

Het examen natuurkunde vwo 2016-1

Een terugblik

In 2016 is het eerste examen natuurkunde vwo afgenomen volgens het nieuwe programma.

Ter voorbereiding is de syllabus verschenen, met daarin voorbeeldvragen om de vernieuwingen toe te lichten en te illustreren. Ook is er een voorbeeldexamen gepubliceerd. Bovendien zijn er in juli 2015 negen voorbeeldexamenopgaven gepubliceerd. In de toelichting daarbij stond aangegeven dat gezocht wordt naar contexten, waarbij kwantumfysica nodig is om de verschijnselen te verklaren. Bij natuurkunde vwo is er niet voor gekozen om met de vernieuwingen voorzichtig te beginnen. Dit zou geen recht doen aan de pilot die gedurende zes jaar (2010 - 2015) twee examens per jaar heeft opgeleverd, en nieuwe leerboeken die voor dit programma geschreven zijn.

In dit artikel worden de vijf opgaven uit het examen besproken. Ook wordt aangegeven waarom aanvullingen op het correctievoorschrift (CV) uitgegaan zijn.

Gekleurde LED's

Dit is een herkenbare beginopgave over elektriciteit maar ook over straling en materie. In vraag 3 moest de kennis over energie-overgangen in een atoom 'wendbaar' worden toegepast op een halfgeleider. In de syllabus staat het begrip wendbaarheid uitgelegd en deze vraag is een voorbeeld van een toepassing daarvan.

Een aanvulling op het CV is gemaakt om leerlingen niet te benadelen die bij vraag 1 een correcte andere methode kozen en daarbij een fout maakten, in vraag 2 voor dezelfde fout zouden worden gestraft. Volgens algemene regel 6 zou die fout tweemaal moeten worden aangerekend, maar dat vonden we in dit geval niet rechtvaardig.

Ruimtelift?

Dit is een opgave naar aanleiding van een publicatie waarin een modelstudie wordt beschreven van een mogelijke ruimtelift: langs een kabel omhoog naar een geostationaire

satelliet. In de titel van de opgave is dat aangegeven met een vraagteken.

De opgave is middels kopjes onderverdeeld in de onderdelen *kabel* en *klimmen*.

In het eerste deel werd de geostationaire hoogte gevraagd. De formulering in de stam boven de vraag was niet helemaal eenduidig door het gebruik van het woord 'omlooptijd'. Om leerlingen die daardoor op het verkeerde been waren gezet niet te benadelen, is hierover een aanvulling op het CV gemaakt.

Verder werd een kwalitatieve vraag gesteld over de spankracht in de kabel gebruikmakend van de middelpuntzoekende kracht.

In het tweede deel werd een model gepresenteerd over omhoog klimmen langs de kabel. Dit was een vereenvoudigd model met de aanname van een constante snelheid. We kregen veel opmerkingen dat het model niet helemaal compleet was en niet de werkelijkheid beschreef. Dat klopt ook. Bij modelleren wordt vaak begonnen met een sterk vereenvoudigde situatie, om die later eventueel uit te bouwen.

gesproken over de massa van *lift met brandstof*. In de vraag stond het begrip resulterende kracht op *de lift*. Omdat deze omschrijving niet helemaal eenduidig was, is hierover een aanvulling op het CV gemaakt.

Vliegen

Vliegen is een geschikte context als het over natuurwetten gaat en met name over schaalafhankelijkheid, ook al eens toegepast in de vraag uit het Pilotexamen van 2012-2 over de kruissnelheid bij vliegen. Met een dimensieloze grootte was het mogelijk om uit drie foto's de snelheid van een vogel te bepalen. In de laatste vraag werd, in drie stappen, het begrip schaalfactor toegepast. Deze laatste vraag werd als moeilijk ervaren. Uit de statische analyse bleek dat de vraag wel zeer goed het onderscheid bepaalde tussen vaardige en niet vaardige leerlingen.

Bij natuurkunde vwo is er niet voor gekozen om met de vernieuwingen voorzichtig te beginnen

trum en dit energie-niveauschema. Daarom is over deze vraag wel een opmerking bij de aanvullingen gemaakt, maar geen aanvullings-tekst bij het CV gemaakt.

