

1.[2점] 정역학에 관한 다음 물음에 답하여라.
 (a) <정역학>과 <공학설계입문>이 “기계공학(mechanical engineering)” 전공과목으로 개설되어 있다. 이들의 관계를 설명하여라. (2~3 문장으로 서술)

(b) 서양 단위와 국제 단위에 다음과 같은 관계가 있다.

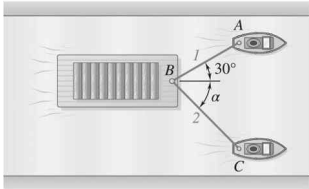
$$1 \text{ ft} = 0.305 \text{ m}, \quad 1 \text{ lb} = 0.454 \text{ kgf},$$

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

무게가 20.0 kgf인 물체를 들고 경사면(경사면 거리 5 m, 수평 거리 3 m, 수직 거리 4 m)을 따라 올라갈 때 행한 일은 몇 N · m이고, 이는 몇 lb · ft인가?

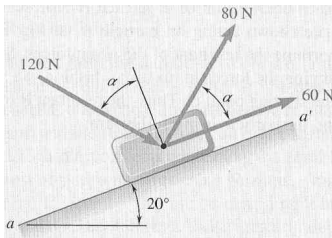
2.[3점] The barge B is pulled by two tugboats A and C. At a given instant($\alpha=55^\circ$), the tension in cable AB is 300 N and the tension in cable BC is 250 N. Determine by trigonometry the magnitude and direction of the resultant of the two forces applied at B at that instant.

(문제풀이 SMART단계 중 modeling과 analysis를 제시함)

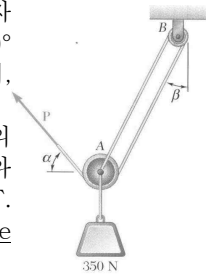


3.[3점] 그림에서 $\alpha = 50^\circ$ 일 때, 세 힘의 합력(resultant)의 크기와 방향을 구하여라.

(문제풀이 SMART단계 중 modeling과 analysis를 제시함)



4.[6점] 그림과 같이, 무게 350 N인 상자가 도르래와 로프에 매달려 있다. $\beta=20^\circ$ 이고, 도르래에 마찰이 없다고 간주되며, 도르래와 로프의 무게는 무시된다. 평형(equilibrium)을 유지하기 위해 로프의 끝에서 위쪽으로 가해지는 힘 P의 크기와 방향을 구하고자 한다. 교재의 S.M.A.R.T. 과정에 충실히 따르면서, 힘삼각형(force triangle)방법을 사용하여라.



(a,b) 전략(strategy)과 모델링(modeling)

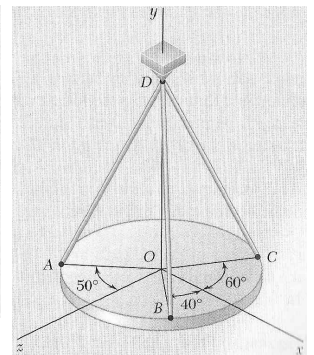
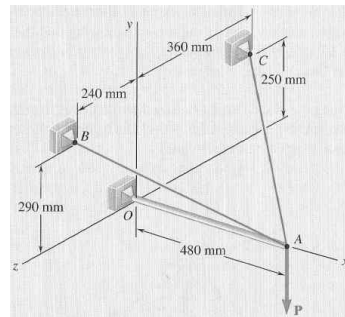
(c,d,e) 해석(analysis)

(f) ① (과정의 타당성) 선택한 방법의 장점을 서술하고,
 ② (결과와의 의미) 힘 P의 크기 및 방향과 도르래 A의 오른쪽 장력에 의한 힘의 크기 및 방향의 관계를 서술하여라.
 ①
 ②

5.[8점] 공간에서 물체에 작용하는 힘에 관한 다음 문제에 해석(analysis)하여라.

<문제 (a)의 그림>

<문제 (b)의 그림>



(a) <왼쪽 그림> 줄 AB가 점 A에 가하는 힘 F의 방향을 나타내는 단위벡터 λ_{AB} 를 구하고, 단위벡터 λ_{AB} 가 x, y 축과 각각 이루는 각(angle) θ_x, θ_y 를 구하여라.

