

Handreiking schoolexamen wiskunde B vwo

Tweede fase

Herziening Nico Alink
examenprogramma's Iris van Gulik
havo/vwo Jenneke Krüger

Enschede, maart 2007

Verantwoording

© 2007 Stichting leerplanontwikkeling (SLO), Enschede

Alle rechten voorbehouden. Mits de bron wordt vermeld is het toegestaan om zonder voorafgaande toestemming van de uitgever deze uitgave geheel of gedeeltelijk te kopiëren dan wel op andere wijze te verveelvoudigen.

Auteurs: Nico Alink, Iris van Gulik, Jenneke Krüger


Redactie: ZonneveldMarks, Deventer

Ontwerp omslag en productie: Axis media-ontwerpers, Enschede

In opdracht van: Ministerie van Onderwijs, Cultuur, Wetenschappen

De handreikingen zijn ook te downloaden.

U vindt ze op www.slo.nl  sector <vo tweede fase>

 <examenprogramma's en handreikingen voor de vakken in havo-vwo vanaf 2007>

Voor verdere informatie over dit vak:

SLO, Stichting Leerplanontwikkeling

Mevrouw Jenneke Krüger

Postbus 2041, 7500 CA Enschede

Telefoon (053) 4840 631

E-mail: j.kruger@slo.nl

Inhoud

Voorwoord	5
1. Wiskunde B in de nieuwe tweede fase	7
1.1 Plaats van het vak	7
1.2 Veranderingen in het examenprogramma vanaf 2007	7
1.3 Globaal geformuleerde subdomeinen	8
1.4 Aanpassingen examenprogramma aan nieuwe omvang vak	8
1.5 Toewijzing van het deel van het programma aan het centraal examen	9
1.6 Gespecificeerde subdomeinen voor het centraal examen	9
1.7 Examinering	10
1.8 Leermiddelen	10
1.9 Praktische opdrachten	10
1.10 ICT	10
1.11 Algebraïsche vaardigheden	11
1.12 Nieuwe Wiskunde vanaf 2010	11
2. Het programma voor wiskunde B	13
2.1 Inleiding	13
2.2 Het programma	13
3. Het centraal examen en het schoolexamen	15
3.1 Het centraal examen	15
3.2 Het schoolexamen	15
4. De eindtermen van het schoolexamen	17
4.1 Inleiding	17
4.2 Niet-bindende interpretatie van globale subdomeinen	17
4.3 Toelichting met suggesties voor de geglobaliseerde subdomeinen	18
4.4 Algebraïsche kennis, vaardigheden en inzicht	22
5. Mogelijkheden voor toetsing en weging (PTA)	25
5.1 Inrichting van het PTA	25
5.2 Overwegingen bij het opstellen van een PTA	26
5.3 Weging	27
6. Afstemming met andere vakken	29
6.1 Inleiding	29
6.2 Afstemming tussen wiskunde B en andere bètavakken	29
6.3 Afstemming tussen wiskunde B en gammavakken	30
6.4 Afstemming tussen wiskunde B en talen	31
7. Onderdelen naar keuze van de school	33
7.1 Ruimte in het programma	33
7.2 Praktische opdrachten	33
7.3 Keuze-onderwerpen	35
7.4 ICT	35
7.5 Vernieuwende projecten	36

8.	Vernieuwing examinering	39
8.1	Centraal examen	39
8.2	Schoolexamen	39
8.3	Kwaliteitszorg schoolexamen	40
Bijlage 1	Examenprogramma wiskunde B vwo	43
Bijlage 2	Examenprogramma wiskunde B 1998	47
Bijlage 3	Inhoudsopgave syllabus CEVO voor het centraal examen	59
Bijlage 4	Overzichtslijst algebraïsche vaardigheden	61
Bijlage 5	Webadressen	65

Voorwoord

De *Handreiking voor het schoolexamen* die voor u ligt, hoort bij de vernieuwingen die in 2007 zullen ingaan in de tweede fase van het voortgezet onderwijs.

Basis voor deze vernieuwingen is de ministeriële nota *Ruimte laten en keuzes bieden in de tweede fase havo en vwo* (2003), waarvan de leidende gedachte is dat scholen meer vrijheid en keuzemogelijkheden moeten krijgen voor de invulling van hun onderwijs in de tweede fase.

Daartoe zijn de examenprogramma's voor alle vakken geglobaliseerd, wat wil zeggen dat ze minder eindtermen en minder detaillering van eindtermen bevatten dan voorheen het geval was.

Ook zijn alle vormvoorschriften voor het schoolexamen geschrapt. Docenten zijn nu, binnen de wettelijke kaders, vrij hun schoolexamens naar eigen inzicht in te richten. Bij dit laatste biedt SLO, op verzoek van OCW, steun in de vorm van *handreikingen* per vak, waarvan dit er één is. De voor u liggende handreiking voor het schoolexamen wil docenten informeren over de verplichtingen en mogelijkheden voor het schoolexamen vanaf 2007 en bevat suggesties en adviezen voor de inrichting van het schoolexamen, die gezien het bovenstaande een niet-voorschrijvend karakter dragen. In hoofdstuk 1 vindt u een beschrijving van de positie van het vak in de vernieuwde tweede fase en een weergave van de veranderingen ten opzichte van het nu nog vigerende examenprogramma.

Naast de wijzigingen die voor alle examenvakken gelden is er voor wiskunde expliciete aandacht voor algebraïsche vaardigheden, tot uitdrukking komend in een nieuwe eindterm.

In hoofdstuk 2 vindt u een overzicht van het examenprogramma op het niveau van domeinen en subdomeinen. In hoofdstuk 3 staat beschreven welke (sub)domeinen in het centraal examen getoetst worden en welke (sub)domeinen in het schoolexamen getoetst moeten worden, dan wel mogen worden. Hoofdstuk 4 gaat uitvoerig in op de voor het schoolexamen verplichte subdomeinen. Een aparte paragraaf is gewijd aan algebraïsche kennis, vaardigheden en inzicht. Hoofdstuk 5 gaat in op de inrichting van het pta. Hoofdstuk 6 besteedt aandacht aan afstemming met andere vakken, ook de niet-profielvakken. Hoofdstuk 7 geeft mogelijkheden en ideeën voor de ruimte die scholen hebben om onderdelen toe te voegen of op onderwerpen op een alternatieve wijze te toetsen. Hoofdstuk 8 tenslotte gaat in op vernieuwing van de examinering en kwaliteitszorg.

In de bijlagen vindt u onder andere het examenprogramma zoals dat vanaf 2007 geldig is, de eindtermen van het examenprogramma 1998 ter vergelijking, een overzichtslijst van algebraïsche vaardigheden en een overzicht van websites die van belang kunnen zijn voor het wiskundeonderwijs in de tweede fase.

De auteurs hebben er voor gekozen om voor elk wiskundeprogramma een aparte handreiking te produceren. Weliswaar is met name de meer algemene informatie voor de vijf programma's hetzelfde, maar in bijna elk hoofdstuk komt ook vakspecifieke informatie voor. Alleen hoofdstuk 5 en 8 bevatten geen vakspecifieke inhoud. Elke handreiking is dus een op zich zelf staand product en bevat alle informatie die nodig is om het schoolexamen in te richten.

We hopen dat deze handreiking voor veel docenten een veelgebruikt hulpmiddel zal worden om het onderwijs op een eigen manier in te richten en schoolexamens van een uitstekende kwaliteit te maken.

Jenneke Krüger

projectleider Herziening examenprogramma's wiskunde havo/vwo

Hetty Mulder

programmamanager tweede fase

1. Wiskunde B in de nieuwe tweede fase

1.1 Plaats van het vak

Het vak wiskunde B (600 sl) is een profielvak in het profiel N&T (Natuur & Techniek). In het profiel N&G (Natuur & Gezondheid) mogen de leerlingen in plaats van wiskunde A desgewenst wiskunde B als profielvak kiezen. Dit geldt ook in het profiel E&M (Economie & Maatschappij). In het profiel C&M (Cultuur & Maatschappij) mag een leerling in plaats van wiskunde C desgewenst wiskunde B (of A) als profielvak kiezen. Het is een keuze van de school of wiskunde B in de andere profielen wordt aangeboden. Met name voor het profiel N&G lijkt dit wel wenselijk. Een combinatie van wiskunde A en B wordt niet toegestaan.

Naast wiskunde B bevat het profiel N&T als verplichte profielvakken natuurkunde en scheikunde en één profielkeuzevak, te kiezen uit informatica, biologie, het nieuwe bètavak natuur, leven, technologie en wiskunde D. Het profiel N&G bevat naast wiskunde A (of B) als verplichte profielvakken biologie en scheikunde en één profielvak te kiezen uit natuurkunde, het nieuwe bètavak 'natuur, leven, technologie' en aardrijkskunde.

1.2 Veranderingen in het examenprogramma vanaf 2007

Bij de invoering van de tweede fase in 1998/1999 werd voor wiskunde B een nieuw examenprogramma vastgesteld voor wiskunde B1, gebaseerd op 600 sl, en voor wiskunde B12, gebaseerd op 760 sl.

Bij het invoeren van de geherstructureerde tweede fase vanaf 2007 is de deelvakstructuur opgeheven. Dit geeft aanleiding tot aanpassingen van het bestaande programma. Kort samengevat gaat het om:

1. Het zogenaamde 'globaliseren' van de subdomeinen.

In plaats van de gedetailleerde beschrijving in eindtermen van 1998 zijn er vanaf 2007 subdomeinen waarin met een globale, overkoepelende formulering de inhoud van meerdere eindtermen in één zin is samengevat (zie verder paragraaf 1.3).

2. Het aanpassen van het examenprogramma aan de omvang van het vak in 2007. Het herziene programma gaat uit van het programma van wiskunde B12 waarbij door schrappen en inperken van subdomeinen de omvang is gereduceerd (zie verder paragraaf 1.4).

3. Invulling van het centraal- en schoolexamen.

Voor wiskunde B wordt het gehele examenprogramma in het centraal examen getoetst (dit in tegenstelling tot 60% voor wiskunde A), behalve onderdelen die zich niet lenen voor een schriftelijk examen (zoals het domein F: "Keuzeonderwerpen"). Het schoolexamen dient in elk geval de toegewezen subdomeinen te omvatten (zie paragraaf 2.2), maar het is toegestaan om het volledige examenprogramma te toetsen in het schoolexamen of onderwerpen toe te voegen. Daarnaast hebben scholen veel meer vrijheid om te bepalen welke andere stof er in het schoolexamen komt en hoe hun schoolexamen er uit zal zien (zie hoofdstuk 7).

4. Het specificeren van de subdomeinen voor het centraal examen.

In een syllabus van de CEVO (zie voor inhoudsopgave bijlage 3) zijn de globaal geformuleerde subdomeinen voor het centraal examen gespecificeerd, uitgaande van de eindtermen uit het programma van 1998. Ook worden de veranderingen in het CE programma in vergelijking met het programma van 1998 aangegeven (zie verder paragraaf 1.6 en bijlage 2).

1.3 Globaal geformuleerde subdomeinen

De meest opvallende verandering is dat het nieuwe wiskunde-examenprogramma minder en veel globalere subdomeinen bevat, evenals trouwens de examenprogramma's van alle andere vakken. Hierdoor kunnen de eindtermen gemakkelijker worden aangepast, zonder dat daar een wetswijziging voor nodig is, en kan meer rekening worden gehouden met het profielspecifieke karakter van het vak. Daarnaast biedt het docenten meer keuzevrijheid bij de invulling van het examenprogramma, met name wat betreft onderdelen van het schoolexamen. Docenten kunnen verschillende keuzes maken in de invulling en uitvoering van onderdelen van het schoolexamen (zie hoofdstuk 7) en kunnen zo hun eigen expertise kwijt.

We geven hieronder een voorbeeld van het geglobaliseerde domein Bb: Differentiaal- en integraalrekening.

1.3.1 Domein Bb: Differentiaal- en integraalrekening

Subdomein Bb1: Afgeleide functies

Globale eindterm:

De kandidaat kan het differentiaalquotiënt en de eerste en tweede afgeleide gebruiken om een functie te onderzoeken en om een contextprobleem op te lossen.

Subdomein Bb2: Algebraïsche technieken

Globale eindterm:

De kandidaat kan afgeleide functies bepalen met behulp van regels voor het differentiëren en algebraïsche technieken hanteren.

Subdomein Bb3: Integraalrekening

Globale eindterm:

De kandidaat kan in geschikte toepassingen een bepaalde integraal opstellen en exact berekenen, en met behulp van ICT benaderen.

1.4 Aanpassingen examenprogramma aan nieuwe omvang vak

Bij de herstructurering tweede fase hebben we te maken met een nieuwe vakkenstructuur en een nieuwe verdeling van de studielast. Het deelvak wiskunde B1 verdwijnt en het vak wiskunde B neemt de plaats in van het oude vak wiskunde B12. Voor het vak wiskunde B wordt de omvang gereduceerd van 760 sl. (het wiskunde B12 programma) naar 600 sl. Hiervan is 100 sl. niet ingevuld. Zij hebben betrekking

op bijvoorbeeld praktische opdrachten (60 slu) en het keuze-onderwerp (40 slu) (zie hoofdstuk 7).

Het nieuwe programma is opgebouwd uit bestaande (sub)domeinen. Gezien de geringere studielast van wiskunde B ten opzichte van wiskunde B12 is een aanzienlijke reductie noodzakelijke geweest. Vergeleken met het examenprogramma wiskunde B12 van 1998 zijn de 'wiskunde A-achtige' elementen zoals combinatoriek, kansrekening en statistiek vervallen, evenals continue dynamische modellen en voortgezette analyse. Bovendien is een deel van het meetkundeprogramma geschrapt. Daarentegen komt er in het nieuwe programma meer aandacht voor het aanleren en onderhouden van algebraïsche vaardigheden. Het ontwikkelen van algebraïsch inzicht kost veel tijd en interactie tussen docenten en leerlingen is daarbij van groot belang. In paragraaf 4.4 wordt uitgebreid ingegaan op algebraïsche kennis, vaardigheden en inzicht.

Het overzicht in bijlage 2 geeft de wijzigingen in het examenprogramma ten opzichte van 1998 gedetailleerd weer.

1.5 Toewijzing van het deel van het programma aan het centraal examen

Voor wiskunde is het tot 2007 gebruikelijk dat het gehele programma zowel in het schoolexamen als in het centraal examen wordt getoetst, met uitzondering van het keuzeonderwerp. Dit is wel een onderdeel van het schoolexamen, maar nadrukkelijk niet van het centraal examen.

Vanaf 2007 wordt voor wiskunde B tijdelijk het geheel vastgestelde examenprogramma centraal geëxamineerd, behalve die onderdelen die zich door hun aard niet lenen voor een schriftelijk examen. Dit in tegenstelling tot wiskunde C, waarbij slechts 60% van het examenprogramma centraal wordt getoetst.

Een van de consequenties van dit besluit vinden we terug in de vormvoorschriften voor het schoolexamen. Deze zijn niet zo uitgebreid meer als voor het schoolexamen van 1998, maar vervangen door een veel beperktere aanwijzing.

Het schoolexamen heeft betrekking op domein A in combinatie met:

- de domeinen Bb, Db en Gb;
- het domein F, met dien verstande dat deze onderwerpen per kandidaat kunnen verschillen;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer van de overige domeinen of subdomeinen;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

Het schoolexamen heeft bovendien alleen betrekking op de globale eindtermen.

