

01

힘과 운동

수록 구성

- 개념 기본 문제
- 개념 적용 문제
- 1등급 도전 문제
- 정답과 해설

01 힘과 운동

핵심 내용 [미리보기]

☞ 물체에 작용하는 힘에는 수직항력, 장력, 마찰력 등이 있다. 물체에 작용하는 여러 가지 힘의 합력으로 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다. ☞

1 벡터의 합성

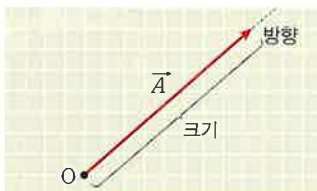
시간, 이동 거리, 길이, 질량, 속도 등과 같이 크기만을 갖는 물리량을 스칼라량이라고 하고, 변위, 속도, 가속도 등과 같이 크기와 방향을 갖는 물리량을 벡터량이라고 한다. 스칼라량은 사칙 연산으로 계산할 수 있지만 벡터량은 크기와 방향 모두 고려해야 하므로 계산법이 다르다.

1. 벡터량

- (1) **벡터량**: 물체에 10 N의 힘을 작용했을 때 이것만으로 그 물체의 운동 변화를 알 수는 없다. 힘이 작용하는 방향에 따라 그 힘의 효과가 다르기 때문이다. 이런 경우 힘을 완전하게 서술하려면 크기와 방향이 모두 필요하다. 이처럼 크기와 방향을 함께 가지는 물리량을 벡터량이라고 한다. 벡터량의 연산 방법은 방향을 고려해야 하므로 사칙 연산과는 다르다.

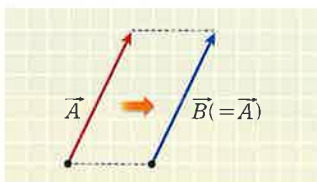
☞ 힘, 위치, 변위, 속도, 가속도, 운동량, 충격량, 전기장, 자기장

- (2) **벡터의 표현**: 벡터는 화살표로 나타낸다. 화살표의 길이는 벡터의 크기를, 화살표의 방향은 벡터의 방향을 나타낸다. 벡터를 기호로 표시할 때는 스칼라와 구분하기 위해 $\vec{A}$ 처럼 문자 위에 화살표를 붙이거나, $\vec{A}$ 처럼 굵은 글씨로 나타낸다. $\vec{A}$ 의 크기는 $|\vec{A}|$, $|A|$ 처럼 절댓값 기호를 붙이거나 A 처럼 문자만으로 나타낸다.



▲ 벡터의 표현

- (3) **두 벡터의 동등성**: 두 벡터 $\vec{A}$, $\vec{B}$ 의 크기와 방향이 같을 때 두 벡터는 같다고 하고, $\vec{A} = \vec{B}$ 로 나타낸다. 그림과 같이 벡터를 평행 이동시켜도 크기와 방향이 변하지 않으므로, 두 벡터는 같은 벡터이다. 즉, 벡터는 평행 이동할 수 있다.



▲ 두 벡터의 동등성 $\vec{A}$ 를 평행 이동하여 얻은 $\vec{B}$ 는 $\vec{A}$ 와 동일한 벡터이다.

2. 벡터의 합성과 분해

- (1) **벡터의 합성**: 두 벡터 $\vec{A}$, $\vec{B}$ 가 있을 때, 이 둘을 더한 벡터 $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$ 를 구하는 것을 벡터의 합성이라고 하며, 이렇게 구한 $\vec{C}$ 를 합성 벡터라고 한다. 벡터를 합성하는 기하학적 방법에는 평행사변형법과 삼각형법이 있다.

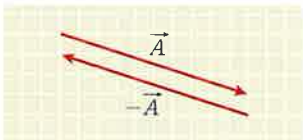
스칼라량과 벡터량

물리적 현상을 나타내는 물리량은 크기만으로 표현되는 스칼라량과 크기와 방향이 함께 표현되는 벡터량으로 구분할 수 있다. 스칼라량에는 시간, 넓이, 이동 거리, 속도, 질량, 온도, 일, 에너지 등이 있고 벡터량에는 힘, 변위, 속도, 가속도, 운동량, 전기장, 자기장 등이 있다.

- 스칼라량: 스칼라량은 사칙 연산으로 계산할 수 있다. 스칼라량에서 (-)는 기준으로 정한 값보다 작다는 의미이다.
- 벡터량: 벡터량에서 (+), (-)는 방향을 뜻한다. 직선상의 벡터에서 한 쪽 방향을 (+)로 정하면, 반대 방향을 (-)로 표시한다.

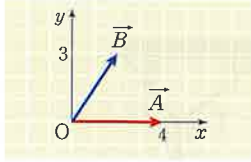
(-)벡터

$\vec{A}$ 의 (-)벡터는 $\vec{A}$ 와 더하면 0이 되는 벡터이다. 따라서 벡터 $\vec{A}$ 와 크기가 같고 방향이 반대인 벡터는 $-\vec{A}$ 로 나타낸다.



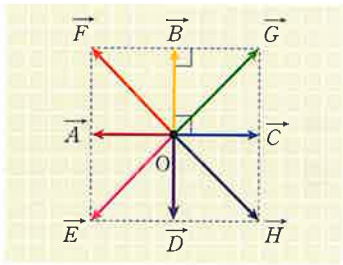
개념 기본 문제

01 그림은 두 벡터 $\vec{A}$ 와 $\vec{B}$ 를 xy 평면에 나타낸 것이다.



