



College voor Toetsen en Examens

WISKUNDE A HAVO

SYLLABUS CENTRAAL EXAMEN 2019

Versie 2, april 2017

© 2017 College voor Toetsen en Examens vwo, havo, vmbo, Utrecht.

Alle rechten voorbehouden. Alles uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Inhoud

Voorwoord	4
1 Inleiding	5
1.1 Wiskunde A in de tweede fase	5
1.2 Het centraal examen wiskunde A	5
1.3 Totstandkoming syllabus	5
1.4 Domeinindeling	7
2 Specificaties	8
2.1 Toelichting op de specificaties	8
2.1.1 Parate kennis, parate vaardigheden en productieve vaardigheden	8
2.1.2 Nauwkeurigheid en afronden	8
2.1.3 Voorbeeld(examen)opgaven	8
2.1.4 Algebraïsche vaardigheden	9
2.1.5 ICT	9
2.1.6 Formuleblad	9
2.2 Specificaties	10
3 Voorbeeld(examen)opgaven	17
Bijlage 1 Examenprogramma	24
Bijlage 2 Examenwerkwoorden	27
Bijlage 3 Begrippenlijst	29
Bijlage 4 Algebraïsche vaardigheden	35

Voorwoord

De minister heeft de examenprogramma's op hoofdlijnen vastgesteld. In het examenprogramma zijn de exameneenheden aangewezen waarover het centraal examen (CE) zich uitstrekt: het CE-deel van het examenprogramma. Het examenprogramma geldt tot nader order.

Het College voor Toetsen en Examens (CvTE) geeft in een syllabus, die in beginsel jaarlijks verschijnt, een toelichting op het CE-deel van het examenprogramma. Behalve een beschrijving van de exameneisen voor een centraal examen kan de syllabus verdere informatie over het centraal examen bevatten, bijvoorbeeld over een of meer van de volgende onderwerpen: specificaties van examenstof, begrippenlijsten, bekend veronderstelde onderdelen van domeinen of exameneenheden die verplicht zijn op het schoolexamen, bekend veronderstelde voorkennis uit de onderbouw, bijzondere vormen van examinering (zoals computerexamens), voorbeeldopgaven, toelichting op de vraagstelling, toegestane hulpmiddelen.

Ten aanzien van de syllabus is nog het volgende op te merken. De functie ervan is een leraar in staat te stellen zich een goed beeld te vormen van wat in het centraal examen wel en niet gevraagd kan worden. Naar zijn aard is een syllabus dus niet een volledig gesloten en afgebakende beschrijving van alles wat op een examen zou kunnen voorkomen. Het is mogelijk, al zal dat maar in beperkte mate voorkomen, dat op een CE ook iets aan de orde komt dat niet met zo veel woorden in deze syllabus staat, maar dat naar het algemeen gevoelen in het verlengde daarvan ligt.

Een syllabus is zodoende een hulpmiddel voor degenen die anderen of zichzelf op een centraal examen voorbereiden. Een syllabus kan ook behulpzaam zijn voor de producenten van leermiddelen en voor nascholingsinstanties. De syllabus is niet van belang voor het schoolexamen. Daarvoor zijn door de SLO handreikingen geproduceerd die niet in deze uitgave zijn opgenomen.

Deze syllabus geldt voor het examenjaar 2019. Syllabi van eerdere jaren zijn niet meer geldig en kunnen van deze versie afwijken. Voor het examenjaar 2020 wordt een nieuwe syllabus vastgesteld.

Het CvTE publiceert uitsluitend digitale versies van de syllabi. Dit gebeurt via Examenblad.nl (www.examenblad.nl), de officiële website voor de examens in het voortgezet onderwijs.

Een syllabus kan zo nodig ook tussentijds worden aangepast, bijvoorbeeld als een in de syllabus beschreven situatie feitelijk veranderd is. De aan een centraal examen voorafgaande Septembermededeling is dan het moment waarop dergelijke veranderingen bekendgemaakt worden. Kijkt u voor alle zekerheid jaarlijks in september op Examenblad.nl. In de syllabi 2019 zijn de wijzigingen ten opzichte van de vorige syllabus voor het examenjaar 2018 duidelijk zichtbaar. Inhoudelijke wijzigingen zijn geel gemarkeerd. Er zijn diverse vakken waarbij de syllabus 2018 geen inhoudelijke veranderingen heeft ondergaan.

Voor opmerkingen over syllabi houdt het CvTE zich steeds aanbevolen. U kunt die zenden aan info@cvte.nl of aan CvTE, Postbus 315, 3500 AH Utrecht.

De voorzitter van het College voor Toetsen en Examens,
Drs. P.J.J. Hendrikse

1 Inleiding

Deze syllabus specificeert de eindtermen van het CE-deel van het nieuwe examenprogramma wiskunde A havo. In dit verband wordt eerst kort de achtergrond van het nieuwe programma beschreven.

1.1 Wiskunde A in de tweede fase

Het vak wiskunde A is een verplicht profielvak in de profielen Economie & Maatschappij en Natuur & Gezondheid. In beide profielen mogen de leerlingen in plaats van wiskunde A ook wiskunde B als profielvak kiezen, mits het bevoegd gezag dat toestaat. Het is in het eerste tijdvak niet mogelijk wiskunde A te combineren met een van de andere wiskundeprogramma's¹.

Naast wiskunde A (of B) bevat het profiel Economie & Maatschappij als verplichte profielvakken economie en geschiedenis en één profielkeuzevak, te kiezen uit een van de moderne vreemde talen, aardrijkskunde, management & organisatie en maatschappijwetenschappen. Het profiel Natuur & Gezondheid bevat nog als verplichte profielvakken biologie en scheikunde en één profielkeuzevak te kiezen uit aardrijkskunde, natuurkunde en natuur, leven & technologie. In het profiel Cultuur & Maatschappij is wiskunde A een keuze-examenvak.

De omvang van het vak wiskunde A is voor de havo 320 SLU. Hiervan beslaat het in deze syllabus gespecificeerde CE-deel ongeveer 60%.

1.2 Het centraal examen wiskunde A

De zitting en de zittingsduur van het centraal examen worden gepubliceerd op www.examenblad.nl. Ook wordt daar dan een lijst gepubliceerd met hulpmiddelen die bij het examen zijn toegestaan.

In bijlage 2 is een lijst opgenomen van de specifieke betekenissen van de in het centraal examen gebruikte examenwerkwoorden voor alle wiskundevakken havo/vwo met een centraal examen. Deze lijst is niet uitputtend.

1.3 Totstandkoming syllabus

In het kader van de vernieuwing van het onderwijs in de vijf bètavakken (biologie, natuurkunde, NLT, scheikunde en wiskunde) heeft het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap in november 2006 de commissie Toekomst Wiskunde Onderwijs ingesteld.² Deze commissie had de opdracht een integraal examenprogramma te ontwerpen en te toetsen in een innovatietraject.

In 2009 is door deze commissie onder meer een concept vernieuwd examenprogramma wiskunde A geformuleerd. Bij dit concept-examenprogramma is door een breed samengestelde syllabuscommissie wiskunde A een werkversie van een

1. Op dit moment is een wijziging in het Eindexamenbesluit VO in behandeling, die het combineren van meerdere wiskundeprogramma's wel mogelijk maakt. Totdat de wijziging in het Eindexamenbesluit VO een feit is, is de situatie zoals hierboven beschreven. Leerlingen kunnen gebruik maken van de nu geldende gedoogafpraak die de Staatssecretaris heeft gemaakt met de schooldecanen, inhoudend dat het profiel vak wordt afgelegd in het eerste tijdvak en het extra vak in het tweede tijdvak.

² Zie cTWO (2012) *Denken en doen, Wiskunde op havo en vwo per 2015, Eindrapport van de vernieuwingscommissie cTWO*. Utrecht: cTWO.
Zie ook cTWO (2007). *Rijk aan betekenis. Visie op vernieuwd wiskundeonderwijs*. Utrecht: cTWO.

syllabus ontwikkeld. Hierbij heeft de syllabuscommissie rekening gehouden met de uitvoerbaarheid van het programma en de uitgangspunten van cTWO:

Het vak bereidt voor op vervolgstudies van het hbo in de sectoren economie, gezondheidszorg en landbouw & natuurlijke omgeving. Inhoudelijk ligt de nadruk op het analyseren van verbanden tussen grootheden in een toegepaste probleemsituatie en op statistiek.

De inhoud is niet alleen van belang voor vervolgopleidingen, maar dient ook een meer algemeen vormende waarde. Leerlingen worden voorbereid op de (informatie)maatschappij en zij leren in verschillende situaties wiskundige aspecten te herkennen, te interpreteren en te gebruiken. Daarnaast leren leerlingen de mogelijkheden en beperkingen van wiskundige toepassingen op waarde te schatten. Het programma besteedt vooral aandacht aan het toepassen van wiskundige vaardigheden in authentieke situaties passend bij de profielen Economie & Maatschappij en Natuur & Gezondheid, of aan het 'dagelijks leven', namelijk modelleren en algebraïseren, ordenen en structureren, analytisch denken en probleemoplossen, formules manipuleren, abstraheren, en logisch redeneren, alsmede voor het functioneel gebruiken van ICT daarbij. Hiermee wordt de kern van de vernieuwing weergegeven.

