

● [물리 II]

1. 속력과 속도

[2점] [정답] ②

- ㄱ. P에서 R까지 곡선 경로를 따라 이동하였으므로 변위의 크기는 이동 거리보다 작다.
- ㄴ. 철수가 곡선 경로를 따라 이동하였으므로 등속도 운동이 아니다.
- ㄷ. P에서 Q까지 곡선 경로를 따라 이동하였으므로 평균 속도의 크기는 평균 속력보다 작다.

2. 원운동

[2점] [정답] ①

- ㄱ. 구심력의 크기는 mrv^2 인데 각속도가 같고 질량은 A가 B의 2배이고, 반지름은 B가 A의 2배이므로 추에 작용하는 구심력의 크기는 A와 B에서 같다.
- ㄴ. 가속도의 크기는 rv^2 이므로 B에서 A에서보다 2배 크다.
- ㄷ. 추에 작용하는 구심력과 중력의 관계는 $F = W \tan \theta$ 이므로 $2mg \tan \theta_1 = mg \tan \theta_2$ 에서 $2 \tan \theta_1 = \tan \theta_2$ 이다.

3. 단진동

[3점] [정답] ②

- P, Q를 매달았을 때 A만큼 늘어나 정지하므로 $kx = mg$ 에서 $k_1 = \frac{2mg}{A}$, $k_2 = \frac{mg \sin 30^\circ}{A} = \frac{mg}{2A}$ 이다. 따라서 $k_1 = 4k_2$ 이다. 단진동에서 역학적 에너지가 보존되므로 $\frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} mv^2$ 에서 $v = x \sqrt{\frac{k}{m}}$ 이다. $k_1 = 4k_2$ 이고 질량은 P가 Q의 2배이므로 P의 최대 속력은 $\sqrt{2} v_0$ 이다.

4. 상태 방정식

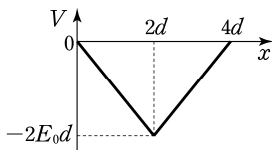
[2점] [정답] ①

- ㄱ. 피스톤이 정지해 있으므로 A, B 속의 기체의 압력은 같다.
- ㄴ. 이상 기체 상태 방정식 $PV = nRT$ 에서 A의 부피와 몰수가 B의 2배이므로 온도는 같고, 내부 에너지는 $U = \frac{3}{2} nRT$ 이므로 A가 B의 2배이다.
- ㄷ. 온도가 같으므로 기체 분자 1개의 평균 운동 에너지는 같다. A 속의 기체의 분자량이 B 속의 기체의 분자량보다 크므로 기체 분자 1개의 평균 속력은 B 속의 기체가 A 속의 기체보다 크다.

5. 전기장과 전위

[2점] [정답] ⑤

- ㄱ. $x=0$ 에서 $x=2d$ 까지 입자가 받는 전기력은 $F = qE_0 = ma$ 이므로 가속도의 크기와 방향은 일정하다.
- ㄴ. $V = Ed$ 이므로 $x=0$ 을 기준으로 했을 때 위치에 따른 전위는 그림과 같고, $x=d$ 와 $x=3d$ 에서 전위는 $-E_0d$ 로 같다.
- ㄷ. 입자의 운동 에너지는 $x=2d$ 에서 $2qE_0d$ 로 최대가 되고, $x=4d$ 에서 0이 된다. 따라서 $x=4d$ 에서 입자의 속력은 0이다.



6. 축전기

[3점] [정답] ①

- ㄱ. A의 전기 용량을 C_0 라고 하면, B는 유전체가

- 없는 부분과 $\kappa = 3$ 인 유전체가 채워진 부분이 직렬로 연결된 것과 같다. 유전체가 없는 부분과 채워진 부분의 전기 용량이 각각 $2C_0$, $6C_0$ 이므로 B의 전기 용량은 $1.5C_0$ 이다. 축전기에 충전된 전하량 $Q = CV$ 에서 A와 B에 걸리는 전압이 같으므로, 충전된 전하량은 B가 A의 1.5배이다.
- ㄴ. C는 유전체가 없는 부분과 채워진 부분이 병렬로 연결된 것과 같으므로 C의 전기 용량은 $2C_0$ 이다. 따라서 전기 용량은 C가 B보다 크다.
- ㄷ. A와 B의 합성 전기 용량이 $2.5C_0$ 이므로 B와 C에 걸린 전압의 비는 4:5이다. 축전기에 저장된 에너지는 $E = \frac{1}{2} CV^2$ 에서 C가 B의 $\frac{25}{12}$ 배이다.

