

2018학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 물리Ⅱ 정답 및 해설

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

1. 속력과 속도

선수는 곡선 경로를 따라 운동하므로 운동 방향이 변한다.

[정답맞히기] ㄴ. 이동 거리가 변위의 크기보다 크므로 평균 속력은 평균 속도의 크기보다 크다.

ㄷ. 선수의 운동 방향이 변하므로 속도가 변하는 가속도 운동을 한다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. 곡선 경로를 따라 이동하므로 이동 거리는 변위의 크기보다 크다.

2. 전자기파 스펙트럼

[정답맞히기] ㄱ. 마이크로파는 가시광선보다 파장이 길고, 진동수는 작다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 마이크로파의 파장은 X선의 파장보다 길다.

ㄷ. 진공에서 모든 전자기파의 속력은 같다. 진공에서는 마이크로파와 자외선의 속력이 같다.

3. 기체 분자 운동

[정답맞히기] ㄱ. 기체 분자의 평균 속력은 B가 A보다 크므로 온도는 A가 B보다 낮다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. A와 C의 온도는 같지만 기체 분자의 평균 속력은 C가 A보다 크므로 기체 분자 1개의 질량은 A가 C보다 크다.

ㄷ. 기체 분자 1개의 평균 운동 에너지는 온도에 비례한다. B는 A보다 온도가 높으므로 B는 C보다 온도가 높다. 따라서 평균 운동 에너지는 B가 C보다 크다.

4. 빛의 회절

[정답맞히기] ㄱ. 회절 무늬 Ⅱ는 위아래와 좌우로 회절이 많이 일어났으므로 사각형 슬릿을 사용한 (다)의 결과이다.

ㄴ. 슬릿의 폭이 작을수록 회절이 잘 일어나므로 원형 슬릿의 지름을 줄이면 이웃한 밝은 무늬의 간격은 넓어진다.

ㄷ. 파장이 길수록 회절이 잘 일어나므로 초록색 빛보다 파장이 긴 빨간색 빛을 이용하면 이웃한 밝은 무늬의 간격은 넓어진다. **정답⑤**

5. 흑체 복사

[정답맞히기] ㄷ. 흑체 표면 전체에서 단위 시간당 복사하는 에너지는 표면의 절대 온도의 네제곱에 비례하고, 표면적에 비례한다. 따라서 A, B의 표면의 절대 온도는 같

지만 표면적은 A가 B보다 크므로 단위 시간당 복사하는 에너지는 A가 B보다 크다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. 전자기파의 세기가 가장 큰 전자기파의 파장과 표면의 절대 온도는 서로 반비례한다. 따라서 표면의 절대 온도는 C가 B보다 크므로 $\lambda_B > \lambda_C$ 이다.

ㄴ. 단위 시간당, 단위 면적당 복사하는 에너지는 흑체 표면의 절대 온도의 네제곱에 비례한다. 따라서 단위 시간당, 단위 면적당 복사하는 에너지는 C가 A보다 크다.

6. 축전기의 연결

축전기의 전기 용량은 $C = k\epsilon_0 \frac{S}{d}$ 이다. A, B의 극판의 면적은 같고, 유전체의 유전 상수는 B가 A의 2배이고, 극판의 간격도 B가 A의 2배이므로 A와 B의 전기 용량은 서로 같다.

[정답맞히기] ㄱ. A와 B의 전기 용량이 같으므로 직렬 연결된 A와 B의 양단의 전위차는 같다.

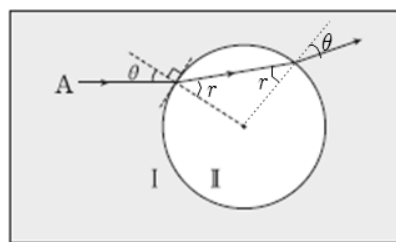
ㄴ. 전기장의 세기는 $E = \frac{V}{d}$ 이다. A, B 양단의 전위차(V)는 같고 극판의 간격은 B가 A의 2배이므로 전기장의 세기는 A가 B보다 크다.

ㄷ. 축전기에 저장된 전기 에너지는 $E = \frac{1}{2} CV^2$ 이다. 전기 용량과 양단의 전위차가 같으므로 A, B에 저장된 전기 에너지는 같다.

정답⑤

7. 빛의 굴절

[정답맞히기] ㄱ. 아래 그림과 같이 빛 A가 I에서 II로 진행할 때, 입사각(θ)은 굴절각(r)보다 작으므로 굴절률은 I이 II보다 크다. 따라서 A의 속력은 I에서가 II에서보다 작다.



