

가능한 정답이 최소 : 1
최대 : 250

Yes

100 이하 이하

50 이하
No
1-50

이분 탐색

최백준 choi@startlink.io

25

51-74

1-250
250
25

1-99
50

51-99
75

250

100

50

이분 탐색으로 정답 찾기

Binary Search

- 정답을 구할 수 없지만
- X가 가능한지 아닌지 알아내는 것은 가능한 문제들이 있다

300

사육식이 있는 TV (더
크기 (인치)

lg 109
정답을 찾는 문제, 거기 사육식이 있는 TV 크기는 몇 인치?

Yes/No 문제, 거기 사육식이 있는 TV 크기보다 X인치 이하냐?

109

1 2 ... 3 4 ... - - - 20 21

No

65

Yes

이분 탐색으로 정답 찾기

Binary Search

정답

3

정답을 구하는 문제

- A에서 B까지 가는 가장 빠른 시간을 구하는 것
- 가능한지 살펴보는 문제

A에서 B까지 X라는 시간으로 이동할 수 있나?

최적해

Yes/No

$X < M$ (No)
 $X \geq M$ (Yes)

①	No
②	No
③	No
④	No

⑤	Yes
⑥	Yes
⑦	Yes

이분 탐색으로 정답 찾기

Binary Search

- 정답을 구하는 문제는 가능여부를 판별하는 문제로 바꿀 수 있다.
- A에서 B까지 가는 가장 빠른 시간이 M인 경우에
 - M보다 빠른 시간은 모두 불가능
 - M보다 큰 시간은 모두 가능

이분 탐색으로 정답 찾기

Binary Search

- 가능한지 아닌지를 알아보는 문제도 정답을 구하는 문제로 바꿀 수 있다
- A에서 B까지 1라는 시간으로 이동할 수 있나?
- A에서 B까지 2라는 시간으로 이동할 수 있나?
- A에서 B까지 3라는 시간으로 이동할 수 있나?
- A에서 B까지 4라는 시간으로 이동할 수 있나?
- A에서 B까지 5라는 시간으로 이동할 수 있나?
- A에서 B까지 6라는 시간으로 이동할 수 있나?
- A에서 B까지 7라는 시간으로 이동할 수 있나?
- ...

이분 탐색으로 정답 찾기

Binary Search

- 가능한지 아닌지를 알아보는 문제도 정답을 구하는 문제로 바꿀 수 있다
- A에서 B까지 1라는 시간으로 이동할 수 있나? 아니오
- A에서 B까지 2라는 시간으로 이동할 수 있나? 아니오
- A에서 B까지 3라는 시간으로 이동할 수 있나? 아니오
- A에서 B까지 4라는 시간으로 이동할 수 있나? 아니오
- **A에서 B까지 5라는 시간으로 이동할 수 있나? 예**
- A에서 B까지 6라는 시간으로 이동할 수 있나? 예
- A에서 B까지 7라는 시간으로 이동할 수 있나? 예
- A에서 B로 이동하는 가장 빠른 시간은 5이다.

이분 탐색으로 정답 찾기

Binary Search

7

- 어떤 기준 X를 가지고 Yes/No로 나누어지는 것만 정답을 찾을 수 있다.

No | Yes

45 이하 :
65 이하 :
78 이하 :

Yes
No
Yes

Yes | No

이분 탐색으로 정답 찾기

Binary Search

- 이분 탐색을 이용하는 방법이기 때문에 다음을 모두 정해야 한다.

1. 가능한 정답의 최솟값 (left)

2. 가능한 정답의 최댓값 (right)

Yes/No

3. 정답을 하나 결정했을 때, 이것이 문제의 조건에 맞는지 검사하는 방법 (go 함수)

check

4. 조건에 맞는 경우 정답을 더 크게 해야 하는지 작게 해야 하는지 결정

수 이어 쓰기 2

<https://www.acmicpc.net/problem/1790>

- 1부터 N까지 수를 이어서 쓰면 아래와같은 새로운 수를 만들 수 있다. ($1 \leq N \leq 100,000,000$)

1234567891011121314151617...

- 이 때, K번째 수가 무엇인지 찾는 문제 ($1 \leq K \leq 1,000,000,000$)

16

~~10~~

93

$\lg 10^9$

39 =

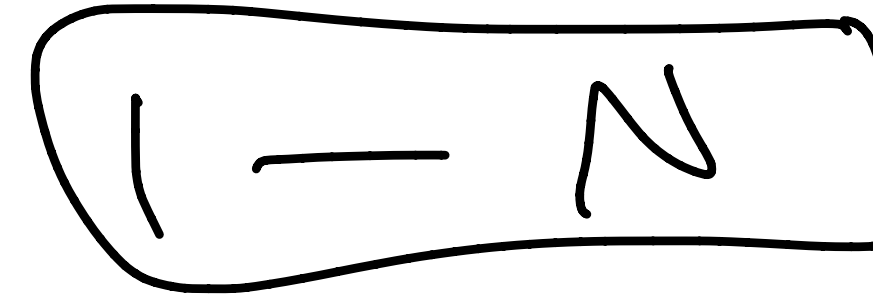
9

103

문자열

수 이어 쓰기 2

<https://www.acmicpc.net/problem/1790>



- 실제로 수를 만드는 것은 시간이 너무 오래 걸려서 불가능하다.

수 이어 쓰기 2

<https://www.acmicpc.net/problem/1790>

11

$$N=120$$

- N번째 수의 길이는 자리수 별로 길이를 계산하는 방식으로 알 수 있다.

- $N = 120$

- $1 \sim 9 \rightarrow (9 - 1 + 1) \times 1$

- $10 \sim 99 \rightarrow (99 - 10 + 1) \times 2$

- $100 \sim 120 \rightarrow (120 - 100 + 1) \times 3$


$=$

$$\begin{array}{r} 12 \dots 9 \mid 10 \ 11 \dots 99 \mid 100 \dots 120 \\ \textcircled{1} \qquad \qquad \textcircled{2} \qquad \qquad \textcircled{3} \\ \underline{\qquad} \qquad \qquad 90 \qquad \qquad \underline{21} \end{array}$$

수 이어 쓰기 2

12

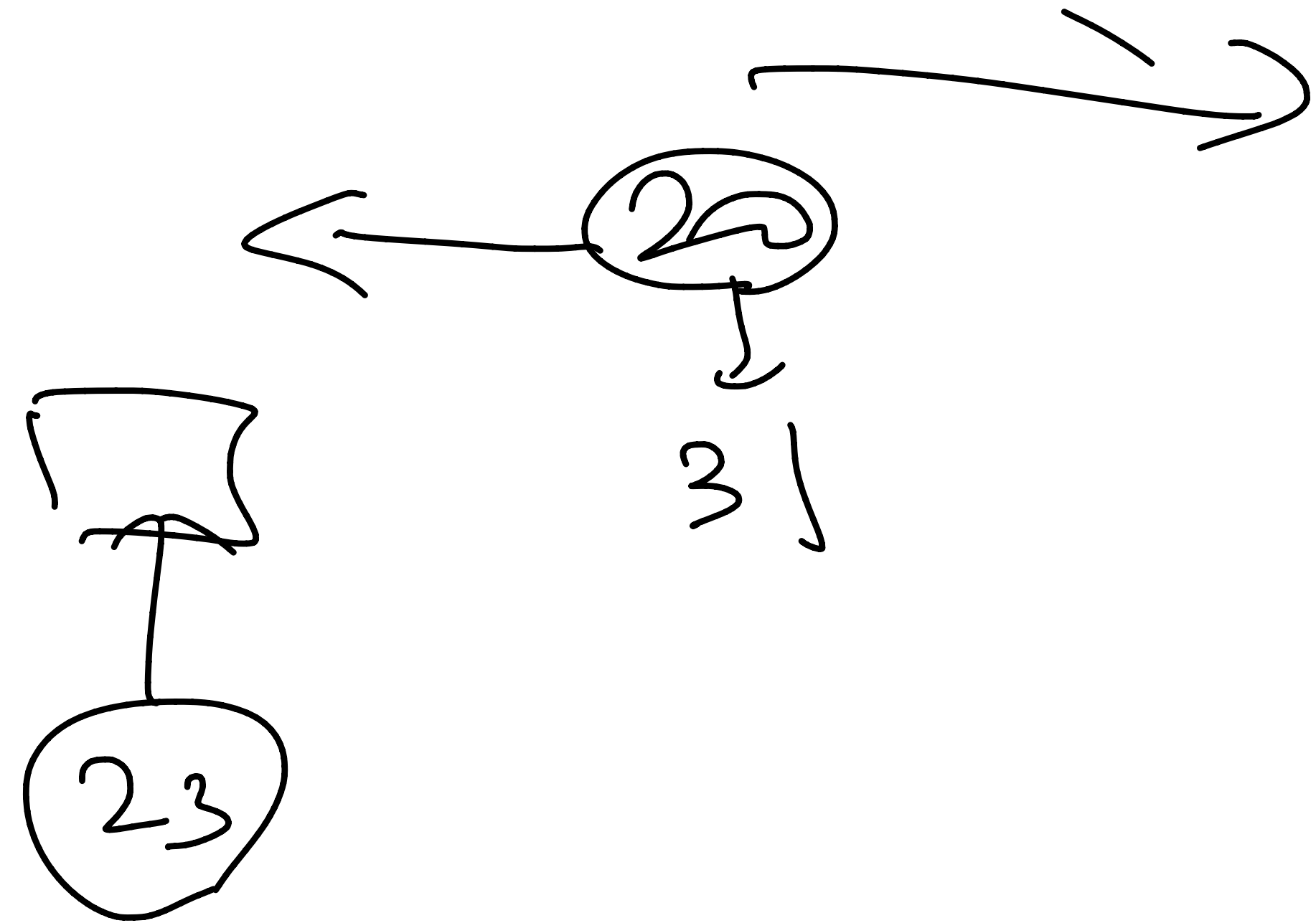
<https://www.acmicpc.net/problem/1790>

- 이 점을 이용해서 이분 탐색으로  N을 결정하고
- 그 때마다 수의 길이를 재보고
- K보다 작거나 같은지 비교해본다.

