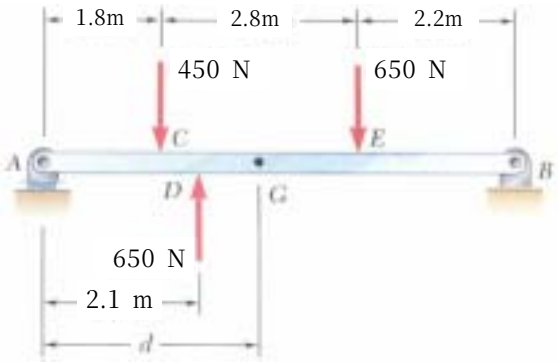
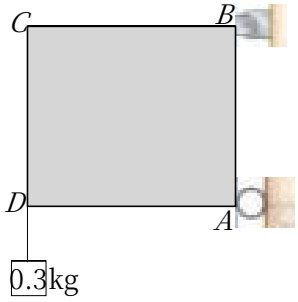
정 역 학 2007년 시험#2 (25점) 2007. 11. 12.

1.[4점] 역도 선수가 들어 올리는 역기의 손잡는 두 위치의 간격은 어깨 폭보다 멀다. 어깨 폭과 같은 간격으로 역기 봉을 잡을 때에 비해서 장점과 단점이 있다. 힘의 분해, 힘의 모멘트 등의 정역학 개념을 인용하여 장점과 단점을 설명하라.

2.[3점] 하나의 힘과 하나의 우력(couple)이 그림과 같이 보(beam)에 작용하고 있다. 이 힘과 우력의 시스템을 점 G에 작용하는 하나의 힘 **F**로 바꿀 때, 힘 **F**의 크기 및 방향과 거리 d를 구하라.

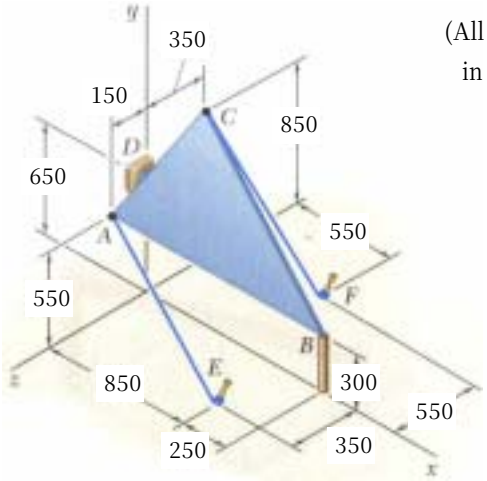


3.[6점] 질량이 1.5 kg이고 한 변의 길이가 0.60 m인 균일한 정사각형 금속판 $ABCD$가 있다. 그림과 같이 수직 벽에 A에서 롤러에 의해 지지되고, B에서 핀에 의해 지지되어 있다. 또한 D에서 질량 0.3 kg인 추가 매달려 있다.



(a) 금속판의 자유물체도를 그려라.
(b) 금속판이 A에서 받는 반력(reaction)의 크기와 방향을 구하라.
(c) 금속판이 B에서 받는 반력의 크기와 방향을 구하라.

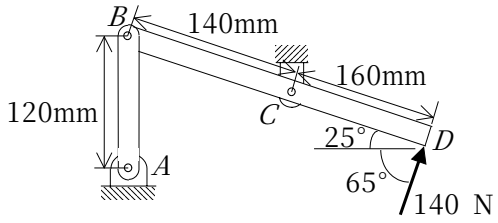
4.[6점] The triangular plate ABC is supported by ball-and-socket joints at B and D and is held in the position shown by cables AE and CF. The force exerted by cable AE at A is 950 N.



(All dimensions in mm)

(a) Determine the moment of the force at A about the point D.
(b) Determine the moment of the force at A about the line joining points D and B.

5.[6점] 그림과 같이, 무게를 무시할 수 있는 프레임에 하중이 작용하고 있다. A와 C에서 프레임에 작용하는 반력(reaction)들의 크기와 방향을 각각 구하라.



