

2021학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가
과학탐구영역 물리학 I 정답 및 해설

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

1. 물질의 자성

[정답맞히기] 학생 A: 강자성체는 외부 자기장의 방향으로 자화되어 외부 자기장이 제거되어도 자화된 상태를 유지하므로 정보를 저장할 수 있다. 따라서 강자성체는 하드디스크에 이용될 수 있다.

학생 C: 반자성체는 외부 자기장의 방향과 반대 방향으로 자화되는 성질을 가지고 있는 물질이다. **정답 ③**

[오답피하기] 학생 B: 상자성체는 외부 자기장에 대해 강자성체보다 약하게 자화되고, 외부 자기장을 제거하면 자성이 사라지는 성질을 가진 물질이다.

2. 운동량과 충격량

[정답맞히기] ㄱ. 골프채를 휘두르는 속도를 더 크게 하여 공을 치면 공의 운동량의 변화량 크기도 커진다. 운동량의 변화량은 충격량과 같으므로 공이 받는 충격량이 커진다.

ㄴ. 글러브를 뒤로 빼면서 공을 받아도 공의 운동량의 변화량 크기는 변하지 않으므로 글러브가 받는 충격량의 크기도 변하지 않는다. 충격량의 크기는 충격력(평균 힘)의 크기와 충돌 시간의 곱과 같으므로 충격량이 일정할 때 충돌 시간이 늘어나면 글러브가 받는 충격력(평균 힘)은 작아진다.

ㄷ. 운동량의 변화량은 충격량과 같으므로 사람의 운동량의 변화량과 사람이 받는 충격량이 같다. **정답 ⑤**

3. 전자기파의 이용

스피커를 통해 귀에 들리는 파동 A는 소리이고, 안테나를 통해 수신되는 파동 B는 전파이며, 화면을 통해 눈에 보이는 파동 C는 가시광선이다.

[정답맞히기] ㄴ. 파장은 전파가 가시광선보다 길고, 진공에서 전파와 가시광선의 속력은 같으므로 진동수는 전파(B)가 가시광선(C)보다 작다. **정답 ②**

[오답피하기] ㄱ. A는 소리이므로 전자기파가 아니다.

ㄷ. 빛(가시광선)은 매질에 따라 굴절률이 다르기 때문에 매질이 달라지면 빛(가시광선)의 속력도 달라진다.

4. 파동의 성질

[정답맞히기] ㄱ. $t=0$ 초에서 $t=1$ 초까지 $x=2\text{cm}$ 인 지점의 변위가 (-)방향이므로 파동의 진행 방향은 $-x$ 방향이다. **정답 ①**

[오답피하기] ㄴ. (가)에서 파동의 파장은 4cm이고 (나)에서 파동의 주기는 2초이므로, 파동의 진행 속력 $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{4\text{cm}}{2\text{s}} = 2\text{cm/s}$ 이다.

ㄷ. (가)에서 $x = 2\text{cm}$ 와 $x = 4\text{cm}$ 사이에서 파동의 파장은 반파장이다. 따라서 (나)에서 2초일 때 $x = 2\text{cm}$ 에서 $y = 0$ 이므로 $x = 4\text{cm}$ 에서도 $y = 0$ 이다.

5. 에너지띠 이론과 물질의 전기 전도성

A와 C는 일부만 채워진 에너지띠가 있으므로 도체이고, B는 반도체이다.

[정답맞히기] ㄷ. B는 반도체이므로 도핑을 하면 전기 전도도가 커진다. 정답 ②

[오답피하기] ㄱ. 전기 전도도는 전기가 잘 통하는 물질일수록 크다. C는 도체이므로 반도체인 B보다 전기 전도도가 크므로 ㉠에 해당하는 값은 2.2보다 크다.

ㄴ. A는 도체이므로 전자가 이동함에 따라 전류가 흐른다. 따라서 A에서는 주로 전자가 전류를 흐르게 한다.

6. 핵융합 반응

[정답맞히기] ㄱ. 질량수 보존과 전하량 보존에 따라 (가)와 (나)의 핵융합 반응식을 나타내면 다음과 같다.



