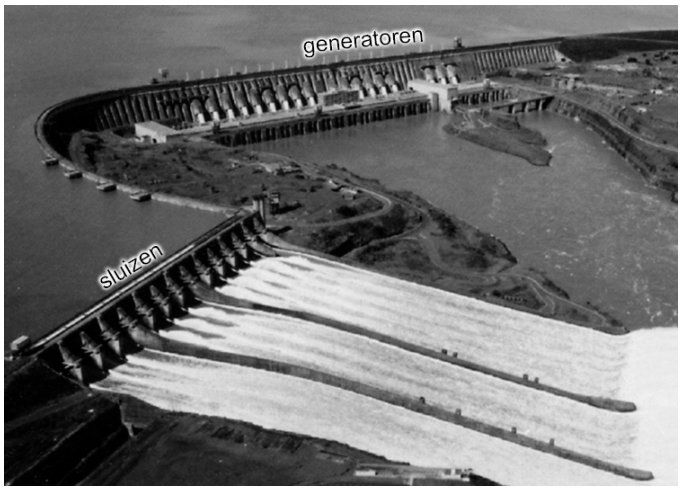
Opgave 1 Itaipu

Op de grens van Brazilië en Paraguay ligt de waterkrachtcentrale van Itaipu. Zie figuur 1.
De stuwdam is een van de grootste ter wereld.
In de dam zijn 18 generatoren aangebracht (zie figuur 2) die elk een elektrisch vermogen opwekken van $7{,}0 \cdot 10^5$ kW (vergelijkbaar met het vermogen van één conventionele centrale).
Van de 18 generatoren zijn er steeds enkele niet in gebruik in verband met onderhoud.
In het topjaar 2000 heeft de centrale $9{,}3 \cdot 10^{10}$ kWh elektrische energie opgewekt.

figuur 1

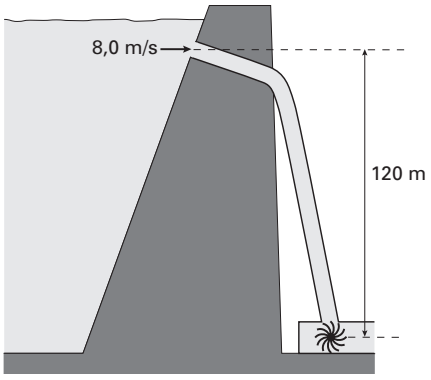
3p **1** ☐ Bereken hoeveel generatoren in het jaar 2000 gemiddeld in bedrijf waren.

figuur 2



Het water dat een generator aandrijft, stroomt een pijp in met een snelheid van 8,0 m/s en doorloopt een hoogteverschil van 120 m. Zie figuur 3.
Per seconde stroomt er 690 m^3 water de pijp in. De snelheid van het water achter het schoepenrad is te verwaarlozen.

figuur 3



5p **2** ☐ Bereken het rendement waarmee een generator de kinetische energie en zwaarte-energie van het water omzet in elektrische energie.

Het stuwmeer heeft een oppervlakte van $8{,}2 \cdot 10^5$ km^2.
Om het waterniveau in het stuwmeer te regelen, bevinden zich naast de dam een stel sluizen die af en toe geopend worden (zie de schuimende watermassa op de voorgrond van figuur 2).
Er spuit dan per seconde $6{,}2 \cdot 10^4$ m^3 water de rivier in. De sluizen worden 12 uur opengezet.

4p **3** ☐ Bereken hoeveel millimeter het waterniveau in het stuwmeer hierdoor daalt.

In Nederland wordt het grootste deel van de elektrische energie die wij gebruiken, opgewekt door centrales die fossiele brandstoffen verbranden, zogenaamde conventionele centrales.

3p **4** ☐ Noem twee voordelen en één nadeel van een waterkrachtcentrale ten opzichte van een conventionele centrale. Laat kostenaspecten buiten beschouwing.

natuurkundeuitgelegd.nl

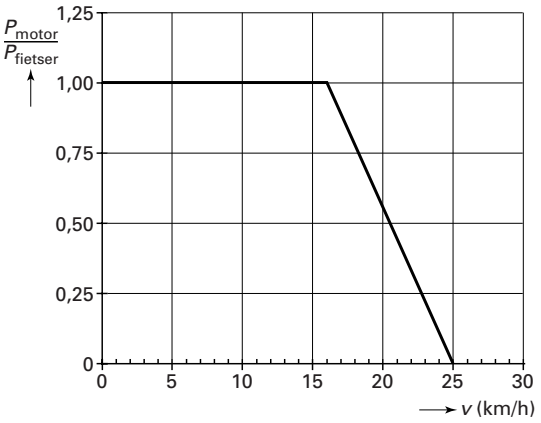
Opgave 2 Fiets met pedaalbekrachtiging

Lees eerst het artikel.

