

2023학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 물리학 I 정답 및 해설

*최근 수정일 : 22.12.6(화)

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

1. 전자기파의 종류와 이용

[정답맞히기] ㄴ. 표시 창에서 남은 시간을 보여 주는 전자기파 B는 가시광선이고, (나)에서 ⑦에 해당한다.

- ㄷ. 마이크로파의 파장은 가시광선의 파장보다 길다. 따라서 파장은 A가 B보다 길다.
정답④

[오답피하기] ㄱ. 전자레인지의 내부에서 음식을 데우는 데 이용되는 전자기파 A는 마이크로파이고, (나)에서 ⑦이 마이크로파이므로 A는 ⑦에 해당한다.

2. 소리의 간섭

[정답맞히기] A. P에서는 두 개의 스피커에서 발생한 소리의 경로차가 0이므로 보강 간섭이 일어난다.

B. 두 스피커에서 발생한 소리가 만날 때 위상이 서로 같으면 보강 간섭하고, 위상이 서로 반대이면 상쇄 간섭한다.

C. 소음 제거 이어폰에서는 외부 소음과 위상이 반대인 소리가 발생하여 상쇄 간섭을 일으켜 소음을 제거한다.
정답⑤

3. 핵반응

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 핵반응 전후에 질량수 보존을 적용하면 X의 질량수는 $2+1=3$ 이고, 전하량 보존을 적용하면 양성자수는 $1+1=2$ 이므로 X는 헬륨 원자핵(^3_2He)이다. (가)는 핵융합 과정으로, 가벼운 원자핵들이 핵융합하여 무거운 원자핵이 될 때 질량 결손에 의한 에너지가 발생한다.

ㄴ. (나)에서 핵반응 전후에 질량수 보존을 적용하면 Y의 질량수는 4이고, 전하량 보존을 적용하면 Y의 양성자수는 2이다. 따라서 Y는 헬륨 원자핵(^4_2He)이다.
정답③

[오답피하기] ㄷ. X와 Y의 양성자수는 2로 같다.

4. 물질의 이중성

[정답맞히기] ㉠ 얇은 금속박에 전자선을 비출 때 회절 무늬가 나타나는 것은 전자의 파동성에 의한 것이다.

㉡ 전자의 물질파 파장은 $\lambda = \frac{h}{p}$ (전자의 운동량 p , 플랑크 상수 h)이다. 따라서 전자의 운동량의 크기가 클수록 물질파의 파장은 짧다.

㉢ 전자의 물질파를 이용하는 전자 현미경은 가시광선을 이용하는 광학 현미경보다

분해능이 좋아 작은 구조를 구분하여 관찰할 수 있다.

정답②

5. 보어의 수소 원자 모형

[정답맞히기] ㄴ. 전자가 전이할 때 방출하거나 흡수하는 빛의 파장은 흡수 또는 방출되는 광자 1개의 에너지와 반비례하므로 빛의 파장은 b에서가 d에서보다 길다.

ㄷ. 전자가 $n=5$ 에서 $n=4$ 인 상태로 전이할 때 방출하는 광자 1개의 에너지는 $0.97-0.66=0.31(\text{eV})$ 이고, ㉠은 전자가 $n=5$ 에서 $n=2$ 인 상태로 전이할 때 방출되는 광자 1개의 에너지에서 전자가 $n=5$ 에서 $n=4$ 인 상태로 전이할 때 방출하는 광자 1개의 에너지를 뺀 것이므로 $2.86-0.31=2.55(\text{eV})$ 이다. 따라서 ㉠은 2.55이다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. a는 전자가 낮은 에너지 준위에서 높은 에너지 준위로 전이하는 것 이므로 전자는 빛을 흡수한다.

6. 힘의 평형과 작용 반작용

[정답맞히기] ㄱ. A에 작용하는 알짜힘이 0이므로 실이 A를 당기는 힘의 크기는 A의 무게 1 N과 같다. 실이 A를 당기는 힘의 크기와 실이 B를 당기는 힘의 크기는 서로 같으므로 실이 B를 당기는 힘의 크기는 1 N이다.

ㄴ. B가 저울을 누르는 힘과 저울이 B를 떠받치는 힘은 두 물체 사이에 상호 작용하는 힘의 쌍이므로 작용 반작용 관계이다.

