Natuurkunde 1,2 (nieuwe stijl) en natuurkunde (oude stijl)

# Examen VWO

Voorbereidend
Wetenschappelijk
Onderwijs

20 **03**

Tijdvak 1
Maandag 26 mei
13.30 – 16.30 uur

**Voor dit examen zijn maximaal 81 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 uitwerking van de vragen 10 en 22 is een bijlage 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 ISO

Eind 1995 is in Frans Guyana de astronomische satelliet ISO gelanceerd. ISO staat voor "Infra-red Space Observatory". De satelliet meet de intensiteit van infraroodstraling met golflengten tussen 2,5 µm en 250 µm.
De kosmische objecten die ISO bestudeert, hebben een lage temperatuur en kunnen worden beschouwd als zwarte stralers.

3p **1** ☐ Bereken de temperatuur van het koudste object waarvan de top van de stralingskromme door ISO te meten is.

Voor zijn energievoorziening maakt ISO gebruik van een zonnepaneel. Een automatisch systeem zorgt ervoor dat het zonnepaneel tijdens de vlucht steeds zo wordt gericht, dat het zoveel mogelijk zonnestraling opvangt.

2p **2** ☐ Leg uit of deze manier van richten een meetsysteem, een stuursysteem of een regelsysteem is.

De waarnemingsapparatuur moet een lage temperatuur hebben. Om die te bereiken, wordt de waarnemingsapparatuur van ISO voortdurend gekoeld. Als koelsysteem wordt een cryostaat (een soort grote thermosfles) gebruikt die met 2100 liter vloeibaar helium gevuld is. Om te illustreren hoe goed de cryostaat geïsoleerd is, werd in een persbericht een vergelijking gemaakt met de volgende situatie:
*"Wanneer de cryostaat gevuld wordt met* 2100 kg *kokend water in plaats van met vloeibaar helium, duurt het* 6,0 jaar *voordat het water tot kamertemperatuur* (20 ºC) *afgekoeld is."*

4p **3** ☐ Bereken het gemiddelde vermogen dat in die situatie door de isolatie wordt doorgelaten.

## Opgave 2 Castorvat

Lees het artikel.

artikel

### Experts: containers met kernafval lekken niet

Duits kernafval wordt in zogenaamde castorvaten met treinen naar Frankrijk vervoerd.
Een castorvat is een cilindervormig ijzeren vat van 12 meter lang en een buitendiameter van 3 meter. De wanden zijn 50 cm dik.
Vorige week ontstond onrust toen milieuactivisten beweerden dat de vaten lekten.
Franse inspecteurs hadden namelijk met behulp van veegproeven radioactief materiaal aangetroffen. Bij veegproeven wordt materiaal van het oppervlak opgeveegd om er in een laboratorium de activiteit en samenstelling van te bepalen. De inspecteurs constateerden dat de norm van 4,0 Bq per vierkante centimeter ruimschoots werd overschreden.
Volgens Nederlandse deskundigen is er geen sprake van lekkende vaten, maar zijn de vaten na het beladen aan de buitenkant niet goed ontsmet.
Verder beweren zij dat het stralingsniveau dat pal op de container wordt gemeten, tevens veroorzaakt wordt door straling van het hoogradioactieve materiaal in het vat. Een gedeelte van deze straling dringt door de wand naar buiten.

*naar: de Volkskrant, 27 mei 1998*

In het artikel zijn drie mogelijke oorzaken van straling bij de buitenwand van de container aangegeven. We noemen de oorzaak in regel 4 oorzaak *a*, die in de regels 9 - 10 oorzaak *b* en die in de regels 11 - 13 oorzaak *c*.

3p **4** ☐ Leg voor elk van de oorzaken *a*, *b* en *c* uit of deze tot radioactieve besmetting van personen kan leiden.



natuurkundeuitgelegd.nl

Het kernafval is afkomstig uit een kerncentrale. Iemand vraagt zich af of het kernafval (uitgewerkte) brandstofstaven bevat, of dat het ook om vervuild materiaal van de moderator kan gaan.

5p **5** ☐ Beredeneer of het kernafval afkomstig kan zijn van de brandstofstaven en/of van de moderator. Leg daartoe eerst van beide uit wat hun functie is in een kerncentrale.

## Opgave 3 Vakantiefoto

Frans heeft op vakantie in Vietnam een foto van een boot gemaakt. Zie figuur 1.

figuur 1

De boot heeft een lengte van 6,5 m. Op het negatief is de afbeelding van de boot 21 mm lang. De foto werd gemaakt met een lens met een brandpuntsafstand van 80 mm.