- (1) $|\vec{A}|$ 와 $|\vec{B}|$ 를 구하시오.
- (2) $|\vec{A} + \vec{B}|$ 와 $|\vec{A} - \vec{B}|$ 를 구하시오.

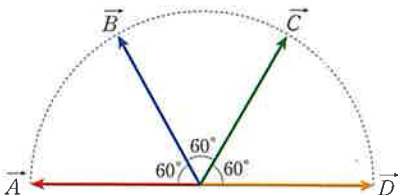
02 그림과 같이 정사각형의 중점 O를 시작점으로 하는 8개의 벡터 $\vec{A} \sim \vec{H}$ 가 있다.



$\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}, \vec{D}$ 의 크기가 모두 같을 때, 다음의 벡터 합성을 각각 구하시오.

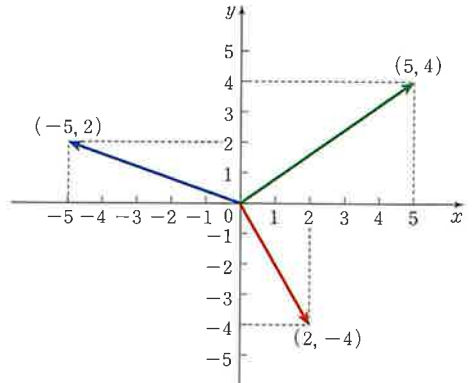
- (1) $\vec{A} + \vec{B}$
- (2) $\vec{C} + \vec{E}$
- (3) $\vec{H} - \vec{D}$
- (4) $\vec{F} - \vec{G}$

03 그림은 크기가 10 N으로 같고 서로 60° 의 각을 이루는 4개의 힘 벡터 $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}, \vec{D}$ 를 나타낸 것이다.



- (1) $|\vec{A} + \vec{B} + \vec{C}|$ 의 크기를 구하시오.
- (2) $|\vec{B} - \vec{C} + \vec{D}|$ 의 크기를 구하시오.

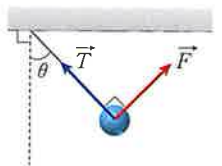
04 그림은 직교좌표상의 원점에 작용하는 세 힘을 나타낸 것이다.



좌표상의 한 눈금의 크기가 1 N일 때, 세 힘의 합력의 크기는?

- ① 1 N
- ② $\sqrt{2}$ N
- ③ 2 N
- ④ $2\sqrt{2}$ N
- ⑤ 3 N

05 그림과 같이 줄에 매달린 물체가 줄에 수직인 방향으로 크기가 F 인 힘을 받아 정지해 있다. 줄의 장력의 크기가 T , 연직 방향과 줄이 이루는 각이 θ 일 때, $\frac{F}{T}$ 는? (단, 줄의 질량은 무시한다.)



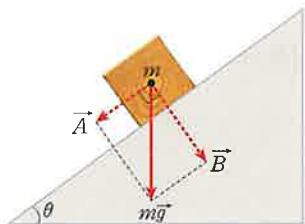
- ① $\sin \theta$
- ② $\cos \theta$
- ③ $\tan \theta$
- ④ $\sin^2 \theta$
- ⑤ $\cos^2 \theta$

06 그림과 같이 마찰이 없는 수평면에 질량이 m 인 물체를 놓고 수평면과 이루는 각도가 θ 인 힘 F 를 작용하였더니, 물체가 수평면을 따라 이동하였다.



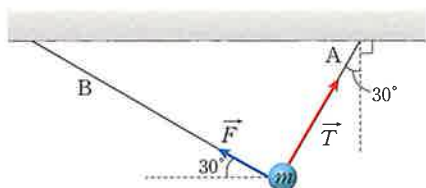
- (1) 물체에 작용하는 수직 항력의 크기를 구하시오.
- (2) 물체의 가속도의 크기를 구하시오.

- 07 그림은 경사각이 θ 인 빗면에 질량 m 인 물체를 가만히 놓은 것을 나타낸 것이다.



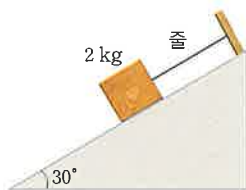
물체에 작용하는 중력 mg 를 빗면에 나란한 방향의 벡터 $\vec{A}$ 와 빗면에 수직인 방향의 벡터 $\vec{B}$ 로 분해할 때, $\vec{A}$ 와 $\vec{B}$ 의 크기를 각각 구하시오. (단, g 는 중력 가속도이다.)

- 08 그림과 같이 질량이 m 인 물체가 줄 A와 B에 연결된 채 정지해 있다.



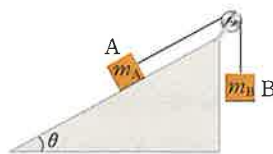
A와 B에 작용하는 장력은 각각 $\vec{T}$, $\vec{F}$ 이고 A가 연직선과 이루는 각도와 B가 수평선과 이루는 각도는 30° 로 같다. $\vec{T}$, $\vec{F}$ 의 크기를 구하시오. (단, 중력 가속도는 g 이고, 물체의 크기와 줄의 질량은 무시한다.)

