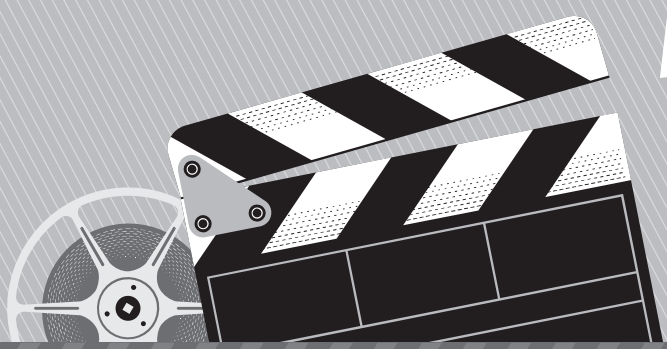


EBS 수능완성 물리 I

# 정답과 해설



# I. 시공간과 우주



## 시공간의 측정과 물체의 운동

달은 골 문제로 유형 익히기

본문 5쪽

정답 ⑤

예설 | 가속도가 일정한 등가속도 직선 운동에서 물체의 처음 속력이  $v_0$ , 나중 속력이  $v$ 일 때 평균 속력은  $\frac{v_0+v}{2}$ 와 같지만, 가속도의 크기가 변하는 경우에 평균 속력은  $\frac{\text{이동 거리}}{\text{걸린 시간}}$ 로 구해야 한다.

정답맞이기 > 가. B에서의 속력을  $v$ 라 할 때, A에서의 속력은 0에서부터  $v$ 까지 증가하는 등가속도 직선 운동이므로 A에서 평균 속력은  $\frac{1}{2}v$ 이다. 따라서 평균 속력은 B에서가 A에서의 2배이다.

나. 각 구간을 지나는 데 걸린 시간을  $t$ , B에서의 속력을  $v$ 라 할 때, B의 길이는  $vt$ 이고, A의 길이는  $\frac{1}{2}vt$ 이다. 구간 길이는 C에서가 A에서의 4배이므로 C의 길이는  $2vt$ 이다. 따라서 구간 길이는 C에서가 B에서의 2배이다.

다. 구간을 지나는 데 걸린 시간은 같고, 구간 길이는 C에서가 A에서의 4배이므로 평균 속력은 C에서가 A에서의 4배이다. A에서의 평균 속력은  $\frac{1}{2}v$ , C에서의 평균 속력은  $2v$ 이다. 따라서 A에서의 속도 증가량은  $v$ 이고, C에서의 속도 증가량은  $2v$ 이다. 구간을 지나는 데 걸린 시간이 같으므로 가속도의 크기는 C에서가 A에서의 2배이다.

테마별 수능 필수유제

본문 6~7쪽

- |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| 01 ① | 02 ③ | 03 ⑤ | 04 ④ | 05 ③ |
| 06 ⑤ | 07 ⑤ | 08 ⑤ |      |      |

### 01 시간과 길이의 표준

예설 | 세슘 원자에서 방출되는 빛의 진동수를 이용하여 1초를 정의하는 원자시로 시간을 정의하고, 빛이 진공에서  $\frac{1}{299,792,458}$ 초 동안 진행한 거리를 1m로 정의한다.

정답맞이기 > A. 현재 사용하는 시간의 표준은 원자시로, 세슘 원자에서 방출되는 빛이 9,192,631,770번 진동하는 데 걸리는 시간을 현재 1초의 정의로 사용한다.

오답짜이기 > B. 빛이 진공에서  $\frac{1}{299,792,458}$ 초 동안 진행하는 거리를 1m로 정의한다. 길이의 국제 표준 단위는 미터(m)이다.

C. 1m는 빛이 진공에서 진행하는 거리로 정의하고, 시간은 세슘 원자가 방출되는 빛의 진동수를 이용하여 정의한다.

### 02 양부일구

예설 | 양부일구에서 세로선은 하루 중의 시각을 나타내고, 가로선은 절기를 나타내며, 하루 동안 영침의 그림자는 같은 가로선을 따라 이동한다.

정답맞이기 > 가. (가)에서 영침의 그림자가 동쪽으로 향하고 있으므로 태양은 서쪽에 위치한다. 따라서 (가)는 오후에 관측한 것이다.

나. 양부일구에서 영침의 그림자가 가장 길 때가 동지이고, 가장 짧을 때가 하지이다. 따라서 (나)를 관측한 계절은 여름이다.

오답짜이기 > 다. 동일한 시각에 태양의 고도가 높을수록 영침의 그림자의 길이는 짧아진다. 따라서 태양의 고도는 (가)에서가 (나)에서보다 낮다.

### 03 속도-시간 그래프

예설 | 속도-시간 그래프의 기울기는 가속도를 나타내고, 그래프와 시간 축이 이루는 면적은 변위를 나타낸다.

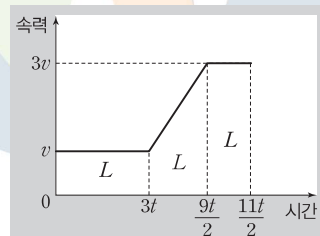
정답맞이기 > 가. 속도-시간 그래프에서 속도가 (+)의 값일 때 그래프와 시간 축이 이루는 면적이 오른쪽 방향으로 이동한 거리라면, 속도가 (-)의 값일 때 그래프와 시간 축이 이루는 면적은 왼쪽 방향으로 이동한 거리이다. 0부터  $2t$ 까지 이동한 거리는 오른쪽 방향으로  $vt$ 이고,  $2t$ 부터  $3t$ 까지 이동한 거리는 왼쪽 방향으로  $\frac{1}{2}vt$ 이므로  $t$ 일 때와  $3t$ 일 때 자동차의 위치는 같다.

나.  $2t$ 부터  $3t$ 까지 속도는 (-)의 값을 가지므로 운동 방향은 왼쪽 방향이다. 속도-시간 그래프에서 기울기는 가속도이다. 가속도가 (-)의 값을 가지므로 가속도의 방향은 왼쪽 방향이다. 따라서 운동 방향과 알짜힘의 방향은 같다. 또한 속력이 증가하므로 운동 방향과 알짜힘의 방향은 같다.

다. 0부터  $4t$ 까지 이동한 거리가  $2vt$ 이므로 평균 속력은  $v_{\text{평균}} = \frac{2vt}{4t} = \frac{1}{2}v$ 이다.

### 04 등가속도 직선 운동과 등속도 운동

예설 | 등가속도 직선 운동을 하는 물체의 처음 속력이  $v_0$ , 나중 속력이  $v$ 일 때 평균 속력은  $\frac{v_0+v}{2}$ 이다. 자동차의 운동을 속도-시간 그래프로 나타내면 다음과 같다.



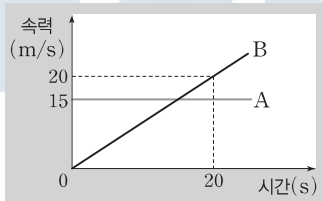
정답맞이기 > A, C에서 등속도 운동이고, A, C를 통과하는 데 걸린 시간이 각각  $3t$ ,  $t$ 이므로 A에서 속력을  $v$ 라고 한다면 C에서 속력은  $3v$ 이다. B에서는 속력이  $v$ 에서  $3v$ 로 증가하는 등가속도 운동을 하므로 평균 속력은  $2v$ 이다. A에서 구간 거리가  $L$ 이므로  $3vt = L$ 이다. B에서 평균 속력이  $2v$ , 구간 거리  $L$ 이고, 걸린 시간이  $t_B$ 일 때  $2vt_B = L$

=L이므로  $t_B = \frac{L}{2v}$ 이고,  $\frac{L}{v} = 3t$ 이므로  $t_B = \frac{3t}{2}$ 이다.

B에서 가속도의 크기  $a = \frac{\text{속도 변화량}}{\text{걸린 시간}} = \frac{2v}{\frac{3t}{2}} = \frac{4v}{3t} = \frac{\frac{4L}{2t}}{3t} = \frac{4L}{9t^2}$ 이다.

### 05 등가속도 직선 운동과 등속도 운동

**예설** | 등가속도 운동에서  $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ ,  $v = v_0 + at$ 가 성립한다. A는 등속도 운동, B는 등가속도 운동을 하므로 A와 B의 운동을 속도-시간 그래프로 나타내면 다음과 같다.



**정답맞히기** > 가. A는 기준선 P를 통과하는 순간 속력이 15 m/s이고 등속도 운동하므로 도착선 R를 통과하는 순간의 속력도 15 m/s이다. P에서 R까지의 거리가 300 m이므로 P에서 R까지 A가 운동하는 데 걸린 시간은 20초이다.

다. B는 정지 상태에서 출발하여 등가속도 운동하므로  $s = \frac{1}{2}at^2$ 이 성립한다.  $200 \text{ m} = \frac{1}{2}a \times (20 \text{ s})^2$ 이므로 가속도의 크기  $a = 1 \text{ m/s}^2$ 이다.

**오답짜이기** > 나. B는 정지 상태에서 출발하여 등가속도 운동을 하므로  $v = at$ 가 성립한다.  $v = 1 \text{ m/s}^2 \times 20 \text{ s}$ 이므로 B가 R에 도달하는 순간, B의 속력은 20 m/s이다.

### 06 등가속도 직선 운동

**예설** | 등가속도 직선 운동에서  $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ ,  $v = v_0 + at$ 가 성립한다.

**정답맞히기** > 같은 시간 동안 각각 등가속도 직선 운동을 하여 A는 2L, B는 5L을 이동하였다. 따라서 A는  $2L = \frac{1}{2}a_A t^2$ 이 성립하고, B는  $5L = \frac{1}{2}a_B t^2$ 이 성립한다. 따라서  $a_A = \frac{4L}{t^2}$ 이고,  $a_B = \frac{10L}{t^2}$ 이므로  $a_A : a_B = 2 : 5$ 이다.

### 07 등가속도 직선 운동

**예설** | 등가속도 직선 운동을 하는 물체의 운동 방정식은  $v = v_0 + at$ ,  $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ ,  $2as = v^2 - v_0^2$ 이다.

