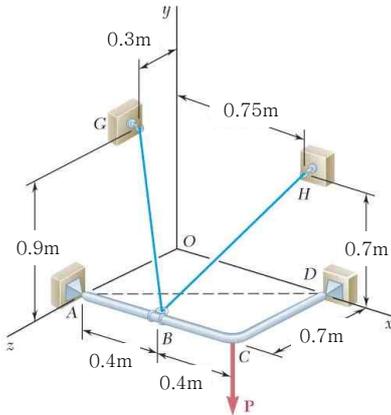


1.[8점] 무게를 무시할 수 있는 봉 ACD 가 A 와 D 에서 볼-소켓 조인트로 지지되어 있으며, B 에서 마찰 없는 고리를 지나가는 줄이 G 와 H 에 고정되어 있다. 봉은 C 에서 힘 P 를 받고 있고, 줄의 장력(tension)은 1063 N 이다.



(a) 봉 ACD 의 자유물체도 중 외력(작용력, 반력)을 표시하여라.

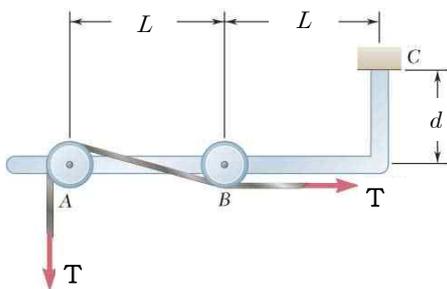


(b) 줄 BG 에 의해 봉의 B 지점에 가해지는 장력 벡터 T_{BG} 를 구하여라.

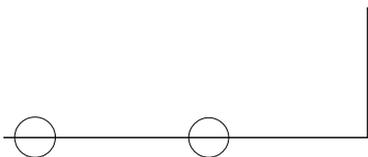
(c) 점 A 와 D 를 잇는 선을 회전축으로 하여 힘 T_{BG} 의 모멘트를 계산하고자 할 때 사용할 수 있는 위치벡터를 네 개 선정하여라.(숫자 및 단위 기입)

(d) 점 A 와 D 를 잇는 선을 회전축으로 하는 힘 T_{BG} 의 모멘트 M_{AD} 를 계산하라.

2.[4점] A tension is maintained in a tape as it passes through the support system shown. The radius of each pulley is r . The system is fixed at C .

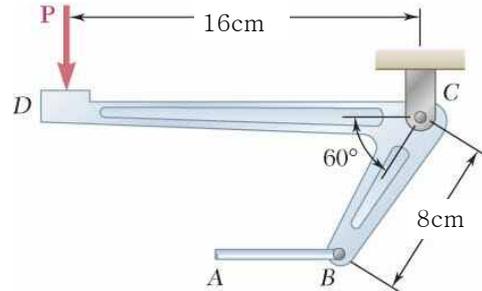


(a) 풀리 A 와 풀리 B 가 결합되어 있는 지지 시스템을 아래와 같이 스케치 할 때, 자유물체도(free-body diagram)를 완성하여라.



(b) 풀리 A 와 풀리 B 가 분리된 지지 시스템을 아래와 같이 스케치 할 때, 자유물체도를 완성하여라. (힌트: 테이프의 장력에 의한 효과를 풀리의 중심으로 이동해야 함.)

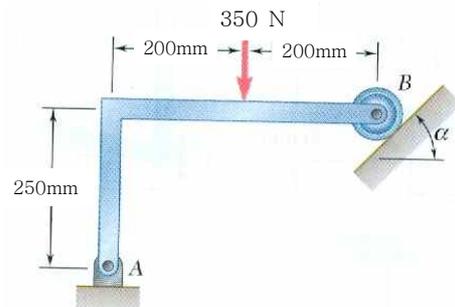
3.[6점] 질량을 무시할 수 있는 페달에 그림과 같이 200 N 의 힘 P 가 가해지고 있을 때, 페달이 움직이지 않기 위해서 케이블 AB 에 장력이 가해진다.



(a) 직각성분(rectangular component)의 평형식을 이용하는 방법으로, 케이블 AB 가 B 에 가하는 힘을 구하여라.

(b) (a)의 결과를 사용하지 말고 힘 삼각형(force triangle)을 이용하는 방법으로, C 지점의 반력의 크기와 방향을 구하여라.

