

2021학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가
과학탐구영역 물리학 I 정답 및 해설

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

1. 물체의 운동

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 구슬은 운동하는 동안 연직 아래 방향으로 중력을 받으므로 구슬의 속력은 변한다.

정답 ①

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 농구공에 작용하는 알짜힘의 방향이 농구공의 운동 방향과 같으면 농구공은 직선 운동을 한다. 그러나 농구공은 포물선 운동을 하므로 농구공에 작용하는 알짜힘의 방향은 농구공의 운동 방향과 같지 않다.

ㄷ. (다)에서 사람은 원운동을 하므로 사람의 운동 방향은 수시로 변한다.

2. 전류에 의한 자기장의 이용

[정답맞히기] ㄱ. 전자석 기중기는 전류에 의한 자기장을 이용하여 무거운 물체를 들어 올리거나 옮기는 장치이다.

ㄷ. 자기 공명 영상 장치(MRI)는 전자석에 전류가 흐를 때 발생하는 강한 자기장을 이용하여 영상을 얻는 장치이다.

정답 ③

[오답피하기] ㄴ. 발광 다이오드(LED)는 전기 에너지를 빛에너지로 변환시키는 반도체 소자이다.

3. 파동의 이용

[정답맞히기] A. 소음 제거 이어폰은 외부의 소음과 위상이 반대인 소리를 발생하여 상쇄 간섭을 일으킴으로써 파동(소리)의 세기가 감소하는 현상을 이용하여 소음을 제거한다.

정답 ①

[오답피하기] B. 돋보기는 빛이 굴절하는 성질을 이용하여 작은 글씨를 크게 볼 수 있도록 해준다.

C. 악기의 울림통은 소리의 보강 간섭을 일으켜서 파동(소리)의 세기가 증가하는 현상을 이용하여 소리의 크기를 크게 한다.

4. 전자기파의 이용

[정답맞히기] A는 X선보다 파장이 짧은 전자기파이므로 감마선이고, 적외선 다음으로 파장이 긴 전자기파 B는 마이크로파, 마이크로파 다음으로 파장이 긴 전자기파 C는 전파이다. 암 치료기는 감마선을 이용하고, 전자레인지는 마이크로파를 이용하며, 라디오는 전파를 이용한다.

따라서 A는 암 치료기, B는 전자레인저, C는 라디오에서 각각 이용한다.

정답 ④

5. 전자기 유도

[정답맞히기] N극을 아래로 하여 자석을 코일에 접근시킬 때 검류계의 바늘이 왼쪽으로 움직였으므로 S극을 아래로 하여 자석을 코일에 접근시키면 검류계의 바늘은 오른쪽으로 움직인다. 검류계에 흐르는 유도 전류의 세기는 코일을 지나는 자기 선속의 단위 시간당 변화율에 비례하므로 자석의 속력이 클수록 검류계에 흐르는 유도 전류의 세기는 커진다. 따라서 (라)의 결과는 검류계의 바늘이 오른쪽으로 움직이고, 그 폭은 (다)의 결과보다 커야 한다.

정답 ⑤

6. 핵반응

[정답맞히기] ㄴ. 핵융합은 가벼운 원자핵들이 합쳐져 무거운 원자핵이 되는 과정인데, 이 과정에서 발생하는 에너지는 질량 결손에 의한 것이다.

ㄷ. 핵분열은 무거운 원자핵이 쪼개져 가벼운 원자핵들이 되는 과정이므로 질량수가 큰 원자핵이 반응하여 질량수가 작은 원자핵들이 생성된다.

정답 ④

[오답피하기] ㄱ. A는 수소 원자핵(${}_1^1\text{H}$)이고 B는 헬륨 원자핵(${}_2^4\text{He}$)이다. 따라서 원자핵 1개의 질량은 B가 A보다 크다.

7. 빛과 소리의 굴절

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 빛의 진동수는 물과 공기에서 같고, 빛의 속력은 공기에서가 물에서보다 크다. 빛의 속력은 진동수와 파장의 곱이므로 빛의 파장은 물에서가 공기에서보다 짧다.