**정답맞히기** > 가. a에서 b까지 이동한 거리가 4 m이고, 이동하는 데 걸린 시간이 0.5초이므로 가속도의 크기는  $4 \text{ m} = 9 \text{ m/s} \times 0.5 \text{ s} - \frac{1}{2}a \times (0.5 \text{ s})^2$ 에서  $a = 4 \text{ m/s}^2$ 이다.

나. 가속도의 크기가  $4 \text{ m/s}^2$ 이므로 0.5초마다 속력이 2 m/s씩 감소한다. 따라서 b, c, d, e에서의 속력은 각각 7 m/s, 5 m/s, 3 m/s, 1 m/s이다.

다. a에서 e까지 이동하는 데 걸린 시간은 2초이고, 총 이동 거리가 10 m이므로 평균 속력은 5 m/s이다. 또한 a에서의 속력이 9 m/s이고, e에서의 속력이 1 m/s이므로 평균 속력은  $\frac{9 \text{ m/s} + 1 \text{ m/s}}{2} = 5 \text{ m/s}$ 이다.

### 08 빗면에서의 등가속도 직선 운동

**예설** | 등가속도 직선 운동을 하는 물체의 운동 방정식에서 처음 속도가 0이면  $v = at$ ,  $s = \frac{1}{2}at^2$ 이다.

**정답맞히기** > 가. 같은 시간(t) 동안 A, B가 이동한 거리가 각각 2d, d이므로 A, B의 가속도의 크기는 각각  $a_A = \frac{4d}{t^2}$ ,  $a_B = \frac{2d}{t^2}$ 이다. 따라서 가속도의 크기는 A가 B의 2배이다.

나. A, B의 가속도의 크기가 각각  $a_A = \frac{4d}{t^2}$ ,  $a_B = \frac{2d}{t^2}$ 이므로, t일 때 A, B의 속력은 각각  $v_A = a_A t = \frac{4d}{t}$ ,  $v_B = a_B t = \frac{2d}{t}$ 이다. 따라서 t일 때 속력은 A가 B의 2배이다.

다. 물체에 작용하는 알짜힘의 크기  $F = ma$ 이다. A, B에 작용하는 알짜힘의 크기는 각각  $F_A = \frac{4md}{t^2}$ ,  $F_B = 2m \times \frac{2d}{t^2} = \frac{4md}{t^2}$ 이므로 알짜힘의 크기는 A와 B가 같다.

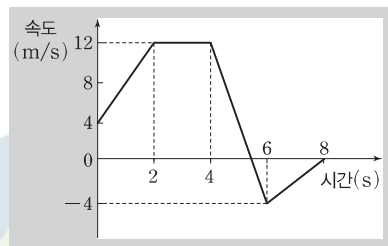
### 테마별 수능 심화문제

본문 8~9쪽

09 ③      10 ⑤      11 ⑤      12 ④

### 09 가속도-시간 그래프

**예설** | 가속도-시간 그래프에서 그래프와 시간 축이 이루는 면적은 속도 변화량과 같다. 속도-시간 그래프로 변환하면 다음과 같다.



**정답맞히기** > 가. 8초일 때 정지하므로 0초부터 8초까지 속도 변화량을 계산하면 된다. 0초부터 2초까지 8 m/s 증가, 2초부터 4초까지 속도 변화 없음, 4초부터 6초까지 16 m/s 감소, 6초부터 8초까지 4 m/s 증가하였다. 즉, 0초부터 8초까지 4 m/s 감소하였으므로 0초일 때 속력은 4 m/s이다.

나. 0초일 때 속력이 4 m/s이고, 0초부터 2초까지 속력이 8 m/s 증가하였으므로 2초일 때 속력은 12 m/s이다. 2초부터 4초까지는 속력이 일정하므로 이동한 거리는 24 m이다.

**오답짜이기** > 다. 4초일 때 속도는 12 m/s이고, 4초부터 6초까지 16 m/s 감소하므로 6초일 때 속도는 -4 m/s이다. 4초부터 6초까지 이동한 거리는 10 m이다. 따라서 평균 속력은  $\frac{10 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 5 \text{ m/s}$ 이다.

## 10 등가속도 직선 운동과 등속도 운동

**예시** | 등가속도 직선 운동을 하는 물체의 처음 속력이  $v_0$ , 나중 속력이  $v$ 일 때 평균 속력은  $\frac{v_0+v}{2}$ 이다.

**정답맞이기** > ㄱ. P에서 Q까지 이동하는 데 걸린 시간은 A와 B가 같다. 그러므로 A의 속력과 B의 평균 속력은  $v$ 로 같다. B가 정지 상태에서 출발해 등가속도 운동하여 Q를 통과하는 순간까지 평균 속력이  $v$ 이므로 Q에서 B의 속력은  $2v$ 이다.

ㄴ. Q에서 R까지 이동하는 데 걸린 시간은 A와 B가 같다. 그러므로 B의 속력과 A의 평균 속력은  $2v$ 로 같다. A가  $v$ 로 Q를 통과하는 순간부터 등가속도 운동을 하여 R를 통과하는 순간까지 평균 속력이  $2v$ 이므로 R에서 A의 속력은  $3v$ 이다.

ㄷ. Q, R에서 A의 속력이 각각  $v, 3v$ 이고, Q에서 R까지의 거리가  $L$ 이므로  $(3v)^2 - v^2 = 2aL$ 이 성립한다. 따라서  $a = \frac{4v^2}{L}$ 이다.

## 11 등가속도 직선 운동

**예시** | 등가속도 직선 운동을 하는 물체의 운동 방정식은  $v = v_0 + at$ ,  $s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ ,  $2as = v^2 - v_0^2$ 이다.

**정답맞이기** > ㄱ. A가 빗면에서  $L$ 만큼 이동하는 동안 B는  $0.5L$ 만큼 이동하므로 평균 속력은 A가 B의 2배이다. A의 평균 속력은  $\frac{1}{2}v$ 이므로 B의 평균 속력은  $\frac{1}{4}v$ 이다. 따라서 B를 가만히 놓은 지점에서  $0.5L$ 만큼 이동할 때의 속력은  $\frac{1}{2}v$ 이다.

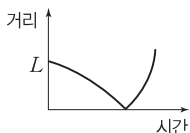
ㄴ. 같은 시간 동안 A는 속력이  $v$ 만큼 감소하고 B는 속력이  $\frac{1}{2}v$ 만큼 증가하므로 가속도의 크기는 A가 B의 2배이다.

ㄷ. A가 빗면에 진입하는 순간부터 최고점까지 가는 데 걸린 시간은 B를 가만히 놓은 지점에서부터  $0.5L$ 만큼 내려오는 데 걸린 시간과 같다. A의 평균 속력이  $\frac{1}{2}v$ 이고 빗면에서 이동한 거리가  $L$ 이므로 걸린 시간은  $\frac{2L}{v}$ 이다. 따라서 B를 가만히 놓은 순간부터  $0.5L$ 만큼 이동하는 순간까지 B가 이동하는 데 걸린 시간은  $\frac{2L}{v}$ 이다.

## 12 등가속도 직선 운동과 등속도 운동

**예시** | 속도-시간 그래프의 기울기는 가속도를 나타내고, 그래프와 시간축이 이루는 면적은 변위를 나타낸다.

**정답맞이기** > 속도-시간 그래프에서 그래프와 시간 축이 이루는 면적은 변위를 나타낸다. P가 Q보다  $L$ 만큼 뒤에 있고, A와 B가 각각의 기준선을 같은 속력으로 통과하여 A가 속도가 빨라지는 등가속도 운동을, B가 등속도 운동을 하므로 점점 가까워진다. 그러다가 A가 B를 스쳐 지나가 더 빠르게 운동하므로 A와 B 사이의 거리는 점점 멀어진다. 그래프에서 A와 B의 그래프와 시간 축이 이루는 면적의 차가 커지므로 A와 B 사이의 거리는 시간에 따라 더 많이 가까워지고 더 많이 멀어진다.



THEME



## 운동 법칙, 일과 에너지

\* 답은 풀 문제로 유형 익히기 \*

본문 12쪽

**정답** ③

**예시** | 물체가 중력만 받으면서 운동할 때 중력 퍼텐셜 에너지와 운동 에너지의 합인 역학적 에너지는 항상 일정하다. 그러나 외력이 작용할 때는 외력이 한 일이 물체의 역학적 에너지로 전환된다.

**정답맞이기** > 높이  $2h$ 인 지점에서 가만히 놓은 물체는 p에서 운동 에너지가  $2mgh$ 이다. 물체의 속력은 p에서 물체가 q를 지난 후 높이  $h$ 인 지점에서의 2배이므로 물체의 운동 에너지는 p에서 물체가 q를 지난 후 높이  $h$ 인 지점에서 물체의 운동 에너지는  $\frac{1}{2}mgh$ 이다. q에서 물체의 운동 에너지는 물체가 q를 지난 후 높이  $h$ 인 지점에서의 역학적 에너지와 같으므로 q에서 운동 에너지는  $\frac{3}{2}mgh$ 이다. p에서 q까지 운동하는 동안 F가 물체에 한 일은 물체의 운동 에너지 변화량과 같다. p와 q 사이의 거리를  $s$ 라 할 때,  $2mgh - \frac{3}{2}mgh = Fs$ 가 성립한다.

$F = \frac{1}{3}mg$ 이므로  $s = \frac{3}{2}h$ 이다.

테마별 수능 필수유제

본문 13~15쪽

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

## 01 힘의 평형

**예시** | 물체에 작용하는 알짜힘이 0일 때 힘의 평형 상태가 된다.

**정답맞이기** > ㄱ, ㄴ. A와 B는 일정한 속력으로 운동하므로 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다. (A에 작용하는 중력의 크기) = (실이 A를 잡아당기는 힘의 크기)이고, (B에 작용하는 중력의 크기) +  $F$  = (실이 B를 잡아당기는 힘의 크기)이다. (실이 B를 잡아당기는 힘의 크기) = (실이 A를 잡아당기는 힘의 크기)이므로 질량은 A가 B보다 크고, B에 작용하는 알짜힘은 0이다.

