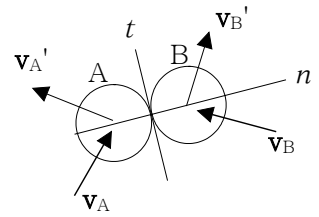


3.14 경사중심충돌 [oblique central impact]

(p. 839)

2차원 운동량 보존 (평면운동)

두 질점의 충돌속도벡터가 충돌작용선 상에 있지 않음.
 질점들은 마찰이 없다고 가정.



(1) 두 질점이 충돌 전후 자유롭게 운동하는 경우

미지수 : $\mathbf{v}_A', \mathbf{v}_B'$ 의 크기와 방향 \rightarrow 4개의 미지수

\rightarrow

핵심 : 충돌시 충격력(작용,반작용)은 충돌작용선 방향으로만 작용

1. 각 질점의 운동량의 t축 성분이 보존.

$$(v_A)_t = (v_A')_t \quad \dots \textcircled{1} \quad (v_B)_t = (v_B')_t \quad \dots \textcircled{2}$$

2. 전체 운동량의 n축 성분이 보존.

$$m_A(v_A)_n + m_B(v_B)_n = m_A(v_A')_n + m_B(v_B')_n \quad \dots \textcircled{3}$$

3. 반발계수는 n축 방향 상대속도의 관계.

$$e [(v_A)_n - (v_B)_n] = (v_B')_n - (v_A')_n \quad \dots \textcircled{4}$$

예제 3.14 수직벽에 비스듬히 던져진 공의 충돌

(p. 844)

예제 3.15 두 공의 경사중심 충돌

(2) 충돌하는 질점의 한쪽이나 양쪽이 운동을 구속받는 경우

예. 수평방향으로만 움직이도록 구속되어 있는 블록 A와
 평면에 자유롭게 움직이는 공 B 사이의 충돌

미지수 : \mathbf{v}_A' 크기, \mathbf{v}_B' 의 크기와 방향 \rightarrow 3개의 미지수

\rightarrow

1. 공 B의 운동량의 t축 성분이 보존.

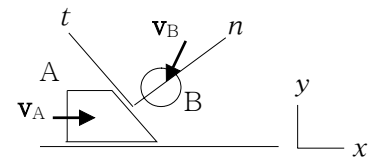
$$(v_B)_t = (v_B')_t \quad \dots \textcircled{1}$$

2. 전체 운동량의 x축 성분이 보존

$$m_A v_A + m_B (v_B)_x = m_A v_A' + m_B (v_B')_x \quad \dots \textcircled{2}$$

3. 반발계수는 (여전히) n축 방향 상대속도의 관계

$$e [(v_A)_n - (v_B)_n] = (v_B')_n - (v_A')_n \quad \dots \textcircled{3}$$



예제 3.16 줄에 매달린 공에 충돌

(p. 846)

예.(연습3.169)

(p. 852)

1.5 kg의 구 A가 지면과 평행하고 크기가 $v_0 = 2$ m/s인 속도 \mathbf{v}_0 로 움직이다가, 초기 정지상태에 있고 지면에서 자유로이 구를 수 있는 6 kg의 썰기 B의 경사면과 충돌한다. 충돌 후 구가 지면에서 수직으로 움직인다. $\theta = 60^\circ$ 이고, 구와 썰기 사이의 반발계수가 $e = 1$ 일 때, 충돌 직후 썰기의 속도를 구하라.

$$v_A = 2 \text{ m/s}, \quad v_B = 0, \quad m_A = 1.5 \text{ kg}, \quad m_B = 6 \text{ kg}$$

$$\textcircled{1} (v_A)_t = (v_A')_t : (v_A')_t = (2 \text{ m/s}) \cos 60^\circ = 1 \text{ m/s}$$

$$\textcircled{2} m_A v_A + m_B v_B = m_A (v_A')_x + m_B v_B'$$

$$(1.5 \text{ kg})(2 \text{ m/s}) + 0 = (1.5 \text{ kg})[(v_A')_t \cos 60^\circ - (v_A')_n \sin 60^\circ] + (6 \text{ kg})v_B'$$