수 이어 쓰기 2

<https://www.acmicpc.net/problem/1790>

- $N = 20$, $K = 23$ 인 경우
- 1부터 20까지 이어 붙인 수의 길이: 31
- K 가 길이보다 작기 때문에
- N 이 20보다 작아져도 등장한다는 것을 알 수 있다



수 이어 쓰기 2

<https://www.acmicpc.net/problem/1790>

- $N = 20$, $K = 23$ 인 경우
- 현재 가능한 정답의 범위: 1~20
- 1부터 10까지 이어 붙인 수의 길이: 11
- K가 길이보다 크기 때문에
- N 이 10보다 작아지면 절대 K 번째 수가 없다는 것을 알 수 있다
- 하지만, 10보다 커지면 등장할 수도 있다
- 따라서, 오른쪽을 택한다.

10

1-10

1-20
11-20

수 이어 쓰기 2

<https://www.acmicpc.net/problem/1790>

- $N = 20$, $K = 23$ 인 경우
- 현재 가능한 정답의 범위: 11~20
- 1부터 15까지 이어 붙인 수의 길이 21
- K 가 길이보다 크기 때문에
- N 이 15보다 작아지면 절대 K 번째 수가 없다는 것을 알 수 있다
- 하지만, 15보다 커지면 등장할 수도 있다
- 따라서, 오른쪽을 택한다.

16-20

수 이어 쓰기 2

<https://www.acmicpc.net/problem/1790>

- $N = 20$, $K = 23$ 인 경우 18
- 현재 가능한 정답의 범위: 16~20
- 1부터 18까지 이어 붙인 수의 길이: 27
- K 가 길이보다 작기 때문에
- N 이 18보다 커지면 항상 K 번째 수가 등장한다.
- 하지만, K 번째 수가 등장하는 순간 N 은 작아져야 하기 때문에
- 왼쪽을 택한다.

16-17

수 이어 쓰기 2

<https://www.acmicpc.net/problem/1790>

- $N = 20, K = 23$ 인 경우

16

- 현재 가능한 정답의 범위: 16~17

- 1부터 16까지 이어 붙인 수의 길이: 23

- K가 이어 붙인 수의 길이와 같기 때문에, K번째 수는 6이라는 사실을 알 수 있다

16
↑ ↑
22 23

수 이어 쓰기 2

18

<https://www.acmicpc.net/problem/1790>

- left = 1
- right = N

수 이어 쓰기 2

<https://www.acmicpc.net/problem/1790>

- 소스: <http://codeplus.codes/165d76d38e824cd1871b1c6fdbd90109>

랜선 자르기

<https://www.acmicpc.net/problem/1654>

20

- 랜선 K개가 있다
- 랜선을 같은 길이로 잘라서 N개 이상을 만들어야 한다
- 300cm를 140cm로 자르면, 140cm 2개, 남는 20cm는 버린다
- 자른 것을 붙일 수 없다

11개

15개

랜선 자르기

<https://www.acmicpc.net/problem/1654>

미상용

- 예를 들어, 랜선이 4개가 있고, 11개를 만들어야 하는 경우

802, 743, 457, 539 인 경우

- 200으로 자르면 11개를 만들 수 있다

$$802/200 = 4$$

$$743/200 = 3$$

$$457/200 = 2$$

$$539/200 = 2$$

$$4+3+2+2 = 11$$

랜선 자르기

<https://www.acmicpc.net/problem/1654>

- 200으로 자르면 11개를 만들 수 있다는 것은
- 199으로 자르면 11개 이상을
- 198로 자르면 11개 이상을
- ...
- 1로 자르면 11개 이상을
- 만들 수 있다는 것을 의미한다.
- 따라서, 200이하의 값으로는 N개 이상이 나오는지 구해볼 필요가 없다.

랜선 자르기

<https://www.acmicpc.net/problem/1654>

- 만약, 길이 X 로 잘랐을 때, N 개 이상을 만들 수 있으면, X 를 크게 만들어 봐야 한다
- N 개 이상을 만들 수 없다면 X 를 작게 만들어야 한다

랜선 자르기

<https://www.acmicpc.net/problem/1654>

- 예를 들어, 랜선이 4개가 있고, 11개를 만들어야 하는 경우
- 802, 743, 457, 539 인 경우
- 201로 자르는 경우
- $802/201 = 3$
- $743/201 = 3$
- $457/201 = 2$
- $539/201 = 2$
- $3+3+2+2 = 10$

랜선 자르기

<https://www.acmicpc.net/problem/1654>

- 예를 들어, 랜선이 4개가 있고, 11개를 만들어야 하는 경우
- 802, 743, 457, 539 인 경우
- 199로 자르는 경우
- $802/199 = 4$
- $743/199 = 3$
- $457/199 = 2$
- $539/199 = 2$
- $4+3+2+2 = 11$

랜선 자르기

<https://www.acmicpc.net/problem/1654>

- 예를 들어, 랜선이 4개가 있고, 11개를 만들어야 하는 경우
- 802, 743, 457, 539 인 경우
- 100으로 자르는 경우
- $802/199 = 8$
- $743/199 = 7$
- $457/199 = 4$
- $539/199 = 5$
- $8+7+4+5 = 24$

랜선 자르기

정답

27

<https://www.acmicpc.net/problem/1654>

- `left = 1`
 - `right = 랜선 길이의 최댓값`
1. `X`라는 길이로 랜선을 만들어본다.
 2. `N개 이상` 만들 수 있으면, `X`를 크게 바꾼다.
 3. 만들 수 없으면 `X`를 작게 바꾼다.

802
↓
1

랜선 자르기

<https://www.acmicpc.net/problem/1654>

- 소스: <http://codeplus.codes/4afa49d3a24f46b5a5fd91dad69c509f>

나무 자르기

<https://www.acmicpc.net/problem/2805>

- 상근이는 나무 M 미터가 필요하다
- 절단기에 높이 H 를 지정해야 한다
- 높이를 지정하면 톱날이 땅으로부터 H 미터 위로 올라간다
- 한 줄에 연속해있는 나무를 모두 절단해버린다
- 높이가 H 보다 큰 나무는 H 위의 부분이 잘릴 것이고, 낮은 나무는 잘리지 않을 것이다
- 적어도 M 미터의 나무를 집에 가져가기 위해서 절단기에 설정할 수 있는 높이의 최대값

최소값: 0

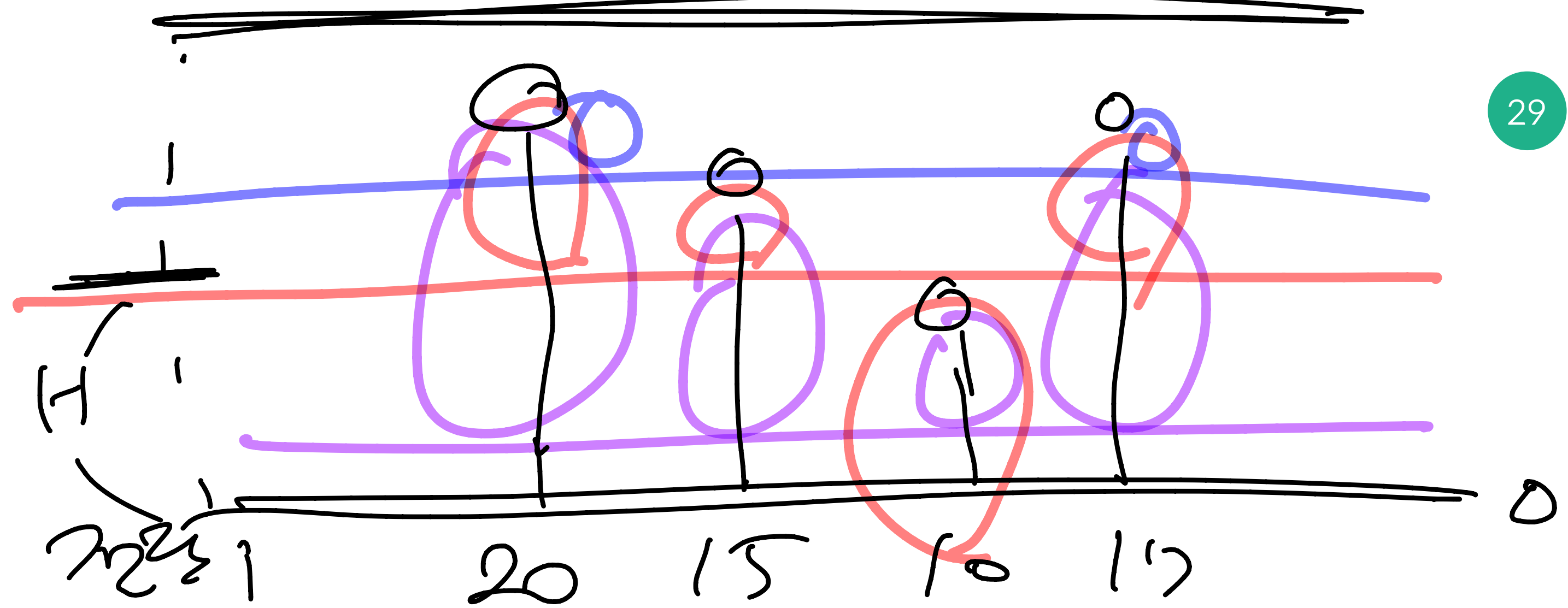
최대값: 가능한 높은 나무의 높이

절단기의 높이

//

나무의 길이

//



나무 자르기

<https://www.acmicpc.net/problem/2805>

- 예를 들어 나무가 20, 15, 10, 17인 경우
- 절단기의 높이를 15로 하면
- 15, 15, 10, 15 가 되어 버리고
- 길이가 5인 나무와 2인 나무를 집에 들고 갈 수 있다

나무 자르기

<https://www.acmicpc.net/problem/2805>

- $left = 0$
 - $right$ = 나무 높이의 최댓값
1. X 라는 높이로 잘라본다. 나온 길이의 합 = C
 2. C 가 M 보다 크거나 같으면 X 를 작게
 3. 아니면 X 를 크게