ㄷ. B의 무게=실이 B를 당기는 힘의 크기+저울이 B를 받치는 힘의 크기(저울에 측정된 힘의 크기)이다. 따라서 B의 무게는 3 N이다.

정답⑤

7. 물질의 자성

[정답맞히기] ㄱ. 솔레노이드에 흐르는 전류의 방향이 a일 때, P가 솔레노이드에 작용하는 자기력의 방향이 $+x$ 방향(밀어내는 방향)이므로 P는 반자성체이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. Q는 상자성체이므로 솔레노이드에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향과 같은 방향으로 자기화된다. 솔레노이드에 흐르는 전류의 방향이 바뀌면 전류에 의한 자기장의 방향이 바뀌므로 Q가 자기화되는 방향도 달라진다.

ㄷ. 전류의 방향이 b일 때, P는 반자성체이므로 솔레노이드에 작용하는 자기력의 방향은 솔레노이드를 밀어내는 방향인 $+x$ 방향이고, Q는 상자성체이므로 솔레노이드에 작용하는 자기력의 방향은 솔레노이드를 잡아당기는 방향인 $+x$ 방향이다.

8. 파동의 진행과 굴절

[정답맞히기] ㄴ. 파동이 A에서 B로 이동하므로 0초부터 1초까지 P의 변위는 (+)이고, Q의 변위는 (-)이다. 따라서 (나)는 Q에서 파동의 변위이다.

ㄷ. A, B에서 파동의 파장은 각각 4 cm, 2 cm이다. 파동의 진행 속력은 $v = \frac{\lambda}{T}$ 이므로 A, B에서 파동의 진행 속력은 각각 2 cm/s, 1 cm/s이다. 따라서 파동의 진행 속력은 A에서가 B에서의 2배이다.

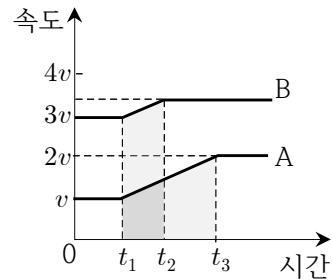
정답④

[오답피하기] ㄱ. 파동이 서로 다른 매질에서 진행할 때, 파동의 속력은 변하지만 파동의 진동수(주기)는 변하지 않는다. (나)에서 파동의 주기 T 는 2초이므로 파동의 진동수는 $f = \frac{1}{T} = 0.5 \text{ Hz}$ 이다.

9. 운동량과 충격량

[정답맞히기] ㄱ. A와 B의 질량은 같고, P에서 같은 크기의 일정한 힘을 받으므로 P에서 A와 B의 가속도의 크기는 같다. P를 지나는 평균 속력은 B가 A보다 크므로 P를 지나는 데 걸리는 시간은 A가 B보다 크다.

ㄴ. 물체가 받은 충격량의 크기는 운동량 변화량의 크기와 같다. A, B의 질량은 같으나 P를 지나는 동안 속도 변화량의 크기는 A가 B보다 크므로 물체가 받은 충격량의 크기는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.



정답③

[오답피하기] ㄷ. 속도-시간 그래프에서 속도가 변하는 구간의 그래프 아래의 면적(색칠한 부분)이 물체가 P를 지나는 동안 이동한 거리이다. P를 지나는 동안 B의 속도 증가량의 크기는 v 보다 작으므로 v_B 는 $4v$ 보다 작다.

10. 전자기 유도

[정답맞히기] ㄱ. p가 $x = 7d$ 를 지날 때, p에는 유도 전류가 흐르지 않으므로, p가 $x = 6d$ 에서 $x = 8d$ 까지 운동할 때 고리를 통과하는 자기 선속의 변화는 없다. p가 $x = 6d$ 에서 $x = 8d$ 까지 운동할 때 고리를 통과하는 I에 의한 자기 선속은 xy평면에 수직으로 들어가는 방향으로 감소하므로, 고리를 통과하는 III에 의한 자기 선속은 xy평면에 수직으로 들어가는 방향으로 증가해야 한다. 따라서 자기장의 방향은 I에서 와 III에서가 같다.

