

• 4교시 과학탐구 영역 •

[물리학 I]

1	①	2	④	3	③	4	①	5	⑤
6	②	7	④	8	③	9	③	10	④
11	②	12	②	13	①	14	③	15	⑤
16	⑤	17	④	18	③	19	①	20	④

1. [출제의도] 전자기파 적용하기

X선은 공항 검색대에서 가방 내부의 물건을 검색할 때 이용된다.

2. [출제의도] 질량-에너지 등가성 이해하기

ㄱ. 질량수는 양성자수와 중성자수의 합이므로 A, B의 양성자수는 각각 1, 2이다. ㄴ. 핵반응에서 질량수, 전하량은 보존되므로 ㉠은 중성자이다. ㄷ. 핵반응에서는 질량 결손에 의해 에너지가 방출된다.

3. [출제의도] 자성체 탐구 설계 및 수행하기

A, B. 자석의 S극을 가까이 가져갈 때 X가 밀려나므로 X는 반자성체이고, X의 P쪽은 S극으로 자기화된다. C. 자석의 N극을 자기화되지 않은 X의 P쪽에 가까이 가져가도 X는 밀려난다.

4. [출제의도] 작용 반작용 법칙 적용하기

ㄱ. 수평면이 A를 떠받치는 힘의 크기( $F+3mg$ )는 용수철이 B에 작용하는 힘의 크기( $F+mg$ )의 2배이므로  $F=mg$ 이다. ㄴ. 용수철이 A에 작용하는 힘의 크기는  $F+mg=2mg$ 이다. ㄷ. B에 작용하는 중력과 B가 지구에 작용하는 힘은 작용 반작용 관계이다.

5. [출제의도] 보어의 수소 원자 모형 이해하기

ㄱ. 전자가 전이할 때 방출되는 광자 1개의 에너지는 빛의 파장에 반비례하므로 빛의 파장은 a에서 b에서보다 짧다. ㄴ. 전자가  $n=3$ 에서  $n=2$ 로 전이할 때 방출되는 광자 1개의 에너지는  $E_a - E_c$ 이므로, 빛의 진동수는  $\frac{E_a - E_c}{h}$ 이다. ㄷ. 전자가  $n=4$ 에서  $n=3$ 으로 전이할 때 방출되는 광자 1개의 에너지를 E라 하면,  $E_a + E = E_b + E_c$ 이다. 따라서  $E_a < E_b + E_c$ 이다.

6. [출제의도] 파동의 요소 결론 도출 및 평가하기

ㄱ, ㄴ. 파동의 주기는 A, B에서 2초로 같고, 파장은 B에서 A에서의 2배이다. 따라서 B에서 파동의 속력은  $2\text{cm/s}$ 이고, P에서 파동의 변위는 0초일 때와 2초일 때가 같다. ㄷ. B에서 파동은 1초 동안  $2\text{cm}$ 를 이동하고, 1초일 때 Q에서 매질의 운동 방향은  $-y$  방향이므로 파동의 진행 방향은  $-x$  방향이다.

7. [출제의도] 운동량과 충격량의 관계 적용하기

ㄱ. 충격량은 운동량 변화량과 같으므로 A가 벽으로부터 받은 충격량의 크기는  $2mv$ 이다. ㄴ. 충돌 후, A, B의 운동량의 크기는 각각  $mv$ ,  $2mv$ 이므로 A, B의 속력은 각각  $v$ ,  $\frac{1}{2}v$ 이다. ㄷ. A, B가 벽으로부터 받은 평균 힘의 크기는 각각  $\frac{2mv}{t}$ ,  $\frac{3mv}{t}$ 이므로 A가 B의  $\frac{2}{3}$  배이다.

8. [출제의도] 특수 상대성 이론 문제 인식 및 가설 설정하기

① A의 관성계에서, 검출기가 Q에서 방출된 빛을 향해 운동하므로  $d_1 > d_2$ 이다. ② A의 관성계에서, B의 시간은 A의 시간보다 느리게 간다. ③ A의 관성계에서, P, Q에서 방출된 빛이 검출기에 동시에 도달하므로 빛은 P에서 Q에서보다 먼저 방출된다. ④ 모든

관성계에서, 빛의 속력은 동일하므로 B의 관성계에서 빛의 속력은  $\frac{d_2}{t_2}$ 와 같다. ⑤ B의 관성계에서, Q에서 검출기까지 빛이 진행한 거리는  $d_1$ 보다 짧으므로, 빛이 검출기에 도달하는 데 걸리는 시간은  $t_1$ 보다 작다.

