

## 정상 물리1 CONTENTS

### I 시공간과 우주

- 01강 시공간의 측정과 물체의 운동
- 02강 운동 법칙, 일과 에너지
- 03강 케플러 법칙과 상대성 이론
- 04강 현대 우주론과 기본 입자

### II 물질과 전자기장

- 05강 전기장과 정전기 유도
- 06강 자기장과 전자기 유도
- 07강 원자 구조와 전도성
- 08강 반도체와 신소재

### III 정보와 통신

- 09강 소리와 음향 장치
- 10강 빛과 영상 장치
- 11강 전자기파와 통신
- 12강 정보의 인식과 저장

### IV 에너지

- 13강 전기 에너지의 생산과 수송
- 14강 핵에너지 및 신재생 에너지
- 15강 역학적 평형
- 16강 유체에서의 압력
- 17강 열역학 법칙, 전기 에너지의 이용

수능 실전 모의고사 1회

수능 실전 모의고사 2회

### I 시공간과 우주

- 01강 시공간의 측정과 물체의 운동
- 02강 운동 법칙, 일과 에너지
- 03강 케플러 법칙과 상대성 이론
- 04강 현대 우주론과 기본 입자

### [이 단원의 출제 경향]

이 단원에서는 1차원 등가속도 운동, 역학적 에너지 보존 법칙, 케플러 법칙, 특수 상대성 이론, 4가지 상호 작용과 기본 입자에 관한 문제가 자주 출제되었습니다. 이 부분은 앞으로도 출제 가능성이 높을 것으로 예상되므로 기본 개념을 정확히 이해해야 합니다.

이 단원에서는 물체의 운동, 힘-시간, 운동량-시간 그래프를 분석하는 문제가 출제될 수 있습니다. 뉴턴 법칙의 적용, 운동량 보존 법칙에 대한 문제가 출제 가능성이 높으므로 문제 유형을 파악해 두어야 합니다. 또, 운동 법칙과 일과 에너지를 함께 묻는 통합형 문제가 출제될 수 있습니다. 역학적 에너지 보존 법칙을 이용하여 중력 에너지, 운동 에너지 등의 개념을 복합적으로 묻는 문제는 고난도 문제로 출제될 수 있으므로 정량적인 계산 연습까지 꼼꼼하게 해 두는 것이 좋습니다.

## 01강 시공간의 측정과 물체의 운동

**학습 포인트 : 시간 · 공간의 정의와 국제 표준**을 알고, 표준을 확립하기 위한 과정을 이해합니다. 이동 거리와 변위의 개념과 함께 속력과 속도의 개념을 이해합니다. **등속도 운동과 등가속도 직선 운동**을 이해하고 **그래프 해석 능력**을 키워 다양한 문제에 적용시킬 수 있어야 합니다.

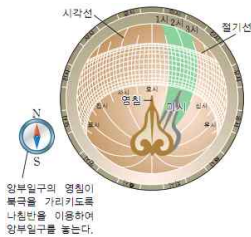
출제 포인트	수능 출제 예상
시공간의 측정과 표준 이해하기	★★★
등속 직선 운동을 알고 분석하기	★★★★★
시간에 대한 다양한 그래프 해석하기	★★★★★

### NOTE

#### 1. 시간-공간의 측정과 표준

- 시간의 측정과 표준
  - 시각과 시간
    - 시각 : 어느 한 순간
    - 시간 : 시각과 시각 사이의 간격
  - 시간의 표준 : 원자시. 세슘 원자가 방출하는 특정한 빛이 9,192,631,770번 진동하는 데 걸리는 시간
  - 양부일구의 사용

가로선(절기선, 계절선)  
: 태양의 고도에 따라 달라지는 그림자의 길이를 이용하여 절기를 알 수 있다.



세로선(시각선)  
: 세로선의 정중앙(정오)을 기준으로 왼쪽은 오전, 오른쪽은 오후이며, 세로선의 간격은 2시간이다.

- 표준 시간대 : 영국의 그리니치 천문대를 지나는 자오선을 기준으로 24개의 표준 시간대를 정하였다.  $\frac{360^\circ}{24\text{시간}}$  이므로 1시간 간격은  $15^\circ$  간격이며, 우리나라는 동경  $135^\circ$  (영국 런던보다 9시간 빠름)를 기준으로 하는 표준 시간대를 사용한다.

#### 2. 길이의 측정과 표준

- 위치, 거리, 길이
  - 위치 : 공간의 한 점
  - 거리 : 위치와 위치 사이의 간격
  - 길이 : 물체의 한 끝에서 다른 끝까지의 거리
- 길이의 표준 : 1m는 빛이 진공 중에서  $\frac{1}{299,792,458}$  초 동안 진행한 거리이다.
- 위도와 경도
  - 위도 : 지구 중심으로부터 위선이 적도면과 이루는 각도
  - 경도 : 지구 중심으로부터 경선이 본초 자오선과 이루는 각도

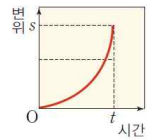
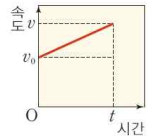
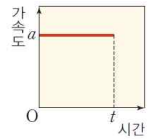


- GPS : 인공위성을 사용하여 자신의 위치를 정확하게 알 수 있는 시스템으로, 3개의 인공위성에서 위치와 시간 정보를 수신하여 자신의 위치 좌표를 파악한다.

#### 3. 물체의 운동 (속도와 가속도)

- 이동 거리와 변위
  - 이동 거리 : 물체가 이동한 경로의 거리
  - 변위 : 위치의 변화량으로, 처음 위치에서 나중 위치까지의 최단 거리
- 속력과 속도
  - 속력 : 단위 시간 동안의 이동 거리  $v = \frac{s}{t}$
  - 속도 : 단위 시간 동안의 변위  $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$
  - 상대 속도 : 운동하고 있는 관찰자(A)가 본 물체(B)의 속도,  $\vec{v}_{AB} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$  [단위 : m/s]
  - 등속 직선 운동 : 물체의 속도가 일정한 운동,  $s = vt$
  - 등가속도 직선 운동
    - 가속도 : 물체의 시간에 따른 속도 변화량,  $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$
    - 등가속도 직선 운동 : 가속도가 일정한 직선 운동
    - 등가속도 직선 운동식 :  $v = v_0 + at$ ,  
 $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ ,  
 $2as = v^2 - v_0^2$

### NOTE



↑ 등가속도 직선 운동의 관계 그래프

#### 필수 자료 분석

##### 위치-시간 그래프, 속도-시간 그래프, 가속도-시간 그래프의 분석

구분	위치-시간 그래프	속도-시간 그래프	가속도-시간 그래프
그래프			
	점선의 기울기의 크기 = 속력	기울기=가속도, 넓이=변위	넓이=속도 변화량
A구간	속력 감소 (기울기 감소)	가속도=(+) 변위=s <sub>1</sub>	속도 변화량=s <sub>1</sub> (속도가 s <sub>1</sub> 만큼 증가)
B구간	속력 일정 (기울기 일정)	가속도=0 변위=s <sub>2</sub>	속도 변화량=0 (등속도 운동)
C구간	속력 증가 (기울기 증가)	가속도=(-) 변위=s <sub>3</sub>	속도 변화량=s <sub>2</sub> (속도가 s <sub>2</sub> 만큼 감소)

#### 【개념 확인 문제】

다음을 읽고 옳은 것은 O표, 옳지 않은 것은 X표 하시오.

- 시각은 시간과 시간 사이의 간격이다. ( )
- 길이의 표준 1m는 빛이 진공 중에서  $\frac{1}{299,792,458}$  초 동안 진행한 거리이다. ( )
- 등속도 운동은 운동 방향과 빠르기가 모두 일정한 운동이다. ( )
- 속도-시간 그래프에서 기울기는 가속도를, 넓이는 변위를 나타낸다. ( )

|정답

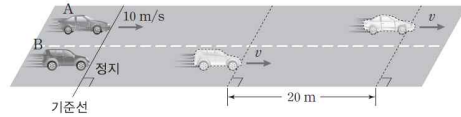
1. X 2. O 3. O 4. O

## 필수 실전 문제

memo

[기출]

01. 그림과 같이 직선 도로에서 자동차 A가 기준선을 속도  $10\text{m/s}$ 로 통과하는 순간, 기준선에 정지해 있던 자동차 B가 출발하여 두 자동차가 도로와 나란하게 운동하고 있다. A와 B의 속력이  $v$ 로 같은 순간, A는 B보다  $20\text{m}$  앞서 있다. A와 B는 속력이 증가하는 등가속도 운동을 하고, A와 B의 가속도의 크기는 각각  $a$ ,  $2a$ 이다.



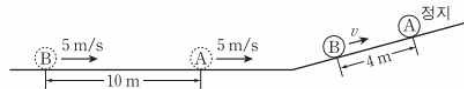
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ.  $a=2\text{m/s}^2$ 이다.
  - ㄴ.  $v=30\text{m/s}$ 이다.
  - ㄷ. 두 자동차가 기준선을 통과하는 순간부터 속력이  $v$ 로 같아질 때까지 걸린 시간은 4초이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[기출]

02. 그림은 수평면에서 간격  $10\text{m}$ 를 유지하며 일정한 속도  $5\text{m/s}$ 로 운동하던, 질량이 같은 두 물체 A, B가 기울기가 일정한 경사면을 따라 운동하다가 A가 경사면에 정지한 순간의 모습을 나타낸 것이다. 이 순간 B의 속력은  $v$ 이고, A, B 사이의 간격은  $4\text{m}$ 이다.