1.6 Gespecificeerde subdomeinen voor het centraal examen

In de syllabus van de CEVO voor het centraal examen zijn de globale subdomeinen gespecificeerd. In hoofdstuk 2 van deze handreiking staat in een overzicht vermeld om welke (sub)domeinen en eindtermen het gaat. Voor de exacte formulering verwijzen we naar bijlage 1.

In hoofdstuk 2 van de syllabus worden de subdomeinen voor het CE nader door de CEVO gespecificeerd. Domein A: Vaardigheden is in zijn geheel ook in de CEVO-syllabus opgenomen omdat de vakinhoudelijke domeinen gekend moeten worden in combinatie met de daarbij behorende vaardigheden uit domein A.

1.7 Examinering

Het eindexamen bestaat uit het centraal examen en het schoolexamen. Het centraal examen gaat over de voor het centraal examen aangewezen (sub)domeinen met inbegrip van delen van domein A. De CEVO stelt het aantal en de tijdsduur van de zittingen van het centraal examen vast en maakt indien nodig een nadere specificatie bekend van de examenstof van het centraal examen.

Het schoolexamen heeft betrekking op de globale subdomeinen. De inhoud en wijze van examinering van het schoolexamen wordt door de school vastgelegd in het Programma van Toetsing en Afsluiting (PTA; zie ook hoofdstuk 5).

Het eindexamencijfer voor wiskunde B zal het gemiddelde zijn van schoolexamen en centraal examen.

1.8 Leermiddelen

Uitgangspunt bij de herziening voor 2007 is dat voor het onderwijs van het nieuwe programma de bestaande leermiddelen toereikend moeten zijn. Daartoe zal aan alle leerlingen met behulp van bijvoorbeeld studiewijzers bij de bestaande leerboeken voor wiskunde B12 verduidelijkt moeten worden op welke wijze sommige paragrafen en bladzijden geïnterpreteerd moeten worden ten aanzien van de formulering van de eindtermen die horen bij het nieuwe programma van wiskunde B. Hierbij moet in acht worden genomen dat accenten zijn verlegd en in het nieuwe examenprogramma meer nadruk wordt gelegd op algebraïsche vaardigheden (zie ook paragraaf 4.4).

Sommige uitgeverijen geven wel een aan de nieuwe eindtermen aangepaste editie van hun methode uit.

Indien de school gebruikt maakt van de vrijheid om vakonderdelen buiten het examenprogramma in het SE op te nemen, dan zullen ook bijbehorende leermiddelen gezocht moeten worden. Uitdrukkelijk valt daarbij te denken aan de mogelijkheden die ICT en internet op dit terrein te bieden hebben (zie paragraaf 7.4).

1.9 Praktische opdrachten

Praktische opdrachten kunnen ook vanaf 2007 deel uitmaken van het examenprogramma. De verplichting om voor elk examenvak tenminste één praktische opdracht in het programma op te nemen, vervalt. De school krijgt meer vrijheid de organisatie van praktische opdrachten naar eigen inzicht in te richten. Dat is een prima gelegenheid om niet alleen vakinhoudelijke kennis te toetsen, maar met name aandacht te besteden aan vaardigheden die in domein A genoemd worden. In de opsomming van de eindtermen van het schoolexamen in hoofdstuk 4 geven we suggesties, die ook in de vorm van een praktische opdracht kunnen worden uitgevoerd (zie ook paragraaf 7.2).

1.10 ICT

In het domein A: Vaardigheden wordt nadrukkelijk aandacht besteed aan het gebruik van ICT. Bij het eindexamen kan daar tot nu toe geen sprake van zijn. Voor zover het eindexamen betrekking heeft op ICT-vaardigheden, beperkt dit zich tot het gebruik van de grafische rekenmachine.

ICT is goed in te passen in het schoolexamen of een praktische opdracht. In hoofdstuk 4 en paragraaf 7.4 vindt u een aantal suggesties voor de invulling van het schoolexamen.

In bijlage 5G vindt u een overzicht met websites, waarop meer informatie is te vinden over het wiskundeonderwijs in het algemeen en mogelijkheden tot gebruik in het schoolprogramma en het schoolexamen in het bijzonder.

1.11 Algebraïsche vaardigheden

Met het vaststellen van de nieuwe wiskundeprogramma's vanaf 2007 is ook besloten aan te geven welke algebraïsche vaardigheden bij elk wiskundeprogramma horen (zie ook paragraaf 4.4). In domein A is, in vergelijking met het oude wiskunde B-programma een subdomein A5 toegevoegd dat specifiek hierop betrekking heeft. In bijlage 4 vindt u een lijst met een overzicht van een groot aantal algebraïsche vaardigheden. Daarmee kan ook een vergelijking worden gemaakt tussen de verschillende wiskundeprogramma's als het gaat om de vraag welke algebraïsche vaardigheden moeten worden beheerst bij elk programma en op welk niveau. Daarbij is het van belang te bedenken dat het beheersen van algebraïsche vaardigheden een middel is om inzichtelijk te kunnen werken en zich te kunnen concentreren op het oplossen van problemen, zonder gehinderd te worden door gebrekkig 'rekenwerk'.

1.12 Nieuwe Wiskunde vanaf 2010

De commissie Toekomst Wiskunde Onderwijs (www.ctwo.nl) werkt aan geheel nieuwe examenprogramma's voor wiskunde. De invoering van deze nieuwe programma's is na 2010 te verwachten.

cTWO kent de volgende taken:

- examenprogramma's voorstellen per 2010 voor wiskunde A, B, C en D van havo en vwo
- voorbereidende ontwikkelingen in gang zetten voor wiskunde C van vwo en wiskunde D voor havo en vwo per 2007 (zie ook paragraaf 7.5)
- adviseren over doorlopende leerlijnen wiskunde:
- cTWO zal zich ook bezighouden met doorlopende leerlijnen van primair onderwijs naar voortgezet onderwijs naar hoger onderwijs, waarbij ook de overgang onderbouw – bovenbouw binnen het voortgezet onderwijs aandacht verdient. In het licht van de werkzaamheden rond de examenprogramma's Tweede Fase havo vwo ligt het voor de hand met name aandacht aan de onderbouw van havo en vwo te besteden. cTWO onderscheidt activiteiten gericht op de onderbouw, op het hoger onderwijs en op het primair onderwijs;
- advisering over didactische ontwikkelingen:
Nieuwe examenprogramma's vragen ook om een aangepaste didactiek die gerelateerd is aan de vakinhouden. cTWO rekent het in gang zetten van activiteiten op dit punt tot haar taak, maar streeft ernaar deze taak in samenwerking met de NVvW, vakdidactici, lerarenopleidingen, onderwijsontwikkelaars, auteursteams en nascholingsinstellingen vorm te geven. Vanuit cTWO wordt een didactiekwerkgroep ingesteld, die de volgende taken op zich zal nemen:
 - het ontwikkelen van een visie op didactische ontwikkelingen;
 - het ontwikkelen van een didactiek bij de vakinhouden;Hierbij moet enerzijds worden gedacht aan een domeinspecifieke vakdidactische opbrengst. Anderzijds moet ook aandacht worden besteed

aanwerkvormen, het effect daarvan op de contacturen, leerarrangementen en de praktische aspecten daarvan.

- het ontwikkelen van didactiek van ICT-gebruik;
- didactische begeleiding van de verschillende projecten en pilots;
- het informeren van de initiële lerarenopleiding en auteursteams van schoolmethoden over deze didactische ontwikkelingen;
- het initiëren van nascholing waarin docenten zich de nieuwe didactische vaardigheden kunnen verwerven.

2. Het programma voor wiskunde B

2.1 Inleiding

Zoals eerder is aangegeven, heeft het programma van wiskunde B een omvang van 600 sl. 100 Slu hiervan is niet ingevuld en geeft ruimte voor onderdelen naar keuze van de school, zoals praktische opdrachten en keuze-onderwerpen (zie hoofdstuk 7). Dit heeft als gevolg dat er 500 slu overblijven waarin het inhoudelijke deel van het eindexamenprogramma moet worden bestudeerd. In tegenstelling tot het oude programma is daarin extra ruimte bestemd voor het verwerven van algebraïsch inzicht en het aanleren en onderhouden van de daarvoor noodzakelijke kennis en vaardigheden.

De globale eindtermen die aan het examenprogramma ten grondslag liggen, zijn in deze publicatie toegevoegd als bijlage 1.

2.2 Het programma

Hieronder treft u een overzicht aan van het programma, opgedeeld in domeinen en subdomeinen.

In het centraal examen zal meer dan in de vorige situatie het geval was aandacht worden besteed aan formele wiskunde, wiskunde zonder context, en het abstracte denken. Subdomein A5 is hierdoor aan het examenprogramma toegevoegd. Het geeft aan dat de bij het examenprogramma passende algebraïsche vaardigheden ook zonder gebruik van een grafische rekenmachine moeten worden beheerst.

Domeinen	Subdomeinen
A: Vaardigheden	A1: Informatievaardigheden
	A2: Onderzoeksvaardigheden
	A3: Technisch-instrumentele vaardigheden
	A4: Oriëntatie op studie en beroep
	A5: Algebraïsche vaardigheden
Bg: Functies en grafieken	Bg1: Standaardfuncties
	Bg2: Functies, grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden
Cg: Discrete analyse	Cg1: Veranderingen
Bb: Differentiaal- en integraalrekening	Bb1: Afgeleide functies
	Bb2: Algebraïsche technieken
	Bb3: Integraalrekening
Db: Goniometrische functies	Db1: Goniometrische functies
Gb: Voortgezette meetkunde	Gb1: Oriëntatie op bewijzen
	Gb2: Constructie en bewijzen in de vlakke meetkunde
F: Keuzeonderwerpen	

3. Het centraal examen en het schoolexamen

3.1 Het centraal examen

Het centraal examen heeft betrekking op de (sub)domeinen zoals vermeld in ondergaande tabel, waarbij ten overvloede nog kan worden vermeld dat de vaardigheden uit de subdomeinen A1, A2 en A3 alleen in samenhang met andere domeinen zullen worden getoetst.

De CEVO stelt het aantal en de tijdsduur van de zittingen van het centraal examen vast. De CEVO maakt indien nodig een specificatie bekend van de examenstof van het centraal examen.

3.2 Het schoolexamen

De vormvoorschriften voor het schoolexamen zijn niet zo uitgebreid meer als voor het schoolexamen van 1998, maar vervangen door de volgende, veel beperktere aanwijzing.

Het schoolexamen heeft betrekking op domein A in combinatie met:

- de domeinen Bb, Db en Gb;
- het domein F, met dien verstande dat deze onderwerpen per kandidaat kunnen verschillen;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer van de overige domeinen of subdomeinen;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

In onderstaand schema is aangegeven welke (sub)domeinen zijn toegewezen aan het CE en welke (sub)domeinen in ieder geval tot het SE moeten behoren.

Domeinen	Subdomeinen	in CE	moet in SE	mag in SE
A: Vaardigheden	A1: Informatievaardigheden	X	X	
	A2: Onderzoeksvaardigheden	X	X	
	A3: Technisch-instrumentele vaardigheden	X	X	
	A4: Oriëntatie op studie en beroep		X	
	A5: Algebraïsche vaardigheden	X	X	
Bg: Functies en grafieken	Bg1: Standaardfuncties	X		X
	Bg2: Functies, grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden	X		X
Cg: Discrete analyse	Cg1: Veranderingen	X		X
Bb: Differentiaal- en integraalrekening	Bb1: Afgeleide functies	X	X	
	Bb2: Algebraïsche technieken	X	X	
	Bb3: Integraalrekening	X	X	

Domeinen	Subdomeinen	in CE	moet in SE	mag in SE
Db: Goniometrische functies	Db1: goniometrische functies	X	X	
Gb: Voortgezette meetkunde	Gb1: Oriëntatie op bewijzen	X	X	
	Gb2: Constructie en bewijzen in de vlakke meetkunde	X	X	
F: Keuzeonderwerpen			X	

4. De eindtermen van het schoolexamen

4.1 Inleiding

Tot het schoolexamen behoren tenminste de subdomeinen:

- A Vaardigheden
- Bb Differentiaal- en integraalrekening
- Db Goniometrische functies
- Gb Voortgezette meetkunde
- F Keuzeonderwerpen.

De hierboven genoemde subdomeinen worden geëxamineerd in combinatie met de eindtermen uit het domein A: Vaardigheden.

4.2 Niet-bindende interpretatie van globale subdomeinen

Bij de herziening van het examenprogramma voor 2007 is het uitdrukkelijk de bedoeling de mogelijkheden voor scholen, vaksecties en docenten te verruimen om daarmee een eigen invulling aan het schoolexamen te geven door het toewijzen van subdomeinen aan het CE en/of het SE.

Het is belangrijk te beseffen dat onderstaande toelichting op de eindtermen voor het schoolexamen niet bindend is. De gepresenteerde voorstellen hebben het karakter van voorbeelden, suggesties, advies - kortom: van een handreiking. Het geldt niet alleen voor dit hoofdstuk, maar ook voor alle hierna volgende hoofdstukken.

Door het toelichten van de geglobaliseerde subdomeinen met eindtermen uit het examenprogramma van 1998 (zie bijlage 2) beogen we duidelijk te maken wat een mogelijke invulling van de geglobaliseerde subdomeinen van het schoolexamen kan zijn.

Tevens geven we enkele suggesties voor een alternatieve vakinhoudelijke invulling van de betreffende subdomeinen. Deze ontleen we aan methodeschrijvers en uitgevers (zie bijlage 5B), toetsontwikkelaars, didactici, vakinhoudelijke verenigingen (zie bijlage 5A) en individuele docenten. De suggesties zijn niet uitputtend, maar bedoeld als illustratie van de keuzeruimte die scholen in de tweede fase 2007 hebben. Ook dienen ze als inspiratie voor de wiskundesecties voor het uitwerken van het wiskundeprogramma voor het schoolexamen.

Een en ander betekent dat de school c.q. de sectie een grote rol speelt bij de invulling van het schoolexamen. De school krijgt alle gelegenheid hierin eigen keuzes maken. Zo kan de school er voor kiezen om onderscheid te maken tussen de profielen N&T en N&G (bijvoorbeeld bij praktische opdrachten en keuze-onderwerpen – zie hoofdstuk 7) of om het SE af te nemen op een wijze die afwijkt van het CE (zie paragraaf 8.2 voor voorbeelden). Zo krijgt de school de mogelijkheid zich te profileren.

Het zal duidelijk zijn dat in dit proces de sectie een grote rol toebedeeld kan worden.

Voor de volledigheid merken we op dat we ons in deze handreiking beperken tot de (sub)domeinen die zijn toegewezen aan het SE. Dit laat onverlet dat ook bij andere

(sub)domeinen een alternatieve invulling op SE-niveau tot de mogelijkheden behoort waarvoor de school kan en mag kiezen.

4.3 Toelichting met suggesties voor de geglobaliseerde subdomeinen

Elk subdomein begint met de titel van het subdomein met daarna de globale formulering van de inhoud van het subdomein volgens het examenprogramma van 2007. Daarna geven we enkele suggesties voor een (alternatieve) uitwerking en suggesties voor de wijzen van examineren in het schoolexamen. Deze voorbeelden kunnen profielspecifiek worden ingezet.