Zie voor een nadere uitwerking van de genoemde wiskundige vaardigheden ook subdomein A3 en de specificaties daarbij.

De eerste concepten van het examenprogramma, de syllabus en centrale examens zijn in de periode 2009-2012 getest in een pilot. De uitkomsten van de pilot hebben geleid tot herzieningen van het examenprogramma en de syllabus.

De syllabi voor wiskunde A, B en C zijn onderling afgestemd voor wat betreft format en inhoud.

Door middel van een landelijke veldraadpleging is de mening van wiskundedocenten en andere betrokkenen over de nieuwe syllabus gepeild. De resultaten van deze veldraadpleging zijn door de syllabuscommissie gewogen en in deze syllabus verwerkt.

1.4 Domeinindeling

Het examenprogramma staat in bijlage 1. Het betreft het programma met globale eindtermen, waarvan het CE-deel in hoofdstuk 2 van deze syllabus wordt gespecificeerd. Het SE-deel is nader gespecificeerd in een [handreiking](#) van SLO. In de handreiking zijn suggesties opgenomen voor het SE-deel welke dus niet bindend zijn.

In de onderstaande tabel staat vermeld welke domeinen in het CE geëxamineerd kunnen worden:

Domein	Subdomein	in CE	moet in SE	mag in SE
A Vaardigheden	A1: Algemene vaardigheden	X	X	
	A2: Profielspecifieke vaardigheden	X	X	
	A3: Wiskundige vaardigheden	X	X	
B Algebra en tellen	B1: Rekenen	X		X
	B2: Algebra	X		X
	B3: Telproblemen		X	
C Verbanden	C1: Tabellen	X		X
	C2: Grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden	X		X
	C3: Formules met één of meer variabelen	X		X
	C4: Lineaire verbanden	X		X
	C5: Exponentiële verbanden	X		X
D Verandering			X	
E Statistiek	E1: Presentaties van data interpreteren en beoordelen	X		X
	E2: Data verwerken	X		X
	E3: Data en verdelingen	X		X
	E4: Statistische uitspraken doen	X		X
	E5: Statistiek met ICT		X	

2 Specificaties

2.1 Toelichting op de specificaties

2.1.1 *Parate kennis, parate vaardigheden en productieve vaardigheden*

Bij de specificatie van de globale eindtermen is onderscheid gemaakt tussen parate vaardigheden en productieve vaardigheden. Bovendien is bij een aantal subdomeinen opgenomen over welke parate kennis de kandidaat dient te beschikken. Deze indeling is bedoeld om aan te geven wat het verwachte kennis- en beheersingsniveau van de kandidaat is.

Met parate vaardigheden wordt hier bedoeld de wiskundige basistechnieken die de kandidaat routinematig moet beheersen.

Bij productieve vaardigheden is het uitgangspunt dat de kandidaat beschikt over de parate vaardigheden en deze in complexe probleemsituaties kan toepassen. De productieve vaardigheden voert de kandidaat niet op routine uit. De kandidaat zal door inzicht, overzicht, probleemaanpak en metacognitieve vaardigheden een strategie moeten bedenken om het probleem op te lossen.

Bij parate kennis gaat het om kennis waarover de kandidaat dient te beschikken en die niet uit de formuleringen van de parate en/of productieve vaardigheden blijkt. De opsomming van parate kennis is daarmee een aanvulling op de parate en productieve vaardigheden. Parate kennis die bij een subdomein wordt genoemd, kan ook bij andere subdomeinen voorkomen en wordt dan ook binnen het totale CE-deel van het examenprogramma als parate kennis beschouwd.

In bijlage 3 staat voor de verschillende wiskundevakken een overzicht van de wiskundige begrippen die bekend verondersteld worden bij het centraal examen. De begrippen die in dit overzicht aangegeven worden kunnen zonder toelichting worden gebruikt in het centraal examen. Dit overzicht is niet uitputtend.

2.1.2 *Nauwkeurigheid en afronden*

Als in een examenopgave niet vermeld is in welke nauwkeurigheid het antwoord gegeven dient te worden, dient de kandidaat die nauwkeurigheid uit de probleemsituatie af te leiden. Het kiezen van een passende maateenheid valt hieronder. Als de probleemsituatie dit toelaat, mag een nauwkeuriger antwoord gegeven worden dan de nauwkeurigheid die de kandidaat uit de probleemsituatie afgeleid zou kunnen hebben. Het correctievoorschrift geeft hier uitsluitel over.

Een kandidaat kan uit de probleemsituatie afleiden wanneer afronden volgens de gebruikelijke afrondingsregels (6,4 wordt 6 en 6,5 wordt 7) niet van toepassing is. Een kandidaat moet weten dat tussentijds afronden gevolgen kan hebben voor het eindantwoord en dient hiernaar te handelen.

2.1.3 *Voorbeeld(examen)opgaven*

In hoofdstuk 3 worden de specificaties per (sub)domein geïllustreerd door middel van voorbeeld(examen)opgaven, die in een aparte bijlage los van deze syllabus zijn opgenomen.

2.1.4 *Algebraïsche vaardigheden*

Bij de specificaties is ervan uitgegaan dat de kandidaten bekend zijn met de vereiste algebraïsche vaardigheden. Voor alle wiskundevakken havo/vwo met een centraal examen wordt een overzicht van deze algebraïsche vaardigheden gegeven in bijlage 4. Hoewel bij het samenstellen van dit overzicht de grootst mogelijke nauwkeurigheid is nagestreefd, kan niet gegarandeerd worden dat deze uitputtend is.

2.1.5 *ICT*

In het CE wordt met ICT de grafische rekenmachine bedoeld. Zie hiervoor te zijner tijd de Vooruitblik en Regeling toegestane hulpmiddelen (zie ook paragraaf 1.2).

2.1.6 *Formuleblad*

Een blad met vuistregels die gebruikt kunnen worden bij de statistiekvragen, kan bij het examen gevoegd worden. De vuistregels hoeven niet bij elk examen precies hetzelfde te zijn.

2.2 Specificaties

Domein A Vaardigheden

Subdomein A1 Algemene vaardigheden

De kandidaat heeft kennis van de rol van wiskunde in de maatschappij, kan hierover gericht informatie verzamelen en de resultaten communiceren met anderen.

De kandidaat kan

1. doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken;
2. adequaat schriftelijk, mondeling en digitaal communiceren over onderwerpen uit de wiskunde;
3. bij het verwerven van vak kennis en vakvaardigheden reflecteren op eigen belangstelling, motivatie en leerproces;
4. toepassingen en effecten van wiskunde in het dagelijks leven en in verschillende vervolgoedingen en beroepssituaties herkennen en benoemen.

Subdomein A2 Profielspecifieke vaardigheden

De kandidaat kan profielspecifieke probleemsituaties in wiskundige termen analyseren, oplossen en het resultaat naar de betrokken context terugvertalen.

De kandidaat kan

1. een probleemsituatie in de context interpreteren, structureren en vertalen naar een model waarin wiskundig gereedschap kan worden ingezet;
2. wiskundige methoden toepassen op probleemsituaties, de resultaten van een wiskundige handeling terugvertalen naar de context en daaruit conclusies trekken.

Subdomein A3 Wiskundige vaardigheden

De kandidaat beheerst de bij het examenprogramma passende wiskundige vaardigheden, waaronder modelleren en algebraïseren, ordenen en structureren, analytisch denken en probleemoplossen, formules manipuleren, abstraheren, en logisch redeneren – en kan daarbij ICT functioneel gebruiken.

De kandidaat

1. beheerst de rekenregels;
2. beheerst de specifieke algebraïsche vaardigheden;
3. heeft inzicht in wiskundige notaties en formules en kan daarmee kwalitatief redeneren;
4. kan wiskundige informatie ordenen en in probleemsituaties de wiskundige structuur onderkennen;
5. kan bij een gegeven probleemsituatie een model opstellen in wiskundige termen;
6. kan een oplossingsstrategie kiezen, deze correct toepassen en de gevonden oplossing controleren binnen de context;
7. kan vakspecifieke taal interpreteren en gebruiken;
8. kan de correctheid van wiskundige redeneringen verifiëren;
9. kan eenvoudige wiskundige redeneringen correct onder woorden brengen;
10. kan bij het raadplegen van wiskundige informatie, bij het verkennen van wiskundige situaties, bij het geven van wiskundige redeneringen en bij het uitvoeren van wiskundige berekeningen gebruik maken van geschikte ICT-middelen;
11. kan antwoorden afronden op een voorgeschreven nauwkeurigheid dan wel op een nauwkeurigheid die past bij de probleemsituatie.³

³ Zie de toelichting in paragraaf 2.1.2.

Domein B Algebra en tellen

Subdomein B1 Rekenen

De kandidaat kan berekeningen uitvoeren met getallen en daarbij gebruik maken van de rekenkundige basisbewerkingen en van het werken met haakjes.

Opmerking:

Rekenen met getallen is bij veel wiskundige handelingen een onderliggende vaardigheid die essentieel is, ook in de centrale examens wiskunde. De rekenvaardigheden, genoemd in subdomein B1, zullen hoofdzakelijk impliciet worden getoetst.