**오답맞이기** > ㄷ. (B에 작용하는 중력의 크기) +  $F$  = (실이 B를 잡아당기는 힘의 크기)이고, (A에 작용하는 중력의 크기) = (실이 A를 잡아당기는 힘의 크기)이므로  $F$ 는 A에 작용하는 중력의 크기보다 작다.

## 02 힘의 평형과 작용 반작용

**예시** | 정지해 있는 물체에 작용하는 알짜힘은 0이고, 작용 반작용 관계인 두 힘의 크기는 같고, 방향은 반대이며, 작용점이 다르다.

**정답맞이기** > ㄷ. (가)에서 수평면이 A를 떠받치는 힘의 크기는 A, B에 작용하는 중력의 크기의 합과 같고, (나)에서 수평면이 A를 떠받치는 힘의 크기는 A, C에 작용하는 중력의 크기의 합과 같다. 질량은 B가 C보다 작으므로 수평면이 A를 떠받치는 힘의 크기는 (가)에서가 (나)에서보다 작다.

**오답짜이기** > ㄱ. 중력의 크기는 물체의 질량에 중력 가속도를 곱한 값이므로 A에 작용하는 중력의 크기는 (가)에서와 (나)에서가 같다.

ㄴ. (가)에서 B에는 A가 B를 떠받치는 힘과 중력이 작용하여 정지해 있으므로 두 힘은 평형 관계에 있다.

### 03 가속도 법칙

**예설** | 가속도의 크기는 작용하는 힘의 크기에 비례하고, 질량에 반비례한다.

**정답맞이기** > A, B, C를 하나의 물체로 생각하여 가속도 법칙을 적용하면  $(m_A + m_B + m_C)a = F$ 가 성립한다. 각각 물체에 가속도 법칙을 적용하면 하나의 물체로 생각하여 가속도 법칙을 적용할 때와 가속도가 같다. 따라서 P로 측정된 힘의 크기를  $F_P$ , Q로 측정된 힘의 크기를  $F_Q$ 라 할 때,

$$A : F - F_P = m_A a \dots\dots ①$$

$$B : F_P - F_Q = m_B a \dots\dots ②$$

$$C : F_Q = m_C a \dots\dots ③이 성립한다.$$

$F_P = 2F_Q$ ,  $F = 4F_Q$ 를 ①, ②, ③에 대입하면  $m_A : m_B : m_C = 2 : 1 : 1$ 이다.

### 04 가속도 법칙

**예설** | 가속도의 크기는 작용하는 힘의 크기에 비례하고, 질량에 반비례한다.

**정답맞이기** > ㄴ, ㄷ. 질량은 A가 B의 2배이므로 A, B의 질량을 각각  $2m$ ,  $m$ 이라 하고, 가속도의 크기를  $a$ 라 할 때 가속도 법칙을 적용하면  $4F - F = 3ma$ 이다. A와 B 사이에 작용하는 힘의 크기를  $f$ 라 하고, 각각 물체에 대해 가속도 법칙을 적용하면

A:  $4F - f = 2ma$ , B:  $f - F = ma$ 에서  $f = 2F$ 이므로 A에 작용하는 알짜힘의 크기는  $2F$ 이고, A가 B에 작용하는 힘의 크기는  $2F$ 이다.

**오답짜이기** > ㄱ. A와 B는 함께 운동하므로 가속도의 크기는 A와 B가 같다.

### 05 가속도 법칙

**예설** | 알짜힘은 질량과 가속도의 곱이다. 질량이 일정할 때 가속도의 크기는 알짜힘의 크기에 비례한다.

**정답맞이기** > ㄴ. B의 질량은  $2m$ , A의 질량은  $m$ 이므로 가속도 법칙을 적용하면  $F + mg - 2mg = (2m + m)\frac{g}{2}$ 가 성립하므로  $F = \frac{5}{2}mg$ 이다.

ㄷ. (가)에서 실이 A를 당기는 힘의 크기가  $mg$ 이므로 실이 B를 당기는 힘의 크기는  $mg$ 이다. (나)에서 실이 B를 당기는 힘의 크기를  $f$ 라 할 때, 가속도 법칙을 적용하면  $f - 2mg = 2m\left(\frac{g}{2}\right)$ 가 성립하므로

$f = 3mg$ 이다. 따라서 실이 B를 당기는 힘의 크기는 (나)에서가 (가)에서의 3배이다.

**오답짜이기** > ㄱ. (가)에서 A는 정지해 있으므로 실이 A를 당기는 힘의 크기는 A에 작용하는 중력의 크기와 같다. 따라서 실이 A를 당기는 힘의 크기는  $mg$ 이다. 지면이 B를 떠받치는 힘의 크기가  $mg$ 이고, 실이 B를 당기는 힘의 크기가  $mg$ 이므로 B에 작용하는 중력의 크기는  $2mg$ 이다. 따라서 B의 질량은  $2m$ 이다.

### 06 운동량과 충격량

**예설** | 운동량은 질량과 속도의 곱( $p = mv$ )이다. 충격량은 작용한 힘과 힘이 작용한 시간의 곱( $I = Ft$ )으로 구할 수 있고, 운동량의 변화량( $mv - mv_0$ )으로 구할 수 있다.

**정답맞이기** > ㄱ. 충돌 전 물체의 질량은 같고, 속력은 B가 A의 2배이므로 운동량의 크기는 B가 A의 2배이다.

ㄴ. 벽과 충돌하여 정지할 때까지 물체가 받은 충격량의 크기는 운동량 변화량의 크기와 같다. B는  $2v$ 에서 0으로, A는  $v$ 에서 0으로 감소하였고, 질량은 A와 B가 같으므로 운동량 변화량의 크기는 B가 A의 2배이다. 따라서 물체가 받은 충격량의 크기는 B가 A의 2배이다.

ㄷ. 벽과 충돌하여 정지할 때까지 벽이 물체에 작용한 평균 힘의 크기는  $F = \frac{\Delta p}{t_0}$ 이므로 A, B의 질량을 각각  $m$ 이라 할 때 A에 작용한 평균 힘의 크기  $F_A = \frac{mv}{2t}$ 이고, B에 작용한 평균 힘의 크기  $F_B = \frac{2mv}{t}$ 이다. 따라서 벽이 물체에 작용한 평균 힘의 크기는 B가 A의 4배이다.

### 07 충격량과 일·운동 에너지 정리

**예설** | 물체가 받는 충격량의 크기는 물체의 운동량 변화량의 크기와 같고, 알짜힘이 물체에 한 일은 물체의 운동 에너지 변화량과 같다.

**정답맞이기** > 0부터  $t$ 까지 물체의 운동량 변화량의 크기는 질량×속도 변화량의 크기이므로  $mv$ 이다. 속도-시간 그래프에서 기울기는 가속도이므로 힘과 가속도의 관계를 이용한다. 따라서  $F = ma = m\frac{v}{t} = \frac{mv}{t}$ 이다. 0부터  $t$ 까지 물체의 운동 에너지 증가량은 힘  $F$ 가 한 일과 같고, 변위  $s$ 는 속도-시간 그래프 아래의 면적이다. 따라서  $\frac{1}{2} \times m \times v^2 = F \times s = F \times \frac{1}{2}vt = \frac{Fvt}{2}$ 이다.

### 08 충격량과 일·운동 에너지 정리

**예설** | 물체에 일정한 힘  $F$ 가 작용하고 물체가 힘의 방향으로  $s$ 만큼 이동하였을 때 힘  $F$ 가 물체에 한 일은  $W = Fs$ 이다. 작용한 힘의 방향이 물체가 이동한 방향과 서로 수직일 때 힘이 한 일은 0이다.

**정답맞이기** > 힘-시간 그래프에서 그래프와 시간 축이 이루는 면적은 운동량 변화량의 크기이다. 따라서  $Ft + 2Ft = mv$ 이므로  $2t$ 일 때 물체의 속력  $v = \frac{3Ft}{m}$ 이다. 힘이 물체에 한 일은 운동 에너지의 변화량과 같으므로  $Fs = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{3Ft}{m}\right)^2 = \frac{9F^2t^2}{2m}$ 이다.

## 09 일·운동 에너지 정리

**예시** | 중력장에서 물체에 작용하는 중력에 의해 물체가 낙하하면 물체의 중력 퍼텐셜 에너지는 감소하고, 중력의 반대 방향으로 힘이 작용하여 물체의 속력이 증가하면 힘이 물체에 한 일은 물체의 역학적 에너지를 증가시킨다. 알짜힘이 물체에 한 일은 물체의 운동 에너지 변화량과 같다.

**정답맞이기** > ㄱ. 속력-시간 그래프에서 기울기는 가속도의 크기를 나타낸다. 질량은 같고 가속도의 크기는 A가 B의 2배이므로 A에 작용하는 알짜힘의 크기는 B에 작용하는 알짜힘의 크기의 2배이다.

**[오답피하기]** > ㄴ. 물체가 받은 알짜힘이 한 일은 물체의 운동 에너지 변화량과 같다. A에 작용하는 힘은 P가 당기는 힘( $F_p$ )과 A에 작용하는 중력( $mg$ )이 있다. 따라서 알짜힘이 한 일은  $(F_p - mg)vt = \frac{1}{2}m(2v)^2$ 에서  $F_p(vt) = \frac{1}{2}m(2v)^2 + mg(vt)$ 이므로 P가 한 일은 A의 운동 에너지 증가량과 A의 중력 퍼텐셜 에너지 증가량의 합과 같다.

ㄷ. A에 작용하는 알짜힘이 한 일은 A의 운동 에너지 증가량과 같으므로 A가 받은 일은  $\frac{1}{2}m(2v)^2 = 2mv^2$ 이다. B에 작용하는 알짜힘이 한 일은 B의 운동 에너지 증가량과 같으므로 B가 받은 일은  $\frac{1}{2}mv^2$ 이다. 따라서 A에 작용하는 알짜힘이 한 일은 B에 작용하는 알짜힘이 한 일의 4배이다.

