

Examen VWO 2007

tijdvak 1
donderdag 31 mei
totale examentijd 3,5 uur

natuurkunde 1,2 Complex

Vragen 1 tot en met 15

In dit deel van het examen staan de vragen
waarbij de computer *niet* wordt gebruikt.

Bij dit deel van het examen hoort een uitwerkbijlage.

Het gehele examen bestaat uit 21 vragen.
Voor dit deel van het examen zijn maximaal 49 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.

Opgave 1 Didgeridoo

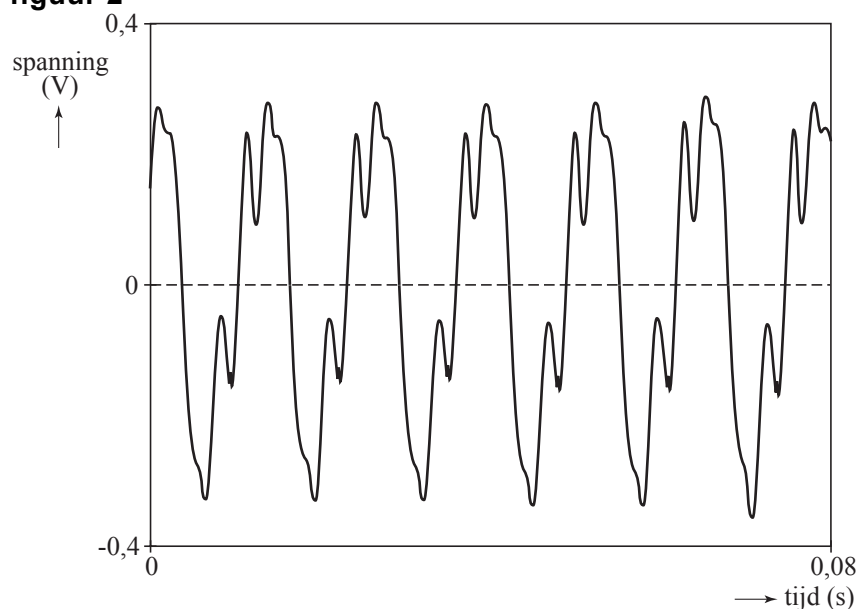
Een didgeridoo is een muziekinstrument dat oorspronkelijk werd bespeeld door de Aboriginals in Australië. De didgeridoo bestaat uit een door termieten uitgeholde boomtak die verschillende tonen voortbrengt als je erop blaast. Zie figuur 1.

figuur 1



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 2.

figuur 2



4p 1 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 2 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 W m^{-2});
- A de doorsnede van het brede uiteinde van de didgeridoo (in m^2).

Het brede uiteinde is cirkelvormig met een binnendiameter van 16 cm.

Bij de toon van figuur 2 is het geluidsdrukniveau in het brede uiteinde 82 dB.

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

Opgave 2 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.

- 3p **4** De langzame neutronen hebben een energie van 0,025 eV.
Bereken de snelheid van deze neutronen.

- In een blauwe verfstof zit de isotoop arseen-75. Als een arseen-75-kern een langzaam neutron invangt, ontstaat er een radioactieve isotoop.
- 4p **5** Geef de reactievergelijking van het ontstaan en die van het verval van deze isotoop.

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

Opgave 3 Koelbox

In een koelbox kunnen levensmiddelen koel gehouden worden.

Een bepaald type koelbox wordt aangesloten op een autoaccu van 12 V.

Wanneer het elektrisch koelsysteem aan staat, gebruikt het een vermogen van 54 W. De zogenaamde "capaciteit" van de gebruikte autoaccu is 55 Ah.

Dat betekent dat deze accu bijvoorbeeld gedurende 1 uur een stroomsterkte van 55 A kan leveren of gedurende 11 uur 5 A.

- 3p 7 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 kg water. De tijd die nodig is voor een temperatuurdaling van 1,0 °C blijkt bij de volle koelbox 20× zo groot te zijn als bij de lege koelbox.

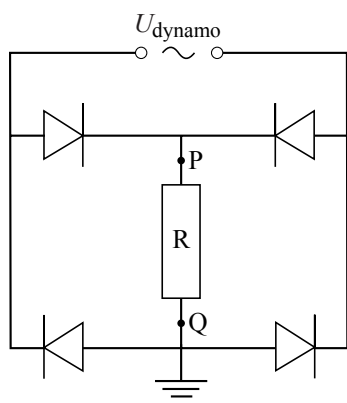
Verwaarloos de warmte die vanuit de omgeving door de wanden van de koelbox stroomt.

