natuurkunde 1,2

Examen HAVO

Hoger
Algemeen
Voortgezet
Onderwijs

20 **06**

Tijdvak 1
Dinsdag 30 mei
13.30 – 16.30 uur

Vragenboekje

Voor dit examen zijn maximaal 82 punten te behalen; het examen bestaat uit 27 vragen.
Voor elk vraagnummer is aangegeven hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.
Voor de beantwoording van de vragen 10 en 19 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

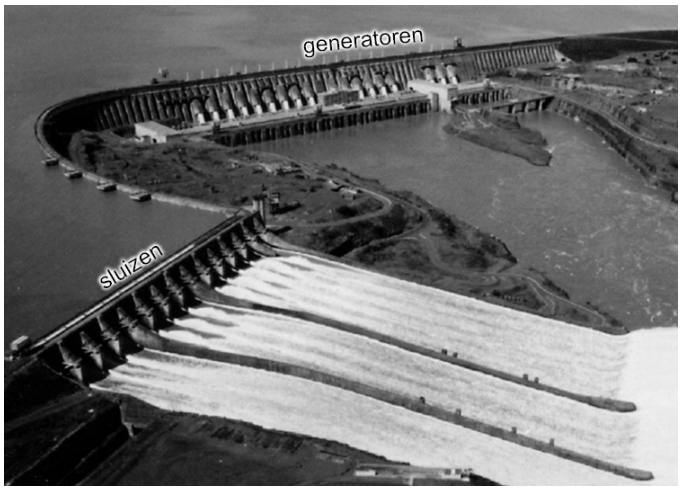
Opgave 1 Itaipu

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

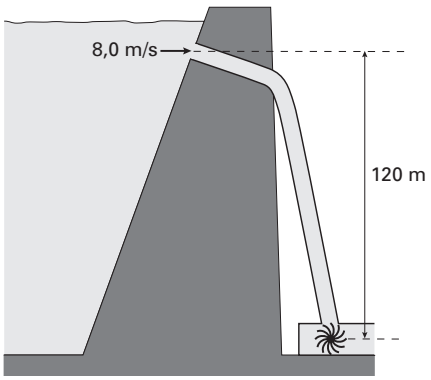
3p **1** ☐ Bereken hoeveel generatoren in het jaar 2000 gemiddeld in bedrijf waren.

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.

De uitgangsspanning van de generatoren is 18 kV. Voor transport door het hoogspanningsnet wordt in Paraguay de spanning naar 230 kV omhoog getransformeerd.

2p **3** ☐ Bereken de wikkelverhouding van de twee spoelen. Uit je antwoord moet blijken welke van de twee spoelen, de primaire of de secundaire, de meeste windingen heeft.

De centrale voorziet niet alleen heel Paraguay van energie maar ook alle grote steden in Brazilië zijn met hoogspanningsleidingen op de centrale aangesloten. In Brazilië wordt de elektrische energie bij een spanning van 750 kV getransporteerd.

3p **4** ☐ Leg uit waarom het nuttig is om in Brazilië de spanning hoger te maken dan in Paraguay.
Gebruik in je uitleg dat voor het vermogensverlies in een stroomdraad geldt: $P_{\text{verlies}} = I^2 R$.

natuurkundeuitgelegd.nl

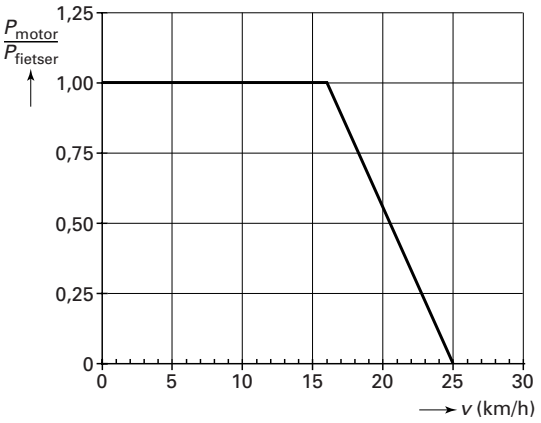
Opgave 2 Fiets met pedaalbekrachtiging

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.

Op een gegeven moment rijdt de fietser met een constante snelheid van 25 km/h, nog steeds onder dezelfde omstandigheden.
Hieronder staan vier beweringen.
Het vermogen dat de fietser dan levert, is:

a gelijk aan 28 W;
b groter dan 28 W maar kleiner dan 56 W;
c gelijk aan 56 W;
d groter dan 56 W.

3p **8** ☐ Leg uit welke bewering, a, b, c of d, juist is. Gebruik daarbij bovenstaande informatie.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 3 Lenzen van Huygens

Constantijn Huygens was zeer bedreven in het slijpen van lenzen met een grote brandpuntsafstand.
In figuur 4 zijn twee lenzen (A en B) getekend. De lenzen hebben verschillende brandpuntsafstanden.