(가)

ㄷ. 위 그림과 같이 구형의 매질에서 빛의 진행 방향과 두 법선이 이루는 삼각형은 이등변 삼각형이므로 A가 I에서 II로 입사하는 각(θ)과 II에서 I로 나오는 굴절각(θ)은 같다. 마찬가지로 (나)에서도 구형의 매질 I에서 빛의 진행 방향과 두 법선이 이루는 삼각형은 이등변 삼각형이므로 구형의 매질에서 나올 때 굴절각은 θ 이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. A의 속력이 I에서가 II에서보다 작으므로 A의 파장도 I에서가 II에서보다 작다.

8. 파동 함수

[정답맞히기] ㄱ. 입자를 발견할 확률 밀도는 파동 함수의 절댓값의 제곱이다. $x = \frac{L}{2}$ 에서 파동 함수의 절댓값의 제곱은 B가 A보다 크므로 확률 밀도는 B가 A보다 크다.

ㄴ. 1차원 상자에 갇힌 입자의 에너지는 $E = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$ 이다. 입자의 에너지는 같고 양자수는 B가 A보다 크므로 질량은 A가 B보다 작다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. $0 < x < L$ 영역에서 입자를 발견할 확률은 1이고, A, B의 파동 함수는 $x = \frac{L}{2}$ 에 대해 대칭이므로 $0 < x < \frac{L}{2}$ 영역에서 입자를 발견할 확률은 A와 B 모두 0.5로 같다.

9. 전자기 진동

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 t_0 일 때, 축전기인 B에 저장된 전기 에너지는 최대이므로 축전기에 충전된 전하량은 최대이다. 이 순간 회로에는 전류가 흐르지 않는다.

ㄷ. LC 회로에서 진동하는 전류의 진동수는 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 이므로 진동 주기는 $T = 2\pi\sqrt{LC}$ 이다. A, B의 전기 용량은 같고, 진동 주기는 A가 B의 2배이므로 코일의 자체 유도 계수는 L_A 가 L_B 의 4배이다. **정답④**

[오답피하기] ㄴ. 축전기에 저장된 최대 전기 에너지는 $E = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$ 이다. A, B의 전기 용량은 같고, 축전기에 저장된 최대 전기 에너지는 A가 B의 2배이므로 $2t_0$ 일 때 축전기에 저장된 전하량은 A가 B의 $\sqrt{2}$ 배이다.

10. 자기 모멘트

[정답맞히기] ㄴ. 원형 전류에 의한 자기장의 세기는 전류의 세기에 비례하고, 원형 도선의 반지름에 반비례한다. 따라서 O에서 원형 도선의 전류에 의한 자기장의 세기는 (가)에서가 (나)에서의 2배이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 자기 모멘트의 크기는 $\mu = IA$ 이다. A, B에 흐르는 전류의 세기는 같고, 반지름은 B가 A의 2배이므로 면적은 B가 A의 4배이다. 따라서 자기 모멘트의 크기는 B가 A의 4배이다.

ㄷ. 원형 도선에 의한 자기장의 방향은 반대이지만, 직선 도선에 의한 자기장의 방향은 같으므로 O에서 전류에 의한 자기장의 방향은 (가)와 (나)에서 서로 반대 방향이 아니다.

11. 콤프턴 산란

[정답맞히기] ㄱ. X선이 정지해 있던 전자와 충돌하여 산란되고, 전자가 운동하므로 산란된 X선의 에너지는 입사된 X선의 에너지보다 작다. 따라서 X선의 파장은 산란된 후가 더 크므로 $\lambda_0 < \lambda_1$ 이다.

ㄴ. X선의 산란각이 클수록 X선의 에너지는 작으므로 파장은 $\lambda_1 < \lambda_2$ 이다. **정답③**
[오답피하기] ㄷ. X선과 전자의 충돌 전후 운동량과 에너지가 보존되므로 X선의 산란각이 클수록 산란된 X선의 에너지는 작고, 전자의 에너지는 크다. 따라서 전자의 에너지는 산란각이 90° 일 때가 45° 일 때보다 크다.

