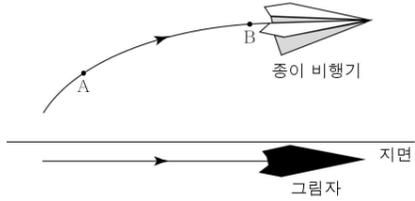


제 4 교시

과학탐구 영역(물리 II)

성명  수험 번호

1. 그림과 같이 종이비행기가 일정한 속력으로 점 A와 B를 지나 운동하였다. 지면에 그림자가 생겼다.

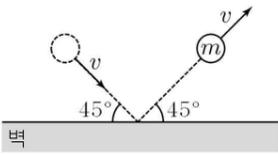


A에서 B까지 종이비행기와 그림자의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 태양광선은 지면에 수직이다.)

- <보 기>
- ㄱ. 그림자의 속력은 점점 증가한다.
  - ㄴ. 비행기의 변위는 그림자의 변위보다 크다.
  - ㄷ. 비행기의 가속도는 일정하다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄴ    ⑤ ㄴ, ㄷ

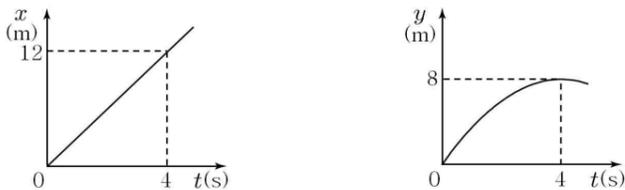
2. 그림과 같이 마찰이 없는 수평면에서 벽과 45°의 각을 이루며 속력  $v$ 로 운동하던 질량이  $m$ 인 물체가 벽과 충돌한 후 벽과 45°의 각을 이루며 속력  $v$ 로 운동한다.



물체가 벽면으로부터 받은 충격량의 크기는?

- ①  $mv$     ②  $\sqrt{2}mv$     ③  $\sqrt{3}mv$     ④  $2mv$     ⑤  $3mv$

3. 그림은  $xy$  평면에서 가속도가 일정한 운동을 하는 물체의 위치의  $x$  성분과  $y$  성분을 각각 시간  $t$ 에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- <보 기>
- ㄱ. 물체의 운동 경로는 포물선이다.
  - ㄴ.  $t=0$ 일 때 물체의 속력은  $5\text{m/s}$ 이다.
  - ㄷ. 물체의 가속도의 크기는  $2\text{m/s}^2$ 이다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

4. 그림은 처음 온도가 각각  $10^\circ\text{C}$ ,  $50^\circ\text{C}$ , 질량이 각각  $m$ ,  $2m$ 인 두 물체 A, B를 접촉시킨 모습을 나타낸 것이다. A와 B가 열평형에 도달하였을 때 A의 온도는  $40^\circ\text{C}$ 이다.

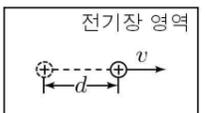
A	B
$m, 10^\circ\text{C}$	$2m, 50^\circ\text{C}$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 열은 A와 B 사이에서만 이동한다.)

- <보 기>
- ㄱ. A와 B를 접촉시킨 순간부터 열평형 상태에 도달할 때까지 열은 B에서 A로 이동한다.
  - ㄴ. 열용량은 A가 B의 3배이다.
  - ㄷ. 다른 조건을 그대로 둘 때, B의 질량이  $3m$ 이면 열평형 온도는  $30^\circ\text{C}$ 이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄴ    ⑤ ㄱ, ㄷ

5. 그림과 같이 균일한 전기장 영역에 양(+) 전하를 가만히 놓았더니 전하가  $d$ 만큼 이동하였을 때 속력이  $v$ 가 되었다.

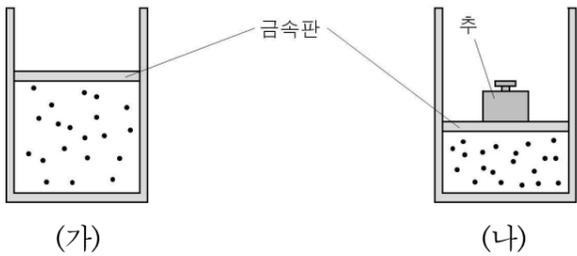


전하의 속력이  $v$ 가 될 때까지 전하가 이동하는 거리를  $d$ 보다 작게 하기 위해 증가시켜야 할 물리량만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ. 물체의 질량
  - ㄴ. 물체의 전하량
  - ㄷ. 전기장 영역의 세기

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄷ    ⑤ ㄴ, ㄷ

6. 그림 (가)는 이상 기체가 들어 있는 실린더가 열전달이 잘되는 금속판에 의해 밀폐된 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)의 금속판 위에 추를 올려놓았더니 등은 수축을 한 후 평형 상태를 유지하는 모습을 나타낸 것이다.

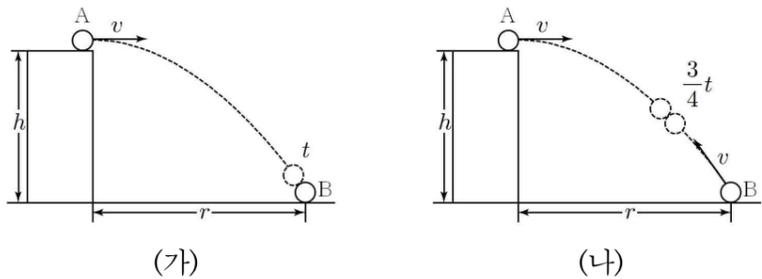


(가)→(나) 과정이 일어나는 동안에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 실린더와 금속판 사이의 마찰은 무시한다.)

- <보 기>
- ㄱ. 기체의 내부 에너지는 일정하다.
  - ㄴ. 기체는 열량을 방출한다.
  - ㄷ. 기체의 엔트로피는 감소한다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

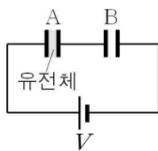
7. 그림 (가)와 같이 지면으로부터 높이가  $h$ 인 건물에서 물체 A를 수평 방향으로 속력  $v$ 로 던졌더니 시간  $t$  후 물체 B와 충돌하였다. 건물과 B 사이의 수평 거리는  $r$ 이다. 그림 (나)와 같이 A를 수평 방향으로 속력  $v$ , B를 속력  $v$ 로 던졌더니  $\frac{3}{4}t$  후 A와 B가 충돌하였다.



$h:r$ 는? (단, 물체의 크기와 공기 저항은 무시한다.) [3점]

①  $1:\sqrt{2}$     ②  $1:\sqrt{3}$     ③  $1:2$     ④  $2:3$     ⑤  $2\sqrt{2}:3$

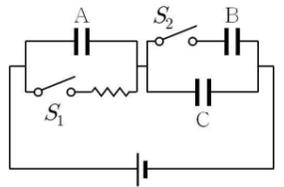
8. 그림과 같이 전기 용량이 서로 같은 축전기 A, B를 전압이  $V$ 인 전원에 연결하였다. 축전기 A 사이에는 유전 상수가 2인 유전체를 채웠다.



축전기 B에 걸린 전압은?

①  $\frac{1}{3}V$     ②  $\frac{1}{2}V$     ③  $\frac{2}{3}V$     ④  $\frac{3}{4}V$     ⑤  $V$

9. 그림과 같이 저항, 스위치  $S_1$ 과  $S_2$ , 전기 용량이 같은 축전기 A, B, C를 전위차가 일정한 전원에 연결하였다.  $S_1$ 과  $S_2$ 를 모두 열었을 때 축전기 전체에 충전되는 전하량은  $Q$ 이다.

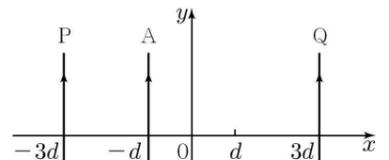


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- <보 기>
- ㄱ.  $S_1$ 만 닫으면 C에 저장된 전기 에너지는 2배가 된다.
  - ㄴ.  $S_2$ 만 닫으면 전체 합성 전기 용량은  $\frac{4}{3}$ 배가 된다.
  - ㄷ.  $S_1$ 과  $S_2$ 를 모두 닫으면 축전기 전체에 충전되는 전하량은  $2Q$ 이다.

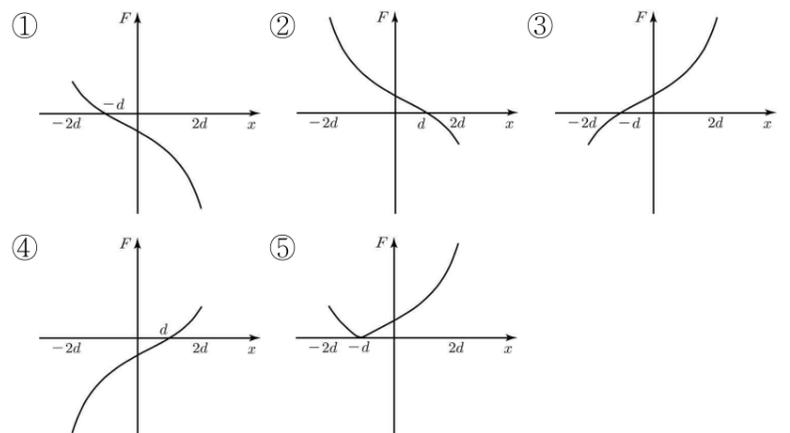
- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10. 그림과 같이  $xy$ 평면에서 가늘고 무한히 긴 두 도선 P, Q가  $y$ 축으로부터 각각 거리가  $3d$ 만큼 떨어져 고정되어 있다. P와 Q에는 전류가  $+y$ 방향으로 흐른다.

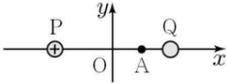


전류가  $+y$ 방향으로 흐르는 가늘고 무한히 긴 도선 A가  $x = -d$ 에 위치하였을 때, P, Q에 의한 자기력의 합력이 0이다.

다른 조건을 그대로 두고 P와 Q의 전류의 방향을 반대로 할 때, A가  $-2d < x < 2d$ 에서 P, Q에 의하여 받는 자기력  $F$ 를 위치  $x$ 에 따라 나타낸 것으로 가장 적절한 것은? (단,  $F$ 의 방향은  $+x$  방향을 양(+)으로 한다.) [3점]



11. 그림과 같이  $xy$  평면에서 두 점전하 P, Q가 원점으로부터 거리가 같은  $x$  축 상의 점에 고정되어 있다. P는 양(+) 전하이며, P, Q에 의한 전기장은 점 A에서 0이다.



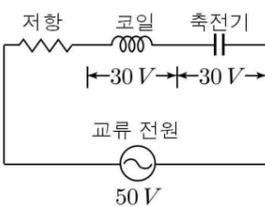
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보 기>

ㄱ. Q는 음(-)전하이다.  
 ㄴ. 원점에서 전기장의 방향은  $+x$  방향이다.  
 ㄷ. 전위는 원점에서가 A에서보다 높다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12. 그림과 같이 저항, 자체 인덕턴스가  $L$ 인 코일, 전기 용량이  $C$ 인 축전기를 전압의 최댓값이  $50V$ 인 교류 전원에 연결하였다. 코일과 축전기에 걸리는 전압의 최댓값은  $30V$ 로 같다.



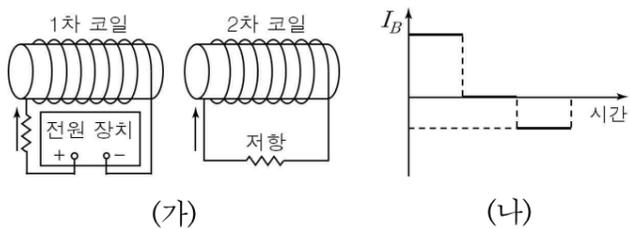
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

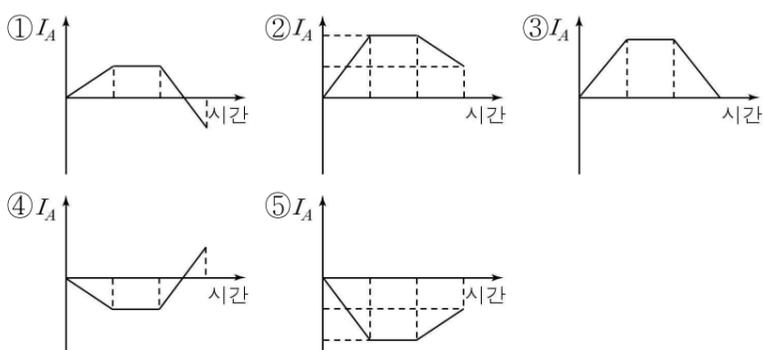
ㄱ. 전원의 진동수는  $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  이다.  
 ㄴ. 코일에 걸리는 전압이  $0V$ 일 때, 저항에 걸리는 전압의 크기는  $40V$ 이다.  
 ㄷ. 전원의 진동수가 2배가 될 때, 저항의 평균 소비전력은 증가한다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

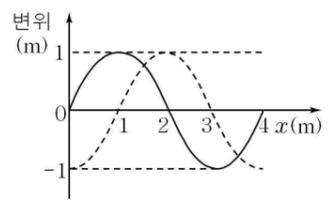
13. 그림 (가)는 1차 코일과 2차 코일을 나타낸 것이고, (나)는 1차 코일에 전류가 흐르기 시작할 때, 2차 코일에 연결된 저항에 유도되는 전류  $I_B$ 를 시간에 따라 나타낸 것이다.