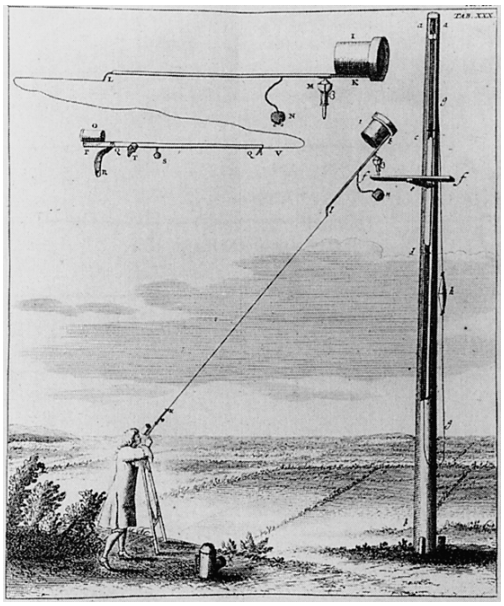
figuur 4

2p **9** ☐ Leg uit welke lens, A of B, de grootste brandpuntsafstand heeft.

Lees onderstaande tekst.

tekst

Eén van de door Constantijn geslepen lenzen werd door zijn broer Christiaan gebruikt in een lange kijker.
Christiaan liet daarbij de buis weg, aangezien deze te veel zou doorbuigen.
Hij hees de lens omhoog tegen een mast, om deze vervolgens met een koordje uit te richten. Zie de figuur hiernaast.
Op 27 mei 1686 bekeek hij er de planeet Jupiter mee.

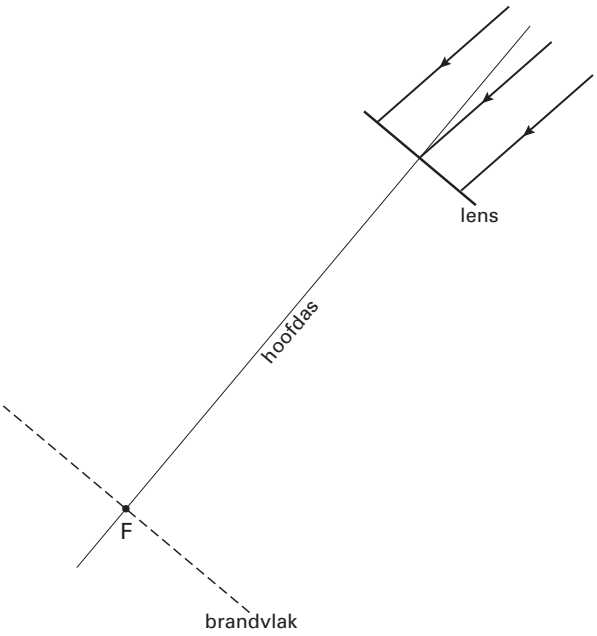


naar: De Huygenscollectie, een uitgave van Museum Boerhaave te Leiden

natuurkundeuitgelegd.nl

Licht dat van één punt van Jupiter komt, mag als evenwijdig worden beschouwd omdat Jupiter zeer ver weg ligt.
In figuur 5 zijn schematisch de lens, de hoofdas, het brandpunt F en de plaats van het brandvlak aangegeven. In de figuur zijn drie evenwijdige lichtstralen getekend die van de onderkant van Jupiter komen. De hoek waaronder deze lichtstralen op de lens vallen, is voor de duidelijkheid groter getekend dan deze in werkelijkheid is.

figuur 5



Figuur 5 staat vergroot op de uitwerkbijlage.

3p **10** ☐ Teken in de figuur op de uitwerkbijlage het verdere verloop van de drie lichtstralen.

Het beeld van Jupiter wordt in het brandvlak van de lens gevormd.

3p **11** ☐ Toon dit aan met behulp van de lenzenformule.

Voor de lineaire vergroting geldt in deze situatie: $N = \frac{f}{v}$.

De afstand van de aarde tot Jupiter is $7{,}0 \cdot 10^{11}$ m. De diameter van het cirkelvormige beeld van Jupiter dat Christiaan Huygens waarnam, was 0,78 cm. De brandpuntsafstand van de lens die hij gebruikte, was 38 m.

3p **12** ☐ Bereken met behulp van deze gegevens de diameter van Jupiter.

Constantijn Huygens deed, voor het bestuderen van planeten, veel moeite om lenzen te maken met een zo groot mogelijke brandpuntsafstand.

