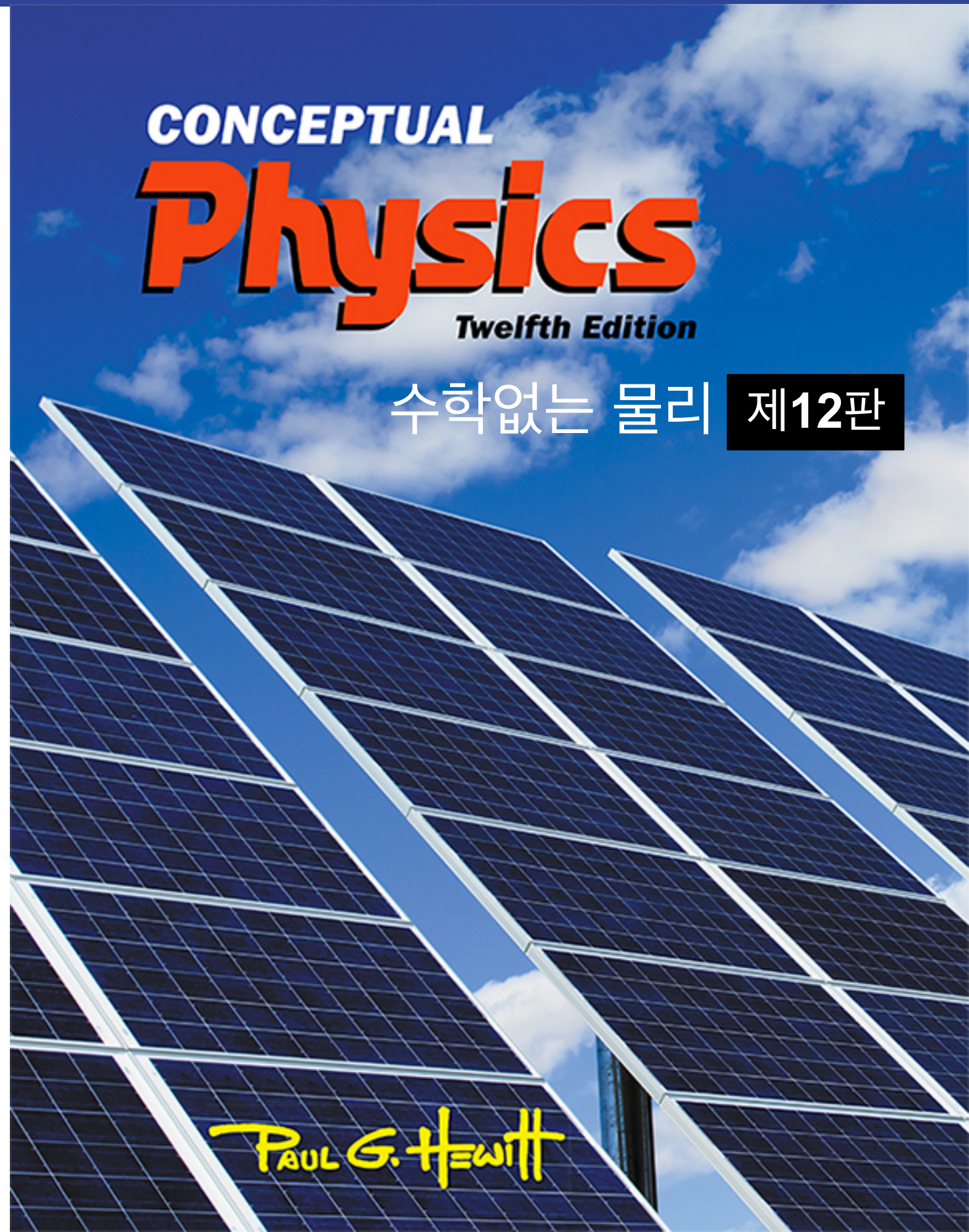


제6장 운동량

Momentum



공부할 내용

- ◆ 운동량
- ◆ 충격량
- ◆ 충격량과 운동량의 변화
- ◆ 되튐(Bouncing)
- ◆ 운동량 보존
- ◆ 충돌
- ◆ 더 복잡한 충돌

운동량(Momentum)

- ◆ 움직이는 물체의 특성
- ◆ 운동의 관성을 뜻함
- ◆ 구체적으로, 물체의 질량과 속도의 곱
- ◆ 수식:

운동량 = 질량 x 속도

$$p = mv$$

운동량

◆ 예:

- 둥근 바위가 같은 속력의 사람보다 운동량이 더 크다.
- 빠른 바위는 느린 바위보다 운동량이 더 크다.
- 정지해 있는 바위는 운동량이 없다.



운동량 확인문제

움직이는 물체가 가지는 것은?

- A. 운동량
- B. 에너지
- C. 속력
- D. 위 모두

운동량 확인문제

움직이는 물체가 가지는 것은?

- A. 운동량
- B. 에너지
- C. 속력
- D. 위 모두**

운동량 확인문제

물체의 속력이 두 배가 되면, 운동량은 어떻게 되는가?