artikel

Pedaalbekrachtiging

Een Frans bedrijf heeft een fiets met pedaalbekrachtiging op de markt gebracht. In de fiets wordt een speciale techniek toegepast. De elektromotor van deze fiets werkt alleen als de berijder daar iets tegenover stelt: spierkracht. Zodra de pedalen beginnen rond te draaien, wordt dit geregistreerd door een sensor die de informatie doorgeeft aan een computertje. Deze geeft vervolgens opdrachten aan de elektromotor, die afhankelijk van de snelheid en omstandigheden (wind, helling, soort wegdek) meer of minder vermogen levert. Tot een snelheid van 16 km/h levert de motor een even groot vermogen als de fietser. In de grafiek is te zien hoe de verhouding tussen de vermogens van de motor en de fietser vanaf 16 km/h verandert. Bij een bepaalde snelheid levert de motor helemaal geen vermogen meer, maar moet de fietser geheel op eigen kracht fietsen.



naar: Technisch Weekblad, oktober 1995

In het artikel staat dat de motor tot een snelheid van 16 km/h een even groot vermogen levert als de fietser.

2p **5** ☐ Leg uit hoe dit uit de grafiek blijkt.

Iemand fietst met 16 km/h op een vlakke weg bij windstil weer.
De motor levert dan een vermogen van 28 W.

4p **6** ☐ Bereken hoe groot de totale wrijvingskracht op de fiets is bij deze snelheid.

In de fiets zit een accu die in totaal een hoeveelheid energie van 0,32 kWh aan de elektromotor kan leveren. Het rendement van de elektromotor is 54%.
De omstandigheden zijn hetzelfde.

4p **7** ☐ Bereken de afstand die de fietser kan afleggen bij een snelheid van 16 km/h tot de accu leeg is.

De accu kan aan het stopcontact in 4,5 uur worden opgeladen.
Veronderstel dat in die tijd $1{,}15 \cdot 10^6$ J aan de accu is toegevoerd. De netspanning is 230 V.

4p **8** ☐ Bereken de stroomsterkte die het lichtnet levert tijdens het opladen.

In een reclamefolder beweert de producent dat deze fiets met elektromotor milieuvriendelijk is.

2p **9** ☐ Noem één argument dat deze uitspraak ondersteunt en noem één argument dat je tegen deze uitspraak kunt inbrengen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Bewegen op de maan

Als je op de maan omhoog springt, wordt net als op aarde bewegingsenergie omgezet in zwaarte-energie. Op de maan kun je wel een stuk hoger springen dan op aarde omdat de valversnelling op de maan (g_{maan} = 1,63 m/s^2) zes maal zo klein is als op aarde.
Stel dat je op de maan loodrecht omhoog springt met een beginsnelheid van 3,0 m/s.

3p **10** □ Bereken hoe hoog je dan komt.

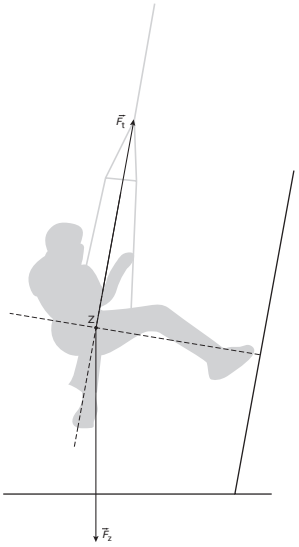
Op een science tentoonstelling is een attractie gebouwd waarmee je kunt ervaren hoe een sprong op de maan voelt. Zie de foto van figuur 4. Een jongen in een klimvest dat aan een lang touw is bevestigd, zet zich af tegen een schuine wand die het maanoppervlak voorstelt.

figuur 4

Als de jongen loskomt van de 'maan' beweegt hij langs een lijn loodrecht op de wand.
In figuur 5 is een doorsnede van de situatie getekend. In deze figuur zijn in het zwaartepunt Z de zwaartekracht $\vec{F}_z$ op de jongen en de kracht van het touw $\vec{F}_t$ op de jongen getekend.
Figuur 5 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

4p **11** □ Construeer in de figuur op de uitwerkbijlage de resultante van $\vec{F}_z$ en $\vec{F}_t$ en leg aan de hand van de grootte en richting van deze resultante uit dat de jongen als het ware op de maan springt.

