

2024학년도 5월 클러스터 모의고사 과학탐구 영역(물리학 I)

정답									
1	④	2	①	3	①	4	④	5	③
6	③	7	①	8	③	9	④	10	②
11	①	12	②	13	⑤	14	⑤	15	②
16	③	17	②	18	⑤	19	④	20	①
해설									

1. 정답 ④

- ⑦은 X선이고, ①은 적외선이다.
 A. 전자기파의 진행방향은 자기장의 진동 방향과 수직하며, 전기장의 진동 방향과도 수직하다. (A. 참)
 B. L은 전자기파의 파장이며, 전자기파의 파장은 ⑦(X선)이 ①(적외선)보다 짧다. (B. 참)
 C. ①은 적외선으로 사람의 눈으로 볼 수 없다. (C. 거짓)

2. 정답 ①

전자석을 활용한 장치는 전류에 의한 자기장을 활용한 장치이다. 마이크와 교통 카드는 전자기 유도를 활용한다. 따라서 전자석을 활용한 예는 스피커 뿐이다.

3. 정답 ①

- ㄱ. ①의 질량수를 x , 양성자수를 y 로 두고 x 와 y 의 관계식을 세워보면 다음과 같다.
 $2x = 6 + 2, 2y = 3 + 1 \quad x = 4, y = 2$
 따라서 ①은 ${}^4_2\text{He}$ 이다. (ㄱ. 참)
 ㄴ. ①의 질량수를 z , 양성자수를 w 로 두고 x 와 y 의 관계식을 세워보면 다음과 같다.
 $15 + z = 12 + 4, 7 + w = 6 + 2, z = 1, w = 1$
 따라서 ①의 중성자 수는 0개이다. (ㄴ. 거짓)
 ㄷ. 결손된 질량은 방출된 에너지에 비례한다.
 (가)에서는 22.4MeV가 방출되고
 (나)에서는 4.96MeV가 방출되므로
 결손된 질량은 (가)에서가 (나)에서보다 크다. (ㄷ. 거짓)

4. 정답 ④

- ㄱ. A의 띠 간격은 $E_2 - E_1$ 이다. (ㄱ. 거짓)
 ㄴ. B에서 방출된 광자 1개의 에너지는 A의 띠 간격에 해당하는 에너지 보다 크다. (ㄴ. 참)
 ㄷ. 전기 전도도는 띠 간격이 작은 A가 띠 간격이 큰 B보다 크다. (ㄷ. 참)

5. 정답 ③

- ㄱ. 전자 현미경은 전자의 파동성을 이용한 장치이다. (ㄱ. 참)

- ㄴ. 자기렌즈를 이용하여 전자의 경로를 바꾼다. (ㄴ. 참)
 ㄷ. 더 작은 시료를 관측하기 위해서는 분해능이 좋아야하고, 분해능이 좋아지기 위해서는 전자의 속력을 증가 시켜 물질과 파장을 짧게 해야한다. (ㄷ. 거짓)

6. 정답 ④

- ㄱ. 소음 제거 이어폰은 상쇄 간섭을 활용한다. 소음 제거 이어폰은 외부 소음과 반대 위상의 소리를 발생시켜 외부 소음을 줄이는 현상을 활용한다. (ㄱ. 참)
 ㄴ. ⑦과 ①은 반대 위상의 소리로 상쇄 간섭이 일어난다. (ㄴ. 참)
 ㄷ. 돋보기로 빛을 모으는 현상은 빛의 굴절 현상을 이용한다. (ㄷ. 거짓)

7. 정답 ①

- ㄱ. 빛의 파장과 진동수의 곱은 빛의 속력과 같다. 따라서 다음이 성립한다.

$$\lambda_a f_a = \lambda_b f_b = \lambda_c f_c = c \quad (\text{ㄱ. 참})$$

- ㄴ. $f_a < f_b < f_c$ 이므로
 a는 전자가 $n=3 \rightarrow n=4$ 로 전이되는 과정
 b는 전자가 $n=3 \rightarrow n=2$ 로 전이되는 과정
 c는 전자가 $n=4 \rightarrow n=2$ 로 전이되는 과정이다.
 따라서 다음이 성립한다.

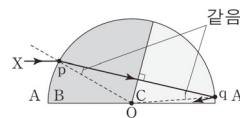
$$f_c = f_a + f_b \quad (\text{ㄴ. 거짓})$$

- ㄷ. b에서 방출되는 광자 1개의 에너지는 다음과 같다.
 $| -3.40\text{eV} - (-1.51\text{eV}) | = 1.89\text{eV}$
 (ㄷ. 거짓)

8. 정답 ③

- $t=0$ 직후 P로 물이 다가오므로
 변위는 음(-)이 되어야 한다.
 물결파의 파장은 2cm이고
 물결파의 속력은 1cm/s이므로
 물결파의 주기는 다음과 같다.
 $\frac{2\text{cm}}{1\text{cm/s}} = 1\text{s}$
 이에 적절한 그래프는 ③이다.

