

2020학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 물리Ⅱ 정답 및 해설

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

1. 이동 거리와 변위

[정답맞히기] ㄱ. 선수가 곡선 경로를 따라 이동하므로 이동 거리는 변위의 크기보다 크다. 정답 ①

[오답피하기] ㄴ, ㄷ. 선수가 곡선 경로를 따라 이동하므로 운동 방향은 계속 변하며, 평균 속력이 평균 속도의 크기보다 크다.

2. 레이저

[정답맞히기] 학생 B: 레이저 빛은 외부에서 두 에너지 준위 차만큼의 에너지를 가진 빛을 쬐어주면 높은 에너지 준위의 전자가 낮은 에너지 준위로 전이되면서 외부에서 쬐인 빛과 같은 위상으로 빛을 방출하는 유도 방출에 의해 빛이 증폭되어 증폭된다.

학생 C: 레이저는 슈퍼마켓이나 도서관 등에서 물건이나 책에 붙어 있는 바코드를 읽는 장치에 이용된다. 정답 ④

[오답피하기] 학생 A: 높은 에너지 준위에서 낮은 에너지 준위로 전이하면 빛을 방출하는 자발 방출의 경우 빛이 여러 방향으로 진행한다.

3. 오목 렌즈

[정답맞히기] ㄱ. 물체가 A에 의해 축소된 정립 허상이 생기므로 A는 오목 렌즈이다.
 ㄷ. 오목 렌즈는 축소된 정립 허상이므로 물체와 렌즈 사이에 상을 맺는다. 따라서 자(물체)와 A(렌즈) 사이에 상이 위치한다. 정답 ④

[오답피하기] ㄴ. A에 의한 자의 상은 정립상이므로 허상이다.

4. 축전기의 연결과 전자기 진동

[정답맞히기] ㄱ. (나)와 (라)에서 축전기 2개의 합성 전기 용량은 각각 $\frac{C}{2}$, $2C$ 이다.
 전원의 전압은 같으므로, 축전기에 저장된 전하량은 (라)가 (나)의 4배이다. 따라서 전하량이 큰 X는 (라)의 결과이다.

ㄴ. 축전기의 합성 전기 용량은 (나)에서가 (라)에서의 $\frac{1}{4}$ 배이다. 정답 ③

[오답피하기] ㄷ. 축전기 1개에 걸리는 전압은 (라)에서가 (나)에서의 2배이므로 축전기 1개에 완전히 충전된 전하량은 (라)에서가 (나)에서의 2배이다.

5. 콤프턴 산란 실험

[정답맞히기] ㄱ. 운동량 보존 법칙을 적용하면 입사된 X선 광자의 운동량의 크기는 산란된 X선 광자의 운동량의 크기보다 크다.

ㄴ. X선의 산란각이 클수록 X선이 전자에 정면으로 충돌하여 진행 방향이 크게 변한 것이다(ϕ 가 커진다). 따라서 산란각이 클수록 X선은 에너지를 더 많이 잃게 되고, 산란된 X선의 파장 λ 가 더 길어진다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄷ. 에너지 보존 법칙을 적용하면, 입사된 X선 광자의 에너지는 충돌 직후 전자의 운동 에너지와 산란된 X선 광자의 에너지의 합과 같다.

6. 열역학적 과정

[정답맞히기] ㄱ. (가)→(나)는 등온 과정이므로 압력과 부피는 반비례하다. 따라서 (가)에서 기체의 부피를 V 라고 하면 (나)에서 기체의 부피는 $2V$ 이다.

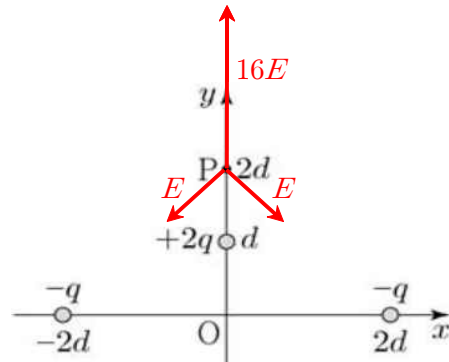
ㄴ. (나)→(다)는 등적 과정이므로 기체의 압력과 절대 온도는 비례한다. (나)→(다)에서 기체의 압력이 4배 증가하므로 기체의 절대 온도와 기체의 내부 에너지도 모두 4배 증가한다.

