

2023학년도 대학수학능력시험  
과학탐구영역 물리학II 정답 및 해설

- |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 01. ① | 02. ③ | 03. ④ | 04. ② | 05. ② | 06. ⑤ | 07. ③ | 08. ② | 09. ④ | 10. ① |
| 11. ③ | 12. ④ | 13. ④ | 14. ⑤ | 15. ① | 16. ③ | 17. ⑤ | 18. ⑤ | 19. ④ | 20. ③ |

### 1. 전자기파의 발생

[정답맞히기] 축전기에 교류 전원이 연결되어야 극판 사이에 변하는 전기장이 만들어지며, 이러한 전기장과 자기장이 서로를 유도하면서 공간으로 퍼져 나가는 파동을 전자기파라고 한다.

정답①

### 2. 보어의 수소 원자 모형

[정답맞히기] A. 보어는 수소 원자 내에서 전자가  $2\pi rmv = nh$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ )을 만족하는 원 궤도에서만 운동할 수 있다고 제안하였다. 이를 제1가설(양자 조건)이라고 한다.

B. 전자의 물질파 파장이  $\lambda = \frac{h}{mv}$  이므로,  $2\pi rmv = nh$ 에서  $2\pi r = \frac{nh}{mv} = n\lambda$ 이다. 따라서

서 원 궤도의 둘레는 전자의 물질파 파장의 정수배이다.

정답③

[오답피하기] C. 보어의 수소 원자 모형에서는 양자수가 정해지면 전자가 운동하는 원 궤도의 반지름과 중심 방향의 운동량이 정확하게 정해진다. 따라서 보어의 수소 원자 모형은 불확정성 원리에 위배된다.

### 3. 빛의 간섭

[정답맞히기] 이웃한 밝은 무늬 간격은  $\Delta x = \frac{L\lambda}{d}$ 로 주어진다. 따라서  $\Delta x$ 가 같기 위해서 ㉠은 0.40, ㉡은 500이 적절하다.

정답④

### 4. 단진자 운동

[정답맞히기] ㄷ.  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ 에서  $g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$ 이다. 그런데 그래프의 기울기가  $k = \frac{T^2}{L}$  이므로 중력 가속도는  $g = \frac{4\pi^2}{k}$ 이다.

정답②

[오답피하기] ㄱ.  $T^2 \propto L$  이므로  $T \propto \sqrt{L}$ 이다. 따라서  $T$ 는  $L = 80 \text{ cm}$ 일 때가  $L = 40 \text{ cm}$ 일 때의  $\sqrt{2}$ 배이다.

ㄴ. 추의 역학적 에너지가 보존되므로 추의 최대 속력은 최고점과 최하점의 높이차가 클수록 크다. 따라서 추의 최대 속력은  $L = 70 \text{ cm}$ 일 때가  $L = 50 \text{ cm}$ 일 때보다 크다.

### 5. 축전기

[정답맞히기] ㄴ. 전기 용량이 A가 B의 2배이므로 전원 장치에 병렬로 연결되어 있는

- A, B에 같은 전압이 걸릴 때 충전되는 전하량은 A가 B의 2배이다. 정답②
- [오답피하기]** ㄱ. 평행판 축전기의 전기 용량은 채워진 유전체의 유전율에 비례하고 극판 사이의 간격에 반비례하므로 전기 용량은 A가 B의 2배이다.
- ㄴ. 전압이  $V_0$ 일 때 A에 충전된 전하량은  $Q_0$ 이므로, 이때 A에 저장된 전기 에너지는  $\frac{1}{2} Q_0 V_0$ 이다.

## 6. 광전 효과

- [정답맞히기]** ㄱ. A를 비출 때와 B를 비출 때 정지 전압이 같으므로, A와 B의 진동수가 같다. 따라서 B의 진동수는  $7f_0$ 이다.
- ㄴ. A, B의 진동수가 같은데 광전류의 최댓값이 A를 비출 때가 B를 비출 때보다 크다. 따라서 단색광의 세기는 A가 B보다 크다.
- ㄷ. 금속판의 문턱 진동수가  $f_0$ 이므로 금속판의 일함수는  $hf_0$ 이다. 따라서

$$eV_1 = 7hf_0 - hf_0 = 6hf_0, eV_2 = 5hf_0 - hf_0 = 4hf_0 \text{에서 } \frac{V_1}{V_2} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2} \text{이고, } V_1 = \frac{3}{2} V_2 \text{이다.}$$