4.[5점] The lever AB is hinged at A and is supported by a roller at B . The angle α is 30° . The weight of the lever is negligible.

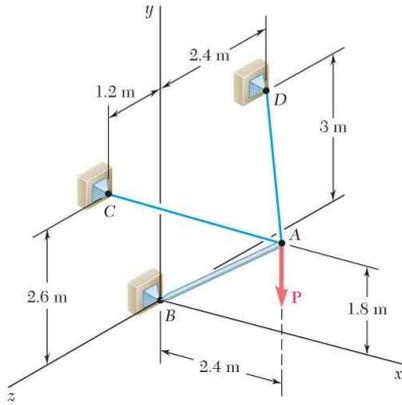


힘 삼각형(force triangle)을 이용하는 방법으로 A 에서의 반력의 크기와 방향을 구하라.

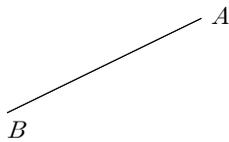
5.[2점] 사진과 같이 도로표지판을 매다는 기둥의 밑 부분은 지면에 고정되어 있다. 이는 표지판의 무게와 바람의 압력 등을 모두 버틸 수 있어야 한다. 기둥 밑 부분을 다음과 같이 스케치 할 때, 기둥에 가해지는 반력을 그림에 모두 표현하여라.



1.[8점] 무게를 무시할 수 있는 봉 AB가 B에서 볼-소켓 조인트로 지지되어 있고, 줄 AC와 AD로 지지되어 있다. A에서 힘 P를 받고, 줄 AD의 장력의 크기는 72 N이다.



(a) 봉 AB의 자유물체도 중 외력(작용력, 반력)을 표시하여라.

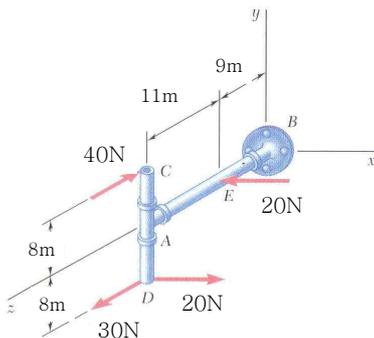


(b) 줄 AD에 의해 봉의 A에 가해지는 장력 벡터 T_{AD} 를 구하여라.

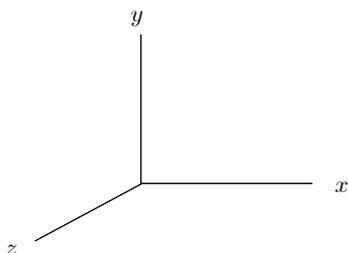
(c) 점 B와 C를 잇는 선을 회전축으로 하여 힘 T_{AD} 의 모멘트를 계산하고자 할 때 사용할 수 있는 위치벡터를 네 개 선정하여라.(숫자 및 단위 기입)

(d) 점 B와 C를 잇는 선을 회전축으로 하는 힘 T_{AD} 의 모멘트 M_{BC} 를 계산하여라.

2.[4점] 그림과 같은 구조물이 B지점에서 벽에 고정되어 있다. 자체의 무게가 있으나 그림에는 표시하지 않았고, 4개의 외력을 받고 있다.

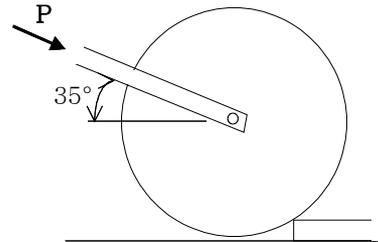


(a) 자유물체도(free-body diagram)를 그리기 위하여, B지점의 반력을 아래 그림에 모두 표현하여라.



(b) 위 그림과 같은 4개의 외력을 동등한(equivalent) 하나의 힘 F와 하나의 우력 M으로 나타낼 때, 힘 F의 성분들과 우력 M의 성분들을 구하여라.

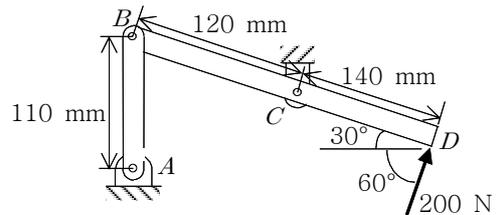
3.[5점] A 30-kg roller of radius 120 mm, which is to be used on a tile floor, is resting directly on the subflooring as shown. The thickness of the tile is 10 mm. Force P is required to move the roller onto the tiles if the roller is pushed to the right.



