

과학탐구 영역

물리학 I

정답 및 해설

정답

1	⑤	6	④	11	①	16	①
2	③	7	②	12	②	17	①
3	①	8	③	13	⑤	18	④
4	④	9	③	14	⑤	19	③
5	③	10	②	15	②	20	⑤

주요 문항 해설

17. [가속도 법칙] ①

(나)에서 t 초 동안 A의 속도 변화량은 p, q, r 이 끊어진 경우 각각 $3v, 4v, 5v$ 이므로 p 가 끊어졌을 때 A의 가속도의 크기를 $3a$ 라 할 때, q, r 이 끊어진 경우 가속도의 크기는 각각 $4a, 5a$ 가 된다.

이때, C의 질량을 M 이라 하고 A, B, D에 경사면과 나란하게 작용하는 힘의 크기를 각각 F_1, F_2, F_3 라 하면 가속도 법칙에 의해 다음이 성립한다.

$$\frac{F_1}{2m} = 3a \dots ①, \quad \frac{F_1 + F_2}{3m} = 4a \dots ②, \quad \frac{F_1 + F_2 + \frac{M}{m}F_2}{3m + M} = 5a \dots ③$$

①, ②, ③을 연립하면 $F_1 = 6ma, F_2 = 6ma, M = 3m$ 임을 알 수 있다.

또한 r 이 끊어진 경우 t 초 동안 D의 속도 변화량은 $12v$, 가속도의 크기는 $12a$ 이므로

$$\frac{F_3}{m} = 12a, \quad F_3 = 12ma \text{이다.}$$

그러므로 실이 끊어지지 않는 경우 A~D의 가속도의 크기는 $\frac{F_1 + 4F_2 + F_3}{7m} = \frac{42ma}{7m} = 6a$ 이다. 가속도의 크기가 $6a$ 이므로 t 초 동안 A는 $6v$

만큼 속력이 증가하여 t 초 후 A의 속력은 $v + 6v = 7v$ 이다.

18. [전류에 의한 자기장] ④

ㄱ. 도선 C의 위치가 $x > 6d$ 일 때, C가 P로부터 멀어질수록 P에서의 자기장의 세기가 커지고 음(-)의 부호이므로, P에서 A와 B에 의한 자기장은 수직으로 들어가는 방향이다. 이때 A와 B의 전류 방향이 반대일 때 P에서 A와 B에 의한 자기장의 세기는 0이므로 A와 B에는 둘 다 위쪽으로 전류가 흐른다. (X)

ㄴ, ㄷ. 위쪽으로 흐르는 전류의 부호를 양(+)이라 할 때, 문제의 조건에 의해 다음과 같은 식을 세울 수 있다. (k 는 상수)

$$-k\frac{2I}{2d} - k\frac{I}{d} + k\frac{I_C}{4d} = B \dots ①$$

$$-k\frac{2I}{2d} - k\frac{I}{d} + k\frac{I_C}{6d} = 0 \dots ②$$

$$-k\frac{2I}{2d} - k\frac{I}{d} + k\frac{I_C}{D} = -B \dots ③$$

①, ②, ③을 연립하면 $I_C = 12I, D = 12d$ 임을 알 수 있다. (O)

19. [전기력, 전하량 보존] ③

전기력은 두 점전하 사이 거리의 제곱에 반비례한다. 이때 (가)에서 B에 작용하는 전기력이 0이므로 A의 전하량을 $+4q$ 라 할 때, C의 전하량은 $+q$ 가 된다. (나)에서 B와 C의 전하량을 a 라 할 때, 문제에서 제시한 전기력 조건에 의해

$$k\left(\frac{a^2}{d^2} - \frac{qa}{d^2}\right) = 18F \dots ①, \quad k\left(\frac{a^2}{d^2} + \frac{4qa}{9d^2}\right) = 5F \dots ② \quad (k \text{는 상수})$$

이므로 ①, ②를 연립하면 $a = -q$ 임을 알 수 있다. 이때 (가)에서 B의 전하량을 b 라 하면 전하량 보존 법칙에 의해 $b + q = -2q$ 이므로 $b = -3q$ 이다. 따라서 (가)에서 전하량의 크기는 B가 C의 3배이다.

20. [운동량, 역학적 에너지] ⑤

ㄱ. 충돌 전 수평면에서 A의 속력을 v 라 하면 역학적 에너지 보존에 의해 $1 \times 10 \times 0.8 = \frac{1}{2} \times 1 \times v^2, v = 4(\text{m/s})$ 이다. 또한 B의 질량을 m , 분리 후 A의 속력을 V 라하고 오른쪽 방향을 양(+)의 부호라 하면 운동량 보존에 의해 $4 = -V + 2m, V = 2m - 4 \dots ①$ 이다. 이때 역학적 에너지는 보존되므로

$$\frac{1}{2} \times 1 \times 4^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times V^2 + \frac{1}{2} \times m \times 2^2 \dots ②$$

따라서 ①, ②를 연립하면 $m = 3(\text{kg}), V = 2(\text{m/s})$ 임을 알 수 있다. (O)

ㄴ. 용수철이 압축되는 동안에는 A, B 사이의 거리가 가까워지므로 A의 속력이 B의 속력보다 크고, 용수철이 팽창하는 동안에는 A, B 사이의 거리가 멀어지므로 B의 속력이 A의 속력보다 크다. 따라서 A와 B의 속력이 같을 때 용수철이 최대 압축된다. 용수철이 최대 압축될 때의 A와 B의 속력을 v_1 라 하면 운동량 보존에 의해 $1 \times 4 = (1 + 3)v_1$ 이므로 $v_1 = 1(\text{m/s})$ 이다. 이를 통해 A와 B의 운동에너지 합은

$$\frac{1}{2} \times (1 + 3) \times 1^2 = 2(\text{J})$$

임을 알 수 있다. 충돌 직전 A의 운동에너지는 $\frac{1}{2} \times 1 \times 4^2 = 8(\text{J})$ 이므로 용수철에 저장된 탄성 퍼텐셜 에너지는 $8 - 2 = 6(\text{J})$ 이다. 이

때 용수철의 최대 압축 길이를 x 라 하면 $6 = \frac{1}{2} \times 300 \times x^2$ 이므로 $x = 0.2(\text{m})$ 이다.

(O)

ㄷ. 역학적 에너지 보존 법칙에 따라 수평면과 A의 최고점의 높이차는 수평면에서 A의 운동에너지에 비례한다. 충돌 전후 수평면에서 A의 운동에너지 비는 4:1이므로 A가 올라갈 수 있는 최고점의 높이는 충돌 후가 충돌 전의 $\frac{1}{4}$ 배이다. 따라서 A가 올라가는 최대 높이는 처음 높이 0.8m 의 $\frac{1}{4}$ 배인 0.2m 이다. (O)