

1.[2점] 다음 물음에 답하여라.

(a) 역학(mechanics)이란 ‘힘이 작용하고 있는 물체의 정지 상태 또는 운동상태를 묘사하고 예측하는 응용과학’이라고 정의된다. 역학 중 하나인 정역학(statics)의 ①목적을 서술하고, 제1장 서론(Introduction)에 소개된 정역학 ②사례 2개를 제시하여라. (한국어로 작성)

- ①
- ②

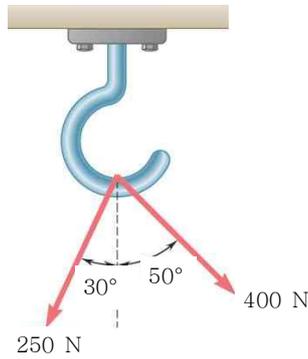
(b) 서양 단위와 국제 단위에 다음과 같은 관계가 있다.

$$1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m}, \quad 1 \text{ slug} = 14.59 \text{ kg},$$

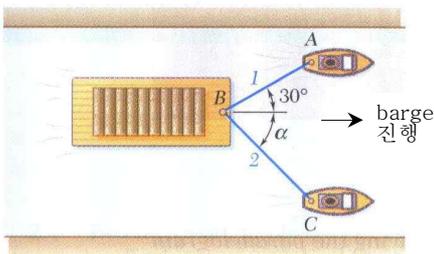
질량관성모멘트가 $42.3 \text{ slug}\cdot\text{ft}^2$ 라면, 이는 몇 $\text{kg}\cdot\text{m}^2$ 인가?

2.[4점] For the hook support shown, determine by trigonometry the magnitude and direction of the resultant of the two forces applied to the support.

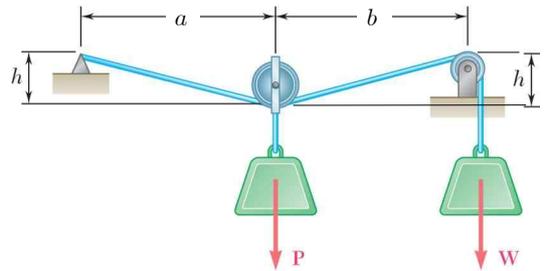
(문제풀이 SMART방법 중 modeling과 analysis를 제시함)



3.[4점] 그림과 같이 두 예인선(tugboat)이 바지선(barge)을 일정한 속도로 끌고 있다. 바지선에 진행 반대방향으로 물의 저항력(drag force) 6.20 kN 이 작용하고, 로프 BC의 장력이 3.40 kN 이다. 각도 α 와 로프 AB의 장력 T_1 을 직각성분(rectangular component) 방법으로 해석(analysis)하여라.



4.[6점] 그림과 같이 두 개의 추가 줄과 도르래에 걸쳐서 평형(equilibrium)을 이루고 있다. 각 추의 무게는 $W = 800 \text{ N}$, $P = 200 \text{ N}$ 이고, 높이 h 는 75.0 mm 이다. 거리 a 와 b 를 구하고자 한다. 교재의 S.M.A.R.T. 방법에 따라 구하여라.



(a,b) 전략(strategy)과 모델링(modeling) [두 도르래 각각의 자유물체도를 작성해야 함]

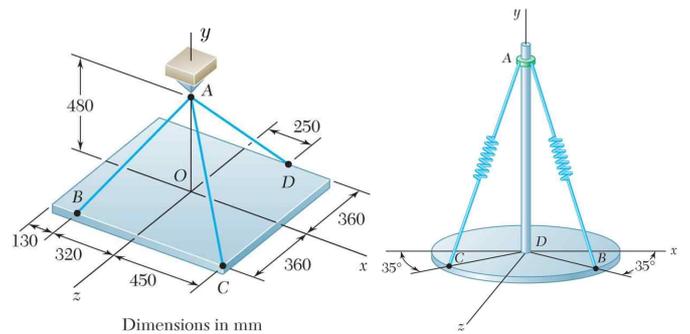
(c,d,e) 해석(analysis)

(f) 과정의 타당성 검토(reflect)와 결과의 의미 검토(think)

5.[6점] 공간에서 물체에 작용하는 힘에 관한 다음 문제에 해석(analysis)하여라.

<문제 (a)의 그림>

<문제 (b,c)의 그림>



(a) <왼쪽 그림에서> 줄 AD의 장력(tension)이 500 N 이라면, 줄 AD가 점 D에 가하는 힘의 직각성분 F_x, F_y, F_z 를 구하여라.

(b,c) <오른쪽 그림에서> 스프링 AB와 기둥 AD의 각도가 40° 이다. 장력으로 인해 스프링 AB가 기둥의 A 지점에 가하는 힘의 방향을 나타내는 단위벡터 λ_{AB} 를 구하고, 단위벡터 λ_{AB} 가 x, y, z 축과 각각 이루는 각도 $\theta_x, \theta_y, \theta_z$ 를 구하여라.

