

2024학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가
과학탐구영역 물리학Ⅱ 정답 및 해설

- | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 01.③ | 02.④ | 03.④ | 04.① | 05.④ | 06.⑤ | 07.③ | 08.① | 09.① | 10.② |
| 11.⑤ | 12.① | 13.③ | 14.③ | 15.⑤ | 16.② | 17.② | 18.④ | 19.⑤ | 20.④ |

1. 불확정성 원리

[정답맞히기] 불확정성 원리에 의하면 입자성과 파동성을 모두 띠고 있는 물체의 위치와 운동량을 동시에 정확하게 측정하는 것은 불가능하다. 따라서 A는 ‘위치’이고, B는 ‘불확정성’이다. 정답③

2. 일반 상대성 이론

[정답맞히기] A. 광원에서 발사된 빛이 운동 방향과 반대 방향으로 휘어지므로 우주선의 속력은 빨라지고 있고, 우주선의 가속도 방향과 운동 방향은 같다.

C. 우주선이 가속 운동을 하기 때문에 우주인이 관찰하는 빛이 휘어지므로 우주선의 가속도 크기가 클수록 우주인이 관찰하는 빛의 경로는 더 휘어지게 된다. 정답④

[오답피하기] B. 관성력의 방향과 가속도의 방향은 서로 반대이다. 따라서 우주인에게 작용하는 관성력의 방향은 우주선의 가속도 방향과 반대이다.

3. 포물선 운동과 운동 에너지

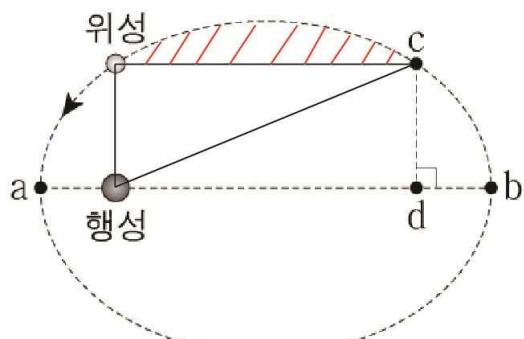
[정답맞히기] 물체의 질량을 m , p에서 물체의 속력을 v_0 이라 하면, p에서 물체의 운동 에너지는 $\frac{1}{2}mv_0^2 = E_0$ 이다. q에서 물체의 속력은 $v_0\cos45^\circ$ 이므로 q에서 물체의 운동 에너지는 $\frac{1}{2}m(v_0\cos45^\circ)^2 = \frac{1}{4}mv_0^2 = \frac{1}{2}E_0$ 이다. 정답④

4. 케플러 법칙

[정답맞히기] ㄱ. 행성으로부터의 거리가 a가 b보다 작으므로 면적 속도 일정 법칙에 의해 위성이 속력은 a에서가 b에서보다 크다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 위성이 b에서 a까지 운동

하는 데 걸리는 시간은 $\frac{T}{2}$ 이다. 행성과 위성을 잇는 선분이 휩쓸고 지나가는 면적이 위성이 c에서 a까지 운동하는 동안이 위성이 b에서 c까지 운동하는 동안보다 그림의 붉은색 빛금 친 면적만큼 더 크다. 따라서 위성이 c에서 a까지 가는 데 걸리는 시간은 $\frac{T}{4}$ 보다 크고, 위성이 b에서 c까지 가는 데



걸리는 시간은 $\frac{T}{4}$ 보다 작다.

- ㄷ. 두 물체 사이에 작용하는 중력의 크기는 두 물체 사이의 거리의 제곱에 반비례한다. 행성으로부터의 거리가 a가 c보다 작으므로 위성에 작용하는 중력의 크기는 a에서가 c에서보다 크다.

5. 도플러 효과

[정답맞히기] ㄱ. 음파 발생기가 음파 측정기를 향해 운동하는 속력이 클수록 음파 측정기에서 측정되는 음파의 진동수는 더 커진다. 따라서 ⑦은 680 Hz보다 작다.

- ㄷ. 음속이 v 이고 진동수가 f_0 인 음파를 발생하는 음원이 속력 v_s 로 음파 측정기를 향해 운동하는 경우, 음파 측정기에서 측정되는 음파의 진동수는 $f = \left(\frac{v}{v-v_s}\right)f_0$ 이다.

