

De letter en de geest

Vakspecifieke regels bij de centrale examens natuurkunde

De vakspecifieke regels, die gelden bij de correctie van de centrale examens natuurkunde voor havo en vwo, zijn aangepast. Daarom willen we deze in dit artikel nader toelichten.

■ **Henk Pol, Jacqueline Wooning / CvE en Pieter Smeets, Anneke Thurlings / Cito**

De correctie van de centrale examens heeft altijd de nodige discussies tot gevolg. Zo zijn er de laatste jaren steeds meer opmerkingen gemaakt over het correctievoorschrift voor natuurkunde, met name over het gebruik van een formule en over het toekennen van het laatste scorepunt voor 'completeren van de berekening/bepaling'.

Naast de mogelijkheid om je voor vragen en opmerkingen te richten tot de Examenlijn van het College voor Examens (CvE), krijgen alle docenten die hun gegevens in Wolf invullen een aantal evaluatieve vragen voorgelegd. Resultaten hiervan zijn te vinden op www.cito.nl.

Voor natuurkunde vwo is in 2012 kort na de normering een aanvullende vragenlijst afgenomen. Resultaten hiervan zijn te vinden op www.cve.nl. Het College voor Examens bekijkt, in samenspraak met Cito, wat we van deze resultaten kunnen leren.

De regels voor de correctie in het correctievoorschrift bevatten algemene regels en vakspecifieke regels. De algemene regels zijn voor alle vakken gelijk. Hierin staat bijvoorbeeld dat voor een antwoord dat helemaal goed is het volle aantal punten toegekend moet worden en dat als een antwoord niet helemaal goed is, de corrector met behulp van de deelscores in het beoordelingsmodel het aantal punten moet vaststellen. Ook staat er in dat een fout in één vraag niet tweemaal aangerekend mag worden, terwijl eenzelfde fout in twee verschillende vragen wel tweemaal aangerekend moet worden.

Het is de bedoeling dat leerlingen op verschillende scholen en bij verschillende

De nieuwe vakspecifieke regels

1. Een afwijking in de uitkomst van een berekening door acceptabel tussentijds afronden wordt de kandidaat niet aangerekend.
2. Het laatste scorepunt, aangeduid met 'completeren van de berekening/bepaling', wordt niet toegekend als:
 - een fout in de nauwkeurigheid van de uitkomst gemaakt is (zie punt 3),
 - een of meer rekenfouten gemaakt zijn,
 - de eenheid van een uitkomst niet of verkeerd vermeld is, tenzij gezien de vraagstelling het weergeven van de eenheid overbodig is (In zo'n geval staat in het beoordelingsmodel de eenheid tussen haakjes),
 - antwoordelementen foutief met elkaar gecombineerd zijn,

docenten gelijk beoordeeld worden. Het correctievoorschrift moet voldoende houvast bieden om dat mogelijk te maken. Toch is er ieder jaar weer discussie tussen correctoren. Om de onduidelijkheid te beperken, worden met ingang van 2013 de vakspecifieke regels aangepast. In de Septembermededeling van het CvE is dit aangekondigd. In dit artikel worden deze aangepaste regels besproken. Per regel wordt aangegeven wat de wijzigingen zijn en waar nodig wordt deze toegelicht met een voorbeeld.

Regel 1: tussentijds afronden

Deze regel is niet veranderd. Het is gebruikelijk om tussenantwoorden niet af te ronden of af te ronden op één significant cijfer méér dan in het eindantwoord vereist is. Als een leerling tussentijds bijvoorbeeld afrondt op het juiste aantal significante cijfers, kan dat een (kleine) afwijking in het eindantwoord geven. Dit wordt de leerling niet aangerekend.

- een onjuist antwoordelement een substantiële vereenvoudiging van de berekening/bepaling tot gevolg heeft.
3. De uitkomst van een berekening mag één significant cijfer meer of minder bevatten dan op grond van de nauwkeurigheid van de vermelde gegevens verantwoord is, tenzij in de vraag is vermeld hoeveel significante cijfers de uitkomst dient te bevatten.
 4. Het scorepunt voor het gebruik van een formule wordt toegekend als de kandidaat laat zien kennis te hebben van de betekenis van de symbolen uit de formule. Dit blijkt als:
 - de juiste formule is geselecteerd, én
 - voor minstens één symbool een waarde is ingevuld die past bij de betreffende grootte.

Regel 2: het laatste scorepunt

De oude regels 3, 4 en 5 hadden betrekking op het laatste scorepunt. De oude regels 3 en 4 zijn gecombineerd in deze nieuwe regel 2. De oude regel 5 is komen te vervallen. Deze luidde: "In het geval van een foutieve oplossingsmethode, waarbij geen of slechts een beperkt aantal deelscorepunten kunnen worden toegekend, mag het laatste scorepunt niet worden toegekend."