ㄴ. p가 $x = 2d$ 에서 $x = 4d$ 까지 운동할 때, 고리를 통과하는 자기 선속은 xy평면에 수직으로 들어가는 방향으로 증가하므로 고리에 흐르는 유도 전류에 의한 자기장의 방향은 xy평면에서 수직으로 나오는 방향이다. 따라서 p가 $x = 3d$ 를 지날 때, p에 흐르는 유도 전류의 방향은 $+y$ 방향이다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. p가 $x = 2d$ 에서 $x = 4d$ 까지 운동할 때와 $x = 6d$ 에서 $x = 8d$ 까지 운동할 때, 시간에 따른 고리를 통과하는 자기장의 변화는 B_0 으로 같다. 따라서 p에 흐르는 유도 전류의 세기는 p가 $x = 3d$ 를 지날 때와 $x = 5d$ 를 지날 때가 같다.

11. 빛의 굴절

[정답맞히기] ㄱ. P가 A에서 B로 진행할 때 입사각이 굴절각보다 크므로 P의 속력은 A에서가 B에서보다 크다. P의 진동수는 A와 B에서 같으므로 P의 파장은 A에서가 B

에서보다 길다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. (가)에서 P가 B에서 C로 진행할 때 입사각이 임계각 θ_c 이므로 P가 A에서 B로 진행할 때 굴절각은 θ_c 이다. (나)에서 P가 C에서 B로 진행할 때 입사각이 90° 보다 작으므로 굴절각은 θ_c 보다 작고, B에서 A로 진행할 때 입사각이 θ_c 보다 작으므로 θ_2 는 θ_1 보다 작다. ($\theta_1 > \theta_2$)

ㄷ. 매질 A에 대한 매질 B의 굴절률은 매질 C에 대한 매질 B의 굴절률보다 작으므로 A와 B 사이의 임계각은 θ_c 보다 크다.

12. 특수 상대성 이론

[정답맞히기] ㄴ. A의 관성계에서 $L_1 < L_2$ 이므로 광원에서 방출된 빛은 P에서가 Q에서보다 먼저 반사된다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. B의 관성계에서 광원에서 방출된 빛이 P, Q에 도달할 때까지 P는 방출된 빛의 이동 방향과 같은 방향으로 운동하고, Q는 방출된 빛의 이동 방향과 반대 방향으로 운동한다. 따라서 $L_1 \geq L_2$ 일 때, B의 관성계에서는 광원에서 방출된 빛이 Q에서가 P에서보다 먼저 도달한다. B의 관성계에서, 광원에서 방출된 빛이 P, Q에 도달하는 데 걸리는 시간이 같으므로 $L_1 < L_2$ 이다.

ㄷ. A의 관성계에서 빛이 광원에서 방출된 사건과 빛이 Q에서 반사되어 광원에 도달한 사건은 같은 지점에서 발생하였다. 따라서 빛이 광원에서 Q 사이를 왕복하는 데 걸리는 시간은 A의 관성계에서가 고유 시간이다. 고유 시간은 다른 관성계에서의 시간보다 항상 작으므로 빛이 광원과 Q 사이를 왕복하는 데 걸리는 시간은 A의 관성계에서가 B의 관성계에서보다 작다.

13. 열역학 과정

[정답맞히기] ㄱ. $B \rightarrow C$ 과정은 단열 과정이고 기체가 외부에 일을 하므로 기체의 온도는 B에서가 C에서보다 높다.

ㄴ. $A \rightarrow B$ 과정에서 기체의 증가한 내부 에너지가 ΔU_1 일 때, 기체가 흡수한 열량은 $Q_H = 60 \text{ J} + \Delta U_1$ 이고, $B \rightarrow C$ 과정에서 감소한 내부 에너지는 $\Delta U_2 = -90 \text{ J}$ 이며, $C \rightarrow A$ 과정에서 기체의 내부 에너지 변화량은 0이다. 기체가 한 번 순환하였을 때 내부 에너지 변화량은 0이므로 $\Delta U_1 = 90 \text{ J}$ 이고, $Q_H = 150 \text{ J}$ 이다.