정답⑤

## 7. 가속 좌표계와 관성력

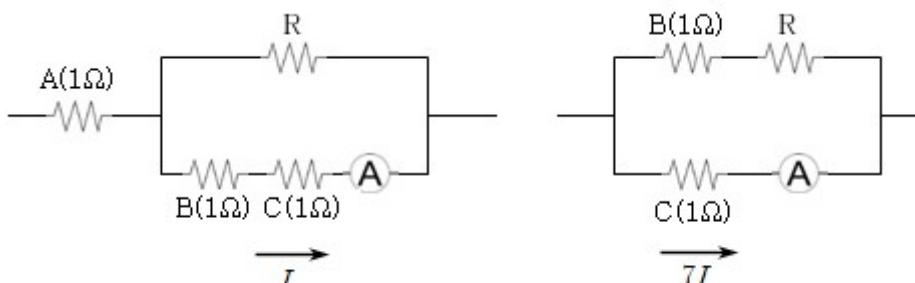
- [정답맞히기]** ㄱ. Q가 A를 던진 순간부터 받는 순간까지, P가 관측할 때 A에 작용하는 알짜힘이 0이므로 A는 등속 직선 운동한다.

- ㄷ. Q가 관측할 때 가속도의 크기를  $a$ 라 하면,  $2ad = v_0^2 - 0$ 이 성립하므로  $a = \frac{v_0^2}{2d}$ 이다. 따라서 A에 작용하는 관성력의 크기는  $ma = \frac{mv_0^2}{2d}$ 이다. 정답③

- [오답피하기]** ㄴ. 관성력의 방향은 가속도의 방향과 반대이므로 Q가 관측할 때 A에 작용하는 관성력의 방향은  $-y$ 방향이다.

## 8. 저항의 연결

- [정답맞히기]** 스위치를 a에 연결할 때와 b에 연결할 때, 회로도는 다음과 같다.



(가) a에 연결할 때

(나) b에 연결할 때

전원 전압을  $V$ , (가)에서 전류계에 흐르는 전류의 세기를  $I$ 라고 하면, (나)에서 C에 흐르는 전류의 세기는  $7I$ 이고 C에 걸린 전압은  $V$ 이다.  $V=7I \times 1\Omega$ 이므로 (가)의 B, C 전체에 걸린 전압은  $V_{BC} = I \times 2\Omega = \frac{2}{7}V$ 이고, A에 걸린 전압은  $\frac{5}{7}V$ 이다. 따라서 (가)의 A에 흐르는 전류의 세기는  $5I$ 이고 R에 흐르는 전류의 세기는  $4I$ 이다. (가)에서 R에 흐르는 전류의 세기가 B, C에 흐르는 전류의 세기의 4배이고, B, C의 합성 저항이  $2\Omega$ 이므로 R의 저항값은  $R = 2 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2}(\Omega)$ 이다. 정답②

## 9. 트랜지스터

[정답맞히기] ㄴ. X는 이미터 단자, Y는 베이스 단자, Z는 컬렉터 단자이고, 전류가 X에서 Y로 흐르므로 전위는 X에서가 Y에서보다 높다.

ㄷ. Z는 컬렉터 단자이고 A는 p-n-p형 트랜지스터이므로 Z에는 ⑦ 방향으로 전류가 흐른다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 베이스 단자에서 트랜지스터의 밖으로 전류가 흘러나오고 있으므로 A는 p-n-p형 트랜지스터이다.

## 10. 도플러 효과

[정답맞히기] 그래프의 기울기가 속도와 같으므로 0부터  $6t_0$ 까지 음원이 음파 측정기로부터 멀어지는 속력을  $v$ 라고 하면,  $6t_0$ 부터  $8t_0$ 까지 음원이 음파 측정기에 다가가는 속력은  $3v$ 이다. 따라서 음속을  $V$ 라고 하면  $f_1 = \frac{V}{V+v}f_0$ ,  $\frac{25}{21}f_1 = \frac{V}{V-3v}f_0$ 에서  $\frac{25}{21} = \frac{V+v}{V-3v}$ 이고,  $V=24v$ 이다. 따라서  $\frac{f_1}{f_0} = \frac{24}{25}$ 이다. 정답①

