

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

### 1. 일반 상대성 이론

[정답맞히기] 질량이 매우 커서 빛조차도 탈출할 수 없는 천체를 블랙홀이라고 한다. 질량이 매우 큰 천체는 빛의 경로를 휘게 하여 별의 상이 여러 개로 보일 수 있는데, 이러한 현상을 중력 렌즈 효과라고 한다. **정답③**

### 2. 등속 원운동

[정답맞히기] A. 등속 원운동을 하는 P, Q에는 각각 원의 중심 방향으로 구심력이 작용한다.

B. 각속도의 크기  $= \frac{2\pi}{\text{주기}}$  이다. 주기는 P와 Q가 같으므로 각속도의 크기도 P와 Q가 같다.

C. 속력 = 반지름  $\times$  각속도의 크기이다. 반지름은 P가 Q보다 크고, 각속도의 크기는 P와 Q가 같으므로 속력은 P가 Q보다 크다. **정답⑤**

### 3. 등가속도 운동

[정답맞히기] 물체의 가속도의 y성분의 크기를  $a_y$ 라고 하면,  $\sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 2\sqrt{2} \text{ m/s}^2$ 에서  $a_x = 2 \text{ m/s}^2$ 이므로  $a_y = 2 \text{ m/s}^2$ 이다. (나)의 그래프에서 기울기는  $\frac{v_0}{2s} = a_y = 2 \text{ m/s}^2$ 이므로  $v_0 = 4 \text{ m/s}$ 이다. **정답②**

### 4. 트랜지스터

[정답맞히기] 베이스 전류  $I_B$ 의 미세한 변화를 컬렉터에서 큰 변화로 출력하는 작용을 트랜지스터의 증폭 작용이라고 하므로, ㉠은 ‘증폭’이다. 트랜지스터를 정상적으로 작동시키기 위하여 이미터와 베이스 사이에 적절한 전압을 걸어 주어야 하는데, 이 전압을 바이어스 전압이라고 한다. 따라서 ㉡은 ‘바이어스’이다. **정답③**

### 5. 케플러 법칙

[정답맞히기] ㄱ. 위성에 작용하는 중력의 크기는 위성의 질량에 비례하고, 행성으로부터 떨어진 거리의 제곱에 반비례한다. 행성으로부터 떨어진 거리는 b에서가 a에서보다 크므로 위성에 작용하는 중력의 크기는 a에서가 b에서보다 크다.

ㄴ. 위성이 행성 주위를 타원 운동을 할 때, 행성으로부터 떨어진 거리가 가까울수록 위성의 속력이 크다. 따라서 위성의 운동 에너지는 a에서가 c에서보다 크다.

ㄷ. 행성과 위성을 연결한 직선이 같은 시간 동안 쓸고 지나가는 면적은 일정하다.

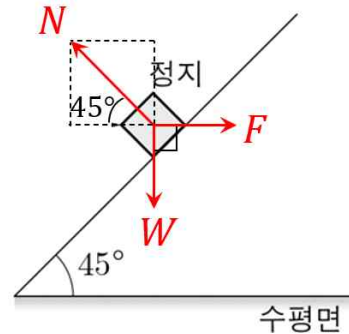
위성이 b에서 c까지 운동하는 동안 위성과 행성의 중심을 연결한 직선이 쓸고 지나가는 면적이  $\frac{1}{2}S - \frac{1}{4}S = \frac{1}{4}S$ 이므로 위성이 b에서 c까지 운동하는 데 걸리는 시간은  $\frac{1}{4}T$ 이다.

정답⑤

## 6. 힘의 평형

[정답맞히기] 물체에 수평 방향으로 작용하는 크기가  $F$ 인 힘, 연직 아래 방향으로 작용하는 크기가  $W$ 인 중력, 빗면에 수직으로 작용하는 크기가  $N$ 인 힘을 각각 나타내면 그림과 같다. 물체는 정지해 있으므로 물체에 작용하는 힘의 합력은 0이다.  $N\cos 45^\circ = F$ ,  $N\sin 45^\circ = W$ 이므로  $F = W < N$ 이다.

