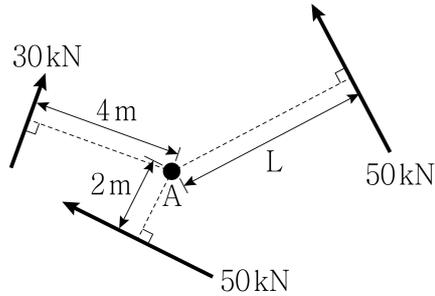


2022년 국가직 9급 응용역학

1. 그림과 같이 A점에서 3개의 힘이 동일 평면에 작용할 때, A점에 대한 힘의 모멘트가 0이 되기 위한 L의 길이[m]는?



- ① 3.2
- ② 3.8
- ③ 4.4
- ④ 5.0

해설] ③ 4.4

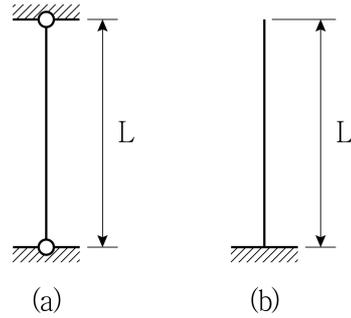
$$\sum M_A = 30 \times 4 + 50 \times 2 - 50 \times L = 0 \text{ 에서, } L = 4.4m$$

2. 부재 단면의 주축에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 주축에 대한 관성모멘트는 0이다.
- ② 주축에 대한 단면2차 모멘트는 최대 및 최소가 된다.
- ③ 주축의 방향 θ_p 는 $\tan 2\theta_p = -\frac{2I_{xy}}{I_x - I_y}$ 로 구할 수 있다.
- ④ 대칭축은 항상 주축이 되며, 그 축에 직교하는 축도 주축이 된다.

해설] ① 주축에 대한 단면상승모멘트는 0이다.

3. 그림 (a) 장주의 좌굴하중이 20kN일 때, 그림 (b) 장주의 좌굴하중[kN]은? (단, 두 기둥의 길이, 재료 및 단면 특성은 모두 같다)



- ① 5
- ② 20
- ③ 40
- ④ 80

해설] ① 5

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{l_k^2} \text{ 이므로, } P_{cr} \propto \frac{1}{l_k^2}$$

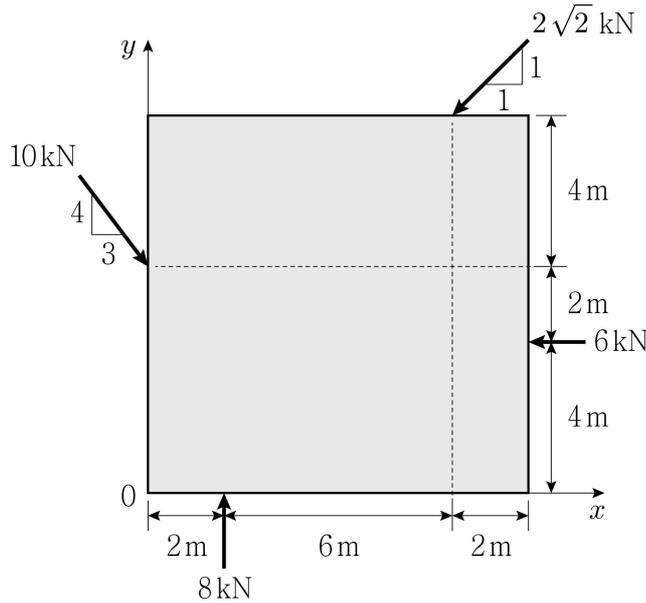
$$l_{ka} = L, l_{kb} = 2L \text{ 이므로, } P_{cr(b)} = \frac{P_{cr(a)}}{2^2} = \frac{20}{4} = 5kN$$

4. 직사각형 단면의 보에서 전단력에 의한 전단응력에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 전단응력은 부재의 임의 단면에 평행하게 작용한다.
- ② 전단응력은 순수굽힘이 작용하는 단면에서 곡선으로 변화한다.
- ③ 전단응력은 단면의 상·하연에서 0이고, 중립축에서 일반적으로 최대이다.
- ④ 전단응력은 중립축으로부터의 거리에 따라서 포물선으로 변화한다.

