

## 1. 뉴턴 역학과 운동의 법칙

### (1) 뉴턴 역학

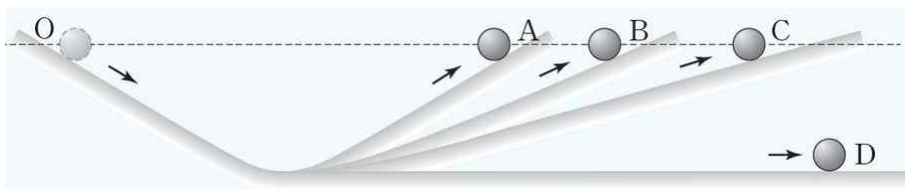
- ① 역학(力學, mechanics) : 힘과 운동의 관계를 설명하는 물리학
  - 힘 또는 에너지에 의한 운동의 변화를 설명
- ② 뉴턴 역학 : 뉴턴에 의해 체계화(패러다임<sup>1)</sup>)된 역학
  - 현실 세계의 물체들을 점으로 된 입자(점입자)로 단순화
  - 시간과 공간은 절대 불변 (절대시간, 절대공간)의 공리<sup>2)</sup>로 인식  
⇒ 시간과 공간을 이용하여, 속도, 가속도와 같은 개념을 만들어냄
  - 위치, 질량 등을 작용하는 힘으로 정의
  - 알짜힘<sup>3)</sup>을 이용한 3가지 운동법칙을 정립
- ③ 뉴턴의 3가지 운동 법칙
  - 1법칙 : 힘이 없을 때, 물체의 운동에 대한 법칙
  - 2법칙 : 힘이 있을 때, 물체의 운동에 대한 법칙
  - 3법칙 : 서로 다른 두 물체 사이에서의 법칙

#### ※ 주요 물리량의 기호

힘( $F$  : force), 속도( $v$  : velocity), 가속도( $a$  : acceleration)  
 거리( $s$  : spatium[라틴어]), 시간( $t$  : time), 변화량( $\Delta$  : delta)  
 질량( $m$  : mass), 운동량( $p$  : impetus)

### (2) 뉴턴 운동 제 1법칙(관성의 법칙) - 힘이 없을 때의 운동

- ① 관성의 법칙 : 물체에 힘이 작용하고 있지 않으면, 물체는 현재의 운동을 유지
  - 운동 : 물체의 속도와 질량의 곱으로 표현  
즉, if  $F_{\text{net}} = 0$ ,  $v = v_0$  [ $v$  : 나중 속도,  $v_0$  : 처음 속도]
  - 관성의 법칙은 질량의 정의이며, 관성의 양 = 질량임<sup>4)</sup>
- ② 관성(inertia) : 물체가 현재 가진 운동을 계속 유지하려는 성질
  - 정지해 있는 물체 : 힘이 없다면, 계속 정지함
  - 움직이고 있는 물체 : 힘이 없다면, 속도(빠르기+방향) 변화가 없이 운동함
  - 관성의 예 : 버스의 관성, 급출발, 먼지떨기 등
- ③ 갈릴레이의 사고 실험
  - 마찰이 없는 빗면에 물체를 놓으면, 같은 높이까지 올라갈 것이다.
  - 마찰이 없다면, O에서 놓은 공은 A, B, C까지 올라갈 것이다.
  - D는 처음 높이까지 올라갈 수 없으므로, 공은 계속 등속 직선 운동을 할 것이다.
  - 결론 : 운동하던 물체에 힘이 작용하지 않으면 물체는 등속 직선 운동을 한다.



1) 패러다임(paradigm) : 어떤 한 시대 사람들의 견해나 사고를 지배하고 있는 이론적 틀이나 개념의 집합체  
 2) 공리(公理) : 자명(自明)한 진리로 인정되어 다른 명제(命題)의 전제가 되는 원리  
 3) 알짜힘( $F_{\text{net}}$  : net force) : 물체에 작용한 모든 힘의 합  
 4) 질량의 의미는 2법칙에서 설명하며, 측정은 3법칙에서 설명함

## 2 1. 뉴턴 역학과 운동의 법칙

### (3) 뉴턴 운동 제 2법칙(가속도의 법칙) - 힘이 있을 때의 운동

- ① 물체에 힘이 많이 작용하면, 작용할수록 물체의 속도는 더 많이 변함  
 $\Rightarrow$  힘은 속도의 변화량. 즉, 가속도에 비례 ( $F \propto a$ )  
 if  $F_{\text{net}} \neq 0, v \neq v_0$  [ $v$  : 나중 속도,  $v_0$  : 처음 속도]
- ② 가속도의 법칙 :  $F = ma$  또는  $a = \frac{F}{m}$  [ $m$  : 질량]
  - $m$  : 질량(mass). 가속도의 법칙에서 비례상수
  - 가속도의 법칙은 힘의 정의이기도 함
  - 공식의 변형 :  $F = ma = m \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow$  질량이 일정하다면,  $F = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t}$   
 $\Rightarrow$  운동량(momentum) :  $mv$ . 힘에 의해 물체가 변한 양
- ③  $m$  : 질량(mass). 가속도의 법칙에서 비례상수이면서, 관성을 나타냄  
 $F = ma$ 에서 힘( $F$ )이 같다면 질량( $m$ )이 클수록 물체의 가속도( $a$ )가 작음  
 $\Rightarrow$  물체의 속도 변화가 작음  $\Rightarrow$  물체의 관성이 큼  
 $\Rightarrow$  질량이 클수록 관성이 큼  $\Rightarrow$  질량과 관성은 비례

### (4) 뉴턴 운동 제 3법칙(작용 반작용의 법칙) - 서로 다른 물체 사이에서의 힘

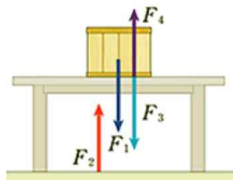
- ① 물체 A가 물체 B에 힘을 가하면(작용) B도 A에 같은 크기의 힘을 반대 방향으로 동일 직선상에서 동시에 작용(반작용)
- ② 두 물체 사이의 작용-반작용은 항상 같고, 방향은 반대임.  

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \Rightarrow m_1 \vec{a}_1 = -m_2 \vec{a}_2$$

#### ※ 작용-반작용과 평형

- ① 작용 반작용과 평형의 차이
  - 작용 반작용 : 서로 다른 물체에 작용 (알짜힘이 0이 아님)
  - 평형 : 한 물체에 작용 (알짜힘이 0임)
- ② 작용 반작용의 의미
  - 한 물체는 여러 구성하는 입자들의 합이라고 생각할 수 있음  
 $\Rightarrow$  물체의 알짜 힘 = 외부에서 작용하는 힘 + 입자들 사이에서 작용하는 힘  
 그런데, 입자들 사이에서의 힘은 서로 작용-반작용임  
 $\Rightarrow$  한 물체에서는 물체 내에서 벌어지므로 평형의 관계임  
 $\Rightarrow$  물체 전체의 알짜 힘 = 외부에서 작용하는 힘
  - 외부에서 물체에 힘이 작용한다면, 외부 힘에 의한 내부의 힘의 변화 : 작용-반작용으로 인해 서로 0이 됨.  $\Rightarrow$  내부의 힘은 고려하지 않아도 됨

- ③ 작용 반작용의 예 - 책상 위에 놓인 물체에 작용하는 힘



$F_1$  : 지구가 물체를 잡아당기는 힘  
 $F_2$  : 물체가 지구를 잡아당기는 힘  
 $F_3$  : 물체가 책상을 누르는 힘  
 $F_4$  : 책상이 물체를 떠받치는 힘

작용 반작용 관계 :  $F_1$ 과  $F_2$ ,  $F_3$ 와  $F_4$

- ④ 중력이나 전기력과 같이 동시에 작용하는 인력과 척력도 서로 작용-반작용 관계임<sup>5)</sup>
- ⑤ 관성질량(mass)의 정의

## 1. 뉴턴 역학과 운동의 법칙 3

- 관성질량 : 주어진 힘이 작용한 경우에 물체의 가속도를 결정하는 질량
- 물체 1이 물체 2에 힘을 가했다면 작용-반작용에 의해

$$\vec{m_1 a_1} = -\vec{m_2 a_2} \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = -\frac{a_1}{a_2} \quad [\text{이때 가속도는 측정될 수 있는 양임.}]$$

$\Rightarrow m_1 = 1$ (단위 질량)이라고 하면,  $m_2$ 를 정의할 수 있음

- 질량이 커짐  $\Rightarrow$  가속도는 작아짐  $\Rightarrow$  속도의 변화(관성)가 작아짐

2023 수능특강 01강 - 2점짜리 14번 (해답 29쪽)

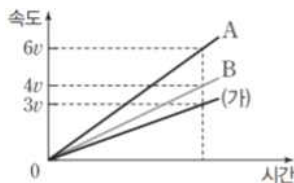
다음은 힘과 질량 및 가속도의 관계를 알아보는 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 그림과 같이 수평면에 놓인 수레에 용수철저울을 연결하여 용수철저울의 눈금을  $F$ 로 일정하게 유지하며 수평면과 나란하게 수레를 당긴다.
- (나) (가)에서 용수철저울 한 개를 더 연결해 나란한 두 개의 용수철저울의 눈금을 각각  $F$ 로 일정하게 유지하며 수평면과 나란하게 수레를 당긴다.
- (다) (나)에서 수레 위에 추를 고정시킨 후 두 개의 용수철 저울의 눈금을 각각  $F$ 로 일정하게 유지하며 수평면과 나란하게 수레를 당긴다.
- (라) (가), (나), (다)에서 측정된 수레의 속도를 시간에 따라 나타낸다.



[실험 결과]



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, 모든 마찰 및 공기 저항은 무시한다.)

- ㄱ. A는 (나)의 실험 결과이다.  
 ㄴ. 수레에 작용하는 알짜힘의 크기는 (다)에서가 (가)에서의 2배이다.  
 ㄷ. 질량은 수레가 추의 2배이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄱ, ㄷ

5) 작용-반작용은 일반적으로 서로 구별되지 않으며, 상호작용이라는 표현을 쓰기도 함

## 4 1. 뉴턴 역학과 운동의 법칙

2023 수능특강 01강 - 2점짜리 16번 (해답 29쪽)

그림은 도로에서 트럭과 컨테이너의 무게를 측정하여 과적 차량을 단속하는 것을 나타낸 것이다. 수평한 저울 위에 정지한 트럭에 올려진 컨테이너의 무게는  $W_0$ 이고 저울의 측정값은  $2W_0$ 이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?

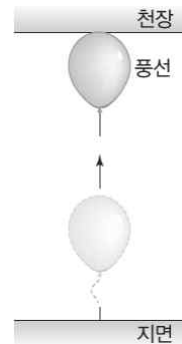


- ㄱ. 컨테이너가 트럭을 누르는 힘의 크기는  $W_0$ 이다.  
 ㄴ. 컨테이너에 작용하는 중력과 트럭이 컨테이너를 떠받치는 힘은 작용 반작용 관계이다.  
 ㄷ. 트럭이 저울을 누르는 힘의 크기는  $W_0$ 이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄴ    ⑤ ㄱ, ㄷ

2023 수능완성 02강 - 2점짜리 9번 (해답 29쪽)

그림은 지면에 실로 연결되어 정지해 있던 풍선에 연결된 실을 끊었더니 풍선이 연직 위로 떠올라 수평한 천장에 닿아 정지해 있는 모습을 나타낸 것이다. 천장에 닿아 정지해 있는 풍선에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, 실의 질량은 무시한다.)



- ㄱ. 풍선에 작용하는 알짜힘은 0이다.  
 ㄴ. 풍선이 천장에 작용하는 힘의 크기는 천장이 풍선에 작용하는 힘의 크기보다 크다.  
 ㄷ. 풍선에 작용하는 중력과 풍선이 천장에 작용하는 힘은 작용 반작용 관계이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄱ, ㄷ    ⑤ ㄴ, ㄷ

2023 수능완성 02강 - 2점짜리 7번 (해답 29쪽)

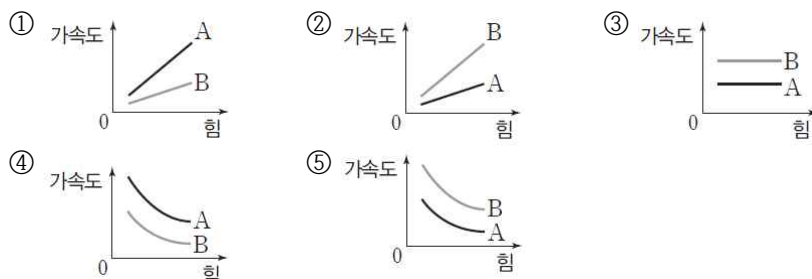
다음은 힘, 질량, 가속도 사이의 관계를 알아보는 실험이다.

[실험 과정]

- 그림과 같이 마찰이 없는 수평한 레일 위에 놓인 질량  $m$ 인 역학 수레 A에 가속도 센서와 힘 센서를 고정한다.
- 힘 센서에 연결된 줄을 수평 방향으로 당기는 힘의 크기를 변화시키며 가속도의 크기를 측정한다.
- A를 질량이  $2m$ 인 역학 수레 B로 바꾸어 과정 (2)를 반복한다.
- 컴퓨터로 결과를 분석하여 가속도와 힘 사이의 관계를 구한다.



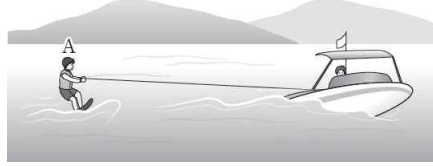
위 실험 결과 가속도와 힘의 관계를 나타낸 그래프로 가장 적절한 것은?



## 1. 뉴턴 역학과 운동의 법칙 5

2023 수능완성 02강 - 2점짜리 10번 (해답 30쪽)

그림은 사람 A가 속력이 일정하게 증가하는 보트에 연결된 줄을 잡고 보트와 같은 속력으로 직선 운동을 하는 모습을 나타낸 것이다. A와 보트는 동일 직선상에서 운동한다.



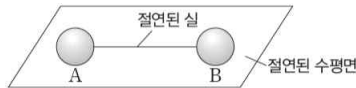
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, 줄의 질량은 무시한다.)

- ㄱ. 가속도의 크기는 A와 보트가 같다.  
 ㄴ. 보트에 작용하는 알짜힘의 크기는 증가한다.  
 ㄷ. 줄이 A를 당기는 힘의 크기와 줄이 보트를 당기는 힘의 크기는 같다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄴ, ㄷ

2023 수능완성 02강 - 2점짜리 11번 (해답 30쪽)

그림은 절연된 수평면에 대전된 도체구 A, B가 절연된 실에 연결되어 정지해 있는 모습을 나타낸 것이다.



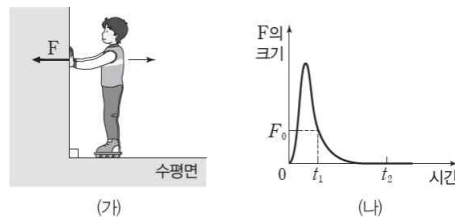
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, 도체구의 크기, 실의 질량, 모든 마찰은 무시한다.)

- ㄱ. A와 B는 같은 종류의 전하를 띤다.  
 ㄴ. 실이 A에 작용하는 힘의 크기와 A가 B에 작용하는 전기력의 크기는 같다.  
 ㄷ. 실이 A에 작용하는 힘과 실이 B에 작용하는 힘은 작용 반작용 관계이다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2023 수능완성 02강 - 2점짜리 12번 (해답 30쪽)

그림 (가)는 수평면에 정지해 있는 사람이 벽에 수평 방향으로 힘  $F$ 를 작용하였더니 수평면과 나란한 방향으로 운동하는 모습을 나타낸 것이고, (나)는  $F$ 의 크기를 시간에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, 수평면과의 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

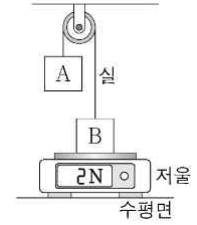
- ㄱ. 사람의 속력은  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 작다.  
 ㄴ.  $t_1$ 일 때, 벽이 사람에게 작용하는 힘의 크기는  $F_0$ 보다 크다.  
 ㄷ.  $t_2$ 일 때, 사람에게 작용하는 중력과 수평면이 사람에게 작용 하는 힘은 힘의 평형 관계이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄴ, ㄷ

## 6 1. 뉴턴 역학과 운동의 법칙

2023 수능(2022년 시행) 6번 (해답 30쪽)

그림과 같이 무게가 1N인 물체 A가 저울 위에 놓인 물체 B와 실로 연결되어 정지해 있다. 저울에 측정된 힘의 크기는 2N이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, 실의 질량, 모든 마찰은 무시한다.)



- ㄱ. 실이 B를 당기는 힘의 크기는 1N이다.  
 ㄴ. B가 저울을 누르는 힘과 저울이 B를 떠받치는 힘은 작용 반작용 관계이다.  
 ㄷ. B의 무게는 3N이다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

## 2. 질점과 질량 중심

### (1) 질점

- ① 질량을 가진 점  $\Rightarrow$  크기는 없지만, 위치와 질량을 가진 이론적인 지점
- ② 물리에서 이론적으로 물체를 다루는 형태
  - 실제 물체는 크기가 있는데, 물리 법칙에서는 물체는 위치와 질량만 있다고 가정
  - 실제 물체에 적용할 때 물체의 질량 중심에 물체의 모든 질량이 모여 있다고 가정
- ③ 질량 중심(center of mass) : 물체에서 질점의 위치
  - 보통 중력이 균일하므로 무게 중심하고 같은 위치임

### (2) 질량 중심의 위치

- ① 일반적으로 구하는 방법
  - 물체를 작게 나눈 후 각각의 조각들의 위치와 질량의 관계로 질량 중심을 구함<sup>6)</sup>
  - 운동량 보존(또는 운동 2법칙)에서, 질점에서의 운동량 = 각각의 조각들의 운동량의 합

각각의 조각의 질량을  $m_i$ , 조각의 속도를  $\vec{v}_i$  라면,

$$m\vec{v}_{cm} = \sum_i m_i \vec{v}_i \quad [m : \text{물체의 질량}, \vec{v}_{cm} : \text{물체의 속도}]$$
  - 물체를 무한히 작게 나눈 후, 나누어진 조각의 질량을  $m_i$ , 원점에서 거리를  $\vec{r}_i$  라면,
$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \text{ 이므로, } m\vec{r}_{cm} = \sum_i m_i \vec{r}_i$$
- ② 밀도가 균일한 물체의 질량 중심
  - 공과 같은 원 모양 : 기하학적인 중심
  - 삼각형 모양 : 각 변 중선의 2:1 내분점
  - 원뿔 : 전체 높이의 1/4 지점
- ③ 모양이나 밀도가 일정하지 않은 물체의 무게 중심
  - 물체의 서로 다른 점을 실로 매달았을 때 실의 방향을 연장한 연장선이 만나는 점

2019 수능(2018년 11월 시행). 국어[홀수형] 31번 문항

<보기>를 참고할 때, [A]에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?

