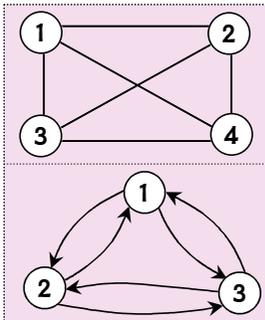


### 3. 그래프 종류 및 용어

① 완전그래프 : 모든 정점이 간선으로 서로 연결된 그래프이다. 최대 간선수를 가진다.

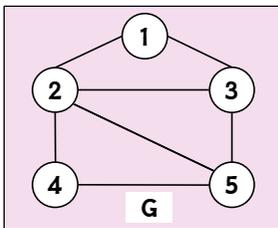


• 무방향그래프에서 간선수 =  $\frac{n(n-1)}{2} = \frac{4 \times 3}{2} = 6$

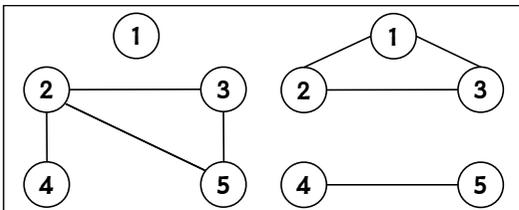
• 방향그래프에서 간선수 =  $n(n-1) = 3 \times 2 = 6$

② 부분그래프(subgraph)

그래프 G, G'에서  $V(G') \subseteq V(G)$ 이고,  $E(G') \subseteq E(G)$ 일 때 G'는 G의 부분그래프이다.



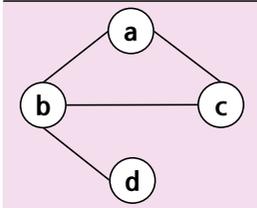
↓  
↓ 그래프 G에 대한 부분그래프들  
↓



• 부분그래프는 많이 존재할 수 있다.(당연)

③ 인접(adjacent)과 부속(incident)

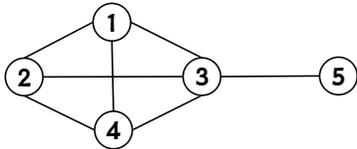
- **인접** : 두 정점이 하나의 간선으로 연결되어 있으면 그 두 정점은 인접되어 있다.
- **부속** : 어떤 정점에 연결되어 있는 간선을 그 정점에 부속되어 있다고 한다.



- 정점 a에 인접한 정점 : b, c
- 정점 a에 부속된 간선 : (a, b), (a, c)

- 위의 그래프에서 정점 a와 b는 **인접**해 있고, 간선 (a, b)는 정점 a와 b에 **부속**되어 있다.

④ 경로(path), 사이클(cycle), 차수(degree)

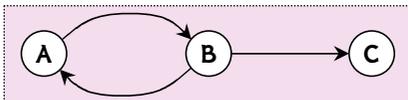


경로	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 임의 정점에서 다른 정점에 이르는 길이다.</li> <li>• 경로 (1,2), (2,4), (4,3)을 '1, 2, 4, 3'으로 나타낸다.</li> </ul>
경로길이	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 경로상에 포함된 간선수이다. 경로 '1, 2, 4, 3'에서 간선수는 3이다.</li> </ul>
단순경로	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 경로상에 포함된 모든 정점들이 모두 다를 때(단, 처음과 끝의 정점은 같아도 된다)</li> <li>• 단순경로를 '해밀톤 경로'라고도 한다.</li> </ul>
사이클	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 처음과 끝의 정점이 같은 단순경로(해밀톤 사이클), '1, 2, 4, 3, 1'은 사이클이다.</li> </ul>
차수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한 정점에 부속된 간선수를 그 정점의 차수라 한다.</li> <li>• 정점 ①의 차수는 3이고, ⑤의 차수는 1이다.</li> </ul>

- 방향그래프에서는 경로와 사이클 앞에 접두어 방향을 사용한다.(방향경로, 방향사이클)

⑤ 진입차수/진출차수

- **진입차수** : 방향그래프에서 임의 정점 V가 Head가 되는 간선수
- **진출차수** : 방향그래프에서 임의 정점 V가 Tail이 되는 간선수



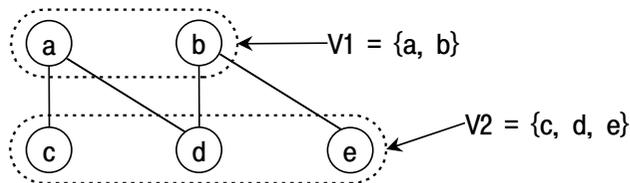
- 정점 B의 진입차수는 1, 진출차수는 2이다.