따라서 $680 \text{ Hz} = \left(\frac{340 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s} - 5 \text{ m/s}}\right)f_0$ 에서 $f_0 = 670 \text{ Hz}$ 이다.

정답④

[오답피하기] ㄴ. 음파 발생기가 음파 측정기로부터 멀어질 때, 음파 측정기가 측정하는 음파의 진동수는 음파 발생기에서 발생한 음파의 진동수보다 작아진다. 따라서 ⑮은 f_0 보다 작다.

6. 볼록 렌즈에 의한 상

[정답맞히기] ㄱ. x 가 d 일 때 렌즈의 초점 거리를 f 라 하고, 렌즈 방정식을 적용해 보면 $\frac{1}{d} + \frac{1}{-3d} = \frac{1}{f}$ 이 성립한다. 이를 정리하면 $f = \frac{3}{2}d$ 이다.

ㄴ. 물체가 볼록 렌즈의 초점보다 렌즈로부터 더 먼 지점에 놓여 있을 때 생기는 상은 실상이다.

- ㄷ. 물체가 볼록 렌즈로부터 초점 거리의 2배인 지점($3d$)에 놓여 있을 때, 상의 크기는 물체의 크기와 같고, 렌즈로부터 상까지의 거리는 렌즈로부터 물체까지의 거리와 같다. 따라서 ⑯은 $3d$ 이다.

정답⑤

7. 코일과 축전기가 연결된 교류 회로

[정답맞히기] ㄱ. 교류 전원의 진동수가 클수록 전류의 방향이 빠르게 변하므로 코일의 저항 역할은 커진다. S를 a에 연결했을 때, 교류 진동수가 커질수록 회로에 흐르는 전류의 세기가 감소하므로 X는 코일이다.

- ㄴ. 저항, 코일, 축전기가 연결된 교류 회로에서 교류 전원의 진동수가 공명 진동수와 같을 때 회로에 흐르는 전류의 세기가 최대가 된다. 따라서 S를 b에 연결했을 때 회로의 공명 진동수는 f_2 이다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. Y는 축전기이다. 축전기는 교류 전원의 진동수가 커질수록 저항 역할이 작아진다. 따라서 Y의 저항 역할은 교류 전원의 진동수가 f_2 일 때가 f_1 일 때보

다 작다.

8. 트랜지스터

[정답맞히기] ㄱ. 이미터 단자에 전극의 음(-)극이 연결되어 있으므로 트랜지스터는 n-p-n형이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. n-p-n형 트랜지스터에서 전류가 증폭되고 있을 때, 전위는 컬렉터 단자가 베이스 단자보다 높다.

ㄷ. 전류가 증폭되고 있을 때, 이미터 단자에 흐르는 전류의 세기는 베이스 단자와 컬렉터 단자에 흐르는 전류의 세기의 합과 같다.

9. 물질파와 광전 효과

[정답맞히기] ㄱ. 질량이 m 이고, 운동 에너지가 E_k 인 입자의 물질파 파장은 $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$ (h : 플랑크 상수)이다. 즉, $E_k \propto \frac{1}{\lambda^2}$ 이다. 방출된 광전자의 운동 에너지는 물질파 파장의 제곱에 반비례하므로 ㉠은 $4E$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 금속판의 일함수를 W 라고 하면,

$2hf = E + W \cdots ①$ 이고, $3hf = 4E + W \cdots ②$ 이다. 식 ①, ②에 의해 $W = 5E$ 이다.

ㄷ. 금속판에 여러 단색광을 동시에 비출 때 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지는 단색광 중 진동수가 큰 빛에 의해서 결정된다. 따라서 진동수가 $2f$, $3f$ 인 단색광을 함께 비출 때, 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지는 $4E$ 이다.