정답 ①

[오답피하기] ㄴ. 빛의 진동수는 광원에서 결정되고, 매질에 따라 변하지 않는다. 따라서 (가)에서 빛의 진동수는 물과 공기에서 같다.

ㄷ. (나)에서 차가운 공기에서 발생한 소리는 따뜻한 공기가 있는 위쪽으로 향하다가 차가운 공기 쪽으로 휘어진다. 소리(파동)는 속력이 느린 쪽으로 휘어지므로 소리의 속력은 차가운 공기에서가 따뜻한 공기에서보다 작다.

8. 운동 법칙

[정답맞히기] 접촉된 A, B, C를 하나의 물체로 생각할 때 (가)와 (나)에서 물체의 가속도의 크기는 $a = \frac{24\text{ N}}{12\text{ kg}} = 2\text{ m/s}^2$ 이다. (가)에서 A가 B에 작용하는 힘의 크기는 B와 C에 작용하는 알짜힘의 크기와 같으므로 $F_1 = 8 \times 2 = 16(\text{N})$ 이고, (나)에서 A가 B에 작용하는 힘의 크기는 B가 A에 작용하는 힘의 크기와 같고, A에 작용하는 알짜힘의 크기와 같으므로 $F_2 = 4 \times 2 = 8(\text{N})$ 이다. 따라서 $F_1 : F_2 = 2 : 1$ 이다.

정답 ⑤

9. 운동량 보존

[정답맞히기] ㄷ. A와 B의 처음 운동량의 합은 0이고, 분리된 후에도 A와 B의 운동량 합은 0으로 보존되어야 한다. A와 B의 운동량의 방향은 서로 반대 방향이므로 4초일

때 운동량의 크기는 A와 B가 같다.

정답 ②

[오답피하기] ㄱ. 이동 거리-시간 그래프의 직선의 기울기는 물체의 속력을 의미한다. 따라서 A의 속력은 0.1 m/s , B의 속력은 0.05 m/s 이다.

ㄴ. 3초일 때 B의 속력은 0.05 m/s 이므로 운동량 크기는 $p_B = 2 \times 0.05 = 0.1(\text{kg} \cdot \text{m/s})$ 이다.

10. 다이오드와 전기 회로

[정답맞히기] ㄱ. 스위치를 a에 연결할 때 P, Q가 모두 켜졌고, 스위치를 b에 연결할 때 Q는 켜지지 않았으므로 X는 전원의 방향에 관계없이 전류가 흐른다. 따라서 X는 저항이고, Y는 다이오드이다.

ㄴ. 스위치를 a에 연결할 때 P, Q가 모두 켜졌으므로 다이오드에 순방향 전압이 걸려 전류가 다이오드를 통과하였다.

ㄷ. Y는 다이오드이다. 다이오드는 순방향 전압이 걸릴 때 전류가 다이오드를 통과하고, 역방향 전압이 걸릴 때 전류가 다이오드를 통과하지 못하게 하는 정류 작용을 한다.

정답 ⑤

11. 보어의 수소 원자 모형

[정답맞히기] ㄱ. 빛에너지는 빛의 진동수에 비례하고 파장에 반비례한다. 흡수되는 빛의 에너지는 a에서가 b에서보다 작으므로 흡수되는 빛의 진동수도 a에서가 b에서보다 작다.

ㄴ. ⑦은 파장이 가장 짧은 스펙트럼선이므로 흡수되는 빛에너지의 진동수가 가장 큰 스펙트럼선이다. 따라서 ⑦은 c에 의해 나타난 스펙트럼선이다.

정답 ③

[오답피하기] ㄷ. d에서 방출되는 광자 1개의 에너지는 $|E_4 - E_1|$ 이므로 $|E_2 - E_1|$ 보다 크다.

12. 물질의 자성

[정답맞히기] ㄷ. (나)의 철 클립이 자석에서 떨어진 후에도 서로 달라붙은 것은 자성을 유지하고 있기 때문이다. 따라서 (나)의 철 클립은 자기화되어 있다.

정답 ②

[오답피하기] ㄱ. (가)에서 자석에 붙여 놓았던 알루미늄 클립들은 자석에서 떨어진 후 서로 달라붙지 않았으므로 자석이 사라진 후 알루미늄 클립들의 내부는 자기화된 상태가 유지되지 않았다. 따라서 알루미늄 클립은 강자성체가 아니다.