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

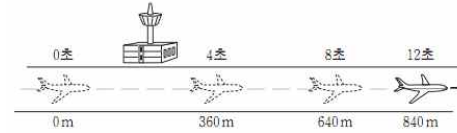
- < 보 기 >
- ㄱ. A가 경사면을 올라가기 시작한 순간부터 2초 후에 B가 경사면을 올라가기 시작한다.
  - ㄴ. A가 경사면을 올라가는 동안, A의 가속도의 크기는  $2\text{m/s}^2$ 이다.
  - ㄷ.  $v$ 는  $4\text{m/s}$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

memo

[기출]

03. 그림은 활주로에 내린 비행기의 위치를 착륙하는 순간부터 4초 간격으로 나타낸 것이다. 비행기는 착륙하는 순간부터 정지할 때까지 등가속도 직선 운동을 한다.



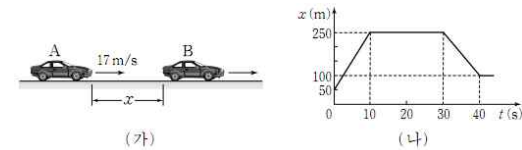
착륙하는 순간부터 정지할 때까지 비행기의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 가속도의 크기는  $2\text{m/s}^2$ 이다.
  - ㄴ. 착륙하는 순간의 속력은  $100\text{m/s}$ 이다.
  - ㄷ. 이동한 거리는  $3\text{km}$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[기출]

04. 그림 (가)와 같이 직선 도로에서 자동차 A, B가 거리  $x$ 만큼 떨어져 일직선으로 운동한다. A는  $17\text{m/s}$ 의 속력으로 등속도 운동한다. 그림 (나)는 A와 B 사이의 거리  $x$ 를 시간  $t$ 에 따라 나타낸 것이다.



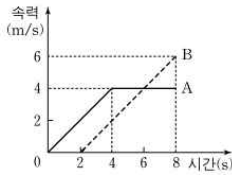
지면에 대한 B의 운동에 대하여 설명한 것으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 0초에서 10초 사이의 속력은  $20\text{m/s}$ 이다.
  - ㄴ. 20초일 때 가속도는 0이다.
  - ㄷ. 30초에서 40초까지 움직인 거리는  $150\text{m}$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[기출]

05. 그림은 동일 직선상에서 운동하는 물체 A, B의 속력을 시간에 따라 나타낸 것이다. A가 B를 향해 출발하여 2초가 지난 후 B가 A를 향해 운동을 시작하였다. A와 B는 8초일 때 충돌하였다. A, B의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기는 무시한다.)

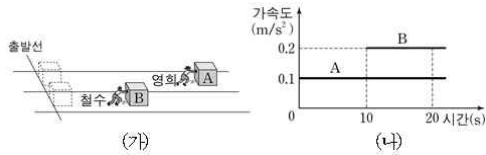


- < 보 기 >
- ㄱ. 2초부터 8초까지 평균 속력은 A가 B보다 크다.  
 ㄴ. 2초일 때 A와 B 사이의 거리는 40m이다.  
 ㄷ. 3초일 때 가속도의 크기는 A와 B가 같다.

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

[기출]

06. 그림 (가)와 같이 영화와 철수가 각각 정지해 있던 물체 A, B를 직선 운동하도록 밀고 있다. 영화가 A를 밀기 시작하고 10초 후에 철수는 B를 밀기 시작하였다. 그림 (나)는 A, B의 가속도를 시간에 따라 나타낸 것이다. A, B의 질량은 같다.



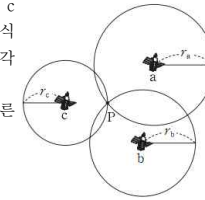
A, B에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 20초일 때 속력은 A가 B의 2배이다.  
 ㄴ. 0초부터 20초까지 이동한 거리는 A가 B의 2배이다.  
 ㄷ. 0초부터 20초까지 A에 작용하는 합력이 한 일은 B에 작용하는 합력이 한 일과 같다.

① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄴ    ⑤ ㄴ, ㄷ

[EBS 변형]

07. 그림은 지구 표면에 있는 P점에서 세 인공위성 a, b, c로부터 GPS 수신기를 통하여 신호를 수신하는 것을 모식적으로 나타낸 것이다. a, b, c로부터 P점까지의 거리는 각각  $r_a$ ,  $r_b$ ,  $r_c$ 이고,  $r_a > r_b > r_c$ 이다. 이에 대한 설명 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



- < 보 기 >
- ㄱ. 인공위성에서 보내는 신호는 전자기파이다.  
 ㄴ. 점 P의 정확한 위치를 파악하기 위해서 필요한 인공위성의 개수는 최소 1개이다.  
 ㄷ. 인공위성에서 발사한 전파가 P점에 도달하는 데 걸리는 시간은 인공위성 a, b, c의 순으로 길다.

① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄷ    ⑤ ㄴ, ㄷ

[EBS 변형]

08. 다음은 시대별 길이 측정의 표준에 대한 설명이다.

- (가) 빛이 진공 상태에서  $\frac{1}{299,792,458}$  초 동안 진행한 길이로 1m 표준을 정함  
 (나) 지구 둘레의  $\frac{1}{40,000,000}$  을 1m로 길이의 표준을 정함  
 (다) 백금(90%)과 이리듐(10%)의 합금으로 만든 금속 막대를 이용해 1m 길이의 표준을 정함

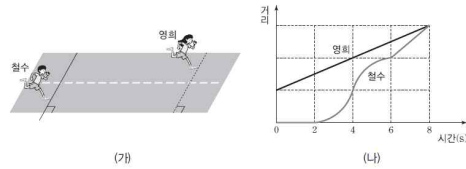
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. (가)는 현재 사용하는 길이 측정의 표준이며, 빛의 속력이 진공에서 일정하다는 가정이 필요하다.  
 ㄴ. (나)가 (다)보다 더 정확한 길이 측정의 표준이다.  
 ㄷ. (다)의 미터원기의 길이는 온도와 관계없이 일정하다.

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

[EBS 변형]

09. 그림 (가)는 철수와 영희가 직선 트랙에서 오른쪽으로 달리는 것을 나타낸 것이고, 그림 (나)는 철수와 영희의 기준선으로부터의 거리를 시간에 따라 나타낸 것이다.



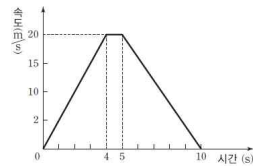
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 0~2초 동안 철수와 영희 사이의 거리는 일정하다.  
 ㄴ. 6~8초 동안 속력은 철수가 영희보다 빠르다.  
 ㄷ. 0~8초 동안 철수와 영희의 평균 속력은 같다.

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

[기출 변형]

10. 그래프는 직선 운동하는 물체의 속도를 시간에 따라 나타낸 것이다.



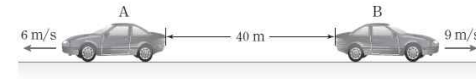
이 물체의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 0초부터 10초 사이의 평균 속력은 11m/s이다.  
 ㄴ. 3초일 때의 속도는 15m/s이다.  
 ㄷ. 5초부터 10초 사이에서 운동 방향과 가속도의 방향은 서로 반대이다.

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

[EBS 변형]

11. 그림과 같이 두 자동차 A, B가 직선 도로 위에서 서로 반대 방향으로 등속 운동을 하고 있다. 자동차 A와 자동차 B의 속력은 각각 6m/s와 9m/s이고,  $t=0$ 일 때 두 자동차 사이의 거리는 40m이다.



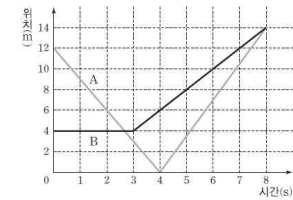
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 자동차 A에 대한 자동차 B의 속력은 15m/s이다.  
 ㄴ. 2초 후 두 자동차 사이의 거리는 70m이다.  
 ㄷ. 두 자동차 사이의 거리가 100m가 될 때까지 자동차 A가 이동한 거리는 30m이다.

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

[EBS 변형]

12. 그림은 직선상에서 운동하는 물체 A와 B의 위치를 시간에 따라 나타낸 것이다.



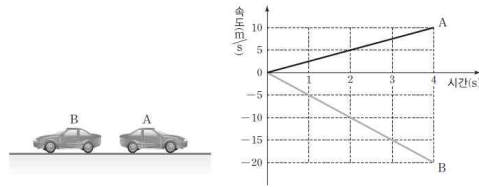
A와 B의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 0초에서 2초까지 A가 이동한 거리는 6m이다.  
 ㄴ. 0초에서 8초까지 B의 변위의 크기는 10m이다.  
 ㄷ. 0초에서 8초까지 평균 속력의 크기는 A가 B보다 크다.

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

|EBS 변형|

13. 그림은 일직선상에서 운동하는 두 자동차 A, B의 속도를 시간에 따라 나타낸 것이다.



0초에서 4초까지 A, B의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. A의 가속도의 크기는 B보다 작다.  
 ㄴ. B의 이동 거리는 A의 이동 거리의 2배이다.  
 ㄷ. 4초일 때 A에 대한 B의 속도의 크기는 10m/s이다.

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

|EBS 변형|

14. 그림과 같이 오른쪽으로 10m/s로 등속 직선 운동 하던 자동차가  $t=0$ 일 때 기준선을 통과한다. 자동차는 기준선을 통과하자마자 크기가  $2\text{m/s}^2$ 이고 방향은 왼쪽 방향인 가속도로 등가속도 직선 운동을 시작하였다.



이 자동차의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

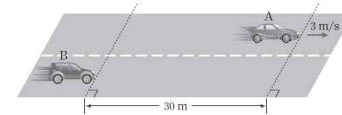
- < 보 기 >
- ㄱ. 자동차의 속력이 60m/s가 되는 순간은 30초일 때이다.  
 ㄴ. 8초일 때 자동차는 기준선으로부터 16m만큼 떨어진 곳에 있게 된다.  
 ㄷ. 8초일 때 자동차의 속력은 6m/s이다.

