

2021학년도 11월 고2 전국연합학력평가

정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

[물리학 I]

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

1. [출제의도] 빛의 굴절 현상 적용하기

A. 물과 공기의 경계면에서 빛이 굴절하여 물이 담긴 컵 속에 넣은 빨대가 꺾여 보인다. B. 공기와 렌즈의 경계면에서 빛이 굴절하여 렌즈를 통과한 빛이 한 점에 모인다. C. 온도가 다른 공기의 경계면에서 빛이 굴절하여 도로상에 신기루가 보인다.

2. [출제의도] 여러 가지 물체의 운동 이해하기

P는 속력이 변하고 운동 방향은 변하지 않는 운동, Q는 속력과 운동 방향이 모두 변하는 운동을 한다.

3. [출제의도] 핵반응 이해하기

ㄱ. A는 질량수가 작은 원자핵들이 반응하여 질량수가 큰 원자핵이 생성되는 핵융합이다. ㄴ. 핵반응에서 반응 전과 후 질량수와 전하량은 보존된다. ㉠은 전하량이 0이고, 질량수가 1인 중성자이다. ㄷ. 핵융합에서는 결손된 질량이 에너지로 변환된다.

4. [출제의도] 전자기파 적용하기

ㄱ. X선은 투과력이 커서 치아 사진을 찍을 때 이용된다. ㄴ. X선은 가시광선보다 파장이 짧다. ㄷ. 전자레인지에서 음식물을 데울 때 이용되는 전자기파는 마이크로파이다.

5. [출제의도] 열기관 열효율 결론 도출 및 평가하기

A. 열은 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하므로 온도는 X가 Y보다 높다. B. C. 열기관이 X로부터 흡수한 열은 열기관이 한 일과 Y로 방출한 열의 합과 같으므로 100J이다. 따라서 열기관의 열효율은 $\frac{20J}{100J}=0.2$ 이다.

6. [출제의도] 뉴턴 운동 법칙 적용하기

ㄱ, ㄴ. A가 B에 작용하는 힘의 크기가 $\frac{2}{3}F$ 이므로 작용 반작용 법칙에 의해 B가 A에 작용하는 힘의 크기는 $\frac{2}{3}F$ 이다. 따라서 A에 작용하는 알짜힘의 크기는 $F - \frac{2}{3}F = \frac{1}{3}F$ 이다. ㄷ. A, B에 작용하는 알짜힘의 크기는 각각 $\frac{1}{3}F$, $\frac{2}{3}F$ 이고, A와 B의 가속도의 크기는 같으므로 질량은 B가 A의 2배이다.

7. [출제의도] 등가속도 직선 운동 적용하기

등가속도 운동에서 속도의 변화량은 운동하는 데 걸린 시간에 비례한다. p에서 q까지 속력의 증가량이 $4v$ 이므로 q에서 r까지 속력의 증가량은 $2v$ 이다. 따라서 r에서 자동차의 속력은 $7v$ 이다. p에서 r까지 운동하는 동안 평균 속력은 $4v$ 이므로 걸린 시간은 $\frac{L}{4v}$ 이다. 따라서 $a = \frac{\text{속도 변화량}}{\text{걸린 시간}} = \frac{24v^2}{L}$ 이다.

8. [출제의도] 열역학 제1법칙 자료 분석 및 해석하기

ㄱ, ㄴ. A→B 과정은 기체의 압력이 일정하고 부피가 증가하였으므로 기체의 온도는 A에서 B에서보다 낮다. 기체가 흡수 또는 방출한 열량을 Q, 기체의 내부 에너지 변화량을 ΔU , 기체가 한 일을 W라 할 때 $Q = \Delta U + W$ 이다. A→B 과정에서 기체

의 내부 에너지는 증가($\Delta U > 0$)하고 기체가 외부에 일을 하였으므로($W > 0$) 기체는 열을 흡수($Q > 0$)한다. ㄷ. B→C 과정은 단열 과정이므로 $Q = \Delta U + W = 0$ 이다. 따라서 기체가 외부에 한 일은 기체의 내부 에너지 감소량과 같다.

9. [출제의도] 고체의 에너지 띠 이해하기

ㄱ. 원자가 띠의 일부만 전자가 채워져 있거나 원자가 띠와 전도띠가 겹쳐져 있어 띠 간격이 없으면 도체이다. 따라서 A는 도체이다. ㄴ. 띠 간격이 작을수록 전기 전도성이 좋으므로 전기 전도성은 A가 B보다 좋다. ㄷ. 원자가 띠의 전자가 띠 간격 이상의 에너지를 흡수하면 전도띠로 전이할 수 있다.