#### [A]의 내용

17세기 후반에 뉴턴은 태양 중심설을 역학적으로 정당화하였다. 그는 만유인력 가설로부터 케플러의 행성 운동 법칙들을 성공적으로 연역했다. 이때 가정된 만유인력은 두 질점\*이 서로 당기는 힘으로, 그 크기는 두 질점의 질량의 곱에 비례하고 거리의 제곱에 반비례한다. 지구를 포함하는 천체들이 밀도가 균질하거나 구대칭\*을 이루는 구라면 천체가 그 천체 밖 어떤 질점을 당기는 만유인력은, 그 천체를 잘게 나눈 부피 요소들 각각이 그 천체 밖 어떤 질점을 당기는 만유인력을 모두 더하여 구할 수 있다. 또한 여기에서 지구보다 질량이 큰 태양과 지구가 서로 당기는 만유인력이 서로 같음을 증명할 수 있다. 뉴턴은 이 원리를 적용하여 달의 공전 궤도와 사과 낙하 운동 등에 관한 실측값을 연역함으로써 만유인력의 실재를 입증하였다.

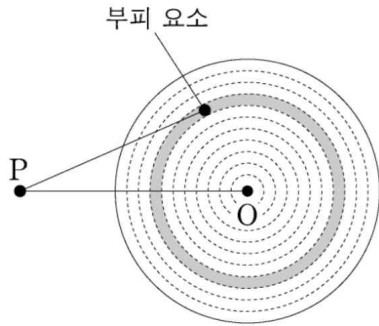
\* 질점 : 크기가 없고 질량이 모여 있다고 보는 이론상의 물체.

\* 구대칭 : 어떤 물체가 중심으로부터 모든 방향으로 같은 거리에서 같은 특성을 갖는 상태.

6) 무한히 작게 나누는 걸 미분, 그것을 합하는 것을 적분이라고 함

## 8 2. 질점과 질량중심

<보기>



구는 무한히 작은 부피 요소들로 이루어져 있다. 그 부피 요소들이 빈틈없이 한 겹으로 배열되어 구 껍질을 이루고, 그런 구 껍질들이 구의 중심 O 주위에 반지름을 달리하며 양파처럼 겹겹이 싸여 구를 이룬다. 이때 부피 요소는 그것의 부피와 밀도를 곱한 값을 질량으로 갖는 질점으로 볼 수 있다.

(1) 같은 밀도의 부피 요소들이 하나의 구 껍질을 구성하면, 이 부피 요소들이 구 외부의 질점 P를 당기는 만유인력들의 총합은, 그 구 껍질과 동일한 질량을 갖는 질점이 그 구 껍질의 중심 O에서 P를 당기는 만유인력과 같다.

(2) (1)에서의 구 껍질들이 구를 구성할 때, 그 동심의 구 껍질들이 P를 당기는 만유인력들의 총합은, 그 구와 동일한 질량을 갖는 질점이 그 구의 중심 O에서 P를 당기는 만유인력과 같다.

(1), (2)에 의하면, 밀도가 균질하거나 구 대칭인 구를 구성하는 부피 요소들이 P를 당기는 만유인력들의 총합은, 그 구와 동일한 질량을 갖는 질점이 그 구의 중심 O에서 P를 당기는 만유인력과 같다.

- ① 밀도가 균질한 하나의 행성을 구성하는 동심의 구 껍질들이 같은 두께일 때, 하나의 구 껍질이 태양을 당기는 만유인력은 그 구 껍질의 반지름이 클수록 커지겠군.
- ② 태양의 중심에 있는 질량이  $m$ 인 질점이 지구 전체를 당기는 만유인력은, 지구의 중심에 있는 질량이  $m$ 인 질점이 태양 전체를 당기는 만유인력과 크기가 같겠군.
- ③ 질량이  $M$ 인 지구와 질량이  $m$ 인 달은, 둘의 중심 사이의 거리만큼 떨어져 있으면서 질량이  $M$ ,  $m$ 인 두 질점 사이의 만유인력과 동일한 크기의 힘으로 서로 당기겠군.
- ④ 태양을 구성하는 하나의 부피 요소와 지구 사이에 작용하는 만유인력은, 지구를 구성하는 모든 부피 요소들과 태양의 그 부피 요소 사이에 작용하는 만유인력들을 모두 더하면 구해지겠군.
- ⑤ 반지름이  $R$ , 질량이  $M$ 인 지구와 지구 표면에서 높이  $h$ 에 중심이 있는 질량이  $m$ 인 구슬 사이의 만유인력은,  $R+h$ 의 거리만큼 떨어져 있으면서 질량이  $M$ ,  $m$ 인 두 질점 사이의 만유인력과 크기가 같겠군.

[A]의 내용

I. 만유인력은 두 질점이 서로 당기는 힘으로, 질량의 곱에 비례하고 거리의 제곱에 반비례

질점의 질량을  $m$ ,  $M$ 이고 질점 사이의 거리를  $r$ 이라면, 만유인력  $F \propto \frac{mM}{r^2}$

II. 천체는 부피가 있음

천체를 잘게 나누어 각각의 만유인력을 구해서 그 힘의 합으로 구할 수 있음

III. ①의 내용에서 태양이 지구를 당기는 힘과 지구가 태양을 당기는 힘은 같음 (작용-반작용)

IV. 이를 통해 자유낙하와 달의 공전이 같은 원리임을 증명

<보기>의 내용

밀도가 동일한 구를 중심이 같은 껍질의 형태로 잘게 나눔

⇒ 공 모양이므로 껍질의 질량 중심은 모두 중심이고, 따라서 구의 질량 중심도 중심 O임

(1) 구의 껍질의 질량 중심은 중심 O

⇒ 껍질이 P점에 작용하는 만유인력은 O에서 작용하는 만유인력임

(2) 구의 질량 중심도 중심 O

⇒ 물체가 P점에 작용하는 만유인력은 O에서 작용하는 만유인력임



## EBS 해설 - 정답 ②

<보기>에 따르면 태양의 중심에 있는 질량이  $m$ 인 질점이 지구 전체를 당기는 만유인력은 지구를 구성하고 있는 껍질들의 합계와 동일한 질량을 갖는 지구 중심의 질점을 당기는 만유인력과 같다. 지구 중심에 있는 질량이  $m$ 인 질점이 태양 전체를 당기는 만유인력은 태양을 구성하고 있는 껍질들의 합계와 동일한 질량을 갖는 태양 중심의 질점을 당기는 만유인력과 같다. 지구 껍질들의 질량 합계는 태양 껍질들의 질량 합계보다 작고 만유인력은 질량에 비례하기 때문에, 한 질점이  $m$ 으로 같다면 만유인력의 크기는 다르게 된다.

## [오답피하기]

- ① 밀도가 균질한 하나의 행성을 구성하는 동심의 구 껍질들이 같은 두께라면 반지름이 큰 구 껍질일수록 부피가 크기 때문에 질량도 크다. 만유인력의 크기는 두 질점의 질량의 곱에 비례하므로, 구 껍질의 반지름이 클수록 만유인력은 커진다.
- ③ 지구와 달 사이의 만유인력은 지구의 각 부피 요소와 달 사이에 작용하는 만유인력의 합으로 구할 수 있다. <보기>에 따르면 지구의 한 부피 요소와 달 사이에 작용하는 만유인력은, 지구의 한 부피 요소와 '달의 질량과 동일한 질량  $m$ 을 갖는 질점'이 그 중심(달의 중심과 동일)에서 지구의 한 부피 요소를 당기는 만유인력과 같다. 나아가 이러한 '달의 질량과 동일한 질량  $m$ 을 갖는 질점'의 중심과 질량이  $M$ 인 지구 사이의 만유인력은, 마찬가지로 '지구의 질량과 동일한 질량  $M$ 을 갖는 질점'이 그 중심에서 '달의 질량과 동일한 질량  $m$ 을 갖는 질점' 사이의 만유인력과 동일하다. 따라서 질량이  $M$ 인 지구와 질량이  $m$ 인 달 사이의 만유인력은, 그 거리가 동일할 때 질량이  $M$ ,  $m$ 인 두 질점 사이의 만유인력과 동일한 크기의 힘으로 서로 작용한다.
- ④ 태양을 구성하는 하나의 부피 요소와 지구 사이에는 만유인력이 작용한다. 지구는 무한히 작은 부피 요소들로 구성되어 있으므로 태양을 구성하는 하나의 부피 요소와 지구 사이에 작용하는 만유인력은, 지구를 구성하는 모든 부피 요소들과 태양의 그 부피 요소 사이에 작용하는 만유인력들을 모두 더해서 구할 수 있다.
- ⑤ ③과 같이, 반지름이  $R$ , 질량이  $M$ 인 지구와 지구 표면에서 높이  $h$ 에 중심이 있는 질량이  $m$ 인 구슬 사이에는 만유인력이 작용한다. 이때 지구의 중심과 구슬의 중심 사이의 거리는  $R+h$ 로 계산된다. 따라서 '지구의 질량( $M$ )과 동일한 질점'과 '구슬의 질량( $m$ )과 동일한 질점' 사이의 거리가  $R+h$ 라면, 두 질점 사이에 작용하는 만유인력은 지구와 구슬 사이에서 작용하는 만유인력의 크기와 같다.

## 10 2. 질점과 질량중심

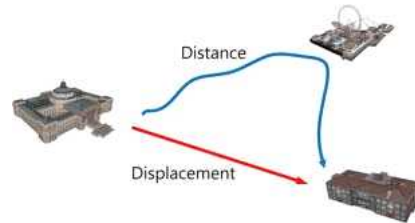
## 3. 시간과 공간으로부터 나온 물리량

## (1) 벡터와 스칼라

- ① 벡터(Vector) : 크기와 방향이 있는 양
  - 4칙연산이 특별한 방법에 의해 계산됨
  - 예) 변위, 속도, 가속도, 힘(~력), 운동량, ~장 등
- ② 스칼라(Scalar) : 방향은 없고 크기만 있는 양
  - 보통의 실수(사칙연산)임.
  - 예) 길이, 시간, 질량, 밀도, 부피, 온도, 속력 등
- ③ 방향이 있는 것 같지만 스칼라인 것<sup>7)</sup>
  - 예) 압력, 전류, 일, 에너지 등

## (2) 이동 거리와 변위 (s)

- ① 이동 거리(distance) : 스칼라
  - 이동한 경로에 따라 더한 총 길이
  - ⇒ 이동 거리는 항상 0보다 크거나 같음
  - 방향이 없으며, 경로에 따라 변함
- ② 변위(displacement) : 위치의 변화량(벡터)
  - 출발점과 도착점 사이의 직선 길이(최단 길이)
  - 방향 : 출발점에서 도착점으로 화살표 방향
  - ⇒ 반대 방향으로 변하면 (-)값이 될 수 있음.



- ③ 단위 : 길이 단위 ⇒ m(표준단위), km, cm, inch, mile 등

## (3) 속력과 속도 (v : velocity)

- ① 속력(speed) : 단위 시간<sup>8)</sup> 동안 물체의 이동 거리 ⇒ 물체의 빠르기(스칼라)
  - 표현식 : 속력 =  $\frac{\text{이동 거리}}{\text{시간}}$ ,  $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$
- ② 속도(velocity) : 단위 시간 동안 물체의 변위 ⇒ 과학에서 주로 쓰는 빠르기
  - 방향이 있는 물리량(벡터) ⇒ 속력 + 방향 (운동방향 = 속도의 방향)
  - 표현식 : 속도 =  $\frac{\text{변위}}{\text{시간}}$ ,  $\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$
- ③ 단위 : 길이를 시간으로 나눈 모든 단위 ⇒ m/s(표준단위), km/h 등

## ④ 속도와 부호

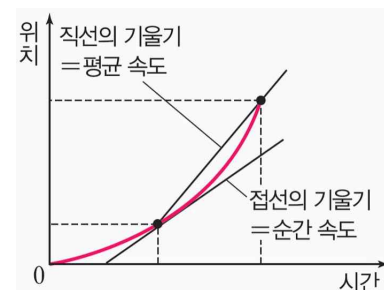
- $v > 0$  : 변위와 같은 방향으로 움직임
- $v = 0$  : 정지
- $v < 0$  : 변위와 반대 방향으로 움직임

## (4) 평균속도와 순간속도 ⇒ 벡터

- ① 평균속도 : 일정 시간 동안 속도의 평균

$$\bar{v} = \frac{\text{위치의 변화량}}{\text{시간의 변화량}} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

거리(s) - 시간(t) 그래프에서 두 점을 잇는 직선의 기울기



7) 좌표변환에 의한 정의로 설명함.

8) 보통, 시간과 시각을 구분하지 않고 사용하나, 정확하게는 어느 한 시점(時點)을 말할 때는 시각(time)이고, 시간(interval)은 시점과 시점 사이 즉, 시각과 시각의 차이를 나타냄.

## 12 3. 시간과 공간으로부터 나온 물리량

② 순간속도 : 시각에서의 순간( $\Delta t \rightarrow 0$ )적인 속도

$$\Rightarrow v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} = \dot{s}$$

$\Rightarrow$  한 점에서의 접선의 기울기 (= 미분계수)

### (5) 가속도와 힘

① 가속도( $a$  : acceleration) : 단위 시간 동안 속도의 변화량 (벡터)

$$\text{- 가속도 } a = \frac{\text{속도의 변화량}}{\text{시간의 변화량}} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

- 단위 : 속도를 시간으로 나눈 단위  $\Rightarrow \text{m/s}^2$ (표준단위)

- 가속도가 0이 아니면, 물체의 빠르기나 방향이 변함

$\Rightarrow a \neq 0 \Rightarrow$  힘( $F$ )이 있음 (운동 제 2법칙)

- 1차원 운동에서 가속도의 부호

$a > 0$  : 변위 방향으로 속도가 증가  $\Rightarrow$  힘의 방향과 운동 방향이 같음

$a = 0$  : 일정한 속도  $\Rightarrow$  알짜힘이 없음 (운동 제 1법칙)

$a < 0$  : 변위 방향으로 속도가 감소  $\Rightarrow$  힘의 방향과 운동 방향이 반대

#### ※ 그래프 해석

① 거리-시간( $s-t$ ) 그래프 : 기울기는 속도(속력)  $v$

② 속도-시간( $v-t$ ) 그래프 : 기울기는 가속도  $a$ , 밑면적은 변위(이동거리)  $s$

③ 가속도-시간( $a-t$ ) 그래프 : 밑면적은 속도  $v$

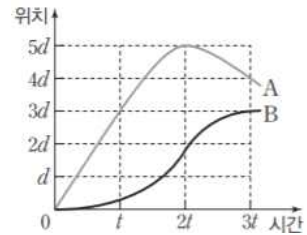
② 힘( $F$  : force)  $\Rightarrow$  벡터

- 운동 제 2법칙으로 정의되며 모양 또는 운동상태의 변화

- 단위 : 기본단위 N(뉴턴), gf(그램힘), kgf(킬로그램힘)

#### 2023 수능특강 01강 - 2점짜리 4번 (해답 31쪽)

그림은 동일 직선상에서 운동하는 물체 A, B의 위치를 시간에 따라 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?



ㄱ.  $t$ 일 때, A와 B의 운동 방향은 같다.

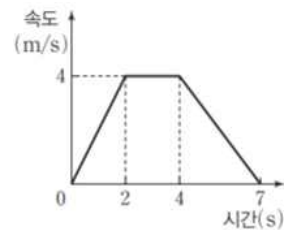
ㄴ.  $2t$ 일 때, 속력은 A가 B보다 크다.

ㄷ. 0부터  $3t$ 까지 평균 속력은 A가 B의  $\frac{4}{3}$ 배이다.

① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄱ, ㄷ

#### 2023 수능특강 01강 - 2점짜리 5번 (해답 31쪽)

그림은 직선 운동하는 물체의 속도를 시간에 따라 나타낸 것이다. 물체의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?



ㄱ. 0초부터 4초까지 이동 거리는 12m이다.

ㄴ. 5초일 때 가속도의 크기는  $\frac{4}{3}\text{m/s}^2$ 이다.

ㄷ. 0초일 때와 7초일 때의 위치는 같다.

① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

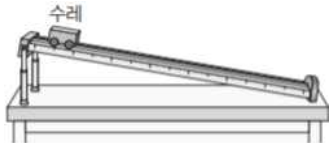
### 3. 시간과 공간으로부터 나온 물리량 13

2023 수능특강 01강 - 2점짜리 6번 (해답 31쪽)

다음은 물체의 운동을 분석하기 위한 실험이다.

[실험 과정]

(가) 그림과 같이 빗면에서 직선 운동하는 수레를 디지털카메라로 동영상 촬영한다.



(나) 동영상 분석 프로그램을 이용하여 0.2초 간격으로 수레의 위치를 기록한다.

[실험 결과]

시간(s)	0	0.2	0.4	0.6	0.8
위치(m)	0	0.1	0.4	㉟	1.6

- 수레는 가속도의 크기가 ㉠  $\text{m/s}^2$ 인 등가속도 직선 운동을 한다.

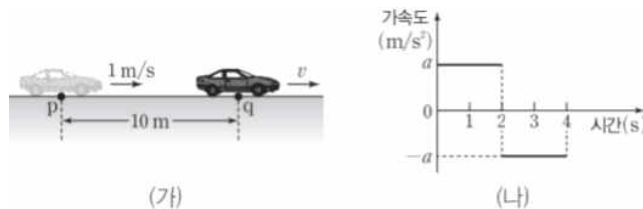
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. ㉟은 0.9이다.  
 ㄴ. 0.3초일 때 수레의 속력은  $1\text{m/s}$ 이다.  
 ㄷ. ㉠은 2이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄱ, ㄷ

2023 수능특강 01강 - 2점짜리 9번 (해답 32쪽)

그림 (가)는 직선 운동하는 자동차의 모습을 나타낸 것이다. 자동차의 속력은 0초일 때 점 p에서  $1\text{m/s}$ , 4초일 때 점 q에서  $v$ 이고, p와 q 사이의 거리는  $10\text{m}$ 이다. 그림 (나)는 자동차의 가속도를 시간에 따라 나타낸 것이다.



자동차의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, 자동차의 크기는 무시한다.)

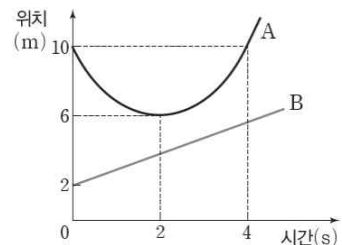
- ㄱ.  $v = 3\text{m/s}$ 이다.  
 ㄴ. 1초일 때 가속도의 크기는  $1.5\text{m/s}^2$ 이다.  
 ㄷ. 3초일 때 자동차의 위치는 p로부터  $8.5\text{m}$  떨어진 지점이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄴ, ㄷ

2023 수능완성 01강 - 2점짜리 5번 (해답 32쪽)

그림은 동일 직선상에서 등가속도 운동을 하는 물체 A와 등속도 운동을 하는 물체 B의 위치를 시간에 따라 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 0초부터 4초까지 A의 평균 속력은  $2\text{m/s}$ 이다.  
 ㄴ. 1초일 때 A와 B의 운동 방향은 같다.  
 ㄷ. 4초일 때 속력은 A가 B보다 크다.

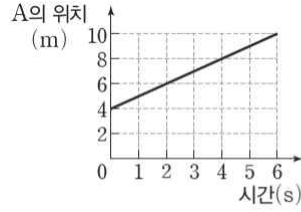


- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

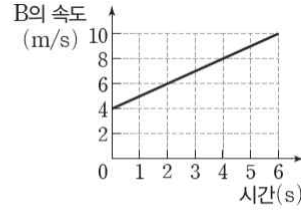
## 14 3. 시간과 공간으로부터 나온 물리량

2023 수능완성 01강 - 2점짜리 7번 (해답 32쪽)

그림 (가)는 직선 운동하는 물체 A의 위치를 시간에 따라 나타낸 것이고, (나)는 직선 운동하는 물체 B의 속도를 시간에 따라 나타낸 것이다.