- A. 운동량 보존에 의해 변하지 않는다
- B. 두 배
- C. 네 배
- D. 작아진다

운동량 확인문제

물체의 속력이 두 배가 되면, 운동량은 어떻게 되는가?

A. 운동량 보존에 의해 변하지 않는다

B. 두 배

C. 네 배

D. 작아진다

충격량(Impulse)

◆ 힘과 시간의 곱 (힘 x 시간)

◆ 수식: **충격량** = $F t$

◆ 예:

- 같은 힘을 보다 긴 시간 동안 작용한다면 짧은 시간 동안 작용할 때보다 운동량이 더 크게 변한다.

◆ 또는

- 같은 힘을 두 배의 시간 동안 작용하면, 충격량과 운동량 모두 두 배가 된다.

충격량과 운동량의 변화

◆ 물체에 작용하는 충격량이 크면 클 수록 운동량의 변화도 더 커진다.

- 수식: 충격량 = 운동량 변화,

$$Ft = \Delta(mv) \quad (p = mv)$$



충격량과 운동량의 변화 확인문제

충격을 발생시키는 힘이 두 배가 되면, 충격량은 어떻게 되는가?

- A. 변하지 않는다
- B. 두 배가 된다
- C. 네 배가 된다
- D. 절반이 된다

충격량과 운동량의 변화 확인문제

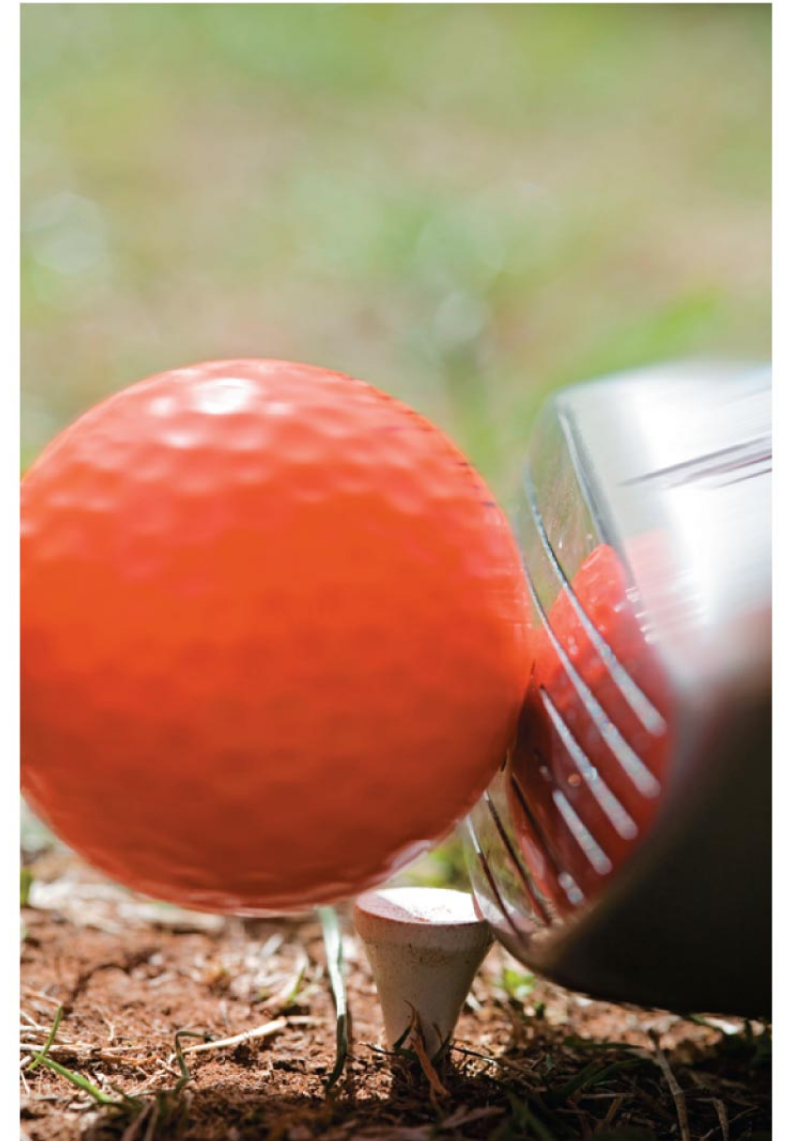
충격을 발생시키는 힘이 두 배가 되면, 충격량은 어떻게 되는가?

- A. 변하지 않는다
- B. 두 배가 된다**
- C. 네 배가 된다
- D. 절반이 된다

충격량과 운동량의 변화

1. 운동량이 증가하는 경우

- 운동량을 증가시키려면, 가능한 최대의 힘을 가하고 접촉 시간을 늘려야 함
- 힘은 접촉하는 시간동안 변할 수도 있음
- 예:
 - ▶ 골프선수나 야구선수가 골프채나 야구방망이를 가능한 한 세게 그리고 끝까지 휘두른다.



충격량과 운동량의 변화 확인문제

더 큰 포신을 갖는 대포에서 발사된 대포알이 더 빠른 속도로 쏘아질 것이다. 그 이유는 대포알이 갖는 무엇이 더 크기 때문인가?