Voor meer aanknopingspunten verwijzen we graag naar bijlage 5 waarin een uitgebreid overzicht van webadressen is opgenomen. Hier is veel direct bruikbaar lesmateriaal met achtergrondinformatie voor in klassen te vinden. In recente wiskunde B12 CE's (zie bijvoorbeeld <http://havovwo.nl>) zijn daarnaast grote aantallen voorbeelden van schriftelijke examinering te vinden.

4.3.1 Domein A: Vaardigheden

Subdomein A1: Informatievaardigheden

Globale eindterm:

De kandidaat kan, mede met behulp van ICT, informatie verwerven, selecteren, verwerken, beoordelen en presenteren.

Suggesties:

Zowel in schriftelijke toetsen als in praktische opdrachten kunnen informatievaardigheden getoetst worden. Enkele voorbeelden:

- een (kranten)artikel, dat betrekking heeft op een wiskundig onderwerp, (kritisch) analyseren;
- op de website <http://www.kennislink.nl> is veel informatie in de vorm van artikelen en dossiers te vinden;
- presentaties en voordrachten houden over gedane literatuurstudie (zie ook paragraaf 7.2);
- (Historische) situaties benoemen waarin wiskunde een belangrijke rol speelt of heeft gespeeld (zie bijvoorbeeld <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk>);
- voorbeelden noemen van het gebruik van wiskunde in andere vakgebieden, beroepen (zie ook subdomein A4) of kunst.

Subdomein A2: Onderzoeksvaardigheden

Globale eindterm:

De kandidaat kan een gegeven probleemsituatie inventariseren, vertalen in een wiskundig model, binnen dat model wiskundige oplostechieken hanteren en de gevonden oplossingen betekenis geven in de context.

Suggesties:

- modellen opstellen aan de hand van natuurkundige, scheikundige of biologische metingen;
- meetresultaten van een onderzoek weergeven in een grafiek en een wiskundig model maken bij de grafiek, bijvoorbeeld met behulp van VU-grafiek;

- vermoedens onderzoeken aan de hand van modellen.
- Toetsing van de vaardigheden uit dit subdomein kan met name bij praktische opdrachten goed uitgevoerd worden (zie paragraaf 7.2). Bronnen zijn bijvoorbeeld te vinden via <http://www.digischool.nl/wi> (bronnen voor werkstukken).

Subdomein A3: Technisch-instrumentele vaardigheden

Globale eindterm:

De kandidaat kan bij raadplegen, verkennen en presenteren van wiskundige informatie en bij uitvoeren van wiskundige bewerkingen en redeneringen gebruik maken van toepassingen van ICT.

Suggesties:

Enkele toepassingen van ICT die hier gebruikt kunnen worden:

- bij bijvoorbeeld verslaglegging van een praktische opdracht werken met een formule-editor, zoals MathType;
- zoekprogramma's op internet gebruiken voor het verkennen van wiskundige informatie;
- het gebruik van wiskundige software (zie bijlage 5G voor voorbeelden) ter aanvulling van de mogelijkheden die de GR reeds biedt;
- aanleren en onderhouden van algebra met behulp van computeralgebra (voor meer informatie zie bijvoorbeeld <http://www.fi.uu.nl/~pauld/dissertation>);
- interactieve applets, bijvoorbeeld van het Freudenthal Instituut (<http://www.fi.uu.nl/wisweb>);
- werken met digitale leeromgevingen (zie bijvoorbeeld <http://groepen.kennisnet.nl>);
- gebruik maken van computeralgebrasystemen (TI-interactive, Mathcad, etc).

Subdomein A4: Oriëntatie op studie en beroep

Globale eindterm:

De kandidaat kan een verband leggen tussen zijn wiskundige kennis, vaardigheden en belangstelling en de rol van wiskunde in vervolgstudies en de praktijk van verschillende beroepen.

Suggesties:

- in de diverse wiskundemethoden staan vaak voorbeelden van beroepen en/of vervolgopleidingen waarin wiskunde een rol speelt (zie ook <http://www.fi.uu.nl/perspectief>). Zo'n voorbeeld kan vertrekpunt zijn voor de invulling van een praktische opdracht;
- vaardigheden met betrekking tot studie en beroep kunnen oa. worden geëxamineerd via rapportages over bedrijfsbezoeken en interviews met werknemers;
- veel scholen hebben goede contacten met hogescholen en universiteiten (zie bijlage 5I). Deze contacten kunnen leiden tot invulling van dit subdomein;
- leerlingen kunnen informatie inwinnen over vervolgopleidingen waarin wiskunde een rol speelt;
- beroepsbeoefenaars, bijvoorbeeld ouders van leerlingen, kunnen op school worden uitgenodigd om een presentatie te geven over beroepen waarin wiskunde aan bod komt.

De vaardigheden uit dit domein hoeven niet met een cijfer te worden beoordeeld, maar kunnen ook alleen "naar behoren" worden beoordeeld.

Subdomein A5: Algebraïsche vaardigheden

Globale eindterm:

De kandidaat beheerst de, bij het examenprogramma passende, rekenkundige en algebraïsche vaardigheden en formules, heeft daar inzicht in en kan de bewerkingen uitvoeren met, maar ook zonder, gebruik van ICT-middelen zoals de grafische rekenmachine.

Suggesties:

De CEVO-syllabi die met betrekking tot de verschillende examenprogramma's worden uitgegeven, bevatten een overzicht van te beheersen vaardigheden, voorzien van voorbeelden. Daarin is ook goed zichtbaar welke vaardigheden op het centraal examen kunnen worden getoetst en welke vaardigheden daar naar eigen inzicht aan toegevoegd kunnen worden voor het schoolexamen (zie ook paragraaf 4.4). Vaardigheden uit subdomein A5 kunnen ook los van de vakinhoudelijke domeinen worden getoetst.

In bijlage 4 vindt u een overzicht van een groot aantal algebraïsche vaardigheden. Zij dienen mede als inspiratiebron voor de wijze waarop dit subdomein kan worden getoetst.

4.3.2 Domein Bb: Differentiaal- en integraalrekening

Subdomein Bb1: Afgeleide functies

Globale eindterm:

De kandidaat kan het differentiaalquotiënt en de eerste en tweede afgeleide gebruiken om een functie te onderzoeken en om een contextprobleem op te lossen.

Subdomein Bb2: Algebraïsche technieken

Globale eindterm:

De kandidaat kan afgeleide functies bepalen met behulp van regels voor het differentiëren en algebraïsche technieken hanteren.

Subdomein Bb3: Integraalrekening

Globale eindterm:

De kandidaat kan in geschikte toepassingen een bepaalde integraal opstellen en exact berekenen, en met behulp van ICT benaderen.

Suggesties:

- aandacht besteden aan de geschiedkundige ontwikkeling van de differentiaal- en integraalrekening;
- veranderingen bestuderen in contextproblemen. Voorbeelden zijn volop te vinden in de verschillende schoolboeken. Praktische opdrachten over dit onderwerp zijn bijvoorbeeld te vinden via <http://www.math4all.nl> praktische opdrachten.

4.3.3 Domein Db: Goniometrische functies

Globale eindterm:

De kandidaat kan bij periodieke verschijnselen, met name trillingspatronen en harmonische bewegingen, formules opstellen, herleiden en bewerken, de bijbehorende grafieken tekenen en vergelijkingen oplossen.

Suggesties:

- periodieke verschijnselen zoals getijdenbewegingen en cirkelbewegingen van manen bestuderen;
- wiskundige beschrijving van tonen en boventonen in de muziek;
- bestudering en toepassingen van Fourieranalyse.

4.3.4 Domein Gb: Voortgezette meetkunde

Subdomein Gb1: Oriëntatie op bewijzen

Globale eindterm:

De kandidaat kan definities, vermoedens, stellingen en bewijzen onderscheiden, meetkundige situaties exploreren, een vermoeden of te bewijzen stelling formuleren en bewijzen of weerleggen.

Subdomein Gb2: Constructie en bewijzen in de vlakke meetkunde

Globale eindterm:

De kandidaat kan constructies uitvoeren en bewijzen geven.

Suggesties:

- dit domein leent zich uitstekend om op een andere manier te toetsen dan in het CE, bijvoorbeeld via mondelinge examinering of door gebruik te maken van meetkundige exploratieprogramma's (zie bijvoorbeeld <http://www.pandd.demon.nl> voor veel informatie en voorbeelden over Cabri en bijlage 5G voor andere programma's);
- formuleren van vermoedens met behulp van het computerprogramma Cabri;
- kennismaken van de opbouw van een meetkundig systeem aan de hand van de 'Elementen' van Euclides;
- leerlingen beter inzicht in redeneren en bewijzen laten krijgen door aandacht te besteden aan 'andere' meetkundes, zoals elliptische en hyperbolische meetkunde;
- in oude wiskunde B12 examens is ieder jaar wel een opgave te vinden over bewijzen in de vlakke meetkunde.

4.3.5 Domein F: Keuzeonderwerpen

De onderwerpen worden gekozen door de school en kunnen, indien de school daarvoor kiest, voor elke kandidaat verschillend zijn. De studielast bedraagt 40 uur.

Suggesties:

Voor suggesties zie paragraaf 7.3.

4.4 Algebraïsche kennis, vaardigheden en inzicht

Afhankelijk van het wiskundeprogramma (havo of vwo, wiskunde A, B, C of D) wordt een verschillend niveau van algebraïsch inzicht en beheersing van vaardigheden en algebraïsche kennis verwacht. Van leerlingen die wiskunde B volgen wordt een grotere mate van algebraïsch inzicht, formulevaardigheid en daarmee beheersing van algebraïsche technieken verwacht dan van een leerling die wiskunde C (of A) volgt. Dat lijkt vanzelfsprekend, echter wat er dan van leerlingen verwacht mag worden was in de afgelopen jaren niet altijd duidelijk. Door een aantal factoren is de kennis van algebra, de mate van algebraïsch inzicht en de daarvoor benodigde vaardigheden de laatste jaren sterk verminderd. Als voorbeelden van factoren die daaraan bijgedragen hebben noemen we:

- de sterke nadruk op het leren vinden van informatie, met tegelijkertijd devaluatie van feitenkennis;
- de introductie van de grafische rekenmachine zonder een aangepaste didactiek, waardoor een oneigenlijk gebruik van een waardevol hulpmiddel de normale gang van zaken werd;
- in sommige wiskundeprogramma's een overaanbod aan onderwerpen, waardoor het vastleggen van kennis bemoeilijkt werd;
- het idee van de terugtrekkende leraar, waardoor in te veel gevallen interactie tussen leraar en groepen leerlingen sterk verminderde.

De commissies die de herziene programma's voor 2007 formuleerden waren zich vanaf het begin van hun opdracht bewust van de noodzaak het gemiddelde niveau van leerlingen in alle programma's op dit gebied te verbeteren en de verschillen tussen de programma's ook wat betreft de mate van algebraïsch inzicht en gewenste vaardigheden duidelijk aan te geven. In elke syllabus wordt in hoofdstuk 3 gespecificeerd wat voor het betreffende wiskundeprogramma van leerlingen bij het centraal eindexamen verwacht wordt, toegelicht met voorbeelden. De algebraïsche vaardigheden worden als afzonderlijk onderdeel benoemd in subdomein A5. Het schoolexamen biedt, door de grotere vrijheid van toetsvormen, bij uitstek een kans om aan de vorming van algebraïsch inzicht en formulevaardigheid aandacht te besteden, terwijl de daarvoor noodzakelijke beheersing van technieken door een variatie aan werk- en toetsvormen bereikt kan worden.

Het onderscheid in de titel (kennis, vaardigheden en inzicht) is in de praktijk wat kunstmatig. Het geeft meer een hiërarchie aan: algebraïsche vaardigheid zonder kennis van elementaire regels en structuren is niet mogelijk, inzicht zonder een zeker minimum aan vaardigheden kan alleen heel globaal zijn en dus niet praktisch bruikbaar. In de syllabus worden kennis en manipulatieve vaardigheden aangeduid met *specifieke* vaardigheden en inzichtelijk handelen, gecombineerd met probleem oplossen, wordt aangeduid met *algemene* vaardigheden.

Algebraïsch inzicht heeft dus te maken met probleemoplossend vermogen, onder andere verkennen en analyseren van het probleem, kwalitatief (globaal) redeneren, een oplossingsmethode kiezen, een aantal stappen zelfstandig kunnen zetten, regelmatig controleren of het proces in de goede richting gaat. Toegespitst op algebra zijn hiervoor nodig activiteiten zoals substitutie en reductie van expressies, vrijmaken van een variabele of een expressie, inverteren van formules en kunnen wisselen tussen betekenis toekennen aan symbolen en betekenisloos kunnen manipuleren met diezelfde symbolen. Het kunnen doorzien van de structuur van een formule ligt aan de basis van een aantal van deze activiteiten.

Van voornoemde aspecten wordt een aantal in de overzichtslijst (bijlage 4) genoemd onder: Kwalitatief redeneren, Substitutie en reductie en Algebraïsche stappen kunnen benoemen en afwegen.

Leerlingen bij wiskunde B moeten uiteindelijk voldoende kennis en inzicht hebben om exacte en technische studies met succes te kunnen volgen. Voor deze groep is de lijst van vaardigheden die beheerst moeten worden dan ook het meest uitgebreid (zie bijlage 4). Leerlingen die wiskunde A volgen moeten veel van de kennis en vaardigheden in de overzichtslijst beheersen, wat betreft het tonen van inzicht wordt van ze verwacht dat ze kwalitatief kunnen redeneren en expressies kunnen reduceren. Wat betreft het zelfstandig oplossen van problemen moeten ze een klein aantal stappen zelf kunnen bedenken en uitvoeren. Van leerlingen die wiskunde C volgen wordt verwacht dat ze wiskundige redeneringen kunnen volgen, dus enige beheersing van kennis en vaardigheden.

Bij die kennis en vaardigheden gaat het voor een deel om niet meer dan verstevigen en onderhouden van wat in de onderbouw geleerd is, dan wel geleerd had moeten worden, voor een deel gaat het om programmaspecifieke kennis en vaardigheden.

Gebruik grafische rekenmachine

De grafische rekenmachine kan een krachtig en waardevol hulpmiddel zijn, mits goed gebruikt. Dat wil zeggen dat leerlingen die wiskunde B volgen moeten leren vertrouwen op hun eigen oordeel, bijvoorbeeld wat betreft orde van grootte van uitkomsten. Beheersen van vaardigheden houdt in dat ze zo nodig handmatig dus zonder GRM uitgevoerd kunnen worden. Dat vraagt regelmatig en gevarieerd oefenen en toetsen.

Wat betreft het gebruik van de grafische rekenmachine worden wel 4 rollen onderscheiden.

- GRM als meester - de leerling kent slechts enkele mogelijkheden van het apparaat en beperkt zich tot het toepassen van die mogelijkheden, ongeacht wat wenselijk en mogelijk is. De oorzaak is gelegen in gebrek aan kennis van het apparaat en/of gebrek aan wiskundige kennis en begrip.
- GRM als dienaar - het apparaat wordt gebruikt als een betrouwbare en tijdsbesparende vervanging van procedures die tot dan toe uit het hoofd of op papier werden uitgevoerd. De gebruiker beheerst het apparaat, maar de opdrachten en problemen zijn niet anders dan voor de invoering van GRM. Output, bijvoorbeeld het resultaat van een berekening of een grafiek, wordt slechts gecontroleerd op fouten wat betreft input, maar niet getoetst aan wiskundige kennis van gebruiker.
- GRM als partner - het apparaat wordt gebruikt voor exploratie en berekeningen, uitkomsten worden beoordeeld op basis van wiskundige kennis van de gebruiker. De gebruiker beseft dat uitkomsten misleidend kunnen zijn: wiskundige kennis en technologie houden elkaar in evenwicht.
- GRM als een uitbreiding van de persoon - voor de gebruiker is technologische expertise een onderdeel van het eigen wiskundig repertoire, net als de wiskundige kennis die in het hoofd zit.