In zogenaamde opstapvragen, de eerste vragen binnen een probleemsituatie, is het echter denkbaar dat alleen een beroep wordt gedaan op rekenvaardigheden. Deze vragen hebben als doel om een kandidaat vertrouwd te maken met de probleemsituatie. Ook zijn grotere vragen denkbaar waar rekenen een belangrijke rol speelt, maar dan altijd in relatie tot andere wiskundige vaardigheden zoals beschreven in domein A. Voorbeelden van vragen waar rekenen toch een belangrijke rol kan spelen zijn te vinden in hoofdstuk 3 van deze syllabus.

Parate vaardigheden

De kandidaat kan

1. berekeningen maken waarbij gebruik gemaakt wordt van verschillende rekenregels, inclusief die van machten en wortels;
2. berekeningen maken met verhoudingen en breuken;
3. werken met haakjes en vereenvoudigen door haakjes weg te werken;
4. gebruik maken van de begrippen absoluut en relatief;
5. berekeningen met procenten uitvoeren;
6. de relatie leggen tussen breuken, decimale notatie en afrondingen.

Subdomein B2 Algebra

De kandidaat kan berekeningen uitvoeren met variabelen en daarbij gebruik maken van de algebraïsche basisbewerkingen en van het werken met haakjes.

Parate vaardigheden

De kandidaat kan

1. berekeningen maken met variabelen waarbij gebruik gemaakt wordt van verschillende rekenregels, inclusief die van machten en wortels.

Productieve vaardigheden

De kandidaat kan

2. berekeningen maken met verhoudingen, percentages en breuken met daarin een of meer variabelen;
3. werken met haakjes bij variabelen, waaronder het vereenvoudigen door haakjes wegwerken;
4. werken met grootheden, samengestelde grootheden en maatsystemen, en eenheden omrekenen.

Domein C Verbanden

Subdomein C1 Tabellen

De kandidaat kan een tabel opstellen op basis van gegevens uit een tekst, een grafiek, een formule of andere tabellen en tabellen aflezen, interpreteren en in verband brengen met andere tabellen, grafieken, formules of tekst.

Productieve vaardigheden

De kandidaat kan

1. in een probleemsituatie de relevante variabelen vaststellen;
2. bijzonderheden van een tabel beschrijven met woorden;
3. waarden aflezen uit een tabel en daaruit conclusies trekken;
4. twee of meer tabellen van eenzelfde variabele vergelijken en conclusies trekken over de probleemsituaties die deze tabellen beschrijven;
5. een tabel in verband brengen met een grafiek, formule of tekst;
6. een tabel opstellen aan de hand van andere tabellen, een grafiek, een formule of een tekst;
7. binnen de probleemsituatie een verband, weergegeven door een tabel, doelgericht gebruiken;
8. een verband tussen (recht en omgekeerd) evenredige grootheden in een tabel herkennen.

Subdomein C2 Grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden

De kandidaat kan een grafiek tekenen op basis van gegevens uit een tekst, een tabel, een formule of andere grafieken en gegevens en relevante informatie uit grafieken aflezen, grafieken interpreteren en in verband brengen met andere grafieken, formules of tekst.

Parate kennis

De kandidaat kent

- de volgende typen standaardverbanden inclusief de bijbehorende namen
 - $y = ax + b$ (lineair verband),
 - $y = b \cdot g^x$ (exponentieel verband),
 - $y = ax$ (recht evenredig verband),
 - $y = \frac{a}{x}$ (omgekeerd evenredig verband);
- de volgende bij de genoemde standaardverbanden behorende karakteristieke eigenschappen
 - (constant, toenemend of afnemend) stijgen,
 - (constant, toenemend of afnemend) dalen;
- de volgende bij de grafieken van de genoemde standaardverbanden behorende karakteristieke eigenschappen
 - snijpunt(en) met de x -as en met de y -as.

Parate vaardigheden

De kandidaat kan

1. van de standaardverbanden een globale grafiek tekenen zonder ICT;
2. in een gegeven probleemsituatie de parameters van een standaardverband berekenen;
3. een logaritmische schaalverdeling aflezen.

Productieve vaardigheden

De kandidaat kan

4. in een probleemsituatie de relevante variabelen vaststellen;
5. bijzonderheden van een grafiek met woorden beschrijven;

6. waarden aflezen uit een grafiek en daaruit conclusies trekken;
7. een grafiek tekenen aan de hand van andere grafieken, een tabel, een formule of een tekst;
8. een grafiek schetsen, interpreteren en ermee redeneren;
9. twee of meer grafieken vergelijken en conclusies trekken over de probleemsituaties die deze grafieken beschrijven;
10. de coördinaten van snijpunten van grafieken aflezen, berekenen en interpreteren binnen de gegeven probleemsituatie;
11. een vergelijking of een ongelijkheid opstellen aan de hand van een tabel, formule, grafiek of tekst;
12. conclusies trekken uit grafieken in verband met vergelijkingen en ongelijkheden;
13. gebieden begrensd door grafieken interpreteren en gebruiken om conclusies te trekken;
14. vergelijkingen en ongelijkheden oplossen met behulp van numerieke of grafische methoden;
15. de maximum- of minimumwaarde van een formule berekenen.

Subdomein C3 Formules met één of meer variabelen

De kandidaat kan door substitutie in een formule met één of meer variabelen waarden berekenen en een formule opstellen of wijzigen op basis van gegeven informatie.

Parate vaardigheden

De kandidaat kan

1. door substitutie in een formule waarden berekenen.

Productieve vaardigheden

De kandidaat kan

2. een formule opstellen aan de hand van andere formules;
3. een formule opstellen of wijzigen op grond van in een tekst gegeven informatie;
4. een variabele in een formule vervangen door een eenvoudige expressie en het resultaat vereenvoudigen.

Subdomein C4 Lineaire verbanden

De kandidaat kan bij een lineair verband een formule opstellen en een grafiek tekenen, met lineaire verbanden berekeningen uitvoeren zoals interpolatie en extrapolatie, lineaire vergelijkingen en ongelijkheden oplossen en uitkomsten toepassen in profielspecifieke probleemsituaties.

Parate vaardigheden

De kandidaat kan

1. een verband tussen recht evenredige grootheden uitdrukken in een formule;
2. vergelijkingen van de vorm $px + qy = r$ herleiden tot een vergelijking van de vorm $y = ax + b$.

Productieve vaardigheden

De kandidaat kan

3. een formule opstellen bij een lineair verband dat in een tabel, grafiek of tekst gegeven is;
4. grafieken tekenen en interpreteren bij formules van de vorm $y = ax + b$;
5. waarden vinden door lineair interpoleren of lineair extrapoleren;
6. lineaire vergelijkingen en ongelijkheden oplossen en interpreteren;
7. de coördinaten van het snijpunt van twee lijnen berekenen en interpreteren;

8. gebieden begrensd door ongelijkheden van de vorm $px + qy \geq r$ of $px + qy \leq r$ tekenen en interpreteren.

Subdomein C5 Exponentiële verbanden

De kandidaat kan exponentiële verbanden herkennen, met formules beschrijven, in grafieken weergeven en er berekeningen aan uitvoeren.

Parate kennis

De kandidaat kent de begrippen grondtal en exponent.

Parate vaardigheden

De kandidaat kan

1. vaststellen of een groeiproces bij benadering exponentieel is;
2. met beginwaarde, groeifactor, groeipercentage, halveringstijd of verdubbelingstijd berekeningen uitvoeren.

Productieve vaardigheden

De kandidaat kan

3. een formule opstellen bij een exponentieel verband tussen twee grootheden dat in een tabel, grafiek of tekst gegeven is;
4. grafieken tekenen en interpreteren bij formules van het type $y = b \cdot g^x$.

Domein E Statistiek

Parate kennis

De kandidaat kent

- de regel dat een steekproevenverdeling van een proportie of van een gemiddelde bij voldoende grote steekproefomvang bij benadering normaal verdeeld is;
- de volgende vuistregels voor de normale verdeling met gemiddelde μ en standaardafwijking σ :
 - tussen $\mu - \sigma$ en $\mu + \sigma$ ligt ongeveer 68% van de waarnemingen,
 - tussen $\mu - 2\sigma$ en $\mu + 2\sigma$ ligt ongeveer 95% van de waarnemingen,
 - tussen $\mu - 3\sigma$ en $\mu + 3\sigma$ ligt nagenoeg 100% van de waarnemingen;
- het begrip betrouwbaarheidsinterval.

Opmerking:

Bij dit domein is geen onderscheid gemaakt tussen parate en productieve vaardigheden. Zoals uit de formuleringen van de specificaties en uit de voorbeeldvragen bij dit domein blijkt, gaat het steeds om productieve vaardigheden waarbij werkwoorden horen als beoordelen, relevante informatie afleiden, een geschikte representatie kiezen, data karakteriseren, vergelijken en interpreteren. Dit is een gevolg van de samenhang met subdomein E5, dat alleen in het schoolexamen getoetst wordt.

Subdomein E1 Presentaties van data interpreteren en beoordelen

De kandidaat kan data die op diverse manieren zijn gerepresenteerd en/of samengevat interpreteren en beoordelen op relevantie in relatie tot een onderzoeksvraag.