나무 자르기

32

<https://www.acmicpc.net/problem/2805>

- 소스: <http://codeplus.codes/c7bac0b5830f414abba5149324479cad>

최소값이 최댓가
최댓값이 최소

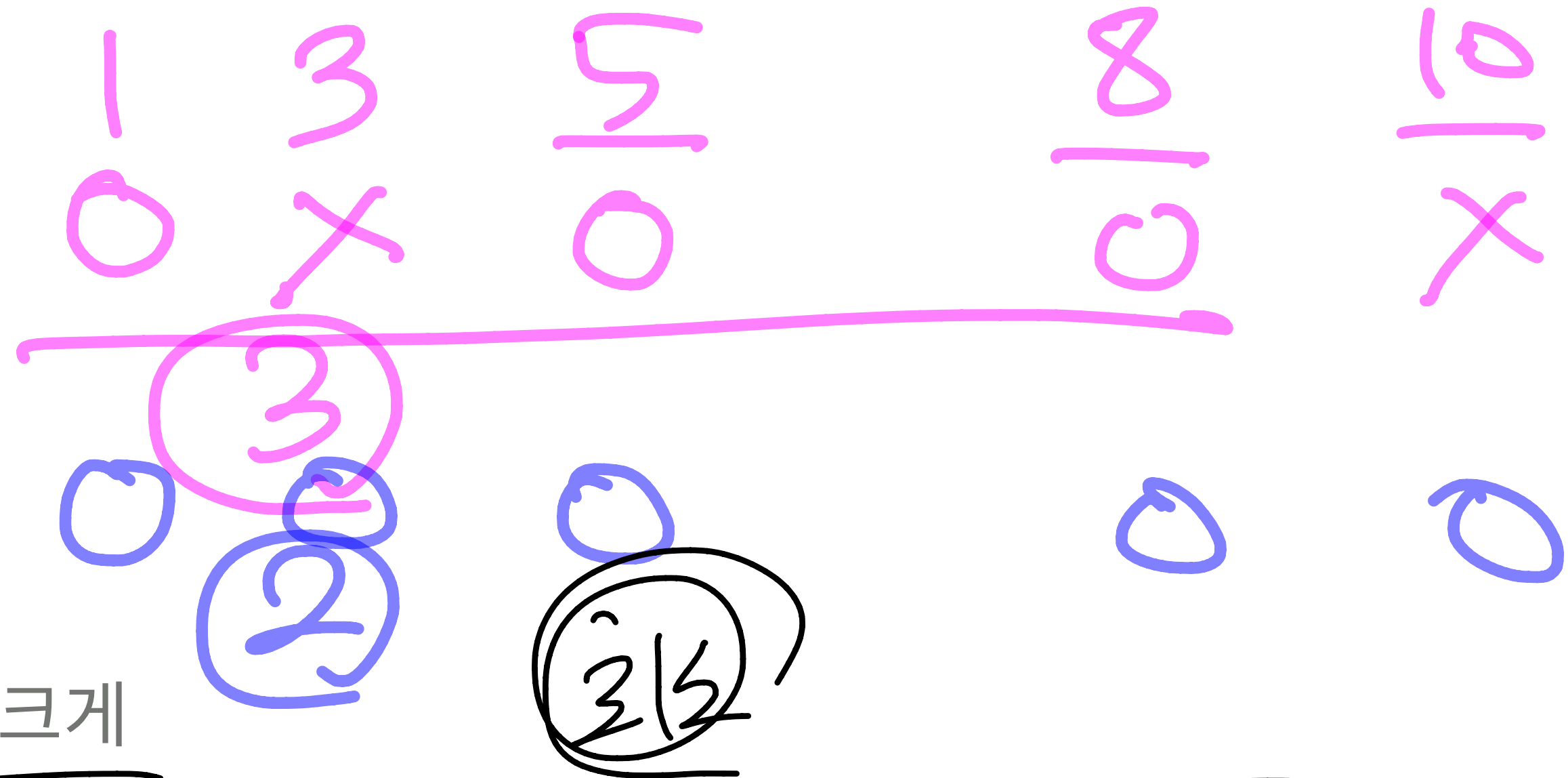
공유기 설치

<https://www.acmicpc.net/problem/2110>

33

- 집 N 개, 위치 x_1, \dots, x_N
- 공유기 C 개를 설치
- 가장 인접한 두 공유기 사이의 거리를 가능한 크게
- C 개의 공유기를 N 개의 집에 적당히 설치해서, 가장 인접한 두 공유기 사이의 거리를 최대
- $2 \leq C \leq N \leq 200,000, 1 \leq x_i \leq 1,000,000,000$

결과



공유기 설치

<https://www.acmicpc.net/problem/2110>

- 집 N 개, 위치 = x_1, \dots, x_N
- 공유기 C 개를 설치
- 가장 인접한 두 공유기 사이의 거리를 가능한 크게
- C 개의 공유기를 N 개의 집에 적당히 설치해서, **가장 인접한 두 공유기 사이의 거리를 최대**
- $2 \leq C \leq N \leq 200,000, 1 \leq x_i \leq 1,000,000,000$

공유기 설치

<https://www.acmicpc.net/problem/2110>

- 가장 인접한 두 공유기 사이의 거리를 k 로 결정
- 이 때, 공유기를 설치했을 때, C 개 이상 설치할 수 있으면 가능하다.
- 가능한 경우면 k 를 크게
- 불가능하면 작게한다.

공유기 설치

<https://www.acmicpc.net/problem/2110>

- 가장 인접한 두 공유기 사이의 거리를 k 로 결정했을 때, 공유기를 D 개 설치할 수 있고 $C \leq D$ 라면
- 공유기를 C 개 설치할 수 있는 것과 같다.
- 가장 인접한 두 공유기 사이의 거리가 k 가 되게 유지하면서 $D-C$ 개를 제거하면 되기 때문이다.
- 제거한 후에 가장 인접한 두 공유기 사이의 거리가 k 가 아닐 수도 있지만, 사실 이는 별 문제가 되지 않는다.
- 제거하는 모든 방법이 변한 경우라면 정답보다 큰 값이라는 것을 의미하기 때문이다.

공유기 설치

<https://www.acmicpc.net/problem/2110>

- 소스: <http://codeplus.codes/ccb587d5197a498daeafcf68fd0a13d3>

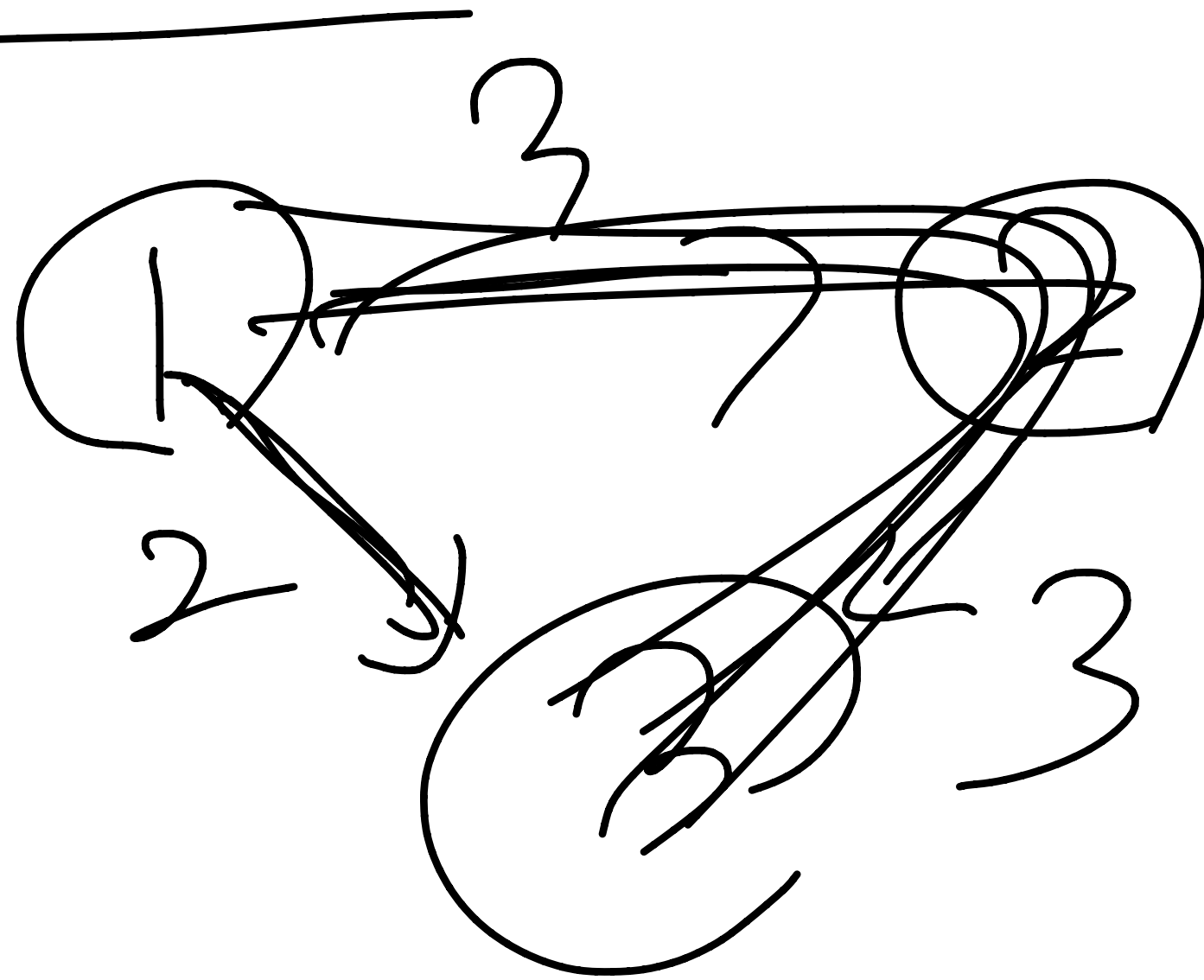
중량제한

<https://www.acmicpc.net/problem/1939>

38



- N개의 섬과 M개의 다리로 이루어진 나라가 있다.
- 각 다리에는 중량제한이 있고, 중량제한을 초과하면 다리가 무너지게 된다
- 한 번의 이동에서 옮길 수 있는 물품들의 중량의 최대값을 구하는 문제



