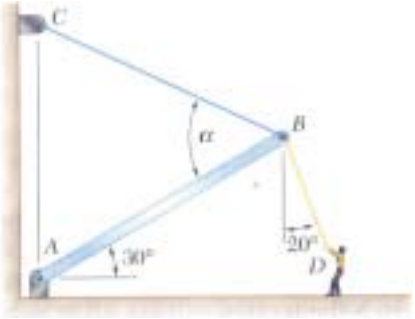
정 역 학 2008년 시험1 (가반) [20점] 2008. 10. 2.

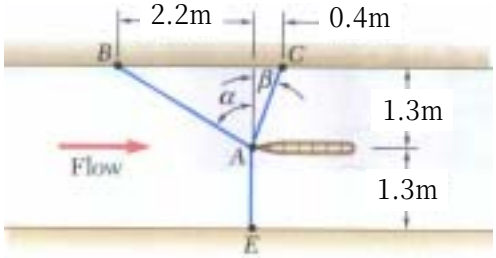
1.[4점] 다음 물음에 서술형으로 답하라.
(a) '공학'이란 무엇인가? 특히 '기계공학(mechanical engineering)'이란 무엇인가? (과학과 연관하여 설명)
(b) 뉴튼의 운동 제1법칙을 설명하고, 운동 제2법칙과의 관계를 설명하라.

2.[4점] 붐(boom) AB가 케이블 BC와 힌지(hinge) A에 의해 지탱되고 있다. α는 65°이고, 로프 BD의 장력은 325N이다.



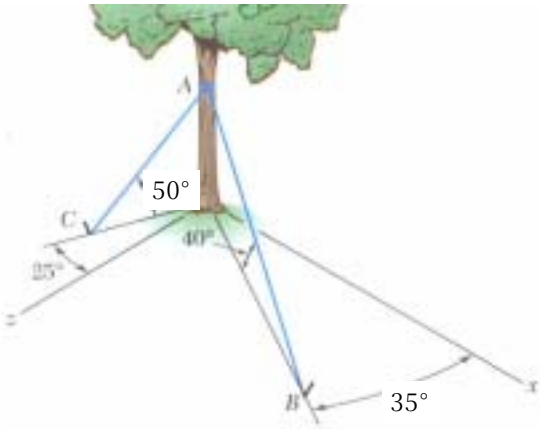
(a) 점 B에 대한 자유물체도를 그려라.
(b) 케이블 BC의 장력의 크기와 방향을 구하라.

3.[4점] 그림과 같이 시험 수로에 선체 모형이 점 A에서 세 개의 케이블로 고정되어 있고 뱃머리가 수로의 중심선에 일치하고 있다. AB의 인장력은 273N이고, AC의 인장력은 185N이다.

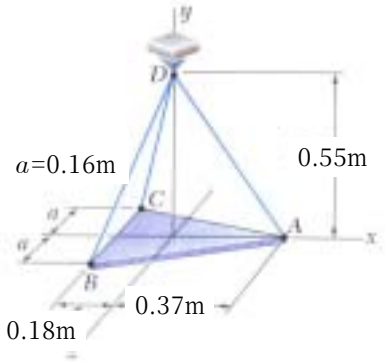


(a) 점 A에 대한 자유물체도를 그려라.
(b) 물의 흐름이 선체에 가하는 저항력(drag force)의 크기와 케이블 AE의 인장력의 크기를 구하라.

4.[4점] Cables AB and AC are attached to the upper trunk of the tree and then are fastened to steel rods anchored in the ground. The tension in the wire AC is 745 N.
(a) Determine the component magnitude F_x, F_y, F_z of the force exerted by the cable AC on the rod at C.
(b) Determine the angles θ_x, θ_y, θ_z defining the direction of the force exerted by the cable AC on the rod at C.



5.[4점] 그림과 같이 삼각 평판이 세 케이블에 의해 지지되어 있다. 케이블 AD의 장력이 73.5 N이다.



(a) 케이블 AD에 의해 점A에서 평판에 작용하는 힘 벡터를 구하라.
(b) 삼각 평판의 무게를 구하라.