(가)



(나)

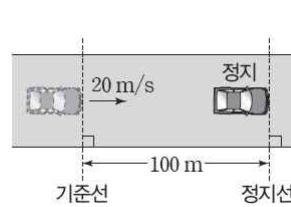
A, B의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?

- |   |
|---|
| ㄱ. 1초일 때 A의 속력은 1m/s이다.<br>ㄴ. 2초일 때 B의 가속도의 크기는 $2\text{m/s}^2$ 이다.<br>ㄷ. 0초부터 4초까지 이동한 거리는 B가 A의 8배이다. |
|---|

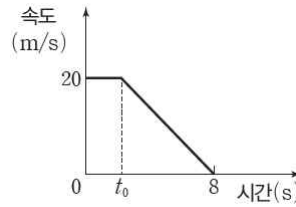
- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄴ, ㄷ

2023 수능완성 01강 - 2점짜리 8번 (해답 33쪽)

그림 (가)는 수평한 직선 도로에서 도로와 나란하게 운동하는 자동차를 나타낸 것이다. 그림 (나)는 자동차가 기준선을  $20\text{m/s}$ 의 속력으로 통과하는 순간부터 정지선에 정지할 때까지 자동차의 속도를 시간에 따라 나타낸 것이다. 기준선과 정지선 사이의 거리는  $100\text{m}$ 이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, 자동차의 크기는 무시한다.)

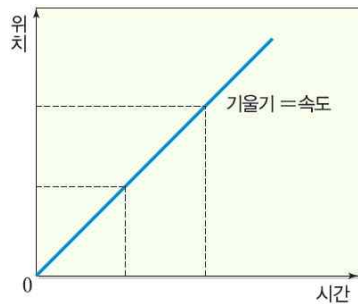
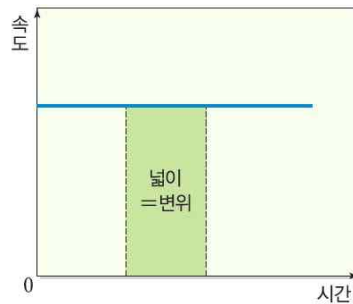
- |   |
|---|
| ㄱ. 자동차가 기준선에서 정지선까지 운동하는 동안 평균 속력은 $10\text{m/s}$ 이다.<br>ㄴ. $t_0 = 2$ 이다.<br>ㄷ. 5초일 때 자동차의 가속도의 크기는 $4\text{m/s}^2$ 이다. |
|---|

- ① ㄴ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄴ, ㄷ

## 4. 여러 가지 운동

## (1) 등속 직선 운동 (= 등속도 운동)

- ① 속도(속력+방향)이 모두 일정한 운동
  - 가속도가 없는 운동으로, 알짜힘이 없는 운동
- ② 기본 공식 :  $a = 0$ ,  $v = \text{const.}$ ,  $s = v \times t$
- ③ 그래프 분석
  - 거리-시간( $s-t$ ) 그래프 :  $s = v \times t$ 에서 기울기가 일정한 1차 함수 (기울기 : 속도  $v$ )
  - 속도-시간( $v-t$ ) 그래프 :  $v$ 가 일정  $\Rightarrow$  상수 함수 (밑넓이 : 이동거리(변위)  $s$ )

[위치-시간( $s-t$ ) 그래프][속도-시간( $v-t$ ) 그래프]

## (2) 등가속도 직선 운동

- ① 시간에 따라 속도가 일정하게 변화(증가/감소)하는 운동
  - 지구상의 모든 낙하 운동은  $a = g = 9.8\text{m/s}^2$ 인 등가속도 운동
- ② 등가속도 운동에서 평균속도

시간에 따라 속도가 일정하게 변하므로 평균속도는  $\bar{v} = \frac{v + v_0}{2}$

- ③ 등가속도 운동의 3가지 공식
  - 처음 위치와 시간을 0으로 가정 :  $x_0 = 0$ ,  $t_0 = 0$   
 $\Rightarrow$  구별하기 위해 처음 시작할 때에는 아래 첨자로 0을 붙임  
 예) 처음 위치  $x_0$ , 처음 속도  $v_0$ , 처음 시간  $t_0$

- 속도식 : 가속도의 정의  $a = \frac{v - v_0}{t} \Rightarrow v = v_0 + at$

- 변위식 : 이동한 변위를 평균속도로 표현하면  $s = \bar{v} \times t$

$$\bar{v} = \frac{v + v_0}{2} \text{ 이므로, } s = \frac{v + v_0}{2} \times t = \frac{(v_0 + at) + v_0}{2} \times t = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

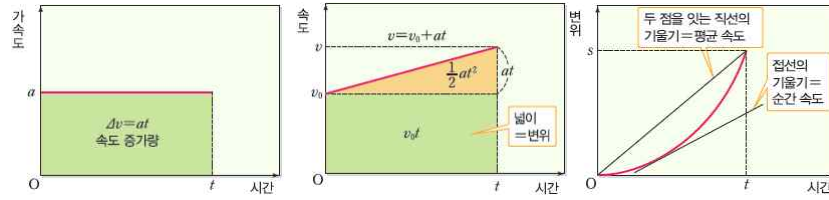
- 가속도식 : 속도식에서  $t = \frac{v - v_0}{a}$

$$s = \bar{v} \times t = \frac{v + v_0}{2} \times \frac{v - v_0}{a} = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow 2as = v^2 - v_0^2$$

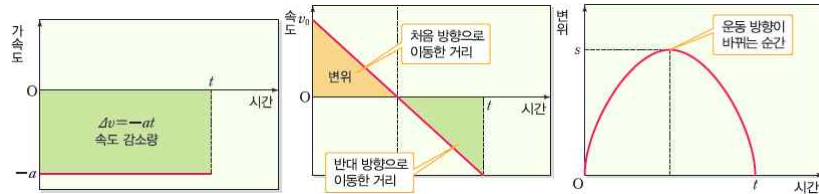
※ 등가속도 공식 :  $\bar{v} = \frac{v + v_0}{2}$ ,  $v = v_0 + at$ ,  $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ ,  $v^2 - v_0^2 = 2as$

- ④ 등가속도 운동의 그래프
  - $a > 0$ 인 경우

## 16 4. 여러 가지 운동

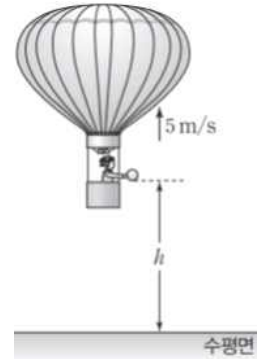


-  $a < 0$  인 경우



### 2023 수능특강 01강 - 2점짜리 7번 (해답 33쪽)

그림은 연직 위 방향으로 일정한 속력  $5\text{m/s}$ 로 운동하는 열기구 안에 서 있는 사람이 들고 있던 물체의 높이가 시간  $t=0$ 일 때  $h$ 인 것을 나타낸 것이다.  $t=0$ 일 때 들고 있던 물체를 가만히 놓았더니  $t=3\text{초}$ 일 때 물체는 수평면에 도달한다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $10\text{m/s}^2$ 이고, 물체의 크기 및 공기 저항은 무시한다.)

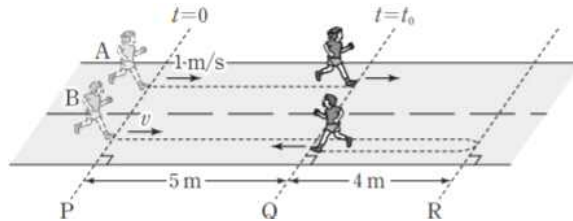


- ㄱ.  $t=0.5\text{초}$ 일 때 물체의 운동 방향이 바뀐다.  
 ㄴ.  $t=0$ 부터  $t=1\text{초}$ 까지 물체의 변위는 0이다.  
 ㄷ.  $h=30\text{m}$ 이다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

### 2023 수능특강 01강 - 2점짜리 8번 (해답 34쪽)

그림과 같이 시간  $t=0$ 일 때 직선 도로를 따라 등속도 운동을 하는 학생 A와 등가속도 운동을 하는 학생 B가 각각  $1\text{m/s}$ ,  $v$ 의 속력으로 기준선 P를 동시에 통과한 후,  $t=t_0$ 일 때 A가 기준선 Q를 통과하는 순간, B는 기준선 R까지 운동하고 되돌아와 Q를 A와 반대 방향으로 통과한다. P와 Q 사이의 거리, Q와 R 사이의 거리는 각각  $5\text{m}$ ,  $4\text{m}$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, A, B의 크기는 무시한다.)

- ㄱ.  $t_0=5\text{초}$ 이다.  
 ㄴ.  $v=6\text{m/s}$ 이다.  
 ㄷ.  $t=t_0$ 일 때, 속력은 B가 A의 3배이다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄱ, ㄷ    ⑤ ㄴ, ㄷ



## 4. 여러 가지 운동 17

2023 수능특강 01강 - 2점짜리 10번 (해답 34쪽)

다음은 동일한 직선 도로에 정지해 있다가 시간  $t=0$ 일 때 같은 방향으로 운동을 시작하는 자동차 A, B의 운동을 설명한 것이다.

- 기준선에 정지해 있던 A는  $t=0$ 부터  $t=5$ 초까지 크기가  $2\text{m/s}^2$ 인 일정한 가속도로 속력이 증가한 후, 등속 직선 운동을 한다.
- 기준선에서 50m만큼 앞선 지점에 정지해 있던 B는  $t=0$ 부터  $t=5$ 초까지 크기가  $4\text{m/s}^2$ 인 일정한 가속도로 속력이 증가한 후,  $t=5$ 초부터 크기가  $2\text{m/s}^2$ 인 일정한 가속도로 속력이 감소하는 운동을 하다가 운동 방향을 반대로 바꾸어 되돌아오는 등가속도 직선 운동을 한다.

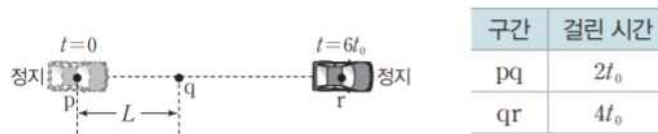
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, A, B의 크기는 무시한다.)

- ㄱ.  $t=5$ 초일 때 A와 B 사이의 거리는 100m이다.
- ㄴ.  $t=10$ 초일 때 A와 B의 속력은 서로 같다.
- ㄷ.  $t=20$ 초일 때 A와 B가 처음으로 만난다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2023 수능특강 01강 - 2점짜리 11번 (해답 35쪽)

그림은 시간  $t=0$ 일 때 점 p에 정지해 있던 자동차가 점 q를 지나  $t=6t_0$ 일 때 점 r에 도달하여 정지한 것을 나타낸 것으로, 자동차는 구간 pq, qr에서 각각 등가속도 직선 운동을 한다. p, q, r는 일직선상의 점이고 p와 q 사이의 거리는  $L$ 이다. 표는 각 구간을 운동하는 데 걸린 시간을 나타낸 것이다.

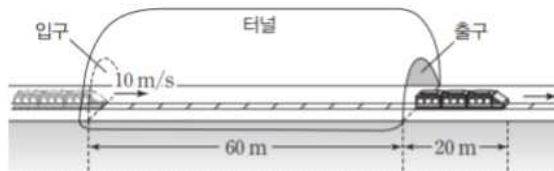


자동차가  $t=t_0$ 부터  $t=4t_0$ 까지 이동한 거리는? (단, 자동차의 크기는 무시한다.)

- ①  $\frac{7}{4}L$       ②  $2L$       ③  $\frac{9}{4}L$       ④  $\frac{5}{2}L$       ⑤  $\frac{11}{4}L$

2023 수능특강 01강 - 2점짜리 12번 (해답 35쪽)

그림과 같이 시간  $t=0$ 일 때 기차의 앞쪽 끝이 속력  $10\text{m/s}$ 로 터널의 입구를 통과한 순간부터  $t=5$ 초일 때 기차의 뒤쪽 끝이 터널 출구를 통과할 때까지 등가속도 직선 운동을 한다. 기차와 터널의 길이는 각각 20m, 60m이다.



$t=0$ 부터  $t=5$ 초까지 기차의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 이동 거리는 80m이다.
- ㄴ.  $t=5$ 초일 때 속력은  $20\text{m/s}$ 이다.
- ㄷ. 가속도의 크기는  $2\text{m/s}^2$ 이다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄴ, ㄷ

## 18 4. 여러 가지 운동

2023 수능특강 01강 - 2점짜리 13번 (해답 36쪽)

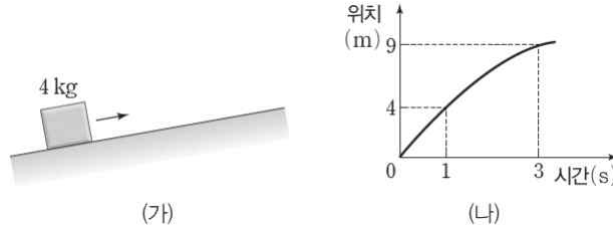
그림은 물체가 수평면 위의 점 p를 통과한 후 등가속도 직선 운동을 하여 점 q, r를 지나 점 s에 정지한 것을 나타낸 것이다. p, q, r, s 사이의 간격은 모두 같다. q, r에서 물체의 속력이 각각  $v_q$ ,  $v_r$ 라고 할 때,  $\frac{v_q}{v_r}$ 는? (단, 물체의 크기는 무시한다.)



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

2023 수능완성 01강 - 2점짜리 6번 (해답 36쪽)

그림 (가)와 같이 질량이 4kg인 물체가 빗면을 따라 등가속도 직선 운동을 한다. 그림 (나)는 물체의 위치를 시간에 따라 나타낸 것이다.



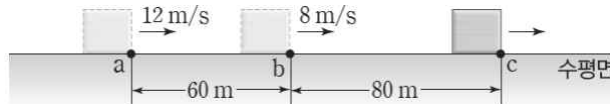
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 0초부터 3초까지 물체의 운동 방향과 가속도의 방향은 같다.  
 ㄴ. 0초일 때 물체의 속력은  $\frac{9}{2}$  m/s이다.  
 ㄷ. 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는 8N이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄴ    ⑤ ㄴ, ㄷ

2023 수능완성 01강 - 2점짜리 9번 (해답 37쪽)

그림과 같이 수평면에서 물체가 ab 구간과 bc 구간에서 가속도의 크기가 각각  $a_1$ ,  $a_2$ 인 등가속도 직선 운동을 한다. 점 a, b에서 물체의 속력은 각각 12m/s, 8m/s이고, a에서 점 c까지 물체의 평균 속력은 14m/s이다.



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

- ㄱ. 물체가 a에서 b까지 이동하는 데 걸린 시간은 6초이다.  
 ㄴ. c에서 물체의 속력은 32m/s이다.  
 ㄷ.  $a_2$ 는  $a_1$ 의 9배이다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

#### 4. 여러 가지 운동 19

2023 수능완성 01강 - 2점짜리 10번 (해답 37쪽)

표는 등가속도 직선 운동을 하는 물체 A, B의 속력을 시간에 따라 나타낸 것이다.

시간(초)	1	3	5	7
A의 속력(m/s)	4	6	8	10
B의 속력(m/s)	㉠	3	1	5

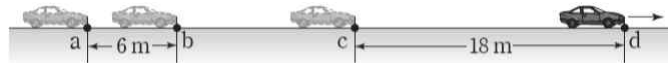
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. A의 가속도의 크기는  $1\text{m/s}^2$ 이다.  
 ㄴ. ㉠은 7이다.  
 ㄷ. 1초부터 7초까지 이동한 거리는 A가 B의 2배이다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2023 수능완성 01강 - 2점짜리 11번 (해답 38쪽)

그림은 수평면에서 등가속도 직선 운동을 하는 자동차의 위치를 1초마다 나타낸 것이다. 점 a~d는 수평면상의 지점이며, a와 b 사이의 거리는 6m이고, c와 d 사이의 거리는 18m이다.

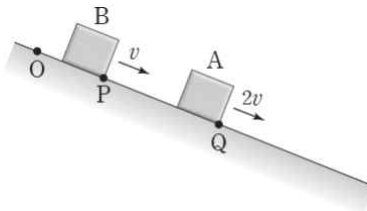


자동차의 가속도의 크기는? (단, 자동차의 크기는 무시한다.)

- ①  $4\text{m/s}^2$       ②  $6\text{m/s}^2$       ③  $8\text{m/s}^2$       ④  $10\text{m/s}^2$       ⑤  $12\text{m/s}^2$

2023 수능완성 01강 - 2점짜리 12번 (해답 38쪽)

그림은 빗면에서 점 O에 물체 A를 가만히 놓고, 시간  $t_0$  후 물체 B를 O에 가만히 놓았을 때, B, A가 각각 점 P, Q를  $v$ ,  $2v$ 의 속력으로 지나는 순간을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

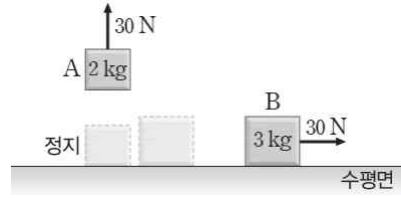
- ㄱ. A의 가속도의 크기는  $\frac{v}{t_0}$ 이다.  
 ㄴ. A와 B 사이의 거리는 일정하다.  
 ㄷ. B가 Q를 지나는 속력은  $2v$ 이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄴ, ㄷ

## 20 4. 여러 가지 운동

2023 수능완성 02강 - 2점짜리 1번 (해답 39쪽)

그림은 수평면에 정지해 있던 물체 A, B에 각각 연직 위 방향, 수평 방향으로 30N의 힘이 작용하여 등가속도 직선 운동을 하는 모습을 나타낸 것이다. A, B의 질량은 각각 2kg, 3kg이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $10\text{m/s}^2$ 이고, 물체의 크기, 마찰은 무시한다.)

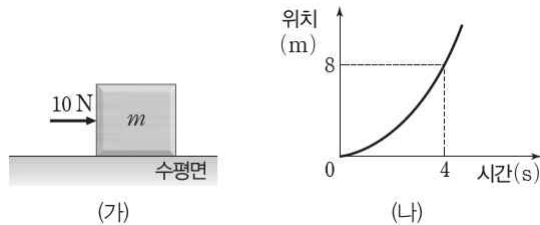


- ㄱ. 작용하는 알짜힘의 크기는 A와 B가 같다.  
 ㄴ. A의 가속도의 크기는  $5\text{m/s}^2$ 이다.  
 ㄷ. 정지 상태에서 1m를 이동하는 데 걸리는 시간은 A가 B의 2배이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2023 수능완성 02강 - 2점짜리 3번 (해답 39쪽)

그림 (가)는 수평면에 정지해 있는 질량  $m$ 인 물체에 수평 방향으로 10N의 힘을 작용하는 모습을, (나)는 정지해 있던 물체가 등가속도 운동을 하는 순간부터 물체의 위치를 시간에 따라 나타낸 것이다.