Productieve vaardigheden

De kandidaat kan

1. een gegeven onderzoeksofzet of -vraag kritisch beoordelen;
2. een gegeven presentatie van data kritisch beoordelen in relatie tot het doel waartoe deze is gemaakt;
3. beoordelen of er sprake is van een representatieve en/of aselechte steekproef;
4. bij een gegeven presentatie van data de begrippen centrum en spreiding gebruiken en aangeven of deze zinvol zijn;
5. beoordelen of een variabele kwalitatief of kwantitatief, discreet of continu, ordinaal of nominaal is;
6. bij een gegeven presentatie van data beoordelen of uitspraken voldoende zijn onderbouwd;
7. uit gegeven presentaties van data of uit samenvattingen relevante informatie afleiden.

Subdomein E2 Data verwerken

De kandidaat kan data verwerken, organiseren, bewerken, weergeven in grafieken, tabellen en diagrammen, en karakteriseren met geschikte centrum- en spreidingsmaten.

Productieve vaardigheden

De kandidaat kan

1. geschikte representaties kiezen. Het betreft een of meer van de volgende representaties (al of niet ingedeeld in klassen): dotplot, staafdiagram, cirkeldiagram, steelbladdiagram, lijndiagram, cumulatief en relatief frequentiepolygoon, boxplot, puntenwolk of spreidingsdiagram, (cumulatieve) frequentietabel en kruistabel;
2. bij een gegeven representatie een andere maken;

3. beargumenteren welke centrummaat (gemiddelde, mediaan of modus) en welke spreidingsmaat (standaardafwijking, interkwartielafstand, spreidingsbreedte) geschikt zijn om een dataset te karakteriseren;
4. de samenhang tussen statistische variabelen beschrijven met behulp van een kruistabel of puntenwolk;
5. uit gegeven data andere data afleiden en de mogelijke gevolgen daarvan beredeneren voor de centrummaten en/of spreidingsmaten.

Subdomein E3 Data en verdelingen

De kandidaat kan data analyseren en kenmerken van een verdeling beschrijven.

Productieve vaardigheden

De kandidaat kan

1. verdelingen kwalitatief beschrijven en/of kwalitatief vergelijken, waarbij gebruik gemaakt wordt van klokvormige, meertoppige, uniforme en scheve verdelingen, centrum en spreiding, staarten en uitschieters;
2. gebruik maken van de drie vuistregels bij een (bij benadering) normale verdeling;
3. bij een gegeven probleemstelling de omvang van de steekproef berekenen met gegeven berekeningswijze.

Subdomein E4 Statistische uitspraken doen

De kandidaat kan

- op basis van steekproefgegevens een uitspraak doen over een populatieproportie of populatiegemiddelde en de betrouwbaarheid kwantificeren,
 - het verschil tussen groepen kwantificeren,
 - het verband tussen twee variabelen beschrijven,
- en het resultaat interpreteren in termen van de context.

Productieve vaardigheden

De kandidaat kan

1. groepen vergelijken op een gegeven kenmerk;
2. aan de hand van een gegeven berekeningswijze het verschil tussen twee groepen kwantificeren;
3. op basis van een steekproefproportie of steekproefgemiddelde uitspraken doen over de populatieproportie of het populatiegemiddelde en aan de hand van een gegeven berekeningswijze de betrouwbaarheid kwantificeren;
4. een statistisch verband tussen twee variabelen beschrijven;
5. onderscheid maken tussen statistische samenhang en oorzakelijk verband;
6. de statistische samenhang tussen twee variabelen, beschreven met behulp van een kruistabel of puntenwolk, interpreteren in termen van de probleemsituatie;
7. conclusies uit statistisch onderzoek met behulp van kwalitatieve en kwantitatieve argumenten kritisch beoordelen, al dan niet in het kader van de empirische cyclus (onderzoeksvraag, data verzamelen, data analyseren, conclusies trekken).

3 Voorbeeld(examen)opgaven

In dit hoofdstuk worden voorbeeld(examen)opgaven gegeven ter verduidelijking van de specificaties in de categorie 'productieve vaardigheden' en om een indicatie te geven van het te verwachten niveau van de bijbehorende examenopgaven. Deze voorbeeld(examen)opgaven zijn in drie categorieën ingedeeld:

- **voorbeeldopgaven:** deze zijn bedoeld ter illustratie van de specificaties, niet om het niveau aan te duiden;
- **voorbeeldexamenopgaven:** deze zijn bedoeld om én de specificaties te verduidelijken én om het niveau van de examenopgaven aan te geven;
- **pilotexamenopgaven:** deze opgaven zijn ontleend aan de pilotexamens 2011 en 2012, eerste en tweede tijdvak; ook deze zijn bedoeld ter verduidelijking van de specificaties en als indicatie van het niveau van de examenopgaven.

In de volgende tabel wordt dit zichtbaar gemaakt.

	<i>verduidelijking van specificaties</i>	<i>aanduiding van examenvragniveau</i>
<i>voorbeeldopgaven</i>	x	
<i>voorbeeldexamenopgaven</i>	x	x
<i>pilotexamenopgaven</i>	x	x

Voor het gemak van de lezer zijn al deze opgaven opgenomen in één afzonderlijk document onder de naam 'Hoofdstuk 3 Voorbeeld(examen)opgaven wiskunde A havo 2017 (inclusief de opgaven)' in de volgorde: voorbeeldopgaven, voorbeeldexamenopgaven, pilotexamenopgaven. Deze zijn te vinden op www.examenblad.nl. Bovendien zijn daarin de volledige pilotexamens 2011 en 2012, eerste en tweede tijdvak, opgenomen. Daarin is aangegeven welke pilotexamenopgaven of pilotexamenvragen niet bij het definitieve programma voor het centraal examen horen.

Voor de volledigheid: naar de pilotexamens van 2013 en daarna wordt niet verwezen, omdat die op het moment dat dit deel van de syllabus werd geschreven, nog niet beschikbaar waren. Uiteraard zijn ook deze pilotexamens en die van de volgende jaren eveneens goede bronnen voor de centrale examens van het nieuwe programma.

Hieronder staan tabellen waarin per subdomein en specificatie is aangegeven welke voorbeeldopgave(n), voorbeeldexamenopgave(n) en/of pilotexamenopgave(n) daarbij horen. Ook is een tabel opgenomen waarin zichtbaar wordt gemaakt welke pilotexamenopgaven met name de specificaties illustreren van subdomein A3 Wiskundige vaardigheden. Deze tabellen zijn ook in het afzonderlijke document 'Hoofdstuk 3 Voorbeeld(examen)opgaven wiskunde A havo 2017 (inclusief de opgaven)' opgenomen.

Van de voorbeeld(examen)opgaven zijn uitwerkingen opgenomen, van de pilotexamens de correctievoorschriften.

Van de subdomeinen E1 tot en met E4 zijn geen pilotexamenopgaven en voorbeeldexamenopgaven beschikbaar, omdat deze subdomeinen niet tot het CE-deel van het pilotprogramma behoren. In de bijbehorende tabel staat alleen een verwijzing naar de *voorbeeldopgaven*. In de zomer van 2015 is een set voorbeeldexamenopgaven bij dit domein verschenen. Deze zijn gepubliceerd op www.examenblad.nl.

Indeling opgaven naar specificaties

De *voorbeeldopgaven* die betrekking hebben op de domeinen B en C, in relatie tot domein A, zijn:

- a. Gewicht
- b. Vliegen en zwemmen
- c. Verpakkingen
- d. Het HABOG
- e. File
- f. Vijvertest

De *voorbeeldopgaven* die betrekking hebben op het domein E, in relatie tot domein A, zijn:

- g. Weg met de wekker
- h. De melkboer
- i. Erupties
- j. Priesters
- k. Wachtlijsten
- l. Het bedrijf
- m. Teksten vergelijken
- n. Wasdrogers
- o. Huwelijken
- p. Toerisme en malaria

De *voorbeeldexamenopgaven* die betrekking hebben op de domeinen B en C, in relatie tot domein A zijn:

- A. Platvissen
- B. Paslengte
- C. Glasdikte
- D. Bestrating
- E. CBS-cijfers
- F. Noordpoolijs
- G. China's defensie-uitgaven
- H. Brandstofverbruik
- I. Groene zone

De opgaven G, H en I zijn zogeheten korte-onderzoeksopgaven, opgaven waarbij een probleemsituatie wordt geschetst gevolgd door één vraag. Het aantal scorepunten hiervan varieert van 6 tot 8.