정답②



## 7. 정전기 유도

[정답맞히기] ㄱ. 음(-)으로 대전된 막대를 금속구에 가까이 했을 때, 금속구에서 막대와 가까운 쪽에는 양(+)전하가, 막대와 먼 쪽에는 음(-)전하가 유도되어 금속구가 막대 쪽으로 움직였으므로 금속구에는 정전기 유도가 일어난다.

ㄴ. 막대와 금속구를 접촉시키면 막대의 전자가 금속구로 이동한다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. 음(-)으로 대전된 막대를 대전되지 않은 금속구에 접촉시키면 금속구는 막대와 전하의 종류가 같은 음(-)으로 대전된다.

## 8. 단진자 운동

진자의 길이가  $L$ 이고 중력 가속도가  $g$ 일 때 단진동을 하는 단진자의 주기는  $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 이므로, 단진자의 주기는 진자의 길이의 제곱근에 비례한다.

[정답맞히기] ㄱ. 진자의 주기는 1회 왕복하는 데 걸린 시간이므로  $T_1 = \frac{t_1}{10}$ 이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. 진자의 길이는 (다)에서가 (나)에서보다 길기 때문에, 진자의 주기도 (다)에서가 (나)에서보다 크다. 따라서  $T_2 > T_1$ 이다.

ㄷ. 추의 질량을  $m$ 이라고 하면, 추의 최저점에서 최고점까지의 높이는  $L(1 - \cos\theta_0)$ 이고, 추의 최저점과 최고점의 중력 퍼텐셜 에너지 차는  $mgL(1 - \cos\theta_0)$ 이며 이는 추의 운동 에너지의 최댓값과 같다. 추의 운동 에너지의 최댓값은 진자의 길이에 비례하므로, 진자의 길이가 긴 (다)에서가 (나)에서보다 크다. 따라서 추의 최대 속력은 (다)에서가 (나)에서보다 크다.

## 9. 줄의 실험

[정답맞히기] ㄱ. 중력이 추에 일을 하면, 추가 낙하하면서 열량계 안의 날개를 회전 시키므로 액체에 열을 공급하여 액체의 온도가 올라가게 된다. 따라서 추가 낙하한 거리  $d$ 가 클수록 액체가 얻은 열량은 크다.

ㄷ.  $d = d_0$ 일 때, A와 B에 공급되는 열량은 같다. A, B의 비열을 각각  $c_A$ ,  $c_B$ 라고 하면, A, B의 온도 변화량은 각각  $2T_0$ ,  $T_0$ 이므로  $c_A m(2T_0) = c_B m T_0$ 이다. 따라서 비열은  $c_A < c_B$ 이다. 정답④

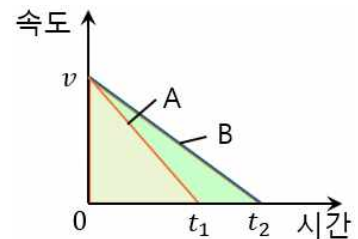
[오답피하기] ㄴ. 추의 중력 퍼텐셜 에너지 변화량( $Mgd$ )은 모두 액체의 온도 변화에만 사용된다. 따라서  $d$ 가 같을 때, 액체가 얻은 열량은 A와 B가 서로 같다.

## 10. 가속 좌표계와 관성력

가속도 운동을 하는 좌표계를 가속 좌표계라고 하며, 관성력의 방향은 가속 좌표계의 가속도 방향과 반대 방향이다.

[정답맞히기] ㄴ.  $t_2 > t_1$ 이므로 Q의 좌표계에서 B의 가속도의 크기는 P의 좌표계에서 A의 가속도의 크기보다 작다. P의 좌표계에서 A는 중력을 받아 크기가  $g$ 인 가속도 운동을 한다. 따라서 Q의 좌표계에서 B의 가속도의 크기는  $g$ 보다 작다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. P, Q의 좌표계에서 각각 A, B의 최고점까지 거리는  $h_1 < h_2$ 이므로 P, Q의 좌표계에서 물체가 정지할 때까지 A, B의 속도를 시간에 따라 나타내면 그림과 같다. 따라서  $t_2 > t_1$ 이다.