ㄷ. 열기관의 열효율이 0.2이므로 $C \rightarrow A$ 과정에서 기체가 방출한 열량이 Q_L 일 때,

$$0.2 = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} \text{에서 } Q_L (= \textcircled{⑦}) = 120 \text{ J} \text{이다.}$$

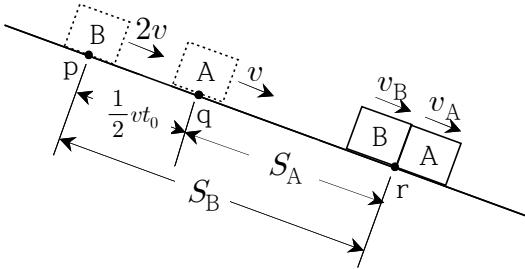
정답⑤

14. 등가속도 직선 운동

[정답맞히기] A의 속력이 v 인 지점을 q, A가 p에서 q까지 이동하는 데 걸린 시간을

t_0 이라 하면, A의 가속도의 크기는 $a = \frac{v}{t_0}$ 이

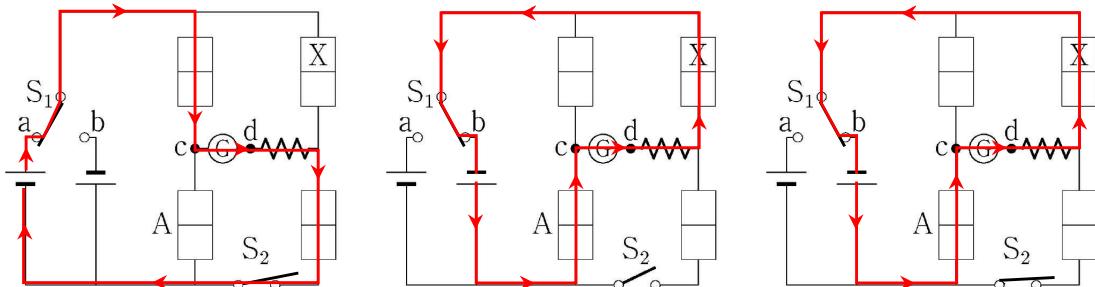
다. A가 p에서 q까지 운동하는 동안 평균 속력은 $\frac{1}{2}v$ 이므로 p에서 q까지의 거리(A와 B 사이의 거리)는 $\frac{1}{2}vt_0$ 이다.



A와 B가 만나는 지점을 r라고 할 때, B가 p에서 r까지 운동하므로 B의 이동 거리(S_B)는 A의 이동 거리(S_A)보다 $\frac{1}{2}vt_0$ 만큼 크다. A와 B의 가속도의 크기는 같으므로 (나)로부터 A와 B가 만날 때까지 걸린 시간을 t 라 하면, $S_B - S_A = (2vt + \frac{1}{2}at^2) - (vt + \frac{1}{2}at^2) = \frac{1}{2}vt_0$ 에서 $t = \frac{1}{2}t_0$ 이다. A와 B의 가속도의 크기는 $a = \frac{v}{t_0}$ 이므로 (나)로부터 충돌할 때까지 A와 B의 속력은 $\frac{1}{2}v$ 만큼 증가 한다. 따라서 $v_A = \frac{3}{2}v$, $v_B = \frac{5}{2}v$ 이므로 $\frac{v_B}{v_A} = \frac{5}{3}$ 이다. 정답④

15. 다이오드와 정류 회로

그림은 실험 결과에 따라 회로에 흐르는 전류를 나타낸 것이다. S_1 , S_2 의 연결과 관계없이 회로에 전류가 흐를 때 전류의 방향은 $c \rightarrow \odot \rightarrow d$ 가 되어야 한다.



[정답맞히기] ㄱ. X가 (+)극과 연결될 때 역방향 연결이므로 X는 n형 반도체이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. b에 연결하면 S_2 의 연결과 관계없이 전류가 $c \rightarrow \odot \rightarrow d$ 의 방향으로 흐르므로 ‘b에 연결’은 ⊖에 해당한다.

ㄷ. S_1 을 a에 연결하고 S_2 를 닫으면 A로는 전류가 흐르지 않으므로 A에는 역방향 전압이 걸린다.

16. 운동량 보존 법칙

[정답맞히기] ㄱ. 0초부터 1초까지 p와 B 사이의 거리는 4 m 증가하므로 속력은 B가

A보다 4 m/s만큼 크다. 따라서 0초부터 1초까지 B의 속력은 8 m/s이다. A, B의 질량을 각각 m_A , m_B , 오른쪽 방향의 운동량을 (+)라 할 때, 0초부터 1초까지 A와 B의 운동량의 합은 $4m_A + 8m_B$ ---①이다. 3초 이후 p와 B 사이의 거리가 0이므로 3초 이후 A와 B의 속력은 5 m/s로 같다. 따라서 3초 이후 A와 B의 운동량의 합은 $5m_A + 5m_B$ ---②이다. 운동량 보존 법칙에 의해 $4m_A + 8m_B = 5m_A + 5m_B$ 이므로 $m_A = 3m_B$ 이다.

