

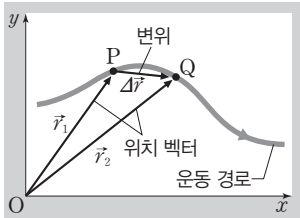
**The true beauty of science is in finding a
simple theory that can explain diverse phenomena.**

Murray Gell-Mann

① 속도와 가속도

(1) 위치 벡터와 변위

- ① 위치 벡터: 물체의 위치를 나타내는 벡터로 기준점에서 물체까지의 직선 거리와 방향으로 나타낸다.
 - $\vec{r}_1, \vec{r}_2$ 는 각각 점 P, Q의 위치 벡터이다.
- ② 변위: 물체의 위치 변화를 나타내는 벡터량으로, 물체의 처음 위치와 나중 위치 사이의 직선 거리와 방향으로 나타낸다.
 - P에서 Q까지의 변위는 $\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$ 이다.



(2) 속도: 단위 시간 동안의 변위로, 크기와 방향을 갖는 벡터량이다.

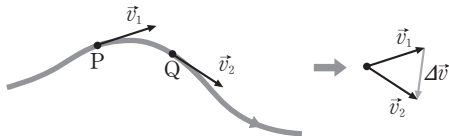
① 평균 속도: 변위를 걸린 시간으로 나눈 값이다.

$$\vec{v}_{\text{평균}} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$$

② 순간 속도: Δt 가 거의 0일 때의 평균 속도이다.

(3) 가속도: 단위 시간 동안의 속도 변화량으로, 크기와 방향을 갖는 벡터량이다.

① 속도 변화량: P와 Q에서의 속도가 각각 $\vec{v}_1, \vec{v}_2$ 이면, P에서 Q까지의 속도 변화량 $\Delta\vec{v}$ 는 $\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ 이다.



② 평균 가속도: 속도 변화량을 걸린 시간으로 나눈 값이다.

$$\vec{a}_{\text{평균}} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

③ 순간 가속도: Δt 가 거의 0일 때의 평균 가속도이다.

④ 가속도의 방향은 물체에 작용하는 알짜힘의 방향과 같다.

② 등가속도 직선 운동

(1) 등가속도 직선 운동: 물체가 일정한 가속도로 직선을 따라 움직이는 운동이다.

- ① 속도가 일정하게 증가하거나 감소한다.
- ② 직선상에서 가속도 a 로 등가속도 운동을 하는 물체의 처음 속도가 v_0 이면, 시간 t 가 지났을 때의 속도 v 와 변위 s 는 다음과 같다.

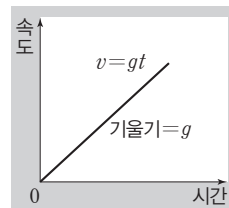
$$v = v_0 + at, s = v_0t + \frac{1}{2}at^2, v^2 - v_0^2 = 2as$$

③ 평균 속도: $v_{\text{평균}} = \frac{v_0 + v}{2}$

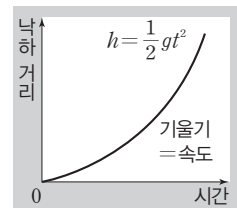
(2) 자유 낙하 운동: 중력의 영향만으로 낙하하는 운동이다.

① 물체를 가만히 놓은 후 시간 t 가 지났을 때의 속도 v , 낙하 거리 h 는 다음과 같다.

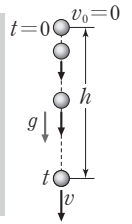
$$v = gt, h = \frac{1}{2}gt^2, v^2 = 2gh \quad (g: \text{중력 가속도})$$



▲ 속도-시간 그래프



▲ 낙하 거리-시간 그래프



② 연직 아래로 던진 물체의 운동: 연직 아래 방향을 (+)방향으로 정하고 물체를 던진 속도를 v_0 이라고 하면, 가속도가 $a = g$ 인 등가속도 직선 운동을 한다.

$$v = v_0 + gt, h = v_0t + \frac{1}{2}gt^2, v^2 - v_0^2 = 2gh$$

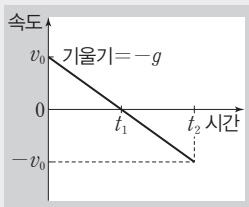
③ 연직 위로 던진 물체의 운동: 연직 위 방향을 (+)방향으로 정하고 물체를 던진 속도를 v_0 이라고 하면, 가속도가 $a = -g$ 인 등가속도 직선 운동을 한다.

$$v = v_0 - gt, h = v_0t - \frac{1}{2}gt^2, v^2 - v_0^2 = -2gh$$

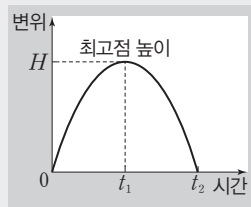
더 알기

연직 위로 던진 물체의 운동 분석

• 연직 위로 던진 물체의 운동 그래프

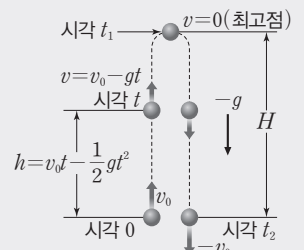


▲ 속도-시간 그래프



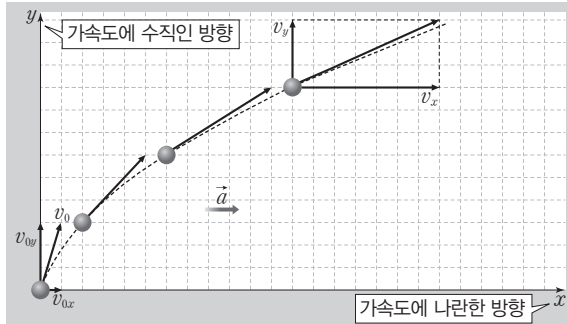
▲ 변위-시간 그래프

- 최고점에 도달하는 데 걸린 시간 t_1 은 $v = v_0 - gt$ 에서 $v = 0$ 일 때이므로 $t_1 = \frac{v_0}{g}$ 이고, 지면에 도달하는 데 걸리는 시간 t_2 는 $2t_1$ 이다.
- 최고점 높이 H 는 $v^2 - v_0^2 = -2gH$ 에서 $v = 0$ 을 대입하면 $H = \frac{v_0^2}{2g}$ 이다.



③ 평면에서 등가속도 운동

- (1) 등가속도 운동: 물체의 가속도의 크기와 방향이 일정한 운동으로 물체에 작용하는 알짜힘이 일정하다.
- (2) 평면에서 등가속도 운동 분석
 - ① 가속도에 나란한 방향과 가속도에 수직인 방향으로 분해하면 운동을 쉽게 파악할 수 있다.
 - ② 가속도 방향을 x 방향으로 정하면 가속도의 y 성분은 0이다. 따라서 y 방향으로는 등속도 운동을 하고, x 방향으로는 등가속도 운동을 한다.

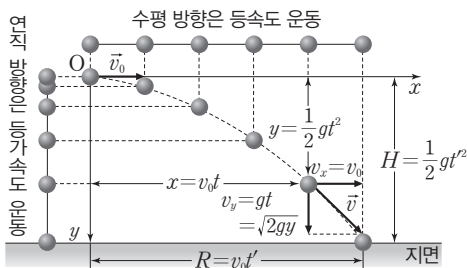


- x 방향: $v_x = v_{0x} + at$, $x = v_{0x}t + \frac{1}{2}at^2$
- y 방향: $v_y = v_{0y}$ (일정), $y = v_{0y}t$

- (3) 평면에서 등가속도 운동의 경로: $y = v_{0y}t$ 에서 $t = \frac{y}{v_{0y}}$ 이다.
 $x = v_{0x}t + \frac{1}{2}at^2$ 에 $t = \frac{y}{v_{0y}}$ 를 대입하면 $x = \frac{v_{0x}}{v_{0y}}y + \frac{a}{2v_{0y}^2}y^2$ 이다.
 즉, 물체는 포물선 경로를 따라 운동한다.