ㄷ. Q의 좌표계에서 B의 가속도의 크기는  $g$ 보다 작으므로 관성력의 방향은 연직 위 방향이다. 관성력의 방향은 가속 좌표계의 가속도 방향과 반대 방향이므로, P의 좌표계에서 엘리베이터의 가속도 방향은 연직 아래 방향이다.

## 11. 축전기의 전기 용량과 전기 에너지

[정답맞히기] ㄱ. 축전기에 충전되는 전하량은 축전기의 전기 용량에 비례하고, 축전기 양단의 전위차에 비례한다. X, Z 양단의 전위차는  $V$ 로 같으므로 X에서  $Q_0 = \left(\epsilon_0 \frac{S}{d}\right) V \cdots \textcircled{1}$ 이고, Z에서  $3Q_0 = \left[\epsilon_0 \frac{S}{d} + \epsilon \frac{S}{d}\right] V \cdots \textcircled{2}$ 이다. ①, ②에서  $\epsilon = 2\epsilon_0$ 이다.

ㄴ. Y 양단의 전위차는  $V$ 이므로 Y에 충전된 전하량은  $\left(\epsilon \frac{S}{d}\right) V = \left(2\epsilon_0 \frac{S}{d}\right) V = 2Q_0$ 이다.

ㄷ. 축전기 양단의 전위차가 같을 때, 축전기에 저장된 전기 에너지는 축전기의 전기 용량에 비례한다. X, Z 양단의 전위차는  $V$ 로 같고, 전기 용량은 Z가 X보다 크므로 축전기에 저장된 전기 에너지는 Z가 X보다 크다. 정답⑤

## 12. 상호유도

1차 코일에 흐르는 전류가 변하면 주위의 자기장이 변하므로, 2차 코일을 통과하는 자기 선속이 변하여 2차 코일에 유도 전류가 흐른다.

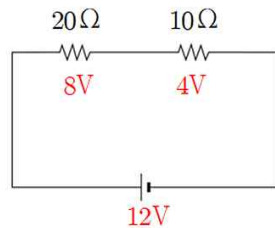
[정답맞히기] ㄱ. 1차 코일에 흐르는 전류에 의해 1차 코일의 오른쪽 끝이 N극이 되며,  $I_1$ 이 시간에 따라 증가하므로 2차 코일을 오른쪽으로 통과하는 자기장에 의한 자기 선속이 증가한다. 따라서 2차 코일은 왼쪽 끝이 N극이 되도록 상호유도가 일어나므로 2차 코일에 흐르는 전류의 방향은  $p \rightarrow \odot \rightarrow q$ 이다.

ㄴ.  $I_1$ 의 세기는  $t=2t_0$ 일 때가  $t=3t_0$ 일 때보다 작으므로  $I_1$ 이 만드는 자기장의 세기도  $t=2t_0$ 일 때가  $t=3t_0$ 일 때보다 작다. 따라서  $I_1$ 이 만드는 자기장에 의한 2차 코일을 통과하는 자기 선속의 크기는  $t=2t_0$ 일 때가  $t=3t_0$ 일 때보다 작다. **정답③**

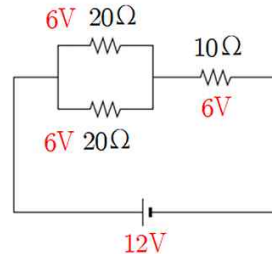
[오답피하기] ㄷ. 상호유도에 의해 2차 코일에 흐르는 전류의 세기는  $I_1$ 의 단위 시간 동안 변화량에 비례한다. (나)에서 그래프의 기울기가 일정하므로 2차 코일에 흐르는 전류의 세기는 일정하다. 따라서 2차 코일에 흐르는 전류의 세기는  $t=3t_0$ 일 때와  $t=t_0$ 일 때가 같다.