따라서, ㉠은 중성자(${}^1_0\text{n}$)이다. 정답 ①

[오답피하기] ㄴ. ㉠은 ${}^3_2\text{He}$ 이므로 질량수가 3이고, ${}^4_2\text{He}$ 은 질량수가 4이다. 따라서 ㉠은 ${}^4_2\text{He}$ 보다 질량수가 작다.

ㄷ. 핵융합 반응에서 방출된 에너지는 질량 결손에 의한 것이며, 방출된 에너지가 (가)에서가 (나)에서보다 크므로 질량 결손은 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

7. 물체의 운동

[정답맞히기] ㄴ. A의 속도의 크기는 $\frac{2}{3}\text{m/s}$ 이고, B의 속도의 크기는 1m/s 이다. 따라서 2초일 때, 속도의 크기는 A가 B보다 작다.

ㄷ. 0초부터 3초까지 A가 이동한 거리는 2m, B가 이동한 거리는 3m이므로 이동한 거리는 A가 B보다 작다. 정답 ④

[오답피하기] ㄱ. 위치-시간 그래프의 기울기는 물체의 속도를 나타낸다. B의 기울기가 변하지 않으므로 B의 운동 방향은 바뀌지 않는다.

8. 보어의 수소 원자 모형

[정답맞히기] ㄱ. 전자가 전이할 때 방출되는 빛의 파장은 두 에너지 준위 차에 반비

례한다($E = \frac{hc}{\lambda}$). 에너지 준위 차는 a에서가 b에서보다 작으므로 방출되는 빛의 파장은 a에서가 b에서보다 길다.

ㄴ. 전자가 전이할 때 방출되는 빛의 진동수는 두 에너지 준위 차에 비례한다($E = hf$). 에너지 준위 차는 a에서가 c에서보다 크므로 방출되는 빛의 진동수는 a에서가 c에서보다 크다.

ㄷ. 전자가 높은 에너지 준위로 전이할 때 흡수되는 광자 1개의 에너지는 두 에너지 준위 차와 같으므로, d에서 흡수되는 광자 1개의 에너지는 $(-0.85) - (-3.40) = 2.55(\text{eV})$ 이다. 정답 ⑤

9. 뉴턴 운동 법칙

[정답맞히기] ㄴ. A는 정지해 있으므로 A에 작용하는 알짜힘은 0이다. 따라서 벽이 A를 미는 힘의 크기와 B가 A를 미는 힘의 크기는 같고 방향은 서로 반대 방향이다.

정답 ②

[오답피하기] ㄱ. 벽이 A를 미는 힘의 반작용은 A가 벽을 미는 힘이다.

ㄷ. B는 정지해 있으므로 B에 작용하는 알짜힘은 0이다. 따라서 A가 B를 미는 힘의 크기는 F 이다.

10. 가속도 법칙

[정답맞히기] ㄴ. 1초 이후 수레와 질량이 m 인 물체 1개는 같은 크기의 가속도로 운동한다. 따라서 $a_{1\text{초 이후}} = \frac{10m}{(8m+m)} = \frac{10}{9}(\text{m/s}^2)$ 이다.

ㄷ. 0초부터 2초까지 수레가 이동한 거리 $s = s_{0\text{초} \sim 1\text{초}} + s_{1\text{초} \sim 2\text{초}} = \left(\frac{1}{2} \times 2 \times 1^2\right) + \left(2 \times 1 + \frac{1}{2} \times \frac{10}{9} \times 1^2\right) = \frac{32}{9}(\text{m})$ 이다. 정답 ④

[오답피하기] ㄱ. 수레를 가만히 놓은 순간부터 1초까지 수레와 질량이 m 인 물체 2개는 같은 크기의 가속도로 운동한다. 따라서 $a_{0\text{초} \sim 1\text{초}} = \frac{10m+10m}{(8m+m+m)} = 2(\text{m/s}^2)$ 이므로 정지한 상태에서 수레를 가만히 놓은 후 1초일 때 수레의 속도의 크기는 2m/s 이다.