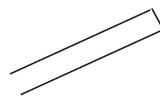
힘 삼각형(force triangle)을 이용하는 방법으로, 힘 P의 크기를 구하고, 타일이 롤러에 가하는 반력의 크기와 방향을 구하여라.

4.[6점] 무게를 무시할 수 있는 링크가 그림과 같이 A, B, C지점에서 각각 핀 지지(hinge)되어 있고, D에서 200 N 힘이 작용하고 있다. 직각성분(rectangular component)의 평형식을 이용하는 방법으로, B와 C에서 링크 BCD에 작용하는 반력(reaction)들의 크기와 방향을 각각 구하라.

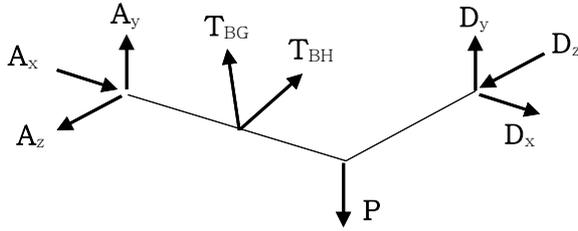
(힌트: 링크 AB는 두 힘, 즉 A에서의 힘과 B에서의 힘이 평형을 이루고 있음)



5.[2점] 후륜 구동 자동차의 구동축에 사용되는 유니버설 조인트(universal joint)는 사진에 보인 바와 같이 두 개의 경사진 축들 간의 회전운동을 전달하는 데에 사용된다. 왼쪽 축의 연결지점을 그림과 같이 스케치 할 때, 이 축이 받는 반력을 그림에 모두 표현하여라.



1. (a) 자유물체도(free-body diagram) 중 외력



(b) $T_{BG} = 1063 \text{ N}$

BG ; $d_x = -0.4 \text{ m}$, $d_y = 0.9 \text{ m}$, $d_z = 0.3 - 0.7 \text{ m} = -0.4 \text{ m}$

$$\lambda_{BG} = \frac{(-0.4 \text{ m})\mathbf{i} + (0.9 \text{ m})\mathbf{j} + (-0.4 \text{ m})\mathbf{k}}{\sqrt{(-0.4 \text{ m})^2 + (0.9 \text{ m})^2 + (-0.4 \text{ m})^2}} = \frac{1}{1.063} [(-0.4) \mathbf{i} + (0.9) \mathbf{j} + (-0.4) \mathbf{k}]$$

$$\begin{aligned} \mathbf{T}_{BG} &= T_{BG} \lambda_{BG} = (1063 \text{ N}) \frac{1}{1.063} [(-0.4) \mathbf{i} + (0.9) \mathbf{j} + (-0.4) \mathbf{k}] \\ &= (-400 \text{ N}) \mathbf{i} + (900 \text{ N}) \mathbf{j} + (-400 \text{ N}) \mathbf{k} \end{aligned}$$

(c) $\mathbf{r}_{B/A} = (0.4 \text{ m}) \mathbf{i}$, $\mathbf{r}_{B/D} = (-0.4 \text{ m}) \mathbf{i} + (0.7 \text{ m}) \mathbf{k}$, $\mathbf{r}_{G/A} = (0.9 \text{ m}) \mathbf{j} + (-0.4 \text{ m}) \mathbf{k}$,
 $\mathbf{r}_{G/D} = (-0.8 \text{ m}) \mathbf{i} + (0.9 \text{ m}) \mathbf{j} + (0.3 \text{ m}) \mathbf{k}$

(d) $\lambda_{AD} = \frac{(0.8 \text{ m})\mathbf{i} + (-0.7 \text{ m})\mathbf{k}}{\sqrt{(0.8 \text{ m})^2 + (-0.7 \text{ m})^2}} = \frac{1}{1.063} [(0.8) \mathbf{i} + (-0.7) \mathbf{k}] = 0.7526 \mathbf{i} - 0.6585 \mathbf{k}$