- A. 평균 힘
- B. 충격량
- C. 위 둘 모두
- D. 위 둘 어느것도 아님

충격량과 운동량의 변화 확인문제

더 큰 포신을 갖는 대포에서 발사된 대포알이 더 빠른 속도로 쏘아질 것이다. 그 이유는 대포알이 갖는 무엇이 더 크기 때문인가?

- A. 평균 힘
- B. 충격량**
- C. 위 둘 모두
- D. 위 둘 어느것도 아님

충격량과 운동량의 변화

◆운동량이 감소하는 경우

- 천천히 운동량을 감소시키려면, 운동량이 감소하는 시간을 늘린다.

충격량과 운동량의 변화 확인문제

빠르게 달리는 자동차가 건초더미에 충돌하거나 시멘트 벽을 충돌할 때, 크게 다른 결과를 준다.

1. 두 경우 운동량의 변화는 같은가?
2. 두 경우 충격량이 같은가?
3. 두 경우 모두 같은 크기의 힘이 전달되는가?

A. 세 경우 모두 그렇다

B. 1과 2만 그렇다

C. 세 경우 모두 아니다

D. 1과 2만 아니다

충격량과 운동량의 변화 확인문제

빠르게 달리는 자동차가 건초더미에 충돌하거나 시멘트 벽을 충돌할 때, 크게 다른 결과를 준다.

1. 두 경우 운동량의 변화는 같은가?
2. 두 경우 충격량이 같은가?
3. 두 경우 모두 같은 크기의 힘이 전달되는가?

A. 세 경우 모두 그렇다

B. 1과 2만 그렇다

C. 세 경우 모두 아니다

D. 1과 2만 아니다

충격량과 운동량의 변화 확인문제

접시가 떨어질 때, 딱딱한 마루에 떨어질 때보다 카펫에 떨어질 때 운동량의 변화가 적은가? (주의!)

- A. 아니다. 둘 다 같다.
- B. 그렇다. 카펫에 떨어질 때가 더 작다.
- C. 아니다. 딱딱한 마루에 떨어질 때 더 작다.
- D. 아니다. 딱딱한 마루에 떨어질 때 더 많다.

충격량과 운동량의 변화 확인문제

접시가 떨어질 때, 딱딱한 마루에 떨어질 때보다 카펫에 떨어질 때 운동량의 변화가 적은가? (주의!)

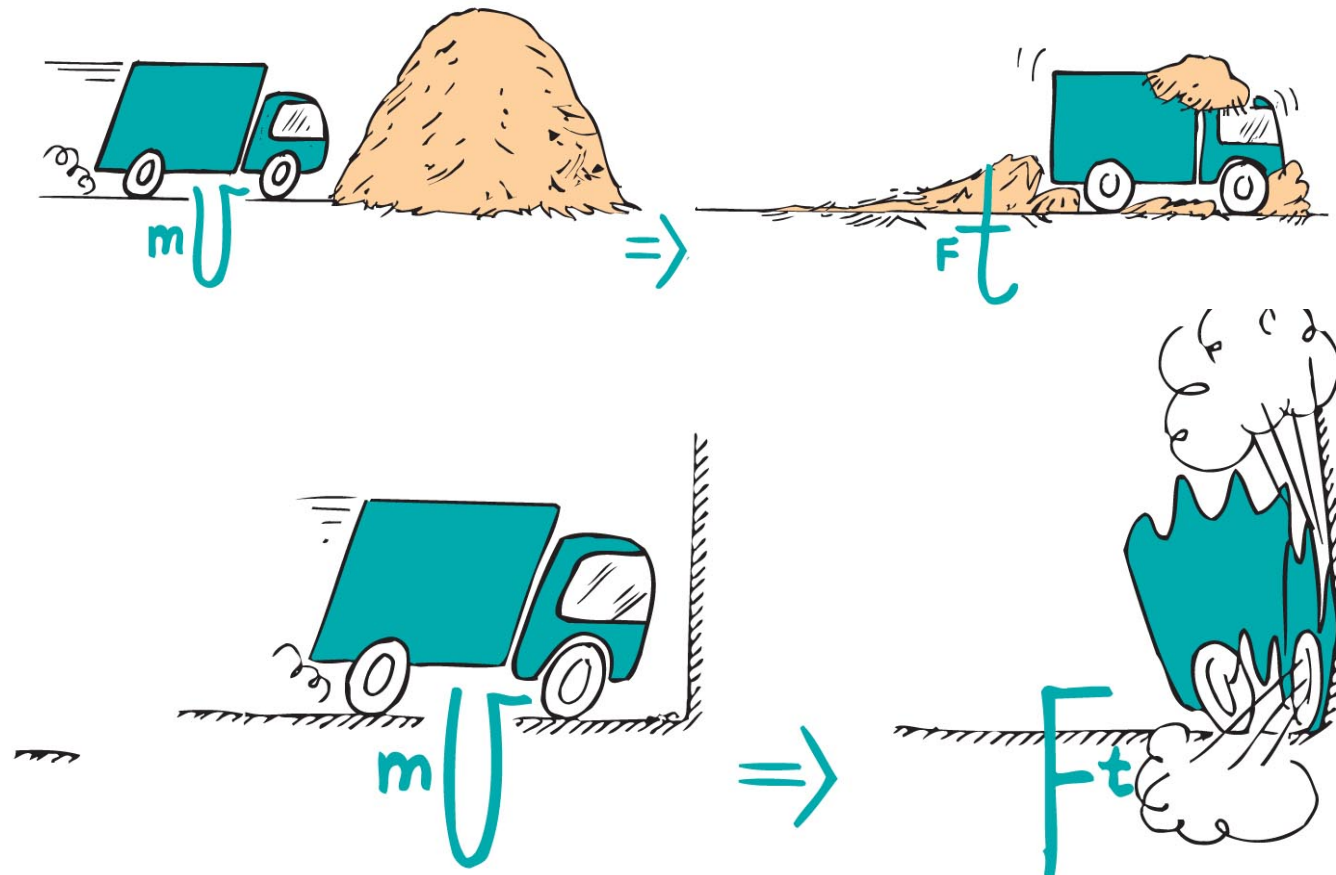
- A. 아니다. 둘 다 같다.
- B. 그렇다. 카펫에 떨어질 때가 더 작다.
- C. 아니다. 딱딱한 마루에 떨어질 때 더 작다.
- D. 아니다. 딱딱한 마루에 떨어질 때 더 많다.