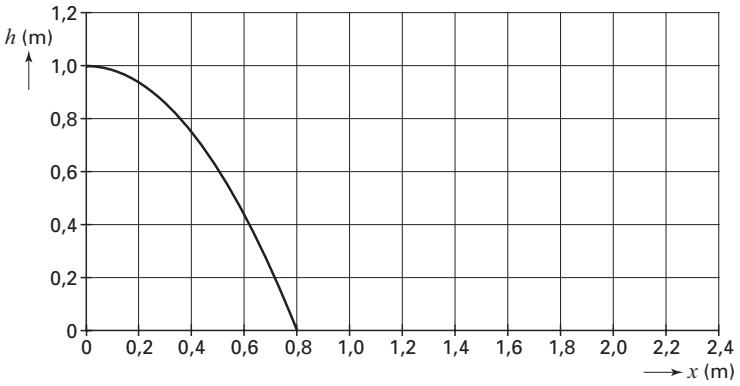
figuur 5



natuurkundeuitgelegd.nl

In figuur 6 is in een (h,x)-diagram de baan getekend van een knikker die op aarde van 1,00 m hoogte met een snelheid van 1,80 m/s horizontaal wordt weggeschoten. Daarbij is wrijving op de knikker verwaarloosd.

figuur 6



Figuur 6 staat ook op de uitwerkbijlage.
Stel dat de knikker van dezelfde hoogte met dezelfde snelheid op de maan in horizontale richting wordt weggeschoten.

5p **12** ☐ Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de baan van de knikker op de maan. Bereken daarvoor eerst de valtijd van de knikker op de maan.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Rookmelder

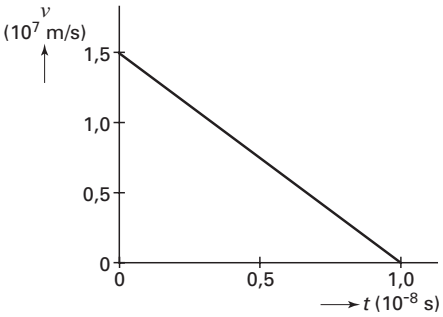
Een rookmelder (zie figuur 7) is een apparaatje dat een alarmsignaal geeft als er rook in komt, bijvoorbeeld bij brand.
Een bepaald type rookmelder bevat een kleine hoeveelheid van de radioactieve isotoop radium-226. Het radium zendt bij verval α-straling uit.

figuur 7

3p **13** ☐ Geef de vervalvergelijking van radium-226.

De α-deeltjes verlaten de kern met een snelheid van $1{,}5 \cdot 10^{7}$ m/s. Ze botsen tegen de in de lucht aanwezige moleculen en komen in $1{,}0 \cdot 10^{-8}$ s tot stilstand.
In figuur 8 is het (v,t)-diagram van een α-deeltje getekend.

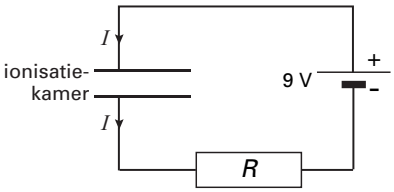
figuur 8



3p **14** ☐ Bepaal de afstand die dit α-deeltje aflegt.

In de rookmelder bevindt zich een ionisatiekamer. De α-deeltjes botsen daar tegen zuurstof- en stikstofmoleculen van de lucht die daardoor worden geïoniseerd. Daardoor loopt er een kleine elektrische stroom door de schakeling die in figuur 9 is getekend.
In de normale situatie zonder rook in de ionisatiekamer staat over de weerstand R een constante spanning van 5,0 V.
De weerstand R heeft een waarde van $3{,}8 \cdot 10^{10}$ Ω.

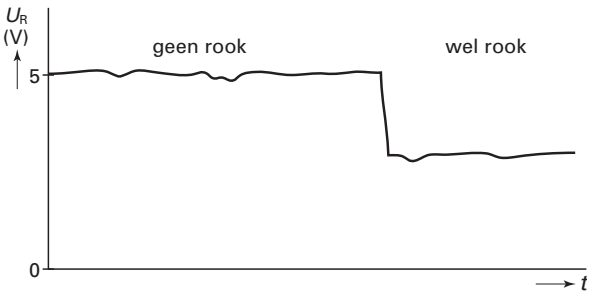
figuur 9



2p **15** ☐ Bereken de stroomsterkte I in deze situatie.

Wanneer er rook in de ionisatiekamer komt, hechten de ionen zich aan de rookdeeltjes. Hierdoor daalt de stroomsterkte en dus ook de spanning over R. Zie figuur 10.

figuur 10



natuurkundeuitgelegd.nl

In de rookmelder is een automatische schakeling opgenomen die een alarm geeft als er rook gedetecteerd wordt. In figuur 11 zijn de ingang en de uitgang van deze schakeling getekend.
Het ingangssignaal is de spanning over de weerstand R.
Als het signaal bij A hoog is, gaat het alarm aan.

figuur 11

Figuur 11 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p **16** ☐ Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de noodzakelijke verwerkers en verbindingen.