$\mathbf{r}_{B/A} = (0.4 \text{ m}) \mathbf{i}$

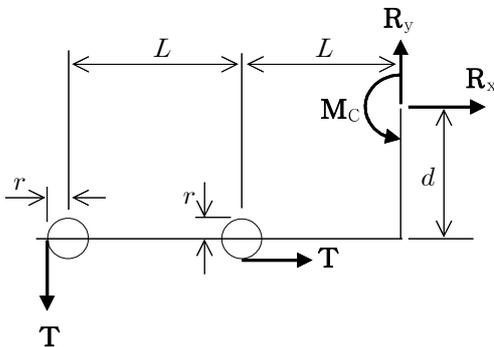
$$\begin{aligned} \mathbf{r}_{B/A} \times \mathbf{T}_{BG} &= [(0.4 \text{ m}) \mathbf{i}] \times [(-400 \text{ N}) \mathbf{i} + (900 \text{ N}) \mathbf{j} + (-400 \text{ N}) \mathbf{k}] \\ &= (0.4 \text{ m})(900 \text{ N}) \mathbf{k} - (0.4 \text{ m})(-400 \text{ N}) \mathbf{j} = 160 \mathbf{j} + 360 \mathbf{k} \quad (\text{N}\cdot\text{m}) \end{aligned}$$

$M_{AD} = \lambda_{AD} \cdot (\mathbf{r}_{B/A} \times \mathbf{T}_{BG})$

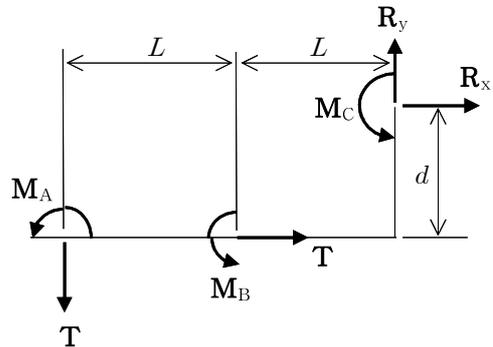
$= (0.7526 \mathbf{i} - 0.6585 \mathbf{k}) \cdot (160 \mathbf{j} + 360 \mathbf{k}) \quad (\text{N}\cdot\text{m}) = (-0.6585)(360) \quad (\text{N}\cdot\text{m}) = -237.1 \quad (\text{N}\cdot\text{m})$

$\Rightarrow M_{AD} = -237 \text{ N}\cdot\text{m}$

2. (a) 자유물체도(free-body diagram)



(b) 자유물체도(free-body diagram)



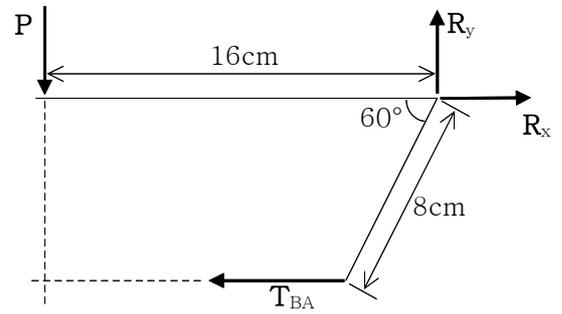
3. $P = 200 \text{ N}$

(a) $\Sigma M_C = 0$;

$$P (16 \text{ cm}) - T_{BA} (8 \text{ cm}) \sin 60^\circ = 0$$

$$\Rightarrow T_{BA} = \frac{(200 \text{ N})(16 \text{ cm})}{(8 \text{ cm}) \sin 60^\circ} = 461.9 \text{ N}$$

$$\Rightarrow \mathbf{T}_{BA} = 462 \text{ N} \leftarrow$$



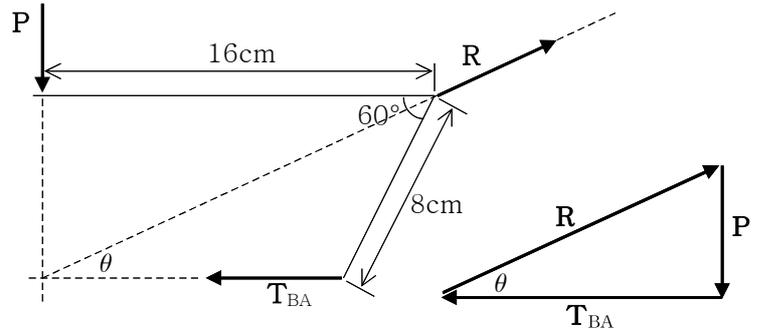
(b) 세 힘의 작용선이 한 점에서 만남.

