Examen VWO

2007

tijdvak 1
donderdag 31 mei
13.30 - 16.30 uur

natuurkunde 1

Bij dit examen hoort een uitwerkbijlage

Dit examen bestaat uit 25 vragen.
Voor dit examen zijn maximaal 79 punten te behalen.
Voor elk vraagnummer staat hoeveel punten met een goed antwoord behaald kunnen worden.

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.

700025-1-020o

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 1 Goliath

In attractiepark Walibi World bevindt zich een achtbaan, de Goliath.
Een trein met passagiers beweegt met een constante snelheid van $5{,}0\ \mathrm{km\,h^{-1}}$ langs een rechte helling omhoog. De top van de helling ligt $46\ \mathrm{m}$ hoger dan het startpunt. Over deze helling doet de trein $51\ \mathrm{s}$.

3p **1** Bereken de hellingshoek van deze helling.

figuur 1

Het midden van de trein passeert de top van de eerste helling met verwaarloosbare snelheid. De trein begint vervolgens aan een zeer steile afdaling. Zie figuur 1. Bij die afdaling bedraagt het hoogteverschil ook $46\ \mathrm{m}$. Onderaan is de snelheid opgelopen tot $106\ \mathrm{km\,h^{-1}}$.
De massa van de trein met passagiers bedraagt $14 \cdot 10^3\ \mathrm{kg}$.

figuur 2

4p **2** Bereken hoeveel energie in warmte wordt omgezet tijdens deze afdaling.

Neem aan dat de trein eenparig versneld daalt. De lengte van de afdaling bedraagt $49\ \mathrm{m}$.

4p **3** Bereken de versnelling tijdens het dalen.

Verderop tijdens de rit worden er foto's gemaakt. In figuur 2 is zo'n foto weergegeven. De trein is $13{,}2\ \mathrm{m}$ lang en bestaat uit vijf dezelfde wagons.
Elke wagon wordt apart gefotografeerd. Voor elke foto geeft een stroboscoop een lichtflits. Op de plaats waar de foto's worden gemaakt, bedraagt de snelheid $16\ \mathrm{m\,s^{-1}}$.

3p **4** Bereken de flitsfrequentie van de stroboscoop.

Voordat de trein weer het station binnenrijdt, wordt de snelheid eenparig vertraagd teruggebracht van $15{,}2\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ naar $0{,}3\ \mathrm{m\,s^{-1}}$. Bij het remmen van de trein mag de remkracht op een persoon niet groter zijn dan de helft van de zwaartekracht.

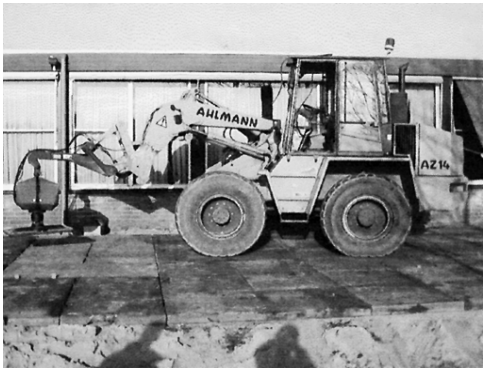
3p **5** Bereken de minimale remtijd.

natuurkundeuitgelegd.nl

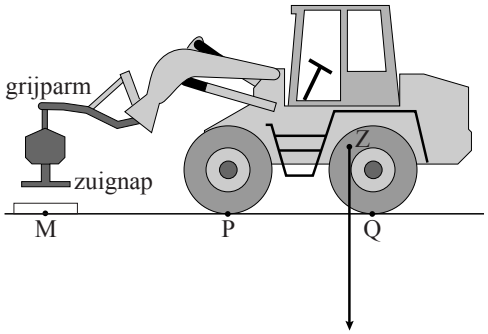
Opgave 2 Heftruck

Een heftruck legt betonplaten voor een schoolplein. Figuur 3 is een foto van de heftruck en figuur 4 een schematische tekening.

figuur 3



figuur 4



De grijparm wordt dichter naar de heftruck toe bewogen.

2p **6** Leg uit of de voorbanden daardoor meer of minder ingedrukt worden.

