청년 AI 아카데미 19기

알고리즘 실습

그리디기법 & 동적계획법

PIAI 인공지능연구원

POSTECH
POHANG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

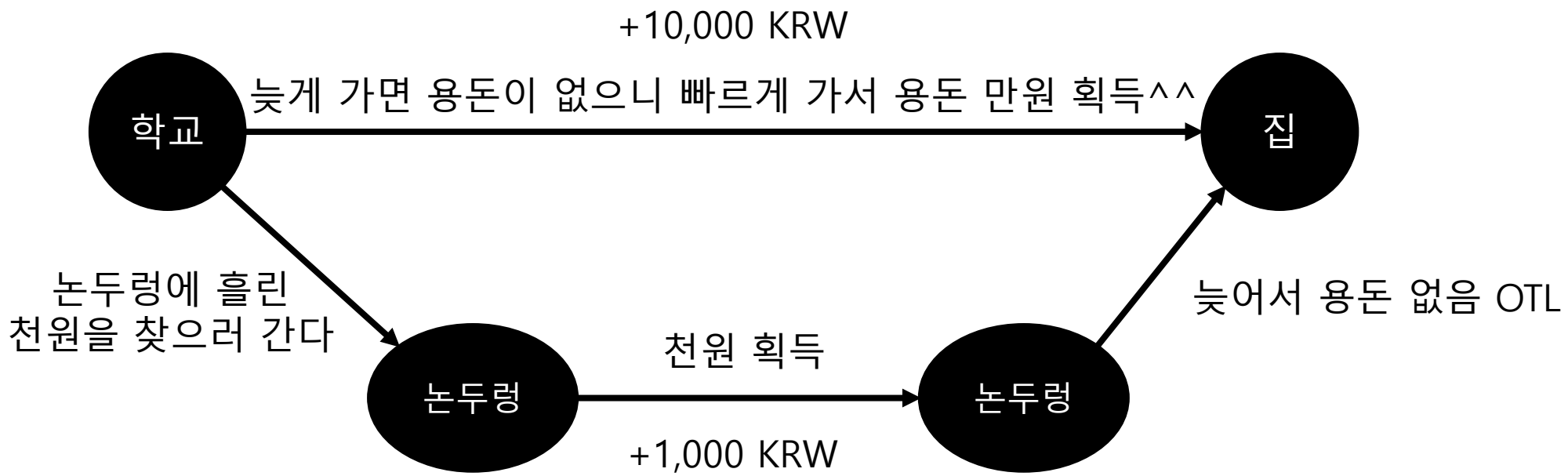
Today

- **그리디 기법**
  - 세금 징수
  - 무거운 용액
- **다이나믹 프로그래밍**
  - 돌다리 건너가기 (1차원 DP)
  - 세계암기대회 (2차원 DP)

Greedy Method?

Greedy의 기본: 현재 상황만 보고 가장 이득을 취할 수 있는 방향으로 움직인다!

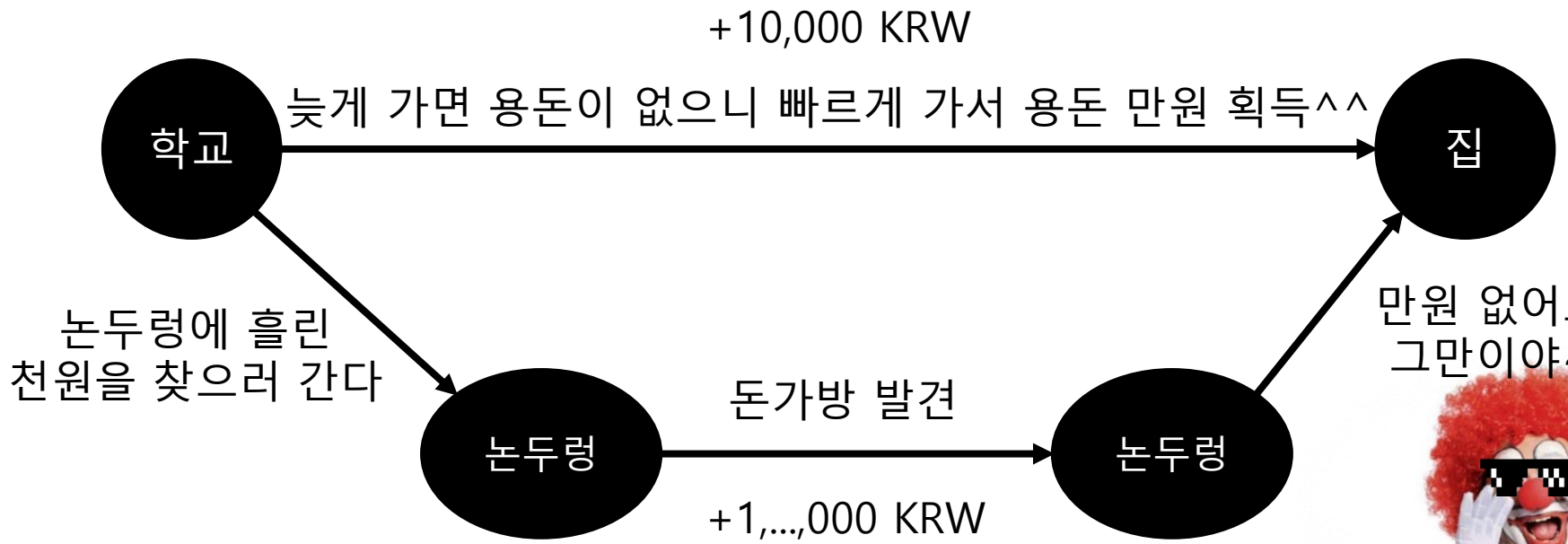
- 특정 상황에서 최적의 값을 찾는다.
- 알고리즘이 단순하고 빠르기 때문에 근사 알고리즘을 설계할 때 자주 채택한다.



Greedy Method?

Greedy의 기본: 현재 상황만 보고 가장 이득을 취할 수 있는 방향으로 움직인다!

- 특정 상황에서 최적의 값을 찾는다.
- 알고리즘이 단순하고 빠르기 때문에 근사 알고리즘을 설계할 때 자주 채택한다.



01. 세금 징수

특정 금액이 주어졌을 때, 해당 금액을 만드는 동전(지폐)의 최소 개수를 구합니다.

동전 단위 : 50000, 10000, 5000, 1000, 500, 100

예시 : 74100

VS

× 741

01. 세금 징수

특정 금액이 주어졌을 때, 해당 금액을 만드는 동전(지폐)의 최소 개수를 구합니다.

Greedy : 작은 단위에서부터? 큰 단위에서부터?

*Hint: 하나씩 빼기보다는 나누기와 나머지를 활용!

9 = 5 + 1 + 1 + 1 + 1

9 // 5 = 1
9 % 5 = 4

01. 세금 징수

```
t = int(input())
for _ in range(t):
    n = int(input())
    coins = [50000,10000,5000,1000,500,100]
    coinnum = 0
    for coin in coins:
        coinnum += n//coin
        n %= coin
    print(coinnum)
```

01. 세금 징수

주의!!
그리디 기법이 최적값을
항상 도출하는지 생각해야한다.

Ex1: 사용 가능한 동전 [100,500]

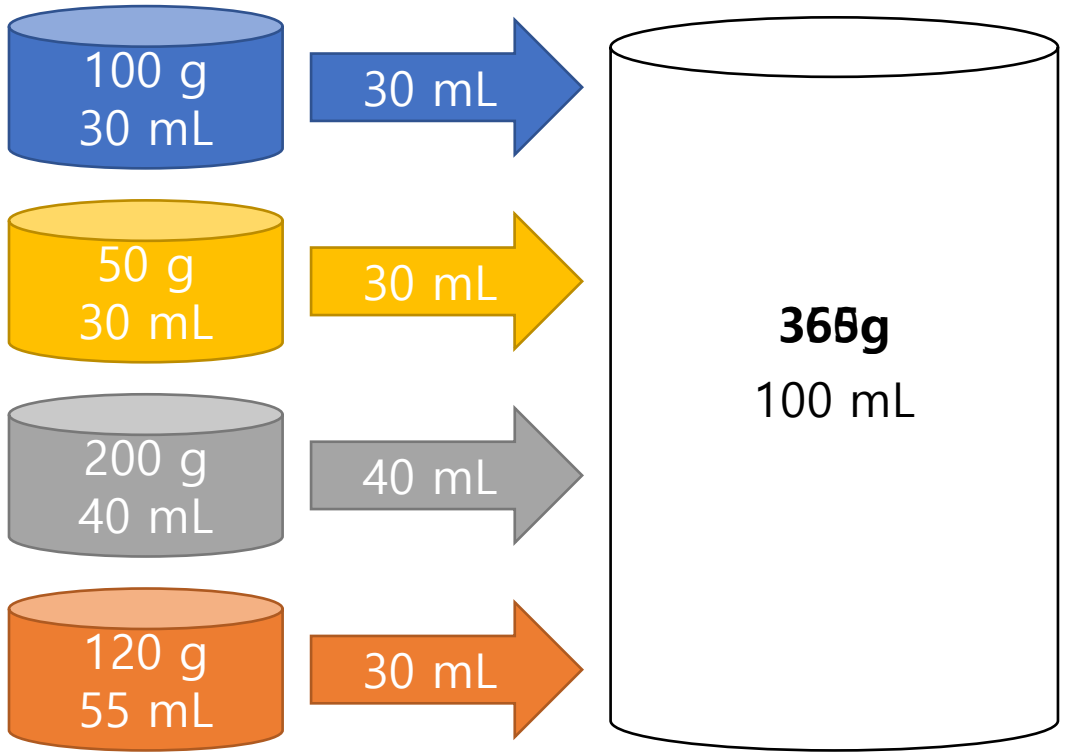
800원을 지불하는 방법->800=500+100x3 (4개)

Ex2: 사용 가능한 동전 [400,500]

800원을 지불하는 방법->800=400*2 (2개)

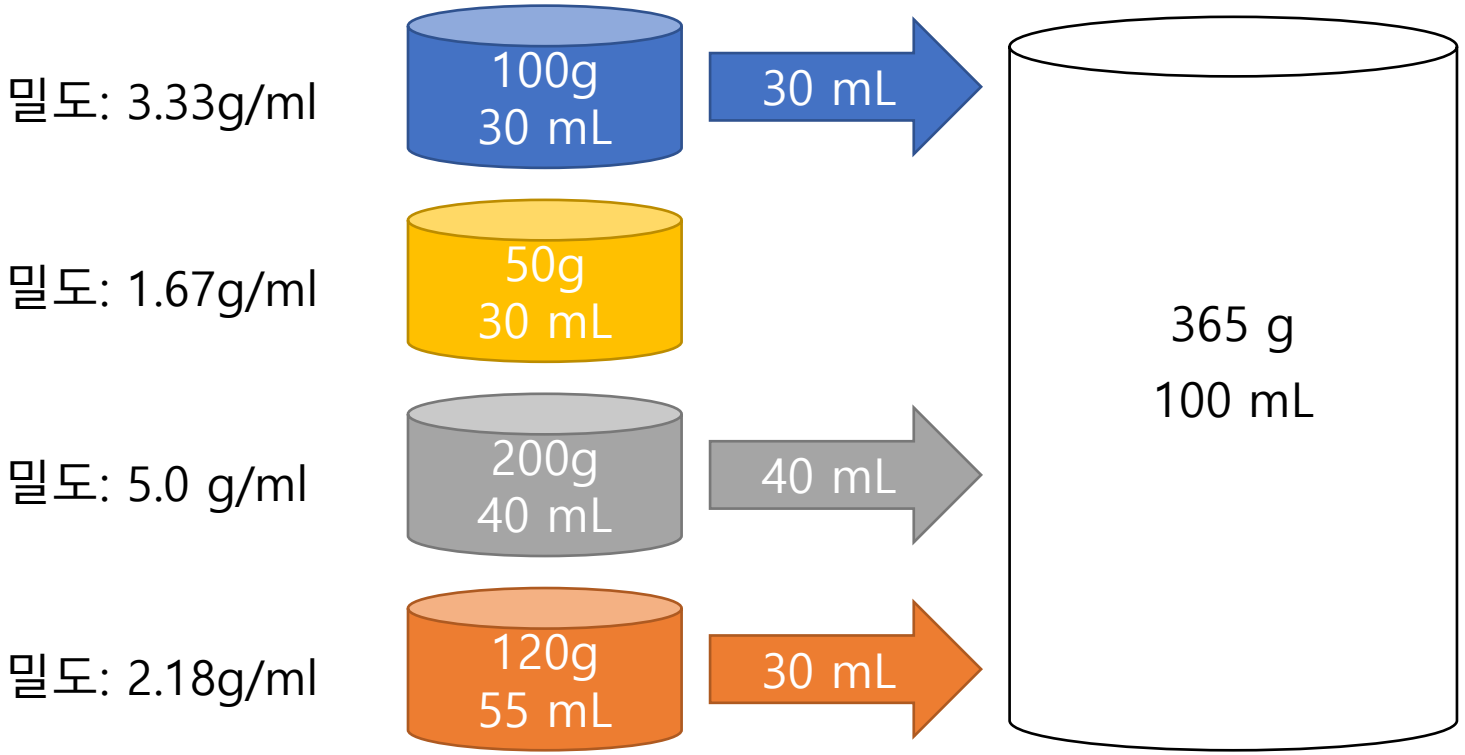
02. 무거운 용액

여러 용액의 총 부피와 총 무게가 주어졌을 때, 주어진 용액을 합성하여 특정 부피의 용액을 만들 때 합성 용액의 최대 무게를 계산합니다.