## 11. 볼록 렌즈에 의한 상

초점 거리가  $f$ 인 볼록 렌즈에서 렌즈에서 물체까지의 거리를  $a$ , 렌즈에서 상까지의 거리를  $b$ 라고 하면  $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ 가 성립한다. 이때 허상이 생기는 경우는  $b$ 가  $-b$ 가 된다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 렌즈 방정식을 적용하면  $\frac{1}{3f} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ 이 되므로  $b = \frac{3}{2}f$ 가 된다. 렌즈에서 물체까지의 거리( $3f$ )가 렌즈에서 상까지의 거리( $\frac{3}{2}f$ )보다 크므로 (가)에서 상의 크기는 물체의 크기보다 작다.

ㄴ. (나)에서 허상이 생겼으므로 상의 크기가 물체의 크기보다 크고, 상과 렌즈 사이의 거리는 물체와 렌즈 사이의 거리보다 크다. 정답③

---

**[오답피하기]** Ⓜ. (가)에서 물체와 상의 크기의 비  $\frac{b}{a} = \frac{\frac{3f}{2}}{3f} = \frac{1}{2}$  이므로 상의 크기가 물체의 크기의  $\frac{1}{2}$  배이다. 따라서 (나)에서 상의 크기는 물체의 크기의 2배이다. (나)에서 렌즈 방정식을 적용하면  $\frac{1}{a} - \frac{1}{2a} = \frac{1}{f}$  이 되어  $a = \frac{f}{2}$  가 된다. 따라서 상과 렌즈 사이의 거리  $b = 2a = f$  이다. 따라서 상과 렌즈 사이의 거리는 (가)에서가 (나)에서의  $\frac{3}{2}$  배이다.

## 12. 평면에서의 등가속도 운동

**[정답맞히기]** Ⓜ. A, B의 가속도가 같으므로 A에 대한 B의 속도가 일정하다. 따라서 p까지 걸린 시간을  $t$ 라고 하면,  $(v_B \sin 60^\circ - v_0 \sin 30^\circ) \times t = L$  이다. 그런데  $v_B = \sqrt{3}v_0$  이므로  $\left( \sqrt{3}v_0 \times \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}v_0 \right) \times t = L$  에서  $t = \frac{L}{v_0}$  이다.

ㄷ. B가 직선 경로를 따라 운동하므로 가속도의 방향이 B의 운동 방향과 같다. 그런데  $t$  동안 B의 이동 거리가  $2\sqrt{3}L$  이므로  $2\sqrt{3}L = v_B t + \frac{1}{2}at^2$  에서  $v_B = \sqrt{3}v_0$ ,  $t = \frac{L}{v_0}$  이다. 따라서 가속도의 크기는  $a = \frac{2\sqrt{3}v_0^2}{L}$  이다. 정답④

**[오답피하기]** ㄱ. A, B의 가속도가 같다. 그런데 p까지 A, B의 변위의  $x$ 성분이 같으므로 발사하는 순간 A, B의 속도의  $x$ 성분이 같다. 따라서  $v_0 \cos 30^\circ = v_B \cos 60^\circ$  에서  $v_B = \sqrt{3}v_0$  이다.

## 13. 일과 에너지

**[정답맞히기]** 높이 5h인 지점에서 가만히 놓은 물체가 높이 3h인 지점까지 운동하는 동안 물체의 역학적 에너지 감소량  $mg2h$ 는 I, II를 지나는 동안 크기가  $F_0$ 인 힘이 물체에 한 일의 크기와 같다. 따라서  $2mgh = F_0 L + F_0 \times 5d \dots ①$  이 성립한다. 물체가 높이 3h인 지점에서 다시 내려와 II에서 정지하는 동안 물체의 역학적 에너지 감소량  $mgh$ 는 II에서 크기가  $F_0$ 인 힘이 물체에 한 일의 크기와 같다. 따라서  $mgh = F_0 \times 4d \dots ②$  가 성립한다. ①, ②를 연립하면  $L = 3d$ 이다. 정답④

## 14. 점전하에 의한 전기장

**[정답맞히기]** ㄱ. O에서 A, B에 의한 전기장이 0이므로, A, B는 서로 다른 종류의 전하이고 전하량의 크기는 B가 A의  $\frac{9}{4}$  배이다. 그런데 O에서 전기장의 방향이  $+y$ 방향

이므로 C는 음(-)전하이고, P에서 A, B에 의한 전기장의 방향은  $+x$ 방향이다. 따라서 A는 음(-)전하이고, B는 양(+)전하이다.

