

2024학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가
과학탐구영역 물리학 I 정답 및 해설

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

1. 파동의 이용

[정답맞히기] ㄱ. X선과 자외선은 모두 전자기파에 속한다.

ㄷ. C는 초음파(소리)이므로 매질이 없는 진공에서 진행할 수 없다. **정답④**

[오답피하기] ㄴ. 진공에서 전자기파의 속력은 파장에 관계없이 일정하므로 진공에서의 파장은 A가 B보다 짧다.

2. 핵반응

[정답맞히기] ㄴ. 핵반응 과정에서 질량수와 전하량은 보존된다. ㉠의 질량수와 전하량을 각각 a , b 라고 하면, $2+3=4+a$ 이고 $1+1=2+b$ 이므로 $a=1$ 이고 $b=0$ 이다. 따라서 ㉠은 중성자(1_0n)이다.

ㄷ. 핵반응 과정에서 발생하는 에너지는 질량 결손에 의한 것이다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. 2_1H 의 질량수는 2이고, 3_1H 의 질량수는 3이다.

3. 보어의 수소 원자 모형

[정답맞히기] ㄴ. (가)에서 전자가 전이할 때 방출되는 빛의 에너지를 큰 순서대로 나열하면 a-d-f-b-e-c이다. (나)에서 선스펙트럼의 파장이 짧을수록 방출되는 빛의 에너지가 크고, ㉠은 에너지가 4번째로 큰 스펙트럼선이므로 b에 의해 나타난 스펙트럼 선이다. **정답①**

[오답피하기] ㄱ. 전자가 전이할 때 방출되는 빛의 에너지가 클수록 빛의 진동수는 크고 파장은 짧다. 방출되는 빛의 에너지는 a에서가 f에서보다 크므로 방출되는 빛의 파장은 a에서가 f에서보다 짧다.

ㄷ. ㉡은 c에 의해 나타난 스펙트럼선이므로 ㉡에 해당하는 빛의 진동수는 $\frac{|E_5 - E_4|}{h}$ 이다.

4. 자성체

[정답맞히기] ㄴ. A가 상자성체이므로 B는 강자성체이다. (나)에서는 B를 가만히 놓은 순간부터 바닥에 닿을 때까지 B에 자기력이 작용하지 않으나, (다)에서는 B가 코일 내부로 들어가기 전과 빠져나온 후에 B의 운동 방향과 반대 방향으로 자기력이 작용한다. 따라서 '(나)에서보다 (다)에서 길다'는 ㉠에 해당한다.

ㄷ. B는 강자성체이다. B가 코일과 코일에 가까워지는 동안 코일을 통과하는 자기력 선이 증가하는 것을 방해하려는 방향으로 코일에 유도 전류가 흐르므로 코일과 B 사이에는 서로 밀어내는 자기력이 작용한다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. A의 낙하 시간은 (나)에서와 (다)에서가 같으므로 외부 자기장에서 꺼낸 A는 자기화되지 않았음을 알 수 있다. 따라서 A는 상자성체이다.

5. 뉴턴 운동 법칙

[정답맞히기] (가). (나)에서 A에 작용하는 중력에 의해 빗면 아래 방향으로 작용하는 힘을 f 라고 하면, (가)에서 마찰력은 빗면 위 방향으로 작용하므로 $f - F - mg = \frac{2}{3}mg$ 에서 $f - F = \frac{5}{3}mg$ (식①)이고, (나)에서 마찰력은 빗면 아래 방향으로 작용하므로 $6mg - f - F = 3mg$ 에서 $f + F = 3mg$ (식②)이다. ①, ②를 연립하면 $F = \frac{2}{3}mg$ 이다. 정답②