## 13. 저항의 연결과 소비 전력

[정답맞히기] ㄱ. 저항이 직렬로 연결되었을 때 저항값에 비례하여 전원의 전압이 각 저항 양단에 나뉘어 걸린다. 스위치를 열었을 때 저항값이  $10\Omega$ 인 저항에 걸리는 전압이  $4V$ 이므로  $20\Omega$ 인 저항에 걸리는 전압은  $8V$ 이다. 따라서  $V=8V+4V=12V$ 이다. **정답①**



<스위치를 열었을 때>



<스위치를 닫았을 때>

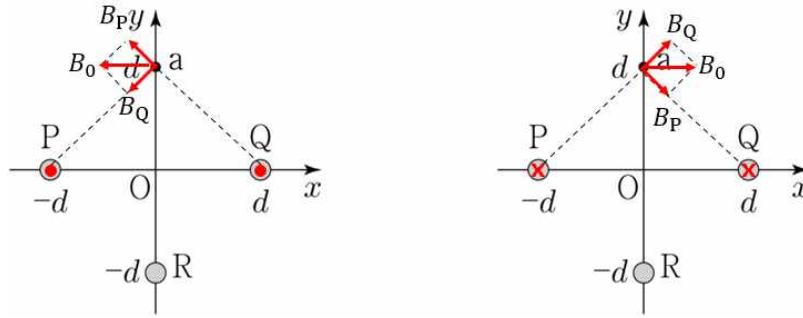
[오답피하기] ㄴ. 스위치를 닫았을 때 저항값이  $10\Omega$ 인 저항에 걸리는 전압이  $6V$ 이므로 병렬 연결된 저항값이 각각  $R$ ,  $20\Omega$ 인 두 저항의 합성 저항은  $10\Omega$ 이다.

$\frac{1}{R} + \frac{1}{20\Omega} = \frac{1}{10\Omega}$  이므로  $R=20\Omega$ 이다.

ㄷ. 스위치를 열었을 때 회로의 합성 저항값은  $30\Omega$ 이고, 스위치를 닫았을 때 회로의 합성 저항값은  $\left(\frac{20\Omega \times 20\Omega}{20\Omega + 20\Omega}\right) + 10\Omega = 20\Omega$ 이다. 전압이 일정할 때, 소비 전력은 저항값에 반비례  $\left(P = \frac{V^2}{R}\right)$ 하므로, 회로 전체에서 소비되는 전력은 스위치를 열었을 때가 스위치를 닫았을 때보다 작다.

#### 14. 직선 전류에 의한 자기장

[정답맞히기] a에서 P, Q, R에 흐르는 전류에 의한 자기장은 0이고 R에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은  $x$ 축에 나란하므로, P, Q에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향도  $x$ 축에 나란하다. a에서 P, Q 각각에 흐르는 전류에 의한 자기장의  $y$ 성분은 세기가 같고 방향이 반대이므로 그림과 같이 P, Q에 흐르는 전류는 세기와 방향이 같다.

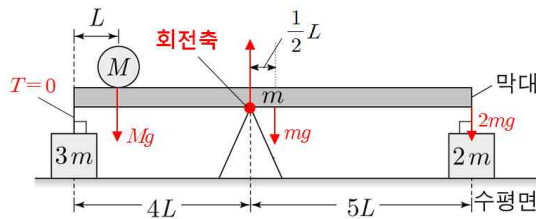


[P, Q에 흐르는 전류의 방향이  $xy$ 평면에서 수직으로 나오는 방향으로 같을 때(왼쪽)와  $xy$ 평면에 수직으로 들어가는 방향으로 같을 때(오른쪽)]

$I_P = I_Q = I_0$ 이라고 하면, a에서 P, Q에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기( $B_0$ )는  $B_0 = 2 \times \left( k \frac{I_0}{\sqrt{2}d} \times \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = k \frac{I_0}{d}$ 이다. a에서 R에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는  $B_0$ 과 같으므로  $k \frac{I_R}{2d} = k \frac{I_0}{d}$ 에서  $I_R = 2I_0$ 이다. 따라서  $\frac{I_R}{I_P} = 2$ 이다. 정답④

#### 15. 역학적 평형

[정답맞히기]  $x$ 가 최솟값보다 작으면 막대는 시계 반대 방향으로 회전하므로  $x$ 가 최솟값일 때, 막대의 왼쪽 끝에 연결된 실이 막대를 당기는 힘은 0이고, 막대의 오른쪽 끝에 연결된 실이 막대를 당기는 힘의 크기는  $2mg$ 이다.