ㄷ. 기체의 절대 온도는 기체 분자의 평균 속력의 제곱에 비례한다. 기체의 절대 온도는 (다)에서가 (가)에서의 4배이므로 기체 분자의 평균 속력은 (다)에서가 (가)에서의 2배이다. **정답 ⑤**

7. 전기장과 전기력

[정답맞히기] ㄷ. 두 음(-)전하가 $+2q$ 에 작용하는 전기력의 크기는 같고 방향은 y 축을 기준으로 대칭이다. 따라서 두 음(-)전하가 $+2q$ 에 작용하는 전기력의 합의 방향은 $-y$ 방향이다. **정답 ②**

[오답피하기] ㄱ. $-q$ 가 P에 형성하는 전기장의 세기를 $E = \frac{kq}{8d^2}$ 라고 하면 $+2q$ 가 P에 형성하는 전기장의 세기는 $16E$ 이다. 따라서 P에서 전기장의 세기는 $16E - \sqrt{2}E$ 이고, 전기장의 방향은 $+y$ 방향이다.



ㄴ. O에 형성하는 전기장의 세기는 $16E$ 이다. 따라서 전기장의 세기는 O에서가 P에서보다 크다.

8. 굴절 법칙

[정답맞히기] ㄴ. 굴절에서 빛의 진동수는 변하지 않는다. 따라서 B의 진동수는 I에서와 II에서가 같다.

ㄷ. I에 대한 II의 굴절률은 $\frac{n_{II}}{n_I} = \frac{\sin\theta_A}{\frac{3d}{OP}} = \frac{\sin\theta_B}{\frac{2d}{OP}}$ 이다. 따라서 $\frac{\sin\theta_A}{\sin\theta_B} = \frac{3}{2}$ 이다.

정답 ④

[오답피하기] ㄱ. A가 II에서 I로 진행할 때 굴절각이 입사각보다 크므로 A의 파장은 I에서가 II에서보다 길다.

9. 보어의 수소 원자 모형

[정답맞히기] ㄴ. 전자에 작용하는 전기력의 크기가 구심력의 크기와 같으므로

$$\frac{mv^2}{r} = k \frac{e^2}{r^2} \text{ 이고 양자 조건 } 2\pi r = n \frac{h}{mv} \text{ 이므로 두 식으로부터 } r_n = \frac{h^2}{4\pi^2 m k e^2} n^2 \text{ 이 되어}$$

궤도 반지름 r_n 은 양자수의 제곱 n^2 에 비례한다. $R : r = 4 : 1$ 이므로 $m=1$ 이다.

정답 ①

[오답피하기] ㄱ. 전기력의 크기는 두 점전하의 떨어진 거리의 제곱에 반비례한다. 전기력의 크기가 1 : 16이므로 $R : r = 4 : 1$ 이다.

ㄷ. $\frac{mv^2}{r} = k \frac{e^2}{r^2}$ 에서 v^2 은 $\frac{1}{r}$ 에 비례한다. 따라서 $V : v = 1 : 2$ 이다.

10. 파동 함수

[정답맞히기] ㄱ. 물질파의 파장은 $n \frac{\lambda}{2} = L$ (양자수 $n=1, 2, 3, \dots$)이다. A의 물질파

파장을 λ_A 라고 하면 $\frac{\lambda_A}{2} = L$ 이므로 A는 $n=1$ 인 바닥상태에 있다.

ㄴ. B의 물질파 파장을 λ_B 라고 하면 $\frac{3}{2} \lambda_B = L$ 이다. 따라서 $\lambda_A = 3\lambda_B$ 이다.

ㄷ. $0 < x < L$ 영역에서 입자가 발견될 확률은 1이다. 따라서 $0 < x < \frac{L}{2}$ 영역에서 A,

B를 발견할 확률은 $\frac{1}{2}$ 로 같다.