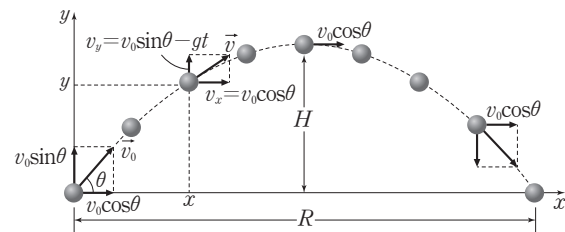
④ 포물선 운동

- (1) 수평 방향으로 던진 물체의 운동: 물체를 수평 방향으로 던지면 수평 방향으로는 등속도 운동을 하고, 연직 방향으로는 자유 낙하와 같은 등가속도 운동을 한다.



- ① 수평 방향 운동: v_0 의 속도로 등속도 운동을 하고, t 초 후의 속도와 변위는 $v_x = v_0$, $x = v_0 t$ 이다.
- ② 연직 방향 운동: 가속도가 g 인 등가속도 운동을 하고, t 초 후의 속도와 변위는 $v_y = gt$, $y = \frac{1}{2}gt^2$ 이다.
- ③ 시간 t 일 때 물체의 속력(v): $v = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2}$
- ④ 지면에 도달하는 데 걸린 시간(t'): $H = \frac{1}{2}gt'^2 \rightarrow t' = \sqrt{\frac{2H}{g}}$
- ⑤ 수평 도달 거리(R): $R = v_0 t' = v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}}$

- (2) 비스듬히 위로 던진 물체의 운동: 물체를 수평면과 θ 를 이루는 각으로 속력 v_0 으로 던지면 포물선 궤도를 따라 운동하며, 수평 방향으로는 등속도 운동을 하고 연직 방향으로는 연직 위로 던진 물체의 운동과 같은 등가속도 운동을 한다.



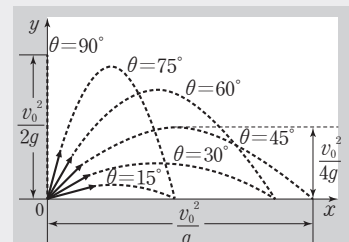
- ① 수평 방향 운동: 처음 속도 $v_{0x} = v_0 \cos \theta$ 의 속도로 등속도 운동을 하고, t 초 후의 속도와 변위는 $v_x = v_0 \cos \theta$, $x = v_{0x}t = v_0 t \cos \theta$ 이다.
- ② 연직 방향 운동: 처음 속도 $v_{0y} = v_0 \sin \theta$, 가속도 $a = -g$ 인 등가속도 운동을 하고, t 초 후의 속도와 변위는 $v_y = v_0 \sin \theta - gt$, $y = v_0 t \sin \theta - \frac{1}{2}gt^2$ 이다.
- ③ 최고점에서의 속도(V): $V = v_x = v_0 \cos \theta$
- ④ 최고점 도달 시간(T)과 최고점 높이(H): 최고점에서 연직 방향 속도는 0이다.
 - 최고점 도달 시간(T): $0 = v_0 \sin \theta - gT \rightarrow T = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$
 - 최고점 높이(H): $-2gH = 0 - (v_0 \sin \theta)^2 \rightarrow H = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$
- ⑤ 수평 도달 거리(R): 수평면 도달 시간($2T$) 동안 수평 방향으로 등속도 운동을 한다.

$$\Rightarrow R = v_{0x}(2T) = v_0 \cos \theta \times \frac{2v_0 \sin \theta}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

더 알기 포물선 운동

- 발사각에 따른 최고점 높이와 수평 도달 거리의 최댓값

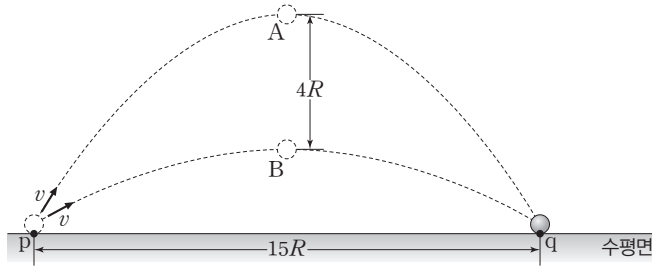
비스듬히 위로 던진 물체의 최고점 높이는 $H = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$, 수평 도달 거리는 $R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$ 이다. $\theta = 90^\circ$ 일 때 $\sin \theta = 1$ 이므로 연직 위로 던진 경우와 같은 경우로 최고점 높이는 $H = \frac{v_0^2}{2g}$ 이다. $\sin 2\theta = \sin(180^\circ - 2\theta) = \sin 2(90^\circ - \theta)$ 이므로 던지는 각이 θ 일 때와 $90^\circ - \theta$ 일 때 수평 도달 거리는 같다. $2\theta = 90^\circ$ 일 때 $\sin 2\theta = 1$ 이므로 발사각 $\theta = 45^\circ$ 일 때 수평 도달 거리는 $R = \frac{v_0^2}{g}$ 으로 최댓값을 가진다.



테마 대표 문제

| 2026학년도 대수능 |

그림과 같이 수평면상의 점 p에서 물체 A, B를 속력 v 로 던졌더니 A, B가 각각 포물선 운동을 하여 수평면상의 점 q에 도달하였다. A, B의 최고점 높이의 차는 $4R$ 이고, p와 q 사이의 거리는 $15R$ 이다. A, B가 p에서 q까지 가는 데 걸린 시간은 각각 t_A, t_B 이다.



$\frac{t_A}{t_B}$ 는? (단, 물체는 동일 연직면상에서 운동하고, 물체의 크기는 무시한다.)

- ① $\frac{13}{12}$ ② $\frac{6}{5}$ ③ $\frac{5}{4}$ ④ $\frac{8}{5}$ ⑤ $\frac{5}{3}$

접근 전략

물체가 수평면에서 최고점까지 도달하는 데 걸린 시간은 물체를 던진 순간의 연직 방향의 속력에 비례한다. 또한 같은 속력으로 던진 두 물체의 수평 도달 거리가 같을 때, 두 물체가 각각 수평면과 이루는 각의 합은 90° 이다.

간략 풀이

A가 수평면과 이루는 각을 $45^\circ + \theta$ 라 하면, B가 수평면과 이루는 각은 $45^\circ - \theta$ 이다. 또한 A를 던진 순간의 수평 방향과 연직 방향의 속력을 각각 v_x, v_y 라 하면,

$$15R = v_x t_A = v_y t_B \dots ①$$

$$\frac{v_y}{2} \frac{t_A}{2} - \frac{v_x}{2} \frac{t_B}{2} = 4R \dots ②$$

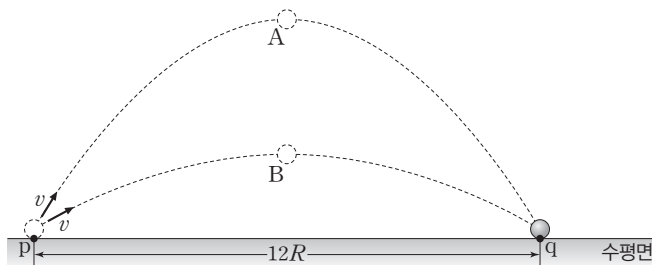
가 성립한다. 따라서 ①, ②를 연립하여 정리하면 $\frac{t_A}{t_B} = \frac{5}{3}$ 이다.

정답 | ⑤

많은 풀 문제로 유형 익히기

▶ 26070-0016

그림과 같이 수평면상의 점 p에서 물체 A, B를 속력 v 로 던졌더니 A, B가 각각 포물선 운동을 하여 수평면상의 점 q에 도달하였다. 수평면으로부터 최고점까지의 높이는 A가 B의 4배이고, p와 q 사이의 거리는 $12R$ 이다. A, B가 p에서 q까지 가는 데 걸린 시간은 각각 t_A, t_B 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체는 동일 연직면상에서 운동하고, 물체의 크기는 무시한다.)

보기

ㄱ. $t_A = 2t_B$ 이다.

ㄴ. A의 수평면으로부터 최고점까지의 높이는 $6R$ 이다.

ㄷ. p에서 B의 수평 방향 속력은 $\frac{2\sqrt{5}}{5}v$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

유사점과 차이점

두 물체가 포물선 운동을 하는 부분은 대표 문제와 유사하지만, 수평면으로부터 최고점까지의 높이가 주어진 부분이 대표 문제와 다르다.

