

2023학년도 RuleBreakers 무료 배포 모의고사 정답 및 해설

과학탐구 영역 [물리학 I] 과목

정답

번호	정답	배점									
1	㉔	2	6	㉓	2	11	㉓	3	16	㉓	3
2	㉕	2	7	㉑	2	12	㉕	3	17	㉒	3
3	㉑	3	8	㉔	2	13	㉕	3	18	㉔	3
4	㉕	2	9	㉕	2	14	㉑	2	19	㉔	3
5	㉓	2	10	㉒	3	15	㉑	2	20	㉓	3

해설

1

정답 ㉔

풀이

❖ A에서 사람이 발을 굴러 그네의 진폭이 커지면 그네의 역학적 에너지가 커진다. B에서 낙하산의 속도가 일정하므로 알짜힘은 0이다. 꿀벌의 비행 궤적은 직선이 아니므로 속도는 일정하지 않다.

선지

- ✗. A에서 역학적 에너지는 보존된다(→ 보존되지 않는다).
- Ⓒ. B에서 낙하산에 작용하는 알짜힘은 0이다.
- ✗. C에서 꿀벌의 속도는 일정하다(→ 일정하지 않다).

2

정답 ㉕

풀이

❖ 그림의 A, B, C는 각각 감마선, 적외선, 라디오파이다. 표에서 설명하는 (가), (나), (다)는 각각 라디오파, 적외선, 감마선을 사용하는 예시이다. 따라서 (가), (나), (다)는 각각 C, B, A이다.

3

정답 ㉑

풀이

❖ 핵반응 전후 질량수는 보존되므로 ㉑의 질량수는 140이다. (나)에서 질량 결손이 일어나 에너지로 전환되므로 질량은 ${}^4_2\text{He}$ 가 ㉑의 2배보다 작다. (가)는 핵분열 반응이다.

선지

- Ⓒ. ㉑의 질량수는 140이다.
- ✗. 질량은 ${}^4_2\text{He}$ 가 ㉑의 2배이다(→ 2배보다 작다).
- ✗. (가)는 핵융합(→ 핵분열) 반응이다.

4

정답 ㉕

풀이

❖ p형 반도체는 순수한 반도체에 불순물을 첨가하는 도핑을 하여 전기 전도성을 높인 반도체이다. LED는 반도체로 이루어져 있어 절연체보다 전기 전도성이 크다. 다이오드의 정류 작용으로 인해 LED에 순방향 전압이 걸렸을 때만 빛이 방출된다.

선지

- Ⓐ. p형 반도체는 순수한 반도체에 불순물을 첨가하여 만든다.
- Ⓑ. LED는 절연체보다 전기 전도성이 크다.
- Ⓒ. LED에 순방향 전압이 걸리면 빛이 방출된다.

5

정답 ㉓

풀이

❖ 에어백은 탑승자가 받는 평균 힘의 크기를 감소시켜준다. 에어 매트이 떨어질 때의 충격량은 딱딱한 바닥에 떨어졌을 때와 같지만 충돌 시간이 크게 증가하여 사람이 받는 평균 힘을 감소시켜준다.

6

정답 ㉓

풀이

❖ 빨간색 빛의 세기를 아무리 증가시켜도 빨간색 빛의 진동수는 금속판의 문턱 진동수보다 작으므로 광전자가 방출되지 않는다. (가)와 (나)의 광전자 방출 여부를 비교하면 파란색 빛이 빨간색 빛보다 진동수가 크다. (나)에서 금속판의 문턱 진동수보다 파란색 빛의 진동수가 크므로 광전자가 방출된다.

선지

- ✗. (가)에서 빨간색 빛의 세기를 증가시키면 광전자가 방출된다. (→ 증가시켜도 광전자가 방출되지 않는다).
- ✗. 빛의 진동수는 빨간색 빛이 파란색 빛보다 크다(→ 작다).
- Ⓒ. (나)에서 금속판의 문턱 진동수는 파란색 빛의 진동수보다 작다.

7

정답 ①

풀이

❖ B가 공중에서 정지해 있으므로 A와 B 사이엔 척력이 작용함을 알 수 있다. 따라서 B는 반자성체이다. B에 작용하는 중력과 B에 작용하는 자기력은 힘의 평형 관계이다. 지면이 A에 작용하는 힘의 크기는 A에 작용하는 중력과 자기력의 합력의 크기와 같다.