02. 무거운 용액

무거운 용액을 만들 때 가장 좋은 용액은 무엇인가요?
→ 보다 작은 공간을 차지하면서, 보다 더 무거운 용액
→ 같은 공간을 차지할 때 더 무거운 용액
→ **부피당 질량**이 무거운 용액

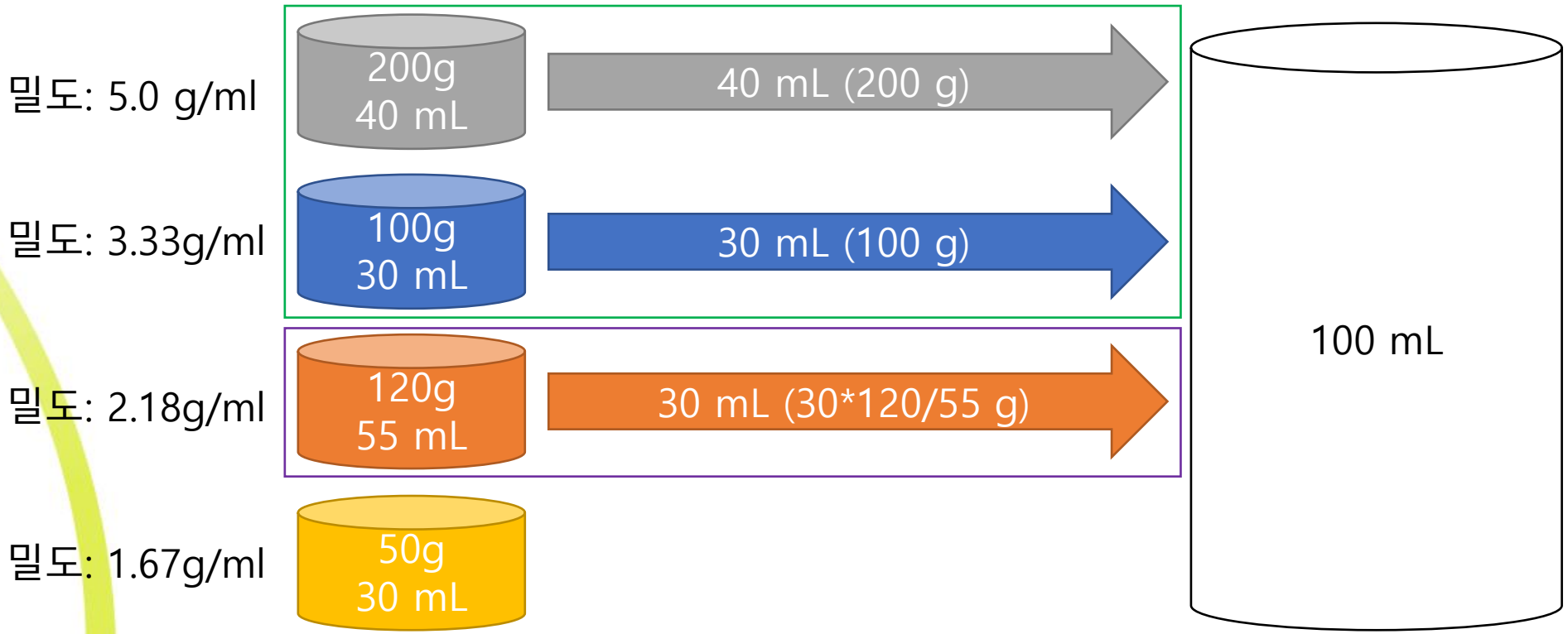


02. 무거운 용액

1. 질량 / 부피 로 내림차순 정렬
2. 질량 / 부피가 큰 용액부터 차례대로 넣는다.

→ 그 용액을 온전히 다 넣을 수 있다면?

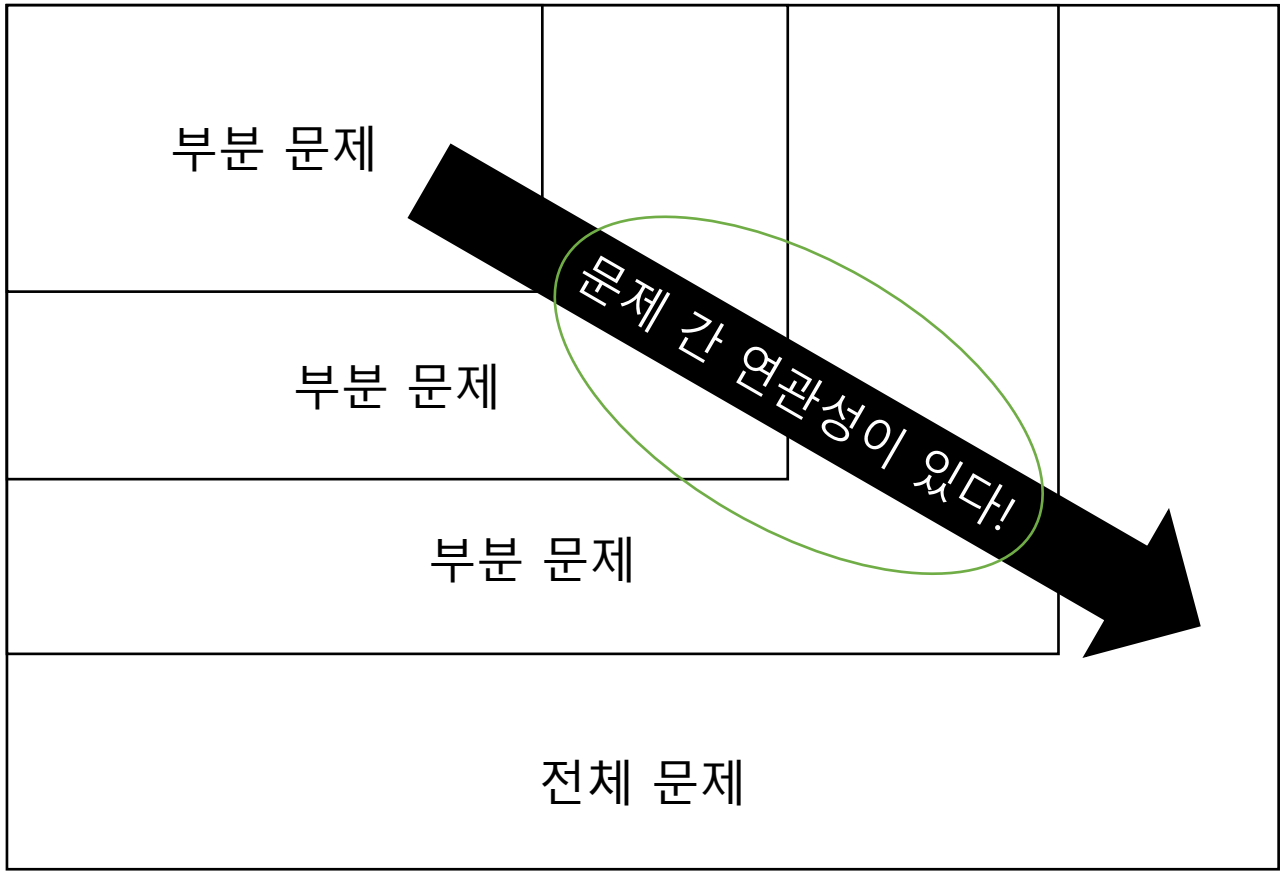
→ 그 용액을 다 못 넣는다면?



02. 무거운 용액

```python
T = int(input())

for _ in range(T):
    N,C = map(int,input().split())
    liquidlist = []
    for i in range(N):
        w,v = map(int,input().split())
        liquidlist.append((w/v,w,v))
    liquidlist.sort(reverse=True)
    maxg=0
    for i in range(N):
        if C>=liquidlist[i][2]:
            maxg += liquidlist[i][1]
            C-=liquidlist[i][2]
        else:
            maxg+=C*(liquidlist[i][0])
            break
    print(int(maxg))
```

Dynamic Programming?



작은 부분 문제를 풀고, 그것들을 이용해 큰 전체 문제를 해결!

- Bottom Up 방식
- 분할한 문제 간의 연관성 O

c.f. Divide & Conquer
- Top Down 방식
- 분할한 문제 간의 연관성 X

Dynamic Programming?

1. **부분 문제를 명확하게 정의합니다.**
   - 원래 문제에서 보통 데이터의 크기만 줄이는 경우로 생각
   - 예외적인 케이스도 존재 ➔ 기존 부분 문제 + 제한 조건을 추가

2. **원래 답의 위치를 파악합니다.**
   - 부분 문제가 곧 답의 힌트!
   - 부분 문제의 해답을 모아둘 **배열** 등을 생성 가능
   - 부분 문제가 틀림을 알아내는 데에도 주요한 포인트

사람이 해결해야 함!

3. **재귀 식(점화 식)을 부분 문제의 정의와 수학적 논리에 따라 잘 세웁니다.**
   - 부분 문제를 해결하기 위해선, 더 작은 부분 문제들의 답을 이용
   - Backward Analysis: 이 문제의 답이 어디서 올 수 있었는가를 분석
   - 식에 나오게 되는 변수들을 통해 반복 문을 어떻게 해야 할지 분석
   - 식이 제대로 세워지지 않는다면, 1번으로 돌아감

4. **기저 조건(초기값)을 세웁니다.**
   - 문제 조건으로 주어진 초기 값
   - 3번 식에서는 값을 구할 수 없는 예외적인 경우

Dynamic Programming?

자연수 N이 주어지면, 1~N까지의 합을 더하는 프로그램

1. **부분 문제를 명확하게 정의**
   T[i]: 1~i 까지의 합

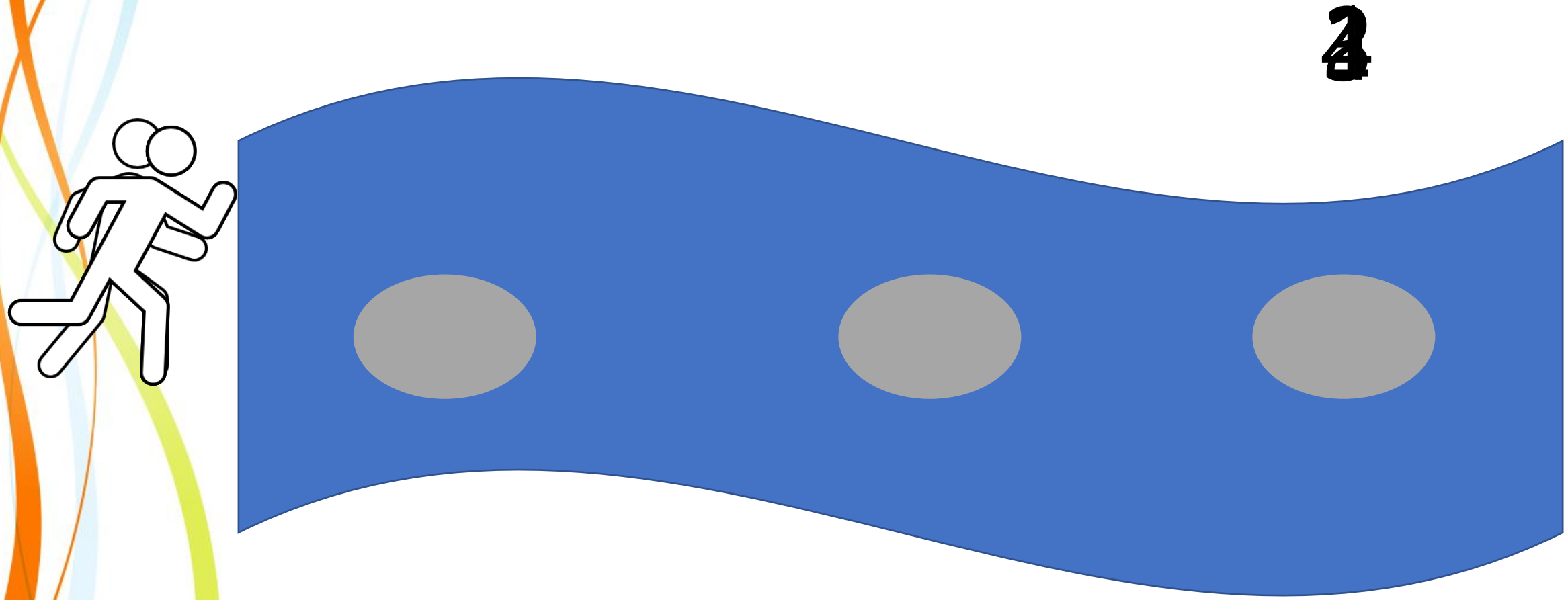
2. **원래 답의 위치**
   T[N]일 것
   ➔ print(T[N])
   ➔ 답이 들어갈 T 배열을 생성

3. **재귀 식(점화 식)**
   T[i] = i + T[i-1]
   ➔ for문이 i로 돈다. (N까지)

4. **기저 조건(초기값)**
   i가 1일 때 T[i] = 1
   ➔ for문 내에 조건이 들어간다.
   ➔ 조건이 아닌 경우는 3번

```
N = int(input())
```

03. 돌다리 건너가기



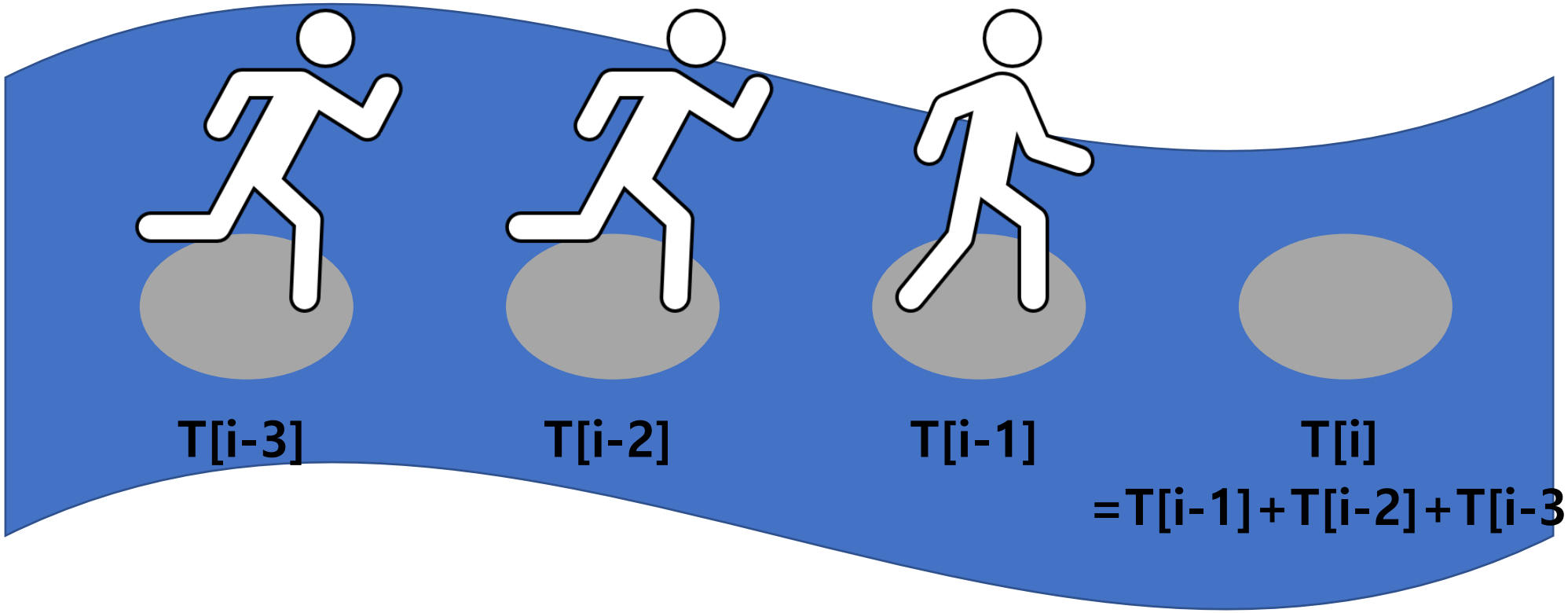
03. 돌다리 건너가기

n번째 돌다리를 가는 경우의 수를 1904101441로 나눈 나머지를 계산합니다.

