

2021학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가
과학탐구영역 물리학Ⅱ 정답 및 해설

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

1. 힘의 합성과 분해

[정답맞히기] A, B: 힘은 크기와 방향을 가지는 벡터량이다.

C: 크기가 같고 방향이 반대인 두 힘의 합력은 0이다.

정답 ⑤

2. 일반 상대성 이론

[정답맞히기] 아인슈타인은 일반 상대성 이론에서 중력을 시공간의 휘어짐으로 설명하였다. 질량이 매우 큰 블랙홀 주위의 시공간은 극도로 휘어지기 때문에 빛이 빠져나오지 못한다.

정답 ①

3. 열과 일의 전환

[정답맞히기] 열역학 제1법칙에 의하면 기체가 받은 열(Q)은 내부 에너지 변화량(ΔU)과 기체가 한 일(W)의 합과 같다. $25 \text{ cal} \times 4.2 \text{ J/cal} = 105 \text{ J}$ 에 해당하므로 $105 \text{ J} = \Delta U + 42 \text{ J}$ 에서 내부 에너지 변화량 $\Delta U = 63 \text{ J}$ 이다.

정답 ③

4. 정전기 유도

[정답맞히기] ㄱ. 막대는 음(-)으로 대전되어 있으므로, 정전기 유도에 의해 막대 가까이에 있는 A는 양(+)으로 대전 되고 B는 음(-)으로 대전된다.

ㄴ. A와 B는 서로 다른 종류의 전하로 대전되어 있으므로 (나)에서 A와 B 사이에는 서로 당기는 전기력이 작용한다.

정답 ③

[오답피하기] ㄷ. B는 음(-)으로 대전되어 있고, B에 의해 C에는 유전 분극 현상이 나타나므로 B와 C 사이에는 서로 당기는 전기력이 작용한다.

5. 등속 원운동

(나)에서 원운동의 주기 T 는 $4\pi \text{ s}$ 이고, 원운동의 반지름 r 는 2 m이다.

[정답맞히기] ㄴ. 등속 원운동의 속력 $v = rw = 2 \text{ m} \times \frac{1}{2} \text{ rad/s} = 1 \text{ m/s}$ 이다.

정답 ②

[오답피하기] ㄱ. 각속도의 크기는 $w = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4\pi \text{ s}} = \frac{1}{2} \text{ rad/s}$ 이다.

ㄷ. 가속도의 크기는 $a = rw^2 = 2 \text{ m} \times \left(\frac{1}{2} \text{ rad/s}\right)^2 = \frac{1}{2} \text{ m/s}^2$ 이다.

6. 트랜지스터

[정답맞히기] ㄱ. 이미터에 흐르는 전류(I_A)는 베이스 전류(I_B)와 컬렉터 전류(I_C)로 나

누어져 흐른다. 따라서 $I_A = I_B + I_C$ 이다.

㉡. 트랜지스터에서 전류의 증폭이 일어나기 위해서는 이미터와 베이스 사이에는 순방향 전압이 걸려 있고, 베이스와 컬렉터 사이에는 역방향 전압이 걸려 있어야 한다.

정답 ③

[오답피하기] ㉢. 베이스와 컬렉터 사이에는 역방향 전압이 걸려 있으므로 전원 장치의 (+)극에 연결되어 있는 B는 n형 반도체이고, 전원 장치의 (-)극에 연결되어 있는 C는 p형 반도체이다.

7. 축전기의 연결과 전기 용량

[정답맞히기] ㄱ. 평행판 축전기의 전기 용량은 극판 사이의 간격에 반비례하므로 축전기의 전기 용량은 (가)가 (나)의 2배이다. 정답 ①

[오답피하기] ㉡. (가) → (나) 과정에서 스위치를 연 후 극판 사이의 간격을 증가시켰으므로 축전기에 충전된 전하량은 변하지 않는다.

㉢. 전기 용량이 C 이고 충전된 전하량이 Q 인 축전기에 저장된 전기 에너지는 $\frac{Q^2}{2C}$ 이

므로, 충전된 전하량은 (가)와 (나)가 같고, 전기 용량은 (나)가 (가)의 $\frac{1}{2}$ 배이므로 축전기에 저장된 전기 에너지는 (나)가 (가)의 2배이다.

8. 전기 저항

[정답맞히기] ㄱ. 저항값=비저항× $\frac{\text{길이}}{\text{단면적}}$ 이다. A, B의 저항값을 각각 R_A , R_B 라고 하면, $R_A = 2\rho \frac{l}{S}$ 이고 $R_B = \rho \frac{l}{2S}$ 이다. 따라서 저항값은 A가 B의 4배이다.