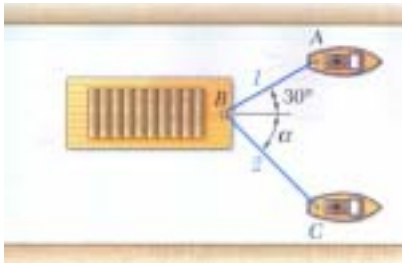
정 답

2. (b) $\mathbf{T}_{BC}$ = 353 N ↖35°
3. (b) F_D = 180.6 N, T_{AE} = 316 N
4. (a) F_x = 202 N, F_y = 571 N, F_z = -434 N
   (b) θ_x = 74.2°, θ_y = 40.0°, θ_z = 125.6°
5. (a) $\mathbf{T}_{AD}$ = -41.03 **i** + 60.98 **j** (N)
   (b) W = 186.3 N

정 역 학 2008년 시험1 (나반) [20점] 2008. 10. 2.

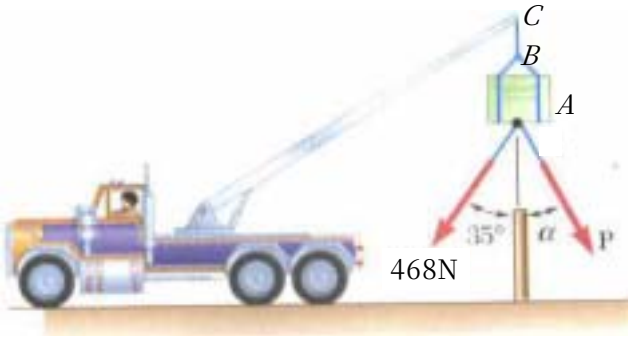
1.[4점] 두 문장 이내로 서술형으로 답하라.
(a) '기계공학(mechanical engineering)'이란 무엇이고, 이 학문분야에서 '정역학(statics)'이란 무엇인가?
(b) 질점에 있어서 힘의 '평형(equilibrium)'이란 무엇인지, '정적 평형'과 '동적 평형'을 구분하여 설명하라.

2.[4점] 그림과 같이 두 척의 예인선(tugboat)이 바지선(barge)을 끌고 물줄기를 따라 상류방향으로 등속도 운행하고 있다. α는 40°이고, 줄 BC의 장력이 26.5N이다.



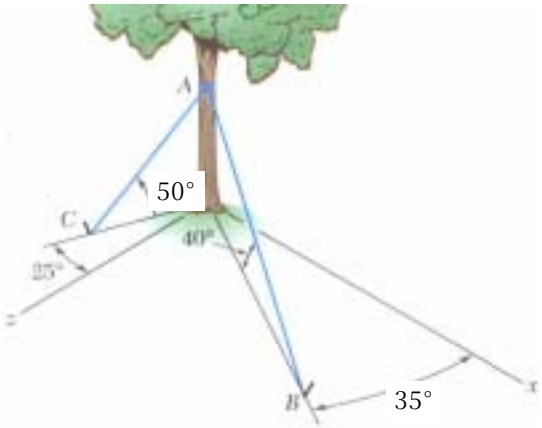
(a) 점 B에서의 자유물체도(free-body diagram)를 그려라.
(b) 강물이 바지선에 가하는 저항력(drag force)의 크기를 구하라.

3.[4점] 그림과 같이 질량 125kg인 물체 A가 주변 힘들에 의해 정지해 있다. α는 40°이다.



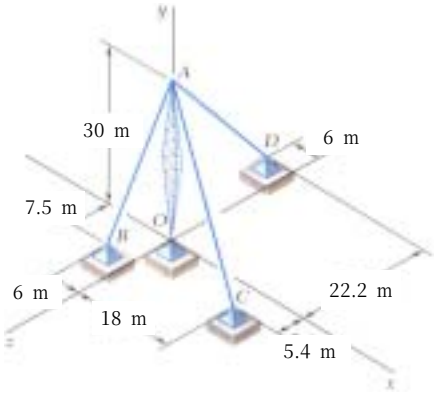
(a) 물체 A에 대한 자유물체도(free-body diagram)을 그려라.
(b) 힘 **P**의 크기와 방향을 구하고, 줄 BC에 걸리는 장력의 크기를 구하라.

4.[4점] Cables AB and AC are attached to the upper trunk of the tree and then are fastened to steel rods anchored in the ground. The tension in the wire AB is 875 N.
(a) Determine the component magnitude F_x, F_y, F_z of the force exerted by the cable AB on the rod at B.



(b) Determine the angles θ_x, θ_y, θ_z defining the direction of the force exerted by the cable AB on the rod at B.

5.[4점] 그림과 같이 송신탑이 세 케이블에 의해 지지되어 있다. 케이블 AC의 장력이 68.5 N이다.



(a) 케이블 AC 에 의해 점 A에서 송신탑에 작용하는 힘 벡터를 구하라.
(b) 세 케이블에 의해 점 A에서 송신탑에 수직방향으로 힘이 가해진다. 케이블 AB의 장력(tension)의 크기를 구하라.