Dynamic Programming의 핵심은 대부분 펜과 노트에서 완성됩니다.

※ $(\boldsymbol{a}+\boldsymbol{b}) \bmod \boldsymbol{m} = \big((\boldsymbol{a} \bmod \boldsymbol{m}) + (\boldsymbol{b} \bmod \boldsymbol{m})\big) \bmod \boldsymbol{m}$
재귀(분할 정복)의 "$n^k \bmod m$ 효율적으로 계산하기" 문제를 떠올려봅시다!

03. 돌다리 건너가기



03. 돌다리 건너가기

1. 부분 문제를 명확하게 정의
   - T[i]: i번 돌다리에 도달하는 경우의 수 % 1904101441
2. 원래 답의 위치
   - T[n]
3. 재귀 식(점화 식)
   - T[i] = (T[i-1] + T[i-2] + T[i-3]) % 1904101441
4. 기저 조건(초기값)
   - i=1일 때, T[i] = 1
   - i=2일 때, T[i] = 2
   - i=3일 때, T[i] = 4

$$T[i] = T[i-1] + T[i-2] + T[i-3]$$

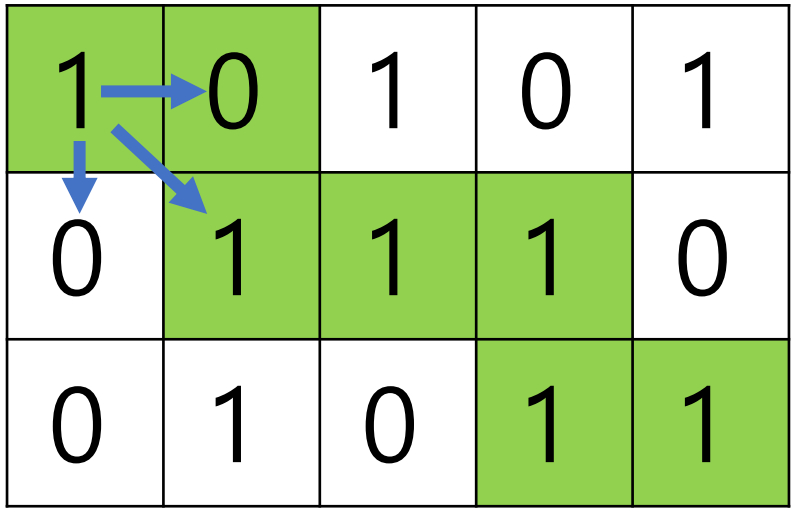
i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T[i]	1	2	4	7	13	24	44	81	149	274

03. 돌다리 건너가기

```
T = int(input())
for _ in range(T):
    N = int(input())
    #T[i]: i번째 돌다리에 도달하는 경우의 수
    T = [0]*(N+1)
    for i in range(1,N+1):
        if i == 1: #if ~ elif: 초기값
            T[1] = 1
        elif i == 2:
            T[2] = 2
        elif i == 3:
            T[3] = 4
        else: #점화식
            T[i] = (T[i-1]+T[i-2]+T[i-3])%1904101441
    print(T[N])
```

04. 세계 암기대회

지우가 오른쪽 아래로 가면서 잃을 수 있는 가장 적은 점수를 계산해주세요!



04. 세계 암기대회

각 칸으로 가면서 잃을 수 있는 최저 점수를 저장한다면?

1	0	1	0	1
0	1	1	1	0
0	1	0	1	1

1	1	2	2	3
1	2	2	?	?
1	2	?	?	??

04. 세계 암기대회

$mp(i,j)$: (i,j)까지 가면서 얻을 수 있는 최고 점수
$p(i,j)$: (i,j)에 있는 점수 (0 또는 1)

$$
mp(i,j) = \begin{cases} p(i,j) & \text{if } i=0, j=0 \\ mp(i,j-1)+p(i,j) & \text{elif } i=0, j>0 \\ mp(i-1,j)+p(i,j) & \text{elif } i>0, j=0 \\ \min(mp(i-1,j), mp(i,j-1), \mathrm{mp(i-1,j-1)}) + p(i,j) & \text{elif } i>0, j>0 \end{cases}
$$

04. 세계 암기대회

```python
for _ in range(int(input())):
    n,m = map(int, input().split())
    data = []
    for i in range(n):
        data.append(list(map(int,input().split())))
    #T[i][j]: (0,0)에서 (i,j)에 도달했을 때 잃을 수 있는 최소 점수
    T = [[0]*m for i in range(n)]
    for i in rangg(n):
        for j in range(m):
            if i == 0 and j == 0:
                T[i][j] = data[i][j] # 시작 칸인 경우 : 시작 칸 점수
            elif i == 0: # 제일 위쪽 줄인 경우 왼쪽으로부터만 현재칸으로 이동 가능
                T[i][j] = T[i][j-1] + data[i][j]
            elif j == 0: # 제일 왼쪽 줄인 경우 위쪽으로부터만 현재칸으로 이동 가능
                T[i][j] = T[i-1][j] + data[i][j]
            else: # 그 외의 일반적인 상황에서의 점화식
                T[i][j] = min(T[i][j-1],T[i-1][j],T[i-1][j-1]) + data[i][j]
    print(T[n-1][m-1]) # 답의 위치
```

ADD01. 부산에서 서울로

부산에서 서울까지 갈 때 최소 횟수로 주유소에서 기름 채우기

*Hint
- 이미 지난 주유소는 다시 갈 필요가 없다. (선형 탐색)
- 서울을 기름 안 넣는 주유소처럼 취급해보자!