2p **13** ☐ Leg met behulp van de bovengenoemde formule uit wat het voordeel is van lenzen met een grote brandpuntsafstand.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Rookmelder

Een rookmelder (zie figuur 6) 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 americium-241. Het americium zendt bij verval α-straling uit.

figuur 6

3p **14** ☐ Geef de vervalvergelijking van americium-241.

Voor de activiteit van een radioactieve stof geldt de volgende formule:

$$A = \frac{0{,}693N}{\tau}$$

Hierin is:
- A de activiteit van de radioactieve stof (in Bq);
- N het aantal kernen in de radioactieve stof;
- τ de halfwaardetijd (in s).

De wettelijk toegestane activiteit van het americium-241 in een rookmelder bedraagt 37 kBq. De massa van een atoom americium-241 is $4{,}00 \cdot 10^{-25}$ kg.

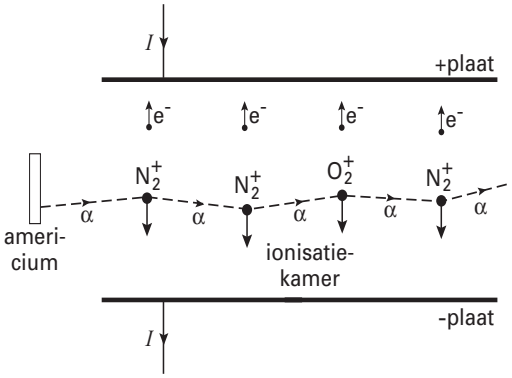
3p **15** ☐ Bereken de massa van het americium-241 dat in de rookmelder mag zitten om binnen de wettelijke grens te blijven.

De uitgezonden α-deeltjes hebben elk een energie van 5,6 MeV.

4p **16** ☐ Bereken de snelheid van zo'n α-deeltje.

In de rookmelder bevindt zich een ionisatiekamer. Dat is de ruimte tussen de twee platen in figuur 7. Deze ruimte staat in open verbinding met de omgeving.
In figuur 7 is ook te zien dat het americium voor een opening in de ionisatiekamer is aangebracht.

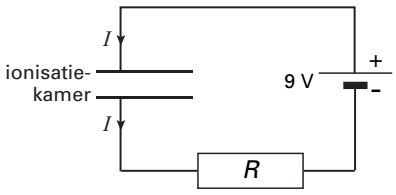
figuur 7



2p **17** ☐ Noem twee oorzaken waarom niet alle α-deeltjes in de ionisatiekamer terechtkomen.

Een α-deeltje dat in de ionisatiekamer terechtkomt, botst een flink aantal keren tegen de zuurstof- en stikstofmoleculen van de lucht. Bij elke botsing vindt een ionisatie plaats. Daarbij wordt uit een molecuul een elektron (e^-) losgemaakt en blijft een positief ion (N_2^+ of O_2^+) over.
Zie nogmaals figuur 7.
Omdat de positieve ionen naar de –plaat worden getrokken en de elektronen naar de +plaat, loopt er een kleine elektrische stroom door de schakeling waarin de ionisatiekamer is opgenomen (zie figuur 8).

figuur 8



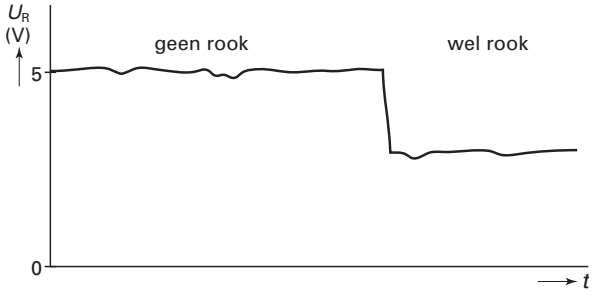
Voor de ionisatie van één molecuul is gemiddeld 34 eV nodig.
Je mag aannemen dat de α-deeltjes hun energie van 5,6 MeV in zijn geheel door ionisaties binnen de ionisatiekamer verliezen en dat alle vrijgekomen elektronen de +plaat bereiken.
Per seconde bereiken $5{,}0 \cdot 10^3$ α-deeltjes de ionisatiekamer.

4p **18** ☐ Bereken de stroomsterkte I. Bereken daartoe eerst het aantal elektronen dat per seconde in de ionisatiekamer uit moleculen wordt vrijgemaakt.

natuurkundeuitgelegd.nl

In de normale situatie zonder rook in de ionisatiekamer staat over de weerstand R een constante spanning van 5 V. 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 9.

figuur 9



In de rookmelder is een automatische schakeling opgenomen die een alarm geeft als er rook gedetecteerd wordt. In figuur 10 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 10

Figuur 10 staat ook op de uitwerkbijlage.