- 09 그림과 같이 경사각이 30° 인 빗면에 질량이 2 kg 인 물체가 빗면과 나란한 방향의 줄에 매달려 정지해 있다. (단, 중력 가속도는 10 m/s^2 이고, 줄의 질량과 모든 마찰은 무시한다.)



- (1) 줄이 물체를 당기는 장력의 크기를 구하시오.
- (2) 줄이 끊어지자 물체가 빗면을 따라 운동한다. 이때 물체의 가속도의 크기를 구하시오.

- 10 그림과 같이 질량이 m_A , m_B 인 물체 A와 B가 줄로 연결되어 A는 경사각이 θ 인 빗면에 놓여 있고, B는 줄에 매달린 채 정지해 있다. (단, 중력 가속도는 g 이고, 줄의 질량과 모든 마찰은 무시한다.)



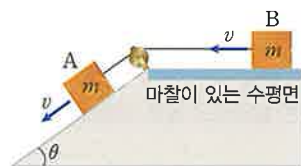
- (1) $\frac{m_B}{m_A}$ 를 구하시오.
- (2) 줄이 끊어지고 A와 B가 가속도 a_A , a_B 로 등가속도 운동할 때 $\frac{a_B}{a_A}$ 를 구하시오.

- 11 그림과 같이 질량이 $2m$, m 인 물체 A와 B가 줄로 연결되어 빗면에 정지해 있다. A가 놓인 빗면의 경사각은 θ 이다. (단, 중력 가속도는 g 이고, 줄의 질량과 모든 마찰은 무시한다.)



- (1) 줄이 B를 당기는 장력의 크기를 구하시오.
- (2) 줄이 끊어지고 A와 B가 가속도 a_A , a_B 로 등가속도 운동할 때 $\frac{a_B}{a_A}$ 를 구하시오.

- 12 그림과 같이 질량이 m 으로 같은 물체 A와 B가 줄로 연결된 채 각각 경사각이 θ 이고 마찰이 없는 빗면과 마찰이 있는 수평면에서 일정한 속력 v 로 운동하고 있다. (단, 중력 가속도는 g 이고, 줄의 질량은 무시한다.)

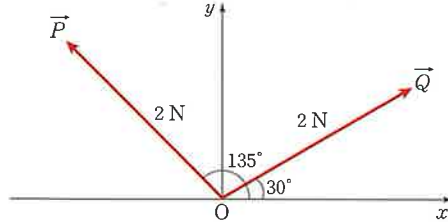


- (1) B와 수평면 사이의 운동 마찰 계수를 구하시오.
- (2) A와 B를 연결한 실이 끊어진 순간부터 B가 정지할 때까지 B가 이동한 거리가 s 일 때, 이 사이에 A가 이동한 거리를 구하시오.

개념 적용 문제

▶ 벡터의 성분과 벡터의 합성

01 그림은 크기가 2 N으로 같고 x 축과 이루는 각이 각각 135° , 30° 인 두 힘 $\vec{P}$, $\vec{Q}$ 를 나타낸 것이다.



▶ 두 벡터의 합성 벡터는 각 벡터의 성분 벡터끼리 대수적으로 계산하여 구할 수 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. $\vec{P}$ 의 x 성분과 y 성분의 크기는 같다.
- ㄴ. $\vec{Q}$ 의 x 성분의 크기는 $\sqrt{3}$ N이다.
- ㄷ. $|\vec{P} + \vec{Q}|$ 는 $2\sqrt{2}$ N이다.

① ㄱ

② ㄷ

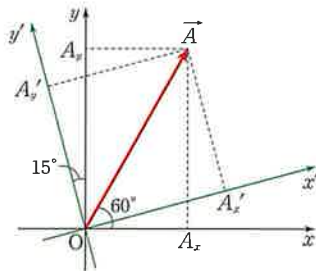
③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

▶ 벡터의 분해

02 그림은 x 축과 60° 의 각을 이루는 벡터 $\vec{A}$ 를 나타낸 것으로, $\vec{A}$ 의 x 성분과 y 성분은 각각 A_x , A_y 이다. xy 좌표축이 시계 반대 방향으로 15° 만큼 회전한 새로운 $x'y'$ 좌표계에 대한 $\vec{A}$ 의 성분은 각각 $A_{x'}$, $A_{y'}$ 이다.



▶ 벡터를 분해하는 경우 좌표축이 바뀌어도 벡터의 크기는 변하지 않는다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. $\frac{A_{x'}}{A_x} = \sqrt{2}$ 이다.
- ㄴ. $A_{x'}$ 와 $A_{y'}$ 는 같다.
- ㄷ. 좌표축이 회전해도 $\vec{A}$ 의 크기는 변하지 않는다.

① ㄱ

② ㄴ

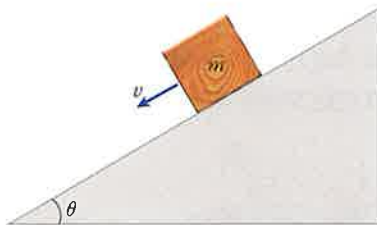
③ ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 알짜힘

- 03** 그림과 같이 경사각이 θ 인 빗면에서 질량이 m 인 물체가 일정한 속력 v 로 미끄러져 내려오고 있다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 공기 저항은 무시한다.)



➤ 운동 마찰력은 물체가 운동하는 동안 작용하는 마찰력으로 $f' = \mu' N$ (μ' : 운동 마찰 계수, N : 수직 항력)이다.

