

Examenprogramma wiskunde A1 en wiskunde A1,2 v.w.o.

## 1 Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het centraal examen en het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

- Domein Ag Vaardigheden;
- Domein Bg Functies en grafieken;
- Domein Cg Discrete analyse;
- Domein D(g) Meetkunde;
- Domein Eg Combinatoriek en kansrekening;
- Domein Ba Differentiaalrekening met toepassingen;
- Domein Ca Discrete dynamische modellen;
- Domein Da Lineair programmeren;
- Domein Ea Grafen en matrices;
- Domein Fa Statistiek en kansrekening;
- Domein Ga Keuze-onderwerpen.

Het examenprogramma wiskunde A1,2 omvat alle domeinen (van D(g) de subdomeinen Ruimtelijke objecten en Lineair programmeren).

Het examenprogramma wiskunde A1 omvat de domeinen Ag, Bg, Cg, Eg, Ea, Fa.

### 1.1 Het centraal examen

Het centraal examen heeft voor wiskunde A1,2 betrekking op de domeinen Bg tot en met Fa in combinatie met vaardigheden uit domein Ag met uitzondering van die onderdelen die zich naar hun aard niet lenen voor centrale examinering, waaronder de vaardigheden die uitdrukkelijk een computer als werkstation vereisen.

Het centraal examen heeft voor wiskunde A1 betrekking op de domeinen Bg, Cg, Eg, Ea en Fa in combinatie met vaardigheden uit domein Ag met uitzondering van die onderdelen die zich naar hun aard niet lenen voor centrale examinering, waaronder de vaardigheden die uitdrukkelijk een computer als werkstation vereisen.

Het centraal examen wordt afgenomen in een zitting van 3 uur. Op het centraal examen dient de kandidaat te beschikken over een grafische rekenmachine.

## 1.2 Het schoolexamen

Het schoolexamen heeft voor wiskunde A1,2 betrekking op de domeinen Bg tot en met Ga in combinatie met de vaardigheden uit domein Ag.

Het schoolexamen heeft voor wiskunde A1 betrekking op de domeinen Bg, Cg, Eg, Ea en Fa in combinatie met de vaardigheden uit domein Ag.

Het schoolexamen bestaat uit een examendossier met de volgende onderdelen:

- a toetsen met gesloten en/of open vragen
- Het beantwoorden van vragen en oplossen van vraagstukken.

Het werk wordt beoordeeld aan de hand van een correctievoorschrift waarin mogelijke antwoorden en een puntenverdeling opgenomen zijn.

- b praktische opdrachten  
Het uitvoeren van een aantal onderzoeksopdrachten.

De kandidaat voert een aantal van de volgende typen opdrachten uit:

- het verkennen, aanpakken en oplossen van een probleemsituatie uit de praktijk van een beroep of van het dagelijks leven;
- het verrichten van een literatuurstudie;
- het uitvoeren van een opdracht waarbij informatie- en communicatietechnologie (ICT) functioneel moet worden gebruikt;
- een andersoortige opdracht.

De presentatie van het verrichte werk vindt op één van de volgende wijzen plaats:

- een geschreven verslag (onderzoeksverslag, verhalend verslag, recensie, verslag van een enquête of weergave van een interview);
- een essay of artikel (uiteenzetting, beschouwing of betoog);
- een mondelinge voordracht (uiteenzetting, beschouwing of betoog, forumdiscussie);
- een reeks stellingen met onderbouwing;
- een posterpresentatie met toelichting;
- een presentatie met gebruik van media (audio, video, ICT).

De kandidaat dient in overleg met de examinerator ervoor zorg te dragen dat het totale pakket van praktische opdrachten voor de profielvakken tezamen gevarieerd samengesteld is, zowel wat het type opdrachten betreft als wat de presentatievormen betreft.

De examinering van algemene vaardigheden wordt over de verschillende vakken gespreid.

Tenminste een van de praktische opdrachten binnen het profiel dient te worden uitgevoerd als groepsopdracht in een groep van minimaal 3 deelnemers.