7. 전류에 의한 자기장

[3점] [정답] ④

- 원형 도선 중심에서 자기장의 세기는 $B = k' \frac{I}{r}$ 이므로 (가), (나)에서 자기장의 세기는 각각 $k' \frac{I_1}{r_1} - k' \frac{I_2}{r_2}$, $k' \frac{I_1}{r_1}$ 이다. $2 \left(k' \frac{I_1}{r_1} - k' \frac{I_2}{r_2} \right) = k' \frac{I_1}{r_1}$ 에서 $\frac{I_1}{r_1} = \frac{2I_2}{r_2}$ 이다. 또 자기 모멘트는 $\mu = \pi r^2 I$ 이므로 $\sqrt{2} \pi r_1^2 I_1 = \pi r_2^2 I_2$ 이다. 따라서 $\frac{I_1}{I_2} = \sqrt{2}$ 이다.

8. 파동의 표현

[2점] [정답] ⑤

- ㄱ. 그림에서 A의 진폭이 B의 진폭보다 크다.
- ㄴ. 주기는 B가 A의 2배이므로 진동수는 A가 B의 2배이다.
- ㄷ. 파동의 진행 속력은 $v = \frac{\lambda}{T}$ 인데, A와 B의 파장이 같으므로 주기가 작은 A의 진행 속력이 B보다 빠르다.

9. 전자기 유도

[2점] [정답] ④

- ㄱ. 렌츠의 법칙에 따라 자속의 변화를 방해하는 방향으로 유도 전류가 흐르므로 막대에는 시계 반대 방향으로 유도 전류가 흐른다. 따라서 B에서 p에는 $+y$ 방향으로 유도 전류가 흐른다.
- ㄴ. 유도 기전력은 $V = Blv$ 에서 $2 \times 0.5 \times 1 = 1$ (V)이다.
- ㄷ. B에서 p에 흐르는 전류는 $+y$ 방향이므로 Fleming 법칙을 이용하면 균일한 자기장에 의해 p에서 B에 작용하는 자기력의 방향은 $-x$ 방향이다.

10. RLC 회로

[3점] [정답] ①

- ㄱ. 교류 전원의 진동수가 회로의 고유 진동수일 때 축전기의 용량 리액턴스는 코일의 유도 리액턴스와 같으므로, 축전기의 용량 리액턴스는 $2R$ 이다.
- ㄴ. 교류 전원의 진동수가 회로의 고유 진동수이므로 $X_L = X_C$ 이고, 회로 전체의 임피던스는 $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = R$ 이다.
- ㄷ. 스위치를 a에 연결했을 때 코일의 유도 리액턴스가 $2R$ 이므로 교류 전원의 전압의 최댓값은 $\sqrt{5} I_0 R$ 이다. 스위치를 b에 연결했을 때 임피던스가 R 이므로 저항에 흐르는 전류의 최댓값은 $\sqrt{5} I_0$ 이다.

11. 빛의 간섭

[3점] [정답] ③

- ㄱ. 레이저는 위상이 같은 빛을 방출한다.
- ㄴ. 이중 슬릿에 의한 빛의 간섭 무늬 사이의 간격은 $\Delta x = \frac{L\lambda}{d}$ 인데 Δx 가 (나)보다 (가)에서 크므로

- 레이저 빛의 파장은 (나)보다 (가)에서 크다. 따라서 레이저 빛의 속력은 매질 2보다 매질 1이 크다.
- ㄷ. 굴절률과 빛의 속력은 반비례하므로 굴절률은 매질 1보다 매질 2가 크다.

12. 도플러 효과

[3점] [정답] ④

- A가 B보다 빠르므로 A가 측정한 소리의 진동수는 f_0 보다 높은 $\frac{21}{20} f_0$ 이다. 소리의 속력을 V 라고 하면 $\frac{21}{20} f_0 = \frac{V + 2v_0}{V + v_0} f_0$ 에서 $V = 19v_0$ 이다. C가 측정한 소리의 진동수가 $\frac{17}{18} f_0$ 이므로 $\frac{17}{18} f_0 = \frac{19v_0 - v}{19v_0 - v_0} f_0$ 에서 $v = 2v_0$ 이다.

13. 전자기파 스펙트럼

[2점] [정답] ⑤

- A는 X선, B는 적외선, C는 마이크로파이다. 전자기파를 파장이 긴 것부터 나열하면 라디오파, 마이크로파, 적외선, 가시광선, 자외선, X선, 감마선 순서이다.