- 방향그래프에서는 간선  $\langle A, B \rangle$ 를  $A \rightarrow B$ 처럼 화살표로 표시하며,
- 여기서, 정점 A를 간선의 Tail, 정점 B를 간선의 Head라 한다.

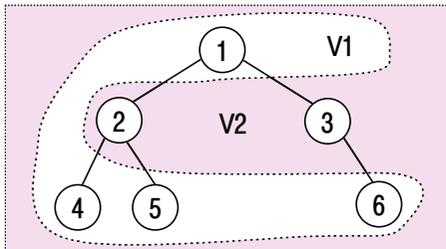
⑥ 2부 그래프(bipartite graph; 짝 그래프, 이분할 그래프, 이분 그래프)

그래프의 정점 집합이 두 부분( $V_1, V_2$ )으로 나누어지고,  
이 그래프의 어느 간선도 집합  $V_1$ 의 정점에서  $V_2$ 의 정점으로 연결되는 그래프이다.

다음 그래프는 2부 그래프이다.(같은 집합 내의 정점끼리는 인접하지 않는다)



// 모든 트리는 2부 그래프이다.

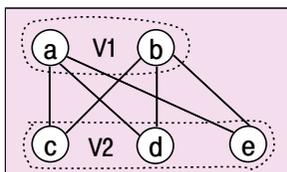


$V_1 = \{1, 4, 5, 6\}$   
 $V_2 = \{2, 3\}$

- 같은 집합 내의 정점끼리는 인접하지 않는다.
- 이 트리의 어느 간선도 집합  $V_1$ 의 정점에서  $V_2$ 의 정점으로 연결되어 있다. 2부 그래프가 된다.

◆ 완전 2부 그래프  $K_{m,n}$ 이란?

2부 그래프에서  $m \cdot n$ 개의 가능한 모든 간선을 포함하는 그래프를 완전 2부 그래프라 한다.  
완전 2부 그래프에서는 정점 수를 알면 간선수를 구할 수 있다.



정점 집합 →

- $V_1 = \{a, b\}$
- $V_2 = \{c, d, e\}$
- 간선수 =  $2 \times 3 = 6$

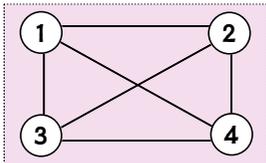
**기출문제 분석**

1. 10개의 정점을 가진 무방향그래프가 가질 수 있는 간선의 최대 개수는? (단, 각 정점에서 자기 자신으로의 간선은 허용하지 않고, 두 정점 사이의 간선은 최대 1개이다) [2022년 국가 7급]

- ① 42                      ② 43                      ③ 44                      ④ 45

☞ 무방향그래프

- 무방향그래프가 **완전그래프**일 때 최대 간선을 가진다.
- 무방향그래프의 간선 최대 개수 =  $\frac{n(n-1)}{2} = \frac{10 \times 9}{2} = 45$



• 무방향그래프에서 간선수 =  $\frac{n(n-1)}{2} = \frac{4 \times 3}{2} = 6$

정답 : ④

2. 그래프의 특성에 대한 설명 중 가장 적절하지 않은 것은? (단, 한 정점에서 v로의 간선은 허용하지 않으며, 서로 다른 두 정점 사이의 간선은 최대 1개이다) [2021년 군무원 7급]

- ① 정점이 5개, 간선이 10개인 무향그래프(undirected graph)에서 각 정점의 차수(degree)의 합은 20이다.  
 ② 정점이 4개, 간선이 10개인 유향그래프(directed graph)에서 각 정점의 진출 차수의 합은 10이다.  
 ③ 정점이 6개인 무향그래프의 간선의 최대수는 30개이다.  
 ④ 정점이 5개인 유향그래프의 간선의 최대수는 20개이다.

☞ 그래프 특성

- 정점이 6개인 무향그래프의 간선의 최대수는 30개이다.(×)  
 → 정점이 6개인 무향그래프의 간선의 최대수는 15개이다.
- **완전그래프** : 모든 정점이 간선으로 서로 연결된 그래프이다. **최대 간선수**를 가진다.
- 정점이 6개인 무방향그래프 **완전그래프**에서 간선수 =  $\frac{n(n-1)}{2} = \frac{6 \times 5}{2} = 15$

정답 : ③