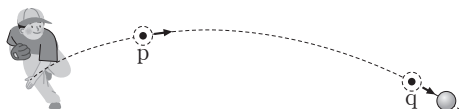
배경 지식

수평면으로부터 최고점까지 도달하는 데 걸리는 시간은 A가 B의 2배이다.

01

▶26070-0017

그림은 야구 선수가 던진 공이 점 p, q를 지나며 포물선 운동을 하는 것을 나타낸 것이다.



야구공이 p에서 q까지 운동하는 동안, 야구공에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 야구공의 크기는 무시한다.)

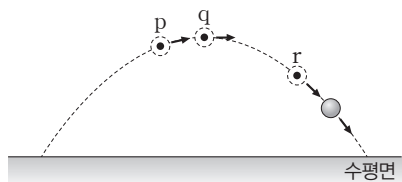
- 보기
- ㄱ. 등속도 운동을 한다.
 - ㄴ. 가속도의 방향은 일정하다.
 - ㄷ. 평균 속도의 크기는 평균 속력보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶26070-0018

그림은 수평면에서 던져진 물체가 포물선 운동을 하여 포물선 궤도상의 점 p, q, r를 지나는 모습을 나타낸 것이다. q는 최고점이고, 수평면으로부터 높이는 p에서 r에서보다 높다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기는 무시한다.)

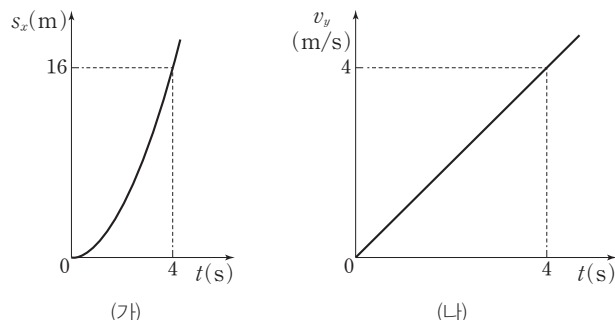
- 보기
- ㄱ. q에서 물체의 속도의 크기는 0이다.
 - ㄴ. 물체가 운동하는 데 걸린 시간은 p에서 q까지가 q에서 r까지보다 작다.
 - ㄷ. 물체의 속도 변화량의 크기는 p에서 q까지가 q에서 r까지보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶26070-0019

그림 (가), (나)는 xy 평면에서 등가속도 운동을 하는 물체의 변위의 x 성분 s_x 와 속도의 y 성분 v_y 를 시간 t 에 따라 각각 나타낸 것이다. $t=0$ 일 때, 물체는 원점에 정지해 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

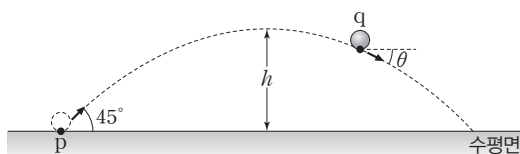
- 보기
- ㄱ. 0초부터 4초까지 물체의 변위의 크기는 $8\sqrt{5}$ m이다.
 - ㄴ. 4초일 때, 물체의 가속도의 크기는 $\sqrt{5}$ m/s²이다.
 - ㄷ. 물체는 직선 경로를 따라 운동을 한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶26070-0020

그림과 같이 수평면상의 점 p에서 수평면과 45° 의 각을 이루며 던져진 물체가 포물선 운동을 하여 점 q를 지난다. q에서 물체의 운동 방향은 수평 방향과 θ 의 각을 이루며, $\tan\theta = \frac{1}{2}$ 이다. 물체의 최고점의 높이는 h 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기는 무시한다.)

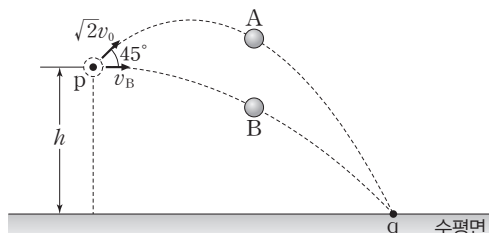
- 보기
- ㄱ. 물체가 p에서 최고점까지 운동하는 데 걸린 시간은 최고점에서 q까지 운동하는 데 걸린 시간의 2배이다.
 - ㄴ. q의 높이는 $\frac{3}{4}h$ 이다.
 - ㄷ. 물체의 수평 도달 거리는 $4h$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 26070-0021

그림과 같이 수평면으로부터 높이가 h 인 점 p에서 물체 A는 수평 방향과 45° 의 각을 이루며 $\sqrt{2}v_0$ 의 속력으로, 물체 B는 수평 방향으로 v_B 의 속력으로 동시에 던졌더니 A, B가 각각 포물선 운동을 하여 수평면상의 점 q에 도달한다. 물체가 p에서 q까지 운동하는 데 걸린 시간은 A가 B의 2배이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 물체의 크기는 무시한다.)

[보기]

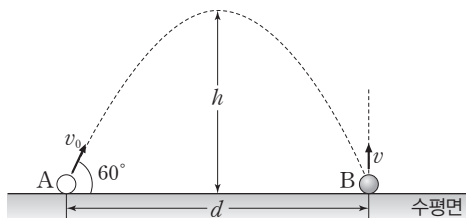
- ㄱ. $v_B = v_0$ 이다.
- ㄴ. p에서 q까지 수평 거리는 $3h$ 이다.
- ㄷ. 수평면으로부터 A의 최고점의 높이는 $\frac{25}{16}h$ 이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 26070-0022

그림과 같이 수평면에서 물체 A는 수평 방향과 60° 의 각을 이루며 v_0 의 속력으로, 물체 B는 연직 위 방향으로 v 의 속력으로 동시에 던졌더니 A, B가 수평면에 동시에 도착하여 만난다. A의 최고점의 높이는 h 이고, A의 수평 이동 거리는 d 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 중력 가속도는 g 이고, 공기 저항 및 물체의 크기는 무시한다.)

[보기]

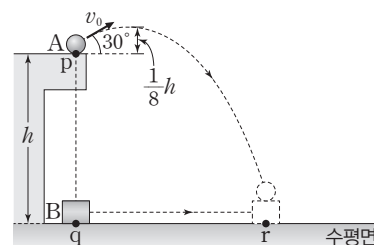
- ㄱ. $v = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0$ 이다.
- ㄴ. $h = \frac{v_0^2}{2g}$ 이다.
- ㄷ. $d = \sqrt{3}h$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07

▶ 26070-0023

그림과 같이 수평면으로부터 높이가 h 인 점 p에서 물체 A를 수평 방향과 30° 의 각을 이루며 v_0 의 속력으로 던진 순간, p의 연직 아래 수평면 위에 정지해 있던 물체 B가 등가속도 운동을 시작하였다. A는 포물선 운동을 하여 수평면 위의 점 r에 B와 동시에 도달하며, A의 최고점의 높이는 $\frac{9}{8}h$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 중력 가속도는 g 이고, 물체의 크기는 무시한다.)

[보기]

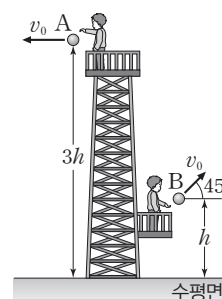
- ㄱ. A가 p에서 r까지 운동하는 데 걸린 시간은 $\frac{2v_0}{g}$ 이다.
- ㄴ. A의 수평 도달 거리는 $\sqrt{3}h$ 이다.
- ㄷ. B의 가속도의 크기는 $\frac{1}{2}g$ 이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08

▶ 26070-0024

그림과 같이 물체 A를 수평면으로부터 높이가 $3h$ 인 지점에서 수평 방향으로 v_0 의 속력으로, 물체 B를 수평면으로부터 높이가 h 인 지점에서 수평 방향과 45° 의 각을 이루며 v_0 의 속력으로 동시에 던졌더니 A, B가 각각 포물선 운동을 하여 수평면에 동시에 도달하였다. 수평면으로부터 B의 최고점의 높이는 $\frac{4}{3}h$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 중력 가속도는 g 이고, 물체의 크기는 무시한다.)