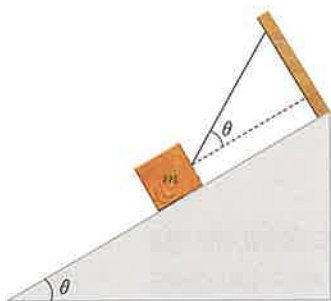
보기

- ㄱ. 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다.
- ㄴ. 물체와 빗면 사이의 운동 마찰 계수는 $\sin \theta$ 이다.
- ㄷ. 물체가 1초 동안 운동하는 사이에 감소한 역학적 에너지는 $mgv \sin \theta$ 이다.

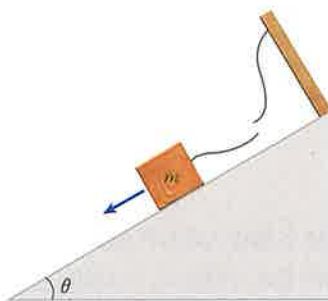
- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

➤ 알짜힘과 물체의운동

- 04** 그림 (가)는 질량이 m 인 물체가 경사각이 θ 인 빗면에서 빗면과 θ 의 각을 이룬 줄에 매달려 정지해 있는 것을 나타낸 것이고, 그림 (나)는 (가)의 줄이 끊어져 물체가 빗면을 따라 미끄러져 내려오는 것을 나타낸 것이다.



(가)



(나)

➤ 수직 항력과 장력의 빗면과 수직인 방향의 분력의 합력의 크기는 물체에 작용하는 중력의 빗면과 수직인 성분의 크기와 같다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 줄의 질량과 모든 마찰은 무시한다.)

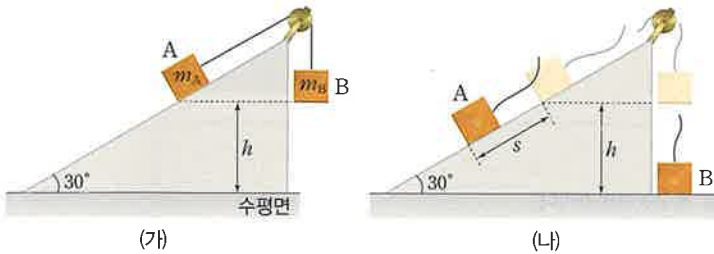
보기

- ㄱ. (가)에서 줄의 장력의 크기는 $mg \tan \theta$ 이다.
- ㄴ. (가)에서 물체에 작용하는 수직 항력의 크기는 $mg \cos \theta + mg \frac{\sin^2 \theta}{\cos \theta}$ 이다.
- ㄷ. (나)에서 줄이 끊어진 순간부터 1초 동안 물체가 이동한 거리는 $\frac{g \sin \theta}{2}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 알짜힘과 물체의운동

- 05** 그림 (가)와 같이 질량이 m_A , m_B 인 물체 A와 B가 실로 연결되어 정지해 있다. A는 경사각이 30° 인 빗면 위에 놓여 있고, A와 B의 높이는 h 로 같다. 그림 (나)는 (가)의 줄이 끊어지고 B가 수평면에 도달할 때까지 A가 s 만큼 이동한 것을 나타낸 것이다.



➤ 처음 속도 v_0 , 가속도 a 로 등가속도 직선 운동을 하는 물체가 시간 t 동안 이동한 거리가 s , 나중 속도가 v 일 때 다음의 식을 만족한다.

$$\begin{aligned} v &= v_0 + at \\ s &= v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \\ v^2 - v_0^2 &= 2as \end{aligned}$$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 물체의 크기, 줄의 질량, 모든 마찰은 무시한다.)

보기

ㄱ. $m_A = 2m_B$ 이다.

ㄴ. 실이 끊어지고 B가 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간은 $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ 이다.

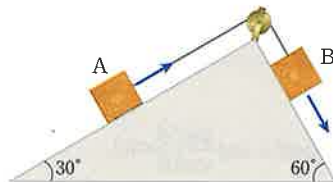
ㄷ. $s = \frac{h}{2}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 알짜힘과 물체의운동

- 06** 그림은 경사각이 30° , 60° 인 빗면에서 두 물체 A와 B가 실로 연결되어 등속도 운동을 하는 것을 나타낸 것이다. 이때 A와 B의 질량은 같고, 빗면과 A, B 사이의 운동 마찰 계수도 같다. 등속도 운동을 하던 A와 B는 실이 끊어지고 시간이 흐른 후 각각 반대 방향으로 a_A , a_B 의 가속도의 크기로 등가속도 운동을 하였다.

➤ 빗면에서 물체에 작용하는 운동 마찰력은 $f' = \mu' mg \cos \theta$ (μ' : 운동 마찰 계수, θ : 경사각)이다.



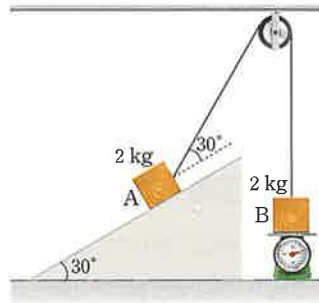
$\frac{a_B}{a_A}$ 는? (단, 중력 가속도는 g 이고, 줄의 질량과 공기 저항은 무시한다.)

