

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

1. 편광

[정답맞히기] 학생 A: 전기장의 진동 방향과 빛의 진행 방향이 수직이기 때문에 편광 현상이 나타므로 편광 현상을 통해 빛이 횡파라는 것을 알 수 있다.

학생 B: 편광판을 통과한 빛의 진동 방향은 편광축과 나란하기 때문에 빛은 편광축이 수직인 두 편광판을 통과하지 못한다. **정답 ③**

[오답피하기] 학생 C: 태양에서 오는 빛은 자연광으로 편광되어 있지 않다.

2. 이동 거리와 변위

[정답맞히기] ㄱ. 민수는 곡선 경로를 따라 운동하고 스케이트보드는 직선 경로를 따라 운동하므로 이동 거리는 민수가 스케이트보드보다 크다.

ㄴ. A에서 B까지의 직선 거리가 변위의 크기이다. 민수와 스케이트보드의 변위의 크기는 같다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄷ. 민수는 곡선 경로를 따라 운동하므로 가속도 운동이다.

3. 이상 기체 상태 방정식

[정답맞히기] ㄴ. 기체 분자 1개의 평균 운동 에너지는 절대 온도에 비례한다. 기체의 절대 온도는 (나)가 (가)의 2배이므로 평균 운동 에너지는 (나)가 (가)의 2배이다.

정답 ①

[오답피하기] ㄱ. (가)와 (나)에서 기체의 부피는 V_0 으로 같고 압력이 (나)에서가 (가)에서의 2배이므로 온도도 (나)에서가 (가)에서의 2배이다. 즉, (나)에서 기체의 절대 온도는 $2T_0$ 이다.

ㄷ. 기체의 내부 에너지는 절대 온도에 비례한다. 따라서 내부 에너지는 (나)가 (가)의 2배이다.

4. 렌즈에 의한 상

[정답맞히기] ㄱ. 렌즈 공식 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ 을 이용하면, $\frac{1}{20} + \frac{1}{60} = \frac{1}{f}$ 에서 볼록 렌즈의 초점 거리는 $f = 15\text{cm}$ 이다.

ㄴ. 볼록 렌즈에 의해 스크린에 또렷하게 나타나는 상은 실상이며, 물체가 볼록 렌즈의 초점 밖에 있으므로 도립상이다. 따라서 ㉠은 도립 실상이다.

ㄷ. 렌즈 공식 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ 을 이용하면, $\frac{1}{30} + \frac{1}{\text{㉡}} = \frac{1}{15}$ 에서 ㉡은 30cm 이다. **정답 ⑤**

5. 회절

[정답맞히기] ㄱ. 레이저 빛이 슬릿 너머에 도달하여 스크린에 밝고 어두운 동심원 무늬가 나타난 것은 빛의 회절 현상이다.

ㄷ. 회절은 빛의 파장이 길수록 잘 나타난다. 따라서 빛의 파장이 길수록 D 가 크다.

정답 ③

[오답피하기] ㄴ. 슬릿의 구멍이 작을수록 회절이 잘 일어난다. 따라서 슬릿의 지름 a 가 작을수록 D 는 크다.

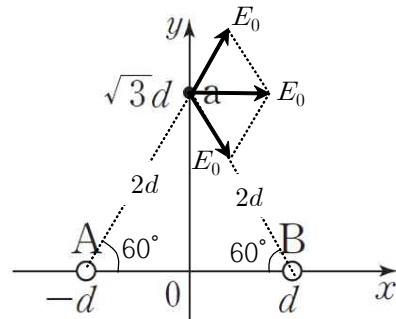
6. 전기장과 전위

[정답맞히기] ㄱ. a 에서 전기장의 방향이 $+x$ 방향이므로 A 는 양(+)전하이므로 B 는 음(-)전하이므로.