## 10 역학적 에너지 보존

**예시** | A와 B가 실로 연결되어 운동할 때 전체 역학적 에너지는 일정하지만, A와 B는 각각 역학적 에너지가 일정하지 않다. A의 감소한 중력 퍼텐셜 에너지=A의 증가한 운동 에너지+B의 증가한 운동 에너지+B의 증가한 중력 퍼텐셜 에너지이다.

**정답맞이기** > ㄱ. A와 B는 등가속도 운동하므로 속력이 계속 증가한다. 따라서 B의 운동 에너지는 증가한다.

**[오답피하기]** > ㄴ. 모든 마찰과 공기 저항을 무시하고 중력만 작용하며, A, B가 실로 연결되어 운동하므로 전체 역학적 에너지는 보존된다. 따라서 A의 역학적 에너지와 B의 역학적 에너지의 합은 일정하다.

ㄷ. 'A의 감소한 중력 퍼텐셜 에너지=A의 증가한 운동 에너지+B의 증가한 운동 에너지+B의 증가한 중력 퍼텐셜 에너지'가 성립한다. 등가속도 운동하는 동안 A, B의 속력이 증가하므로 A의 중력 퍼텐셜 에너지와 B의 중력 퍼텐셜 에너지의 합은 감소한다.

## 11 역학적 에너지 보존

**예시** | 역학적 에너지 보존을 적용하면,

$$mgh_a = \frac{1}{2}mv_b^2 = mgh_c + \frac{1}{2}mv_c^2 = mgh_d + \frac{1}{2}mv^2 \text{이 성립한다.}$$

**정답맞이기** > ㄱ. a에서 중력 퍼텐셜 에너지는 a에서 역학적 에너지와 같다. a에서 중력 퍼텐셜 에너지는 c에서 중력 퍼텐셜 에너지의 4배이므로 a의 높이는 c의 높이의 4배이다. a에서 중력 퍼텐셜 에너지는 d에서 운동 에너지의 2배이므로 a의 높이는 d의 높이의 2배이다.

a의 높이를  $h$ 라고 하면 c의 높이는  $\frac{1}{4}h$ , d의 높이는  $\frac{1}{2}h$ 이다. a에

서 역학적 에너지는  $mgh$ , d에서 역학적 에너지는  $\frac{1}{2}mgh + \frac{1}{2}mv^2$ 이다. 역학적 에너지 보존 법칙에 의해  $\frac{1}{2}mgh = \frac{1}{2}mv^2$ 이다. 따라서 a에서 역학적 에너지는  $mv^2$ 이다.

**[오답피하기]** > ㄴ. a에서 역학적 에너지는 b에서 운동 에너지와 같으므로  $mgh = mv^2 = \frac{1}{2}mv_b^2$ 이 성립한다. 따라서  $v_b = \sqrt{2}v$ 이다.

ㄷ. c에서 역학적 에너지는 d에서 역학적 에너지와 같다. 따라서  $\frac{1}{2}mv_c^2 + \frac{1}{4}mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}mgh$ 가 성립한다.  $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mgh$

이므로  $\frac{1}{2}mv_c^2 = \frac{3}{4}mgh$ 이다. c에서 운동 에너지는  $\frac{3}{4}mgh$ 이고,

d에서 중력 퍼텐셜 에너지는  $\frac{1}{2}mgh$ 이므로 c에서 운동 에너지는 d에서 중력 퍼텐셜 에너지의  $\frac{3}{2}$ 배이다.

## 12 역학적 에너지 보존

**예시** | 마찰이나 공기 저항을 무시하면 중력장에서 운동하는 물체의 역학적 에너지는 운동 경로에 관계없이 항상 일정하게 보존된다.

**정답맞이기** > 정지해 있던 물체에 작용하는 알짜힘이 한 일은 물체의 운동 에너지 증가량과 같다. 물체가 받은 일은  $Fd$ 이며,  $F$ 를 받은 후,

물체의 속력을  $v_0$ 이라 할 때  $Fd = \frac{1}{2}mv_0^2$ 이 성립한다. 수평면에서

운동 에너지는  $\frac{1}{2}mv_0^2$ 이며, 이 값은 궤도를 따라 운동하기 직전 수평면에서 역학적 에너지와 같다. 궤도를 따라 운동하는 동안 물체의

역학적 에너지는 보존되므로  $Fd = \frac{1}{2}mv_0^2 = 3mgh + \frac{1}{2}mv^2 = 2mgh$

$+ \frac{1}{2}m(3v)^2$ 이다. 따라서  $F = \frac{25mgh}{8d}$ 이다.

### 테마별 수능 심화문제

본문 16~18쪽

13 ②

14 ③

15 ④

16 ⑤

17 ⑤

18 ①

## 13 가속도 법칙

**예시** | 물체에 작용하는 알짜힘이 0일 때 물체는 정지 또는 등속도 운동하며, 알짜힘이 존재할 때 물체의 가속도는 알짜힘에 비례하고, 질량에 반비례한다.

**정답맞이기** > (가)에서 B가 정지해 있으므로 B에 작용하는 알짜힘은 0이다. B에는 B에 작용하는 중력( $mg$ )과 실이 B를 당기는 힘이 존재한다. 따라서 실이 B를 당기는 힘  $T_{(가)} = mg$ 이다. (나)에서 B가 일정한 속력으로 운동하므로 B에 작용하는 알짜힘은 0이다. B에는 B

에 작용하는 중력( $mg$ )과 실이 B를 당기는 힘이 존재한다. 따라서 실이 B를 당기는 힘  $T_{(나)} = mg$ 이다. (다)에서 B, C는 등가속도 운동을 하므로 가속도를  $a$ 라 하고 가속도 법칙을 적용하면  $mg = 3ma$ 에서

$a = \frac{1}{3}g$ 이다. B에 대해 가속도 법칙을 적용하면  $T_{(하)} - mg = \frac{1}{3}mg$ 에서  $T_{(하)} = \frac{4}{3}mg$ 이다. 따라서  $T_{(하)} = T_{(하)} < T_{(하)}$ 이다.

### 14 등가속도 운동과 운동 법칙

**예설 1** A, B, C가 연결되어 있으므로 같은 크기의 가속도로 운동을 한다. 물체에 작용하는 알짜힘은 질량과 가속도의 곱이고, 등속도 운동을 하는 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다.

**정답맞히기** > ㄱ. (가)에서 A, B, C가 정지해 있으므로 알짜힘은 0이다. C에 작용하는 빗면 방향의 힘의 크기를  $f$ 라 할 때, 가속도 법칙을 적용하면  $F + mg = f \dots \dots ①$ 이 성립한다. (나)에서 A, B, C가 가속도의 크기가  $\frac{1}{3}g$ 인 등가속도 운동하므로 가속도 법칙을 적용하면  $f - mg = 6m \times \frac{1}{3}g \dots \dots ②$ 가 성립한다. ①, ②를 연립하면  $F$ 의 크기는  $2mg$ 이다.

ㄷ. (나)에서 C가 등가속도 운동하는 동안, C에는 중력 외에 실이 당기는 힘이 존재하므로 역학적 에너지는 보존되지 않는다. 실이 C를 당기는 힘이 C에 작용하는 중력을 방해하는 힘이므로 C의 역학적 에너지는 감소한다.

**오답맞히기** > ㄴ. (가)에서 C가 정지해 있으므로 알짜힘은 0이고, C에 작용하는 빗면 방향의 힘의 크기  $f = 3mg$ 이다. 따라서 실이 C를 당기는 힘의 크기는  $3mg$ 이다. (나)에서 C는 가속도의 크기가  $\frac{1}{3}g$ 인 등가속도 운동을 하므로 실이 C를 당기는 힘의 크기를  $T$ 라 할 때, 가속도 법칙을 적용하면  $f - T = 4m \times \frac{1}{3}g$ 에서  $T = \frac{5}{3}mg$ 이다. 따라서 실이 C를 당기는 힘의 크기는 (가)에서가 (나)에서의  $\frac{9}{5}$ 배이다.

### 15 등가속도 운동과 운동량

**예설 1** 운동량-시간 그래프에서 기울기는 물체에 작용하는 알짜힘을 나타낸다. 물체의 운동량은 질량×속도로 나타낸다.

**정답맞히기** > ㄴ, ㄷ. 실이 끊어지기 전 가속도의 크기는 A와 B가 같다. A의 가속도의 크기는 실이 끊어진 후가 끊어지기 전의 2배이다. 실이 끊어지기 전과 후 A와 B에 각각 가속도 법칙을 적용하면 다음과 같다. 실이 A와 B를 당기는 힘의 크기를  $T$ , 빗면과 나란하게 아래 방향으로 B에 작용하는 힘의 크기를  $f$ , 실이 끊어지기 전 B의 가속도의 크기를  $a$ 라 할 때,

A : 끊어지기 전  $F - T = m_A a \dots \dots ①$   
 끊어진 후  $F = m_A (2a) \dots \dots ②$

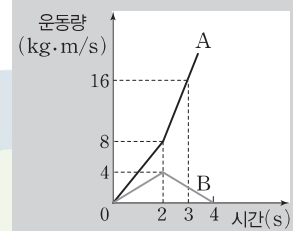
B : 끊어지기 전  $T - f = m_B a \dots \dots ③$   
 끊어진 후  $f = m_B a \dots \dots ④$ 가 성립한다.

①과 ②를 연립하면  $F = 2T$ , ③, ④를 연립하면  $T = 2f$ 이다. 실이 끊어진 후 B에는  $f$ 만 작용하고, 그래프에서 기울기는 B에 작용하는 알짜힘이므로  $f = 2N$ 이다. 따라서  $T = 4N$ ,  $F = 8N$ 이다.

②에서  $m_A = \frac{F}{2a} = \frac{4f}{2a} = \frac{2f}{a}$ , ④에서  $m_B = \frac{f}{a}$ 이다. 따라서 질량은 A가 B의 2배이다.