Domein B: Algebra en Tellen

Spec.	Pilotexamenopgaven	Voorbeeldexamenopgaven	Voorbeeldopgaven
Subdomein B1: Rekenen			
1	2012-I vraag 14 2012-II vragen 1, 4, 10 en 15	B vraag 3 C vraag 3 H	a vraag 1 d vraag 2 e vragen 1 en 2 n vraag 3
2	2011-I vragen 13 en 16 2011-II vraag 4 2012-I vragen 2 en 20 2012-II vragen 13 en 19	C vraag 1 F vraag 2 I	a vraag 1 b vragen 2 en 6 c vraag 4 e vragen 2 en 3
3			
4			e vraag 1
5	2011-I vragen 11, 17 en 18 2011-II vraag 3 2012-II vragen 10 en 19	C vraag 2 E vraag 1 F vraag 1 H	d vraag 2 e vraag 1
6			b vraag 2
Subdomein B2: Algebra			
1	2012-I vraag 15 2012-II vragen 11 en 14	D vragen 1, 2 en 4	a vraag 2 b vragen 1, 4 en 5 c vraag 5
2	2011-II vraag 7		a vraag 2 b vragen 1, 4 en 5 c vraag 5
3	2011-I vraag 20 2012-I vragen 3 en 18	D vragen 1, 2 en 4	a vraag 2
4		A vraag 1 B vragen 1, 2 en 3 I	a vragen 1 en 3 b vragen 2 en 6

Domein C: Verbanden

Spec.	Pilotexamenopgaven	Voorbeeldexamenopgaven	Voorbeeldopgaven
Subdomein C1: Tabellen			
1	2012-II vraag 19		
2	2011-I vraag 16		
3	2011-I vragen 1, 2, 13 en 16 2012-II vragen 1, 9, 12 en 13	C vragen 1, 3 en 4	e vragen 1, 3 en 5
4			e vraag 3
5	2012-II vraag 9		e vraag 3
6		A vraag 2	a vraag 5 e vraag 4
7	2011-I vragen 14 en 15		
8			e vraag 4
Subdomein C2: Grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden			
1			e vraag 4
2	2011-II vraag 6		b vraag 3
3			d vraag 4
4	2011-I vraag 16 2011-II vragen 1, 3, 5, 8 en 10 2012-I vragen 4, 5 en 16 2012-II vraag 3	A vraag 1 B vraag 1 C vraag 1	b vraag 6 d vraag 4 e vraag 2
5	2011-I vragen 16 en 19	F vraag 4	
6	2011-I vragen 3 en 4 2011-II vragen 1, 3, 8 en 17 2012-II vragen 2 en 3	A vraag 1 C vragen 1, 2 en 4 F vragen 1 en 2 H	b vraag 6 c vraag 1 d vraag 4 e vraag 2
7	2011-I vraag 21	A vraag 2	a vraag 5 e vraag 4
8	2011-I vraag 21		o vraag 3
9	2011-I vraag 3 2011-II vraag 17 2012-II vraag 3		a vraag 4 c vraag 3
10			c vraag 3
11	2011-I vragen 10, 12 en 18 2011-II vragen 6, 16 en 19 2012-I vragen 1, 5, 12, 17 en 23 2012-II vragen 15, 17 en 18	A vraag 3 B vraag 2 C vraag 4 D vraag 5 G	a vraag 3 b vragen 1 en 6 c vraag 3 d vragen 1 en 3
12	2011-II vraag 16		c vraag 3
13			f vraag 4
14	2011-I vragen 10, 12 en 18 2011-II vragen 6, 16 en 19 2012-I vragen 1, 5, 12, 17 en 23 2012-II vragen 15, 17 en 18	A vraag 3 B vraag 2 C vraag 4 D vraag 5 G	b vragen 1 en 6 d vragen 1 en 3
15		A vraag 5	

Subdomein C3: Formules met één of meer variabelen			
Spec.	Pilotexamenopgaven	Voorbeeldexamenopgaven	Voorbeeldopgaven
1	2011-I vragen 11 en 17 2011-II vragen 5, 11 en 12 2012-I vragen 2, 4, 16, 17 en 23 2012-II vragen 10 en 13	B vraag 1 C vragen 1, 2 en 3 D vraag 3 E vragen 2 en 3	a vraag 1 c vragen 2 en 4
2	2011-II vraag 7 2012-I vraag 18	A vraag 5 D vragen 1 en 2	a vraag 2 b vraag 5 c vraag 5
3	2011-I vraag 20 2011-II vraag 12 2012-I vraag 15	B vraag 3 D vragen 3 en 4	a vraag 5 b vraag 4
4	2012-I vraag 3	D vraag 4	a vraag 2
Subdomein C4: Lineaire verbanden			
1	2011-II vragen 7 en 20		
2	2011-I vraag 5		
3	2011-I vragen 14 en 15 2012-I vraag 14 2012-II vragen 4 en 12	E vraag 2 F vraag 3	a vraag 4 e vraag 5
4	2011-I vragen 4 en 5 2011-II vragen 1 en 20 2012-I vragen 21 en 22 2012-II vragen 2 en 14		a vraag 4 c vraag 2 e vraag 2 i vraag 5
5	2012-I vraag 19		e vraag 5 f vraag 1
6	2011-I vraag 4 2011-II vraag 20 2012-I vraag 22		a vraag 3 b vraag 1
7	2011-II vraag 20	F vraag 3	
8			f vraag 4
Subdomein C5: Exponentiële verbanden			
1			f vraag 2
2	2011-I vragen 9 en 12 2011-II vragen 2 en 18 2012-I vragen 11 en 12 2012-II vragen 16, 17 en 18	E vraag 3 G	d vragen 1, 2, 3 en 4 e vraag 5 f vragen 2 en 3
3	2011-I vraag 10	E vraag 3 G	
4		A vraag 4	

Domein E: Statistiek

Spec.	Omschrijving	Voorbeeldopgaven
Subdomein E1: Presentaties van data interpreteren en beoordelen		
1	Opzet oordeel	n vragen 1 en 2
2	Presentatie, oordeel	g vraag 4 h vraag 1
3	Steekproef oordeel	g vraag 1 j vraag 2
4	Centrum, spreiding	m vraag 4
5	Discreet, continu	l vraag 1
6	Uitspraak, oordeel	i vraag 3
7	Relevante informatie	g vragen 6 en 7 h vraag 3 i vragen 1 en 4 k vragen 1 en 4 m vraag 4 o vragen 1 en 3
Subdomein E2: Data verwerken		
1	Representatie kiezen	h vraag 1 p
2	Schets andere representatie	i vraag 2
3	Karakteristieken	g vraag 2 m vraag 3
4	Samenhang	l vraag 2
5	Afleiden data	g vraag 3 h vragen 4, 5 en 7 i vraag 4 k vraag 1
Subdomein E3: Data en verdelingen		
1	Kwalitatieve Beschrijving	g vraag 2 i vraag 3 m vraag 1
2	Vuistregels normale verdeling	h vraag 6 i vragen 3 en 6 j vraag 1 n vraag 4 o vraag 4
3	Steekproef omvang	n vraag 4
Subdomein E4: Statistische uitspraken doen		
1	Verdelingen vergelijken	k vragen 2 en 3 m vraag 2
2	Verschil groepen	k vraag 2 m vraag 3
3	Steekproef vs populatie	h vragen 2 en 6 i vraag 7
4	Statistisch verband	o vraag 1
5	Samenhang, oorzaak	i vraag 7
6	Samenhang, interpretatie	i vraag 1 o vragen 1 en 2
7	Conclusie beoordelen	g vraag 8 h vraag 3 i vraag 3 j vraag 3 o vraag 5 p

Relatie met subdomein A3

Onderstaande examenvragen zijn bedoeld om de specificaties van subdomein A3 te verduidelijken.

	De kandidaat	Pilotexamenvragen
A3.1	beheerst de rekenregels;	2012-II: 19
A3.2	beheerst de specifieke algebraïsche vaardigheden;	2012-I: 3, 15, 18
A3.3	heeft inzicht in wiskundige notaties en formules en kan daarmee kwalitatief redeneren;	2011-I: 19
A3.4	kan wiskundige informatie ordenen en in probleemsituaties de wiskundige structuur onderkennen;	2012-I: 8
A3.5	kan bij een gegeven probleemsituatie een model opstellen in wiskundige termen;	2012-II: 2
A3.6	kan een oplossingsstrategie kiezen, deze correct toepassen en de gevonden oplossing controleren binnen de context;	iedere korte onderzoeksopgave, bijv. 2012-I: 23
A3.7	kan vakspecifieke taal interpreteren en gebruiken	2012-I: 13
A3.8	kan de correctheid van wiskundige redeneringen verifiëren;	2012-I: 19
A3.9	kan eenvoudige wiskundige redeneringen correct onder woorden brengen;	2011-I: 19
A3.10	kan bij het raadplegen van wiskundige informatie, bij het verkennen van wiskundige situaties, wiskundige redeneringen en bij het uitvoeren van wiskundige berekeningen gebruik maken van geschikte ICT-middelen;	2012-I: 5
A3.11	kan antwoorden afronden op een voorgeschreven nauwkeurigheid dan wel op een nauwkeurigheid die past bij de probleemsituatie.	2012-I: 22

Bijlage 1 Examenprogramma

Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het centraal examen en het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A	Vaardigheden
Domein B	Algebra en tellen
Domein C	Verbanden
Domein D	Verandering
Domein E	Statistiek

Het centraal examen

Het centraal examen heeft betrekking op domein C en de subdomeinen B1, B2, E1, E2, E3 en E4 in combinatie met de vaardigheden uit domein A.

Het CvTE stelt het aantal en de tijdsduur van de zittingen van het centraal examen vast.

Het CvTE maakt indien nodig een specificatie bekend van de examenstof van het centraal examen.