$$\tan \theta = \frac{(8 \text{ cm}) \sin 60^\circ}{16 \text{ cm}} = 0.4330$$

$$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}(0.4330) = 23.4^\circ$$

$$R = \frac{P}{\sin \theta} = \frac{200 \text{ N}}{\sin 23.4^\circ} = 503.6 \text{ N}$$

$$\Rightarrow \mathbf{R} = 504 \text{ N} \nearrow 23.4^\circ$$



4. $\alpha = 30^\circ$, $P = 350 \text{ N}$

$$d_{BC} = 0.20 \text{ m}, \quad d_{CE} = 0.20 \text{ m}, \quad d_{AE} = 0.25 \text{ m}$$

$$d_{EF} = d_{CD} = \frac{d_{BC}}{\tan \alpha} = \frac{0.20 \text{ m}}{\tan 30^\circ} = 0.3464 \text{ m}$$

$$d_{AF} = d_{AE} + d_{EF} = (0.25 \text{ m}) + (0.3464 \text{ m}) = 0.5964 \text{ m}$$

$$\tan \theta = \frac{d_{DF}}{d_{AF}} = \frac{0.20 \text{ m}}{0.5964 \text{ m}} = 0.3353$$

$$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}(0.3353) = 18.54^\circ$$

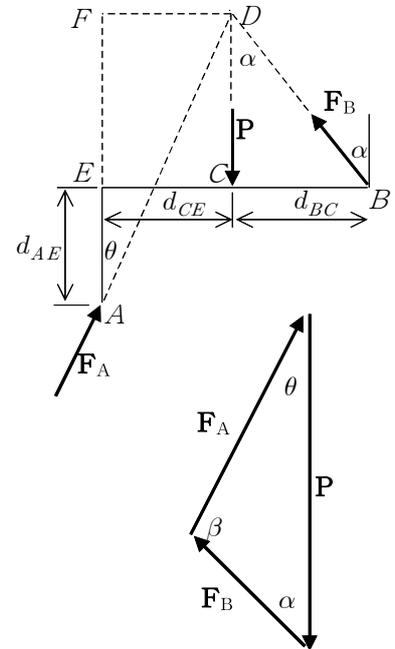
$$\beta = 180^\circ - \alpha - \theta = 180^\circ - 30^\circ - 18.54^\circ = 131.46^\circ$$

$$\frac{F_A}{\sin \alpha} = \frac{P}{\sin \beta}$$

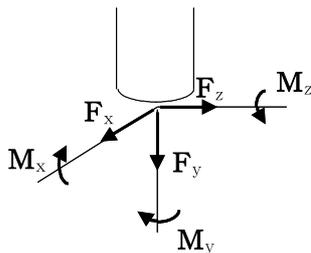
$$\Rightarrow F_A = P \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = (350 \text{ N}) \frac{\sin 30^\circ}{\sin 131.46^\circ} = 233.5 \text{ N}$$

$$90^\circ - \theta = 90^\circ - 18.54^\circ = 71.46^\circ$$

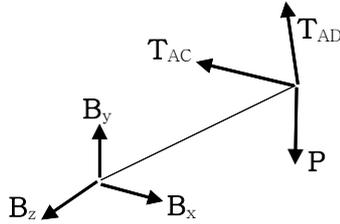
$$\Rightarrow \mathbf{F}_A = 234 \text{ N} \nearrow 71.5^\circ$$



5.