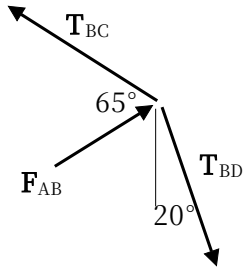
정 답

2. (b) F_D = 49.8 N
3. (b) **P** = 417.6 N ↘50°, T_{BC} = 1929 N
4. (a) F_x = -549 N, F_y = 562 N, F_z = -384 N
   (b) θ_x = 128.9°, θ_y = 50.0°, θ_z = 116.0°
5. (a) $\mathbf{T}_{AC}$ = (34.8 N) **i** + (-58.0 N) **j** + (10.44 N) **k**
   (b) T_{AB} = 125.5 N

정역학 2008년 시험1 (가반) 해 답

1. (a) 서술 (b) 서술 (2.10절 참고)

2. (a)

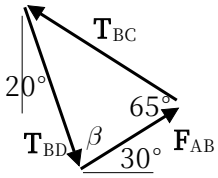


(b) $T_{BD} = 325$ N, $\beta = 180° - 70° - 30° = 80°$

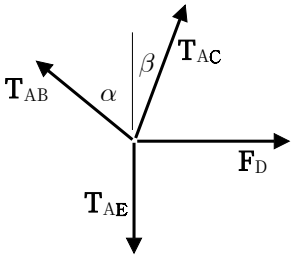
$$\frac{\sin 65^\circ}{T_{BD}} = \frac{\sin\beta}{T_{BC}}$$

$$T_{BC} = (325\text{ N})\,\frac{\sin 80^\circ}{\sin 65^\circ} = 353\text{ N}$$

$65° - 30° = 35°$ $\quad \mathbf{T}_{BC} = 353$ N ⟍35°



3. (a)



(b) $T_{AB} = 273$ N, $T_{AC} = 185$ N

$$\tan\alpha = \frac{2.2\text{ m}}{1.3\text{ m}} = 1.6923 \quad \Rightarrow \quad \alpha = \tan^{-1}(1.6923) = 59.42^\circ$$

$$\tan\beta = \frac{0.4\text{ m}}{1.3\text{ m}} = 0.3077 \quad \Rightarrow \quad \beta = \tan^{-1}(0.3077) = 17.10^\circ$$

$\Sigma F_x = 0$; $F_D - T_{AB}\sin\alpha + T_{AC}\sin\beta = 0$

$\Rightarrow \quad F_D = (273\text{ N})\sin 59.42^\circ - (185\text{ N})\sin 17.10^\circ$

$= 180.6$ N

$\Sigma F_y = 0$; $T_{AB}\cos\alpha + T_{AC}\cos\beta - T_{AE} = 0$

$\Rightarrow \quad T_{AE} = (273\text{ N})\cos 59.42^\circ + (185\text{ N})\cos 17.10^\circ$

$= 316$ N

4. (a) $T_{CA} = 745$ N

$(T_{CA})_y = T_{CA}\sin 50^\circ$, $(T_{CA})_h = -T_{CA}\cos 50^\circ$

$(T_{CA})_x = -(T_{CA})_h \sin 25^\circ$, $(T_{CA})_z = (T_{CA})_h \cos 25^\circ$

$\mathbf{T}_{CA} = (745\text{ N})\,[\sin 50^\circ\,\mathbf{j} + \cos 50^\circ(\sin 25^\circ\,\mathbf{i} - \cos 25^\circ\,\mathbf{k})]$

$= (202.4\text{ N})\,\mathbf{i} + (570.7)\,\mathbf{j} + (-434.0)\,\mathbf{k}$

$\Rightarrow \quad F_x = 202$ N, $\quad F_y = 571$ N, $\quad F_z = -434$ N

(b) $\cos\theta_x = \dfrac{202.4\text{ N}}{745\text{ N}} = 0.2717 \quad \Rightarrow \quad \theta_x = \cos^{-1}(0.2717) = 74.2^\circ$

$\cos\theta_y = \dfrac{570.7\text{ N}}{745\text{ N}} = 0.7660 \quad \Rightarrow \quad \theta_y = \cos^{-1}(0.7660) = 40.0^\circ$

$\cos\theta_z = \dfrac{-434.0\text{ N}}{745\text{ N}} = -0.5826 \Rightarrow \quad \theta_z = \cos^{-1}(-0.5826) = 125.6^\circ$