Voor de beoordeling van de praktische opdrachten wordt gebruik gemaakt van beoordelingscriteria die vooraf aan de kandidaat bekend gemaakt zijn.

Bij praktische opdrachten wordt, voor zover relevant, het doorlopen proces door de kandidaat gedocumenteerd (onderwerpskeuze, vraagstelling, verrichte werkzaamheden, geraadpleegde hulpbronnen en dergelijke). Dit wordt in de beoordeling betrokken.

- c profielwerkstuk  
Het profielwerkstuk heeft een studielast van 80 uur. Het heeft betrekking op ten minste twee (deel)vakken van het profieldeel (voor het profiel cultuur en maatschappij worden daartoe ook gerekend: Nederlandse taal en letterkunde en Engelse taal en letterkunde).

Wanneer wiskunde bij het profielwerkstuk betrokken is, omvat het profielwerkstuk:

- een zelfstandige onderzoeksopdracht;
- inzet van wiskundige vaardigheden en technieken;
- informatieverwerking.

Voor de presentatie van het profielwerkstuk wordt gebruik gemaakt van de presentatievormen genoemd bij de praktische opdrachten.

Bij het profielwerkstuk wordt het doorlopen proces door de kandidaat gedocumenteerd (onderwerpskeuze, vraagstelling, verrichte werkzaamheden, geraadpleegde hulpbronnen en dergelijke). Dit wordt in de beoordeling betrokken.

Voor de beoordeling van het profielwerkstuk wordt gebruik gemaakt van beoordelingscriteria die vooraf aan de kandidaat bekend gemaakt zijn.

De beoordeling vindt plaats door de examinatoren van de vakken die bij het profielwerkstuk zijn betrokken.

Het profielwerkstuk moet voldoende afgerond zijn. Naast de waardering 'voldoende' kan ook de waardering 'goed' toegekend worden.

#### d handelingsdeel

Het uitvoeren van opdrachten waarbij oriëntatie op vervolgopleidingen en beroepsperspectieven centraal staan:

- het informeren naar toekomstperspectieven bij vervolgopleidingen en beroepen waar wiskunde een rol speelt.

De uitvoering van het handelingsdeel blijkt uit een notitie van de kandidaat waarin aandacht besteed is aan de voorbereiding op en de ervaring met de opdracht en waarin op de uitvoering van de opdracht gereflecteerd wordt.

Voor de activiteiten in dit onderdeel worden geen cijfers toegekend. De examinator stelt aan de hand van de notitie vast of een activiteit naar behoren uitgevoerd is. De notitie maakt deel uit van het examendossier.

informatie en communicatie technologie (ICT)

De kandidaat kan bij de examinering gebruik maken van de volgende toepassingen van ICT:

- raadplegen van (hyper)teksten, gegevens, beeld en geluid in (multimediale) bestanden, gegevensbanken en informatiesystemen met behulp van een computer(netwerk);
- geautomatiseerde zoeksystemen in bibliotheek en mediatheek;
- telecommunicatie, zoals e-mail, discussie- en nieuwsgroepen;
- tekstverwerking;
- grafische rekenmachine;
- rekenkundige, grafische, algebraïsche en statistische bewerkingen;
- spreadsheets, modellen en simulaties;
- verwerking en beheer van gegevens in gegevensbanken en informatiesystemen;
- maken van (multimediale) presentaties.

Het gebruik van ICT-toepassingen bij de toetsing is optioneel op die onderdelen waar de school (nog) niet beschikt over voldoende en adequate apparatuur en programmatuur.

weging

Onderdeel a bepaalt voor 40% het cijfer van het schoolexamen, onderdeel b voor 60%. De waardering voor onderdeel c wordt afzonderlijk op de cijferlijst vermeld. Onderdeel d draagt niet bij aan het cijfer.

Voor kandidaten die het eindexamen afsluiten vóór 1 januari 2004, bepaalt onderdeel a voor 60% het cijfer van het schoolexamen, onderdeel b voor 40%.