[보기]

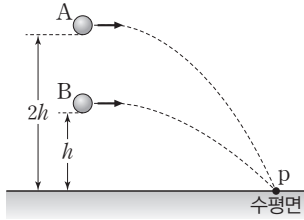
- ㄱ. 물체의 수평 이동 거리는 A가 B의 $\sqrt{2}$ 배이다.
- ㄴ. $v_0 = \frac{2\sqrt{3gh}}{3}$ 이다.
- ㄷ. 수평면에 도달하는 순간의 속력은 A가 B의 $\sqrt{\frac{11}{5}}$ 배이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09

▶26070-0025

그림과 같이 동일 연직선상의 높이가 각각 $2h$, h 인 지점에서 물체 A, B를 수평 방향으로 동시에 던졌더니 A, B가 각각 포물선 운동을 하여 수평면 위의 점 p에 도달하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기는 무시한다.)

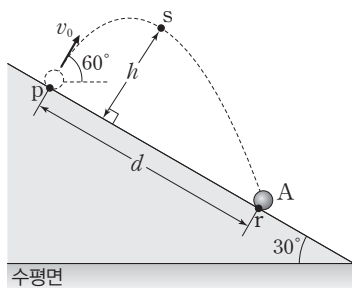
- 보기
- ㄱ. 물체가 던져진 순간부터 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간은 A가 B의 $\sqrt{2}$ 배이다.
 - ㄴ. 수평 방향으로 던진 순간의 속력은 B가 A의 $\sqrt{2}$ 배이다.
 - ㄷ. B가 수평면에 도달할 때, A의 높이는 $\sqrt{2}h$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10

▶26070-0026

그림과 같이 경사각이 30° 인 경사면의 점 p에서 물체 A를 수평 방향과 60° 의 각을 이루며 v_0 의 속력으로 던졌더니 물체가 포물선 운동을 하여 경사면으로부터 가장 멀리 떨어진 점 s를 지나 경사면의 점 r에 도달하였다. p에서 r까지의 거리는 d 이고, 경사면에서 s까지의 거리는 h 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 물체의 크기는 무시한다.)

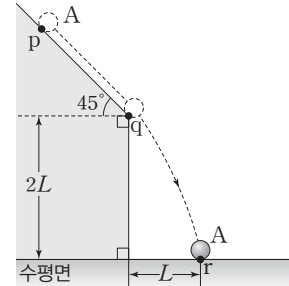
- 보기
- ㄱ. A가 p에서 r까지 운동하는 데 걸린 시간은 $\frac{2v_0}{\sqrt{3}g}$ 이다.
 - ㄴ. $h = \frac{v_0^2}{\sqrt{3}g}$ 이다.
 - ㄷ. $d = \frac{4\sqrt{3}}{3}h$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11

▶26070-0027

그림과 같이 경사면 위의 점 p에 물체 A를 가만히 놓았더니, A가 경사면을 따라 직선 운동한 후 수평면에서 높이가 $2L$ 인 지점 q에서부터 포물선 운동을 하여 수평면 위의 점 r에 도달하였다. 경사면이 수평면과 이루는 각은 45° 이고, A가 포물선 운동을 하는 동안의 수평 이동 거리는 L 이다.



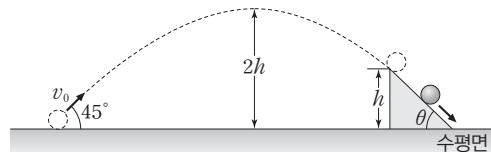
수평면으로부터 p까지의 높이는? (단, 물체는 동일 연직면상에서 운동하며, 물체의 크기, 모든 마찰은 무시한다.)

- ① $2L$ ② $\frac{5}{2}L$ ③ $3L$ ④ $\frac{7}{2}L$ ⑤ $4L$

12

▶26070-0028

그림과 같이 수평면에서 수평 방향과 45° 의 각을 이루며 v_0 의 속력으로 던져진 물체가 포물선 운동을 하다가 높이가 h 인 곳에서부터 마찰이 없는 경사면을 따라 직선 운동을 한다. 포물선 경로상의 최고점의 높이는 $2h$ 이고, 경사면이 수평면과 이루는 각은 θ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 물체는 동일 연직면상에서 운동하며, 물체의 크기는 무시한다.)

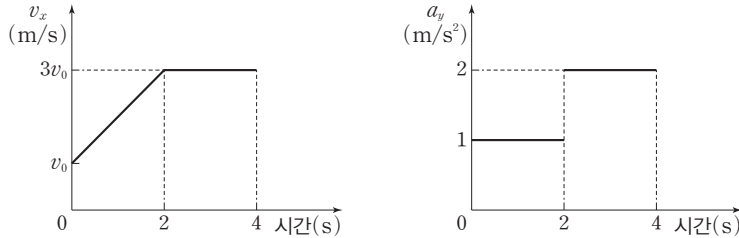
- 보기
- ㄱ. $v_0 = 2\sqrt{2gh}$ 이다.
 - ㄴ. $\tan\theta = \sqrt{2}$ 이다.
 - ㄷ. 물체가 수평면에 도달하는 순간, 속도의 연직 성분의 크기는 $\frac{1}{\sqrt{2}}v_0$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

01

▶26070-0029

그림은 xy 평면에서 운동하는 물체의 속도의 x 성분 v_x 와 가속도의 y 성분 a_y 를 각각 시간에 따라 나타낸 것이다. 0초일 때 물체의 운동 방향은 $+x$ 방향이고, 물체의 가속도의 크기는 1초일 때와 3초일 때가 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

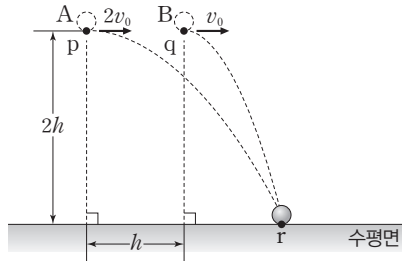
- ㄱ. $v_0 = \sqrt{3} \text{ m/s}$ 이다.
- ㄴ. 1초일 때, 물체의 속력은 $\sqrt{13} \text{ m/s}$ 이다.
- ㄷ. 0초부터 4초까지 물체의 변위의 크기는 20 m이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

▶26070-0030

그림과 같이 높이가 $2h$ 로 같은 점 p, q에서 물체 A, B를 수평 방향으로 각각 $2v_0$, v_0 의 속력으로 동시에 던졌더니 A, B가 각각 포물선 운동을 하여 수평면상의 점 r에 도달하였다. p와 q 사이의 거리는 h 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, A, B는 동일 연직면상에서 운동하며, 물체의 크기는 무시한다.)

보기

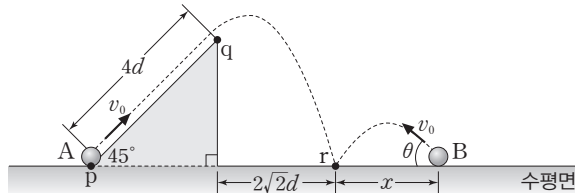
- ㄱ. A, B는 r에 동시에 도달한다.
- ㄴ. $h = \frac{2v_0^2}{g}$ 이다.
- ㄷ. r에 도달하는 순간, A의 속력은 $2\sqrt{5}v_0$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03

▶26070-0031

그림과 같이 물체 A가 수평면과 경사각이 45° 인 경사면이 만나는 점 p에서 v_0 의 속력으로 발사되어 등가속도 직선 운동을 한 후 점 q를 지나 포물선 운동을 시작하는 순간, 물체 B가 수평면에서 수평 방향과 θ 의 각을 이루며 v_0 의 속력으로 발사되어 포물선 운동을 시작하며, 이후 A와 B는 수평면상의 점 r에 동시에 도달한다. $\tan\theta = \sqrt{\frac{2}{3}}$ 이다. 경사면에서 A가 운동한 구간의 길이는 $4d$ 이고, A, B의 포물선 운동에서 수평 이동 거리는 각각 $2\sqrt{2}d$, x 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B는 동일 연직면상에서 운동하며, 물체의 크기와 모든 마찰은 무시한다.)