- ① $2 - \sqrt{3}$ ② $\sqrt{3} - 1$ ③ $2\sqrt{3} - 2$ ④ $2\sqrt{3} - 1$ ⑤ $1 + \sqrt{3}$

▶ 알짜힘과 물체의 운동

- 07 그림과 같이 물체 A는 마찰이 없는 경사각이 30° 인 빗면 위에 놓고 물체 B는 저울 위에 놓은 후, A와 B를 고정 도르래로 연결하자 A를 연결한 줄이 빗면과 30° 의 각을 이루며 A, B가 정지하였다. 이때 A와 B의 질량은 2 kg 으로 같다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 10 m/s^2 이고, 줄의 질량과 모든 마찰은 무시한다.)



➤ A에는 A의 중력, 빗면으로부터 받는 수직 항력, 줄의 장력이 작용하고, B에는 B의 중력, 저울로부터 받는 수직 항력, 줄의 장력이 작용한다.

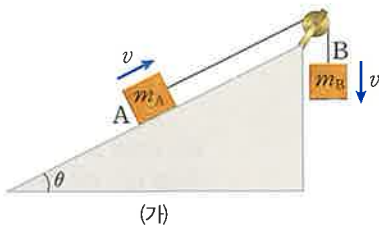
보기

- ㄱ. 줄의 장력은 $\frac{20\sqrt{3}}{3}\text{ N}$ 이다.
 ㄴ. A가 빗면으로부터 받는 수직 항력과 줄의 장력은 크기가 같다.
 ㄷ. 저울이 가리키는 눈금은 $\frac{20\sqrt{3}}{3}\text{ N}$ 이다.

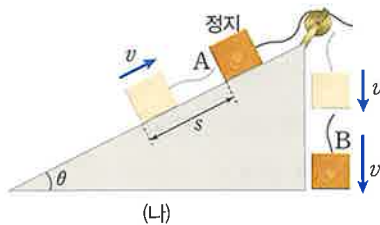
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

▶ 알짜힘과 물체의 운동

- 08 그림 (가)는 질량이 각각 m_A , m_B 인 물체 A와 B가 줄로 연결되어 v 의 속력으로 등속도 운동을 하는 것을 나타낸 것이고, 그림 (나)는 줄이 끊어지고 A가 빗면을 따라 s 만큼 이동하여 정지한 순간 B의 속력이 v' 가 된 것을 나타낸 것이다. A가 놓인 빗면의 경사각은 θ 이다.



(가)



(나)

➤ 실이 끊어진 후 A와 B는 서로 다른 가속도로 등가속도 운동을 한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 줄의 질량과 모든 마찰은 무시한다.)

보기

- ㄱ. (가)에서 $m_A g \sin \theta = m_B g$ 이다.
 ㄴ. (나)에서 $s = \frac{v^2}{2g \cos \theta}$ 이다.
 ㄷ. (나)에서 $v' = v + \frac{v}{\sin \theta}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

I 시공간과 운동

01 힘과 운동

중요 개념 체크

- 14쪽 1 커진다 2 수직 3 장력
 4 $F \cos \theta, F \sin \theta$ 5 $W \sin \theta$
 6 (1) × (2) ○ (3) ○

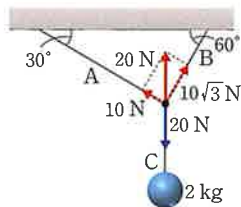
- 4 수평면에 놓인 물체에 수평면과 θ 의 각을 이루는 힘 F 가 작용할 때, 힘은 수평면과 나란한 방향의 분력과 수평면과 수직인 방향의 분력으로 분해할 수 있다. 이때 수평면과 나란한 방향의 분력의 크기는 $F \cos \theta$, 수평면과 수직인 방향의 분력의 크기는 $F \sin \theta$ 이다.
- 5 물체가 경사각이 θ 인 빗면을 등속도로 내려오므로, 물체에 작용하는 마찰력의 크기는 물체가 빗면과 나란한 방향으로 내려가는 방향의 힘의 크기와 같고 방향은 반대이다. 따라서 물체에 작용하는 마찰력의 크기는 $W \sin \theta$ 이다.

진중 분석 유제

15쪽

- 1 (1) 20 N (2) $1:\sqrt{3}$

- 1 (1) 물체가 정지해 있으므로 물체에 작용하는 알짜힘은 0이고, C가 물체를 당기는 힘과 물체에 작용하는 중력이 힘의 평형을 이룬다. 따라서 중력의 크기가 20 N이므로 C가 물체를 당기는 힘의 크기도 20 N이다.



- (2) A, B, C에 작용하는 장력 $\vec{T}_A, \vec{T}_B, \vec{T}_C$ 가 힘의 평형을 이루므로 $\vec{T}_A, \vec{T}_B$ 의 합력은 $\vec{T}_C$ 와 크기가 같고 방향이 반대이다. 따라서 $\vec{T}_A, \vec{T}_B$ 의 합력의 방향은 연직 위 방향이고 크기는 20 N이므로 $20 \text{ N} = T_A \sin 30^\circ + T_B \sin 60^\circ$,

$T_A \cos 30^\circ = T_B \cos 60^\circ$ 에서 $T_A = 10 \text{ N}, T_B = 10\sqrt{3} \text{ N}$ 이다. 즉, $T_A : T_B = 1 : \sqrt{3}$ 이다.