$x$ 의 최솟값이  $L$ 이므로 받침대가 막대를 받치는 지점을 회전축으로 돌림힘의 평형을 적용하면  $(3L)Mg = (\frac{1}{2}L)mg + (5L)(2mg)$ 에서  $M = \frac{7}{2}m$ 이다. 정답②

#### 16. 등가속도 운동

물체의 속도의  $x$ ,  $y$ 성분을 각각  $v_x$ ,  $v_y$ 라고 하자. 물체가 p에서 q까지 이동하는 동안

$v_x$ 의 크기의 평균값과  $v_y$ 의 크기의 평균값은 같다.

[정답맞히기] ㄱ. 물체가 p에서 q까지 이동하는 동안  $v_y$ 의 크기의 평균값은  $\frac{v_0}{2}$ 이므로 q에서 물체의 속력은  $v_0$ 이다. 물체가 p에서 q까지 이동하는 데 걸린 시간을  $t_I$ 이라고 하면  $t_I = \frac{d}{\frac{v_0}{2}} = \frac{2d}{v_0}$ 이다. q에서 r까지 이동하는 데 걸린 시간을  $t_{II}$ 라고 하면, q에서

r까지 이동하는 동안  $v_x$ 의 크기의 평균값은  $\frac{v_0}{2}$ 이므로  $t_{II} = \frac{3d}{\frac{v_0}{2}} = \frac{6d}{v_0}$ 이다. 따라서  $t_{II} = 3t_I$ 이다.

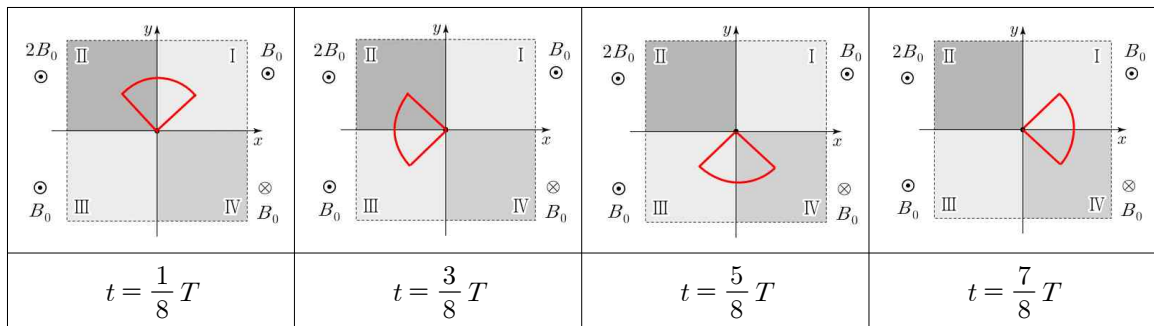
ㄴ. 물체가 q에서 r까지 이동하는 동안  $v_y$ 의 크기의 평균값은  $\frac{d}{t_{II}} = \frac{d}{\frac{6d}{v_0}} = \frac{v_0}{6}$ 이다. q

에서  $v_y = 0$ 이므로 r에서  $v_y$ 의 크기는  $\frac{v_0}{3}$ 이다. 따라서 r에서  $v_x = 0$ 이므로 r에서 물체의 속력은  $\frac{v_0}{3}$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. I, II에서 물체의 가속도의 x성분과 y성분을 각각  $a_{Ix}$ ,  $a_{Iy}$ ,  $a_{IIx}$ ,  $a_{IIy}$ 라고 하자. p에서 q까지  $v_0^2 - 0 = 2a_{Ix}d$ 이고, q에서 r까지  $0 - v_0^2 = 2a_{IIx}(3d)$ 를 만족하므로  $|a_{Ix}| > |a_{IIx}|$ 이다. 또한 p에서 q까지  $0 - v_0^2 = 2a_{Iy}d$ 이고, q에서 r까지  $(-\frac{v_0}{3})^2 - 0 = 2a_{IIy}(-d)$ 를 만족하므로  $|a_{Iy}| > |a_{IIy}|$ 이다. 따라서  $a_1 > a_2$ 이다.

## 17. 전자기 유도

[정답맞히기] 시간에 따른 금속 고리의 위치를 나타내면 다음과 같다.