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

통합형

|EBS 변형|

15. 그림은 3m/s의 일정한 속도로 직선 운동하는 자동차 A와  $t=0$ 일 때 정지 상태에서 출발하여 앞서가는 자동차 A와 나란한 방향으로,  $5\text{m/s}^2$ 의 일정한 가속도로 직선 운동하는 자동차 B를 낸 것이다.  $t=0$ 일 때 두 자동차 사이의 거리는 30m이다.



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

- < 보 기 >
- ㄱ.  $t=1$ 초일 때 B의 속도의 크기는 A보다 크다.  
 ㄴ.  $t=3$ 초인 순간 A와 B 사이의 거리는 10m이다.  
 ㄷ. 4초에서 5초 사이에 A는 B에게 추월당한다.

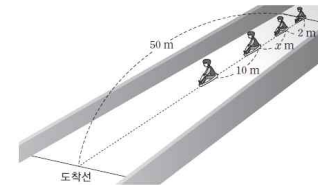
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄴ    ⑤ ㄱ, ㄷ

고난도

|EBS 변형|

16. 그림은 정지 상태에서 출발하여 등가속도 직선 운동하는 눈썰매의 위치를 1초 간격으로 나타낸 것이다. 0초와 1초 사이에는 2m, 1초와 2초 사이에는  $x$  m를 이동하였고, 2초에서 3초 사이에는 10m를 이동하였다. 출발점에서부터 도착선까지의 총 거리는 50m이다.



출발하는 순간부터 도착할 때까지 눈썰매의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ.  $x$ 는 4m이다.  
 ㄴ. 눈썰매의 가속도의 크기는  $4\text{m/s}^2$ 이다.  
 ㄷ. 눈썰매가 도착선에 도달하는 순간의 속력은 18m/s이다.

① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄴ    ⑤ ㄱ, ㄷ

## 02강 운동 법칙, 일과 에너지

**학습 포인트:** 뉴턴 운동 법칙을 이해하고 1차원 운동에 적용할 수 있습니다. 일상생활에서 **운동량과 충격량의 관계**를 이해합니다. 과학에서 정의하는 일과 일상생활에서 사용하는 일의 개념을 이해할 수 있습니다. 등가속도 운동에서 운동 에너지의 정의와 **일-운동 에너지 정리**를 이해하고, 퍼텐셜 에너지와 **역학적 에너지 보존 법칙**을 이해하고 응용할 수 있습니다.

### NOTE

구분	작용-반작용	힘의 평형
공통점	두 힘은 같은 선상에 있으며, 크기는 같고 방향은 반대	
차이점	두 힘의 작용점은 각각 다른 물체에 있음	두 힘의 작용점은 한 물체에 있음

↑작용-반작용 법칙과 힘의 평형

### 1. 운동 법칙

#### 1) 뉴턴 운동 법칙

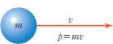
(1) 뉴턴 운동 제1법칙(관성 법칙) : 물체에 작용하는 알짜힘이 0일 때, 정지해 있던 물체는 계속 정지해 있고, 운동하던 물체는 일직선으로 계속 등속 직선 운동한다.

(2) 뉴턴 운동 제2법칙(가속도 법칙) : 운동하는 물체의 가속도( $a$ )는 작용하는 힘( $F$ )의 크기에 비례하고 질량( $m$ )에 반비례한다.  $F = ma$ ,  $a = \frac{F}{m}$

(3) 뉴턴 운동 제3법칙 (작용-반작용 법칙) : 한 물체가 다른 물체에 힘을 작용하면 다른 물체도 그 물체에 크기는 같고 방향은 반대인 힘을 작용한다.

#### 2) 운동량과 충격량

(1) 운동량 : 운동하는 물체의 운동 정도를 나타내는 물리량

$$\begin{aligned} \text{운동량} &= \text{질량} \times \text{속도} & p &= \text{운동량}(\text{kg} \cdot \text{m/s}) \\ p &= mv & m &= \text{물체의 질량}(\text{kg}) \\ & & v &= \text{물체의 속도}(\text{m/s}) \end{aligned}$$


(2) 충격량 : 물체가 받은 충격의 정도를 나타내는 물리량

$$\begin{aligned} \text{충격량} &= \text{충격력} \times \text{시간} & I &= \text{충격량}(\text{N} \cdot \text{s}) \\ I &= F \Delta t & F &= \text{물체에 가한 힘}(\text{N}) \\ & & \Delta t &= \text{물체에 힘을 가한 시간}(\text{s}) \end{aligned}$$

(3) 운동량과 충격량의 관계 : 충격량 = 운동량의 변화량

$$\vec{I} = F \Delta t = m\vec{v} - m\vec{v}_0 = \Delta p \quad [\text{단위 : N} \cdot \text{s} = \text{m/s}^2]$$

(4) 일상생활에서의 운동량과 충격량

- ① 같은 크기의 힘이 작용할 때 : 힘이 작용하는 시간이 길수록 충격량이 크다.  
 예) 대포의 포신이 길수록 더 멀리 쏠 수 있음, 폴스윙을 하면 공이 더 멀리 날아감  
 ② 충격량이 같을 때 : 충돌 시간이 길수록 충격력의 크기가 감소한다. 예) 자동차의 범퍼, 더 두꺼운 포수의 글러브

### 2. 일과 에너지

(1) 일 : 물체에 힘을 작용하여 힘의 방향으로 이동하였을 때 물체에 작용한 힘이 일을 하였다고 한다.

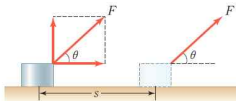
(1) 힘  $F$ 를 작용하여 힘의 방향으로  $s$ 만큼 이동하였을 때의 일

$$W = Fs \quad [\text{단위 : J}]$$

(2) 힘의 방향과 물체의 이동 방향이 비스듬할 때의 일

$$W = F \cos \theta \quad [\text{단위 : J}]$$

(3) 일률 : 단위 시간 동안 물체에 한 일, 일률 =  $\frac{\text{한 일}}{\text{시간}}$ ,  $P = \frac{W}{t}$



↑힘과 물체의 이동 방향이 비스듬할 때의 일

### 2) 역학적 에너지

(1) 운동 에너지 : 운동하고 있는 물체가 가지는 에너지

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad [\text{단위 : J}]$$

(2) 일과 운동 에너지의 관계 : 물체에 한 일만큼 물체의 운동 에너지가 변한다.

$$W = Fs = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \Delta E_k \quad [\text{단위 : J}]$$

(3) 퍼텐셜 에너지

① 중력에 의한 퍼텐셜 에너지 : 기준점으로부터 높이  $h$ 인 곳에 있는 물체가 갖는

$$\text{에너지 } E_p = mgh \quad [\text{단위 : J}]$$

② 탄성력에 의한 퍼텐셜 에너지 : 변형된 물체가 갖는 에너지

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2 \quad [\text{단위 : J}]$$

(4) 역학적 에너지 보존

① 역학적 에너지 : 물체의 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지의 합

② 역학적 에너지 보존 법칙 : 마찰이나 저항이 없으면 역학적 에너지는 항상 일정하게 보존된다.

③ 중력에 의한 역학적 에너지 보존

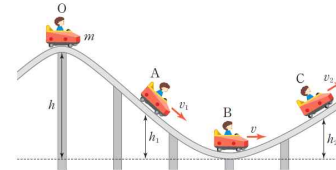
$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 \\ &= \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 = \text{일정} \end{aligned}$$

④ 탄성력에 의한 역학적 에너지 보존

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{2}kx_1^2 + \frac{1}{2}mv_1^2 \\ &= \frac{1}{2}kx_2^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \end{aligned}$$

### 필수 자료 분석

#### 중력에 의한 역학적 에너지 보존 (롤러코스터)



위치	운동 에너지	퍼텐셜 에너지	역학적 에너지
O	0 (최소)	$mgh$ (최대)	$mgh$ (일정)
A	$\frac{1}{2}mv_1^2 = mg(h - h_1)$	$mgh_1$	
B	$\frac{1}{2}mv^2$ (최대) $= mgh$	0 (최소)	
C	$\frac{1}{2}mv_2^2 = mg(h - h_2)$	$mgh_2$	

$$mgh = mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}mv^2 = \text{일정}$$

#### [ 개념 확인 문제 ]

다음을 읽고 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

- 가속도의 크기는 질량에 비례한다. ( )
- 두 물체가 충돌할 때 서로 주고받는 충격량의 크기는 같다. ( )
- 운동 에너지는 물체의 속력에 비례한다. ( )
- 역학적 에너지는 물체의 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지의 합이다. ( )

### NOTE

|정답

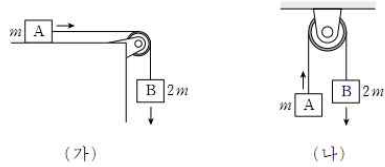
1. X 2. O 3. X 4. O

## 필수 실전 문제

memo

[기출]

01. 그림 (가), (나)와 같이 물체 A, B가 실로 연결되어 각각 등가속도 운동을 하고 있다. A, B의 질량은 각각  $m$ ,  $2m$ 이고, (가)에서 A는 마찰이 없는 수평면에서 운동한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $g$ 이고, 실의 질량, 도르래의 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

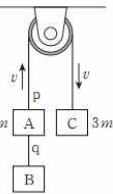
- < 보 기 >
- ㄱ. A의 가속도의 크기는 (가)에서 (나)에서의 2배이다.
  - ㄴ. B가 받는 알짜힘의 크기는 (가)에서 (나)에서의 2배이다.
  - ㄷ. (가)에서 실이 B를 당기는 힘의 크기는  $2mg$ 이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[기출]

02. 그림과 같이 물체 A, B, C가 도르래를 통해 실 p, q로 연결되어 일정한 속력  $v$ 로 운동하고 있다. A, C의 질량은 각각  $m$ ,  $3m$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $g$ 이고, 실의 질량, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

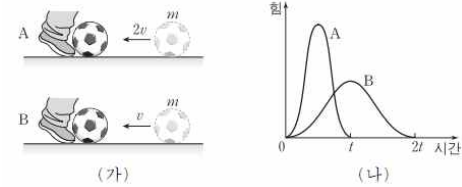


- < 보 기 >
- ㄱ. p가 A를 당기는 힘과 q가 A를 당기는 힘은 크기가 같다.
  - ㄴ. q가 B를 당기는 힘의 크기는  $2mg$ 이다.
  - ㄷ. q가 B를 당기는 힘과 지구가 B를 당기는 힘은 작용과 반작용의 관계이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[기출]

03. 그림 (가)는 마찰이 없는 수평면 위에서 각각  $2v$ ,  $v$ 의 일정한 속력으로 다가오는, 질량이  $m$ 인 공을 수평 방향으로 발로 차는 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)에서 공이 발로부터 받은 힘의 크기를 시간에 따라 나타낸 것이고, 시간 축과 각 곡선이 만드는 면적은  $4mv$ 로 같다. 공을 차기 전과 후에 공은 동일 직선상에서 운동한다.



