

Alternatieve antwoorden in het CE

Algemene regel 3.3 in het CE scheikunde havo en vwo

Elk jaar ontvangt de examenlijn berichten over leerling-antwoorden die niet in het beoordelingsmodel zijn opgenomen. Vaak gaat zo'n bericht vergezeld met een verzoek om een extra antwoord op te nemen als aanvulling. Soms geeft de kandidaat een antwoord dat vakinhoudelijk juist is, maar niet in het beoordelingsmodel staat. Of de kandidaat gebruikt een andere benadering voor dezelfde uitkomst. In dit soort situaties moet algemene regel 3.3 worden toegepast.

Algemene regel 3.3 in het correctievoorschrift luidt als volgt: "Indien een antwoord op een open vraag niet in het beoordelingsmodel voorkomt en dit antwoord op grond van aantoonbare, vakinhoudelijke argumenten als juist of gedeeltelijk juist aangemerkt kan worden, moeten scorepunten worden toegekend naar analogie of in de geest van het beoordelingsmodel." Hiermee verplicht het correctievoorschrift de docenten om antwoorden goed te rekenen die vakinhoudelijk juist zijn. De eerste en tweede corrector kunnen samen beoordelen of ook andere antwoorden dan vermeld in het beoordelingsmodel juist zijn. De eerste corrector kan zo nodig een wetenschappelijke publicatie meesturen naar de tweede corrector. Het valt dus onder de verantwoordelijkheid van beide correctoren om antwoorden goed te rekenen die vakinhoudelijk juist zijn. We geven hieronder enkele voorbeelden om de toepassing van algemene regel 3.3 toe te lichten.

Voorbeeld 1: havo 2024 tijdvak 1 vraag 10: een juiste mogelijke verklaring

Gevraagd wordt om een mogelijke verklaring te geven voor het minder werkzaam worden van een enzym (MCR) door gebruik van een stof, genaamd 3-NOP, in veevoer. Koeien boeren daardoor minder methaan op. De antwoorden in het beoordelingsmodel gaan

in op het blokkeren van de actieve site van MCR of een verandering in de structuur van MCR, waardoor het substraat niet meer kan binden. Sommige leerlingen bedenken dat 3-NOP een verandering in de pH veroorzaakt, waardoor de pH niet meer binnen het pH-optimum van het enzym valt. Of dat het enzym door een pH-verandering anders gevouwen is en daardoor het substraat niet meer bindt. Natuurlijk is dat chemisch gezien een redelijke redenatie, die gebaseerd is op de vakinhoudelijke kennis van de havo-leerling. Daarom mag ook dat antwoord goed worden gerekend.

Antwoorden goed rekenen die vakinhoudelijk juist zijn

Voorbeeld 2: havo 2024 tijdvak 2 vraag 18: een juist nummer en uitleg

Er wordt gevraagd om een nummer te kiezen uit een set nummers van H-zinnen op de veiligheidskaart van fosfine; een nummer dat niet relevant is voor de veiligheidsinspecteur. De keuze dient te worden toegelicht. Ook hier bleek de lijst van voorbeelden in het beoordelingsmodel niet uitputtend. Volgens Binas-tabel 96E heeft H-zin H250 namelijk

enkel betrekking op vaste stoffen en vloeistoffen. Fosfine is een gas. Met deze uitleg had ook nummer H250 het volledige aantal scorepunten moeten opleveren.

Voorbeeld 3: havo 2024 tijdvak 1 vraag 14: andere benadering

Gevraagd wordt om met een berekening te laten zien of $2,80 \text{ cm}^3$ zuurstof kan worden weggevangen door een bepaald soort verpakkingsmateriaal van voedsel. De kandidaten moeten hiertoe een grafiek aflezen, het totale oppervlak van het verpakkingsmateriaal berekenen en de afgelezen waarde met het totale oppervlak vermenigvuldigen (en vergelijken met die $2,80 \text{ cm}^3$). Echter, sommige leerlingen rekenen 'van achteren naar voren'. Ze rekenen de waarde van $2,80 \text{ cm}^3$ om naar de hoeveelheid zuurstof die per cm^2 weggevangen kan worden en lezen tot slot de grafiek af. Deze leerlingen doorlopen in dit geval precies dezelfde rekenstappen, maar dan in omgekeerde richting. Omdat deze alternatieve berekening niet in het beoordelingsmodel is opgenomen, moet de docent in dit geval deelscores toekennen naar analogie van het beoordelingsmodel.