12. 양자 터널 효과

[정답맞히기] 입자의 에너지가 퍼텐셜 장벽의 높이보다 작아도 입자는 장벽 너머에서 발견될 수 있다. 이때 퍼텐셜 장벽의 높이가 낮고, 폭이 좁을수록 장벽 너머에서 입자를 발견할 확률은 커진다. 장벽 너머에서 입자를 발견할 확률 밀도(파동 함수의 절댓값의 제곱)는 (가)에서가 (나)에서보다 크므로 퍼텐셜 장벽의 높이가 같다면 퍼텐셜 장벽의 폭은 A가 B보다 작다. 따라서 A는 ㄱ, B는 ㄴ이다. **정답①**

13. 도플러 효과

[정답맞히기] A와 B 사이의 거리는 B와 C 사이의 거리와 매순간 같고, B는 A, C와 동시에 만나게 되므로 B의 속력을 v 라고 하면, A의 속력은 $2v$ 이다. B에서 발생하는 음파의 진동수를 f_0 이라고 하면, A에서 측정한 음파의 진동수는 $f_A = f_0 \frac{v+2V}{v+V}$ 이고, C에서 측정한 음파의 진동수는 $f_C = f_0 \frac{v}{v-V}$ 이다. $\frac{f_A}{f_C} = \frac{5}{6}$ 이므로 $v^2 + vV - 12V^2 = 0$ 이다. 따라서 $v = 3V$ 이므로 B의 속력은 $V = \frac{v}{3}$ 이다. **정답④**

14. 렌즈에 의한 상

렌즈에 의한 상의 종류의 위치를 찾을 때 렌즈 공식을 이용한다. $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ 이다.

[정답맞히기] 볼록 렌즈에 의한 실상이 오목 렌즈의 오른쪽에 있고, 오목 렌즈에서 볼록 렌즈에 의한 실상까지의 거리는 $3f$ 이므로 $a = -3f$ 이고, 오목 렌즈는 허초점을 가진다. 렌즈 공식을 적용하면, $-\frac{1}{3f} + \frac{1}{b} = -\frac{1}{f}$ 이다. 따라서 $b = -\frac{3}{2}f$ 이므로 오목 렌즈에 의한 상은 렌즈의 왼쪽에 허상이 만들어지는 ①이 가장 적절하다. **정답①**

15. 전기장과 전위

[정답맞히기] 같은 거리를 이동하는 데 걸린 시간이 같으므로 등전위선 I과 II 사이에서 운동하는 A, B의 평균 속력이 같은 것이다. A는 전위가 높은 곳으로 운동하므로 속력이 감소하고, B는 전위가 낮은 곳으로 이동하므로 속력이 증가한다. A가 I을 통과하는 속력을 v_1 , II를 통과하는 속력을 v_2 라고 하면, B가 II를 통과하는 속력은 v_2 , I을 통과하는 속력은 v_1 이다. $K_A = \frac{1}{2}mv_1^2$ 이고, $K_B = \frac{1}{2}(2m)v_2^2$ 이다. A가 I에서 II로 운동하는 동안 전기력이 한 일은 A의 운동 에너지 변화량과 같으므로

$-qV = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ 이다. $\frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}K_B$ 이고, $\frac{1}{2}mv_1^2 = K_A$ 이므로 $-qV = \frac{1}{2}K_B - K_A$ 이다. 따라서 전위 $V = \frac{2K_A - K_B}{2q}$ 이다. 정답②

16. 원운동과 로런츠 힘

[정답맞히기] ㄱ. 등속 원운동 하는 입자에 작용하는 구심력의 크기는 $m\frac{v^2}{r}$ 이다. A와 B의 질량과 속력은 같고, 원운동의 반지름은 B가 A의 2배이므로 구심력의 크기는 A가 B의 2배이다.

ㄷ. 점전하와 A 사이에 작용하는 전기력의 크기를 F_E , 자기장 영역에서 받는 자기력의 크기를 F_B 라고 하면, A에 작용하는 구심력의 크기는 $F_A = F_E - F_B$ 이다. B에 작용하는 전기력의 크기는 $\frac{1}{4}F_E$ 이고 자기력의 크기는 F_B 이므로 B에 작용하는 구심력의 크기는 $F_B = \frac{1}{4}F_E + F_B$ 이다. $F_A = 2F_B$ 이므로 $F_E - F_B = 2(\frac{1}{4}F_E + F_B)$ 에서 $F_E = 6F_B$ 이다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. A에 작용하는 전기력의 방향은 원의 중심(점전하)을 향하고, 자기력은 원의 중심에서 멀어지는 방향이다. 즉, 자기력과 전기력의 방향은 반대이다.