9. 정답 ④

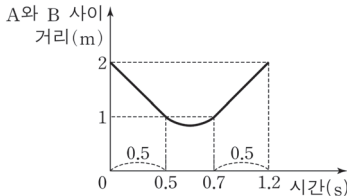


- X가 A에서 B로 진행할 때 굴절각과
 X가 C에서 A로 진행할 때 입사각은 같다.
 그런데 A와 B의 경계면에서 굴절하고
 A와 C의 경계면에서 전반사하므로
 A, B, C의 굴절률(n_A, n_B, n_C)의 관계는 다음과 같다.
 $n_A < n_B < n_C$
 단색광의 속력(v_A, v_B, v_C)는 다음과 같다.
 $v_A > v_B > v_C$

- ㄱ. 단색광의 속력은 B에서가 C에서보다 크다. (ㄱ. 참)
- ㄴ. 굴절률은 C가 가장 크다. (ㄴ. 거짓)
- ㄷ. X가 A에서 B로 진행할 때 굴절각과 X가 C에서 A로 진행할 때 입사각은 같다. (ㄷ. 거짓)
- q에서 X의 입사각은 p에서 X의 굴절각과 같고, 이는 A와 C의 입계각보다 크다. (ㄷ. 참)

10. 정답 ②

용수철과 충돌할 때 A와 B, 용수철 전체의 역학적 에너지가 보존된다. 따라서 용수철을 압축하기 직전과 용수철과 분리된 직후 A에 대한 B의 상대 속도의 크기는 같다. A와 B 사이의 거리가 2m→1m가 될 때까지 걸린 시간과 A와 B 사이의 거리가 1m→2m가 될 때까지 걸린 시간은 같으므로 그래프를 아래와 같이 다시 추론할 수 있다.



따라서 0초부터 0.5초까지 A에 대한 B의 상대 속도의 크기는 2m/s이고 용수철과 충돌 직전 B의 속도는 왼쪽으로 1m/s임을 알 수 있다.

한편 용수철이 최대 압축되었을 때 A와 B의 속도는 같다. 운동량 보존법칙 식을 세우면 다음과 같다. (B의 질량을 m 으로 두자.)
 $3\text{kg} \times 1\text{m/s} - m \times 1\text{m/s} = (m + 3\text{kg}) \times 0.5\text{m/s}$
 $m = 1\text{kg}$

0.7초 이후 A의 속도를 오른쪽으로 v 로 두고 운동량 보존법칙 식을 세워보면 다음과 같다.

$$3\text{kg} \times 1\text{m/s} - 1\text{kg} \times 1\text{m/s} = 3\text{kg} \times v + 1\text{kg} \times (v + 2\text{m/s})$$

$$v = 0$$

즉, 용수철과 분리된 직후 A의 속도는 0이다. A가 용수철로부터 받은 충격량의 크기는 충돌 직전 A의 운동량의 크기와 같은 3N·s이고 충돌 시간이 0.2s이므로 평균 힘의 크기(F)는 다음과 같다.

$$F = \frac{3\text{N} \cdot \text{s}}{0.2\text{s}} = 15\text{N}$$

11. 정답 ①

- ㄱ. (가)에서 A의 중력과 저울이 A에 작용하는 힘이 평형을 이루므로 A의 무게는 2N이고, B의 무게 또한 2N임을 알 수 있다. (가)에서 B의 중력과 용수철이 B에 작용하는 힘이 평형을 이루므로 용수철이 B에 작용하는 힘의 크기는 2N이다. (나)에서 A의 중력과 실이 A를 당기는 힘이 평형을 이룬다. 따라서 실이 A를 당기는 힘의 크기는 2N이고 (나)에서 실이 B를 당기는 힘의 크기가 2N이므로 손이 B에 작용하는 힘의 크기와 용수철이 B에 작용하는 힘의 크기는 같다. 그런데 용수철이 B에 작용하는 힘의 크기는 (나)에서가 (가)에서의 2배이므로 손이 B에 작용하는 힘의 크기는 4N이다. (ㄱ. 참)
- ㄴ. (나)에서 실이 A를 당기는 힘의 반작용은 A가 실을 당기는 힘이다. (ㄴ. 거짓)
- ㄷ. (가)에서 용수철이 B에 작용하는 힘의 방향과 B에 작용하는 중력