De totale massa van de heftruck zonder last is $13500\ \text{kg}$. In figuur 4 is de heftruck op schaal getekend. In deze figuur is de zwaartekracht op de heftruck zonder last aangegeven. De heftruck staat vergroot op de uitwerkbijlage.

4p **7** Teken in de figuur op de uitwerkbijlage de krachten in de punten P en Q op de voorwielen en de achterwielen in de juiste verhouding met de al getekende zwaartekracht.

De loodrechte afstand tussen punt P en de werklijn van de zwaartekracht op de heftruck is $2{,}00\ \text{m}$. De afstand MP is $3{,}00\ \text{m}$. Bij maximale belasting kantelt de heftruck nog net niet voorover.

3p **8** Bereken deze maximale belasting in kg.

Voor het oppakken en verplaatsen van de betonnen platen gebruikt deze heftruck een speciaal zuigapparaat dat aan de grijparm bevestigd is.
De onderkant van dit apparaat bestaat uit een grote zuignap met een rubberen rand. Door lucht onder deze zuignap weg te zuigen, kunnen de platen opgetild en vervoerd worden.
Op het zuigapparaat staat dat er maximaal $5000\ \text{kg}$ mee opgetild kan worden.
De zuignap heeft de vorm van een rechthoek met zijden van $60\ \text{cm}$ en $85\ \text{cm}$.
De luchtdruk buiten is $1013\ \text{hPa}$.

4p **9** Bereken hoe groot de druk onder de zuignap maximaal mag zijn om voorwerpen van $5000\ \text{kg}$ te kunnen optillen.

natuurkundeuitgelegd.nl

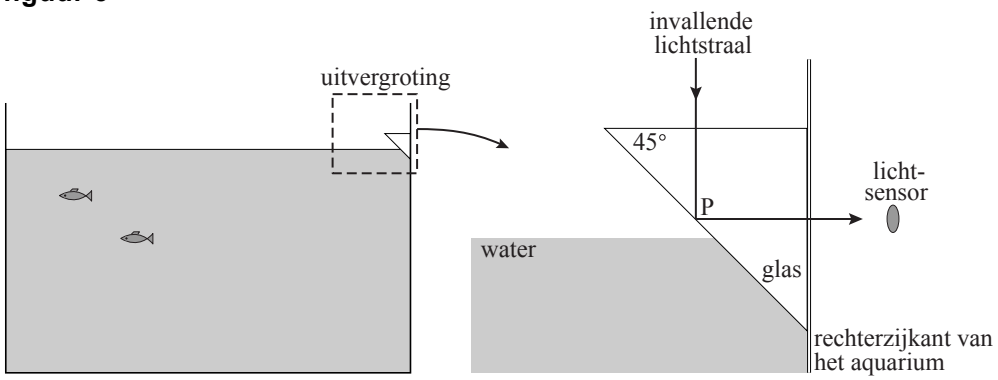
Opgave 3 Waterpeil

In de zomer loopt de watertemperatuur in het tropisch aquarium van dierentuin Artis soms te hoog op. Een ventilator blaast dan lucht over het water.

2p **10** Leg met behulp van de theorie van bewegende moleculen uit dat de temperatuur van het water daardoor daalt.

Door het verdampen van het water zakt het waterpeil in het aquarium.
Een automatisch systeem bewaakt dit waterpeil. In dit systeem schijnt een gele lichtstraal van bovenaf op een prisma, dat tegen de zijkant van het aquarium is geplakt. Zie figuur 5.

figuur 5

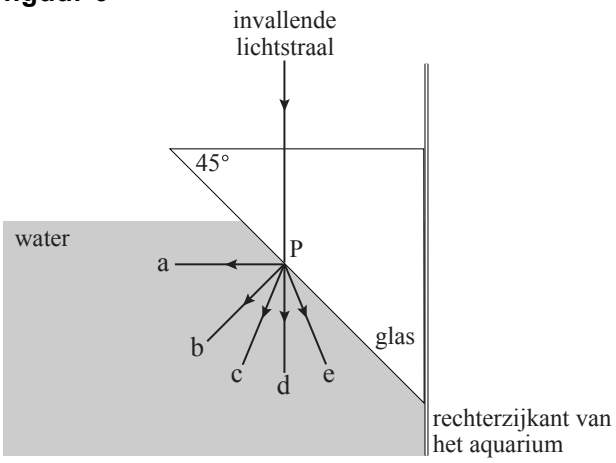


Als het waterpeil lager dan punt P van het prisma is, wordt de gele lichtstraal gereflecteerd naar de lichtsensor. Het prisma is van (gewoon) glas.