1 → 3
정답: 3
4

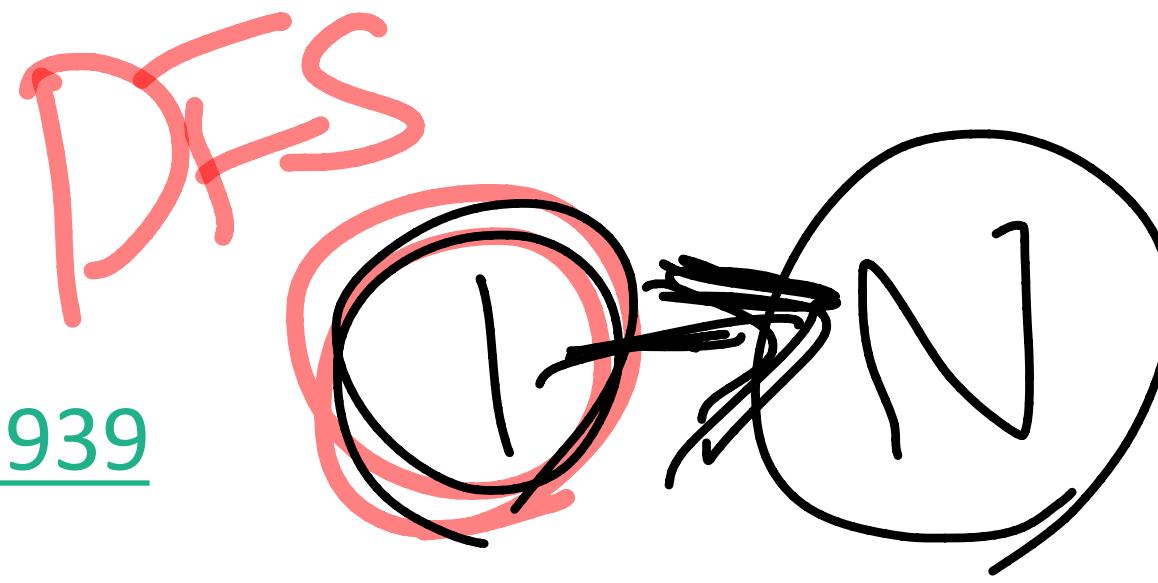
중량제한

<https://www.acmicpc.net/problem/1939>

- 무엇을 결정해야 할까?

중량제한

<https://www.acmicpc.net/problem/1939>



- 최대 무게를 결정하고, 그 무게로 갈 수 있는지를 검사해본다
- 검사는 어떤 알고리즘을 이용하면 될까?

DFS/BFS

중량제한

<https://www.acmicpc.net/problem/1939>

- 최대 무게를 결정하고, 그 무게로 갈 수 있는지를 검사해본다
- 검사는 어떤 알고리즘을 이용하면 될까? DFS나 BFS를 이용하면 된다.

중량제한

42

<https://www.acmicpc.net/problem/1939>

- 소스: <http://codeplus.codes/0befebde85444facab51a9eba0e8693c>

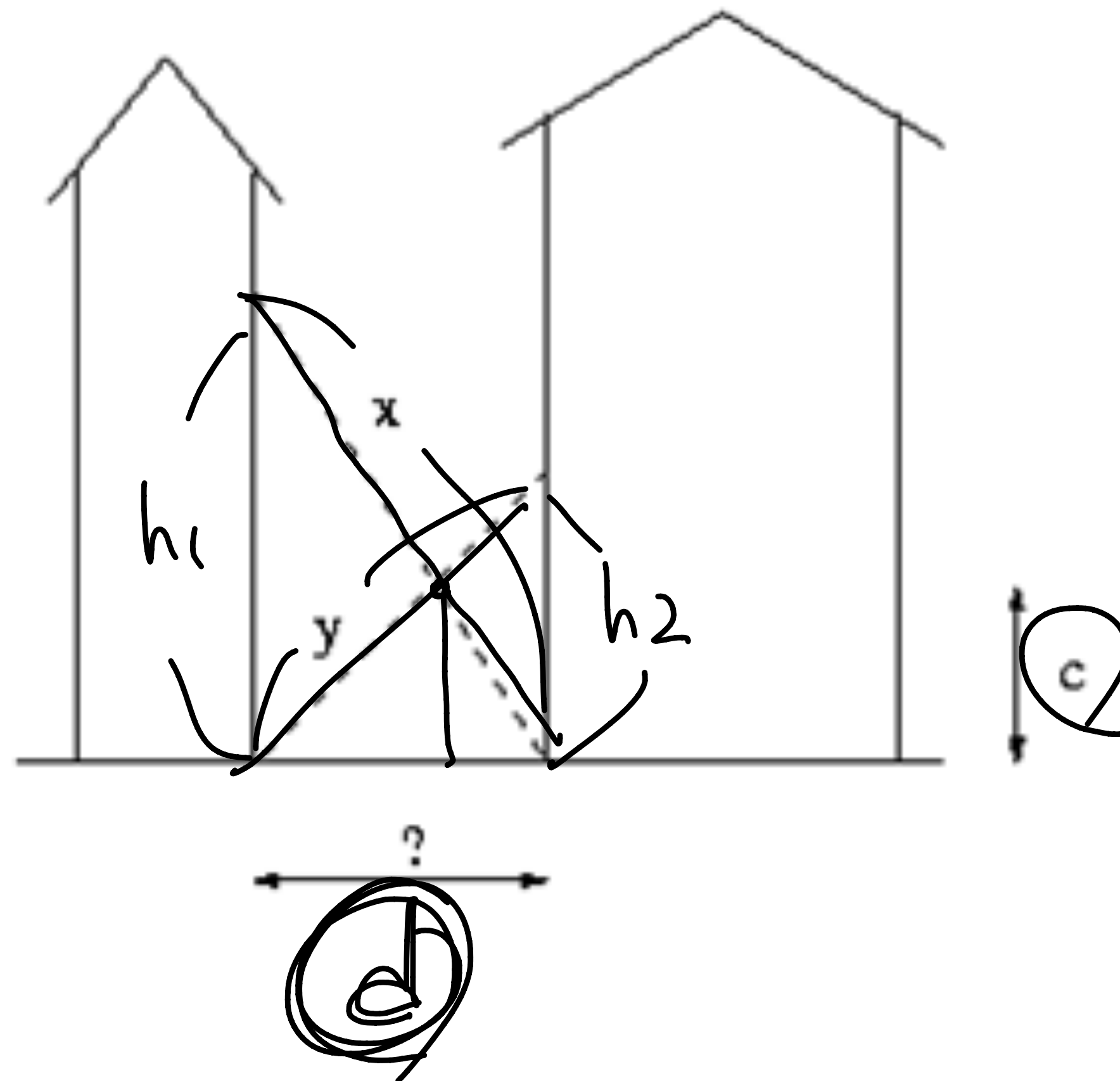
사다리

<https://www.acmicpc.net/problem/2022>

정답: ~~정답~~ 실패

43

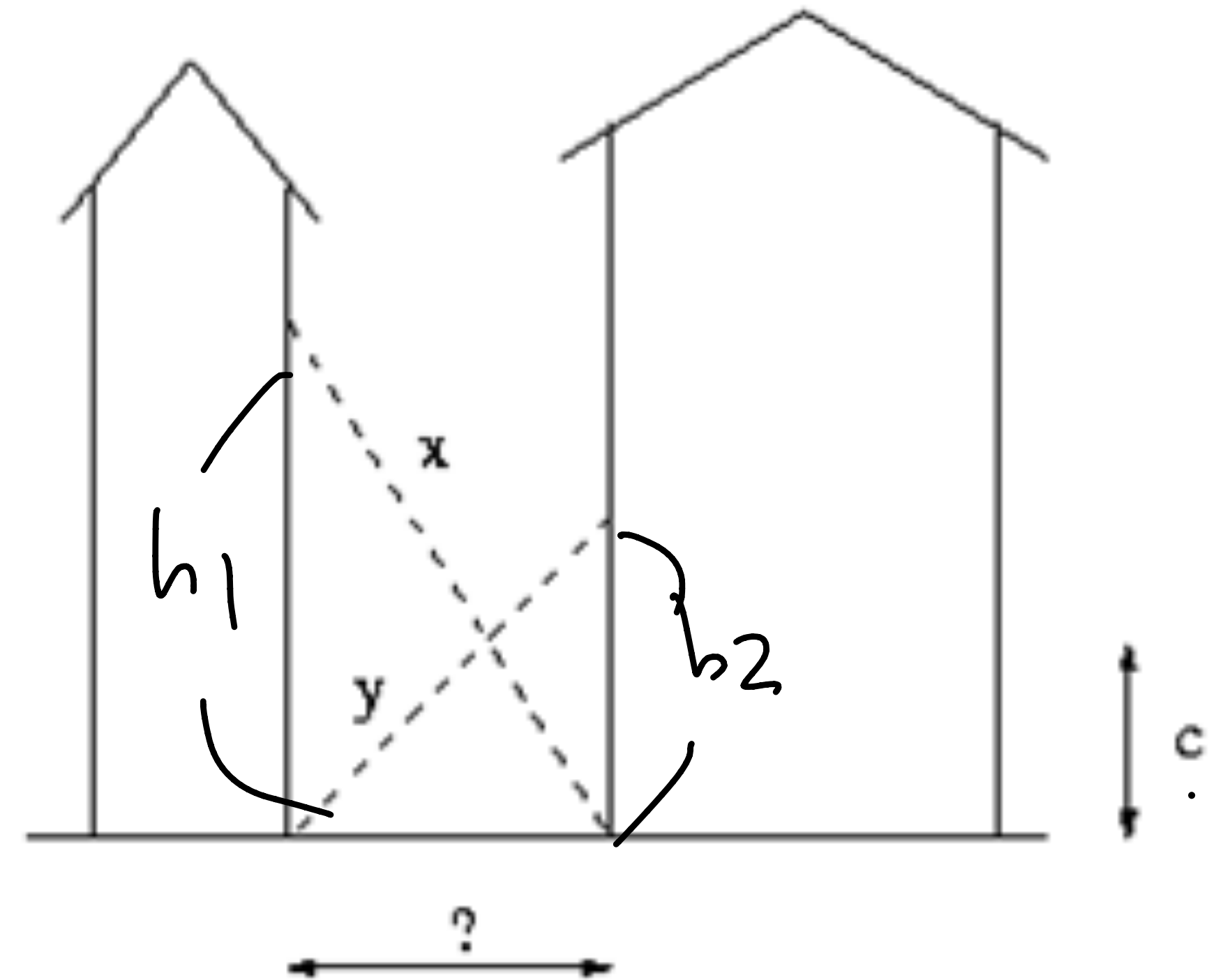
- x, y, c 가 주어졌을 때, 두 빌딩 사이의 떨어진 거리를 구하는 문제