ADD01. 부산에서 서울로

Idea: 갈 수 있는 가장 먼 주유소를 가자
유지하는 변수: 지금까지 주유한 횟수, 가장 마지막에 주유한 주유소

ADD01. 부산에서 서울로

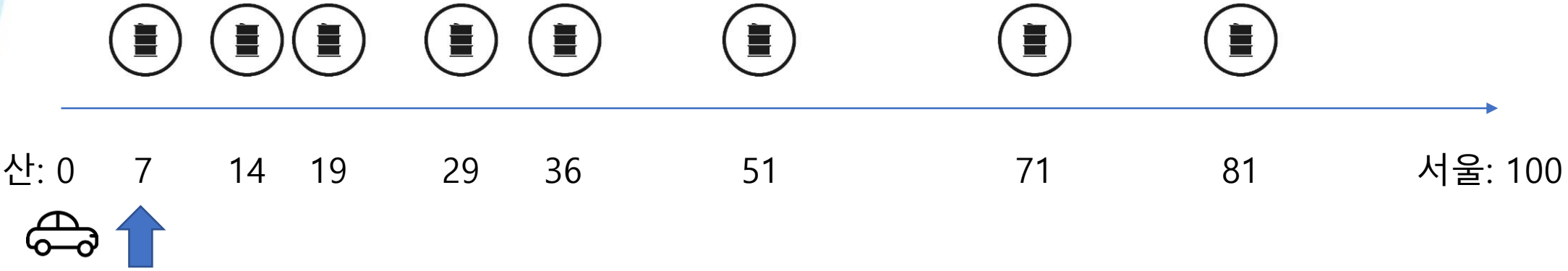
기름 용량: 20

부산: 0 7 14 19 29 36 51 71 81 서울: 100

주유 횟수: 0
마지막 주유소: 0

ADD01. 부산에서 서울로

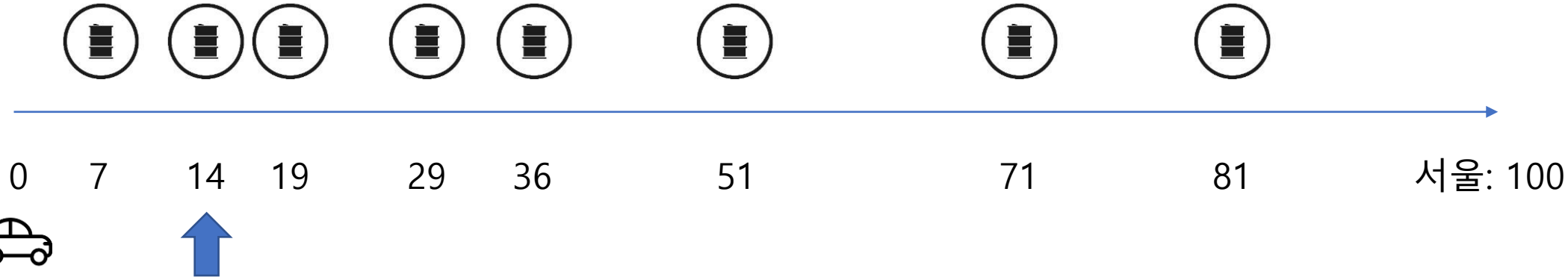
기름 용량: 20



주유 횟수: 0
마지막 주유소: 0

ADD01. 부산에서 서울로

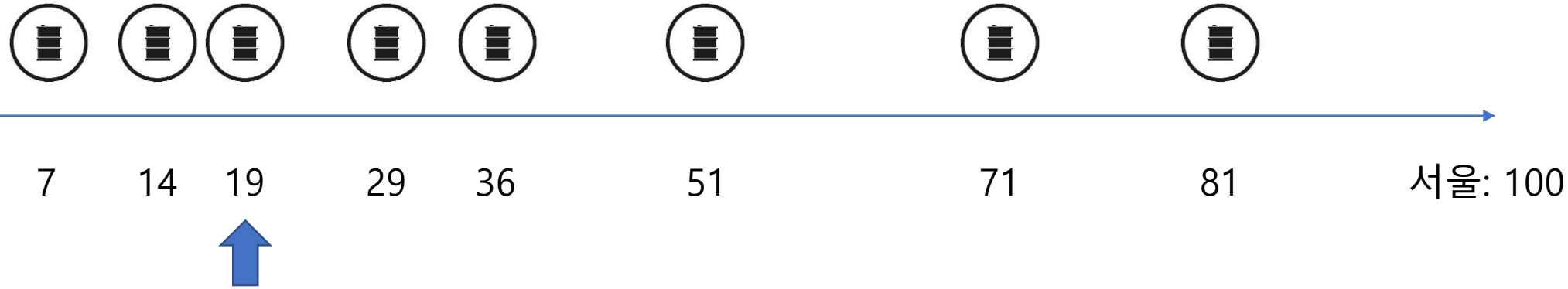
기름 용량: 20



주유 횟수: 0
마지막 주유소: 0

ADD01. 부산에서 서울로

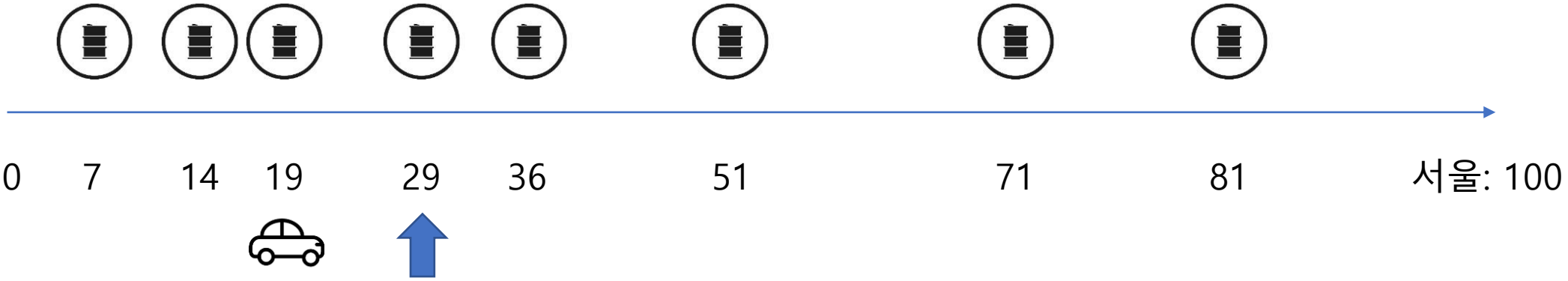
기름 용량: 20



주유 횟수: 0
마지막 주유소: 0

ADD01. 부산에서 서울로

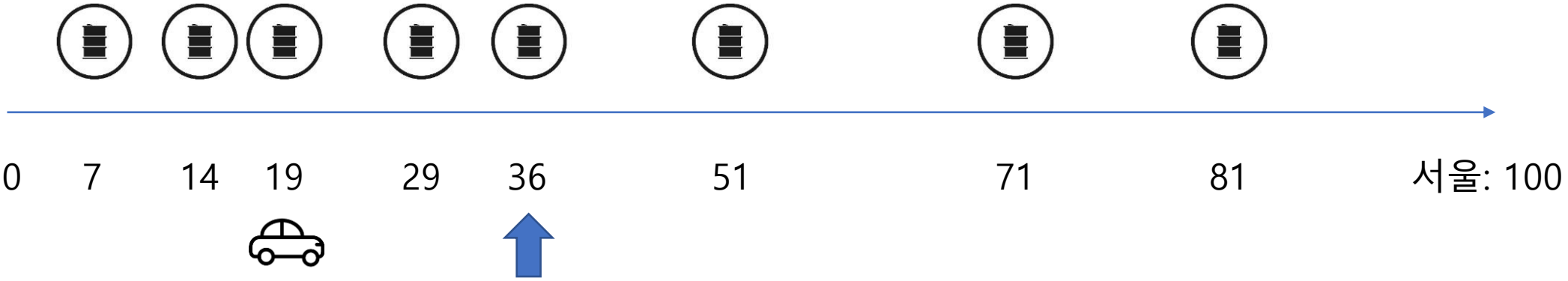
기름 용량: 20



주유 횟수: 1
마지막 주유소: 19

ADD01. 부산에서 서울로

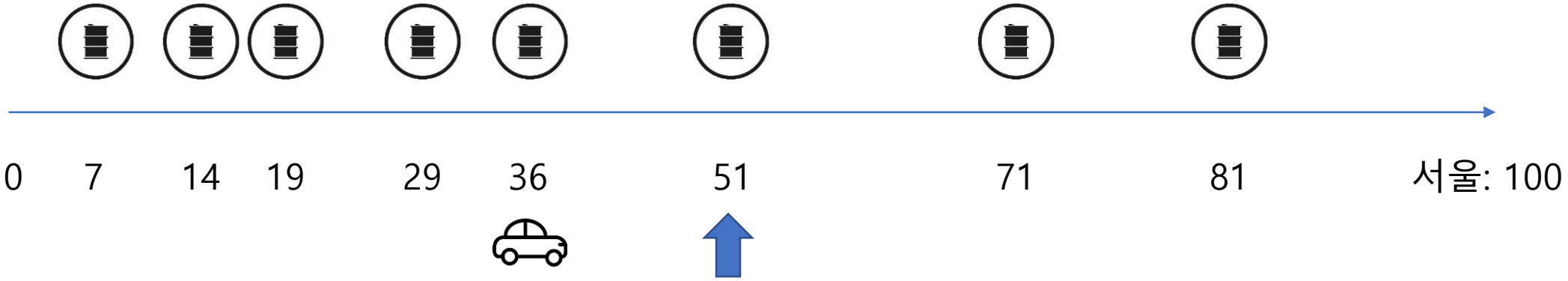
기름 용량: 20



주유 횟수: 1
마지막 주유소: 19

ADD01. 부산에서 서울로

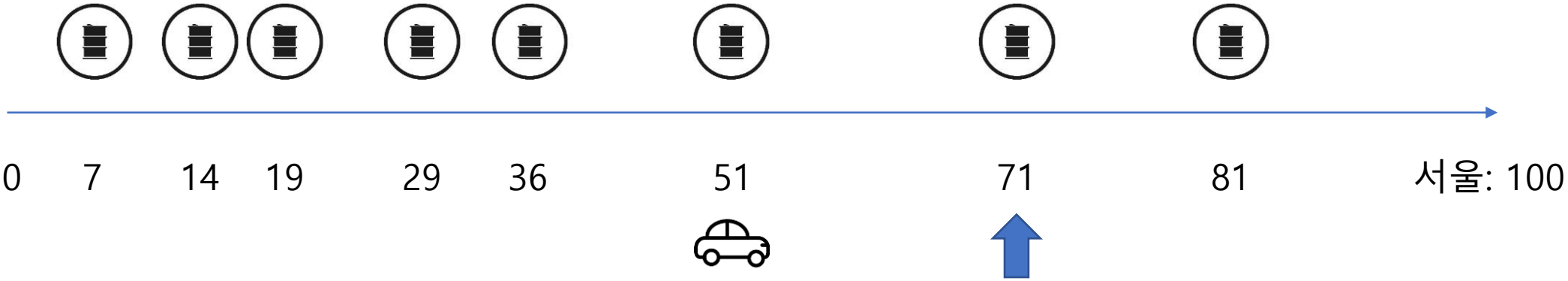
기름 용량: 20



주유 횟수: 2
마지막 주유소: 36

ADD01. 부산에서 서울로

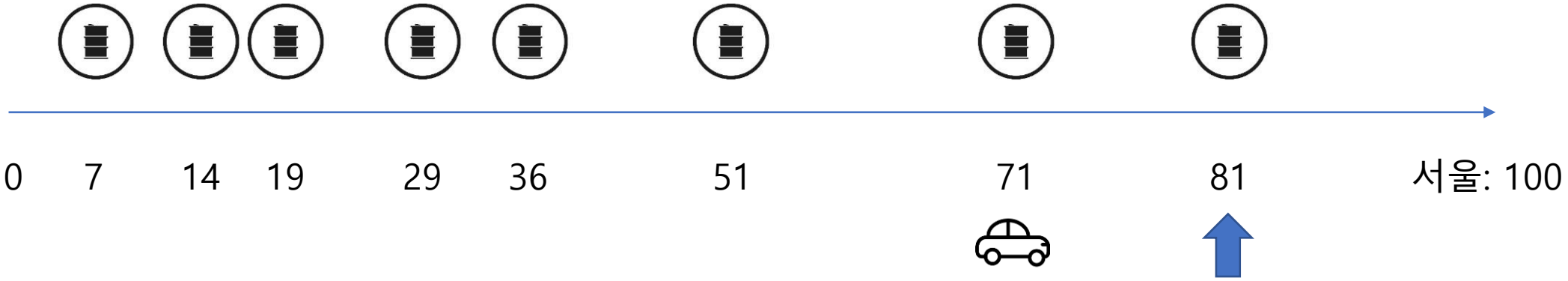
기름 용량: 20



주유 횟수: 3
마지막 주유소: 51

ADD01. 부산에서 서울로

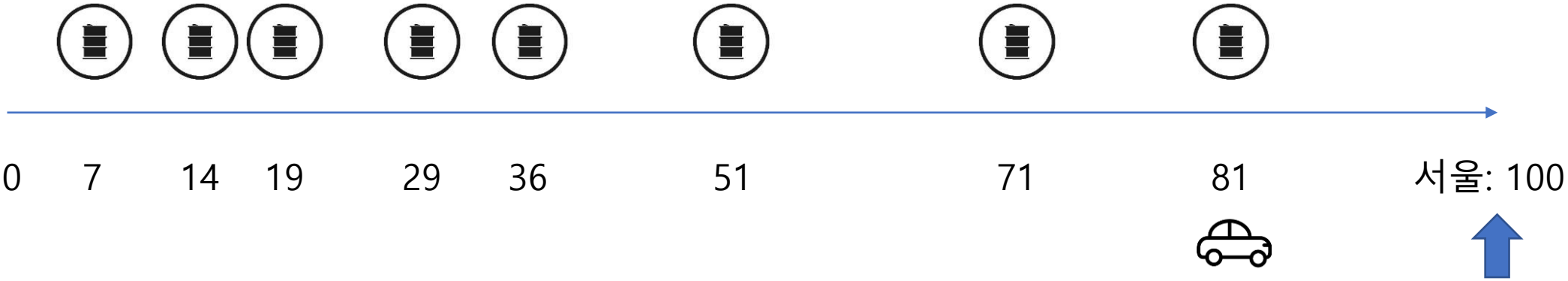
기름 용량: 20



주유 횟수: 4
마지막 주유소: 71

ADD01. 부산에서 서울로

기름 용량: 20



주유 횟수: 5
마지막 주유소: 81

ADD01. 부산에서 서울로

생각해봐야할 문제

- 부산에서 서울까지 주유소를 한 번도 거치지 않고 갈 수도 있다.
- 마지막 주유소까지 도달했으나, 서울까지 가지 못할 수 있다.

여러 가지 상황을 잘 고려하면서 해결해야 하는 문제!

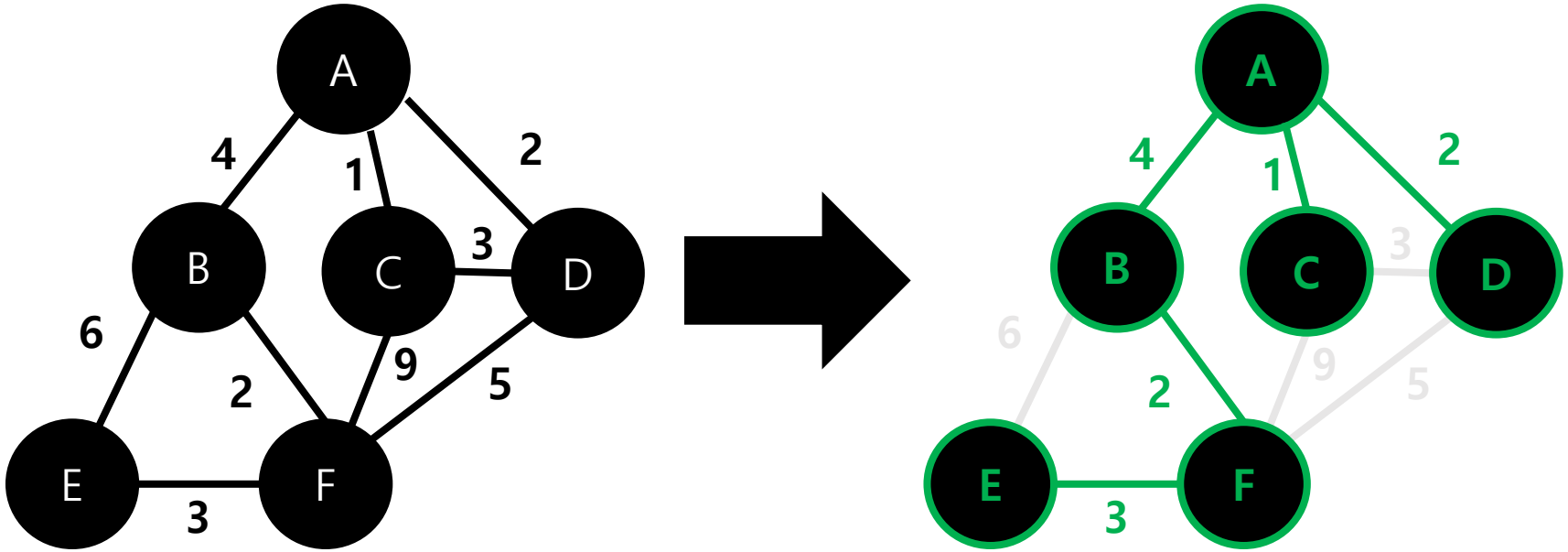
ADD01. 부산에서 서울로

```
t=int(input())
for _ in range(t):
    G,l = map(int,input().split())
    #주유소의 리스트 맨 마지막에 목적지를 추가해준다.
    station = list(map(int,input().split())) + [l]
    #가장 마지막에 주유한 위치를 저장하는 변수
    present = 0
    #주유한 횟수를 저장하는 변수
    rescount = 0
    #가까운 주유소부터 선형으로 탐색
    for i in range(len(station)-1):
        #만약 present에서 이번 주유소까지 갈 수 있다면
        if [redacted]
            #다음 주유소까지도 갈 수 있다면
            if [redacted]
                #이번 주유소는 무시
                [redacted]
            #다음 주유소는 갈 수 없다면
            else:
                #이번 주유소에서 주유
                present = [redacted]
                rescount += [redacted]
        #만약 present에서 다음 주유소를 갈 수 없다면
        else:
            #서울까지 가는 것 불가능!
            [redacted]
    if [redacted]: 현재 위치에서 서울에 도착할 수 있다면?
        print(rescount)
    else:
        print(-1)
```

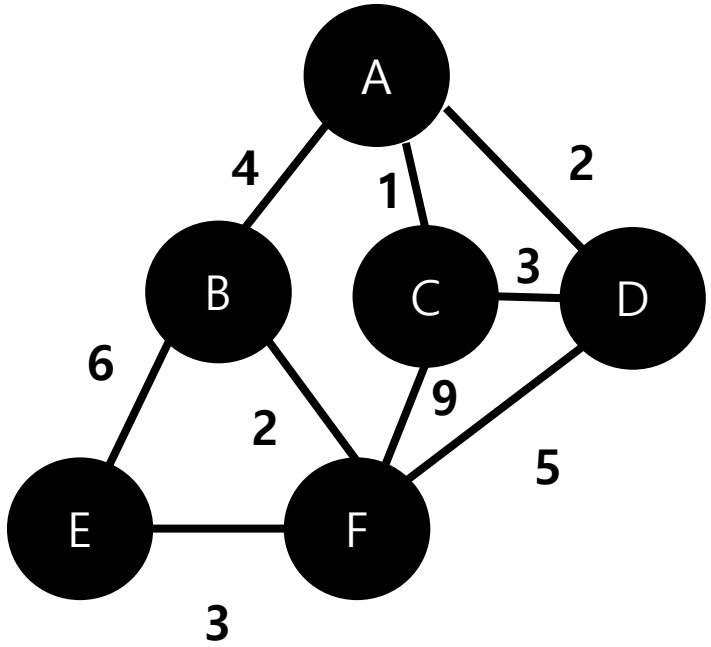
ADD02. MST (Minimum Spanning Tree)

최소 신장 트리(MST)를 구하고, 그 가중치의 합을 출력하는 프로그램을 작성합니다.
Graph + Greedy!