3p **6** ☐ Bereken de afstand tussen Frans en de boot toen hij de foto maakte.

De boot heeft een constante snelheid van 8,5 m $s^{-1}$. Het fototoestel bewoog niet tijdens het nemen van de foto. Frans weet niet meer met welke sluitertijd de foto is gemaakt. Omdat hij op de foto geen noemenswaardige bewegingsonscherpte van de armen van de stuurman ziet, denkt hij dat de sluitertijd niet groter was dan één zestigste seconde.

3p **7** ☐ Leg met behulp van een berekening en op grond van de foto uit of hij daarin gelijk heeft.

De wrijvingskracht op de boot neemt toe als de boot sneller vaart. Het rendement van de energieomzetting in de buitenboordmotor blijft gelijk.
We bekijken de afstand die de boot met één volle benzinetank kan afleggen.

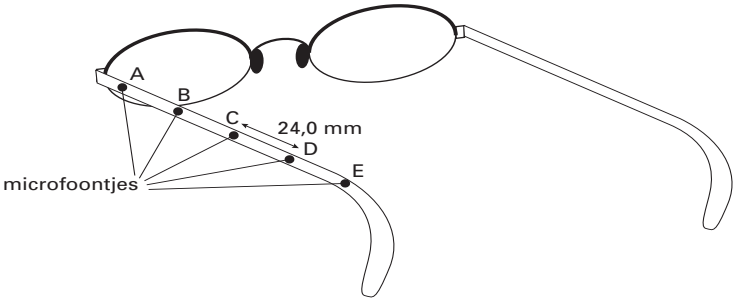
3p **8** ☐ Beredeneer of deze afstand bij een hoge snelheid kleiner, even groot of groter is dan bij een lage snelheid.



natuurkundeuitgelegd.nl

Sommige mensen kunnen geluid dat hen recht van voren bereikt moeilijk onderscheiden van achtergrondgeluid.
Op de Technische Universiteit in Delft wordt een oplossing voor dit probleem ontwikkeld: de zogenaamde hoorbril. Bij een hoorbril zijn vijf zeer kleine microfoontjes op onderling gelijke afstanden van 24,0 mm aangebracht langs een van de poten van de bril. Zie figuur 2.

figuur 2

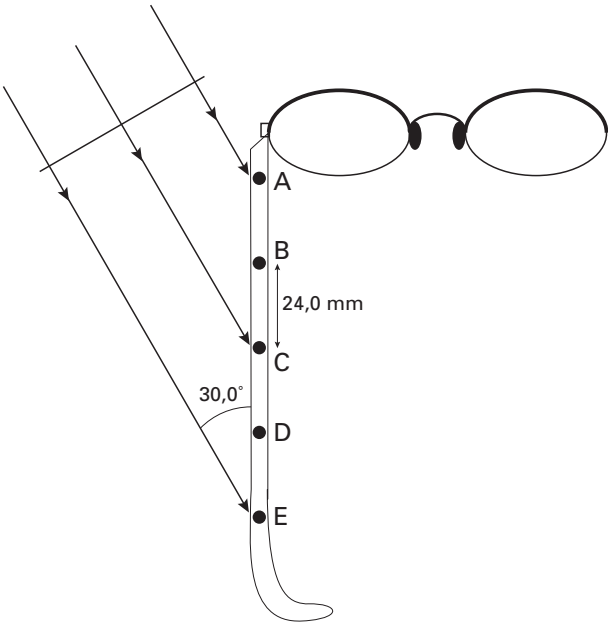



De elektrische signalen van de microfoontjes worden bij elkaar opgeteld. Voordat dit gebeurt, worden er tussen de signalen tijdvertragingen aangebracht. Dit gebeurt zodanig, dat geluid dat recht van voren komt optimaal wordt versterkt. De tijdvertraging tussen de signalen van de microfoontjes A en E is ingesteld op 280 µs. Voor deze instelling is uitgegaan van een bepaalde waarde van de omgevingstemperatuur.

3p **9** ☐ Ga na van welke omgevingstemperatuur men is uitgegaan.

Wanneer het geluid onder een hoek op de serie microfoons invalt, kunnen bepaalde frequenties worden verzwakt door het optellen van de signalen. Stel dat een vlakke geluidsgolf onder een hoek van 30,0° op de serie microfoontjes invalt. Zie figuur 3.

figuur 3




Figuur 3 staat ook op de bijlage.