사다리

<https://www.acmicpc.net/problem/2022>

- $h1 = \sqrt{x^2 - d^2}$
- $h2 = \sqrt{y^2 - d^2}$



사다리

<https://www.acmicpc.net/problem/2022>

45

- 삼각형의 닮음을 이용하면

- $h_2/d = c/d_1$

- $h_1/d = c/d_2$

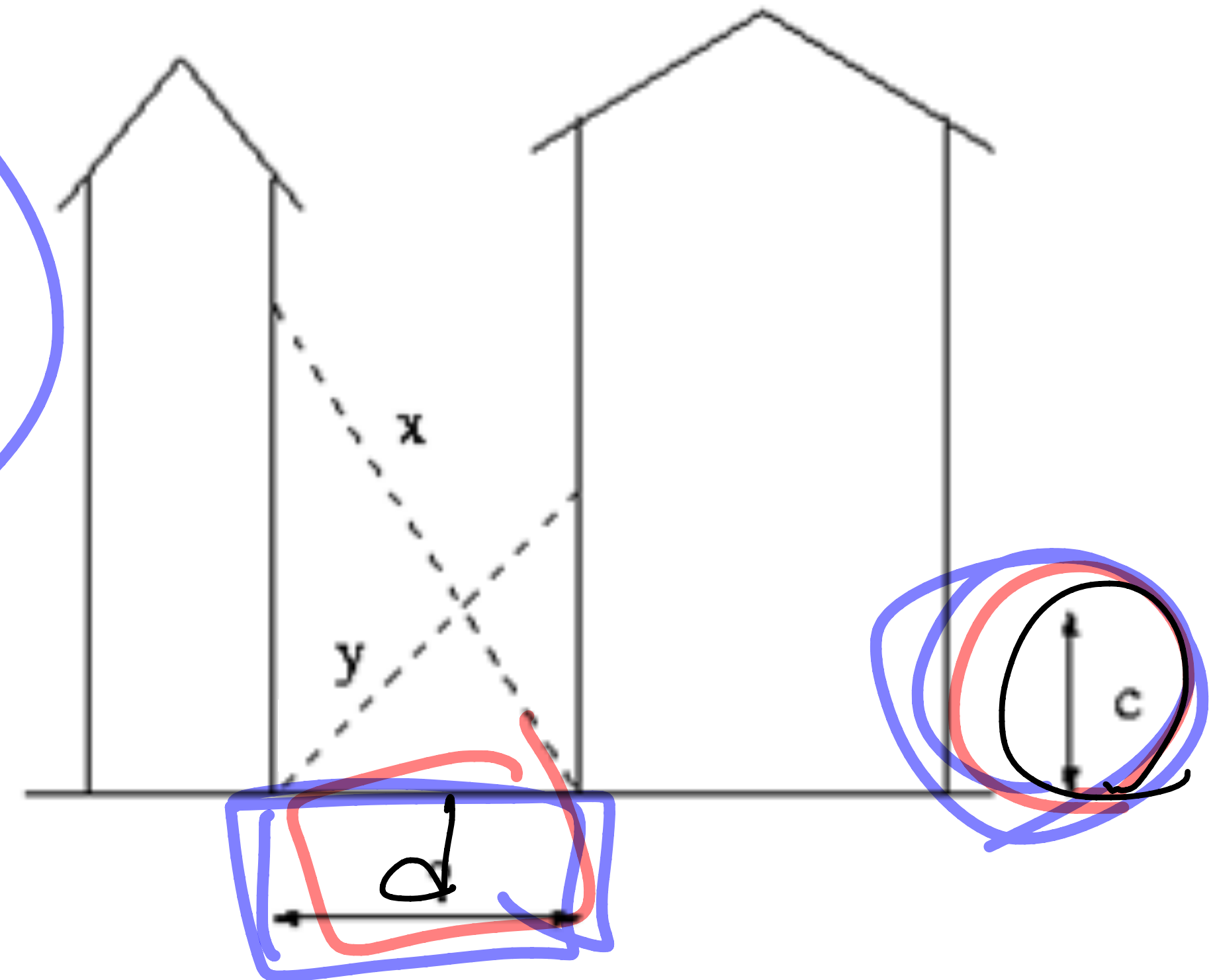
- $d = d_1 + d_2$

- $1/h_1 + 1/h_2 = 1/c$

- $c = h_1 \times h_2 / (h_1 + h_2)$

$$c = \frac{h_1 \cdot h_2}{h_1 + h_2}$$

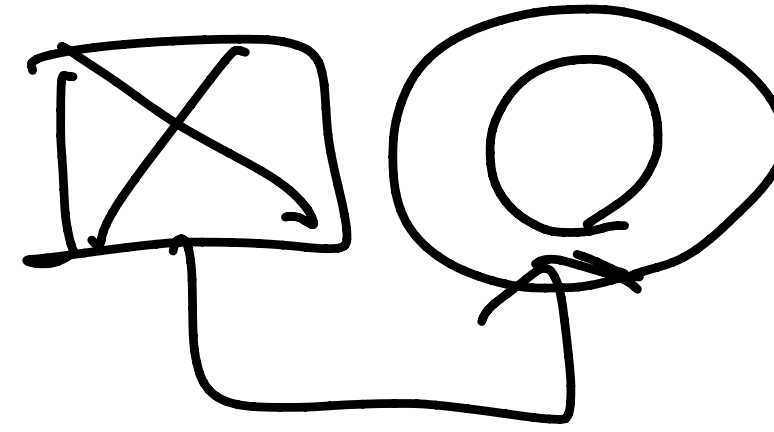
$$\begin{array}{c} d \uparrow : c \downarrow \\ d \downarrow : c \uparrow \end{array}$$



사다리

<https://www.acmicpc.net/problem/2022>

46



- 실수에서 이분 탐색을 수행하는 것이기 때문에, 변경해야 하는 부분이 있다.

- **while** ($\text{left} \leq \text{right}$) 와 같은 표현의 사용이 불가능하다

- $\text{left} = \text{mid} + 1$ 불가능 (mid 와 $\text{mid} + 1$ 사이에 정답이 있을 수 있기 때문)
- $\text{right} = \text{mid} - 1$ 불가능 ($\text{mid} - 1$ 와 mid 사이에 정답이 있을 수 있기 때문)

사다리

<https://www.acmicpc.net/problem/2022>

- 실수에서 이분 탐색을 수행하는 것이기 때문에, 달라져야 하는 부분이 있다.