정답 ①

[오답피하기] ㄴ. 그림과 같이 A, B 로부터 $2d$ 만큼 떨어진 a 에서 A 에 의한 전기장의 세기는 E_0 , B 에 의한 전기장의 세기도 E_0 이다. 따라서 원점에서 A 에 의한 전기장의 세기는 $4E_0$, B 에 의한 전기장의 세기도 $4E_0$ 이므로 원점에서 전기장의 세기는 $8E_0$ 이다.

ㄷ. A 와 B 는 각각 양(+)전하, 음(-)전하이므로 전하량의 크기가 서로 같으므로 A 와 B 로부터 같은 거리만큼 떨어진 a 에서와 원점에서 전위는 0으로 같다.



7. 정상파

[정답맞히기] 정상파가 만들어진 후, $x = 3d$ 에서 줄의 진폭이 $2A$ 이므로 $x = 3d$ 는 정상파의 배이다. (나)에서 파동의 주기는 $4t_0$ 이고 파동의 속력은 $\frac{d}{t_0}$ 이므로 파동의 파장은 $4d$ 이다. $x = 0$ 에서 줄은 고정되어 있으므로 $x = 0$ 은 정상파의 마디이다. 정상파에서 인접한 마디 사이의 거리는 반 파장($2d$)이므로 $x = 2d$ 는 정상파의 마디이고, 인접한 배 사이의 거리도 반 파장이므로 $x = d$ 는 정상파의 배이다. 따라서 인접한 배는 서로 반대 방향으로 진동을 하므로 $x = d$ 에서 줄의 변위 그래프는 ㄷ이 적절하고, $x = 2d$ 는 정상파의 마디이므로 적절한 그래프는 ㄴ이다.

정답 ⑤

8. 물질파

[정답맞히기] ㄷ. 드브로이 파장은 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$ 이다. 질량(m)은 α 입자가 양성자의 4배이고, 운동 에너지(E_k)는 α 입자가 양성자의 2배이므로 드브로이 파장은 양성자가 α 입자의 $2\sqrt{2}$ 배이다.

정답 ②

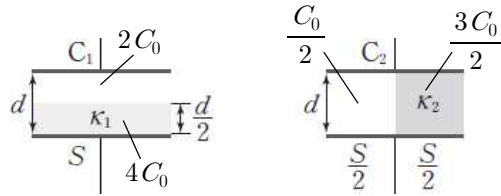
[오답피하기] ㄱ. 가속 전압이 V 이므로 양성자의 운동 에너지는 qV 이고, α 입자의 운동 에너지는 $2qV$ 이다.

ㄴ. 양성자와 α 입자의 질량을 각각 m , $4m$ 이라고 하면, 양성자의 속력은 $v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$ 이고, α 입자의 속력은 $v' = \sqrt{\frac{4qV}{4m}}$ 이다. 따라서 속력은 양성자가 α 입자의 $\sqrt{2}$ 배이다.

9. 축전기의 연결

[정답맞히기] 축전기의 극판 면적이 $\frac{S}{2}$, 극판 사이의 거리가 $\frac{d}{2}$ 이고 내부가 진공일 때 축전기의 전기 용량을 C_0 이라고 하면, C_1 은 전기 용량이 각각 $2C_0$, $4C_0$ 인 두 축전기가 직렬로 연결된 것과 같으므로 C_1 의

전기 용량은 $\frac{4}{3}C_0$ 이고, C_2 는 전기 용량이 각각 $\frac{C_0}{2}$, $\frac{3C_0}{2}$ 인 두 축전기가 병렬로 연결된 것과 같으므로 C_2 의 전기 용량은 $2C_0$ 이다.