충격량과 운동량의 변화

◆ 예:

- 자동차가 브레이크 고장일 때, 콘크리트 벽보다 건초더미에 부딪히는 게 더 낫다.

◆ 물리학 지식: 충격량은 같으나, 충돌시간이 늘어나는 것은 힘을 약하게 한다.

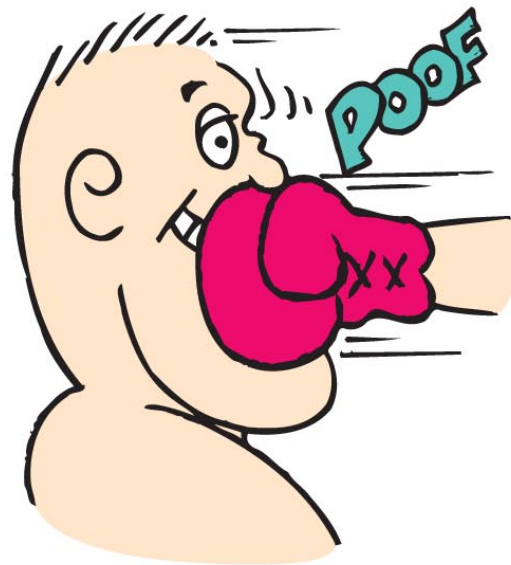


충격량과 운동량의 변화

◆ 예 (계속):

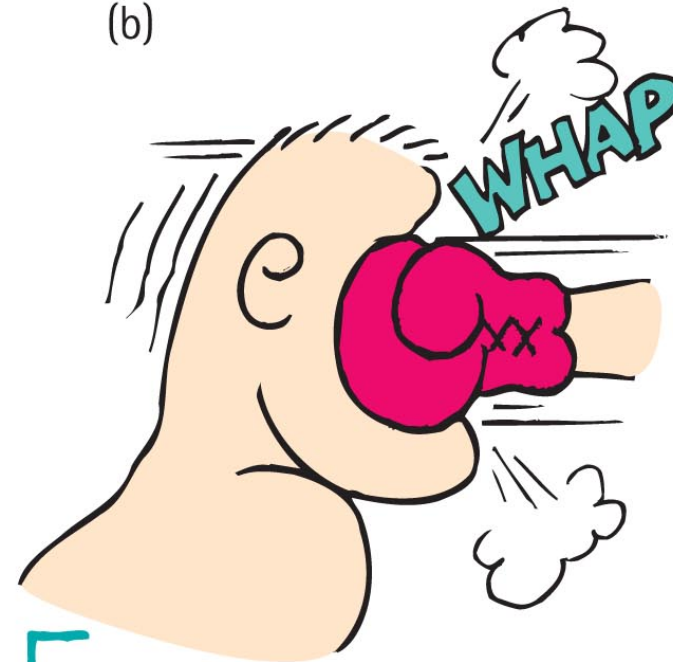
- 높은 곳에서 뛰어내린 후 발이 땅에 닿을 때, 무릎을 구부려 운동량이 감소하는 시간을 늘림으로써 가해지는 힘을 줄인다.
- 권투에서 맞는 순간 뒤로 물러서기

(a)



$F \Delta t = \text{change in momentum}$

(b)



$F \Delta t = \text{change in momentum}$

충격량과 운동량의 변화

◆ 짧은 시간동안 운동량이 감소하는 경우

- 시간 간격이 짧으면 큰 힘이 작용한다



- 예: 케이시는 짧은 시간 동안 벽돌에 큰 충격을 전달하여 큰 힘을 만든다.