화살표 방향을 (+)로 할 때, 1차 코일에 흐르는 전류  $I_A$ 를 시간에 따라 나타낸 그래프로 가장 적절한 것은? (단, 2차 코일의 자체유도는 무시한다.)



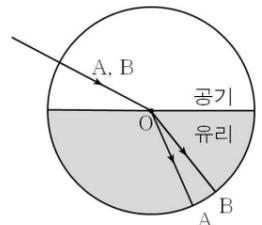
14. 그림은 진행 속력이  $2m/s$ 인 파동의 변위를 위치  $x$ 에 따라 나타낸 것이다. 실선은 어느 순간의 파동의 변위이고, 점선은 그 순간으로부터  $1.5$ 초 뒤의 파동의 변위이다.



파동의 진행 방향과 진동수로 옳은 것은?

	방향	진동수		방향	진동수
①	$+x$	$0.2Hz$	②	$+x$	$0.5Hz$
③	$-x$	$0.2Hz$	④	$-x$	$0.5Hz$
⑤	$-x$	$2Hz$			

15. 그림은 단색광 A, B가 공기로 채워진 반원통에서 반원통 모양의 유리의 중심 O에 동시에 입사하여 굴절된 모습을 나타낸 것이다.



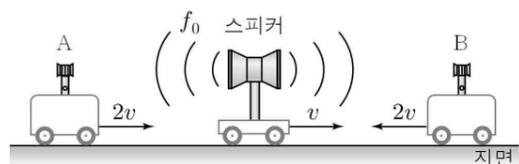
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보 기>

ㄱ. 공기 중에서의 파장은 A가 B보다 짧다.  
 ㄴ. 유리를 통과하는 데 걸리는 시간은 A가 B보다 짧다.  
 ㄷ. 공기로 채워진 반원통을 물로 채우면 A, B가 유리를 통과하는 데 걸리는 시간은 각각 짧아진다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄱ, ㄷ    ⑤ ㄴ, ㄷ

16. 그림과 같이 동일 직선 상에서 스피커와 음파 측정 장치 A, B가 각각  $v$ ,  $2v$ ,  $2v$ 의 속력으로 운동하고 있다. 스피커는 진동수가  $f_0$ 인 소리를 발생시키고 있고, A에서 측정된 소리의 진동수는 B에서 측정된 소리의 진동수의  $0.6$ 배이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보 기>

ㄱ. A에서 측정된 소리의 파장은 스피커가 발생시키는 소리의 파장보다 작다.  
 ㄴ. B에서 측정된 소리의 진동수는  $2f_0$ 이다.  
 ㄷ. 스피커의 속력이  $3v$ 로 증가하면 충격파가 발생한다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄱ, ㄷ    ⑤ ㄴ, ㄷ

17. 그림은 진동수가 일정한 소리굽쇠의 양쪽에 각각 닫힌관과 열린관을 놓은 모습을 나타낸 것이다. 소리굽쇠를 진동시킬 때 닫힌관과 열린관 모두 공명이 일어난다.

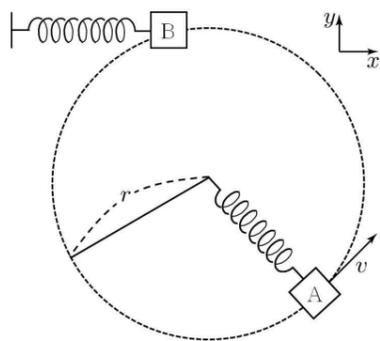


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. 닫힌관의 길이와 열린관의 길이는 서로 같다.
  - ㄴ. 소리굽쇠의 진동수를 2배로 하면 열린관에서만 공명이 일어난다.
  - ㄷ. 관의 길이를 3배로 할 때, 닫힌관과 열린관 모두 공명이 일어난다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18. 그림은 마찰이 없는 수평면에서 용수철 상수가 같은 용수철에 질량이 같은 물체 A와 B가 각각 매달린 모습을 나타낸 것이다. 물체 A는 속력  $v$ 로 반지름이  $r$ 인 원운동을 하다가 정지해 있던 B와 충돌한 후  $y$ 축과 평행한 방향으로 단진동을 하고, B는  $x$ 축과 평행한 방향으로 단진동을 한다. A의 원운동 주기는 단진동 주기의 2배이다.

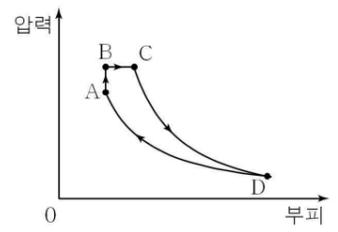


A와 B가 충돌한 순간부터 A, B에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기와 충돌한 시간은 무시한다.) [3점]

- < 보 기 >
- ㄱ. B의 단진동 진폭은  $\frac{r}{2}$ 이다.
  - ㄴ. B의 속력의 최댓값은 A의 속력의 최댓값의 2배이다.
  - ㄷ. A, B가 다시 충돌하는데 걸리는 시간은  $\frac{\pi r}{v}$ 이다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19. 그림은 1몰의 단원자 분자 이상 기체의 상태가  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ 를 따라 변할 때 부피와 압력의 관계를 나타낸 것이다.  $A \rightarrow B$ 는 등적 과정,  $B \rightarrow C$ 는 등압 과정,  $C \rightarrow D$ 는 단열 과정,  $D \rightarrow A$ 는 등온 과정이다. C에서의 온도는 D에서의 2배이고,  $C \rightarrow D$ 에서 기체가 한 일은  $B \rightarrow C$ 에서의 2배이다.

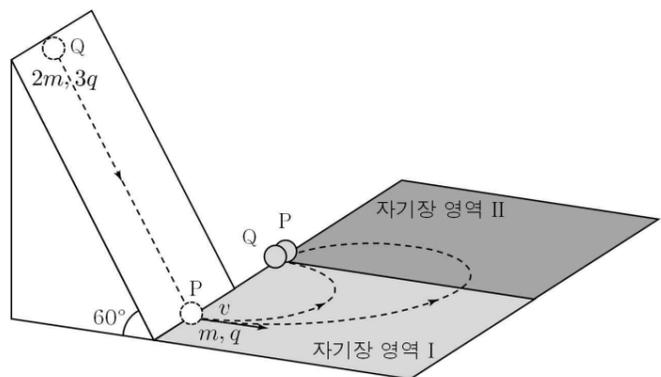


A에서의 압력을  $P_1$ , C에서의 압력을  $P_2$ 라 할 때,  $P_1 : P_2$ 는?

[3점]

- ① 2 : 3    ② 3 : 5    ③ 4 : 5    ④ 4 : 7    ⑤ 5 : 8

20. 그림은 질량이 각각  $m, 2m$ , 전하량이 각각  $q, 3q$ 인 전하 P, Q가 운동하는 모습을 나타낸 것이다. P가  $v$ 의 속력으로 자기장에 수직으로 입사하는 순간, Q를 경사각이  $60^\circ$ 인 빔면에 가만히 놓았다. P는 자기장 영역 I을 통과한 후 자기장 영역 II에 수직으로 입사하여 원운동을 하고, Q는 빔면을 통과한 후 자기장 영역 I에 수직으로 입사하여 원운동을 한다. P와 Q는 I과 II의 경계면에서 충돌한다.



Q가 빔면에 놓인 순간부터 P와 충돌하는 데까지 걸리는 시간은? (단, 중력 가속도는  $g$ 이고, 물체의 크기와 모든 마찰은 무시한다.)

[3점]

- ①  $\frac{2\sqrt{3}v}{3g}$     ②  $\frac{3v}{2g}$     ③  $\frac{\sqrt{3}v}{g}$     ④  $\frac{3\sqrt{3}v}{2g}$     ⑤  $\frac{3v}{g}$

\* 확인 사항

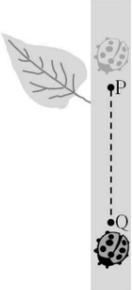
○ 답안지의 해당란에 필요한 내용을 정확히 기입(표기)했는지 확인 하시오.

제 4 교시

과학탐구 영역(물리 II)

성명  수험 번호

1. 그림은 무당벌레가 점 P, Q를 지나는 직선 경로를 따라 일정한 속력으로 식물 줄기에서 내려오는 것을 나타낸 것이다.

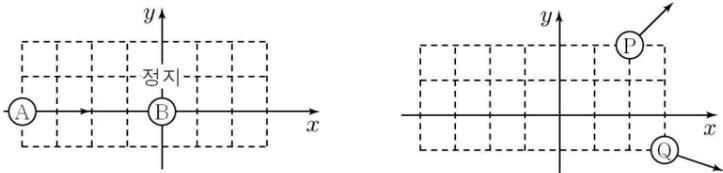


P에서 Q까지 무당벌레의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ. 변위의 크기는 이동거리와 같다.
  - ㄴ. 역학적 에너지는 일정하다.
  - ㄷ. 등속도 운동이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2. 그림 (가)와 (나)는 마찰이 없는 수평면에서 두 물체의 충돌 1초 전과 1초 후의 위치를 모눈종이에 나타낸 것이다.



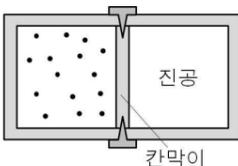
(가) 충돌 1초 전                      (나) 충돌 1초 후

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기는 무시한다.)

- <보 기>
- ㄱ. 질량은 P가 Q의 2배이다.
  - ㄴ. Q는 A이다.
  - ㄷ. A와 B의 운동 에너지의 합은 P와 Q의 운동 에너지의 합보다 크다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

3. 그림은 단열된 실린더가 칸막이에 의해 두 부분으로 나누어진 것을 나타낸 것이다. 실린더의 한 쪽에만 일정량의 이상 기체가 있고, 다른 한 쪽은 진공이다.



칸막이를 치울 때, 이상 기체의 물리량 중 감소하는 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ. 압력                      ㄴ. 온도                      ㄷ. 엔트로피

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄴ    ⑤ ㄱ, ㄷ

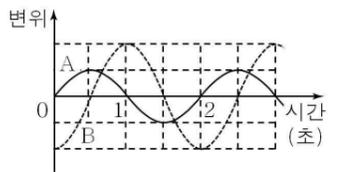
4. 다음은 파울리가 제안한 원리의 바탕이 되는 현상을 정리한 것이다.

- 나트륨에서 나오는 노란색 빛을 자세히 분석하면 하나의 선이 아니라 589.0nm와 589.9nm를 가진 두 개의 빛이 섞여 있음.
- 양자수  $n, l, m$ 으로 기술되는 상태가 2개의 다른 상태를 갖도록 해야만 했고, 이를 위해  $+\frac{1}{2}$ 과  $-\frac{1}{2}$ 의 두 값을 가지는 전자의  (가) 가 도입됨.
- 파울리는 1924년  (나) 를 제안하며, 그 내용은 다음과 같음.  
“두 개 이상의 전자가 동일한 양자 상태에 있을 수 없다.”

(가)와 (나)에 들어갈 것으로 가장 적절한 것은?