## 2 De examenstof

### 2.1 Eindtermen: vaardigheden

domein Ag: Vaardigheden

Subdomein: Informatievaardigheden

De kandidaat kan

- 1 artikelen of berichten uit (nieuws)media of vakliteratuur waarin wiskundige presentaties, redeneringen of berekeningen voorkomen, kritisch analyseren.
- 2 informatie verwerven en selecteren uit schriftelijke, mondelinge en audiovisuele bronnen, mede met behulp van ICT.
- 3 informanten kiezen en informanten bevragen.
- 4 benodigde gegevens halen en interpreteren uit grafieken, tekeningen, simulaties, schema's, diagrammen en tabellen, mede met behulp van ICT.
- 5 gegevens weergeven in grafieken, tekeningen, schema's, diagrammen en tabellen, mede met behulp van ICT.
- 6 hoofd- en bijzaken onderscheiden.
- 7 feiten met bronnen verantwoorden.
- 8 informatie analyseren, schematiseren en structureren.
- 9 de betrouwbaarheid beoordelen van informatie en de waarde daarvan vaststellen voor het op te lossen probleem of te maken ontwerp.
- 10 (historische) situaties benoemen waarin wiskunde een belangrijke rol speelt of heeft gespeeld.
- 11 voorbeelden noemen van het gebruik van wiskunde in andere vakgebieden, beroepen of kunst.

Subdomein: Onderzoeksvaardigheden

De kandidaat kan

- 12 logische relaties tussen gegevens, beweringen en resultaten aanbrengen en beoordelen en relevante gegevens scheiden van minder relevante gegevens.
- 13 gegevens met elkaar en met de probleemstelling in verband brengen, op grond daarvan een passende aanpak kiezen en deze zo mogelijk opsplitsen in deeltaken.
- 14 in een tekst verstrekte gegevens doelmatig weergeven in een geschikte wiskundige representatie (model).
- 15 vaststellen of een gekozen model voldoet en, indien nodig, een bijstelling hiervan suggereren.
- 16 vaststellen of er aanvullende gegevens nodig zijn en zo ja, welke.
- 17 onderzoeken in hoeverre het model bijgesteld moet worden ten gevolge van wijzigingen in de gegevens.
- 18 een bij het model passende wiskundige oplossingsmethode correct uitvoeren.
- 19 resultaten betekenis geven in de context en binnen die context kritisch analyseren.
- 20 de nauwkeurigheid van de gegevens of werkwijzen betrekken bij de beoordeling van het eindresultaat.
- 21 reflecteren op de gemaakte keuzen voor representatie, werkwijze, oplossingsproces en resultaten en deze onder woorden brengen.

Subdomein: Technisch-instrumentele vaardigheden

De kandidaat kan

- 22 bij raadplegen, verkennen en presenteren van wiskundige informatie en bij uitvoeren van wiskundige bewerkingen en redeneringen gebruik maken van toepassingen van ICT.

Subdomein: Oriëntatie op studie en beroep

- 23 De kandidaat heeft informatie ingewonnen over vervolgoopleidingen waarin wiskunde een rol speelt.
- 24 De kandidaat is nagegaan in hoeverre hij een studiehouding, belangstelling en vaardigheden bezit die wenselijk dan wel noodzakelijk worden geacht voor vervolgoopleidingen.

## 2.2 Eindtermen: vakinhoud

### Domein Bg: Functies en grafieken

#### Subdomein: Standaardfuncties

##### De kandidaat kan

- 1 grafieken tekenen van machtsfuncties met rationale exponenten en daarbij de begrippen domein, bereik, stijgen, dalen en asymptotisch gedrag hanteren.
- 2 grafieken tekenen van exponentiële functies van het type  $f(x) = a^x$  en hun inverse functies  $f(x) = \log_a x$  (niet het getal  $e$  als grondtal) en daarbij de begrippen domein, bereik, stijgen, dalen en asymptotisch gedrag hanteren.
- 3 grafieken tekenen van de goniometrische functies  $f(x) = \sin x$  en  $f(x) = \cos x$  en daarbij de begrippen periode, amplitude, domein, bereik, stijgen en dalen hanteren.

