

2021학년도 4월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

[물리학 I]

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

1. [출제의도] 여러 가지 물체의 운동 이해하기

A는 속력이 일정하고 운동 방향만 변하는 운동, B는 속력이 변하고 운동 방향은 변하지 않는 운동, C는 속력과 운동 방향이 모두 변하는 운동이다.

2. [출제의도] 전자기파의 특징 이해하기

A는 라디오파, B는 자외선, C는 감마선이다. 라디오는 라디오파를 수신하여 방송이 나오는 장치, 식기 소독기는 자외선으로 살균하는 장치이다.

3. [출제의도] 핵반응 이해하기

ㄱ. 질량수가 큰 원자핵이 질량수가 작은 원자핵들로 분열되었으므로 핵분열 반응이다. ㄴ. 핵반응에서 반응 전, 후 질량수는 보존되므로 A의 질량수는 141이다. ㄷ. 핵반응에서는 결손된 질량이 에너지로 변환된다. 따라서 입자들의 질량의 합은 반응 전이 반응 후보다 크다.

4. [출제의도] 빛의 입자성 적용하기

A. 전하 결합 소자(CCD)에 빛을 비추면 전자-양공 쌍이 생성되는 것은 빛의 입자성으로 설명할 수 있다. B, C. 비누 막에서 다양한 색의 무늬가 보이는 것과 지폐의 숫자 부분이 보는 각도에 따라 다른 색으로 보이는 것은 빛의 파동성으로 설명할 수 있다.

5. [출제의도] 절연체와 반도체의 에너지띠 자료 분석하기

ㄱ. 띠 간격이 A가 B보다 크므로 A는 절연체, B는 반도체이다. ㄴ. 원자가 띠의 전자가 전도띠로 전이하려면 띠 간격 이상의 에너지를 흡수해야 한다. ㄷ. 띠 간격이 작을수록 전기 전도도가 크다. 따라서 ㉠은 4.35×10^{-4} 보다 작다.

6. [출제의도] 운동량 보존 법칙과 충격량 적용하기

충돌 전 A, B의 운동량의 합은 $3mv_0$ 이다. 충돌 후 A, B의 속력을 각각 v , $2v$ 라 할 때, A, B의 운동량의 합은 $5mv$ 이다. 충돌 전, 후 운동량의 합은 보존되므로 $v = \frac{3}{5}v_0$ 이다. 충돌하는 동안 A가 B로부터 받은 충격량의 크기는 A의 운동량 변화량의 크기와 같으므로 $\frac{6}{5}mv_0$ 이다.

7. [출제의도] 열기관 효율 자료 분석 및 해석하기

ㄱ. 기체가 흡수한 열량은 기체의 내부 에너지 변화량과 기체가 외부에 한 일의 합과 같다. A→B 과정에서 기체의 내부 에너지가 증가하므로 기체가 외부에 한 일은 Q_0 보다 작다. ㄴ. B→C 과정에서 기체는 단열 팽창하므로 기체의 온도는 감소한다. 따라서 기체의 내부 에너지는 감소한다. ㄷ. 열기관이 흡수한 열량이 Q_0 이고 열기관의 효율이 0.4이므로 기체가 한 일은 $0.4Q_0$ 이다. 따라서 C→D 과정에서 기체가 방출한 열량은 $0.6Q_0$ 이다.

8. [출제의도] 특수 상대성 이론 적용하기

ㄱ. 광속 불변의 원리에 따라 빛의 속력은 일정하다. ㄴ. Q와 검출기를 잇는 직선은 우주선의 운동 방향

과 수직을 이루므로 Q와 검출기 사이의 거리는 길이 수축이 일어나지 않는다. 따라서 Q와 검출기 사이의 거리는 A의 관성계에서와 B의 관성계에서가 같다. ㄷ. A의 관성계에서는 P, Q에서 동시에 발생한 빛이 검출기에 동시에 도달하므로 B의 관성계에서는 P, Q에서 빛이 동시에 발생하지 않는다.