선지

- ㉠. B는 반자성체이다.
- ㉡. B에 작용하는 중력과 B에 작용하는 자기력은 작용-반작용(→ 힘의 평형) 관계이다.
- ㉢. A에 작용하는 중력의 크기는 지면이 A에 작용하는 힘의 크기보다 크다(→ 작다).

8

정답 ④

풀이

❖ a에서는 빛을 방출한다. 에너지는 d에서가 b에서보다 더 크므로 파장은 b에서가 더 길다. a와 c의 에너지 합이 b와 d의 에너지 합과 같으므로 파장은 역수끼리의 합이 서로 같다.

선지

- ㉡. a에서는 빛을 흡수한다(→ 방출한다).
- ㉢. $\lambda_b > \lambda_d$ 이다.
- ㉣. $\frac{1}{\lambda_a} + \frac{1}{\lambda_c} = \frac{1}{\lambda_b} + \frac{1}{\lambda_d}$ 이다.

9

정답 ⑤

풀이

❖ $x = 3\text{cm}$ 에서 $t = 0$ 직후 변위가 양(+)이었다가 음(-)이 되므로 파동의 진행 방향은 $+x$ 방향이다. 파동의 주기는 2s 이고, B에서 파동의 파장은 8cm 이므로 B에서 파동의 진행 속력은 4cm/s 이다. 주기는 2s 이므로 $t = 2\text{s}$ 일 때 $x = 8\text{cm}$ 에서 y 는 $t = 0$ 일 때와 동일한 0 이다.

선지

- ㉠. 파동의 진행 방향은 $+x$ 방향이다.
- ㉢. B에서 파동의 진행 속력은 4cm/s 이다.
- ㉣. $t = 2\text{s}$ 일 때 $x = 8\text{cm}$ 에서 y 는 0 이다.

10

정답 ②

풀이

❖ (가)에서 P의 진행 경로를 보면 매질의 굴절률은 $\text{III} > \text{I} > \text{II}$ 이다. 따라서 P의 속력은 I에서가 II에서보다 크다. (나)에서 X와 Y의 경계면에서 전반사하고 X와 Z의 경계면에서 굴절되는 빛의 경로가 그림처럼 되려면 X, Y, Z는 각각 III, II, I이어야 한다. 따라서 Z는 I이고, X(III)를 코어로 사용한 광섬유에 Z(I)를 클래딩으로 사용할 수 있다.

선지

- ㉡. P의 속력은 III에서가 I에서보다 크다(→ 작다).
- ㉢. Z는 I이다.
- ㉣. Z(→ X)를 코어로 사용한 광섬유에 X(→ Z)를 클래딩으로 사용할 수 있다.

11

정답 ③

풀이

❖ (나)에서 속력이 v 보다 작아졌으므로 외부 자기장이 제거된 후에도 자화가 계속 유지됨을 알 수 있다. 따라서 X는 강자성체이다. X는 코일을 통과하기 전 렌츠 법칙에 의해 운동 방향의 반대 방향으로 자기력을 받는다. 코일을 통과한 후 다이오드의 정류 작용에 의해 코일에는 전류가 흐르지 않게 되고 X는 자기력을 받지 않는다. 따라서 X의 속력은 감소하지 않는다.

선지

- ㉠. X는 강자성체이다.
- ㉢. (나)에서 X가 코일을 통과하기 전 X가 받는 자기력의 방향은 운동 방향과 반대이다.
- ㉣. (나)에서 X가 코일을 통과한 후, X의 속력은 계속해서 감소한다(→ 감소하지 않는다).

12

정답 ⑤

풀이

❖ 기체의 부피는 C에서가 B에서보다 크고, 절대 온도는 B에서가 C에서보다 크므로 보일-샤를 법칙에 의해 기체의 압력은 B에서가 C에서보다 높다. A → B 과정에서 기체가 흡수한 열량을 Q_1 , C → A과정에서 기체가 방출한 열량을 Q_2 라고 하자. 열효율이 0.2 이므로 다음과 같은 두 가지의 식을 세울 수 있다. $\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 0.2$, $\frac{180 - Q_2}{Q_1} = 0.2$ 이므로 $Q_1 = 180\text{J}$, $Q_2 = 144\text{J}$ 임을 알 수 있다. 따라서 C → A과정에서 기체가 받은 일은 $Q_2 = 144\text{J}$ 이고, A → B과정에서 기체가 흡수한 열량은 $Q_1 = 180\text{J}$ 이다.