17. 열역학 법칙

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 A, B의 부피와 몰수는 같고, 온도는 B가 A의 2배이므로 압력은 A가 B보다 작다.

ㄴ. (나)에서 A의 압력은 같고 부피는 2배 증가하였으므로 A의 온도도 2배 증가하였다. 따라서 (나)에서 A의 온도는 $2T$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. (가)의 상태에서 (나)의 상태로 될 때, 흡수한 열량은 내부 에너지 증가량과 기체가 외부에 한 일의 합과 같다. 대기압을 P_0 이라고 하면, (가)에서 B의 압력은 대기압과 같은 P_0 이고, A의 온도는 B의 $\frac{1}{2}$ 배이므로 A의 압력은 $\frac{1}{2}P_0$ 이다.

(가)에서 (나)로 될 때 A가 흡수한 열량은 $Q_A = \frac{3}{2}R(2T - T) + \frac{1}{2}P_0(2V - V)$ 이다. (나)에서 B의 온도는 $4T$ 이므로 (가)에서 (나)로 될 때 B가 흡수한 열량은

$Q_B = \frac{3}{2}R(4T - 2T) + P_0(2V - V)$ 이다. 따라서 $Q_B = 2Q_A$ 이다.

18. 포물선 운동

[정답맞히기] ㄴ. 입자는 포물선 운동을 하므로 입자에 작용하는 알짜힘은 일정하다. 따라서 입자의 가속도의 x , y 성분은 각각 일정하다. O에서 입자의 속도의 y 성분이 $v\sin\theta$ 이고 가속도의 y 성분은 일정하므로 x 축 위의 q를 지날 때의 속력은 O에서 속도의 y 성분과 크기는 같고 방향은 반대이다. 따라서 q에서 입자의 속력은 $v\sin\theta$ 이다.

ㄷ. p는 입자가 x 축으로부터 가장 멀리 떨어진 지점이므로 p에서 속도의 y 성분은 0

이다. 따라서 입자의 가속도의 y 성분은 $a_y = -\frac{v \sin \theta}{t_0}$ 이다. 입자는 q 에서 속도의 x 성분이 0이고, y 성분은 $-v \sin \theta$ 이므로 입자가 p 에서 q 까지 이동하는 동안 y 축 방향의 속도 변화량의 크기는 $v \sin \theta$ 이므로 p 에서 q 까지 입자가 운동하는 데 걸린 시간은 t_0 이다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. 포물선 운동하는 동안 입자의 속도의 x 성분과 y 성분이 모두 변하고 있으므로 입자의 가속도의 방향은 $-y$ 방향이 아니다.

19. 운동량 보존

[정답맞히기] A, B의 질량은 m , 충돌 전 A의 속력의 x , y 성분은 각각 v_x , v_y , 충돌 후 A, B의 속력의 x , y 성분은 각각 v_{Ax} , v_{Ay} , v_{Bx} , v_{By} 라고 하자.

충돌 직후부터 A, B가 $x=d$ 인 선을 통과하는 데 걸리는 시간을 t 라고 하면, $d = v_{Ax}t = v_{Bx}t$ 이고, $\frac{5}{2}d = (v_{Ay} + v_{By})t$ 이다.

운동량 보존 : $mv_x = mv_{Ax} + mv_{Bx}$, $mv_y = -mv_{Ay} + mv_{By}$

운동 에너지 보존 : $\frac{1}{2}m(v_x^2 + v_y^2) = \frac{1}{2}m(v_{Ax}^2 + v_{Ay}^2) + \frac{1}{2}m(v_{Bx}^2 + v_{By}^2)$

$mv_x = mv_{Ax} + mv_{Bx}$ 에서 $v_x = v_{Ax} + v_{Bx}$ 이고, $v_{Ax} = v_{Bx}$ 이므로 $v_x = 2v_{Ax}$ 이다.