- |          |        |     |
|----------|--------|-----|
|          | (가)    | (나) |
| ① 스핀 양자수 | 양자성 원리 |     |
| ② 스핀 양자수 | 홀전자 원리 |     |
| ③ 스핀 양자수 | 배타 원리  |     |
| ④ 자기 양자수 | 홀전자 원리 |     |
| ⑤ 자기 양자수 | 배타 원리  |     |

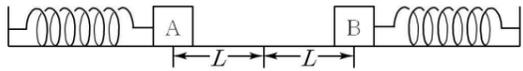
5. 그림은 오른쪽으로 진행하는 두 파동 A, B가 지나는 점 O에서의 변위를 각각 실선, 점선으로 시간에 따라 나타낸 것이다. 파동의 속력은 B가 A의 2배이다.



1초일 때, A와 B의 변위를 위치에 따라 나타낸 것으로 가장 적절한 것은? (단, 위치가 증가하는 방향은 오른쪽이다.) [3점]

- ① 변위
- ② 변위
- ③ 변위
- ④ 변위
- ⑤ 변위

6. 그림은 두 물체 A와 B가 같이 단진동을 하는 모습을 나타낸 것이다. A의 단진동 진폭은  $L$ 이며, 주기는  $t_0$ 이다. A와 B 사이의 거리는  $2L$ 로 일정하다.

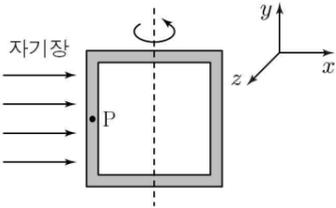


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B의 크기는 무시한다.) [3점]

- < 보 기 >
- ㄱ. A에 작용하는 가속도의 크기와 방향은 B와 항상 같다.
  - ㄴ. A에 연결된 용수철의 용수철 상수가 B에 연결된 용수철의 용수철 상수보다 크면, 질량은 A가 B보다 작다.
  - ㄷ. B가 평형 위치에 있을 때의 속력은  $\frac{\pi L}{t_0}$ 이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄴ    ⑤ ㄱ, ㄷ

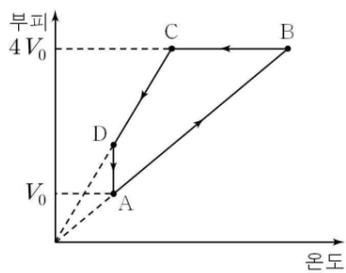
7. 그림은  $+x$  방향의 균일한 자기장 영역에 전류가 흐르는 정사각형 고리가  $xy$ 평면에 놓여 있는 순간을 나타낸 것이다. 정사각형 고리는  $y$ 축을 중심으로 회전한다.



이 순간, 점 P에서 전류의 방향과 정사각형 고리의 자기 모멘트의 방향은?

	전류의 방향	자기 모멘트의 방향
①	$+y$	$+x$
②	$+y$	$+z$
③	$+y$	$-z$
④	$-y$	$+z$
⑤	$-y$	$-z$

8. 그림과 같이 일정량의 이상 기체의 상태가 순환할 때 부피와 온도의 관계를 나타낸 것이다. B→C 과정에서 감소한 기체 내부 에너지는 C→D 과정에서의 2배이고, A→B 과정에서 기체가 외부에 한 일은  $W$ 이다.

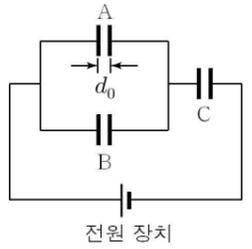


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

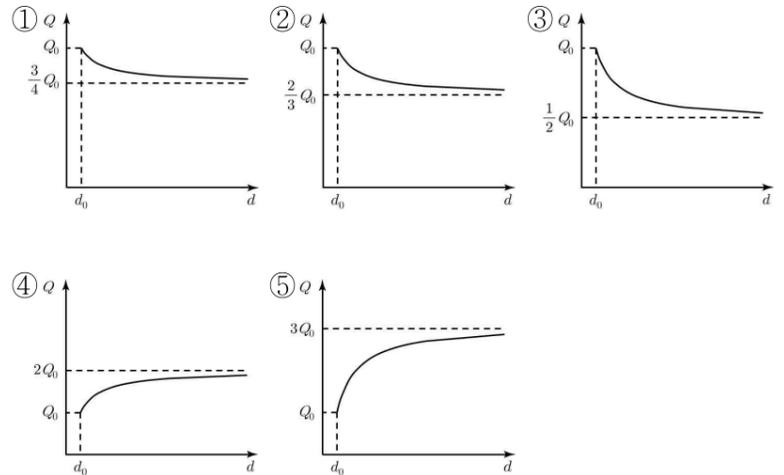
- < 보 기 >
- ㄱ. C에서 기체 분자의 제곱 평균 제곱근 속력(평균 속력)은 A의 2배이다.
  - ㄴ. D에서 기체의 압력은  $\frac{W}{8V_0}$ 이다.
  - ㄷ. D→A 과정에서 방출한 열량은 한 번의 순환 과정에서 기체가 한 알짜 일보다 작다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

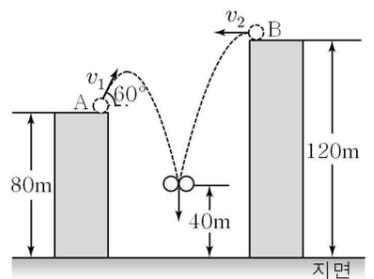
9. 그림과 같이 전기 용량이 모두 같은 축전기 A, B, C와 전압이 일정한 전원 장치를 이용하여 회로를 구성하였다. A의 극판 사이의 간격은  $d_0$ 이고, 이 때 축전기 전체에 충전된 전하량은  $Q_0$ 이다.



A의 극판 사이의 간격  $d$ 를 늘릴 때, 축전기 전체에 충전된 전하량  $Q$ 를  $d$ 에 따라 나타낸 것은?



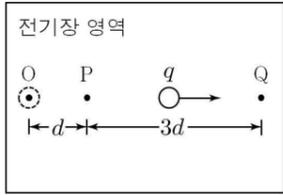
10. 그림은 높이가 각각 80m, 120m인 건물에서 물체 A를 수평면과  $60^\circ$ 의 각도를 이루며  $v_1$ 의 속력으로, B를 수평 방향으로  $v_2$ 의 속력으로 동시에 던지는 모습을 나타낸 것이다. A와 B는 높이가 40m인 지점에서 충돌하여 한 덩어리가 된 후 연직 방향으로 떨어진다. A와 B의 질량은 같다.



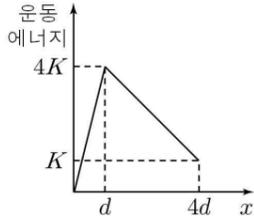
$v_1 + v_2$ 는? (단, 중력 가속도의 크기는  $10\text{m/s}^2$ 이며, 물체의 크기 및 공기 저항은 무시한다.) [3점]

- ① 10m/s    ② 15m/s    ③  $10\sqrt{3}$  m/s  
 ④  $15\sqrt{3}$  m/s    ⑤ 30m/s

11. 그림 (가)는 전기장 영역에 전하량이  $q$ 인 전하를 가만히 놓았더니 오른쪽으로 직선 운동을 하는 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 전하의 운동 에너지를 이동한 거리  $x$ 에 따라 나타낸 것이다.



(가)



(나)

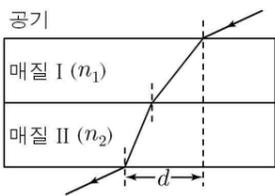
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기는 무시한다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. 전기장의 세기는  $x = \frac{d}{2}$ 일 때가  $x = 2d$ 일 때의 4배이다.  
 ㄴ. P에서 Q까지 운동하는데 걸린 시간은 O에서 P까지의 2배이다.  
 ㄷ. P와 Q 사이의 전위차는  $\frac{3K}{q}$ 이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12. 그림은 단색광을 일정한 입사각으로 공기 중에서 매질 I로 입사했을 때 빛이 매질 I과 II를 지나 공기 중으로 굴절하는 것을 나타낸 것이다. 매질 I과 II의 굴절률은 각각  $n_1, n_2$ 이고, 공기 중으로 나올 때까지 수평 이동 거리는  $d$ 이다.



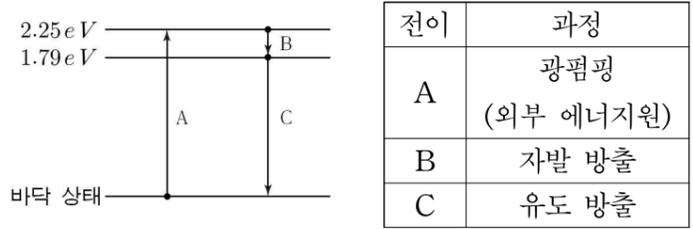
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 매질의 경계면은 서로 평행하다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. 빛의 진동수는 공기 중에서도 매질 I에서와 같다.  
 ㄴ. 빛의 속력은 매질 I에서 매질 II에서의  $\frac{n_2}{n_1}$ 배이다.  
 ㄷ.  $n_2$ 가 클수록  $d$ 가 작다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13. 그림은 어떤 레이저의 에너지 준위와 전이를 나타낸 것이고, 표는 각 전이가 일어나는 과정을 나타낸 것이다.



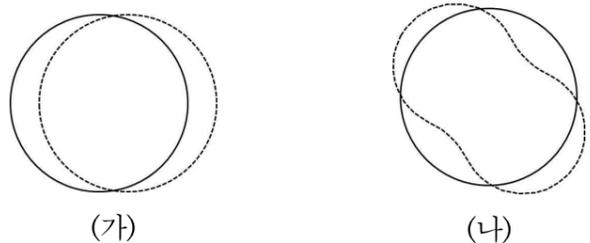
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. A가 일어나는 데 필요한 에너지는 B에서 방출되는 에너지보다 작다.  
 ㄴ. B에서 방출되는 빛의 파장은 C에서보다 짧다.  
 ㄷ. C에서 같이 방출된 빛의 위상은 서로 같다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14. 그림 (가)와 (나)는 보어의 수소 원자 모형에서 전자의 정상파 상태 두 가지를 나타낸 것이다.



(가)

(나)

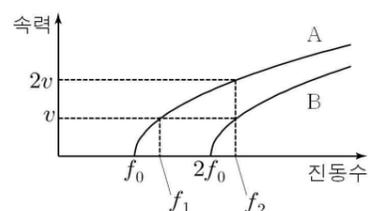
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. (가)는 양자수  $n=1$ 인 상태이다.  
 ㄴ. (나)에서 전자의 드브로이 파장은 원 궤도 둘레의 길이의 절반과 같다.  
 ㄷ. 전자의 운동량의 크기는 (가)에서 (나)에서의 2배이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

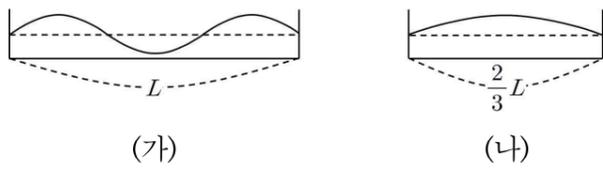
15. 그림은 서로 다른 금속판 A, B에 비추는 빛의 진동수를 다르게 했을 때 방출되는 광전자의 최대 속력을 나타낸 것이다.



$f_1 : f_2$ 는? [3점]

- ① 1 : 2    ② 2 : 3    ③ 3 : 5    ④ 4 : 7    ⑤ 5 : 8

16. 그림 (가)와 (나)는 길이가 각각  $L$ ,  $\frac{2}{3}L$ 인 일차원 상자 속에 갇힌 입자의 파동 함수를 나타낸 것이다. (가)와 (나)에 갇힌 입자의 질량은 서로 같다.



(가)와 (나)에서의 입자의 에너지를 각각  $E_A$ ,  $E_B$ 라 할 때,  $E_A : E_B$ 는? [3점]

- ① 6 : 1    ② 4 : 1    ③ 2 : 1    ④ 1 : 4    ⑤ 1 : 6

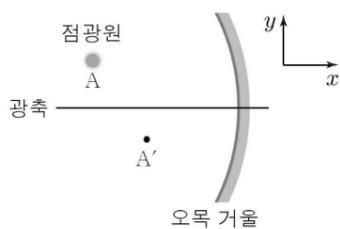
17. 그림과 같이 고정되어 있는 두 스피커 A, B 사이에서 음파 측정 장치가  $v$ 의 일정한 속력으로 B를 향해 운동하고 있다. A, B는 각각 진동수가  $2f_0$ ,  $f_0$ 인 소리를 발생하고 있고, 음파 측정 장치가 측정하는 두 소리의 진동수는 서로 같다.