선지

- ㉠. 기체의 압력은 B에서가 C에서보다 높다.
- ㉢. C → A과정에서 기체가 받은 일은 144J 이다.
- ㉣. A → B과정에서 기체가 흡수한 열량은 180J 이다.

13

정답 ⑤

풀이

- ❖ 물체의 질량을 m , 물체에 작용하는 중력의 경사면과 나란한 방향 성분의 크기를 ma , qr 구간에서 물체에 작용하는 마찰력의 크기를 ma' 이라 하자. qr 구간을 올라갈 때 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는 $ma + ma'$ 이고, 내려갈 때는 $ma - ma'$ 이다. 이 비가 3:1이라는 조건을 이용하면, $a = 2a'$ 을 얻는다. 따라서 pq 구간을 올라갈 때, qr 구간을 올라갈 때, qr 구간을 내려갈 때 물체에 작용하는 알짜힘의 비는 2:3:1이고 이는 곧 물체의 가속도의 크기 비와 같다.
- ❖ 물체가 p 에서 q 까지 도달하는 데 걸린 시간과 q 에서 r 까지 도달하는 데 걸린 시간이 같고 각 구간에서 물체의 가속도의 크기 비는 2:3이다. p 에서 r 까지 도달하는 동안 $5v$ 만큼의 속력이 감소했으므로 p 에서 q 까지는 $2v$, q 에서 r 까지는 $3v$ 만큼의 속력이 감소했음을 알 수 있다. 따라서 경사면을 올라갈 때 q 에서 물체의 속력은 $3v$ 이다.
- ❖ 경사면을 올라갈 때 p , q , r 에서의 속력은 각각 $5v$, $3v$, 0 임을 앞에서 확인할 수 있다. 물체가 p 에서 q 까지 도달하는 데 걸린 시간과 q 에서 r 까지 도달하는 데 걸린 시간이 같으므로 p 와 q 사이의 거리와 q 와 r 사이의 거리의 비율은 해당 구간에서의 평균 속력의 비율인 8:3과 같다. 따라서 p 와 q 사이의 거리는 q 와 r 사이의 거리의 $\frac{8}{3}$ 배이다.
- ❖ 올라갈 때 물체의 가속도는 $3a'$ 이다. 반면 내려갈 때는 a' 의 가속도로 내려가고 qr 구간의 길이는 일정하므로 $T = \sqrt{3} T_0$ 이다.

선지

- ㉠. 경사면을 올라갈 때 q 에서 물체의 속력은 $3v$ 이다.
- ㉡. p 와 q 사이의 거리는 q 와 r 사이의 거리의 $\frac{8}{3}$ 배이다.
- ㉢. $T = \sqrt{3} T_0$ 이다.

14

정답 ①

풀이

- ❖ 물질파 파장은 C 가 A 의 2배이므로 운동량의 크기는 A 가 C 의 2배이다. 이를 각각 $2p$, p 라고 하면 $E = \frac{4p^2}{2m}$, $3E = \frac{p^2}{2\text{㉠}}$ 이 성립한다. 따라서 ㉠은 $\frac{1}{12}m$ 이다. A , B 의 운동 에너지가 서로 같으므로 운동량의 크기는 B 가 A 의 $\sqrt{2}$ 배이다. 따라서 ㉡은 $\frac{3\sqrt{2}}{2}\lambda$ 이다. A , C 의 속력은 각각 $\frac{h}{3m\lambda}$, $\frac{2h}{m\lambda}$ 이므로 C 가 A 의 6배이다.

선지

- ㉠. ㉠은 $\frac{1}{12}m$ 이다.
- ㉡. ㉡은 $3\sqrt{2}\lambda$ ($\rightarrow \frac{3\sqrt{2}}{2}\lambda$)이다.
- ㉢. 입자의 속력은 C 가 A 의 3($\rightarrow 6$)배이다.