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

- ㄱ. 0초부터 4초까지 물체의 평균 속력은  $2\text{m/s}$ 이다.  
 ㄴ. 물체의 가속도의 크기는  $2\text{m/s}^2$ 이다.  
 ㄷ.  $m = 10\text{kg}$ 이다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄴ, ㄷ

2023 수능(2022년 시행) 14번 (해답 39쪽)

그림 (가)는 빗면의 점 p에 가만히 놓은 물체 A가 등가속도 운동하는 것을, (나)는 (가)에서 A의 속력이  $v$ 가 되는 순간, 빗면을 내려오던 물체 B가 p를 속력  $2v$ 로 지나는 것을 나타낸 것이다. 이후 A, B는 각각 속력  $v_A$ ,  $v_B$ 로 만난다.



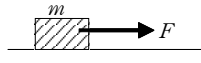
$\frac{v_B}{v_A}$ 는? (단, 물체의 크기, 모든 마찰은 무시한다.)

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

## 5 여러 물체에 작용하는 힘 - 장력

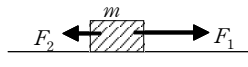
### (1) 한 물체에 작용하는 힘

① 한 물체에 하나의 힘



$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m}$$

② 한 물체에 두 힘 (단.  $F_1 > F_2$ )



$$F_1 - F_2 = ma \Rightarrow a = \frac{F_1 - F_2}{m}$$

### (2) 연결된 2개 물체에 작용하는 힘

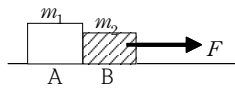
① 장력(T : Tension) : 연결된 끈이 팽팽해지는데 작용한 힘

⇒ 장력에 의해 물체 사이의 힘이 전달됨 (장력은 두 물체에 작용-반작용임)

② 문제를 해결하는 방법

- 연결된 두 물체를 하나의 물체로 취급
- 각각의 물체 하나하나를 놓고 계산함

③ 이어진 연결된 두 물체에 작용하는 하나의 힘



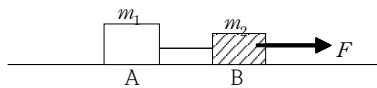
가속도 구하기 : 두 물체를 하나의 물체로 취급



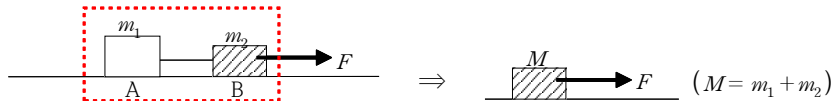
$$(M = m_1 + m_2)$$

따라서  $F = Ma = (m_1 + m_2)a \Rightarrow a = \frac{F}{m_1 + m_2}$

④ 끈으로 연결된 두 물체에 작용하는 하나의 힘



가속도 구하기 : 두 물체를 하나의 물체로 취급

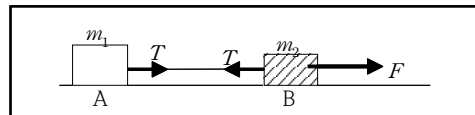


$$(M = m_1 + m_2)$$

따라서  $F = Ma = (m_1 + m_2)a \Rightarrow a = \frac{F}{m_1 + m_2}$

- 장력 구하기

A물체 :  $T = m_1 a = \frac{m_1}{m_1 + m_2} F$

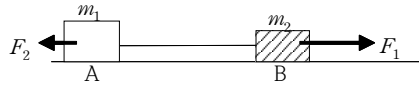


B물체 :  $F - T = m_2 a \Rightarrow T = F - m_2 a = \frac{F(m_1 + m_2) - m_2 F}{m_1 + m_2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} F$

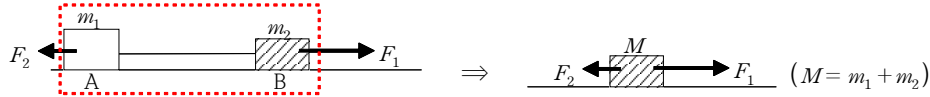
※ 장력은 '작용-반작용'이므로, 두 힘은 크기는 같고 방향은 반대

⑤ 두 물체에 작용하는 두 힘 (단.  $F_1 > F_2$ )

## 22 5. 여러 물체에 작용하는 힘 - 장력



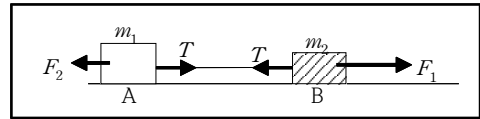
가속도 구하기 : 두 물체를 하나의 물체로 취급



$$\text{따라서 } F_1 - F_2 = Ma = (m_1 + m_2)a \Rightarrow a = \frac{F_1 - F_2}{m_1 + m_2}$$

- 장력 구하기

$$\text{A물체 : } T - F_2 = m_1 a = \frac{m_1(F_1 - F_2)}{m_1 + m_2}$$

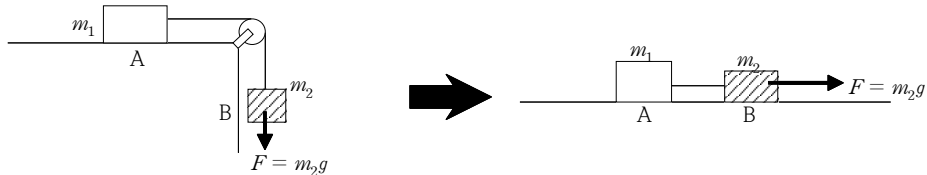


$$\Rightarrow T = F_2 + \frac{m_1(F_1 - F_2)}{m_1 + m_2} = \frac{(m_1 + m_2)F_2 + m_1(F_1 - F_2)}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 F_1 + m_2 F_2}{m_1 + m_2}$$

$$\text{B물체 : } F_1 - T = m_2 a \Rightarrow T = F_1 - m_2 a = \frac{m_1 F_1 + m_2 F_2}{m_1 + m_2}$$

### (3) 응용문제

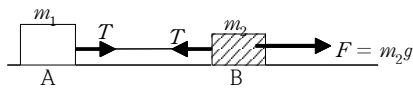
① (2)-④ 문제의 변형



가속도 구하기

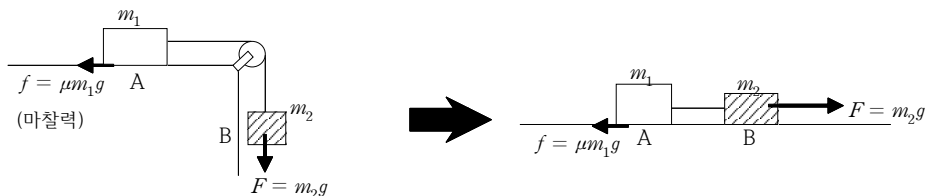
$$F = (m_1 + m_2)a \Rightarrow a = \frac{F}{m_1 + m_2} = \frac{m_2 g}{m_1 + m_2}$$

장력 구하기



$$\text{물체 A에서 } T = m_1 a = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} g \quad [\text{또는 물체 B에서 } F - T = m_2 a \text{를 이용해도 됨}]$$

② (2)-⑤ 문제의 변형 - I (단.  $F > f$ )

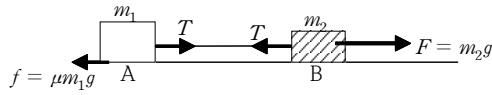


가속도 구하기

$$F - f = (m_1 + m_2)a \Rightarrow a = \frac{F - f}{m_1 + m_2} = \frac{m_2 g - \mu m_1 g}{m_1 + m_2} = \frac{(m_2 - \mu m_1)g}{m_1 + m_2}$$

## 5. 여러 물체에 작용하는 힘 - 장력 23

장력 구하기

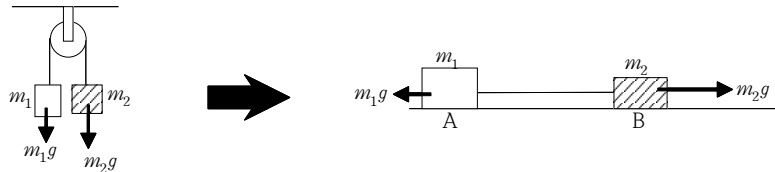


물체 A에서  $T - f = m_1 a$

$$\Rightarrow T = f + m_1 a = \mu m_1 g + \frac{m_1 g (m_2 - \mu m_1)}{m_1 + m_2} = \frac{(\mu + 1) m_1 m_2 g}{m_1 + m_2}$$

[물체 B에서  $F - T = m_2 a$ 에서 구해도 결과는 같음]

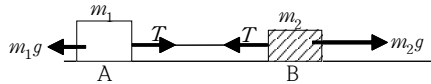
③ (2)-⑤ 문제의 변형 - II (단,  $m_2 > m_1$ )



가속도 구하기

$$m_2 g - m_1 g = (m_1 + m_2) a \Rightarrow a = \frac{(m_2 - m_1) g}{m_1 + m_2}$$

장력 구하기



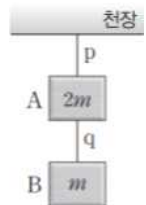
$$\text{물체 A에서 } T - m_1 g = m_1 a \Rightarrow T = m_1 g + m_1 a = \frac{2 m_1 m_2 g}{m_1 + m_2}$$

[물체 B에서  $m_2 g - T = m_2 a$ 에서 구해도 같은 결과임]

2023 수능특강 01강 - 2점짜리 15번 (해답 40쪽)

그림과 같이 물체 A, B가 실 p, q에 연결되어 정지해 있다. A, B의 질량은 각각  $2m$ ,  $m$ 이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, 실의 질량은 무시한다.)

- |  |
|--|
| ㄱ. p가 A를 당기는 힘과 A에 작용하는 중력은 평형 관계이다.       |
| ㄴ. q가 B를 당기는 힘과 B에 작용하는 중력은 작용 반작용 관계이다.   |
| ㄷ. p가 A를 당기는 힘의 크기는 q가 B를 당기는 힘의 크기의 3배이다. |

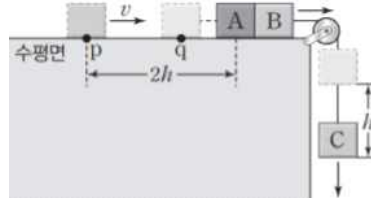


- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄷ    ⑤ ㄴ, ㄷ

## 24 5. 여러 물체에 작용하는 힘 - 장력

2023 수능특강 01강 - 2점짜리 17번 (해답 40쪽)

그림과 같이 일정한 속력  $v$ 로 등속 직선 운동을 하는 물체 A가 수평면 위의 점 p를 통과하는 순간, 물체 C와 실로 연결된 물체 B를 수평면 위의 점 q에 가만히 놓았더니 등가속도 운동을 하는 C가  $h$ 만큼 이동하였을 때, A와 B가 충돌하였다. A가 p를 통과한 순간부터 A와 B가 충돌할 때까지 A의 이동 거리는  $2h$ 이고, B와 C의 질량은 같다.

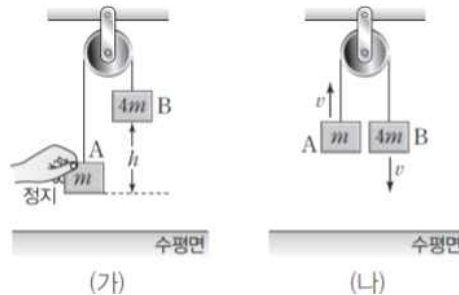


$v$ 는? (단, 중력 가속도는  $g$ 이고, 물체의 크기 및 실의 질량, 모든 마찰은 무시한다.)

- ①  $\sqrt{\frac{gh}{2}}$     ②  $\sqrt{gh}$     ③  $\sqrt{2gh}$     ④  $\sqrt{3gh}$     ⑤  $2\sqrt{gh}$

2023 수능특강 01강 - 2점짜리 20번 (해답 41쪽)

그림 (가)는 질량이 각각  $m$ ,  $4m$ 인 물체 A, B를 실로 연결한 후, A를 손으로 잡아 A와 B가  $h$ 의 높이 차를 이루며 정지한 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)에서 A를 가만히 놓았더니 A, B가 운동을 하여 A, B의 높이가 같아진 순간 A, B의 속력이  $v$ 인 것을 나타낸 것이다.



$v$ 는? (단, 중력 가속도는  $g$ 이고, A와 B의 크기 및 실의 질량, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

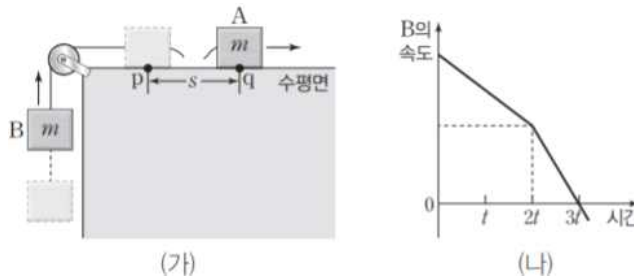
- ①  $\sqrt{\frac{1}{5}gh}$     ②  $\sqrt{\frac{2}{5}gh}$     ③  $\sqrt{\frac{3}{5}gh}$     ④  $\sqrt{\frac{4}{5}gh}$     ⑤  $\sqrt{gh}$



## 5. 여러 물체에 작용하는 힘 - 장력 25

2023 수능특강 01강 - 2점짜리 18번 (해답 41쪽)

그림 (가)는 물체 B와 실로 연결된 물체 A가 수평면 위의 점 p를 통과하여 등가속도 운동을 하다가 점 q에 도달하는 순간 B와 연결된 실이 끊어지는 것을 나타낸 것이다. A와 B의 질량은  $m$ 으로 같고, p와 q 사이의 거리는  $s$ 이다. 그림 (나)는 A가 p를 통과한 순간부터 B의 속도를 시간에 따라 나타낸 것이고,  $2t$ 일 때 실이 끊어진다. B의 가속도 크기는 실이 끊어진 후가 끊어지기 전의 2배이다.



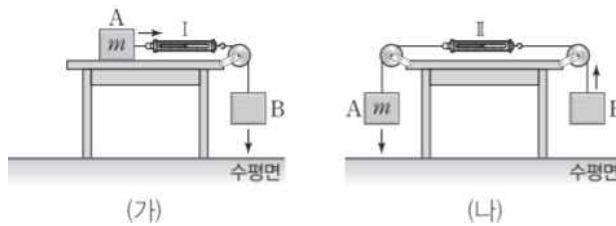
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $g$ 이고, A와 B의 크기 및 실의 질량, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

- ㄱ.  $t$ 일 때, A의 가속도의 크기는  $\frac{1}{3}g$ 이다.
- ㄴ.  $t$ 일 때, 실이 B에 작용하는 힘의 크기는  $\frac{1}{2}mg$ 이다.
- ㄷ.  $s = 3gt^2$ 이다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2023 수능특강 01강 - 2점짜리 19번 (해답 41쪽)

그림 (가)와 같이 수평한 책상면 위에 놓인 질량이  $m$ 인 물체 A가 용수철저울 I과 실로 물체 B에 연결되어 등가속도 운동을 한다. I에 측정된 힘의 크기는  $\frac{1}{3}mg$ 이다. 그림 (나)는 A, B가 용수철저울 II와 실에 연결되어 각각 연직 아래 방향, 연직 위 방향으로 등가속도 운동을 하는 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $g$ 이고, 실과 용수철저울의 질량, 모든 마찰은 무시한다.)

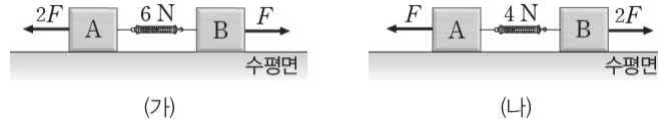
- ㄱ. B의 질량은  $\frac{1}{3}m$ 이다.
- ㄴ. A의 가속도의 크기는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.
- ㄷ. II에 측정된 힘의 크기는  $\frac{2}{3}mg$ 이다

- ① ㄴ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

## 26 5. 여러 물체에 작용하는 힘 - 장력

2023 수능완성 02강 - 2점짜리 2번 (해답 42쪽)

그림 (가)는 수평면에서 물체 A와 B를 용수철저울로 연결하고 수평 방향으로 크기가 각각  $2F$ ,  $F$ 로 일정한 힘을 반대 방향으로 작용하여 등가속도 운동을 하는 모습을, (나)는 A, B에 수평 방향으로 크기가 각각  $F$ ,  $2F$ 로 일정한 힘을 반대 방향으로 작용하여 등가속도 운동을 하는 모습을 나타낸 것이다. (가), (나)에서 용수철 저울로 측정한 힘의 크기는 각각 6N, 4N이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, 용수철저울과 실의 질량, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

ㄱ. A의 가속도의 크기는 (가)에서와 (나)에서가 같다.

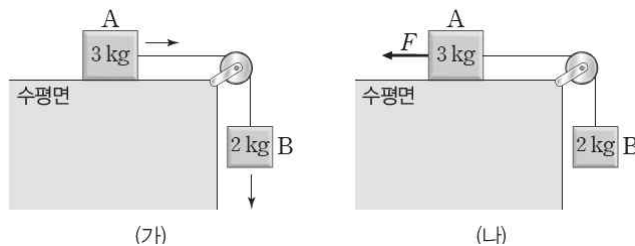
ㄴ.  $F = \frac{10}{3}$  N이다.

ㄷ. 질량은 B가 A의  $\frac{3}{2}$ 배이다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2023 수능완성 02강 - 2점짜리 4번 (해답 42쪽)

그림 (가)는 수평면상의 물체 A와 도르래 아래 물체 B가 실로 연결되어 등가속도 운동을 하는 모습을, (나)는 A에 수평 방향으로 크기가  $F$ 인 힘이 작용하여 등가속도 운동을 하는 모습을 나타낸 것이다. A, B의 질량은 각각 3kg, 2kg이고, (가)와 (나)에서 B의 가속도의 크기는 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $10\text{m/s}^2$ 이고, 실의 질량, 모든 마찰은 무시한다.)

ㄱ. (가)에서 A의 가속도의 크기는  $4\text{m/s}^2$ 이다.

ㄴ.  $F = 40\text{N}$ 이다.

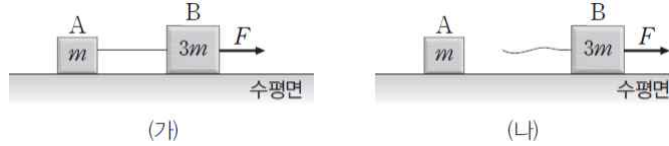
ㄷ. 실이 B에 작용하는 힘의 크기는 (나)에서가 (가)에서의 2배이다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

## 5. 여러 물체에 작용하는 힘 - 장력 27

2023 수능완성 02강 - 2점짜리 5번 (해답 42쪽)

그림 (가)와 같이 수평면에서 물체 A와 B가 실로 연결되어 등가속도 운동을 한다. B에는 수평 방향으로 크기가  $F$ 인 힘이 작용한다. 그림 (나)는 (가)에서 A와 B를 연결한 실이 끊어진 후의 모습을 나타낸 것이다. A, B의 질량은 각각  $m$ ,  $3m$ 이다.



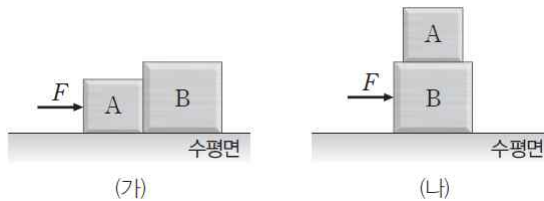
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, 실의 질량, 모든 마찰은 무시한다.)