음파 측정 장치가 측정한 두 소리의 진동수는?

- ①  $\frac{3}{2}f_0$     ②  $\frac{4}{3}f_0$     ③  $\frac{5}{4}f_0$     ④  $\frac{6}{5}f_0$     ⑤  $\frac{7}{6}f_0$

18. 그림과 같이 오목 거울 앞 A의 위치에 점광원을 놓았더니 A'의 위치에 상이 생겼다. 광축은  $x$ 축과 나란하다.

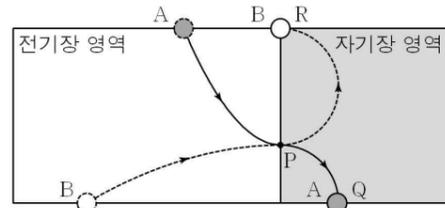


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ. A'에 점광원을 놓으면 A에 실상이 생긴다.
  - ㄴ. A에 위치한 점광원을  $+x$  방향으로 이동시키는 순간 상은 초점을 향해 이동한다.
  - ㄷ. 거울을  $+y$  방향으로 이동시키는 순간 상은  $+y$  방향으로 거울보다 느리게 이동한다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄱ, ㄷ    ⑤ ㄴ, ㄷ

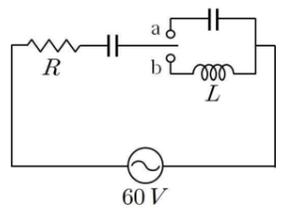
19. 그림과 같이 입자 A, B를 전기장 영역에 비스듬히 입사하였더니 포물선 운동을 한 후 점 P에서 자기장 영역에 수직으로 입사하였다. A와 B는 반지름이 같은 원운동을 한 후 각각 점 Q와 R에 도달한다. A가 전기장 영역에서 운동하는 시간과 자기장 영역에서 운동하는 시간은  $t_A$ 로 서로 같고, B가 전기장 영역에서 운동하는 시간과 자기장 영역에서 운동하는 시간은  $t_B$ 로 서로 같다.



$t_A : t_B$ 는? (단, 전기장의 방향은 아래쪽이고, 입자의 크기는 무시한다.) [3점]

- ① 1 : 1    ② 2 : 1    ③ 3 : 1    ④ 4 : 1    ⑤ 5 : 1

20. 그림은 저항값이  $R$ 인 저항, 전기 용량이 같은 두 축전기, 자체 인덕턴스가  $L$ 인 코일을 실효값이  $60V$ 인 교류전원에 연결한 회로를 나타낸 것이다. 저항에 걸리는 전압의 실효값은 스위치를 a에 연결했을 때와 b에 연결했을 때  $30V$ 로 같다.



교류 전원의 진동수는? [3점]

- ①  $\frac{\sqrt{3}R}{4\pi L}$     ②  $\frac{\sqrt{3}R}{2\pi L}$     ③  $\frac{3\sqrt{3}R}{4\pi L}$     ④  $\frac{\sqrt{3}R}{\pi L}$     ⑤  $\frac{3\sqrt{3}R}{2\pi L}$

\* 확인 사항

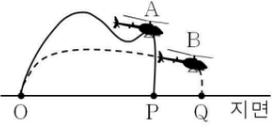
○ 답안지의 해당란에 필요한 내용을 정확히 기입(표기)했는지 확인 하시오.

제 4 교시

과학탐구 영역(물리 II)

성명  수험 번호

1. 그림은 같이 두 대의 헬리콥터 A, B가 점 O에서 동시에 출발하여 서로 다른 경로를 따라 운동한 후 각각 점 P와 Q에 동시에 도달하는 모습을 나타낸 것이다. A와 B의 이동거리는 서로 같다.

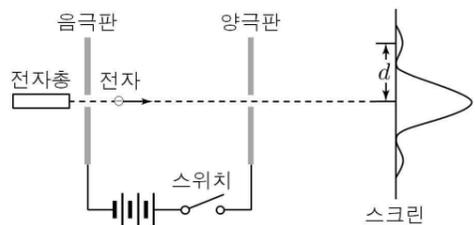


A와 B의 물리량 중 A가 B보다 작은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>  
 ㄱ. 변위의 크기    ㄴ. 평균 속도    ㄷ. 평균 속도의 크기

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

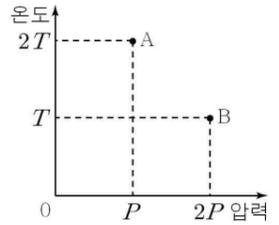
2. 그림은 전자총에서 발사한 전자가 금속판의 슬릿을 지나 스크린에 도달하여 간섭무늬를 형성하는 것을 모식적으로 나타낸 것이다.



스위치를 닫고 같은 실험을 반복할 때, 스크린에 나타나는 그래프로 가장 적절한 것은?

- ①    ②    ③    ④    ⑤

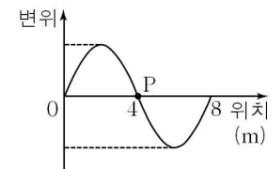
3. 그림은 동일한 이상 기체가 들어 있는 A, B의 압력과 온도를 나타낸 것이다. A와 B의 내부 에너지는 서로 같다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]



<보 기>  
 ㄱ. A와 B의 기체 분자의 제곱 평균 제곱근 속도 (평균 속도)는 서로 같다.  
 ㄴ. 기체 분자의 개수는 B가 A의 2배이다.  
 ㄷ. 기체의 부피는 A가 B의 2배이다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

4. 그림은 +x 방향으로 진행하는 파동의 어느 순간의 변위를 위치에 따라 나타낸 것이다. 이 순간으로부터 0.5초 후 점 P에서는 파동의 마루가 위치하게 된다.

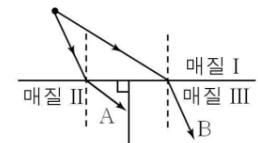


파동의 진동수로 가능한 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>  
 ㄱ. 0.5Hz    ㄴ. 1.5Hz    ㄷ. 2.5Hz

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

5. 그림과 같이 매질 I의 같은 점에서부터 입사한 파장이 서로 같은 단색광 A, B를 각각 매질 II와 III에 입사하였다.

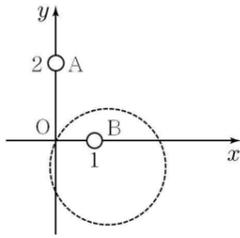


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보 기>  
 ㄱ. 굴절률은 매질 II가 매질 III보다 작다.  
 ㄴ. 단색광의 파장은 매질 I에서가 매질 III에서보다 짧다.  
 ㄷ. A와 B는 매질 III의 한 점에서 만난다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

6. 그림과 같이  $xy$ 평면에 전하 A와 B가 고정되어 있다. 점선은 A, B에 의한 전위가 0인 지점을 나타낸 것이다.

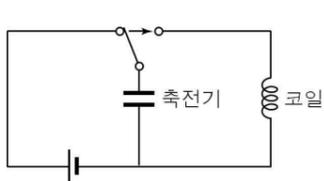


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- < 보 기 >
- ㄱ. A와 B의 전하의 종류는 서로 다르다.
  - ㄴ. A와 B에 의한 전기장이 0인 지점은 점선으로 둘러싸인 영역 안에 있다.
  - ㄷ.  $x < 0$ 인 모든 지점에서 A에 의한 전기장의 크기가 B에 의한 전기장의 크기보다 크다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

7. 그림과 같이 전압이 일정한 전원 장치에 축전기를 연결하여 완전히 충전시킨 후 코일에 연결하였더니 전자기 진동이 일어났다. 표는 실험 A, B, C에서 사용한 전원 장치의 전압  $V$ , 코일의 자체 인덕턴스  $L$ , 코일에 저장된 자기 에너지의 최댓값  $U$ 를 나타낸 것이다.

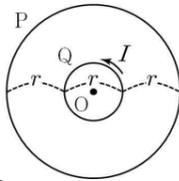


실험	$V$	$L$	$U$
A	$V_0$	$L_0$	$U_0$
B	$V_0$	$2L_0$	$U_0$
C	$2V_0$	$4L_0$	$U_0$

실험 A, B, C에서 전자기 진동의 주기를 각각  $T_A, T_B, T_C$ 라 할 때,  $T_A, T_B, T_C$ 의 크기를 옳게 비교한 것은?

- ①  $T_A > T_B > T_C$     ②  $T_A > T_B = T_C$     ③  $T_A = T_C > T_B$   
 ④  $T_B > T_A = T_C$     ⑤  $T_C > T_B > T_A$

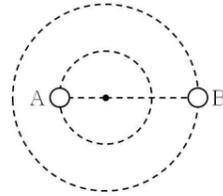
8. 그림과 같이 중심이 점 O로 같은 원형 도선 P, Q에 일정한 세기의 전류가 흐르고 있다. Q에 흐르는 전류의 세기는  $I$ 이고, O에서 자기장의 세기는  $B$ 이다. Q의 전류의 방향만 반대로 할 때, O에서 자기장의 세기는  $-2B$ 이다.



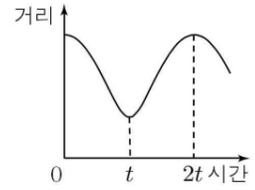
P의 전류의 세기와 방향으로 옳은 것은? (단, 자기장의 방향은 종이면에서 나오는 방향을 양(+)으로 한다.)

- |   | 세기             | 방향 | 세기 | 방향             |     |
|---|----------------|----|----|----------------|-----|
| ① | $I$            | 시계 | ②  | $I$            | 반시계 |
| ③ | $\frac{2}{3}I$ | 시계 | ④  | $\frac{2}{3}I$ | 반시계 |
| ⑤ | $\frac{1}{2}I$ | 시계 |    |                |     |

9. 그림 (가)는 등속 원운동 하는 물체 A, B의 속도가 같은 순간을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)의 순간부터 A, B 사이의 거리를 시간에 따라 나타낸 것이다. B의 반지름은 A의 2배이고, A와 B에 작용하는 구심력의 크기는 같다.



(가)



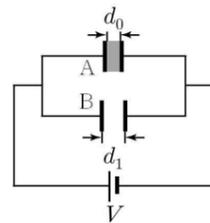
(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기는 무시한다.) [3점]

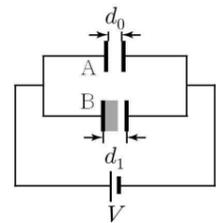
- < 보 기 >
- ㄱ. 질량은 B가 A의 2배이다.
  - ㄴ. 구심 가속도의 크기는 A가 B의 2배이다.
  - ㄷ. B의 주기는  $2t$ 이다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10. 그림 (가)와 같이 극판 사이의 간격이  $d_0$ , 면적이  $S$ 로 같은 평행판 축전기 A, B에서 A에는 두께가  $d_0$ , 면적  $S$ , 유전 상수가 2인 유전체를 채웠고, B는 극판 사이의 간격을  $d_1$ 으로 늘렸다. 그림 (나)는 (가)에서 A에 채워진 유전체를 B의 두 극판 사이에 채운 모습을 나타낸 것이다.



(가)

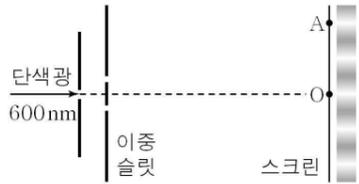


(나)

(가)와 (나)에서 축전기 전체에 저장된 전기 에너지의 비가 4 : 3일 때,  $d_1$ 은? (단, 축전기의 극판 사이의 공간은 유전체가 채워진 부분 이외가 진공이며, 진공의 유전 상수는 1이다.) [3점]

- ①  $2d_0$     ②  $\frac{3}{2}d_0$     ③  $\frac{4}{3}d_0$     ④  $\frac{5}{4}d_0$     ⑤  $\frac{6}{5}d_0$

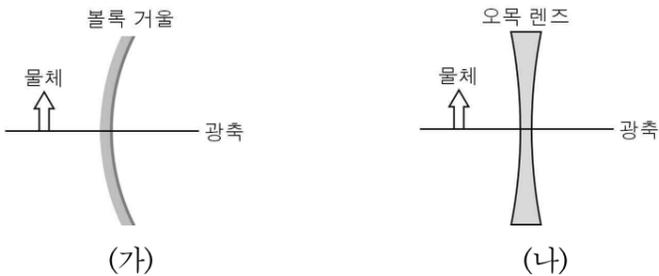
11. 그림은 파장 600nm인 단색광이 이중 슬릿을 통과하여 스크린에 간격이 일정한 간섭 무늬를 만드는 것을 나타낸 것이다. 스크린 상의 점 O는 두 슬릿으로부터 같은 거리에 있고, 점 A에는 O로부터 두 번째 밝은 무늬가 생긴다.