Duidelijk is dat de GRM slechts waarde heeft binnen het onderwijs in wiskunde B in de laatste twee rollen. Dat kan alleen bereikt worden als de leerlingen voldoende kunnen vertrouwen op hun wiskundige kennis. Om dat te bereiken moet de wiskunde docent een actieve, sturende rol in het onderwijsproces spelen.

Voorbeeldopgave

Een verschil tussen wiskunde B, A en C is gelegen in het beheersingsniveau dat van de leerlingen verwacht wordt.

Voorbeeld:

Voor de verdubbelingstijd bij exponentiële processen wordt vaak als vuistregel

gebruikt: $T = \frac{70}{p}$, waarbij p het groeipercentage per jaar is en T de verdubbelingstijd in jaren.

Onderzoek voor welke waarden van p deze benadering minder dan 1 jaar afwijkt van de werkelijke waarde van de verdubbelingstijd.

Een wiskunde B-leerling moet dit zelfstandig kunnen oplossen. Voor een wiskunde A-leerling zijn er tussenstappen nodig. Bijvoorbeeld: de werkelijke T kan berekend worden met de formule $T = \frac{\log 2}{\log\left(1 + \frac{p}{100}\right)}$ en stel nu een verschilfunctie op tussen de T

uit de vuistregel en de werkelijke T .

Een leerling in wiskunde C kan gevraagd worden een tabel te maken met voor hele waarden van p de werkelijke verdubbelingstijd en die van de vuistregel. Naar aanleiding van die tabel kan een conclusie geformuleerd worden. Leerlingen kunnen de gedemonstreerde redenering bij wiskunde A volgen.

5. Mogelijkheden voor toetsing en weging (PTA)

5.1 Inrichting van het PTA

Volgens het examenbesluit havo/vwo dient het PTA jaarlijks vóór 1 oktober te worden vastgesteld en moet het in elk geval betrekking hebben op het desbetreffende schooljaar.

In het PTA zijn ten minste de volgende onderdelen opgenomen:

- de onderdelen van het examenprogramma die in het schoolexamen worden getoetst;
- de inhoud van de onderdelen van het schoolexamen;
- de wijze van examinering van de verschillende onderdelen van het schoolexamen;
- de mogelijkheden tot herkansing van de verschillende onderdelen van het schoolexamen;
- de weging van de verschillende onderdelen van het schoolexamen;
- het herexamen van het schoolexamen.

In het examenprogramma van 1998 zijn vormvoorschriften voor het schoolexamen opgenomen. Vanaf 2007 zijn deze vormvoorschriften vervallen. De formulering is nu als volgt:

Het schoolexamen heeft betrekking op domein A in combinatie met:

- de domeinen Bb, Db en Gb;
- het domein F, met dien verstande dat deze onderwerpen per kandidaat kunnen verschillen;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer van de overige domeinen of subdomeinen;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

De keuzemogelijkheden voor de scholen zijn dus verruimd. Bij wiskunde kenden we al de situatie van het keuzeonderwerp als verplicht onderdeel van het schoolexamen in vwo. Maar nu mogen eigen onderdelen toegevoegd worden aan het wiskundeprogramma en in het schoolexamen worden opgenomen. Inmiddels is in de afgelopen jaren een groot aantal onderwerpen, die geschikt zijn voor de invulling van deze keuzeruimte in vwo, uitgewerkt. Het betreft de serie Zebraboekjes, Daarnaast hebben verschillende hogescholen en universiteiten masterclasses ontwikkeld. Dit zijn enkele voorbeelden die voor de school en/of de leerling een inspiratiebron kunnen zijn voor het maken van een keuze. Zo kan bijvoorbeeld een deel van een van de Zebraboekjes worden gebruikt om leerlingen kennis te laten maken met een onderdeel van de wiskunde dat niet tot het reguliere programma behoort. Uiteraard zijn er veel meer mogelijkheden (zie ook hoofdstuk 7). Veel informatie is ook te vinden op diverse websites (zie bijlage).

De keuzeonderdelen mogen zelfs van leerling tot leerling verschillen. Alhoewel de gedetailleerde vormvoorschriften vervallen zijn, kan de formulering van het programma van 1998 scholen en secties inspiratie bieden bij het opstellen van het PTA.

5.2 Overwegingen bij het opstellen van een PTA

Voorafgaand aan het opstellen van een PTA voor het vak wiskunde behoort het tot de verantwoordelijkheid van de vaksectie om zich goed te informeren over het formele karakter van het PTA.

De vaksectie moet zich ook een goed beeld vormen van de randvoorwaarden waarbinnen het vak wiskunde op de eigen school wordt onderwezen. Belangrijke vragen waarover eerst duidelijkheid moet bestaan zijn o.a.:

- hoe worden de 600 sluis voor wiskunde verdeeld over het vierde, vijfde en zesde leerjaar van vwo?
- hoeveel lessen wiskunde staan er in de opeenvolgende schooljaren op het rooster?
- werkt de school met perioden? Zo ja, met hoeveel perioden? Is periodisering mogelijk/wenselijk?
- welke ruimte is er voor zaken als studiebegeleidingsuren, Z-uren en keuzewerktijd?
- zijn er wel/geen lesvrije toetsweken?
- hoe is de herkansing van onderdelen van het schoolexamen schoolbreed geregeld? Wanneer vindt die plaats?
- hoe is de voortgangsrapportage geregeld? Hoeveel rapporten, wanneer?
- op welke gronden vindt bevordering naar een volgend schooljaar plaats?
- hoe verhouden examenonderdelen zich tot voortgangstoetsen?
- welke lesmethode gebruiken de leerlingen, welke overige informatiebronnen en hoe is de verhouding tussen leerstof in het schoolboek en niet-methodegebonden lesmateriaal?

Vervolgens is het in het belang van de leerlingen gewenst dat binnen de jaarlaag afstemming is over o.a.:

- spreiding van schriftelijke toetsen en praktische opdrachten over het schooljaar;
- koppeling met examenonderdelen van andere vakken;
- het aantal dagen lesuitval door schoolgebonden buitenschoolse activiteiten zoals werkweken, internationale uitwisseling, cultuurreizen, sporttoernooien, excursies, verlof voor eigen bijscholing, vergaderingen, etc.;
- het toetsen van algemene vaardigheden uit domein A zoals informatievaardigheden, technisch-instrumentele vaardigheden en algebraïsche vaardigheden;
- de organisatie van oriëntatie op studie en beroep en de rol van de andere vakken daarin.

Al deze factoren hebben invloed op de beslissing over:

- de verdeling van de leerstof over de opeenvolgende jaren;
- de voorbereiding op de schoolexamenonderdelen en het centraal examen;
- het opnemen van voor het centraal examen aangewezen subdomeinen in het schoolexamen, in welke mate en wanneer;
- de invulling van de door de school te bepalen onderdelen van het wiskundeprogramma en de wijze van examinering.

De gewenste detaillering in de beschrijving van de onderdelen van het PTA wordt op schoolniveau aangegeven. Het PTA dient een raamdocument te zijn, waarbinnen later door middel van gedetailleerde studiewijzers de precieze inhoud en werkwijze aan de leerlingen duidelijk gemaakt wordt. Daarom verdient een korte typering en een globale omschrijving van de vakinhoud de voorkeur boven een gedetailleerde beschrijving, die in de loop van het jaar kan leiden tot knelpunten voor leerlingen en docenten en zelfs een officiële wijziging van het PTA tot gevolg kan hebben.

De vakinhoud voor (een deel van) een schriftelijke toets kan in het PTA globaal beschreven worden als bijvoorbeeld 'door vaksectie te bepalen onderdelen over het subdomein: Veranderingen'. In de studiewijzer kan dan gedetailleerd worden opgenomen welke onderwerpen, hoofdstukken, pagina's, opgaven, en eventueel andere bronnen tot de stof van deze toets behoren.

Als de school kiest voor het opnemen van andere vakonderdelen, volstaat het om dat in het PTA te typeren als bijvoorbeeld 'door de vaksectie te bepalen thema', 'actualiteitsopdracht', 'verbredingsopdracht' of 'verdiepingsopdracht'. Het is niet aan te bevelen om in het PTA op te nemen 'door leerling te bepalen thema', ook al is de school voornemens om leerlingen de ruimte te geven eigen keuzes te maken. Het PTA is een wettelijke regeling en het zou niet zo moeten zijn dat ouders en/of leerlingen met het PTA in de hand de weg naar de rechter zoeken om wettelijk af te dwingen dat hun zoon of dochter een thema voor het schoolexamen kiest dat niet aan de criteria van de vaksectie/docent voldoet.

5.3 Weging

De school mag zelf bepalen hoe de weging is tussen de verschillende onderdelen van het schoolexamen. De oude regeling is dus vervallen.

6. Afstemming met andere vakken

6.1 Inleiding

Voor een goede afstemming van het onderwijs en de toetsing van onderdelen van het schoolexamen die inhoudelijk in elkaars verlengde liggen en elkaar zelfs kunnen overlappen, is overleg wenselijk tussen de vaksecties wiskunde en andere vakken.

De volgorde van de domeinen en subdomeinen in het programma wiskunde is een opsomming van vaardigheden en vakinhoud en geenszins een volgorde waarin deze in het onderwijs aan de leerlingen moet worden aangeboden. Het is dus aan te bevelen om, voor zover dat mogelijk is, met de gekozen leermiddelen voor wiskunde en andere vakken een zodanige volgorde te bepalen dat bij wiskunde wiskundige begrippen geïntroduceerd kunnen worden die in programma's van andere vakken voorkomen. Tegelijkertijd bieden andere programma's contexten, waarop bij wiskunde kan worden aangesloten en voortgebouwd. Leerlingen hebben er baat bij als verschillende docenten voor wiskundige begrippen dezelfde definities gebruiken en bij wiskunde refereren aan de contexten waarbinnen leerlingen de betreffende begrippen bij andere vakken krijgen aangereikt.

Het schoolexamen biedt veel mogelijkheden om te komen tot meer samenhang tussen vakken. Welke vorm dit krijgt hangt af van de keuzes en organisatie van de school en hoever secties en docenten daarin wensen te gaan. De afstemming kan op vakinhoudelijk gebied plaats vinden, de vorm aannemen van een project of voor individuele leerlingen gestalte krijgen in een profielwerkstuk. Er kan besloten worden om bepaalde onderwerpen voor verschillende vakken in één opdracht te toetsen, waarvan een gedeelte onderdeel is van het schoolexamen wiskunde en een ander gedeelte onderdeel van het schoolexamen van een ander vak.

6.2 Afstemming tussen wiskunde B en andere bètavakken

Bij de verschillende bètavakken moeten leerlingen wiskundige vaardigheden toepassen om natuurwetenschappelijke problemen op te lossen. Leerlingen moeten basisrekenvaardigheden kunnen uitvoeren, gebruik kunnen maken van een (grafische) rekenmachine en moeten verschillende wiskundige technieken kunnen toepassen. Het is dan ook zeker een zinvolle bezigheid om op schoolniveau met de sectie wiskunde en andere bètasecties om de tafel te gaan om tot afstemming te komen.

Afstemming op inhoud, op tijdsplanning en taalgebruik

Onderwerpen waarvoor aan afstemming gedacht kan worden zijn verbanden, bepaling en toepassing van de afgeleide, evenredigheden, grafieken tekenen, goniometrische functies (natuurkunde), rekenen met verhoudingen, het oplossen van lineaire en tweedegraads vergelijkingen, het oplossen van een stelsel van twee lineaire vergelijkingen (scheikunde), logaritmen, kansrekening bij genetica (biologie) en ICT-toepassingen (informatica).

Op de website <http://digimap.slo.nl> vindt u handvaten om samenhangend onderwijs vorm te geven. Op de website <http://www.rug.nl/fwn/voorzieningen/ido/betadidactiek> (→ onderzoek bètadidactiek → onderzoeksprogramma) vindt u criteria voor samenhangend (wiskunde)onderwijs.

Enkele voorbeelden van afstemming of samenwerking van wiskunde met natuurwetenschappelijk vakken zijn te vinden in 'Sonate in het Studiehuis', een verslag van een onderzoek op het gebied van samenhangend onderwijs in de natuurprofielen. Inmiddels is dit project voortgezet onder de naam 'Salvo' dat lesmateriaal ontwikkelt waarin de samenhang tussen wiskunde en natuurwetenschappen wordt versterkt (zie <http://www.cdbeta.uu.nl> → voortgezet onderwijs → projecten en <http://www.platformbetatechniek.nl> → onderzoek en cijfers → publicaties Axis).

Een ander voorbeeld zijn combi-uren wiskunde-natuurkunde, waarbij wiskunde wordt gecombineerd met natuurkunde en gekeken wordt naar raakvlakken en verschillen tussen beide vakken. Meer informatie van een school die met combi-uren werkt is te vinden in *Combi-uren wiskunde-natuurkunde*, Euclides 80-8 (juni 2005),

Ook afstemming tussen wiskunde en het nieuwe bètavak 'natuur, leven, technologie' is gewenst. In dit nieuwe vak (<http://www.betavak-nlt.nl>) zijn de natuurwetenschappelijke vakken, wiskunde en fysieke geografie nauw verweven en heeft ook informatica een belangrijke bijdrage (zie verder paragraaf 7.5). Het vak heeft een thematische invulling waar binnen een thema diverse aspecten van wis- en natuurwetenschappen aan de orde komen. Het is wenselijk dat betrokken docenten met elkaar in overleg gaan om het wiskundig begrippenkader, dat hier aan de orde kan komen, een voor leerlingen heldere plaats te geven.

6.3 Afstemming tussen wiskunde B en gammavakken

Bij het centraal examen economie (en M&O) kunnen vragen gesteld worden waarbij leerlingen wiskundige begrippen moeten kunnen hanteren. Over de behandeling van deze begrippen is afstemming wenselijk. Onderwerpen waar aan kan worden gedacht zijn berekeningen met groeipercentages, indexcijfers en kostenfuncties, bepaling en toepassing van de afgeleide en werken met vergelijkingen.

Tussen het programma wiskunde B enerzijds en de programma's aardrijkskunde en maatschappijwetenschappen is geen directe 'afhankelijkheidsrelatie'. Dat neemt niet weg dat leerlingen er baat bij hebben als docenten aardrijkskunde voor de wiskundige begrippen in hun vak dezelfde definities gebruiken.

Voor afstemming tussen geschiedenis en wiskunde liggen er interessante perspectieven voor onderzoek naar de geschiedenis van de wiskunde. Veel wiskundige ontwikkelingen, ook op het gebied van techniek en kunst, zijn zeer nauw verbonden met de tijd waarin ze plaatsvonden. De wiskunde kent een grote, rijke geschiedenis. Denk maar aan wiskundigen als Euclides, Euler, Cardano, Einstein, Fermat, enzovoort. Begrip van de (geschiedkundige) omstandigheden waarin deze ontwikkelingen zich afspeelden is noodzakelijk om beter inzicht te krijgen in deze aspecten van de wiskunde.