15

정답 ①

풀이

- ❖ A 의 관성계에서 B 는 빛에 가까운 속력으로 운동하고 있으므로 B 의 시간은 A 의 시간보다 느리게 간다. B 의 관성계에서 I 의 속력과 A 의 관성계에서 II 의 속력은 서로 같으므로 길이가 축소되는 비도 같아야 한다. 따라서 $\frac{0.7L_0}{L} = \frac{L_0}{\text{㉠}}$ 이 성립해야 하므로 ㉠은 $\frac{10}{7}L$ 이고 우주선의 고유 길이는 II 가 I 보다 길다.

선지

- ㉠. A 의 관성계에서, B 의 시간은 A 의 시간보다 느리게 간다.
- ㉡. ㉠은 $0.7L$ ($\rightarrow \frac{10}{7}L$)이다.
- ㉢. 우주선의 고유 길이는 I 이 II 보다 길다(\rightarrow 짧다).

16

정답 ③

풀이

- ❖ A 가 P 에서 R 까지 이동하는 동안 이동 거리와 가속도, 속도에 관한 식을 사용하면 $2a(L_1 + L_2) = 25v^2$ 이다. Q 에서 B 의 속력을 v' 라고 하자. B 가 Q 에서 P 까지 속력이 증가하는 등가속도 운동을 한다고 가정하고 B 가 R 에서 Q , Q 에서 P 까지 가는 동안의 물리량 사이의 관계를 나타내면 $2aL_2 = v'^2$, $4aL_1 = v^2 - v'^2$ 이고 이를 연립하면 $2a(L_1 + L_2) = \frac{1}{2}v^2 + \frac{1}{2}v'^2 = 25v^2$ 에서 $v'^2 = 49v^2$ 이므로 모순이다. 따라서 B 는 Q 에서 P 까지 속력이 감소하는 등가속도 운동을 하고, B 가 R 에서 Q , Q 에서 P 까지 가는 동안의 물리량 사이의 관계를 나타내면 $2aL_2 = v'^2$, $4aL_1 = v^2 - v'^2$ 이다. B 의 운동에서 나온 관계식들을 연립하면 $2a(L_1 + L_2) = \frac{3}{2}v'^2 - \frac{1}{2}v'^2$ 이다. 이를 A 의 운동에서 나온 관계식과 연립하면 $25v^2 = \frac{3}{2}v'^2 - \frac{1}{2}v'^2$ 에서 $v'^2 = 17v^2$ 이다. 따라서 $\frac{L_2}{L_1} = \frac{17}{8}$ 이다.

17

정답 ②

풀이

❖ (나)의 그래프를 통해 $2t_0$ 일 때 A와 B가 충돌함을 알 수 있고 $5t_0$ 일 때 B와 C가 충돌함을 알 수 있다. A와 B는 $x = 4L$ 에서 만나서 충돌하므로 충돌하기 전 A, B의 속력이 각각 $2v$, v 라고 가정할 수 있고, $vt_0 = L$ 이란 식을 세울 수 있다. 따라서 $t = 0$ 일 때 A와 B의 운동량의 합은 $2Mv - mv$ 이다. A와 B가 충돌하고 B와 C가 충돌하기 전까지 $3t_0$ 동안 B는 $6L$ 만큼, A는 $3L$ 만큼 $+x$ 방향으로 이동했음을 알 수 있다. 따라서 A와 B가 충돌한 이후 A, B의 속도는 각각 $+x$ 방향으로 v , $2v$ 임을 알 수 있다. 따라서 A와 B가 충돌한 후 운동량의 합은 $Mv + 2mv$ 이다. 운동량 보존을 이용하여 두 식을 연립하면 $M = 3m$ 이다. B, C가 충돌한 이후 A와 C의 속력은 v 로 같음을 알 수 있고, 운동량 보존에 의해 B와 C의 속력 또한 v 로 같음을 알 수 있다. 따라서 $t = 5t_0$ 이후 A, B, C의 속력은 모두 v 로 같으므로 이후에 충돌은 일어나지 않는다.

선지

- ✗. $t = t_0$ 일 때, 물체의 속력은 A가 B의 $\frac{3}{2}$ ($\rightarrow 2$)배이다.
- . $M = 3m$ 이다.
- ✗. $t = 10t_0$ 일 때 A와 B는 충돌한다(\rightarrow 충돌하지 않는다).