되튐(Bouncing)

◆ 물체가 “되튀어 나갈 때” 충격량이 더 커진다.

• 예:

- ▶ 떨어지는 화분을 손으로 잡는다고 하자.
- ▶ 받는 순간 화분의 운동량이 0이 되도록 충격량을 제공해야 한다.
- ▶ 화분을 위쪽으로 던지면 별도의 충격량을 화분에 제공해야 한다.
- ▶ 이렇게 증가된 충격량은 화분이 머리에 떨어져 되튀어 나갈 때 머리가 공급하는 충격량과 같다. (두 배)

되튐

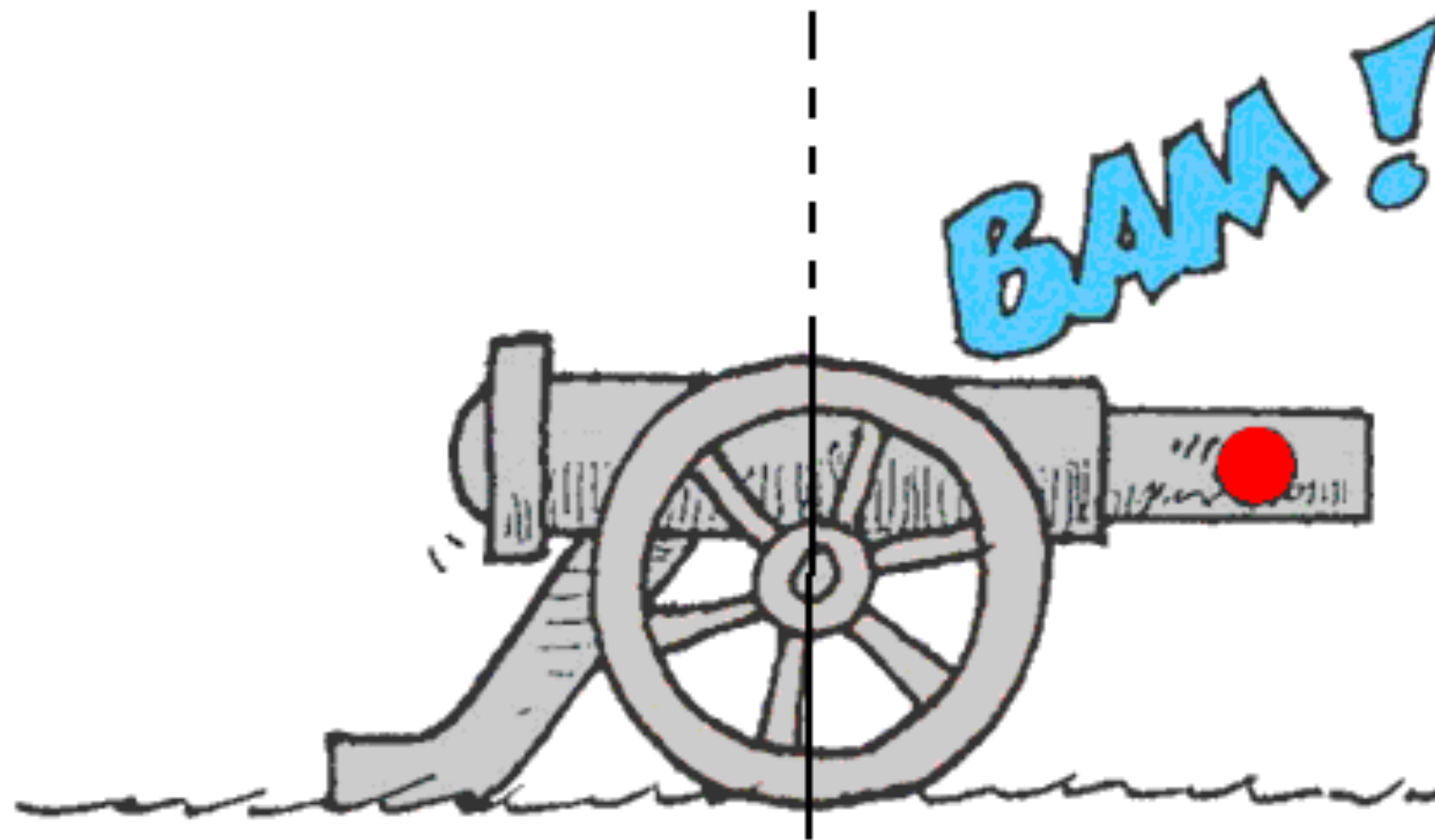
- ◆ 펄턴(Pelton) 바퀴. 곡선형인 물갈퀴는 물을 되튀겨서 U 회전시키므로 수차를 회전시키는데 필요한 큰 충격량을 만들 수 있다.



운동량 보존

◆ 운동량 보존 법칙:

- 외부 힘이 없으면 계의 운동량은 변하지 않는다.



운동량 보존

◆ 예:

- 포탄을 발사하는 대포의 경우, 대포의 포신 속에서 포탄에 작용하는 힘은 대포를 반동하게 하는 힘과 크기가 같고 방향이 반대이다.
- 포탄은 운동량을 갖게 되고, 대포는 방향은 반대이고 크기는 같은 운동량을 갖는다.
- 전체 운동량은 포탄을 발사하기 전과 후 모두 0이다.
- 결국 알짜 운동량은 변하지 않는다.