6.4 Afstemming tussen wiskunde B en talen

Voor een goede afbakening van wiskunde aan de taalvaardigheden van de leerling is afstemming met Nederlands wenselijk. Daarbij is van belang dat:

- docenten wiskunde weten hoe bij Nederlands leesvaardigheden (intensief en extensief lezen) worden aangeboden en welke begrippen en strategieën daarbij voorkomen;
- docenten Nederlands weten op welke problemen allochtone leerlingen kunnen stuiten bij het bestuderen van wiskundige vakteksten en het gebruiken van vakgerichte bronnen als vakliteratuur en wetenschappelijk-journalistieke artikelen;
- docenten zo mogelijk afspraken maken over examinering en beoordeling van de taalvaardigheden en informatievaardigheden in het schoolexamen.

Met het vak Nederlands kan ook worden afgestemd voor het profielwerkstuk. Doel van deze afstemming is dat bij het maken van het profielwerkstuk optimaal gebruik wordt gemaakt van de taalvaardigheid die bij Nederlands wordt of is aangeleerd.

Als leerlingen zelfstandig bronnen zoeken en raadplegen, komen ze ook bij Engelstalige bronnen terecht, zeker als ze op zoek zijn naar bijvoorbeeld wetenschappelijke rapporten. Het is aan te bevelen dat zij bij wiskunde vertrouwd raken met het verwerken van informatie uit Engelse (en soms ook Duitse en eventueel Franse) websites. Ook als voorbereiding op het vervolgonderwijs, vooral omdat daar veel wetenschappelijke rapporten in het Engels worden gepubliceerd.

Voor docenten wiskunde is het wenselijk dat ze zich een goed beeld vormen van het soort Engelse teksten waaruit leerlingen informatie moeten kunnen halen en verwerken in de vreemde taal of in het Nederlands.

Op enkele scholen wordt de mogelijkheid geboden aan leerlingen om praktische opdrachten of het profielwerkstuk in een moderne vreemde taal (in de praktijk Engels) te schrijven. In dat geval is afstemming zeker noodzakelijk, alleen al vanwege de vaktermen die erin zullen voorkomen. Een beoordeling kan zowel plaats vinden voor het vak wiskunde als voor het vak Engels.

Voor gymnasiumleerlingen is het ook denkbaar dat ze in aanraking komen met Latijnse of Griekse primaire bronnen. Bijvoorbeeld voor een profielwerkstuk waarbij wiskunde en klassieke talen centraal staan is afstemming tussen de verschillende vakken wenselijk.

7. Onderdelen naar keuze van de school

7.1 Ruimte in het programma

De omvang van het vak wiskunde B is in de tweede fase na 2007 gereduceerd tot 600 slu. Hiervan is 100 slu niet ingevuld – dat is de ruimte voor onderdelen naar keuze van de school. Deze onderdelen, waaronder het keuze-onderwerp (40 slu), vallen onder het schoolexamen.

Het is niet noodzakelijk dat de onderdelen naar keuze van de school voor alle leerlingen hetzelfde zijn. In de vormvoorschriften voor het schoolexamen staat uitdrukkelijk vermeld dat deze voor leerlingen verschillend kunnen zijn. In hoofdstuk 3 zagen we al dat de vrijheid van scholen om het schoolexamen vorm te geven in het nieuwe tweede fase programma in drie opzichten is vergroot:

- scholen kunnen (sub)domeinen waarop het centraal examen betrekking heeft laten terugkeren in het schoolexamen;
- scholen kunnen er voor kiezen vakonderdelen op te nemen in het schoolexamen die niet als domein in het examenprogramma genoemd staan;
- deze kunnen bovendien per leerling verschillen, wat keuzemogelijkheden voor de individuele leerling inhoudt.

Voor de keuzeonderdelen heeft de school verschillende opties. Het geeft docenten meer ruimte om hun eigen wiskundige interesses, ook 'buiten het schoolboek', aan bod te laten komen, zodat leerlingen enthousiasme voor wiskunde kunnen ervaren. Het biedt mogelijkheden voor variatie in werk- en toetsvormen (zie ook paragraaf 8.2) en samenhang tussen vakken (zie hoofdstuk 6) gestalte te geven.

In de volgende paragrafen geven we in het kort een aantal suggesties. Op internet is veel aanvullende informatie te vinden. Daarom verwijzen wij graag naar bijlage 5, waarin we een uitgebreid overzicht geven van interessante webadressen.

7.2 Praktische opdrachten

In de tweede fase vanaf 2007 is de verplichting om tenminste één praktische opdracht in het examenprogramma op te nemen vervallen. Maar bij het aandacht besteden aan de vaardigheden uit domein A ontkom je haast niet aan praktische opdrachten. De school heeft de vrijheid de organisatie van praktische opdrachten naar eigen inzicht in te richten. Bij de invulling van de praktische opdrachten valt te denken aan de volgende doelstellingen:

- het aanleren van informatie- en onderzoeksvaardigheden;
- een alternatieve didactische werkvorm voor het verwerven van kennis;
- een alternatieve manier van toetsen;
- afstemming en samenwerking met andere vakken;
- voorbereiding voor een profielwerkstuk (eventueel voor twee vakken);
- keuzeonderwerp (par. 7.3).

Verder moet bij een praktische opdracht nagedacht worden over:

- de duur van de opdracht;
- de inzet en plaats van de opdracht binnen het programma (in plaats van of extra?);
- de open- c.q. geslotenheid van de opdracht;
- de beoordeling van de opdracht (beoordelingsaspecten kunnen bijvoorbeeld zijn: samenwerking, planning, proces, presentatie, wiskundige diepgang, wiskundige correctheid, originaliteit).

De presentatie van het verrichte werk in praktische opdrachten kan op één van de volgende manieren plaats vinden:

- een geschreven verslag;
- een essay of artikel;
- een mondelinge voordracht;
- een posterpresentatie met toelichting;
- een presentatie met gebruik van media (bijvoorbeeld audio, video, internet, ICT).

Natuurlijk is het onderwerp van de opdracht van belang. In de schoolboeken en op internet kunnen veel ideeën worden opgedaan voor onderwerpen (zie bijlage 5E). De genoemde websites geven onder andere informatie over de bruikbaarheid van de praktische opdracht per schoolsoort, profiel, klas, onderwerp en sluit. Sommige websites geven daarnaast informatie over benodigde software, vereiste voorkennis, combinatie met andere vakken; beoordelingsschema en docentenhandleiding.

Enkele mogelijke onderwerpen zijn Fibonacci en de gulden snede, fractals, de formule van Cardano, cryptografie, Platonische lichamen, wiskunde en kunst, meetkundige constructies, gebruik van computeralgebra, getijdenbewegingen, GPS, spiralen en Pythagoreïsche drietallen. Deze onderwerpen kunnen profielspecifiek worden ingezet.

Ook de Wiskunde B-dag (<http://www.fi.uu.nl/wisbdag>) of de Europese Wiskunde Kangoeroe (<http://www.math.ru.nl/kangoeroe>) kan als praktische opdracht functioneren en in het PTA worden opgenomen.

"De Wiskunde B-dag is de 'wiskunde B-variant' van de Wiskunde A-lympiade. Het is een wedstrijd voor leerlingen in 5 havo en 5/6 vwo waarin vaardigheden als probleemoplossen, kritisch beschouwen van modellen, mathematiseren, logisch redeneren, argumenteren en samenwerken centraal staan. De opdracht waaraan de leerlingen werken is technisch-exact georiënteerd en sluit daarmee aan op de Natuur profielen."

De Europese Wiskunde Kangoeroe is een wedstrijd die plaatsvindt op scholen in achtentwintig landen tegelijk. De deelnemende landen spreken samen de opgaven af. Het meedoen aan een wedstrijd biedt een gelegenheid om het niveau van de leerlingen te meten met andere scholen (zie ook paragraaf 8.3), maar ook het schoolinterne wedstrijdelement kan interessant zijn. De Wiskunde B-dag of Europese Wiskunde Kangoeroe kan als praktische opdracht echter ook worden gebruikt zonder dat aan de wedstrijd wordt deelgenomen.

7.3 Keuze-onderwerpen

Van de 100 sluis van het inhoudelijke deel van het eindexamenprogramma dat niet is ingevuld, moet binnen het schoolexamen 40 sluis worden besteed aan keuze-onderwerpen.

Een veel gebruikte invulling hiervoor zijn de Zebraboekjes (zie voor verwijzingen naar uitgeverijen bijlage 5B). Onderwerpen waarover gepubliceerd is zijn onder andere de volgende: perspectief, de gulden snede, de laatste stelling van Fermat, chaos, zeepvliezen, Babylonische wiskunde en geschiedenis van de niet-Euclidische meetkunde (zie <http://www.epsilon-uitgaven.nl> → Zebra-reeks). Bij het gebruik van deze boekjes moet wel rekening worden gehouden met de gewijzigde voorkennis van de leerlingen door de vernieuwde inhoud van de programma's.

Een tweede manier waarop het domein keuze-onderwerpen kan worden ingevuld zijn de masterclasses van de verschillende universiteiten. Via een masterclass kunnen leerlingen kennis maken met voor hen nieuwe wiskundige onderwerpen. In bijlage 5I worden de websites van de universiteiten vermeld en meer informatie over eventuele masterclasses kan daar worden verkregen

Op internet worden daarnaast via verschillende websites, onder andere van universiteiten, keuzemodules aangeboden (zie ook bijlage 5E).

Ook van de nieuwe vakken wiskunde D en 'natuur, leven, technologie' kunnen modules als keuze-onderwerp worden gebruikt voor leerlingen die deze vakken niet hebben gekozen (zie voor een uitgebreidere beschrijving ook paragraaf 7.5).

7.4 ICT

Computergebruik speelt een steeds grotere rol als middel tot het verkrijgen van en/of uitwisselen van informatie. Een andere belangrijke ontwikkeling is die van geavanceerd wiskunde hulpmiddel. Te denken valt aan algemene programma's zoals Excel, aan wiskundesoftware zoals Cabri, aan het gebruik van applets, aan digitale leeromgevingen, maar ook aan de mogelijkheid van computeralgebra (zie bijlage 5G voor meer informatie).

Via internet wordt veel aanvullend materiaal aangeboden. Uitgevers spelen hierop in door steeds meer hulpmiddelen aan te bieden, ook via de eigen website. Ook docenten, vakorganisaties, universiteiten en hogescholen, ontwikkelaars, commerciële ondernemingen en anderen spelen op deze behoefte in.

Hieronder beschrijven we een aantal verschillende manieren waarop computers gebruikt kunnen worden:

- als bron voor materiaal, medium om materiaal uit te wisselen, op de hoogte te blijven van ontwikkelingen, te discussiëren met collega's en als vraagbaak (zie bijlage 5A, B, C en D);
- voor het gebruik van wiskundige software en applets, zowel in lessen als bij voorbereiding van lessen en het maken van toetsen (zie bijlage 5G en H);
- voor digitalisering van lesmateriaal, ter vervanging van een deel van het lesboek (zie bijlage 5G);
- voor het maken van praktische opdrachten en profielwerkstukken (zie bijlage 5E en F).

In bijlage 5 geven we een uitgebreid overzicht met een grote verscheidenheid aan webadressen, gesorteerd binnen verschillende thema's.

7.5 Vernieuwende projecten

Wiskunde D is een nieuw vak in de tweede fase dat per 2007 kan worden aangeboden. Het is een profielkeuzevak voor leerlingen met het profiel N&T of een vrij examenvak (mist de school dat toestaat) voor leerlingen uit andere profielen die wel wiskunde B hebben gekozen.

Wiskunde D biedt modules of opdrachten die in de vrije ruimte van het examenprogramma voor wiskunde B binnen het schoolexamen kunnen worden aangeboden aan leerlingen die geen wiskunde D hebben gekozen.

Volgens cTWO (zie ook paragraaf 1.11 en www.ctwo.nl) heeft het vak wiskunde D leerlingen veel te bieden:

- “Verbreiding
Door wiskunde D te kiezen krijgen leerlingen een bredere kijk op wiskunde en ervaren ze de diversiteit binnen het vakgebied. Ook de toepassing van wiskunde in andere vakken en in beroepspraktijk draagt hieraan bij.
- Verdieping
Binnen wiskunde D wordt dieper ingegaan op fundamentele deelgebieden en hun toepassingen. Daardoor krijgt de leerling een beter beeld van wiskunde als zelfstandige discipline, maar ook als wetenschap die zich in samenhang met nieuwe perspectieven in andere vakgebieden ontwikkelt.
- Voorbereiding
Wiskunde D vormt een goede voorbereiding op een exacte of technische vervolgopleiding. De leerling ontwikkelt een groter repertoire aan wiskundige vaardigheden, komt in contact met het hoger onderwijs en zal in de vervolgopleiding van deze grotere voorkennis profiteren. De relatie met en de aansluiting bij het hoger onderwijs kenmerkt wiskunde D. Voor havo-leerlingen vergemakkelijkt wiskunde D de overgang naar vwo met wiskunde B.
- Voorkeur
Vanwege de keuzemogelijkheden biedt wiskunde D de ruimte voor scholen en voor leerlingen om hun voorkeuren te volgen. Eigen inkleuringen van het vak zijn tot op zekere hoogte mogelijk en worden aangemoedigd. Dit maakt het mogelijk een programma samen te stellen waarin wordt ingegaan op de wensen van de leerlingen. Docenten kunnen daardoor bovendien onderdelen opnemen waarin zij zich bekwaamd hebben.”

Trefwoorden voor wiskunde D zijn dan ook uitdaging, relevantie, actualiteit, contact met hoger onderwijs en raakvlak met andere exacte vakken. Wiskunde D zal samenhang binnen de wiskunde zichtbaar maken en kent meer diepgang en abstractie dan wiskunde B.

Wiskunde D bestaat onder andere uit de onderwerpen statistiek en kansrekenen, dynamische modellen, analytische meetkunde, wiskunde in wetenschap en keuzeonderwerpen.

Naast modules uit Wiskunde D kunnen scholen ook modules uit het nieuwe bètavak ‘natuur, leven, technologie’ binnen het schoolexamen aanbieden. De stuurgroep (<http://www.betavak-nlt.nl>) zegt over NLT het volgende: “NLT is een geheel nieuw

vak, waarin de natuurwetenschappelijke vakken, wiskunde en fysische geografie nauw verweven zijn en ook informatica een belangrijke bijdrage heeft. Leerlingen (en docenten) krijgen de kans zich inhoudelijk te oriënteren op het bètabrede spectrum aan mogelijkheden in het hoger onderwijs. Het vak is inter- dan wel multidisciplinair, in aansluiting op studierichtingen in hbo en wo.”

De inhoud van het examenprogramma wordt aangeboden in modules die geordend zijn binnen domeinen. Een van de domeinen is ‘wiskunde in wetenschap en technologie’ en dit kan een mooie invulling geven aan de vrije ruimte van het examenprogramma.

8. Vernieuwing examinering

8.1 Centraal examen

In de uitwerkingsnotitie Examens Koers VO worden een aantal voorstellen voor vernieuwing gedaan. Zie voor de volledige tekst van het voorstel <http://www.minocw.nl> (zoeken op: Examen Koers VO).

Onderzocht wordt of het mogelijk is om meerdere examenmomenten per jaar in te voeren. Hiervoor is in 2005/2006 een pilot gestart waarin drie volwaardige tijdvakken worden opengesteld, te weten in mei, augustus en januari. De leerling krijgt dan het recht om drie keer per jaar in één of meer vakken centraal examen af te leggen. Tijdens de pilot (2005-2008) wordt ook onderzocht of, en zo ja hoe, tussentijdse instroom in het hoger onderwijs mogelijk is.