두 가지 방법
- Prim 알고리즘 (Dijkstra 알고리즘과 유사)
- Kruskal 알고리즘 (Union-Find 자료구조)



ADD02. MST

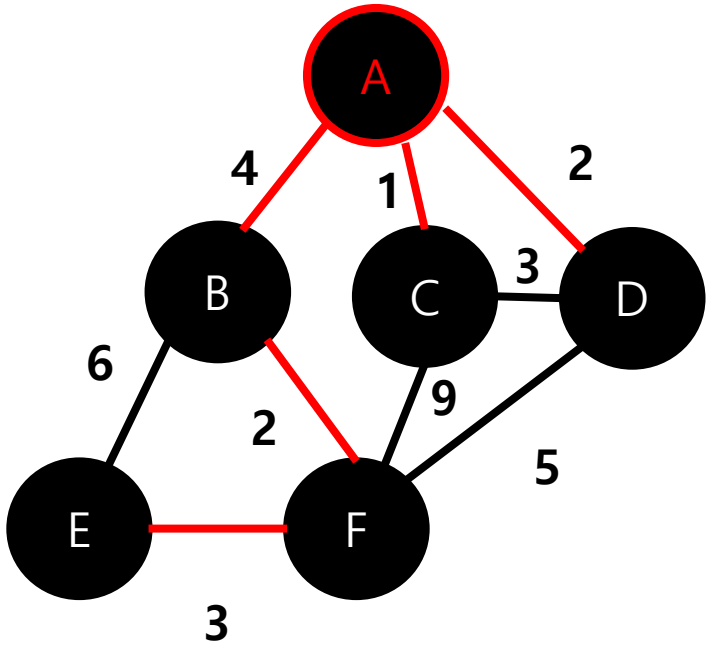


< Prim Algorithm > 의 Idea: 확장

어느 한 정점에서 시작해서 그 정점과 연결된 노드 중에 가장 연결 비용이 작은 것을 연결!
→ 간선의 가중치로 우선순위 큐를 만든다
- 우선순위 큐에서 나온 간선의 필요성 확인
- 이미 연결된 두 정점이라면 이 간선도 필요 없다

가장 작은 걸 연결하다 보면 전체 합도 가장 작을 것!

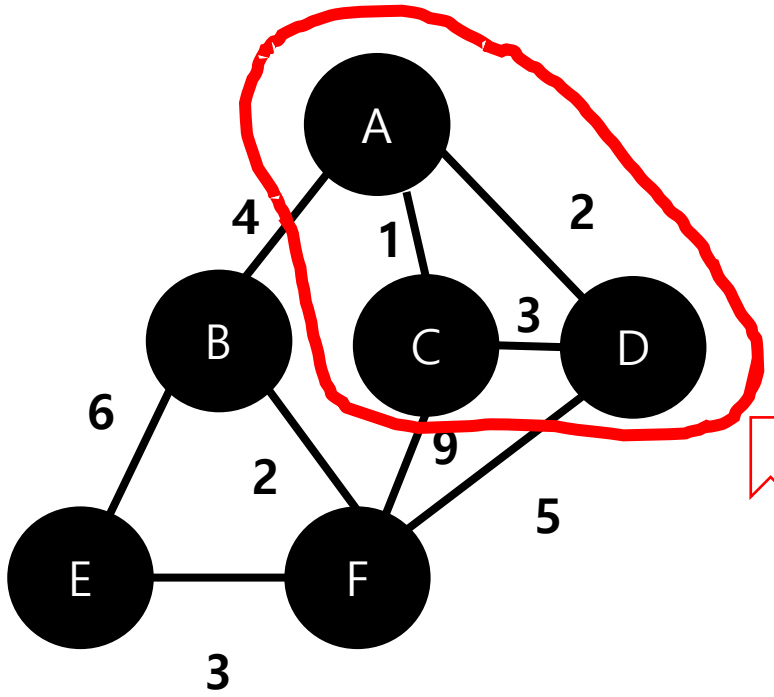
ADD02. MST



A에서 부터 시작!

간선목록	(4,B)	(1,C)	(2,D)				
연결완료	A						
간선목록	(4,B)	(2,D)	(3,D)	(9,F)			
연결완료	A	C					
간선목록	(4,B)	(3,D)	(9,F)	(5,F)			
연결완료	A	C	D				
간선목록	(4,B)	(9,F)	(5,F)				
연결완료	A	C	D				
간선목록	(9,F)	(5,F)	(6,E)	(2,F)			
연결완료	A	C	D	B			
간선목록	(9,F)	(5,F)	(6,E)	(3,E)			
연결완료	A	C	D	B	F		
간선목록	(9,F)	(5,F)	(6,E)				
연결완료	A	C	D	B	F	E	

ADD02. MST

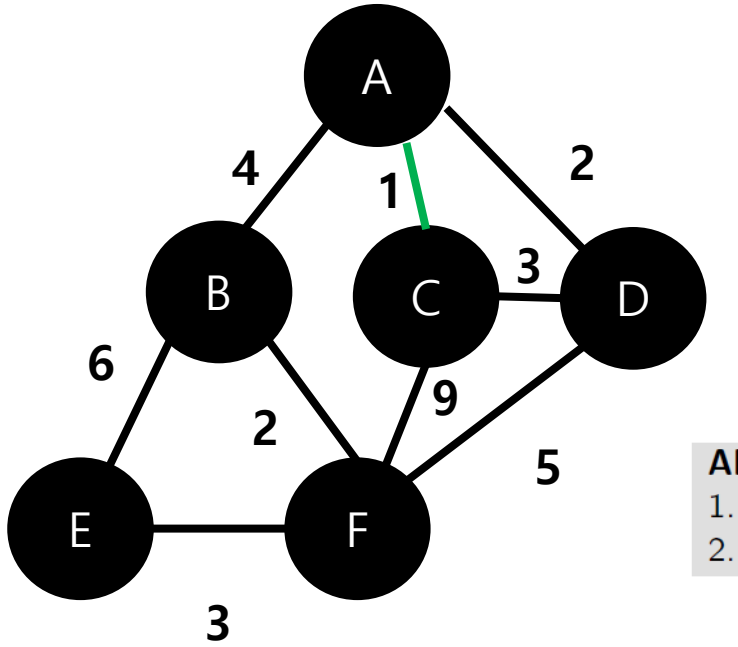


< Kruskal Algorithm > 의 Idea: 최소는 무조건

그래프 상에서 가장 가중치가 작은 간선들을 고른다
- 트리여야 하므로 사이클이 생기는지 확인
- 연결된 트리여야 하므로 모두가 연결되었는지 확인

사이클에서 가중치가 제일 큰 간선은 필요 없다!
알고리즘이 이를 걸러내므로 전체 합이 가장 작을 것!

ADD02. MST



가장 작은 간선부터 연결해보자!

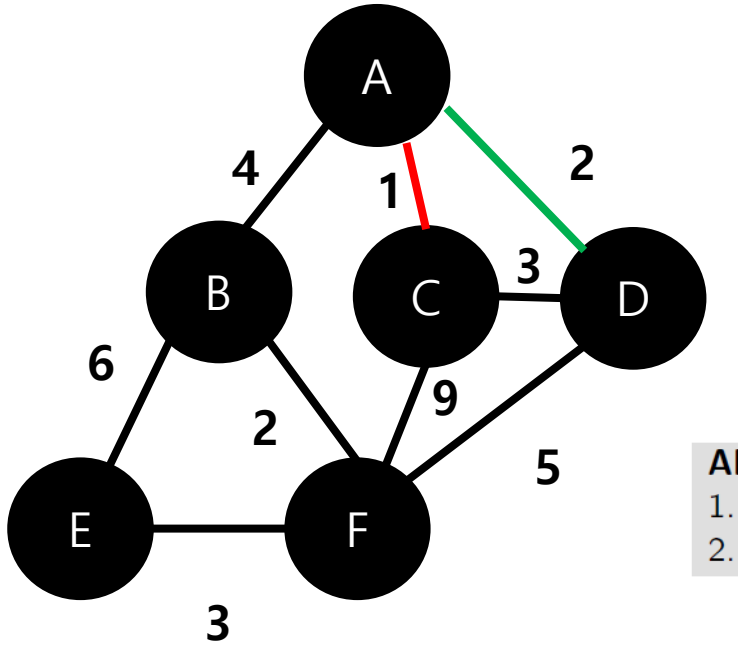
v	A	B	C	D	E	F
root[v]	A	B	C	D	E	F
rank[v]	0	0	0	0	0	0

Algorithm *makeset*(x)
1. $\pi(x) \leftarrow x$
2. $\text{rank}(x) \leftarrow 0$

Algorithm *find*(x)
1. **while** $x \neq \pi(x)$
2. **do** $x \leftarrow \pi(x)$
3. **return** x

Algorithm *union*(x, y)
1. $r_x \leftarrow \text{find}(x)$
2. $r_y \leftarrow \text{find}(y)$
3. **if** $r_x = r_y$
4. **then return**
5. **if** $\text{rank}(r_x) > \text{rank}(r_y)$
6. **then** $\pi(r_y) \leftarrow r_x$
7. **else** $\pi(r_x) \leftarrow r_y$
8. **if** $\text{rank}(r_x) = \text{rank}(r_y)$
9. **then** $\text{rank}(r_y) \leftarrow \text{rank}(r_y) + 1$

ADD02. MST



가장 작은 간선부터 연결해보자!

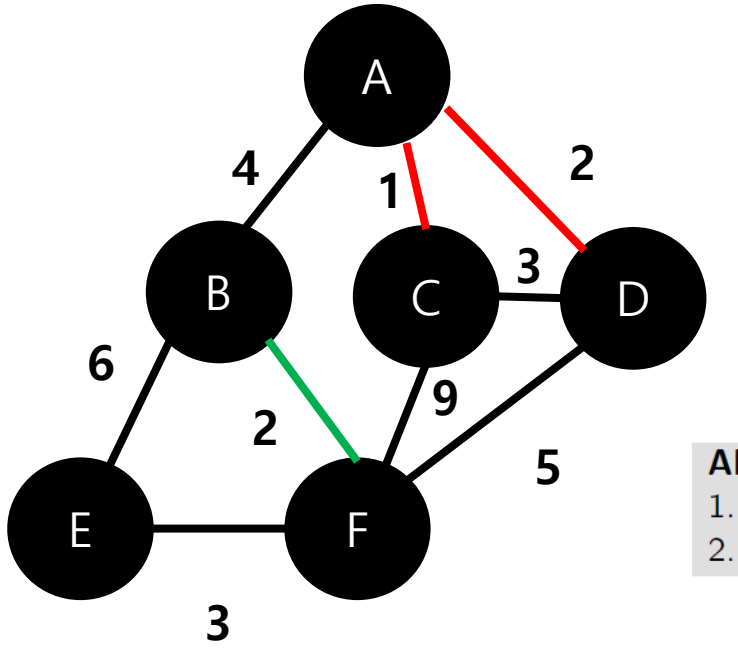
v	A	B	C	D	E	F
root[v]	A	B	A	D	E	F
rank[v]	1	0	0	0	0	0

Algorithm *makeset*(x)
1. $\pi(x) \leftarrow x$
2. $\text{rank}(x) \leftarrow 0$

Algorithm *find*(x)
1. **while** $x \neq \pi(x)$
2. **do** $x \leftarrow \pi(x)$
3. **return** x

Algorithm *union*(x, y)
1. $r_x \leftarrow \text{find}(x)$
2. $r_y \leftarrow \text{find}(y)$
3. **if** $r_x = r_y$
4. **then return**
5. **if** $\text{rank}(r_x) > \text{rank}(r_y)$
6. **then** $\pi(r_y) \leftarrow r_x$
7. **else** $\pi(r_x) \leftarrow r_y$
8. **if** $\text{rank}(r_x) = \text{rank}(r_y)$
9. **then** $\text{rank}(r_y) \leftarrow \text{rank}(r_y) + 1$

ADD02. MST



가장 작은 간선부터 연결해보자!

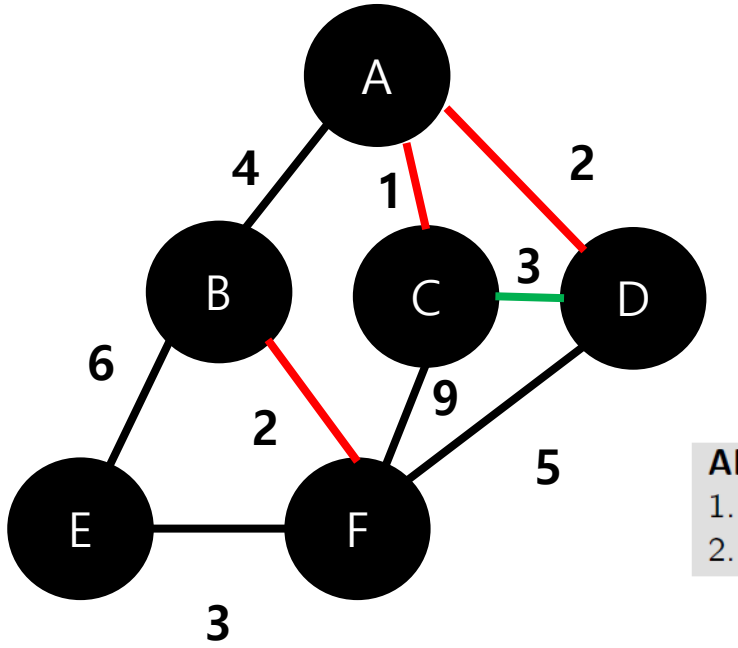
v	A	B	C	D	E	F
root[v]	A	B	A	A	E	F
rank[v]	1	0	0	0	0	0

Algorithm *makeset*(x)
1. $\pi(x) \leftarrow x$
2. $\text{rank}(x) \leftarrow 0$

Algorithm *find*(x)
1. **while** $x \neq \pi(x)$
2. **do** $x \leftarrow \pi(x)$
3. **return** x

Algorithm *union*(x, y)
1. $r_x \leftarrow \text{find}(x)$
2. $r_y \leftarrow \text{find}(y)$
3. **if** $r_x = r_y$
4. **then return**
5. **if** $\text{rank}(r_x) > \text{rank}(r_y)$
6. **then** $\pi(r_y) \leftarrow r_x$
7. **else** $\pi(r_x) \leftarrow r_y$
8. **if** $\text{rank}(r_x) = \text{rank}(r_y)$
9. **then** $\text{rank}(r_y) \leftarrow \text{rank}(r_y) + 1$

ADD02. MST



가장 작은 간선부터 연결해보자!