개념 기본 문제

16쪽~17쪽

- 01 (1) $|\vec{A}|=4, |\vec{B}|=\sqrt{13}$
 (2) $|\vec{A}+\vec{B}|=3\sqrt{5}, |\vec{A}-\vec{B}|=\sqrt{13}$
- 02 (1) $\vec{F}$ (2) $\vec{D}$ (3) $\vec{C}$ (4) $2\vec{A}$
- 03 (1) 20 N (2) 0 04 ④ 05 ③
- 06 (1) $mg - F \sin \theta$ (2) $\frac{F \cos \theta}{m}$
- 07 $A = mg \sin \theta, B = mg \cos \theta$
- 08 $T = \frac{\sqrt{3}}{2} mg, F = \frac{mg}{2}$ 09 (1) 10 N (2) 5 m/s^2
- 10 (1) $\sin \theta$ (2) $\frac{1}{\sin \theta}$ 11 (1) $2mg \sin \theta$ (2) 2
- 12 (1) $\sin \theta$ (2) $3s$

- 01 (1) $\vec{A}$ 는 x 성분만 있으므로 $|\vec{A}|=4$ 이다. $\vec{B}$ 의 x 성분이 2이고, y 성분이 3이므로 $|\vec{B}|=\sqrt{2^2+3^2}=\sqrt{13}$ 이다.
 (2) $\vec{A}+\vec{B}$ 의 x 성분은 $4+2=6$ 이고, y 성분은 3이므로 $|\vec{A}+\vec{B}|=\sqrt{6^2+3^2}=3\sqrt{5}$ 이다. $\vec{A}-\vec{B}$ 의 x 성분은 $4-2=2$ 이고, y 성분은 -3 이므로 $|\vec{A}-\vec{B}|=\sqrt{2^2+(-3)^2}=\sqrt{13}$ 이다.
- 02 (1) $\vec{A}+\vec{B}$ 는 $\vec{A}$ 와 $\vec{B}$ 를 두 변으로 하는 평행사변형의 대각선이므로 $\vec{F}$ 이다.
 (2) $\vec{C}+\vec{E}$ 는 $\vec{C}$ 와 $\vec{E}$ 를 두 변으로 하는 평행사변형의 대각선이므로 $\vec{D}$ 이다.
 (3) $-\vec{D}$ 는 $\vec{B}$ 와 같다. 따라서 $\vec{H}-\vec{D}$ 는 $\vec{H}$ 와 $\vec{B}$ 를 두 변으로 하는 평행사변형의 대각선이므로 $\vec{C}$ 이다.
 (4) $-\vec{C}$ 는 $\vec{E}$ 와 같다. 따라서 $\vec{F}-\vec{C}$ 는 $\vec{F}$ 와 $\vec{E}$ 를 두 변으로 하는 평행사변형의 대각선이므로 $2\vec{A}$ 이다.
- 03 (1) $\vec{A}+\vec{C}=\vec{B}$ 이므로 $\vec{A}+\vec{B}+\vec{C}=2\vec{B}$ 의 크기는 20 N이다.
 (2) $\vec{B}+\vec{D}=\vec{C}$ 이므로 $|\vec{B}-\vec{C}+\vec{D}|=0$ 이다.
- 04 세 힘을 대수적으로 합성하여 구한 합력의 x, y 성분은 다음과 같다.

- x 성분: $-5+5+2=2$
- y 성분: $2+4-4=2$

따라서 세 힘의 합력은 성분이 (2, 2)인 벡터이므로, 벡터의 길이는 $\sqrt{2^2+2^2}=2\sqrt{2}$ 이다. 한 눈금의 크기가 1 N이므로 합력의 크기는 $2\sqrt{2}$ N이다.

- 05 물체의 질량을 m 이라 할 때, 물체가 정지해 있으므로 장력 $\vec{T}$, 힘 $\vec{F}$, 중력 $m\vec{g}$ 가 평형을 이룬다. 중력 $m\vec{g}$ 를 줄의 방향과 줄에 수직인 방향으로 분해하면, 다음과 같이 각 방향의 성분의 합이 0이 된다.

• 줄과 나란한 방향 성분: $T - mg\cos\theta = 0$ ①

• 줄과 수직인 방향 성분: $F - mg\sin\theta = 0$ ②

①, ②에서 $T = mg\cos\theta$, $F = mg\sin\theta$ 이므로

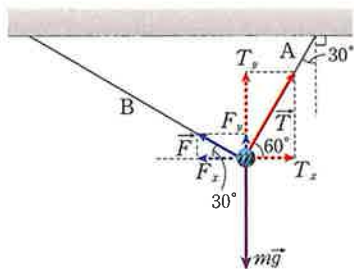
$$\frac{F}{T} = \frac{mg\sin\theta}{mg\cos\theta} = \tan\theta \text{이다.}$$

- 06 (1) 물체가 수평면을 누르는 힘은 물체에 작용하는 중력과 힘 F 의 연직 방향 성분의 합력($mg - F\sin\theta$)이고, 그 반작용으로 수직 항력을 받으므로 수직 항력의 크기는 $mg - F\sin\theta$ 이다.

(2) 물체에 수평 방향으로 작용하는 힘은 F 의 수평 방향 분력 $F\cos\theta$ 이므로 뉴턴 제2법칙에 의해 물체의 가속도 크기는 $\frac{F\cos\theta}{m}$ 이다.