스위치를 b에 연결하였을 때 C_1 과 C_2 의 양단에 걸리는 전압은 같으므로 각 축전기에 충전된 전하량은 전기 용량에 비례한다. 즉, 스위치를 b에 연결하였을 때, C_1 과 C_2 에 충전된 전하량의 비는 2 : 3이다. 스위치를 a에 연결하였을 때 C_1 에 충전된 전하량은 Q_0 이므로 스위치를 b에 연결하였을 때, C_1 과 C_2 에 충전된 전하량의 합은 Q_0 이다. 따라서 스위치를 b에 연결하였을 때, C_1 에 충전된 전하량은 $\frac{2}{5}Q_0$, C_2 에 충전된 전하량은 $Q = \frac{3}{5}Q_0$ 이다.

정답 ②

10. 원운동

[정답맞히기] ㄱ. 각속도는 $w = \frac{2\pi}{T}$ 이다. A, B의 원운동의 주기는 같으므로 각속도는 A와 B가 같다.

ㄴ. 구심력의 크기는 mrw^2 이다. A, B의 각속도는 서로 같고, 질량(m)과 반지름(r)의 곱은 서로 같으므로 구심력의 크기는 A와 B가 같다.

정답 ④

[오답피하기] ㄴ. 각속도가 같고 A와 B의 반지름의 비는 2 : 3이므로 A와 B의 속력($v = rw$)의 비는 2 : 3이다. 따라서 운동 에너지($\frac{1}{2}mv^2$)는 A가 B의 $\frac{2}{3}$ 배이다.

11. 양자 터널 효과

[정답맞히기] ㄱ. α 입자의 에너지가 원자핵의 퍼텐셜 장벽보다 작아도 α 붕괴 현상이 일어나는 것은 양자 터널 효과에 의한 것이다.

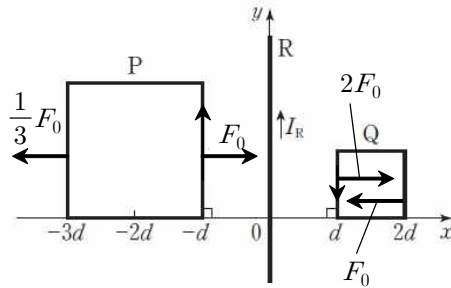
ㄴ. 원자핵의 퍼텐셜 장벽의 높이가 높을수록 원자핵 밖에서 α 입자를 발견할 확률이 작아지므로 U_0 이 클수록 α 붕괴 현상이 일어날 확률은 작다.

ㄷ. α 입자의 에너지가 클수록 원자핵 밖에서 α 입자를 발견할 확률이 크므로 E_a 가 클수록 α 붕괴 현상이 일어날 확률이 크다. 정답 ⑤

12. 자기 모멘트와 자기력

[정답맞히기] ㄱ. 자기 모멘트는 $\mu = IA$ (I : 전류, A : 면적)이다. 면적은 P가 Q의 4배이고, 자기 모멘트는 같으므로 전류는 Q가 P의 4배이다. 즉, $I_Q = 4I_P$ 이다. 정답 ①

[오답피하기] ㄴ, ㄷ. 전류가 흐르는 두 도선 사이에 작용하는 자기력의 크기는 도선 사이의 거리에 반비례하고, 두 도선에 흐르는 전류의 곱에 비례하며 도선의 길이에 비례한다. 두 도선에 서로 같은 방향으로 전류가 흐를 때는 인력, 서로 반대 방향으로 전류가 흐를 때는 척력이 작용한다. R가 P의 $x = -d$ 에 있는 직선 도선에 작용하는 자기력의 크기를 F_0 이라고 하면, P와 Q에 작용하는 자기력의 크기는 그림과 같다. 따라서 R가 P에 작용하는 자기력의 방향은 $+x$ 방향이고, R가 P에 작용하는 자기력의 크기는 $\frac{2}{3}F_0$, R가 Q에 작용하는 자기력의 크기는 F_0 이므로 R가 P에 작용하는 자기력의 크기는 R가 Q에 작용하는 자기력의 크기의 $\frac{2}{3}$ 배이다