다른 조건을 그대로 두고, 점 A에서 O로부터 세 번째 밝은 무늬가 생기게 하는 파장을  $\lambda_1$ , 세 번째 어두운 무늬가 생기게 하는 파장을  $\lambda_2$ 라 할 때,  $\lambda_1$ 과  $\lambda_2$ 으로 옳은 것은? [3점]

- |   |             |             |   |             |             |
|---|-------------|-------------|---|-------------|-------------|
|   | $\lambda_1$ | $\lambda_2$ |   | $\lambda_1$ | $\lambda_2$ |
| ① | 400nm       | 450nm       | ② | 400nm       | 480nm       |
| ③ | 400nm       | 500nm       | ④ | 450nm       | 480nm       |
| ⑤ | 450nm       | 500nm       |   |             |             |

12. 그림 (가), (나)와 같이 볼록 거울과 오목 렌즈의 광축 위에 물체가 놓여 있다.

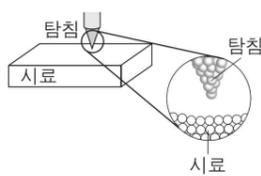


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ. (가)에서 물체의 상은 거울의 왼쪽, (나)에서 물체의 상은 렌즈의 오른쪽에 위치한다.
  - ㄴ. (가)와 (나) 모두 물체의 상의 크기는 물체보다 작다.
  - ㄷ. (가)와 (나) 모두 물체의 상은 허상이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13. 그림은 양자 터널링 효과를 이용하는 주사 터널 현미경(STM) 구조의 일부를 모식적으로 나타낸 것이다. 탐침과 시료 표면 사이는 진공이다.

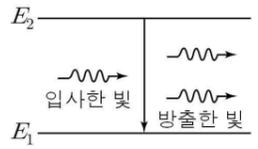


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ. 탐침과 시료 표면 사이의 진공은 퍼텐셜 장벽의 역할을 한다.
  - ㄴ. 탐침과 시료 표면 사이의 거리가 작을수록 터널링 전류의 세기는 크다.
  - ㄷ. 주사 터널 현미경은 시료 표면의 구조를 원자 수준에서 관측할 수 있다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14. 그림은 전자가 에너지가  $E_2$ 인 상태에서  $E_2$ 인 상태로 전이하면서 빛을 방출하는 유도 방출 과정을 나타낸 것이다.

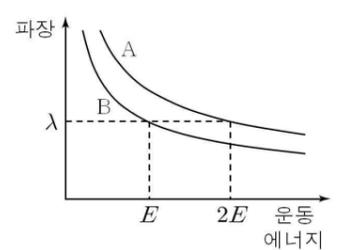


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ.  $E_2$ 에서  $E_1$ 으로 전이될 때 방출된 빛의 파장은 모두 같다.
  - ㄴ. 유도 방출에 의해 방출된 빛의 위상은 서로 같다.
  - ㄷ. 에너지가  $E_2 - E_1$ 보다 작은 빛이 입사되면 유도 방출은 일어나지 않는다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15. 그림은 질량이 다른 입자 A, B의 드브로이 파장과 운동 에너지 사이의 관계를 나타낸 것이다.

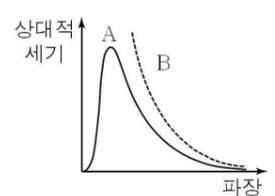


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- [3점]
- <보 기>
- ㄱ. 질량은 B가 A의 2배이다.
  - ㄴ. 두 입자의 운동 에너지가  $E$ 로 같을 때, 속력은 A가 B의 2배이다.
  - ㄷ. B의 운동 에너지가  $2E$ 일 때, 드브로이 파장은  $\frac{\lambda}{2}$ 이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16. 그림은 흑체 복사 스펙트럼과 레일리·진스 공식에 따른 곡선을 나타낸 것이다.

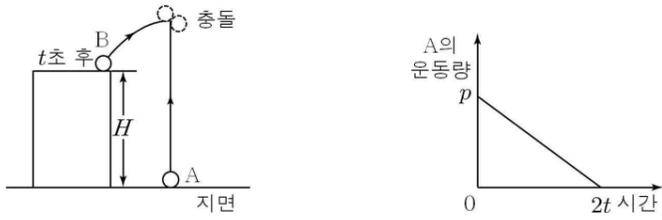


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- <보 기>
- ㄱ. 레일리·진스 공식을 만족하는 곡선은 A이다.
  - ㄴ. A에서는 흑체 복사 에너지가 양자화되어 있다고 가정하였다.
  - ㄷ. B에서는 파장이 짧은 영역의 흑체 복사 스펙트럼의 세기가 무한대가 되는 문제점을 가진다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄴ    ⑤ ㄴ, ㄷ

17. 그림 (가)는 A를 지면에서 연직 위로 발사하고  $t$ 초 후에 B를 지면으로부터  $H$ 의 높이에서 비스듬하게 던졌더니 A를 발사한 지  $2t$ 초 후에 B의 최고점에서 충돌한 것을 나타낸 것이고, 그림 (나)는 A가 충돌할 때까지 운동량을 시간에 따라 나타낸 것이다.



(가) (나)

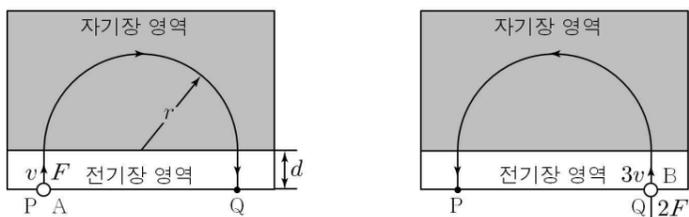
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기 및 공기 저항은 무시한다.)

<보 기>

ㄱ. A의 질량은  $\frac{p}{2gt}$ 이다.  
 ㄴ. 충돌 후 A, B 모두 수직 낙하 운동을 한다.  
 ㄷ.  $H = \frac{3}{2}gt^2$ 이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18. 그림 (가)와 같이 점 P에서 입자 A를  $v$ 의 속력으로 길이가  $d$ 인 전기장 영역에 수직으로 입사하였다더니 힘  $F$ 를 받아 운동한 후 자기장 영역에서 크기가  $F$ 인 힘을 받아 반지름이  $r$ 인 원궤도를 돌고 전기장 영역에 다시 수직으로 입사하여 점 Q에서 빠져나왔고, 그림 (나)와 같이 점 Q에서 입자 B를  $3v$ 의 속력으로 전기장 영역에 수직으로 입사하였다더니 크기가  $2F$ 인 힘을 받아 운동한 후 자기장 영역과 전기장 영역을 통과하여 점 P에서 빠져나왔다.

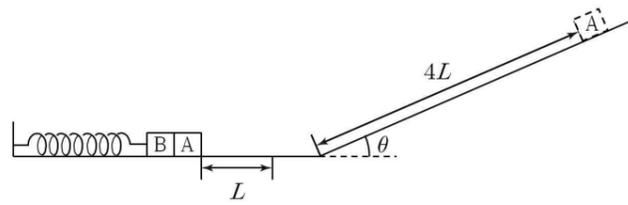


(가) (나)

자기장 영역에서 A와 B가 운동한 시간이 같을 때,  $d:r$ 은? (단, 두 물체의 크기는 무시한다.) [3점]

- ① 1 : 2      ② 2 : 5      ③ 3 : 5      ④ 3 : 7      ⑤ 4 : 7

19. 그림과 같이 경사각이  $\theta$ 이고 마찰이 없는 빗면에서 물체 A를 가만히 놓았더니 빗면에서  $4L$ 만큼 이동한 후 수평면에서 용수철에 연결된 물체 B와 충돌하여 한 덩어리가 되어 진폭이  $L$ 인 단진동을 하였다. A와 B의 질량은 같다.

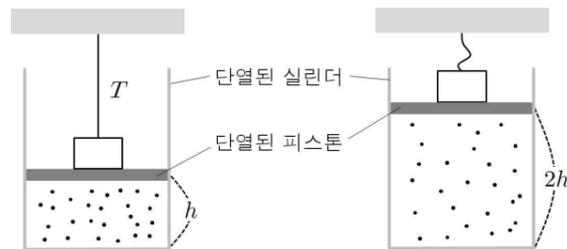


단진동의 주기는? (단, 중력 가속도는  $g$ 이고, 물체의 크기와 용수철의 질량, 공기 저항은 무시한다.)

- ①  $\pi\sqrt{\frac{L}{g\sin\theta}}$       ②  $\pi\sqrt{\frac{2L}{g\sin\theta}}$       ③  $2\pi\sqrt{\frac{L}{g\sin\theta}}$   
 ④  $2\pi\sqrt{\frac{2L}{g\sin\theta}}$       ⑤  $4\pi\sqrt{\frac{L}{g\sin\theta}}$

20. 그림 (가)는 일정량의 단원자 분자 이상 기체가 들어 있는 실린더에서 실에 매달린 추가 피스톤을 누르고 있는 모습을 나타낸 것이다. 실린더 바닥면과 피스톤 사이의 거리는  $h$ 이고, 실의 장력은  $T$ 이다. 그림 (나)는 (가)의 기체가 열을 공급받아 실린더 바닥면과 피스톤 사이의 거리가  $2h$ 가 된 모습을 나타낸 것이다. 이상 기체의 내부 에너지 증가량은 가한 열량의  $\frac{2}{3}$  배이고,

(나)에서 기체의 압력은 대기압의  $\frac{5}{3}$  배이다.



(가) (나)

(가)→(나) 과정에서 추의 위치 에너지 증가량은? [3점]

- ①  $\frac{6}{5}hT$       ②  $\frac{5}{4}hT$       ③  $\frac{4}{3}hT$       ④  $\frac{3}{2}hT$       ⑤  $2hT$

\* 확인 사항

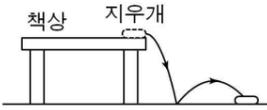
○ 답안지의 해당란에 필요한 내용을 정확히 기입(표기)했는지 확인 하시오.

제 4 교시

과학탐구 영역(물리 II)

성명  수험 번호

1. 그림은 책상에서 지우개가 떨어졌을 때 지우개가 튕겨져 나가는 모습을 나타낸 것이다.

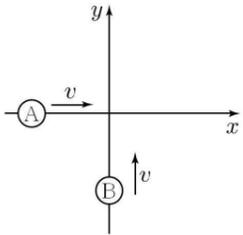


이 지우개의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

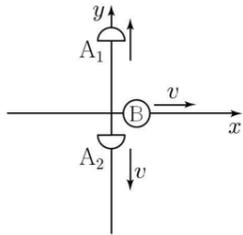
- <보 기>
- ㄱ. 등속도 운동이다.
  - ㄴ. 이동 거리는 변위의 크기보다 크다.
  - ㄷ. 중력에 의한 퍼텐셜 에너지는 일정하다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄱ, ㄷ    ⑤ ㄴ, ㄷ

2. 그림 (가)는 질량이 같은 두 물체 A, B가 운동하는 모습을 나타낸 것이고, (나)는 두 물체가 원점에서 충돌한 후 A가 질량이 같은 두 조각 A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>로 나뉘어 운동하는 모습을 나타낸 것이다.



(가)



(나)

A<sub>1</sub>의 속력은? [3점]

- ①  $v$     ②  $2v$     ③  $3v$     ④  $4v$     ⑤  $5v$

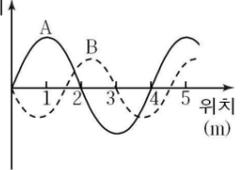
3. 다음은 양자 물리에 대해 철수, 영희, 민수가 말한 내용이다.

철수 : 위치와 운동량, 에너지와 시간 등은 동시에 정확히 측정할 수 없는 물리량의 쌍이야.  
 영희 : 입자를 관찰하기 위해 사용되는 빛의 파장이 길수록 입자의 위치를 더 정확하게 파악할 수 있어.  
 민수 : 슈뢰딩거 방정식을 풀이하여 파동 함수를 구하면 입자의 정확한 위치를 알 수 있어.