#### Subdomein: Functies, grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden

##### De kandidaat kan

- 4 een in de context beschreven samenhang vertalen in een functievoorschrift.
- 5 op grafieken transformaties uitvoeren als verschuiven en rekken en de samenhang met de bijbehorende verandering van het functievoorschrift beschrijven.
- 6 functies combineren (optellen, aftrekken, schakelen) en de samenhang met de bijbehorende grafieken beschrijven.
- 7 een tweede-gradspolynoom in één variabele ontbinden in lineaire factoren.
- 8 een algoritme gebruiken voor het oplossen van een tweede-gradsvergelijking.
- 9 vergelijkingen oplossen met numerieke, grafische of elementair-algebraïsche methoden.
- 10 de rekenregels voor machten en logaritmen (inclusief grondtalverandering) gebruiken.
- 11 gebruik maken van logaritmische schaalverdelingen.
- 12 ongelijkheden oplossen met de grafische methode.
- 13 de begrippen absolute waarde en entier (integer) hanteren.

### Domein Cg: Discrete analyse

#### Subdomein: Verandering

##### De kandidaat kan

- 14 vaststellen op welke intervallen er sprake is van een constant, een stijgend of een dalend verloop van de grafiek van een functie.
- 15 vaststellen of een stijging/daling toenemend of afnemend is.
- 16 vaststellen of er minima en maxima zijn en uit een grafiek aflezen hoe groot die zijn.
- 17 veranderingen beschrijven met behulp van differenties, bijvoorbeeld  $Dx$ .
- 18 bij een gegeven functie of grafiek een toenamediagram tekenen en daaruit conclusies trekken.
- 19 veranderingen beschrijven en vergelijken met behulp van differentiequotiënten.
- 20 differentiequotiënten berekenen als een functie gegeven is door een formule of grafiek.
- 21 differentiequotiënten interpreteren als maat voor gemiddelde verandering op een interval en als helling van een koorde.
- 22 bij afnemende stapgrootte differentiequotiënten interpreteren als benadering van de helling (steilheid) van de grafiek in een bepaald punt.
- 23 van een gegeven grafiek de bijbehorende hellinggrafiek beschrijven en met een computer numeriek benaderen.
- 24 uit een gegeven hellinggrafiek het verloop van de oorspronkelijke grafiek afleiden.
- 25 relaties leggen tussen contexten, bijbehorende formules of functies en veranderingsgedrag.

#### Subdomein: Rijen

##### De kandidaat kan

- 26 bij een gegeven rij de begrippen verschilrij en somrij hanteren en daarbij de symbolen  $D$  en  $S$  gebruiken.
- 27 vaststellen of een gegeven rij een rekenkundige of een meetkundige rij is.
- 28 bij een rekenkundige rij en een meetkundige rij, al dan niet in recursieve vorm gegeven, de formules voor term en som gebruiken.

Domein D(g): Meetkunde

Subdomein: Ruimtelijke objecten

De kandidaat kan

- 29 uitspraken doen over een object door het combineren van aanzichten in verschillende kijkrichtingen.
- 30 aanzichten in verschillende kijkrichtingen van een object tekenen.
- 31 uitspraken doen over een object op grond van een serie parallelle doorsneden (bv. scannen, echografie).
- 32 conclusies trekken over de wijze waarop een object uiteenvalt bij een voorgetekende vlakke doorsnede.
- 33 in eenvoudige gevallen een vlakke doorsnede van een voorgetekend object tekenen.
- 34 in eenvoudige gevallen de vlakke doorsnede van een object op ware grootte tekenen.
- 35 hoogtekarten interpreteren en daarin toppen en zadelpunten aanwijzen.