ㄴ.  $t = \frac{5}{8} T$ 일 때, III에 의한 자기 선속은 감소하고, IV에 의한 자기 선속은 증가한다. 유도 전류는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 흐른다. III, IV에 의해 모두 시계 반대 방향의 전류가 유도되므로,  $t = \frac{5}{8} T$ 일 때 고리에 유도되는 전류의 방향은 시계 반대 방향이다.

ㄷ. II과 III의 방향은 같고, I과 IV의 방향은 서로 반대이므로 단위 시간 동안의 자

기 선속 변화량의 크기는  $t = \frac{3}{8}T$ 일 때가  $t = \frac{7}{8}T$ 일 때보다 작다. 따라서 고리에 유도되는 전류의 세기는  $t = \frac{3}{8}T$ 일 때가  $t = \frac{7}{8}T$ 일 때보다 작다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. 사분원의 면적을  $S$ 라고 하면,  $t=0$ 일 때  $\Phi_0 = B_0 S$ 이다.  $t = \frac{1}{8}T$ 일 때, 고리면을 통과하는 자기 선속은  $B_0(\frac{1}{2}S) + 2B_0(\frac{1}{2}S) = \frac{3}{2}B_0 S = \frac{3}{2}\Phi_0$ 이다.

## 18. 역학적 에너지 보존

[정답맞히기] 물체의 질량을  $m$ , 중력 가속도를  $g$ 라고 하자. 물체가 q에서 r까지 내려오는 동안 역학적 에너지는 보존되므로  $\frac{1}{2}m(3v)^2 - \frac{1}{2}m(2v)^2 = mg(5L)$ 에서  $v^2 = 2gL \cdots ①$ 이다. 마찰 구간의 높이차는  $L\sin\theta = \frac{3}{5}L$ 이고, 마찰 구간에서 물체는 등속도 운동을 하므로 마찰 구간에서 손실된 역학적 에너지는  $\frac{3}{5}mgL$ 이다. p에서 q까지 역학적 에너지 손실량은  $mg(H-5L) - \left[\frac{1}{2}m(2v)^2 - \frac{1}{2}mv^2\right] = \frac{3}{5}mgL \cdots ②$ 이다. 따라서 식 ①, ②에서  $H = \frac{43}{5}L$ 이다. **정답④**

## 19. 포물선 운동

[정답맞히기] A, B가 포물선 운동을 하는 동안 각 위치에서 속도의 수평 성분  $v_x$ 와 속도의 연직 성분  $v_y$ 를 나타내면 다음과 같다.

속도 성분	A의 위치		
	p	a	r
$v_x$	$\frac{\sqrt{2}}{2}v$	$\frac{\sqrt{2}}{2}v$	$\frac{\sqrt{2}}{2}v$
$v_y$	$\frac{\sqrt{2}}{2}v$	0	$-\frac{\sqrt{2}}{2}v$

속도 성분	B의 위치		
	q	b	r
$v_x$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}v$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}v$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}v$
$v_y$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}v$	$-\sqrt{2}v$	$-\frac{3\sqrt{2}}{2}v$

A가 p에서 r까지 포물선 운동하는 데 걸린 시간을  $t$ 라고 하면,  $t$  동안 A의 속도의 연직 성분의 변화량은  $(-g)t = \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}v\right) - \left(\frac{\sqrt{2}}{2}v\right) = -\sqrt{2}v$ 이므로  $t = \frac{\sqrt{2}v}{g}$ 이다.

a에서 b까지 변위의 수평 성분의 크기를  $\Delta S_x$ , 연직 성분의 크기를  $\Delta S_y$ 라고 하자.

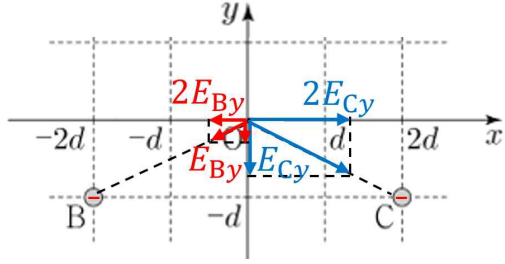
$\Delta S_x = 2\left(\frac{\sqrt{2}}{2}v\right)\left(\frac{t}{2}\right) = 2\left(\frac{\sqrt{2}}{2}v\right)\left(\frac{\sqrt{2}}{2g}v\right) = \frac{v^2}{g}$ 이고, a, b의 높이를 각각  $h_a$ ,  $h_b$ 라고 하면,