해설] ② 전단응력은 순수굽힘이 작용하는 단면에서 0이다.

5. 그림과 같이 정사각형에 4개의 하중이 작용하는 평면력계에서 합력이 작용하는 위치 x, y [m]로 옳은 것은?



- | x | y |
|-----|-----|
| ① 0 | 0 |
| ② 4 | 0 |
| ③ 0 | 4 |
| ④ 4 | 4 |

해설] ③

$$x \text{ 축 합력 } F_x = \frac{10}{5} \times 3 - \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} - 6 = -2kN(\leftarrow)$$

$$y \text{ 축 합력 } F_y = 8 - \frac{10}{5} \times 4 - \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = -2kN(\downarrow)$$

0점에 대한 모멘트

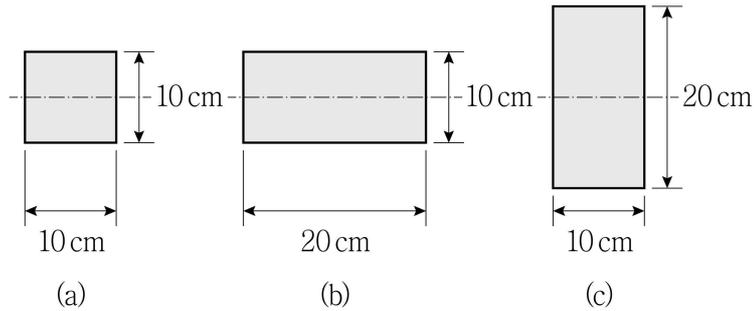
$$\Sigma M_o = \left(\frac{10}{5} \times 3\right) \times 6 - 8 \times 2 - \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \times 10 + \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \times 8 - 6 \times 4 = -8kN \cdot m (\text{반시계})$$

보기의 위치 중에서 반시계 방향 8kN이 작용하는 경우는 ③

[별해] 4개의 힘 중에서, 6kN, 8kN, 10kN의 합력은 0이 된다.

따라서, $2\sqrt{2}kN$ 힘 하나만 작용하는 경우로 판단해도 된다.

6. 그림과 같은 세 개의 단면에 동일한 휨모멘트가 작용할 때, 최대 휨응력의 비율 $\sigma_{(a)} : \sigma_{(b)} : \sigma_{(c)}$ 는?



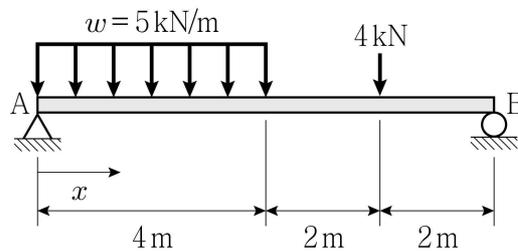
- ① 1 : 2 : 4
- ② 1 : 2 : 8
- ③ 4 : 2 : 1
- ④ 8 : 2 : 1

해설] ③

$Z = \frac{bh^2}{6}$ 이고, $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ 인 단면의 단면계수를 Z 라 두면,

$$Z_a = Z, Z_b = 2Z, Z_c = 4Z \text{ 이므로, } \sigma_a : \sigma_b : \sigma_c = \frac{1}{Z_a} : \frac{1}{Z_b} : \frac{1}{Z_c} = 4 : 2 : 1$$

7. 그림과 같은 단순보에 등분포하중과 집중하중이 작용할 때, 지점 A로부터 최대 휨모멘트가 발생하는 위치 x [m]는? (단, 보의 자중은 무시한다)



- ① 2
- ② 2.2
- ③ 3

④ 3.2

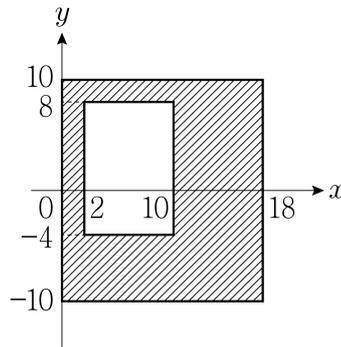
해설] ④ 3.2

$$R_A = 5 \times 4 \times \frac{3}{4} + 4 \times \frac{1}{4} = 16kN$$

전단력 = 0이 되는 위치에서 최대휨모멘트가 발생하므로,

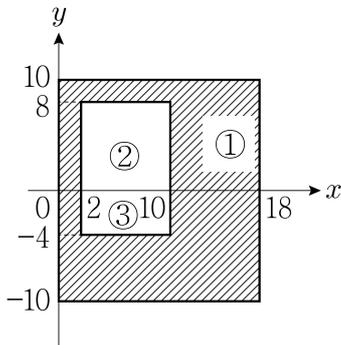
$$R_A = \omega x \text{에서, } 16 = 5x \text{ 이므로, } x = 3.2m$$