- `while (left <= right)` 와 같은 표현의 사용이 불가능하다

- `left = mid + 1` => `left = mid`

- `right = mid - 1` => `right = mid`

사다리

<https://www.acmicpc.net/problem/2022>

$$(r-l) \rightarrow \frac{1}{2} \quad \frac{1}{4}$$

\log 정답의 범위

48

- `while (left <= right)` 와 같은 표현의 사용이 불가능하다

1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/128, 1/256, 1/512, 1/1024, 1/2048, 1/4096, 1/8192, 1/16384, 1/32768, 1/65536, 1/131072, 1/262144, 1/524288, 1/1048576, 1/2097152, 1/4194304, 1/8388608, 1/16777216, 1/33554432, 1/67108864, 1/134217728, 1/268435456, 1/536870912, 1/1073741824, 1/2147483648, 1/4294967296, 1/8589934592, 1/17179869184, 1/34359738368, 1/68719476736, 1/137438953472, 1/274877906944, 1/549755813888, 1/1099511627776, 1/2199023255552, 1/4398046511104, 1/8796093022208, 1/17592186044416, 1/35184372088832, 1/70368744177664, 1/140737488355328, 1/281474976710656, 1/562949953421312, 1/1125899906842624, 1/2251799813685248, 1/4503599627370496, 1/9007199254740992, 1/18014398509481984, 1/36028797018963968, 1/72057594037927936, 1/144115188075855872, 1/288230376151711744, 1/576460752303423488, 1/1152921504606846976, 1/2305843009213693952, 1/4611686018427387904, 1/9223372036854775808, 1/18446744073709551616, 1/36893488147419103232, 1/73786976294838206464, 1/147573952589676412928, 1/295147905179352825856, 1/590295810358705651712, 1/1180591620717411303424, 1/2361183241434822606848, 1/4722366482869645213696, 1/9444732965739290427392, 1/18889465931478580854784, 1/37778931862957161709568, 1/75557863725914323419136, 1/151115727451828646838272, 1/302231454903657293676544, 1/604462909807314587353088, 1/1208925819614629174706176, 1/2417851639229258349412352, 1/4835703278458516698824704, 1/9671406556917033397649408, 1/19342813113834066795298816, 1/38685626227668133590597632, 1/77371252455336267181195264, 1/154742504910672534362390528, 1/309485009821345068724781056, 1/618970019642690137449562112, 1/1237940039285380274899124224, 1/2475880078570760549798248448, 1/4951760157141521099596496896, 1/9903520314283042199192993792, 1/19807040628566084398385987584, 1/39614081257132168796771975168, 1/79228162514264337593543950336, 1/158456325028528675187087900672, 1/316912650057057350374175801344, 1/633825300114114700748351602688, 1/1267650600228229401496703205376, 1/2535301200456458802993406410752, 1/5070602400912917605986812821504, 1/10141204801825835211973625643008, 1/20282409603651670423947251286016, 1/40564819207303340847894502572032, 1/81129638414606681695789005144064, 1/162259276829213363391578010288128, 1/324518553658426726783156020576256, 1/649037107316853453566312041152512, 1/1298074214633706907132624082305024, 1/2596148429267413814265248164610048, 1/5192296858534827628530496329220096, 1/10384593717069655257060992658440192, 1/20769187434139310514121985316880384, 1/41538374868278621028243970633760768, 1/83076749736557242056487941267521536, 1/166153499473114484112975882535043072, 1/332306998946228968225951765070086144, 1/664613997892457936451903530140172288, 1/1329227995784915872903807060280344576, 1/2658455991569831745807614120560689152, 1/5316911983139663491615228241121378304, 1/10633823966279326983230456482242756608, 1/21267647932558653966460912964485513216, 1/42535295865117307932921825928971026432, 1/85070591730234615865843651857942052864, 1/170141183460469231731687303715884105728, 1/340282366920938463463374607431768211456, 1/680564733841876926926749214863536422912, 1/1361129467683753853853498429727072845824, 1/2722258935367507707706996859454145691648, 1/5444517870735015415413993718908291383296, 1/10889035741470030830827987437816582766592, 1/21778071482940061661655974875633165533184, 1/43556142965880123323311949751266331066368, 1/87112285931760246646623899502532662132736, 1/174224571863520493293247799005065324265472, 1/348449143727040986586495598010130648530944, 1/696898287454081973172991196020261297061888, 1/1393796574908163946345982392040522594123776, 1/2787593149816327892691964784081045188247552, 1/5575186299632655785383929568162090376495104, 1/11150372599265311570767859136324180752990208, 1/22300745198530623141535718272648361505980416, 1/44601490397061246283071436545296723011960832, 1/89202980794122492566142873090593446023921664, 1/178405961588244985132285746181186892047843328, 1/356811923176489970264571492362373784095686656, 1/713623846352979940529142984724747568191373312, 1/1427247692705959881058285969449495136382746624, 1/2854495385411919762116571938898990272765493248, 1/5708990770823839524233143877797980545530986496, 1/11417981541647679048466287755595961091061972992, 1/22835963083295358096932575511191922182123945984, 1/45671926166590716193865151022383844364247891968, 1/91343852333181432387730302044767688728495783936, 1/182687704666362864775460604089535377456991567872, 1/365375409332725729550921208179070754913983135744, 1/730750818665451459101842416358141509827966271488, 1/1461501637330902918203684832716283019655932542976, 1/2923003274661805836407369665432566039311865085952, 1/5846006549323611672814739330865132078623730171904, 1/11692013098647223345629478661730264157247460343808, 1/23384026197294446691258957323460528314494920687616, 1/46768052394588893382517914646921056628989841375232, 1/93536104789177786765035829293842113257979682750464, 1/187072209578355573530071658587684226515959365500928, 1/374144419156711147060143317175368453031918731001856, 1/748288838313422294120286634350736906063837462003712, 1/1496577676626844588240573268701473812127674924007424, 1/2993155353253689176481146537402947624255349848014848, 1/5986310706507378352962293074805895248510699696029696, 1/11972621413014756705924586149611790497021399392059392, 1/23945242826029513411849172299223580994042798784118784, 1/47890485652059026823698344598447161988085597568237568, 1/95780971304118053647396689196894323976171195136475136, 1/191561942608236107294793378393788647952342390272950272, 1/383123885216472214589586756787577295904684780545900544, 1/766247770432944429179173513575154591809369561091801088, 1/1532495540865888858358347027150309183618739122183602176, 1/3064991081731777716716694054300618367237478244367204352, 1/6129982163463555433433388108601236734474956488734408704, 1/12259964326927110866866776217202473468949912977468817408, 1/24519928653854221733733552434404946937899825954937634816, 1/49039857307708443467467104868809893875799651909875269632, 1/98079714615416886934934209737619787751599303819750539264, 1/196159429230833773869868419475239575503198607639501078528, 1/392318858461667547739736838950479151006397215279002157056, 1/784637716923335095479473677900958302012794430558004314112, 1/1569275433846670190958947355801916604025588861116008628224, 1/3138550867693340381917894711603833208051177722232017256448, 1/6277101735386680763835789423207666416102355444464034512896, 1/12554203470773361527671578846415332832204710888928069025792, 1/25108406941546723055343157692830665664409421777856138051584, 1/50216813883093446110686315385661331328818843555712276103168, 1/100433627766186892221372630771322662657637687111424552206336, 1/200867255532373784442745261542645325315275374222849104412672, 1/401734511064747568885490523085290650630550748445698208825344, 1/803469022129495137770981046170581301261101496891396417650688, 1/1606938044258990275541962092341162602522202993782792835301376, 1/3213876088517980551083924184682325205044405987565585670602752, 1/6427752177035961102167848369364650410088811975131171341205504, 1/12855504354071922204335696738729300820177623950262342682411008, 1/25711008708143844408671393477458601640355247900524685364822016, 1/51422017416287688817342786954917203280710495801049370729644032, 1/102844034832575377634685573909834406561420991602098741459288064, 1/205688069665150755269371147819668813122841983204197482918576128, 1/411376139330301510538742295639337626245683966408394965837152256, 1/822752278660603021077484591278675252491367932816789931674304512, 1/1645504557321206042154969182557350504982735865633579863348609024, 1/3291009114642412084309938365114701009965471731267159726697218048, 1/6582018229284824168619876730229402019930943462534319453394436096, 1/13164036458569648337239753460458804039861886925068638906788872192, 1/26328072917139296674479506920917608079723773850137277813577744384, 1/52656145834278593348959013841835216159447547700274555627155488768, 1/105312291668557186697918027683670432318895095400549111254310977536, 1/210624583337114373395836055367340864637790190801098222508621955072, 1/421249166674228746791672110734681729275580381602196445017243910144, 1/842498333348457493583344221469363458551160763204392890034487820288, 1/1684996666796914987166688442938726917102321526408785780068975640576, 1/3369993333593829974333376885877453834204643052817571560137951281152, 1/6739986667187659948666753771754907668409286105635143120275902562304, 1/13479973334375319897333507543509815336818572211270286240551805124608, 1/26959946668750639794667015087019630673637144422540572481103610249216, 1/53919893337501279589334030174039261347274288845081144962207220498432, 1/107839786675002559178668060348078522694548577690162289924414440996864, 1/215679573350005118357336120696157045389097155380324579848828881993728, 1/431359146700010236714672241392314090778194310760649159697657763987456, 1/862718293400020473429344482784628181556388621521298319395315527974912, 1/1725436586800040946858688965569256363112777243042596638790631055949824, 1/3450873173600081893717377931138512726225554486085193277581262111899648, 1/6901746347200163787434755862277025452451108972170386555162524223799296, 1/13803492694400327574869511724554050904902217944340773110325048447598592, 1/27606985388800655149739023449108101809804435888681546220650096895197184, 1/55213970777601310299478046898216203619608871777363092441300193790394368, 1/110427941555202620598956093796432407239217743554726184882600387580788736, 1/220855883110405241197912187592864814478435487109452369765200775161577472, 1/441711766220810482395824375185729628956870974218904739530401550323154944, 1/883423532441620964791648750371459257913741948437809479060803100646309888, 1/1766847064883241929583297500742918515827483896875618958121606201292619776, 1/3533694129766483859166595001485837031654967793751237916243212402585239552, 1/7067388259532967718333190002971674063309935587502475832486424805170479104, 1/14134776519065935436666380005943348126619871175004951664972849610340958208, 1/28269553038131870873332760011886696253239742350009903329945699220681916416, 1/56539106076263741746665520023773392506479484700019806659891398441363832832, 1/113078212552527483493331040047546785012958969400039613319782796882727665664, 1/226156425105054966986662080095093570025917938800079226639565593765455331328, 1/452312850210109933973324160190187140051835877600158453279131187530910662656, 1/904625700420219867946648320380374280103671755200316906558262375061821325312, 1/1809251400840439735893296640760748560207343510400633813116524750123642650624, 1/3618502801680879471786593281521497120414687020801267626233049500247285301248, 1/7237005603361758943573186563042994240829374041602535252466099000494570602496, 1/14474011206723517887146373126085988481658748083205070504932198000989141204992, 1/28948022413447035774292746252171976963317496166410141009864396001978282409984, 1/57896044826894071548585492504343953926634992332820282019728792003956564819968, 1/115792089653788143097170985008687907853269984665640564039457584007913129639936, 1/231584179307576286194341970017375815706539969331281128078915168015826259279872, 1/463168358615152572388683940034751631413079938662562256157830336031652518559744, 1/926336717230305144777367880069503262826159877325124512315660672063305037119488, 1/1852673434460610289554735760139006525652319754650249024631321344126610074238976, 1/3705346868921220579109471520278013051304639509300498049262642688253220148477952, 1/7410693737842441158218943040556026102609279018600996098525285376506440296955904, 1/14821387475684882316437886081112052205218558037201992197050570753012880593911808, 1/29642774951369764632875772162224104410437116074403984394101141506025761187823616, 1/59285549902739529265751544324448208820874232148807968788202283012051522375647232, 1/118571099805479058531503088648896417641748464297615937576404566024103044751294464, 1/237142199610958117063006177297792835283496928595231875152809132048206089502588928, 1/474284399221916234126012354595585670566993857190463750305618264096412179005177856, 1/9485687984438324682520247091