ㄴ. (나)에서 자석에 붙여 놓았던 철 클립들은 자석에서 떨어진 후 서로 달라붙었으므로 자석이 사라진 후 철 클립들의 내부는 자기화된 상태를 유지하였다. 따라서 철 클립은 강자성체이다.

13. 충격력

[정답맞히기] 0.1초일 때 질량이 2 kg 인 수레의 속력이 4 m/s 이므로 수레의 운동량의

크기는 $8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이고, 0.3초일 때 수레의 속력이 2 m/s 이므로 수레의 운동량의 크기는 $4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 이다. 충격량의 크기는 운동량 변화량의 크기와 같으므로 $4 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 4 \text{ N}\cdot\text{s}$ 이다. 따라서 0.1초부터 0.3초까지 수레가 받은 평균 힘의 크기는 $\frac{4 \text{ N}\cdot\text{s}}{0.2 \text{ s}} = 20 \text{ N}$ 이다.

정답 ②

14. 열역학 과정과 열기관

[정답맞히기] ㄴ. 기체는 한 번 순환하는 동안 150 J의 열량을 흡수하고 120 J의 열량을 방출하였으므로 30 J의 일을 하였다.

ㄷ. 열기관은 150 J의 열량을 흡수하여 30J의 일을 하였으므로 열기관의 열효율은 $\frac{30 \text{ J}}{150 \text{ J}} = 0.2$ 이다.

정답 ④

[오답피하기] ㄱ. $B \rightarrow C$ 과정에서 기체의 부피는 증가하므로 기체가 한 일은 0이 아니다.

15. 물질파

[정답맞히기] ㄴ. 물질파 파장- 속력 그래프에서 A, C의 물질파 파장이 같을 때, 입자의 속력은 C가 A보다 크다.

정답 ②

[오답피하기] ㄱ. 질량이 m 인 입자의 속력이 v , 플랑크 상수가 h 일 때 입자의 물질파 파장 $\lambda = \frac{h}{mv}$ 이다. 따라서 A, B의 운동량 크기가 같을 때 A, B의 물질파 파장도 같다.

ㄷ. B와 C의 물질파 파장이 같을 때 B와 C의 운동량 크기는 같고, 속력은 C가 B보다 크다. 따라서 입자의 질량은 B가 C보다 크다.

16. 전반사와 광섬유

[정답맞히기] ㄱ. A에서 B로 진행한 단색광 P의 입사각이 굴절각보다 작으므로 P의 속력은 A에서가 B에서보다 작다.

ㄴ. 전반사는 빛이 굴절률이 큰 매질에서 굴절률이 작은 매질로 진행하고 입사각이 임계각보다 클 때 나타나는 현상이다. P가 A와 C의 경계면에 입사각 θ 로 입사하여 A와 C의 경계면에서 전반사하였으므로, θ 는 A와 C 사이의 임계각보다 크다.

정답 ③

[오답피하기] ㄷ. 광섬유는 코어와 클래딩의 이중 구조로 되어 있으며 코어에서 클래딩으로 진행하던 빛이 코어와 클래딩의 경계면에서 전반사하며 코어를 따라 진행한다. 이때 굴절률은 코어가 클래딩보다 크고 코어에서 클래딩을 향해 진행하는 빛의 입사각은 임계각보다 크다. P는 A와 B의 경계면에서는 전반사하지 않고 A와 C의 경계면에서는 전반사하므로 A, B, C의 굴절률이 각각 n_A , n_B , n_C 일 때 $n_A > n_B > n_C$ 이다. 따라서 C를 코어로 사용한 광섬유에 B를 클래딩으로 사용할 수 없다.

