

1.[4점] 다음 물음 답하여라.

(a) 기계공학(mechanical engineering)의 전공 기초과목에 정역학, 고체역학, 동역학 등이 있다. 기계공학의 전공과목으로 이 과목들을 공부하는 이유는 무엇이고, 이 3과목들의 공통점 및 차이점은 무엇인지를 2~3 문장으로 서술하여라.

(b) 초등학교 졸업식 때 부르는 노래의 가사 3절은 “앞에서 끌어주고 뒤에서 밀며 ...”이다. 이를 강체(rigid body)에 적용하여, ‘앞에서 끄는 힘’을 ‘뒤에서 미는 힘’으로 대치하여도 평형(또는 운동)상태가 변하지 않을 상황을 서술하여라.

2.[2점] 서양단위와 국제단위에 다음과 같은 관계가 있다.

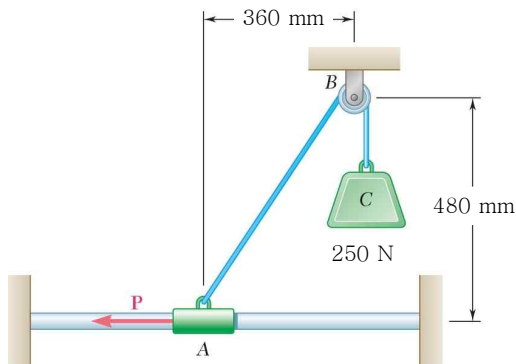
$$1 \text{ in} = \frac{1}{12} \text{ ft}, 1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m}, 1 \text{ lb} = 0.4536 \text{ kgf},$$

$$\text{중력가속도 } g = 9.81 \text{ m/s}^2 = 32.2 \text{ ft/s}^2$$

0.120 psi는 몇 N/m<sup>2</sup>인가?

$$\text{psi(pounds per square inch)} = \text{lb/in}^2$$

3.[4점] Collar A is connected as shown to a 250 N load and can slide on a frictionless horizontal rod.



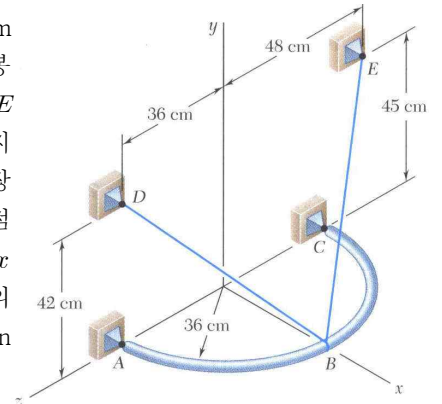
(a) Draw free-body diagrams of collar A, pulley B, and load C separately.



(b) By trigonometry using the force triangle method, determine the magnitude and direction of the force at puley B required to maintain the equilibrium with the tension of the cable.

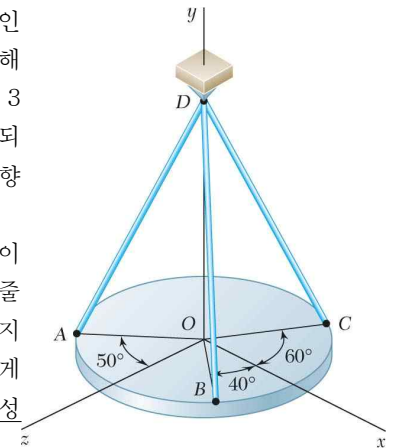
4.[6점] 공간에서 정지하고 있는 물체에 작용하는 힘에 관한 다음 물음에 답하여라.

(a) 반지름이 36 cm 인 반 원형 강철 봉 (rod)이 줄 BD와 BE에 의해 점 B에서 지지된다. 줄 BE의 장력(tension)에 의해 점 B에 가해지는 힘이 x 축과 이루는 각도의 방향여현(direction cosine)을 구하여라.



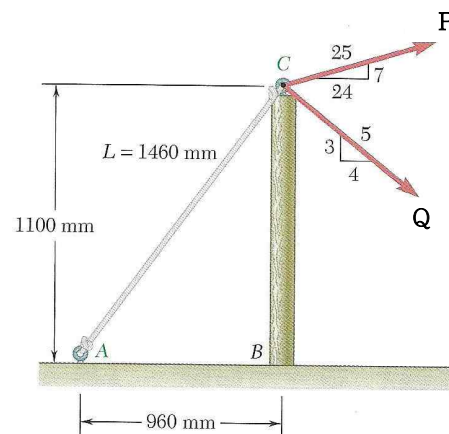
(b~c) 무게가 85.0 N 인 원판이 3개의 줄에 의해 수평으로 지지되어 있다. 3개의 줄은 점 D에 고정되어 있고 수직선(-y축)방향과 35°를 이루고 있다.