14. 거울에 의한 상

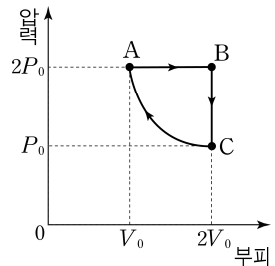
[2점] [정답] ⑤

- ㄱ. 거울과 물체 사이의 거리에 따라 다양한 상이 생기므로 오목 거울이다.
- ㄴ. 오목 거울에서 생기는 거꾸로 선 상은 실상이다.
- ㄷ. 오목 거울에서 확대된 정립 허상이 생기는 것은 물체가 초점 거리 안에 있을 때이다.

15. 열역학 과정

[3점] [정답] ③

- 이상 기체 상태 방정식 $PV = nRT$ 에서 부피는 압력에 반비례하고 절대 온도에 비례하므로 A에서 기체의 부피를 V_0 이라고 하면 B, C에서 기체의 부피는 $2V_0$ 이다. 이때 압력과 부피 그래프는 그림과 같다.



- ㄱ. A → B 과정은 등압 변화이므로 기체가 한 일은 $2P_0 V_0$ 이다. C → A 과정은 등온 과정이므로 기체가 방출한 열은 기체가 받은 일과 같다. C → A 과정에서 기체가 받은 일은 $\frac{3}{2} P_0 V_0$ 보다 작다.
- ㄴ. B → C 과정에서 기체의 부피는 일정하고, 절대 온도가 감소하므로 내부 에너지는 감소한다. 따라서 기체는 열을 방출한다.
- ㄷ. 기체의 부피는 C에서 A에서의 2배이다.

16. 광전 효과

[2점] [정답] ④

- ㄱ. 진동수가 f_0 인 빛을 A에 비추었을 때 광전류가 흘렀으므로 f_0 은 A의 문턱 진동수보다 크다.
- ㄴ. 정지 전압은 광전자의 최대 운동 에너지 E_k 에 비례하고, $E_k = hf - W$ 이므로 정지 전압이 작은 A의 일함수가 B보다 크다.
- ㄷ. 광전류의 세기가 A가 B보다 크므로 같은 시간 동안 방출되는 광전자의 수는 A가 B보다 크다.

17. 양자 터널 효과

[2점] 정답 ②

- ㄱ. 전자가 음(-)이온 벽을 뚫고 나가는 양자 터널 효과는 고전 역학으로는 설명할 수 없다.
 ㄴ, ㄷ. 음이온 벽의 두께가 두꺼울수록, 벽의 전하량이 클수록 전자가 벽을 뚫고 나갈 확률은 낮아 벽의 오른쪽에서 전자가 발견될 확률이 작다.

18. 물질파

[3점] 정답 ③

(가)에서 전자의 운동 에너지는 $E = \frac{p^2}{2m} = eV_0$ 이므로 $p = \sqrt{2meV_0}$ 이다. 따라서 물질파 파장은 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2meV_0}}$ 이다. (나)에서 전자가 등속 직선 운동하려면 전자에 작용하는 전기력과 자기력의 크기가 같고 방향이 반대이어야 한다. $eE_0 = evB_0$ 에서 $v = \frac{E_0}{B_0}$ 이므로 물질파 파장은 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{hB_0}{mE_0}$ 이다.



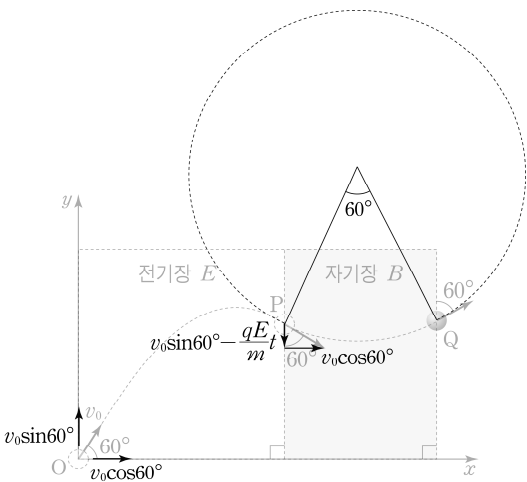
19. 로런츠 힘

[3점] 정답 ②

알짜 개념

- (1) 균일한 전기장에 수직으로 입사한 대전 입자의 운동
 ① 대전 입자는 수평 방향으로 등속 운동, 수직 방향으로 가속도의 크기가 $\frac{qE}{m}$ 인 등가속도 운동을 한다.
 ② 양(+)전하는 전기장 방향으로 힘을 받아 움직이고, 음(-)전하는 전기장과 반대 방향으로 힘을 받아 움직인다.
 (2) 자기장 속에서 운동하는 전하가 받는 힘
 ① 자기력의 방향 : 양(+)전하의 운동 방향은 전류의 방향과 같고, 음(-)전하의 운동 방향은 전류의 방향과 반대이다.
 ② 자기력의 크기 : 전하량이 q 인 전하가 세기가 B 인 자기장 속에서 속도 v 로 운동할 때 전하의 운동 방향과 자기장의 방향이 이루는 각이 θ 이면 자기력의 크기 $F = qvB\sin\theta$ 이다.
 ③ 등속 원운동 : 균일한 자기장에 수직으로 입사한 대전 입자는 자기력에 의해 등속 원운동을 한다.
 $\frac{mv^2}{r} = qvB$