Subdomein: Berekeningen

n.v.t.

Subdomein: Lineair programmeren

De kandidaat kan

- 42 een grafische voorstelling maken van vergelijkingen van het type  $Ax + By = C$ .
- 43 naar aanleiding van een tekst een stelsel van lineaire vergelijkingen of ongelijkheden met twee onbekenden opstellen.
- 44 een stelsel van twee lineaire vergelijkingen met twee onbekenden oplossen.
- 45 een grafische voorstelling maken van een stelsel lineaire ongelijkheden.
  
- 46 een eenvoudig lineair programmeringsprobleem met twee variabelen met behulp van niveaulijnen oplossen naar aanleiding van een tekst.

Domein Eg: Combinatoriek en kansrekening

Subdomein: Combinatoriek

De kandidaat kan

- 47 gegevens over verzamelingen weergeven in een Venn-diagram.
- 48 het aantal elementen berekenen van de doorsnede of de vereniging van 2 of 3 eindige verzamelingen.
- 49 naar aanleiding van een tekst voor een telprobleem een geschikte visualisatie tekenen zoals een boomdiagram, een wegendiagram of een rooster.
- 50 bij telproblemen vaststellen of er sprake is van rangschikken met herhaling of van rangschikken zonder herhaling.
- 51 bij telproblemen vaststellen of gebruik gemaakt mag worden van de vermenigvuldigregel op grond van onafhankelijkheid.
- 52 het aantal kortste routes in een rooster berekenen.
- 53 het aantal permutaties van  $k$  uit  $n$  vaststellen met behulp van faculteiten.
- 54 het aantal combinaties van  $k$  uit  $n$  berekenen met behulp van faculteiten.
- 55 het verband beschrijven tussen de getallen uit de driehoek van Pascal en de binomiaalcoëfficiënten in het binomium van Newton.

Subdomein: Kansen

De kandidaat kan

- 56 bij toevalsexperimenten de begrippen uitkomst, uitkomstenverzameling, gebeurtenis, elementaire gebeurtenis, onmogelijke gebeurtenis, elkaar uitsluitende gebeurtenissen hanteren.
- 57 empirische kansen berekenen op grond van waarnemingen verkregen door het herhaald uitvoeren van een toevalsexperiment of simulatie.
- 58 nagaan of verondersteld mag worden dat de elementen van een uitkomstenverzameling even waarschijnlijk zijn (symmetrische kansruimte).
- 59 een toevalsexperiment vertalen naar het model trekken van balletjes uit een vaas, al dan niet met teruglegging en al dan niet rekening houdend met de trekkingsvolgorde.
- 60 combinatorische aspecten herkennen bij het tellen van het aantal elementen van een uitkomstenverzameling en bij het berekenen van kansen.

- 61 de overgang beschrijven van empirische kansen naar kansen vanuit een intuïtief begrip van de wet van de grote aantallen.
- 62 kansen berekenen op grond van symmetrie-veronderstellingen en systematisch tellen.
- 63 de begrippen onafhankelijke gebeurtenissen en voorwaardelijke kans hanteren voor symmetrische en niet-symmetrische kansruimten.

Subdomein: Rekenen met kansen

De kandidaat kan

- 64 kansen berekenen door gebruik te maken van de somregel en de complementregel.
- 65 kansen berekenen door gebruik te maken van de produktregel voor onafhankelijke gebeurtenissen.
- 66 bij een toevalsexperiment discrete toevalsvariabelen gebruiken en interpreteren.
- 67 de waardenverzameling van een discrete toevalsvariabele (in eenvoudige gevallen met de bijbehorende kansverdeling) beschrijven.
- 68 het begrip onafhankelijkheid voor twee of meer discrete toevalsvariabelen beschrijven.
- 69 voor een discrete toevalsvariabele met gegeven kansverdeling de verwachting berekenen en interpreteren.
- 70 de regel "verwachting van de som = som van de verwachtingen" hanteren.

