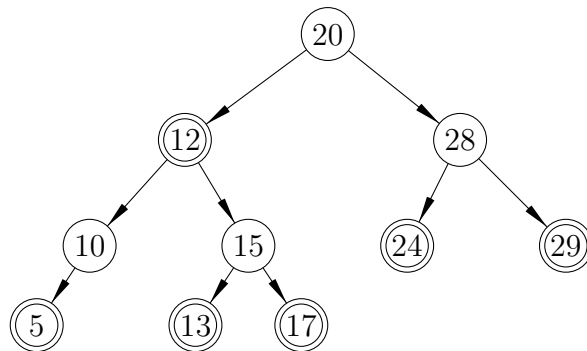


*Functies en programma's liever in pseudo-code. Geef steeds voldoende uitleg. Succes!*

1.
  - a) Beschrijf de abstracte datastructuur *Rij* (=Queue): wat wordt opgeslagen, wat zijn de standaard operaties (en wat doen ze)? Schets twee bekende implementaties.
  - b) Beschrijf de abstracte datastructuur *Priority Queue*: wat wordt opgeslagen, wat zijn de standaard operaties (en wat doen ze)? Leg uit hoe een binaire zoekboom gebruikt kan worden om de Priority Queue te implementeren.
  - c) Bij een *splay tree* worden sleutels nadat ze gevonden zijn 'omhoog geroteerd'. Beschrijf de benodigde operaties: *zig-zag* en *zig-zig*.
  - d) Teken een lineaire boom van zeven knopen, met alleen rechter kinderen. Pas de splay operaties toe op de laagste sleutel in de boom.
  
2.
  - a) Wat is de definitie van de rood-zwart boom (*red-black tree*) ?
  - b) Gegeven is de volgende rood-zwart boom  $R$ , waarbij de 'rode' knopen een extra cirkel hebben gekregen. Rood-zwart bomen en B-bomen zijn sterk gerelateerd. Geef deze rood-zwart boom  $R$  als B-boom.



- c) De *flag-flip* operatie voor rood-zwart bomen is gerelateerd aan een operatie voor B-bomen. Welke operatie is dit?
- d) Welke boom ontstaat als we achtereenvolgens aan  $R$  de volgende getallen toevoegen: 7, 14, 26. Geef duidelijk de tussenstappen weer.

3. Beschouw een zgn. ‘open’ hashtabel met twee hash-functies  $h$  (adresfunctie) en  $p$  (stapfunctie, *probe function*). Het  $i+1$ -ste bezochte adres  $h(K, i)$  is zoals gewoonlijk  $h(K) - i \cdot p(K)$  (modulo  $M$ ). *Met minteken.*
- Wanneer spreken we van perfect hashen? Geef een voorbeeld van een toepassing.
  - Bij lineair hashen wordt vaak de constante stapgrootte  $p(K) = 1$  gekozen. Geef een reden om eventueel een andere stapgrootte te kiezen.  
Stel dat de tabelgrootte gelijk is aan  $1005 = 3 \cdot 5 \cdot 67$ . Welke consequenties heeft dat voor de te kiezen stapgrootte?
  - Wat zijn primaire en secundaire clustering?
  - Neem nu een lege tabel  $T[0 \dots 10]$ , dus met grootte  $M = 11$ . De twee hash-functies zijn  $h(K) = K \bmod M$  en  $p(K) = (K \bmod 4) + 1$ . Laat zien welke tabel ontstaat door achtereenvolgens de volgende getallen aan  $T$  toe te voegen:  
 $43, 38, 7, 23, 30, 25, 29, 12, 40$ .  
Geef duidelijk de tussenstappen weer.
4. De methode van Knuth-Morris-Pratt wordt gebruikt om een patroon  $P[1..m]$  in een tekst  $T[1..Lengte]$  te zoeken. Daartoe worden *failure-links* opgesteld.
- Geef een efficiënt algoritme dat de *failure-links* voor een patroon bepaalt.
  - Bepaal de *failure-links* voor het patroon  $P = \text{BBABBBAB}$ .
  - We zoeken naar  $P$  in de tekst  $T = \text{BBAA BBAB BABB BBAB BBAB}$  (hier staan de spaties voor de leesbaarheid). Geef nauwkeurig aan hoe het zoeken volgens de KMP-methode gebeurt. Welke letters worden telkens met elkaar vergeleken?
  - Soms constateren we bij het zoeken dat  $P[i]$  niet overeenkomt met de letter uit de tekst en dat de *failure-link* wijst naar de letter  $P[k]$  die gelijk is aan  $P[i]$ . Dit leidt tot een overbodige vergelijking. Geef een eenvoudige manier om de *failure-links* aan te passen zodat deze situatie niet optreedt.  
Pas de eerder gevonden *failure-links* aan zoals hierboven beschreven.