실이 끊어지기 전 A와 B의 가속도의 크기는 같다. 질량은 A가 B의

2배이므로 2초일 때 A의 운동량의 크기는 B의 운동량의 크기의 2배이다. A가 받은 알짜힘은 실이 끊어진 후가 끊어지기 전의 2배이므로 같은 시간 동안 실이 끊어진 후 운동량 증가량은 실이 끊어지기 전 운동량 증가량의 2배이다. 따라서 3초일 때 A의 운동량의 크기는  $16 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다.



**오답맞히기** > ㄱ. 물체의 운동량은 질량×속도로 나타낸다. 속도의 방향은 물체의 운동량의 방향과 같다. 1초일 때와 3초일 때의 운동량이 (+)의 값을 가지므로 속도도 (+)의 값을 가진다. 따라서 B의 운동 방향은 1초일 때와 3초일 때가 같다.

### 16 역학적 에너지 보존

**예설 1** 물체가 낙하하는 동안 물체의 역학적 에너지가 일정하게 보존되므로 물체의 운동 에너지와 중력 퍼텐셜 에너지의 합은 일정하다.

**정답맞히기** > ㄱ, ㄴ. A와 B는 실로 연결되어 함께 운동하므로 가속도의 크기가 같다. 따라서 물체에 작용하는 알짜힘의 크기와 운동 에너지는 각각 질량에 비례한다. 물체의 질량은 B가 A의 2배이므로 물체에 작용하는 알짜힘의 크기와 A와 B의 높이가 지면으로부터 같아지는 순간 운동 에너지는 각각 B가 A의 2배이다.

ㄷ. 역학적 에너지가 보존되므로 (A의 운동 에너지 증가량) + (B의 운동 에너지 증가량) + (A의 중력 퍼텐셜 에너지 증가량) = (B의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량)이 성립한다. B의 운동 에너지 증가량은 A의 운동 에너지 증가량의 2배이다.

$\frac{1}{2}E_0 + E_0 + E_0 = (\text{B의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량})$ 이므로 B의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량은  $\frac{5}{2}E_0$ 이다.

### 17 역학적 에너지 보존

**예설 1** 역학적 에너지가 보존될 때 중력 퍼텐셜 에너지의 감소량은 운동 에너지의 증가량과 같다.

**정답맞히기** > ㄱ. 추가 낙하하는 동안 가속도의 크기가  $10 \text{ m/s}^2$ 인 등가속도 직선 운동을 하므로, 0초일 때 정지한 상태에서 0.2초 동안 높이의 변화를  $h$ 라 하면  $h = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times 10 \text{ m/s}^2 \times (0.2 \text{ s})^2 = 0.2 \text{ m}$ 이다. 그러므로 0.2초일 때 높이는  $1.0 \text{ m} - 0.2 \text{ m} = 0.8 \text{ m}$ 이다. ㉠은 0.8이다.

ㄴ. 지면에서 중력 퍼텐셜 에너지를 0이라고 하면, 0.4초일 때 운동 에너지는 1m일 때 중력 퍼텐셜 에너지와 0.4초일 때 중력 퍼텐셜 에너지의 차에 해당한다. 따라서 0.4초일 때 운동 에너지는 0.8m 높이에서의 중력 퍼텐셜 에너지이다. 0.2초일 때 운동 에너지는 1m일 때 중력 퍼텐셜 에너지와 0.2초일 때 중력 퍼텐셜 에너지의 차에 해당한다. 따라서 0.2초일 때 운동 에너지는 0.2m 높이에서의 퍼텐

설 에너지이다. 추의 운동 에너지는 0.4초일 때가 0.2초일 때의 4배이다.

ㄷ. 추가 낙하하는 동안 중력만 작용하므로 추의 역학적 에너지는 일정하다.

## 18 일과 역학적 에너지

**예설** | 알짜힘이 물체에 한 일은 물체의 운동 에너지 변화량과 같다.

**정답맞이기** ▶ A, B, C 전체에 작용하는 알짜힘의 크기는  $(m_C - m)g$ 이다. P에서 Q까지 알짜힘이 A, B, C에 한 일은  $(m_C - m)gd$ 이다. P에서 B의 속력을  $v$ 라 하면 Q에서 B의 속력은  $2v$ 이다. 따라서 B가 P에서 Q까지 운동하는 동안 A, B, C의 운동 에너지 증가량은  $\frac{3}{2}(2m + m_C)v^2$ 이므로  $(m_C - m)gd = \frac{3}{2}(2m + m_C)v^2 \dots \dots$  ①이 성립한다.

B가 P에서 Q까지 이동하는 동안 C의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량은  $m_Cgd$ 이고, C의 운동 에너지 증가량은  $\frac{3}{2}m_Cv^2$ 이다. B가 P에서 Q까지 이동하는 동안 C의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량은 C의 운동 에너지 증가량의 4배이므로  $m_Cgd = 6m_Cv^2 \dots \dots$  ②가 성립한다.

①, ②를 연립하면  $(m_C - m)gd = \frac{1}{4}(2m + m_C)gd$ 이므로  $m_C = 2m$ 이다.

THEME



## 03 케플러 법칙과 상대성 이론

\* 답은 끝 문제로 유형 익히기 \*

본문 21쪽

**정답** ⑤

**예설** | 광속 불변 원리에 의하면 관찰자의 운동 상태에 관계없이 광속은 항상 일정하다. 또한 정지한 관찰자가 광속에 가까운 매우 빠른 속력으로 운동하는 물체를 측정할 때 물체는 운동 방향으로 길이 수축이 일어나며, 정지한 관찰자의 시간보다 물체가 운동하는 좌표계의 시간이 더 느리게 가는 것으로 측정된다.

**정답맞이기** ▶ ㄱ. B가 측정할 때, 시간 팽창에 의해 A의 시간은 B의 시간보다 느리게 간다.

ㄴ. A가 측정할 때, 광원에서 발생한 빛이 P와 R에 동시에 도달하므로 광원으로부터 P까지의 거리와 광원으로부터 R까지의 거리는 고유 길이로 같다. 그러나 B가 측정할 때, 광원과 P 사이의 길이는 길이 수축이 일어나지만 광원과 R 사이의 길이는 길이 수축이 일어나지 않으므로 광원과 P 사이의 거리는 광원과 R 사이의 거리보다 작다.

ㄷ. B가 측정할 때, 광원에서 발생한 빛이 P로 이동하는 동안 P는 광원에서 멀어지는 방향으로 이동하고, 광원에서 발생한 빛이 Q로 이동하는 동안 Q는 광원에 가까워지는 방향으로 이동하므로 광원에서 발생한 빛이 P보다 Q에 먼저 도달한다.

테마별 수능 필수유제

본문 22~24쪽

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

## 01 만유인력과 케플러 법칙

**예설** | 행성의 속력은 태양에서 가장 가까운 지점에서 가장 빠르고 태양에서 가장 먼 지점에서 가장 느리다. 행성에 작용하는 만유인력의 크기는 태양과 행성 사이 거리의 제곱에 반비례하고, 행성의 질량에 비례한다.

**정답맞이기** ▶ ㄱ. 모든 행성은 태양을 한 초점으로 하는 타원 궤도 운동을 한다.

ㄴ. p는 근일점이고, q는 원일점이다. 행성에 작용하는 만유인력의 크기는 태양과 행성 사이 거리의 제곱에 반비례하므로 p에서가 q에서보다 크다.

ㄷ. 행성의 속력은 근일점에서 가장 빠르다. 운동량의 크기는 질량 × 속력이므로 행성의 운동량의 크기는 p에서가 q에서보다 크다.



## IV. 에너지

THEME  
13

### 전기 에너지의 생산과 수송

▶ 달은 골 문제로 유형 익히기 ▶

본문 92쪽

정답 ③

**예설** | 변전소에서 송전하는 전력은  $P=VI$ 이고 송전선의 저항으로 손실되는 전력은  $P'=I^2r$ 이다. 따라서 공장에서 소비하는 전력은  $P-P'=VI-I^2r$ 이다.

**정답맞이기** ▶ X, Y, Z에서 소비하는 전력을 각각  $P_X, P_Y, P_Z$ 라 하면  $P_X=2V_XI-4I^2r, P_Y=V_YI-4I^2r, P_Z=V_ZI-2I^2r$ 이다.  $P_X=P_Y$ 이므로  $2V_XI-4I^2r=V_YI-4I^2r$ 에서  $2V_X=V_Y$ 이다.  $P_X=2P_Z$ 이므로  $2V_XI-4I^2r=2V_ZI-4I^2r$ 에서  $V_X=V_Z$ 이다. 따라서  $V_X : V_Y : V_Z=1 : 2 : 1$ 이다.

테마별 수능 필수유제

본문 93~94쪽

01 ②    02 ⑤    03 ③    04 ①    05 ③  
06 ④    07 ①    08 ⑤

### 01 발전기의 구조

**예설** | 발전기에서 자석 사이에 자기장을 형성시킨 후, 코일을 회전시켜 코일 속을 통과하는 자기 선속의 변화가 생기면 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 유도 전류가 흐르게 된다.

**정답맞이기** ▶ 나. 그래프에서 B의 주기는 A의 2배이므로 회전 속력을  $\frac{1}{2}$ 배로 줄이면 된다. 따라서 코일을 1초당 0.5n번 회전시킨다.

**오답맞이기** ▶ 가. 자석의 세기만 약해지면 전압의 주기는 동일하고 전압의 크기만 감소한다.

다. 발전기에서는 교류 전류가 발생한다. 전구와 발전기 사이에 다이오드를 연결하면 정류 작용에 의해 전류가 한 방향으로 흐른다.

### 02 풍력 발전기의 원리

**예설** | 풍력 발전기는 바람에 의해 코일의 회전축과 연결된 풍차가 돌면서 코일 속을 통과하는 자기 선속의 변화가 발생하여 유도 전류가 흐른다.

**정답맞이기** ▶ 가. 발전기에서는 코일의 회전 속력이 빠를수록 코일 속에서 자기 선속의 변화율이 증가하여 유도되는 기전력이 커진다. 따라서 입바람을 세게 불면 LED에 더 큰 전압이 걸려 더 밝아지게 된다.

나. LED는 다이오드의 일종이므로 순방향으로는 전류가 흘러 불이 들어오지만, 역방향으로는 전류가 흐르지 못해 불이 들어오지 않는다. 발전기에서 발생하는 전류는 교류이므로 LED는 불이 켜졌다 꺼

졌다를 반복한다.