Subdomein: Speciale discrete verdelingen

De kandidaat kan

- 71 vaststellen of een kansexperiment vertaald kan worden naar een uniforme discrete verdeling.
- 72 bij een uniforme discrete verdeling kansen berekenen en de verwachting van een uniform verdeelde toevalsvariabele berekenen.
- 73 vaststellen of een kansexperiment vertaald kan worden naar het model van de binomiale verdeling.
- 74 een binomiaal verdeelde toevalsvariabele opvatten als de som van onafhankelijke Bernoulli- toevalsvariabelen.
- 75 de binomiale kansverdeling beschrijven met behulp van het binomium van Newton.
- 76 bij een binomiale verdeling kansen berekenen en de verwachting van een binomiaal verdeelde toevalsvariabele berekenen.

Domein Ba: Differentiaalrekening met toepassingen

Subdomein: Afgeleide functies

De kandidaat kan

- 77 het differentiaalquotient gebruiken als maat voor lokale verandering van een functie.
- 78 differentiaalquotienten benaderen in het geval de functie gegeven is door een formule.
- 79 de afgeleide functie gebruiken als karakteristiek voor het veranderingsgedrag van een functie.
- 80 de diverse notaties voor de afgeleide functie  
 $f'(x)$ ,  $\frac{dy}{dx}$ ,  $\frac{df(x)}{dx}$ ,  $\frac{dk}{dq}$  herkennen en gebruiken.
- 81 de afgeleide functie gebruiken om de vergelijking van de raaklijn aan een grafiek op te stellen.
- 82 de afgeleide functie gebruiken bij het vinden of verifiëren van extreme waarden van een functie.
- 83 de afgeleide functie bepalen van functies van het type  $y = cx^r$  (met  $r$  rationaal),  $y = gx$  en  $y = g \log x$ .
- 84 voor het vinden van de afgeleide functie de som-, verschil-, produkt-, quotient- en/of kettingregel gebruiken.

Subdomein: Optimaliseren

De kandidaat kan

- 85 bij een gegeven winstfunctie de formule opstellen voor de gemiddelde winst per eenheid. (\*)
- 86 bij een gegeven winstfunctie de formule opstellen voor de marginale winst. (\*)
- 87 het verband tussen winst en gemiddelde winst en het verband tussen winst en marginale winst grafisch beschrijven. (\*)
- 88 eenvoudige optimaliseerproblemen oplossen die samenhangen met winst, gemiddelde winst en marginale winst. (\*)
- 89 in eenvoudige voorraadmodellen de optimale seriegrootte berekenen.

(\*) In plaats van winst kan een probleemstelling ook over opbrengst of kosten gaan. Ook toepassingen in andere dan economische contexten, met vergelijkbare wiskundige activiteiten, zijn mogelijk. Er wordt geen voorkennis van de desbetreffende contextgebieden verondersteld, dus ook niet van economie.

Domein Ca: Discrete dynamische modellen

De kandidaat kan

- 90 bij een tekst een eenvoudige recurrente betrekking opstellen.
- 91 een recurrente betrekking doorrekenen, ook met behulp van een grafische rekenmachine en een spreadsheetprogramma.
- 92 differentievergelijkingen voor exponentiële en logistische groei opstellen.
- 93 tijdgrafieken en webgrafieken tekenen, daaruit eventuele evenwichtspunten afleiden en stabiel en instabiel evenwicht onderscheiden.
- 94 het verschil herkennen en beschrijven tussen een statisch en een dynamisch vraag/aanbod- model uit de economie en een statisch model dynamisch maken.
- 95 uit een dynamisch vraag/aanbod-model een differentievergelijking voor de prijs afleiden.
- 96 de somformule voor meetkundige rijen gebruiken in concrete situaties.
- 97 een 1e orde lineaire differentievergelijking (type  $X_t = aX_{t-1} + b$ ) herkennen en een directe formule voor  $X_t$  gebruiken.
- 98 een 1e orde lineaire differentievergelijking analyseren met betrekking tot de aspecten: evenwichtswaarde, monotoon/alternerend, convergentie/divergentie.
- 99 bij een situatie een stelsel differentievergelijkingen en een overgangsmatrix opstellen, doorrekenen op de computer, de resultaten daarvan interpreteren en het verband leggen tussen de twee schrijfwijzen.
- 100 een stelsel differentievergelijkingen doorrekenen met behulp van grafische rekenmachine of computerprogramma en de uitkomsten interpreteren.