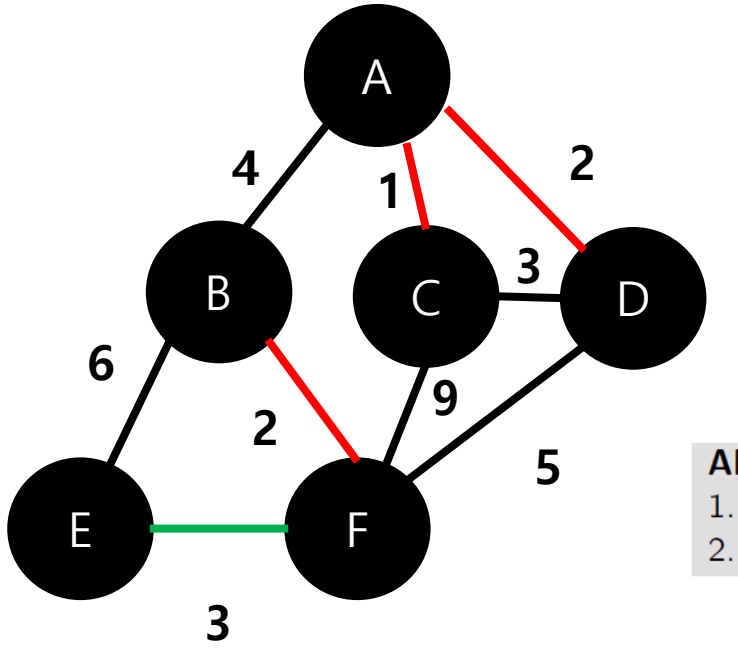
v	A	B	C	D	E	F
root[v]	A	B	A	A	E	B
rank[v]	1	1	0	0	0	0

Algorithm *makeset*(x)
1. $\pi(x) \leftarrow x$
2. $\text{rank}(x) \leftarrow 0$

Algorithm *find*(x)
1. **while** $x \neq \pi(x)$
2. **do** $x \leftarrow \pi(x)$
3. **return** x

Algorithm *union*(x, y)
1. $r_x \leftarrow \text{find}(x)$
2. $r_y \leftarrow \text{find}(y)$
3. **if** $r_x = r_y$
4. **then return**
5. **if** $\text{rank}(r_x) > \text{rank}(r_y)$
6. **then** $\pi(r_y) \leftarrow r_x$
7. **else** $\pi(r_x) \leftarrow r_y$
8. **if** $\text{rank}(r_x) = \text{rank}(r_y)$
9. **then** $\text{rank}(r_y) \leftarrow \text{rank}(r_y) + 1$

ADD02. MST



가장 작은 간선부터 연결해보자!

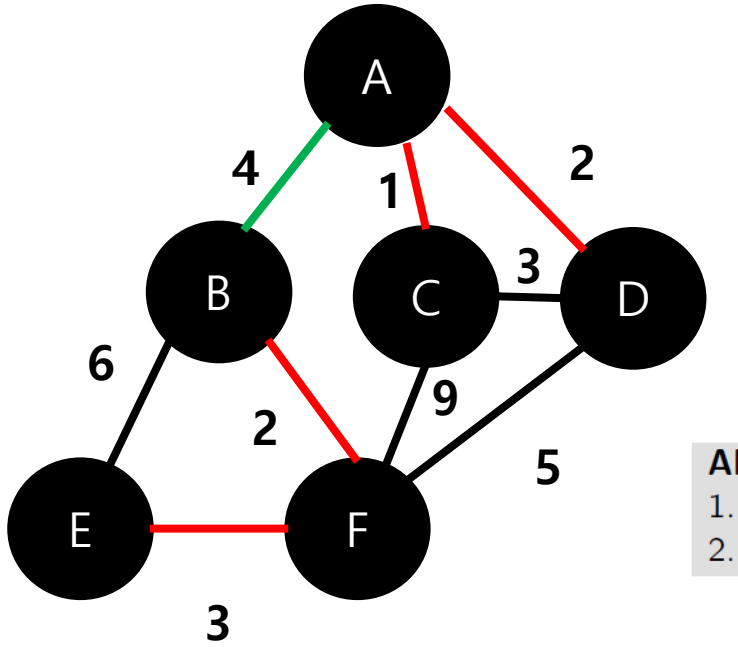
v	A	B	C	D	E	F
root[v]	A	B	A	A	E	B
rank[v]	1	1	0	0	0	0

Algorithm *makeset*(x)
1. $\pi(x) \leftarrow x$
2. $\text{rank}(x) \leftarrow 0$

Algorithm *find*(x)
1. **while** $x \neq \pi(x)$
2. **do** $x \leftarrow \pi(x)$
3. **return** x

Algorithm *union*(x, y)
1. $r_x \leftarrow \text{find}(x)$
2. $r_y \leftarrow \text{find}(y)$
3. **if** $r_x = r_y$
4. **then return**
5. **if** $\text{rank}(r_x) > \text{rank}(r_y)$
6. **then** $\pi(r_y) \leftarrow r_x$
7. **else** $\pi(r_x) \leftarrow r_y$
8. **if** $\text{rank}(r_x) = \text{rank}(r_y)$
9. **then** $\text{rank}(r_y) \leftarrow \text{rank}(r_y) + 1$

ADD02. MST



가장 작은 간선부터 연결해보자!

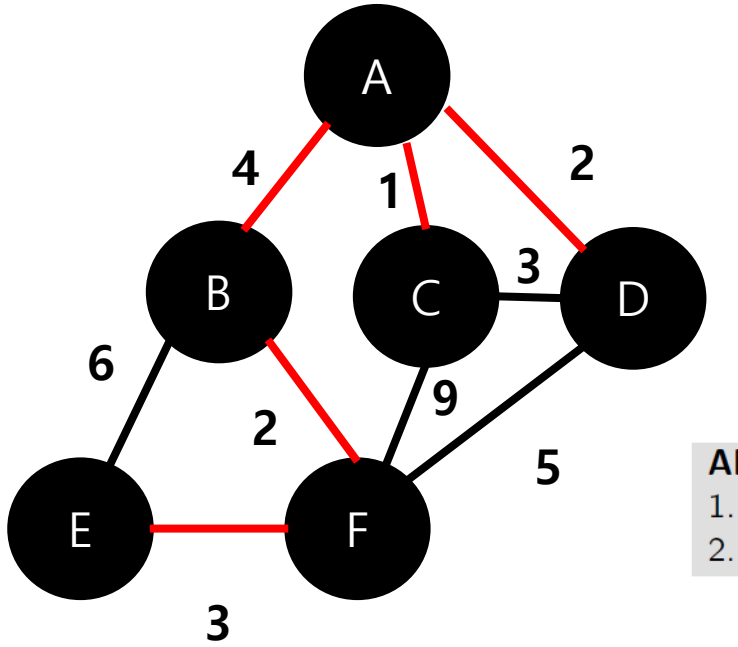
v	A	B	C	D	E	F
root[v]	A	B	A	A	B	B
rank[v]	1	1	0	0	0	0

Algorithm *makeset*(x)
1. $\pi(x) \leftarrow x$
2. $\text{rank}(x) \leftarrow 0$

Algorithm *find*(x)
1. **while** $x \neq \pi(x)$
2. **do** $x \leftarrow \pi(x)$
3. **return** x

Algorithm *union*(x, y)
1. $r_x \leftarrow \text{find}(x)$
2. $r_y \leftarrow \text{find}(y)$
3. **if** $r_x = r_y$
4. **then return**
5. **if** $\text{rank}(r_x) > \text{rank}(r_y)$
6. **then** $\pi(r_y) \leftarrow r_x$
7. **else** $\pi(r_x) \leftarrow r_y$
8. **if** $\text{rank}(r_x) = \text{rank}(r_y)$
9. **then** $\text{rank}(r_y) \leftarrow \text{rank}(r_y) + 1$

ADD02. MST



가장 작은 간선부터 연결해보자!

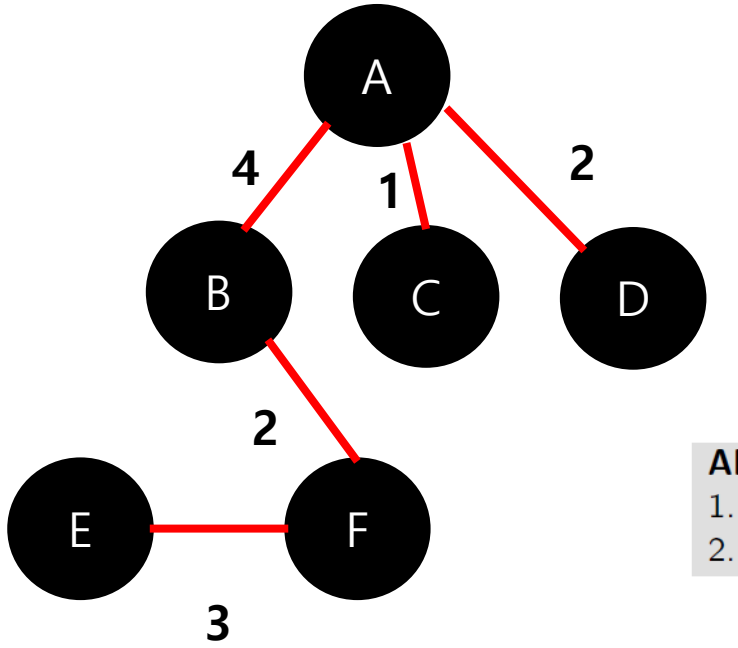
v	A	B	C	D	E	F
root[v]	A	A	A	A	B	B
rank[v]	2	1	0	0	0	0

Algorithm *makeset*(x)
1. $\pi(x) \leftarrow x$
2. $\text{rank}(x) \leftarrow 0$

Algorithm *find*(x)
1. **while** $x \neq \pi(x)$
2. **do** $x \leftarrow \pi(x)$
3. **return** x

Algorithm *union*(x, y)
1. $r_x \leftarrow \text{find}(x)$
2. $r_y \leftarrow \text{find}(y)$
3. **if** $r_x = r_y$
4. **then return**
5. **if** $\text{rank}(r_x) > \text{rank}(r_y)$
6. **then** $\pi(r_y) \leftarrow r_x$
7. **else** $\pi(r_x) \leftarrow r_y$
8. **if** $\text{rank}(r_x) = \text{rank}(r_y)$
9. **then** $\text{rank}(r_y) \leftarrow \text{rank}(r_y) + 1$

ADD02. MST



가장 작은 간선부터 연결해보자!

v	A	B	C	D	E	F
root[v]	A	A	A	A	B	B
rank[v]	2	1	0	0	0	0

Algorithm *makeset*(x)
1. $\pi(x) \leftarrow x$
2. $\text{rank}(x) \leftarrow 0$

Algorithm *find*(x)
1. **while** $x \neq \pi(x)$
2. **do** $x \leftarrow \pi(x)$
3. **return** x

Algorithm *union*(x, y)
1. $r_x \leftarrow \text{find}(x)$
2. $r_y \leftarrow \text{find}(y)$
3. **if** $r_x = r_y$
4. **then return**
5. **if** $\text{rank}(r_x) > \text{rank}(r_y)$
6. **then** $\pi(r_y) \leftarrow r_x$
7. **else** $\pi(r_x) \leftarrow r_y$
8. **if** $\text{rank}(r_x) = \text{rank}(r_y)$
9. **then** $\text{rank}(r_y) \leftarrow \text{rank}(r_y) + 1$

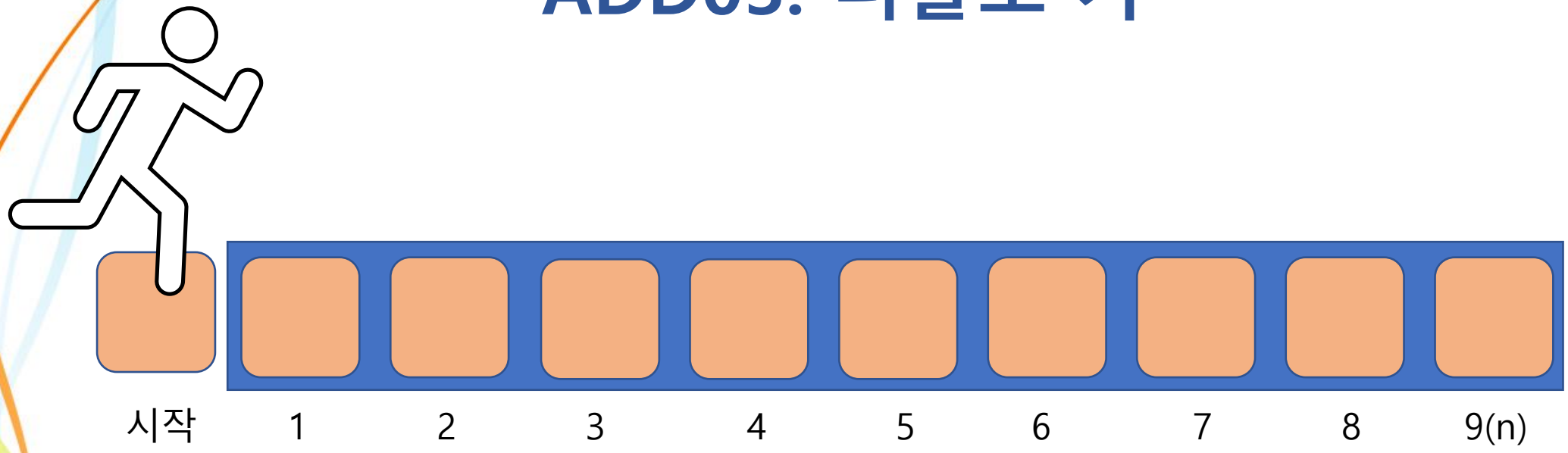
ADD02. MST (Prim)

```python
import heapq

t=int(input())

for _ in range(t):
    (N,M)=map(int,input().split())
    List=[[] for _ in range(N)]
    for _ in range(M):
        (u,v,c)=map(int,input().split())
        List[u].append((v,c))
        List[v],append((u,c))
```