정 답

2. **F** = 450 N ↓, d = 5.41 m
3. (b) **A** = 10.30 N ←
   (c) **B** = 20.4 N ↗59.7°
4. (a) $\mathbf{M}_D$ = 57.5 **i** + 117.4 **j** + 78.3 **k** (N·m)
   (b) M_{DB} = 19.23 N·m
5. **A** = 176.5 N ↑, C = 308 N ↙78.9°

정 역 학　　2007년 시험2　해 답

1. 단점 : 힘의 분해로 인해 팔 힘의 일부는 수직 방향 무게를 지탱하는 데에 기여하지 못함.
   장점 : 양 끝의 추에 가까워져서 불균형에 의한 모멘트의 크기를 작게 하므로 회전하려는 경향이 작게 됨.

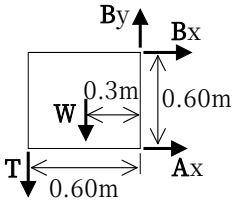
2. $\uparrow \mathbf{F}_y$;　$F = -F_C + F_D - F_E = -(450\ \text{N}) + (650\ \text{N}) - (650\ \text{N}) = -450\ \text{N}$

   $\Rightarrow$　$\mathbf{F} = 450\ \text{N} \downarrow$

   $\circlearrowleft \mathbf{M}_G$;　$F_C\,(d - 1.8\ \text{m}) - F_D\,(2.8\ \text{m} + 1.8\ \text{m} - 2.1\ \text{m})$

   $\Rightarrow$　$d = \dfrac{F_C(1.8\ \text{m}) + F_D(2.5\ \text{m})}{F_C} = \dfrac{(450\ \text{N})(1.8\ \text{m}) + (650\ \text{N})(2.5\ \text{m})}{450\ \text{N}} = 5.41\ \text{m}$

3. (a)



$W = (1.5\ \text{kg})\ (9.81\ \text{m/s}^2) = 14.715\ \text{N}$

$T = (0.3\ \text{kg})\ (9.81\ \text{m/s}^2) = 2.94\ \text{N}$

(b) $\circlearrowleft \mathbf{M}_B = 0$;　$W\ (0.30\ \text{m}) + T\ (0.60\ \text{m}) + A_x\ (0.60\ \text{m}) = 0$

$\Rightarrow$　$A_x = -\dfrac{W(0.30\ \text{m}) + T(0.60\ \text{m})}{0.60\ \text{m}} = -\dfrac{(14.715\ \text{N})(0.30\ \text{m}) + (2.94\ \text{N})(0.60\ \text{m})}{0.60\ \text{m}}$

$= -10.30\ \text{N}$

$\Rightarrow$　$\mathbf{A} = 10.30\ \text{N} \leftarrow$

(c) $\Sigma \mathbf{F}_x = 0$;　$B_x + A_x = 0$　$\Rightarrow$　$B_x = -A_x = -(-10.30\ \text{N}) = 10.30\ \text{N}$

$\Sigma \mathbf{F}_y = 0$;　$B_y - W - T = 0$　$\Rightarrow$　$B_y = W + T = (14.715\ \text{N}) + (2.94\ \text{N}) = 17.66\ \text{N}$

$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2} = \sqrt{(10.30\ \text{N})^2 + (17.66\ \text{N})^2} = 20.4\ \text{N}$

$\tan\theta = \dfrac{B_y}{B_x} = \dfrac{17.66\ \text{N}}{10.30\ \text{N}} = 1.714$　$\Rightarrow$　$\theta = \tan^{-1}(1.714) = 59.7°$

$\mathbf{B} = 20.4\ \text{N} \angle 59.7°$

4. (a) $\mathbf{r}_{A/D} = -0.10\ \mathbf{j} + 0.15\ \mathbf{k}$ (m)

$\boldsymbol{\lambda}_{AE} = \dfrac{0.85\,\mathbf{i} - 0.55\,\mathbf{j} + 0.20\,\mathbf{k}}{\sqrt{(0.85)^2 + (-0.55)^2 + (0.20)^2}} = \dfrac{1}{1.032}\ (0.85\ \mathbf{i} - 0.55\ \mathbf{j} + 0.20\ \mathbf{k})$