## Domein Da: Lineair programmeren

### De kandidaat kan

- 101 onderkennen of een probleem via de methode van lineair programmeren kan worden opgelost en welke variabelen daarbij een rol spelen.
- 102 de gegevens van een lineair programmeringsprobleem overzichtelijk weergeven met behulp van een graaf, een matrix of een andere geschikte representatievorm.
- 103 een formule voor de doelfunctie opstellen.
- 104 de uit de tekst te distilleren beperkende voorwaarden vertalen in ongelijkheden of vergelijkingen.
- 105 bij een probleem met twee beslissingsvariabelen het toegestane gebied in een assenstelsel aangeven.
- 106 bij een probleem met twee beslissingsvariabelen het optimum van de doelfunctie berekenen door middel van de randenwandelmethode of door gebruik te maken van isolijnen.
- 107 bij een probleem met meer dan twee beslissingsvariabelen op adequate wijze gebruik maken van een computerprogramma voor het oplossen van lineaire-programmeringsproblemen.
- 108 het resultaat interpreteren in termen van de context en daarbij nagaan of de gevonden waarden voor de variabelen betekenis hebben binnen de context.

## Domein Ea: Grafen en matrices

### Subdomein: Grafen

#### De kandidaat kan

- 109 de begrippen (gerichte) graaf, knooppunt, verbinding en directe weg hanteren.
- 110 gegevens uit een tekst, een illustratie of een matrix verwerken in een graaf.
- 111 een verbindingsmatrix opstellen bij een graaf en omgekeerd een graaf tekenen bij een verbindingsmatrix.
- 112 een directe-wegenmatrix opstellen bij een graaf en omgekeerd een graaf tekenen bij een directe-wegenmatrix.
- 113 vaststellen of er sprake is van gelijkwaardigheid van grafen.
- 114 grafen met gerichte verbindingen (gerichte grafen) tekenen en interpreteren.
- 115 grafen met gewogen verbindingen tekenen en interpreteren.

### Subdomein: Matrices

#### De kandidaat kan

- 116 de begrippen rij, kolom, eenheidsmatrix, hoofddiagonaal van een vierkante matrix en symmetrische matrix ten opzichte van de hoofddiagonaal hanteren.
- 117 een matrix opstellen en interpreteren naar aanleiding van een tekst, een illustratie of een graaf.
- 118 een relatieve-frequentiematrix als model bij een dynamisch proces of een toevalsexperiment gebruiken.
- 119 beoordelen wanneer een datamatrix, overgangsmatrix, verbindingsmatrix, (directe) wegenmatrix of een populatievoorspellingsmatrix (Lesliematrix) kan worden gebruikt.
- 120 de volgende bewerkingen op matrices uitvoeren: matrices met gelijke afmetingen optellen en aftrekken, een matrix met een getal vermenigvuldigen, een  $n \times m$ -matrix met een  $m \times k$ -matrix vermenigvuldigen, machten berekenen.
- 121 bij een context een zinvolle matrixbewerking kiezen en de uitkomst interpreteren.

## Domein Fa: Statistiek en kansrekening

### Subdomein: Populatie en steekproef

#### De kandidaat kan

- 122 bij een gegeven probleemstelling de populatie aangeven.
- 123 een geschikte steekproef kiezen bij het verzamelen van statistisch materiaal.
- 124 beoordelen of een gekozen steekproef aselekt is.
- 125 toevalsmechanismen gebruiken voor het nemen van een aselechte steekproef.