10. 빛의 간섭

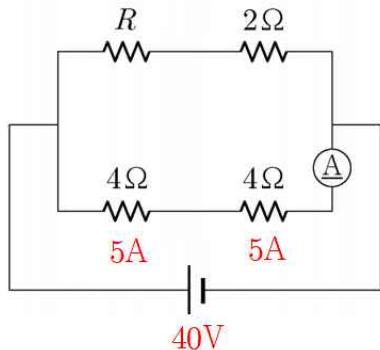
[정답맞히기] ㄷ. 파장이 λ 인 단색광이 이중 슬릿을 통과한 후 스크린에 만드는 이웃한 간섭무늬 사이의 간격은 $\frac{L\lambda}{d}$ 이다. Q는 O로부터 두 번째 밝은 무늬가 생긴 지점이므로 $y = \frac{2L\lambda}{d}$ 이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. P에는 어두운 무늬가 생기므로 P에서는 상쇄 간섭이 일어난다.

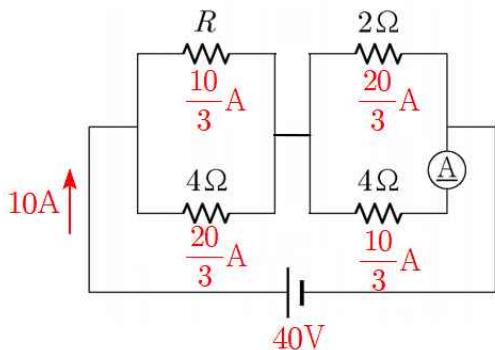
ㄴ. S_1 , S_2 에서 스크린상의 첫 번째 어두운 무늬가 생기는 점까지의 경로차는 $\frac{\lambda}{2}$ 이고, 두 번째 어두운 무늬가 생기는 점까지의 경로차는 $\frac{3}{2}\lambda$ 이다. P에는 세 번째 어두운 무늬가 생기므로 S_1 , S_2 에서 P까지 단색광의 경로차는 $x = \frac{5}{2}\lambda$ 이다.

11. 저항의 연결

[정답맞히기] 스위치를 열었을 때와 스위치를 닫았을 때, 각 저항에 흐르는 전류를 나타내면 다음과 같다.



<스위치를 열었을 때>



<스위치를 닫았을 때>

스위치를 열었을 때, 아래쪽 4 Ω인 두 저항에 흐르는 전류의 세기가 5 A이므로 전원의 전압값은 $(4 \Omega + 4 \Omega) \times 5 \text{ A} = 40 \text{ V}$ 이다. 스위치를 닫았을 때, 오른쪽 4 Ω에 흐르는 전류의 세기가 $\frac{10}{3} \text{ A}$ 이므로 2 Ω에 흐르는 전류의 세기는 $\frac{20}{3} \text{ A}$ 이다. 왼쪽 4 Ω에 흐르는 전류의 세기를 I 라고 하면, $40 \text{ V} = (4 \Omega \times I) + (4 \Omega \times \frac{10}{3} \text{ A})$ 에서 $I = \frac{20}{3} \text{ A}$ 이다.

따라서 저항값이 R 인 저항에 흐르는 전류의 세기는 $\frac{10}{3} \text{ A}$ 이다. 저항이 병렬로 연결되어 있을 때 각 저항에 걸리는 전압이 서로 같으므로 $4 \Omega \times \frac{20}{3} \text{ A} = R \times \frac{10}{3} \text{ A}$ 에서 $R = 8 \Omega$ 이다.

정답⑤

12. 일과 에너지

[정답맞히기] 마찰이 있는 빗면에서 내려간 거리는 올라간 거리의 3배이므로 마찰이 있는 빗면에서 내려가는 동안 감소한 역학적 에너지를 $3E$ 라고 하면, 마찰이 있는 빗면에서 올라가는 동안 감소한 역학적 에너지는 E 이다. 물체가 빗면에서 내려가 수평면에 도달할 때까지, 수평면에서 운동하다 마찰이 있는 빗면에서 정지할 때까지 일과 에너지 관계를 적용하면, $mgh + \frac{1}{2}mv^2 - 3E = \frac{1}{2}m(2v)^2 = mg(\frac{h}{3}) + E$ 가 성립한다. 이를 정리하면 $\frac{15}{8}mv^2 = \frac{1}{2}mgh$ 이고, $v = \sqrt{\frac{4gh}{15}}$ 이다.

정답①

13. 축전기

[정답맞히기] ㄱ. 스위치가 열린 상태에서 B의 극판 사이의 간격만 변하였으므로 A, B에 충전된 전하량은 변화가 없다. 따라서 A에 충전된 전하량은 (가)에서와 (나)에서 가 같다.