㉡. (가), (나)에서 회로에 흐르는 전류의 세기를 I 라고 하면, $V_1 = IR_A$ 이고 $V_2 = IR_B$ 이다. $R_A = 4R_B$ 이므로 $V_1 = 4V_2$ 이다.

㉢. A에서 소비되는 전력은 $I^2 R_A$ 이고, B에서 소비되는 전력은 $I^2 R_B$ 이다. $R_A = 4R_B$ 이므로 저항에서 소비되는 전력은 A가 B의 4배이다. 정답 ⑤

9. 가속 좌표계와 관성력

[정답맞히기] ㉡. 5초부터 6초까지 사람의 무게는 엘리베이터가 정지했을 때의 무게와 같은 600 N이므로 사람에게 작용하는 관성력은 없다. 따라서 이 구간에서 엘리베이터는 등속 운동을 한다.

㉢. 사람에게 작용하는 알짜힘은 2초부터 4초 사이와 7초부터 9초 사이가 크기는 같고 방향만 반대이므로 2초부터 4초 사이 속도 증가량과 7초부터 9초 사이 속도 감소량은 같다. 따라서 엘리베이터는 2초 이후 연직 아래 방향으로 운동하다 9초인 순간 정지하고, 8초일 때 사람에게 연직 아래로 20 N의 관성력이 작용하므로, 이때 엘리베

이터의 가속도 방향은 관성력의 방향과 반대인 연직 위 방향이다. 따라서 8초일 때 엘리베이터의 가속도의 방향은 운동 방향과 반대이다. 정답 ④

[오답피하기] ㄱ. 2초부터 4초까지 사람에게 연직 위 방향으로 20 N의 관성력이 작용 하므로 이 시간 동안 엘리베이터의 가속도 방향은 연직 아래 방향이다. 0초부터 2초 까지 엘리베이터는 정지해 있었고, 2초 이후 엘리베이터는 연직 아래 방향으로 운동 한다.

10. 탈출 속력

[정답맞히기] 질량이 M 이고 반지름이 R 인 행성의 표면에서 탈출 속력은 $\sqrt{\frac{M}{R}}$ 에 비례한다. 따라서 질량이 $\frac{M}{2}$ 이고 반지름이 $2R$ 인 행성의 표면에서 탈출 속력은 $\frac{v_0}{2}$ 이다. 정답 ②

11. 케플러 법칙

[정답맞히기] ㄴ. 케플러 제3법칙에 의하면 공전 주기(T)의 제곱은 공전 궤도 긴반지름(a)의 세제곱에 비례($T^2 \propto a^3$)한다. A의 공전 궤도 반지름은 R 이고, B의 공전 궤도 긴반지름은 $4R$ 이므로 공전 주기는 B가 A의 8배이다.

ㄷ. 행성의 질량을 M , 위성의 질량을 m , 행성과 위성 사이의 거리를 r , 만유인력 상수를 G , 위성의 가속도의 크기를 a 라고 하면, $\frac{GMm}{r^2} = ma$ 가 성립한다. 따라서

$a = \frac{GM}{r^2}$ 이므로 행성에 의한 중력만 작용하는 위성의 경우 위성의 질량과 관계없이 행성으로부터의 거리 r 에 의해서만 가속도의 크기가 결정된다. 그러므로 p에서 가속도의 크기는 A와 B가 같다. 정답 ④

[오답피하기] ㄱ. 면적 속도 일정 법칙에 의하면, 행성으로부터의 거리가 가까울수록 B의 속력은 크다. 따라서 B의 속력은 p에서 가장 크다.

12. 단진자

[정답맞히기] ㄱ. 추의 역학적 에너지는 보존되므로 추의 중력 퍼텐셜 에너지의 감소량은 운동 에너지의 증가량과 같다. 따라서 (나)에서 최저점에서 추의 운동 에너지는 $2mgh$ 이다.

ㄴ. (가), (나)에서 최저점에서의 추의 속력을 각각 $v_{(가)}$, $v_{(나)}$ 라고 하면, (가)에서는 $mgh = \frac{1}{2}mv_{(가)}^2$ 이므로 $v_{(가)} = \sqrt{2gh}$ 가 된다. 그리고 (나)에서는 $2mgh = \frac{1}{2}(2m)v_{(나)}^2$ 이므로 $v_{(나)} = \sqrt{2gh}$ 가 된다. 따라서 (가)와 (나)에서 최저점에서 추의 속력은 같다. 정답 ③

[오답피하기] ⓒ. 단진자의 주기는 $\sqrt{\frac{\text{줄의 길이}}{\text{중력 가속도}}}$ 에 비례한다. 실의 길이는 (나)에서 가 (가)에서의 2배이므로 (나)에서 단진동의 주기는 $\sqrt{2} T$ 이다.