3p **11** Leg uit waarom er in deze situatie totale reflectie plaatsvindt tegen de schuine zijde van het glazen prisma.

Als het waterpeil hoger dan punt P is, treedt er lichtbreking op van glas naar water. In figuur 6 zijn vijf mogelijke lichtstralen getekend.

figuur 6



3p **12** Leg uit welke van de getekende lichtstralen de gebroken lichtstraal kan zijn.

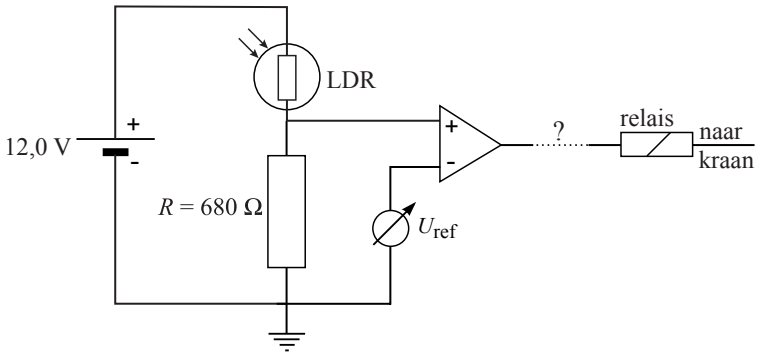
natuurkundeuitgelegd.nl

Het signaal van de lichtsensor wordt gebruikt om een kraan te openen en te sluiten zodat het water in het aquarium tot het gewenste niveau wordt bijgevuld.

2p **13** Leg uit of we hier te maken hebben met een meet-, stuur- of regelsysteem.

De lichtsensor bestaat uit een LDR in serie met een weerstand van $680\ \Omega$ die aangesloten is op een spanning van $12{,}0\ \text{V}$. Zie figuur 7.

figuur 7

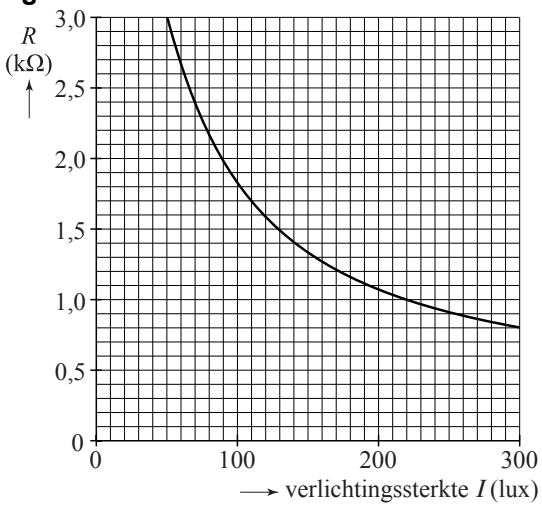


In het automatische systeem is ook een comparator en een relais opgenomen. Wanneer het relais een hoog signaal krijgt, gaat de kraan open.

4p **14** Leg uit of er tussen de comparator en het relais nog een invertor moet worden geschakeld om het systeem goed te laten werken.

In figuur 8 is de weerstand van de LDR bij verschillende verlichtingssterkten uitgezet.

figuur 8



Men wil dat het automatische systeem schakelt bij een verlichtingssterkte van $140\ \text{lux}$.

4p **15** Bepaal op welke waarde de referentiespanning van de comparator daartoe moet worden ingesteld.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 4 Koelbox

In een koelbox kunnen levensmiddelen koel gehouden worden.
Een bepaald type koelbox wordt aangesloten op een autoaccu van $12\ \text{V}$.
Wanneer het elektrisch koelsysteem aan staat, gebruikt het een vermogen van $54\ \text{W}$. De zogenaamde "capaciteit" van de gebruikte autoaccu is $55\ \text{Ah}$.
Dat betekent dat deze accu bijvoorbeeld gedurende 1 uur een stroomsterkte van $55\ \text{A}$ kan leveren of gedurende 11 uur $5\ \text{A}$.