Er volgden nog twee vragen over kwantumwereld: een kennisvraag over ééndimensionale energieputten, die door veel leerlingen niet als zodanig herkend werd, en een vraag over toepassing van de onbepaaldheidsrelatie van Heisenberg op dit molecuul. Het CV van deze vraag is gecorrigeerd met een aanvulling.

Onderzoek van bot met calcium-47

Deze opgave is in de context van medische beeldvorming. De opgave begint met een standaardberekening en de derde vraag is ook een berekening, maar dan minder standaard. Verder bevatte de opgave een kleine inzichtvraag en een conceptuele vraag over de gezamenlijke activiteit van twee stralingsbronnen. Het CV is gecorrigeerd in een aanvulling.

Achteraf

In het voorgaande hebben we aangegeven waarom de aanvullingen gedaan zijn. Het zijn situaties, waarbij een onduidelijkheid reden kon geven tot discussies tussen correctoren en verschillen tussen leerlingen.

Over dit examen zijn veel opmerkingen bij LAKS en op de examenlijst binnengekomen. Een analyse van die opmerkingen leert dat deze verspreid waren over het hele examen. Het was dus niet zo dat de problemen op één plaats lagen, bij een paar vragen of binnen één opgave.

De conclusie zou kunnen zijn dat het nieuwe programma nog moet landen en dat niet iedere leerling goed voorbereid was op de hele stof. Om de kandidaten bij dit eerste examen niet te benadelen, is hier bij de normering rekening mee gehouden.

Voor een uitgebreide uitleg over het vaststellen van de N-term bestaat het document van het CvTE: *De Normeringssystematiek van het Centrale examen VO*. Dit stuk is begin december aan alle examensecretarissen toegestuurd.

U ziet dat de opmerkingen over het examen serieus genomen worden en waar mogelijk ter harte genomen. Uw kritische blik en de discussie over opmerkingen op het examen helpen bij verbetering van de kwaliteit.

In dit artikel wordt niet ingegaan op de normering en de statistische analyse die daaraan ten grondslag ligt. Dit komt in een artikel in een volgend nummer van dit tijdschrift aan de orde. ●

Trillingen binnen een molecuul

In deze opgaven werden vragen gesteld over kwantumwereld.

De context is een trillend molecuul, waarvan het spectrum niet klassiek te verklaren is. De eerste vraag ging over een klassiek massa-veersysteem als model voor het molecuul. De tweede vraag over de klassieke waarschijnlijkheidsverdeling ervan. Het begrip waarschijnlijkheidsverdeling komt in kwantumwereld aan de orde, maar moest hier wendbaar worden toegepast.

Het spectrum van het molecuul werd gegeven, dat niet klassiek te verklaren is. Hiervoor is een kwantummodel nodig. Het energieschema werd getoond met bijbehorende antumgetallen. Veel docenten merkten op dat er ook andere energieschema's mogelijk waren. Dat is juist, maar daarover ging de vraag niet. De vraag ging over het verband tussen het spec-

Over de weergave van het grafische model kregen we veel opmerkingen. Deze zou niet helemaal overeenkomen met een veel gebruikt modelleerprogramma. Als resultaat daarvan hebben we besloten met ingang van volgend jaar in het grafisch model de formules niet meer te geven, omdat dezelfde formules te zien zijn in het tekstmodel. Hierover volgt een publicatie met een voorbeeld in de maart-mededelingen.

Net als in de examens van de vorige jaren is dus gekozen voor vragen over modellen. Modelleren stond al in het oude programma, maar heeft een prominentere plaats in het nieuwe programma gekregen. In de vragen in het examen proberen we de denkwijze en de natuurkunde achter modelleren te testen. We zijn ons ervan bewust dat in een school-examensituatie modelleren meer 'hands-on' getest kan worden, waarbij de leerlingen feedback krijgen van het modelleerprogramma. We denken dat beide manieren van testen mooi aanvullend zijn. In de stam van vraag 9 werd