

## 7. Laisk sorteerimine (sort)

1 sek 100 punkti

Õpetaja Laur korraldas oma  $N$  õpilasele informaatikavõistluse ja tahab igaühele anda tema tulemusele vastava auhinna. Auhinnad olid tal õiges järjekorras riiulil, aga Toots oma hullamisega ajas riiuli ümber. Kuna auhinnad on ühesugustes karpides, pani õpetaja need riiulile tagasi juhuslikus järjekorras.

Auhindadel on väikesed kaaluvahed ja õpetaja Lauril kangkaal, millega ta saab kaht karpi omavahel võrreldes teada, kumb neist on mõeldud parema tulemuse saanud õpilasele. Aga iga kaalumine võtab aega ja esimesed  $M$  õpilast on juba õpetajate toa ukse taga järjekorras. . .

Selleks, et vähendada aega, mille õpilased kokku järjekorras kulutavad, tahab õpetaja Laur anda igale õpilasele tema auhinna kätte võimalikult väikese arvu kaalumistega. Kirjuta programm, mis aitab tal seda teha.

**Suhtlus.** See on interaktiivne ülesanne. Programmi käivituses on sisendi esimesel real auhindade arv  $N$  ( $1 \leq N \leq 100$ ) ja järjekorras olevate õpilaste arv  $M$  ( $1 \leq M \leq N$ ). Auhinnad on nummerdatud  $1 \dots N$  nende riiulil paiknemise järjekorras.

Edasi esitab testimissüsteem programmile  $M$  päringut. Programm peab iga esitatud päringu töötleva ja sellele vastama; seejärel esitab testimissüsteem järgmise päringu. Viimasele päringule vastamise järel peab programm töö lõpetama.

Iga päringu kirjeldusena on sisendis täisarv  $K$  ( $1 \leq K \leq M$ ), mis näitab järgmisena oma auhinnale järele tuleva õpilase kohta võistlusel (kohtade jagamisi ei ole).

Päringu töötlemiseks võib programm lasta õpetajal teha mingi arvu kaalumisi. Iga kaalumise kohta peab programm väljastama rea kujul '? A B', kus  $A$  ja  $B$  on kahe auhinnakarbi numbrid ( $1 \leq A \leq N$ ,  $1 \leq B \leq N$ ,  $A \neq B$ ). Selle peale annab testimissüsteem programmi sisendisse eraldi real nende auhindade kaalumise tulemuse: märgi '<', kui auhind  $A$  on mõeldud pingereas eespool olevale õpilasele, ja '>' vastupidisel juhul.

Kui programm on tuvastanud, millises karbis on  $K$ . koha auhind, peab ta väljastama rea kujul '! C', kus  $C$  on selle karbi number ( $1 \leq C \leq N$ ), ja sellega on üks päring töödeldud. Kui päringuid on veel, esitab testimissüsteem järgmisel sisendreal järgmise päringu. Kui programm on kõigile  $M$  päringule vastanud, peab ta töö lõpetama.

**Hindamine.** Selles ülesandes saab programm, mis annab mõnele õpilasele vale auhinna, vastava testi eest 0 punkti. Programm, mis annab kõigile õpilastele õiged auhinnad, saab punkte vastavalt sellele, kui palju õpilased kokku oma auhindu oodates aega kulutavad. Täpsemalt annab iga kaalumise, mille ajal on ootamas  $p$  õpilast, programmile  $p$  miinuspunkti ja programm saab

$$100 \cdot \min(0,1 + 0,9^{100 \cdot P/Q - 99}; 1) \%$$

testi väärtusest, kus  $Q = N \cdot M \cdot \log_2(N \cdot M)/2$  ja  $P$  on programmi kogutud miinuspunktide summa selles testis. Võib eeldada, et kõigis testides on nii auhindade kui ka õpilaste järjekorrad juhuslikud.

Näide.	Sisend	Väljund
	3 2	
	1	? 1 2
	>	? 2 3
	<	! 2
	3	? 1 3
	>	! 1

Selles näites on 3 auhinda ja ukse taga järjekorras 2 õpilast. Oletame, et auhinnad on järjekorras 3, 1, 2, s.t karbis number 1 on 3. koha auhind, karbis number 2 on 1. koha auhind ja karbis number 3 on 2. koha auhind.

Esimesena tuleb sisse 1. koha saavutanud õpilane. Programm laseb õpetajal kaaluda karpe 1 ja 2 ning saab tulemuse, et karbis 2 on parema koha auhind. Seejärel laseb programm õpetajal kaaluda karpe 2 ja 3 ning saab tulemuse, et ka selles paaris on karbis 2 parema koha auhind. Seega on 1. koha auhind karbis 2 ja programm väljastabki selle vastuse.

Teisena tuleb sisse 3. koha saavutanud õpilane. Programm laseb õpetajal kaaluda karpe 1 ja 3 ning saab tulemuse, et selles paaris on parema koha auhind karbis 3. Seega on 3. koha auhind karbis 1 ja programm väljastabki selle vastuse.

Sellega on kõik päringud töödeldud ja programm lõpetab oma töö, olles kogunud  $2 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 5$  miinuspunkti (2 kaalumist, mille ajal ootasid 2 õpilast, ja 1 kaalumine, mille ajal ootas 1 õpilane) ning teenides seega 100 % selle testi väärtusest.

**Märkus.** Et tagada programmi väljastatud andmete kohalejõudmine testimissüsteemi, tuleb iga rea järel väljundpuhver tühjendada:

Programmikeel	Käsk
C	<code>fprintf(stdout, ...);</code> või <code>printf(...);</code> <code>fflush(stdout);</code>
C++	<code>cout &lt;&lt; ... &lt;&lt; endl;</code>
Java	<code>System.out.println(...);</code> <code>System.out.flush();</code>
Python	<code>sys.stdout.write(...)</code> või <code>print(...)</code> <code>sys.stdout.flush()</code>