

## Eindopdracht: sorteren

Het doel van deze opdracht is om een sorteerfunctie in Magma te implementeren, in het bijzonder voor het sorteren van een rij kwadratische getallen, en daarover een kort verslag in LaTeX te schrijven, inclusief een schatting voor de rekentijd.

### Sorteren.

De te schrijven sorteerfunctie of -procedure zal aan de volgende specificatie moeten voldoen: de invoer bestaat uit een rij van (gelijksoortige) ‘objecten’ en een vergelijkingsfunctie  $v$  die de objecten kan vergelijken aan de hand van een ordening op de objecten. De functie  $v$  heeft twee objecten  $a, b$  als invoer en geeft drie mogelijke antwoorden, namelijk  $a < b$ ,  $a > b$ , of  $a = b$ . De sorteerfunctie bepaalt een rij waarin de oorspronkelijke objecten in opklimmende grootte staan.

Er zijn veel sorteermethoden bekend; het is niet absoluut noodzakelijk (maar wel een extra uitdaging) om een *snelle* sorteermethode te implementeren. Je mag je eigen methode kiezen, literatuur gebruiken, enz.

### Kwadratische getallen.

Kwadratische getallen zijn getallen van de vorm  $a + b\sqrt{D}$ , met  $a, b \in \mathbf{Q}$  en  $D \in \mathbf{Z}$ , maar  $D$  geen kwadraat. Voor vaste  $D$  vormen deze getallen een ‘lichaam’, dat wil zeggen dat ze aan gebruikelijke regeltjes voor optellen en vermenigvuldigen voldoen, wanneer we definiëren:

$$(a + b\sqrt{D}) + (c + d\sqrt{D}) = a + c + (b + d)\sqrt{D},$$

en vermenigvuldiging door

$$(a + b\sqrt{D}) \cdot (c + d\sqrt{D}) = (ac + bdD) + (bc + ad)\sqrt{D}.$$

Er wordt van je gevraagd een ordening op deze getallen te leggen, en een vergelijkingsfunctie  $v$  voor zulke getallen te maken. Je mag hier  $D$  een parameter laten zijn, maar je mag ook van het begin af aannemen dat  $D = -7$ .

### Het verslag

Wanneer de programmeeropdracht is voltooid leg je je bevindingen in een paar bladzijden LaTeX uit; in het bijzonder de ordening die je gekozen hebt. Ook geef je (aan de hand van enkele experimenten) een schatting voor de tijd die het kost (als functie van  $n$ ) om een rij van  $n$  objecten uit  $\mathbf{Q}(\sqrt{-7})$  te sorteren.

### Inleveren

Magmaprogramma en LaTeXbestand dienen uiterlijk 18 februari 2005 per e-mail ingeleverd te worden bij `W.Bosma@math.ru.nl`.