2-1.

1.

충돌전 운동에너지 = 4 × (충돌후 운동에너지)

→ 질량은 일정하므로 속도의 크기가 $\frac{1}{2}$이 된것

($\because K \propto v^2$)

∴ 충돌후 속도 = $-1\ m/s$

(반대 방향이므로 −)

$$\Delta p = mv_f - mv_i$$
$$= 2\cdot(-1) - 2\cdot(2)$$
$$= -6\ kg\cdot m/s$$
$$= F_{avg}\Delta t$$
$$= F_{avg}\cdot 0.2$$
$$\therefore F_{avg} = -30N$$

$$\boxed{|\vec{F}_{avg}| = 30N}$$

2.

분리되는 경우 (정지해있다가)

$$\therefore p_i = (m_1+m_2)\cdot v_i$$
$$= (m_1+m_2)\cdot 0$$
$$= 0$$
$$= m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

→ 분리되는 두 물체의 운동량 크기는 동일,

부호는 반대 : $m_1 v_{1f} = -m_2 v_{2f}$

→ 분리 후 $|\vec{p}_A| = |\vec{p}_B|$, $|\vec{p}_C| = |\vec{p}_D|$

B, C의 경우 충돌 후 정지 → $v_f = 0$

$\therefore \Delta p = p_B + p_C = (m_B + m_C)\cdot v_f = 0$

$\therefore p_B = -p_C$ 즉, $|\vec{p}_B| = |\vec{p}_C|$

∴ A, B, C, D 모두 분리 후 운동량 크기 동일.

분리 후,

$|\vec{p}_A| = m_A|\vec{v}_A|$, $|\vec{p}_C| = m_C|\vec{v}_C|$ 인데 $m_A = m_C$ 이므로

$|\vec{v}_A| = |\vec{v}_C|$

$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\frac{m^2v^2}{m} = \frac{p^2}{2m}$ 이므로

$K_A = 3K_D$ 에서 $\frac{|\vec{p}_A|^2}{2m_A} = 3\cdot\frac{|\vec{p}_D|^2}{2m_D}$

$|\vec{p}_A| = |\vec{p}_D|$ 이므로 $m_A = \frac{1}{3}m_D$

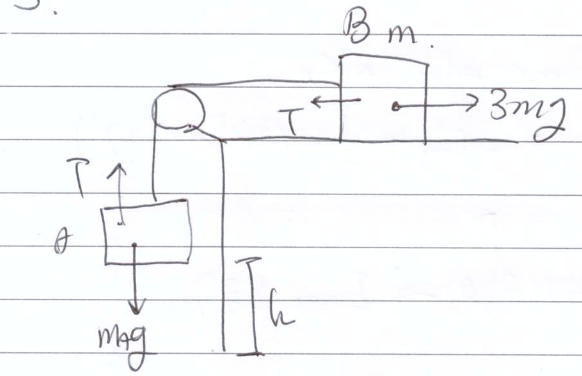
$m_B = m_D$ 이므로 $m_B = 3m_A$.

$|\vec{p}_A| = |\vec{p}_B|$ & $m_B = 3m_A \rightarrow |\vec{v}_A| = 3|\vec{v}_B|$

$\therefore |\vec{v}_B| = \frac{1}{3}|\vec{v}_A|$, $|\vec{v}_C| = |\vec{v}_A|$

$$\boxed{\therefore v_B : v_C = 1 : 3}$$

3.



* T를 구해보면

$F_{net} = mg = (m+2m)a$

$a = \frac{1}{3}g$

$F_A = 2m\cdot\frac{1}{3}g = T - 2mg$

$\therefore T = \frac{8}{3}mg$

(or $F_B = 3mg - T = m\cdot\frac{1}{3}g$

$\rightarrow T = \frac{8}{3}mg$)

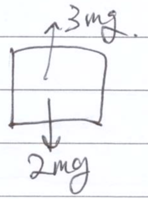
A, B는 함께 운동하므로 가속도, 속도, 변위가 모두 동일

$\therefore v_A = v_B$

$K_A = 2\cdot K_B$, $v_A = v_B$이므로

$m_A = 2m_B = 2m$.

한 물체



$F_{net} = 3mg - 2mg$
$= mg$.

· $F_A = \frac{2}{3}mg$가 한 일 $W_A = \frac{2}{3}mg\cdot h$
$= \Delta K_A$

· $F_B = \frac{1}{3}mg$가 한 일 $W_B = \frac{1}{3}mg\cdot h$
$= \Delta K_B$

$W = F_{net}\cdot s = mg\cdot h = \Delta(K_A + K_B)$

$\Delta K_A : \Delta K_B = 2:1$ 이므로 $\boxed{\Delta K_A = \frac{2}{3}mgh, \Delta K_B = \frac{1}{3}mgh}$

$\boxed{\Delta U_A = 2mgh \quad \Delta U_B = 0}$

$\Delta E_{mec(A,B)} = \Delta E_{mec,A} + \Delta E_{mec,B}$

$= 3mg\cdot h \quad = (\Delta K_A + \Delta U_A) + (\Delta K_B + \Delta U_B)$

$= \left(\frac{2}{3}mgh + 2mgh\right) + \left(\frac{1}{3}mgh + 0\right)$

외력(3mg)이 한 일

A의 알짜힘이 (T−2mg) 한 일

−(A의 보존력이 한 일)