1. (a) 자유물체도(free-body diagram) 중 외력



(b) $T_{AD} = 72 \text{ N}$

$$AD ; \quad d_x = -2.4 \text{ m}, \quad d_y = (3-1.8) \text{ m} = 1.2 \text{ m}, \quad d_z = -2.4 \text{ m}$$

$$\lambda_{AD} = \frac{(-2.4 \text{ m})\mathbf{i} + (1.2 \text{ m})\mathbf{j} + (-2.4 \text{ m})\mathbf{k}}{\sqrt{(-2.4 \text{ m})^2 + (1.2 \text{ m})^2 + (-2.4 \text{ m})^2}} = \frac{1}{3.6} [(-2.4) \mathbf{i} + (1.2) \mathbf{j} + (-2.4) \mathbf{k}]$$

$$\begin{aligned} \mathbf{T}_{AD} &= T_{AD} \lambda_{AD} = (72 \text{ N}) \frac{1}{3.6} [(-2.4) \mathbf{i} + (1.2) \mathbf{j} + (-2.4) \mathbf{k}] \\ &= (-48 \text{ N}) \mathbf{i} + (24 \text{ N}) \mathbf{j} + (-48 \text{ N}) \mathbf{k} \end{aligned}$$

(c) $\mathbf{r}_{A/B} = (2.4 \text{ m}) \mathbf{i} + (1.8 \text{ m}) \mathbf{j}$, $\mathbf{r}_{A/C} = (2.4 \text{ m}) \mathbf{i} + (-0.8 \text{ m}) \mathbf{j} + (-1.2 \text{ m}) \mathbf{k}$
 $\mathbf{r}_{D/B} = (3 \text{ m}) \mathbf{j} + (-2.4 \text{ m}) \mathbf{k}$, $\mathbf{r}_{D/C} = (0.4 \text{ m}) \mathbf{j} + (-3.6 \text{ m}) \mathbf{k}$

(d) $\lambda_{BC} = \frac{(2.6 \text{ m})\mathbf{j} + (1.2 \text{ m})\mathbf{k}}{\sqrt{(2.6 \text{ m})^2 + (1.2 \text{ m})^2}} = \frac{1}{2.864} [(2.6) \mathbf{j} + (1.2) \mathbf{k}] = 0.9080 \mathbf{j} + 0.4191 \mathbf{k}$

$$\mathbf{r}_{A/B} = (2.4 \text{ m}) \mathbf{i} + (1.8 \text{ m}) \mathbf{j}$$

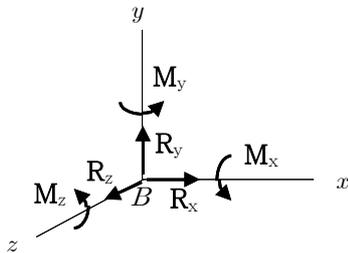
$$\begin{aligned} \mathbf{r}_{A/B} \times \mathbf{T}_{AD} &= [(2.4 \text{ m}) \mathbf{i} + (1.8 \text{ m}) \mathbf{j}] \times [(-48 \text{ N}) \mathbf{i} + (24 \text{ N}) \mathbf{j} + (-48 \text{ N}) \mathbf{k}] \\ &= [(1.8 \text{ m})(-48 \text{ N})] \mathbf{i} + [-(2.4 \text{ m})(-48 \text{ N})] \mathbf{j} + [(2.4 \text{ m})(24 \text{ N}) - (1.8 \text{ m})(-48 \text{ N})] \mathbf{k} \\ &= (-86.4) \mathbf{i} + 115.2 \mathbf{j} + 144 \mathbf{k} \quad (\text{N}\cdot\text{m}) \end{aligned}$$

$$M_{BC} = \lambda_{BC} \cdot (\mathbf{r}_{A/B} \times \mathbf{T}_{AD})$$

$$\begin{aligned} &= (0.9080 \mathbf{j} + 0.4191 \mathbf{k}) \cdot (-86.4 \mathbf{i} + 115.2 \mathbf{j} + 144 \mathbf{k}) \quad (\text{N}\cdot\text{m}) \\ &= (0.9080)(115.2) + (0.4191)(144) \quad (\text{N}\cdot\text{m}) = 164.95 \quad (\text{N}\cdot\text{m}) \end{aligned}$$

$$\Rightarrow M_{BC} = 165.0 \text{ N}\cdot\text{m}$$

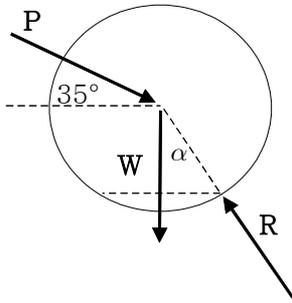
2. (a) B 지점 (고정지지) 반력



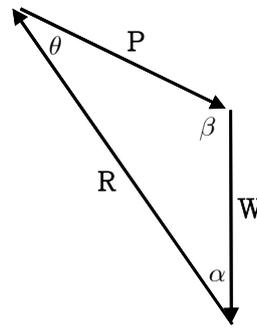
(b) $\mathbf{F} = (30-40 \text{ N}) \mathbf{k} = (-10.00 \text{ N}) \mathbf{k}$