다. 발전기에서는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 유도 기전력이 형성되고 유도 전류가 흐르게 된다.

### 03 발전기에서 전기의 생산 및 에너지 전환

**예설** | 자기장이 형성된 공간에서 회전하는 코일에는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 유도 기전력이 형성되고 유도 전류가 흐른다. 이렇게 자기 선속의 변화를 방해하려는 특성은 코일에 회전 방향과 반대 방향으로 작용하기 때문에 코일의 회전 속력이 느려질 수 있다. 코일의 회전 운동을 계속 유지하기 위해서는 외부에서 일을 해주어야 하며, 코일에 일을 해 준 만큼 코일에는 유도 기전력이 발생하여 전류가 흐른다.

**정답맞이기** ▶ 가. 손잡이를 1초에 3회씩 일정한 속력으로 회전시키고 있으므로 진동수는 3 Hz이고, 주기는  $\frac{1}{3}$ 초이다.

나. 손잡이를 1초에 5회씩 회전시키면 주기가 짧아지면서 더 빠르게 코일 속에서 자기 선속의 변화를 만들어 내므로 유도 전류도 세게 흐른다.

**오답맞이기** ▶ 다. 발전기에서 생산된 전기 에너지는 외부에서 코일을 회전시키는 에너지원이 전환된 것이다. 사람이 코일을 회전시키는 역학적 에너지가 전기 에너지로 전환되며, 자석의 세기는 변하지 않는다.

### 04 발전기를 내장한 샤워기 헤드

**예설** | 전원 장치에 연결하지 않아도 LED의 불을 켜거나 온도 측정까지 하는 샤워기 헤드에는 발전기가 내장되어 있으며, 이는 수압에 의한 물의 흐름이 터빈을 돌리는 수력 발전소의 터빈과 유사하다.

**정답맞이기** ▶ 나. 샤워기 헤드 내부에 있는 소형 발전기는 자석 사이에서 코일이 회전하며 유도 전류를 생산해 내고 있으므로, 전자기 유도에 의한 현상이다. 따라서 패러데이 법칙이 적용되고 있다.

**오답맞이기** ▶ 가. 수압이 높아질수록 물의 흐름이 빨라져 수차의 회전 속력이 빨라진다. 수차와 연결된 코일이 자석 사이에서 회전하며 유도 전류를 생산하므로, 수압이 높아질수록 LED 불빛은 더 밝아진다.

다. 샤워기 내부를 흐르는 물의 운동 에너지가 전기 에너지로 전환되어 LED에 불이 들어오는 것이므로, LED에 전류가 흐르면 샤워기에서 분출되는 물줄기의 속력이 느려진다. 즉, 수압이 낮아지게 된다.

### 05 변압기의 원리

**예설** | 변압기의 1차 코일에 교류 전류가 흐르면 이에 따른 자기 선속의 변화가 있고, 동일한 양의 자기 선속의 변화가 2차 코일에 영향을 주기 때문에 유도되는 전기 에너지의 양은 1차 코일에서와 같다.

**정답맞이기** ▶ A. 1차 코일과 2차 코일에서 전기 에너지는 서로 같아야 하므로 전력도 같아야 한다. 1차 코일의 전력은  $P_1=V_1I_1$ 이고 2차 코일의 전력은  $P_2=V_2I_2$ 이므로,  $V_1I_1=V_2I_2$ 에서  $I_2=\frac{V_1}{V_2}I_1$ 이다.

B. 패러데이 법칙에서 유도 기전력은  $V=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 이므로 코일의 감은 수(N)와 유도 기전력은 비례한다. ( $V \propto N$ ) 따라서  $N_1 : N_2 = V_1 : V_2$ 에서  $\frac{V_1}{V_2}=\frac{N_1}{N_2}$ 이다.

**오답풀이** C. 옴의 법칙에서 전류는 저항에 반비례하므로 2차 코일에 연결된 저항에 흐르는 전류의 세기는  $I_2 = \frac{V_2}{R}$ 로 구할 수 있다.

### 06 전기 에너지의 송전 과정

**예시** | 발전소에서 생산한 전기 에너지는 전압이 22 kV 내외로 공장이나 가정에서 필요로 하는 전력을 공급하려면 송전선을 흐르는 전류의 세기가 매우 커야 한다. 전기 저항이 있는 송전선에서는 전기 저항에 의한 손실 전력( $P_{\text{손실}} = I^2 r$ )이 발생한다. 따라서 발전소에서는 생산한 전류를 인근의 변전소로 보낼 때는 송전 전압을 높여 송전선을 흐르는 전류의 세기를 작게 하여 송전선에서 손실되는 전력을 줄인다.

**정답맞히기** ㄱ. 원자력 발전소에서는 핵분열로 발생한 열에너지로 물을 가열하여 얻은 수증기로 터빈을 돌려 전자기 유도에 의한 방법으로 교류 전류를 생산한다.

ㄷ. 발전소에서 생산한 교류 전류를 더 높은 전압으로 승압시켜도 공급 전력은 증가하지는 않지만, 송전선에 흐르는 전류의 세기가 줄어들기 때문에 송전선에서 손실되는 전력은 감소한다. 따라서 가정에서 소비할 수 있는 전력은 증가하여  $P_0$ 보다 크다.

**오답풀이** ㄴ. 주상 변압기의 1차 코일에 22.9 kV의 전압이, 2차 코일에 220 V의 전압이 걸려 있는데, 변압 전후 전력이 서로 같아야 하므로 전류의 세기는 2차 코일에서가 1차 코일에서보다 크다.

### 07 코일의 감은 수로 변압기의 출력 전압 조절

**예시** | 변압기의 전압은 1차 코일과 2차 코일의 감은 수의 비로 결정되며, 패러데이 법칙에 의해 각 코일의 전압은 감은 수에 비례한다. 따라서 1차 코일의 감은 수를 증가시키면 상대적으로 2차 코일에 유도되는 전압이 감소하게 된다.

**정답맞히기** ㄴ. 2차 코일에 유도되는 전압은  $V_2 = \frac{N_2}{N_1} V_1$ 이므로  $N_1$ 이 증가하면  $V_2$ 는 감소한다. 2차 코일에 흐르는 전류의 세기는 회로의 저항값이 달라지지 않기 때문에 전압이 감소하면 전류의 세기도 감소한다. 따라서 전선에서 손실되는 전력도 감소한다. 백열전구의 저항이  $R$ 일 때  $I_2 = \frac{V_2}{(R+r)}$ 이고 전선에서 손실되는 전력은  $P_{\text{손실}} = I_2^2 r = \frac{r}{(R+r)^2} V_2^2$ 이다.

**오답풀이** ㄱ. 2차 코일에 유도되는 전압은 1차 코일과 2차 코일의 감은 수의 비로 결정된다.  $N_1 : N_2 = V_1 : V_2$ ,  $V_2 = \frac{N_2}{N_1} V_1$ 이다.  $\frac{N_1}{N_2} > 1$ 이므로  $N_1$ 이 더 증가해도  $V_1 > V_2$ 이다. 교류 전원의 전압과 1차 코일의 전압  $V_1$ 이 같고, 백열전구에 걸리는 전압은 2차 코일에 걸리는 전압  $V_2$ 보다 작기 때문에 교류 전원의 전압은 백열전구에 걸리는 전압보다 크다.

ㄷ. 2차 코일에 유도되는 전압이 감소하기 때문에 백열전구에 걸리는 전압도 감소하여 백열전구의 밝기는 어두워진다.

### 08 승압에 따른 손실 전력의 감소

**예시** | 발전소에서 생산한 전기 에너지를 변전소에서 승압하더라도 송

전 전력은 변하지 않지만, 전압이 높아지는 것과 반비례하여 전류가 작게 흐르게 되면서 송전선에서의 손실 전력은 감소하게 된다.

**정답맞히기** ㄱ. A에서보다 B에서가 송전 전압이 2배가 되었으므로 송전선에 흐르는 전류의 세기는 A에서 B에서의 2배가 된다.

ㄴ. A의 송전선에 흐르는 전류의 세기를  $I_0$ 이라 하면, C의 송전선에 흐르는 전류의 세기는  $\frac{1}{2} I_0$ 이다. A의 송전선에서 손실 전력은  $P_A =$

$I_0^2 \times 2r$ 이고, C의 송전선에서 손실 전력은  $P_C = \left(\frac{1}{2} I_0\right)^2 \times r$ 이므로, 송전선에서 손실되는 전력은 A에서 C에서보다 크다. 따라서 가정에서 공급받는 전력은 A에서 C에서보다 작다.

ㄷ.  $P_B = \left(\frac{1}{2} I_0\right)^2 \times 3r$ ,  $P_C = \left(\frac{1}{2} I_0\right)^2 \times r$ 이므로  $P_B : P_C = 3 : 1$ 이다.

### 테마별 수능 심화문제

분문 95~96쪽

09 ①      10 ②      11 ②      12 ①

### 09 전동기를 이용한 발전과 에너지 전환

**예시** | 전동기와 발전기는 내부 구조가 동일하게 코일과 자석으로 되어 있기 때문에 상호 역할을 바꿀 수 있다. 전동기의 회전축에 연결된 추가 낙하하면서 감소한 중력 퍼텐셜 에너지만큼 전기 에너지가 발생한다.

**정답맞히기** ㄱ. 전동기와 발전기는 내부 구조가 같기 때문에 회전하는 코일이 자석을 지나면서 전자기 유도 현상에 의해 유도 기전력이 발생하여 유도 전류가 흐른다.

**오답풀이** ㄴ. 추의 역학적 에너지가 전기 에너지로 전환되고 있으며, 추의 속력이 일정하므로 추의 중력 퍼텐셜 에너지가 전기 에너지로 전환되고 있다. 따라서 추에 작용하는 중력이 한 일은 발생한 전기 에너지의 양과 같거나, 전기 저항에 의해 손실이 있다면 추의 역학적 에너지 감소량보다 적은 양의 전기 에너지가 전구에서 발생한다.