㉡. C의 전하량의 크기를  $q_C$ 라고 하면 P에서 전기장의  $x$ 성분이 0이므로,

$$-\frac{q}{(2d)^2} + \frac{9q}{4d^2} - \frac{q_C}{(5d)^2} \times \frac{4}{5} = 0 \text{에서 } q_C = \frac{125}{2}q \text{이다.}$$

㉢. O와 P에서 전기장의 세기의 비는  $\frac{q_C}{(3d)^2} : \frac{q_C}{(5d)^2} \times \frac{3}{5} = 125 : 27$ 이다. 따라서 전기장

의 세기는 O에서가 P에서의  $\frac{125}{27}$ 배이다.

정답⑤

## 15. 돌림힘의 평형

$x$ 가 최솟값일 때는 받침대의 왼쪽 끝에서만 막대에 힘을 작용하고,  $x$ 가 최댓값일 때는 받침대의 오른쪽 끝에서만 막대에 힘을 작용한다.

[정답맞히기]  $x$ 가 최솟값  $3L$ 일 때 받침대의 왼쪽 끝과 막대가 만나는 지점을 기준으로 막대에 돌림힘의 평형을 적용하면, 이때 C가 연결된 실이 막대에  $mg$ 의 힘을 작용하므로  $3Lm_A + Lm_B = 3Lm + 6Lm \dots ①$ 이 성립한다.  $x$ 가 최댓값  $9L$ 일 때 받침대의 오른쪽 끝과 막대가 만나는 지점을 기준으로 막대에 돌림힘의 평형을 적용하면, 이때 C가 연결된 실이 막대에 힘을 작용하지 않으므로  $5Lm_A = Lm + 3Lm_B \dots ②$ 이 성립한다. ①, ②를 연립하면  $m_A = 2m$ ,  $m_B = 3m$ 이 된다.

정답①

## 16. 케플러 법칙

[정답맞히기] ㄱ. A의 공전 주기는  $t_1$ 이고 B의 공전 주기는  $2t_2 = 2\sqrt{2}t_1$ 이다. 따라서

A, B의 타원 궤도의 긴반지름을 각각  $a_A$ ,  $a_B$ 라고 하면  $\frac{t_1^2}{a_A^3} = \frac{(2\sqrt{2}t_1)^2}{a_B^3}$ 에서  $a_B = 2a_A$ 이다.

㉡.  $r_A$ ,  $r_B$ 의 최솟값을 각각  $r_0$ ,  $r_0'$ 라고 할 때,  $\frac{\text{중력의 최댓값}}{\text{중력의 최솟값}}$ 이 A는 4이고 B는 9이므로 A의 공전 궤도 지름은  $r_0 + 2r_0$ 이고, B의 공전 궤도 지름은  $r_0' + 3r_0'$ 이다. 따라서  $r_0' + 3r_0' = 2(r_0 + 2r_0)$ 이 성립하고  $r_0' = \frac{3}{2}r_0$ 이다. 그런데 중력 크기의 최댓값의 비가 8:9이므로 A, B의 질량을 각각  $m_A$ ,  $m_B$ 라고 하면  $8:9 = \frac{m_A}{r_0^2} : \frac{m_B}{r_0'^2}$ 에서  $r_0' = \frac{3}{2}r_0$ 이

므로  $\frac{m_B}{m_A} = \frac{81}{32}$ 이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ.  $r_A$ 의 최댓값이  $2r_0$ 이고  $r_B$ 의 최솟값이  $r_0' = \frac{3}{2}r_0$ 이므로,  $r_B$ 의 최솟값

---

은  $r_A$ 의 최댓값보다 작다.

### 17. 전자기 유도

유도 기전력의 크기는 단위 시간당 자기 선속의 변화율에 비례한다.