Aan de hand van voorbeeld 1 geven we de volgende situatieschets die u misschien herkent in uw discussie met de tweede corrector:

Als een leerling bij de 3-punts vraag uit voorbeeld 1 voor r de diameter invult in plaats van de straal en verder alles goed doet, verliest deze leerling het tweede scorepunt. Hierdoor blijft er (naast het laatste scorepunt) maar één inhoudelijk punt over.

Voorbeeld 1:

In een 'rekstrookje' is een lange, dunne constantaandraad verwerkt. Deze draad heeft een weerstand van 350Ω en een diameter van $40 \mu\text{m}$.

Bereken de lengte van de constantaandraad.

Beoordelingsmodel:

Voor de weerstand geldt:

$$R = \rho \frac{\ell}{A} \text{ met } A = \pi r^2.$$

Invullen levert:

$$350 = 0,45 \cdot 10^{-6} \frac{\ell}{\pi \left(\frac{1}{2} \cdot 40 \cdot 10^{-6}\right)^2}$$

Dit levert: $\ell = 0,98 \text{ m}$.

• gebruik van $R = \rho \frac{\ell}{A}$

met $\rho = 0,45 \cdot 10^{-6} \Omega \text{ m}$ 1

• gebruik van $A = \pi r^2$ met $r = \frac{1}{2} d$ 1

• completeren van de berekening 1

Redenering 1: dat is een beperkt aantal en dus mag het laatste scorepunt niet worden toegekend. Een kandidaat haalt 1 punt.

Redenering 2: volgens algemene regel 5 mag een fout slechts één keer worden aangerekend. Als nauwkeurigheid, eenheid, ... goed is, mag het laatste scorepunt toegekend worden. Een kandidaat haalt 2 punten.

De bedoeling is dat deze leerling 2 punten verdient. Het onbedoelde effect van de oude regel 5 was dat als deze te strak gehanteerd werd, de leerling voor een dergelijke vraag maar 1 punt zou krijgen. Aangezien dit in een examen vaak voor kan komen, kan dit onbedoeld veel punten kosten en dus leiden tot grote verschillen tussen correctoren.

De volgende situatie is echter ook denkbaar:

Een leerling vult in de formule voor de weerstand de dichtheid in voor D en voor A de omtrek van de cirkel. Als eindantwoord noteert de leerling $\ell = 4,9 \cdot 10^{-11} \text{ m}$.

Redenering 1: de leerling heeft zoals gevraagd een lengte berekend en deze weergegeven in het juiste aantal significante cijfers en met de juiste eenheid. De leerling krijgt 1 punt voor het completeren.

Redenering 2: deze leerling heeft er niets van begrepen, doet eigenlijk niets goed en dus kan er van completeren ook geen sprake zijn. De leerling krijgt 0 punten.

De bedoeling is dat de leerling voor deze vraag 0 punten krijgt. Voor dergelijke

situaties is de oude regel 5 ooit in het leven geroepen. In dit voorbeeld kan er namelijk geen sprake zijn van een juiste eenheid, omdat de dichtheid een andere eenheid heeft dan de soortelijke weerstand en de omtrek een andere dan de oppervlakte. De overige elementen van regel 2 moeten in soortgelijke gevallen voldoende zijn om vast te stellen dat het laatste scorepunt niet toegekend kan worden. Daarom is de regel geschrapt, om gevallen zoals in de eerste situatie te voorkomen.

De laatste twee elementen van regel 2 maken duidelijk dat de oplossing voor een vraag vaak uit meer bestaat dan de afzonderlijke deelscores. Zo is het in voorbeeld 2 denkbaar dat een leerling de energie correct berekent en vervolgens het rendement wil berekenen door deze energie te vermenigvuldigen met 0,83. In dat geval is sprake van het foutief combineren van antwoordelementen en kan het laatste scorepunt niet worden toegekend.

Een fout in een van de antwoordelementen kan een substantiële vereenvoudiging tot gevolg hebben. Bijvoorbeeld als een leerling in een vraag met meerdere krachten, waarvan twee parallel en één schuin, de schuine kracht vergeet. Het bepalen van de resulterende kracht wordt daardoor een stuk eenvoudiger omdat krachten niet meer hoeven te worden ontbonden. Dan kan één fout naast het betreffende bolletje ook het laatste scorepunt kosten.

Regel 3: significantie

Deze regel is niet veranderd. Hier ontstaat soms discussie, omdat niet duidelijk is welke vuistregels door leerlingen gehanteerd moeten worden. In de syllabi bij de nieuwe examenprogramma's – 2015 voor havo en 2016 voor vwo – die te vinden zijn op Examenblad.nl, zijn de vuistregels opgenomen.