보기

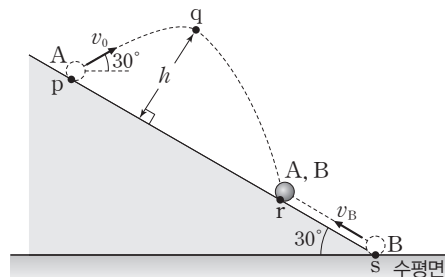
- ㄱ. q를 지날 때, A의 속력은 $\frac{1}{\sqrt{5}}v_0$ 이다.
- ㄴ. B가 포물선 운동을 하는 데 걸린 시간은 $\frac{4\sqrt{5}d}{v_0}$ 이다.
- ㄷ. $x = 4\sqrt{3}d$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04

▶26070-0032

그림과 같이 물체 A를 점 p에서 수평면에 대해 30° 의 각으로 v_0 의 속력으로 던진 순간, 물체 B를 수평면과 경사각이 30° 인 경사면이 만나는 점 s에서 v_B 의 속력으로 발사하였다. A, B는 각각 포물선 운동, 등가속도 직선 운동을 하여 경사면 위의 점 r에서 만난다. 점 q는 A가 경사면으로부터 가장 멀리 떨어진 지점이고, 경사면에서 q까지의 거리는 h 이며, r에서 B의 속력은 0이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 물체는 동일 연직면상에서 운동하며, 물체의 크기 및 모든 마찰은 무시한다.)

보기

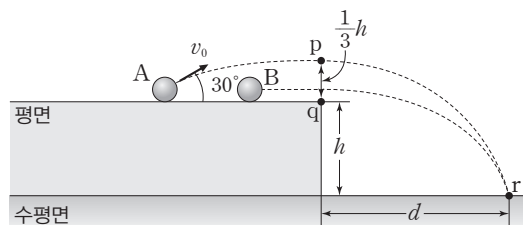
- ㄱ. $h = \frac{\sqrt{3}v_0^2}{4g}$ 이다.
- ㄴ. $v_B = v_0$ 이다.
- ㄷ. p에서 r까지의 거리는 r에서 s까지의 거리의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05

▶ 26070-0033

그림과 같이 수평면으로부터 높이가 h 인 평면에서 물체 A가 30° 의 각을 이루며 v_0 의 속력으로 던져진 순간, 정지해 있던 물체 B가 수평 방향으로 등가속도 운동을 한다. A는 포물선 운동을 하고, B는 평면에서 일정한 힘을 받아 등가속도 운동을 한 후 점 q에서부터 포물선 운동을 하여 수평면상의 점 r에 동시에 도달한다. A의 최고점 p의 수평면으로부터 높이는 $\frac{4}{3}h$ 이고, B가 포물선 운동을 하는 동안 수평 방향으로 이동한 거리는 d 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체는 동일 연직면상에서 운동하며, 물체의 크기, 모든 마찰은 무시한다.)

보기

ㄱ. q를 지날 때, B의 속력은 v_0 이다.

ㄴ. $d = \frac{4\sqrt{3}}{3}h$ 이다.

ㄷ. 평면에서 B의 이동 거리는 $\frac{3-\sqrt{3}}{2}d$ 이다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

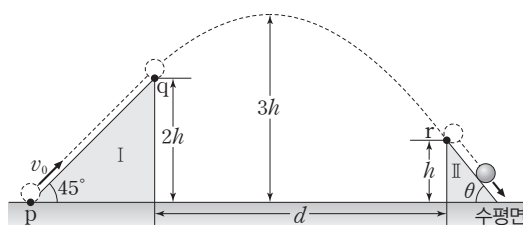
④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06

▶ 26070-0034

그림과 같이 물체가 수평면과 경사각이 45° 인 경사면 I이 만나는 점 p에서 v_0 의 속력으로 발사되어 등가속도 직선 운동을 한 후 수평면으로부터 높이가 $2h$ 인 점 q를 지나 포물선 운동을 하다가 높이가 h 인 점 r에서부터 경사면 II를 따라 등가속도 직선 운동을 한다. 물체의 최고점의 높이는 $3h$ 이고, II가 수평면과 이루는 각은 θ 이다. q에서 r까지 물체의 수평 이동 거리는 d 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기 및 모든 마찰은 무시한다.)

보기

ㄱ. q에서 물체의 속력은 $\frac{1}{2}v_0$ 이다.

ㄴ. $d = 2(1 + \sqrt{2})h$ 이다.

ㄷ. $\tan\theta = \sqrt{2}$ 이다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02

물체의 운동(1)

짧은 풀 문제로 유형 익히기

본문 13쪽

정답 ⑤

같은 속력으로 던진 두 물체의 수평 도달 거리가 같을 때, 두 물체가 각각 수평면과 이루는 각의 합은 90° 이다. 따라서 A가 수평면과 이루는 각을 $45^\circ + \theta$ 라 하면, B가 수평면과 이루는 각은 $45^\circ - \theta$ 이다.

㉠ 수평면으로부터 최고점까지의 높이는 물체가 p에서 최고점까지 도달하는 데 걸린 시간의 제곱에 비례한다. 따라서 수평면으로부터 최고점까지의 높이는 A가 B의 4배이므로 $t_A = 2t_B$ 이다.

㉡ p에서 A의 수평 방향, 연직 방향 속력을 각각 v_x, v_y 라 하면, p에서 B의 수평 방향, 연직 방향 속력은 각각 v_y, v_x 이다. 물체의 수평 도달 거리가 같으므로 $v_x t_A = v_y t_B = 12R$ 가 성립하고, A의 수평면으로부터 최고점까지의 높이를 h 라 하면, $h = \frac{v_y}{2} \times \frac{t_A}{2} = \frac{1}{2} v_y t_B$ 이므로 $h = 6R$ 이다.

㉢ $v_x t_A = v_y t_B$ 와 $t_A = 2t_B$ 를 연립하면 $v_y = 2v_x$ 이므로 p에서 B의 수평 방향, 연직 방향 속력은 각각 $2v_x, v_x$ 이다. 따라서 $v^2 = 4v_x^2 + v_x^2$ 이므로 p에서 B의 수평 방향 속력은 $2v_x = \frac{2\sqrt{5}}{5}v$ 이다.

수능 2점 테스트

본문 14~16쪽

01 ④	02 ④	03 ⑤	04 ⑤	05 ④
06 ①	07 ③	08 ⑤	09 ③	10 ④
11 ②	12 ①			

01 속도와 가속도

포물선 운동을 하는 물체의 가속도는 일정하다.

✕ 야구공의 운동 방향이 변하므로 야구공은 가속도 운동을 한다.

㉠ 야구공이 포물선 운동을 하는 동안 야구공에 작용하는 중력은 일정하므로 야구공의 가속도의 방향은 일정하다.

㉡ 야구공이 p에서 q까지 운동하는 동안의 변위의 크기는 이동 거리보다 작으므로 평균 속도의 크기는 평균 속력보다 작다.

02 포물선 운동

물체는 수평 방향으로 등속도 운동을 하고, 연직 방향으로 등가속도 운동을 한다.

✕ 물체는 수평 방향으로 등속도 운동을 하므로 최고점인 q에서도 수평 방향의 속력이 존재한다. 따라서 q에서 물체의 속도의 크기는 0이 아니다.

㉠ 물체는 연직 방향으로 등가속도 운동을 하므로 연직 방향 이동 거리가 클수록 운동하는 데 걸린 시간도 크다. 따라서 연직 방향 이동 거리는 p에서 q까지가 q에서 r까지보다 작으므로 물체가 운동하는 데 걸린 시간은 p에서 q까지가 q에서 r까지보다 작다.

㉢ 물체는 연직 방향으로 등가속도 운동을 하므로 연직 방향의 속도 변화량의 크기는 물체의 운동 시간에 비례한다. 따라서 물체의 속도 변화량의 크기는 p에서 q까지가 q에서 r까지보다 작다.

03 평면에서 등가속도 운동

물체의 가속도가 일정하면 물체는 등가속도 운동을 한다.

㉠ 0초부터 4초까지 물체의 변위의 크기의 x성분은 16 m이고, y성분은 8 m이다. 따라서 0초부터 4초까지 물체의 변위의 크기는 $\sqrt{16^2 + 8^2} = 8\sqrt{5}$ (m)이다.

㉡ 물체의 가속도의 x성분의 크기는 2 m/s^2 이고, y성분의 크기는 1 m/s^2 이다. 따라서 4초일 때, 물체의 가속도의 크기는 $\sqrt{5} \text{ m/s}^2$ 이다.

㉢ $t=0$ 일 때 물체는 정지해 있고, 물체의 가속도가 일정하므로 물체는 직선 경로를 따라 운동한다.