[정답맞히기] ㄱ.  $t = t_0$  일 때, I 에서는 자기장이 일정하므로 금속 고리 내부의 자기장이 변하는 면적은  $3\pi d^2$ 이다. 따라서 이때 유도 기전력의 크기

$$V_0 = \frac{\Delta(BA)}{\Delta t} = 3\pi d^2 \frac{\Delta B}{\Delta t} = 3\pi d^2 \frac{B_0}{3t_0} = \frac{\pi d^2 B_0}{t_0} \text{이다.}$$

ㄴ. I 과 II에서 자기장의 방향이 서로 반대라면 유도 기전력의 크기는  $t = 3t_0$  일 때가  $t = t_0$  일 때보다 커야 한다. 하지만  $t = t_0$  일 때와  $t = 3t_0$  일 때가 유도 기전력의 크기가 같으므로 I 과 II에서 자기장의 방향은 서로 같다.

ㄷ. I 과 II에서 자기장의 방향이 xy평면에 수직으로 들어가는 방향으로 일정한 상태에서  $t = t_0$  일 때 금속 고리를 통과하는 자기 선속이 증가하고 있고,  $t = 3t_0$  일 때 금속 고리를 통과하는 자기 선속은 감소하고 있으므로 유도 전류의 방향은  $t = t_0$  일 때와  $t = 3t_0$  일 때 서로 반대이다.

정답⑤

### 18. 직선 전류에 의한 자기장

[정답맞히기] ㄱ. P에서 B에 의한 자기장의 세기를  $B'$ 라고 하면 C에 의한 자기장의 세기는  $\frac{1}{2}B'$ 이므로, P에서 B, C에 의한 자기장의 세기는  $\sqrt{1 + \frac{1}{4}} B' = \frac{\sqrt{5}}{2} B'$ 이다.

O와 P에서 A, B, C에 의한 자기장의 세기가 같은데, A에 의한 자기장의 세기는 P에서가 O에서의 2배이므로, B, C에 의한 자기장의 세기는 O에서가 P에서보다 크다. 따라서 O에서 B, C에 의한 자기장의 세기는  $\sqrt{2} B' + \frac{\sqrt{2}}{2} B'$ 이고, B, C에 흐르는 전류의 방향은 서로 반대이다.

ㄴ. B, C에 의한 자기장의 세기가 O에서가 Q에서보다 크므로, A, B, C에 의한 자기장의 세기는 Q에서가 O에서보다 작다. 그런데 O, P에서 자기장의 세기가 같으므로, A, B, C에 의한 자기장의 세기는 Q에서가 P에서보다 작다.

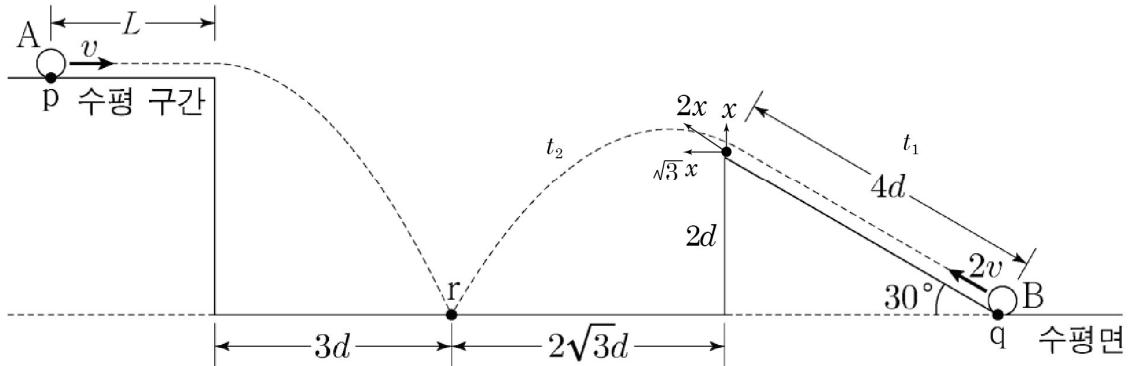
ㄷ. P에서 A에 의한 자기장의 세기를  $B_0$ 이라고 하면 O에서 A에 의한 자기장의 세기는  $\frac{1}{2}B_0$ 이다. 따라서  $\sqrt{B_0^2 + \frac{5}{4}B'^2} = \sqrt{\frac{1}{4}B_0^2 + \frac{9}{2}B'^2}$ 에서  $\frac{B_0}{B'} = \sqrt{\frac{13}{3}}$ 이고,  $\frac{I_A/d}{2I_0/\sqrt{2}d} = \sqrt{\frac{13}{3}}$ 에서  $I_A = \sqrt{\frac{26}{3}} I_0$ 이다. 따라서  $I_A < 3I_0$ 이다.