6. 뉴턴 운동 법칙

[정답맞히기] ㄱ. A, B의 무게를 각각 W_A , W_B 라고 하고, (가), (나)에서 저울에 측정된 힘의 크기를 각각 $2f$, f 라고 하자. (가)에서 $W_A + W_B = 2f$ (식①)이고, (나)에서 $W_A + W_B - F = f$ (식②)이다. ①, ②를 정리하면 $2f - F = f$ 에서 $F = f$ 이다. B가 A에 작용하는 힘의 크기는 (가)에서가 (나)에서의 4배이므로 $W_A = 4(W_A - F)$ 에서 $W_A = \frac{4}{3}F$ 이고, $W_B = \frac{2}{3}F$ 이다. 따라서 질량은 A가 B의 2배이다.
 ㄴ. (가)에서 저울이 B에 작용하는 힘의 크기는 A와 B의 무게의 합이므로 $W_A + W_B = 2f = 2F$ 이다.
 ㄷ. (나)에서 A가 B에 작용하는 힘의 크기는 B가 A에 작용하는 힘의 크기와 같다. 따라서 A가 B에 작용하는 힘의 크기는 $W_A - f = \frac{4}{3}F - F = \frac{1}{3}F$ 이다. 정답⑤

7. 운동량과 충격량

[정답맞히기] ㄱ. A가 벽에 충돌하기 전 운동량은 $2mv_0$ 이고, 벽과 충돌한 후 운동량은 $-2mv_0$ 이므로 A가 충돌하는 동안 벽으로부터 받은 충격량의 크기는 $4mv_0$ 이다.
 ㄷ. 충돌하는 동안 벽으로부터 받은 평균 힘의 크기는 A가 $\frac{4mv_0}{t_0}$ 이고, B가 $\frac{\frac{3}{2}mv_0}{3t_0} = \frac{mv_0}{2t_0}$ 이므로 벽으로부터 받은 평균 힘의 크기는 A가 B의 8배이다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 B의 곡선과 시간 축이 만드는 면적은 B가 충돌하는 동안 벽으로부터 받은 충격량의 크기이므로 $\frac{3}{2}mv_0$ 이다.

8. 열역학 과정

[정답맞히기] ㄷ. I→II→III→IV의 과정에서 흡수한 열량은 $3E_0 + 2E_0 = 5E_0$ 이고, 기체가 한

일은 $(3E_0 + 2E_0) - (2E_0 + E_0) = 2E_0$ 이다. 따라서 열기관의 열효율은 $\frac{2E_0}{5E_0} = 0.4$ 이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. I은 등온 과정이므로 내부 에너지 변화량은 0이다. I에서 기체가 외부에 한 일은 $3E_0$ 이므로, I에서 기체가 흡수한 열량은 $3E_0$ 이다.

ㄴ. IV는 등적 과정이므로 기체가 흡수한 열량은 기체의 내부 에너지 증가량과 같다. 따라서 IV에서 내부 에너지 증가량은 $2E_0$ 이다. I→II→III→IV의 순환 과정 동안 기체의 내부 에너지 변화량은 0이므로 II에서 내부 에너지 감소량은 $2E_0$ 이다.

과정	I(등온 과정)	II(등적 과정)	III(등온 과정)	IV(등적 과정)
외부에 한 일 또는 외부로부터 받은 일	$3E_0$	0	$-E_0$	0
내부 에너지 증가량 또는 감소량	0	$-2E_0$	0	$2E_0$
흡수 또는 방출한 열량	$3E_0$	$-2E_0$	$-E_0$	$2E_0$

9. 특수 상대성 이론

[정답맞히기] ㄱ. B는 A에 대해 $0.9c$ 의 속력으로 등속도 운동을 하므로 A의 관성계에서 B의 시간은 느리게 간다.

ㄷ. A의 관성계에서 P와 Q에서 A를 향해 동시에 방출된 빛은 A에 동시에 도달하고, B의 관성계에서도 P와 Q에서 방출된 빛은 A에 동시에 도달한다. B의 관성계에서 A는 P의 방향으로 이동하므로 A에 빛이 동시에 도달하기 위해서는 빛은 Q에서가 P에서보다 먼저 방출되어야 한다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. B의 관성계에서 P에서 A까지의 거리는 길이 수축에 의해 L 보다 작고, 광속 불변 원리에 의해 빛의 속력은 c 이므로 B의 관성계에서 빛이 P에서 A까지 도달하는 데 걸린 시간은 $\frac{L}{c}$ 보다 작다.