04 포물선 운동

물체는 수평 방향으로 등속도 운동을 하고, 연직 방향으로 등가속도 운동을 한다.

㉠ 물체의 수평 방향의 속력을 v_0 이라 하면, p에서 물체의 연직 방향의 속력은 v_0 이고, $\tan\theta = \frac{1}{2}$ 이므로 q에서 물체의 연직 방향의 속력은 $\frac{1}{2}v_0$ 이다. 따라서 물체의 운동 시간은 물체의 연직 방향의 속도 변화량의 크기에 비례하므로 물체가 p에서 최고점까지 운동하는 데 걸린 시간은 최고점에서 q까지 운동하는 데 걸린 시간의 2배이다.

㉡ 최고점에서 물체의 연직 방향 속력이 0이고, 물체는 연직 방향으로 등가속도 운동을 하므로 최고점에서부터 물체의 연직 방향 이동 거리는 물체의 운동 시간의 제곱에 비례한다. 따라서 p에서 최고점까지의 높이가 h 이므로 q의 높이는 $h - \frac{1}{4}h = \frac{3}{4}h$ 이다.

㉢ 물체가 p에서 최고점까지 운동하는 동안 물체의 연직 방향 평균 속력은 $\frac{1}{2}v_0$ 이므로 이때의 운동 시간을 t_0 이라 하면, $h = \frac{1}{2}v_0 t_0$ 이 성립한다. 물체는 수평 방향으로 v_0 의 속력으로 등속도 운동을 하고, 물체의 운동 시간은 $2t_0$ 이므로 물체의 수평 도달 거리는 $2v_0 t_0 = 4h$ 이다.

05 포물선 운동

물체는 수평 방향으로 등속도 운동을 하고, 연직 방향으로 등가속도 운동을 한다.

✕ A와 B의 수평 방향 이동 거리가 같고, 물체가 p에서 q까지 운동하는 데 걸린 시간이 A가 B의 2배이므로 물체의 수평 방향 속력은 B가 A의 2배이다. 따라서 $v_B = 2v_0$ 이다.

㉠ A, B는 연직 방향으로 등가속도 운동을 하므로 A가 운동하는 데 걸린 시간을 $2t_0$, 중력 가속도를 g 라 하면, $2v_0 t_0 - \frac{1}{2}g(2t_0)^2 = -h \cdots$ ①과 $\frac{1}{2}gt_0^2 = h \cdots$ ②가 성립한다. 따라서 이를 연립하면 $2v_0 t_0 = 3h \cdots$ ③이므로 p에서 q까지 수평 거리는 $2v_0 t_0 = 3h$ 이다.

㉢ 최고점에서 A의 연직 방향 속도는 0이므로 p에서 최고점까지의 높이를 x 라 하면, $v_0^2 = 2gx$ 가 성립한다. 또한 ②와 ③을 연립하여 정

리하면 $v_0^2 = \frac{9}{8}gh$ 이므로 $x = \frac{9}{16}h$ 이다. 따라서 수평면으로부터 A의 최고점의 높이는 $x + h = \frac{25}{16}h$ 이다.

06 포물선 운동

A, B가 연직 방향으로 동일하게 등가속도 운동을 하므로 A, B의 연직 방향의 처음 속도는 같다.

㉠ A, B의 연직 방향의 처음 속도가 같으므로 $v = v_0 \sin 60^\circ$ 이다. 따라서 $v = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0$ 이다.

✕ A는 연직 방향으로 등가속도 운동을 하므로 $\frac{3}{4}v_0^2 = 2gh$ 가 성립한다. 따라서 $h = \frac{3v_0^2}{8g}$ 이다.

✕ A가 수평면에서 최고점까지 운동하는 데 걸린 시간은 $t_0 = \frac{\sqrt{3}v_0}{2g}$ 이고, A의 수평 방향 속력은 $\frac{1}{2}v_0$ 이므로 $d = \frac{1}{2}v_0 \times 2t_0 = \frac{\sqrt{3}v_0^2}{2g}$ 이다. 따라서 $d = \frac{4\sqrt{3}}{3}h$ 이다.

07 포물선 운동과 등가속도 운동

A는 연직 방향으로 등가속도 운동을 하고, 최고점에서 A의 연직 방향 속력은 0이다. 따라서 최고점에서부터 A가 운동할 때, A의 연직 방향 이동 거리는 A가 운동하는 데 걸린 시간의 제곱에 비례한다.

㉠ A가 p에서 최고점까지 도달하는 데 걸린 시간을 t_0 이라 하면, A가 최고점에서 r까지 도달하는 데 걸린 시간은 $3t_0$ 이다. 또한 최고점에서 A의 연직 방향 속력은 0이므로 $\frac{1}{2}v_0 = gt_0$ 에서 $t_0 = \frac{v_0}{2g}$ 이다. 따라서 A가 p에서 r까지 운동하는 데 걸린 시간은 $4t_0 = \frac{2v_0}{g}$ 이다.

㉡ A의 수평 도달 거리는 $x = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0 \times 4t_0 = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0 \times \frac{2v_0}{g} = \frac{\sqrt{3}v_0^2}{g}$ 이다. 또한 A는 연직 방향으로 등가속도 운동을 하므로 $\frac{1}{4}v_0^2 = 2g \times \frac{1}{8}h$ 이고, $v_0^2 = gh$ 이다. 따라서 $x = \sqrt{3}h$ 이다.

✕ B는 정지 상태에서 $4t_0$ 동안 등가속도 운동을 하여 $\sqrt{3}h$ 만큼 이동하였으므로 B의 가속도를 a 라 하면, $\sqrt{3}h = \frac{1}{2}a(4t_0)^2 = \frac{1}{2}a \frac{4v_0^2}{g^2} = \frac{2ah}{g}$ 이다. 따라서 B의 가속도의 크기는 $\frac{\sqrt{3}}{2}g$ 이다.

08 포물선 운동

B의 최고점의 높이가 $\frac{4}{3}h$ 이므로 B를 던진 지점에서 최고점까지의 높이는 $\frac{1}{3}h$ 이다. 따라서 B가 최고점까지 도달하는 데 걸린 시간을 $\frac{1}{3}t$ 라 하면, 최고점에서 수평면까지 도달하는 데 걸린 시간은 $\frac{2}{3}t$ 이다.

㉠ A, B의 수평 방향 속력은 각각 v_0 , $\frac{1}{\sqrt{2}}v_0$ 이고, A, B는 수평면에 동시에 도달하므로 물체의 수평 이동 거리는 A가 B의 $\sqrt{2}$ 배이다.

㉡ A가 운동하는 데 걸린 시간을 t 라 하면, $3h = \frac{1}{2}gt^2 \dots ①$ 이 성립하고, 또한 B에서 $\frac{1}{\sqrt{2}}v_0 = \frac{1}{3}gt$ 이므로 $t = \frac{3v_0}{\sqrt{2}g} \dots ②$ 이다. 따라서 ①과 ②를 연립하면 $3h = \frac{1}{2}g \frac{9v_0^2}{2g^2}$ 이므로 $v_0 = \frac{2}{3}\sqrt{3gh}$ 이다.

㉢ A, B의 운동 시간이 $t = \frac{3v_0}{\sqrt{2}g}$ 이므로 A, B의 연직 방향 속도의 변화량의 크기는 $\frac{3}{\sqrt{2}}v_0$ 이다. 따라서 수평면에 도달하는 순간, A의 속력은 $\sqrt{v_0^2 + \frac{9}{2}v_0^2} = \sqrt{\frac{11}{2}}v_0$ 이고, B의 속력은 $\sqrt{\frac{1}{2}v_0^2 + 2v_0^2} = \sqrt{\frac{5}{2}}v_0$ 이다. 따라서 수평면에 도달하는 순간의 속력은 A가 B의 $\sqrt{\frac{11}{5}}$ 배이다.

09 포물선 운동

A, B는 수평 방향으로 등속도 운동을, 연직 방향으로 등가속도 운동을 한다.

㉠ A, B는 연직 방향으로 등가속도 운동을 하므로 A, B의 연직 방향 이동 거리는 운동하는 데 걸린 시간의 제곱에 비례한다. 따라서 물체가 던져진 순간부터 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간은 A가 B의 $\sqrt{2}$ 배이다.