9. [출제의도] 빛의 입자성 자료 분석 및 해석하기

ㄱ. 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지는 진동수가 큰 빛에 의해서 결정된다. 따라서 진동수는 A가 B보다 크다. ㄴ. 진동수가 A보다 작은 B를 Q에 비추었을 때 광전자의 최대 운동 에너지가  $2E_0$ 이므로 문턱 진동수는 P가 Q보다 크다. ㄷ. 진동수는 A가 B보다 크므로 ㉠은  $2E_0$ 보다 크다.

10. [출제의도] 열기관의 열역학 과정 결론 도출 및 평가하기

ㄱ. 단열 압축할 때 기체의 온도는 증가하므로 기체의 내부 에너지는 A에서 D에서보다 크다. ㄴ. A → B 과정에서 기체가 흡수한 열량을  $Q_0$ 이라 하면 열효율은  $0.2 = \frac{Q_0 - 4E_0}{Q_0}$ 이므로  $Q_0 = 5E_0$ 이다. ㄷ. 기체가 한 번 순환하는 동안 한 일은  $E_0$ 이므로 B → C 과정에서 기체가 한 일은  $2E_0$ 이다.

11. [출제의도] 뉴턴의 운동 법칙 문제 인식 및 가설 설정하기

q에서 B의 속력을  $v$ , p에서 q까지의 거리를  $L$ , 실이 끊어지기 전과 후 가속도의 크기를 각각  $a_1$ ,  $a_2$ 라 하면  $v^2 = 2a_1L = 2a_2 \times \frac{3}{2}L$ 이고,  $\frac{a_2}{a_1} = \frac{2}{3}$ 이다. B의 질량을  $M$ 이라 하면, 실이 끊어지기 전에는  $4mg = (6m + M)a_1$ 이고, 실이 끊어진 후에는  $mg = (m + M)a_2$ 이므로  $\frac{a_2}{a_1} = \frac{6m + M}{4(m + M)} = \frac{2}{3}$ 이다. 따라서  $M = 2m$ 이다.

12. [출제의도] 운동량 보존 법칙 적용하기

0~3초 동안 A, B의 속력은  $4\text{m/s}$ 로 같다. B는 벽과 충돌한 후 반대 방향으로  $2\text{m/s}$ 로 운동하여 5초일 때 A와 충돌한다. 5~8초 동안 A, B의 속도를 각각  $-(v+2)$ ,  $-v$ 라 가정하면 A와 B의 충돌 전후 운동량의 합은 보존되므로  $1 \times 4 - 4 \times 2 = -1 \times (v+2) - 4 \times v$ 에서  $v = \frac{2}{5}\text{m/s}$ 이다. 따라서 7초일 때 A의 속력은  $\frac{12}{5}\text{m/s}$ 이다.

13. [출제의도] 전반사 문제 인식 및 가설 설정하기

ㄱ. P가 A와 C의 경계면에서 굴절할 때 입사각이 굴절각보다 작으므로 P의 속력은 A에서 C에서보다 작다. ㄴ. A와 C 사이의 임계각은  $45^\circ$ 보다 크므로 굴절률은  $A > C > B$ 이다. ㄷ. C와 B 사이의 임계각은  $45^\circ$ 보다 크므로 P는 C와 B의 경계면에서 전반사하지 않는다.

14. [출제의도] 전류에 의한 자기장 자료 분석 및 해석하기

ㄱ. 자기장의 세기는 전류의 세기에 비례하고 도선으로부터 떨어진 거리에 반비례한다. 세 도선으로부터 q까지의 거리가 같으므로  $I_c = 3I_0$ 이다. ㄴ. p에서 C에 의한 자기장이 A, B에 의한 자기장보다 크므로 C에 흐르는 전류의 방향은  $+y$  방향이다. ㄷ. p에서 A에 의한 자기장의 세기를 B라 하면, B, C에 의한 자기장의 세기는 각각  $\frac{2}{3}B$ ,  $3B$ 이다. p에서 자기장의 세기는  $\frac{8}{3}B = B_0$ 이므로 r에서 자기장의 세기는  $2B = \frac{3}{4}B_0$ 이다.

15. [출제의도] 물결파의 간섭 적용하기

ㄱ. P, Q에서는 각각 보강, 상쇄 간섭이 일어나므로 (나)는 P의 변위를 나타낸 것이다. ㄴ. P에서는  $0.2$ 초마다 두 파원에서 발생한 파동의 마루가 중첩되므로

한 파원에서 발생하는 물결파의 주기는  $0.2$ 초이다. 따라서 물결파의 진동수는  $5\text{Hz}$ 이다. ㄷ. 상쇄 간섭이 일어나는 지점 사이에는 보강 간섭이 일어나므로  $\overline{S_1S_2}$ 에서 보강 간섭이 일어나는 지점의 수는 3개이다.