$$\begin{aligned} \mathbf{M} &= [-(30 \text{ N})(8 \text{ m}) - (40 \text{ N})(8 \text{ m})] \mathbf{i} + [(20 \text{ N})(20 \text{ m}) - (20 \text{ N})(9 \text{ m})] \mathbf{j} + (20 \text{ N})(8 \text{ m}) \mathbf{k} \\ &= (-560 \text{ N}\cdot\text{m}) \mathbf{i} + (220 \text{ N}\cdot\text{m}) \mathbf{j} + (160.0 \text{ N}\cdot\text{m}) \mathbf{k} \end{aligned}$$

3. F.B.D.



force triangle



$$W = (30 \text{ kg}) (9.81 \text{ m/s}^2) = 294.3 \text{ N}$$

$$\cos \alpha = \frac{120 - 10 \text{ mm}}{120 \text{ mm}} = 0.9167 \Rightarrow \alpha = \cos^{-1} 0.9167 = 23.6^\circ$$

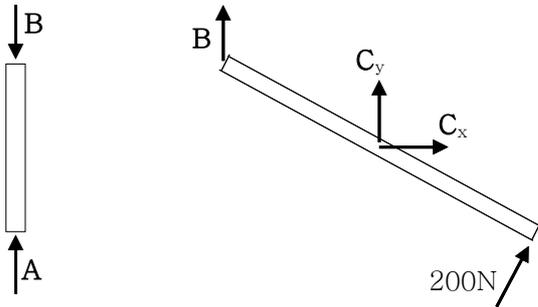
$$\beta = 90^\circ + 35^\circ = 125^\circ, \quad \theta = 180^\circ - \alpha - \beta = 180^\circ - 23.6^\circ - 125^\circ = 31.4^\circ$$

$$\text{sine 공식} \quad \frac{W}{\sin \theta} = \frac{P}{\sin \alpha} = \frac{R}{\sin \beta}$$

$$\Rightarrow P = W \frac{\sin \alpha}{\sin \theta} = (294.3 \text{ N}) \frac{\sin 23.6^\circ}{\sin 31.4^\circ} = 226.1 \text{ N} \Rightarrow P = 226 \text{ N}$$

$$R = W \frac{\sin \beta}{\sin \theta} = (294.3 \text{ N}) \frac{\sin 125^\circ}{\sin 31.4^\circ} = 462.7 \text{ N} \Rightarrow R = 463 \text{ N} \angle 66.4^\circ$$

4. F.B.D. (링크 AB에서 두 힘은 크기가 같고, 작용선이 같고, 부호가 반대임)



$$\Sigma M_C = 0 ; (200 \text{ N}) (0.14 \text{ m}) - B (0.12 \text{ m}) \cos 30^\circ = 0$$

$$\Rightarrow B = \frac{(200 \text{ N}) (0.14 \text{ m})}{(0.12 \text{ m}) \cos 30^\circ} = 269.4 \text{ N} \Rightarrow B = 269 \text{ N} \uparrow$$

$$\Sigma F_x = 0 ; C_x + (200 \text{ N}) \cos 60^\circ = 0 \Rightarrow C_x = -(200 \text{ N}) \cos 60^\circ = -100 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0 ; C_y + B + (200 \text{ N}) \sin 60^\circ = 0$$

$$\Rightarrow C_y = -B - (200 \text{ N}) \sin 60^\circ = -(269.4 \text{ N}) - (173.2 \text{ N}) = -442.6 \text{ N}$$

$$C = \sqrt{C_x^2 + C_y^2} = \sqrt{(-100 \text{ N})^2 + (-442.6 \text{ N})^2} = 453.8 \text{ N}$$

$$\tan \theta = \frac{C_y}{C_x} = \frac{-442.6 \text{ N}}{-100 \text{ N}} = 4.426 \Rightarrow \theta = \tan^{-1}(4.426) = 77.3^\circ$$

$$\Rightarrow C = 454 \text{ N} \angle 77.3^\circ$$

5.