13. 전기장과 전기력선

[정답맞히기] ㄱ. 전기장의 방향은 단위 양(+)전하가 받는 전기력의 방향이므로 원점에서 전기장의 방향은 $-x$ 방향이다.

ㄴ. P에서 전하량이 $+q$ 인 점전하에 의한 전기장의 y 축 방향 성분과 전하량이 $-q$ 인 점전하에 의한 전기장의 y 축 방향 성분이 크기는 같고 방향은 반대이고, 두 전하에 의한 전기장의 x 축 방향 성분은 모두 $-x$ 방향이므로 P에서 전기장의 방향은 $-x$ 방향이다.

ㄷ. 쿨롱 상수를 k 라고 할 때, 원점에서 전기장의 세기는 $\frac{2kq}{d^2}$ 이다. P에서 전기장의 방향은 $-x$ 방향이므로 P에서 두 점전하에 의한 전기장의 세기는 x 축 방향 성분의 전기장을 더하면 된다. 따라서 P에서 전기장의 세기는 $2 \times \frac{kq}{(\sqrt{2}d)^2} \times \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{kq}{\sqrt{2}d^2}$ 이다. 따라서 전기장의 세기는 원점에서가 P에서의 $2\sqrt{2}$ 배이다. 정답 ⑤

14. 저항의 연결

[정답맞히기] ㄴ. A, B 양단의 전위차는 같으므로 B 양단의 전위차는 $\frac{2}{5}V$ 이다.

ㄷ. C에 흐르는 전류의 세기는 $I+I_B = \frac{3}{2}I$ 이다. 정답 ④

[오답피하기] ㄱ. A와 B는 병렬로 연결되어 있으므로 저항 양단의 전위차는 A와 B가 같다. A의 저항값을 R_A , B에 흐르는 전류의 세기를 I_B 라고 하면, A 양단의 전위차는 $\frac{2}{5}V$ 이므로 $\frac{2}{5}V = IR_A = (2R)I_B \cdots ①$ 이다. 전원 장치의 전압은 V 이므로 C 양단의 전위차는 $V - \frac{2}{5}V = \frac{3}{5}V$ 이다. C의 저항값은 R 이므로 $\frac{3}{5}V = (I+I_B)R \cdots ②$ 이다. ①에서 $I_B R = \frac{V}{5}$ 이므로 ②에서 $IR = \frac{2}{5}V$ 이다. 따라서 ①에서 $IR_A = \frac{2}{5}V$ 이므로 $R_A = R$ 이다.

15. 물체의 평형

[정답맞히기] 막대 위의 실이 연결된 지점을 기준으로 돌림힘의 평형을 적용하면,

$(L) \times (2mg) + (5L) \times (mg) = (3L) \times F$ 이다. 따라서 $F = \frac{7}{3}mg$ 이다. 막대에 힘의 평형을 적용하면, $T = mg + 2mg + \frac{7}{3}mg = \frac{16}{3}mg$ 이다. 따라서 $\frac{T}{F} = \frac{16}{7}$ 이다. 정답 ①

16. 에너지 보존

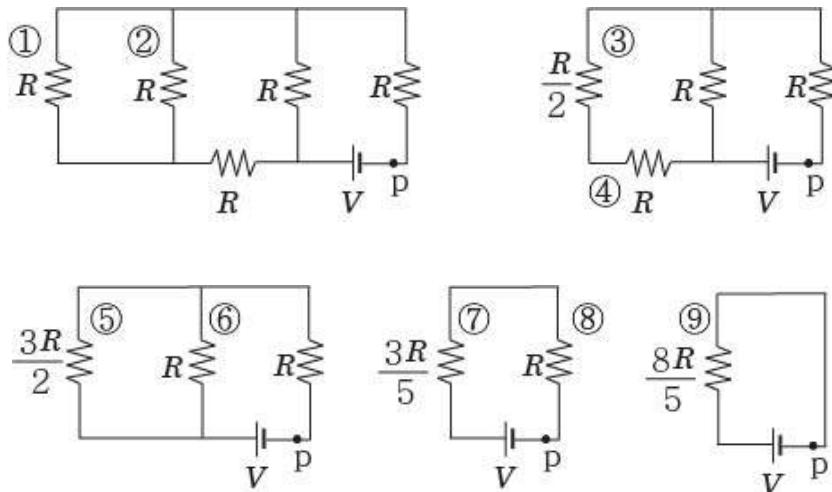
[정답맞히기] ㄱ. I에서 질량이 m 인 추가 중력 방향으로 이동한 거리는 h 이므로, I에서 추에 작용하는 중력이 한 일은 mgh 이다. 정답 ①

[오답피하기] ㄴ. I에서 추의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량은 추의 운동 에너지 증가량과 물이 얻은 열량의 합과 같다.