$\frac{5}{2}d = (v_{Ay} + v_{By})t$ 에서 $v_{Ay} + v_{By} = \frac{5}{4}v_x$ ---①이고, $mv_y = -mv_{Ay} + mv_{By}$ 에서 $-v_{Ay} + v_{By} = v_y$ ---②

이다. ①과 ②에서 $v_{Ay} = \frac{5}{8}v_x - \frac{1}{2}v_y$, $v_{By} = \frac{5}{8}v_x + \frac{1}{2}v_y$ 이다. 운동 에너지 보존에서

$v_x^2 + v_y^2 = v_{Ax}^2 + v_{Ay}^2 + v_{Bx}^2 + v_{By}^2$ 이므로 $v_{Ax} = v_{Bx} = \frac{1}{2}v_x$, $v_{Ay} = \frac{5}{8}v_x - \frac{1}{2}v_y$, $v_{By} = \frac{5}{8}v_x + \frac{1}{2}v_y$ 을 대

입하여 정리하면, $\frac{v_y}{v_x} = \frac{3}{4}$ 이다. 따라서 $\tan \theta = \frac{3}{4}$ 이다.

정답④

20. 단진동과 역학적 에너지 보존

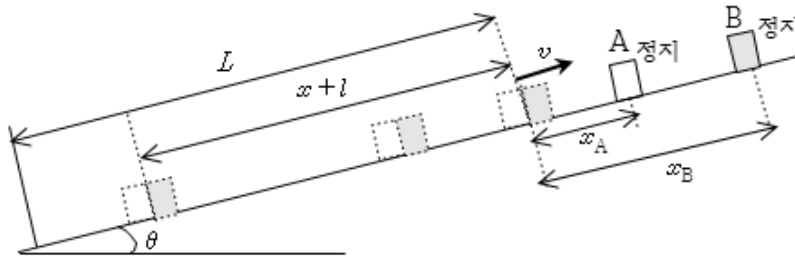
A, B의 질량은 m , 경사면의 경사각을 θ , 용수철 상수를 k 라고 하면, (가)에서 A에 작용하는 탄성력의 크기와 경사면 아래 방향으로 작용하는 힘의 크기는 같으므로 $kl = mg \sin \theta$ 이고, (나)에서 B와 분리된 후에 단진동하는 A의 진동 주기는 $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 용수철이 압축된 상태에서 B를 가만히 놓으면 용수철의 길이가 L 이 될 때까지 A와 B는 같은 가속도로 운동하지만, 용수철의 길이가 L 보다 크면 A에 작용하는 알짜힘의 크기가 B에 작용하는 알짜힘의 크기보다 크므로 A와 B는 분리된다.

ㄷ. A와 B가 분리되는 순간 속력을 v 라고 하면, A, B가 분리되는 순간 운동 에너지 $[\frac{1}{2}(2m)v^2]$ 와 중력에 의한 퍼텐셜 에너지 $[2mg(x+l)\sin \theta]$ 의 합은 용수철이 $x+l$ 만큼 압축

되어 있을 때 탄성력에 의한 퍼텐셜 에너지 $\frac{1}{2}k(x+l)^2$ 과 같으므로 $\frac{1}{2}k(x+l)^2 = \frac{1}{2}(2m)v^2 + 2mg(x+l)\sin \theta$

$+2k(x+l)l$ 이다. 분리된 후 B가 정지할 때까지 이동한 거리를 x_B 라고 하면, x_B 를 이동하는 데 걸린 시간은 $\frac{1}{2}T$ 이고 평균 속력은 $\frac{1}{2}v$ 이므로 $x_B = \frac{1}{4}vT$ 이다. B가 분리된 후부터 정지할 때까지 B의 역학적 에너지는 보존되므로 $\frac{1}{2}mv^2 = mgx_B \sin\theta$ 이다. 따라서 $v = \pi l \sqrt{\frac{k}{m}}$ 이다. $\frac{1}{2}k(x+l)^2 = \frac{1}{2}(2m)v^2 + 2k(x+l)l$ 에 $v = \pi l \sqrt{\frac{k}{m}}$ 을 대입하여 정리하면, $(x+l)^2 = 4(x+l)l + 2\pi^2 l^2$ 이다. 이 식에서 $x = l + l\sqrt{2\pi^2 + 4}$ 이다.



정답④

[오답피하기] ㄴ. B와 분리된 후 A가 정지할 때까지 이동한 거리를 x_A 라고 하면, $\frac{1}{2}mv^2 = mgx_A \sin\theta + \frac{1}{2}kx_A^2$ 이다. $v = \pi l \sqrt{\frac{k}{m}}$ 이므로 $\pi^2 l^2 = 2lx_A + x_A^2$ 에서 $x_A = l\sqrt{\pi^2 + 1} - l$ 이다. 단진동하는 A에 작용하는 알짜힘은 용수철의 원래 길이에서 l 만큼 압축되었을 때 0이므로 A의 진폭 $l + x_A$ 는 x 보다 작다.