



# Gevangenisopdracht

Er is een gevangenis met 500 gevangenen. Op een dag besluit de bewaarder ze een kans te geven om vrij te komen. Hij plaatst twee zakken met geld, zak A en zak B, in een kamer. Elke zak bevat tussen de 1 en  $N$  munten, inclusief. Het aantal munten in zak A is **anders** dan het aantal munten in zak B. De bewaarder geeft de gevangenen een opdracht. Het doel van de gevangenen is om de zak aan te wijzen met minder munten.

De kamer bevat, naast de geldzakken, ook een whiteboard. Er moet altijd één getal op het whiteboard staan. Aanvankelijk is het getal op het whiteboard 0.

Vervolgens vraagt de bewaarder de gevangenen één voor één de kamer in te komen. De gevangenen die de kamer in komt weet niet welke of hoeveel andere gevangenen voor hem de kamer in zijn geweest. Elke keer dat een gevangene de kamer in komt, leest hij het getal dat op het whiteboard staat. Nadat hij het getal leest kiest hij zak A of zak B. De gevangene **inspecteert** de gekozen zak en krijgt dus te weten hoeveel munten er in zitten. Dan moet hij een van de volgende twee **acties** uitvoeren:

- Overschrijf het getal op het whiteboard met een niet-negatieve integer en verlaat de kamer. Merk op dat hij het huidige getal kan vervangen of behouden. De opdracht gaat daarna door (behalve als alle 500 gevangenen al in de kamer zijn geweest).
- Wijs één van de zakken aan als de zak met minder munten. Dit beëindigt de opdracht direct.

De bewaarder zal een gevangene die de kamer heeft verlaten niet vragen om de kamer nog een keer binnen te komen.

De gevangenen winnen de opdracht als een van hen de juiste zak aanwijst als de zak met minder munten. Ze verliezen als een van hen de verkeerde zak kiest, of als ze alle 500 de kamer binnen zijn geweest en niet hebben geprobeerd de zak met minder munten aan te wijzen.

Voordat de opdracht begint komen alle gevangenen samen en bepalen ze een gedeelde **strategie** voor de opdracht in drie stappen.

- Ze kiezen een niet-negatieve integer  $x$ , het grootste getal dat ze mogen schrijven op het whiteboard.
- Ze bepalen, voor elk getal  $i$  op het whiteboard ( $0 \leq i \leq x$ ), welke zak geïnspecteerd moet worden door een gevangene die getal  $i$  op het whiteboard leest als hij de kamer binnenkomt.

- Ze bepalen welke actie een gevangene moet nemen nadat hij het aantal munten in een zak te weten krijgt. Om precies te zijn, voor elk getal  $i$  dat op het whiteboard staat ( $0 \leq i \leq x$ ) en elk aantal munten  $j$  die in de geïnspecteerde zak gezien wordt ( $1 \leq j \leq N$ ) besluiten ze
  - welk getal tussen 0 en  $x$  (inclusief) op het whiteboard geschreven moet worden, of
  - welke zak aangewezen moet worden als de zak met minder munten.

Als de gevangenen winnen laat de bewaarder ze vrij nadat ze nog  $x$  dagen gevangen zitten.

Jouw taak is om een strategie te bedenken voor de gevangenen die er voor zorgt dat ze de opdracht winnen (onafhankelijk van het aantal munten in zak A en zak B).

De score van jouw oplossing hangt af van de waarde van  $x$  (zie Subtaken voor details).

## Implementatiedetails

Je moet de volgende functie implementeren:

```
int[][] devise_strategy(int N)
```

- $N$ : het maximum aantal munten in elke zak.
- De functie moet een array  $s$  van arrays van  $N + 1$  integers teruggeven, die jouw strategie voorstelt. De waarde van  $x$  is de lengte van array  $s$  min één. Voor elke  $i$  met  $0 \leq i \leq x$  vertegenwoordigt array  $s[i]$  wat een gevangene moet doen als hij getal  $i$  op het whiteboard leest als hij de ruimte binnenkomt:
  1. De waarde van  $s[i][0]$  is 0 als de gevangene zak A moet inspecteren of 1 als hij zak B moet inspecteren.
  2. Zij  $j$  het aantal munten in de gekozen zak. De gevangene moet vervolgens de volgende actie uitvoeren:
    - Als de waarde van  $s[i][j] - 1$  is moet de gevangene zak A aanwijzen als die met minder munten.
    - Als de waarde van  $s[i][j] - 2$  is moet de gevangene zak B aanwijzen als die met minder munten.
    - Als de waarde van  $s[i][j]$  een niet-negatief getal is moet de gevangene dat getal op het whiteboard schrijven. Merk op dat  $s[i][j]$  ten hoogste  $x$  moet zijn.
- Deze functie wordt precies één keer aangeroepen.