17. 특수 상대성 이론

[정답맞히기] ㄱ. P와 A 사이의 거리, P와 B 사이의 거리는 각각 고유 거리로 같고, P의 관성계에서 측정할 때, Q가 P를 스쳐 지나는 순간 A, B에서 동시에 빛을 내며 폭발하였으므로 P의 관성계에서, A와 B가 폭발할 때 발생한 빛은 동시에 P에 도달한다.
ㄴ. A에서 발생한 빛이 Q를 향해 이동할 때 Q는 A로부터 멀어지는 방향으로 이동하고, B에서 발생한 빛이 Q를 향해 이동할 때 Q는 B와 가까워지는 방향으로 이동하므로 B에서 발생한 빛이 A에서 발생한 빛보다 Q에 먼저 도달한다. 따라서 Q의 관성계에서 측정할 때 B가 A보다 먼저 폭발한다.

정답 ③

[오답피하기] ㄷ. P에 대해 A, B가 각각 같은 거리(고유 거리)만큼 떨어져 있고 A, P, B에 대한 Q의 상대 속도는 같으므로 길이 수축의 정도는 같다. 따라서 Q의 관성계에서 A와 P 사이의 거리는 B와 P 사이의 거리와 같다.

18. 물체의 운동

[정답맞히기] ㄴ. 실이 끊어지는 순간인 2초일 때 A의 속도는 오른쪽으로 2 m/s 이고, 실이 끊어진 후 A의 가속도의 방향은 왼쪽이고 가속도의 크기는 $\frac{1}{2} \text{ m/s}^2$ 이다. A는 등가속도 직선 운동을 하므로 3초일 때 A의 속력은 $v = 2 + \left(-\frac{1}{2}\right) \times 1 = 1.5(\text{m/s})$ 이다.

정답 ②

[오답피하기] ㄱ. 실이 끊어지기 전 A와 B는 하나의 물체처럼 운동하고, B의 가속도는 (나)에서 0초부터 2초까지 직선의 기울기와 같으므로 $a_1 = \frac{1}{2} \text{ m/s}^2$ 이고, 실이 끊어진 후 B의 가속도는 2초부터 4초까지 직선의 기울기와 같으므로 $a_2 = 1 \text{ m/s}^2$ 이다. B의 질량을 m 이라 하고 실이 끊어지기 전 $(A+B)$ 에 운동 방정식을 적용하면 $(m+1) \times \frac{1}{2} = 4F - F = 3F$ 이고, 실이 끊어진 후 B에 운동 방정식을 적용하면 $m \times 1 = 4F$ 이므로 이 두 식을 연립하면 $F = \frac{1}{2} \text{ N}$, $m = 2 \text{ kg}$ 이다.

ㄷ. 2초일 때 A, B의 속력은 2 m/s 이고, 2초부터 4초까지 A의 가속도는 왼쪽 방향이고 가속도의 크기 $a_1 = \frac{1}{2} \text{ m/s}^2$, B의 가속도는 오른쪽 방향이고 가속도의 크기 $a_2 = 1 \text{ m/s}^2$ 이다. 2초부터 3초까지 A의 이동 거리 $s_{A1} = 2 \times 1 + \frac{1}{2} \times \left(-\frac{1}{2}\right) \times 1^2 = \frac{7}{4}(\text{m})$ 이고, B의 이동 거리 $s_{B1} = 2 \times 1 + \frac{1}{2} \times 1 \times 1^2 = \frac{5}{2}(\text{m})$ 이므로 $\Delta s_1 = \frac{5}{2} - \frac{7}{4} = \frac{3}{4}(\text{m})$ 이다. 2초부터 4초까지 A의 이동 거리 $s_{A2} = 2 \times 2 + \frac{1}{2} \times \left(-\frac{1}{2}\right) \times 2^2 = 3(\text{m})$ 이고, B의 이동 거리 $s_{B2} = 2 \times 2 + \frac{1}{2} \times 1 \times 2^2 = 6(\text{m})$ 이므로 $\Delta s_2 = 6 - 3 = 3(\text{m})$ 이다. 실이 끊어지기 전까지

A와 B 사이의 거리를 s_0 이라고 하면, 3초일 때 A와 B 사이의 거리는 $\left(s_0 + \frac{3}{4}\right)m$ 이고, 4초일 때 A와 B 사이의 거리는 $(s_0 + 3)m$ 이므로 A와 B 사이의 거리는 4초일 때가 3초일 때보다 $(s_0 + 3) - \left(s_0 + \frac{3}{4}\right) = 2.25(m)$ 만큼 크다.