(b) 줄 AD의 장력이 102.2 N이라 할 때 줄 AD에 의해 점 A에 가해지는 힘 T<sub>AD</sub>와 원판의 무게 W의 합력의 y축 방향 성분을 구하여라.



(c) 점 A에서 점 D로 향하는 방향을 나타내는 단위벡터 λ<sub>AD</sub>를 표현하여라.

5.[4점] 수직으로 고정된 막대의 위 끝에 힘 P와 힘 Q가 작용하고, 로프 AC에 의해 지탱된다.



(a) 점 C에 작용하는 모든 힘들을 나타내는 자유물체도 (free-body diagram)를 작성하여라.

(b) 힘 P의 크기가 550 N, 힘 Q의 크기가 230 N, 로프 AC의 장력(tension)이 425 N 일 때, 막대 BC에 의해 점 C에 가해지는 힘의 크기와 방향을 구하여라.

1. (a) 서술

[핵심어] 이유 : 역학(mechanics), 공학(설계, 생산, 장치운용 등)

공통점 : 힘, 물체. 차이점 : 평형, 변형, 운동

(b) 서술

[핵심어] 크기와 방향이 같은 두 힘, 같은 작용선

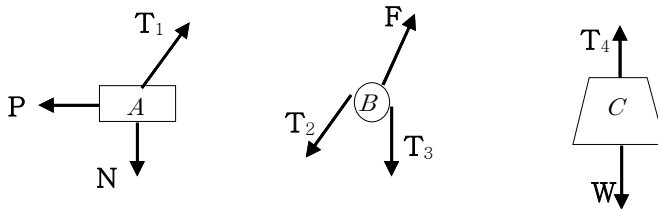
$$2. \quad 1 \text{ lb} = 1 \text{ lb} \times \frac{0.4536 \text{ kgf}}{1 \text{ lb}} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 4.448 \text{ kg}\cdot\text{m/s}^2 = 4.448 \text{ N}$$

$$1 \text{ in} = \frac{1}{12} \text{ ft} \times \frac{0.3048 \text{ m}}{1 \text{ ft}} = 0.0254 \text{ m}$$

$$0.120 \text{ lb/in}^2 = 0.120 \text{ lb/in}^2 \times \frac{4.448 \text{ N}}{1 \text{ lb}} \times \left(\frac{1 \text{ in}}{0.0254 \text{ m}}\right)^2 = 827 \text{ N/m}^2$$

[참고 :  $\text{N/m}^2 = \text{Pa}$  (Pascal)]

3. (a)



$$T_1 = T_2 = T_3 = T_4$$

(b)  $W = 250 \text{ N}$

$C$  에서  $T - W = 0$

$$\Rightarrow T = W = 250 \text{ N}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{480}{360} = \tan^{-1} \frac{4}{3} = 53.13^\circ$$

$$\beta = 90^\circ + \alpha = 90^\circ + 53.13^\circ = 143.13^\circ$$

cosine 공식

$$F^2 = T^2 + T^2 - 2T^2 \cos\beta$$

$$= (250 \text{ N})^2 + (250 \text{ N})^2 - 2(250 \text{ N})^2 \cos 143.13^\circ = 225,000 \text{ N}^2$$

$$\Rightarrow F = 474.3 \text{ N}$$

sine 공식

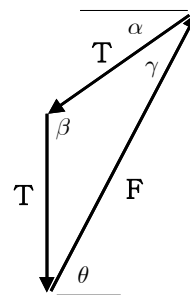
$$\frac{T}{\sin\gamma} = \frac{F}{\sin\beta} \Rightarrow \sin\gamma = \frac{T}{F} \sin\beta = \frac{250 \text{ N}}{474.3 \text{ N}} \sin 143.13^\circ = 0.3162$$

$$\gamma = \sin^{-1}(0.3162) = 18.43^\circ$$

$$\theta = \alpha + \gamma = 53.13^\circ + 18.43^\circ = 71.56^\circ$$

$$\Rightarrow \mathbf{F} = 474 \text{ N } \angle 71.6^\circ$$

힘 삼각형



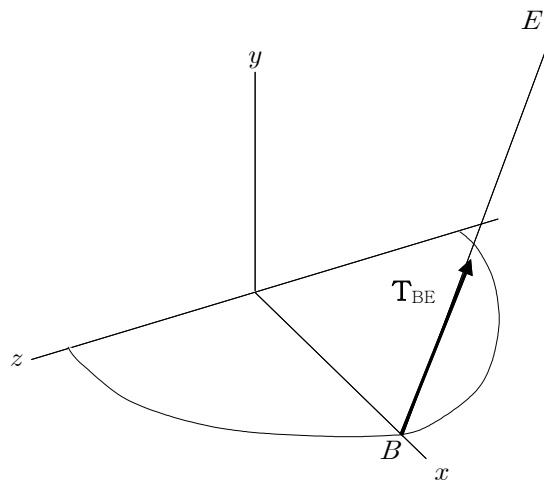
4. (a)  $R = 36$  cm

$$d_x = -R = -36 \text{ cm}, \quad d_y = 45 \text{ cm}, \quad d_z = -48 \text{ cm}$$