정답 ⑤

11. 전류에 의한 자기장과 자기력

[정답맞히기] ㄴ. B와 가까운 C의 왼쪽 변에 흐르는 전류의 방향은 B에 흐르는 전류의 방향과 같으므로 B와 C 사이에는 서로 당기는 자기력이 작용한다. 따라서 B가 C에 작용하는 자기력의 방향은 $-x$ 방향이다.

ㄷ. A가 C에 작용하는 자기력의 크기는 $k \frac{3I^2}{2} - k \frac{3I^2}{3} = k \frac{I^2}{2}$ 이고, 방향은 $+x$ 방향이다.

B가 C에 작용하는 자기력의 크기는 $kI^2 - k \frac{I^2}{2} = k \frac{I^2}{2}$ 이고 방향은 $-x$ 방향이다. 따라서

A와 B가 C에 작용하는 자기력의 합력은 0이다.

정답 ⑤

[오답피하기] ㄱ. 직선 전류에 의한 자기장의 세기는 도선에 흐르는 전류의 세기에 비례하고 거리에 반비례한다. 도선에 흐르는 전류의 세기는 A가 B의 3배이고, 도선에서

0까지의 거리는 A가 B의 2배이므로 전류에 의한 자기장의 세기는 A가 B의 $\frac{3}{2}$ 배이다.

12. 파동의 간섭

[정답맞히기] ㄱ. S_1 과 S_2 사이의 거리가 0.2m이므로 물결파의 파장은 0.1m이다. 반 파장마다 보강 간섭과 상쇄 간섭이 일어나므로 선분 $\overline{S_1S_2}$ 에서 상쇄 간섭이 일어나는 지점의 개수는 4개이다. 정답 ①

[오답피하기] ㄴ. Q는 두 파원으로부터의 경로차가 반 파장이므로 상쇄 간섭이 일어난다. 따라서 $t=0.2$ 초일 때 Q에서 중첩된 수면파의 변위는 0이다.

ㄷ. (나)에서 P의 진동 주기가 0.4초이므로 수면파의 주기는 0.4초이고 파장은 0.1m이므로, S_1 에서 발생시킨 수면파의 속력은 0.25m/s이다.

13. 도플러 효과

[정답맞히기] 3초일 때 A, B의 속도는 같으므로 3초일 때 B가 측정한 음파의 진동수는 f_0 이다. 따라서 1초일 때 B가 측정한 음파의 진동수는 $\frac{9}{8}f_0$ 이다. 1초일 때 B의 속력을 v 라고 하면, A의 속력은 $2v$ 이다. 따라서 1초일 때 B에서 측정한 음파의 진동수는 $\frac{9}{8}f_0 = f_0 \frac{V-v}{V-2v}$ 이다. 따라서 B의 속력은 $\frac{V}{10}$ 이다. 정답 ②

14. 양자 터널 효과

[정답맞히기] ㄱ. 고전 역학에 의하면 A에서 공의 퍼텐셜 에너지는 장애물의 최고점에서 퍼텐셜 에너지보다 작으므로 공은 장애물을 넘을 수 없어 B에 도달하지 못한다.

ㄴ. (나)에서 입자의 에너지가 퍼텐셜 장벽의 퍼텐셜 에너지보다 작아도 장벽 너머에서 입자가 발견되는 것은 양자 터널 효과에 의한 것이다. 정답 ③

[오답피하기] ㄷ. 입자가 장벽을 투과할 확률은 입자의 에너지가 클수록 크다. 따라서 (나)에서 E 가 작을수록 입자가 장벽을 투과할 확률은 작다.

15. LC 진동

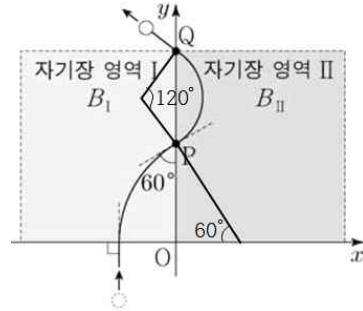
[정답맞히기] ㄱ. 코일에 흐르는 전류와 코일의 양단에 걸리는 전압의 위상은 90° 만큼 차이가 난다. 따라서 코일에 흐르는 전류의 세기는 3초일 때가 4초일 때보다 크다.