10. [출제의도] 운동량 보존 법칙 자료 해석하기

ㄱ, ㄴ. 물체가 받은 충격량은 물체의 운동량의 변화량과 같다. 충돌하는 동안 B가 A로부터 받은 충격량의 크기는 $4N \cdot s$ 이고 충돌 전 B의 운동량은 0이므로 충돌 후 B의 운동량의 크기는 $4kg \cdot m/s$ 이다. 충돌 후 B의 속력이 $4m/s$ 이므로 B의 질량은 $1kg$ 이다. ㄷ. 충돌 후 A의 속력을 v_A 라 할 때, $2kg \times 5m/s = (2kg \times v_A) + (1kg \times 4m/s)$ 이므로 $v_A = 3m/s$ 이다.

11. [출제의도] 보어의 수소 원자 모형 자료 분석하기

ㄱ. a에서 흡수되는 광자 1개의 에너지는 $(-16E) - (-36E) = 20E$ 이다. ㄴ. 전자가 전이할 때 흡수되는 빛의 에너지는 b에서 c에서보다 크다. 빛의 에너지는 진동수에 비례하므로 흡수되는 빛의 진동수는 b에서 c에서보다 크다. ㄷ. 전자가 전이할 때 흡수되는 빛의 에너지는 a에서 b에서보다 작다. 빛의 에너지는 파장에 반비례하므로 ㉠은 b에 의해 나타난 스펙트럼선이다.

12. [출제의도] 특수 상대성 이론 문제 인식하기

ㄱ. 광속 불변 원리에 따라 모든 관성계에서 빛의 속력은 같다. ㄴ. Q의 관성계에 대해 운동하는 P의 시간은 Q의 시간보다 느리게 간다. ㄷ. P의 관성계에서, A, B에서 발생한 빛이 검출기에 동시에 도달하므로 A, B에서 빛이 동시에 발생한다. P의 관성계에서 동시에 발생한 두 사건은 Q의 관성계에서 동시에 발생하지 않는다. Q의 관성계에서, 빛이 A에서 B에서보다 먼저 발생한다.

13. [출제의도] 다이오드 탐구 설계 및 수행하기

ㄱ. 스위치를 a에 연결했을 때, 회로에 전류가 흐르지 않으므로 다이오드에는 역방향 전압이 걸린다. ㄴ. 스위치를 b에 연결했을 때, 회로에 전류가 흐르므로 다이오드에는 순방향 전압이 걸린다. 따라서 X는 p형 반도체이다. ㄷ. 다이오드에 역방향 전압이 걸리면 전류가 흐르지 않고, 순방향 전압이 걸리면 전류가 흐르므로 다이오드는 정류 작용을 하는 전기 소자이다.

14. [출제의도] 전반사 현상 결론 도출 및 평가하기

ㄱ. 전반사는 입사각이 임계각보다 클 때 일어난다. 따라서 A와 공기 사이의 임계각은 45° 보다 크지 않다. ㄴ. 단색광이 B와 공기의 경계면에서 굴절할 때 입사각이 굴절각보다 작으므로 단색광의 속력은 B에서 공기에서보다 작다. ㄷ. A와 공기 사이의 임계각이 B와 공기 사이의 임계각보다 작으므로 A와 공기의 굴절률 차는 B와 공기의 굴절률 차보다 크다. 따라서 굴절률은 A가 B보다 크다.

15. [출제의도] 전류에 의한 자기장 자료 분석 및 해석하기

ㄱ, ㄴ. A, B에 흐르는 전류에 의한 자기장이 0인 지점은 $x=0$ 과 $x=d$ 사이에 있으므로 A, B에 흐르는 전류의 방향은 같고, 전류의 세기는 A에서 B에서보다 크다. $x=0$ 에서 자기장의 방향이 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이므로 A에 흐르는 전류의 방

향은 $+y$ 방향이다. ㄷ. $x=-d$ 에서 A에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기를 B_A , $x=d$ 에서 B에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기를 B_B 라 할 때, 자기장의 세기는 $x=-d$ 에서 $B_A - \frac{1}{3}B_B$ 이고, $x=d$ 에서 $B_B - \frac{1}{3}B_A$ 이다. 전류의 세기는 A에서 B에서보다 크므로 $B_A > B_B$ 이다. 따라서 자기장의 세기는 $x=-d$ 에서 $x=d$ 에서보다 크다.