ㄷ. 낙하하는 추의 속력이 일정하므로 전동기의 코일에서 자기 선속의 변화는 시간에 따라 일정하다. 따라서 전동기의 코일에서 발생하는 유도 전류의 세기는 일정하며, 전구에서 소비하는 전력도 일정하다.

### 10 손발전기에서 전자기 유도

**예시** | 전자기 유도에서는 코일 속을 통과하는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 유도 전류가 흐르게 된다. LED는 다이오드로 순방향으로 전류가 흐르면 불이 들어오지만, 역방향으로는 전류가 흐르지 않아 불이 들어오지 않는다.

**정답맞히기** ㄴ. (나)는 II 구간에서 코일로 자석의 N극이 들어가는 방향이므로 유도 전류가 만드는 자기 선속이  $+x$  방향이 되어 I 구간에서  $+x$  방향으로 자석이 움직이는 경우의 유도 전류 방향과 같다. 따라서 (나)는 '켜짐'이어야 한다. 그러나 코일의 집게를 LED 단자에 바꾸어 연결하면 역방향으로 전원이 연결되므로 LED에는 불이 들어오지 않아 '꺼짐'이 된다.



**오답피하기** > ㄱ. (가)는 II 구간에서 자석의 N극이 코일로부터 멀어지고 있으므로 유도 전류는  $-x$  방향으로 자기 선속이 증가하는 방향이다. 자석이 I 구간에서  $-x$  방향으로 움직이는 경우와 같으므로 (가)는 '꺼짐'이다.

ㄷ. 코일의 감은 수가 증가하면 유도 기전력이 증가하면서 자석의 운동을 방해하는 자기력의 크기도 증가하게 된다. 하지만 자석의 속력이 느려지면 운동을 방해하는 자기력의 크기도 감소하므로, 자석이 진행하던 방향으로의 속력만 감소할 뿐 운동 방향이 반대가 되지는 않는다.

## 11 변압기의 원리

**예설** | 변압기에서 1차 코일과 2차 코일에 걸리는 전압은 코일의 감은 수에 비례한다. 교류 전원의 전압과 코일의 감은 수가 일정하므로 2차 코일에 걸리는 전압은 가변 저항의 저항과 무관하게 일정하다. 따라서 가변 저항에 흐르는 전류는 저항의 크기에 반비례하고, 저항에서 소비하는 전력도 저항에 반비례한다.

**정답맞히기** > (가)는 2차 코일에 걸리는 전압은 일정하고 저항만 2배로 증가하였으므로,  $P = \frac{V^2}{R}$ 에서 소비 전력은  $\frac{1}{2}$ 배인  $\frac{1}{2}P_0$ 이 된다.

(나)에서는 2차 코일에 걸리는 전압은 코일의 감은 수에 비례하고, 1차 코일의 전압과 각 코일의 감은 수가 달라지지 않았으므로 2차 코일에 걸리는 전압은  $V_0$ 로 일정하다.

## 12 전기 에너지의 송전 과정

**예설** | 변압 과정에서 전력 손실이 발생하지 않는다면, 변압기의 1차 코일에 공급되는 전력은 2차 코일에 유도되는 전력과 같다. 코일에 걸리는 유도 기전력은 코일의 감은 수에 비례하므로 1차 코일에서의 전압을  $V_1$ , 전류를  $I_1$ , 감은 수를  $N_1$ , 2차 코일에서의 전압을  $V_2$ , 전류를  $I_2$ , 감은 수를  $N_2$ 라 하면  $\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$ 의 관계에 있다.

**정답맞히기** > 발전소에서 1차 변압기의 1차 코일로의 입력 전압은 100 V이므로 전력이 10 kW가 되기 위해서는 전류의 세기가 100 A이다. 1차 변압기에서 코일의 감은 수의 비가 1 : 10이므로 1차 변압기의 2차 코일에 흐르는 전류의 세기는 10 A가 된다. 1차 변압기의 2차 코일의 전류의 세기는 2차 변압기의 1차 코일과 직렬로 연결되어 흐르므로 전류의 세기가 10 A로 서로 같다. 따라서 2차 변압기에서의 코일 감은 수의 비가 3 : 1이므로 2차 변압기의 2차 코일에서는 전류의 세기가 30 A가 된다.

가정에 공급되는 전압이 240 V, 전류의 세기가 30 A이므로 가정에서 소비할 수 있는 최대 전력은 7200 W가 되고, B에서 손실되는 전력은  $P = I^2 R$ 에서  $(30 \text{ A})^2 \times 3 \Omega = 2700 \text{ W}$ 가 되므로 2차 변압기의 1차 코일에 공급되는 전력은 9900 W이며, A에서 손실되는 전력은 발전소에서 공급된 10 kW와의 차인 100 W이다. 따라서 A의 저항값은  $100 \text{ W} = (10 \text{ A})^2 \times R$ 에서  $R = 1 \Omega$ 이다.

THEME



## 핵에너지 및 신·재생 에너지

**\* 많은 골 문제로 유형 익히기 \***

본문 98쪽

**정답** ⑤

**예설** | 제어봉은 중성자를 흡수해 연쇄 반응이 더 느리게 일어나도록 하고, 감속재는 중성자의 속력을 느리게 해 연쇄 반응이 더 잘 일어나도록 한다.

**정답맞히기** > ㄱ. 감속재는 중성자의 속력을 느리게 해 연쇄 반응이 더 잘 일어나도록 한다.

ㄴ. 제어봉은 중성자를 흡수해 핵반응에 참가하는 중성자수를 줄여 연쇄 반응이 느리게 일어나도록 한다.

ㄷ. 핵반응 전후의 질량 결손에 의해 원자로에서는 큰 에너지가 발생한다.

테마별 수능 필수유제

본문 99~100쪽

01 ③	02 ①	03 ①	04 ⑤	05 ⑤
06 ③	07 ②	08 ①		

## 01 핵분열 반응

**예설** | 핵반응에서 반응 전후 질량수와 전하량은 보존되고 질량은 보존되지 않는다.

**정답맞히기** > ㄷ. 전하량 보존( $92 + 0 = x + 36 + 0$ )과 질량수 보존( $235 + 1 = y + 92 + 3$ )을 적용하면 (가)는 바륨( $^{141}_{56}\text{Ba}$ )임을 알 수 있다. 바륨( $^{141}_{56}\text{Ba}$ )의 양성자 개수는 56개이다.

**오답피하기** > ㄱ. 질량이 큰 우라늄 원자핵이 질량이 작은 바륨과 크립톤 원자핵으로 분열하는 핵분열 과정이다.

ㄴ. 핵반응 전후 질량은 감소하고, 이때의 질량 결손이 에너지로 방출된다.

## 02 알파( $\alpha$ ) 붕괴

**예설** | 원자핵이 방사선  $\alpha$ 를 방출하면 양성자와 중성자가 각각 2개씩 감소하게 된다.

**정답맞히기** > ㄱ. 전하량 보존( $88 = x + 86$ )과 질량수 보존( $226 = y + 222$ )을 적용하면 (가)는  $\alpha$ 입자인 헬륨( $^4_2\text{He}$ ) 원자핵임을 알 수 있다. 헬륨( $^4_2\text{He}$ ) 원자핵에는 양성자와 중성자가 각각 2개씩 있다.

**오답피하기** > ㄴ. 라듐( $^{226}_{88}\text{Ra}$ )과 라돈( $^{222}_{86}\text{Rn}$ )은 서로 양성자 개수가 다르므로 동위 원소가 아니다.

ㄷ. 인체가 방사선에 노출될 경우 암의 발생과 같은 심각한 영향을 끼칠 수 있다. 이때 방사선의 종류나 에너지에 따라 인체에 미치는 영향은 다르다.

### 03 헬륨 핵융합

**예설** | 높은 온도에서 수소 원자핵은 큰 에너지를 방출하며 헬륨 원자핵으로 융합할 수 있다.

**정답맞히기** > ㄱ. (가)에서 전하량 보존과 질량수 보존을 적용하면 A는 중성자( ${}^1_0\text{n}$ )임을 알 수 있다. 중성자는 1개의 위 쿼크와 2개의 아래 쿼크로 구성된다.

**오답짜하기** > ㄴ. (나)에서 전하량 보존과 질량수 보존을 적용하면 B는 중성자( ${}^1_0\text{n}$ )임을 알 수 있다. 중성자는 1개의 위 쿼크와 2개의 아래 쿼크로 이루어져 있고, 기본 입자가 아니다.

ㄷ. 현재 원자력 발전소에서는 핵융합이 아니라 핵분열을 이용해 전기 에너지를 생산한다.

### 04 원자로

**예설** | 원자로에서는 일반적으로 우라늄이 중성자를 흡수하며 핵분열하는 과정에서 질량 결손에 의해 생기는 에너지를 이용해 터빈을 회전시켜 전기 에너지를 생산한다.

**정답맞히기** > ㄱ. 원자력 발전은 핵분열 과정에서 나오는 에너지를 이용해 증기를 발생시키고, 이 증기를 이용해 터빈을 회전시켜 전자기 유도 현상에 의해 전기 에너지를 생산하는 발전 방식이다.

ㄴ. 우라늄( ${}^{235}_{92}\text{U}$ ) 원자핵에 중성자가 흡수되기 위해서는 감속재를 사용해 중성자의 속력을 느리게 해야 한다.

ㄷ. (가)는 제어봉으로, 중성자를 흡수해 연쇄 반응의 속도를 조절한다. 중성자를 많이 흡수하면 연쇄 반응의 속도가 느려지고, 조금 흡수하면 연쇄 반응의 속도가 빨라진다.

### 05 방사선

**예설** | 불안정한 원자핵이 방사선을 방출하면서 안정한 원자핵으로 변한다.  $\alpha$ 선의 본질은 헬륨( ${}^4_2\text{He}$ ) 원자핵이고,  $\beta$ 선의 본질은 전자( ${}^0_{-1}\text{e}$ ),  $\gamma$ 선의 본질은 파장이 짧은 전자기파이다.