ㄴ. 코일에 저장된 자기 에너지는 회로에 흐르는 전류의 세기가 클수록 크다. 코일에 흐르는 전류의 세기는 2초일 때가 3초일 때보다 작으므로 코일에 저장된 자기 에너지는 2초일 때가 3초일 때보다 작다.

ㄷ. 1초일 때 코일에 최대의 전류가 흐르므로 코일에 저장된 자기 에너지는 최대이고 축전기에 저장된 전기 에너지는 0이다. 따라서 1초일 때 축전기 양단에 걸리는 전압은 0이다. 정답 ⑤

16. 로런츠 힘

[정답맞히기] 입자가 자기장 영역에서 운동하는 동안 속력은 일정하므로 영역 I 과 II 에서 입자의 속력은 같다. 그림과 같이 영역 I 에서 운동하는 동안 부채꼴의 중심각은 60° 이고, 영역 II에서 운동하는 동안 부채꼴의 중심각은 120° 이다. 영역 I, II에서 원운동의 주기를 각각 T_1, T_2 라고 하면, $T_1 = \frac{2\pi m}{qB_1}, T_2 = \frac{2\pi m}{qB_{II}}$ 이다. 입자가 I 을 통과하는 데 걸리는 시간은 $t_1 = \frac{1}{6} T_1$ 이고, II 를 통과하는 데 걸리는 시간은 $t_2 = \frac{1}{3} T_2$ 이다. 따라서 $t_1 = t_2$ 이므로 $B_{II} = 2B_1$ 이다.



정답 ①

17. 단진동

[정답맞히기] (나)에서 용수철 진자의 진동 주기는 $T = \frac{\pi}{5}$ 초이고, 진폭은 $A = 0.04\text{m}$ 이므로 단진동의 최대 가속도의 크기는 $a = Aw^2 = \frac{4\pi^2 A}{T^2} = 4\text{m/s}^2$ 이다. 용기의 질량을 M , 물체의 질량을 m 이라 하자. 물체가 단진동의 평형점을 지날 때 용수철의 탄성력과 물체의 무게가 같고, 이때 용수철이 용기에 작용하는 힘의 크기는 물체의 무게와 같으므로 $100\text{N} = Mg + mg \cdots \text{①}$ 이다. 단진동의 최하점에서 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는 $ma = 4m$ 이고 알짜힘의 방향은 연직 위 방향이므로 용수철이 용기에 작용하는 힘의 크기는 $mg + 4m$ 이다. 따라서 단진동의 최하점일 때 전자저울로 측정한 힘의 크기는 $110\text{N} = Mg + mg + 4m \cdots \text{②}$ 이다. ①과 ②를 정리하면 $m = 2.5\text{kg}, M = 7.5\text{kg}$ 이다. 정답 ③

18. 포물선 운동

[정답맞히기] ㄴ. B에서 C까지 물체의 속도의 수평 성분은 $\frac{1}{2}\sqrt{gR}$ 이고 수평 이동 거리는 d 이므로 $d = \frac{1}{2}\sqrt{gR}t = \frac{\sqrt{3}}{3}R$ 이다. 정답 ②

[오답피하기] ㄱ. A와 B의 높이 차는 $\frac{R}{2}$ 이므로 B에서 물체의 속력은 $v = \sqrt{gR}$ 이다. B에서 물체는 수평 방향과 60° 의 각을 이루므로 B에서 속도의 수평 성분과 연직 성분은 각각 $\frac{1}{2}\sqrt{gR}, \frac{\sqrt{3gR}}{2}$ 이다. C에서 물체가 수평 방향과 이루는 각은 30° 이고, 속도의 수평 성분은 $\frac{1}{2}\sqrt{gR}$ 이므로 속도의 연직 성분은 $-\frac{\sqrt{gR}}{2\sqrt{3}}$ 이다. 따라서 B에서 C까지 이동하는 데 걸린 시간은 $-\frac{\sqrt{gR}}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3gR}}{2} - gt$ 에서 $t = \sqrt{\frac{4R}{3g}}$ 이다.