3p **16** Bereken het aantal uren dat het elektrisch koelsysteem op een volle accu zou kunnen werken.

We vergelijken een lege koelbox met een koelbox die gevuld is met $5{,}0\ \text{kg}$ water. De tijd die nodig is voor een temperatuurdaling van $1{,}0\ ^\circ\text{C}$ blijkt bij de volle koelbox $20\times$ zo groot te zijn als bij de lege koelbox.
Verwaarloos de warmte die vanuit de omgeving door de wanden van de koelbox stroomt.

3p **17** Bereken de warmtecapaciteit van de lege koelbox.

In werkelijkheid is de warmte die vanuit de omgeving in de koelbox stroomt niet verwaarloosbaar. Voor de hoeveelheid warmte die per seconde door de wanden in de koelbox stroomt, P_{in} (in W), geldt:

$$P_{\text{in}} = \alpha A \Delta T$$

Hierin is:
- α de warmteoverdrachtscoëfficiënt van de wanden van de koelbox ($\alpha = 0{,}40\ \text{W m}^{-2}\text{K}^{-1}$);
- A de totale inwendige oppervlakte van de koelbox (in m^2);
- ΔT het temperatuurverschil tussen de binnenkant van de koelbox en de omgeving (in K).

Als het elektrisch koelsysteem aan staat, transporteert het per seconde $126\ \text{J}$ warmte uit de koelbox naar de omgeving. De inwendige maten van de koelbox zijn: $30\ \text{cm}$ lang, $20\ \text{cm}$ breed en $30\ \text{cm}$ hoog. Ga ervan uit dat alle zes wanden warmte doorlaten.

In de zomer is het in de auto $25\ ^\circ\text{C}$. Men wil de temperatuur in de koelbox op $5\ ^\circ\text{C}$ houden. Hiervoor hoeft het elektrisch koelsysteem niet voortdurend in werking te zijn.

3p **18** Bereken hoe lang het koelsysteem per uur in werking moet zijn om de koelbox met inhoud op een temperatuur van $5\ ^\circ\text{C}$ te houden.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 5 Radioactieve schilderijen

Hieronder volgen twee fragmenten uit een artikel in de Volkskrant van 22 december 2002. Lees het eerste fragment.

> Ten behoeve van kunsthistorisch onderzoek bestraalt men in de kernreactor in Petten oude schilderijen met langzame neutronen. In de verfstoffen van de schilderijen ontstaan door deze bestraling radioactieve isotopen die bij verval ioniserende straling uitzenden. Deze straling wordt opgevangen door een fotografisch gevoelige plaat. Op deze manier worden contouren van onderliggende verflagen zichtbaar en verkrijgt men informatie over de chemische samenstelling van de oorspronkelijke verfstoffen.

De langzame neutronen hebben een bewegingsenergie van $4{,}0 \cdot 10^{-21}$ J.

3p **19** Bereken de snelheid van deze neutronen.

In een bepaalde blauwe verfstof zit de isotoop arseen-75. Als een arseen-75-kern een langzaam neutron invangt, wordt een radioactieve arseen-76-kern gevormd. Het arseen-76 vervalt vervolgens.

3p **20** Geef de vervalreactie van arseen-76.

Over een schilderij dat in Petten is onderzocht, vervolgt het artikel:

> Het schilderij bevat onder andere mangaanhoudende bruine verf, arseenhoudende blauwe verf en kobalthoudende diepblauwe verf. De halveringstijden van het geactiveerde mangaan, arseen en kobalt zijn respectievelijk 2,6 uur; 26,8 uur en 5,3 jaar. Direct na het einde van de bestraling wordt een fotografisch gevoelige plaat achter het schilderij gezet. Na zes uur wordt deze plaat verwijderd. Een volgende plaat wordt 20 uur na het einde van de bestraling gedurende 24 uur achter het schilderij gezet. Twee weken later wordt een derde fotografisch gevoelige plaat achter het schilderij gezet.

Na 20 uur plaatst men de tweede fotografisch gevoelige plaat in de veronderstelling dat het mangaan zo ver is vervallen dat het niet meer van invloed is op de registratie van de straling van het vervallende arseen.
Stel dat direct ná de bestraling de activiteit van het mangaan en die van het arseen gelijk aan elkaar waren.