한눈에 쏙 보는 해설



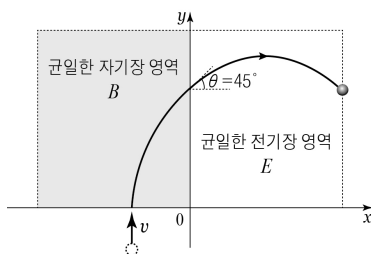
자세히 보는 해설

입자의 질량을 m , 전하량을 q 라고 하면, 전기장 영역에서 입자는 가속도 $a = \frac{qE}{m}$ 인 포물선 운동을 한다.

P에서 입자의 x 방향 속도는 $v_{xP} = v_0 \cos 60^\circ = \frac{v_0}{2}$ 이고, y 방향 속도는 $v_{yP} = -\frac{v_{xP}}{\tan 60^\circ} = -\frac{v_0}{2\sqrt{3}}$ 이다. $v_{yP} = v_0 \sin 60^\circ - at$ 에서 $t = \frac{2\sqrt{3}mv_0}{3qE}$ 이다. 입자가 자기장 영역에 입사할 때와 나올 때 y 축과 이루는 각이 60° 이므로 입자가 자기장 영역에서 운동한 경로의 길이가 전체 원궤도의 $\frac{1}{6}$ 이 되어 운동한 시간이 $t = \frac{\pi r}{3v}$ 이다. 자기장 영역에서 로런츠 힘이 구심력이 되므로 $qvB = \frac{mv^2}{r}$ 에서 $\frac{r}{v} = \frac{m}{qB}$ 이므로 $t = \frac{\pi m}{3qB}$ 이다. 전기장 영역과 자기장 영역에서 운동한 시간이 같으므로 $\frac{2\sqrt{3}mv_0}{3qE} = \frac{\pi m}{3qB}$ 에서 $v_0 = \frac{\sqrt{3}\pi E}{6B}$ 이다.

같은 내용 다른 유형 문항

그림과 같이 xy 평면에 수직인 균일한 자기장과 y 축과 나란한 균일한 전기장이 각각 형성된 공간에서 자기장 영역에 $+y$ 방향으로 속도 v 로 입사한 입자가 원운동 한 후 전기장 영역에 x 축과 45° 를 이루며 입사하여 포물선 운동을 하였다. 자기장과 전기장의 세기는 각각 B, E 이다.



자기장 영역에서 입자가 y 축 방향으로 이동한 거리를 s_1 , 전기장 영역에서 입자의 속력이 최소가 될 때까지 x 축 방향으로 이동한 거리를 s_2 라 할 때, $\frac{s_1}{s_2}$ 은? (단, 전자기력 이외의 힘과 전자기파의 발생은 무시한다.)

- ① $\frac{E}{2vB}$ ② $\frac{\sqrt{2}E}{2vB}$ ③ $\frac{E}{vB}$ ④ $\frac{\sqrt{2}E}{vB}$ ⑤ $\frac{2E}{vB}$

입자의 질량과 전하량을 각각 m, q 라 하고, 원운동의 회전 반지름을 r 라 하면, 자기장 영역에서 y 축 방향으로 이동한 거리 $s_1 = \frac{r}{\sqrt{2}}$ 와 $Bqv = \frac{mv^2}{r}$ 에 의해 $s_1 = \frac{mv}{\sqrt{2}Bq}$ 가 된다. 전기장 영역에서 걸린 시간을 t 라 하면 전기력에 의해 입자가 받은 충격량의 크기는 $qEt = \frac{mv}{\sqrt{2}}$ 가 되어 $t = \frac{mv}{\sqrt{2}qE}$ 이고, $s_2 = \frac{v}{\sqrt{2}} \times \frac{mv}{\sqrt{2}qE} = \frac{mv^2}{2Eq}$ 이다. 따라서 $\frac{s_1}{s_2} = \frac{\sqrt{2}E}{vB}$ 이다.