$$d = \sqrt{d_x^2 + d_y^2 + d_z^2} \\ = \sqrt{(-36 \text{ cm})^2 + (45 \text{ cm})^2 + (-48 \text{ cm})^2} = 75 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{1}{d} (d_x \mathbf{i} + d_y \mathbf{j} + d_z \mathbf{k}) \\ = \frac{1}{75} [(-36) \mathbf{i} + 45 \mathbf{j} + (-48) \mathbf{k}]$$

$$\cos\theta_x = \lambda_x = \frac{-36}{75} = -0.480$$



(b)  $W = 85.0$  N,  $\theta = 35^\circ$ ,  $T_{AD} = 102.2$  N

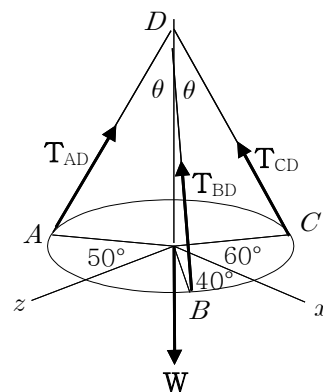
$$R_y = \Sigma F_y = (T_{AD})_y - W \\ = T_{AD} \cos\theta - W = (102.2 \text{ N}) \cos 35^\circ - (85.0 \text{ N}) \\ = -1.283 \text{ N} \\ \Rightarrow \mathbf{R}_y = -1.283 \text{ N } \mathbf{j}$$

(c)  $(T_{AD})_y = T_{AD} \cos\theta$ ,  $(T_{AD})_h = T_{AD} \sin\theta$

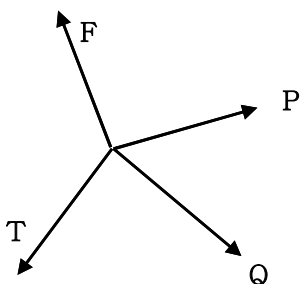
$$(T_{AD})_x = (T_{AD})_h \sin 50^\circ = T_{AD} \sin\theta \sin 50^\circ$$

$$(T_{AD})_z = -(T_{AD})_h \cos 50^\circ = -T_{AD} \sin\theta \cos 50^\circ$$

$$\lambda_{AD} = \frac{1}{T_{AD}} [(T_{AD})_x \mathbf{i} + (T_{AD})_y \mathbf{j} + (T_{AD})_z \mathbf{k}] \\ = \sin 35^\circ \sin 50^\circ \mathbf{i} + \cos 35^\circ \mathbf{j} - \sin 35^\circ \cos 50^\circ \mathbf{k} \\ = 0.439 \mathbf{i} + 0.819 \mathbf{j} - 0.369 \mathbf{k}$$



5. (a)



(b)  $P = 550$  N,  $Q = 230$  N,  $T = 425$  N

$$\text{수평방향 평형 식 : } -F_x + P \frac{24}{25} + Q \frac{4}{5} - T \frac{96}{146} = 0$$

$$\Rightarrow F_x = P \frac{24}{25} + Q \frac{4}{5} - T \frac{96}{146} = (550 \text{ N}) \frac{24}{25} + (230 \text{ N}) \frac{4}{5} - (425 \text{ N}) \frac{96}{146} = 432.6 \text{ N}$$

$$\text{수직방향 평형 식 : } F_y + P \frac{7}{25} - Q \frac{3}{5} - T \frac{110}{146} = 0$$

$$\Rightarrow F_y = -P \frac{7}{25} + Q \frac{3}{5} + T \frac{110}{146} = -(550 \text{ N}) \frac{7}{25} + (230 \text{ N}) \frac{3}{5} + (425 \text{ N}) \frac{110}{146} = 304.2 \text{ N}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(432.6 \text{ N})^2 + (304.2 \text{ N})^2} = 528.9 \text{ N}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{304.2 \text{ N}}{432.6 \text{ N}} = \tan^{-1}(0.7032) = 35.11^\circ$$

$$\Rightarrow \mathbf{F} = 529 \text{ N } \angle 35.1^\circ$$