사다리

<https://www.acmicpc.net/problem/2022>

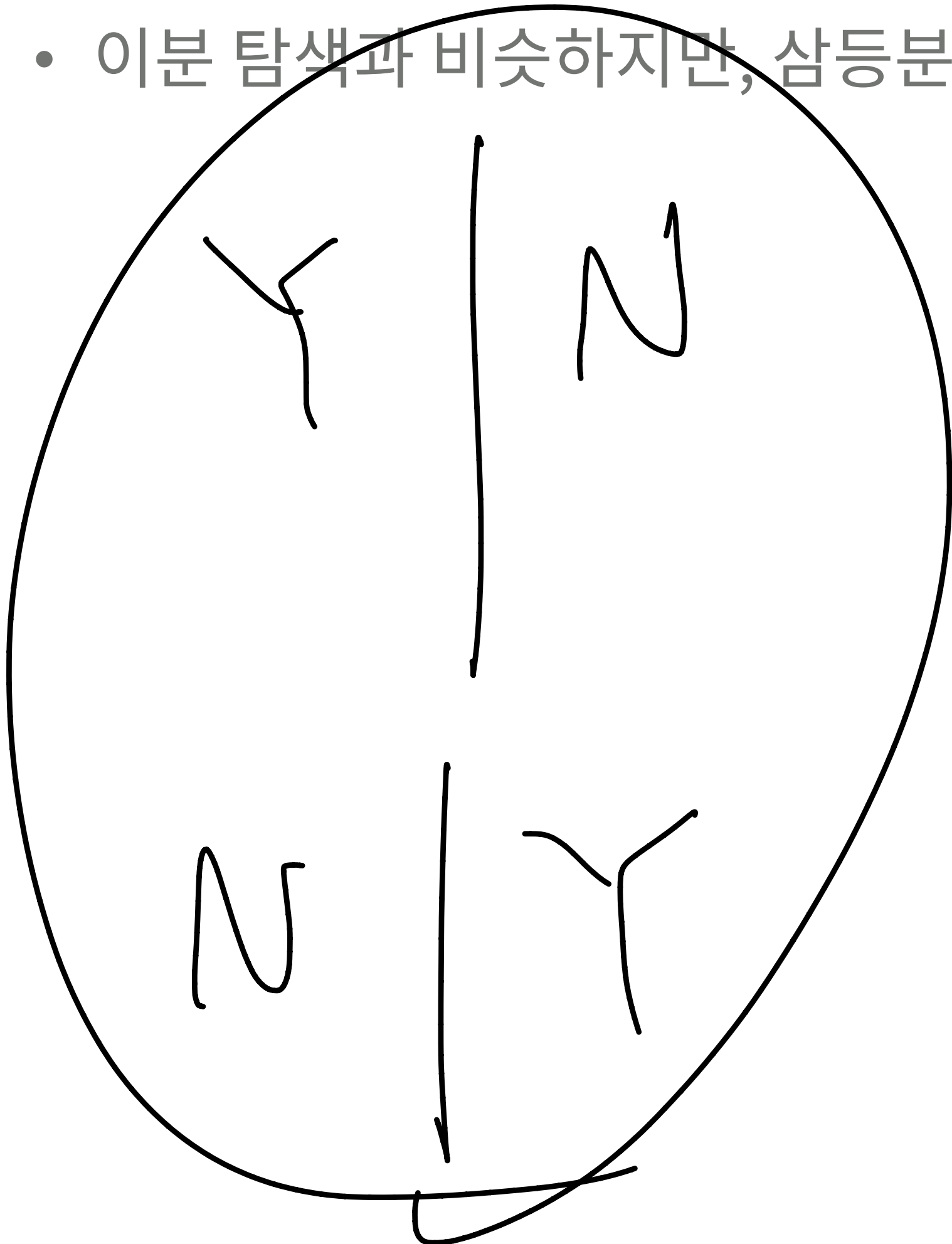
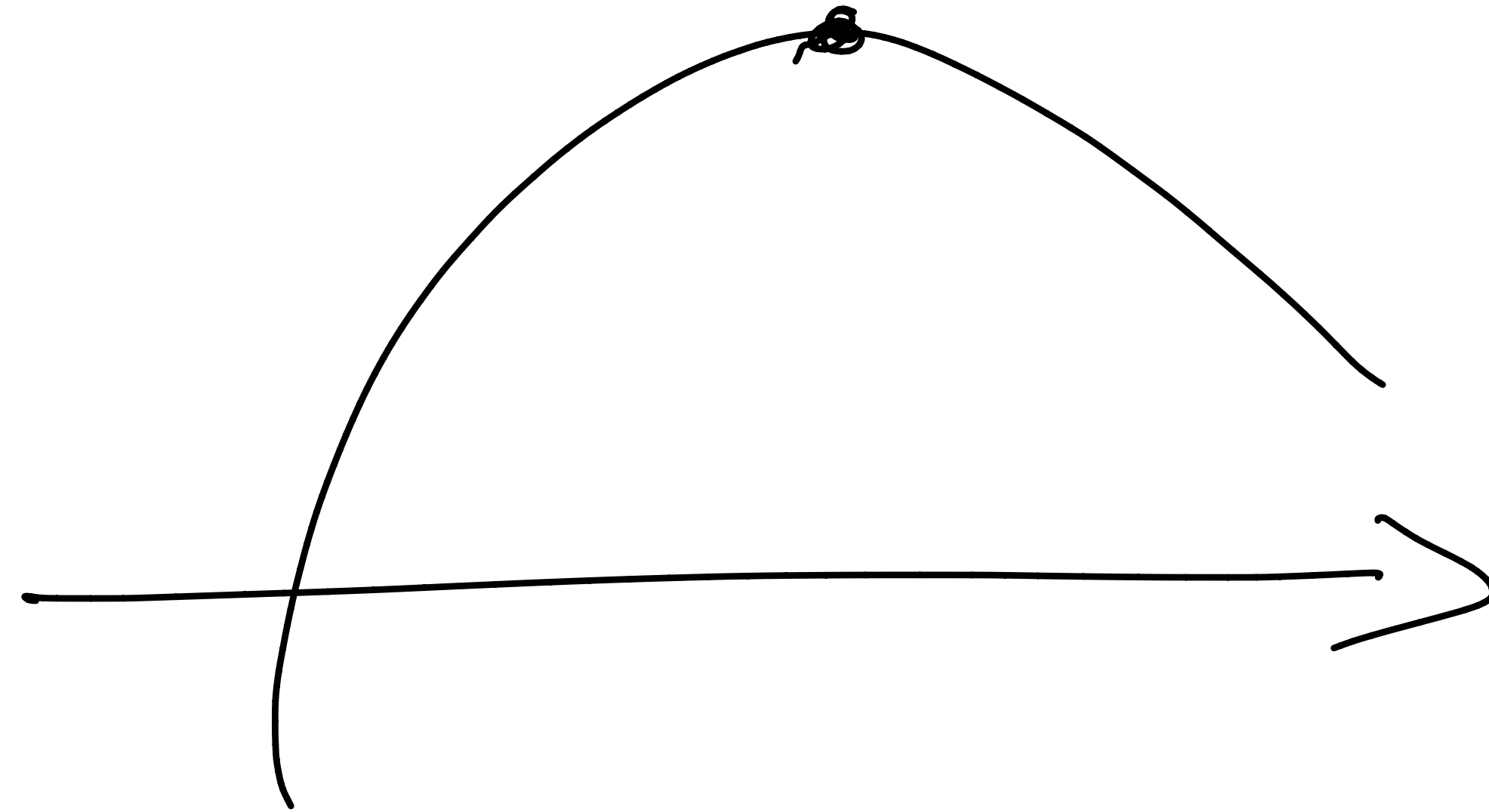
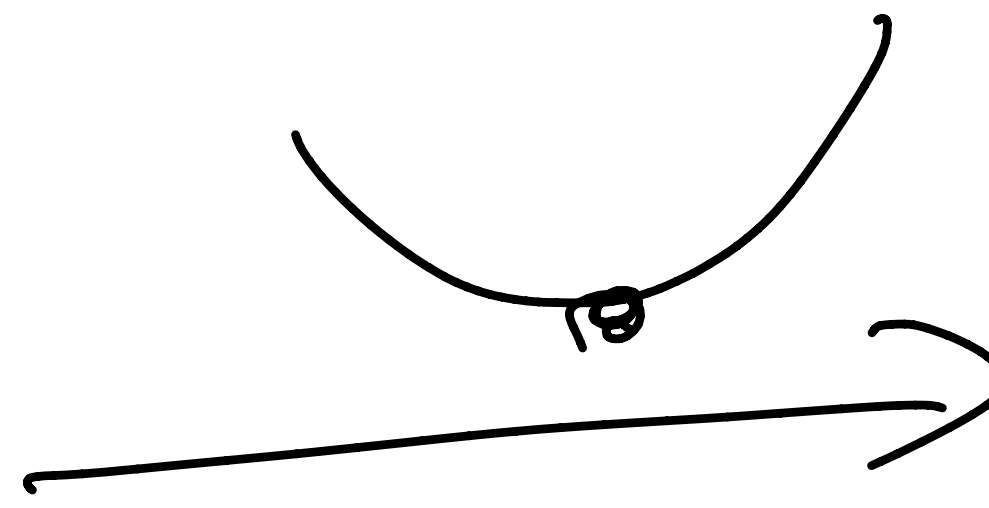
- 소스: <http://codeplus.codes/8a805fc5bbcc485db171e33c207f32a9>
- 소스: <http://codeplus.codes/f1555a61aea14749ba097543bfc75709>

삼분 탐색

삼분 탐색

Ternary Search

- 최소값 또는 최대값이 하나인 함수 (Unimodal function)에서 최소/최대값을 찾는 방법
- 이분 탐색과 비슷하지만, 삼등분을 한다.



