

과학탐구 영역



물리 I

1. 역학적 에너지 보존

(정답) ⑤

- ㄱ. 지구 상의 모든 물체에는 지구 중심을 향하는 중력이 작용한다.
- ㄴ. 물체가 줄에 작용하는 힘은 물체가 받는 중력의 크기와 같고, 헬리콥터가 줄에 작용하는 힘 또한 물체에 작용하는 중력의 크기와 같다.
- ㄷ. 물체의 운동 에너지는 변화가 없으나, 물체의 중력 퍼텐셜 에너지가 증가하므로 물체의 역학적 에너지는 증가한다.

2. 등가속도 운동

(정답) ③

- ㄱ. 초기 속력이 0인 상태에서 등가속도 운동하는 물체의 속력은 이동 거리의 제곱근에 비례하므로 b에서의 속력은 a에서의 속력의 $\sqrt{2}$ 배이다.
- ㄴ. 속력은 c에서 a에서의 $\sqrt{3}$ 배이므로, 운동 에너지는 c에서 a에서의 3배이다.
- ㄷ. 속력이 점점 빨라지므로 같은 거리를 이동하는 데 걸리는 시간은 짧아진다. 따라서 b에서 c까지 이동하는 데 걸린 시간은 t보다 작다.

3. 케플러 법칙

(정답) ⑤

- A가 행성으로부터 받는 만유인력의 크기는 p에서 q에서의 4배이므로, 행성과 q 사이의 거리는 행성과 p 사이의 거리의 2배인 $4r$ 이다. A의 공전 궤도 긴반지름은 $\frac{2r+4r}{2}=3r$ 이므로, 케플러 제3법칙에 의해 $T_A^2=k(3r)^3$, $T^2=kr^3$ 이 성립하고, 이를 풀면 $T_A^2=27T^2$ 이 되어 $T_A=3\sqrt{3}T$ 이다.

4. 역학적 에너지 보존

(정답) ⑤

- ㄱ, ㄴ. 2초까지의 가속도는 그래프에서 2 m/s^2 이므로 $F-10=(m+1) \times 2$ 이고, 2초부터 가속도는 5 m/s^2 이므로 $F=m \times 5$ 이다. 따라서 $5m-10=2m+2$ 에서 $m=4(\text{kg})$, $F=20(\text{N})$ 이다.
- ㄷ. 실이 끊어진 순간 B는 연직 윗방향으로 속도가 4 m/s 이고, 높이가 $\frac{1}{2} \times 2 \times 4=4(\text{m})$ 이므로, 역학적 에너지 보존에 의해 지면에 충돌하는 순간의 운동 에너지는 $\frac{1}{2} \times 1 \times 4^2 + 1 \times 10 \times 4=48(\text{J})$ 이다.

5. 특수 상대성 이론

(정답) ④

- ㄱ. 영희가 관측하였을 때의 길이가 같으나, 길이 수축은 속력이 빠른 B가 더 크므로, 고유 길이는 A가 B보다 작다.
- ㄴ. 우주선 A, B에서 측정한 상대방의 속력은 서로 같다.
- ㄷ. 영희에 대한 속력이 클수록 영희가 측정한 시간이 천천히 흐르게 되므로, 영희에 대한 속력이 큰 B에서 시간이 더 천천히 흐른다.

6. 대폭발 우주론과 표준 모형

(정답) ①

- ㄱ. (가)는 강한 상호 작용으로 매개 입자는 글루온이다.
- ㄴ. 우주 배경 복사는 원자핵과 전자가 결합해 최초의 원자가 생성되던 시기에 빛이 입자로부터 탈출하여 우주로 퍼져나간 빛을 말한다.
- ㄷ. (다)는 핵융합 반응에 의해 원자핵이 형성되는 것으로, 원자력 발전소에서 전기를 생산하는 데 이용되는 핵분열 반응과는 다르다.

7. 전기장

(정답) ③

- 오른쪽 방향을 (+)로 하면 A, B, C에서 전기장의 세기는 다음과 같다.

$$E_A = -\frac{2kQ}{d^2} + \frac{kQ}{9d^2} = -\frac{17kQ}{9d^2}$$

$$E_B = +\frac{2kQ}{d^2} + \frac{kQ}{d^2} = +\frac{3kQ}{d^2}$$

$$E_C = +\frac{2kQ}{9d^2} - \frac{kQ}{d^2} = -\frac{7kQ}{9d^2}$$

따라서 전기장의 세기는 $E_B > E_A > E_C$ 이다.

