

## Find the Box

Problem Name	Find the Box
Time Limit	1 second
Memory Limit	1 gigabyte

Maj er að rannsaka vélmennasmíða við háskólann í Lund. Hún hefur lært um dýrmætan fjársjóð í kjallara háskólans. Fjársjóðurinn er í kassa í tómu herbergi sem er djúpt neðanjarðar. Því miður getur Maj ekki bara farið og leitað að kassanum. Það er mjög dimmt í kjallaranum og ef hún færir með ljós þangað myndi það vekja grunsemdir. Eina leiðin fyrir hana til að finna fjársjóðinn er að stjórna lítilli vélrænni ryksugu sem er í kjallaranum.

Kjallarinn er táknaður með  $H \times W$  töflu, þar sem raðirnar eru númeraðar frá 0 til  $H - 1$  (frá toppi til botns) og dálkarnir eru númeraðir frá 0 til  $W - 1$  (frá vinstri til hægri), sem þýðir að reiturinn sem er efstur og lengst til vinstri er  $(0, 0)$  og reiturinn sem er neðstur og lengst til hægri er  $(H - 1, W - 1)$ . Kassinn sem inniheldur fjársjóðinn er á einhverjum óþekktum reit. Vélræna ryksugan byrjar í reitnum efst og lengst til vinstri hverja nótt og getur fært sig innan kjallarans.

Hverja nótt getur Maj gefið vélmenninu runu af skipunum sem segja hvernig það skal hreyfa sig í formi strengs sem samanstendur af táknum " $<$ ", " $>$ ", " $^$ " og " $\vee$ ". Formlega má segja, ef vélmennið stendur á reiti  $(r, c)$  og er frjálst til að hreyfa sig í hvaða átt sem er, að " $<$ " hreyfir vélmennið til vinstri á reit  $(r, c - 1)$ , " $>$ " hreyfir vélmennið til hægri á reit  $(r, c + 1)$ , " $^$ " hreyfir vélmennið upp á reit  $(r - 1, c)$ , og " $\vee$ " hreyfir vélmennið niður á reit  $(r + 1, c)$ .

Veggir kjallarans eru fastir, þannig ef vélmennið reynir að hreyfa sig út fyrir töfluna, þá gerist ekkert. Kassinn er einnig fastur og er ekki hægt að ýta honum. Í lok næturinnar gefur vélmennið upp staðsetningu sína og fer svo aftur á reitinn í horninu efst og lengst til vinstri.

Engan tíma má missa og vill Maj því finna kassann í eins fáum nóttum og mögulegt er.

## Gagnvirkni

Þetta er gagnvirkt verkefni.

- Forritið þitt skal byrja á að lesa inn línu með tveimur heiltölum  $H$  og  $W$ : hæðina og breiddina á töflunni.

- Svo skal forritið þitt eiga samskipti við yfirferðaforrit. Í hverri umferð af samskiptum skaltu skrifa út "?" og þar á eftir streng sem er ekki tómur sem samanstendur af táknum "<", ">", "^", "v". Lengd strengins má í mesta lagi vera 20 000. Því næst skal forritið þitt lesa inn tvær heiltölur  $r, c$  ( $0 \leq r \leq H - 1$ ,  $0 \leq c \leq W - 1$ ), staðsetningu vélmennisins eftir að hafa fylgt skipununum. Athugaðu að vélmennið fer alltaf aftur til (0, 0) eftir hverja fyrirspurn.
- Þegar þú veist staðsetningu kassans skaltu skrifa út "!" og þar á eftir tvær heiltölur  $r_b, c_b$ , röð og dálk reitsins sem inniheldur kassann ( $0 \leq r_b \leq H - 1$ ,  $0 \leq c_b \leq W - 1$ ). Eftir það skal forritið þitt hætta keyrslu án þess að framkvæma fleiri fyrirspurnir. Þetta úttak í lokin telst ekki með sem fyrirspurn þegar stig eru ákvörðuð.