Voorbeeld 4: vwo 2019 tijdvak 1 vraag 3: juiste verklaring op microniveau

Er wordt gevraagd om aan de hand van de microstructuur uit te leggen welke van twee

stoffen een lager kookpunt heeft: MIBK (4-methylpentaan-2-on) of levulinezuur. Er zijn twee voorbeeldantwoorden gegeven. Het eerste antwoord gaat in op het al dan niet voorkomen van OH-groepen gekoppeld aan de vorming van waterstofbruggen. Het tweede gaat in op de grootte van de molecuulmassa's van beide stoffen en koppelt dit aan de sterkte van de vanderwaalsbindingen. Een vwo'er die noemt dat de molecuulmassa's van beide stoffen vergelijkbaar zijn, ingaat op de mate van vertaktheid van beide moleculen en hierop zijn conclusie ten aanzien van de sterkte van de vanderwaalsbindingen baseert, geeft een prachtig alternatief antwoord. Deze logische redenering, die gebaseerd is op de vakinhoudelijke kennis van de vwo-leerling, dient ook goed te worden gerekend. De ruime formulering van de deelscores in het beoordelingsmodel die 'een relevant verschil in de moleculen van beide stoffen', 'de soort binding die hiermee samenhangt' en de 'consequente conclusie' van scorepunten voorziet, geeft ruimte om

(gedeeltes van) dit derde juiste alternatief van scorepunten te voorzien. En zelfs als de formulering van de deelscores strikter zou zijn geweest, zouden toch scorepunten moeten worden toegekend. Immers, dankzij algemene regel 3.3 dienen alle leerlingantwoorden die geheel of gedeeltelijk juist zijn, van scorepunten te worden voorzien naar analogie van het beoordelingsmodel.

Eerste en tweede corrector beoordelen samen of andere antwoorden juist zijn

Conclusie

De standaardaanhef bij uitlegvragen in het correctievoorschrift is: "Voorbeelden van een juist antwoord zijn." Met andere woor-

den, de gegeven antwoorden zijn slechts *voorbeelden*. Natuurlijk doen we ons best om zo veel mogelijk recht te doen aan de diversiteit van mogelijkheden waarop een kandidaat de vraag kan beantwoorden. In de praktijk blijkt het helaas onmogelijk om in alle mogelijkheden te voorzien. Ons advies aan de correctoren is daarom te vertrouwen op hun eigen vakkundigheid en zo alle kandidaten in de 'geest van het beoordelingsmodel' van een rechtmatige score te voorzien.

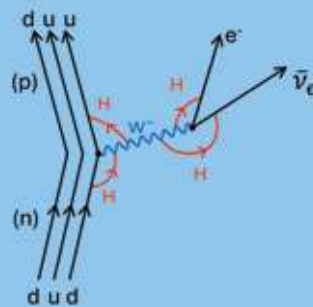
Vragen en opmerkingen?

Neem voor vragen en opmerkingen contact op met: Frans Meindertsma (CvTE - f.meindertsma@cvtecie.nl); Emmy Zeetsen (toetsdeskundige Cito - Emmy.Zeetsen@cito.nl) ●

Higgsveld

In 1999 baarden de theoretisch fysici Gerard 't Hooft en Martinus Veltman opzien, toen ze dat jaar de Nobelprijs voor natuurkunde ontvingen voor hun werk aan het narekenen van de zogenaamde elektrozwakke interactie. Hiertoe werd een nieuw veld in de berekening betrokken: het Higgsveld. Dit gebeurde al rond 1970. Veel later, in 2012, werd het zelfstandig bestaan van dit veld aangetoond.

Voor de geïnteresseerde leek is de toegang tot het begrip hiervan beperkt: de theorie is sterk algebraïsch en alleen voor de specialist te begrijpen. In de populair-wetenschappelijke boeken en tijdschriften wordt veel over het Higgs-deeltje verteld, zonder te tonen, waar en hoe het zijn rol vervult. In elk geval kan het bekende bètaverval als voorbeeld dienen. In dat geval vervalt in een kern een neutron tot een proton.



Het feynmandiagram voor het verval (1e orde) van een neutron

In dat neutron verandert er een down-quark in een up-quark. Vaak wordt dan ook verteld, dat er uit het quark een W-boson vertrekt, dat uiteenvalt in een elektron en een (anti) neutrino. Bij dit verval is de rol van het Higgsveld (in haar eenvoudigste vorm) mooi weer te geven: We zien dan hoe het Higgsveld bemiddelt tussen quark en W-boson; even later bemiddelt het ook tussen W-boson en elektron en (anti) neutrino.

Het gaat hier om het feynmandiagram, dat van onder naar boven het verloop van de tijd weergeeft. Zo brengt het Higgsdeeltje massa over tussen de andere deeltjes, die in massa kunnen verschillen of van massa kunnen veranderen. Let wel: bij relatief lage energieën zoals bij het bètaverval (in de orde grootte MeV) is de geschetste bijdrage van het Higgsveld aan de reactie nog laag. Pas bij botsingsreacties van hoge energie (GeV), dus grote massa's, gaan de diagrammen met het Higgsveld substantieel bijdragen.

Er zijn ook ingewikkeldere mogelijkheden, maar de 1e-orde versie uit dit feynmandiagram maakt de geïnteresseerde al duidelijk, waar en wanneer het Higgsveld werkt. Hopelijk zal in de toekomst vaker zo'n illustratie het publiek bereiken.

Toon van der Sandt / docent natuurkunde Grotius College, Delft