의 방향은 반대이다. (ㄷ. 거짓)

12. 정답 ②

오른쪽 방향을 양(+)으로 두자. (나)의 그래프의 기울기는 각각 A와 B의 속력이다. 따라서 3초 이전까지 A와 B의 속력은 2m/s로 같다. 이후 3초일 때 B와 C가 한 덩어리가 된다. $t = 0$ 에서 $t = 3$ 초까지 C는 $x = 11\text{m}$ 에서 $x = 8\text{m}$ 까지 3m이동한다. 따라서 B와 C가 충돌하기 전 C의 속력은 1m/s이다. B의 질량을 m 으로 두고 운동량 보존법칙 식을 세우면 다음과 같다.
 $m \times 2\text{m/s} - 1\text{kg} \times 1\text{m/s} = (m + 1\text{kg}) \times 1\text{m/s}$, $m = 2\text{kg}$
A와 B가 충돌하기 직전 B와 C의 운동량의 합은 다음과 같다.
 $(2\text{kg} + 1\text{kg}) \times (1\text{m/s}) = 3\text{kg} \cdot \text{m/s}$
충돌 직전 A의 운동량은 다음과 같다.
 $3\text{kg} \times 2\text{m/s} = 6\text{kg} \cdot \text{m/s}$
A와 B가 충돌한 직후 A의 속력(v)는 다음과 같다.
 $3\text{kg} \cdot \text{m/s} + 6\text{kg} \cdot \text{m/s} = (3\text{kg} + 2\text{kg} + 1\text{kg}) \times v$
 $v = \frac{3}{2}\text{m/s}$

13. 정답 ⑤

C→A 과정 A→B 과정에서 열량을 흡수하고 B→C 과정에서 열량을 방출한다. 열량 흡수를 양(+)으로 두고 흡수 방출한 열량(Q) 내부 에너지 변화(ΔU) 외부에 한 일 또는 받은 일(W)를 정리해 보면 다음과 같다.

과정	Q (J)	ΔU (J)	W (J)
A → B	+70	0	+70
B → C	-(U+20)	-U	-20
C → A	+U	+U	0

열효율이 0.5이므로 다음이 성립한다.

$$0.5 = \frac{70 - 20}{70 + U}, U = 30$$

정리해보면 다음과 같다.

과정	Q (J)	ΔU (J)	W (J)
A → B	+70	0	+70
B → C	-50	-30	-20
C → A	+30	+30	0

- ㄱ. 기체의 내부 에너지는 A에서가 C에서보다 30J만큼 크다. 따라서 기체의 온도는 A에서가 C에서보다 높다. (ㄱ. 참)
- ㄴ. B→C 과정에서 기체가 방출한 열량은 50J이다. (ㄴ. 참)
- ㄷ. 기체가 한 번 순환하는 동안 흡수한 열량은 70J + 30J = 100J이다. (ㄷ. 참)

14. 정답 ⑤

오른쪽 방향을 양(+)으로 두자. A와 B의 가속도의 방향이 운동 방향과 각각 같다면 A와 B 사이의 거리의 최솟값은 0이다. (A와 B가 충돌하므로) 따라서 A와 B의 가속도의 방향이 운동 방향과 각각 반대이다. A와 B 사이의 거리가 최소가 되는 순간 A와 B의 속도는 같다. A와 B의 속도를 v 로 두자. (가)→(나)까지 걸린 시간을 t 로 두고 4m에서 A의 변위의 크기를 빼고 B의 변위의 크기를 더하면 합하면

1m가 된다.
따라서 다음이 성립한다.

$$4m - \frac{5m/s + v}{2} \times t + \frac{-1m/s + v}{2} \times t = 1m$$
$$t = 1초$$

A의 가속도의 크기는 $1m/s^2$ 이므로 다음이 성립한다.

$$v = 5m/s - 1m/s^2 \times 1s = 4m/s$$

B의 가속도의 크기 (a)를 구해보면 다음과 같다.

$$a = \frac{4m/s - (-1m/s)}{1s} = 5m/s^2$$

15. 정답 ②

ㄱ. (가)에서 자석의 역학적 에너지는 p에서 q에서보다 같거나 크다. (나)에서 자석의 역학적 에너지는 p에서 q에서보다 같거나 작다. (가)와 (나)에서 p에서 자석의 역학적 에너지는 같고, q에서 자석의 역학적 에너지도 같다. 따라서 (가)와 (나)에서 자석의 역학적 에너지는 p에서와 q에서가 같다.