ㄴ. 평행판 축전기의 전기 용량은 극판 사이의 간격에 반비례한다. 따라서 B의 전기 용량은 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

정답③

[오답피하기] Ⓞ 전기 용량이 C 인 축전기에 충전된 전하량이 Q 일 때 축전기에 저장된 전기 에너지는 $E = \frac{Q^2}{2C}$ 이다. B에 충전된 전하량은 (가)에서와 (나)에서가 같고, B의 전기 용량은 (가)에서가 (나)에서보다 크므로 축전기에 저장된 전기 에너지는 (가)에서가 (나)에서보다 작다.

14. 역학적 평형

[정답맞히기] 받침대가 막대를 떠받치는 힘이 최소일 때는 실이 막대에 작용하는 힘의 크기가 0일 때이다. 따라서 $F_{\text{최소}}$ 는 힘의 평형에 의해 막대와 물체에 작용하는 중력의 크기인 $5mg$ 와 같다. 받침대가 막대를 떠받치는 힘이 최대일 때는 실이 막대에 작용하는 힘의 크기가 최대일 때로, 물체가 막대의 오른쪽 끝에 있을 때이다. 이때 실이 막대에 작용하는 힘의 크기를 T 라 하고 막대와 받침대가 만나는 점을 기준으로 돌림힘의 평형을 적용하면, $3LT = 2Lmg + 7L(4mg)$ 가 성립하므로 $T = 10mg$ 이다. 이때 힘의 평형을 적용하면, $F_{\text{최대}} = 10mg + mg + 4mg = 15mg$ 이다. 따라서 $\frac{F_{\text{최대}}}{F_{\text{최소}}} = 3$ 이다. 정답③

15. 등속 원운동

[정답맞히기] A가 P에서 Q까지 운동하는 데 걸리는 시간을 t , B의 원운동의 반지름을 r 라고 하면 A는 t 동안 $\sqrt{2}r$ 만큼 등가속도 직선 운동을 하므로 $\sqrt{2}r = \frac{1}{2}a_0 t^2 \cdots ①$ 이다. 등속 원운동을 하는 B의 속력을 v 라고 하면, B는 t 동안 원둘레의 $\frac{3}{4}$ 배만큼 운동

하므로 $v = \frac{2\pi r(\frac{3}{4})}{t}$ 에서 $v = \frac{3\pi r}{2t} \cdots ②$ 이다. B의 구심 가속도의 크기를 a_B 라고 하면, $a_B = \frac{v^2}{r} \cdots ③$ 이다. 식 ②, ③에 의해 $a_B = \frac{9\pi^2 r}{4t^2}$ 이고, 식 ①에서 $a_0 = \frac{2\sqrt{2}r}{t^2}$ 이므로 $a_B = \frac{9\sqrt{2}\pi^2}{16}a_0$ 이다. 정답⑤

16. 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장

[정답맞히기] A, B, C에 의한 자기장의 세기가 p에서가 q에서의 $\sqrt{2}$ 배가 되기 위해 p와 q에서 A와 B에 의한 자기장의 방향이 같아야 한다. A에 의한 p에서의 자기장의 세기와 B에 의한 p에서의 자기장의 세기를 각각 B 라고 하면, p에서 A, B까지의 거리는 d 이고, q에서 A, B까지의 거리는 $2d$ 이므로 A에 의한 q에서의 자기장의 세기와 B에 의한 q에서의 자기장의 세기는 각각 $\frac{B}{2}$ 이다. p, q에서 A, B에 의한 자기장과 C에 의한 자기장은 서로 수직이므로 p, q에서 C에 의한 자기장의 세기를 B_C 라

고 할 때, p에서 A, B, C에 의한 자기장의 세기는 $\sqrt{4B^2+B_C^2}$ 이고, q에서 A, B, C에 의한 자기장의 세기는 $\sqrt{B^2+B_C^2}$ 이다. 따라서 $\sqrt{4B^2+B_C^2} = \sqrt{2} \sqrt{B^2+B_C^2}$ 이고, $B_C = \sqrt{2} B$ 이다. 따라서 $I_C = \sqrt{2} I_0$ 이다.

