

운동량과 충격량 - 필기 by @w.kinetic-e.th

1. 운동량(P)

· 정의: 물체가 운동하는 정도를 나타내는 물리량

· 공식: $p = mv$ [단위: $kg \cdot m/s (= N \cdot s)$]

· 특징: 방향을 고려해야함 (오른쪽 +, 왼쪽 -)

↳ * +, - 는 크기를 나타내는 것이 아닌 방향만을 나타냄.

확인학습 1-1) 질량이 2kg인 물체 A가 2m/s의 일정한 속도로 운동하고 있다.

물체 A의 운동량을 구하시오. () $kg \cdot m/s$

확인학습 1-2) 운동량이 5kg·m/s인 물체 (가)와 운동량이 -10kg·m/s인 물체 (나)가 있다.

운동량의 크기가 더 큰 물체를 고르시오. ()

2. 충격량(I)

· 정의: 주어진 시간동안 물체가 받은 힘의 전체 양

· 공식: ① $I = \int F dt$ (F-t 그래프의 넓이)

② $I = F_{\text{평균}} \times \Delta t$

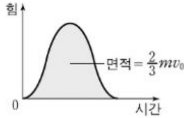
③ $I = \Delta p$ ($p_{\text{최종}} - p_{\text{초기}}$) [단위: $N \cdot s (= kg \cdot m/s)$]

· 특징: 방향을 고려해야함

확인학습 2-1) 물체에 2초동안 5N의 일정한 힘을 가하였다.

물체가 받은 충격량의 크기를 구하면? () $N \cdot s$

확인학습 2-2) 다음은 어떤 물체에 힘을 가하였을 때 보여지는 힘-시간 그래프이다.



이 때, 물체가 받은 충격량의 크기를 쓰시오 ()

확인학습 2-3) 운동하고 있는 물체의 1초 때의 운동량이 6kg·m/s, 5초 때의 운동량이 15kg·m/s였다. 이 물체에 1초에서 5초까지 가해진 충격량을 구하시오.

() $N \cdot s$

3. 충격력(평균 힘)을 줄이는 방법

· 물체에 가해지는 충격량이 같을 때, 충격이 가해지는 시간이 늘리면 충격력을 줄일 수 있다.

확인학습 3) 물체에 가해지는 충격량이 같을 때, 물체 A는 충격이 0.1초동안 가해지고,

물체 B는 충격이 0.2초동안 가해진다. 충격력이 더 큰 물체는? ()

4. 운동량과 충격량과의 관계. @w.kinetic-e.th

[풀이 2-0] $I = \Delta p$

· 증명: $p = mv$ 양 변에 Δ 를 곱함 $\rightarrow \Delta p = \Delta mv$
 운동방정식: $F = ma$ $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 이므로 $F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$
 $= \frac{\Delta mv}{\Delta t} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = F$
 $\frac{\Delta p}{\Delta t} = F \rightarrow \Delta p = F \cdot \Delta t = I \quad \therefore I = \Delta p$

· 운동량 보존 법칙: 두 물체가 서로 충돌했을 때 두 물체의 운동량의 합은 보존된다

· 운동량이 보존되는 이유: 아래 + α 참고

확인학습 4-1) 2초에서 2초까지 이 물체는 30N·s의 충격량을 받았다.

이 물체의 앞에서 2초까지의 운동량 변화량은? () kg·m/s

확인학습 4-2) A의 처음 운동량은 3 kg·m/s, B의 처음 운동량은 1 kg·m/s 이다.

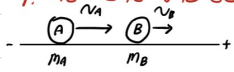
A와 B가 서로 충돌하여 A의 운동량이 2 kg·m/s 가 되었다.

이 때 충돌 후 B의 운동량은? () kg·m/s

+ α

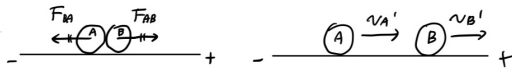
<운동량 보존 법칙의 증명>

1. 작용-반작용 법칙을 통한 유도



두 물체 A, B가 운동하고 있다. 질량은 각각 m_A, m_B 이고 속도는 각각 v_A, v_B 이다. ($v_A > v_B$)

이 때, 두 물체가 충돌하게 되면



A와 B는 서로 힘을 받게 되고, 이는 작용-반작용 관계이므로 힘의 크기는 서로 같고, 방향이 다르다.

따라서 F_{BA} 와 F_{AB} 의 합력은 0이 된다.

라고 할 수 있다. $F_{BA} = m_A a_A$ ($\because F = ma$), $F_{AB} = m_B a_B$ 이므로 $m_A a_A + m_B a_B = 0$

$a_B = \frac{\Delta v_B}{\Delta t}$, $a_A = \frac{\Delta v_A}{\Delta t}$ 이므로 이를 식에 대입하면

$$m_B \times \frac{\Delta v_B}{\Delta t} + m_A \times \frac{\Delta v_A}{\Delta t} = 0$$

$$\frac{\Delta m_B v_B}{\Delta t} + \frac{\Delta m_A v_A}{\Delta t} = 0$$

$$\frac{\Delta (m_B v_B + m_A v_A)}{\Delta t} = 0$$

시간 변화에 따라서 $m_B v_B + m_A v_A$ 도 변하지 않으므로 운동량이 보존된다.