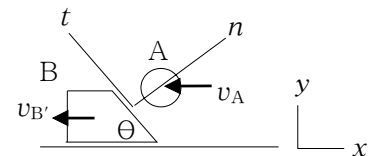
$$\Rightarrow 2 = 0.5 - 0.866 (v_A')_n + 4 v_B' \quad \Rightarrow \quad -0.866 (v_A')_n + 4 v_B' = 1.5 \quad \dots \textcircled{a}$$

$$\textcircled{3} e [(v_A)_n - (v_B)_n] = (v_B')_n - (v_A')_n$$

$$(1.0)(-v_A \sin 60^\circ - 0) = \quad \Rightarrow \quad (v_A')_n + 0.866 v_B' = 1.732 \quad \dots \textcircled{b}$$

$$\textcircled{a} + 0.866 \times \textcircled{b} \Rightarrow (4 + 0.866 \times 0.866) v_B' = 1.5 + 0.866 \times 1.732 \quad \Rightarrow \quad v_B' = 0.632$$

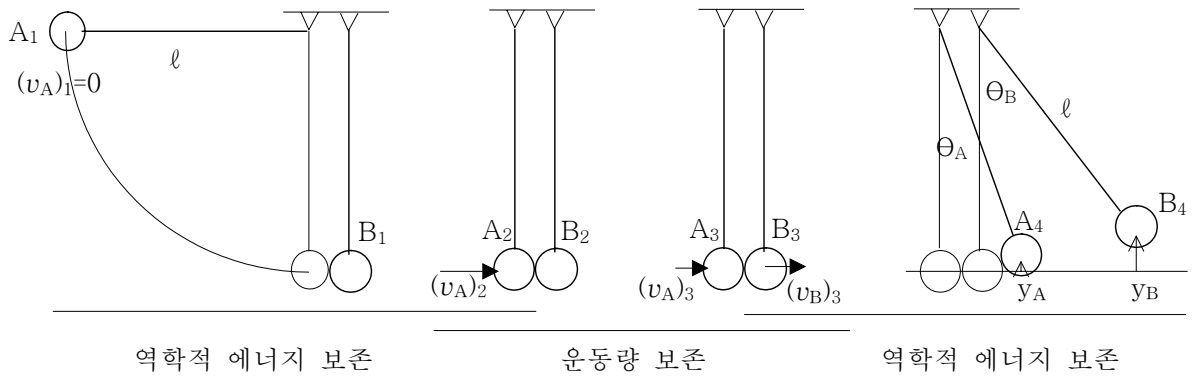
$$\mathbf{v}_B' = 0.632 \text{ m/s} \leftarrow$$



3.15 에너지와 운동량에 대한 문제 [problems involving energy and momentum]

(p. 842)

일과 에너지의 법칙 + 충격량과 운동량의 법칙



예제 3.17 블록 낙하 + 스프링에 소성충돌

(p. 847)

예. 1.5kg의 구 A가 정지 상태에서부터 $\theta_A=70^\circ$ 일 때, 놓여서 정지 상태에 있는 3 kg의 구 B와 충돌한다. 충돌 후에 구 A의 속도가 0인 것을 알 때, (a) 반발계수 e , (b) 구 B가 가장 높은 위치에 있을 때의 θ_B 를 구하라.

$m_A = 1.5 \text{ kg}, m_B = 3 \text{ kg}, \theta_A = 70^\circ, v_A' = 0$

충돌 전 A ; 일과 에너지 법칙 (역학적 에너지 보존)

$$T_1 + U_{1 \rightarrow 2} = T_2 \quad (\text{또는 } T_1 + V_1 = T_2 + V_2)$$

$$0 + m g l (1 - \cos \theta_A) = \frac{1}{2} m v_A^2$$

$$\Rightarrow v_A = \sqrt{2 g l (1 - \cos \theta_A)}$$

$$= \sqrt{2(1 - \cos 70^\circ)} \sqrt{g l} = 1.147 \sqrt{g l}$$

충돌 ; 운동량 보존

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v_A' + m_B v_B'$$

$$\Rightarrow v_B' = \frac{m_A}{m_B} v_A = \left(\frac{1.5}{3}\right) 1.147 \sqrt{g l} = 0.574 \sqrt{g l}$$

(a) 반발계수 $e = \frac{v_B' - v_A'}{v_A - v_B} = \frac{0.574 \sqrt{g l} - 0}{1.147 \sqrt{g l} - 0} = 0.50$

(b) 충돌 후 B ; 일과 에너지 법칙 (역학적 에너지 보존)

$$T_3 + U_{3 \rightarrow 4} = T_4 \quad (\text{또는 } T_3 + V_3 = T_4 + V_4)$$

$$\frac{1}{2} m_B (v_B')^2 + (-m_B g) l (1 - \cos \theta_B) = 0$$

$$1 - \cos \theta_B = \frac{v_B'^2}{2 g l} = \frac{(0.574)^2 g l}{2 g l} = 0.165$$

$$\cos \theta_B = 1 - 0.165 = 0.835$$

$$\theta_B = 33.3^\circ$$