삼분 탐색

Ternary Search

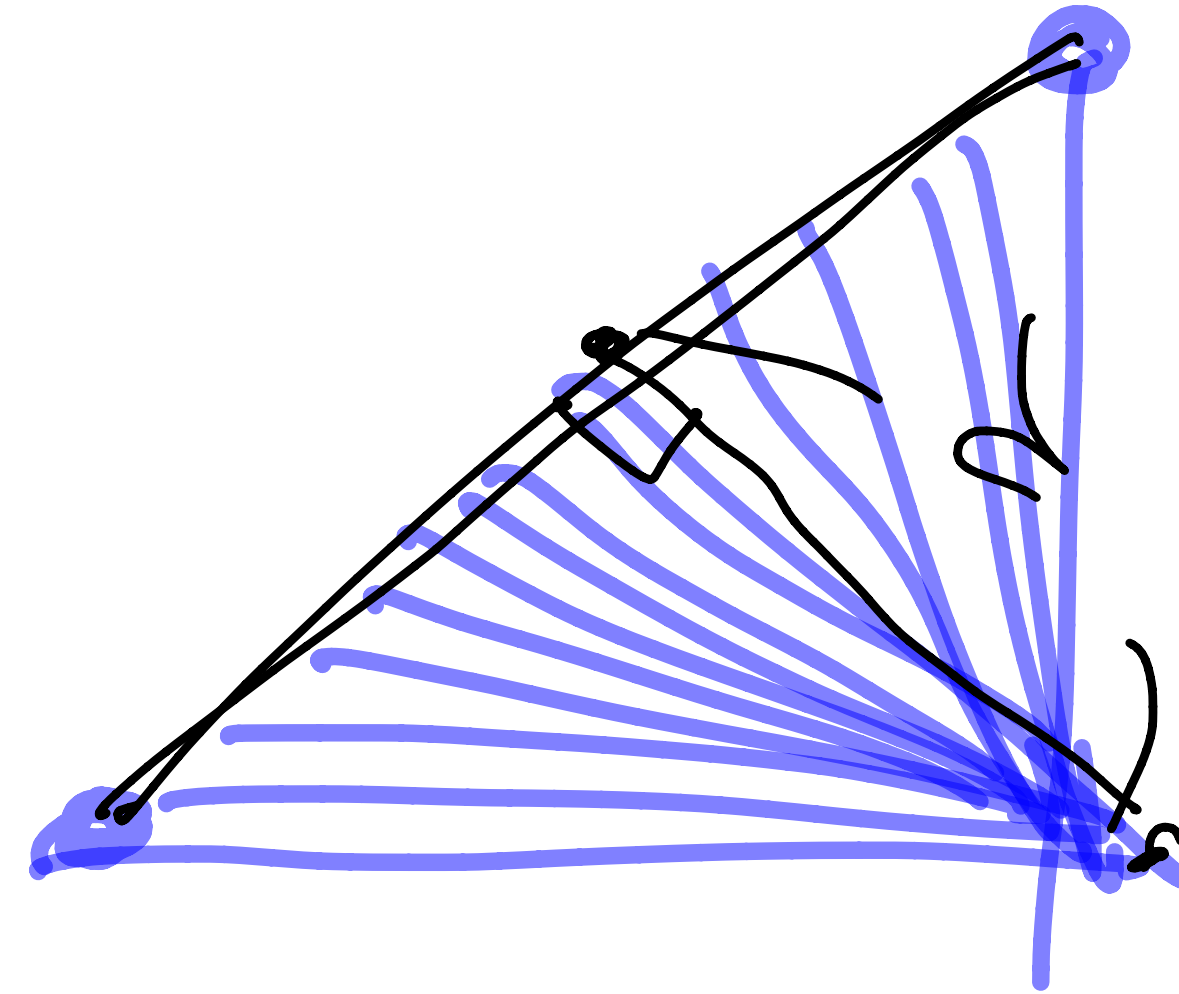
- 최대값을 찾는 경우 아래와 같이 동작한다.

```
while (true) {  
    if (abs(right-left) < 1e-9) return (left+right)/2;  
    double m1 = left + (right-left)/3;  
    double m2 = right - (right-left)/3;  
    if (f(m1) < f(m2)) {  
        left = m1;  
    } else {  
        right = m2;  
    }  
}
```


선분과 점

<https://www.acmicpc.net/problem/11664>

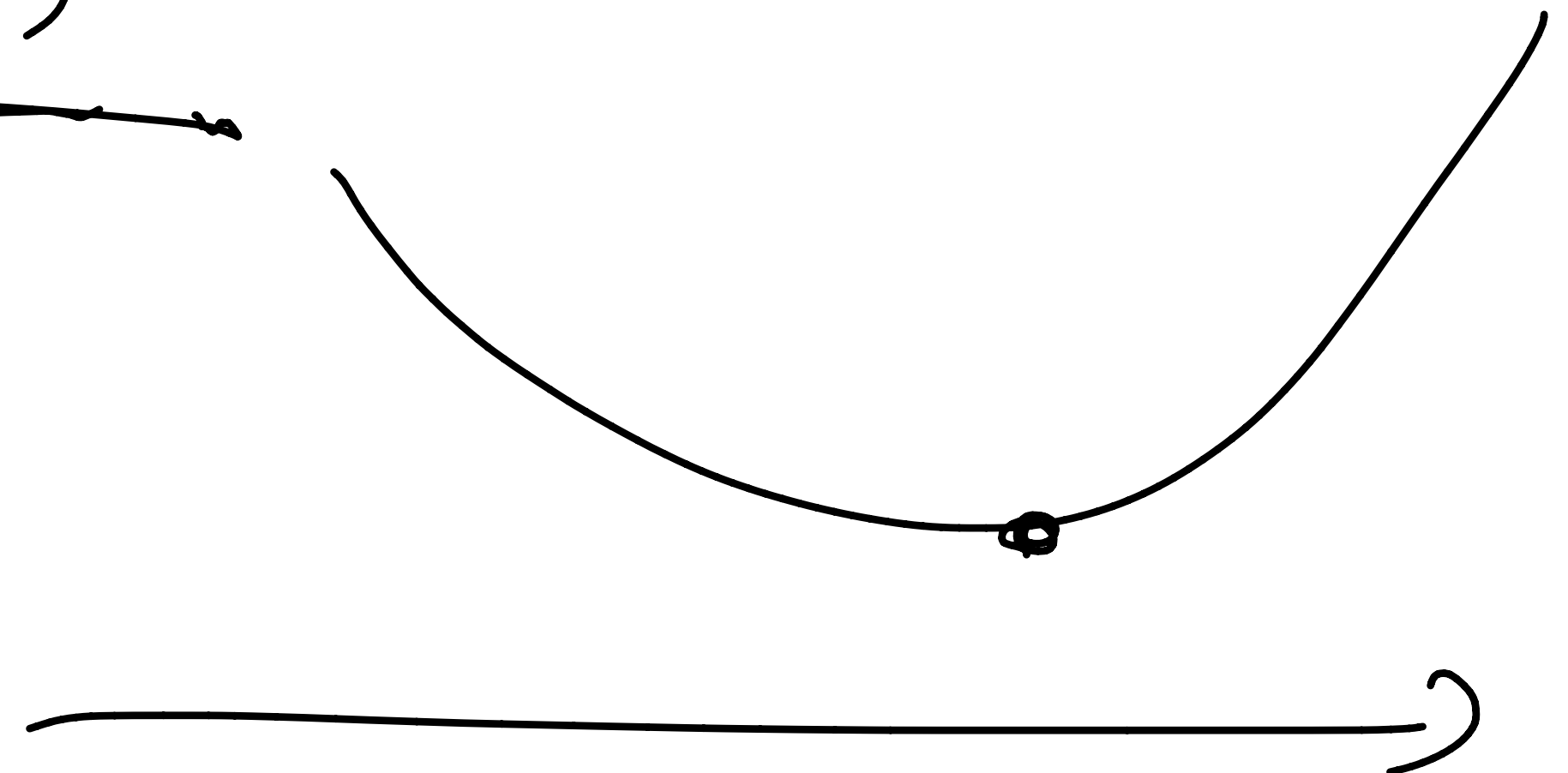
- 3차원 좌표 평면 위에 선분 하나와 점 하나가 있을 때
- 선분과 점 사이의 거리의 최소값을 구하는 문제



2가지

① 선분의 방향식

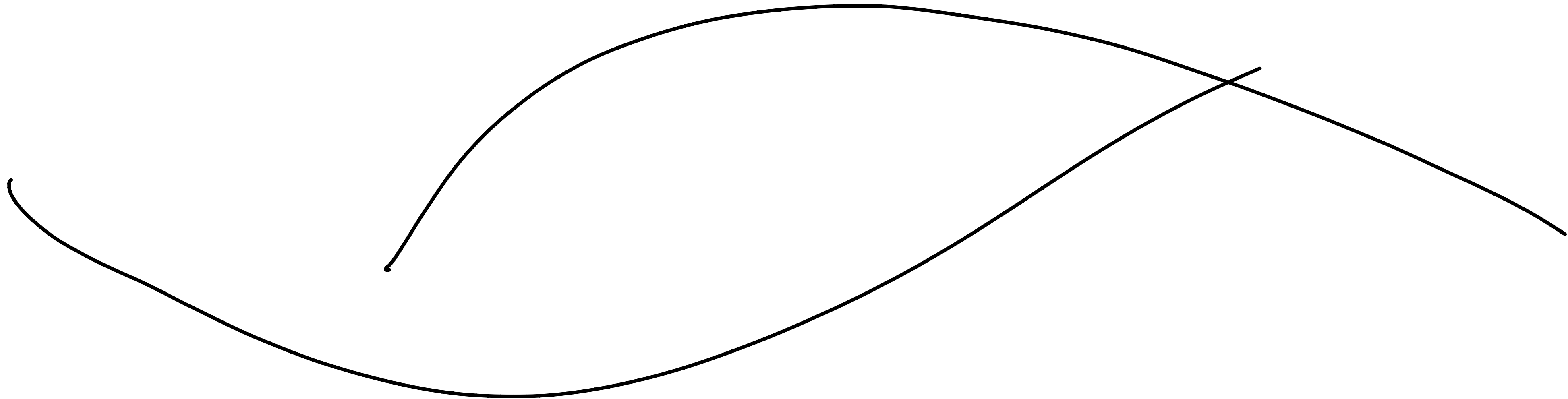
② 선분과 점의 위치



선분과 점

<https://www.acmicpc.net/problem/11664>

- 선분과 점 사이의 거리는 가까워졌다가 멀어진다.
- 즉, 삼분 탐색을 이용해 최소값을 구하는 문제이다.



선분과 점

<https://www.acmicpc.net/problem/11664>

- 소스: <http://codeplus.codes/f91362ecfceb4b9daebf3f3c2fbce47c>