10. 전기력

[정답맞히기] ㄱ. A, B, C의 전하량의 크기를 각각 q_A, q_B, q_C 라고 하자. B와 C가 A

로부터 받는 전기력의 크기는 F 로 같으므로 $\frac{q_A q_B}{d^2} = \frac{q_A q_C}{9d^2}$ 이다. 이를 정리하면

$q_C = 9q_B$ 이다. 전하량의 크기는 B가 A의 2배이므로 전하량의 크기는 C가 가장 크다.

ㄴ. A가 양(+)전하라면, A와 B 사이에는 서로 밀어내는 전기력이 작용하므로 B는 양(+)전하이다. A와 C 사이에는 서로 당기는 전기력이 작용하므로 C는 음(-)전하이다.

따라서 B와 C 사이에는 서로 당기는 전기력이 작용한다.

ㄷ. q_A 를 Q 라고 하면, $q_B=2Q$ 이고 $q_C=18Q$ 이다. A와 B 사이에 작용하는 전기력의 크기는 F 이므로 $F=k\frac{2Q^2}{d^2}$ 이다. B와 C 사이에 작용하는 전기력의 크기는

$$k\frac{(2Q)(18Q)}{4d^2}=k\frac{9Q^2}{d^2}>F\text{이다.}$$

정답⑤

11. 발광 다이오드(LED)

[정답맞히기] ㄱ. 스위치를 a에 연결하면 A의 n형 반도체에 직류 전원의 (+)극이 연결되므로 A에는 역방향 전압이 걸린다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 스위치를 a에 연결하면 A에는 역방향 전압이 걸리므로 전류가 흐를 수 없고, C에서 빛이 방출되기 위해서는 B에 순방향 전압이 걸려야 한다. 따라서 전원의 (+)극에 연결된 B의 X는 p형 반도체이다.

ㄷ. 스위치를 b에 연결하면 D에서 빛이 방출되므로 D에는 순방향 전압이 걸린 것이다. 따라서 D의 p형 반도체에 있는 양공은 p-n 접합면에 가까워진다.

12. 전류에 의한 자기장

[정답맞히기] ㄱ. a에서 P에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향이다. a에서 P와 Q에 흐르는 전류에 의한 자기장은 0이므로 a에서 Q에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이다. 따라서 Q에 흐르는 전류의 방향은 \ominus 이다.

ㄴ. a에서 P와 Q에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 같다. a로부터 떨어진 거리는 Q가 P의 2배이므로 도선에 흐르는 전류의 세기는 Q가 P의 2배이다. 따라서 Q에 흐르는 전류의 세기는 $2I_0$ 이다.

ㄷ. b에서 P에 흐르는 전류에 의한 자기장은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향으로 세기가 $\frac{1}{2}B_0$ 이고, Q에 흐르는 전류에 의한 자기장은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향으로 세기가 B_0 이다. 따라서 b에서 P와 Q에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는

$$\frac{1}{2}B_0 + B_0 = \frac{3}{2}B_0\text{이다.}$$

정답⑤

13. 전자기 유도

[정답맞히기] ㄴ. 2초일 때, II에서 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향의 자기장의 세기가 증가하므로 고리에는 시계 반대 방향의 유도 전류가 흐른다. 따라서 점 p에서 유도 전류의 방향은 $-x$ 방향이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 1초일 때 II에서 자기장의 세기가 변하므로 고리에 유도 전류가 흐른다.

ㄷ. I의 자기장은 일정하고, II에서 단위 시간당 자기장의 변화량은 3초일 때가 6초일

때보다 작으므로 고리에 흐르는 유도 전류의 세기는 3초일 때가 6초일 때보다 작다.

14. 파동의 진행

[정답맞히기] ㄱ. 마루와 마루 사이의 거리는 한 파장이다. 따라서 파동의 파장은 4 m이다.

ㄴ. 파동의 속력은 10 m/s이므로 $10\text{m/s} = \frac{4\text{m}}{\text{주기}}$ 이므로 주기는 0.4s이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. P에서 Q로 바뀌는 데 걸리는 최소 시간은 0.3초이므로 이때 파동이 진행한 거리는 3 m이다.

(i) 파동이 $+x$ 방향으로 진행한다면, P의 $x=1\text{m}$ 에서 변위는 A 이므로 Q의 $x=4\text{m}$ 에서 변위는 A 이어야 한다.