- ㄱ. (가)에서 A의 가속도의 크기는  $\frac{F}{4m}$ 이다.  
 ㄴ. (나)에서 A의 속도는 일정하다.  
 ㄷ. B에 작용하는 알짜힘의 크기는 (나)에서가 (가)에서의  $\frac{4}{3}$ 배이다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2023 수능완성 02강 - 2점짜리 6번 (해답 43쪽)

그림 (가)는 물체 A에 수평 방향으로 크기가  $F$ 인 힘을, (나)는 물체 B에 수평 방향으로 크기가  $F$ 인 힘을 작용하는 것을 나타낸 것으로, (가)와 (나)에서 A, B는 함께 등가속도 직선 운동을 한다. 질량은 B가 A의 2배이다.



(가), (나)에서 A가 B에 수평 방향으로 작용하는 힘의 크기를 각각  $f_1$ ,  $f_2$ 라 할 때,  $\frac{f_2}{f_1}$ 는?

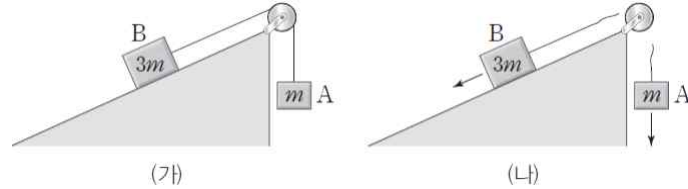
(단, 수평면과 물체 사이의 마찰은 무시한다.)

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

## 28 5. 여러 물체에 작용하는 힘 - 장력

2023 수능완성 02강 - 2점짜리 8번 (해답 43쪽)

그림 (가)는 물체 A와 B가 실로 연결되어 정지해 있는 모습을, (나)는 (가)에서 A와 B를 연결한 실을 끊었을 때 A, B가 등가속도 운동을 하는 모습을 나타낸 것이다. A, B의 질량은 각각  $m$ ,  $3m$ 이다.



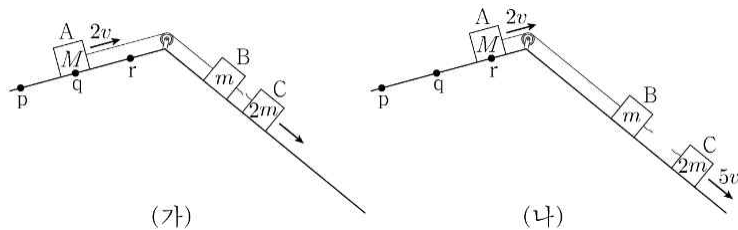
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $g$ 이고, 실의 질량, 모든 마찰은 무시한다.)

- ㄱ. (가)에서 실이 A에 작용하는 힘의 크기는  $mg$ 이다.  
 ㄴ. (나)에서 B에 작용하는 알짜힘의 크기는  $2mg$ 이다.  
 ㄷ. (나)에서 가속도의 크기는 A가 B의 3배이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄱ, ㄷ    ⑤ ㄴ, ㄷ

2023 수능(2022년 시행) 17번 (해답 43쪽)

그림 (가)와 같이 물체 A, B, C를 실로 연결하고 A를 점 p에 가만히 놓았더니, 물체가 각각의 빗면에서 등가속도 운동하여 A가 점 q를 속력  $2v$ 로 지나는 순간 B와 C 사이의 실이 끊어진다. 그림 (나)와 같이 (가) 이후 A와 B는 등속도, C는 등가속도 운동하여, A가 점 r를 속력  $2v$ 로 지나는 순간 C의 속력은  $5v$ 가 된다. p와 q 사이, q와 r 사이의 거리는 같다. A, B, C의 질량은 각각  $M$ ,  $m$ ,  $2m$ 이다.



$M$ 은? (단, 물체의 크기, 실의 질량, 모든 마찰은 무시한다.)

- ①  $2m$     ②  $3m$     ③  $4m$     ④  $5m$     ⑤  $6m$

## 1. 뉴턴 역학과 운동의 법칙

### 2023 수능특강 01강 - 2점짜리 14번 정답 : ⑤ (문제 3쪽)

뉴턴 운동 제2법칙(가속도 법칙)에 따라 물체의 가속도( $a$ )는 물체에 작용하는 힘( $F$ )에 비례하고 질량( $m$ )에 반비례한다( $a = \frac{F}{m}$ ).

- ㄱ. (가), (나)에서 수레에 작용하는 알짜힘의 크기가 각각  $F$ ,  $2F$ 이므로 수레의 가속도 크기는 (나)에서 가 (가)에서의 2배이다. 속도-시간 그래프에서 기울기가 수레의 가속도이므로, (가)의 기울기의 2배인 A가 (나)의 실험 결과이다.
- ㄴ. (다)에서는 수레에 작용하는 힘  $2F$ 를 통해 수레와 추가 함께 가속도 운동을 하므로 수레에 작용하는 알짜힘은  $2F$ 보다 작다. 따라서 수레에 작용하는 알짜힘의 크기는 (다)에서가 (가)에서의 2배보다 작다.
- ㄷ. 실험 결과에서 A가 (나)의 결과, B가 (다)의 결과이고 가속도의 크기는 (다)에서가 (나)에서의  $\frac{2}{3}$ 배이

므로 수레와 추의 질량의 합은 수레의 질량의  $\frac{3}{2}$ 배이다. 따라서 질량은 수레가 추의 2배이다.

#### [다른 풀이]

알짜힘  $F_{(가)} = F$ ,  $F_{(나)} = F_{(다)} = 2F$ , 전체 질량  $m_{수레} = m_{(가)} = m_{(나)} < m_{(다)} = m_{수레} + m_{추}$

$$\Rightarrow \text{가속도 } a = \frac{F}{m} \text{ 이므로, } a_{(가)} = \frac{F}{m_{수레}}, \quad a_{(나)} = \frac{2F}{m_{수레}}, \quad a_{(다)} = \frac{2F}{m_{수레} + m_{추}}$$

- ㄱ. 그래프의 기울기 = 가속도  $\Rightarrow a_{(나)} > a_{(다)}$ 이므로, A가 (나), B가 (다)임
- ㄴ. 그래프에서 A가  $6v$ 가 되는 시간을  $t_0$ 라하면,

$$a_{(가)} = \frac{3v}{t_0}, \quad a_{(다)} = \frac{4v}{t_0} \Rightarrow \text{수레의 질량이 같으므로, 알짜힘은 가속도에 비례}$$

$$\text{ㄷ. } F_{(나)} = F_{(다)} \Rightarrow m_{수레}a_{(나)} = (m_{수레} + m_{추})a_{(다)}$$

$$\Rightarrow m_{수레} \times \frac{6v}{t_0} = (m_{수레} + m_{추}) \times \frac{4v}{t_0} \Rightarrow 3m_{수레} = 2m_{수레} + 2m_{추} \quad \therefore m_{수레} = 2m_{추}$$

### 2023 수능특강 01강 - 2점짜리 16번 정답 : ① (문제 4쪽)

힘은 반드시 두 물체 사이에 상호 작용을 하여 물체 A가 물체 B에 힘을 작용하면, B는 A에 반대 방향으로 크기가 같은 힘을 작용한다.

- ㄱ. 컨테이너가 트럭을 누르는 힘의 크기는 컨테이너의 무게와 같은  $W_0$ 이다.
- ㄴ. 컨테이너에 작용하는 중력의 반작용은 컨테이너가 지구를 당기는 힘이다.
- ㄷ. 트럭이 저울을 누르는 힘은 트럭의 무게와 컨테이너의 무게를 합한 것과 같고, 그 크기는 저울의 측정값으로 나타난  $2W_0$ 이다.

### 2023 수능완성 02강 - 2점짜리 9번 정답 : ① (문제 4쪽)

지면에 실로 연결된 풍선이 실이 끊어진 후 연직 위로 떠오르는 것은 풍선에 연직 위 방향으로 작용하는 힘이 풍선에 작용하는 중력보다 크기 때문이다. 천장에 닿아 정지해 있는 풍선에 작용하는 알짜힘은 0이다.

- ㄱ. 풍선이 천장에 닿아 정지해 있으므로 풍선에 작용하는 알짜힘은 0이다.
- ㄴ. 풍선이 천장에 작용하는 힘과 천장이 풍선에 작용하는 힘은 작용 반작용 관계이므로 두 힘의 크기는 같다.
- ㄷ. 풍선에 작용하는 중력과 작용 반작용 관계의 힘은 풍선이 지구를 당기는 힘이다.

### 2023 수능완성 02강 - 2점짜리 7번 정답 : ① (문제 4쪽)

힘 센서에 측정되는 힘의 크기는 힘 센서를 수평 방향으로 당기는 힘의 크기이고, 가속도 센서에서 측정되는 가속도의 크기는 함께 운동하는 역학 수레의 가속도의 크기이다.

## 30 해답

과정 (2)에서 질량은 일정하고 수평 방향으로 작용하는 힘의 크기를 증가시키면 가속도의 크기도 증가한다. 역학 수레를 질량이  $m$ 인 A에서 질량이  $2m$ 인 B로 바꾸고 실험을 하면, 같은 크기의 힘을 작용하더라도 가속도의 크기는 더 작다. 따라서 가속도와 힘의 관계를 나타낸 그래프로 가장 적절한 것은 ㉠이다.

### 2023 수능완성 02강 - 2점짜리 10번 정답 : ④ (문제 5쪽)

보트는 직선 운동을 하고 보트의 속력이 일정하게 증가하므로 보트는 등가속도 직선 운동을 한다.

- ㄱ. A와 보트는 줄로 연결되어 함께 직선 운동을 하므로 A와 보트의 가속도의 크기는 같다.
- ㄴ. 보트의 운동 방향이 변하지 않고 속력은 일정하게 증가하므로 등가속도 직선 운동을 한다. 따라서 보트에 작용하는 알짜힘의 크기는 일정하다.
- ㄷ. 줄을 통해 보트는 A에 힘을 작용하므로 줄이 A를 당기는 힘의 크기와 줄이 보트를 당기는 힘의 크기는 같다.

### 2023 수능완성 02강 - 2점짜리 11번 정답 : ③ (문제 5쪽)

A와 B는 정지해 있으므로 A, B에 작용하는 알짜힘은 0이며, A와 B 사이에는 서로 밀어내는 전기력이 작용한다.

- ㄱ. A와 B 사이에는 서로 밀어내는 전기력이 작용하므로 A와 B는 같은 종류의 전하를 띤다.
- ㄴ. A에 작용하는 알짜힘이 0이므로 실이 A에 작용하는 힘의 크기와 B가 A에 작용하는 힘의 크기는 같다. 마찬가지로 B에 작용하는 알짜힘이 0이므로 실이 B에 작용하는 힘의 크기와 A가 B에 작용하는 전기력의 크기는 같다. A가 B에 작용하는 전기력과 B가 A에 작용하는 전기력은 작용 반작용 관계이므로 두 힘의 크기는 같다. 따라서 실이 A에 작용하는 힘의 크기와 A가 B에 작용하는 전기력의 크기는 같다.
- ㄷ. 실이 A에 작용하는 힘의 반작용은 A가 실에 작용하는 힘이며, 실이 B에 작용하는 힘의 반작용은 B가 실에 작용하는 힘이다.

### 2023 수능완성 02강 - 2점짜리 12번 정답 : ④ (문제 5쪽)

작용 반작용 관계에 있는 두 힘의 작용점은 상호 작용하는 각각의 물체에 있으며, 두 힘의 크기는 같고 방향은 반대이다.

- ㄱ. 사람이 벽을 수평 방향으로 미는 동안 벽이 사람을 수평 방향으로 밀어주게 되므로 사람의 속력은 증가한다. 따라서 사람의 속력은  $t_1$ 일 때가  $t_2$ 일 때보다 작다.
- ㄴ. 사람이 벽에 작용하는 힘과 벽이 사람에게 작용하는 힘은 작용 반작용 관계이므로  $t_1$ 일 때 벽이 사람에게 작용하는 힘의 크기는  $F_0$ 이다.
- ㄷ.  $t_2$ 일 때 벽이 사람에게 작용하는 힘이 0이고, 사람에게 작용하는 중력과 수평면이 사람에게 작용하는 힘이 평형을 이루어 사람은 일정한 속도로 운동한다.

### 2023 수능(2022년 시행) 6번 정답 : ⑤ (문제 6쪽)

- ㄱ. A에 작용하는 알짜힘이 0이므로 실이 A를 당기는 힘의 크기는 A의 무게  $1N$ 과 같다. 실이 A를 당기는 힘의 크기와 실이 B를 당기는 힘의 크기는 서로 같으므로 실이 B를 당기는 힘의 크기는  $1N$ 이다.
- ㄴ. B가 저울을 누르는 힘과 저울이 B를 떠받치는 힘은 두 물체 사이에 상호 작용하는 힘의 쌍이므로 작용 반작용 관계이다.
- ㄷ. B의 무게=실이 B를 당기는 힘의 크기+저울이 B를 받치는 힘의 크기(저울에 측정된 힘의 크기)이다. 따라서 B의 무게는  $3N$ 이다.

## 3. 시간과 공간으로부터 나온 물리량

2023 수능특강 01강 - 2점짜리 4번 정답 : ㉠ (문제 12쪽)

직선 운동하는 물체의 위치-시간 그래프에서 두 점을 연결한 직선의 기울기는 물체의 평균속도와 같고, 한 점에서 그은 접선의 기울기는 물체의 순간속도와 같다.

- ㄱ.  $t$ 일 때, 그래프에서 A, B의 기울기가 모두 (+)값이므로 A, B의 운동 방향은 (+)방향으로 같다.
- ㄴ.  $2t$ 일 때, 그래프에서 A의 기울기는 0이고, B의 기울기는 (+)값이다. 따라서  $2t$ 일 때 속력은 A가 B보다 작다.
- ㄷ. 0부터  $3t$ 까지 A는 위치가  $5d$ 인 지점까지 갔다가 다시  $4d$ 인 지점까지 되돌아오고, B는 (+)방향으로  $3d$ 인 지점까지 운동한다. 따라서 0부터  $3t$ 까지 A, B의 이동 거리가 각각  $5d$ ,  $3d$ 이므로 평균 속력은 A가 B의 2배이다.

2023 수능특강 01강 - 2점짜리 5번 정답 : ㉡ (문제 12쪽)

물체의 속도-시간 그래프에서 그래프의 기울기는 물체의 가속도와 같고, 그래프와 시간 축이 이루는 면적은 물체의 변위와 같다.

- ㄱ. 물체의 운동 방향이 일정하므로 0초부터 4초까지 물체의 이동 거리는 0초부터 4초까지의 그래프가 시간 축과 이루는 면적과 같다. 따라서 0초부터 4초까지 물체의 이동 거리는 12m이다.
- ㄴ. 5초일 때, 그래프의 기울기가 (-)값이므로 물체의 가속도의 크기는 기울기의 절댓값과 같은  $\frac{4}{3}\text{m/s}^2$ 이다.
- ㄷ. 물체는 0초일 때 운동을 시작하여 7초일 때까지 속력이 증가, 일정, 감소하며 운동 방향의 변화 없이 한 방향으로만 운동한다. 따라서 0초부터 7초까지의 변위의 크기는 그래프가 시간 축과 이루는 면적인 18 m이므로, 0초일 때와 7초일 때의 위치는 다르다.

2023 수능특강 01강 - 2점짜리 6번 정답 : ㉠ (문제 13쪽)

빛면에 가만히 놓인 수레의 위치가 시간의 제곱에 비례하며 증가하고 있으므로 수레는 빛면 위에서 등가속도 직선 운동을 하고 있다. 등가속도 직선 운동을 하는 물체의  $t_1$ 부터  $t_2$ 까지 평균 속력은  $\frac{t_1+t_2}{2}$  일 때의 순간 속력과 같다.

- ㄱ. 물체의 변위의 크기는 시간의 제곱에 비례하므로 0.6초일 때 수레의 위치는 0.9m이다.
- ㄴ. 0.3초일 때 수레의 속력은 0.2초부터 0.4초까지 수레의 평균 속력과 같다. 따라서 0.3초일 때 수레의 속력은  $v = \frac{0.4\text{m} - 0.1\text{m}}{0.4\text{s} - 0.2\text{s}} = 1.5\text{m/s}$ 이다.
- ㄷ. 수레의 변위의 크기가 시간의 제곱에 비례하므로 0초일 때 수레는 정지한 상태이고, 0.3초일 때 수레의 속력이 1.5 m/s이므로 등가속도 운동을 하는 수레의 가속도  $a = \frac{1.5\text{m/s}}{0.3\text{s}} = 5\text{m/s}^2$ 이다.

[다른 풀이]

실험 결과를 보면, 다음과 같음

시간 $t(\text{s})$	0	0.2	0.4	0.6	0.8
위치 $s(\text{m})$	0	0.1	0.4	㉠	1.6
평균속도 $\bar{v} = \frac{s}{t} (\text{m/s})$		$\frac{0.1}{0.2} = \frac{1}{2}$	$\frac{0.3}{0.2} = \frac{3}{2}$	$\frac{㉠ - 0.4}{0.2}$	$\frac{1.6 - ㉠}{0.2}$
가속도 $a = \frac{\Delta \bar{v}}{\Delta t} (\text{m})$		$\frac{1}{0.2}$	$\frac{㉠ - 0.7}{0.04}$	$\frac{2 - 2㉠}{0.04}$	

- ㄱ. 등가속도이므로  $\frac{1}{0.2} = \frac{㉠ - 0.7}{0.04} \quad \therefore ㉠ = 0.9$
- ㄴ. 등가속도이므로 0.3초일 때의 속력은 0.2~0.4초의 평균 속력임. 따라서  $\frac{3}{2}\text{m/s}$ 임.
- ㄷ. 가속도는 일정하므로  $a = \frac{1}{0.2} = 5\text{m/s}^2$

## 32 해답

### 2023 수능특강 01강 - 2점짜리 9번 정답 : ㉔ (문제 13쪽)

가속도-시간 그래프에서 그래프와 시간 축이 이루는 면적은 자동차의 속도 변화량과 같다. 가속도의 방향이 운동 방향과 같을 때는 자동차의 속력이 증가하고, 가속도의 방향이 운동 방향과 반대일 때는 자동차의 속력이 감소한다.

ㄱ. 0초부터 2초까지 자동차의 속도 증가량과 2초부터 4초까지 자동차의 속도 감소량이 각각  $2a$ 로 같다. 따라서 0초일 때와 4초일 때 자동차의 속력은 같으므로 q에서 자동차의 속력  $v=1\text{m/s}$ 이다.

ㄴ. 2초일 때 자동차의 속력은  $(1+2a)\text{m/s}$ 이므로

$$0\text{초부터 } 2\text{초까지 자동차의 평균 속도의 크기 } \bar{v}_{2\text{초} \sim 4\text{초}} = \frac{[1+(1+2a)]\text{m/s}}{2} = (1+a)\text{m/s와}$$

$$2\text{초부터 } 4\text{초까지 자동차의 평균 속도의 크기 } \bar{v}_{2\text{초} \sim 4\text{초}} = \frac{[(1+2a)+1]\text{m/s}}{2} = (1+a)\text{m/s는 서로 같다.}$$

따라서 4초 동안 자동차의 변위의 크기는  $(1+a)\text{ m/s} \times 4\text{ s} = 10\text{ m}$ 에서  $a = 1.5\text{ m/s}^2$ 이므로 1초일 때 자동차의 가속도 크기는  $1.5\text{m/s}^2$ 이다.