8. 전류에 의한 자기장

(정답) ④

- A에 의한 원점 O에서 자기장의 세기를 $2B_0$ 이라 하면, B에 의한 원점 O에서 자기장의 세기는 B_0 이다. A, B에 의해 원점 O에 형성되는 자기장의 방향은 각각 $-y$ 방향, $-x$ 방향이다. 원점 O에서 형성되는 자기장이 최소가 되려면 도선 C가 도선 A에 의한 자기장인 $2B_0$ 을 상쇄해야 하므로, 도선 C에는 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향으로 크기가 $2I$ 인 전류가 흘러야 한다.

9. 물질의 자성

(정답) ③

- ㄱ, ㄷ. 구리 관에서의 실험 결과로부터 C는 강자성체이며, A, B는 각각 상자성체, 반자성체 중 하나이다. 따라서 B가 구리 관에서 낙하할 때 전자기 유도 현상이 일어나지 않아 관을 통과하는 데 걸리는 시간은 1.8초일 것이다.
- ㄴ. A는 자석에서 떼어내면 자성을 잃으므로, A가 낙하하는 동안 구리 관에서 유도 전류가 발생하지 않는다.

10. 수소 원자 모형

(정답) ②

- ㄱ. 광자 1개의 에너지는 $hf = \frac{hc}{\lambda}$ 이므로, $\frac{hc}{\lambda_3} = \frac{hc}{\lambda_1} + \frac{hc}{\lambda_2}$ 가 되어 $\frac{1}{\lambda_3} = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}$ 이다.
- ㄴ. 에너지 준위 사이 간격은 같지 않으며 양자수가 늘어날수록 그 간격이 좁아진다. 따라서 $E_3 - E_2 < E_2 - E_1$ 이다.
- ㄷ. λ_2 는 $n=3$ 에서 $n=2$ 로 전자가 전이할 때 방출되는 빛의 파장과 같으며, 수소 원자에서 전자가 $n=3$ 에서 $n=2$ 로 전이할 때는 가시광선 영역의 빛이 방출된다.

11. 초전도체, 광전 효과, 반도체

(정답) ③

- ㄱ. a는 초전도체로 마이스너 효과는 초전도체의 대표적인 성질 중 하나이다.
- ㄴ. b는 광전 효과로 금속판에 문턱 진동수보다 큰 진동수의 빛을 비추면 전자가 방출되는 현상을 말한다. 자동문에서 사람이나 대상을 감지하는 광센서는 광전 효과를 이용한 전기 소자이다.
- ㄷ. c는 반도체로 철, 구리와 같은 도체보다는 전기 전도성이 낮고 유리, 고무와 같은 절연체보다는 전기 전도성이 높다.

12. 관에서의 정상파

(정답) ③

- ㄱ. 관에서 형성된 정상파의 파장은 $2 \times (54 - 20) = 68(\text{cm})$ 이다.
- ㄴ. 소리의 속력은 진동수 \times 파장이므로, $500 \times 0.68 = 340(\text{m/s})$ 이다.
- ㄷ. 스피커의 진동수를 800 Hz로 높이면 관에서 형성된 정상파의 파장이 짧아지므로, 첫 번째로 소리가 크게 들릴 때, 공기 기둥의 높이 d 는 20 cm보다 작아진다.

13. LED와 빛의 합성

(정답) ①

- ㄱ, ㄴ. 스위치 a, b를 닫았을 때, 두 LED에서 방출되는 빛을 합성한 색이 노랑이므로 a, b와 연결된 다이오드에는 모두 순방향의 전압이 걸리고, a, b에 연결된 LED는 각각 빨강, 초록 중 한 가지 색의 빛을 방출한다. 또한 스위치 c를 닫았을 때 두 LED에서 방출되는 빛을 합성한 색이 초록이므로, c가 연결된 LED에서는 빛이 방출되지 않음을 알 수 있다. 즉, c에 연결된 LED에는 역방향의 전압이 걸린다. 따라서 b에 연결된 LED에서는 초록색 빛을, a에 연결된 LED에서는 빨간색 빛을 방출한다.
- ㄷ. a, b, c를 모두 닫았을 때, a, b가 연결된 LED에서만 빛을 방출하므로, 방출되는 빛을 모두 합성하면 노란색이 된다.