정답②

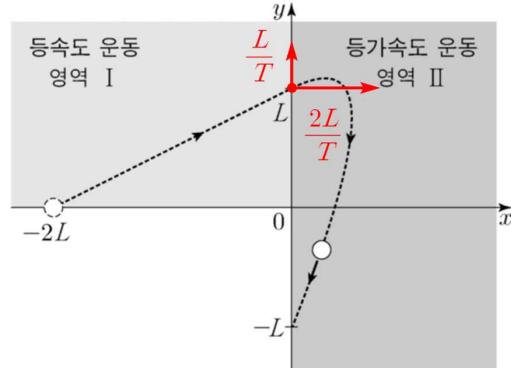
17. 등가속도 운동

[정답맞히기] 물체가 I, II에서 운동하는 데 걸린 시간을 T 라고 하면, I에서 등속도 운동하여 x 방향, y 방향으로 각각 $2L$, L 만큼 운동하므로 물체가 좌표 $(0, L)$ 인 지점을 지날 때 물체의 속도의 x 성분, y 성분은 각각 $\frac{2L}{T}$, $\frac{L}{T}$ 이다. 물체가 II에서 등가속도 운동하는 동안 x 축 방향의 변위는 0이므로

$$0 = \left(\frac{2L}{T}\right) \times T + \frac{1}{2} a_x T^2 \cdots ① \text{이고, } y\text{축 방향의}$$

$$\text{변위는 } -2L \text{이므로 } -2L = \left(\frac{L}{T}\right) \times T + \frac{1}{2} a_y T^2 \cdots ② \text{이다. } \text{식 } ①, ② \text{에서 } a_x = -\frac{4L}{T^2},$$

$$a_y = -\frac{6L}{T^2} \text{이므로 } \frac{a_y}{a_x} = \frac{3}{2} \text{이다.}$$



정답②

18. 전자기 유도

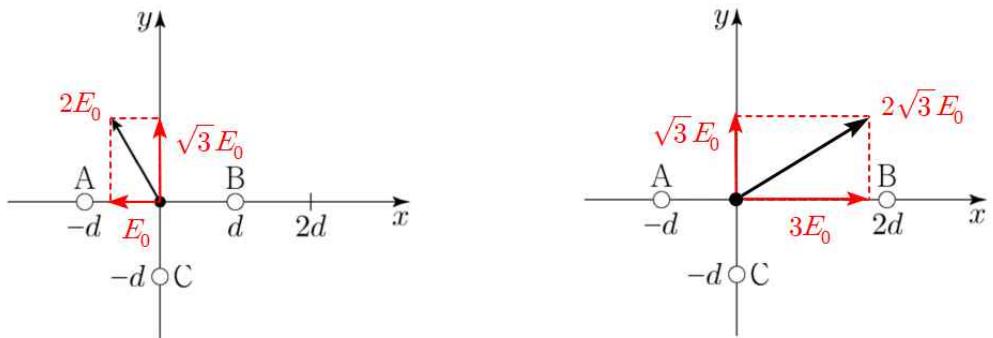
[정답맞히기] 금속 고리가 사분원, 반원 모양의 자기장 영역에 일정한 각속도로 회전하며 들어가거나 나올 때 시간에 따른 자기 선속의 변화는 사분원, 반원의 반지름의 제곱과 자기장 영역의 자기장의 세기에 비례한다. 또한 금속 고리에 흐르는 유도 전류의 세기가 $0 \sim \frac{T}{4}$ 동안이 $\frac{T}{4} \sim \frac{T}{2}$ 동안보다 크고, 이때 유도 전류의 방향은 서로 반대이므로 I, II에서 자기장의 방향은 서로 같다. 따라서 $4d^2B_I : 4d^2B_I - d^2B_{II} = 3 : 1$ 의 관계가 성립한다. 이를 정리하면 $12B_I - 3B_{II} = 4B_I$ 이고 $\frac{B_{II}}{B_I} = \frac{8}{3}$ 이다.

정답④

19. 전기장

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 B를 $+x$ 방향으로 아주 멀리 이동시켰다고 가정하면 O에서 전기장의 x 성분은 A에 의해서 결정된다. B가 멀리 있다고 가정할 때 O에서 전기장의 x 성분이 $+x$ 방향을 향하므로 A는 양(+)전하임을 알 수 있다.