ㄷ. 3초일 때 자동차의 속력은  $v_3 = 2.5\text{m/s}$ 이므로

$$3\text{초부터 } 4\text{초까지 자동차의 변위의 크기 } s_{3\text{초} \sim 4\text{초}} = \frac{(2.5+1)\text{m/s}}{2} \times 1\text{s} = 1.75\text{m} \times \text{이다. 따라서 3초일 때}$$

자동차의 위치는 p로부터  $10\text{m} - 1.75\text{m} = 8.25\text{m}$  떨어진 지점이다.

#### [다른 풀이]

속도-시간 그래프를 그리면 다음과 같음

0~2초까지의 속도 증가량 = 2~4초까지의 속도 감소량

$$\Rightarrow v = 1\text{m/s}$$

4초 동안 이동한 거리는 빗금친 부분의 넓이이므로,

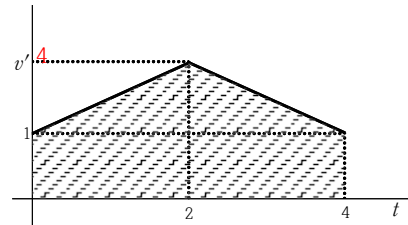
$$s = \frac{1}{2}(1+v') \times 2 \times 2 = 10 \quad \therefore v' = 4\text{m/s}$$

ㄴ. 가속도의 크기는 그래프의 기울기이므로,  $\frac{4-1}{2} = \frac{3}{2} = 1.5\text{m/s}^2$

ㄷ. 2~4초일 때 속도는 1초에  $1.5\text{m/s}$ 씩 감소하므로 3초일 때 속도는  $2.5\text{m/s}$ 임

$$3\sim 4\text{초 동안 이동한 거리는 아래 면적을 구하면 됨. } s = \frac{1}{2}(2.5+1) \times 1 = 1.75\text{m}$$

따라서 1~3초 동안 이동한 거리는  $10 - 1.75 = 8.25\text{m}$ 임



### 2023 수능완성 01강 - 2점짜리 5번 정답 : ㉓ (문제 13쪽)

시간에 따른 위치 그래프에서 그래프의 기울기는 속도를 의미한다. 0초부터 2초까지 A와 B는 서로 반대 방향으로 운동하고, 2초 이후부터 A와 B는 서로 같은 방향으로 운동한다.

ㄱ. A가 0초부터 2초까지 이동한 거리는  $4\text{m}$ 이고, 2초부터 4초까지 이동한 거리는  $4\text{m}$ 이므로, 0초부터

$$4\text{초까지 이동한 거리는 } 8\text{m} \text{이다. 따라서 평균 속력은 } \frac{8\text{m}}{4\text{s}} = 2\text{m/s} \text{이다.}$$

ㄴ. 0초부터 2초까지 A의 위치는  $10\text{m}$ 에서  $6\text{m}$ 로 감소하고, B의 위치는  $2\text{m}$ 에서 증가하므로 1초일 때 A와 B의 운동 방향은 서로 반대이다.

ㄷ. 4초일 때 A와 B는 서로 같은 방향으로 운동하고, 4초 전후로 A와 B 사이의 거리는 점점 멀어지므로 4초일 때 속력은 A가 B보다 크다.

### 2023 수능완성 01강 - 2점짜리 7번 정답 : ㉑ (문제 14쪽)

시간에 따른 위치 그래프에서 기울기는 속도를 의미하고, 시간에 따른 속도 그래프에서 기울기는 가속도를 의미하며, 시간에 따른 속도 그래프에서 그래프가 시간 축과 이루는 면적은 변위이다.

ㄱ. (가)에서 시간에 따른 위치 그래프의 기울기는  $1\text{m/s}$ 로 일정하므로, A는  $1\text{m/s}$ 의 속력으로 등속도



운동을 한다.

- ㄴ. (나)에서 시간에 따른 속도 그래프의 기울기는  $1\text{m/s}^2$ 으로 일정하므로, B는  $1\text{m/s}^2$ 의 가속도로 등가속도 운동을 한다.

- ㄷ. 0초부터 4초까지 A가 이동한 거리는  $4\text{m}$ 이고, B가 이동한 거리는

$$4\text{m/s} \times 4\text{s} + \frac{1}{2} \times 1\text{m/s}^2 \times (4\text{s})^2 = 24\text{m} \text{이다.}$$

**2023 수능완성 01강 - 2점짜리 8번 정답 : ① (문제 14쪽)**

자동차는 0초부터  $t_0$ 초까지 속도가  $20\text{m/s}$ 로 일정한 등속도 운동을 하고,  $t_0$ 초부터 8초까지 속도가 일정하게 감소하는 등가속도 운동을 한다. 시간에 따른 속도 그래프에서 그래프가 시간 축과 이루는 면적은 변위이다.

- ㄱ. 기준선에서 정지선까지 자동차의 이동거리는  $100\text{m}$ , 걸린 시간은 8초이므로 평균 속력은  $\frac{25}{2}\text{m/s}$ 이다.

- ㄴ. 시간에 따른 속도 그래프에서 그래프가 시간 축과 이루는 면적은  $100\text{m}$ 이다.

즉,  $100 = 20 \times t_0 + \frac{1}{2} \times (8 - t_0) \times 20$ 에서  $t_0 = 2$ 이다.

- ㄷ. 2초부터 8초까지 자동차의 속도는  $20\text{m/s}$ 만큼 감소하므로 자동차의 가속도의 크기는  $\frac{10}{3}\text{m/s}^2$ 이다.

따라서 5초일 때 자동차의 가속도의 크기는  $\frac{10}{3}\text{m/s}^2$ 이다.

## 4. 여러 가지 운동

**2023 수능특강 01강 - 2점짜리 7번 정답 : ⑤ (문제 16쪽)**

연직 위로 올라가는 열기구에서 가만히 놓은 물체는 연직 위로 던진 물체의 운동과 같이 처음 속력은 연직 위 방향이고, 중력에 의한 가속도 방향이 연직 아래 방향인 등가속도 직선 운동을 한다.

- ㄱ.  $t=0$ 일 때 물체의 속력은 연직 위 방향으로  $5\text{m/s}$ 이고 가속도는 연직 아래 방향으로  $10\text{m/s}^2$ 이다. 물체의 속력이 0이 될 때 물체의 운동 방향이 바뀌므로 물체의 운동 방향이 바뀌는 시간을  $t_0$ 이라고 하면,  $v = 5\text{m/s} - 10\text{m/s}^2 \times t_0 = 0$ 이므로  $t_0 = 0.5$ 초이다.

- ㄴ.  $t=1$ 초일 때 물체의 속도는  $v_1 = 5\text{m/s} - 10\text{m/s}^2 \times 1\text{s} = -5\text{m/s}$ 로 연직 아래 방향으로  $5\text{m/s}$ 이다. 따라서 물체는 놓여진 이후 0.5초 동안 연직 위로 올라갔다가  $t=0.5$ 초부터  $t=1$ 초까지 다시 연직 아래 방향으로 내려와 처음 놓여진 위치로 되돌아온다. 그러므로  $t=0$ 부터  $t=1$ 초까지 물체의 변위는 0이다.

- ㄷ. 물체가 높이  $h$ 인 곳을 통과하는  $t=1$ 초일 때 물체의 속도는 연직 아래 방향으로  $5\text{m/s}$ , 물체가 수평면에 도달하는  $t=3$ 초일 때 물체의 속도는 연직 아래 방향으로  $v_3 = 5\text{m/s} + 10\text{m/s}^2 \times 2\text{s} = 25\text{m/s}$ 이다.

이 동안 물체의 평균 속도의 크기  $\bar{v}_{13} = \frac{v_1 + v_3}{2} = 15\text{m/s}$ 이므로 낙하한 거리  $h = 15\text{m/s} \times 2\text{s} = 30\text{m}$ 이다.

**[다른 풀이]**

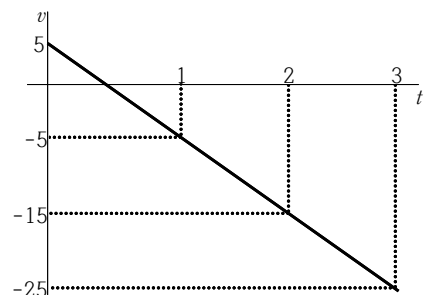
중력가속도가  $10\text{m/s}^2 \Rightarrow$  아래로 1초에 속도가  $10\text{m/s}$ 씩 증가  
오른쪽 그림은 위쪽을 (+)로 놓고, 속도-시간 그래프임

- ㄱ.  $t=0.5$ 초일 때  $v=0$ 이므로 방향이 바뀐다

- ㄴ.  $t=0.5$ 초를 대칭으로 면적이 같으므로 변위는 0

- ㄷ. 1초까지 변위가 0이므로  $h$ 는 1~3초 사이의 변위임

변위 = 면적이므로,  $s = \frac{1}{2} \times (5 + 25) \times 2 = 30\text{m}$



## 34 해답

### 2023 수능특강 01강 - 2점짜리 8번 정답 : ㉓ (문제 16쪽)

등속 직선 운동을 하는 A의 이동 거리는 속력과 시간의 곱과 같다. 등가속도 직선 운동을 하는 B는  $t=t_0$ 일 때 처음 운동 방향과 반대 방향으로 운동하고 있으므로 B의 가속도 방향은 처음 운동 방향과 반대 방향이고, 방향이 바뀌는 R에서 B의 속도는 0이다.

ㄱ. 등속 직선 운동을 하는 A가  $t_0$  동안 5m를 운동하였으므로  $t_0 = \frac{5\text{m}}{1\text{m/s}} = 5\text{초}$ 이다.

ㄴ. 5초 동안 등가속도 직선 운동을 하는 B가 처음 운동 방향으로 9m를 운동하였다가 반대 방향으로 4m만큼 되돌아오므로, 처음 운동 방향으로 운동한 시간은 3초, 반대 방향으로 되돌아오는 운동을 하는 시간은 2초이다. 따라서  $t=0$ 일 때 6m/s로 P를 통과하고 가속도의 크기가  $2\text{m/s}^2$ 인 운동을 하여 3초일 때 R에 도달한 후, 방향을 바꾸어 다음 2초 동안 R에서 Q로 운동한다.

ㄷ. B의 처음 속도는 P에서 R 방향으로 6m/s이고 가속도는 처음 운동 방향과 반대 방향으로  $2\text{m/s}^2$ 이므로  $t=t_0=5\text{초}$ 일 때 Q를 통과하는 B의 속도  $v_{BQ} = 6\text{m/s} - 2\text{m/s}^2 \times 5\text{s} = -4\text{m/s}$ 이다. 따라서  $t=t_0$ 일 때, A, B의 속력이 각각 1m/s, 4m/s이므로 속력은 B가 A의 4배이다.

#### [다른 풀이]

등속 운동하는 A가 1m/s로 5초 동안 이동했으므로  $t_0 = 5\text{초}$

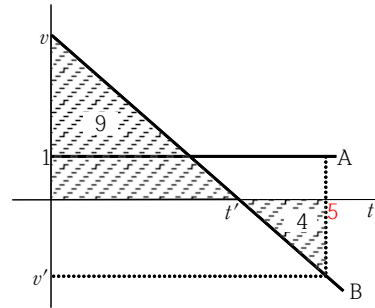
빛금친 영역은 이동거리이므로,  $9 = \frac{1}{2}vt'$ ,  $4 = \frac{1}{2}v'(5-t')$

$v > 0$ 인 영역과  $v < 0$ 인 영역의 삼각형은 서로 닮은꼴임

$$\Rightarrow \frac{t'}{5-t'} = \frac{v}{v'} \text{이므로, } \frac{9}{4} = \frac{\frac{1}{2}vt'}{\frac{1}{2}v'(5-t')} = \frac{vt'}{v'(5-t')} = \left(\frac{t'}{5-t'}\right)^2$$

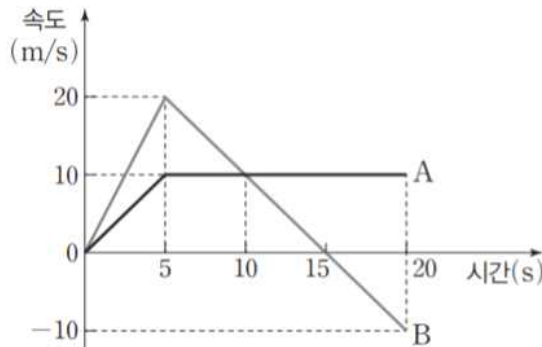
$$\text{즉, } \frac{t'}{5-t'} = \frac{3}{2} \text{이고, } t' = 3\text{초임}$$

$$\text{ㄱ. } t_0 = 5\text{초} \quad \text{ㄴ. } 9 = \frac{1}{2}vt' = \frac{1}{2} \times v \times 3 \quad \therefore v = 6\text{m/s} \quad \text{ㄷ. } 4 = \frac{1}{2}v'(5-t') = \frac{1}{2}v' \times 2 \quad \therefore v' = 4\text{m/s}$$



### 2023 수능특강 01강 - 2점짜리 10번 정답 : ㉔ (문제 17쪽)

자동차가 가속도 운동을 하는 동안 가속도의 크기와 시간의 곱만큼 속도가 변하고,  $t=5\text{초}$  이후 처음 운동 방향과 반대 방향의 가속도로 등가속도 직선 운동을 하는 B는 속력이 0이 된 후 운동 방향을 반대로 바꾸어 운동한다.



ㄱ.  $t=5\text{초}$ 일 때 A의 속력은  $v_{A5\text{초}} = 10\text{m/s}$ , B의 속력은  $v_{B5\text{초}} = 20\text{m/s}$ 이고,  $t=0$ 부터  $t=5\text{초}$ 까지 A, B의 평균 속력은 각각  $\bar{v}_A = 5\text{m/s}$ ,  $\bar{v}_B = 10\text{m/s}$ 이므로 이 동안 A, B의 이동 거리는 각각  $s_A = 25\text{m}$ ,  $s_B = 50\text{m}$ 이다. 따라서  $t=5\text{초}$ 일 때 A, B 사이의 거리는 처음 50m에서 25m만큼 더 멀어진 75m이다.

ㄴ. A는  $t=5\text{초}$  이후 10m/s의 속력으로 등속 직선 운동을 하고,  $t=10\text{초}$ 일 때 B의 속력은  $v_{B10\text{초}} = v_{B5\text{초}} - 2\text{m/s}^2 \times 5\text{s} = 10\text{m/s}$ 이므로  $t=10\text{초}$ 일 때 A, B의 속력은 같다.

- ㄷ. A는  $t=0$ 부터  $t=5$ 초까지 25m를 이동한 후  $t=5$ 초부터  $t=20$ 초까지 속력 10m/s로 등속 직선 운동을 하며 150m를 더 이동한다. 따라서  $t=0$ 부터  $t=20$ 초까지 A의 변위의 크기는 175m이다. 또한 B는  $t=0$ 부터  $t=5$ 초까지 50m를 이동한 후  $t=5$ 초부터  $t=15$ 초까지 100m를 이동하며  $t=15$ 초일 때 방향을 반대로 바꾸어  $t=20$ 초일 때까지 25m를 되돌아온다. 따라서  $t=0$ 부터  $t=20$ 초까지 B의 변위의 크기는 125m가 되어 A와 B가 처음으로 만나는 시간은  $t=20$ 초일 때이다.

**2023 수능특강 01강 - 2점짜리 11번 정답 : ③ (문제 17쪽)**

물체가 구간 pq에서는 운동 방향과 가속도의 방향이 같아 속력이 증가하는 등가속도 직선 운동을, 구간 qr에서는 운동 방향과 가속도의 방향이 반대가 되어 속력이 감소하는 등가속도 직선 운동을 한다.

자동차가 정지 상태에서 p를 출발하여 구간 pq, qr에서 각각 등가속도 운동을 하여 r에 다시 정지하므로 pq와 qr에서 속도 변화량의 크기는 서로 같다. 자동차는 q를 통과할 때 최대 속력을 가지며 q에서

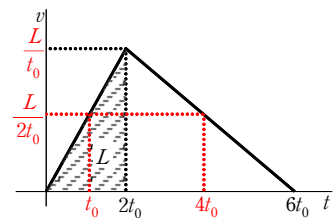
자동차의 속력을  $v$ 라 할 때, pq, qr에서 자동차의 평균 속도의 크기는 모두  $\frac{1}{2}v$ 로 같아서 구간별 길이는 구간별 이동 시간에 비례하므로 qr의 길이는 pq의 길이의 2배인  $2L$ 이고,  $2L = \left(\frac{1}{2}v\right)4t_0 = vt_0$ 이다.

또한  $t=t_0$ 일 때와  $t=4t_0$ 일 때의 자동차의 속력은 q를 통과할 때 최대 속력  $v$ 의  $\frac{1}{2}$ 배인  $\frac{1}{2}v$ 이다. 따라서 자동차가  $t=0$ 부터  $t=t_0$ 까지 운동하는 동안과  $t=4t_0$ 부터  $t=6t_0$ 까지 운동하는 동안의 평균 속력은

$\frac{0 + \frac{1}{2}v}{2} = \frac{1}{4}v$ 로 같으므로 자동차가  $t=0$ 부터  $t=t_0$ 까지 운동한 거리는  $\frac{1}{4}vt_0 = \frac{1}{4}L$ , 자동차가  $t=4t_0$ 부터  $t=6t_0$ 까지 운동한 거리는  $\frac{1}{4}v(2t_0) = \frac{1}{4}L$ 이 되어 자동차가  $t=t_0$ 부터  $t=4t_0$ 까지 이동한 거리는

$3L - \frac{1}{4}L - \frac{1}{4}L = \frac{9}{4}L$ 이다.

**[다른 풀이]**  
 빗금친 면적  $L = \frac{1}{2} \times 2t_0 \times v$ 이므로  $v = \frac{L}{t_0}$   
 그래프에서  $t_0$ 와  $4t_0$ 에서의 속도는  $\frac{L}{2t_0}$   
 따라서 이동거리  $s = \frac{1}{2} \left( \frac{L}{2t_0} + \frac{L}{t_0} \right) \times t_0 + \frac{1}{2} \left( \frac{L}{2t_0} + \frac{L}{t_0} \right) \times 2t_0 = \frac{9}{4}L$



**2023 수능특강 01강 - 2점짜리 12번 정답 : ① (문제 17쪽)**

기차가 터널을 등가속도 직선 운동으로 통과할 때, 기차의 앞쪽 끝이 터널의 입구를 통과할 때부터 기차의 뒤쪽 끝이 터널의 출구를 통과할 때까지 기차의 이동 거리는 터널의 길이와 기차의 길이의 합과 같다.

ㄱ.  $t=0$ 부터  $t=5$ 초까지 기차의 이동 거리는 터널의 길이 60m와 기차의 길이 20m의 합인 80m이다.

ㄴ. 5초 동안 기차의 이동 거리가 80m이므로 기차의 평균 속력은 16m/s이다.  $t=5$ 초일 때 기차의 속력을  $v$

라고 할 때, 기차의 평균 속력  $\bar{v} = \frac{10\text{m/s} + v}{2} = 16\text{m/s}$ 이므로  $t=5$ 초일 때 기차의 속력  $v = 22\text{m/s}$ 이다.