### Subdomein: Ordenen, verwerken en samenvatten van statistische gegevens

#### De kandidaat kan

- 126 ongeordende waarnemingen verwerken in een frequentietabel.

- 127 absolute en relatieve frequenties vaststellen.
- 128 waarnemingen verdelen in klassen.
- 129 statistische gegevens weergeven in een staafdiagram (ook met ongelijke klassebreedte), een cirkeldiagram, een steel- en bladdiagram, een boxplot, een frequentiepolygoon en een cumulatief frequentiepolygoon.
- 130 een zinvolle grafische representatievorm kiezen voor een verzameling statistische gegevens en de keuze beargumenteren.
- 131 uit een grafische representatie zinvolle gegevens aflezen.
- 132 misleiding in grafische representaties onderkennen.
- 133 statistische gegevens samenvatten met behulp van de centrummaten gemiddelde, modus en mediaan en de spreidingsmaten spreidingsbreedte, standaardafwijking en kwartielafstand.
- 134 de relevantie afwegen van elk van de genoemde centrummaten en spreidingsmaten in relatie met de context.
- 135 bij statistische berekeningen de grafische calculator gebruiken.
- 136 bij statistische berekeningen en bij het maken van grafische representaties gebruik maken van de computer.

#### Subdomein: Kansverdelingen

De kandidaat kan

- 137 het model van de normale verdeling beschrijven.
- 138 in voorkomende gevallen de normale verdeling gebruiken als model voor de frequentieverdeling van een continue grootte.
- 139 het gemiddelde en de standaardafwijking gebruiken als karakteristieken van een normale verdeling, inclusief de twee vuistregels voor het percentage afwijkingen van het gemiddelde in relatie tot de standaardafwijking.
- 140 voor berekeningen via standaardiseren gebruik maken van de tabel van de standaard-normale verdeling of een overeenkomstige functie op de rekenmachine.
- 141 gebruik maken van normaal-waarschijnlijkheidspapier, bijvoorbeeld om na te gaan of een gegeven frequentieverdeling kan worden opgevat als een normale verdeling.
- 142 gebruik maken van normaal-waarschijnlijkheidspapier om gemiddelde en standaardafwijking van een frequentieverdeling te schatten.
- 143 bij een binomiale verdeling kansen berekenen en de verwachting en de standaardafwijking van een binomiaal verdeelde toevalsvariabele berekenen.
- 144 de standaardafwijking van de som van onafhankelijke toevalsvariabelen berekenen en in samenhang daarmee de  $\sqrt{n}$ -wet gebruiken.
- 145 beoordelen of een discrete verdeling mag worden benaderd met een normale verdeling; in voorkomende gevallen kan de kandidaat zich baseren op (informele) kennis van de centrale limietstelling.
- 146 een discrete verdeling benaderen met een normale verdeling, al dan niet met een continuïteitscorrectie.

#### Subdomein: Het toetsen van hypothesen

De kandidaat kan

- 147 binnen een probleemsituatie de begrippen nulhypothese, alternatieve hypothese, eenzijdig toetsen, tweezijdig toetsen en significantieniveau hanteren.
- 148 bij een binomiaal verdeelde toevalsvariabele de hypothese  $H_0: p=p_0$  tegen  $H_1: p < p_0$  of  $H_1: p > p_0$  of  $H_1: p \neq p_0$  formuleren en toetsen.
- 149 een tekentoets uitvoeren.
- 150 bij een normaal verdeelde toevalsvariabele met gegeven standaardafwijking de hypothese  $H_0: m = m_0$  tegen  $H_1: m < m_0$  of  $H_1: m > m_0$  of  $H_1: m \neq m_0$  formuleren en toetsen.

#### Domein Ga: Keuze-onderwerpen

Dit domein omvat een of meer keuze-onderwerpen. De onderwerpen worden gekozen door de school. De onderwerpen kunnen, indien de school daarvoor kiest, voor elke kandidaat verschillend zijn. De totale studielast van de keuze-onderwerpen is 40 uur.