8. 그림과 같이 빗금 친 단면의 x 축에 대한 단면2차 모멘트[mm^4]는? (단, x 축과 y 축의 단위는 mm이다)



- ① 8,020
- ② 10,464
- ③ 12,000
- ④ 14,222

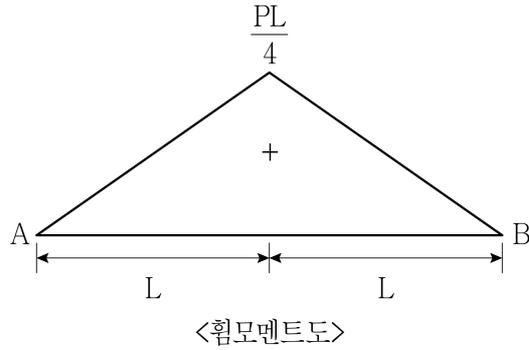
해설] ② 10,464



$$I_1 - I_2 - I_3 = \frac{18 \times 20^3}{12} - \frac{8^4}{3} - \frac{8 \times 4^3}{3}$$

$$= 10,464mm^3$$

9. 그림과 같은 휨모멘트도를 나타내는 단순보의 휨 변형에 의한 최대처짐각(θ_{\max})의 크기는? (단, 휨강성 EI는 일정하다)

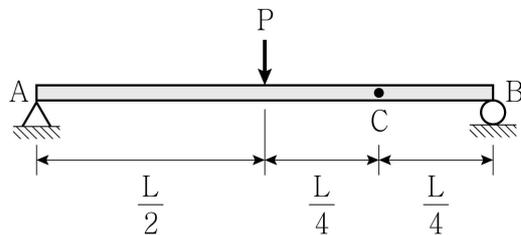


- ① $\frac{PL^2}{8EI}$
- ② $\frac{PL^2}{16EI}$
- ③ $\frac{PL^2}{24EI}$
- ④ $\frac{5PL^2}{48EI}$

해설] ① $\frac{PL^2}{8EI}$

공액보에서 $R_A = \frac{PL}{4} \times \frac{L}{2EI} = \frac{PL^2}{8EI}$

10. 그림과 같이 하중 P가 단순보에 작용할 때, C점에서의 처짐은? (단, 보의 자중은 무시하고, 휨강성 EI는 일정하다)



- ① $\frac{11PL^3}{768EI}$

② $\frac{19PL^3}{768EI}$

③ $\frac{29PL^3}{768EI}$

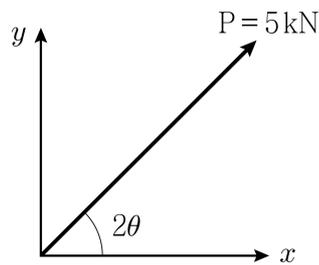
④ $\frac{37PL^3}{768EI}$

해설] ① $\frac{11PL^3}{768EI}$

$\rho = \frac{PL}{4EI}$ 라 두고 공액보에서,

$$\delta_c = \frac{\rho L}{4} \times \frac{L}{4} - \frac{\rho}{4} \times \frac{L}{4} \times \frac{L}{4} \times \frac{1}{3} = \frac{\rho L^2}{16} \left(1 - \frac{1}{12}\right) = \frac{11\rho L^2}{16 \times 12} = \frac{11PL^3}{768EI}$$

11. 그림과 같이 경사방향으로 힘 P가 작용할 때, y축 방향의 분력 P_y의 크기[kN]는?