## Voorbeeld

Beschouw de volgende aanroep:

```
devise_strategy(3)
```

Laat  $v$  het getal zijn dat de gevangene van het whiteboard leest als hij de kamer binnenkomt. Een van de correcte strategieën is als volgt:

- Als  $v = 0$  (inclusief het aanvankelijke getal), inspecteer zak A.
  - Als het 1 munt bevat, wijs dan zak A aan als die met minder munten
  - Als het 3 munten bevat, wijs dan zak B aan als die met minder munten.
  - Als 2 munten bevat, schrijf dan 1 op het whiteboard (0 wordt overschreven).
- Als  $v = 1$ , inspecteer zak B.
  - Als het 1 munt bevat, wijs dan zak B aan als die met minder munten
  - Als het 3 munten bevat, wijs dan zak A aan als die met minder munten.
  - Als 2 munten bevat, schrijf dan 0 op het whiteboard (1 wordt overschreven). Merk op dat dit geval nooit voor kan komen omdat beide zakken dan 2 munten zouden bevatten, wat niet is toegestaan.

Om deze strategie aan te geven moet de functie  $[[0, -1, 1, -2], [1, -2, 0, -1]]$  teruggeven. De lengte van de teruggegeven array is 2, dus voor deze waarde is  $x^2 - 1 = 1$ .

## Randvoorwaarden

- $2 \leq N \leq 5000$

## Subtaken

1. (5 punten)  $N \leq 500$ , de waarde van  $x$  mag niet meer zijn dan 500.
2. (5 punten)  $N \leq 500$ , de waarde van  $x$  mag niet meer zijn dan 70.
3. (90 punten) De waarde van  $x$  mag niet meer zijn dan 60.

Als in een testgeval de array teruggeven door `devise_strategy` niet een correcte strategie is, dan is de score van jouw oplossing voor die subtaak 0.

In subtaak 3 kan je een deelscore krijgen. Zij  $m$  de maximale waarde van  $x$  voor de teruggegeven arrays voor all testgevallen in deze subtaak. Jouw score voor deze subtaak wordt berekend volgens de volgende tabel:

Staat	Punten
$40 \leq m \leq 60$	20
$26 \leq m \leq 39$	$25 + 1.5 \times (40 - m)$
$m = 25$	50
$m = 24$	55
$m = 23$	62
$m = 22$	70
$m = 21$	80
$m \leq 20$	90

# Voorbeeldgrader

De voorbeeldgrader leest de input in het volgende formaat:

- regel 1:  $N$
- regel  $2 + k$  ( $0 \leq k$ ):  $A[k] B[k]$
- laatste regel:  $-1$

Elke regel behalve de eerst en de laatste geven een scenario aan. We noemen een scenario beschreven op regel  $2 + k$  scenario  $k$ . In scenario  $k$  bevat zak A  $A[k]$  munten en zak B  $B[k]$  munten.

De voorbeeldgrader roept eerst `devise_strategy(N)` aan. De waarde van  $x$  is de lengte van de array teruggegeven door de aanroep min één. Dan, als de voorbeeldgrader detecteert dat de array teruggegeven door `devise_strategy` niet aan de voorwaarden omschreven in Implementatiedetails voldoet, geeft het een van de volgende foutmeldingen en stopt vervolgens:

- `s is an empty array`:  $s$  is een lege array (wat niet een geldige strategie representeert).
- `s[i] contains incorrect length`: Er is een index  $i$  ( $0 \leq i \leq x$ ) zodat de lengte van  $s[i]$  niet  $N + 1$  is.
- `First element of s[i] is non-binary`: Er is een index  $i$  ( $0 \leq i \leq x$ ) waar  $s[i][0]$  niet 0 en ook niet 1 is.
- `s[i][j] contains incorrect value`: Er zijn indexen  $i, j$  ( $0 \leq i \leq x, 1 \leq j \leq N$ ) waar  $s[i][j]$  niet tussen  $-2$  en  $x$  ligt.

Anders geeft de grader de volgende twee soorten uitvoer:

Eerst geeft de voorbeeldgrader de uitkomst van jouw strategie in het volgende formaat:

- regel  $1 + k$  ( $0 \leq k$ ): uitkomst van jouw strategie voor scenario  $k$ . Als het toepassen van de strategie er tot leidt dat een gevangene zak A aanwijst als die met minder munten dan is de uitvoer het karakter A. Als het toepassen van de strategie er tot leidt dat een gevangene zak B aanwijst als die met minder munten dan is de uitvoer het karakter B. Als het toepassen van de strategie er niet toe leidt dat een gevangene een zak aanwijst met minder munten dan is de uitvoer het karakter X.

Vervolgens schrijft de voorbeeldgrader een bestand `log.txt` in de huidige map in het volgende formaat:

- regel  $1 + k$  ( $0 \leq k$ ):  $w[k][0] w[k][1] \dots$

De reeks op regel  $1 + k$  komt overeen met scenario  $k$  en omschrijft de getallen die op het whiteboard zijn geschreven. Om precies te zijn,  $w[k][l]$  is het getal geschreven door de  $(l + 1)^e$  gevangene die de kamer in kwam.