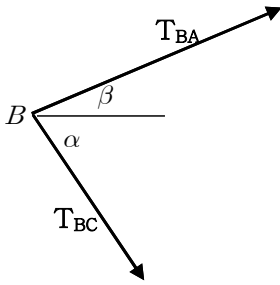
(b) <오른쪽 그림> 세 줄이 수직(y축)과 이루는 각도가 25° 이고, 줄 CD의 장력이 210 N이다. 원판의 점 C에서 줄 CD에 의해 가해지는 힘 T의 직각성분 T_x, T_y, T_z 를 구하여라. (OC와 x축이 이루는 각도는 60°)

1. (a) 서술 (핵심어: 과학 중 역학, 설계, 생산.
역학 첫 과목, 설계 첫 과목)

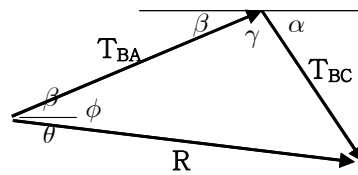
(b) $mgh = Wh = (20.0 \text{ kgf}) (4 \text{ m}) = [(20.0 \text{ kg}) (9.81 \text{ m/s}^2)] (4 \text{ m}) = 785 \text{ N} \cdot \text{m}$
 $(20.0 \text{ kgf}) (4 \text{ m}) = [(20.0 \text{ kgf}) \frac{1 \text{ lb}}{0.454 \text{ kgf}}] [(4 \text{ m}) \frac{1 \text{ ft}}{0.305 \text{ m}}] = (44.1 \text{ lb}) (13.11 \text{ ft}) = 578 \text{ lb} \cdot \text{ft}$

2. $T_{BA} = 300 \text{ N}$, $T_{BC} = 250 \text{ N}$, $\alpha = 55^\circ$, $\beta = 30^\circ$
modeling

자유물체도(F.B.D.)



힘 삼각형(force triangle)



$\gamma = 180^\circ - (\alpha + \beta) = 180^\circ - (55^\circ + 30^\circ) = 95^\circ$

analysis

cosine 공식 $R^2 = T_{BA}^2 + T_{BC}^2 - 2 T_{BA} T_{BC} \cos \gamma$
 $= (300 \text{ N})^2 + (250 \text{ N})^2 - 2 (300 \text{ N}) (250 \text{ N}) \cos 95^\circ = 165,573 \text{ N}^2$
 $\Rightarrow R = 406.9 \text{ N}$

sine 공식 $\frac{T_{BC}}{\sin \phi} = \frac{R}{\sin \gamma} \Rightarrow \sin \phi = \frac{T_{BC}}{R} \sin \gamma = \frac{250 \text{ N}}{406.9 \text{ N}} \sin 95^\circ = 0.6121$
 $\Rightarrow \phi = \sin^{-1}(0.6121) = 37.74^\circ$
 $\theta = \phi - \beta = 37.74^\circ - 30^\circ = 7.74^\circ$

$\Rightarrow R = 407 \text{ N} \searrow 7.74^\circ$

3. analysis

$P = 60 \text{ N}$, $Q = 80 \text{ N}$, $S = 120 \text{ N}$

$\alpha = 50^\circ$, $\beta = 20^\circ$

$R_x = \Sigma F_x = P + Q \cos \alpha + S \sin \alpha$
 $= (60 \text{ N}) + (80 \text{ N}) \cos 50^\circ + (120 \text{ N}) \sin 50^\circ$
 $= 203.3 \text{ N}$

$R_y = \Sigma F_y = Q \sin \alpha - S \cos \alpha$
 $= (80 \text{ N}) \sin 50^\circ - (120 \text{ N}) \cos 50^\circ$
 $= -15.85 \text{ N}$

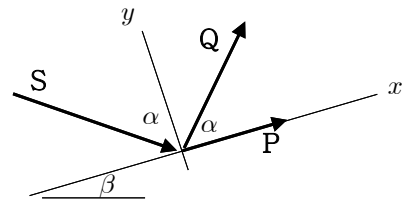
$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(203.3 \text{ N})^2 + (-15.85 \text{ N})^2} = 203.9 \text{ N}$

$\phi = \tan^{-1} \frac{R_y}{R_x} = \tan^{-1} \frac{-15.85 \text{ N}}{203.3 \text{ N}} = \tan^{-1}(-0.07796) = -4.458^\circ$

$\theta = \beta + \phi = (20^\circ) + (-4.458^\circ) = 15.54^\circ \Rightarrow R = 204 \text{ N} \nearrow 15.54^\circ$

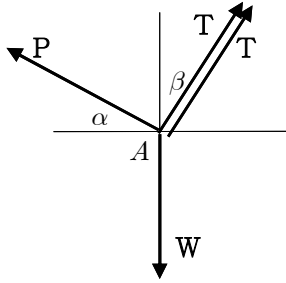
modeling

자유물체도 (F.B.D.)