5. $\mathbf{W} = -W\,\mathbf{j}$

(a) $T_{AD} = 73.5$ N

$$d_{AD} = \sqrt{(-0.37\text{ m})^2 + (0.55\text{ m})^2 + 0} = 0.6629\text{ m}$$

$$\boldsymbol{\lambda}_{AD} = \frac{1}{0.6629}[(-0.37)\,\mathbf{i} + 0.55\,\mathbf{j}] = -0.5582\,\mathbf{i} + 0.8297\,\mathbf{j}$$

$$\mathbf{T}_{AD} = (73.5\text{ N})(-0.5582\,\mathbf{i} + 0.8297\,\mathbf{j}) = -41.03\,\mathbf{i} + 60.98\,\mathbf{j}\text{ (N)}$$

(b) $$d_{BD} = \sqrt{(0.18\text{ m})^2 + (0.55\text{ m})^2 + (-0.16\text{ m})^2} = 0.6004\text{ m}$$

$$\boldsymbol{\lambda}_{BD} = \frac{1}{0.6004}[0.18\,\mathbf{i} + 0.55\,\mathbf{j} - 0.16\,\mathbf{k}] = 0.2998\,\mathbf{i} + 0.9161\,\mathbf{j} - 0.4404\,\mathbf{k}$$

$$\mathbf{T}_{BD} = T_{BD}\,(0.2998\,\mathbf{i} + 0.9161\,\mathbf{j} - 0.4404\,\mathbf{k})$$

$$d_{CD} = \sqrt{(0.18\text{ m})^2 + (0.55\text{ m})^2 + (0.16\text{ m})^2} = 0.6004\text{ m}$$

$$\boldsymbol{\lambda}_{CD} = \frac{1}{0.6004}[0.18\,\mathbf{i} + 0.55\,\mathbf{j} + 0.16\,\mathbf{k}] = 0.2998\,\mathbf{i} + 0.9161\,\mathbf{j} + 0.4404\,\mathbf{k}$$

$$\mathbf{T}_{CD} = T_{CD}\,(0.2998\,\mathbf{i} + 0.9161\,\mathbf{j} + 0.4404\,\mathbf{k})$$

plate에서 $\Sigma\mathbf{F} = 0 \Rightarrow \mathbf{T}_{AD} + \mathbf{T}_{BD} + \mathbf{T}_{CD} + \mathbf{W} = 0$

$\Sigma F_x = 0$; $-41.03 + 0.2998\,T_{BD} + 0.2998\,T_{CD} = 0$ … ①

$\Sigma F_y = 0$; $60.98 + 0.9161\,T_{BD} + 0.9161\,T_{CD} - W = 0$ … ②

$\Sigma F_z = 0$; $-0.4404\,T_{BD} + 0.4404\,T_{CD} = 0$ … ③

③ ⇒ $T_{BD} = T_{CD}$

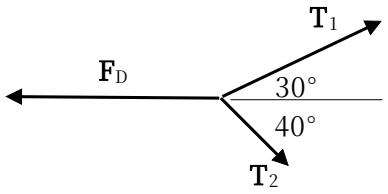
① ⇒ $-41.03 + 2(0.2998)\,T_{BD} = 0 \Rightarrow T_{BD} = 68.42$ N

② ⇒ $W = 60.98 + 2(0.9161)(68.42\text{ N}) = 186.3$ N

정역학　　2008년 시험1 (나반)　해 답

1. (a) 서술　(b) 서술 (2.9절 참고)

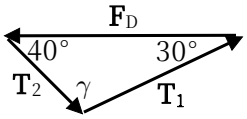
2. (a)



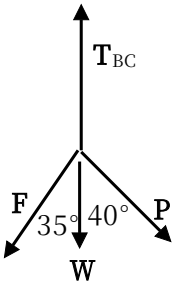
(b) T_2 = 26.5 N,　　γ = 180° - 30° - 40° = 110°

$$\frac{\sin 30^\circ}{T_2} = \frac{\sin\gamma}{F_D}$$

$$\Rightarrow \quad F_D = (26.5\text{ N})\,\frac{\sin 110^\circ}{\sin 30^\circ} = 49.8\text{ N}$$



3. (a)



(b) F = 468 N,　W = (125 kg)(9.81 m/s^2) = 1226.2 N

$\Sigma F_x = 0$; P sin40° - F sin35° = 0

$$\Rightarrow \quad P = (468\text{ N})\,\frac{\sin 35^\circ}{\sin 40^\circ} = 417.6\text{ N}$$