제시한 의견이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① 철수    ② 민수    ③ 철수, 영희  
 ④ 영희, 민수    ⑤ 철수, 영희, 민수

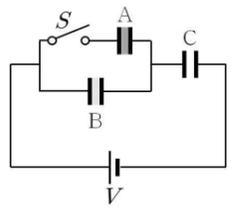
4. 그림은 진동수가 같은 파동 A, B의 변위 어느 순간의 변위를 위치에 따라 나타낸 것이다. A는 B보다 매초 2m씩 더 진행한다.



A의 진행 속력은?

- ① 2m/s    ② 4m/s    ③ 6m/s    ④ 8m/s    ⑤ 10m/s

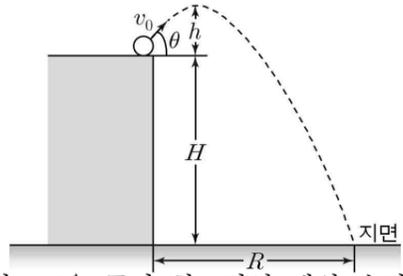
5. 그림과 같이 전기 용량이 서로 같은 축전기 A, B, C와 스위치를 전압이  $V$ 인 전원 장치에 연결하였다. A와 B에는 유전체를 채웠고, 유전율은 A가 B의 3배이다. 스위치  $S$ 를 열었을 때 B 양단에 걸리는 전압은 닫을 때의 3배이다.



B에 채워지는 유전체의 유전 상수와 스위치를 닫았을 때 C 양단에 걸리는 전압으로 옳은 것은? [3점]

	유전 상수	C의 전압
①	2	$\frac{3}{4}V$
②	2	$\frac{8}{9}V$
③	3	$\frac{1}{2}V$
④	6	$\frac{3}{4}V$
⑤	6	$\frac{8}{9}V$

6. 그림은 지면으로부터 높이가  $H$ 인 곳에서 수평면과  $\theta$ 의 각도를 이루며 처음 속도  $v_0$ 로 던진 공의 운동 경로를 나타낸 것이다.  $h$ 는 던진 곳으로부터의 최고점의 높이,  $R$ 은 수평 방향 도달 거리이다.  $R$ 은 공이 최고점일 때의 수평 방향 도달 거리의 3배이다.



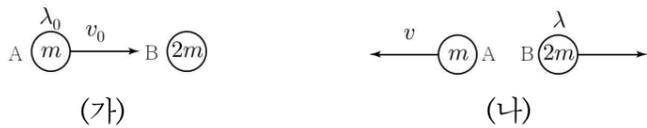
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $g$ 이고, 공의 크기 및 공기 저항은 무시한다.)

< 보 기 >

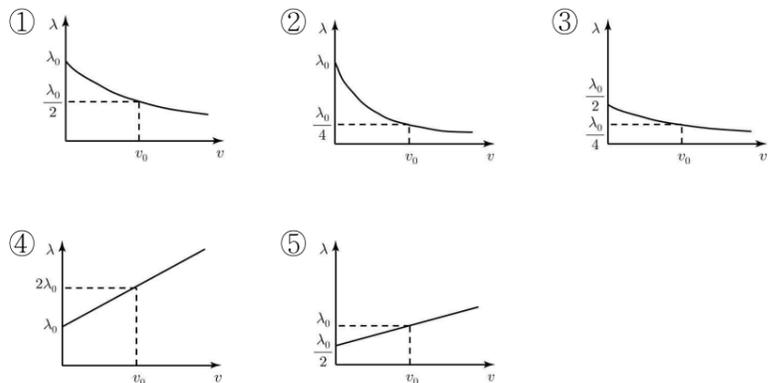
ㄱ. 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는 증가한다.  
 ㄴ.  $v_0 = \frac{\sqrt{2gh}}{\sin\theta}$  이다.  
 ㄷ.  $H = 3h$  이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

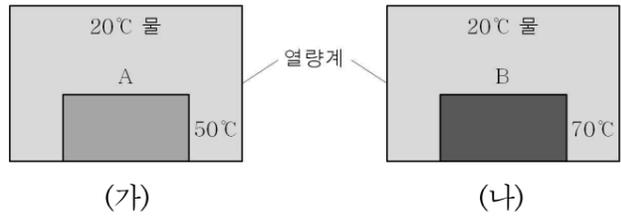
7. 그림 (가)는 동일 직선 상에 질량이  $m$ 인 입자 A가  $v_0$ 의 속력으로 질량이  $2m$ 인 입자 B를 향해 운동하는 모습을 나타낸 것이다. A의 드브로이 파장은  $\lambda_0$ 이다. 그림 (나)는 A와 B가 충돌한 후 A가 반대 방향으로  $v$ 의 속력으로 운동하는 모습을 나타낸 것이다.



B의 드브로이 파장  $\lambda$ 를  $v$ 에 따라 나타낸 것으로 가장 적절한 것은? [3점]



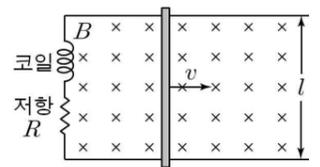
8. 그림 (가)는 외부와 열 출입이 없는 열량계 안에  $20^\circ\text{C}$  물과 초기 온도가  $50^\circ\text{C}$ 인 물체 A를 넣는 모습을, (나)는 같은 열량계 안에  $20^\circ\text{C}$  물과 초기 온도가  $70^\circ\text{C}$ 인 물체 B를 넣는 모습을 나타낸 것이다. (가)와 (나) 모두 물이  $30^\circ\text{C}$ 일 때 열평형에 도달하였고, A와 B의 질량과 부피는 서로 같다.



물체 A와 B의 비열을 각각  $c_A, c_B$ 라 할 때,  $c_A : c_B$ 는? (단, 온도에 따른 물의 부피 변화는 무시한다.)

- ① 1 : 2      ② 3 : 5      ③ 5 : 7      ④ 5 : 3      ⑤ 2 : 1

9. 그림은 종이면에 수직으로 들어가 고 세기가  $B$ 인 균일한 자기장 영역에 저항값이  $R$ 인 저항과 코일이 연결된 평행한 두 도선을 종이면에 고정시키고, 도선 위에 놓인 도체 막대를 일정한 속력  $v$ 로 이동시키는 모습을 나타낸 것이다. 도선의 폭은  $l$ 이다.



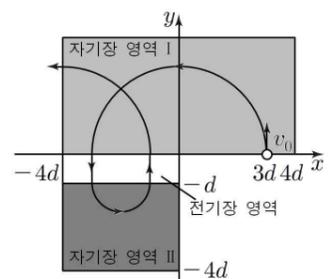
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

ㄱ. 도체 막대에 작용하는 자기력의 방향은 이동하는 방향과 반대이다.  
 ㄴ. 저항에 흐르는 전류의 세기는  $\frac{Blv}{R}$  이다.  
 ㄷ. 도체 막대를 갑자기 멈추게 하면 저항에 흐르는 전류의 방향은 반대가 된다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

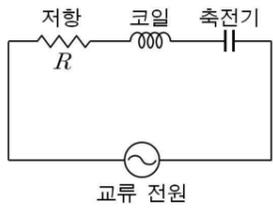
10. 그림은  $xy$ 평면에  $x = 3d$  지점에서  $+y$  방향으로 질량이  $m$ , 전하량이  $q$ 인 입자를 속력  $v_0$ 로 입사한 것을 나타낸 것이다. 이 입자는 균일한 자기장 영역 I에서 원운동을 한 후, 균일한 전기장 영역과 자기장 영역 II를 지난 다음 다시 전기장 영역과 자기장 영역 I을 통과하여  $-x$  방향으로 나왔다. 자기장 영역 I과 II의 세기는 같고 전기장 영역의 세기는  $E$ 이다.



$v_0$ 은? [3점]

- ①  $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{qEd}{m}}$       ②  $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{2qEd}{m}}$       ③  $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{3qEd}{m}}$   
 ④  $\sqrt{\frac{qEd}{m}}$       ⑤  $\frac{3}{2} \sqrt{\frac{qEd}{m}}$

11. 그림과 같이 저항값이  $R$ 인 저항, 코일, 축전기, 교류 전원을 이용하여 회로를 구성하였다. 회로의 임피던스는  $R$ 이다.

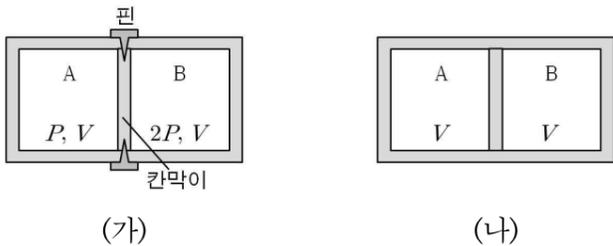


교류전원의 진동수를 증가시킬 때, 증가하는 물리량만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ. 회로의 임피던스                    ㄴ. 회로의 공진 주파수
  - ㄷ. 저항의 평균 소비 전력

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12. 그림 (가)는 단원자 분자 이상 기체가 들어 있는 단열된 실린더를 단열된 칸막이를 사용하여 부피가  $V$ 로 같은 두 부분 A, B로 나누어 핀으로 고정된 것을 나타낸 것이다. A, B에서 기체의 압력은 각각  $P, 2P$ 이다. 그림 (나)는 A에 열량  $Q$ 를 가한 후 핀을 제거하였더니 칸막이가 움직이지 않고 유지되는 모습을 나타낸 것이다.

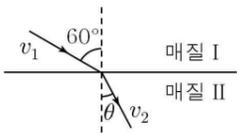


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 실린더와 칸막이 사이의 마찰은 무시한다.) [3점]

- <보 기>
- ㄱ. (가)에서 기체의 내부 에너지는 A가 B의 2배이다.
  - ㄴ. (나)에서 A의 압력은  $2P$ 이다.
  - ㄷ.  $Q = \frac{3}{2}PV$ 이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄴ, ㄷ

13. 그림은 빛이 매질 I에서 매질 II로  $60^\circ$ 의 각으로 입사할 때 빛의 진행 경로를 나타낸 것이다. I에서 빛의 속력은  $v_1$ , II에서 빛의 속력은  $v_2$ 이고,  $v_1 = 2v_2$ 이다. II에서의 굴절각은  $\theta$ 이다.

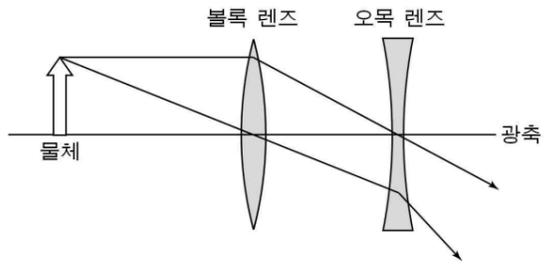


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ.  $\theta = 30^\circ$  이다.
  - ㄴ. I에서 빛의 진동수는 II에서의 2배이다.
  - ㄷ. II에서 빛의 굴절률은 I에서의 2배이다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14. 그림은 물체의 한 점에서 나온 빛이 볼록 렌즈와 오목 렌즈를 통과하여 진행하는 경로를 나타낸 것이다. 오목 렌즈의 중심을 지나는 빛은 물체에서 광축과 평행하게 나온다.

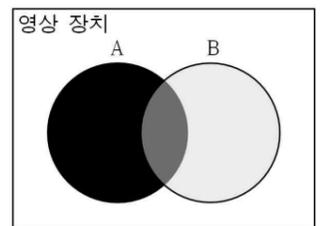


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ. 물체와 볼록 렌즈 사이의 거리는 볼록 렌즈의 초점거리보다 작다.
  - ㄴ. 볼록 렌즈와 오목 렌즈의 중심 사이의 거리는 볼록 렌즈의 초점거리와 같다.
  - ㄷ. 오목 렌즈에 의한 상은 허상이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15. 그림과 같이 영상 장치 위에 두 개의 편광판 A, B가 올려져 있다. 편광판 A와 B가 겹쳐진 부분의 밝기는 편광판 B만 있는 부분보다 어둡고, 편광판 A만 있는 부분에는 빛이 통과하지 않는다.