ㄷ. 감소한 추의 중력 퍼텐셜 에너지는 I에서와 II에서가 같다. II에서 추는 등속도 운동을 하므로 운동 에너지는 일정하다. 운동 에너지 증가량은 I에서가 II에서보다 크므로 물이 얻은 열량은 I에서가 II에서보다 작다.

17. 전압과 전류, 저항의 연결

[정답맞히기] 회로에 연결된 저항은 다음과 같은 과정을 통해 간단하게 나타낼 수 있다. ①과 ②는 병렬연결이므로 합성 저항값이 $\frac{R}{2}$ 인 저항 ③이 되고 ③과 ④는 직렬연결이므로 합성 저항값이 $\frac{3}{2}R$ 인 저항 ⑤가 된다. ⑤와 ⑥은 병렬연결이므로 합성 저항값이 $\frac{8}{5}R$ 인 저항 ⑨가 된다.



따라서 p에 흐르는 전류의 세기는 옴의 법칙에 의해 $\frac{5V}{8R}$ 이다. 정답 ②

18. 포물선 운동

[정답맞히기] ㄱ. A가 높이가 h 인 지점에서 던져진 순간부터 수평면에 도달하기까지 걸린 시간을 t 라고 하면, $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ … ①이다. A는 수평 방향으로 등속도 운동을 하므로 $vt = 2h$ … ②이다. 따라서 ①, ②를 정리하면, $v\sqrt{\frac{2h}{g}} = 2h$ 에서 $v = \sqrt{2gh}$ 이다.

㉡. A는 t 동안 연직 아래로 h 만큼 이동하므로 $\frac{1}{2}gt^2 = h \cdots ③$ 이다. B의 가속도의 크기를 a 라고 하면, B는 정지 상태에서 출발하여 t 동안 등가속도 운동을 하며 $2h$ 만큼 이동하였으므로 $\frac{1}{2}at^2 = 2h \cdots ④$ 이다. 따라서 ③, ④를 정리하면, $a = 2g$ 이다.

㉢. p에서 A, B의 속력을 각각 v_A , v_B 라고 하자. p에서 A의 연직 방향의 속력을 v_{Ay} 라 하면 $v_{Ay} = \sqrt{2gh} = v$ 이므로, $v_A = \sqrt{v^2 + v_{Ay}^2} = \sqrt{2}v$ 가 된다. 그리고 $v_B = at = 2gt = 2\sqrt{2gh} = 2v$ 가 된다. 따라서 p에 도달하는 순간의 속력은 B가 A보다 크다. 정답 ⑤

19. 포물선 운동과 역학적 에너지

[정답맞히기] 물체의 질량을 m , 빗면 꼭대기에서 물체의 속력을 v_0 이라고 하면, 물체의 역학적 에너지는 보존되므로 $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}mgl \cdots ①$ 이다. 빗면 꼭대기에서부터 수평면에 도달하기까지 걸린 시간을 t 라고 하면, 물체는 포물선 운동을 하므로 $v_0\sin 30^\circ t - \frac{1}{2}gt^2 = -\frac{l}{2} \cdots ②$ 이고 $v_0\cos 30^\circ t = \sqrt{3}l \cdots ③$ 이다. ③에서 $t = \frac{2l}{v_0}$ 이므로 이를 ②에 대입하여 정리하면 $v_0\left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{2l}{v_0}\right) - \frac{1}{2}g\left(\frac{2l}{v_0}\right)^2 = -\frac{l}{2}$ 에서 $v_0^2 = \frac{4}{3}gl \cdots ④$ 이다. ④를 ①에 대입하여 정리하면, $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{4}{3}gl\right) + \frac{1}{2}mgl = \frac{7}{6}mgl$ 이다. 따라서 $v = \sqrt{\frac{7gl}{3}}$ 이다. 정답 ④