Sinds 2005 mag dit type rookmelder niet meer worden verkocht. In de buurt van de rookmelder is de straling namelijk sterker dan de achtergrondstraling. Dat wordt niet veroorzaakt door α-straling, want die dringt niet door het omhulsel van de rookmelder heen.

2p **17** ☐ Verklaar waarom in de buurt van de rookmelder de straling toch sterker is dan de achtergrondstraling.

Een ander nadeel van dit type rookmelder is dat in geval van brand het radioactieve materiaal kan vrijkomen. Mensen in de omgeving zouden dat dan kunnen inademen.
Voor de equivalente dosis (het dosisequivalent) H geldt:

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

Hierin is:
- H de equivalente dosis (in Sv);
- Q de zogenaamde weegfactor; $Q = 20$ voor α-straling;
- E de totale hoeveelheid energie die door het bestraalde weefsel wordt geabsorbeerd (in J);
- m de massa (in kg).

Stel dat iemand bij een brand een hoeveelheid radium-226 binnen krijgt met een activiteit van 10 Bq.
Neem aan dat deze activiteit gedurende een jaar constant is.

2p **18** ☐ Leg uit waarom het een redelijke aanname is dat de activiteit in die tijd constant blijft.

Het α-deeltje dat door radium-226 wordt uitgezonden, heeft een energie van $7{,}7 \cdot 10^{-13}$ J.
Deze α-deeltjes bestralen een hoeveelheid weefsel van 5,0 gram.

4p **19** ☐ Bereken de equivalente dosis die het bestraalde weefsel door deze α-deeltjes in een jaar zou oplopen.

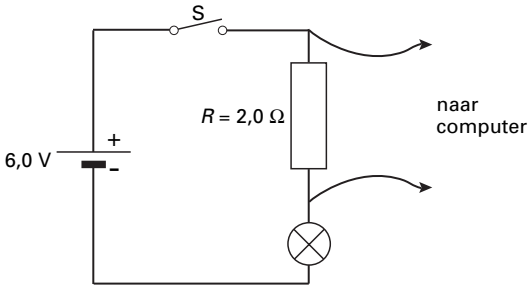
Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Inschakelen van een lampje

Maartje onderzoekt hoe vanaf het moment van inschakelen de stroomsterkte door een gloeilampje verloopt. Om de snelle verandering van de stroom te kunnen vastleggen, maakt ze gebruik van een computer. Omdat de computer alleen spanning kan meten, schakelt ze de computer parallel aan een bekende weerstand R die in serie staat met het lampje.
Zie figuur 12.

figuur 12



Het lampje hoort te branden op een spanning van zes volt. De spanningsbron levert een constante spanning van 6,0 V.
Maartje heeft de waarde van R veel kleiner gekozen dan de weerstandswaarde van het lampje.

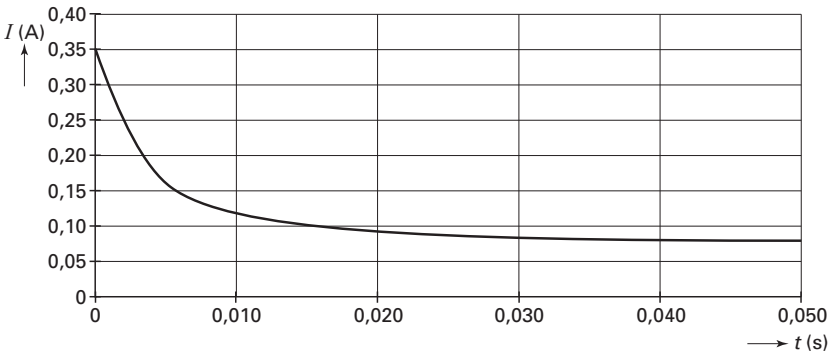
2p **20** ☐ Geef de reden waarom ze dat doet.

Uit de spanning U over de weerstand van 2,0 Ω berekent de computer de stroomsterkte I door het lampje. Er moet een formule in de computer worden ingevoerd die bij elke waarde van U de stroomsterkte I berekent.

1p **21** ☐ Geef die formule.

Op t = 0 s gaat de schakelaar S dicht.
In figuur 13 is de door de computer bepaalde (I,t)-grafiek weergegeven.

figuur 13



4p **22** ☐ Bepaal de weerstandswaarde van het lampje op t = 0 s.

Uit de grafiek blijkt dat direct na het inschakelen de stroomsterkte afneemt.

2p **23** ☐ Geef hiervoor een verklaring.

4p **24** ☐ Bepaal het vermogen dat het lampje opneemt als de stroomsterkte constant is geworden.

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