13. 용수철 진자

[정답맞히기] ㄴ. A의 진동 주기는 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 이고, B의 진동 주기는 $T' = 2\pi\sqrt{\frac{m}{4k}} = \frac{1}{2}T$ 이다. 처음으로 A가 최고점에 도달하는 시간은 $\frac{1}{2}T = \pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 이다. 이 시간($\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$: B의 진동 주기) 동안 B는 한 번 진동하므로 B도 최고점에 도달한다. ㄷ. 진동 주기가 A가 B의 2배이므로 A가 평형점(운동 에너지는 최대)을 지날 때, B는 최고점 또는 최하점(운동 에너지는 0)에 있다. 정답 ④

[오답피하기] ㄱ. 평형점에서 물체에 작용하는 알짜힘은 0이므로 A의 경우 $mg = kx$ 에서 평형점은 용수철의 원래 길이에서 $x = \frac{mg}{k}$ 만큼 늘어난 지점이므로 A의 진폭은 $\frac{mg}{k}$ 이고, B의 경우 $\frac{1}{2}mg = 2kx'$ 에서 $x' = \frac{mg}{4k}$ 이므로 B의 진폭은 $\frac{mg}{4k}$ 이다.

14. 흑체 복사

[정답맞히기] ㄱ. 단위 시간당, 단위 면적당 복사하는 에너지는 표면의 절대 온도의 네제곱에 비례($E \propto T^4$)한다. 따라서 E_A 는 E_B 의 16배이다. ㄷ. 세기가 가장 큰 전자기파의 파장과 흑체 표면의 절대 온도는 서로 반비례한다.

흑체 표면의 절대 온도는 A가 B의 2배이므로 파장은 λ_B 가 λ_A 의 2배이다. **정답 ⑤**
[오답피하기] ㄴ. 흑체 표면적이 B가 A의 16배이므로 단위 시간당 흑체 표면 전체에서 방출하는 복사 에너지는 A와 B가 같다.

15. 파동 함수

[정답맞히기] ㄴ. 입자를 발견할 확률 밀도는 파동 함수의 절댓값의 제곱($|\psi|^2$)이다.

$x = \frac{L}{2}$ 에서 A를 발견할 확률 밀도는 $\frac{2}{L}$ 이고, B를 발견할 확률 밀도는 0이다.

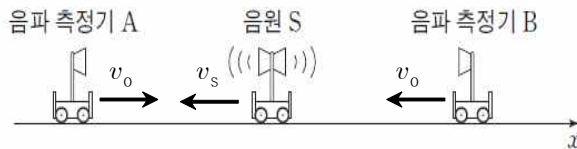
ㄷ. A를 발견할 확률 밀도가 최대인 지점의 개수는 3개이고, B를 발견할 확률 밀도가 최대인 지점의 개수는 4개이다. **정답 ④**

[오답피하기] ㄱ. 입자의 에너지는 물질파 파장이 짧을수록 크다. 물질파 파장은 (나)에서가 (가)에서보다 짧으므로 $E_A < E_B$ 이다.

16. 도플러 효과

[정답맞히기] 그림과 같이 A, B가 음원 S를 향해 속력 v_0 으로 운동하고 음원 S는 A를 향해 v_s 로 운동하고, 음원에서 발생하는 소리의 진동수를 f_0 이라고 하면,

$f_A = f_0 \frac{v + v_0}{v - v_s}$ 이고, $f_B = f_0 \frac{v + v_0}{v + v_s}$ 이다. $\frac{f_B}{f_A} = \frac{5}{6}$ 이므로 $v_s = \frac{1}{11}v$ 이다.