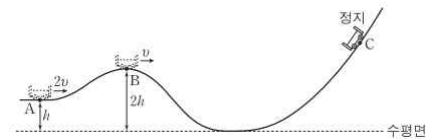
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 공의 크기는 무시한다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. 발로 차는 동안, 공이 받은 충격량의 크기는 A에서가 B에서보다 크다.
  - ㄴ. 발로 차는 동안, 공이 받은 평균 힘의 크기는 A에서가 B에서의 2배이다.
  - ㄷ. 공이 발을 떠나는 순간, 공의 속력은 A에서가 B에서의 2배이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

[기출]

04. 그림은 높이가  $h$ 인 A점에서 속력  $2v$ 로 운동하던 수레가 B점을 지나 최고점 C에 도달하여 정지한 순간의 모습을 나타낸 것이다. B에서 수레의 속력은  $v$ 이고 높이는  $2h$ 이다.



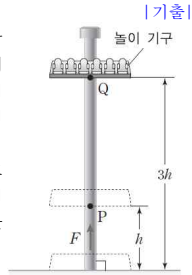
최고점 C의 높이는? (단, 수레는 동일 연직면 상에서 궤도를 따라 운동하고, 수레의 크기와 마찰, 공기 저항은 무시한다.)

①  $\frac{7}{3}h$  ②  $\frac{8}{3}h$  ③  $3h$  ④  $\frac{10}{3}h$  ⑤  $\frac{11}{3}h$

memo



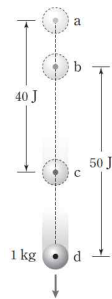
05. 그림과 같이 지면에 정지해 있던 놀이 기구에 연직 방향의 일정한 힘  $F$ 와 중력이 함께 작용하여 점 P를 지날 때까지 가속되다가, P를 지난 순간부터는 중력만 작용하여 최고점 Q에 도달하였다. P, Q의 높이는 각각  $h$ ,  $3h$ 이며, 놀이 기구가 지면에서 Q에 도달할 때까지 걸린 시간은 3초이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $10\text{m/s}^2$ 이고 지면에서 중력에 의한 퍼텐셜 에너지는 0이며, 마찰 및 공기 저항은 무시한다.)



- < 보 기 >
- ㄱ. Q에서 놀이 기구의 중력에 의한 퍼텐셜 에너지는  $F$ 가 한 일과 같다.
- ㄴ.  $F$ 의 크기는 놀이 기구에 작용하는 중력의 크기의 3배이다.
- ㄷ.  $h=8\text{m}$ 이다.

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

06. 그림은 a점에서 가만히 놓은 질량  $1\text{kg}$ 인 물체가 낙하하는 모습을 나타낸 것이다. 중력에 의한 퍼텐셜 에너지 차는 a점과 c점 사이에서는  $40\text{J}$ 이고, b점과 d점 사이에서는  $50\text{J}$ 이다. c에서의 속력은 b에서의 2배이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $10\text{m/s}^2$ 이고, 공기 저항은 무시한다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. a와 b 사이의 거리는  $1.5\text{m}$ 이다.
- ㄴ. c와 d 사이에서 중력이 물체에 한 일은  $18\text{J}$ 이다.
- ㄷ. d에서 물체의 속력은  $2\sqrt{30}\text{m/s}$ 이다.

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

|기출|

|EBS 변형|

07. 그림은 타자가 수평 방향으로  $30\text{m/s}$ 의 속력으로 날아오는 야구공을 치기 직전의 모습을 나타낸 것이다. 야구공의 질량은  $0.1\text{kg}$ 이고, 타자가 야구공을 친 직후 야구공은 반대 방향으로  $40\text{m/s}$ 의 속력으로 날아간다.



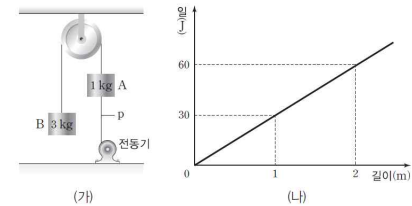
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 야구공이 배트로부터 받은 충격량의 크기는  $1\text{N}\cdot\text{s}$ 이다.
- ㄴ. 야구공을 치기 직전 공의 운동량의 크기는  $3\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 이다.
- ㄷ. 야구공이 배트로부터 받은 충격량의 크기는 배트가 공으로부터 받은 충격량의 크기와 같다.

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

|EBS 변형|

08. 그림 (가)는 두 물체 A와 B를 실로 연결하고 A에 연결된 실 p를 일정한 힘으로 전동기가 당기는 것을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 p가 물체 A에 작용하는 힘이 한 일을 전동기가 p를 당긴 길이에 따라 나타낸 것이다.



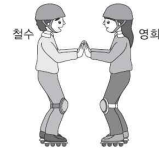
두 물체 A, B의 질량은 각각  $1\text{kg}$ ,  $3\text{kg}$ 일 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $10\text{m/s}^2$ 이고, 모든 마찰과 공기 저항, 실의 질량은 무시한다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. p가 물체 A에 작용하는 힘의 크기는  $30\text{N}$ 이다.
- ㄴ. 물체 B의 가속도의 크기는  $3\text{m/s}^2$ 이다.
- ㄷ. 전동기가 p를 당긴 길이가  $2\text{m}$ 일 때까지 A의 역학적 에너지는  $15\text{J}$  감소하였다.

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

[EBS 변형]

09. 그림은 마찰이 없는 수평면에 철수와 영희가 인라인스케이트를 신고 손을 맞대고 수평 방향으로 서로 미는 것을 나타낸 것이다. 철수의 질량이 영희의 질량보다 크다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

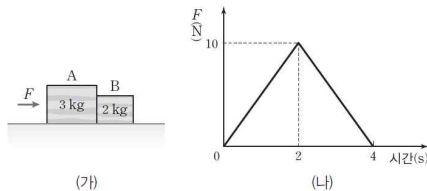
&lt; 보 기 &gt;

- ㄱ. 밀려난 후 영희의 속력이 철수보다 크다.  
 ㄴ. 미는 동안 가속도의 크기는 영희가 철수보다 크다.  
 ㄷ. 미는 동안 영희가 받은 충격량의 크기가 철수가 받은 충격량의 크기보다 크다.

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

[EBS 변형]

10. 그림 (가)는 마찰이 없는 수평면에 질량이 각각 3kg, 2kg인 두 물체 A, B가 나란히 정지해 있을 때 물체 A에 힘  $F$ 를 수평 방향으로 작용하는 것을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 힘  $F$ 를 시간에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

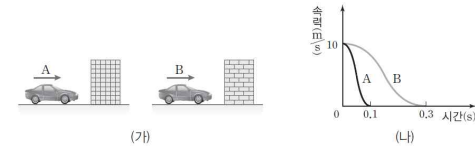
&lt; 보 기 &gt;

- ㄱ. 1초일 때 두 물체의 가속도의 크기는  $2\text{m/s}^2$ 이다.  
 ㄴ. 2초일 때 B의 속도의 크기는  $2\text{m/s}$ 이다.  
 ㄷ. 4초일 때 A와 B의 운동 에너지의 합은 40J이다.

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

[EBS 변형]

11. 그림 (가)는 서로 다른 재질의 고정된 벽면에 질량이 같은 두 자동차 A와 B가 충돌하기 직전의 모습을 나타낸 것이고, 그림 (나)는 자동차 A와 B가 벽면에 충돌하는 순간부터 정지할 때까지 A와 B의 속력을 시간에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A는 충돌 전후 동일한 직선상에서 운동하고, 모든 마찰은 무시한다.)

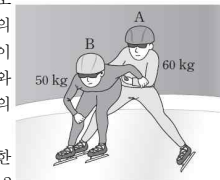
&lt; 보 기 &gt;

- ㄱ. 충돌 과정에서 받은 충격량의 크기는 A와 B가 서로 같다.  
 ㄴ. 충돌 과정에서 운동량의 변화량의 크기는 A와 B가 서로 같다.  
 ㄷ. 충돌 과정에서 벽으로부터 받은 평균 충격력의 크기는 B가 A의 3배이다.