14. 전반사

(정답) ①

- ㄱ. 입사각은 경계면에 수직인 선(법선)과 입사광이 이루는 각이다. 따라서 (가)에서 입사각은 $90^\circ - \theta$ 이다.
- ㄴ. (나)는 A와 C의 경계에서 전반사가 일어난 것으로, 광통신은 (나)와 같은 전반사 현상을 이용한다.
- ㄷ. 입사각이 같은 빛이 (가)에서는 전반사하지 않았고, (나)에서는 전반사한 것은 임계각이 (가)가 더 크기 때문이다. A, B, C 중 굴절률이 가장 큰 물질은 A인데, B는 C보다 A와 더 가까운 값의 굴절률을 갖기 때문에 임계각이 더 크다. 따라서 굴절률은 B가 C보다 크다.

15. 핵 반응과 방사선

(정답) ③

- ㄱ. 핵 반응식을 완성하면 (가)는 0_1e 로 전자이다. 전자의 전하량은 $-e$ 이다.
- ㄴ. (나)는 γ 선으로 전자기파의 한 종류이다.
- ㄷ. (다)는 헬륨 원자핵(${}^4_2\text{He}$)인 α 선으로, 방사선 중 투과력이 가장 작다.

16. 송전

(정답) ④

- ㄱ. 송전선에 흐르는 전류는 (가), (나)에서 각각 $\frac{2P_0}{V_0}$, $\frac{P_0}{V_0}$ 으로 (가)에서 (나)에서의 2배이다.
- ㄴ. 송전선에서의 손실 전력은 (나)의 전류를 I 라 하면 (가), (나)에서 각각 $(2I)^2 \times 2R = 8I^2R$, I^2R 로 (가)에서 (나)에서의 8배이다.
- ㄷ. 2차 변전소에 공급되는 전력은 (나)에서의 손실 전력을 $P_{\text{손실}}$ 이라고 하면, (가), (나)에서 각각 $2P_0 - 8P_{\text{손실}}$, $P_0 - P_{\text{손실}}$ 로 (가)에서 (나)에서의 2배보다 작다.

17. 축전기와 코일

(정답) ④

- ㄱ. 진동수가 클수록 리액턴스가 작아지는 전기 소자 A는 축전기이다.
- ㄴ. 오디오 장치에서 진동수가 낮은 전기 신호가 발생하면, 축전기의 리액턴스는 커지므로, 스피커 X에서 출력이 낮아진다. 따라서 스피커 X에서는 고음 신호가 저음 신호보다 크게 출력된다.
- ㄷ. (나)에서 진동수가 $2f_0$ 일 때 리액턴스는 B가 A보다 크다.

18. 기체

(정답) ④

- 저온의 헬륨 기체는 상대적으로 고온인 외부로부터 열을 공급 받으므로 단일 과정이 아니며, 팽창하므로 외부에 일을 하며 온도가 증가한다. 기체의 내부 에너지는 온도에 비례하므로, 내부 에너지는 증가한다.

19. 베르누이 법칙

(정답) ①

- ㄱ. A와 B에서 관의 단면적이 같으므로, 연속 방정식에 의해서 A와 B에서 유체의 속력은 같다. 따라서 B에서 유체의 속력은 4 m/s 이다.
- ㄴ. 유리관의 같은 높이에서 유체에 작용하는 압력은 같다. 따라서 $4\rho \times 10 \times 0.1 = \rho \times 10 \times (0.1 - x) + 10\rho \times 10 \times x$, $x = \frac{1}{30}(\text{m})$ 이다.
- ㄷ. 관의 단면적이 일정할 때, A와 B 사이의 압력 차는 A와 B의 높이 차에 의해서만 결정되므로 유체의 속력이 빨라져도 커지지 않는다.

20. 돌림힘의 평형

(정답) ①

- A만 d_1 만큼 B 쪽으로 이동시켰을 때 평형이 깨어진다면, 오른쪽 받침점을 회전 중심으로 하여 막대는 시계 방향으로 회전하기 시작한다. 이 순간 돌림힘의 크기는 오른쪽 받침점을 회전 중심으로 하여 같으므로 $7mg \times 3L = 5mg \times (5L - d_1) + mg \times L$, $d_1 = L$ 이다.

- B만 d_2 만큼 A 쪽으로 이동시켰을 때 평형이 깨어진다면, 왼쪽 받침점을 회전 중심으로 하여 막대는 반시계 방향으로 회전하기 시작하고, 이 순간 돌림힘의 크기는 왼쪽 받침점을 회전 중심으로 하여 같으므로 $5mg \times 4L = 7mg \times (4L - d_2)$ 가 되어, $d_2 = \frac{8}{7}L$ 이다. 따라서 $d_2 - d_1 = \frac{1}{7}L$ 이다.