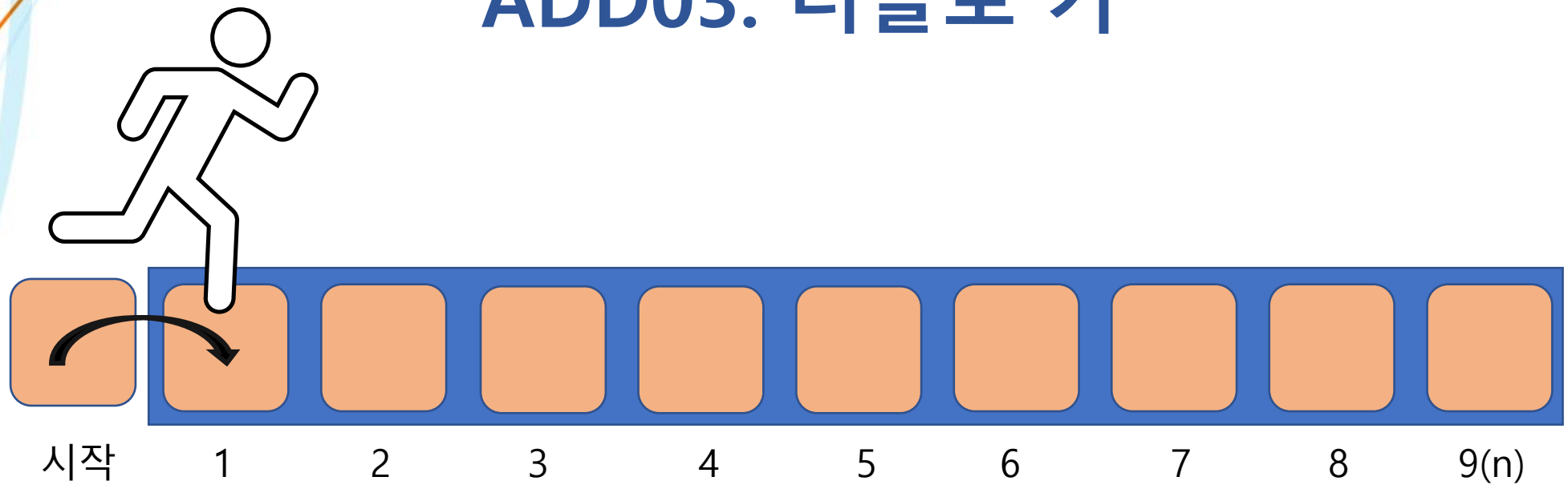
ADD02. MST (Prim)

```
    #연결되었는지 여부를 저장하는 변수
    connected=[False]*N
    #연결된 정점의 개수를 저장하는 변수
    connectNum=0
    #연결 가능한 정점과 연결하는데에 드는 간선 비용을 저장하는 우선순위 큐
    #0번 정점부터 pop되도록 저장
    edgeQ=[(0,0)]
    #지금까지 연결한 간선 가중치의 합계
    totalCost=0
    #모든 정점이 연결될 때까지
        while connectNum < N:
        #우선순위 큐에서 pop
        (c,u)=
        #정점 u가 아직 연결되지 않은 경우에만 해당 간선 가중치 합산
        if not connected[u]:
                for (v,c) in List[u]:
                    #정점 u와 연결된 간선 중 연결되지 않은 정점과 이어져있는 간선 정보 push
                    if
    print(totalCost)
```

ADD03. 더블로 가

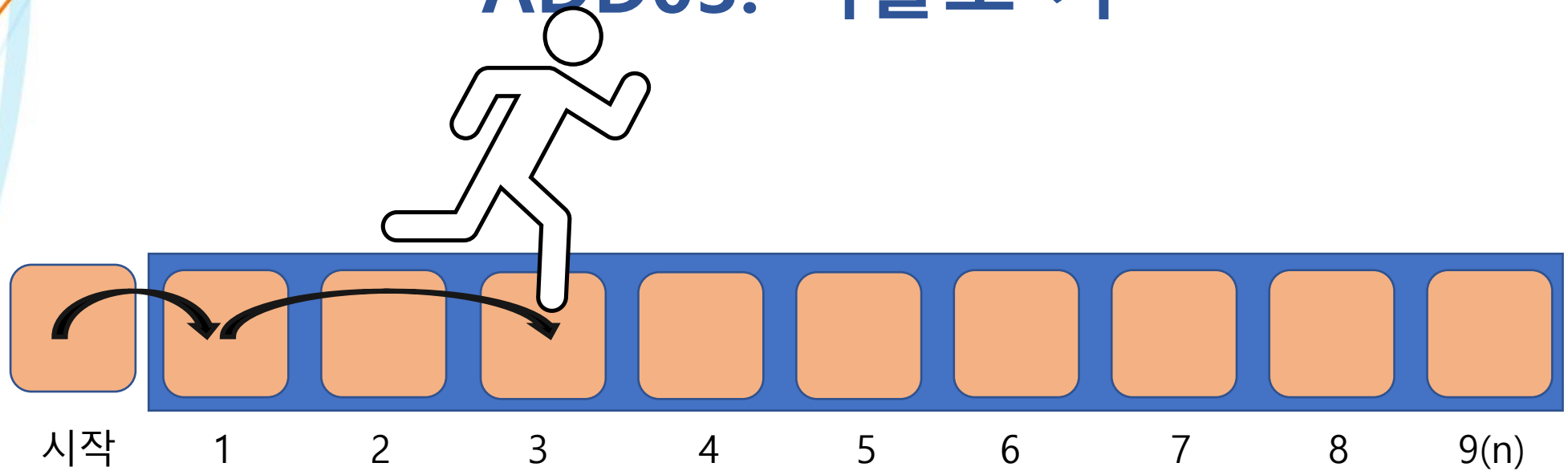


ADD03. 더블로 가



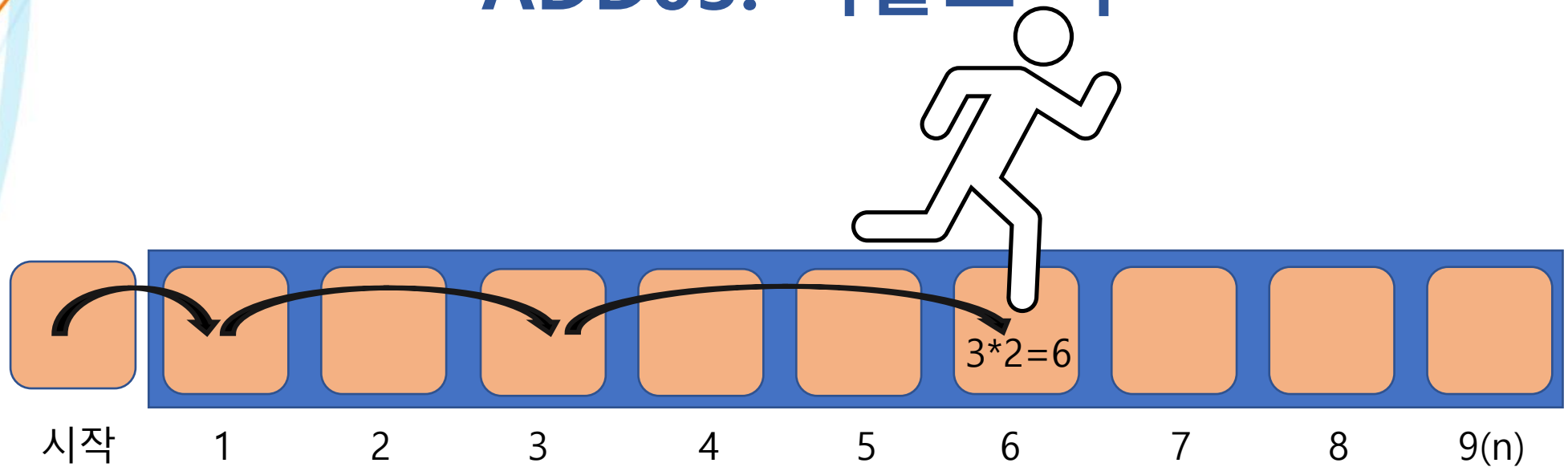
1. 한 칸만 이동하는 방법

ADD03. 더블로 가



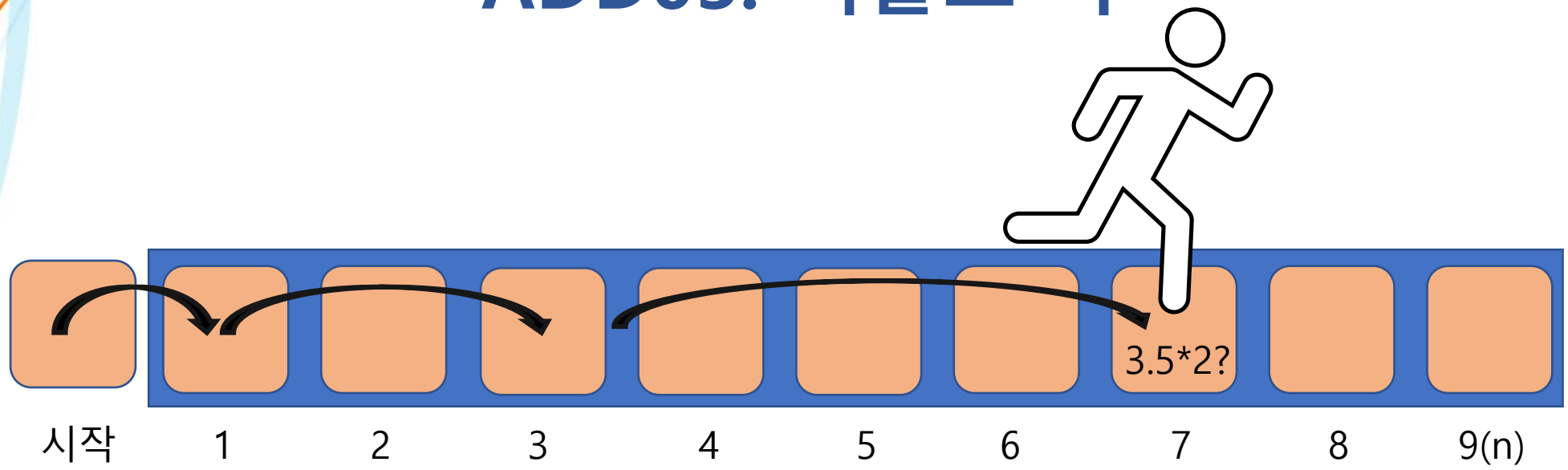
1. 한 칸만 이동하는 방법
2. 두 칸을 이동하는 방법

ADD03. 더블로 가



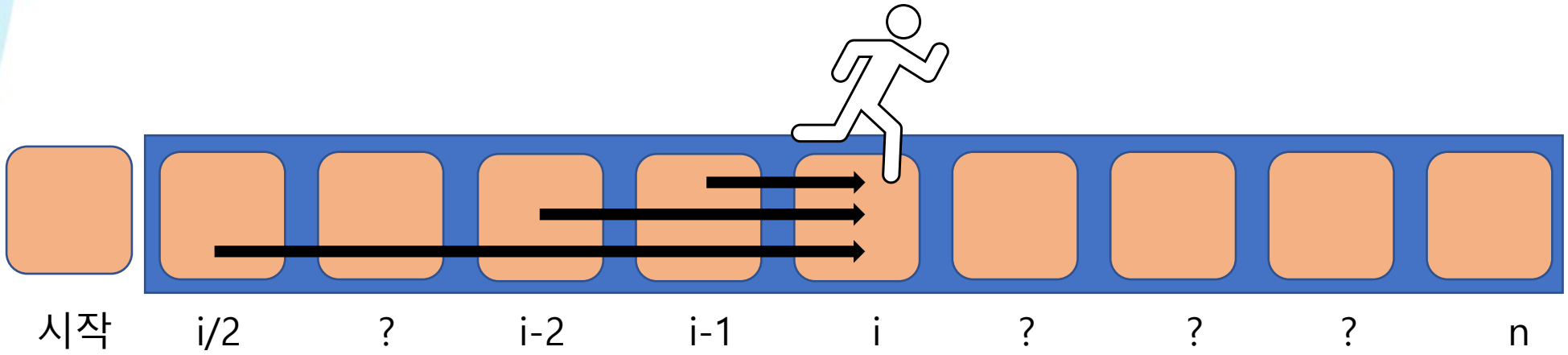
1. 한 칸만 이동하는 방법
2. 두 칸을 이동하는 방법
3. 더블로 이동하는 방법

ADD03. 더블로 가



1. 한 칸만 이동하는 방법
2. 두 칸을 이동하는 방법
3. ~~더블로 이동하는 방법~~

ADD03. 더블로 가



현재 어떤 발판 i 에 있을 때, **최대점수**

- 한칸 전 발판에서 온 경우
- 두칸 전 발판에서 온 경우
- 더블 이동해서 온 경우 (?)