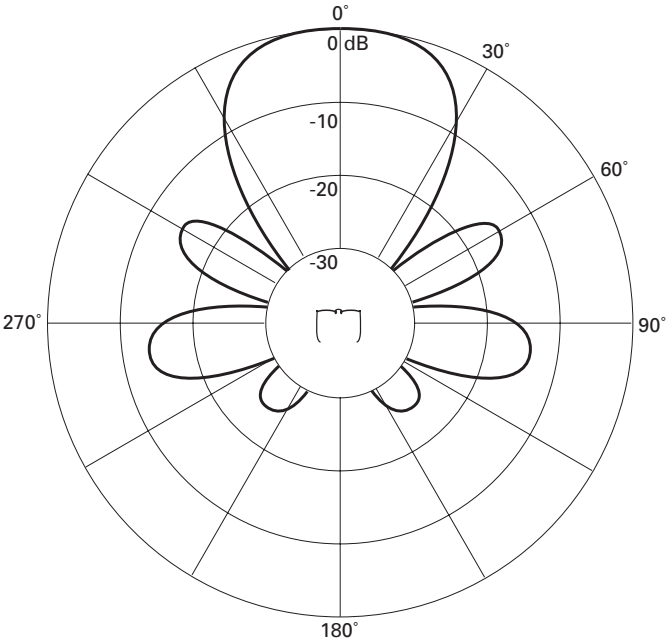
5p **10** ☐ Bereken de laagste frequentie van het geluid waarbij de signalen van de eerste en de laatste microfoon elkaar precies opheffen. Geef daartoe in de figuur op de bijlage de afstand aan die het geluid naar microfoontje E méér moet afleggen dan naar microfoontje A. Ga uit van een omgevingstemperatuur van 20 ˚C.



natuurkundeuitgelegd.nl

Het opgetelde elektrische signaal gaat naar een zendertje in de poot van de bril. In het oor bevindt zich een hoorapparaat dat het uitgezonden signaal ontvangt en het vervolgens via een luidsprekertje aan het oor doorgeeft.
In Delft zijn metingen aan de hoorbril verricht. Het resultaat van een serie metingen bij een geluidsfrequentie van 4800 Hz is te zien in figuur 4. Met een dikke lijn is in deze figuur voor verschillende richtingen aangegeven hoeveel het geluidsniveau bij gebruik van de hoorbril lager is ten opzichte van de richting 'recht van voren'.

figuur 4




4p **11** ☐ Beschrijf de opzet voor een experiment dat resulteert in een diagram zoals in figuur 4.
Geef daarbij aan:
-wat je nodig hebt;
-welke grootheden je constant houdt;
-welke grootheid je varieert;
-welke grootheid je meet.

De elektronica in de hoorbril werkt op een spanning van 1,2 V bij een stroomsterkte van 50 µA. Voor het leveren van de benodigde energie denkt men aan zonnecellen, die op de poten van de bril zijn bevestigd. De hoorbril moet nog kunnen werken bij schemering. De lichtintensiteit bedraagt dan 1,4 W $m^{-2}$. Men verwacht zonnecellen te kunnen gebruiken met een rendement van 20%.

4p **12** ☐ Ga na of deze manier van energievoorziening haalbaar is. Bereken daartoe eerst de benodigde oppervlakte van de zonnecellen.



natuurkundeuitgelegd.nl

# Opgave 5 Skater

Op de foto in figuur 5 stort een skater zich in een ‘halfpipe’ omlaag. Een halfpipe bestaat uit twee cirkelvormige hellingen die onderaan door een horizontaal vlak met elkaar zijn verbonden. Op de foto is één van de hellingen afgebeeld.

figuur 5

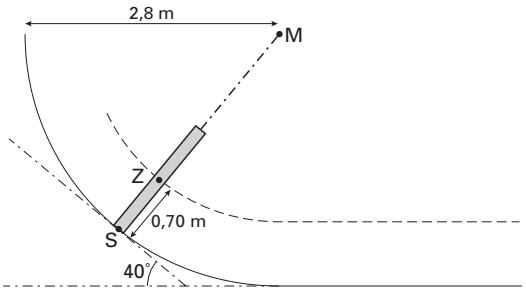
We beschouwen een tijdstip waarop de skater zich bevindt in de situatie van figuur 6.
De skater is daarin voorgesteld als een rechthoekig lichaam met zwaartepunt Z.
De massa van de skater is 61 kg.

3p **13** ☐ Bereken het moment van de zwaartekracht op de skater ten opzichte van S.

In de situatie van figuur 6 heeft de skater een hoeksnelheid van 3,2 rad $s^{-1}$.

5p **14** ☐ Bereken de normaalkracht die de helling in deze situatie op de skater uitoefent. Bereken daartoe eerst de benodigde middelpuntzoekende kracht.