ㄴ. B의 위치가 각각 $x = d$, $x = 2d$ 일 때, O에서 전기장을 나타내면 다음과 같다.

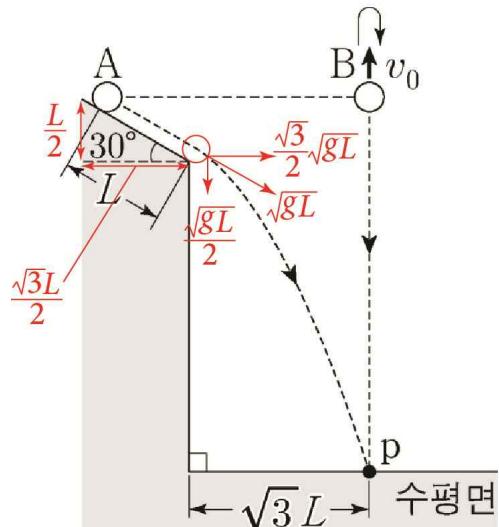


따라서 B의 위치가 $x=2d$ 일 때, O에서 전기장의 세기는 $\sqrt{(3E_0)^2 + (\sqrt{3}E_0)^2} = 2\sqrt{3}E_0$ 이다.

ㄷ. O에서 A, C에 의한 전기장의 세기를 각각 E_A , E_C 라 하고, B가 O로부터 d 만큼 떨어져 있을 때, O에서 B에 의한 전기장의 세기를 E_B 라고 하면, B의 위치가 $x=d$ 일 때, $E_B - E_A = E_0 \cdots ①$ 이고, B의 위치가 $x=2d$ 일 때, $E_A - \frac{1}{4}E_B = 3E_0 \cdots ②$ 이다. 식 ①, ②에 의해 $E_A = \frac{13}{3}E_0$ 이고, $E_B = \frac{16}{3}E_0$ 이다. $E_C = \sqrt{3}E_0$ 이고, 거리가 일정할 때, 전기장의 세기는 전하량의 크기에 비례하므로 $\frac{E_C}{E_A} = \frac{\sqrt{3}E_0}{\frac{13}{3}E_0} = \frac{3\sqrt{3}}{13}$ 이다. 따라서 전하량의 크기는 C가 A의 $\frac{3\sqrt{3}}{13}$ 배이다. 정답⑤

20. 포물선 운동의 역학적 에너지 보존

[정답맞히기] 역학적 에너지 보존에 의해 A의 빗면 끝에서의 속력은 \sqrt{gL} 이고, 수평 방향과 연직 방향 성분 속도의 크기는 각각 $\frac{\sqrt{3}}{2}\sqrt{gL}$, $\frac{\sqrt{gL}}{2}$ 이다. A가 포물선 운동하는 동안 수평 방향 성분의 속도는 일정하므로, A가 빗면 끝에서 수평면에 닿을 때까지 포물선 운동하는 데 걸린 시간은 $2\sqrt{\frac{L}{g}}$ 이다. A의 수평 방향의 평균 속도의 크기는 포물선 운동하는 동안이 빗면 위에서 운동하는 동안의 2배이다. 그리고 수평 이동 거리는 빗면에서 운동하는 동안이 $\frac{\sqrt{3}L}{2}$ 이고, 포물선 운동하는 동안이 $\sqrt{3}L$ 이므로 A가 빗면에서 운동하는



데 걸리는 시간과 포물선 운동하는 데 걸리는 시간은 $2\sqrt{\frac{L}{g}}$ 로 서로 같다.

A가 포물선 운동하는 동안 A의 연직 이동 거리는 $\frac{\sqrt{gL}}{2} \times 2\sqrt{\frac{L}{g}} + \frac{1}{2}g(2\sqrt{\frac{L}{g}})^2 = 3L$ 이다. B에 등가속도 운동 관계식을 적용하면, $-v_0 4\sqrt{\frac{L}{g}} + \frac{1}{2}g(4\sqrt{\frac{L}{g}})^2 = \frac{7}{2}L$ 이 성립한다. 이를 정리하면 $v_0 = \frac{9}{8}\sqrt{gL}$ 이다. 정답④