정답 ④



20. 충돌과 포물선

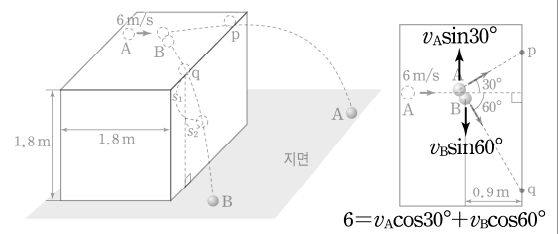
[3점] 정답 ②

알짜 개념

- (1) 평면상의 충돌
 ① x 축 방향과 y 축 방향의 운동량이 각각 보존되고 탄성 충돌이면 운동 에너지도 보존된다.
 ② 평면상에서 정지해 있는 물체에 질량이 같은 물체가 비스듬하게 탄성 충돌하면 충돌 후 두 물체의 진행 방향 사이의 각도는 90° 가 된다.
 (2) 높이 H 인 지점에서 수평 방향으로 던진 물체

- ① 지면 도달 시간은 높이 H 인 지점에서 가만히 놓아 낙하하는 데 걸리는 시간과 같다.
 $H = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$
 ② 수평 도달 거리(R)는 수평 방향으로 등속 운동을 하므로 속력이 v_0 라고 하면 $R = v_0 t = v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}}$ 이다.

한눈에 쏙 보는 해설

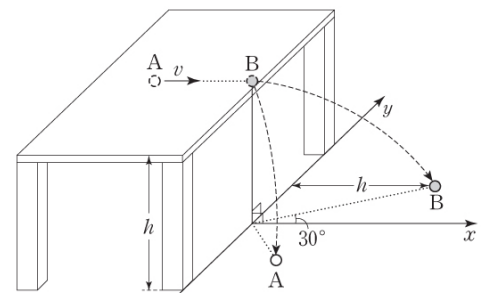


자세히 보는 해설

(나)에서 충돌 후 A와 B의 속력은 각각 $3\sqrt{3}$ m/s, 3m/s이고 충돌 지점에서 p, q까지의 거리는 각각 $\frac{3\sqrt{3}}{5}$ m, $\frac{9}{5}$ m이므로, A, B는 충돌 후 각각 0.2초, 0.6초일 때 p, q를 통과한다. p를 통과한 A가 지면에 도달할 때까지 걸리는 시간은 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 에서 0.6초이고, 이때 B는 q를 통과한 후 0.2초가 지났을 때이다. 따라서 $S_1 = \frac{1}{2} \times 10 \times (0.2)^2 = 0.2$ (m)이고 $S_2 = 3 \times 0.2 = 0.6$ (m)이다. $S_1 : S_2 = 1 : 3$ 이다.

같은 내용 다른 유형 문항

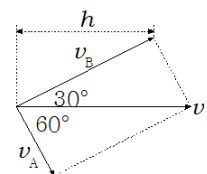
그림과 같이 높이가 h 인 책상 위에서 $+x$ 방향으로 일정한 속도 v 로 운동하던 물체 A가 정지해 있던 물체 B와 탄성 충돌을 한 직후, 두 물체는 포물선 운동을 하여 xy 평면에 도달한다. B는 y 축으로부터 거리가 h 이고 x 축과 30° 의 각을 이루는 지점에 도달한다. 두 물체의 질량은 같다.



h 는? (단, 중력 가속도는 g 이고, 물체의 크기는 무시한다.)

- ① $\frac{4v^2}{9g}$ ② $\frac{8v^2}{9g}$ ③ $\frac{9v^2}{8g}$ ④ $\frac{3v^2}{2g}$ ⑤ $\frac{9v^2}{4g}$

질량이 같은 두 물체가 비스듬히 탄성 충돌하면 충돌 후 두 물체의 진행 방향은 90° 의 각을 이룬다.



운동량 보존 법칙에 의하여 충돌 후 y 축 방향의 두 물체의 속도의 합은 0이므로 $\frac{\sqrt{3}}{2}v_A = \frac{1}{2}v_B$, x 축 방향의 두 물체의 속도의 합은 v 이므로 $\frac{1}{2}v_A + \frac{\sqrt{3}}{2}v_B = v$ 이다. 정리하면 $v_B = \frac{\sqrt{3}}{2}v$ 이고 $h = \frac{\sqrt{3}}{2}v_B t$, 낙하 시간 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 이다. 따라서 $h = \frac{\sqrt{3}}{2} \times \frac{\sqrt{3}}{2}v \times \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 에서 $h = \frac{9v^2}{8g}$ 이다.

정답 ③