16. [출제의도] 물체의 자성 탐구 설계 및 수행하기

ㄱ. 강자성체는 외부 자기장을 제거하여도 자기화된 상태를 유지한다. (나)에서 자기화되지 않은 철가루가 자기화되어 A에 달라붙었으므로 A는 강자성체이다. ㄴ. 강자성체는 외부 자기장과 같은 방향으로 자기화되므로 A의 뒷면은 N극으로 자기화된다. ㄷ. B는 반자성체이다. 반자성체는 외부 자기장을 제거하면 자기화된 상태를 유지하지 못하므로 (가)에서 B를 꺼내 자기화되지 않은 철가루에 가까이 가져갔을 때, 철가루는 자기화되지 않는다.

17. [출제의도] 소리의 간섭 탐구 설계 및 수행하기

ㄱ. 실험 I에서, $x=0$ 에서 보강 간섭이 일어나므로 A와 C에서 발생한 소리는 $x=0$ 에서 위상이 서로 같다. ㄴ. A, B에서 발생한 소리가 $x=0$ 까지 진행한 거리의 차는 B, C에서 발생한 소리가 $x=0$ 까지 진행한 거리의 차와 같다. 따라서 실험 II에서 A, B에서 발생한 소리는 $x=0$ 에서 상쇄 간섭한다. ㄷ. B, C에서 발생한 소리가 $x = \frac{d}{2}$ 까지 진행한 거리는 서로 같으므로 실험 III에서, $x = \frac{d}{2}$ 에서 보강 간섭이 일어난다.

18. [출제의도] 전자기 유도 법칙 적용하기

ㄱ. 유도 전류는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 흐른다. t_1 일 때 자석의 S극이 A에 가까워지므로 A를 위 방향으로 통과하는 자석에 의한 자기 선속이 증가한다. 따라서 A에 흐르는 유도 전류의 방향은 ㉠방향이다. ㄴ. t_2 부터 t_3 까지, 자석이 운동하지 않으므로 A를 통과하는 자기 선속의 변화가 없다. ㄷ. 단위 시간 동안 A를 통과하는 자석에 의한 자기 선속의 변화가 클수록 A에 흐르는 유도 전류의 세기는 크다. A의 중심으로부터 자석까지의 거리는 t_1 일 때와 t_4 일 때 같고, 자석의 속력은 t_1 일 때와 t_4 일 때보다 작으므로 A에 흐르는 유도 전류의 세기는 t_1 일 때와 t_4 일 때보다 작다.

19. [출제의도] 전기력 문제 인식 및 가설 설정하기

ㄱ. A, C는 같은 종류의 전하이므로 A와 C 사이에는 서로 미는 전기력이 작용한다. ㄴ. C가 A에 작용하는 전기력의 방향이 $-x$ 방향이므로 B가 A에 작용하는 전기력의 방향은 $+x$ 방향이다. 따라서 B는 음(-)전하이다. ㄷ. A와 C 사이에 작용하는 전기력의 크기를 F, B가 A에 작용하는 전기력의 크기를 F_{BA} , B가 C에 작용하는 전기력의 크기를 F_{BC} 라 할 때, A, C에 작용하는 전기력의 방향이 각각 $+x$ 방향이므로 $F_{BA} > F > F_{BC}$ 이다. 따라서 전하량의 크기는 A가 C보다 크다.

20. [출제의도] 용수철 전자의 역학적 에너지 적용하기

(가), (나), (다)에서 물체의 운동 에너지, 물체의 중력 퍼텐셜 에너지, 용수철에 저장된 탄성 퍼텐셜 에너지의 합은 보존된다. 수평면에서 물체의 중력 퍼텐셜 에너지를 0, 용수철 상수를 k 라 할 때, $mgL + \frac{1}{2}k(4L-L)^2 = mg(5L) + \frac{1}{2}k(5L-4L)^2 = \frac{1}{2}mv^2 + mg(2L) + \frac{1}{2}k(4L-2L)^2$ 이다. 따라서 $k = \frac{mg}{L}$ 이고, $v = \sqrt{3gL}$ 이다.