11. 특수 상대성 이론

[정답맞히기] ㄱ. 빛의 속력은 광원과 관찰자의 운동 상태에 관계없이 항상 c 로 같다. 이를 광속 불변 원리라고 한다.

ㄴ. 길이 수축은 우주선의 운동 방향에 대해서만 나타나는 현상이다. A의 관성계에서 광원과 거울 사이의 거리는 우주선의 운동 방향과 수직인 거리이므로 A의 관성계에서도 광원과 거울 사이의 거리는 L 이다. 정답 ③

[오답피하기] ㄷ. B의 관성계에서 A는 $0.6c$ 의 속력으로 직선 운동하는 것으로 관찰되

므로 B의 관성계에서, A의 시간은 B의 시간보다 느리게 간다.

12. 주사 전자 현미경

[정답맞히기] ㄱ. 주사 전자 현미경은 자기렌즈에서 자기장을 이용하여 전자선을 제어하고 초점을 맞춘다.

ㄴ. 전자의 물질파 파장은 전자의 속력에 반비례한다($\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$). 따라서 전자의 속력이 클수록 전자의 물질파 파장은 짧아진다.

ㄷ. 전자의 속력이 클수록 물질파 파장은 짧아지고, 물질파 파장이 짧을수록 분해능이 좋아지므로 더 작은 구조를 구분하여 관찰할 수 있다. **정답 ⑤**

13. 빛의 간섭

[정답맞히기] ㄱ. O는 이중 슬릿의 두 틈에서 나온 빛의 경로차가 0인 지점이므로 보강 간섭이 일어난다. **정답 ①**

[오답피하기] ㄴ. P는 어두운 무늬의 중심이므로 이중 슬릿의 두 틈에서 나온 빛이 상쇄 간섭한 지점이다. 따라서 이중 슬릿을 통과하여 P에서 간섭한 빛의 위상은 서로 반대이다.

ㄷ. 간섭은 빛의 파동성을 보여주는 현상이다.

14. 광섬유와 전반사

[정답맞히기] ㄱ. 전반사는 빛이 굴절률이 큰 매질에서 굴절률이 작은 매질로 임계각보다 큰 각으로 입사할 때 일어난다. 따라서 굴절률은 A가 C보다 크다.

ㄷ. 두 매질의 상대적인 굴절률의 비가 클수록 임계각은 작아진다. 굴절률은 A가 B보다 작으므로 A와 C의 상대적인 굴절률의 비보다 B와 C의 상대적인 굴절률의 비가 더 크다. 따라서 임계각은 A와 C의 경계면에서보다 B와 C의 경계면에서가 더 작다. 또한 P는 A와 C의 경계면에 $90^\circ - \theta_A$ 의 입사각으로 입사하고 B와 C의 경계면에서는 $90^\circ - \theta_B$ 로 입사한다. $\theta_A > \theta_B$ 이므로 P는 A와 C의 경계면의 임계각보다 더 작은 임계각을 가지는 B와 C의 경계면에 더 큰 입사각으로 입사하므로 B와 C의 경계면에서 P는 전반사한다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄴ. P가 공기에서 A로 입사할 때 굴절각이 θ_A 이므로 P가 A에서 B로 입사할 때 입사각은 θ_A 이다. 또한 굴절률은 A가 B보다 작으므로 P가 A에서 B로 입사할 때 굴절각 θ_B 는 θ_A 보다 작다. 따라서 $\theta_A > \theta_B$ 이다.

15. 열역학 과정

[정답맞히기] ㄱ. B → C 과정은 단열 과정이므로 기체가 외부로부터 열을 공급받거나 외부로 열을 방출하지 못한다. 따라서 B → C 과정에서 기체가 한 일은 기체의 내부 에너지 감소량과 같으므로 기체의 온도가 감소한다. **정답 ①**

[오답피하기] ㄴ. 기체는 한 번의 순환 과정을 거치면 원래 상태로 되돌아온다. 기체는 $A \rightarrow B$ 과정에서 250J의 열량을 흡수하고, $B \rightarrow C$ 과정에서 100J의 일을 하고, $C \rightarrow D$ 과정에서 Q 의 열량을 방출하고, $D \rightarrow A$ 과정에서 50J의 일을 받으므로 $250 - 100 - Q + 50 = 0$ 에서 $Q = 200$ J이다.