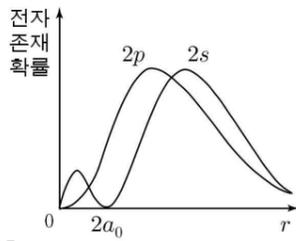


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 편광판에서의 반사는 무시하고, 편광판 B만 있는 부분의 밝기는 영상 장치보다 어둡다.) [3점]

- <보 기>
- ㄱ. 영상 장치에서 나오는 빛은 편광된 빛이다.
  - ㄴ. 편광판 A 위에 편광판 B가 올려져 있다.
  - ㄷ. 편광판 A를  $90^\circ$  회전시키면 편광판 A만 있는 부분의 밝기는 영상 장치와 같다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16. 그림은 주양자수  $n=2$ 인 수소 원자의 두 오비탈  $2s$ ,  $2p$ 에 대해 핵으로부터의 거리  $r$ 에 따른 전자 존재 확률을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- <보 기>
- ㄱ. 전자 존재 확률이 최대인 거리는  $2s$ 가  $2p$ 보다 크다.
  - ㄴ. 에너지 준위는  $2p$ 가  $2s$ 보다 높다.
  - ㄷ.  $r=2a_0$ 일 때  $2s$ 의 파동 함수의 값은 0이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

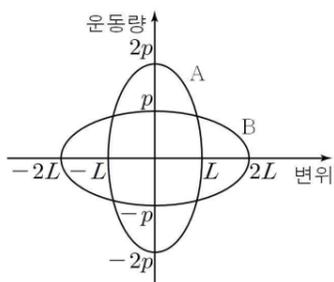
17. 표는 구 모양의 흑체 A, B의 반지름과 표면온도를 나타낸 것이다.

흑체	반지름	표면온도
A	$3R$	$2T$
B	$R$	$3T$

A, B의 온도를 각각  $2T$ ,  $3T$ 로 일정하게 유지시키는데 공급해 주어야 하는 에너지를 각각  $E_A$ ,  $E_B$ 라고 할 때,  $E_A : E_B$ 는?

- ① 3 : 4    ② 9 : 16    ③ 5 : 4    ④ 16 : 9    ⑤ 4 : 3

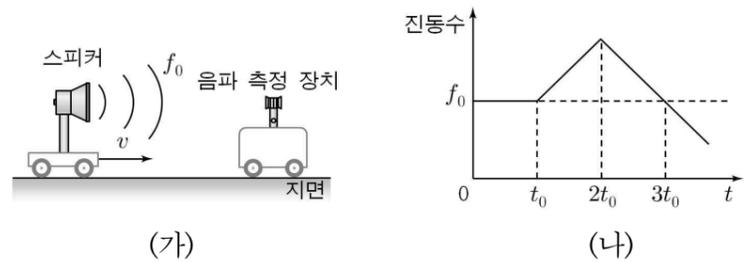
18. 그림은 용수철 상수가 서로 다른 용수철이 물체 A, B가 각각 연결되어 진폭  $L$ ,  $2L$ 로 단진동할 때 물체의 변위와 운동량의 관계를 나타낸 것이다. 역학적 에너지는 A가 B의 2배이다.



A, B의 단진동 주기를 각각  $T_A$ ,  $T_B$ 라 할 때,  $T_A : T_B$ 는? [3점]

- ① 1 : 2    ②  $1 : \sqrt{2}$     ③ 1 : 1    ④  $\sqrt{2} : 1$     ⑤ 2 : 1

19. 그림 (가)는 진동수가  $f_0$ 인 소리를 발생하고 있는 스피커와 소리를 측정하는 음파 측정 장치를 나타낸 것이다. 스피커는 오른쪽으로  $v$ 의 일정한 속력으로 운동한다. 그림 (나)는 음파 측정 장치가 측정한 소리의 진동수를 시간  $t$ 에 따라 나타낸 것이다.

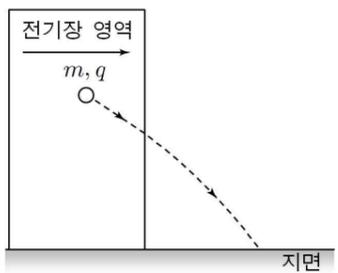


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- <보 기>
- ㄱ. 0에서  $t_0$ 까지 음파 측정 장치의 속력은  $v$ 이다.
  - ㄴ. 스피커와 음파 측정 장치 사이의 거리는  $2t_0$ 일 때 가장 작다.
  - ㄷ.  $3t_0$ 일 때 음파 측정 장치는 운동 방향을 바꾼다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20. 그림은 세기가  $E$ 이고 균일한 전기장이 지면과 수평 방향으로 걸린 영역에 질량이  $m$ , 전하량이  $q$ 인 물체를 가만히 놓았더니 전기장 영역을 통과한 후 포물선 운동을 하는 모습을 나타낸 것이다. 물체가 전기장 영역을 운동하는데 걸리는 시간과 포물선 운동을 하는데 걸리는 시간은 같다.



물체가 포물선 운동을 하는 동안 수평 도달 거리와 연직 방향 이동 거리가 같을 때,  $E$ 는? (단, 중력 가속도는  $g$ 이고, 물체의 크기 및 공기 저항은 무시한다.) [3점]

- ①  $\frac{mg}{2q}$     ②  $\frac{mg}{q}$     ③  $\frac{3mg}{2q}$     ④  $\frac{2mg}{q}$     ⑤  $\frac{3mg}{q}$

\* 확인 사항  
○ 답안지의 해당란에 필요한 내용을 정확히 기입(표기)했는지 확인 하시오.

제 4 교시

과학탐구 영역(물리 II)

성명  수험 번호

1. 그림은 나무에서 낙엽이 떨어지는 모습을 나타낸 것이다.

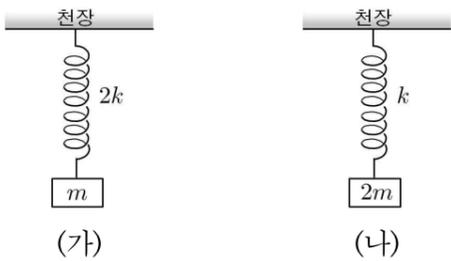
낙엽이 지면에 떨어질 때까지의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?



- <보 기>
- ㄱ. 변위의 크기는 이동거리보다 작다.
  - ㄴ. 평균 속도의 크기와 평균 속력은 같다.
  - ㄷ. 등가속도 운동이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2. 그림 (가)는 질량이  $m$ 인 물체가 용수철 상수가  $2k$ 인 용수철에 매달려 정지해 있는 것을, (나)는 질량이  $2m$ 인 물체가 용수철 상수가  $k$ 인 용수철에 매달려 정지해 있는 것을 나타낸 것이다. 이 상태에서 (가)와 (나) 모두 용수철이 원래 길이가 되도록 한 후 가만히 놓았더니 물체가 단진동하였다.

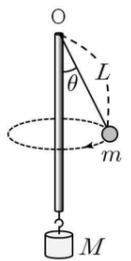


물체의 물리량이 (가)에서 (나)에서보다 작은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ. 단진동의 진폭    ㄴ. 단진동의 주기    ㄷ. 최대 속력

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

3. 그림은 고정된 관을 통해 질량이  $M$ 인 추와 실로 연결되어 질량  $m$ 인 물체가 등속 원운동을 하는 것을 나타낸 것이다. 관 끝의 점  $O$ 로부터 물체까지의 실의 길이는  $L$ 이고, 실이 연직선과 이루는 각은  $\theta$ 이다.

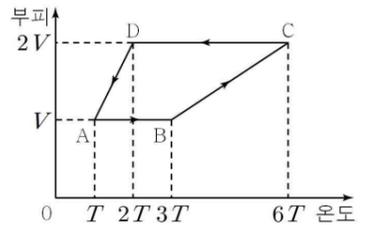


제시한 의견이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기, 관의 굵기 및 실과 관 사이의 마찰은 무시한다.) [3점]

- 철수:  $M$ 과  $L$ 을 그대로 둘 때,  $m$ 이 클수록 물체의 회전 반지름이 증가해.  
 영희:  $m$ 과  $L$ 을 그대로 둘 때,  $M$ 이 클수록  $\theta$ 가 증가해.  
 민수:  $m$ 과  $M$ 을 그대로 둘 때,  $L$ 이 클수록 물체의 회전 주기가 증가해.

- ① 철수    ② 민수    ③ 철수, 영희  
 ④ 영희, 민수    ⑤ 철수, 영희, 민수

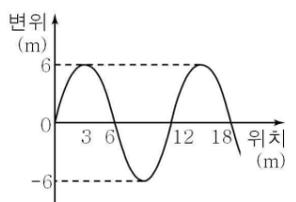
4. 그림은 일정량의 이상 기체가  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ 를 따라 순환하는 동안 부피와 온도의 관계를 나타낸 것이다.  $A$ 에서의 압력은  $P$ 이다.



$C$ 에서의 압력과  $D \rightarrow A$  과정에서 엔트로피 변화로 옳은 것은?

- |   | 압력    | 엔트로피 |   | 압력   | 엔트로피 |
|---|-------|------|---|------|------|
| ① | $3P$  | 증가   | ② | $3P$ | 감소   |
| ③ | $6P$  | 증가   | ④ | $6P$ | 감소   |
| ⑤ | $12P$ | 증가   |   |      |      |

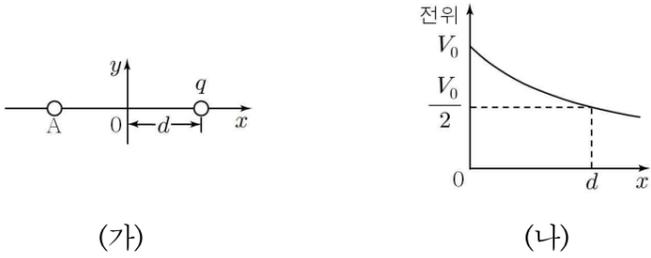
5. 그림은 진폭이  $A$ 이고 파장이  $\lambda$ 인 두 파동이 같은 속력으로 서로 반대 방향으로 진행하여 만든 정상파의 어느 순간의 변위를 위치에 따라 나타낸 것이다. 이 순간에  $x=3m$ 인 위치에서 매질의 운동 방향이 바뀐다.



$A : \lambda$ 는?

- ① 1 : 6    ② 1 : 4    ③ 1 : 3    ④ 1 : 2    ⑤ 2 : 3

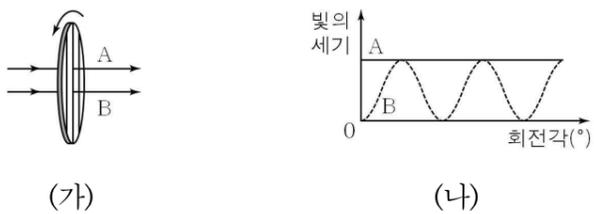
6. 그림 (가)는  $x$ 축 상에 전하 A가 고정되어 있는 모습을, (나)는  $x > 0$ 인  $x$ 축 상의 지점에서 A에 의한 전위를 나타낸 것이다.



A의 전하 종류와  $x=d$ 인 지점에 전하량이  $q$ 인 전하를 놓았을 때 A가 받는 전기력의 크기로 옳은 것은?

	전하 종류	전기력
①	양(+)	$\frac{qV_0}{d}$
②	양(+)	$\frac{qV_0}{2d}$
③	양(+)	$\frac{qV_0}{4d}$
④	음(-)	$\frac{qV_0}{2d}$
⑤	음(-)	$\frac{qV_0}{4d}$

7. 그림 (가)는 세기가 일정한 두 개의 빛 A, B가 편광판을 수직으로 통과하는 모습을 나타낸 것이고, 그림 (나)는 편광판을 통과한 뒤 편광판의 회전각에 따른 빛 A, B의 세기를 나타낸 것이다. 편광판은 빛의 진행방향을 축으로 하여 회전시키며, 회전각은 편광판의 편광축이 연직 방향과 이루는 각이다.

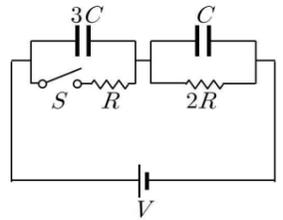


편광판을 통과하기 전, 빛 A, B에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>  
 ㄱ. A는 편광되지 않은 빛이다.  
 ㄴ. B의 편광 방향은 연직 방향과 수직이다.  
 ㄷ. 빛의 세기는 A가 B보다 크다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

8. 그림과 같이 전기 용량이 각각  $3C$ ,  $C$ 인 축전기 A, B와 저항값이 각각  $R$ ,  $2R$ 인 저항을 전압이  $V$ 로 일정한 전원 장치에 연결하였다. 스위치  $S$ 가 열려 있는 상태에서 축전기는 완전히 충전되었다.