$\Delta S_y = h_b - h_a = \left(\frac{\sqrt{2}v + \frac{3\sqrt{2}}{2}v}{2}\right)\left(\frac{t}{2}\right) - \left(\frac{\frac{\sqrt{2}}{2}v + 0}{2}\right)\left(\frac{t}{2}\right) = \frac{v^2}{g}$ 이다. 따라서 a와 b 사이의

거리는  $\sqrt{(\Delta S_x)^2 + (\Delta S_y)^2} = \sqrt{\left(\frac{v^2}{g}\right)^2 + \left(\frac{v^2}{g}\right)^2} = \frac{\sqrt{2}v^2}{g}$ 이다. **정답①**

## 20. 전기장

[정답맞히기] ㄴ. 그림과 같이 O에서 B, C 각각에 의한 전기장의  $y$ 성분의 크기를  $E_{By}$ ,  $E_{Cy}$ 라고 하자. O에서 B, C에 의한 전기장의  $x$ ,  $y$ 성분은 각각  $2E_{Cy} - 2E_{By} = 2E$ ,  $-E_{By} - E_{Cy} = -2E$ 를 만족하므로  $E_{Cy} = 3E_{By}$ 이다. 따라서 전하량의 크기는 C가 B의 3배이다.

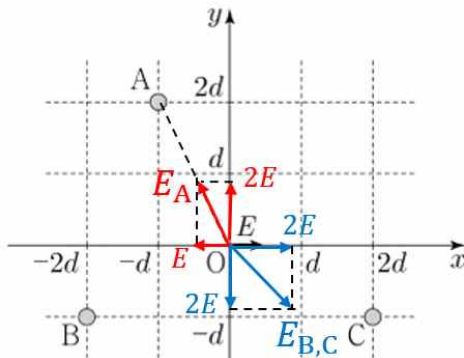


ㄷ.  $E_{Cy} = \frac{3}{2}E$ 이므로 O에서 C에 의한 전기장의  $x$ 성분의 크기는  $3E$ 이다. 따라서 O에

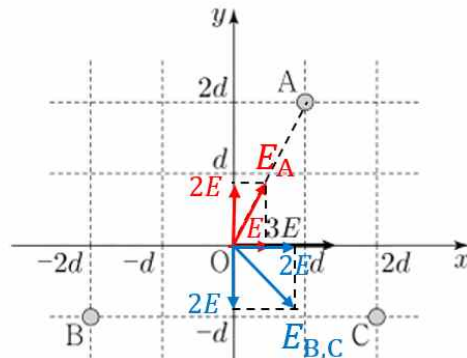
서 C에 의한 전기장의 세기는  $\sqrt{\left(\frac{3E}{2}\right)^2 + (3E)^2} = \frac{3\sqrt{5}}{2}E$ 이다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. 그림과 같이 A는 (가)와 (나)에서  $y$ 축을 기준으로 대칭인 위치에 있다. O에서 전기장의 변화량은 (가)와 (나)에서  $3E - E = 2E$ 이므로 O에서 A에 의한 전기장( $E_A$ )의  $x$ 성분의 크기는  $E$ 이고, A는 음(-)전하이다. O에서 A에 의한 전기장의  $y$ 성분의 크기는  $2E$ 이고 방향은  $+y$ 방향이다. O에서 B, C에 의한 전기장( $E_{B,C}$ )의  $x$ 성분은 크기가  $2E$ 이고 방향은  $+x$ 방향이며,  $y$ 성분은 크기가  $2E$ 이고 방향은  $-y$ 방향이다.



(가)



(나)

O에서 B, C에 의한 전기장의  $x$ 성분과 전기장의  $y$ 성분의 크기는 같고, B, C 각각에 의한 전기장의  $x$ 성분의 크기는 전기장의  $y$ 성분의 크기의 2배이므로 O에서 B, C 각각에 의한 전기장의  $x$ 성분의 방향은 반대이고 전기장의  $y$ 성분의 방향은 같다. 따라서 O에서 B, C 각각에 의한 전기장의  $y$ 성분의 방향은  $-y$ 방향이므로 B와 C는 모두 음(-)전하이다.