㉡. B의 질량을 m 이라 할 때, A와 B의 운동량의 합은 $20m$ 이다. 1초부터 3초까지 p와 B 사이의 거리는 8 m 감소하므로 B의 속력을 v 라 할 때, A의 속력은 $v+4$ 이다. 1초부터 3초까지 운동량 보존 법칙을 적용하면, $3m(v+4) + mv = 20m$ 이므로 $v = 2$ m/s이다. 따라서 A의 속력은 6 m/s이다.

㉢. 1초부터 3초까지 A와 B는 오른쪽 방향으로 운동한다. 따라서 2초일 때, 운동 방향은 A와 B가 같다. 정답⑤

17. 뉴턴 운동 법칙

[정답맞히기] (가)인 순간에서 (나)인 순간까지 C가 이동하는 데 걸린 시간이 t 일 때, C는 등가속도 운동하여 속도 변화량의 크기가 $3v$ 이므로 B와 C가 A와 연결되어 있지 않고 빗면에서 등가속도 운동할 때, C의 가속도의 크기는 $a = \frac{3v}{t}$ 이다. B와 C가 A와 실에 연결되어 있지 않을 때, 중력에 의해 B에 빗면과 나란한 방향으로 작용하는 힘의 크기가 f 이면 $f = ma$ 이고, 중력에 의해 C에 빗면과 나란한 방향으로 작용하는 힘의 크기는 $2f = 2ma$ 이다. A를 p에 가만히 놓아 q까지 이동하는 데 걸리는 시간이 t' 일 때 A의 평균 속력을 이용하면 p에서 q까지의 이동 거리는 $S_{pq} = vt'$ 이고, A가 q에서 r까지 이동하는 데 걸린 시간은 t 이므로 q에서 r까지의 이동 거리는 $S_{qr} = 2vt$ 이다. $S_{pq} = S_{qr}$ 이므로 $t' = 2t$ 이다. A가 p에서 q까지 이동할 때 A의 가속도의 크기는 $a' = \frac{2v}{t'} = \frac{v}{t} = \frac{1}{3}a$ 이고, A가 q에서 r까지 이동하는 동안 등속도 운동하므로 중력에 의해 A에 빗면과 나란한 방향으로 작용하는 힘의 크기는 f 이다. A, B, C를 하나의 물체로 취급하여 뉴턴 운동 법칙을 적용하면 $2f = 2ma = (M+3m)\frac{1}{3}a$ 에서 $M = 3m$ 이다.

정답②

18. 전류에 의한 자기장

[정답맞히기] ㄱ. p에서 B, C, D의 전류에 의한 자기장은 0이다. A에 흐르는 전류의 세기가 I_0 이고, 전류의 방향이 $-y$ 방향일 때, p에서 A~D의 전류에 의한 자기장의 세기가 B_0 이므로 p에서 A의 전류에 의한 자기장의 세기는 B_0 이다. 전류의 세기가 같으면, 전류의 방향이 반대이어도 자기장의 세기는 같다. 따라서 ⑦은 B_0 이다.

ㄷ. A에 흐르는 전류가 0일 때, p에서 B, C의 전류에 의한 자기장은 방향이 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이고, 세기는 $2B_0$ 이다. 따라서 p에서 D의 전류에 의한 자기장은 방향이 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이고, 세기는 $2B_0$ 이다. 따라서 p에서 D의 전류에 의한 자기장의 세기는 B의 전류에 의한 자기장의 세기보다 크다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. p에서 B의 전류에 의한 자기장은 방향이 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이고, 세기가 B_0 이다. p에서 C의 전류에 의한 자기장의 방향이 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이면 p에서 B, C의 전류에 의한 자기장은 0이다. 따라서 A에 흐르는 전류가 0일 때, p에서 B, C, D의 전류에 의한 자기장은 0이 될 수 없으므로 p에서 C의 전류에 의한 자기장의 방향은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이다.