① $10 \cos 2\theta$

② $10 \sin 2\theta$

③ $5 \sin \theta \cos \theta$

④ $10 \sin \theta \cos \theta$

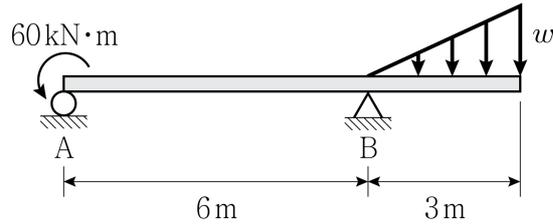
해설] ④ $10 \sin \theta \cos \theta$

y축 분력 = $P \sin 2\theta = P \times 2 \sin \theta \cos \theta = 5 \times 2 \sin \theta \cos \theta$

[참조] 배각법칙

$$\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta, \quad \cos 2\theta = 1 - 2 \sin^2 \theta, \quad \tan 2\theta = \frac{2 \tan \theta}{1 - \tan^2 \theta}$$

12. 그림과 같이 내민보에 집중 모멘트와 선형 분포하중이 작용하여 A 지점의 수직반력(V_A)의 크기가 0일 때, B 지점의 수직반력(V_B)의 크기[kN]는? (단, 보의 자중은 무시하고, w 는 선형 분포하중의 최대 크기이다)



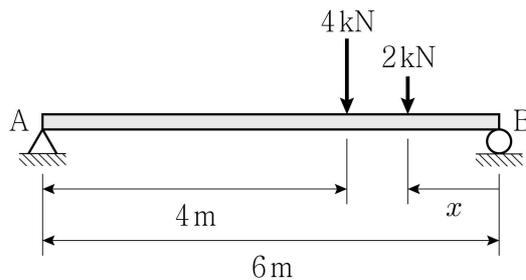
- ① 15 ② 30
③ 45 ④ 60

해설] ② 30

$$M_B = \frac{3w}{2} \times 2 = 60 \text{ 에서, } w = 20 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma F_y = 0 \text{ 에서, } R_A = 0 \text{ 이므로, } \frac{3w}{2} = \frac{3 \times 20}{2} = 30 \text{ kN} = R_B$$

13. 그림과 같이 2개의 집중하중이 작용할 때, A 지점과 B 지점의 수직 반력이 같기 위한 x [m]는? (단, 보의 자중은 무시하고, 지점의 수직반력의 방향은 상향이다)



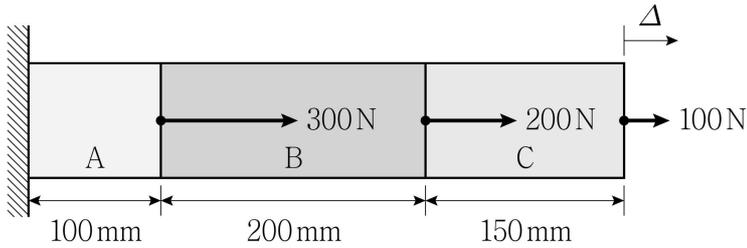
- ① 2 ② 3
③ 4 ④ 5

해설] ④ 5

$$\text{양지점의 반력이 동일하므로, } R_A = R_B = 3 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_B = 3 \times 6 - 4 \times 2 - 2x = 0 \text{ 에서, } x = 5 \text{ m}$$

14. 그림과 같이 세 가지 재료 A, B, C로 합성된 봉에 축하중이 작용할 때, 합성봉에 대한 총 신장량(Δ)의 크기[mm]는? (단, 각각의 탄성계수 $E_A = 100 \text{ MPa}$, $E_B = 200 \text{ MPa}$, $E_C = 150 \text{ MPa}$, 봉의 단면적은 모두 100 mm^2 으로 일정하고, 구조물의 자중은 무시한다)



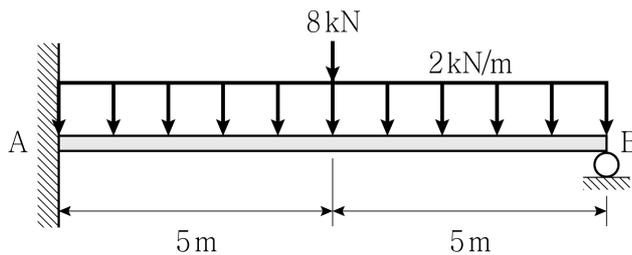
- ① 5 ② 10
③ 15 ④ 20

해설] ② 10

$$F_A = 600N, F_B = 300N, F_C = 100N$$

$$\delta = \frac{1}{A} \left(\frac{600 \times 100}{100} + \frac{300 \times 200}{200} + \frac{100 \times 150}{150} \right) = \frac{10^3}{100} = 10mm$$