ㄷ. 기차는 5초 동안 속력이 10m/s에서 22m/s로 변화하였으므로 기차의 가속도의 크기

$$a = \frac{22\text{m/s} - 10\text{m/s}}{5\text{s}} = 2.4\text{m/s}^2 \text{이다.}$$

**[다른 풀이]**

ㄱ. 기차 앞쪽의 이동 거리는  $60+20=80\text{m}$

ㄴ. ㄷ.  $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 에서,  $80 = 10 \times 5 + \frac{1}{2} \times a \times 5^2 \quad \therefore a = \frac{12}{5}\text{m/s}^2$

## 36 해답

$$v = v_0 + at = 10 + \frac{12}{5} \times 5 = 22 \text{m/s}$$

### 2023 수능특강 01강 - 2점짜리 13번 정답 : ① (문제 18쪽)

물체가 처음 속력  $v_0$ 으로 운동을 시작하여 가속도가  $a$ 로 일정한 등가속도 직선 운동을 하여 변위가  $s$ 인 순간 속력이  $v$ 라고 할 때,  $2as = v^2 - v_0^2$ 이다.

물체가 p에서 속력이 감소하는 등가속도 직선 운동을 하며 s에 정지하였으므로 같은 가속도로 s에서 출발하여 p방향으로 속력이 증가하는 등가속도 직선 운동을 하는 것과 각 지점에서의 속력은 같다. p, q, r, s 각 점들 사이의 간격을  $d$ , 물체의 가속도의 크기를  $a$ 라고 할 때,  $v_q^2 = 2a(2d)$ ,  $v_r^2 = 2ad$ 이므로  $\left(\frac{v_q}{v_r}\right)^2 = 2$ 에서  $\frac{v_q}{v_r} = \sqrt{2}$ 이다.

#### [다른 풀이]

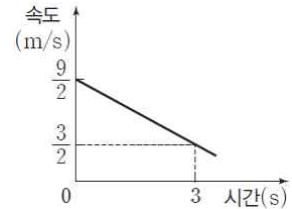
$\overline{pq} = \overline{qr} = \overline{rs} = L$ 이라면  $v^2 - v_0^2 = 2as$ 에서,

$$v_r^2 - v_q^2 = 2aL, \quad 0 - v_r^2 = 2aL \quad \Rightarrow \quad v_r^2 - v_q^2 = -v_r^2 \quad \Rightarrow \quad v_q^2 = 2v_r^2 \quad \therefore \frac{v_q}{v_r} = \sqrt{2}$$

### 2023 수능완성 01강 - 2점짜리 6번 정답 : ② (문제 18쪽)

빗면을 따라 올라가는 물체에는 운동 방향과 반대 방향으로 일정한 크기의 힘이 작용한다. 위치-시간 그래프에서 그래프의 기울기는 속도를 의미한다.

ㄱ. 0초부터 3초까지 위치-시간 그래프의 기울기는 감소하므로 물체의 속력은 감소한다. 따라서 물체의 운동 방향과 가속도의 방향은 반대이다.



ㄴ. 물체는 운동 방향과 반대 방향으로 일정한 크기의 힘이 작용하는 등가속도 직선 운동을 한다. 0초일 때의 속력을  $v_0$ , 가속도의 크기를  $a$ 라고 하면, 0초부터 1초까지 물체가 이동한 거리는 4m이므로  $4 = v_0 - \frac{1}{2}a \cdots \textcircled{1}$ 이다. 0초부터 3초까지 이동한 거리는 9m이므로  $9 = 3v_0 - \frac{1}{2}a \cdots \textcircled{2}$ 이다. ①과 ②를 연립하여 정리하면  $v_0 = \frac{9}{2} \text{m/s}$ 이고,  $a = 1 \text{m/s}^2$ 이다. 물체의 속도를 시간에 따라 나타내면 그림과 같다.

ㄷ. 빗면에서 운동하는 물체의 가속도의 크기는  $1 \text{m/s}^2$ 이므로 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는  $4 \text{kg} \times 1 \text{m/s}^2 = 4 \text{N}$ 이다.

#### [다른 풀이]

시간 $t(\text{s})$	0	1	2	3
위치 $s(\text{m})$	0	4	$x$	9
평균속도 $\bar{v} = \frac{s}{t} (\text{m/s})$		4	$x-4$	$9-x$
가속도 $a = \frac{\Delta \bar{v}}{\Delta t} (\text{m/s}^2)$		$x-8$	$13-2x$	

등가속도 운동이므로,  $x-8 = 13-2x \Rightarrow 3x = 21 \therefore x = 7$

ㄱ.  $a = x-8 = -1 \text{m/s}^2 < 0$  따라서 운동 방향과 반대

ㄴ. 등가속도 운동이므로, 0~1초 사이의 평균 속도 = 0.5초일 때의 순간 속도

가속도가  $-1 \text{m/s}^2$ 이므로 1초에  $1 \text{m/s}$ 씩 감소하는데 0.5초일 때는  $0.5 \text{m/s}$ 씩 감소

0.5초일 때의 속도가  $4 \text{m/s}$ 이므로, 0초일 때는  $4.5 \text{m/s}$

ㄷ.  $F = ma = 4 \times (-1) = -4 \text{N}$  따라서 알짜힘의 크기는  $4 \text{N}$

2023 수능완성 01강 - 2점짜리 9번 정답 : ㉔ (문제 18쪽)

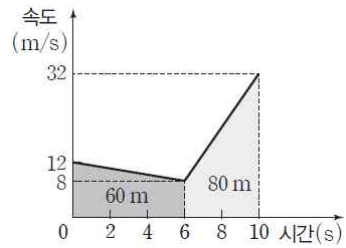
등가속도 직선 운동에서 처음 속도가  $v_0$ , 나중 속도가  $v$ 일 때 평균 속도

는  $\frac{1}{2}(v_0 + v)$ 이다. a에서 b까지 물체의 속력은 일정하게 감소하고, b에서 c까지 물체의 속력은 일정하게 증가한다.

ㄱ. a에서 물체의 속력은 12m/s이고, b에서 물체의 속력은 8m/s이므로 a에서 b까지 평균 속력은 10m/s이다. a에서 b까지의 거리는 60m이므로 a에서 b까지 이동하는 데 걸린 시간은 6초이다.

ㄴ. a와 c 사이의 거리는 140m이고, a에서 c까지 물체의 평균 속력은 14m/s이므로 a에서 c까지 이동하는 데 걸린 시간은 10초이다. a에서 b까지 이동하는 데 걸린 시간은 6초이므로 b에서 c까지 이동하는 데 걸린 시간은 4초이다. 따라서 b에서 c까지 물체의 평균 속력은 20m/s이므로 c에서 물체의 속력은 32m/s이다. a에서 c까지 이동하는 동안 물체의 속도를 시간에 따라 나타내면 그림과 같다.

ㄷ. a에서 b까지 이동하는 동안 속도 변화량의 크기는 4m/s이고, 걸린 시간은 6초이므로 가속도의 크기  $a_1 = \frac{2}{3} \text{m/s}^2$ 이다. b에서 c까지 이동하는 동안 속도 변화량의 크기는 24m/s이고, 걸린 시간은 4초이므로 가속도의 크기는  $a_2 = 6 \text{m/s}^2$ 이다. 따라서  $a_2$ 는  $a_1$ 의 9배이다.



[다른 풀이]

ac구간에서 평균 속도  $\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{80+60}{t} = 14 \text{m/s}$   $t = 10 \text{초}$

ㄱ. ab구간에서  $v^2 - v_0^2 = 2as$ 에서  $8^2 - 12^2 = 2a_1 \times 60$   $\therefore a_1 = -\frac{2}{3} \text{m/s}^2$

$$v = v_0 + at \text{에서 } t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{8 - 12}{-\frac{2}{3}} = 6 \text{초}$$

ㄴ. bc구간에서 걸린 시간은  $10 - 6 = 4 \text{초}$ 이고,  $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ 에서

$$80 = 8 \times 4 + \frac{1}{2} a_2 \times 4^2 \quad \therefore a_2 = 6 \text{m/s}^2$$

$$v = v_0 + at = 8 + 6 \times 4 = 32 \text{m/s}$$

ㄷ.  $|a_1| = \frac{2}{3}$ ,  $|a_2| = 6$ 이므로  $a_2$ 는  $a_1$ 의 9배

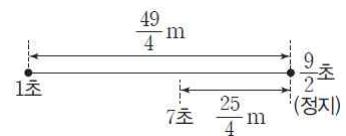
2023 수능완성 01강 - 2점짜리 10번 정답 : ㉓ (문제 19쪽)

A는 2초마다 속도가 2m/s만큼씩 일정하게 변하고, B는 2초마다 속도가 4m/s만큼씩 일정하게 변하는 등가속도 운동을 한다.

ㄱ. 2초마다 A의 속력은 2m/s만큼 증가하므로 A의 가속도의 크기는  $1 \text{m/s}^2$ 이다.

ㄴ. 5초부터 7초까지 B의 속도는 4m/s만큼 변하였고, 3초부터 5초까지 속도는 4m/s만큼 변하였다. 따라서 B는 2초마다 속도가 4m/s만큼 변하는 등가속도 운동을 하고 있다. 그러므로 1초일 때 B의 속력은 ⑦ = 7(m/s)이다.

ㄷ. 1초부터 7초까지 A의 평균 속력은 7m/s이고 걸린 시간은 6초이므로 A가 이동한 거리는  $7 \text{m/s} \times 6 \text{s} = 42 \text{m}$ 이다. B는 1초부터  $\frac{9}{2}$ 초까지 오른쪽 방향으로 운동하였다면  $\frac{9}{2}$ 초부터 7초까지는 왼쪽 방향으로 운동하였다. B는  $\frac{9}{2}$ 초인 순간 정지한다. 1초부터  $\frac{9}{2}$ 초까지 B의 평균 속력은  $\frac{7}{2} \text{m/s}$ 이므로, 1초부터  $\frac{9}{2}$ 초까지 이동한 거리는  $\frac{7}{2} \text{m/s} \times \frac{7}{2} \text{s} = \frac{49}{4} \text{m}$ 이다.  $\frac{9}{2}$ 초부터 7초까지 평균 속력은



## 38 해답

$\frac{5}{2}\text{m/s}$ 이므로  $\frac{9}{2}$ 초부터 7초까지 이동한 거리는  $\frac{5}{2}\text{m/s} \times \frac{5}{2}\text{s} = \frac{25}{4}\text{m}$ 이다. 따라서 1초부터 7초까지 B가 이동한 거리는  $\frac{37}{2}\text{m}$ 이다.

### [다른 풀이]

A의 가속도 : 2초마다 속력이  $2\text{m/s}$ 씩 증가하므로  $a_A = 1\text{m/s}^2$

$$\text{속도 } v_A - 1 = 1 \times (t - 4) \Rightarrow v_A = t - 3$$

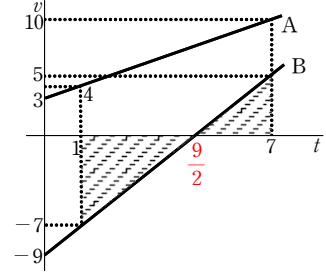
B의 가속도 : 등가속도인데, 속력의 변화가 3~5초일 때는 2, 5~7초일 때는 4씩 변함. 따라서 부호가 바뀌는 구간이 있음. 3초일 때가 -3이면 속도의 변화가 4로 일정하고, 5초, 7초일 때를 (-)라고 하면 일정한 값이 나오질 않음. 즉, 1초일 때 -7, 3초일 때 -3, 5초일 때 1, 7초일 때 5임. (1초일 때 7, 3초일 때 3, 5초일 때 -1, 7초일 때 -5로 놓아도 됨.)

$$\Rightarrow |a_B| = 2\text{m/s}^2, \text{ 속도 } v_B + 7 = 2(t - 1) \Rightarrow v_B = 2t - 9$$

ㄱ.  $a_A = 1\text{m/s}^2$       ㄴ. B의 속력이므로 ㉠은 7

ㄷ. A의 이동거리는 아래 면적  $S_A = \frac{1}{2} \times (4 + 10) \times 6 = 42\text{m}$

B의 이동거리는 빗금친 부분의 면적  $S_B = \frac{1}{2} \times \frac{7}{2} \times 7 + \frac{1}{2} \times \frac{5}{2} \times 5 = \frac{37}{2}\text{m}$



### 2023 수능완성 01강 - 2점짜리 11번 정답 : ㉡ (문제 19쪽)

물체에 크기가 일정한 힘이 물체의 운동 방향과 나란하게 작용하여 물체의 속도가 일정하게 증가하거나 감소하는 운동이 등가속도 직선 운동이다.

자동차가 a에서 b까지 이동하는 데 걸린 시간은 1초이므로 a에서 b까지 자동차의 평균 속력은  $6\text{m/s}$ 이고, c에서 d까지 이동하는 데 걸린 시간은 1초이므로 c에서 d까지 자동차의 평균 속력은  $18\text{m/s}$ 이다. 자동차의 속도가 일정하게 증가하므로 1초마다 인접한 두 지점 사이의 거리도 일정하게 증가한다. 따라서 b와 c 사이의 거리는  $12\text{m}$ 이고, b에서 c까지 자동차의 평균 속력은  $12\text{m/s}$ 이다. 그러므로 자동차의 속력은 1초마다  $6\text{m/s}$ 만큼 증가하므로 자동차의 가속도의 크기는  $6\text{m/s}^2$ 이다.

### [다른 풀이]

시간 $t(\text{s})$	0(a)	1(b)	2(c)	3(d)
위치 $s(\text{m})$	0	6	$x+6$	$24+x$
평균속도 $\bar{v} = \frac{s}{t} (\text{m/s})$		6	$x$	18
가속도 $a = \frac{\Delta \bar{v}}{\Delta t} (\text{m/s}^2)$		$x-6$	$18-x$	

$$\text{등가속도 운동이므로 } 18 - x = x - 6 \Rightarrow x = 12 \quad \therefore a = 18 - x = 6\text{m/s}^2$$

### 2023 수능완성 01강 - 2점짜리 12번 정답 : ㉣ (문제 19쪽)

빗면에서 물체 A, B는 같은 시간 동안 속도 변화량이 같은 등가속도 운동을 한다.

ㄱ. A를 O에 놓고 시간  $t_0$  후 B를 놓았으므로 시간  $t_0$  동안 A의 속도는  $v$ 만큼 증가하였다. 따라서 A의

가속도의 크기는  $\frac{v}{t_0}$ 이다.

ㄴ. A의 속력이 B의 속력보다 크므로 A와 B 사이의 거리는 점점 멀어진다.

ㄷ. 빗면에서 A와 B의 가속도는 같고 A가 O에서 Q까지 이동하는 동안 속도가  $2v$ 만큼 증가하였다. 따라서 B가 Q를 지나는 속력은  $2v$ 이다.

2023 수능완성 02강 - 2점짜리 1번 정답 : ㉔ (문제 20쪽)

물체에 작용하는 두 힘의 방향이 반대이면 알짜힘의 크기는 두 힘의 크기 차와 같다. 물체의 가속도의 크기는 질량에 반비례하고 작용하는 알짜힘의 크기에 비례한다.

ㄱ. A에는 연직 위 방향으로 작용하는 힘이 30N이고 연직 아래 방향으로 작용하는 중력이 20N이므로 A에 작용하는 알짜힘의 크기는 10N이다. B에 작용하는 알짜힘의 크기는 30N이다. 따라서 작용하는 알짜힘의 크기는 A가 B보다 작다.

ㄴ. A에 작용하는 알짜힘의 크기는 10N이고, A의 질량은 2kg이므로 A의 가속도의 크기는  $\frac{10\text{N}}{2\text{kg}} = 5\text{m/s}^2$ 이다.

ㄷ. 가속도의 크기가  $a$ 일 때, 정지 상태에서 시간  $t$  동안 이동한 거리는  $s = \frac{1}{2}at^2$ 이므로 정지 상태에서 같은 거리를 이동하는 데 걸리는 시간은  $t \propto \frac{1}{\sqrt{a}}$ 이다. B의 가속도의 크기는  $\frac{30\text{N}}{3\text{kg}} = 10\text{m/s}^2$ 이므로 정지 상태에서 1m를 이동하는 데 걸리는 시간은 A가 B의  $\sqrt{2}$ 배이다.

2023 수능완성 02강 - 2점짜리 3번 정답 : ㉔ (문제 20쪽)

물체의 가속도는  $a = \frac{F}{m}$  ( $F$ : 물체에 작용하는 알짜힘,  $m$ : 물체의 질량)이고, 정지해 있던 물체가 시간  $t$  동안 등가속도 운동을 하여 이동한 거리는  $s = \frac{1}{2}at^2$ 이다.

ㄱ. 정지해 있던 물체가 0초부터 4초까지 이동한 거리는 8m이므로 평균 속력은  $\frac{8\text{m}}{4\text{s}} = 2\text{m/s}$ 이다.

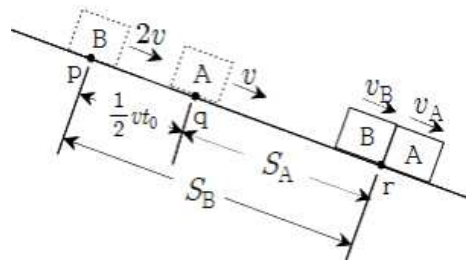
ㄴ. 0초부터 4초까지 이동한 거리는 8m이므로  $8\text{m} = \frac{1}{2}a \times (4\text{s})^2$ 에서 물체의 가속도의 크기는  $a = 1\text{m/s}^2$ 이다.

ㄷ. 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는 10N이고, 물체의 가속도의 크기는  $1\text{m/s}^2$ 이므로 물체의 질량은  $m = 10\text{kg}$ 이다.

2023 수능(2022년 시행) 14번 정답 : ㉔ (문제 20쪽)

A의 속력이  $v$ 인 지점을 q, A가 p에서 q까지 이동하는 데 걸린 시간을  $t_0$ 이라 하면, A의 가속도의 크기는  $a = \frac{v}{t_0}$ 이다.

다. A가 p에서 q까지 운동하는 동안 평균 속력은  $\frac{1}{2}v$ 이므로 p에서 q까지의 거리(A와 B 사이의 거리)는  $\frac{1}{2}vt_0$ 이다.



A와 B가 만나는 지점을 r라고 할 때, B가 p에서 r까지 운동하는 동안 A는 q에서 r까지 운동하므로 B의 이동 거리( $S_B$ )는 A의 이동 거리( $S_A$ )보다  $\frac{1}{2}vt_0$ 만큼 크다. A와 B의 가속도의 크기는 같으므로 (나)로부터

A와 B가 만날 때까지 걸린 시간을  $t$ 라 하면,  $S_B - S_A = \left(2vt + \frac{1}{2}at^2\right) - \left(vt + \frac{1}{2}at^2\right) = \frac{1}{2}vt_0$ 에서  $t = \frac{1}{2}t_0$ 이다.

A와 B의 가속도의 크기는  $a = \frac{v}{t_0}$ 이므로 (나)로부터 충돌할 때까지 A와 B의 속력은  $\frac{1}{2}v$ 만큼 증가한다.

따라서  $v_A = \frac{3}{2}v$ ,  $v_B = \frac{5}{2}v$ 이므로  $\frac{v_A}{v_B} = \frac{3}{5}$ 이다.