18

정답 ④

풀이

❖ B, C에 흐르는 전류의 세기가 각각 I , $3I$ 일 때, P에서 자기장의 세기가 0이 되려면 A에 흐르는 전류의 방향은 시계 방향이어야 한다. P에서 A에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기를 B_0 라고 하고, 첫 번째 시행과 두 번째 시행 때 P에서 자기장의 세기를 식으로 표현하면

$$\text{각각 } \left| k \frac{2I}{2d} + k \frac{I}{3d} - B_0 \right| = B, \quad k \frac{I}{2d} + k \frac{3I}{3d} - B_0 = 0 \text{이다.}$$

따라서 $B_0 = k \frac{3I}{2d}$ 이고, $B = k \frac{I}{6d}$ 이다. 따라서 $B_0 = 9B$ 이고, ㉠은 $\frac{1}{2}I$ 이다.

선지

- ✗. A에 흐르는 전류의 방향은 반시계(\rightarrow 시계) 방향이다.
- . P에서 A에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 $9B$ 이다.
- . ㉠은 $\frac{1}{2}I$ 이다.

19

정답 ④

풀이

❖ B, C의 전하량의 크기가 서로 같으므로 (가), (나)에서 A에 작용하는 전기력의 크기는 0이 될 수 없다. 또한 (나)에서 B, C가 다른 점전하로부터 받는 전기력의 방향은 각각 모두 $-x$, $+x$ 방향이므로 전기력의 크기가 0이 될 수 없다. 따라서 (가)에서 B 또는 C에 작용하는 전기력의 크기가 0이다. 먼저 (가)에서 B에 작용하는 전기력의 크기가 0일 경우 A, C의 전하량 크기 비는 9:1이다. A, B, C의 전하량의 크기를 각각 $9q$, q , q 라고 하고 (나)에서 A, B, C에 작용하는 전기력의 크기 비를 구하면 $\left| -\frac{9}{4} + 1 \right| : 1 + 1 : \frac{9}{4} + 1 = 5 : 8 : 13$ 이다. 이는 표에 있는 값만으로 비율을 맞출 수 없으므로 모순이다. 따라서 (가)에서 C에 작용하는 전기력이 0이다. 따라서 A, B, C의 전하량의 크기를 각각 $16q$, q , q 라고 가정하고, (나)에서 A, B, C에 작용하는 전기력의 크기 비를 구하면 $\left| -\frac{16}{4} + \frac{16}{9} \right| : \left| -\frac{16}{9} - 1 \right| : \left| \frac{16}{4} + 1 \right| = \frac{20}{9} : \frac{25}{9} : 5 = 4 : 5 : 9$ 임을 알 수 있다. (가)에서 C에 작용하는 전기력은 0이므로 (가)에서 A, B에 작용하는 전기력의 크기가 F 임을 알 수 있다. 따라서 구한 전하량을 (가)에서 대입해보면 $F = \frac{7}{5}F_0$ 을 얻는다.

선지

- ✗. (가)에서 B(\rightarrow C)에 작용하는 전기력은 0이다.
- . 전하량의 크기는 A가 C의 16배이다.
- . $F = \frac{7}{5}F_0$ 이다.

20

정답 ③

풀이

❖ 수평면에서 A의 속력은 충돌 전과 충돌 후가 같다. 따라서 수평면에서 A의 속력을 V_A , B의 속력을 V_B 라고 할 때 다음과 같은 식을 세울 수 있다.
 $mV_A - 2mV_B = -mV_A + 2mV_B$

❖ 따라서 $V_A = 2V_B$ 이다. 용수철 상수를 k , 마찰 구간을 올라갈 때 마찰 구간에 의해 B가 잃은 역학적 에너지의 크기를 E 라고 할 때, (가)와 (나)에서 B가 q 를 원래 길이에서 최대로 압축했을 때를 비교하면 다음과 같은 식을 세울 수 있다.

$$2kd^2 + 2mgh - E = \frac{1}{2}kd^2 + 2mgh + E$$

❖ 따라서 $E = \frac{3}{4}kd^2$ 이다. 수평면에서의 중력 퍼텐셜 에너지를 0이라 할 때, 다음과 같은 식을 세울 수 있다.

$$\frac{1}{2}kd^2 + 8mgh : 2kd^2 + 2mgh - E = 2 : 1$$

이를 통하여 $kd^2 = 2mgh$ 임을 알 수 있고 따라서 $E = \frac{3}{2}mgh$ 이다.