19. 전기력

(가)에서 $x = 3d$ 에 음(-)전하를 고정하였을 때 B에 작용하는 전기력이 0이 되었으므로 (가)에서 B에 작용하는 전기력의 방향은 $-x$ 방향이었음을 알 수 있다. C의 전하의 종류를 기준으로 4가지를 생각해 볼 수 있다. 첫째로, C가 음(-)전하이고 A가 양(+)전하인 경우, A와 B에 작용하는 전기력의 방향이 서로 반대 방향이므로 성립하지 않는다. 둘째로, C가 음(-)전하이고 A가 음(-)전하인 경우, A의 전하량의 크기가 C의 전하량의 크기보다 크고 C의 전하량의 크기가 B의 전하량의 크기의 4배보다 크면 성립한다. 셋째로, C가 양(+)전하이고 A가 양(+)전하인 경우, A의 전하량의 크기가 C의 전하량의 크기보다 작으면 성립하지만 C에 작용하는 전기력의 크기가 (가)에서가 (나)에서보다 커야 하므로 이 조건도 성립하지 않는다. 넷째로, C가 양(+)전하이고 A가 음(-)전하인 경우 A와 B에 작용하는 전기력의 방향이 서로 다른 방향이므로 성립하지 않는다. 따라서 A와 C는 음(-)전하이고, 전하량의 크기는 A가 C보다 크다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 C는 A로부터 $+x$ 방향으로 전기력을 받고, B로부터 $-x$ 방향으로 전기력을 받지만, B의 전하량의 크기가 매우 작으므로 C에 작용하는 전기력의 방향은 $+x$ 방향이다.

ㄴ. (가)에서 A에 작용하는 전기력의 방향이 $-x$ 방향이므로 A와 C는 음(-)전하이다.
ㄷ. (가)에서 B에 작용하는 전기력의 방향이 $-x$ 방향이므로 전하량의 크기는 A가 C보다 크다. 정답⑤

20. 역학적 에너지 보존

물체가 p에서 q까지 운동하는 동안 물체의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량은 물체의 운동 에너지 증가량과 같으므로 물체의 질량을 m , q에서 물체의 속력을 v_0 이라 하면

$$mgh = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad \text{--- ①이다.} \quad p에서가 t에서보다 h만큼 높으므로 물체가 p에서 t까지 운동$$

하는 동안 물체의 역학적 에너지 감소량은 mgh 이다.

마찰 구간에서 물체는 등속도 운동하므로 운동 에너지 변화는 0이고, 중력 퍼텐셜 에너

지 감소량은 mgh 이므로 마찰 구간의 높이는 h 이다. p에서 q까지, q에서 마찰 구간 최저점까지의 높이차가 같으므로 p에서 q까지의 거리와 q에서 마찰 구간 최저점까지의 거리는 같다. 따라서 p에서 q까지 물체가 이동하는 데 걸린 시간을 t 라 하면, q에서 마찰 구간 최저점까지 물체가 이동하는 데 걸린 시간은 $\frac{1}{2}t$ 이다.(물체가 p에서 q까지 운동하는 동안 평균 속력은 $\frac{1}{2}v_0$ 이므로 q에서 마찰 구간 최저점까지 운동하는 평균 속력의 $\frac{1}{2}$ 배이다.)

물체가 p에서 q까지 운동하는 동안 물체의 가속도 크기는 $3a$ 이므로 $a = \frac{v_0}{3t}$ 이고, r에서 물체의 속력을 $v_r = v$ 라 하면 s에서 물체의 속력은 $v_s = v - 2a \times \frac{1}{2}t = v - \frac{1}{3}v_0$ 이다. 물체가 r에서 s까지 운동하는 동안 물체의 중력 퍼텐셜 에너지 증가량은 물체의 운동에너지 감소량과 같으므로 $mgh = \frac{1}{2}mv_r^2 - \frac{1}{2}mv_s^2$ 이다. ①에 의해 $v_0^2 = v^2 - (\frac{1}{3}v_0)^2$ 이므로 $v = \frac{5}{3}v_0$ 이고, $v_s = \frac{4}{3}v_0$ 이다.

t와 s 사이의 높이차를 h' 라 할 때, 물체가 s에서 t까지 운동하는 동안 물체의 중력 퍼텐셜 에너지 증가량은 물체의 운동 에너지 감소량과 같으므로

$$mgh' = \frac{1}{2}m(\frac{4}{3}v_0)^2 = (\frac{16}{9}) \times \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{16}{9}mgh\text{이다. 따라서 } h' = \frac{16}{9}h\text{이다. 정답①}$$