◆ 외부 힘이 없으면, 외부 충격량도 없다. 결국 운동량의 변화는 없다.

충돌

◆ 외부 힘이 없을 때의 충돌

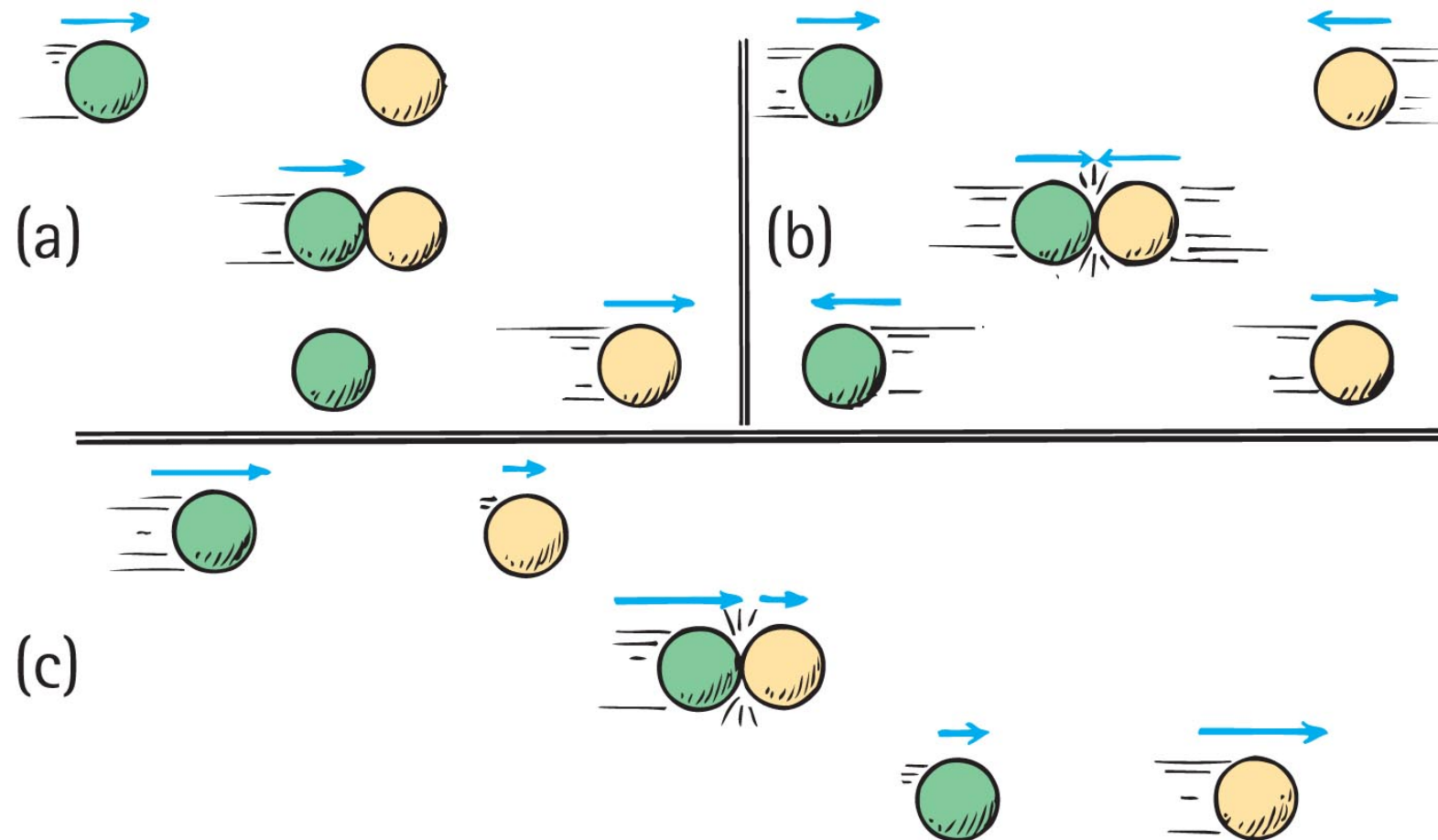
- 충돌 전 전체 운동량 = 충돌 후 전체 운동량
- 수식:

$$(\text{전체 } mv)_{\text{충돌 전}} = (\text{전체 } mv)_{\text{충돌 후}}$$

충돌

◆ 탄성 충돌

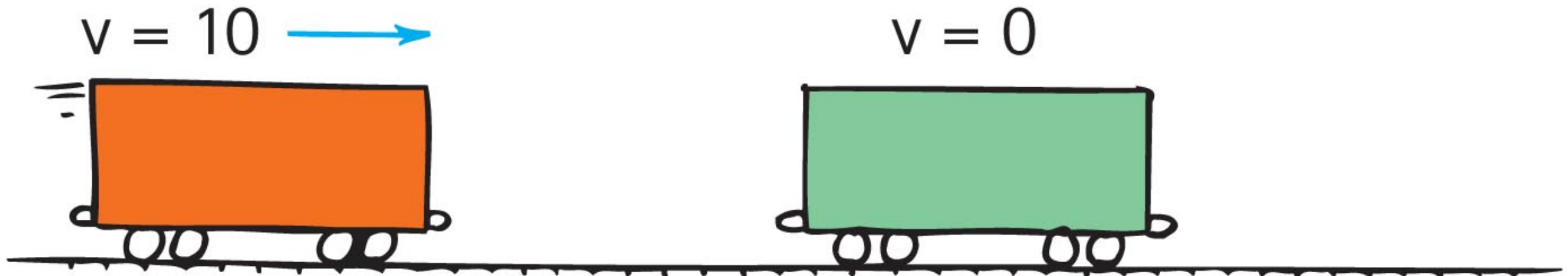
- 지속적인 변형이나 어떤 열이 발생하지 않고 충돌하는 경우



충돌

◆ 비탄성 충돌

- 충돌 할 때 물체의 변형이 일어나거나 열이 발생하는 경우



충돌

◆ 비탄성 충돌의 예:

- 10 m/s의 속도를 갖는 자동차가 질량이 m 으로 같고 정지해 있는 자동차와 충돌한다.
- 충돌결과 하나가 되어 움직인다.
- 운동량 보존 법칙으로부터,

$$(\text{전체 } mv)_{\text{충돌 전}} = (\text{전체 } mv)_{\text{충돌 후}}$$

$$(m \times 10)_{\text{충돌 전}} = (2m \times V)_{\text{충돌 후}}$$

$$V = 5 \text{ m/s}$$

충돌 확인문제

화물차 A가 정지해 있는 동일한 화물차 B를 향하여 움직여서 충돌한다. 충돌 후 두 화물차가 하나로 붙는다고 하자. 화물차 A의 초기 속력과 비교했을 때, 충돌 후 하나로 붙은 화물차의 속력은 어떻게 되는가?

- A. 같다
- B. 절반
- C. 두 배
- D. 위 모두 아님

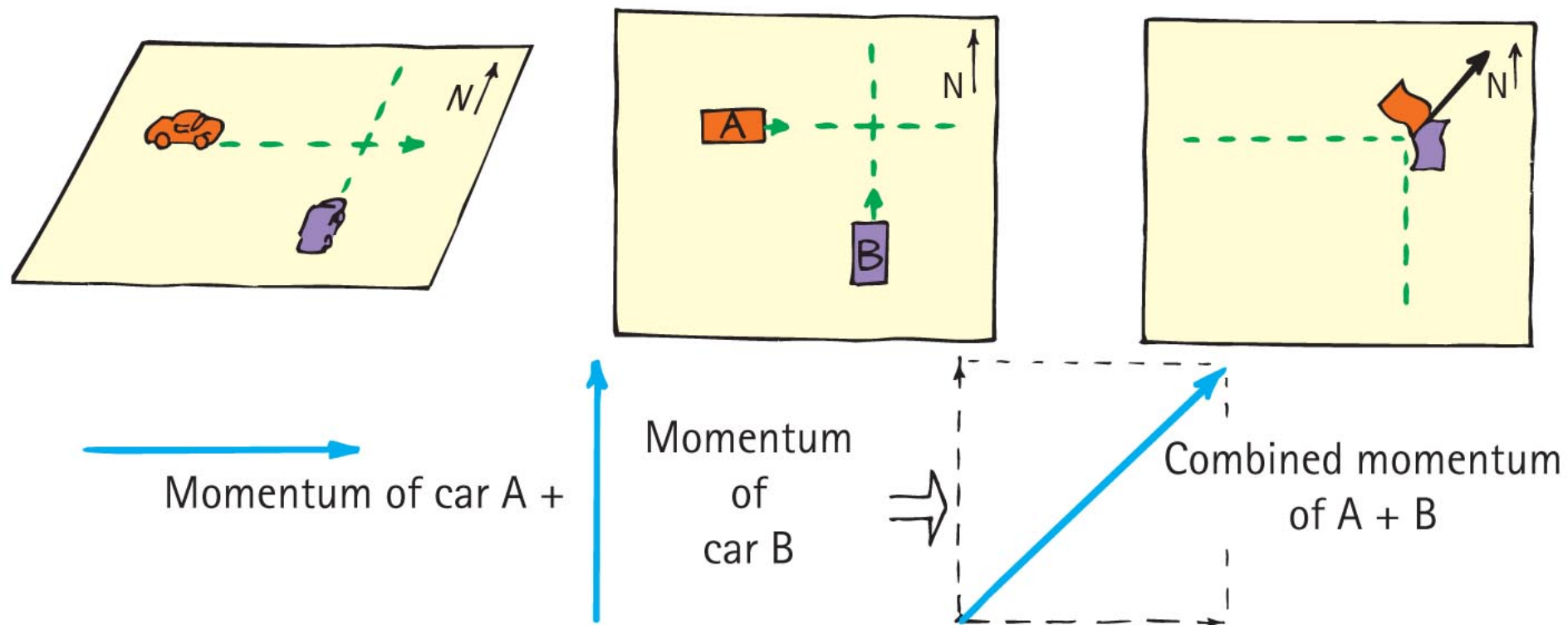
충돌 확인문제

화물차 A가 정지해 있는 동일한 화물차 B를 향하여 움직여서 충돌한다. 충돌 후 두 화물차가 하나로 붙는다고 하자. 화물차 A의 초기 속력과 비교했을 때, 충돌 후 하나로 붙은 화물차의 속력은 어떻게 되는가?