3p **21** Toon aan dat na 20 uur de activiteit van het mangaan ruim honderd keer zo klein is als de activiteit van het arseen.

Na een maand is de activiteit van het mangaan en het arseen vrijwel verwaarloosbaar. De museumdirecteur wil het schilderij weer tentoonstellen. Zij hangt het achter een dikke glasplaat.

3p **22** Leg uit op grond van de straling die het schilderij op dat moment uitzendt:
- of deze glasplaat zin heeft, en
- of de bezoekers, ondanks de glasplaat, bloot staan aan straling uit het schilderij.

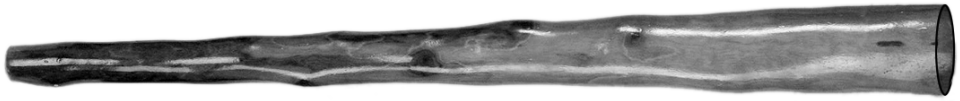
Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

natuurkundeuitgelegd.nl

Opgave 6 Didgeridoo

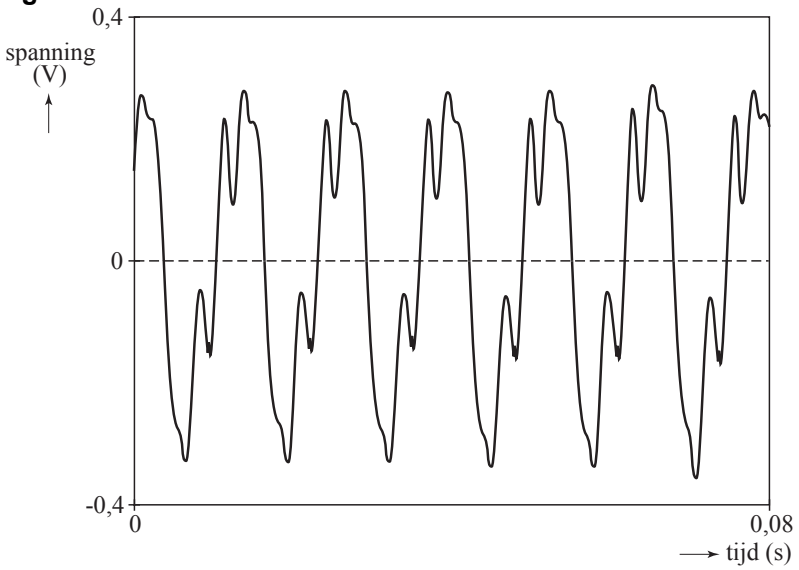
Een didgeridoo is een muziekinstrument dat oorspronkelijk werd bespeeld door de Aboriginals in Australië. De didgeridoo bestaat uit een door termieten uitgeholde boomtak die verschillende tonen voortbrengt als je erop blaast.
Zie figuur 9.

figuur 9



Tom onderzoekt de klank van een didgeridoo. Hij blaast daartoe op het smalle uiteinde van de didgeridoo en registreert het geluid aan het brede uiteinde met behulp van een computer. Het resultaat is te zien in figuur 10.

figuur 10



4p **23** Bepaal de laagste frequentie van deze klank.

In Australië is de temperatuur vaak hoger dan in Nederland. Het uitzetten van de didgeridoo als gevolg van de hogere temperatuur mag worden verwaarloosd.

3p **24** Leg uit of de didgeridoo bij hogere temperatuur hoger of lager klinkt.

Voor het geluidsvermogen dat de didgeridoo voortbrengt, geldt $P = IA$.
Hierin is:
- I de geluidsintensiteit (in $\mathrm{W\,m^{-2}}$);
- A de doorsnede van het brede uiteinde van de didgeridoo (in $\mathrm{m^2}$).

Het brede uiteinde is cirkelvormig met een binnendiameter van $16\ \mathrm{cm}$.
Bij de toon van figuur 10 is het geluidsdrukniveau in het brede uiteinde $82\ \mathrm{dB}$.

3p **25** Bereken het geluidsvermogen dat de didgeridoo bij deze toon uitzendt.

Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.

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