$\mathbf{P}$ = 417.6 N ⍁50°

$\Sigma F_y = 0$; T_{BC} - W - F cos35° - P cos40° = 0

$$\Rightarrow \quad T_{BC} = (1226.2\text{ N}) + (468\text{ N})\cos 35^\circ + (417.6\text{ N})\cos 40^\circ$$
$$= 1929\text{ N}$$

4. (a) T_{BA} = 875 N

$(T_{BA})_y = T_{BA}$ sin40°,　$(T_{BA})_h = -T_{BA}$ cos40°

$(T_{BA})_x = (T_{BA})_h$ cos35°,　$(T_{BA})_z = (T_{BA})_h$ sin35°

$\mathbf{T}_{BA}$ = (875 N) [sin40° **j** - cos40° (cos35° **i** + sin35° **k**)]

= (-549.1 N) **i** + (562.4) **j** + (-384.4) **k**

$\Rightarrow$　F_x = -549.1 N,　F_y = 562.4 N,　F_z = -384.4 N

(b) $\cos\theta_x = \dfrac{-549.1\text{ N}}{875\text{ N}} = -0.6275 \Rightarrow \quad \theta_x = \cos^{-1}(-0.6275) = 128.9^\circ$

$\cos\theta_y = \dfrac{562.4\text{ N}}{875\text{ N}} = 0.6427 \quad \Rightarrow \quad \theta_y = \cos^{-1}(0.6427) = 50.0^\circ$

$\cos\theta_z = \dfrac{-384.4\text{ N}}{875\text{ N}} = -0.4393 \Rightarrow \quad \theta_z = \cos^{-1}(-0.4393) = 116.0^\circ$

5. (a) T_{AC} = 68.5 N

d_x = 18 m, d_y = -30 m, d_z = 5.4 m

$d = \sqrt{d_x^2 + d_y^2 + d_z^2} = \sqrt{(18\text{ m})^2 + (-30\text{ m})^2 + (5.4\text{ m})^2}$ = 35.4 m

$\mathbf{T}_{AC} = \frac{T_{AC}}{d}(d_x\,\mathbf{i} + d_y\,\mathbf{j} + d_z\,\mathbf{k}) = \frac{68.5\text{ N}}{35.4\text{ m}}$[(18 m) **i** + (-30 m) **j** + (5.4 m) **k**]

= (34.8 N) **i** + (-58.0 N) **j** + (10.44 N) **k**

(b) $d_{AB} = \sqrt{(-6\text{ m})^2 + (-30\text{ m})^2 + (7.5\text{ m})^2}$ = 31.5 m

$\boldsymbol{\lambda}_{AB} = \frac{1}{31.5}$[-6 **i** - 30 **j** + 7.5 **k**] = -0.1905 **i** - 0.9524 **j** + 0.2381 **k**

$\mathbf{T}_{AB} = T_{AB}$ (-0.1905 **i** - 0.9524 **j** + 0.2381 **k**)

$d_{AD} = \sqrt{(-6\text{ m})^2 + (-30\text{ m})^2 + (-22.2\text{ m})^2}$ = 37.8 m

$\boldsymbol{\lambda}_{AD} = \frac{1}{37.8}$[-6 **i** - 30 **j** - 22.2 **k**] = -0.1587 **i** - 0.7936 **j** - 0.5873 **k**

$\mathbf{T}_{AD} = T_{AD}$ (-0.1587 **i** - 0.7936 **j** - 0.5873 **k**)

A에서 $\Sigma\mathbf{F} = 0$ ⇒ $\mathbf{T}_{AC} + \mathbf{T}_{AB} + \mathbf{T}_{AD} + \mathbf{F} = 0$, $\mathbf{F} = F\,\mathbf{j}$

$\Sigma F_x = 0$; 34.8 - 0.1905 T_{AB} - 0.1587 T_{AD} = 0 … ①

$\Sigma F_y = 0$; -58.0 - 0.9524 T_{AB} - 0.7936 T_{AD} + F = 0 … ②

$\Sigma F_z = 0$; 10.44 +0.2381 T_{AB} - 0.5873 T_{AD} = 0 … ③

0.5873×① + 0.1587×③

⇒ 0.5873 (34.8 - 0.1905 T_{AB}) - 0.1587 (10.44 +0.2381 T_{AB}) = 0

⇒ [(0.5873)(0.1905) + (0.1587)(0.2381)] T_{AB} = (0.5873)(34.8) - (0.1587)(10.44)

⇒ T_{AB} = 125.5 N