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

[EBS 변형]

12. 그림은 쇼트트랙 계주 경기에서 주자 교체를 하는 모습을 나타낸 것이다. 질량이 60kg인 주자 A가  $12\text{m/s}$ 의 속력으로 운동하다가  $2\text{m/s}$ 의 속력으로 운동하던 질량이 50kg인 주자 B를 수평 방향으로 밀고 정지하였다. A와 B는 동일한 직선상에서 운동하고, A가 B를 밀 직후 B의 속력은  $14\text{m/s}$ 이며, A는 B를 0.4초 동안 밀었다. A가 B를 밀는 동안 작용한 힘은 일정할 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 미는 동안 공기의 저항 및 모든 마찰은 무시한다.)



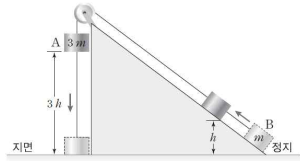
&lt; 보 기 &gt;

- ㄱ. A와 B의 운동 에너지의 합은 밀기 전과 후에 같다.  
 ㄴ. A가 B를 밀는 힘이 한 일은 4,500J이다.  
 ㄷ. A가 B를 밀는 동안 작용한 힘은 1,800N이다.

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

## |기출 변형|

13. 그림과 같이 질량이 각각  $3m$ ,  $m$ 인 두 물체 A, B를 실로 연결한 후 A를 정지 상태에서 가만히 놓았다니, A가  $3h$  낙하하는 동안 B는 마찰이 없는 빗면을 따라 높이  $h$ 만큼 올라간 것을 나타낸 것이다.

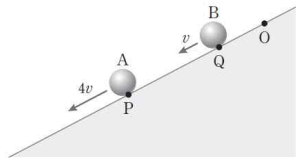


A가 지면에 닿는 순간, A의 속력  $v_A$ 는? (단, 실의 질량과 도르래의 마찰 및 공기 저항은 무시한다.)

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

## |EBS 변형|

14. 그림은 경사면 위의 한 지점 O에 물체 A를 가만히 놓고 t초 후 물체 B를 같은 지점 O에 가만히 놓았을 때, A가 P 지점을 속력  $4v$ 로 통과하는 순간, B가 Q 지점을 속력  $v$ 로 통과하는 모습을 나타낸 것이다. 두 물체 A와 B의 질량은  $2m$ 으로 서로 같다.



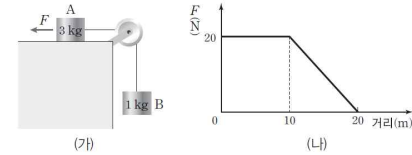
B가 P 지점을 통과하는 순간 A의 속력  $v_A$ 와 B가 P 지점을 통과하는 순간 경사면 위에서 운동하는 A와 B의 중력에 의한 퍼텐셜 에너지를 각각  $U_A$ ,  $U_B$ 라고 할 때,  $U_B - U_A$ 의 값을 바르게 짚은 것은?  
(단, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

- |   | $v_A$ | $U_B - U_A$ |   | $v_A$ | $U_B - U_A$ |
|---|-------|-------------|---|-------|-------------|
| ① | $5v$  | $16.5mv^2$  | ② | $5v$  | $33mv^2$    |
| ③ | $7v$  | $16.5mv^2$  | ④ | $7v$  | $33mv^2$    |
| ⑤ | $7v$  | $49mv^2$    |   |       |             |

## 통합형

## |EBS 변형|

15. 그림 (가)는 질량이 각각  $3\text{kg}$ ,  $1\text{kg}$ 인 두 물체 A, B를 실로 연결하고 정지해 있던 A에 왼쪽 방향으로 힘  $F$ 를 작용하는 것을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 물체 A에 작용하는 힘  $F$ 를 A의 이동 거리에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $10\text{m/s}^2$ 이고, 모든 마찰과 공기 저항, 실의 질량은 무시한다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. 정지해 있던 상태에서 물체 A가 20m까지 이동하는 동안 힘  $F$ 가 한 일은 300J이다.
- ㄴ. B의 중력 퍼텐셜 에너지가 200J 증가했을 때, A와 B의 운동 에너지의 합은 100J이다.
- ㄷ. A가 20m 이동했을 때 B의 운동 에너지는 25J이다.

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

## 고난도

## |EBS 변형|

16. 그림은 질량이  $2\text{kg}$ 인 물체가 P 지점을  $v$ 의 속력으로 통과하여 곡면을 따라 운동하여 R 지점을  $3\text{m/s}$ 로 통과하는 것을 나타낸 것이다. P와 Q 사이의 높이는  $h$ 이고, R과 Q 사이의 높이는  $4\text{m}$ 이다. Q에서 R까지 운동하는 동안 중력에 의한 퍼텐셜 에너지 변화량은 P에서 Q까지 운동하는 동안 물체의 운동 에너지 변화량의 2배이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $10\text{m/s}^2$ 이고, 물체의 크기와 공기 저항, 모든 마찰은 무시한다.)

- < 보 기 >
- ㄱ.  $h=2\text{m}$ 이다.
- ㄴ.  $v=10\text{m/s}$ 이다.
- ㄷ. P에서 물체의 운동량의 크기는  $14\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 이다.

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

## 03강 케플러 법칙과 상대성 이론

**학습 포인트** : 뉴턴의 만유인력 법칙으로 케플러 법칙을 설명할 수 있고, **케플러의 세 가지 법칙**을 이해할 수 있어야 합니다. **특수 상대성 이론**의 두 가지 가설을 알고, 나타나는 현상(동시성, 시간 팽창, 길이 수축, 질량-에너지 동등성)을 정리하고, 등가 원리와 **일반 상대성 이론**의 적용, 중력 렌즈 효과를 이해할 수 있어야 합니다.

출제 포인트	수능 출제 예상
케플러의 세 가지 법칙 이해하기	★★★★★
특수 상대성 이론과 현상 이해하기	★★★★
일반 상대성 이론과 그 증거 이해하기	★★★★

### NOTE

#### 1. 케플러 법칙과 만유인력 법칙

1) 행성의 운동에 대한 인식 변화

천동설 프톨레마이오스	지동설 코페르니쿠스	행성의 타원 운동 케플러
· 지구가 우주의 중심 · 태양을 포함한 모든 행성은 지구를 중심으로 원운동을 한다.	· 태양이 우주의 중심 · 지구를 포함한 모든 행성들이 태양 주위를 원운동을 한다.	· 행성은 원운동이 아닌 타원 운동을 한다.

2) 케플러 법칙

- (1) 케플러 제1법칙(타원 궤도 법칙) : 행성은 태양을 한 초점으로 하는 타원 궤도를 따라 운동한다.
- (2) 케플러 제2법칙(면적 속도 일정 법칙) : 행성이 타원 궤도를 돌면서 일정한 시간 동안 태양과 잇는 선이 휩쓸고 간 부채꼴의 면적은 항상 같다.
- (3) 케플러 제3법칙(조화 법칙) : 행성의 공전 주기( $T$ )의 제곱은 공전 궤도 반지름( $a$ )의 세제곱에 비례한다.  $\rightarrow T^2 \propto a^3$

3) 만유인력 법칙

(1) 만유인력 : 두 물체 사이에 작용하는 만유인력( $F$ )은 각 물체의 질량의 곱에 비례하고, 물체들 사이의 거리의 제곱에 반비례한다.

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \quad (G \text{는 만유인력 상수})$$

(2) 인공위성과 만유인력 법칙

- ① 인공위성의 운동 :  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$  (궤도 반지름이  $r$ 인 인공위성의 공전 속도)
- ② 인공위성의 역학적 에너지 :  $U = -\frac{GMm}{r}$  (만유인력에 의한 퍼텐셜 에너지)

#### 2. 특수 상대성 이론

1) 특수 상대성 이론의 가설

- (1) 상대성 원리(제1가설) : 모든 관성 좌표계에서 물리 법칙은 동일하게 성립한다.
- (2) 광속 불변의 법칙(제2가설) : 모든 관성 좌표계에서 보았을 때, 진공에서 진행하는 빛의 속도는 관측자의 운동 상태나 광원의 운동 상태와 관계없이 항상 일정하다.

2) 특수 상대성 이론의 현상

- (1) 동시성의 상대성 : 한 좌표계에서 동시에 일어난 두 사건은 다른 좌표계에서 볼 때 동시에 일어난 것이 아닐 수 있다.
- (2) 시간 팽창 : 움직이는 관찰자가 측정하는 시간 간격은 정지한 관찰자가 측정하는 시간보다 길다. 즉, 움직이는 시계는 느리게 간다.

$$\Delta t = \gamma \Delta t_0 \quad (\text{로런츠인자 } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}}) \quad (\Delta t_0 : \text{고유 시간})$$

- (3) 길이 수축 : 움직이는 관찰자가 측정하는 두 물체 사이의 거리는 정지한 관찰자가 측정하는 거리보다 짧다. 즉, 움직이는 물체의 길이는 줄어든다.

$$L = \frac{L_0}{\gamma} \quad (L_0 : \text{고유 길이})$$

(4) 질량-에너지 동등성

- ① 등속 운동하는 물체의 질량 :  $m = \gamma m_0$  ( $m_0$  : 정지 질량)
- ② 질량과 에너지는 상호 전환됨 :  $E = mc^2 = \gamma m_0 c^2$

#### 3. 일반 상대성 이론

1) 등가원리

(1) 관성 좌표계와 가속 좌표계

- ① 관성 좌표계 : 정지해 있거나 등속 직선 운동하는 좌표계
- ② 가속 좌표계 : 가속도 운동을 하고 있는 좌표계

(2) 등가 원리 : 가속 좌표계 내의 물체가 가속도 방향과 반대 방향으로 느끼는 가상의 힘. 관성력과 중력은 본질적으로 구별되지 않는다.

(3) 공간의 휘어짐: 질량이 공간을 휘게 하며, 중력은 공간의 휘어짐에 의한 하나의 현상이다.