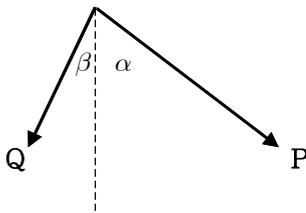
1. (a) ① 서술 (가령, 정지상태의 물리현상을 설명하고 예측하여 공학적 응용의 기반을 갖추)
 ② 교량 설계에서 한 지점에 가해지는 힘의 크기와 구조물이 힘을 견딜지 여부를 결정함, 댐이 강물로부터 지탱해야 하는 힘을 결정함, 크레인이 들어 올릴 수 있는 무게를 계산함, 열차를 끄는 데 필요한 기관차의 힘을 계산함, 컴퓨터의 회로판이 지탱할 수 있는 힘을 계산함.

(b) $42.3 \text{ slug}\cdot\text{ft}^2 = 42.3 \text{ slug}\cdot\text{ft}^2 \times \frac{14.59 \text{ kg}}{1 \text{ slug}} \times \left(\frac{0.3048 \text{ m}}{1 \text{ ft}}\right)^2 = 57.3 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$

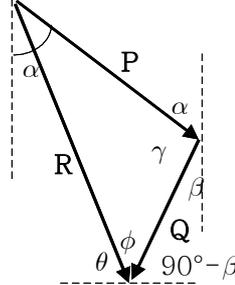
2. $P = 400 \text{ N}$, $Q = 250 \text{ N}$, $\alpha = 50^\circ$, $\beta = 30^\circ$

modeling

자유물체도(F.B.D.)



힘 삼각형(force triangle)



analysis

$\gamma = 180^\circ - (\alpha + \beta) = 180^\circ - (50^\circ + 30^\circ) = 100^\circ$

cosine 공식

$$R^2 = P^2 + Q^2 - 2 P Q \cos \gamma$$

$$= (400 \text{ N})^2 + (250 \text{ N})^2 - 2 (400 \text{ N}) (250 \text{ N}) \cos 100^\circ = 257,230 \text{ N}^2$$

$$\Rightarrow R = 507.2 \text{ N}$$

sine 공식

$$\frac{P}{\sin \phi} = \frac{R}{\sin \gamma} \Rightarrow \sin \phi = \frac{P}{R} \sin \gamma = \frac{400 \text{ N}}{507.2 \text{ N}} \sin 100^\circ = 0.7767$$

$$\Rightarrow \phi = \sin^{-1}(0.7767) = 50.96^\circ$$

$$\theta = 180^\circ - (90^\circ - \beta) - \phi = 180^\circ - (90^\circ - 30^\circ) - 50.96^\circ = 69.0^\circ$$

$$\Rightarrow R = 507 \text{ N} \searrow 69.0^\circ$$

3. $F_D = 6.20 \text{ kN}$, $T_2 = 3.40 \text{ kN}$, $\beta = 30^\circ$, $\alpha = ?$, $T_1 = ?$

$R_x = \Sigma F_x = 0$

$T_1 \cos \beta + T_2 \cos \alpha - F_D = 0 \quad \dots \textcircled{1}$

$R_y = \Sigma F_y = 0$

$T_1 \sin \beta - T_2 \sin \alpha = 0 \quad \dots \textcircled{2}$

$\textcircled{1} \times \sin \beta - \textcircled{2} \times \cos \beta$

$T_2 (\cos \alpha \sin \beta + \sin \alpha \cos \beta) - F_D \sin \beta = 0$

$\Rightarrow \sin(\alpha + \beta) = \frac{F_D}{T_2} \sin \beta = \frac{6.20 \text{ kN}}{3.40 \text{ kN}} \sin 30^\circ = 0.9118$

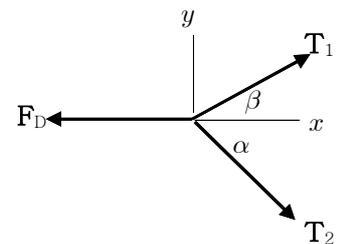
$\Rightarrow \alpha + \beta = \sin^{-1}(0.9118) = 65.75^\circ \text{ 또는 } 114.25^\circ$

(i) $\alpha = 65.75^\circ - \beta = 65.75^\circ - 30^\circ = 35.75^\circ \Rightarrow \alpha = 35.8^\circ$

$\textcircled{2} \Rightarrow T_1 = T_2 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = (3.40 \text{ kN}) \frac{\sin 35.8^\circ}{\sin 30^\circ} = 3.978 \text{ kN} \Rightarrow T_1 = 3.98 \text{ kN}$

(ii) $\alpha = 114.25^\circ - \beta = 114.25^\circ - 30^\circ = 84.25^\circ \Rightarrow \alpha = 84.3^\circ$