Vertu viss um að sturta úttakinu í staðlað úttak eftir að hafa framkvæmt fyrirspurn, annars gæti forritið þitt fengið niðurstöðuna Time Limit Exceeded frá dómara. Í Python sturtar `print()` sjálfkrafa. Í C++ sturtar `cout << endl;` sjálfkrafa og skrifar út nýja línu; ef þú notar `printf` skaltu nota `fflush(stdout)` til að sturta úttaki.

Yfirferðarforritið mun ekki aðlaga sig að lausninni þinni, sem þýðir að staðsetning kassans er ákvörðuð áður en samskiptin hefjast.

## Skorður og Stigagjöf

- $1 \leq H, W \leq 50$ .
- Kassinn mun aldrei vera staðsettur á reit (0, 0). Það þýðir að  $H + W \geq 3$ .
- Hver fyrirspurn má samanstanda af mesta lagi 20 000 skipunum.
- Þú mátt framkvæma í mesta lagi 2 500 fyrirspurnir.

Lausnin þín verður prófuð á einhverjum fjölda prufutilvika. Ef lausnin þín klúðrar einhverju prufutilviki (t.d. með því að giska á ranga staðsetningu kassans (WA), hrynja (RTE), fara yfir tímatakmörkin (TLE), o.s.frv.) færðu 0 stig og viðeigandi niðurstöðu frá dómara.

Ef forritið þitt finnur réttu staðsetningu kassans í *hverju einasta* prufutilviki færðu niðurstöðuna AC og stig sem eru reiknuð á eftirfarandi máta:

$$\text{score} = \min \left( \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{Q}}, 100 \right) \text{ points,}$$

þar sem  $Q$  er hæsti fjöldi fyrirspurna sem þú notaðir í prufutilviki. Að skrifa lokasvarið telst ekki sem fyrirspurn. Stigin verða námunduð að næstu heiltölu.

Tli að fá 100 stig þarftu að leysa sérhvert prufutilvik með mesta lagi  $Q = 2$  fyrirspurnum. Taflan hér að neðan sýnir nokkur gildi af  $Q$  og samsvarandi stig.

$Q$	2	3	4	5	...	20	...	50	...	2500
Stig	100	82	71	63	...	32	...	20	...	3

# Prufutól

Til að bjóða þér upp á að prófa forritið þitt veitum við þér einfalt tól sem þú getið niðurhalað. Sjáðu viðhengi ("attachments") neðst á Kattis síðunni. Notkun á tólinu er valkvæm og þú mátt breyta því. Athugaðu að alvöru yfirferðarforritið á Kattis er frábrugðið prufutólinu.

Dæmi um notkun (með  $H = 4$ ,  $W = 5$ , og faldi kassinn er á staðsetningu  $r = 2$ ,  $c = 3$ ):

Fyrir Python forrit, segjum að það heiti `solution.py` (sem þú keyrir venjulega með `pypy3 solution.py`):

```
python3 testing_tool.py pypy3 solution.py <<<"4 5 2 3"
```

Fyrir C++ forrit skaltu fyrst þýða forritið (t.d. með `g++ -std=gnu++17 solution.cpp -o solution.out`)

```
python3 testing_tool.py ./solution.out <<<"4 5 2 3"
```

## Sýnidæmi

Skoðum sýnidæmið. Taflan hefur hæð  $H = 4$  og breidd  $W = 5$  og kassinn er á staðsetningunni  $(r, c) = (2, 3)$ . Myndin að neðan sýnir leiðina sem vélmennið fer þegar það fylgir skipununum á fyrstu fyrirspurninni "`? vv>>>>><^^^^>`", sem verður til þess að vélmennið endar á staðsetningunni  $(r, c) = (0, 2)$ . Áður en önnur fyrirspurnin á sér stað fer vélmennið aftur á hornið efst og lengst til vinstri  $(0, 0)$ . Næst framkvæmir lausnin aðra fyrirspurn "`? >>>>>>vvvvvvvvvv`" sem verður til þess að vélmennið endar í horninu neðst og lengst til hægri  $(r, c) = (3, 4)$ . Núna ákveður lausnin að giska á svarið með því að skrifa "`! 2 3`", sem er rétta staðsetning kassans.