Ook wordt voorgesteld om het mogelijk te maken dat leerlingen in het voorlaatste jaar een centraal examen afleggen. Leerlingen kunnen dan, binnen het aanbod van de school, één of meer vakken in het voorlaatste jaar afsluiten met een centraal examen.

Een derde voorstel is het mogelijk maken dat havo-leerlingen in een of meer vakken op vwo-niveau examen doen. In het kader van de aanpassingen van de tweede fase per 2007 wordt de wet op het voortgezet onderwijs gewijzigd. In het wetsvoorstel daartoe wordt geregeld dat havo-leerlingen op vwo-niveau examen mogen doen, nu niet alleen in het vrije deel, maar ook in het gemeenschappelijk en het profieldeel. Het diploma blijft echter een havo-diploma.

Alle leerlingen moeten in de toekomst bij hun centraal examen laten zien dat zij in staat zijn op nuttige wijze de computer te gebruiken. Voor verschillende vakken lopen experimenten met complex-examens (centraal examen per computer). Meer informatie hierover vindt u op <http://www.citogroep.nl/vo> (centrale examens) en www.cevo.nl (→ complex).

Deze wijzigingsvoorstellen hebben invloed op de keuzes, die scholen als geheel, bètasecties of de vaksectie wiskunde maken over de invoering van de nieuwe Tweede Fase in 2007.

8.2 Schoolexamen

Vernieuwing van de examinering speelt zich nu in eerste instantie af binnen de schoolexamens. Met het perspectief dat als uiteindelijk bij de Nieuwe Wiskunde een groot deel van het eindcijfer wordt bepaald door het schoolexamen het ook logisch is, dat hier het zwaartepunt van de vernieuwing komt te liggen. Een bijzonder aspect van deze vernieuwing is ook dat niet langer voor alle leerlingen dezelfde schoolexamenprogramma's hoeven te gelden. Met andere woorden, het PTA is niet langer uniformerend.

Voor vernieuwing van de schoolexamens mogen we veel verwachten van uitwisseling van netwerkscholen met universiteiten en hogescholen. Scholen die nog niet ingestapt zijn kunnen dit proces volgen en zich laten inspireren tot vernieuwende schoolexamens binnen het programma van 2007.

Daarnaast kan op andere manieren aan vernieuwing van schoolexamens worden gewerkt. Daarbij valt te denken aan:

- open boek toetsen;
- projecten;
- modules gevolgd en getoetst binnen het vervolgonderwijs;
- groepstoetsen;
- praktijktoetsen o.a. van een stage;
- nationale wiskunde olympiade;
- digitale toetsen, eventueel met meerdere afnamemomenten per jaar;
- mondelinge toetsen.

8.3 Kwaliteitszorg schoolexamen

In de huidige lespraktijk wordt bij schoolexamens veel gebruik gemaakt van vragen uit centrale examens van voorgaande jaren. Dit heeft natuurlijk de functie om leerlingen voor te bereiden op het maken van een centraal examen. Anderzijds beperkt dit de ruimte om binnen het schoolexamen met andere vormen van toetsing en afsluiting gedifferentieerder dan met schriftelijke toetsen te beoordelen welke kennis en vaardigheden leerlingen hebben verworven en op verschillende niveaus kunnen hanteren.

De vormvoorschriften voor het schoolexamen zijn beperkt, waardoor de vraag ontstaat wie de kwaliteit van de schoolexamens bewaakt. Informatie hierover is in het docentenveld nog onvoldoende verspreid.

De schoolleiding is verantwoordelijk voor het bewaken van de kwaliteit van de schoolexamens. Veel informatie over kwaliteitszorg wordt gebundeld op www.kwaliteitsring.nl. Hiervoor is o.a. het instrument 'Scan Kwaliteitszorg Schoolexamens VO' ontwikkeld, dat ook een handreiking biedt voor verbetering van het bestaande kwaliteitszorgsysteem voor schoolexamens binnen de school. Dit kunt u downloaden via <http://www.schoolmanagersvo.nl> (zoeken op: scan kwaliteitszorg schoolexamens).

Docenten maken zich vaak zorgen om de kwaliteit van hun schoolexamens. Als mogelijkheden van kwaliteitsbepaling kan het volgende worden genoemd:

- vergelijken van de gemiddelde score van het schoolexamen met andere natuurwetenschappelijke profielvakken;
- vergelijking met voorbeeldschoolexamens wiskunde;
- vergelijken van score voor het centraal examen en het schoolexamen, zowel per leerling als de gemiddelde score in een leerjaar;
- vergelijking van schoolexamens wiskunde met die van een of meer 'netwerk'-scholen;
- meedoen aan een landelijke wiskundewedstrijd om het niveau van leerlingen te meten met andere scholen;
- sectiebrede ontwikkeling van toetsen en praktische opdrachten en collegiale consultatie;
- als leerlingen het een eerlijke beoordeling vinden in overeenstemming met het niveau van het centraal examen;

- als de spreiding tussen de resultaten overeenkomt met het globale beeld dat de docent heeft van de capaciteiten van een klas;
- als het gemiddelde cijfer overeenkomt met het gemiddelde van vergelijkbare toetsen van een eerder leerjaar;
- als het schoolexamen consistent is met het geboden onderwijs (leerstof in boek, aantekeningen, opdrachten);
- als het schoolexamen aansluit op de schoolvisie op het verschil tussen schoolexamens en centrale examens;
- als het schoolexamen aansluit op de kwaliteitseisen van de sectie voor goed wiskundeonderwijs.

Er moeten instrumenten worden ontwikkeld voor de beoordeling en kwaliteitsverbetering van schoolexamens. Kwaliteitsborging komt ook tegemoet aan de behoefte van docent, schoolleiding, leerling en ouders. Daarvoor zijn verschillende opties denkbaar. Zo valt te denken aan kwaliteitsbepaling door vergelijking met andere scholen of intercollegiale consultatie bij de ontwikkeling van schoolexamens. Het is aan te bevelen voldoende prioriteit te geven aan het deskundigheidsbevordering op het gebied van constructie en evaluatie van schoolexamens. Scholing in vaknetwerken heeft als grote voordeel dat docenten in intercollegiaal verband hun visie op examinering kunnen toetsen en verruimen.

Daarnaast kunnen met wo-instellingen in de regio afspraken worden gemaakt over het aanbieden van modules die mee kunnen wegen in het schoolexamen enerzijds, maar die anderzijds vrijstelling opleveren binnen de betreffende instelling als de leerling daar zijn vervolgopleiding gaat doen. De modules zouden door de school, maar ook door de vervolgopleiding (voor meerdere toeleveringsscholen tegelijk) aangeboden kunnen worden.

Bijlage 1

Examenprogramma wiskunde B

vwo

Het eindexamen

Het eindexamen bestaat uit het centraal examen en het schoolexamen.

Het examenprogramma bestaat uit de volgende domeinen:

Domein A	Vaardigheden
Domein Bg	Funcies en grafieken
Domein Cg	Discrete analyse
Domein Bb	Differentiaal- en integraalrekening
Domein Db	Goniometrische funcies
Domein Gb	Voortgezette meetkunde
Domein F	Keuzeonderwerpen.

Het centraal examen

Het centraal examen heeft betrekking op de subdomeinen A5, Bg1, Bg2, Cg1, Bb1, Bb2, Bb3, Db1, Gb1 en Gb2, in combinatie met de vaardigheden uit de subdomeinen A1, A2 en A3.

De CEVO stelt het aantal en de tijdsduur van de zittingen van het centraal examen vast.

De CEVO maakt indien nodig een specificatie bekend van de examenstof van het centraal examen.

Het schoolexamen

Het schoolexamen heeft betrekking op domein A in combinatie met:

- de domeinen Bb, Db en Gb;
- het domein F, met dien verstande dat deze onderwerpen per kandidaat kunnen verschillen;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: een of meer van de overige domeinen of subdomeinen;
- indien het bevoegd gezag daarvoor kiest: andere vakonderdelen, die per kandidaat kunnen verschillen.

De examenstof

Domein A: Vaardigheden

Subdomein A1: Informatievaardigheden

1. De kandidaat kan, mede met behulp van ICT, informatie verwerven, selecteren, verwerken, beoordelen en presenteren.

Subdomein A2: Onderzoeksvaardigheden

2. De kandidaat kan een gegeven probleemsituatie inventariseren, vertalen in een wiskundig model, binnen dat model wiskundige oplostechieken hanteren en de gevonden oplossingen betekenis geven in de context.

Subdomein A3: Technisch-instrumentele vaardigheden

3. De kandidaat kan bij raadplegen, verkennen en presenteren van wiskundige informatie en bij uitvoeren van wiskundige bewerkingen en redeneringen gebruik maken van toepassingen van ICT.

Subdomein A4: Oriëntatie op studie en beroep

4. De kandidaat kan een verband leggen tussen zijn wiskundige kennis, vaardigheden en belangstelling en de rol van wiskunde in vervolgstudies en de praktijk van verschillende beroepen.

Subdomein A5: Algebraïsche vaardigheden

5. De kandidaat beheerst de bij het examenprogramma passende rekenkundige en algebraïsche vaardigheden en formules, heeft daar inzicht in en kan de bewerkingen uitvoeren met, maar ook zonder, gebruik van ICT-middelen zoals de grafische rekenmachine.

Domein Bg: Functies en grafieken

Subdomein Bg1: Standaardfuncties

6. De kandidaat kan grafieken tekenen en herkennen van machtsfuncties, exponentiële functies, logaritmische functies en goniometrische functies en van die verschillende typen functies de karakteristieke eigenschappen benoemen.

Subdomein Bg2: Functies, grafieken, vergelijkingen en ongelijkheden

7. De kandidaat kan functievoorschriften opstellen, bewerken, de bijbehorende grafieken tekenen en vergelijkingen en ongelijkheden oplossen met behulp van numerieke, grafische en algebraïsche methoden.

Domein Cg: Discrete analyse

Subdomein Cg1: Veranderingen

8. De kandidaat kan het veranderingsgedrag van grafieken en functies relateren aan differentiequotienten, toenamendiagrammen, hellinggrafieken en contexten.

Domein Bb: Differentiaal- en integraalrekening

Subdomein Bb1: Afgeleide functies

9. De kandidaat kan het differentiaalquotiënt en de eerste en tweede afgeleide gebruiken om een functie te onderzoeken en om een contextprobleem op te lossen.

Subdomein Bb2: Algebraïsche technieken

10. De kandidaat kan afgeleide functies bepalen met behulp van regels voor het differentiëren en algebraïsche technieken hanteren.

Subdomein Bb3: Integraalrekening

11. De kandidaat kan in geschikte toepassingen een bepaalde integraal opstellen en exact berekenen, en met behulp van ICT benaderen.

Domein Db: Goniometrische functies

Subdomein Db1: Goniometrische functies

12. De kandidaat kan bij periodieke verschijnselen, met name trillingspatronen en harmonische bewegingen, formules opstellen, herleiden en bewerken, de bijbehorende grafieken tekenen en vergelijkingen oplossen.

Domein Gb: Voortgezette meetkunde

Subdomein Gb1: Oriëntatie op bewijzen

13. De kandidaat kan definities, vermoedens, stellingen en bewijzen onderscheiden, meetkundige situaties exploreren, een vermoeden of te bewijzen stelling formuleren en bewijzen of weerleggen.

Subdomein Gb2: Constructie en bewijzen in de vlakke meetkunde

14. De kandidaat kan constructies uitvoeren en bewijzen geven.

Domein F: Keuzeonderwerpen

Bijlage 2

Examenprogramma wiskunde B

1998

Bij de vaststelling van het eindexamenprogramma van 2007 is het oude programma van 1998 uitgangspunt geweest. De omschrijving van de (sub)domeinen komt dan ook, voor zover mogelijk en nodig, overeen met die van het oude wiskunde B12 programma. Het is echter de bedoeling om bij de invulling van het nieuwe programma meer rekening te houden met het profielspecifieke karakter van het vak. Dat is een van de redenen geweest om de (sub)domeinen met een globale omschrijving te karakteriseren.

Om een idee te krijgen op welke wijze de (sub)domeinen meer in extenso zouden kunnen worden omschreven, vindt u hier de beschrijving van de eindtermen uit het oude programma van 1998. Daarbij is de oude nummering gevolgd.

De eindtermen die in het nieuwe eindexamenprogramma zijn vervallen zijn doorgestreept en enkele wijzigingen in de eindtermen zijn vet gedrukt aangegeven. Enkele van onderstaande detaileindtermen zijn geschrapt, maar vallen wel onder de globale subdomeinen van het nieuwe examenprogramma voor 2007. Hierdoor is er meer vrijheid voor de invulling van deze onderdelen. Bij de betreffende eindtermen zullen we dat vet gedrukt aangeven.

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. **Waar het een schriftelijk eindexamen betreft, beperkt deze eindterm zich tot het selecteren van informatie uit een gegeven context.**
- ~~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. (valt in het nieuwe programma onder het globale subdomein A3)~~

Subdomein: Oriëntatie op studie en beroep

~~23. De kandidaat heeft informatie ingewonnen over vervolgopleidingen waarin wiskunde een rol speelt. (valt in het nieuwe programma onder het globale subdomein A4)~~

~~24. De kandidaat is nagegaan in hoeverre hij een studiehouding, belangstelling en vaardigheden bezit die wenselijk dan wel noodzakelijk worden geacht voor vervolgopleidingen. (valt in het nieuwe programma onder het globale subdomein A4)~~

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 $f(x) = {}^a\log x$ (~~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.¹

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. het begrip 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 Δx .
18. bij een gegeven functie of grafiek een toenamediagram tekenen en daaruit conclusies trekken.
19. veranderingen beschrijven en vergelijken met behulp van differentiequotienten.
20. differentiequotienten berekenen als een functie gegeven is door een formule of grafiek.
21. differentiequotienten interpreteren als maat voor gemiddelde verandering op een interval en als helling van een koorde.
22. bij afnemende stapgrootte differentiequotienten 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.

¹ $\sin x$ en $\cos x$ worden tot de standaardfuncties gerekend, $\tan x$ niet.