정답 ②

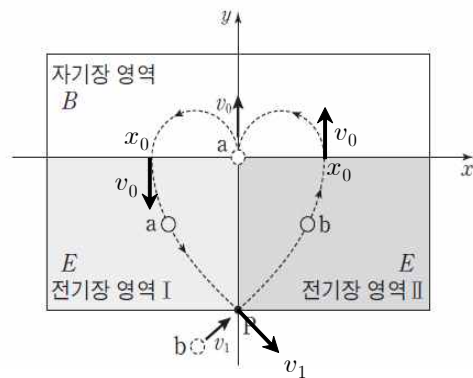
17. 로런츠 힘

[정답맞히기] a와 b의 질량(m)과 전하량(q)이 같으므로 자기장 영역에서 a, b의 속력은 v_0 으로 같고, P에서 a, b의 속력은 v_1 로 같다. 자기장 영역에서 원 궤도의 지름을 x_0 이라고 하면,

$\frac{1}{2}x_0 = \frac{mv_0}{qB}$ 에서 $qBx_0 = 2mv_0$ (식 ①)이다.

a가 전기장 영역 I에서 받은 일은 qEx_0 이고,

a의 운동 에너지 변화량은 $\frac{1}{2}m(v_1^2 - v_0^2)$ 이므로



로 $qEx_0 = \frac{1}{2}m(v_1^2 - v_0^2)$ (식 ②)이다. 따라서 식 ②에서 $\frac{E}{B} = \frac{v_1^2 - v_0^2}{4v_0}$ 이다. **정답 ④**

18. 교류 회로

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 $V_R = \sqrt{3}V$, $V_L = 4V$, $V_C = V$ 라고 하면,

$V_0^2 = V_R^2 + (V_L - V_C)^2$ 에서 $V = \frac{1}{2\sqrt{3}} V_0$ 이므로 $V_R = \frac{1}{2} V_0$ 이다.

ㄷ. (가)에서 $V_L : V_C = 4 : 1$ 이므로 $X_L : X_C = 4 : 1$ 이다. $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 이고, (나) 회로의 고유 진동수는 $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 이므로 (나)에서 저항의 양단에 걸리는 전압의 최댓값은 V_0 이다. 따라서 저항의 양단에 걸리는 전압의 최댓값이 (나)에서가 (가)에서의 2배이므로 전류의 최댓값은 (나)에서가 (가)에서의 2배이다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄴ. 전류의 최댓값이 (나)에서가 (가)에서의 2배이고, 축전기의 용량 리액턴스는 (가)와 (나)에서 같으므로 (나)에서 축전기의 양단에 걸리는 전압의 최댓값은 $V_C' = 2V_C = \frac{1}{\sqrt{3}} V_0$ 이다.

19. 운동량 보존

[정답맞히기] (가)에서 충돌 후 A, B의 속력을 각각 v_A, v_B 라 하고 운동량 보존을 적용하면, x 성분 : $m_1 v = \frac{\sqrt{3}}{2}(m_1 v_A + m_2 v_B)$, y 성분 : $m_1 v_A = m_2 v_B$ 이므로 $v_A = \frac{1}{\sqrt{3}} v$ 이다. 운동 에너지 보존을 적용하면, $\frac{1}{2} m_1 v^2 = \frac{1}{2} m_1 v_A^2 + \frac{1}{2} m_2 v_B^2$ 에서 $v_B = \frac{2}{\sqrt{3}} v$ 이므로 $m_1 = 2m_2$ 이다.

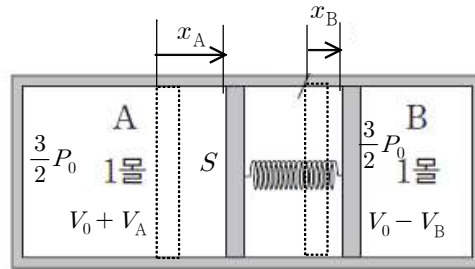
(나)에서 충돌 전 A의 운동량을 $m_1 v = p_0$, 충돌 후 A, B의 운동량을 각각 p_A, p_B 라 하고 운동량 보존을 적용하면, x 성분 : $p_0 = p_A \cos \theta + \frac{1}{2} p_B$ (식 ①), y 성분 : $p_A \sin \theta = \frac{\sqrt{3}}{2} p_B$ (식 ②)이다. 운동 에너지 보존을 적용하면, $\frac{p_0^2}{2m_1} = \frac{p_A^2}{2m_1} + \frac{p_B^2}{2m_2}$ 에서 $m_1 = 2m_2$ 이므로 $p_0^2 = p_A^2 + 2p_B^2$ (식 ③)이다. 식 ①, ②, ③을 이용하면 $p_B = \frac{1}{3} p_0$ 이므로 $p_A \cos \theta = \frac{5}{6} p_0$, $p_A \sin \theta = \frac{\sqrt{3}}{6} p_0$ 이다. 따라서 $\tan \theta = \frac{\sqrt{3}}{5}$ 이다. **정답 ②**