정답⑤

### 19. 포물선 운동

지표면 근처에서 포물선 운동하는 물체의 수평면과 나란한 방향의 속도는 일정하다.

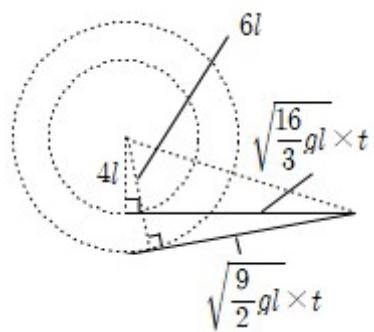
[정답맞히기] B의 빗면의 끝점에서 속도의 크기를  $2x$ 라 하면, 연직 방향 속도의 크기는  $x$ , 수평 방향 속도의 크기는  $\sqrt{3}x$ 이다.



B가 빗면 위에서 운동하는 데 걸리는 시간을  $t_1$ , B가 포물선 운동하는 데 걸리는 시간을  $t_2$ 라고 할 때, B가 포물선 운동하는 동안 B의 수평 방향 속력은  $\sqrt{3}x$ 로 일정하므로  $\sqrt{3}xt_2 = 2\sqrt{3}d$ 이고,  $xt_2 = 2d$ 이다. 즉, B가  $t_2$ 라는 시간 동안 포물선 운동하며 연직 방향으로  $2d$ 만큼 이동하므로 포물선 운동하는 동안 B의 연직 방향 평균 속도의 크기는  $x$ 이다. 따라서 B가 수평면에 닿는 순간의 연직 방향 속도의 크기는  $3x$ 이다. q와 r에서 B의 운동 에너지가 같으므로  $(3x)^2 + (\sqrt{3}x)^2 = (2v)^2$ 에서  $x = \frac{1}{\sqrt{3}}v$ 가 된 다. B가 빗면에서 운동하는 동안 B의 평균 속도의 수평 성분의 크기는  $\frac{v + \sqrt{3}v}{2}$ 이므로  $\frac{v + \sqrt{3}v}{2}t_1 = 2\sqrt{3}d$ 이고, 이를 정리하면  $t_1 = \frac{4\sqrt{3}d}{(1 + \sqrt{3})v}$ ... ①이 된다. B가 포물선 운동하는 동안 B의 수평 방향 속도의 크기는  $v$ 이므로  $vt_2 = 2\sqrt{3}d$ 이고,  $t_2 = \frac{2\sqrt{3}d}{v}$ ... ②가 된다. 한편 A의 수평 방향 속도의 크기는  $v$ 로 일정하므로  $v(t_1 + t_2) = L + 3d$ ... ③이다. ①, ②, ③을 연립하면  $L = 3d$ 이다. 정답④

## 20. 등속 원운동과 포물선 운동

[정답맞히기] 원운동을 하는 동안 실이 연직 방향과 이루는 각을  $\theta$ 라고 하면, 구심 가속도의 크기는  $gtan\theta$ 이다. A, B가 원운동을 하는 동안  $\tan\theta$ 가 각각  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{4}{3}$ 이므로, A, B가 원운동을 하는 동안 가속도의 크기는 각각  $a_A = \frac{3}{4}g$ ,  $a_B = \frac{4}{3}g$ 이고,  $a = \frac{v^2}{r}$ 에서 A, B의 속력은 각각  $v_A = \sqrt{\frac{9}{2}gl}$ ,  $v_B = \sqrt{\frac{16}{3}gl}$ 이다. 따라서 실이 끊어진 후 수평 면에 도달할 때까지 걸리는 시간을  $t$ 라고 하면 A, B의 변위의 수평 성분은 그림과 같다.



따라서  $\frac{16}{3}gl \times t^2 + (4l)^2 = \frac{9}{2}gl \times t^2 + (6l)^2$ 에서  $t^2 = \frac{24l}{g}$  이고 수평면으로부터 O까지의 높이는  $H = \frac{1}{2}gt^2 = 12l$ 이다. 정답③