[별해]

2초일 때 A와 B의 상대 속도는 0이고, 2초 이후 A와 B의 운동 방향은 서로 반대 방향이므로 A와 B의 상대 가속도의 크기는 $\frac{3}{2} m/s^2$ 이다. 2초부터 3초까지 A와 B 사이의 거리는 $s_0 + \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times 1^2 = \left(s_0 + \frac{3}{4}\right)m$ 이고 2초부터 4초까지 A와 B 사이의 거리는 $s_0 + \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} \times 2^2 = (s_0 + 3)m$ 이다. 따라서 A와 B 사이의 거리는 4초일 때가 3초일 때보다 $(s_0 + 3) - \left(s_0 + \frac{3}{4}\right) = 2.25(m)$ 만큼 크다.

19. 전기력

A가 B와 C로부터 받는 전기력의 크기는 0이므로 B와 C의 전하의 종류는 서로 반대이고, A가 B와 가까운 곳에 위치하므로 전하량의 크기는 C가 B보다 크다.

[정답맞히기] ㄱ. B가 양(+)전하, C가 음(-)전하라면 A와 B 사이에는 서로 밀어내는 전기력이 작용하고, B와 C 사이에는 서로 당기는 전기력이 작용하여 B에 작용하는 전기력의 방향은 $+x$ 방향이므로 문두의 설명과 맞지 않다. 따라서 B가 음(-)전하, C가 양(+)전하일 때 A와 B 사이에는 서로 당기는 전기력이 작용하고, B와 C 사이에서도 서로 당기는 전기력이 작용하여 B에 작용하는 전기력의 방향이 $-x$ 방향이 될 수 있다. 따라서 B는 음(-)전하이다. 정답 ①

[오답피하기] ㄴ. B에 작용하는 전기력의 방향이 $-x$ 방향이므로 A와 B 사이에 작용하는 전기력(인력)의 크기는 B와 C 사이에 작용하는 전기력(인력)의 크기보다 크다. 따라서 전하량의 크기는 A가 C보다 크다.

ㄷ. A와 B 사이에 작용하는 전기력의 크기를 F_{AB} , A와 C 사이에 작용하는 전기력의 크기를 F_{AC} , B와 C 사이에 작용하는 전기력의 크기를 F_{BC} 라고 할 때, $F_{AB} = F_{AC}$ 이고 $F_{AB} > F_{BC}$ 이므로 $F_{AC} > F_{BC}$ 이다. 따라서 C는 A에 의한 전기력의 방향을 따르므로 C에 작용하는 전기력의 방향은 $+x$ 방향이다.

20. 역학적 에너지 보존

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 물체에 작용하는 중력의 크기와 용수철 A에 의한 탄성력의 크기는 같으므로 A의 용수철 상수가 k 일 때, $mg = kd$ 에서 $k = \frac{mg}{d}$ 이다.

㉡. (다)에서 용수철에 저장된 탄성 퍼텐셜 에너지는 $\frac{1}{2}k(3d)^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{mg}{d}\right)(9d^2) = \frac{9}{2}mgd$

이고, $\frac{9}{2}mgd$ 는 그림과 같이 (라)에서 기준선 P를 기준으로 하는 물체의 중력 퍼텐셜

에너지와 기준선 Q를 기준으로 하는 용수철 B의 탄성 퍼텐셜 에너지로 변환되므로,

$$\frac{9}{2}mgd = mg\left(\frac{7}{2}d + x\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{mg}{d}\right)\left(\frac{1}{2}d\right)^2 \text{에서 } x = \frac{7}{8}d \text{이다.}$$

㉢. (다)에서 물체를 가만히 놓은 후 물체가 운동하는 동안 물체의 운동 에너지의 최댓값은 물체가 평형점을 지나는 순간이다. 이때 물체의 운동 에너지를 E_k 라고 하면,

$$\frac{9}{2}mgd = 2mgd + \frac{1}{2}\left(\frac{mg}{d}\right)d^2 + E_k \text{에서 } E_k = 2mgd \text{이다.}$$

정답 ⑤