Regel 4: gebruik van een formule

Wat precies met het gebruik van een formule bedoeld wordt, was tot op heden nooit ergens beschreven. Om die reden is deze nieuwe regel 4 geformuleerd.

Alleen het opschrijven van de juiste formule is niet voldoende om dit scorepunt te verdienen. De leerling moet daarvoor meer doen. De leerling moet voor minstens een grootheid laten zien

dat hij weet wat het betekent. We zijn ons ervan bewust dat hiermee niet alle mogelijke interpretatieverschillen worden weggenomen. Daarom willen we deze regel toelichten met een aantal voorbeelden

Voorbeeld 2:

Een VR-verwarmingketel levert bij een watertemperatuur van 60°C een vermogen van 20 kW, en bij een watertemperatuur van 80°C een vermogen van 30 kW. Het rendement van een VR-ketel bedraagt 83%. Stel dat op een dag de ketel 4,5 uur brandt.

Bereken de maximale hoeveelheid chemische energie die de ketel die dag verbruikt.

Beoordelingsmodel:

Er geldt: $E = Pt$, waarin $P = 30 \cdot 10^3 \text{ W}$ en invullen levert

$$E = Pt = 30 \cdot 10^3 \cdot 4,5 \cdot 3600 = 4,86 \cdot 10^8 \text{ J}.$$

(Voor het rendement geldt $\eta = \frac{E_{\text{nuttig}}}{E_{\text{in}}}$.)

Dus geldt voor de energie die de ketel verbruikt:

$$E_{\text{chem}} = \frac{4,86 \cdot 10^8}{0,83} = 5,9 \cdot 10^8 \text{ J}.$$

• gebruik van $E = Pt$ 1
 • in rekening brengen van het rendement 1
 • completeren van de berekening 1

Aan de hand van het voorbeeld in het kader volgt hier een vijftal opmerkingen om de bedoeling van regel 4 te verduidelijken:

1. Als een leerling bij $E = Pt$, voor P 20 kW invult, verdient hij het scorepunt voor het gebruik van de formule wel. De leerling laat namelijk zien dat hij/zij weet dat het symbool P het vermogen is.
2. Als een leerling voor P de waarde 30 invult in plaats van $30 \cdot 10^3$, verdient hij het scorepunt. Ook nu laat hij zien de betekenis van het symbool P te kennen.
3. Als een kandidaat bij $E = Pt$, alleen voor t 60°C invult, verdient hij het scorepunt voor het gebruik van de formule niet. De leerling laat namelijk zien dat hij niet weet dat het symbool t hier staat voor tijd.
4. De formule hoeft niet helemaal genoteerd te zijn. Wel moet uit het antwoord het gebruik van de formule duidelijk blijken.
5. De formulering 'inzicht in' is ruimer.

Uit hetgeen de leerling opschrijft mag het inzicht impliciet blijken.

Soms wordt er bij het deelscorepunt voor het gebruik van een formule een aanvullende eis opgenomen in het beoordelingsmodel, zoals in voorbeeld 1. In dit geval moet de soortelijke weerstand juist ingevuld zijn om het eerste scorepunt te krijgen. Als alleen voor ρ de juiste waarde is ingevuld en verder niets, verdient een leerling dit scorepunt wel. Als voor een lengte is ingevuld en voor ρ niets, verdient een leerling dit scorepunt niet.

Tot slot

We hopen dat met de nieuwe regels meer duidelijkheid is gekomen voor u als corrector van de centrale examens natuurkunde. Het zal duidelijk zijn dat het onmogelijk is alles zo te formuleren dat er geen discussie meer mogelijk is. Dat wordt dan overgelaten aan de professionaliteit van de docenten in hun functie van eerste en tweede corrector. Binnen de gestelde regels moeten zij tot overeenstemming komen. Belangrijk hierbij is dat alleen het correctievoorschrift met eventuele aanvullingen, uitgegeven door het CvE en gepubli-

ceerd op Examenblad.nl, bindend is voor correctoren. Voor problemen met het correctievoorschrift kunt u altijd terecht bij de Examenlijn van het CvE. Elke opmerking wordt op waarde geschat en waar nodig worden maatregelen genomen, zoals een aanvulling op het correctievoorschrift of het aanpassen van de N-term bij de normering. Voor de langere termijn kan het leiden tot het aanpassen van de syllabus of het examen. Voor vragen over deze regels of andere zaken die het centraal examen betreffen kunt u zich altijd wenden tot het College voor Examens via info@cve.nl.