(ㄱ. 거짓)

ㄴ. (가)에서 자석의 역학적 에너지는 p에서와 q에서가 같으므로 자석이 q를 지날 때 솔레노이드에는 전류가 흐르지 않는다. 자석이 q를 지날 때 자석의 자기장의 방향은 왼쪽이므로 솔레노이드에 유도되는 자기장의 방향은 오른쪽이고, p-n 접합 발광 다이오드(LED)에는 역방향 전압이 걸리므로 X는 p형 반도체이다.

(ㄴ. 참)

ㄷ. (나)에서 자석의 역학적 에너지는 p에서와 q에서가 같으므로 자석이 q를 지날 때 솔레노이드에는 전류가 흐르지 않는다. p-n 접합 발광 다이오드(LED)에는 역방향 전압이 걸리므로 솔레노이드에 유도되는 자기장의 방향은 오른쪽 방향이고, 자석이 q를 지날 때 자석의 자기장의 방향은 오른쪽이다. 따라서 Y는 S극이다.

(ㄷ. 거짓)

16. 정답 ③

ㄱ. A의 관성계에서 빛이 출발하여 p에 도달할 때까지 빛의 이동 거리는 L이고, 빛의 이동 시간이 t_1 이므로 다음이 성립한다.

$$L = ct_1$$

(ㄱ. 참)

ㄴ. B의 관성계에서 빛이 p에 도달하는 순간 B와 p 사이의 거리를 L_p 로 두자.

B의 관성계에서 B는 정지해 있으므로

빛이 B→p의 경로를 따라 L_p 만큼 이동하고

빛이 p→B의 경로를 따라 L_p 만큼 이동한다.

따라서 빛의 이동 시간은 서로 같다. ($t_2 = t_4$)

(ㄴ. 참)

ㄷ. 빛이 B→p→B로 진행할 때

빛이 B에서 출발하는 사건과 B에 도달하는 사건은 모두 B에서 일어난다.

따라서 B의 관성계에서 빛이 왕복하는데 걸린 시간 ($t_2 + t_4$)은 고유 시간이고

A의 관성계에서 빛이 왕복하는데 걸린 시간 ($t_1 + t_3$)은 팽창 시간이므로, 다음이 성립한다.

$$t_1 + t_3 > t_2 + t_4$$

(ㄷ. 참)

17. 정답 ②

(나)에서 1초에서 2초까지 B와 C 사이의 거리가 1m만큼 멀어진다.

그런데 C는 등속도 운동하고 있고,

B는 등가속도 운동하므로

C의 관성계에서 B의 가속도는

그림 밖의 상황에서 B의 가속도와 같다.

가속도의 크기를 a로 두면 다음이 성립한다.

$$\frac{1}{2}a(1s)^2 = 1m, a = 2m/s^2$$

한편 2초일 때 B는 정지하므로

1초일 때 B의 속도는 $2m/s$ 이고

0초일 때 B의 속도가 $3m/s$ 이므로

A+B+C가 전부 연결되어 있을 때 가속도의 크기는 $1m/s^2$ 이다.

A에 빗면 아래로 작용하는 힘의 크기를 f로 두면 다음 식이 성립한다.

$$\frac{f}{1kg + m} = 2m/s^2, \frac{f}{1kg + 2kg + m} = 1m/s^2,$$
$$m = 1kg, f = 4N$$

0.5초일 때 p가 B를 당기는 힘의 크기 (T_1)은 다음과 같다.

$$4N - T_1 = 1kg \times 1m/s^2, T_1 = 3N$$

1.5초일 때 p가 B를 당기는 힘의 크기 (T_2)은 다음과 같다.

$$4N - T_2 = 1kg \times 2m/s^2, T_2 = 2N$$

따라서 p가 B를 당기는 힘의 크기는 0.5초일 때(3N)가 1.5초일 때(2N)의 $\frac{3}{2}$ 배이다.

18. 정답 ⑤

(나)에서 그래프의 기울기의 역수 비는

B와 O, B와 p 사이의 거리의 비와 같다.

즉, 기울기가 가파른 그래프는 O에서 I_B 에 따른 자기장의 세기 그래프이다.

실선의 기울기가 점선의 기울기보다 가파르므로

실선은 O에서 I_B 에 따른 자기장의 세기 그래프이다.

기울기의 비가 2:1이므로 다음이 성립한다.

$$\frac{B_1 + B_0}{I_1} : \frac{2B_0}{I_1} = 2:1, B_1 = 3B_0$$

ㄱ. (나)에서 I_B 가 증가하므로 따라 자기장의 세기가 감소한다.