㉡ A, B의 수평 방향 이동 거리가 같고, 물체가 던져진 순간부터 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간은 A가 B의 $\sqrt{2}$ 배이므로 수평 방향으로 던진 순간의 속력은 B가 A의 $\sqrt{2}$ 배이다.

✕ A, B는 연직 방향으로 동일한 가속도로 등가속도 운동을 하므로 같은 시간 동안 연직 방향으로 낙하한 거리는 같다. 따라서 B가 수평면에 도달할 때, A의 높이는 h 이다.

10 평면에서 등가속도 운동

A의 처음 속력은 경사면과 나란한 방향으로 0이고, 경사면과 수직인 방향으로 v_0 이다. 또한 A의 가속도의 크기는 경사면과 나란한 방향으로 $\frac{1}{2}g$ 이고, 경사면과 수직인 방향으로 $\frac{\sqrt{3}}{2}g$ 이다.

✕ A가 p에서 s까지 운동하는 데 걸린 시간을 t 라 하면, $v_0 = \frac{\sqrt{3}}{2}gt$ 이므로 A가 p에서 r까지 운동하는 데 걸린 시간은 $2t = \frac{4v_0}{\sqrt{3}g}$ 이다.

㉡ A가 p에서 s까지 운동하는 데 걸린 시간은 t 이고, 경사면과 수직인 방향의 평균 속력은 $\frac{1}{2}v_0$ 이다. 따라서 $h = \frac{1}{2}v_0 t = \frac{v_0^2}{\sqrt{3}g}$ 이다.

㉢ A가 p에서 r까지 운동하는 데 걸린 시간은 $2t$ 이고, A의 경사면과 나란한 방향으로 가속도의 크기는 $\frac{1}{2}g$ 이다. 따라서 $d = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}g \times 4t^2 = \frac{1}{4}g \times \frac{16v_0^2}{3g^2} = \frac{4v_0^2}{3g}$ 이므로 $d = \frac{4\sqrt{3}}{3}h$ 이다.

11 포물선 운동

중력 가속도를 g 라 하면, A는 경사면에서 가속도의 크기가 $\frac{1}{\sqrt{2}}g$ 인 등가속도 운동을 한다.

- ② q에서 A의 속력을 v 라 하면, q에서 A의 수평 방향 속력은 $\frac{1}{\sqrt{2}}v$ 이므로 A가 포물선 운동하는 데 걸린 시간을 t 라 하면, $L = \frac{1}{\sqrt{2}}vt$ 에서 $v = \frac{\sqrt{2}L}{t}$ 이다. 또한 A가 포물선 운동을 하는 동안 연직 방향으로 등가속도 운동을 하므로 $2L = \frac{1}{2}vt + \frac{1}{2}gt^2$ 에서 $L = \frac{1}{\sqrt{2}}vt$ 를 대입하여 정리하면 $v^2 = gL$ 이다.
- A가 경사면에서 이동한 거리를 $\sqrt{2}x$ 라 하면, A는 경사면에서 등가속도 운동을 하였으므로 $v^2 = 2 \times \frac{1}{\sqrt{2}}g \times \sqrt{2}x = gL$ 에서 $x = \frac{1}{2}L$ 이다. 따라서 수평면으로부터 p까지의 높이는 $\frac{5}{2}L$ 이다.

12 포물선 운동

물체는 포물선 운동을 하는 동안 수평 방향으로 $\frac{1}{\sqrt{2}}v_0$ 의 속력으로 등속도 운동을 한다.

- ㉠ 물체가 포물선 운동을 하는 동안 연직 방향으로 등가속도 운동을 하므로 $\frac{1}{2}v_0^2 = 2 \times g \times 2h$ 가 성립한다. 따라서 $v_0 = 2\sqrt{2gh}$ 이다.

✕. 경사면에 도달하는 순간 물체의 연직 방향 속력을 v_y 라 하면, 물체가 최고점에서 경사면까지 낙하한 거리는 h 이므로 $v_y^2 = 2gh$ 이고, $v_y^2 - \frac{1}{2}v_0^2 = -2gh$ 가 성립한다. 따라서 $v_y = \frac{1}{2}v_0$ 이고, 경사면에 도달하는 순간 물체의 수평 방향 속력은 $v_x = \frac{1}{\sqrt{2}}v_0$ 이므로 $\tan\theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ 이다.

✕. 물체가 수평면에 도달할 때의 속력은 v_0 이므로 속도의 연직 성분의 크기는 $v_0 \sin\theta = \frac{\sqrt{3}}{3}v_0$ 이다.

수능 3점 테스트

본문 17~19쪽

01 ⑤

02 ③

03 ⑤

04 ⑤

05 ③

06 ④

01 속도와 가속도

가속도-시간 그래프에서 그래프와 시간 축이 이루는 면적은 속도의 변화량이다.

- ㉠ 물체의 가속도의 크기는 1초일 때 $\sqrt{v_0^2 + 1} \text{ m/s}^2$ 이고, 3초일 때 2 m/s^2 이다. 따라서 $v_0 = \sqrt{3} \text{ m/s}$ 이다.

㉡ 1초일 때, 물체의 속도의 x 성분은 $2\sqrt{3} \text{ m/s}$ 이고, 속도의 y 성분은 1 m/s 이다. 따라서 1초일 때, 물체의 속력은 $\sqrt{13} \text{ m/s}$ 이다.

㉢ 0초부터 4초까지 물체의 x 방향 변위는 $10\sqrt{3} \text{ m}$ 이고, y 방향 변위는 10 m 이다. 따라서 0초부터 4초까지 물체의 변위의 크기는 20 m 이다.

02 포물선 운동

A와 B의 수평 방향 속력의 차는 v_0 이고, A가 B보다 수평 방향으로 h 만큼 더 이동하였으므로 낙하 시간을 t 라 하면, $h = v_0 t$ 이다.

- ㉠ A, B는 연직 방향으로 처음 속력이 0이고, 가속도가 g 인 등가속도 운동을 한다. 따라서 같은 시간 동안 A, B의 낙하 거리가 같으므로 A, B는 동시에 r에 도달한다.

✕. A, B는 연직 방향으로 등가속도 운동을 하므로 $2h = \frac{1}{2}gt^2$ 이 성립하고, $t = \frac{h}{v_0}$ 이므로 $h = \frac{4v_0^2}{g}$ 이다.

㉡ r에 도달하는 순간 A의 연직 방향 속력을 v_y 라 하면, $v_y^2 = 2 \times g \times 2h = 16v_0^2$ 이므로 $v_y = 4v_0$ 이다. 따라서 A의 수평 방향 속력은 $2v_0$ 으로 일정하므로 r에 도달하는 순간, A의 속력은 $2\sqrt{5}v_0$ 이다.

03 평면에서 등가속도 운동

A가 포물선 운동을 하는 동안, A의 수평 방향 속력은 일정하다. 또한 A의 속력은 p에서와 r에서가 같다.

- ㉠ q에서 A의 속력을 v 라 하면, q에서 A의 수평 방향 속력과 연직 방향 속력은 $\frac{1}{\sqrt{2}}v$ 로 같다. 또한 A가 포물선 운동을 하는 동안 수평 방향과 연직 방향 변위의 크기가 $2\sqrt{2}d$ 로 같으므로 A가 포물선 운동을 하는 동안 수평 방향과 연직 방향의 평균 속도의 크기도 같다. r에서 A의 연직 방향 속력을 v_y 라 하면, $v_y - \frac{1}{\sqrt{2}}v = 2 \times \frac{1}{\sqrt{2}}v$ 에서 $v_y = \frac{3}{\sqrt{2}}v$ 이다. 따라서 A의 속력은 p에서와 r에서가 같으므로 $v_0^2 = \frac{1}{2}v^2 + \frac{9}{2}v^2$ 가 성립하여 q를 지날 때, A의 속력은 $v = \frac{1}{\sqrt{5}}v_0$ 이다.

㉡ A가 포물선 운동을 하는 동안, A의 수평 방향 속력은 $\frac{1}{\sqrt{2}}v = \frac{1}{\sqrt{10}}v_0$ 으로 일정하다. 또한 A와 B가 포물선 운동을 하는 시간은 같으므로 B가 포물선 운동을 하는 데 걸린 시간을 t 라 하면, $2\sqrt{2}d = \frac{1}{\sqrt{10}}v_0 t$ 이므로 $t = \frac{4\sqrt{5}d}{v_0}$ 이다.