Een leerling

Schichtig en schuchter

De les van het tweede uur is al ruim tien minuten bezig als de deur zachtjes open gaat en een lange, magere jongen bijna onzichtbaar binnenkomt. Een dichtgevouwen plastic zak met wat schoolspullen aan de zijkant in één hand gevat. De les gaat gewoon door, het valt niet op; het is niet de eerste keer dat dit gebeurt. Onhoorbaar en met een schichtige blik gericht op de plek waar hij normaal zit, lispelen zijn lippen een verontschuldiging. Een medeleerling schuift zijn spullen wat opzij, de rest geeft er geen blijk van zijn binnenkomst opgemerkt te hebben. Hij ziet wat de anderen doen, pakt geruisloos zijn spullen en wil meedoen, maar heeft geen pen. Hulpeloos kijkt zijn langwerpige, smalle gezicht voorzichtig om zich heen. Van linksachter wordt hem een pen aangereikt, die hij uitwisselt met een geforceerd ontspannen glimlach en een knikje. In een flits kijkt hij mij even aan en ... doet mee, een stuk wit in zijn schrift open houdend om straks het gemiste in te halen.

Is het donderdag? ... Donderdag is hij het eerste uur vrij, schiet er door mijn hoofd. Dit is zo een adolescente jongen, die zijn bed niet uit kan komen. Hij wil wel, maar hij kan niet. Het is niet de school die hem tegenstaat, maar de ochtend. De ochtend die zich zeer ongewenst door een wekker laat aankondigen. De harde ochtend, waar hij zijn hoofd tegen stoot als hij onder het dekbed vandaan komt om de wekker uit te zetten. Het loodzware begin van een dag van een opgroeiende zoon die moet opboksen tegen twee hoogopgeleide ouders die succesvol met een wetenschappelijke carrière bezig zijn. Hij zal zijn gepijnigde hoofd weer

op het kussen neergelegd hebben en zich het dekbed om zich heen trekkend omgedraaid hebben, terug naar de behaaglijkheid van het even nog niets moeten. Zijn moeder was al naar haar werk, dus niet beschikbaar om die draai te corrigeren. Ze zou dat trouwens ook niet gekund hebben, die strijd was al verloren. De vader is er niet, heeft een tijdje geleden het huishouden plots verlaten.

Bij het zelfstandig werken aan de opgaven uit het boek zet hij muziek op zijn oren en gaat aan de slag. Als ik rondloop en bij hem kom, maakt hij een klein gebaar van ik ben nog bezig, ik wil het zelf uitzoeken, gaat u maar verder. Na een tijdje blijkt hij nog steeds met dezelfde opgave bezig te zijn. Ik stop nu bij zijn tafel, hij haalt de oortjes met teleurstelling op zijn gezicht uit zijn oren. Bij het gesprek dat ontstaat, kijkt hij schuin omhoog, eigenlijk langs me heen, maar steeds als hij iets zegt, draaien zijn ogen een korte tijd schuchter in mijn blikveld om snel een eerste reactie te peilen, onzeker over het gezegde. Hij probeert vaak de opgaven op een eigen, originele manier aan te pakken, maar dat lukt niet altijd. Ik wijs op de open plek in zijn schrift en zeg hem dat de gemiste aantekeningen hem kunnen helpen, dat je ook een vaste aanpak kunt gebruiken. Met lichte tegenzin kijkt hij naar de aantekeningen van zijn buurman, ziet dat ik gelijk heb, neemt ze over en gaat verder met de opgaven.

Soms is hij er de hele dag niet. Vage klachten hebben de taak om hem in bed te houden van de ochtend overgenomen. Hij heeft

best talenten, kan wel wat, wil ook wel, zit ook wel op zijn plek bij N&T, maar zijn onzekerheid, te laat komen en van tijd tot tijd afwezigheid zitten goede resultaten in de weg. In de loop van het jaar wordt hij wat lossier, laat een meisje twee tafels verderop naar zijn muziek luisteren en begint zich te roeren in de tussendoorgesprekken die niet over de leerstof gaan. Hij blijkt politiek geïnteresseerd, heeft geschiedenis in het vrije deel, moppert op de PVV en het gedoogkabinet. Het kost hem moeite na zo een gesprek weer aan het werk te gaan, hij probeert nog wat meninkjes op zijn bureaus uit. Een strenge blik van mij krijgt hem weer in het werkgareel. Het schichtige raakt wat op de achtergrond, aan het schuchtere wordt geknabbeld.

Hij blijft af en toe na de les hangen om verder over politiek te praten, steeds nog meer langs me heen dan me aankijkend. Hij wil een profielwerkstuk over de revolutie van Troelstra maken, hij heeft wel al veel informatie verzameld, maar komt niet aan schrijven toe. Ik nodig hem uit na school bij het groepje leerlingen, waartoe ook het meisje met belangstelling voor zijn muziek behoort en dat ik begeleid met hun profielwerkstuk met een scheikundig onderwerp. Hij komt en krijgt de werksmaak te pakken. Op de dag van de deadline is het klaar, trots overhandigt hij ook mij een printversie. Het zal geen cum laude worden, maar het examen gaat hij wel halen.

Hein Bruijnesteijn