ㄷ. A에서 물체의 역학적 에너지와 최고점에서 물체의 역학적 에너지는 같다. 최고점

에서 물체의 속력은 $\frac{1}{2}\sqrt{gR}$ 이므로 $mgR = mgh + \frac{1}{2}m\left(\frac{1}{2}\sqrt{gR}\right)^2$ 에서 최고점의 높이는 $h = \frac{7}{8}R$ 이다.

19. 운동량 보존

[정답맞히기] A는 전기장 영역에서 가속도 방향이 $+x$ 방향이므로 충돌 후 A의 속도의 y 성분은 일정하다. A, B는 P에서 충돌하므로 충돌 후 A, B의 속도의 y 성분의 크기는 같다. 충돌 후 A, B의 속도의 y 성분을 V 라고 하면, 운동량 보존에서 $2mv = 5mV$ 이므로 $V = \frac{2}{5}v$ 이다. 충돌 전 A, B의 운동량의 x 성분의 합은 0이므로 충돌 후 A, B의 운동량의 x 성분의 합도 0이다. 질량은 B가 A의 $\frac{3}{2}$ 배이므로 충돌 직후 A의 속도의 x 성분의 크기를 v_0 이라고 하면, B의 속도의 x 성분의 크기는 $\frac{2}{3}v_0$ 이다.

충돌 전후 운동 에너지가 보존되므로 $\frac{1}{2}(2m)v^2 = \frac{1}{2}(2m+3m)\left(\frac{2}{5}v\right)^2 + \frac{1}{2}(2m)v_0^2 + \frac{1}{2}(3m)\left(\frac{2}{3}v_0\right)^2$ 에서 $v_0 = \frac{3}{5}v$ 이다. 충돌 후 B의 속도의 x 성분의 크기와 y 성분의 크기는 $\frac{2}{5}v$ 로 같으므로 P의 좌표를 (d, d) 라고 하고, 충돌한 순간부터 P에서 만날 때까지 걸린 시간을 t 라고 하면, $d = \frac{2}{5}vt$ 이다. A는 전기장 영역에서 가속도의 크기가 $\frac{qE}{2m}$ 인 등가속도 운동을 하므로 P에서 만날 때까지 A의 변위의 x 성분은 $d = -\frac{3}{5}vt + \frac{1}{2}\left(\frac{qE}{2m}\right)t^2$ 이다. $d = \frac{2}{5}vt$ 를 대입하면 $t = \frac{4mv}{qE}$ 이다.

정답 ④

20. 열역학 법칙

[정답맞히기] (가)에서 B의 압력은 $P_0 = \frac{nRT}{8V}$ 이고, (나)에서 B의 압력은 $P = \frac{4nRT}{V} = 32P_0$ 이다. (가)에서 용수철이 압축된 길이를 x 라고 하면, (나)에서 용수철이 압축된 길이는 $32x$ 가 된다. 피스톤의 단면적을 S 라고 하면, (가)에서 탄성력은 $kx = P_0S$ 이고, 용수철에 저장된 탄성 퍼텐셜 에너지는 $\frac{E}{31} = \frac{1}{2}kx^2$ 이다. (나)에서 용수철에 저장된 탄성 퍼텐셜 에너지는 $\frac{1}{2}k(32x)^2 = \frac{32^2}{2}kx^2 = \frac{32^2}{31}E$ 이다. 따라서 (가)에서 (나)로 되는 동안 용수철에 저장된 탄성 퍼텐셜 에너지의 증가량은 $\frac{32^2}{31}E - \frac{1}{31}E = 33E$ 이다. (가)에서 A와 B의 부피의 합을 V_0 이라고 하면, A와 B의 내부 에너지의 합은 $E = \frac{3}{2}P_0V_0$ 이다. (나)에서 A와 B의 부피의 합은 $V_0 + 31xS = 4V_0$ 이

다. 따라서 (나)에서 A와 B의 내부 에너지의 합은 $U' = \frac{3}{2}(32P_0)(4V_0) = 128E$ 이므로 (가)에서 (나)로 되는 동안 A와 B의 내부 에너지 증가량은 $127E$ 이다. 그러므로 A에 공급한 열량 $Q = 127E + 33E = 160E$ 이다. 정답 ⑤