B의 알짜힘 (3mg−T)가 한 일

−(B의 보존력이 한 일)

4.

x_0 만큼 압축되었을 때 E_{mec}

$$E_{mec,1} = U + K$$
$$= \frac{1}{2}kx_0^2 + 0$$

놓았을 때 E_{mec}

$$E_{mec,2} = U + K$$
$$= 0 + \frac{1}{2}mv^2$$

x만큼 압축시켰을 때 E_{mec}

$$E_{mec,3} = U + K$$
$$= \frac{1}{2}(2k)x^2 + 0$$

탄성력 (보존력) 외 다른 힘 작용 X

→ E_{mec} 보존 : $E_{mec,1} = E_{mec,2} = E_{mec,3}$

$$\therefore \frac{1}{2}kx_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(2k)x^2$$

$$\therefore \boxed{v = \sqrt{\frac{k}{m}}\,x_0, \quad x = \frac{1}{\sqrt{2}}\,x_0}$$ //

5.

(가)

$$\Delta E_{mec,1} = \Delta U_1 + \Delta K_1$$
$$= \Delta U_1 + \frac{1}{2}m\left((5v)^2 - (3v)^2\right)$$
$$= 0$$

(중력만 작용 → E_{mec} 보존)

$$\therefore \Delta U_1 = -8mv^2$$

(나) $$\Delta E_{mec,2} = \Delta U_2 + \Delta K_2$$
$$= \Delta U_1 + \frac{1}{2}m\left((4v)^2 - (3v)^2\right)$$
$$= -8mv^2 + \frac{7}{2}mv^2$$
$$= -\frac{9}{2}mv^2$$

$\boxed{\therefore \text{(나)에서 } E_{mec}\text{은 } \frac{9}{2}mv^2 \text{ 만큼 감소}}$ //

* (가)와 (나)에서 물체의 높이 변화는 동일하므로 $\Delta U_1 = \Delta U_2$.

6.

(가) 마찰 구간을 지나는 동안 역학적 에너지 감소

→ 감소하는 에너지의 크기를 E라 하면,

$\frac{1}{2}mv^2 - E$ (마찰 구간 지난 후)

$= \frac{1}{2}kL^2$ (용수철 최대 압축)

다시 마찰구간 지나면

$\frac{1}{2}kL^2 - E$ (마찰 구간 지난 후)

$= \frac{1}{2}m\left(\frac{1}{2}v\right)^2$

$\therefore \frac{1}{2}mv^2 - 2E = \frac{1}{2}m\left(\frac{1}{2}v\right)^2$

(용수철의 탄성력에 의해서 Emec은 보존, 마찰 구간에 의해서만 손실 발생)

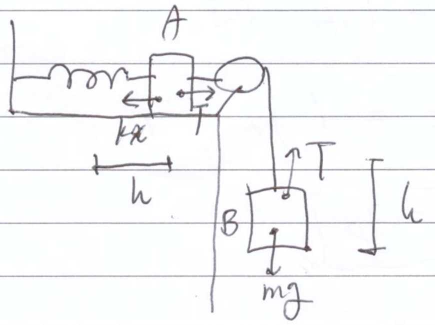
$\therefore E = \frac{3}{16}mv^2$

$\frac{1}{2}kL^2 = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{3}{16}mv^2$

$= \frac{5}{16}mv^2$

$$\boxed{\therefore L = \sqrt{\frac{5m}{8k}}\cdot v}$$

7.



B가 h 이동 → A도 h만큼 이동

$v_B = 0 = v_A \quad \therefore K_A = K_B = 0.$

처음에도 A, B는 정지였으므로 운동에너지는 0.

$\therefore \Delta K_A = \Delta K_B = 0.$

$\Delta E_{mec} = \Delta U_{\text{중력},A} + \Delta U_{\text{탄성},A} + \Delta U_{\text{중력},B}$

$= 0 \quad = 0 \quad + \frac{1}{2}kh^2 - mgh$

(∵ 보존력만 작용) (∵ A 높이 변화 X)

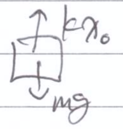
$\therefore \frac{1}{2}kh^2 = mgh$

$$\boxed{k = \frac{2mg}{h}}$$

A가 최대속력일때 = A, B 운동에너지가 최대

= 탄성 퍼텐셜 에너지가 최소

= 평형점(x_0)

→ 

$F_{net} = mg - kx_0 = 0$

$\therefore x_0 = \frac{mg}{k} = \frac{h}{2}$ 만큼 이동

$\therefore \Delta E_{mec} = 0$

$= \Delta U_{\text{중력},A} + \Delta U_{\text{탄성력},A} + \Delta U_{\text{중력},B} + \Delta K_A + \Delta K_B$

$= 0 + \frac{1}{2}kx_0^2 + \left(-mg\cdot\frac{1}{2}h\right) + \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}mv^2$

$$\boxed{\therefore v_{max} = \frac{\sqrt{gh}}{2}}$$