→ {(각 경우) + (현재 발판의 점수)}의 최대점수

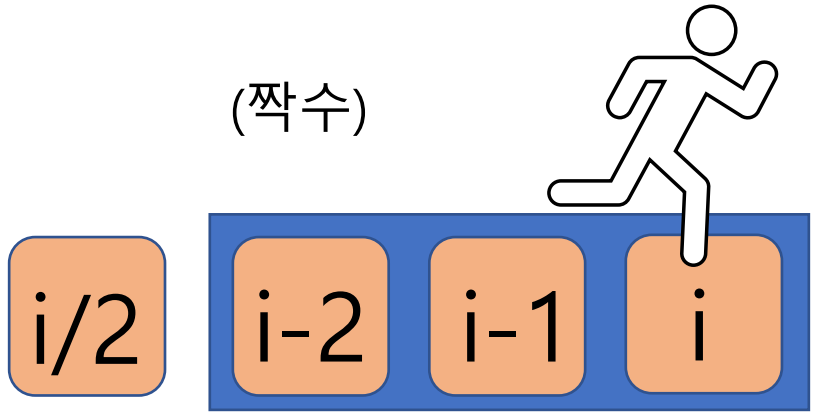
ADD03. 더블로 가

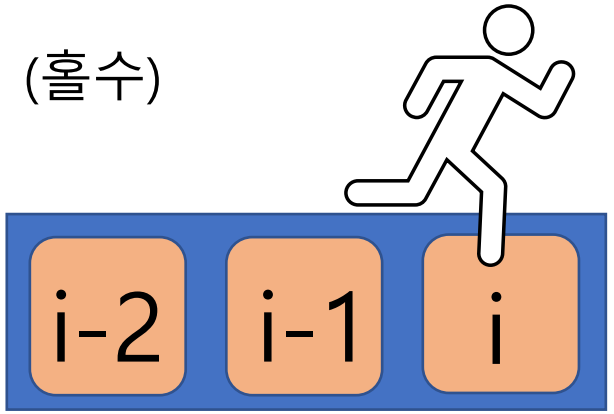
1. **부분 문제를 명확하게 정의**
   T[i]: i번 발판을 밟았을 때의 최대 점수

2. **원래 답의 위치**
   T[N]일 것
   ➔ print(T[N])
   ➔ 답이 들어갈 T 배열을 생성

3. **재귀 식(점화 식)**
   (i가 홀수면) T[i]=max(T[i-1], T[i-2]) + data[i]
   (i가 짝수면) T[i]=max(T[i-1], T[i-2], T[i//2]) + data[i]
   ➔ for문이 i로 돈다. (N까지)

4. **기저 조건(초기값)**
   i가 1일 때 T[i] = data[i]
   ➔ for문 내에 조건이 들어간다.



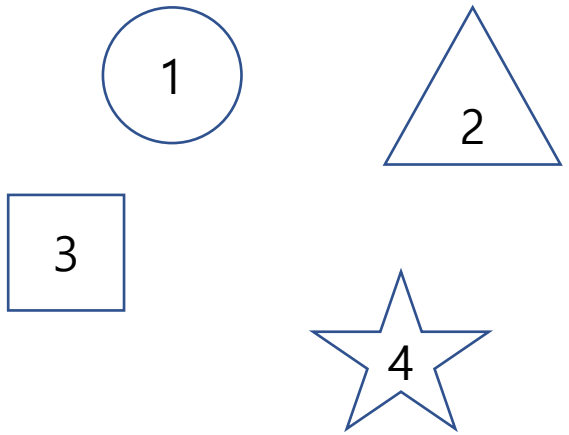


ADD03. 더블로 가

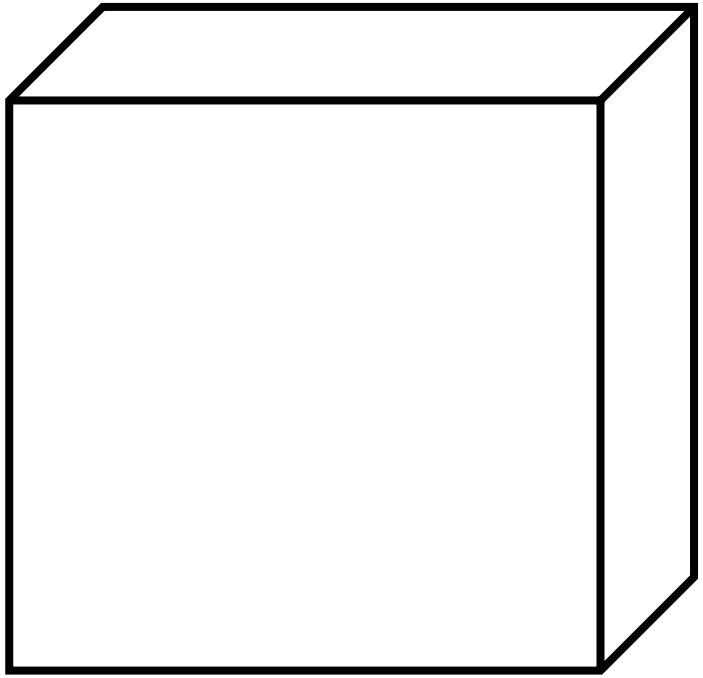
```
def dbro(l,n):
    DP = [0]*len(l)
    for i in range(1,n+1):
        if i == 1: #초기조건: 시작발판
            [redacted]
        elif i % 2 == 1: #홀수 발판
            pr = [redacted] #이전 발판에서 왔을 때 지금 발판에서의 점수
            ju = [redacted] #이전 이전 발판에서 왔을 때의 점수
            DP[i] = [redacted] #최대값이 현재 발판에서의 점수
        else: #짝수 발판
            pr = [redacted]
            ju = [redacted]
            do = [redacted] #더블해서 왔을 때의 점수
            DP[i] = [redacted] #최대값이 현재 발판에서의 점수
    return DP[n]

testnum = int(input())
for _ in range(testnum):
    n = int(input())
    lis = list(map(int, input().split()))
    lis = [0] + lis #문제와 index를 맞추기 위함
    print(dbro(lis, n))
```

ADD04. 배송비 절약

	1	2	3	4
무게	6	1	5	3
가치	10	30	100	200



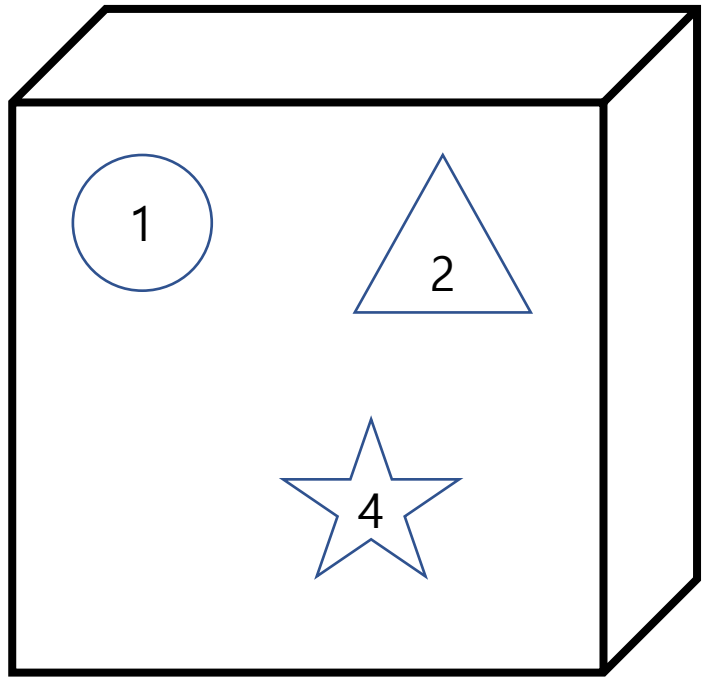
무게: 0 (MAX 10)
가치: 0



ADD04. 배송비 절약

	1	2	3	4
무게	6	1	5	3
가치	10	30	100	200

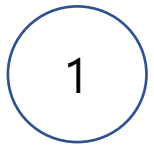
무게: 6+1+3=10
가치: 10+30+200=240



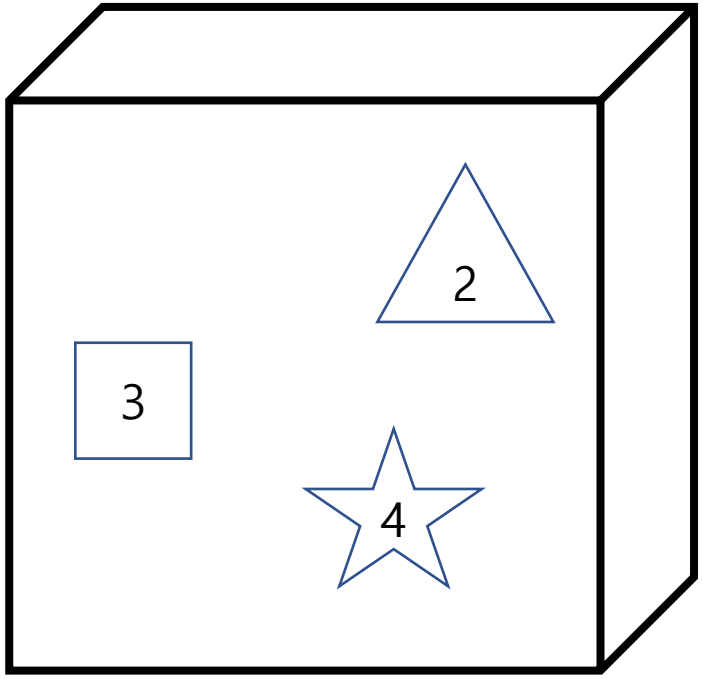
3

ADD04. 배송비 절약

	1	2	3	4
무게	6	1	5	3
가치	10	30	100	200



무게: 1+5+3=9 (MAX 10)
가치: 30+100+200=330



ADD04. 배송비 절약

아이디어

D[i][j] = i번째까지의 물건을 가지고 무게 j를 채울 때 가치 합의 최대값

i \ j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10
2	0										
3	0										
4	0										??

ADD04. 배송비 절약

아이디어

D[i][j] = i번째까지의 물건을 가지고 무게를 j 이하로 채울 때 가치 합의 최대값

첫번째 물건을 가지고 무게 0부터 C까지 만들 때 가치의 최대값을 저장.

i-1번째까지의 물건을 가지고 j 이하의 무게를 만드는 최대 가치에 i번째 물건이 추가된 경우.

$$D[i][j] = \begin{cases} \mathrm{D[i-1][j]} & \text{if } w_i > j \\ \max(\mathrm{D[i-1][j]}, \mathrm{D[i-1][j-}w_i\mathrm{]}+v_i) & \text{if } w_i \leq \mathrm{j} \end{cases}$$

ADD04. 배송비 절약

$$D[i][j] = \begin{cases} \mathrm{D[i-1][j]} & \text{if } w_i > j \\ \max(\mathrm{D[i-1][j]}, \mathrm{D[i-1][j-}w_i\mathrm{]}+v_i) & \text{if } w_i \le \mathrm{j} \end{cases}$$

i \ j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10
2	0	30									
3	0										
4	0										??

	1	2	3	4
무게	6	1	5	3
가치	10	30	100	200

ADD04. 배송비 절약

$$D[i][j] = \begin{cases} \mathrm{D[i-1][j]} & \text{if } w_i > j \\ \max(\mathrm{D[i-1][j]}, \mathrm{D[i-1][j-}w_i\mathrm{]}+v_i) & \text{if } w_i \le \mathrm{j} \end{cases}$$

i \ j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10
2	0	30	30								
3	0										
4	0										??

	1	2	3	4
무게	6	1	5	3
가치	10	30	100	200

ADD04. 배송비 절약

$$D[i][j] = \begin{cases} \mathrm{D[i-1][j]} & \text{if } w_i > j \\ \max(\mathrm{D[i-1][j]}, \mathrm{D[i-1][j-}w_i\mathrm{]}+v_i) & \text{if } w_i \le \mathrm{j} \end{cases}$$

i \ j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10
2	0	30	30	30	30	30	30				
3	0										
4	0										??

	1	2	3	4
무게	6	1	5	3
가치	10	30	100	200

ADD04. 배송비 절약

$$D[i][j] = \begin{cases} \mathrm{D[i-1][j]} & \text{if } w_i > j \\ \max(\mathrm{D[i-1][j]}, \mathrm{D[i-1][j-}w_i\mathrm{]}+v_i) & \text{if } w_i \le \mathrm{j} \end{cases}$$

i \ j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10
2	0	30	30	30	30	30	30	40			
3	0										
4	0										??

	1	2	3	4
무게	6	1	5	3
가치	10	30	100	200

ADD04. 배송비 절약

$$D[i][j] = \begin{cases} \mathrm{D[i-1][j]} & \text{if } w_i > j \\ \max(\mathrm{D[i-1][j]}, \mathrm{D[i-1][j-}w_i\mathrm{]}+v_i) & \text{if } w_i \le \mathrm{j} \end{cases}$$

i \ j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10
2	0	30	30	30	30	30	30	40	40	40	40
3	0	30	30	30	30	100					
4	0										??

	1	2	3	4
무게	6	1	5	3
가치	10	30	100	200

ADD04. 배송비 절약

$$D[i][j] = \begin{cases} \mathrm{D[i-1][j]} & \text{if } w_i > j \\ \max(\mathrm{D[i-1][j]}, \mathrm{D[i-1][j-}w_i\mathrm{]}+v_i) & \text{if } w_i \le \mathrm{j} \end{cases}$$

i \ j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10
2	0	30	30	30	30	30	30	40	40	40	40
3	0	30	30	30	30	100	130				
4	0										??

	1	2	3	4
무게	6	1	5	3
가치	10	30	100	200

ADD04. 배송비 절약

$$D[i][j] = \begin{cases} \mathrm{D[i-1][j]} & \text{if } w_i > j \\ \max(\mathrm{D[i-1][j]}, \mathrm{D[i-1][j-}w_i\mathrm{]}+v_i) & \text{if } w_i \le \mathrm{j} \end{cases}$$

i \ j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10
2	0	30	30	30	30	30	30	40	40	40	40
3	0	30	30	30	30	100	130	130	130	130	130
4	0	30	30	200	230	230	230	230	300	330	330

	1	2	3	4
무게	6	1	5	3
가치	10	30	100	200

ADD04. 배송비 절약

```
t = int(input())
for _ in range(t):
    n,C = map(int,input().split())
    w = list(map(int,input().split()))
    v = list(map(int,input().split()))
    #T[i][j]: 0~i번까지의 물건까지 사용하여 무게 j를 채울때 가치 합의 최대값
    T = [[0]*(C+1) for _ in range(n)]
    for i in range(n):
        for j in range(1,C+1):
            if i == 0: #초기값
                if w[i] > j: #0번 물건을 가방에 넣을 수 없는 경우
                    T[i][j] = 0
                else: #있는 경우
                    T[i][j] = v[i]
            else: #점화식
                if
                else: #있는 경우
    #해답의 위치
    print(T[n-1][C])
```