2) 일반 상대성 이론의 증거

- (1) 수성의 세차 운동 : 수성의 근일점이 태양 주위를 공전할 때마다 이동한다.
- (2) 빛의 휨 : 지구-태양-별이 일직선상에 있어 보일 수 없는 별이 태양의 중력에 휘어져 지구에서 관찰된다. (중력 렌즈 현상)
- (3) 중력에 의한 시간 팽창 : 가속도 운동을 하는 물체나 중력의 영향을 받는 물체는 시간의 흐름이 늦어진다.
- (4) 블랙홀 : 극단적인 공간의 휘어짐으로 인해 빛조차 빠져나올 수 없는 거대 질량의 천체

#### 필수 자료 분석

##### 관성계

등속도로 운동하는 자동차 내부에서 철수가 공을 위로 던졌을 때, 영희가 자동차 밖에서 이를 관찰하고 있다. 공은 어떻게 운동할까?

자동차에 탄 사람이 본 공의 운동	자동차 밖의 사람이 본 공의 운동
등속 직선 운동을 하며 움직이고 있는 자동차 내에서 던져진 공은 다시 제자리로 돌아온다.	영희의 입장에서 공이 포물선 운동을 하는 것처럼 보인다. 던져 올린 공의 운동과 자동차의 등속 직선 운동이 합쳐져 보이기 때문이다.

→ 철수와 영희가 서로 다른 계에 있기 때문에 같은 공이라도 다른 운동을 한 것처럼 보인다. 정지하고 있거나 등속 직선 운동을 하는 장소를 '관성계'라고 하는데, 갈릴레이의 상대성 원리는 관성계에서만 적용할 수 있다.

##### 【 개념 확인 문제 】

다음을 읽고 옳은 것은 O표, 옳지 않은 것은 X표 하시오.

1. 행성들은 태양을 한 초점으로 하는 타원 궤도 운동을 한다. ( )
2. 중력은 시간에 영향을 주지 않는다. ( )
3. 수성의 세차 운동, 중력 렌즈 현상, 블랙홀 등은 일반 상대성 이론의 현상들이다. ( )

### NOTE

|정답

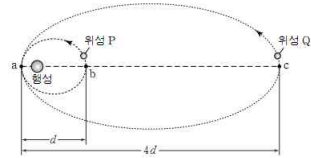
1. O 2. X 3. O

## 필수 실전 문제

memo

[기출]

01. 그림은 행성을 한 초점으로 하는 타원 궤도를 따라 공전하는 위성 P와 Q가 각 행성에서 가장 먼 지점 b, c를 지난 어느 순간의 모습을 나타낸 것이다. a와 P는 Q가 행성과 가장 가까운 지점이다. a와 c 사이의 거리는 a와 b 사이의 거리의 4배이다.



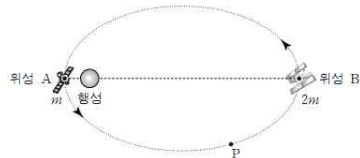
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, P와 Q에는 행성에 의한 만유인력만 작용한다.)

- < 보 기 >
- ㄱ. a를 지나는 순간의 가속도의 크기는 P가 Q보다 작다.
  - ㄴ. P의 운동 에너지는 b에서 a로 운동하는 동안 증가한다.
  - ㄷ. 공전 주기는 Q가 P의 8배이다.

① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄴ    ⑤ ㄴ, ㄷ

[기출]

02. 그림은 행성을 한 초점으로 하여 동일한 타원 궤도를 따라 공전하는 위성 A와 B가 각각 행성과 가장 가까운 지점과 가장 먼 지점을 지나는 어느 순간의 모습을 나타낸 것이다. A, B의 질량은 각각  $m$ ,  $2m$ 이다.



A와 B의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B에는 행성에 의한 만유인력만 작용한다.)

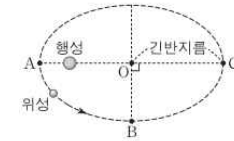
- < 보 기 >
- ㄱ. 시간이 지나도 A와 B를 잇는 직선은 항상 행성을 지난다.
  - ㄴ. A와 B가 각각 P점을 지나는 순간의 가속도는 같다.
  - ㄷ. A와 B의 공전 주기는 같다.

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

memo

[기출]

03. 그림과 같이 위성이 행성을 한 초점으로 하는 타원 궤도를 따라 운동한다. 위성의 공전 주기는  $T$ 이다.



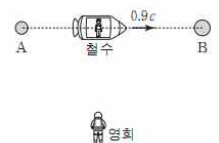
위성의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 가속도의 크기는 A에서 C에서보다 크다.
  - ㄴ. B에서 C까지 운동하는 데 걸린 시간은  $\frac{T}{4}$ 보다 크다.
  - ㄷ. 위성의 타원 궤도 긴 반지름이 2배가 되면 공전 주기는  $2\sqrt{2}T$ 가 된다.

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

[기출 변형]

04. 그림과 같이 철수가 탄 우주선이 정지한 영화에 대해 일정한 속도  $0.9c$ 로 행성 A에서 행성 B를 향해 운동하고 있다. 철수가 측정한 A와 B 사이의 거리는  $L$ 이고, 철수가 측정한 A에서 B까지 이동하는 데 걸린 시간은  $T$ 이다. A, B는 영화에 대해 정지해 있다.

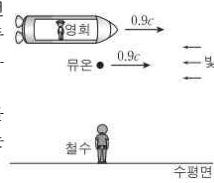


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 철수가 관측할 때 B는  $0.9c$ 의 속력으로 다가온다.
  - ㄴ. 영화가 측정한 A와 B 사이의 거리는  $L$ 보다 작다.
  - ㄷ. 우주선이 A에서 B까지 이동하는 데 걸린 시간을 영화가 측정하면  $T$ 보다 크다.

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

05. 그림은 정지해 있는 철수에 대해 영희가 탄 우주선과 뮌이 수평면과 나란하게 일정한 속력  $0.9c$ 로 운동하고 있는 어느 순간의 모습을 나타낸 것이다. 빛은 우주선과 반대 방향으로 진행하고 있다. 철수가 측정했을 때 영희가 측정했을 때보다 더 큰 물리량만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단,  $c$ 는 빛의 속력이고, 중력에 의한 효과는 무시한다.)



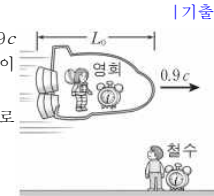
[기출]

&lt; 보 기 &gt;

- ㄱ. 빛의 속력      ㄴ. 우주선의 길이      ㄷ. 뮌의 수명

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

06. 그림과 같이 영희가 탄 우주선이 철수에 대하여  $0.9c$ 의 일정한 속도로 운동한다. 우주선의 고유 길이는  $L_0$ 이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단,  $c$ 는 빛의 속력이다.)



[기출]

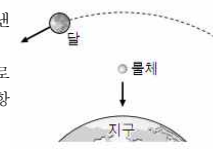
&lt; 보 기 &gt;

- ㄱ. 영희가 탄 우주선의 길이를 철수가 관측하면  $L_0$ 보다 짧다.  
 ㄴ. 철수는 영희의 시간이 자신의 시간보다 빠르게 가는 것으로 관측한다.  
 ㄷ. 영희가 우주선의 운동 방향으로 보낸 빛의 속력을 철수가 관측한다면  $c$ 보다 크다.

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

[EBS 변형]

07. 그림은 지표면 근처에서 지구 중심을 향해 낙하하고 있는 물체와 지구 주위를 공전하는 달의 모습을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체와 달 사이의 상호 작용, 공기 저항은 무시한다.)



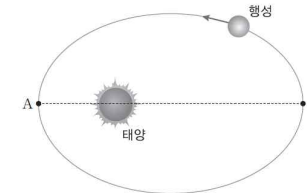
&lt; 보 기 &gt;

- ㄱ. 가속도의 크기는 물체가 달보다 크다.  
 ㄴ. 물체와 달에는 모두 지구의 중력이 작용한다.  
 ㄷ. 지구가 달에 작용하는 힘의 크기와 달이 지구에 작용하는 힘의 크기는 같다.

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

[EBS 변형]

08. 그림은 태양 주위를 공전하는 행성의 타원 궤도를 나타낸 것이다. 타원 궤도에서 태양과 가장 가까운 곳이 점 A, 가장 먼 곳이 점 B이다.



이에 대한 설명한 것으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

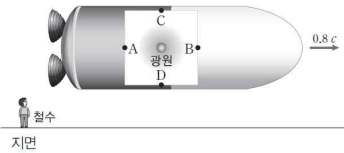
&lt; 보 기 &gt;

- ㄱ. 태양은 타원의 한 초점 위에 있다.  
 ㄴ. 행성의 가속도의 크기는 A에서 B에서보다 크다.  
 ㄷ. 행성이 갖는 만유인력에 의한 퍼텐셜 에너지는 A에서 B에서보다 크다.

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

[EBS 변형]

09. 그림은 지면에 정지해 있는 철수에 대해  $0.8c$ 의 일정한 속도로 운동하는 우주선을 나타낸 것이다. 우주선 안의 광원에서 빛을 동시에 A, B, C, D를 향해 방출시켰을 때, 우주선 안에 있던 관찰자는 빛이 네 지점 A, B, C, D에 동시에 도달하는 것을 관측하였다.



철수가 관측한 것에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단,  $c$ 는 빛의 속력이다.)

&lt; 보 기 &gt;

- ㄱ. 빛은 A에 가장 먼저 도달한다.  
 ㄴ. A와 B 사이의 거리는 C와 D 사이의 거리와 같다.  
 ㄷ. B를 향해 진행하는 빛의 속력은 D를 향해 진행하는 빛의 속력보다 빠르다.

① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄴ    ⑤ ㄴ, ㄷ

[EBS 변형]

10. 다음은 소립자 뮤온(muon)에 대한 설명의 일부분이다.