$= 0.824\ \mathbf{i} - 0.533\ \mathbf{j} + 0.194\ \mathbf{k}$

$\mathbf{T}_{AE} = \boldsymbol{\lambda}_{AE}\ T_{AE} = (0.824\ \mathbf{i} - 0.533\ \mathbf{j} + 0.194\ \mathbf{k})\ (950\ \text{N})$

$= 782.8\ \mathbf{i} - 506.4\ \mathbf{j} + 184.3\ \mathbf{k}$ (N)

$\mathbf{M}_D = \mathbf{r}_{A/D} \times \mathbf{T}_{AE} = [-0.10\ \mathbf{j} + 0.15\ \mathbf{k}\ (\text{m})] \times [782.8\ \mathbf{i} - 506.4\ \mathbf{j} + 184.3\ \mathbf{k}\ (\text{N})]$

$= [(-0.10)(184.3) - (0.15)(-506.4)]\ \mathbf{i} + [(0.15)(782.8)]\ \mathbf{j} + [-(-0.10)(782.8)]\ \mathbf{k}$ (N·m)

$= 57.5\ \mathbf{i} + 117.4\ \mathbf{j} + 78.3\ \mathbf{k}$ (N·m)

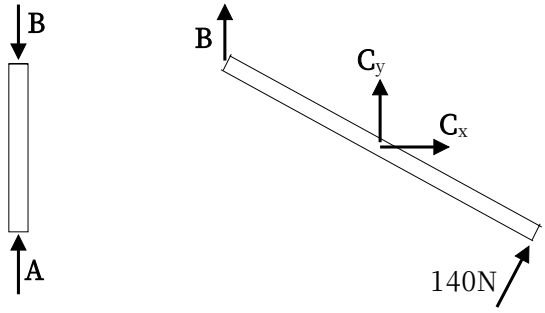
(b) $\boldsymbol{\lambda}_{DB} = \dfrac{1.1\,\mathbf{i} - 0.35\,\mathbf{j}}{\sqrt{(1.1)^2 + (-0.35)^2}} = \dfrac{1}{1.154}\ (1.1\ \mathbf{i} - 0.35\ \mathbf{j}) = 0.953\ \mathbf{i} - 0.303\ \mathbf{j}$

$M_{DB} = \boldsymbol{\lambda}_{DB} \cdot \mathbf{M}_D = (0.953\ \mathbf{i} - 0.303\ \mathbf{j}) \cdot [57.5\ \mathbf{i} + 117.4\ \mathbf{j} + 78.3\ \mathbf{k}\ (\text{N·m})]$

$= (0.953)(57.5) + (-0.303)(117.4) + 0\ \ (\text{N·m}) = 54.80 - 35.57\ \ (\text{N·m})$

$= 19.23\ (\text{N·m})$

5. F.B.D.



$\Sigma M_C = 0$; (140 N) (0.16 m) - B (0.14 m) cos25° = 0

$\Rightarrow \quad B = \frac{(140\ \mathrm{N})(0.16\ \mathrm{m})}{(0.14\ \mathrm{m})\cos 25^\circ} = 176.5\ \mathrm{N}$

$A = B = 176.5$ N $\Rightarrow$ **A** = 176.5 N ↑

$\Sigma F_x = 0$; C_x + (140 N) cos65° = 0 $\Rightarrow$ C_x = -(140 N) cos65° = -59.2 N

$\Sigma F_y = 0$; $C_y + B$ + (140 N) sin65° = 0

$\Rightarrow$ C_y = -B - (140 N) sin65° = -(176.5 N) - (140 N) sin65° = -302 N

$C = \sqrt{C_x^2 + C_y^2} = \sqrt{(-59.2\ \mathrm{N})^2 + (-302\ \mathrm{N})^2} = 308$ N

$\tan\theta = \frac{C_y}{C_x} = \frac{-302\ \mathrm{N}}{-59.2\ \mathrm{N}} = 5.10 \quad \Rightarrow \quad \theta = \tan^{-1}(5.10) = 78.9^\circ$

C = 308 N ↙78.9°