- 07 질량이 m 인 물체가 경사각이 θ 인 빗면에 놓여 있을 때 빗면과 나란한 방향의 분력은 $mg\sin\theta$ 이고, 빗면과 수직인 방향의 분력은 $mg\cos\theta$ 이다. 따라서 빗면과 나란한 방향인 $\vec{A}$ 의 크기 $A = mg\sin\theta$, 빗면과 수직인 방향인 $\vec{B}$ 의 크기 $B = mg\cos\theta$ 이다.

- 08 물체에 작용하는 중력 $m\vec{g}$, 줄의 장력 $\vec{T}$, $\vec{F}$ 가 힘의 평형을 이루므로 세 힘의 합력은 0이다.



• x성분: $T_x - F_x = T\cos 60^\circ - F\cos 30^\circ = 0$

$$\rightarrow \frac{1}{2}T - \frac{\sqrt{3}}{2}F = 0 \text{에서 } T = \sqrt{3}F \text{ ①}$$

• y성분: $T_y + F_y = T\sin 60^\circ + F\sin 30^\circ = mg$

$$\rightarrow T\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{F}{2} = mg \text{ ②}$$

따라서 ①과 ②에서 $T = \frac{\sqrt{3}}{2}mg$, $F = \frac{mg}{2}$ 이다.

- 09 (1) 물체에 작용하는 중력의 빗면과 나란한 방향의 분력과 줄이 물체를 당기는 장력이 힘의 평형을 이루므로 줄이 물체를 당기는 장력의 크기는

$$mg\sin 30^\circ = 2 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times \frac{1}{2} = 10 \text{ N이다.}$$

(2) 줄이 끊어지면 물체에는 중력과 수직 항력이 작용하고, 이때 알짜힘은 중력의 빗면과 나란한 방향의 분력과 같다. 따라서 물체의 가속도 크기는

$$\frac{mg\sin 30^\circ}{m} = 10 \text{ m/s}^2 \times \frac{1}{2} = 5 \text{ m/s}^2 \text{이다.}$$

- 10 (1) 물체가 정지해 있으므로 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다. 실의 장력을 T 라고 하면 A에는 빗면과 나란한 방향으로 중력의 분력과 실의 장력이 작용하여 힘의 평형을 이루므로 $m_A g \sin\theta - T = 0$ 이다. 그리고 B에는 중력과 실의 장력이 힘의 평형을 이루므로 $m_B g - T = 0$ 이다. 따라서 $\frac{m_B}{m_A} = \sin\theta$ 이다.

(2) 줄이 끊어지고 A에 작용하는 알짜힘은 중력의 빗면과 나란한 방향의 분력 $mg\sin\theta$ 이므로

$m_A a_A = m_A g \sin\theta$ 에서 $a_A = g \sin\theta$ 이다. B에 작용하는 알짜힘은 중력과 같으므로 $a_B = g$ 이다.

따라서 $\frac{a_B}{a_A} = \frac{1}{\sin\theta}$ 이다.

- 11 (1) A에 작용하는 중력의 빗면과 나란한 방향의 분력 $2mg\sin\theta$ 와 장력 T 가 힘의 평형을 이루므로 $T = 2mg\sin\theta$ 이고 A와 B에 작용하는 장력의 크기가 같으므로 줄이 B를 당기는 장력의 크기도 $2mg\sin\theta$ 이다.

(2) 줄이 끊어지면 A는 중력의 빗면과 나란한 방향의 분력 $2mg\sin\theta$ 로 등가속도 운동을 하므로 $a_A = g\sin\theta$ 이다. 줄이 끊어지기 전 B에 작용하는 장력 $2mg\sin\theta$ 와 B에 작용하는 중력의 빗면과 나란한 방향의 분력이 힘의 평형을 이루므로 B에 작용하는 중력의 빗면과 나란한 방향의 분력은 $2mg\sin\theta$ 이다. 즉, 줄이 끊어지고 B는 $2mg\sin\theta$ 의 알짜힘을 받아 등가속도 운동을 하므로

$$2mg\sin\theta = m a_B \text{에서 } a_B = 2g\sin\theta \text{이다.}$$

따라서 $\frac{a_B}{a_A} = 2$ 이다.

- 12 (1) A와 B가 줄로 연결되어 함께 운동하므로 A와 B에 작용하는 장력의 크기는 같다. A에 작용하는 장력은 A에 작용하는 중력의 빗면과 나란한 방향의 분력과 같으므로 장력을 T 라고 하면 $T = mgsin\theta$ 이다. B에 작용하는 장력과 운동 마찰력이 힘의 평형을 이루므로 운동 마찰 계수를 μ' 라고 하면 $\mu'mg = T = mgsin\theta$ 에서 $\mu' = sin\theta$ 이다.
- (2) 실이 끊어지면 B는 운동 마찰력을 받아 $gsin\theta$ 의 가속도로 속력이 감소하는 운동을 하다가 s 만큼 이동하여 정지하므로 등가속도 운동의 식 $0^2 - v^2 = -2(gsin\theta)s$ 에서 $v^2 = 2gs sin\theta$ 이다. 실이 끊어지고 A는 중력의 빗면과 나란한 방향의 분력을 받아 속력이 증가하는 등가속도 운동을 한다. 이때 A의 가속도의 크기는 $gsin\theta$ 로 B의 가속도의 크기와 같다. 즉, B의 속력이 v 만큼 감소하는 동안 A의 속력은 v 만큼 증가하므로 B가 정지할 때 A의 속력은 $2v$ 가 된다. 이 사이에 A가 이동한 거리를 x 라고 하면 $(2v)^2 - v^2 = 2(gsin\theta)x$ 에서 $3v^2 = \frac{v^2}{s}x$ 이므로 $x = 3s$ 이다.