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 Δ en Σ 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. hoogtekaarten interpreteren en daarin toppen en zadelpunten aanwijzen.~~

Subdomein: Berekeningen

De kandidaat kan

- ~~36. met behulp van de goniometrische verhoudingen sinus, cosinus en tangens hoeken en lijnstukken berekenen, bijvoorbeeld bij landmeetkunde.~~
~~37. cartesische coördinaten omzetten naar poolcoördinaten en omgekeerd.~~
~~38. met behulp van de sinus- en de cosinusregel lijnstukken en hoeken berekenen.~~
~~39. de componenten berekenen bij het ontbinden van een vector in twee onderling loodrechte richtingen, onder andere bij krachten en snelheden.~~
~~40. de grootte en de richting berekenen van een som- of een verschilvector, onder andere bij krachten en snelheden.~~
~~41. oppervlakte en omtrek berekenen van een driehoek, een parallellogram, een cirkel en van een vlakke figuur die met deze vormen samenhangt.~~

Subdomein: Lineair programmeren

- ~~42. n.v.t.~~
~~43. n.v.t.~~
~~44. n.v.t.~~
~~45. n.v.t.~~
~~46. n.v.t.~~

Domein Eg: Combinatoriek en kansrekening

Subdomein: Combinatoriek

De kandidaat kan

- ~~47. gegevens over verzamelingen weergeven in een Venndiagram.~~
- ~~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 is 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 binomiaalefficiënten 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 nietsymmetrische 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 Bb: Differentiaal- en integraalrekening

Subdomein: Afgeleide functies

De kandidaat kan

- 77. de helling van een grafiek in een punt numeriek-grafisch benaderen als de functie gegeven is door een formule.
- 78. het differentiaalquotient gebruiken als maat voor de lokale verandering van een functie en als richtingscoëfficiënt van de raaklijn.
- 79. het differentiaalquotient gebruiken om een functie lokaal lineair te benaderen.
- 80. het verband aangeven tussen de afgeleide van een functie f en van een functie g waarvan de grafiek door verschuiven of rekken uit die van f is ontstaan.
- 81. de afgeleide functie gebruiken voor het bestuderen van stijging of daling van een functie.
- 82. de afgeleide gebruiken bij het vinden van extremen van een functie of het verifiëren van langs numeriek-grafische weg gevonden extremen.
- 83. de tweede afgeleide gebruiken om toe- of afname van stijging of daling te onderscheiden.
- 84. de tweede afgeleide gebruiken bij het vinden van buigpunten van een grafiek of het verifiëren van langs numeriek-grafische weg gevonden buigpunten.
- 85. de diverse notaties voor de afgeleide en de tweede afgeleide functie:
 $f'(x)$, $\frac{dy}{dx}$, $\frac{d}{dx}f(x)$, $\frac{dK}{dq}$, $\frac{ds}{dt}$, $f''(x)$ herkennen en gebruiken.
- 86. relaties leggen tussen begrippen in contexten, met name de begrippen snelheid en versnelling, de eerste en/of tweede afgeleide van een functie en de grafieken van de eerste en/of tweede afgeleide.
- 87. een optimaliseringsprobleem vertalen in een model waarbij een functie van één variabele optreedt en dit probleem vervolgens numeriek-grafisch of met behulp van de afgeleide van deze functie oplossen.
- ~~88. het ontstaan van de differentiaalrekening in een historische context plaatsen.~~

Subdomein: Algebraïsche technieken

De kandidaat kan

89. ~~met standaardtechnieken vergelijkingen oplossen en~~ (valt in het nieuwe programma onder het globale subdomein A5) algebraïsche uitdrukkingen omwerken.
90. de afgeleide bepalen van standaardfuncties.
91. bij het bepalen van de afgeleide van exponentiële en logaritmische functies het getal e en de natuurlijke logaritme gebruiken.
92. voor het bepalen van de afgeleide functie de som-, verschil-, produkt-, quotiënt- en/of kettingregel gebruiken.

Subdomein: Integraalrekening

De kandidaat kan

93. bij daarvoor geëigende toepassingen een bepaalde integraal opstellen.
94. met behulp van de grafische rekenmachine of computer een Riemannsom berekenen als benadering van een integraal.
95. de notatie $\int_a^b f(t) dt$ herkennen en gebruiken.
96. een integraal exact berekenen in het geval de integrand
 - a. de gedaante $(x + c)$, $f(x + c)$, $c \cdot f(x)$ of $f(c \cdot x)$ heeft, waarbij f een machtsfunctie, een exponentiële functie, de functie sinus of de functie cosinus is.
 - b. de som van twee of meer functies zoals bedoeld in a. is.
97. een integraal ~~of numerieke benadering ervan~~ gebruiken bij de berekening van lengte, oppervlakte, inhoud, afgelegde weg, zwaartepunt, ~~arbeid, potentiële energie.~~
98. ~~het ontstaan van de integraalrekening in een historische context plaatsen.~~

Domein Cb: Continue dynamische modellen

Subdomein: Modelleren

De kandidaat kan

99. ~~onderscheid maken tussen een discreet en een continu model voor een dynamisch proces.~~
100. ~~bij daarvoor geëigende dynamische processen, met name processen van exponentiële groei en afname, en processen van begrensde groei, een differentiaalvergelijking opstellen van het type $\frac{dy}{dt} = f(y)$.~~
101. ~~door middel van substitutie controleren of een functie y oplossing is van een dergelijke differentiaalvergelijking.~~
102. ~~eigenschappen van een oplossing y interpreteren in termen van het gemodelleerde proces.~~

Subdomein: Oplossen van differentiaalvergelijkingen

De kandidaat kan

~~103. een richtingsveld (veld van lijnelementen) gebruiken om een grafisch beeld van het dynamische proces te krijgen, ook met behulp van een geschikt computerprogramma.~~

~~104. door middel van een formule de algemene oplossing beschrijven van differentiaalvergelijkingen van de volgende vorm:~~

$$\frac{dy}{dt} = cy \quad (\text{met } c \text{ constant})$$

$$\frac{dy}{dt} = c(y - k) \quad (\text{met } c \text{ en } k \text{ constant})$$

$$\frac{dy}{dt} = c\left(1 - \frac{y}{M}\right) \quad (\text{met } c \text{ en } M \text{ constant})$$

~~105. voor elk van de drie genoemde types differentiaalvergelijkingen een oplossing bepalen als er aan een gegeven randvoorwaarde moet worden voldaan, ook in concrete toepassingen.~~

~~106. de methode van Euler gebruiken om met behulp van een grafische rekenmachine of computer een oplossing te benaderen van een differentiaalvergelijking van het in eindterm 100 bedoelde type.~~

Domein Db: Goniometrische functies

De kandidaat kan

~~107. de kenmerkende eigenschappen noemen en gebruiken van de grafieken van $y = \sin x$ en $y = \cos x$.~~

~~108. graden omrekenen in radialen en omgekeerd.~~

109. de eenparige cirkelbeweging en de harmonische beweging in verband brengen met de functies sinus en cosinus.

110. gebruik maken van de begrippen amplitude, evenwichtstand, faseverschil en frequentie bij het tekenen van een sinusoïde of het beschrijven van een periodiek verschijnsel.

111. bij een gegeven sinusoïde een passende formule opstellen.

112. vergelijkingen oplossen van het type $\sin a = \sin b$ en $\cos a = \cos b$ waarbij a en b lineaire functies van x zijn en hierbij de periodiciteit gebruiken voor het vinden van alle oplossingen.

113. de formules waarin $\sin(t + \pi)$, $\cos(t + \pi)$, $\sin(t + \frac{1}{2}\pi)$, $\cos(t + \frac{1}{2}\pi)$, $\sin(-t)$, $\cos(-t)$, $\sin(2t)$ en $\cos(2t)$ worden uitgedrukt in $\sin t$ en/of $\cos t$, gebruiken bij het herleiden van formules en het oplossen van vergelijkingen.

114. de formules $\sin^2 t + \cos^2 t = 1$ en $\frac{\sin t}{\cos t} = \tan t$ gebruiken bij het herleiden van formules.

115. de formules voor $\sin(t \pm u)$, $\cos(t \pm u)$, $\sin t \pm \sin u$, $\cos t \pm \cos u$ gebruiken bij het verklaren van samengestelde trillingspatronen en bij het herleiden van formules.

116. de afgeleiden bepalen van de functies sinus, cosinus en tangens.

117. parametervoorstellingen gebruiken bij het bestuderen van figuren van Lissajous en bij het berekenen van de snelheid waarmee zo'n figuur wordt doorlopen.

Domein Eb: Normale verdeling en toetsen van hypothesen

Subdomein: Standaardafwijking

De kandidaat kan

- 118. de begrippen variantie en standaardafwijking gebruiken, in het bijzonder bij de binomiale verdeling.
- 119. de eigenschap dat de variantie van de som van onafhankelijke toevalsvariabelen gelijk is aan de som van de varianties toepassen, in het bijzonder bij de binomiale verdeling.

Subdomein: Normale verdeling

De kandidaat kan

- 120. de normale verdeling gebruiken als model voor de kansverdeling van een continue grootte.
- 121. het model van de normale verdeling beschrijven gebruik makend van de formule van de kansdichtheid en de verdelingsfunctie als integraal van de kansdichtheid.
- 122. de verwachtingswaarde en de standaardafwijking gebruiken als karakteristieken van een normale verdeling, inclusief de twee vuistregels voor het percentage afwijkingen van de verwachtingswaarde in relatie tot de standaardafwijking.
- 123. kansen berekenen van normaal verdeelde toevalsvariabelen gebruik makend van de tabel van de standaard normale verdelingsfunctie of van een geschikte functie op de grafische rekenmachine.
- 124. gebruik maken van normaal waarschijnlijkheidspapier of van een overeenkomstige functie op de grafische rekenmachine om na te gaan of een gegeven frequentieverdeling overeenstemt met de normale verdeling en om verwachtingswaarde en standaardafwijking te schatten.
- 125. de verdeling van de som van een groot aantal onafhankelijke gelijk verdeelde toevalsvariabelen normaal benaderen met behulp van de centrale limietstelling.

Subdomein: Toetsen van hypothesen

De kandidaat kan

- 126. binnen een probleemsituatie de begrippen nulhypothese, alternatieve hypothese, eenzijdig toetsen, tweezijdig toetsen en significantieniveau hanteren.
- 127. 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 Fb: 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 keuzeonderwerpen is 40 uur.

Domein Gb: Voortgezette meetkunde

Subdomein: Bewijzen in de vlakke meetkunde

De kandidaat kan

- 128. het verschil aangeven tussen een definitie en een stelling.

129. het verschil aangeven tussen een vermoeden en een stelling.
130. in relevante gevallen het verschil tussen een stelling en haar omkering herkennen en beoordelen welke van de twee bij een bepaald bewijs een rol kan spelen.
131. de structuur van een gegeven bewijs doorgronden.
132. verschillende technieken hanteren bij het geven van een bewijs of het weerleggen van een vermoeden, zoals:
- het redeneren vanuit het ongerijmde,
 - het gebruik maken van meetkundige plaatsen,
 - het onderzoeken en onderscheiden van verschillende gevallen,
 - het geven van een tegenvoorbeeld.
133. meetkundige situaties exploreren, ~~met name aan de hand van constructies met een geschikt computerprogramma~~, en een vermoeden in de vorm van een (te bewijzen) stelling formuleren.
134. bewijzen geven waarbij gebruik gemaakt wordt van eigenschappen van rechte lijnen, cirkels, driehoeken en vierhoeken en waarbij afstanden, hoeken en onderlinge ligging een rol spelen.
135. binnen een concrete probleemsituatie methoden uit de vlakke meetkunde gebruiken.

Subdomein: Afstanden en grenzen

De kandidaat kan

136. aangeven wat de afstand van een punt tot een gebied is en daarbij gebruik maken van cirkels rond het gegeven punt en/of de begrippen normaal en voetpunt.
- ~~137. de driehoeksongelijkheid en de stelling van Pythagoras gebruiken om beweringen over afstanden te bewijzen.~~
- ~~138. een gebiedsindeling bij een gegeven verzameling punten tekenen op grond van het naaste buurprincipe en zo'n indeling gebruiken in diverse contexten.~~
- ~~139. iso-afstandslijnen op variërende afstanden onderzoeken bij een gegeven gebied waarvan de rand uit lijnstukken en/of cirkelbogen bestaat en daarbij de rol van inhammen en hoekpunten bij variërende afstand beschrijven.~~

Subdomein: Beginselen van de analytische meetkunde

De kandidaat kan

- ~~140. de coördinaten van een deelpunt van een lijnstuk berekenen, als de coördinaten van de eindpunten van het lijnstuk en de deelverhouding gegeven zijn.~~
- ~~141. analytische voorstellingen geven van een rechte lijn en van een cirkel met gegeven middelpunt en straal.~~
- ~~142. vaststellen of twee lijnen elkaar loodrecht snijden.~~
- ~~143. een vergelijking opstellen van de loodlijn door een gegeven punt op een gegeven lijn.~~
- ~~144. een vergelijking opstellen van de raaklijn aan een cirkel in een gegeven punt van die cirkel.~~

Subdomein: Meetkundige plaatsen en kegelsneden

De kandidaat kan

145. middelloodlijnen, bissectrices, cirkels en parabolen, ~~ellipsen en hyperbolen~~ als meetkundige plaatsen herkennen en gebruiken.
146. in eenvoudige gevallen de meetkundige plaats van punten vinden die gelijke afstand tot twee gegeven gebieden hebben.
- ~~147. in concrete situaties de rol van brandpunten en richtlijn herkennen en gebruiken.~~

148. in een gegeven punt van een cirkel, parabool, ellips of hyperbool de raaklijn construeren.
149. in concrete situaties de raaklijneigenschap van een parabool, ellips of hyperbool gebruiken, met name in verband met spiegels.
150. in eenvoudige gevallen de verplaatsing van een golffront beschrijven die door een parabolische, elliptische of hyperbolische spiegel gereflecteerd wordt.
151. een geschikt rechthoekig assenstelsel in het vlak kiezen en een vergelijking opstellen van een meetkundige plaats die gedefinieerd is via gelijke afstanden tot twee punten, een punt en een lijn, een punt en een cirkel, een cirkel en een lijn respectievelijk twee disjuncte cirkels.
152. een vergelijking van een parabool herkennen en gebruiken, en de coördinaten van top en brandpunt berekenen in het geval de symmetrie-as samenvalt of evenwijdig is met de x -as of de y -as.
153. een vergelijking van een ellips of hyperbool herkennen en gebruiken, in het geval de symmetrie-assen samenvallen of evenwijdig zijn met de x -as en de y -as.

Domein Hb: Voortgezette analyse

Subdomein: Rijen

De kandidaat kan

154. een voorstelling van een rij door een 'directe' formule en door een recurrente betrekking herkennen en gebruiken.
155. bij een rij gedefinieerd door een formule van de vorm $x_{n+1} = f(x_n)$ een grafische voorstelling (web) maken.
156. bij een door een formule gegeven rij een formule voor de rij van differenties opstellen.
157. in geschikte gevallen de partiële sommen van een rij uitdrukken in n .
158. bij een rij de begrippen monotoon stijgend, monotoon dalend, alternerend en begrensd gebruiken.
159. enkele (historisch) belangrijke rijen herkennen zoals de rij van Fibonacci, de harmonische rij en de reken meetkundige rij.

Subdomein: Convergentie van rijen

De kandidaat kan

160. het begrip convergentie van een rij hanteren en de notatie $\lim_{n \rightarrow \infty} u_n = e$ herkennen en gebruiken.
161. de implicatie 'als $\lim_{n \rightarrow \infty} |u_n| = \infty$, dan $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{u_n} = 0$ ' gebruiken.
162. enkele standaardlimieten, zoals $\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{a} = 1$ ($a > 0$), $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{a}{n}\right)^n = e^a$ en $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^k}{a^n} = 0$ ($a > 1$) herkennen en gebruiken.
163. limieten van rijen berekenen met behulp van som-, verschil-, produkt- en quotiëntregel.
164. de implicatie 'als f continu in a is en $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = a$, dan $\lim_{n \rightarrow \infty} f(x_n) = f(a)$ ' gebruiken bij het berekenen van limieten in het geval dat f samengesteld is uit standaardfuncties.
165. de insluitstelling gebruiken bij het berekenen van limieten.
het verband leggen tussen de limiet van een rij gegeven door een formule van de vorm $x_{n+1} = f(x_n)$ en een oplossing van de vergelijking $x = f(x)$.