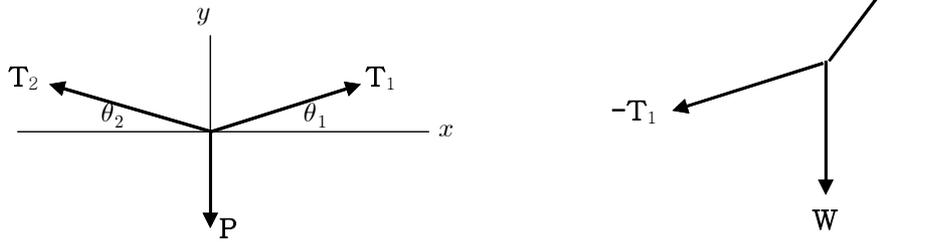
$\textcircled{2} \Rightarrow T_1 = T_2 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = (3.40 \text{ kN}) \frac{\sin 84.3^\circ}{\sin 30^\circ} = 6.766 \text{ kN} \Rightarrow T_1 = 6.77 \text{ kN}$



4. (a,b) S ; given $W = 800 \text{ N}$, $P = 200 \text{ N}$, $h = 75.0 \text{ mm}$, required a , b

\Rightarrow 직각성분(rectangular component) 방법

M ; 자유물체도(F.B.D.)



(c,d,e) A ; $R_x = \Sigma F_x = 0 \Rightarrow T_1 = T_2 = W$, $\theta_1 = \theta_2 = \theta \Rightarrow a = b$

$R_y = \Sigma F_y = 0 \Rightarrow T_1 \sin\theta_1 + T_2 \sin\theta_2 - P = 0$

$\Rightarrow \sin\theta = \frac{P}{2W} = \frac{200 \text{ N}}{2(800 \text{ N})} = 0.1250$

$\Rightarrow \theta = \sin^{-1}(0.1250) = 7.181^\circ$

$a = b = \frac{h}{\tan\theta} = \frac{75.0 \text{ mm}}{\tan 7.181^\circ} = 595.3 \text{ mm} \Rightarrow a = b = 595 \text{ mm}$

(f) R (과정의 타당성 검토); (서술, 가령 $T = W$, $\theta_1 = \theta_2$ 인 근거)

T (결과의 의미); (서술, 가령 $a = b$ 의 의미)

5. (a) $T_{DA} = 500 \text{ N}$

$d_{DA} = \sqrt{(-250 \text{ mm})^2 + (480 \text{ mm})^2 + (360 \text{ mm})^2} = 650 \text{ mm}$

$\lambda_{DA} = \frac{1}{650}(-250 \mathbf{i} + 480 \mathbf{j} + 360 \mathbf{k}) = -0.3846 \mathbf{i} + 0.7384 \mathbf{j} + 0.5538 \mathbf{k}$

$\mathbf{T}_{DA} = T_{DA} \lambda_{DA} = (500 \text{ N})(-0.3846 \mathbf{i} + 0.7384 \mathbf{j} + 0.5538 \mathbf{k})$

$= (-192.3 \text{ N}) \mathbf{i} + (369.2 \text{ N}) \mathbf{j} + (276.9 \text{ N}) \mathbf{k}$

$\Rightarrow F_x = -192.3 \text{ N}, F_y = 369 \text{ N}, F_z = 277 \text{ N}$

(b,c) $\alpha = 40^\circ$, $\beta = 35^\circ$

$(T_{AB})_y = -T_{AB} \cos\alpha$, $(T_{AB})_h = T_{AB} \sin\alpha$

$(T_{AB})_x = (T_{AB})_h \cos\beta = T_{AB} \sin\alpha \cos\beta$

$(T_{AB})_z = (T_{AB})_h \sin\beta = T_{AB} \sin\alpha \sin\beta$

$\lambda_x = \frac{(T_{AB})_x}{T_{AB}} = \sin 40^\circ \cos 35^\circ = 0.5265$, $\lambda_y = \frac{(T_{AB})_y}{T_{AB}} = -\cos 40^\circ = -0.7660$

$\lambda_z = \frac{(T_{AB})_z}{T_{AB}} = \sin 40^\circ \sin 35^\circ = 0.3687$

$\lambda_{AB} = \lambda_x \mathbf{i} + \lambda_y \mathbf{j} + \lambda_z \mathbf{k} = 0.527 \mathbf{i} - 0.766 \mathbf{j} + 0.369 \mathbf{k}$

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

$\theta_x = \cos^{-1} \frac{(T_{AB})_x}{T_{AB}} = \cos^{-1} \lambda_x = \cos^{-1} 0.5265 = 58.2^\circ$

$\theta_y = \cos^{-1} \frac{(T_{AB})_y}{T_{AB}} = \cos^{-1} \lambda_y = \cos^{-1}(-0.7660) = 140.0^\circ$ 또는 $\theta_y = 180^\circ - 40^\circ = 140.0^\circ$

$\theta_z = \cos^{-1} \frac{(T_{AB})_z}{T_{AB}} = \cos^{-1} \lambda_z = \cos^{-1} 0.3687 = 68.4^\circ$