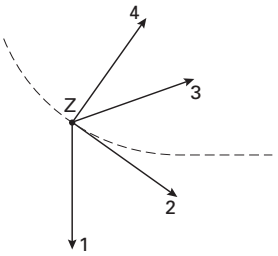
figuur 6




De snelheid langs de helling neemt toe.
In figuur 7 zijn met genummerde pijlen vier richtingen aangegeven. Eén van deze richtingen is bij benadering de richting van de resulterende kracht op de skater in de situatie van figuur 6.

3p **15** ☐ Leg uit welke pijl deze richting het beste benadert.

figuur 7



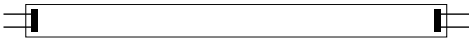



natuurkundeuitgelegd.nl

# Opgave 6 Reinigen met UV

Een gasontladingsbuis heeft twee elektroden aan de uiteinden. Zie figuur 8.

figuur 8



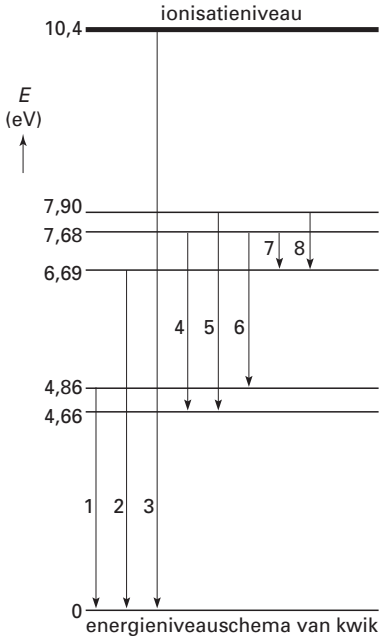
De buis werkt alleen als de spanning tussen de elektroden voldoende groot is.
De buis is uitgerust met een ontstekingsmechanisme, de zogenaamde starter. Bij het inschakelen zorgt de starter ervoor dat de spanning tussen de elektroden 450 volt wordt.
Het gasmengsel in de buis bestaat onder meer uit kwikdamp. In dit mengsel komen ook (vrije) elektronen voor. Bij een spanning van 450 V krijgen deze elektronen voldoende energie om kwikatomen te ioniseren.
Een korte gasontladingsbuis werkt op dezelfde spanning als een lange.

3p **16** ☐ Leg uit of een elektron in een korte of in een lange buis de grootste elektrische kracht ondervindt.

In figuur 9 is een energieschema van een kwikatoom getekend.
Enkele energieovergangen die binnen dit atoom kunnen optreden, zijn met genummerde pijlen aangegeven.
Niet getekende overgangen worden in deze opgave buiten beschouwing gelaten.

3p **17** ☐ Leg uit bij welke van de genummerde overgangen zichtbaar licht wordt uitgezonden.

figuur 9



energieniveauschema van kwik

Voor het fabriceren van chips voor computers moeten grote plakken silicium worden gereinigd. Het te reinigen oppervlak wordt daartoe onder een speciale gasontladingsbuis gelegd. Deze gasontladingsbuis zendt UV-straling uit. Door de UV-straling ontstaan losse zuurstofatomen, die de verontreiniging verwijderen.
Voor het splitsen van een zuurstofmolecuul in twee losse atomen is een energie vereist van minstens 4,94 eV.

4p **18** ☐ Bepaal de grootste golflengte van de door het kwik uitgezonden straling die een zuurstofmolecuul in twee losse atomen kan splitsen.

Een gewone tl-buis is aan de binnenkant helemaal bedekt met een laag waarin fluorescentiepoeder is verwerkt. Er zit hetzelfde gasmengsel in als in de buis die voor het reinigen van plakken silicium gebruikt wordt.

2p **19** ☐ Leg aan de hand van de werking van het fluorescentiepoeder uit of een gewone tl-buis voor deze reinigingstechniek geschikt is.



natuurkundeuitgelegd.nl

# Opgave 7 Space Shot

'Space Shot' is een spectaculaire attractie in het pretpark Six Flags. Hierbij kan een groep mensen zich laten 'lanceren' met behulp van een ring om een hoge toren. Op de ring zijn stoelen bevestigd waarin de bezoekers met stevige gordels vastzitten. De ring wordt vanaf de grond omhooggeschoten tot onder de top van de toren. Zie figuur 10.