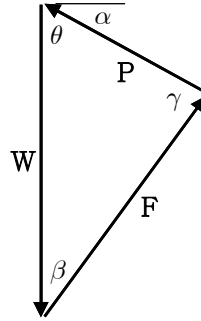


4. (a,b) S ; known $W = 350 \text{ N}$, $\beta = 20^\circ$, AB 방향 힘의 크기 F 는 P 의 2배 ($F = 2P$)
 unknown P 의 크기와 방향
 \Rightarrow 삼각법(sine공식 또는 cosine공식 사용)

M ; 자유물체도(F.B.D.)



힘 삼각형(force triangle)



$$T = P, \quad F = 2T = 2P$$

(c,d,e) A ; sine공식 $\frac{P}{\sin\beta} = \frac{F}{\sin\theta} = \frac{W}{\sin\gamma}$

$$\sin\theta = \frac{F}{P} \sin\beta = 2 \sin 20^\circ = 0.684 \quad \Rightarrow \quad \theta = \sin^{-1} 0.684 = 43.2^\circ$$

$$\Rightarrow \quad \alpha = 90^\circ - \theta = 90^\circ - 43.2^\circ = 46.8^\circ$$

$$\gamma = 180^\circ - (\beta + \theta) = 180^\circ - (20^\circ + 43.2^\circ) = 116.8^\circ$$

$$(\text{또는 } \gamma = \alpha + (90^\circ - \beta) = 46.8^\circ + (90^\circ - 20^\circ) = 116.8^\circ)$$

$$P = W \frac{\sin\beta}{\sin\gamma} = (350 \text{ N}) \frac{\sin 20^\circ}{\sin 116.8^\circ} = 134.1 \text{ N} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{P} = 134.1 \text{ N} \angle 46.8^\circ$$

- (f) ① R ; (힘의 크기와 방향각도를 모두 모르므로 직각성분 방법보다 삼각법을 사용하는 방법이 유리)
 (cosine공식을 사용하면 미지수의 2차방정식이 나타나므로 sine공식을 사용)

② T ; ($P < F$ 이므로 $\alpha < 90^\circ - \beta$)

5. (a) $d_{AB} = \sqrt{(-480 \text{ mm})^2 + (290 \text{ mm})^2 + (240 \text{ mm})^2} = 610 \text{ mm}$

$$\lambda_{AB} = \frac{1}{610} [(-480) \mathbf{i} + 290 \mathbf{j} + 240 \mathbf{k}]$$

$$= -0.7869 \mathbf{i} + 0.4754 \mathbf{j} + 0.3934 \mathbf{k} \quad \Rightarrow \quad \lambda_{AB} = -0.787 \mathbf{i} + 0.475 \mathbf{j} + 0.393 \mathbf{k}$$

(검산 : $\lambda_x^2 + \lambda_y^2 + \lambda_z^2 = 1$)

$$\theta_x = \cos^{-1} \frac{F_x}{F} = \cos^{-1} \lambda_x = \cos^{-1}(-0.7869) = 141.9^\circ \quad \Rightarrow \quad \theta_x = 141.9^\circ$$

$$\theta_y = \cos^{-1} \frac{F_y}{F} = \cos^{-1} \lambda_y = \cos^{-1}(0.4754) = 61.61^\circ \quad \Rightarrow \quad \theta_y = 61.6^\circ$$

$$(\theta_z = \cos^{-1} \frac{F_z}{F} = \cos^{-1} \lambda_z = \cos^{-1}(0.3934) = 66.83^\circ \quad \Rightarrow \quad \theta_z = 66.8^\circ)$$

(b) $T = 210 \text{ N}$, $\theta_y = 25^\circ$, $\beta = 60^\circ$,

$$T_y = T \cos\theta_y = (210 \text{ N}) \cos 25^\circ = 190.32 \text{ N}$$

$$T_h = T \sin\theta_y$$

$$T_x = -T_h \cos\beta$$

$$= -(T \sin\theta_y) \cos\beta$$

$$= -(210 \text{ N}) \sin 25^\circ \cos 60^\circ = -44.37 \text{ N}$$

$$T_z = T_h \sin\beta$$

$$= (T \sin\theta_y) \sin\beta$$

$$= (210 \text{ N}) \sin 25^\circ \sin 60^\circ = 76.86 \text{ N}$$

$$\Rightarrow T_x = -44.4 \text{ N}, \quad T_y = 190.3 \text{ N}, \quad T_z = 76.9 \text{ N}$$