계념 적용 문제

18쪽~21쪽

- 01 ③ 02 ⑤ 03 ④ 04 ③ 05 ⑤ 06 ⑤
07 ④ 08 ③

- 01 ㄱ. $\vec{P}$ 의 x 성분은 $-P\cos 45^\circ = -\sqrt{2}(N)$ 이고 y 성분은 $P\sin 45^\circ = \sqrt{2}(N)$ 으로 크기가 같다.
- ㄴ. $\vec{Q}$ 의 x 성분은 $Q\cos 30^\circ = 2(N) \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}(N)$ 이다.
- [바로알기]** ㄷ. $\vec{P} + \vec{Q}$ 의 합성 벡터의 x 성분은 $\sqrt{3} - \sqrt{2}(N)$ 이고 y 성분은 $\sqrt{2} + 1(N)$ 이다. 따라서 합성 벡터의 크기 $|\vec{P} + \vec{Q}| = \sqrt{(\sqrt{3} - \sqrt{2})^2 + (\sqrt{2} + 1)^2} = (8 + 2\sqrt{2} - 2\sqrt{6})^{\frac{1}{2}}(N)$ 이다.
- 02 ㄱ, ㄴ. xy 좌표계에서 $\vec{A}$ 의 x 성분 $A_x = A\cos 60^\circ = \frac{A}{2}$ 이고 y 성분 $A_y = A\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}A$ 이다. xy 좌표계를 시계 반대 방향으로 15° 만큼 회전한 $x'y'$ 좌표계에서는 x' 축과 $\vec{A}$ 가 이루는 각이 45° 이다. 즉, $x'y'$ 좌표계에서 $\vec{A}$ 의 x' 성분 $A_{x'} = A\cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}A$ 이고 y' 성분

$$A_{y'} = A\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}A \text{이므로 } A_{x'} \text{와 } A_{y'} \text{는 같고,}$$

$$\frac{A_{x'}}{A_{y'}} = \sqrt{2} \text{이다.}$$

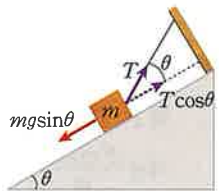
ㄷ. 좌표축이 바뀌어도 화살표의 길이는 변하지 않으므로, A의 크기는 변하지 않는다.

- 03 ㄱ. 물체가 속력 v 로 등속도 운동을 하므로 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다.

ㄷ. 물체가 1초 동안 빗면을 따라 내려온 거리는 $v \times 1(s) = v(m)$ 이고, 이 사이에 감소한 높이는 $v\sin\theta$ 이다. 물체의 속도가 동일하므로 1초 동안 감소한 역학적 에너지는 감소한 위치 에너지와 같은 $mgv\sin\theta$ 이다.

[바로알기] ㄴ. 물체에 작용하는 알짜힘이 0이므로 물체에 작용하는 중력의 빗면과 나란한 방향의 분력 $mgsin\theta$ 와 운동 마찰력이 힘의 평형을 이룬다. 빗면과 물체 사이의 운동 마찰 계수를 μ' 라고 하면 운동 마찰력은 $\mu'N = \mu'mg\cos\theta$ 이므로 $mgsin\theta = \mu'mg\cos\theta$ 에서 $\mu' = \tan\theta$ 이다.

- 04 ㄱ. (가)에서 줄의 장력 T 의 빗면과 나란한 방향의 분력 $T\cos\theta$ 와 물체에 작용하는 중력의 빗면과 나란한 방향의 분력 $mgsin\theta$ 가 힘의 평형을 이룬다. 따라서 $T\cos\theta = mgsin\theta$ 에서 $T = mg\tan\theta$ 이다.



ㄷ. (나)에서 줄이 끊어지면 물체는 $mgsin\theta$ 의 알짜힘을 받아 등가속도 운동을 하므로 1초 동안 이동한 거리는 $\frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}gsin\theta \times 1^2 = \frac{gsin\theta}{2}$ 이다.

[바로알기] ㄴ. (가)에서 물체에 작용하는 수직 항력과 장력의 빗면과 수직인 방향의 분력의 합력의 크기는 물체에 작용하는 중력의 빗면과 수직인 방향의 분력과 크기가 같다. 따라서 수직 항력의 크기는

$$mg\cos\theta - T\sin\theta = mg\cos\theta - mg\frac{\sin^2\theta}{\cos\theta} \text{이다.}$$

- 05 ㄱ. A에 작용하는 중력의 빗면과 나란한 방향의 분력은 $m_Agsin 30^\circ$ 이다. A와 B가 정지해 있으므로 작용하는 알짜힘은 A, B 모두 0이다. 즉, 줄의 장력의 크기를 T 라고 하면 $m_Agsin 30^\circ = T$ 에서 $T = \frac{1}{2}m_Ag$ 이고, B에 작용하는 중력과 장력이 힘의 평형을 이루어 $m_Bg = T$ 이다.

따라서 $T = \frac{1}{2}m_Ag = m_Bg$ 에서 $m_A = 2m_B$ 이다.