15. 그림과 같이 부정정보에 집중하중과 등분포하중이 작용할 때, B 지점에서 반력의 크기[kN]는? (단, 보의 자중은 무시한다)

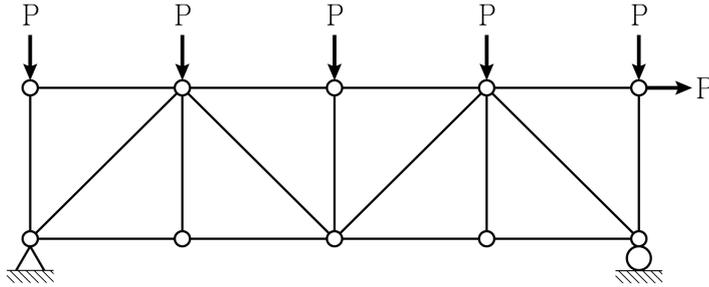


- ① 5
② 6.5
③ 7.5
④ 10

해설] ④ 10

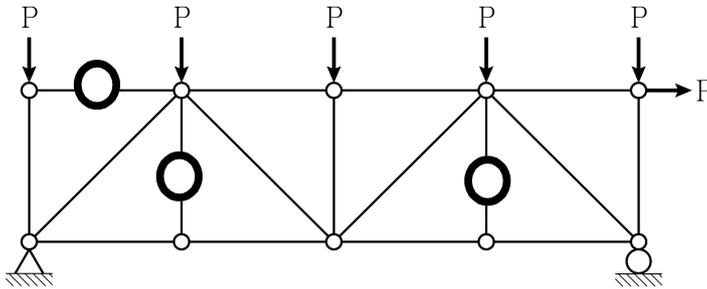
$$R_B = \frac{3\omega L}{8} + \frac{5P}{16} = \frac{3 \times 2 \times 10}{8} + \frac{5 \times 8}{16} = 10kN$$

16. 그림과 같은 트러스에서 부재력이 0인 부재의 개수는? (단, 구조물의 자중은 무시한다)

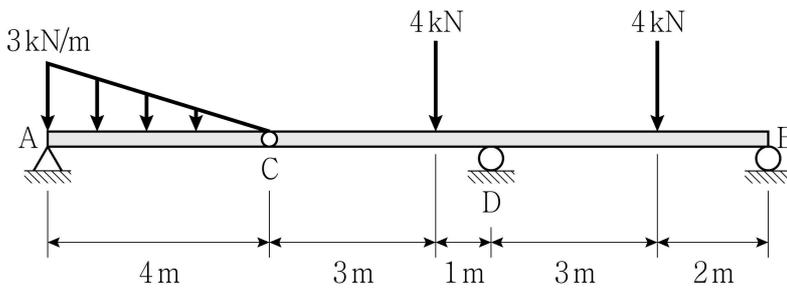


- ① 2개
- ② 3개
- ③ 4개
- ④ 5개

해설] ② 3개



17. 그림과 같이 게르버보에 집중하중과 선형 분포하중이 작용할 때, D점에서 부모멘트(M_D)의 크기 [$\text{kN} \cdot \text{m}$]는? (단, 구조물의 자중은 무시하고, C점은 내부힌지이다)



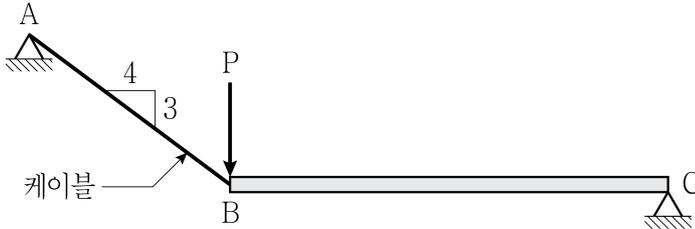
- ① 8
- ② 10
- ③ 12
- ④ 16

해설] ③ 12

AC구간에서, $R_c = 3 \times 4/2 \times \frac{1}{3} = 2kN$

CD구간에서, $M_D = 2 \times 4 + 4 \times 1 = 12kN.m$ (부모멘트)