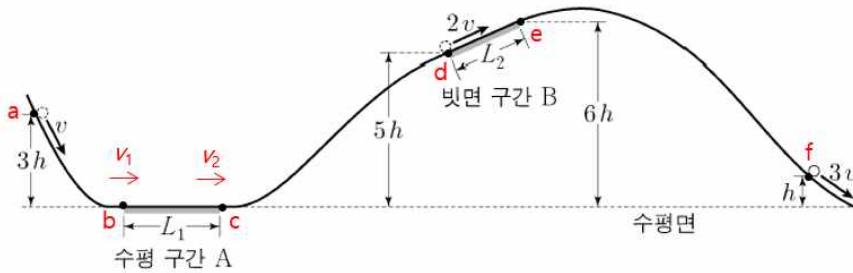
[별해]

①에서 $v_0 = \sqrt{v^2 - gl}$ 이다. 빗면 꼭대기에서 물체의 수평 방향의 속도 성분의 크기는 $\frac{\sqrt{3}}{2}\sqrt{v^2 - gl}$ 이고, 연직 방향의 속도 성분의 크기는 $\frac{1}{2}\sqrt{v^2 - gl}$ 이다. 물체가 수평면에 닿기 직전 물체의 연직 방향의 속도 성분의 크기를 v_y 라고 하면, 연직 방향으로의 역학적 에너지 보존 법칙을 적용하면 $\frac{1}{2}m\left(\frac{1}{2}\sqrt{v^2 - gl}\right)^2 + mg\frac{l}{2} = \frac{1}{2}mv_y^2$ 에서 $v_y = \frac{1}{2}\sqrt{v^2 + 3gl}$ 이다. 따라서 포물선 운동하는 동안 연직 방향의 평균 속도의 크기는 $\frac{1}{2}\sqrt{v^2 + 3gl} - \frac{1}{2}\sqrt{v^2 - gl} = \frac{1}{4}(\sqrt{v^2 + 3gl} - \sqrt{v^2 - gl})$ 이다. 빗면의 꼭대기를 벗어난 순간부터 수평면에 닿을 때까지 물체의 변위의 크기는 $\frac{l}{2}$ 이고, 포물선 운동하는 시간을 t 라고 하면, $\frac{1}{4}(\sqrt{v^2 + 3gl} - \sqrt{v^2 - gl})t = \frac{l}{2} \cdots ⑤$ 이다. 빗면의 꼭대기를 벗어난 순간부터

수평 방향으로는 등속도 운동을 하므로 $\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\sqrt{v^2 - gl}\right)t = \sqrt{3}l$ ⑥이다. 따라서 ⑤, ⑥을 정리하면 $\sqrt{v^2 + 3gl} - \sqrt{v^2 - gl} = \sqrt{v^2 - gl}$ 에서 $v = \sqrt{\frac{7gl}{3}}$ 이다.

20. 일 · 에너지 정리

[정답맞히기] 물체의 질량을 m , A에 들어가는 순간의 속력을 v_1 , A를 빠져나온 순간의 속력을 v_2 , A와 B를 지나는 데 걸리는 시간을 t 라고 하자.



물체는 B에서 $2v$ 로 등속도 운동을 하므로 $t = \frac{L_2}{2v}$ ①이다. 역학적 에너지 보존 법칙을 적용하면, a에서 b까지 $\frac{1}{2}mv^2 + 3mgh = \frac{1}{2}mv_1^2$ ②이고, c에서 d까지 $\frac{1}{2}mv_2^2 = mg(5h) + \frac{1}{2}m(2v)^2$ ③이고, e에서 f까지 $mg(6h) + \frac{1}{2}m(2v)^2 = mgh + \frac{1}{2}m(3v)^2$ ④이다. ④를 정리하면 $v^2 = 2gh$ 므로 이를 ②, ③에 대입하여 정리하면 $v_1 = 2v$ 이고, $v_2 = 3v$ 이다. A에서 물체의 가속도의 크기는 $\frac{v_2 - v_1}{t} = \frac{2v^2}{L_2}$ 므로 A에서 물체에 운동 방향으로 작용하는 힘의 크기는 $\frac{2mv^2}{L_2}$ 이다. A에서 물체에 작용한 힘이 한 일은 A의 운동 에너지 변화량과 같으므로 $\frac{1}{2}m(3v)^2 - \frac{1}{2}m(2v)^2 = \left(\frac{2mv^2}{L_2}\right)L_1$ 이다. 따라서 이를 정리하면, $\frac{L_2}{L_1} = \frac{4}{5}$ 이다.

정답 ②