- 뮤온은 수명이 짧아서 정지 상태일 때 100만분의 2초 만에 붕괴된다. 따라서 광속으로 달려도 수명이 다하기 전까지 뮤온이 이동할 수 있는 거리는 약 0.6km 정도이다. 하지만 대기권에서 만들어진 뮤온이 수십~수백km를 날아 지상에 도달하는 경우가 있다.
- 지상의 관측자가 보면 뮤온의 운동 속도가 광속의 약 99.9% 정도면 원래 수명의 약 20배 정도 늘어나 자신의 수명 동안 약 12km를, 광속의 99.9999%가 되면 수명은 약 700배 정도 늘어나 420km를 이동할 수 있어 충분히 대기권을 지나 지상에 도달한다.
- 뮤온의 입장에서 보면 자신의 수명이 늘어난 것이 아니라 이동하는 거리가 짧아지는 현상이 일어난 것이다. 광속의 99.9999%로 이동하는 뮤온에게 420km는  $\frac{1}{700}$ 로 줄어 0.6km가 된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

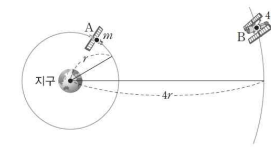
&lt; 보 기 &gt;

- ㄱ. 위 현상은 특수 상대성 이론을 뒷받침하는 증거 중 하나이다.  
 ㄴ. 뮤온과 함께 움직이는 좌표계에서 운동하는 뮤온을 보면 이동 거리가 짧아지는 것으로 보인다.  
 ㄷ. 뮤온의 운동 방향과 수직 방향의 거리도 짧아진다.

① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄴ    ⑤ ㄴ, ㄷ

[EBS 변형]

11. 그림은 두 인공위성 A, B가 각각 지구를 중심으로 등속 원운동하는 것을 나타낸 것이다. 두 인공위성 A, B가 지구 중심으로부터 떨어진 거리는 각각  $r$ ,  $4r$ 이고, 질량은  $m$ ,  $4m$ 이다.



이에 대한 설명한 것으로 옳은 것을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

&lt; 보 기 &gt;

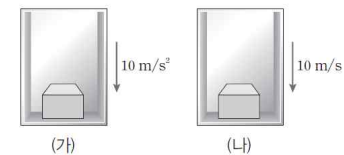
- ㄱ. 1회 공전하는 동안 평균 속력은 A와 B가 같다.  
 ㄴ. B의 공전 주기는 A의 8배이다.  
 ㄷ. 지구가 A를 당기는 힘의 크기는 B를 당기는 힘의 4배이다.

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

통합형

[EBS 변형]

12. 그림 (가)는  $10\text{m/s}^2$ 의 일정한 가속도로 낙하하고 있는 상자를, 그림 (나)는 지표면 근처에서  $10\text{m/s}$ 로 등속도 낙하 운동하는 상자를 각각 나타낸 것이다. (가)와 (나)의 상자 바닥에 있는 물체의 질량은 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $10\text{m/s}^2$ 이다.)

&lt; 보 기 &gt;

- ㄱ. (가)에서 물체가 상자를 누르는 힘의 크기가 (나)에서보다 크다.  
 ㄴ. 상자 안의 좌표계에서 보면(가)에서 물체에 작용하는 중력과 관성력이 평형을 이룬다.  
 ㄷ. 관성계에서 관측하였을 때 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

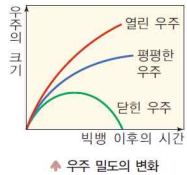
① ㄴ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

## 04강 현대 우주론과 기본 입자

**학습 포인트:** 대폭발 우주론과 그 증거들을 이해하고, 네 가지 기본 상호 작용(중력, 전자기력, 강력, 약력)과 기본 입자(쿼크, 렙톤), 매개 입자(광자, Z, W 보손, 글루온, 중력자)를 바탕으로 표준 모형을 이해할 수 있어야 합니다.

출제 포인트	수능 출제 예상
대폭발 우주론과 증거 현상들 이해하기	★★★★
기본 상호 작용 이해하기	★★★★
표준 모형과 표준 모형의 입자(기본 입자와 매개 입자) 이해하기	★★★★★

### NOTE



### 1. 우주론

#### 1) 프리드만의 우주 모형

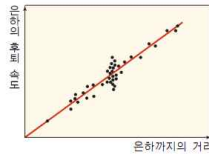
- (1) 열린 우주 : 영원히 팽창하는 우주 모형
- (2) 평평한 우주 : 우주가 팽창하다가 멈추어 일정한 크기를 유지하는 우주 모형
- (3) 닫힌 우주 : 팽창하다가 다시 중력에 의하여 수축하여 대붕괴를 하는 우주 모형

#### 2) 대폭발 우주론

- (1) 대폭발 우주론 : 우주의 팽창이 시작된 지점은 우주의 모든 질량과 에너지가 한 점에 모여 엄청나게 높은 밀도의 에너지가 있었으며, 그것이 급격히 폭발·팽창한다는 이론
- (2) 급팽창 이론 : 우주는 약 137억 년 전 대폭발에 의하여 탄생하여 그 직후  $10^{-35} \sim 10^{-32}$  초에 이르는 짧은 시간 동안 엄청나게 크게 팽창하였다는 이론

#### 3) 대폭발 우주론의 증거

- (1) 허블의 법칙 : 은하가 우리 은하로부터 멀어지는 속도는 은하까지의 거리에 비례한다



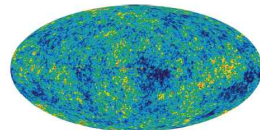
$$v = Hr$$

$v$  : 은하가 멀어지는 속도(km/s)

$H$  : 허블 상수(약  $70.8 \pm 1.6 \text{ km/s/Mpc}$ )

$r$  : 은하와 우리은하 간의 간격(Mpc)

- (2) 우주 배경 복사 : 우주의 급팽창 이후 빛과 물질이 분리되면서 우주 공간의 모든 방향에서 같은 강도로 들어오는 전파

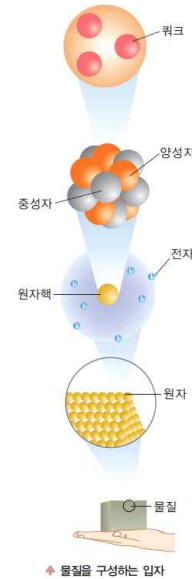


우주 배경 복사

### 2. 기본 상호 작용

자연계에 존재하는 기본적인 힘으로 중력, 전자기력, 약한 상호 작용, 강한 상호 작용이 있다.

- 1) 중력 : 질량을 가진 물체 사이에 작용하는 힘
- 2) 전자기력 : 전기력과 자기력을 통합하는 하나의 힘
- 3) 약한 상호 작용 : 입자를 붕괴시키는 힘으로 중성자가 전자와 중성미자를 방출하면서 양성자로 붕괴되는 과정에서 발견되었다. 크기는 전자기력보다 작다.



물질을 구성하는 입자

- 4) 강한 상호 작용 : 쿼크들 사이와 핵자(양성자, 중성자)들 사이에 작용하는 힘으로, 매우 짧은 거리에서만 작용하며 전자기력보다 크다.

### 3. 기본 입자

더 이상 쪼개지지 않는 입자로 6종류의 쿼크, 6종류의 렙톤(경입자), 4종류의 매개 입자가 있다.

#### 1) 쿼크

- (1) 종류 : 위(u)쿼크, 아래(d)쿼크, 맵시(c)쿼크, 아랫한(s)쿼크, 꼭대기(t)쿼크, 바닥(b)쿼크

- (2) 쿼크는 네 가지 상호 작용을 모두 한다.

#### 2) 렙톤

- (1) 종류 : 전자, 전자 중성미자, 뮤온, 뮤온 중성미자, 타우, 타우 중성미자

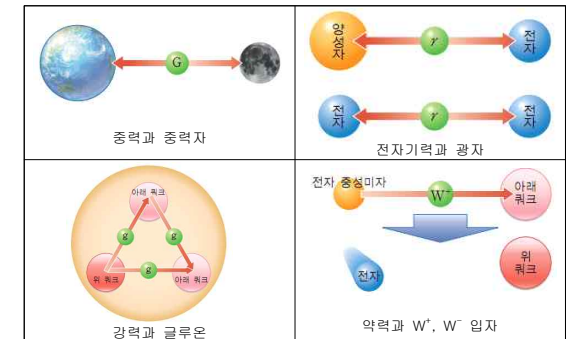
- (2) 렙톤은 강한 상호 작용을 하지 않는다.

- 3) 매개 입자 : 광자(photon), Z 보손, W 보손, 글루온(gluon), 중력자(아직 발견되지 않음)

### 필수 자료 분석

#### 기본 힘과 매개 입자

표준 모형에 의하면 각각의 힘은 장(場)을 이룬다. 예를 들어 전기력은 전기장을, 자기력은 자기장을 이루고 있고 그 장들은 공간에 보이지 않는 선으로 흐르고 있다. 힘의 장에는 입자들이 퍼져 있는데, 그 입자들은 힘을 전달하는 매개체로 작용한다고 통일장 이론에서는 설명하고 있다. 이 입자들을 매개 입자라고 하고, 각 상호 작용별로 다음과 같은 매개 입자를 갖게 된다.



### [ 개념 확인 문제 ]

다음을 읽고 옳은 것은 O표, 옳지 않은 것은 X표 하시오.

1. 대폭발 우주론은 우주의 모든 질량과 에너지가 한 점에 모여 있다가 급격한 폭발로 생성되어 지금까지 팽창하고 있다는 이론이다. ( )
2. 어느 은하에서 보더라도 모든 은하는 다른 은하에서 멀어지고 있고, 그 속도는 멀리 있을수록 느리다. ( )
3. 광자, 보손, 글루온 등은 물질을 이루는 기본 입자이다. ( )

|정답

1. O 2. X 3. X



## 필수 실전 문제

memo

[기술]

01. 그림은 대폭발 우주론에 관한 글이다.