18. 그림과 같이 케이블 AB에 의해 지지되고 있는 보 구조물의 B점에 수직하중 P가 작용하고 있다. 케이블의 최대 허용축력이 30 kN일 때, C 지점에 발생할 수 있는 최대 수평반력의 크기[kN]는? (단, 구조물의 자중은 무시한다)

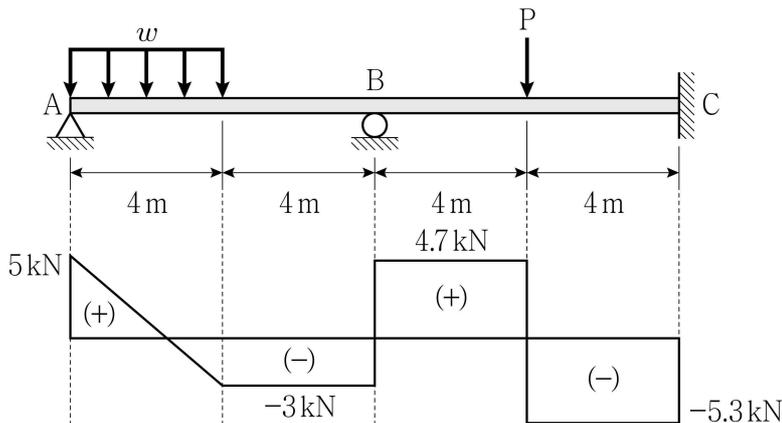


- ① 12
- ② 18
- ③ 24
- ④ 30

해설] ③ 24

케이블의 장력 30kN의 수평분력 = $\frac{30}{5} \times 4 = 24kN = H_c$

19. 그림과 같이 집중하중과 등분포하중을 받는 보의 전단력선도가 주어졌을 때, B점에서 부모멘트(M_B)의 크기[kN·m]는? (단, 구조물의 자중은 무시한다)



<전단력선도>

- ① 8
- ② 12
- ③ 18.8

④ 21.2

해설] ① 8

모멘트 = SFD의 면적이므로, AB구간에서 SFD를 적분하면,

$$5 \times 2.5/2 - 3 \times 1.5/2 - 3 \times 4 = -8kN.m$$

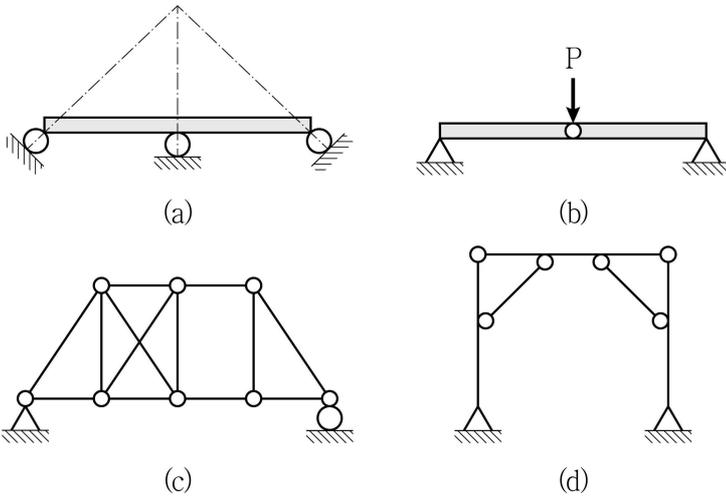
[별해]

SFD에서, $R_A = 5kN$ 이고, 등분포하중 ω 에 의한 SFD 저하량 = $8kN$ 이므로,

$$\omega \times 4 = 8 \text{에서, } \omega = 2kN/m$$

$$\text{따라서, } M_B = 5 \times 8 - 2 \times 4 \times 6 = -8kN.m$$

20. 그림 (a) ~ (d)와 같은 구조물 중 불안정 구조물의 개수는?



- ① 0
- ② 1
- ③ 2
- ④ 3

해설] ④ 3

(a) : 모든 반력이 1점에서 교차 → 불안정

(b) : 정정

(c) : 내적불안정

(d) : 내부의 사선부재가 롤러-롤러로 연결 → 내적불안정

절점수 8, 부재수 9, 반력수 4, 강절점수 4, $8 \times 2 = 16 < 9 + 4 + 4 = 17$ (1차부정정)