9. [출제의도] 보어의 수소 원자 모형 이해하기

ㄱ. 전자가 전이할 때 방출되는 빛의 에너지는 A에서 B에서보다 크다. 빛의 에너지는 파장에 반비례하므로 방출되는 빛의 파장은 A에서 B에서보다 짧다. ㄴ. 전자가 전이할 때, 에너지 준위 차에 해당하는 에너지가 방출되므로 B에서 방출되는 광자 1개의 에너지는 $E_3 - E_2$ 이다. ㄷ. 광자 1개의 에너지는 $E = hf$ 이다. C에서 방출되는 광자 1개의 에너지는 $E_4 - E_3$ 이므로 방출되는 빛의 진동수는 $\frac{E_4 - E_3}{h}$ 이다.

10. [출제의도] 운동의 법칙 가설 설정하기

(가)에서 A가 정지해 있으므로 A에 작용하는 알짜힘은 0이다. A의 질량을 m_A 라 할 때, $3 \times (F$ 의 크기) = (F의 크기) + $m_A g$ 이므로 F의 크기는 $\frac{1}{2} m_A g$ 이다. (나)에서 A와 B 전체에 작용하는 알짜힘의 크기는 F의 크기와 같으므로 $\frac{1}{2} m_A g = (m_A + m) \times \frac{1}{8} g$ 에서 $m_A = \frac{1}{3} m$ 이다. (나)에서 실이 A를 당기는 힘의 크기를 T라 할 때, A에 작용하는 알짜힘의 크기가 $\frac{1}{24} mg$ 이므로 $\frac{1}{24} mg = T - \frac{1}{3} mg$ 이다. 따라서 $T = \frac{3}{8} mg$ 이다.

11. [출제의도] 전류에 의한 자기장 탐구 설계 및 수행하기

ㄱ. Q에 흐르는 전류의 방향이 -y방향이므로 양페르 오른손사 법칙을 적용하면 O에서 Q에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은 xy평면에 수직으로 들어가는 방향이다. ㄴ. P에 흐르는 전류의 세기가 I_0 일 때, O에서 자기장은 0이므로 P에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은 xy평면에서 수직으로 나오는 방향이다. 따라서 ㉠은 시계 반대 방향이다. ㄷ. P에 흐르는 전류의 세기가 $2I_0$ 이고, O에서 P, Q에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향이 같으므로 ㉡은 $3B_0$ 이다.

12. [출제의도] 물체의 자성 결론 도출 및 평가하기

ㄱ, ㄴ, ㄷ. A는 외부 자기장을 제거하여도 자성을 유지하였으므로 강자성체이다. 강자성체는 외부 자기장과 같은 방향으로 자기화되므로 자석과 A는 서로 당기는 방향으로 자기력이 작용한다. (가)에서 실이 자석에 작용하는 힘의 크기는 자석의 무게보다 크다. B가 A 쪽으로 기울어져 정지했으므로 A와 B는 서로 당기는 방향으로 자기력이 작용한다. 따라서 B는 상자성체이다.

13. [출제의도] 전자기 유도 자료 분석 및 해석하기

ㄱ. 유도 전류는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 흐른다. 2초일 때, 고리를 통과하는 자기 선속이 증가하므로 p에 흐르는 유도 전류의 방향은 +y 방향이다. ㄴ. 5초일 때, 고리를 통과하는 자기 선속이 변하지 않으므로 유도 전류가 흐르지 않는다. ㄷ. 고리의 속력이 2초일 때가 7초일 때보다 작으므로 유도 전류의 세기는 2초일 때가 7초일 때보다 작다.

14. [출제의도] 빛의 굴절 법칙 적용하기

ㄱ. A와 B의 경계면에서 P가 전반사하므로 굴절률은 A가 B보다 크다. ㄴ. P가 A와 C의 경계면에서 굴절

할 때 굴절각이 입사각보다 크므로 P의 속력은 A에서 C에서보다 작다. ㄷ. C의 굴절률은 A보다 작고 B보다 크므로 C와 B 사이의 임계각은 45° 보다 크다. P가 A에서 C로 굴절할 때 굴절각은 50° 보다 크므로 C에서 B로 입사하는 입사각은 40° 보다 작다. 따라서 C와 B의 경계면에서 P는 전반사하지 않는다.

