

Leerstof voortentamen wiskunde A

In dit document wordt de leerstof beschreven van het programma van het voortentamen wiskunde A op havo niveau te beginnen met het voortentamen van december 2017.

Deze specificatie is gebaseerd op de eindtermen van het programma voor het Centraal Examen en het Schoolexamen zoals dat in het middelbaar onderwijs op de havo wordt afgenomen voor het vak wiskunde A vanaf mei 2017.

Indien de leerstof voor het voortentamen wiskunde A op havo-niveau op enig moment afwijkt van de leerstof van het op dat moment geldende programma van het Centraal Examen of Schoolexamen geldt altijd het hieronder weergegeven programma.

datum: 20 september 2017

1. Het voortentamen wiskunde A

Het voortentamen bestaat uit een schriftelijk examen.
Het voortentamen wordt afgenomen in een zitting van 3 uur.

De leerstof bestaat uit de volgende domeinen:

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

Het voortentamen wiskunde A heeft betrekking op de domeinen B tot en met E in combinatie met de vaardigheden uit domein A met uitzondering van die onderdelen die zich naar hun aard niet lenen voor schriftelijke examinering, waaronder vaardigheden die uitdrukkelijk een computer als werkstation vereisen.

Voor voorbeelden van examenvragen wordt verwezen naar de voorbeeldtentamens op de website en naar de schriftelijke examens uit het verleden. Het type vragen wijkt niet af van de vragen op basis van de huidige interpretatie van de eindtermen zoals vastgesteld door het College voor Examens en Toetsing (CvTE).

In de hierna volgende specificatie van de leerstof voor het voortentamen wiskunde A zijn aangegeven:

- de domeinen en subdomeinen die getoetst worden;
- per subdomein één geglobaliseerde eindterm;

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 programma als parate kennis beschouwd.

Nauwkeurigheid en afronden

Als in een tentamenopgave 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.

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. De leerstof van het voortentamen

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 vakkennis en vakvaardigheden reflecteren op eigen belangstelling, motivatie en leerproces;
4. toepassingen en effecten van wiskunde in het dagelijks leven en in verschillende vervolgopleidingen 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 ICTmiddelen;
11. kan antwoorden afronden op een voorgeschreven nauwkeurigheid dan wel op een nauwkeurigheid die past bij de probleemsituatie.

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 voortentamens wiskunde. De rekenvaardigheden, genoemd in subdomein B1, zullen hoofdzakelijk impliciet worden getoetst.

In 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.

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),
 $y = a/x$ (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

Opmerking: Bij dit domein is geen onderscheid gemaakt tussen parate en productieve vaardigheden. Zoals uit de formuleringen van de specificaties 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.

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 s :
 - 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.

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).