Het schoolexamen

Het schoolexamen heeft betrekking op domein A en:

- domein D en de subdomeinen B3 en E5;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer domeinen of subdomeinen waarop het centraal examen betrekking heeft;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

De examenstof

Domein A: Vaardigheden

Subdomein A1: Algemene vaardigheden

1. De kandidaat heeft kennis van de rol van wiskunde in de maatschappij, kan hierover gericht informatie verzamelen en de resultaten communiceren met anderen.

Subdomein A2: Profielspecifieke vaardigheden

2. De kandidaat kan profielspecifieke probleemsituaties in wiskundige termen analyseren, oplossen en het resultaat naar de betrokken context terugvertalen.

Subdomein A3: Wiskundige vaardigheden

3. De kandidaat beheerst de bij het examenprogramma passende wiskundige vaardigheden, waaronder modelleren en algebraïseren, ordenen en structureren, analytisch denken en probleemoplossen, formules manipuleren, abstraheren, en logisch redeneren – en kan daarbij ICT functioneel gebruiken.

Domein B: Algebra en tellen

Subdomein B1: Rekenen

4. De kandidaat kan berekeningen uitvoeren met getallen en daarbij gebruik maken van de rekenkundige basisbewerkingen en van het werken met haakjes.

Subdomein B2: Algebra

5. De kandidaat kan berekeningen uitvoeren met variabelen en daarbij gebruik maken van de algebraïsche basisbewerkingen en van het werken met haakjes.

Subdomein B3: Telproblemen

6. De kandidaat kan telproblemen structureren en schematiseren en dat gebruiken bij berekeningen en redeneringen.

Domein C: Verbanden

Subdomein C1: Tabellen

7. De kandidaat kan een tabel opstellen op basis van gegevens uit een tekst, een grafiek, een formule of andere tabellen en tabellen aflezen, interpreteren en in verband brengen met andere tabellen, grafieken, formules of tekst.

Subdomein C2: Grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden

8. De kandidaat kan een grafiek tekenen op basis van gegevens uit een tekst, een tabel, een formule of andere grafieken en gegevens en relevante informatie uit grafieken aflezen, grafieken interpreteren en in verband brengen met andere grafieken, formules of tekst.

Subdomein C3: Formules met één of meer variabelen

9. De kandidaat kan door substitutie in een formule met één of meer variabelen waarden berekenen en een formule opstellen of wijzigen op basis van gegeven informatie.

Subdomein C4: Lineaire verbanden

10. De kandidaat kan bij een lineair verband een formule opstellen en een grafiek tekenen, met lineaire verbanden berekeningen uitvoeren zoals interpolatie en extrapolatie, lineaire vergelijkingen en ongelijkheden oplossen en uitkomsten toepassen in profielspecifieke probleemsituaties.

Subdomein C5: Exponentiële verbanden

11. De kandidaat kan exponentiële verbanden herkennen, met formules beschrijven, in grafieken weergeven en er berekeningen aan uitvoeren.

Domein D: Verandering

12. De kandidaat kan bij een grafiek uitspraken doen over stijgen, dalen, maximum en minimum en kan veranderingen beschrijven met behulp van differenties, hellingen en toenamedigrammen.

Domein E: Statistiek

Subdomein E1: Presentaties van data interpreteren en beoordelen

13. De kandidaat kan data die op diverse manieren zijn gerepresenteerd en/of samengevat interpreteren en beoordelen op relevantie in relatie tot een onderzoeksvraag.

Subdomein E2: Data verwerken

14. De kandidaat kan data verwerken, organiseren, bewerken, weergeven in grafieken, tabellen en diagrammen, en karakteriseren met geschikte centrum- en spreidingsmaten.

Subdomein E3: Data en verdelingen

15. De kandidaat kan data analyseren en kenmerken van een verdeling beschrijven.

Subdomein E4: Statistische uitspraken doen

16. De kandidaat kan
- op basis van steekproefgegevens een uitspraak doen over een populatieproportie of populatiegemiddelde en de betrouwbaarheid kwantificeren,
 - het verschil tussen groepen kwantificeren,
 - het verband tussen twee variabelen beschrijven, en het resultaat interpreteren in termen van de context.

Subdomein E5: Statistiek met ICT

17. De kandidaat beheerst statistisch ICT-gebruik in relatie met de subdomeinen E1, E2, E3 en E4 om grote datasets te interpreteren en te analyseren, ten minste in het kader van de empirische cyclus.

Bijlage 2 Examenwerkwoorden

Er is een gecombineerde lijst voor examenwerkwoorden opgesteld voor natuur- en wiskunde. Er is gestreefd naar maximale afstemming en overlap. De complete lijst voor wis- en natuurkunde is omstreeks maart 2017 in een nieuwsbericht gepubliceerd op Examenblad.nl.

In onderstaande lijst staan de relevante examenwerkwoorden voor wiskunde. Als in een wiskunde examen een van de woorden uit onderstaande lijst wordt gebruikt, geldt de betekenis die hiervan in deze lijst is gegeven. Deze lijst met examenwerkwoorden is niet uitputtend.

	<p>Algemeen: Tenzij anders aangegeven, is de wijze waarop het antwoord gevonden wordt vrij.</p>
	<p><i>Alleen voor wiskunde B geldt:</i> de toevoeging 'algebraïsch' of 'exact' legt beperkingen op aan de wijze van beantwoorden.</p>
Algebraïsch / op algebraïsche wijze (alleen wiskunde B)	Zonder gebruik te maken van specifieke opties van de grafische rekenmachine; tussenantwoorden en het eindantwoord mogen benaderd opgeschreven worden.
Exact / op exacte wijze (alleen wiskunde B)	Zonder gebruik te maken van specifieke opties* van de grafische rekenmachine; tussenantwoorden en het eindantwoord mogen niet benaderd opgeschreven worden. ----- *Als bijvoorbeeld gevraagd wordt de ongelijkheid $5/x < x$ exact op te lossen, wordt verwacht dat de gelijkheid $5/x = x$ exact wordt opgelost. De tekens in de oplossing van de ongelijkheid hoeven niet verantwoord te worden.
Aantonen dat, laten zien dat	Het geven van een redenering en/of bepaling en/of berekening waaruit de juistheid van het gestelde blijkt. Uit de uitwerking moet blijken welke stappen zijn gezet. In het algemeen geldt dat het gestelde controleren door middel van een of meer voorbeelden niet voldoet
Afleiden van bijvoorbeeld een formule of een eenheid	Het geven van een redenering en/of berekening waaruit de juistheid van de formule of eenheid volgt. Uit de uitwerking moet blijken welke stappen zijn gezet. Tenzij anders aangegeven, geldt dat het gestelde controleren door middel van een of meer voorbeelden niet voldoet.
Bepalen	Het gevraagde vaststellen en/of uitrekenen. Uit de uitwerking moet blijken welke stappen zijn gezet.
Beredeneren, uitleggen	Het geven van een uitwerking waarin de denkstappen staan, waaruit het gestelde/gevraagde blijkt.
Berekenen	Het gevraagde uitrekenen. Uit de uitwerking moet blijken welke stappen zijn gezet.
Bewijzen (dat) (alleen wiskunde B)	Het geven van een redenering en/of exacte berekening waaruit de juistheid van het gestelde blijkt. Uit de uitwerking moet blijken welke stappen zijn gezet. Het gestelde controleren door middel van een of meer voorbeelden voldoet niet, tenzij het geven van een tegenvoorbeeld tot de juiste conclusie leidt

Herleiden (van een formule)	Een formule stap voor stap herschrijven tot deze in de gevraagde vorm staat, zonder gebruik te maken van specifieke opties van de grafische rekenmachine.
Noemen, (aan)geven wat, welke, wanneer, hoeveel	Een eindantwoord geven. Een toelichting is niet vereist tenzij anders is aangegeven.
Onderzoeken of	Het geven van een redenering en/of bepaling en/of berekening waaruit de (on)juistheid van het gestelde blijkt. Het antwoord moet worden afgesloten met een conclusie. Uit de uitwerking moet blijken welke stappen zijn gezet. In het algemeen geldt dat het gestelde controleren door middel van een of meer voorbeelden niet voldoet, tenzij het geven van een tegenvoorbeeld tot de juiste conclusie leidt.
Oplossen	Het bepalen van de waarden van een of meer onbekenden die voldoen aan de gegeven vergelijking of ongelijkheid. Uit de uitwerking moet blijken welke stappen zijn gezet.
Schetsen	Het geven van een grafische voorstelling die de voor de probleemsituatie relevante karakteristieke eigenschappen bevat.
Tekenen	Het geven van een grafische voorstelling die de voor de probleemsituatie relevante karakteristieke eigenschappen bevat en voldoende nauwkeurig is. In het geval van een grafiek moet een assenstelsel met schaalverdeling zijn weergegeven.

Bijlage 3 Begrippenlijst

De in deze lijst opgenomen begrippen worden bij de kandidaten van het betreffende centraal examen wiskunde bekend verondersteld. Zij kunnen zonder nadere toelichting in examenvragen worden gebruikt.

In deze lijst zijn die wiskundige begrippen opgenoemd die vermeld zijn onder de parate kennis bij de specificaties of voortvloeien uit de parate en productieve vaardigheden. Deze lijst met begrippen is niet uitputtend. Zo zijn begrippen die als voorkennis worden beschouwd, niet opgenomen.