- 3p 8 Bereken de warmtecapaciteit van de lege koelbox.

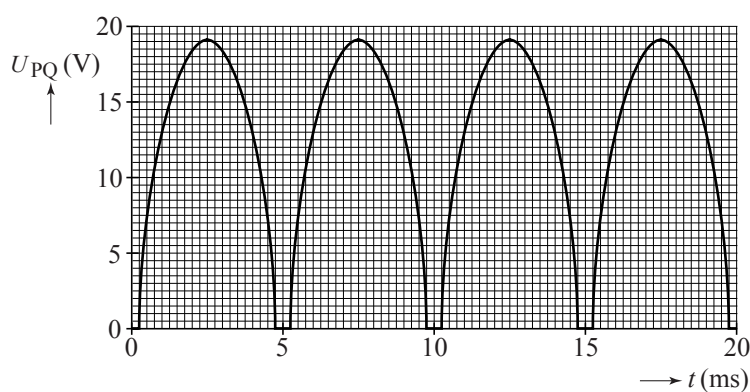
Bij gebruik van de koelbox raakt de autoaccu leeg. Als de auto rijdt, wordt met een dynamo de accu weer opgeladen. Hiertoe wordt de wisselspanning van de dynamo gelijkgericht. Bij een bepaald toerental van de motor is de frequentie van de wisselstroom van de dynamo 100 Hz en de effectieve waarde van de wisselspanning 14,5 V.

Een voorbeeld van een schakeling die wisselspanning omzet in gelijkspanning is getekend in figuur 3. In die schakeling zijn vier diodes opgenomen. Een diode geleidt de stroom als de spanning over de diode groter is dan 0,70 V in de doorlaatrichting.

figuur 3



figuur 4



Over de weerstand R wordt in P en Q een spanningssensor aangesloten.

In figuur 4 staat de spanning over de punten P en Q als functie van de tijd.

- 4p 9 Verklaar de volgende aspecten van figuur 4:
- 1 waarom de spanning niet negatief wordt;
 - 2 waarom er 4 pulsen zijn in 20 ms;
 - 3 waarom de toppen van U_{PQ} hoger liggen dan 14,5 V;
 - 4 waarom er horizontale stukjes zijn tussen de spanningpulsen.

De spanning tussen de punten P en Q mag niet lager worden dan 12 V. Daarom wordt er in de schakeling van figuur 3 parallel aan de weerstand R een condensator opgenomen. De (U_{PQ}, t) -grafiek zonder condensator staat als een streeplijn op de uitwerkbijlage.

- 3p 10 Schets in de figuur op de uitwerkbijlage de spanning U_{PQ} als de condensator in de schakeling is opgenomen.

Opgave 4 Zonneneutrino's

Het lijkt alsof de zon als hij ondergaat een grotere diameter heeft dan wanneer hij hoog aan de hemel staat. Margreet wil aantonen dat dit gezichtsbedrog is. Zij gebruikt daarvoor een bolle lens waarmee zij de zon scherp afbeeldt.

- 2p 11 Leg uit welke handelingen zij moet verrichten om aan te tonen dat het hier om gezichtsbedrog gaat.

De sterkte van de lens is +0,50 dioptrie.

- 4p 12 Bereken de diameter van het beeld van de zon.

In de zon wordt door kernfusie helium gevormd uit waterstof. De eerste stap in dit proces bestaat uit fusie van twee protonen, waarbij een positron (β^+), een neutrino (${}^0_0\nu$) en nog een deeltje ontstaan.

- 3p 13 Geef de reactievergelijking van deze fusie.

Na een aantal stappen ontstaat een ${}^4\text{He}$ -kern. Bij dit proces worden netto vier protonen en twee elektronen omgezet in een ${}^4\text{He}$ -kern en twee neutrino's.

- 4p 14 Bereken hoeveel energie er in totaal per heliumkern vrijkomt. Neem daarbij aan dat de neutrino's geen massa hebben.

De zonkant van onze planeet wordt permanent getroffen door een bombardement van zonneneutrino's.

Elke seconde worden er door de zon $2,0 \cdot 10^{38}$ neutrino's uitgezonden.

De neutrino's bewegen gelijkmatig in alle richtingen en worden onderweg in de ruimte niet tegengehouden.

- 4p 15 Bereken het aantal neutrino's dat per seconde de aarde treft.

Dit was de laatste vraag van het deel waarbij de computer niet wordt gebruikt.

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.