ㄷ. 열기관은 250J의 열량을 공급받고 한 번의 순환 과정 동안 50J의 일을 하므로 열기관의 열효율은 $\frac{50}{250} = 0.2$ 이다.

16. 전자기 유도

[정답맞히기] ㄴ. 단위 시간 동안 자기 선속의 변화가 클수록 유도 전류의 세기는 크다. 그래프에서 기울기의 크기는 유도 전류의 세기와 비례하므로 유도 전류의 세기는 t_0 일 때가 $5t_0$ 일 때보다 크다. 정답 ②

[오답피하기] ㄱ. 단위 시간 동안 자기 선속의 변화가 일정하면 유도 전류의 세기도 일정하다. $0 < t < 2t_0$ 에서 단위 시간 동안 자기 선속의 변화가 일정하므로 유도 전류의 세기는 일정하다.

ㄷ. 그래프에서 기울기의 부호는 유도 전류의 방향에 해당한다. 따라서 유도 전류의 방향은 t_0 일 때와 $6t_0$ 일 때가 서로 반대이다.

17. 운동량 보존

[정답맞히기] 우주인이 A를 밟은 후 우주인과 B의 속력이 V , A의 속력이 v 일 때, 운동량 보존 법칙에 의해 $4mv_0 = 3mV + mv \cdots$ ①이다. 우주인이 B를 밟은 후 우주인의 속력은 $\frac{1}{3}v_0$ 이고, B의 속력은 v 이므로 운동량 보존 법칙에 의해 $3mV = \frac{2}{3}mv_0 + mv \cdots$ ②이다.

따라서 식 ①, ②를 연립하면 $V = \frac{7}{9}v_0$ 이다. 정답 ④

18. 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장

[정답맞히기] ㄱ. 오른손 법칙에 의해 p에서 A와 B에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은 모두 종이면에 수직으로 들어가는 방향이므로 음(-)이지만, C의 위치 x 가 $-d < x < 0$ 일 때 p에서 A, B, C에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향이 양(+)이므로 C에 흐르는 전류의 방향은 B에 흐르는 전류의 방향과 같아야 한다.

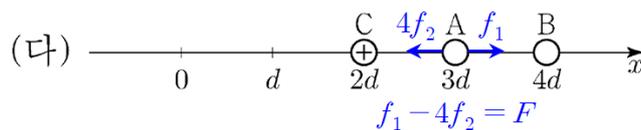
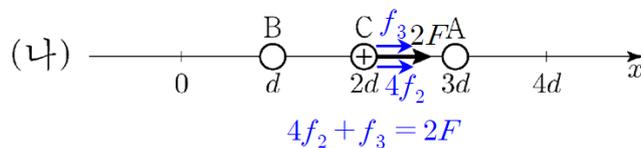
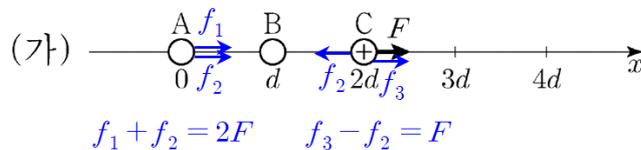
ㄴ. 전류의 방향이 B에서와 C에서가 같으므로 C의 위치가 $x = \frac{d}{5}$ 일 때 p에서 A, B, C에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은 모두 종이면에 수직으로 들어가는 방향이 된다. 따라서 p에서 자기장의 세기는 C의 위치가 $x = \frac{d}{5}$ 에서가 $x = -\frac{d}{5}$ 에서보다 크다.