## 40 해답

[다른 풀이]

가속도가 같음 : 속도의 변화량이 같음

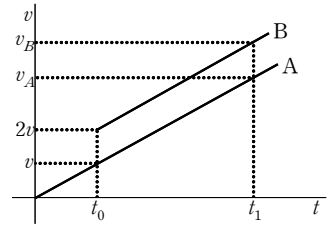
물체 B는 A보다 항상  $v$ 만큼 큼.  $\therefore v_B = v_A + v$

$$\frac{v}{t_0} = \frac{v_A}{t_1} = \frac{v_B - 2v}{t_1 - t_0} \Rightarrow t_0 = \frac{v}{v_A} t_1, \quad t_1 - t_0 = \frac{v_B - 2v}{v_A} t_1$$

이동거리가 같음

$$\frac{1}{2} v_A t_1 = \frac{1}{2} (v_B - 2v)(t_1 - t_0) \Rightarrow v_A t_1 = (v_B - 2v) \left( \frac{v_B - 2v}{v_A} t_1 \right) \Rightarrow v_A^2 = (v_B - 2v)(v_B - 2v) = v_B^2 - 4v^2$$

$$\Rightarrow v_B = v_A + v \text{ 이므로, } v_A^2 = (v_A + v)^2 - 4v^2 \quad \therefore v_A = \frac{3}{2}v, \quad v_B = \frac{5}{2}v$$



## 5 여러 물체에 작용하는 힘 - 장력

2023 수능특강 01강 - 2점짜리 15번 정답 : ③ (문제 23쪽)

물체가 정지 또는 등속도 운동을 할 때 물체에 작용하는 알짜힘은 0으로, 물체에 작용하는 모든 힘은 평형을 이루고 있다.

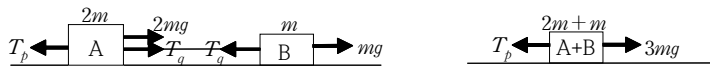
ㄱ. A에는 연직 위 방향으로  $p$ 가 A를 당기는 힘과 연직 아래 방향으로 A에 작용하는 중력과  $q$ 가 A를 당기는 힘이 평형을 이루고 있다.

ㄴ.  $q$ 가 B를 당기는 힘과 B에 작용하는 중력은 힘의 평형 관계이다.

ㄷ.  $p$ 가 A를 당기는 힘의 크기는 A에 작용하는 중력  $2mg$ 와  $q$ 가 A를 당기는 힘의 크기  $mg$ 의 합인  $3mg$ 이고,  $q$ 가 B를 당기는 힘의 크기는 B에 작용하는 중력과 같은  $mg$ 이다. 따라서  $p$ 가 A를 당기는 힘의 크기는  $q$ 가 B를 당기는 힘의 크기의 3배이다.

[다른 풀이]

$p$ 가 A를 당기는 힘을  $T_p$ ,  $q$ 가 A와 B를 당기는 힘을  $T_q$ 라면,



왼쪽 그림은 주어진 그림을 변형시킨 것이고, 오른쪽 그림은 물체 A, B를 한 물체로 봤을 때 그림임  
오른쪽 그림에서, 물체가 정지해 있으므로  $T_p = 3mg$

왼쪽 그림에서 물체 A의 평형에서  $T_p = 2mg + T_q$ , 물체 B의 평형에서,  $T_q = mg$

ㄱ.  $p$ 가 A를 당기는 힘  $T_p = 3mg$ 이고, A에 작용하는 힘은  $2mg$ 임

ㄴ.  $q$ 가 B를 당기는 힘의 반작용은 B가  $q$ 를 당기는 힘임

B에 작용하는 중력의 반작용은 지구가 B를 당기는 힘임

ㄷ.  $p$ 가 A를 당기는 힘  $T_p = 3mg$ 이고,  $q$ 가 B를 당기는 힘  $T_q = mg$

2023 수능특강 01강 - 2점짜리 17번 정답 : ② (문제 24쪽)

A는 수평면에서 등속 직선 운동을 하고, 실에 연결된 B, C는 B가 수평면에 놓인 순간부터 C에 작용하는 중력에 의해 크기가  $\frac{1}{2}g$ 인 일정한 가속도로 B는 수평 방향으로, C는 연직 아래 방향으로 등가속도 직선 운동을 한다.

B가 놓인 순간부터 A, B가 충돌할 때까지 걸린 시간을  $t$ 라고 할 때, 이 동안 속력  $v$ 로 등속 직선 운동을 한 A가 이동한 거리  $2h = vt \dots \textcircled{1}$ 이고, C는 정지한 상태에서 크기가  $\frac{1}{2}g$ 인 일정한 가속도로 등가속도

직선 운동을 하므로 이동한 거리  $h = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2}g \right) t^2 \dots \textcircled{2}$ 이다. 식 ①, ②를 연립하면  $v = \sqrt{gh}$ 이다.



2023 수능특강 01강 - 2점짜리 20번 정답 : ㉓ (문제 24쪽)

(가)에서 손으로 A를 잡고 있는 힘의 크기는 A, B에 작용하는 중력의 차와 같고, (나)에서 A, B에 작용하는 중력의 차만큼의 힘이 연결된 A, B에 알짜힘으로 작용하여 A, B가 등가속도 운동을 한다.

(가)에서 A를 잡고 있던 손을 놓은 순간부터 운동하는 A, B의 가속도의 크기를  $a$ 라 할 때,

$$a = \frac{4m - m}{m + 4m}g = \frac{3}{5}g \text{이다. } a = \frac{3}{5}g \text{의 가속도의 크기로 출발하여 A, B의 높이가 같아질 때까지 A, B의 이}$$

동 거리는 각각  $\frac{1}{2}h$ 로 같고, 이때의 속력이  $v$ 이므로 등가속도 직선 운동 공식에 의해  $2\left(\frac{3}{5}g\right)\left(\frac{1}{2}h\right) = v^2$ 에

$$\text{서 } v = \sqrt{\frac{3}{5}gh} \text{이다.}$$

2023 수능특강 01강 - 2점짜리 18번 정답 : ㉔ (문제 25쪽)

실이 끊어지는 시간인  $2t$  이전에 A, B는 운동 방향과 반대 방향으로 가속도의 크기가  $\frac{1}{2}g$ 인 등가속도 직선 운동을, 실이 끊어진 이후 A는 등속 직선 운동을, B는 운동 방향과 반대 방향으로 가속도의 크기가  $g$ 인 등가속도 직선 운동을 한다.

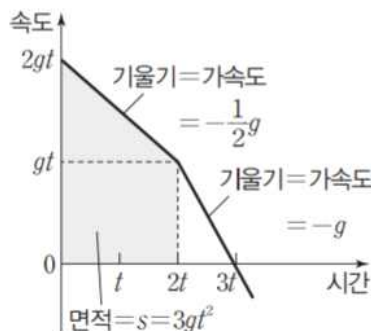
ㄱ.  $t$ 일 때, B에 작용하는 중력에 의해 A, B에 가속도가 생기므로 A, B의 가속도의 크기를  $a$ 라 하고 뉴턴 운동 법칙을 적용하면  $mg = (m + m)a$ 이므로  $a = \frac{1}{2}g$ 이다.

ㄴ.  $t$ 일 때, 실이 B에 작용하는 힘의 크기를  $T$ 라고 하면 B에 작용하는 알짜힘은 연직 아래 방향으로 크기가  $mg - T$ 이고 B의 가속도의 크기는  $\frac{1}{2}g$ 이다. 따라서 뉴턴 운동 법칙에 따라  $mg - T = m\left(\frac{1}{2}g\right)$ 이므로  $T = \frac{1}{2}mg$ 이다.

ㄷ.  $2t$  이후 가속도의 크기가  $g$ 이고  $3t$ 일 때 B의 속력이 0이므로  $2t$ 일 때 B의 속력은  $gt$ 이다. 또한  $2t$  이전에 B의 가속도의 크기가  $\frac{1}{2}g$ 이므로 시간이 0일 때 B의 속력은  $2gt$ 이다. A가 p를 통과한 순간부터 실이 끊어지기 직전 q에 도달할 때까지  $2t$  동안 A와 B의 속도의 크기가 같으므로 이 동안 A의 평균 속도의 크기  $\bar{v}_A = \frac{2g + gt}{2} = \frac{3}{2}gt$ 이고, A가 p에서 q까지 이동한 거리  $s = \bar{v}_A(2t) = 3gt^2$ 이다.

[별해]

(나)에 제시된 B의 속도-시간 그래프를 분석하면 다음과 같다.



2023 수능특강 01강 - 2점짜리 19번 정답 : ㉒ (문제 25쪽)

양쪽에 실로 연결되어 운동하는 용수철저울의 측정값은 양쪽 실이 용수철저울을 당기는 힘의 크기와 같다. 따라서 (가)에서 실이 A, B, 용수철저울을 당기는 힘의 크기는  $\frac{1}{3}mg$ 이다.

## 42 해답

ㄱ. I에 측정된 힘의 크기가  $\frac{1}{3}mg$ 이므로 (가)에서 A, B의 가속도의 크기는  $\frac{1}{3}g$ 이다. B의 질량을  $m_B$ 라고

할 때, (가)에서 A, B의 가속도 크기  $a_{(가)} = \frac{m_B}{m+m_B}g = \frac{1}{3}g$ 이므로  $m_B = \frac{1}{2}m$ 이다.

ㄴ. (나)에서 A, B의 가속도의 크기는  $a_{(나)} = \frac{m - \frac{1}{2}m}{m + \frac{1}{2}m}g = \frac{1}{3}g$ 이므로, (가), (나)에서 A의 가속도 크기는

서로 같다.

ㄷ. II에 측정된 힘의 크기를  $F_{II}$ 라고 할 때, A에 작용하는 알짜힘의 크기  $F_A = mg - F_{II} = \frac{1}{3}mg$ 이므로

$F_{II} = \frac{2}{3}mg$ 이다.

### 2023 수능완성 02강 - 2점짜리 2번 정답 : ㉓ (문제 26쪽)

(가)에서 두 물체에 작용하는 힘의 합력은  $F$ 이고, (나)에서 두 물체에 작용하는 힘의 합력도  $F$ 이다.

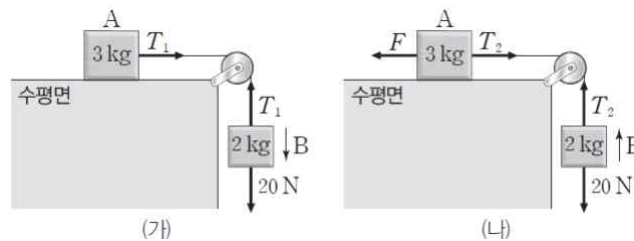
ㄱ. (가)와 (나)에서 두 물체에 작용하는 합력의 크기가 같으므로 A의 가속도의 크기는 (가)에서와 (나)에서 같다.

ㄴ. (가)와 (나)에서 A의 가속도의 크기가 같으므로 A에 작용하는 알짜힘의 크기도 (가)에서와 (나)에서 같다. (가)에서 A에 작용하는 알짜힘의 크기는  $2F - 6N$ 이고, (나)에서 A에 작용하는 알짜힘의 크기는  $4N - F$ 이므로  $2F - 6N = 4N - F$ 에서  $F = \frac{10}{3}N$ 이다.

ㄷ. (가)에서 A와 B의 가속도의 크기는 같고, A에 작용하는 알짜힘의 크기는  $2F - 6N = \frac{2}{3}N$ 이고, B에 작용하는 알짜힘의 크기는  $6N - F = \frac{8}{3}N$ 이다. 따라서 작용하는 알짜힘의 크기가 B가 A의 4배이므로 질량은 B가 A의 4배이다.

### 2023 수능완성 02강 - 2점짜리 4번 정답 : ㉓ (문제 26쪽)

(가)와 (나)에서 A, B에 작용하는 힘을 화살표로 나타내면 그림과 같다.



(가), (나)에서 A, B는 실로 연결되어 함께 운동하므로 가속도의 크기는 같다.

ㄱ. (가)에서 가속도의 크기를  $a$ 라 하면, A에 작용하는 알짜힘의 크기는  $T_1 = 3kg \times a \cdots ①$ 이고, B에 작용하는 알짜힘의 크기는  $20N - T_1 = 2kg \times a \cdots ②$ 이다. ①과 ②를 연립하면 A의 가속도의 크기는  $a = 4m/s^2$ 이다.

ㄴ. (나)에서 A, B의 가속도의 크기는  $4m/s^2$ 이므로 A에 작용하는 알짜힘의 크기는  $F - T_2 = 12N$ 이고, B에 작용하는 알짜힘의 크기는  $T_2 - 20N = 8N$ 이다. 따라서  $T_2 = 28N$ 이므로  $F = 40N$ 이다.

ㄷ. (가)에서 B에 작용하는 알짜힘의 크기는  $20N - T_1 = 8N$ 이므로  $T_1 = 12N$ 이다. 따라서 실이 B에 작용하는 힘의 크기는 (가)에서는  $T_1 = 12N$ , (나)에서는  $T_2 = 28N$ 이다.

### 2023 수능완성 02강 - 2점짜리 5번 정답 : ㉓ (문제 27쪽)

두 물체가 실로 연결되어 함께 운동할 때 가속도의 크기는  $a = \frac{F}{m_1 + m_2}$  ( $F$  : 두 물체에 작용하는 합력의 크기,  $m_1 + m_2$  : 두 물체의 질량의 합)이다.

ㄱ. (가)에서 B에 수평 방향으로 작용하는 힘  $F$ 로 A와 B가 함께 운동하므로 A의 가속도의 크기는  $\frac{F}{4m}$ 이다.

ㄴ. (나)에서 A에 작용하는 알짜힘이 0이므로 A의 속도는 일정하다.

ㄷ. (가), (나)에서 B의 가속도의 크기는 각각  $\frac{F}{4m}$ ,  $\frac{F}{3m}$ 이므로 (가), (나)에서 B에 작용하는 알짜힘의 크기는 각각  $\frac{3}{4}F$ ,  $F$ 이다.

**2023 수능완성 02강 - 2점짜리 6번 정답 : ㉔ (문제 27쪽)**

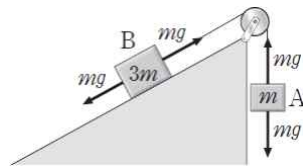
A와 B가 함께 운동하므로 A와 B의 가속도의 크기는 같다. 가속도의 크기가 같을 때, 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는 질량에 비례한다.

(가)에서 A와 B의 가속도는 같고, 질량은 B가 A의 2배이므로 B에 작용하는 알짜힘의 크기는 A에 작용하는 알짜힘의 크기의 2배이다. A와 B에 작용하는 합력의 크기는  $F$ 이므로 B에 작용하는 알짜힘의 크기는  $\frac{2}{3}F$ 이다. 따라서 A가 B에 수평 방향으로 작용하는 힘의 크기는  $f_1 = \frac{2}{3}F$ 이다. (나)에서 A와 B에 작용하는 합력의 크기는  $F$ 이므로 A, B의 가속도의 크기는 (가)에서와 같다. 따라서 A, B에 작용하는 알짜힘의 크기는 각각  $\frac{1}{3}F$ ,  $\frac{2}{3}F$ 이다. B가 A에 수평 방향으로 작용하는 힘(A에 작용하는 알짜힘)의 크기가

$\frac{1}{3}F$ 이므로 A가 B에 수평 방향으로 작용하는 힘의 크기는  $f_2 = \frac{1}{3}F$ 이다. 따라서  $\frac{f_2}{f_1} = \frac{1}{2}$ 이다.

**2023 수능완성 02강 - 2점짜리 8번 정답 : ㉔ (문제 28쪽)**

(가)에서 정지해 있는 A와 B에 작용하는 알짜힘은 0이다. 물체에 작용하는 알짜힘의 크기가 같을 때 가속도의 크기는 질량에 반비례한다.



ㄱ. (가)에서 A에 연직 아래 방향으로 작용하는 중력의 크기는  $mg$ 이고, A는 정지해 있으므로 A에 작용하는 알짜힘은 0이다. 따라서 실이 A에 작용하는 힘의 크기는  $mg$ 이다. A, B에 작용하는 힘을 화살표로 나타내면 그림과 같다.

ㄴ. 실을 끊으면 실이 B에 작용하는 힘은 0이 되므로 (나)에서 B에 작용하는 알짜힘의 크기는  $mg$ 이다.

ㄷ. (나)에서 A와 B에 작용하는 알짜힘의 크기는  $mg$ 로 같고, 질량은 B가 A의 3배이므로 가속도의 크기는 A가 B의 3배이다.

**2023 수능(2022년 시행) - 17번 정답 : ㉔ (문제 28쪽)**

(가)인 순간에서 (나)인 순간까지 C가 이동하는 데 걸린 시간이  $t$ 일 때, C는 등가속도 운동하여 속도 변화량의 크기가  $3v$ 이므로 B와 C가 A와 연결되어 있지 않고 빗면에서 등가속도 운동할 때, C의 가속도의 크기는  $a = \frac{3v}{t}$ 이다. B와 C가 A와 실에 연결되어 있지 않을 때, 중력에 의해 B에 빗면과 나란한 방향으로 작용하는 힘의 크기가  $f$ 이면  $f = ma$ 이고, 중력에 의해 C에 빗면과 나란한 방향으로 작용하는 힘의 크기는  $2f = 2ma$ 이다. A를 p에 가만히 놓아 q까지 이동하는 데 걸리는 시간이  $t'$ 일 때 A의 평균 속력을 이용하면 p에서 q까지의 이동 거리는  $S_{pq} = vt'$ 이고, A가 q에서 r까지 이동하는 데 걸린 시간은  $t$ 이

## 44 해답

므로 q에서 r까지의 이동 거리는  $S_{qr} = 2vt$ 이다.  $S_{qp} = S_{qr}$ 이므로  $t' = 2t$ 이다. A가 p에서 q까지 이동할 때 A의 가속도의 크기는  $a' = \frac{2v}{t'} = \frac{v}{t} = \frac{1}{3}a$ 이고, A가 q에서 r까지 이동하는 동안 등속도 운동하므로 중력에 의해 A에 빗면과 나란한 방향으로 작용하는 힘의 크기는  $f$ 이다. A, B, C를 하나의 물체로 취급하여 뉴턴 운동 법칙을 적용하면  $2f = 2ma = (M + 3m)\frac{1}{3}a$ 에서  $M = 3m$ 이다.

### [다른 풀이]

$\overline{pq} = \overline{qr} = L$ , (가)에서 전체 가속도를  $a$ , A와 B의 끈이 없을 때 A와 B, C의 가속도를 각각  $a_1$ ,  $a_2$ 라면, (가)에서

$$\text{하나의 물체로 취급 : } (3m + M)a = 3ma_2 - Ma_1$$

$$\text{A의 운동 : } v^2 - v_0^2 = 2as \text{에서 } (2v)^2 - 0 = 2aL \Rightarrow a = \frac{2v^2}{L}$$

(나)에서

$$\text{A와 B의 운동 : 등속운동이므로, } Ma_1 = ma_2$$

$$\Rightarrow (3m + M)a = 3ma_2 - Ma_1 \text{에서 } (3m + M)a = 2ma_2$$

$$\overline{qr} \text{의 운동은 등속운동이므로, } L = 2vt \Rightarrow \text{걸린시간 } t = \frac{L}{2v}$$

$$\text{C의 운동 : } v = v_0 + at \text{에서 } 5v = 2v + a_2 \times \frac{L}{2v} \Rightarrow a_2 = \frac{6v^2}{L} = 3a,$$

$(3m + M)a = 2ma_2$ 에 대입하면,

$$3m + M = 2m \times 3 \quad \therefore M = 3m$$