즉, O와 p에서 B의 전류에 의한 자기장의 방향과

$I_B = 0$ 일 때 O와 p에서 A와 C의 전류에 의한 자기장의 방향은 반대이다.

따라서

O에서 A와 C의 전류에 의한 자기장의 방향은

xy평면에 들어가는 방향이고

p에서 A와 C의 전류에 의한 자기장의 방향은

xy평면에서 나오는 방향이다.

p에서 A와 C의 전류에 의한 자기장의 방향이 xy평면에서 나오는 방향이어야 하므로

C에 흐르는 전류의 방향은 +y방향이다.

(ㄱ. 참)

ㄴ. xy평면에서 나오는 방향을 양(+)으로 두고, O와 p에서 자기장에 대한 식을 세워보면 다음과 같다. (C에 흐르는 전류의 세기를 I_C 로 두자.)

$$k\frac{I_C}{d} - k\frac{I_0}{d} = +2B_0, k\frac{I_C}{4d} - k\frac{I_0}{d} = -B_0, I_C = 2I_0$$

따라서 C에 흐르는 전류의 세기(I_C)는 $2I_0$ 이다.

(ㄴ. 참)

ㄷ. $B_1 = 3B_0$ 이다.

(ㄷ. 참)

19. 정답 ④

ㄱ. (가)와 (나)에서 A에 작용하는 전기력의 크기가 같고, 방향이 서로 반대이므로

B와 C의 전하의 종류가 반대임을 알 수 있다.

그런데 (가)→(나)에서 C가 가까워지고

이때 전기력의 방향이 $-x$ 방향으로 바뀌므로

A와 C 사이에는 척력이 작용한다.

따라서 A는 양(+) $전하$, B는 음(-) $전하$ 이다.

(ㄱ. 참)

ㄴ. (나)에서 C에 작용하는 전기력의 방향은 $+x$ 방향이다.

(A와 C 사이에는 척력, B와 C 사이에는 인력이 작용하므로)

(가)에서 B에 작용하는 전기력의 방향도 $+x$ 방향이고

A와 C는 전하의 종류가 같고,

A와 C의 중간에 B가 고정되어 있으므로

전하량의 크기는 C가 A보다 크다.

그런데 전하량의 크기는 B와 C가 같으므로

전하량의 크기는 B가 A보다 크다.

(ㄴ. 거짓)

ㄷ. (가)에서 A에 작용하는 전기력의 방향은 $+x$ 방향이고

B에 작용하는 전기력의 방향이 $+x$ 방향이므로

C에 작용하는 전기력의 방향은 $-x$ 방향이다.

(ㄷ. 참)

20. 정답 ①

마찰 구간을 내려올 때 속력을 v 로 두자.

마찰 구간을 올라갈 때 마찰 구간을 지난 순간의 속력이 v 이다.
이때 마찰 구간을 지나는데 걸린 시간은 내려갈 때가 올라갈 때의 4배이므로

올라갈 때 마찰 구간에서의 평균 속력은 $4v$ 이다.

따라서 마찰 구간을 진입할 때의 속력은 $7v$ 이다.

이때 A의 질량을 m 이라 할 때,

마찰 구간을 올라갈 때 물체의 역학적 에너지 감소량은 $16mgh$ 이다.

즉, 다음이 성립한다.

$$\frac{1}{2}m(49v^2 - v^2) = 16mgh, \quad \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{3}mgh$$

$$\text{따라서 } h_A = 13h + \frac{1}{3}h = \frac{40}{3}h \text{이다.}$$

수평면에서 A의 운동에너지는 용수철에서 분리된 직후와 마찰 구간을 내려왔을 때가

$$\text{각각 } \frac{49}{2}mv^2 + 5mgh = \frac{64}{2}mv^2, \quad \frac{1}{2}mv^2 + 5mgh = \frac{16}{2}mv^2 \text{ 이므로}$$

로

이때 속력은 각각 $8v$, $4v$ 이다.

즉, 용수철에서 분리된 직후 A의 운동에너지를 $4E$ 라 하면

마찰 구간에서 내려온 후 수평면에서 A의 운동에너지는 E 이므로

용수철에서 분리된 직후 B의 운동에너지는 E 이다.

즉 용수철에서 분리된 직후 A와 B의 운동량은 같고 운동에너지는 4:1이므로

B의 질량은 $4m$ 이다. 따라서 다음이 성립한다.

$$8mv^2 = 4mgh_B = \frac{16}{3}mgh, \quad h_B = \frac{4}{3}h$$

$$\frac{h_B}{h_A} = \frac{1}{10}$$