**정답맞히기** > ㄱ. P는 헬륨( ${}^4_2\text{He}$ ) 원자핵이므로  $\alpha$ 선이다.

ㄴ. (나)는 중성자가 양성자로 변환되는 베타 붕괴 과정으로, 약한 상호 작용이 관여한다.

ㄷ. Q는 전자로, 표준 모형에서 기본 입자로 분류된다.

### 06 여러 가지 발전

**예설** | 태양광 발전 방식을 제외한 대부분의 발전 방식은 터빈을 회전시켜 역학적 에너지를 전기 에너지로 전환시키는 발전 방식이다. 이때 전자기 유도 현상이 이용된다.

**정답맞히기** > ㄱ. A는 태양광 발전으로, 반도체에 태양 빛을 비출 때 나타나는 광기전력 효과를 이용한다.

ㄷ. C는 화력 발전으로, 화석 연료를 연소시키는 과정에서 온실 가스인 이산화 탄소 등이 배출된다.

**오답짜하기** > ㄴ. B는 풍력 발전으로, 바람의 역학적 에너지가 전기 에너지로 전환되는 발전 방식이다. 질량 결손에 의해 발생하는 에너지를 이용하는 발전 방식은 원자력 발전이다.

### 07 태양 전지

**예설** | 태양 전지가 빛을 흡수하면 원자 속의 전자는 띠틈을 넘어 전도 띠로 이동하게 되어 전자와 양공이 생성된다. 이후 접합면에 n형 반도체에서 p형 반도체 방향으로 형성되어 있는 전기장에 의해 전자는 n형 반도체로, 양공은 p형 반도체로 이동하여 n형 반도체는 (-)극, p형 반도체는 (+)극을 형성하여 외부로 전류가 흐를 수 있게 된다.

**정답맞히기** > ㄴ. 태양 전지의 접합면에서 전기장은 n형 반도체에서 p형 반도체 방향으로 형성되어 있다.

**오답짜하기** > ㄱ. 발광 다이오드에 순방향 전압이 걸려 있으므로 A는 n형 반도체, B는 p형 반도체이다.

ㄷ. 발광 다이오드에 순방향 전압이 걸려 있고 빛이 방출되고 있으므로 n형 반도체에 있는 전자는 p-n 접합면 쪽으로 이동한다.

### 08 수소 연료 전지

**예설** | 수소 연료 전지는 수소와 산소가 만나 물이 만들어지는 과정에서 전기 에너지를 얻는 장치이다.

**정답맞히기** > ㄱ. 수소 연료 전지는 수소와 산소(A)를 이용한다.

**오답짜하기** > ㄴ. 수소가 이온화되어 전자를 내놓는 극이 (-)극이고, 수소 이온, 전자와 산소가 만나 물과 열이 발생하는 극이 (+)극이다. 따라서 전류는 (나) 방향으로 흐른다.

ㄷ. 수소 연료 전지를 이용하는 자동차는 온실 가스가 거의 방출되지 않는 친환경 자동차이다.

#### 테마별 수능 심화문제

본문 101~102쪽

09 ⑤

10 ⑤

11 ③

12 ①

### 09 핵반응

**예설** | 핵반응 과정에서 질량수와 전하량은 보존되고 질량은 감소한다.

**정답맞히기** > ㄱ. X는 질량수가 2인  ${}^2_1\text{H}$  2개가 융합해 만들어진 원자핵이므로  ${}^4_2\text{He}$ 이다. 따라서 질량수는 4이다.

ㄴ. 핵반응 과정에서 전하량은 보존된다.

ㄷ. 질량수 보존과 전하량 보존을 적용하면 Y는  ${}^2_1\text{H}$ 이다. 한편 (가)에서 (가)에서보다 질량 결손에 의한 에너지가 더 크므로  $2M_3 - M_1 > M_2 + M_3 - 2M_1$ 이다. 이를 정리하면  $M_3 > M_2 - M_1$ 이다.

### 10 핵붕괴

**예설** | 불안정한 원자핵이  $\alpha$ 선,  $\beta$ 선,  $\gamma$ 선 등의 방사선을 방출하면서 안정한 원자핵으로 변환된다.

**정답맞히기** > ㄱ. B와 C의 질량수는 모두 211이다.

ㄴ. 알파( $\alpha$ ) 붕괴 과정에서는 원자 번호가 2, 질량수가 4 감소한다.  ${}^{219}_{88}\text{Rn} \rightarrow A, A \rightarrow B, D \rightarrow {}^{207}_{82}\text{Pb}$ 가 알파( $\alpha$ ) 붕괴 과정이다.

ㄷ. C가 D로 변환되는 과정은 베타( $\beta$ ) 붕괴 과정으로 약한 상호 작용이 관여한다.

## 11 방사선

**예설** | 불안정한 원자핵이 붕괴할 때 방출되는  $\alpha$ 선은 헬륨( ${}^4_2\text{He}$ ) 원자핵,  $\beta$ 선은 전자,  $\gamma$ 선은 파장이 짧은 전자기파이다. 따라서 P는  $\beta$ 선의 경로, Q는  $\alpha$ 선의 경로이다.

**정답맞이기** > ㄱ. A는 헬륨( ${}^4_2\text{He}$ ) 원자핵, B는 전자로 입자 1개당 질량은 A가 B보다 크다.

ㄷ. 인체가 고에너지 방사선에 오래 노출될수록 세포의 파괴나 변형이 더 많이 일어날 수 있다.

**오답피하기** > ㄴ. P는 전기장 반대 방향으로 휘는 경로이므로 음(-)전하의 경로이다. 따라서 P는 B의 경로이다.

## 12 경수로와 중수로

**예설** | 경수로는 감속재와 냉각재로 보통 물인 경수( $\text{H}_2\text{O}$ )를 사용하고, 중수로는 감속재와 냉각재로 중수소와 산소가 결합한 중수( $\text{D}_2\text{O}$ )를 사용하는 원자로이다.

**정답맞이기** > ㄱ.  ${}^{235}_{92}\text{U}$ 의 함량비는 저농축 우라늄에서는 2~5%, 천연 우라늄에서는 약 0.7% 정도이다.

**오답피하기** > ㄴ. 중수소와 경수로 모두  ${}^{235}_{92}\text{U}$ 이 붕괴하는 과정에서 발생하는 에너지를 이용한다.

ㄷ. 중수는 중수소( ${}^2_1\text{H}$ )와 산소가 결합해 만들어진 물이므로 경수에 비해 중성자를 잘 흡수하지 못한다.

## THEME 15 역학적 평형

\* 답은 골 문제로 유형 익히기 \*

본문 104쪽

**정답** ②

**예설** | 힘의 평형과 돌림힘의 평형을 적용하면 구가 막대에 작용하는 힘의 크기를 구할 수 있다.

**정답맞이기** > (가)에서 왼쪽 구와 오른쪽 구가 각각 막대에 작용하는 힘의 크기를  $n_1$ ,  $n_2$ 라 하면, 힘의 평형 관계에 의해 구에  $n_1 + n_2 = 3mg$ 의 관계가 성립하고, 왼쪽 구와 막대가 접하는 지점을 기준으로 돌림힘의 평형을 적용하면  $2L \times mg + 3L \times 2mg = 5L \times n_2$ 이다.

따라서  $n_2 = \frac{8}{5}mg$ ,  $n_1 = \frac{7}{5}mg$ 이다. 한편 구에 작용하는 부력의 크기는 막대가 구를 누르는 힘의 크기와 구에 작용하는 중력의 크기의 합과 같고, 두 구에 작용하는 부력의 크기는 같으므로 왼쪽 구와 오른쪽 구의 질량을 각각  $m_1$ ,  $m_2$ 라 하면, 구에 각각 작용하는 부력의 크기는  $\frac{7}{5}mg + m_1g = \frac{8}{5}mg + m_2g$ 의 관계가 성립한다. 따라서  $m_1 - m_2 = \frac{1}{5}m$ 의 관계가 성립하고, 왼쪽 구가 막대에 작용하는 힘의 크기는 오른쪽 구가 막대에 작용하는 힘의 크기보다  $\frac{1}{5}mg$ 만큼 작다.

(나)에서 오른쪽 구가 막대에 작용하는 힘의 크기를  $n$ 이라 하면, 왼쪽 구가 막대에 작용하는 힘의 크기는  $n - \frac{1}{5}mg$ 이다. 이를 힘의 평형에 적용하면,  $4mg = 2n - \frac{1}{5}mg$ ,  $n = \frac{21}{10}mg$ 이다. 따라서 왼쪽 구가 막대에 작용하는 힘의 크기는  $\frac{19}{10}mg$ 이다.

오른쪽 구와 막대가 접하는 지점을 기준으로 돌림힘의 평형을 적용하면,  $(7L - x) \times 2mg + 2L \times 2mg = 5L \times \frac{19}{10}mg$ 이므로  $x = \frac{17}{4}L$ 이다.

테마별 수능 필수유제

본문 105~106쪽

01 ③    02 ④    03 ③    04 ①    05 ①  
06 ④    07 ③    08 ④

## 01 돌림힘

**예설** | 돌림힘의 크기는 회전축으로부터 힘의 작용점까지의 거리와 회전축으로부터 작용점 방향에 대해 수직인 성분의 힘의 크기의 곱과 같다.

**정답맞이기** > ㄱ. 막대는 역학적 평형 상태에 있으므로 돌림힘의 평형 상태이다. 받침점으로부터 A까지의 거리가 받침점으로부터 B까지의 거리보다 더 크므로 질량은 B가 A보다 크다.

ㄷ. B가 막대 위에서 받침점으로부터 멀어지게 움직이면, 받침점을 기준으로 한 막대에 작용하는 B에 의한 돌림힘의 크기가 커지므로 막대는 시계 방향으로 회전하기 시작한다.

**오답피하기** > ㄴ. 돌림힘의 평형 상태이므로 받침점을 기준으로 한 막대에 작용하는 A에 의한 돌림힘의 크기와 B에 의한 돌림힘의 크기는 같다.