ㄷ. 전류에 의한 자기장의 세기는 도선으로부터 떨어진 거리에 반비례하고 도선에 흐

르는 전류의 세기에 비례한다($B=k\frac{I}{r}$). p에서 B에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기를 B 라고 하면, p에서 A에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 $2B$ 이므로 p에서 A, B에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 $3B$ 이다. C에 흐르는 전류의 방향은 B와 같으므로 C는 p의 왼쪽에 위치해야 하고, C에 흐르는 전류의 세기는 B에 흐르는 전류의 세기의 $\frac{5}{2}$ 배이므로, p에서 C에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기가 $3B$ 가 되기 위한 C의 위치는 $x=-2d$ 와 $x=-d$ 사이에 있어야 한다. 정답 ⑤

19. 쿨롱 법칙

[정답맞히기] (가)에서 C에 작용하는 전기력의 크기가 F , 전기력의 방향이 $+x$ 방향이고, A에 작용하는 전기력의 크기가 $2F$ 가 되기 위해서는 A가 음(-)전하이므로 B가 음(-)전하인 경우는 성립하지 않는다. (나)에서 C에 작용하는 전기력의 크기가 $2F$, 전기력의 방향이 $+x$ 방향이 되기 위해서는 A가 양(+)전하이므로 B가 양(+)전하인 경우와 A가 양(+)전하이므로 B가 음(-)전하인 경우는 성립하지 않는다. 따라서 (가)와 (나)의 조건을 만족하는 A, B의 전하의 종류는 A가 음(-)전하이므로 B가 양(+)전하인 경우이다. (가)에서 A와 B 사이의 전기력의 크기를 f_1 , A와 C 사이의 전기력의 크기를 f_2 라고 하면 A에 작용하는 전기력의 크기는 $f_1+f_2=2F$...①이다. (가)에서 A와 C 사이에 작용하는 전기력의 크기는 f_2 , B와 C 사이의 전기력의 크기를 f_3 이라고 하면 C에 작용하는 전기력의 크기는 $f_3-f_2=F$...②이다. (나)에서 B와 C 사이에 작용하는 전기력의 크기는 f_3 이고, A와 C 사이에 작용하는 전기력의 크기는 $4f_2$ 이므로 $4f_2+f_3=2F$...③이다. 따라서 식 ①, ②, ③을 연립하면 $f_1=\frac{9}{5}F$, $f_2=\frac{1}{5}F$ 이다. (다)에서 A와 C 사이에 작용하는 전기력의 크기는 $4f_2$ 이고, A와 B 사이에 작용하는 전기력의 크기는 f_1 이므로 $f_1-4f_2=F$ 이고, 방향은 $+x$ 방향이다. 정답 ③



20. 역학적 에너지 보존

[정답맞히기] ㄱ. 역학적 에너지 보존에 의해 감소한 역학적 에너지는 증가한 역학적 에너지와 같아야 하므로, $mg(L-L_0) = \frac{1}{2}k(L-L_0)^2$ 에서 $L-L_0 = \frac{2mg}{k}$ 이다. 정답 ①

[오답피하기] ㄴ. A는 속력이 0이 된 순간, 연직 아래로는 A의 중력이 작용하고 연직 위로는 실이 당기는 힘이 작용한다. 이후 A는 실이 당기는 힘과 A에 작용하는 중력의 차이에 해당하는 알짜힘으로 연직 위로 가속도 운동을 시작하여 진동한다. 따라서 용수철의 길이가 L 일 때 A의 속력은 0이지만 A에 작용하는 알짜힘은 0이 아니다.

ㄷ. 용수철이 진동하는 동안 A와 B의 속력이 최대가 되는 순간은 용수철이 $\frac{L-L_0}{2}$ 만큼 늘어난 순간이다. 따라서 A, B의 속력의 최댓값을 v 라고 하면, 역학적 에너지 보존 법칙에 의해 $mg\left(\frac{L-L_0}{2}\right) = \frac{1}{2}(2m)v^2 + \frac{1}{2}k\left(\frac{L-L_0}{2}\right)^2$ 이고, $L-L_0 = \frac{2mg}{k}$ 이므로 B의 최대 속력은 $v = \sqrt{\frac{m}{2k}}g$ 이다.