Lees de folder.

folder

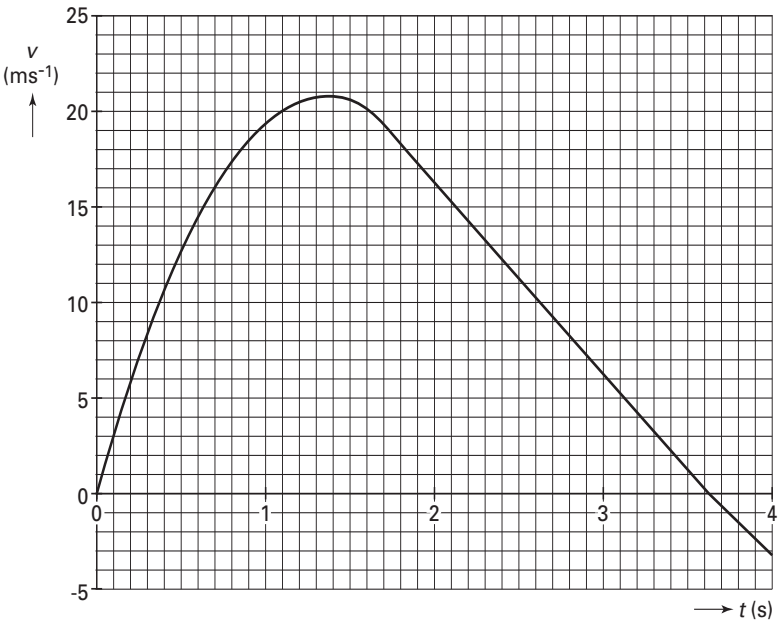
**Space Shot: nieuw in de BENELUX!**
Een sensationele lancering met een snelheid van 85 kilometer per uur, 60 meter omhoog. Een rit valt te vergelijken met een lancering van de Space Shuttle, waarbij je de spanning kan voelen, die de astronauten ervaren als zij vertrekken van Cape Canaveral.
Je ondergaat een versnelling van 4g!

*naar: reclamefolder van Six Flags*

figuur 10

Esther wil een aantal gegevens uit de reclamefolder controleren. Met behulp van een versnellingsmeter meet ze tijdens een lancering de versnelling als functie van de tijd. De metingen worden ingelezen in een computer, die ze bewerkt tot een ($v$,$t$)-grafiek. Zie figuur 11.

figuur 11






natuurkundeuitgelegd.nl

*Als je gebruik wilt maken van de grafische mogelijkheden van je rekenmachine, mag je uitgaan van de gegevens in het kader. Geef in dat geval aan hoe je tot je antwoord komt.*

| | |
|---|---|
| Esther stelt voor verschillende delen van de grafiek een wiskundig model op: | |
| voor $0 \text{ s} \leq t < 1{,}80 \text{ s}$: | $v(t) = 30{,}8\ t - 11{,}4\ t^2$ |
| voor $1{,}80 \text{ s} \leq t < 3{,}62 \text{ s}$: | $v(t) = 36{,}9 - 10{,}2\ t$ |
| voor $t \geq 3{,}62 \text{ s}$ : | $v(t) = 34{,}1 - 9{,}42\ t$ |

2p **20** ☐ Leg met behulp van figuur 11 uit of de in de folder genoemde snelheid bereikt wordt.

Uit de meetresultaten vindt Esther dat de ring op $t = 1{,}80$ s een afstand heeft afgelegd van 27,7 m.

4p **21** ☐ Toon aan dat de ring minder ver omhooggaat dan in de folder is vermeld.

Figuur 11 staat ook op de bijlage.

4p **22** ☐ Bepaal of bereken de maximale versnelling tijdens de lancering en ga na of deze overeenkomt met de waarde uit de folder.

De massa van de ring met bezoekers is $2{,}4 \cdot 10^3$ kg. De kracht waarmee deze ring omhoog wordt gestuwd, werkt slechts gedurende 1,80 s.

3p **23** ☐ Bepaal of bereken hoeveel arbeid de stuwkracht op de ring verricht. Verwaarloos daarbij de arbeid die de wrijvingskracht verricht.

In werkelijkheid is de arbeid die de wrijvingskracht verricht niet te verwaarlozen.
Op $t = 3{,}62$ s bereikt de ring zijn hoogste punt en keert de snelheid van richting om.
De grafiek van figuur 11 vertoont op dat tijdstip een lichte knik (dit is met behulp van een geo-driehoek goed te zien).
Esther denkt dat de knik het gevolg is van het omkeren van de richting van de wrijvingskracht tussen de ring en de toren.

3p **24** ☐ Leg uit of het omkeren van de richting van de wrijvingskracht inderdaad tot een dergelijke knik in de $(v,t)$-grafiek kan leiden.

**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