15. [출제의도] 파동의 요소 자료 분석 및 해석하기

ㄱ, ㄴ. 파장은 마루와 마루 사이, 골과 골 사이의 거리이므로 2cm이다. 물결파의 주기는 2초이므로 물결파의 진행 속력은 1cm/s이다. ㄷ. 물결파의 위상은 P, Q에서 반대이므로 2초일 때, Q에서의 변위는 -2cm이다.

16. [출제의도] 소리의 간섭 탐구 설계 및 수행하기

ㄱ. O는 보강 간섭이 일어나는 지점이므로 S_1, S_2 에서 발생한 소리의 위상은 O에서 서로 같다. ㄴ. O에서 +x방향으로 1m만큼 떨어진 P에서는 상쇄 간섭하므로 O에서 -x방향으로 1m만큼 떨어진 지점에서도 상쇄 간섭한다. ㄷ. S_1 에서 발생하는 소리의 위상만을 반대로 하면 O에서 반대 위상으로 만나므로 상쇄 간섭한다.

17. [출제의도] 물질파를 이용한 전자 현미경 이해하기

ㄱ. 전자의 물질파 파장은 전자의 운동량에 반비례한다. 따라서 전자의 운동량이 클수록 ㉠은 짧다. ㄴ. 전자의 물질파 파장이 짧을수록 분해능이 좋다. ㄷ. 주사 전자 현미경에서는 시료 표면에 반사된 전자를 이용하여 시료의 표면을 관찰할 수 있다.

18. [출제의도] 등가속도 직선 운동 적용하기

A, B의 가속도의 크기를 a, A, B가 p에서 q까지 운동하는 동안 걸린 시간을 각각 t_A, t_B 라 할 때, $L = \frac{4}{5} v t_A = \frac{1}{2} a t_A^2$ 이다. A가 p를 지날 때 속력이 $\frac{3}{5} v$ 이므로 $a = \frac{2v}{5t_A}$ 에서 $t_B = 2t_A$ 이다. q와 r 사이의 거리는 t_B 동안 A가 이동한 거리와 같다. r에서 A의 속력이 $\frac{9}{5} v$ 이므로 B가 p에서 q까지 운동하는 동안 A의 평균 속력은 $\frac{7}{5} v$ 이다. 따라서 q와 r 사이의 거리는 $\frac{7}{5} v t_B$ 이므로 $\frac{7}{2} L$ 이다.

19. [출제의도] 전기력 문제 인식 및 가설 설정하기

C가 B에 작용하는 전기력의 크기는 C가 $x = 2d$ 에 있을 때가 $x = 4d$ 에 있을 때보다 크므로 C는 양(+) 전하이다. C가 B에 작용하는 전기력의 방향은 -x방향이므로 A는 양(+) 전하이다. C가 B에 작용하는 힘의 크기는 (가)에서 (나)에서의 9배이다. (가)에서 A, C가 B에 작용하는 힘의 크기를 각각 F_1, F_2 라 할 때 $F_1 - F_2 = F$ 이고, (나)에서 $F_1 - \frac{1}{9} F_2 = 2F$ 이다. 따라서 $\frac{F_1}{F_2} = \frac{17}{9}$ 이다. (가)에서, B로부터 떨어진 거리는 A와 C가 같으므로 $\frac{Q_A}{Q_C} = \frac{17}{9}$ 이다.

20. [출제의도] 용수철 진자의 역학적 에너지 탐구 설계 및 수행하기

물체가 q에서 r까지 운동하는 동안, 용수철에 저장된 탄성 퍼텐셜 에너지 증가량은 $\frac{1}{4} E_0$ 이다. 물체가 q, r를 지나는 순간 물체의 운동 에너지를 각각 K_1, K_2 라 할 때, $K_1 - K_2 = \frac{7}{20} E_0$ 이다. $E_1 = K_1, E_2 = K_2 + \frac{1}{4} E_0$ 이므로 $E_1 - E_2 = \frac{1}{10} E_0$ 이다.