- A. 같다
- B. 절반**
- C. 두 배
- D. 위 모두 아님

더 복잡한 충돌

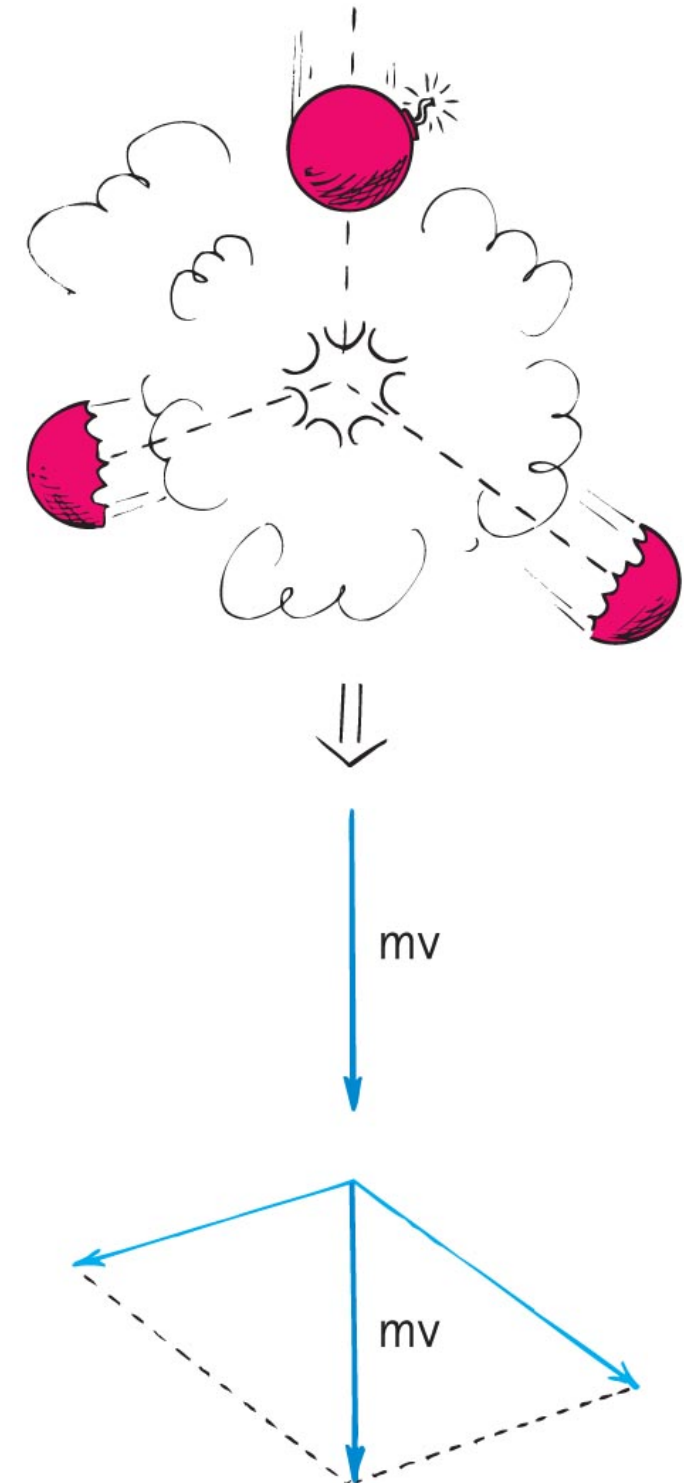
- ◆ 충돌 물체들이 서로 각도를 이루며 운동하는 경우도 있다.
- ◆ 이 경우, 전체 운동량은 벡터합의 평행사변형 규칙을 사용하여 나타낼 수 있다.
- 예: 두 차가 90° 로 충돌하는 경우



더 복잡한 충돌

◆ 또 다른 예:

- 폭탄의 폭발
 - ▶ 모든 파편의 운동량을 더하면 폭발 전의 운동량과 같다.



“본 강의 동영상 및 자료는 대한민국 저작권법을 준수합니다. 본 강의 동영상 및 자료는 상명대학교 재학생들의 수업목적으로 제작·배포되는 것이므로, 수업목적으로 내려받은 강의 동영상 및 자료는 수업목적 이외에 다른 용도로 사용할 수 없으며, 다른 장소 및 타인에게 복제, 전송하여 공유할 수 없습니다. 이를 위반해서 발생하는 모든 법적 책임은 행위 주체인 본인에게 있습니다.”