㉢ B의 수평 방향 속력은 $v_0 \cos\theta = \sqrt{\frac{3}{5}}v_0$ 이므로 $x = \sqrt{\frac{3}{5}}v_0 \times \frac{4\sqrt{5}d}{v_0} = 4\sqrt{3}d$ 이다.

04 평면에서 등가속도 운동

A의 처음 속력은 경사면과 나란한 방향으로 $\frac{1}{2}v_0$ 이고, 경사면과 수직인 방향으로 $\frac{\sqrt{3}}{2}v_0$ 이다. 또한 A의 가속도의 크기는 경사면과 나란한 방향으로 $\frac{1}{2}g$ 이고, 경사면과 수직인 방향으로 $\frac{\sqrt{3}}{2}g$ 이다.

- ㉠ A는 경사면과 수직인 방향으로 등가속도 운동을 하므로 $\frac{3}{4}v_0^2 = 2 \times \frac{\sqrt{3}}{2}g \times h$ 가 성립한다. 따라서 $h = \frac{\sqrt{3}v_0^2}{4g}$ 이다.

㉡ A가 p에서 q까지 운동하는 데 걸린 시간을 t 라 하면, $\frac{\sqrt{3}}{2}v_0 = \frac{\sqrt{3}}{2}gt$ 이므로 $v_0 = gt$ 이다. 또한 B의 운동 시간은 $2t$ 이고, B의 가속도의 크기는 $\frac{1}{2}g$ 이므로 $v_B = \frac{1}{2}g \times 2t$ 이다. 따라서 $v_B = v_0$ 이다.

㉔. p에서 r까지의 거리는 $\frac{1}{2}v_0 \times \frac{2v_0}{g} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}g \times \frac{4v_0^2}{g^2} = \frac{2v_0^2}{g}$ 이고, r에서 s까지의 거리는 $\frac{v_0^2}{g}$ 이므로 p에서 r까지의 거리는 r에서 s까지의 거리의 2배이다.

05 포물선 운동

A의 최고점의 높이가 $\frac{4}{3}h$ 이므로 A가 평면에서 최고점까지 운동하는 데 걸린 시간을 t_0 이라 하면, A가 최고점에서 수평면까지 운동하는 데 걸린 시간은 $2t_0$ 이다.

㉕. A와 B가 각각 p에서 r까지, q에서 r까지 운동하는 동안 연직 방향으로 동일한 가속도로 운동을 하므로 낙하 거리는 운동 시간의 제곱에 비례한다. 따라서 B가 q에서 r까지 운동하는 데 걸린 시간은 $\sqrt{3}t_0$ 이고, A와 B는 수평 방향으로 등속도 운동을 하므로 q를 지날 때, B의 속력은 v_0 이다.

㉖. A는 연직 방향으로 등가속도 운동을 하므로 중력 가속도를 g 라 하면, $\frac{1}{2}v_0 = gt_0 \dots ①$ 이고, $d = \sqrt{3}v_0 t_0$ 이므로 $d = \frac{\sqrt{3}v_0^2}{2g} \dots ②$ 이다. $\frac{1}{4}v_0^2 = 2 \times g \times \frac{1}{3}h$ 를 ②에 대입하면 $d = \frac{4\sqrt{3}}{3}h$ 이다.

✕. B의 전체 운동 시간이 $3t_0$ 이고, B가 포물선 운동을 하는 데 걸린 시간이 $\sqrt{3}t_0$ 이므로 B가 평면에서 등가속도 운동을 하는 데 걸린 시간은 $(3 - \sqrt{3})t_0$ 이다. 따라서 평면에서 B의 평균 속력은 $\frac{1}{2}v_0$ 이므로 평면에서 B의 이동 거리는 $\frac{3 - \sqrt{3}}{2}v_0 t_0$ 이고, ①과 ②를 대입하여 정리하면 평면에서 B의 이동 거리는 $\frac{\sqrt{3} - 1}{2}d$ 이다.

06 평면에서 등가속도 운동

물체가 q에서 최고점까지 운동하는 데 걸린 시간을 t_0 이라 하면, 물체가 최고점에서 r까지 운동하는 데 걸린 시간은 $\sqrt{2}t_0$ 이다.

✕. 물체는 I을 지나는 동안 등가속도 운동을 하므로 q에서 물체의 속력을 v 라 하면, $v^2 - v_0^2 = 2 \times \left(-\frac{1}{\sqrt{2}}g\right) \times 2\sqrt{2}h$ 이다. 또한 중력 가속도를 g 라 하면, 물체가 q에서부터 최고점까지 운동하는 동안 $\frac{1}{2}v^2 = 2gh$ 이므로 q에서 물체의 속력은 $v = \frac{1}{\sqrt{2}}v_0$ 이다.

㉗. 물체가 포물선 운동을 하는 동안 물체의 수평 방향 속력은 $\frac{1}{2}v_0$ 으로 일정하다. 또한 $\frac{1}{2}v_0 = gt_0$ 에서 $t_0 = \frac{v_0}{2g}$ 이고, 최고점에서 r까지 운동하는데 걸린 시간은 $\sqrt{2}t_0$ 이므로 $d = \frac{1 + \sqrt{2}}{2}v_0 t_0$ 이다. 따라서 $v_0^2 = 8gh$ 를 대입하여 정리하면 $d = 2(1 + \sqrt{2})h$ 이다.

㉘. q와 r에서 물체의 수평 방향 속력은 $\frac{1}{2}v_0$ 으로 일정하다. 또한 물체는 연직 방향으로 등가속도 운동을 하므로 r에서 물체의 연직 방향 속력은 $\frac{\sqrt{2}}{2}v_0$ 이다. 따라서 $\tan\theta = \sqrt{2}$ 이다.

03 물체의 운동(2)

짧은 풀 문제로 유형 익히기

본문 22쪽

정답 ③

등속 원운동을 하는 물체의 궤도 반지름이 같을 때, 물체의 속력은 물체의 각속도에 비례한다.

㉑. A의 주기가 t_0 이고, $t=0$ 부터 $t=T$ 까지 A는 π 만큼 회전하였으므로 $T = \frac{1}{2}t_0$ 이다.

㉒. $t=0$ 부터 $t=T$ 까지 A, B는 각각 π , 2π 만큼 회전하였으므로 각속도의 크기는 B가 A의 2배이다.

✕. 각속도의 크기가 B가 A의 2배이므로 속력도 B가 A의 2배이다. 따라서 등속 원운동을 하는 물체의 궤도 반지름이 같을 때, 구심 가속도의 크기는 속력의 제곱에 비례하므로 구심 가속도의 크기는 B가 A의 4배이다.

수능 2점 테스트

본문 23~25쪽

01 ⑤	02 ③	03 ③	04 ①	05 ⑤
06 ⑤	07 ⑤	08 ③	09 ⑤	10 ③
11 ②	12 ④			

01 등속 원운동

등속 원운동을 하는 물체의 주기가 같을 때, 물체의 속력은 물체의 원 궤도 반지름에 비례한다.

㉑. 주기가 같으므로 각속도의 크기는 A에서와 B에서가 같다.

㉒. 물체의 주기가 같을 때, 물체의 속력은 물체의 원 궤도 반지름에 비례하므로 속력은 A에서가 B에서보다 크다.

㉓. 각속도의 크기가 같을 때, 가속도의 크기는 물체의 원 궤도 반지름에 비례하므로 가속도의 크기는 A에서가 B에서보다 크다.

02 등속 원운동

A, B가 벨트에 연결되어 있으므로 A, B의 가장 자리의 속력은 같다.

㉑. A, B의 가장 자리의 속력이 같고 반지름이 B가 A의 2배이므로 각속도의 크기는 A가 B의 2배이다. 따라서 각속도의 크기는 p에서 s에서의 2배이다.

✕. 각속도의 크기는 p에서가 q에서의 2배이고, 원 궤도의 반지름은 q에서가 p에서의 2배이므로 속력은 p에서와 q에서가 같다.

㉒. 원 궤도의 반지름이 같을 때, 가속도의 크기는 각속도의 크기의 제곱에 비례한다. 따라서 가속도의 크기는 p에서가 s에서의 4배이다.