3p **19** ☐ Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de noodzakelijke verwerkers en verbindingen.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Zweeftrein

In Lathen in Duitsland bevindt zich de testbaan van de zogenoemde Transrapid. Zie figuur 11.
Met behulp van magneten in de trein en de baan zweeft de trein boven de baan. De trein ondervindt daardoor geen contactwrijving.

figuur 11

Een paar jaar geleden was de trein in het televisieprogramma Klokhuis te zien.
De presentator probeerde de stilstaande zwevende trein vooruit te duwen.
Neem aan dat de presentator 10 seconde lang met een constante, horizontaal gerichte kracht van 500 N duwt.
Omdat er in deze situatie geen tegenwerkende krachten zijn, is de resulterende kracht op de trein dus gelijk aan 500 N.
De massa van de trein is $3{,}0 \cdot 10^5$ kg.

4p **20** ☐ Bereken de verplaatsing van de trein na 10 s.

Iemand beweert:
"Omdat de zweeftrein de baan niet raakt, oefent hij geen kracht uit op de baan."

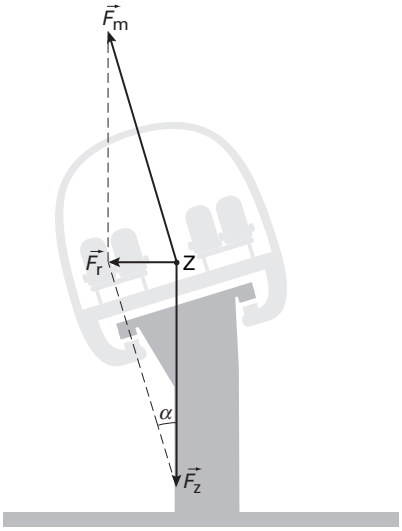
2p **21** ☐ Is deze bewering juist? Licht je antwoord toe.

Een volle zweeftrein heeft bij zijn topvermogen een even hoge snelheid als een lege zweeftrein.

2p **22** ☐ Leg dit uit.

In de testbaan zit een bocht met een straal van 1690 m en een hellingshoek α van 12°.
Zie figuur 12. Deze figuur is niet op schaal.
In deze figuur zijn in het zwaartepunt Z van de trein de zwaartekracht $\vec{F}_z$, de magnetische kracht $\vec{F}_m$ en hun resultante $\vec{F}_r$ getekend.
De snelheid van de trein moet zó zijn dat $\vec{F}_r$ precies de vereiste middelpuntzoekende kracht levert.

figuur 12



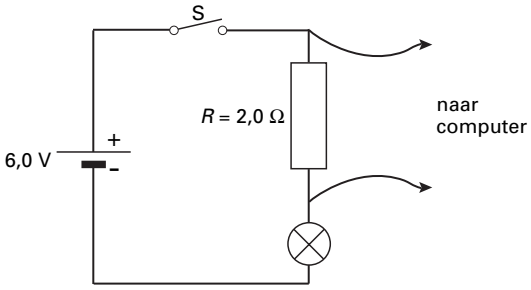
4p **23** ☐ Bereken deze snelheid.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 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 13.

figuur 13



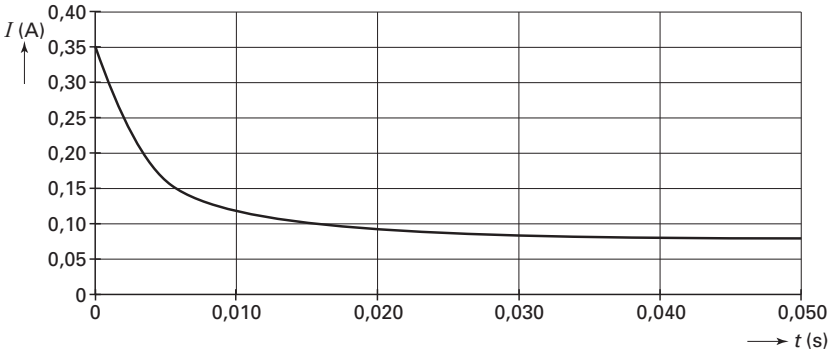
Het lampje hoort te branden op een spanning van zes volt. De spanningsbron levert een constante spanning van 6,0 V.
Maartje heeft de waarde van R veel kleiner gekozen dan de weerstandswaarde van het lampje.

2p **24** ☐ 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.

Op $t = 0$ s gaat de schakelaar S dicht.
In figuur 14 is de door de computer bepaalde (I,t)-grafiek weergegeven.

figuur 14



4p **25** ☐ Bepaal de weerstandswaarde van het lampje op $t = 0$ s.

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

2p **26** ☐ Geef hiervoor een verklaring.

4p **27** ☐ 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