(ii) 파동이 $-x$ 방향으로 진행한다면, P의 $x=5\text{m}$ 에서 변위는 A 이므로 Q의 $x=2\text{m}$ 에서 변위는 A 이어야 한다. 따라서 파동은 $-x$ 방향으로 진행한다.

15. 파동의 간섭

[정답맞히기] ㄱ. P에서는 마루와 마루가 만나므로 보강 간섭이 일어난다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. Q는 두 파원 S_1, S_2 에서 같은 거리에 있는 지점이므로 두 파원으로부터의 경로차가 0이다. 따라서 Q에서는 보강 간섭이 일어나므로 수면의 높이는 시간에 따라 변한다.

ㄷ. 물결파의 파장은 $\lambda = \frac{1\text{m/s}}{0.5\text{Hz}} = 2\text{m}$ 이다. P는 두 파원으로부터의 경로차가 2 m이

고, Q는 두 파원으로부터의 경로차가 0이므로 \overline{PQ} 에서 상쇄 간섭이 일어나는 지점은 두 점파원으로부터 경로차가 물결파의 반파장의 홀수배인 1 m인 지점뿐이다. 따라서 \overline{PQ} 에서 상쇄 간섭이 일어나는 지점의 수는 1개이다.

16. 빛의 굴절과 전반사

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 P에 입사하는 단색광의 입사각이 θ_c 보다 크면 P에서 전반사가 일어나므로 굴절률은 A가 물보다 크다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. (가)에서 θ_i 를 증가시키면 P에 입사하는 단색광의 입사각은 θ_c 보다 작아지므로 P에서 전반사가 일어나지 않는다.

ㄷ. 물의 굴절률은 공기의 굴절률보다 크므로 A의 윗면에서 굴절한 단색광의 굴절각은 (나)에서가 (가)에서보다 크고, P에서 단색광의 입사각은 θ_c 보다 작아지므로 P에서 전반사가 일어나지 않는다.

17. 광전 효과

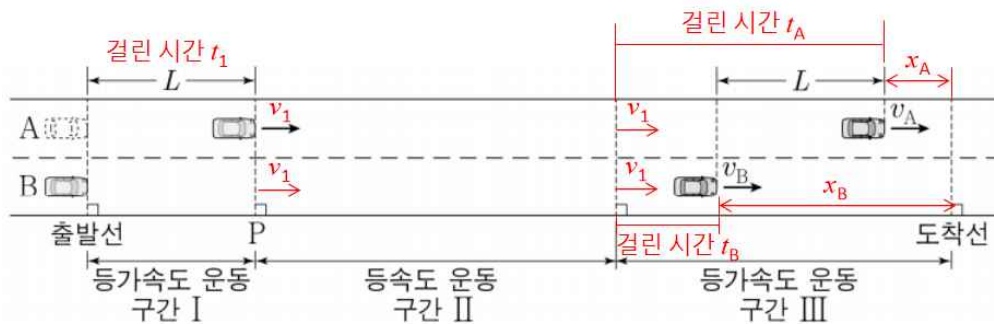
[정답맞히기] ㄱ. 단색광의 진동수가 f_0 보다 작을 때 P에서는 광전자가 방출되고, Q에서는 광전자가 방출되지 않으므로 문턱 진동수는 P가 Q보다 작다.

ㄴ. 광양자설에 의하면 광자의 에너지는 단색광의 진동수에만 비례하고 단색광의 세

기, 단색광을 비추는 시간과는 무관하다. 진동수 f_0 은 Q의 문턱 진동수보다 작으므로 진동수가 f_0 인 단색광을 Q에 오랫동안 비추어도 광전자는 방출되지 않는다. **정답③**
[오답피하기] ㄷ. 진동수가 $2f_0$ 인 단색광을 비추었을 때 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지는 P에서 $3E_0$, Q에서 E_0 이다. 방출되는 광전자의 질량이 m , 플랑크 상수가 h 일 때, 방출되는 광전자의 물질파 파장의 최솟값은 P에서 $\frac{h}{\sqrt{2m(3E_0)}}$ 이고, Q에서 $\frac{h}{\sqrt{2mE_0}}$ 이므로 광전자의 물질파 파장의 최솟값은 Q에서 P에서의 $\sqrt{3}$ 배이다.