Bijlage 3

Inhoudsopgave syllabus CEVO voor het centraal examen

Voorwoord

1. Inleiding
2. Specificatie van de globale eindtermen voor het CE
3. Algebra: specifieke en algemene vaardigheden

Bijlage 1. Examenprogramma Wiskunde B vwo

Bijlage 2. Algebra in het vwo; het onderscheid tussen A, B en C

Bijlage 4

Overzichtslijst algebraïsche vaardigheden

De kruisjes geven aan welke algebraïsche basisvaardigheden leerlingen voor het CE moeten beheersen en wat in het CE getoetst zal worden. De lijst is niet bedoeld als 'afstreeplijst', maar als hulpmiddel dat voorbeelden geeft van algebraïsche vaardigheden die de leerlingen moeten aanleren en onderhouden.

De lijst is gebaseerd op de syllabus van de CEVO (zie ook bijlage 3). Voor uitgebreide voorbeelden en opgaven van de algebraïsche vaardigheden verwijzen we dan ook naar deze syllabus, waarin bij de onderstaande categorieën voorbeelden worden gegeven waaruit af te lezen valt welke vaardigheden van leerlingen worden verwacht.

Het onderscheid tussen kennis, vaardigheden en inzicht is wat kunstmatig. Het geeft meer een hiërarchie aan: algebraïsche vaardigheid zonder kennis van elementaire regels en structuren is niet mogelijk, inzicht zonder een zeker minimum aan vaardigheden kan alleen heel globaal zijn en dus niet praktisch bruikbaar. In de syllabus wordt onderscheid gemaakt tussen specifieke vaardigheden (kennis en manipulatievaardigheden) en het ruimere begrip algemene vaardigheden, waartoe ook oplossingsstrategieën, het opstellen van een stappenplan en dergelijke gerekend worden. Wij beperken ons hier tot inzicht (inzichtelijk handelen met betrekking tot algebraïsche expressies).

Algemene vaardigheden zullen in het centraal examen getoetst worden; echter het toetsen van inzichtelijk handelen vraagt om meer gevarieerde toetsvormen dan in het centraal examen mogelijk is. Het schoolexamen dient aan de ontwikkeling van Inzichtelijk redeneren ruim aandacht te besteden.

Bij de onderstaande kennis-opsomming, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen wiskunde A, B en C om het verschil in beheersingsniveau te illustreren, geldt zeker dat een deel (wellicht alleen in zijn grondvorm) bekend verondersteld moet worden vanuit de onderbouw. Denk bijvoorbeeld maar aan de voorrangregels, het werken met haakjes en de regels voor machten.

Op de plaats van de A, B en C kunnen getallen of variabelen maar ook (combinaties van) standaardfuncties staan, bijvoorbeeld van het type $ax + b$ of $\frac{a}{x} + b$,

$a + 3 \sin x$ en $2 - e^x$. De regels kunnen zowel van links naar rechts als van rechts naar links worden uitgevoerd.

Kennis		vC	vA	vB
A. Breukvormen	1. $\frac{1}{A} + \frac{1}{B} = \frac{A+B}{AB}$ 2. $\frac{A}{B} + C = \frac{A+BC}{B}$ 3. $\frac{A}{B} + \frac{C}{D} = \frac{AD+BC}{BD}$ 4. $A \cdot \frac{B}{C} = \frac{A \cdot B}{C} = \frac{A}{C} \cdot B = A \cdot B \cdot \frac{1}{C}$ 5. $\frac{A}{B} \cdot \frac{C}{D} = \frac{A \cdot C}{B \cdot D}$ 6. $\frac{A}{\frac{1}{B}} = A \cdot \frac{C}{B} = \frac{A \cdot C}{B}$	X X X X X	X X ² X X X X	X X X X X X
B. Wortelvormen	1. $\sqrt{A \cdot B} = \sqrt{A} \cdot \sqrt{B}$ 2. $\sqrt{\frac{A}{B}} = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{B}}$ 3. $\sqrt{A} = B \rightarrow A = B^2$	X X	X X	X X X
C. Bijzondere producten	1. $(A \pm B)^2 = A^2 \pm 2AB + B^2$ 2. $(A + B)(A - B) = A^2 - B^2$			X X
D. Exponenten en logaritmen	1. machtsregels kennen 2. regels voor logaritmen kennen	X X	X X	X X
E. Goniometrie	Zie syllabus vwo wiskunde B, domein Db			X

Vaardigheden		vC	vA	vB
F. 'Herleidingen' uitvoeren aan de hand van de elementen genoemd bij 'kennis'	1. via substitutie van getallen 2. via substitutie van expressies 3. via reductie van expressies 4. via het omwerken van formules	X X X X	X X X X	X X X X
G. Vergelijkingen oplossen met behulp van algemene vormen	1. $A \cdot B = 0 \rightarrow A = 0$ of $B = 0$ 2. $A \cdot B = A \cdot C \rightarrow A = 0$ of $B = C$ 3. $\frac{A}{B} = C \Leftrightarrow A = B \cdot C$ met $B \neq 0$ 4. $\frac{A}{B} = \frac{C}{D} \Leftrightarrow A \cdot D = B \cdot C$ met $B, D \neq 0$ 5. $A^2 = B^2 \Leftrightarrow A = B$ of $A = -B$	X X	X X X X	X X X X
H: Vergelijkingen oplossen met behulp van standaardfuncties en transformaties	1. $f(bx + c) + d = e$ 2. $f(A) = f(B)$ 3. lijn- en puntsymmetrie kunnen hanteren: * $f(a+b) = f(a-b)$ bij lijnsymmetrie in $x = a$ * $f(a+b) = -f(a-b)$ bij puntsymmetrie in $(a,0)$			X X X

² wiskunde A; C=1

Vaardigheden		vC	v A	v B
I: Vergelijkingen met polynomen oplossen via standaardalgoritmen	<ol style="list-style-type: none"> 1. eerstegraadsvergelijkingen 2. tweedegraadsvergelijkingen 3. eerste- of tweedegraadsvergelijkingen met parameter(s) 	X	X	X X X
J: Vergelijkingen van het type $f(x) = g(x)$	<ol style="list-style-type: none"> 1. indien mogelijk exact 			X
K: Ongelijkheden van het type $f(x) = g(x)$	<ol style="list-style-type: none"> 1. indien mogelijk $f(x) = g(x)$ exact en verder grafisch 			X

Inzicht: strategieën en redeneringen		vC	vA	vB
L: Kwalitatief redeneren	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kwalitatief redeneren aan de hand van een gegeven expressie (zoals: getransformeerde standaardfuncties als zodanig herkennen en daarmee vanuit de kenmerkende karakteristieken redeneren ipv. rekenen) 2. gedrag van een expressie (functie) globaal (uitzoomen) en lokaal (inzoomen) kwalitatief beschrijven 3. het doorzien van de structuur van een formule 	X X X	X X X	X X X
M: Substitutie en reductie	<ol style="list-style-type: none"> 1. expressies invullen voor variabelen en daarmee verder werken 2. complexere delen van een expressie vervangen door 'plaatsvervangers' zodat een herkenbare expressie ontstaat 		X	X X
N: Algebraïsche stappen om expressies te bewerken kunnen benoemen en afwegen	<ol style="list-style-type: none"> 1. het vrijmaken van een variabele of expressie en daarmee verder werken 2. inverteren van formules en elimineren van variabelen en expressies 3. flexibel kunnen wisselen tussen betekenis toekennen aan symbolen en betekenisloos kunnen manipuleren. 			X X X

Bijlage 5

Webadressen

Internet is in de loop van de tijd een grote bron van informatie geworden, die tegenwoordig vrijwel onmisbaar is voor docenten (en leerlingen). Op diverse websites kunt u veel vinden wat in het onderwijs gebruikt kan worden, met name als het gaat om een alternatieve invulling van bijvoorbeeld een deel van het schoolexamen. De informatie die op internet beschikbaar is, heeft voornamelijk betrekking op:

- algemene informatie voor wiskundedocenten, veelal over het wiskundeonderwijs;
- informatie voor leerlingen over eindexamens en wiskundige onderwerpen, met bijvoorbeeld oefenmateriaal, uitwerkingen, tips en uitleg;
- werkstukken, praktische opdrachten en profielwerkstukken, soms uitgewerkt en vaak een bron van inspiratie;
- wiskunde en ICT.

Informatie over wiskunde opzoeken op internet is een zoektocht, waarbij in veel gevallen dezelfde webadressen worden gevonden. Hieronder vindt u een aantal adressen met een summier aanduiding wat er te vinden is. In een aantal gevallen vindt u op de websites een doorlink naar andere webadressen en daarbij komen ook doublures voor. Omdat webadressen in de loop van de tijd kunnen wijzigen kan het voorkomen onderstaande verwijzingen niet meer actief zijn. Meestal is het nieuwe webadres via een zoekmachine te vinden.

Het overzicht is niet volledig is. Vanzelfsprekend zult u, wanneer u gericht informatie zoekt, via een zoekmachine op nog veel meer plaatsen terecht komen.

A - Algemene informatie wiskundeonderwijs

Website	Korte omschrijving
http://www.nvww.nl	Nederlandse vereniging voor wiskunde leraren
http://www.digischool.nl/wi	Wiskundelokaal van de digitale school
http://www.digischool.nl/wi/community	Vakcommunity wiskunde
http://www.wiskundeonderwijs.nl	Wiskundeonderwijs webwijzer
http://www.fi.uu.nl/wiskids	Wiskids
http://www.ctwo.nl	Commissie toekomst wiskunde onderwijs
http://www.slo.nl	SLO
http://www.cevo.nl	CEVO
http://www.cito.nl	CITO
http://www.fi.uu.nl	Freudenthal Instituut
http://www.aps.nl	APS
http://www.tweedefase-loket.nl	Tweede Fase Adviespunt
http://www.minocw.nl	Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap

B - Wiskunde methoden

Website	Korte omschrijving
http://www.getalenruimte.epn.nl	Getal en Ruimte
http://www.modernewiskunde.wolters.nl	Moderne Wiskunde
http://www.netwerk.wolters.nl	Netwerk
http://www.pascal-online.nl	Pascal
http://www.wageningse-methode.nl	De Wageningse Methode
http://www.matrix-malmberg.nl	Matrix
http://www.mathadore.nl	Mathadore
http://www.epsilon-uitgaven.nl	Zebra-reeks Epsilon Uitgaven

C - Algemene informatie wiskunde

Website	Korte omschrijving
www.wiskunde.startpagina.nl	Veel webadressen over allerlei aspecten van wiskunde(onderwijs)
http://mathematics.start4all.com	Veel webadressen over wiskunde
http://www.wiskgenoot.nl	Koninklijk Wiskundig Genootschap
http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk	Geschiedenis van de wiskunde
http://nl.wikipedia.org → wiskunde	Wikipedia
http://www.kennislink.nl/ → wiskunde	Kennislink

D - Wiskundehulp voor leerlingen

Website	Korte omschrijving
http://www.wisfaq.nl	Digitale vraagbaak voor het wiskundeonderwijs
http://wiskunde1.starttips.com	Wiskunde starttips
http://www.wiskundeleren.nl	Forum over wiskunde leren
http://www.wiskundeonline.nl	Wiskunde online
http://wiskunde.hacom.nl	Wiskunde op het net
http://www.examenbundel.nl	Examenbundel en Samengevat
http://havovwo.nl	Uitwerkingen van examens
http://examen.kennisnet.nl	Kennisnet examen
http://www.beta1op1.nl	Bèta 1 op 1

E - Praktische opdrachten

Website	Korte omschrijving
http://www.digischool.nl/wi → bronnen voor werkstukken	Database van de digitale school
http://www.stepnet.nl → opdrachten	Stepnet
http://www.rug.nl/fwn → informatie voor scholieren)	Bètasteunpunt van de RuG en Hanzehogeschool
http://www.math4all.nl → praktische opdrachten	Stichting Math4all
http://www.win.tue.nl/~jessers/aansluiting	Aansluitingsproject VWO-WO van de TU/e
http://www.fi.uu.nl/wisbdag	Wiskunde B-dag
http://www.math.ru.nl/kangoeroe	Europese Wiskunde Kangoeroe
http://www.kennisnet.nl	Kennisnet

http://www.scholieren.com/werkstukken	Werkstukken van leerlingen
http://www.collegenet.nl	Huiswerk hulpsite werkstukken

F - Profielwerkstukken

Website	Korte omschrijving
http://www.werkstuknetwerk.nl	Werkstuknet Kennisnet
http://www.aarde.nu	Profielwerkstukken over de aarde
http://www.ru.nl/exo	Exo-steunpunt
http://pws.schoolsite.utwente.nl	Schoolsite profielwerkstukken UTwente
http://www.betasteunpunt.nl	Landelijk bètasteunpunt (profiel)werkstukken
http://www.tue.nl/profielwinkel	Profielwinkel TU/e
http://www.werkstuksite.uu.nl	Werkstuksite UU

G - Wiskunde en ICT

Website	Korte omschrijving
http://www.fi.uu.nl/wisweb	Wisweb Freudenthal Instituut
http://www.digischool.nl/wi → software	Overzicht van software voor het wiskundeonderwijs
http://wiskunde.startpagina.nl → software	Overzicht van wiskundesoftware
http://home.wxs.nl/~hklein/math.htm	Wiskunde en wetenschap
http://home.hccnet.nl/david.dirkse	Diverse wiskundesoftware
http://www.wiskunde.nu	ICT in de wiskundepraktijk
http://wims.math.leidenuniv.nl	Interactive Mathematica server
http://www.wisnet.sohosted.com	Wisnet
http://education.ti.com	Texas Instruments
http://world.casio.com/edu	Casio
http://www.visiria.nl	Visiria
http://www.pandd.demon.nl/cabri.htm	Informatie over Cabri
http://cinderella.de	Cinderella
http://www.geocadabra.nl	Geocadabra
http://www.rhombus.be → software	Derive computer algebra
http://groepen.kennisnet.nl	Groepen Kennisnet
http://www.blackboard.com	Blackboard Digitale leeromgeving

H - Wiskunde toetsen

Website	Korte omschrijving
http://www.wisbase.nl	Toetsenbank
http://www.wisster.nl	Toetsprogramma
http://webserv.nhl.nl/~kamminga	Informatie over het toetsprogramma Maple
http://toetswijzer.kennisnet.nl	Toetswijzer Kennisnet

I - Hogescholen en universiteiten

Website	Korte omschrijving
http://www.wiskundestuderen.nl	Rijksuniversiteit Groningen
http://www.math.utwente.nl	Universiteit Twente
http://www.studiekeuze.tudelft.nl	TU Delft
http://www.science.uva.nl	Universiteit van Amsterdam
http://www.math.vu.nl	Vrije Universiteit
http://www.math.leidenuniv.nl	Universiteit Leiden
http://www.ru.nl/wiskunde	Universiteit Nijmegen
http://www.math.uu.nl	Universiteit Utrecht
http://www.win.tue.nl	Technische universiteit Eindhoven
http://www.hbo-raad.nl	Vereniging van Hogescholen
http://www.driestar-educatief.nl	Driestar Gouda
http://www.fontys.nl	Fontys Hogescholen Sittard en Tilburg
http://www.haagsehogeschool.nl	Haagse HS/TH Rijswijk
http://www.inholland.nl	Hogeschool INHOLLAND
http://www.hogeschool-rotterdam.nl	Hogeschool Rotterdam
http://www.hva.nl	Hogeschool van Amsterdam
http://www.nhl.nl	Noordelijke Hogeschool Leeuwarden