16. [출제의도] 다이오드와 정류 회로 탐구 설계 및 수행하기

ㄱ, ㄴ. 다이오드에서 전류는 p형 반도체에서 n형 반도체 쪽으로 흐르므로 X는 p형 반도체이다.  $S_1$ 을 a 또는 b에 연결할 때 전구에 불이 켜지면 전류는  $d \rightarrow$  전구  $\rightarrow c$ 로 흐른다. ㄷ.  $S_1$ 을 b에 연결하고  $S_2$ 를 열었을 때, A에는 순방향 전압이 걸리므로 A의 n형 반도체에 있는 전자는 p-n 접합면 쪽으로 이동한다.

17. [출제의도] 등가속도 운동 문제 인식 및 가설 설정하기

(가)에서 (나)까지 A, B의 속도 변화량의 크기는  $2v$ 로 같으므로 (나)에서 A의 속력은  $v$ 이다. 가속도의 크기를  $a$ , (가)에서 (나)까지 걸린 시간을  $t$ 라 하면  $3L = [7L + 2vt - \frac{1}{2}at^2] - [3vt - \frac{1}{2}at^2]$ 이므로  $t = \frac{4L}{v}$ 이고,  $a = \frac{2v}{t} = \frac{v^2}{2L}$ 이다. (가)부터 A, B가 만날 때까지 걸린 시간을  $t'$ 라 하면  $0 = [7L + 2vt' - \frac{1}{2}a(t')^2] - [3vt' - \frac{1}{2}a(t')^2]$ 이므로  $t' = \frac{7L}{v}$ 이다. A의 속도는  $3v - at' = -\frac{1}{2}v$ 이므로  $v_A = \frac{1}{2}v$ 이다.

18. [출제의도] 전자기 유도 자료 분석 및 해석하기

ㄱ, ㄴ. p가  $x=5d$ 를 지날 때는 II에 의해  $-y$  방향으로 유도 전류가 흐른다. p가  $x=8d$ 를 지날 때는 I과 III에 의해  $-y$  방향으로 유도 전류가 흘러야 하므로 I에서 자기장의 세기는 III에서 자기장의 세기보다 크고, 자기장의 방향은  $xy$ 평면에 수직으로 들어가는 방향이다. ㄷ. I과 III에 의한 유도 전류의 세기는 II에 의한 유도 전류의 세기와 같으므로 자기장의 세기는 I에서 II에서보다 크다. 따라서 p에 흐르는 유도 전류의 세기는 p가  $x=2d$ 를 지날 때가  $x=11d$ 를 지날 때보다 크다.

19. [출제의도] 전기력 문제 인식 및 가설 설정하기

ㄱ. B가 C에 가까워지면 C에 작용하는 전기력의 방향이 B를 향하는 방향이 되므로 B와 C의 전하의 종류는 다르다. 따라서 (가)에 의해 B와 C는 각각 음(-), 양(+)전하이다. ㄴ. A와 B의 전하의 종류는 다르고, B가 A에서 멀어져도 A에 작용하는 전기력의 방향은 같으므로 A에 작용하는 전기력의 방향은  $+x$  방향이다. ㄷ. (나)에서 A와 B, B와 C, C와 A 사이에 작용하는 전기력의 크기를 각각  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ 이라 하면,  $F_2 > F_3$ 이고,  $F_3 > F_1$ 이므로 B에 작용하는 전기력의 크기( $F_2 - F_1$ )는 C에 작용하는 전기력의 크기( $F_2 - F_3$ )보다 크다.

20. [출제의도] 역학적 에너지 보존 법칙 적용하기

가속도의 크기는 A가 I에서 운동할 때가 B가 III에서 운동할 때의 2배이다. I, III에서 운동하는 동안 A, B의 속도 변화량의 크기를 각각  $2v'$ ,  $v'$ 라 하면,  $\frac{2v'}{2} = \frac{(v'+v)+v}{2}$ 에서  $v' = 2v$ 이다. 따라서 I의 시작점에서 A의 속력은  $4v$ 이고, III의 시작점에서 B의 속력은  $3v$ 이다. 용수철에서 분리된 직후 A, B의 속력을 각각  $2v_0$ ,  $v_0$ 이라 하면, 물체가 궤도를 따라 운동할 때 역학적 에너지가 보존되는 경로에서 두 지점의 높이차는 물체의 속력의 제곱 차에 비례하므로  $[(4v)^2 - (2v_0)^2] : [(3v)^2 - v_0^2] = 3h : 2h$ 에서  $v_0 = v$ 이다. A가  $3h$ 만큼 내려오는 동안,  $3mgh = 6mv^2$ 이고, II에서 B의 감소한 역학적 에너지는 B의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량과 같으므로  $2mgh = 4mv^2$ 이다.