(가) 대폭발 우주론에 의하면 과거 어느 시점에 에너지 밀도가 높은 상태에서 커다란 폭발이 일어나 우주가 생성되었고, 우주는 지금까지 계속 팽창하며 온도가 내려가고 있다. 우주 생성 초기에 (나) 쿼크들 사이에 글루온이 매개하는 (다) 힘이 작용하여 양성자와 (라) 중성자가 생성되었고, 이후 이들이 결합하여 헬륨 원자핵이 생성되었다. 우주의 온도가 약 3000K 정도로 내려갔을 때 전자와 원자핵이 (마) 전자기력에 의해 결합하여 원자가 생성되었다.

(가)~(마)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 우주 배경 복사는 (가)의 증거이다.
- ② (나)의 전하량은 0이다.
- ③ (다)는 강한 상호 작용이다.
- ④ (라)는 3개의 쿼크로 이루어져 있다.
- ⑤ (마)를 매개하는 입자는 광자이다.

[기술]

02. 다음 중 시공간을 새롭게 이해하는 데 도움을 준 상대성 이론이나 우주의 역사에 관한 새로운 사실을 밝히는 데 기여한 현대 우주론에 관한 진술로 옳지 않은 것은?

- ① 일정한 상대 속도로 움직이는 두 관측자가 측정한 진공에서의 빛의 속력은 같다.
- ② 지표면에서 관측했을 때 운동하는 묶은은 정지한 묶은보다 수명이 길다.
- ③ 태양 근처를 지나가는 빛의 경로가 휘다.
- ④ 우리 은하로부터 멀리 있는 은하일수록 후퇴하는 속력이 더 작다.
- ⑤ 우주 공간의 모든 방향에서 관측되는 우주 배경 복사는 대폭발 우주론의 증거이다.

[기술]

memo

03. 그림은 4가지 기본 상호 작용에 관한 글이다.

- 전하를 띤 입자들은 [(가)]을/를 주고받으며 전자기 상호 작용을 한다.
- 핵자 속에 있는 [(나)]은/는 글루온을 주고받으며 강한 상호 작용을 한다.
- 약한 상호 작용에 의해 중성자가 양성자로 변하는 베타( $\beta$ ) 붕괴에서는 중성자를 구성하는 쿼크가 W 보손을 통해 렙톤의 일종인 [(다)]과/와 전자를 방출한다.
- 중력을 매개하는 것으로 추정되는 중력자는 아직 발견되지 않았다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. (가)는 광자이다.  
 ㄴ. (나)는 (가)를 주고받으며 전자와 전자기 상호 작용을 할 수 있다.  
 ㄷ. (다)는 전기장 안에서 힘을 받는다.

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

[기술]

04. 다음은 표준 모형에서 어떤 입자를 설명한 것이다.

- 물질을 구성하는 기본 입자이다.
- ①강한 상호 작용을 한다.
- 양성자를 구성하는 3개의 입자 중 2개에 해당한다.
- 전하량은  $+\frac{2}{3}e$ 이다. ( $e$ : 기본 전하량)

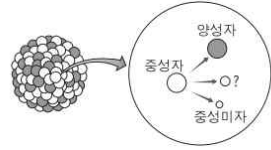
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 위 쿼크에 대한 설명이다.  
 ㄴ. 중성자를 구성하는 입자 중 하나이다.  
 ㄷ. ①을 매개하는 입자는 글루온이다.

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

05. 다음은 표준 모형을 설명한 것이다.

표준 모형에서는 물질을 구성하는 기본 입자를 쿼크와 (가)으로 구분한다. 쿼크의 종류는 6가지이며, (가)에는 전자, 뮤온, 타우 입자뿐만 아니라 중성미자와 같이 전하량이 없고 질량이 매우 작은 입자도 포함된다. 중성미자는 그림과 같이 원자핵의 중성자가 베타 붕괴를 할 때 생성되며, 베타 붕괴에 관여하는 힘은 (나)이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

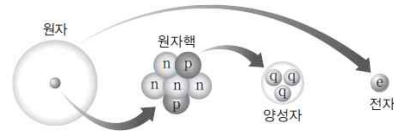
\_\_\_\_\_ < 보 기 > \_\_\_\_\_

- ㄱ. (가)는 매개 입자이다.  
 ㄴ. (나)는 약한 상호 작용이다.  
 ㄷ. ㉠에서 전자도 생성된다.

① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄷ    ⑤ ㄴ, ㄷ

[기출]

06. 그림은 원자를 구성하는 입자들을 모식적으로 나타낸 것이다. p는 양성자, n은 중성자, q는 쿼크이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

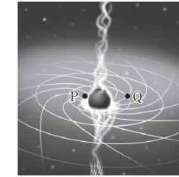
\_\_\_\_\_ < 보 기 > \_\_\_\_\_

- ㄱ. 전자는 원자핵을 구성하는 입자이다.  
 ㄴ. 양성자는 쿼크로 구성되어 있다.  
 ㄷ. 원자핵 안의 양성자와 중성자 사이에는 핵력이 작용한다.

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

[EBS 변형]

07. 그림은 블랙홀과 함께 회전하는 별의 기체층의 일부가 블랙홀로 흡수되는 모습을 상상하여 그린 것이다. 천체로부터의 거리는 P 지점이 Q 지점보다 가깝다.



이에 대한 설명한 것으로 옳은 것을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

\_\_\_\_\_ < 보 기 > \_\_\_\_\_

- ㄱ. 질량이 극도로 큰 천체는 시공간을 휘게 하여 블랙홀을 만든다.  
 ㄴ. 지점 P에서 지점 Q에서보다 시간이 느리게 간다.  
 ㄷ. 지점 Q에서 지점 P에서보다 시공간이 더 많이 휘어져 있다.

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

[EBS 변형]

08. 그림은 우주 탐사선이 측정한 우주 배경 복사를 나타낸 사진이다.



우주 배경 복사에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

\_\_\_\_\_ < 보 기 > \_\_\_\_\_

- ㄱ. 대폭발 우주론의 증거가 되는 사진이다.  
 ㄴ. 우주 모든 곳에서의 온도는 동일하게 측정된다.  
 ㄷ. 우주 배경 복사는 우주의 모든 방향에서 관측된다.

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

09. 그림은 태양을 중심으로 한 수성의 세차 운동을 설명한 것이다.

태양 주위를 도는 행성은 타원 궤도 운동한다는 것이 밝혀졌다. 그러나 행성들이나 항성이 가까이 있는 경우에는 이 법칙이나 이론이 약간 수정되어야 하며, 행성의 궤도가 타원에서 약간씩 달라져 그림과 같이 꽃잎처럼 그리게 된다. 수성의 궤도는 100년에 574°만큼 세차 운동을 한다. 그런데 금성과 지구의 중력을 보정하여도 100년에 43°만큼의 오차가 발생한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 뉴턴의 중력 법칙으로는 설명이 어렵다.  
 ㄴ. 일반 상대성 이론을 뒷받침하는 현상 중 하나이다.  
 ㄷ. 100년에 43°만큼의 오차는 태양이 시공간을 휘게 하는 현상을 고려해야 설명이 가능하다.

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

10. 다음은 기본 힘에 대한 설명이다.

자연에는 기본 힘이 네 가지 있다. 이 힘들은 우주 초기에는 하나로 통일된 상태에 있었지만 우주가 팽창하면서 힘이 하나씩 분리되었다. 가장 먼저 질량을 가진 물체 사이에 작용하는 힘인 [가](이)가 분리되고 그 다음 핵자를 구성하는 입자를 결합시키는 힘인 [나](이)가 분리되고 나중에 약력과 [다](이)가 분리되었으며, 이들 기본 힘은 힘을 매개하는 입자를 주고받으면서 작용한다.

위 (가), (나), (다)에 들어갈 말을 바르게 짝지은 것은?

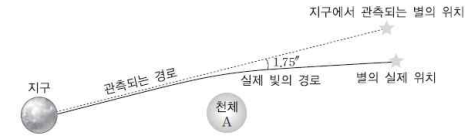
- (가)    (나)    (다)
- ① 전자기력   중   력   강   력    ② 중   력   강   력   전자기력  
 ③ 전자기력   강   력   중   력    ④ 강   력   중   력   전자기력  
 ⑤ 중   력   전자기력   강   력

[EBS 변형]

통합형

[EBS 변형]

11. 그림은 별에서 지구로 오는 빛의 경로와 이 빛을 지구에서 관측했을 때 별의 위치를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

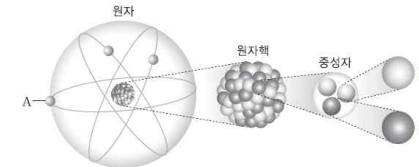
- < 보 기 >
- ㄱ. 중력 렌즈 현상이다.  
 ㄴ. A의 질량이 감소하면 별의 실제 위치와 지구에서 관측되는 별의 위치 사이의 간격이 커진다.  
 ㄷ. 별의 실제 위치와 지구에서 관측되는 위치가 다른 것은 천체 A에 의해 시공간이 휘어져 빛의 경로가 휘어지기 때문이다.

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

고난도

[EBS 변형]

12. 그림은 어떤 원소의 원자를 구성하는 입자들을 나타낸 것으로, A는 원자핵 주위에 있는 입자, B와 C는 중성자를 구성하는 서로 다른 입자이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. A의 전하량은  $+\frac{2}{3}e$ 이다.  
 ㄴ. B와 C 사이에는 약한 상호작용이 작용한다.  
 ㄷ. B와 C 사이에 작용하는 매개입자는 글루온이다.

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