18. 등가속도 운동

[정답맞히기] A, B가 I을 빠져나오는 순간의 속력을 v_1 이라 하고, A가 출발선에서 P까지 이동하는 데 걸린 시간을 t_1 이라고 하자. A가 II를 빠져나오는 순간부터 속력 v_A 가 될 때까지 걸린 시간을 t_A , B가 II를 빠져나오는 순간부터 속력 v_B 가 될 때까지 걸린 시간을 t_B 라고 하면, $t_A - t_B = t_1$ 이다.



I에서 A, B의 가속도의 크기는 $2a$ 이므로 $2a = \frac{v_1}{t_1}$ 에서 $a = \frac{v_1}{2t_1}$ (식①)이다. III에서 A,

B의 가속도의 크기는 a 이므로 $a = \frac{v_1 - v_A}{t_A}$ (식②)이고, $a = \frac{v_1 - v_B}{t_B} = \frac{v_1 - v_B}{t_A - t_1}$ (식③)이

다. ①, ②를 정리하면 $\frac{v_1 - v_A}{t_A} = \frac{v_1}{2t_1}$ 에서 $2v_1t_1 - 2v_At_1 - v_1t_A = 0$ (식④)이고 ①, ③을

정리하면, $\frac{v_1 - v_B}{t_A - t_1} = \frac{v_1}{2t_1}$ 에서 $3v_1t_1 - 2v_Bt_1 - v_1t_A = 0$ (식⑤)이다. ④ - ⑤를 하면,

$v_B - v_A = \frac{1}{2}v_1$ (식⑥)이다.

I에서 $v_1^2 = 2(2a)L = 4aL$ (식⑦)이다. A의 속력이 v_A 인 지점으로부터 도착선까지의 거리를 x_A 라 하고 B의 속력이 v_B 인 지점으로부터 도착선까지의 거리를 x_B 라고 하면,

III에서 A와 B의 가속도의 크기는 a 이므로 $x_B - x_A = L$ 에서 $v_B^2 - v_A^2 = 2aL$ (식⑧)이다.

⑦을 ⑧에 대입하여 정리하면, $v_B^2 - v_A^2 = \frac{1}{2}v_1^2$ (식⑨)이다. ⑨에서 $(v_B + v_A)(v_B - v_A) = \frac{1}{2}v_1^2$ 이고, ⑥을 대입하여 정리하면 $(v_B + v_A)\frac{1}{2}v_1 = \frac{1}{2}v_1^2$ 에서 $v_B + v_A = v_1$ (식⑩)이다.

⑥, ⑩을 정리하면 $v_A = \frac{1}{4}v_1$ 이고 $v_B = \frac{3}{4}v_1$ 이므로 $\frac{v_A}{v_B} = \frac{1}{3}$ 이다. 정답②

[별해] I에서 자동차의 속도 증가량의 크기가 v_1 이라면, III에서 자동차의 속도 감소량의 크기도 v_1 이다. 가속도의 크기는 I에서가 III에서의 2배이므로 I에서 자동차의 운동 시간을 t_1 라고 하면, III에서 자동차의 운동 시간은 $2t_1$ 이다.

A가 P를 지나는 순간의 속력은 v_1 이고, 이때 B가 출발하므로 A와 B의 시간 차는 t_1 이다. 따라서 구간 I의 길이는 $L = \frac{v_1 t_1}{2}$ 이다.

B가 P에 도달하는 순간 A는 P로부터 $v_1 t_1 = 2L$ 만큼 이동하므로 A와 B 사이의 거리는 $2L$ 이다. III이 시작되는 기준선을 Q라고 할 때, A가 Q에 도달하여 t_1 후에 B가 Q에

도달한다. B가 Q에 도달하는 순간 III에서 A의 속력은 $v_1 + \left(-\frac{v_1}{2t_1}\right) \times t_1 = \frac{v_1}{2}$ 이고, A가

Q에서부터 이동한 거리는 $v_1 t_1 + \frac{1}{2} \times \left(-\frac{v_1}{2t_1}\right) \times t_1^2 = \frac{3}{4}v_1 t_1 = \frac{3}{2}L$ 이므로 A와 B 사이의