20. 열역학 법칙

[정답맞히기] (가)에서 용수철이 원래 길이에서 압축된 길이를 x_0 , 용수철 상수를 k 라고 하면, 용수철에 저장된 탄성력에 의한 퍼텐셜 에너지는 $Q_0 = \frac{1}{2} k x_0^2$ 이고, 탄성력의 크기는 $k x_0$ 이다. (나)에서 용수철이 원래 길이에서 압축된 길이를 x 라고 하면, 용수철에 저장된 탄성력에 의한 퍼텐셜 에너지는 $\frac{9}{4} Q_0 = \frac{1}{2} k x^2$ 에서 $x = \frac{3}{2} x_0$ 이고, 탄성력의 크기는 $\frac{3}{2} k x_0$ 이다. 용수철의 탄성력의 크기가 (나)에서가 (가)에서의 $\frac{3}{2}$ 배이므로 기체의 압력도 (나)에서가 (가)에서의 $\frac{3}{2}$ 배이다. 즉, (가)에서 기체의 압력을 P_0 이라고 하

면, (나)에서 기체의 압력은 $\frac{3}{2}P_0$ 이다. (가)에서 A와 B의 부피를 V_0 이라고 하면, $P_0 V_0 = RT_0$ 이다.

그림과 같이 (나)에서 A와 B의 부피를 각각 $V_0 + V_A$, $V_0 - V_B$, 두 피스톤이 이동한 거리를 각각 x_A , x_B , 피스톤의 단면적을 S 라고 하면, $V_A = Sx_A$, $V_B = Sx_B$ 이다. (가)와 (나)에서 용수철이 압축된 길이의 차는 $\frac{1}{2}x_0$ 이므로 $x_A = \frac{1}{2}x_0 + x_B$ 이다. 따라서 $V_A - V_B = S(x_A - x_B) = \frac{1}{2}Sx_0$ 이다. $P_0 S = kx_0$, $Q_0 = \frac{1}{2}kx_0^2$ 이므로 $V_A - V_B = \frac{Q_0}{P_0}$ 이다.



A에 가한 열량 $8Q_0$ 은 A와 B의 내부 에너지 증가량과 용수철에 저장된 탄성력에 의한 퍼텐셜 에너지의 증가량($\frac{5}{4}Q_0$)의 합과 같다. 따라서 A와 B의 내부 에너지 증가량의 합은 $\frac{27}{4}Q_0$ 이다. A의 내부 에너지 증가량은 $\Delta U_A = \frac{3}{2}[\frac{3}{2}P_0(V_0 + V_A)] - \frac{3}{2}P_0 V_0$, B의 내부 에너지 증가량은 $\Delta U_B = \frac{3}{2}[\frac{3}{2}P_0(V_0 - V_B)] - \frac{3}{2}P_0 V_0$ 이다. $\Delta U_A + \Delta U_B = \frac{3}{2}P_0 V_0 + \frac{9}{4}P_0(V_A - V_B)$ 이다. $V_A - V_B = \frac{Q_0}{P_0}$, $P_0 V_0 = RT_0$, $\Delta U_A + \Delta U_B = \frac{27}{4}Q_0$ 이므로 $Q_0 = \frac{1}{3}RT_0$ 이다. 정답 ④