Bij de *standaardfuncties* moet de kandidaat de *karakteristieke* eigenschappen kennen. Bij wiskunde A havo en wiskunde C vwo wordt in het examen niet over 'functies' maar over 'verbanden' gesproken, de functienotaties $x \rightarrow \dots$ of $f(x) = \dots$ worden hier ook niet gebruikt.

In onderstaande tabel dient voor wiskunde A havo en wiskunde C vwo dan ook overal voor 'functies' 'verbanden' te worden gelezen.

Functies/verbanden		havo		vwo		
		wiA	wiB	wiC	wiA	wiB
	variabele	x	x	x	x	x
	grootheid, eenheid		x			x
	absoluut, relatief	x		x		
	karakteristieke eigenschappen van een functie		x			x
	domein		x			x
	bereik		x			x
	nulpunt		x			x
	extreem, extreme waarde		x		x	x
	maximum(waarde)	x	x	x	x	x
	minimum(waarde)	x	x	x	x	x
	(constant, toenemend of afnemend) stijgen	x	x	x	x	x
	(constant, toenemend of afnemend) dalen	x	x	x	x	x
	karakteristieke eigenschappen van een grafiek		x			x
	snijpunt(en) met x - en y -as	x	x	x	x	x
	top		x	x	x	x
	buigpunt					x
	randpunt		x			x
	symmetrie		x			x
	asymptotisch gedrag		x	x^4	x^1	x
	verticale en horizontale asymptoot		x			x^5
	scheve asymptoot					x^2
	standaardfuncties	x	x		x	x
	lineaire (of eerstegraads) functies	x	x	x	x	x
	richtingscoëfficiënt	x	x	x	x	x
	kwadratische (of tweedegraads) functies		x	x	x	x

⁴ Termen hoeven niet gekend te worden, wel de bijbehorende activiteiten

⁵ Deze begrippen ook in relatie met limieten

	havo		vwo		
	wiA	wiB	wiC	wiA	wiB
parabool		x			x
machtsfuncties		x	x	x	x
wortelfuncties		x			x
exponentiële functies	x	x	x	x	x
grondtal	x	x		x	x
exponent	x	x	x	x	x
beginwaarde	x	x	x	x	x
groefactor	x	x	x	x	x
groepercentage	x	x	x	x	x
halveringstijd	x	x	x	x	x
verdubbelingstijd	x	x	x	x	x
logaritmische functies		x	x	x	x
logaritme		x	x	x	x
natuurlijke logaritme				x	x
logaritmische schaalverdeling	x		x	x	
goniometrische functies		x		x^6	x
sinusoïde		x			x
radiaal		x			x
periodiek verschijnsel		x	x		x
periode		x	x	x	x
frequentie					x
trillingstijd					x
amplitude		x	x	x	x
evenwichtsstand		x		x	x
evenwichtswaarde			x		
sinusmodel					x
harmonische trilling					x
som-, verschil en verdubbelingsformules					x
gebroken lineaire functies		x			x
hyperbool		x			x
absolute-waarde-functies					x
vergelijkingen en ongelijkheden	x	x	x	x	x
lineaire of eerstegraadsvergelijking	x	x	x	x	x
kwadratische of tweedegraadsvergelijking		x			x
abc-formule		x			x
(lineair) interpoleren en extrapoleren	x		x	x	
trend			x		
somfunctie		x	x^7	x^4	x
verschilfunctie		x	x^4	x^4	x
productfunctie			x^4	x^4	x

⁶ Alleen de sinusfunctie

⁷ Termen hoeven niet gekend te worden, wel de bijbehorende activiteiten

		havo		vwo		
		wiA	wiB	wiC	wiA	wiB
	lengte, richtingshoek, kentallen, componenten van een vector					x
	inproduct van twee vectoren					x
	vectorvoorstelling van een lijn, steunvector, richtingsvector					x
	zwaartepunt					x
	middelloodlijn					x
	bissectrice (deellijn)					x
Veranderingen	interval		x	x	x	x
	intervalnotaties		x			x
	de Δ -notatie voor een differentie		x			x
	differentiequotiënt		x		x	x
	gemiddelde verandering			x	x	
	toenamediaagram		x		x	
	helling		x	x	x	x
	steilheid		x			x
	hellinggrafiek				x	
	rijen, inclusief notaties			x	x	
	rekenkundige rij				x	
	meetkundige rij				x	
	somrij				x	
	Σ -teken				x	
	directe formule			x	x	
	recursieve formule			x	x	
Differentiaal- en integraalrekening	afgeleide (functie), inclusief notaties		x		x	x
	tweede afgeleide, inclusief notaties					x
	somregel en verschilregel		x		x	x
	productregel				x	x
	quotiëntregel				x	x
	kettingregel		x		x	x
	raaklijn		x		x	x
	integraal, integrand, primitieve					x
	omwentelingslichaam					x
	(baan)snelheid, (baan)versnelling					x
Statistiek	betrouwbaarheid, betrouwbaarheidsinterval	x				
	centrummaat, centrum	x				
	gemiddelde	x				
	mediaan	x				
	modus, modaal	x				
	data	x				
	discreet	x				
	continu	x				
	kwantitatief	x				
	kwalitatief	x				
	nominaal	x				

		havo		vwo		
		wiA	wiB	wiC	wiA	wiB
	ordinaal	x				
	absoluut	x				
	relatief	x				
	frequentie	x				
	groepen	x				
	kenmerk	x				
	klasse, klassenindeling	x				
	verdeling	x				
	klokvormig	x				
	meertoppig	x				
	uniform	x				
	scheef	x				
	staart	x				
	uitschieter	x				
	normale verdeling	x				
	de drie vuistregels van de normale verdeling	x				
	populatie	x				
	populatiegemiddelde	x				
	populatieproportie	x				
	representatie / presentatie	x				
	dotplot	x				
	staafdiagram	x				
	cirkeldiagram	x				
	steelbladdiagram	x				
	lijndiagram	x				
	(cumulatief / relatief) frequentiepolygoon	x				
	boxplot	x				
	(cumulatieve) frequentietabel	x				
	kruistabel	x				
	puntenwolk, spreidingsdiagram	x				
	spreidingsmaat, spreiding	x				
	interkwartielafstand	x				
	standaardafwijking	x				
	spreidingsbreedte	x				
	steekproef	x				
	aselect	x				
	representatief	x				
	steekproefomvang	x				
	steekproevenverdeling	x				
	steekproefgemiddelde	x				
	steekproefproportie	x				
Combinatoriek	boomdiagram			x	x	
	wegendiagram			x	x	
	rooster			x	x	
	permutaties			x	x	

		havo		vwo		
		wiA	wiB	wiC	wiA	wiB
	combinaties			x	x	
	driehoek van Pascal			x		
Logisch redeneren	Venn-diagram			x		
	nodige, voldoende voorwaarde			x		
	contradictie			x		
	paradox			x		
	als-dan-redenering			x		
	hier-uit-volgt-conclusie			x		
	tegenvoorbeeld			x		

Bijlage 4 Algebraïsche vaardigheden

In deze bijlage worden de eisen wat betreft algebraïsche vaardigheden beschreven voor alle wiskundevakken met een centraal examen. Algebraïsche vaardigheden zijn geen doel op zichzelf, maar onderdeel van wiskundige activiteiten. De algebraïsche vaardigheden moeten in samenhang met het betreffende programma worden gelezen. Door algebraïsche expressies te bewerken kan bijvoorbeeld de juistheid van beweringen worden aangetoond, het rekenwerk vaak worden vereenvoudigd of vergelijkingen zo herschreven worden dat ze exact zijn op te lossen. Deze algebraïsche vaardigheden zijn onderverdeeld in specifieke en algemene algebraïsche vaardigheden.

Bij *specifieke* algebraïsche vaardigheden gaat het om parate kennis en het vlot kunnen toepassen van de bijbehorende vaardigheden op de voorkomende algebraïsche expressies. Deze vaardigheden hebben betrekking op algoritmisch werken en algebraïsch rekenen. Het gaat hier bijvoorbeeld om kennis en gebruik van rekenregels, inclusief het werken met haakjes, bij het invullen van getallen of variabelen in een expressie en het gebruik van algoritmen om een vergelijking op te lossen.

Bij *algemene* algebraïsche vaardigheden spelen aspecten als aanpak, globale strategie, het herkennen van structuren en methoden, en doelgerichtheid een rol. De kandidaten moeten de structuur van een expressie kunnen herkennen, moeten kwalitatief kunnen redeneren aan de hand van een formule (zoals stijgen/dalen, symmetrie en asymptotisch gedrag), moeten een formule kunnen opstellen door het generaliseren van getallenvoorbeelden of het combineren van bekende formules, moeten verbanden zien tussen de verschillende representaties van een functie en moeten kunnen wisselen tussen 'betekenisloos manipuleren' en betekenis toekennen aan de variabelen en parameters.

Samenvattend zijn de specifieke vaardigheden die vaardigheden waarvan wordt verwacht dat de kandidaat deze snel en geroutineerd kan uitvoeren, terwijl voor de algemene vaardigheden de kandidaat in staat moet zijn met inzicht en vooruit denkend te handelen.