거리는 $\frac{3}{2}L$ 이다. III에서 A와 B의 가속도가 같으므로 A와 B의 상대 속도의 크기는

$\frac{v_1}{2}$ 이다. t' 후에 A와 B 사이의 거리가 L 이라고 하면, $\frac{3}{2}L - \frac{v_1}{2}t' = L$ 에서 $t' = \frac{1}{2}t_1$ 이

다. B가 Q에 도달하고 $\frac{1}{2}t_1$ 만큼이 지난 후 $v_A = \frac{v_1}{2} + \left(-\frac{v_1}{2t_1}\right) \times \left(\frac{1}{2}t_1\right) = \frac{1}{4}v_1$ 이고

$v_B = v_1 + \left(-\frac{v_1}{2t_1}\right) \times \left(\frac{1}{2}t_1\right) = \frac{3}{4}v_1$ 이다. 따라서 $\frac{v_A}{v_B} = \frac{1}{3}$ 이다.

19. 운동량 보존과 상대 속도

A, B가 충돌하기 전 운동량의 합은 0이므로 A, B가 충돌한 후에도 운동량의 합은 0이다. 충돌 후 A와 B의 운동량의 방향은 서로 반대이고, 운동량의 크기는 p_0 으로 같다고 하자. (나)에서 직선의 기울기는 상대 속도를 나타낸다. A와 B의 질량이 각각

m_A, m_B 일 때, A와 B가 충돌하기 전 A와 B의 상대 속도의 크기는 $\frac{4p}{m_A} + \frac{4p}{m_B} = \frac{3L}{4t_0}$

(식①)이고, B와 C의 상대 속도의 크기는 $\frac{4p}{m_B} + \frac{p}{m_C} = \frac{5L}{2t_0}$ (식②)이다. A와 B가 충돌한

후부터 B와 C가 충돌하기 전까지 A와 B의 상대 속도의 크기는 $\frac{p_0}{m_A} + \frac{p_0}{m_B} = \frac{3L}{t_0}$ (식 ③)이고, B의 속력이 C의 속력보다 크므로 B와 C의 상대 속도의 크기는 $\frac{p_0}{m_B} - \frac{p}{m_C} = \frac{3L}{2t_0}$ (식④)이다.

[정답맞히기] ㄴ. $m_B = \frac{p}{2v_0}$ 를 ②에 대입하면 $m_C = \frac{p}{2v_0}$ 이므로 B와 C의 질량은 같다.

ㄷ. $t = 4t_0$ 일 때, B와 C는 충돌하지 않으므로 B의 운동량의 크기는 A와 충돌한 후의 운동량의 크기와 같다. 따라서 B의 운동량의 크기는 $p_0 = 4p$ 이다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. $\frac{L}{4t_0} = v_0$ 이라 하고 ①, ③을 연립하면 $p_0 = 4p$ 이고, 이것을 ①에 대입하면 $4p = m_A(4v_0)$ 이다. $p_0 = 4p$ 를 ④에 대입하고 ②, ④를 연립하면 $4p = m_B(8v_0)$ 이다. 따라서 $t = t_0$ 일 때, 속력은 B가 A의 2배이다.

20. 역학적 에너지 보존

[정답맞히기] I에서 역학적 에너지 감소량을 E 라고 하면, II에서 역학적 에너지 감소량은 $2E$ 이다. 물체가 p에서 q까지 운동하는 동안 $E = \frac{1}{2}m(2v_0)^2 - [mg(2h) + \frac{1}{2}mv_0^2]$
 $= \frac{3}{2}mv_0^2 - 2mgh$ (식①)이고, 물체가 q에서 s까지 운동하는 동안

$2E = [mg(2h) + \frac{1}{2}mv_0^2] - \frac{1}{2}mv_0^2 = 2mgh$ (식②)이다. ②를 정리하면 $E = mgh$ 이고, 이를

①에 대입하여 정리하면 $mgh = \frac{1}{2}mv_0^2$ 이다. r에서 물체의 속력을 v 라고 하면, 물체가 q에서 r까지 운동하는 동안 물체의 역학적 에너지는 보존되므로

$2mgh + \frac{1}{2}mv_0^2 = mgh + \frac{1}{2}mv^2$ 에서 $mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2$ 에서 $v = \sqrt{2}v_0$ 이다. **정답③**