Bij de onderstaande opsomming van specifieke vaardigheden geldt zeker dat een deel (wellicht alleen in zijn grondvorm) reeds bekend verondersteld mag worden vanuit de onderbouw. Denk bijvoorbeeld aan de voorrangsregels en het werken met haakjes, eenvoudige breukvormen en wortels.

Op de plaats van A , B , C en D in de volgende tabellen kunnen ook

eenvoudige expressies staan, zoals $ax+b$, $\frac{a}{x}$ en x^2 .

Niet aan de orde komen de regels die horen bij het differentiëren.

De vaardigheden genoemd bij categorieën A t/m D moeten in beide richtingen kunnen worden uitgevoerd, tenzij anders is vermeld.

Beperkende voorwaarden zoals bijvoorbeeld noemers van breuken zijn ongelijk 0, worden niet vermeld.

Hoewel bij het samenstellen van de kruisjeslijst met de algebraïsche vaardigheden de grootst mogelijke nauwkeurigheid is nagestreefd, kan niet gegarandeerd worden dat deze volledig is.

Specifieke vaardigheden		havo		vwo		
		wiA	wiB	wiC	wiA	wiB
A. Breukvormen	1. $\frac{A}{B} + \frac{C}{D} = \frac{AD+BC}{BD}$	x	x	x	x	x
	2. $\frac{A}{B} + C = \frac{A+BC}{B}$	x	x	x	x	x
	3. $A \cdot \frac{B}{C} = \frac{A \cdot B}{C} = \frac{A}{C} \cdot B = A \cdot B \cdot \frac{1}{C}$	x	x	x	x	x
	4. $\frac{A}{B} \cdot \frac{C}{D} = \frac{A \cdot C}{B \cdot D}$	x	x	x	x	x
	5. $\frac{A}{\frac{B}{C}} = \frac{A \cdot C}{B}$	x	x	x	x	x
B. Wortelvormen	1. $\sqrt{A \cdot B} = \sqrt{A} \cdot \sqrt{B}$	x	x	x	x	x
	2. $\sqrt{\frac{A}{B}} = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{B}}$	x	x	x	x	x
C. Bijzondere producten	1. haakjes wegwerken en ontbinden in factoren: $(x+a)(x+b) = x^2 + (a+b)x + ab$ havo A, vwo A en vwo C: alleen haakjes wegwerken	x	x	x	x	x
	2. $(A+B)(C+D) = AC + AD + BC + BD$ havo A, vwo A en vwo C: alleen haakjes wegwerken	x	x	x	x	x
	3. $A^2 \pm 2AB + B^2 = (A \pm B)^2$		x			x
	4. $A^2 - B^2 = (A+B)(A-B)$		x			x
	5. kwadraat afsplitsen: $x^2 + px + q$ schrijven in de vorm $(x+r)^2 + s$		x			x

Specifieke vaardigheden		havo		vwo		
		wiA	wiB	wiC	wiA	wiB
D. Machten en logaritmen	1. $a^p \cdot a^q = a^{p+q}$	x	x	x	x	x
	2. $\frac{a^p}{a^q} = a^{p-q}$	x	x	x	x	x
	3. $(a^p)^q = a^{p \cdot q}$	x	x	x	x	x
	4. $(ab)^p = a^p \cdot b^p$	x	x	x	x	x
	5. $\frac{1}{a^p} = a^{-p}$	x	x	x	x	x
	6. $\sqrt[p]{a} = a^{\frac{1}{p}}$ met p positief en geheel		x	x	x	x
	7. ${}^s \log(a) + {}^s \log(b) = {}^s \log(a \cdot b)$		x		x	x
	8. ${}^s \log(a) - {}^s \log(b) = {}^s \log\left(\frac{a}{b}\right)$		x		x	x
	9. ${}^s \log(a^p) = p \cdot {}^s \log(a)$		x		x	x
	10. ${}^s \log(a) = \frac{p \log(a)}{p \log(g)}$		x	x	x	x
	vwo C: alleen $p=10$					
11. ${}^s \log(a) = \frac{\ln(a)}{\ln(g)}$				x	x	
E. Goniometrie	voor formules zie betreffende domein		x			x
F. Herleidingen uitvoeren aan de hand van de elementen genoemd bij A tot en met D	1. via substitutie van getallen	x	x	x	x	x
	2. via substitutie van expressies	x	x	x	x	x
	3. via het omwerken van formules	x	x	x	x	x
G. Vergelijkingen oplossen met behulp van algemene vormen en formules herleiden (voor wiA en wiC worden deze vaardigheden uitsluitend gebruikt voor het herleiden van formules)	1. $A \cdot B = 0 \Leftrightarrow A = 0 \text{ of } B = 0$		x	x		x
	2. $A \cdot B = A \cdot C \Leftrightarrow A = 0 \text{ of } B = C$ havo A, vwo A en vwo C: $A \cdot B = A \cdot C, A \neq 0 \Rightarrow B = C$	x	x	x	x	x
	3. $\frac{A}{B} = C \Leftrightarrow A = B \cdot C$	x	x	x	x	x
	4. $\frac{A}{B} = \frac{C}{D} \Leftrightarrow A \cdot D = B \cdot C$	x	x	x	x	x
	5. $A^2 = B^2 \Leftrightarrow A = B \text{ of } A = -B$		x		x	x
	6. $\sqrt{A} = B \Leftrightarrow A = B^2$	x	x	x	x	x

Specifieke vaardigheden		havo		vwo			
		wiA	wiB	wiC	wiA	wiB	
H. Algoritmen t.b.v. het oplossen van vergelijkingen en het herleiden van formules (voor wiA en wiC worden deze vaardigheden uitsluitend gebruikt voor het herleiden van formules)	1. eerstegraadsvergelijkingen $ax + b = c \Rightarrow x = \frac{c-b}{a}$	x	x	x	x	x	
	2. tweedegraadsvergelijkingen abc-formule $ax^2 + bx + c = 0 \Rightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$		x			x	
	3. $x^n = c \Rightarrow x = c^{\frac{1}{n}}$ als n oneven is $x^n = c \Rightarrow x = c^{\frac{1}{n}}$ of $x = -c^{\frac{1}{n}}$ als n even is		x	x	x	x	x
	4. $g^x = a \Rightarrow x = {}^g\log(a)$		x	x	x	x	
	5. $e^x = a \Rightarrow x = \ln(a)$				x	x	
	6. ${}^g\log(x) = b \Rightarrow x = g^b$		x	x	x	x	
	7. $\ln(x) = b \Rightarrow x = e^b$				x	x	
	8. $ x = c \Rightarrow x = c$ of $x = -c$					x	
I. Vergelijkingen oplossen met behulp van standaardfuncties	1. $f(A) = c$		x			x	
	2. $f(A) = f(B)$		x			x	
J. Vergelijkingen en ongelijkheden van het type $f(x) = g(x)$ resp. $f(x) \geq g(x)$ oplossen	1. grafisch, waaronder ICT	x	x	x	x	x	
	2. vergelijkingen en ongelijkheden algebraïsch dan wel exact, indien algebraïsch/exact oplosbaar		x			x	

Algemene vaardigheden		havo		vwo		
		wiA	wiB	wiC	wiA	wiB
K. Formules opstellen	1. door variabelen te kiezen bij een probleemsituatie	x	x	x	x	x
	2. van standaardfuncties					
	a. eerstegraads/lineaire functie	x	x	x	x	x
	b. tweedegraadsfunctie		x		x	x
	c. exponentiële functie	x	x	x	x	x
	d. logaritmische functie		x		x	x
	e. goniometrische functie		x		x ⁹	x
	f. machtsfunctie		x		x	x
	g. absolute waarde functie					x
	3. door generaliseren via getallenvoorbeelden	x	x	x	x	x
	4. door schakelen van formules	x	x	x	x	x
L. Expressies herkennen	1. vaststellen of een (deel)expressie behoort tot een van de volgende families					
	a. eerstegraads/lineaire functies	x	x	x	x	x
	b. tweedegraadsfuncties		x	x	x	x
	c. exponentiële functies	x	x	x	x	x
	d. logaritmische functies		x	x	x	x
	e. goniometrische functies		x	x	x	x
	f. machtsfuncties		x	x	x	x
2. structuur van een expressie vaststellen	x	x	x	x	x	
3. rol van een voorkomende parameter bepalen	x	x		x	x	
M. Karakteristieken bepalen	kwalitatief redeneren over expressies of delen daarvan met betrekking tot karakteristieken als					
	a. uiterste waarden	x	x	x	x	x
	b. stijgen of dalen	x	x	x	x	x
	c. asymptotisch gedrag	x	x	x	x	x
N. Algebraïsche expressies reduceren en representeren	1. complexe delen van een expressie vervangen door 'plaatsvervangers' zodat herkenbare expressies ontstaan	x	x	x	x	x
	2. flexibel kunnen wisselen tussen betekenis toekennen aan symbolen en betekenisloos kunnen manipuleren		x			x
	3. flexibel verschillende representaties van functies (formule, tabel, grafiek) kunnen inzetten en tussen deze representaties kunnen wisselen	x	x	x	x	x

⁹ alleen de sinusfunctie