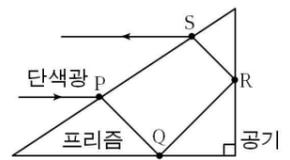


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>  
 ㄱ. 축전기 양단의 전위차는 B가 A의 3배이다.  
 ㄴ. A에 충전되는 전하량은  $S$ 를 닫지 않을 때가 닫을 때의 3배이다.  
 ㄷ.  $S$ 를 닫은 후 축전기 A, B가 완전히 충전되었을 때 저장된 전기 에너지는 A가 B의  $\frac{3}{4}$ 배이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

9. 그림과 같이 단색광이 공기 중에서 수평 방향으로 프리즘 위의 점 P에서 입사하였더니 두 점 Q, R에서 전반사한 후 점 S에서 공기 중으로 굴절하였다.

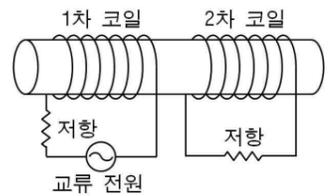


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보 기>  
 ㄱ. 단색광의 파장은 공기 중에서도 프리즘 속에서도보다 작다.  
 ㄴ. 공기와 프리즘의 경계면에서의 임계각은  $45^\circ$ 보다 작다.  
 ㄷ. 단색광이 공기 중에서 프리즘으로 입사할 때의 입사각은 단색광이 프리즘에서 공기 중으로 굴절할 때의 굴절각과 같다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10. 그림은 교류 전원과 저항이 연결되어 있는 1차 코일과 저항만 연결된 2차 코일이 같은 금속에 연결된 것을 나타낸 것이다.

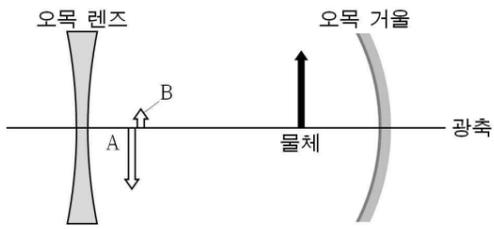


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>  
 ㄱ. 1차 코일에 흐르는 전류가 최대일 때, 2차 코일의 유도 기전력은 0이다.  
 ㄴ. 1차 코일에 흐르는 전류의 세기가 감소할 때, 1차 코일과 2차 코일의 자기 모멘트의 방향은 같다.  
 ㄷ. 1차 코일에 연결된 저항에 흐르는 전류의 방향이 바뀌면 2차 코일에 연결된 저항에 흐르는 전류의 방향이 바뀐다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11. 그림은 광축이 서로 같은 오목 렌즈와 오목 거울 사이에 물체를 놓을 때, 물체에 의해 상 A와 B가 생긴 모습을 나타낸 것이다.

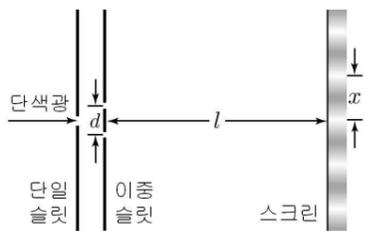


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B 모두 오목 렌즈를 통과한 상이다.) [3점]

- <보 기>
- ㄱ. 물체가 거울에 반사된 후 렌즈를 통과하여 생긴 상은 A이다.
  - ㄴ. A와 B 모두 허상이다.
  - ㄷ. 물체를 오른쪽으로 이동시키면, A와 B 모두 왼쪽으로 이동한다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

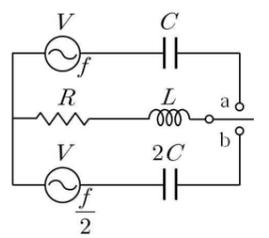
12. 그림 (가)는 파장  $\lambda$ 인 단색광이 단일 슬릿과 슬릿 간격이  $d$ 인 이중 슬릿을 통과하여 이중 슬릿으로부터 거리가  $l$ 만큼 떨어진 스크린에 간격이  $x$ 인 간섭 무늬를 만드는 것을 나타낸 것이다.



이 단색광을 금속판에 비추었을 때 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지  $E_K$ 를  $x$ 에 따라 개략적으로 나타낸 것으로 가장 적절한 것은? [3점]

- ①
- ②
- ③
- ④
- ⑤

13. 그림과 같이 저항값이  $R$ 인 저항, 자체 인덕턴스가  $L$ 인 코일, 전기 용량이 각각  $C$ ,  $2C$ 인 두 축전기, 전압의 실효값이  $V$ 이고 진동수가 각각  $f$ ,  $\frac{f}{2}$ 인 교류 전원을 이용하여 회로를 구성하였다. 스위치를 a에 연결하였을 때 회로의 임피던스는  $R$ 이다.

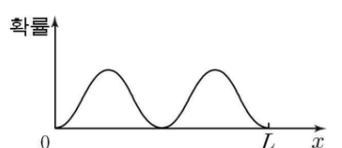


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- <보 기>
- ㄱ. 저항의 평균 소비 전력은 스위치를 a에 연결했을 때보다 b에 연결했을 때보다 크다.
  - ㄴ. 스위치를 b에 연결할 때 회로의 임피던스는  $\sqrt{R^2 + \frac{L}{C}}$ 이다.
  - ㄷ. 코일에 걸리는 전압의 위상은 스위치를 a에 연결했을 때와 b에 연결했을 때 모두 전류의 위상과 같다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14. 그림은 길이가  $L$ 인 일차원 상자에 갇힌 입자의 확률밀도를 나타낸 것이다.

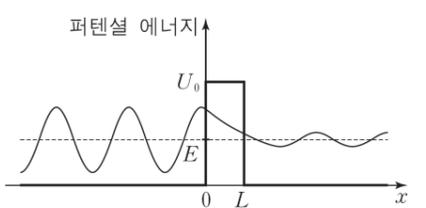


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- <보 기>
- ㄱ. 입자의 양자수  $n=1$ 이다.
  - ㄴ. 입자가  $\frac{L}{4}$ 과  $\frac{3}{4}L$  사이에서 발견될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다.
  - ㄷ. 양자수가 같을 때, 일차원 상자의 길이를  $\frac{L}{2}$ 로 줄이면 입자의 드브로이 파장은 길어진다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

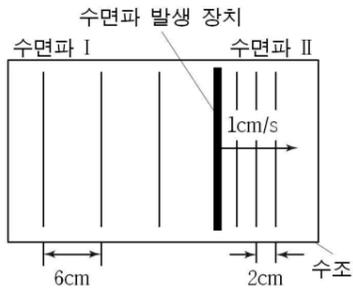
15. 그림은 폭  $L$ , 높이  $U_0$ 인 퍼텐셜 장벽을 향해 에너지가  $E$ 인 입자가 진행할 때 입자의 파동 함수를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단,  $E < U_0$ 이다.)

- ① 양자 터널 효과에 의해  $x > L$ 인 영역에서도 입자가 존재한다.
- ② 고전 역학의 입자의 입장에서 장벽의 오른쪽에 입자가 발견되는 것을 설명할 수 없다.
- ③  $U_0$ 가 증가하면  $x > L$ 인 영역에서 파동 함수의 진폭은 감소한다.
- ④ 입자는 장벽 안에 존재할 수 없다.
- ⑤ 이 현상은 주사 터널 현미경(STM)에 이용된다.

16. 그림은 일정한 진동수의 수면파를 발생시키는 장치가 수조에서 등속도 운동하며 수면파 I, II를 발생시키고 있는 것을 모식적으로 나타낸 것이다. 장치는 오른쪽으로 1cm/s로 움직이고 있고, 수면파 I, II의 파장은 각각 6cm, 2cm이다.

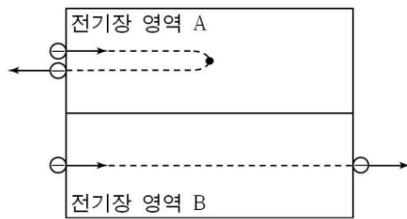


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- <보 기>
- ㄱ. 수면파 발생 장치의 진동수는 0.5Hz이다.
  - ㄴ. 장치의 속력을 3배로 하면 충격파가 발생한다.
  - ㄷ. 수심을 더 깊게 해서 같은 실험을 반복해도 수면파 I과 II의 파장의 차이는 일정하다.

- ① ㄴ      ② ㄱ, ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

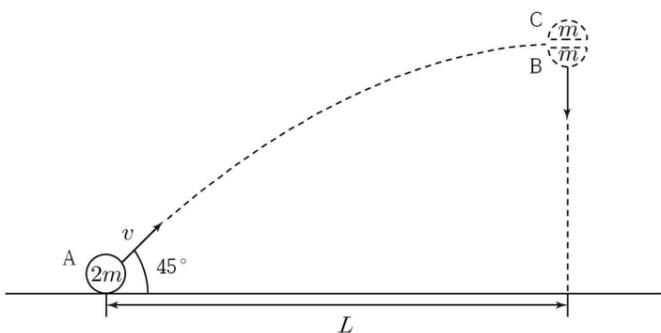
17. 그림은 속력이 같은 두 전자를 길이와 세기가 같고 방향이 반대인 균일한 전기장 영역 A, B에 입사한 것을 나타낸 것이다. A에서 전자는 전기장 영역의 중간 지점에 도달한 후 되돌아갔고, B에서는 통과하였다. 전기장 영역 A, B를 벗어난 전자의 드브로이 파장은 각각  $\lambda_A$ ,  $\lambda_B$ 이다.



$\lambda_A : \lambda_B$  는?

- ①  $\sqrt{3}:1$     ②  $\sqrt{2}:1$     ③  $1:1$     ④  $1:\sqrt{2}$     ⑤  $1:\sqrt{3}$

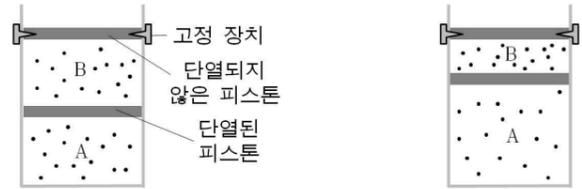
18. 그림은 질량  $2m$ 인 물체 A가 속력  $v$ 로 수평면에 대해  $45^\circ$ 의 각을 이루며 던져지는 것을 나타낸 것이다. A는 최고점에서 질량  $m$ 인 두 물체 B와 C로 분리된다. B는 수직 낙하 운동하고, C가 수평면에 도달하는 데 걸리는 시간은 B의 2배이다.



A가 던져진 순간부터 분리되는 순간까지 A의 변위의 수평 방향 성분 크기를  $L$ 이라 할 때, B와 C가 수평면에 도달하는 두 지점 사이의 거리는? (단, 공기 저항과 물체의 크기는 무시한다.) [3점]

- ①  $\frac{\sqrt{2}}{2}L$     ②  $L$     ③  $\sqrt{2}L$     ④  $2L$     ⑤  $2\sqrt{2}L$

19. 그림 (가)는 단열된 실린더에 들어 있는 일정량의 이상 기체가 단열된 피스톤에 의해 두 부분 A, B로 나뉜 것을 나타낸 것이다. A와 B의 부피와 온도는 서로 같고, 압력은 대기압과 같다. 실린더 위쪽에는 단열되지 않은 피스톤이 고정 장치로 고정되어 있다. 그림 (나)는 (가)의 A의 이상 기체에 일정 시간 동안 열을 가하였더니 B의 부피가 절반이 된 것을 나타낸 것이다.



(가)

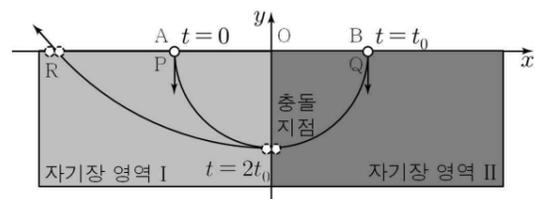
(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 피스톤의 질량과 열용량, 실린더와 피스톤 사이의 마찰을 무시하고, (가)→(나)의 과정 동안 이상 기체는 매 순간 평형 상태에 있다.) [3점]

- <보 기>
- ㄱ. A의 기체의 압력은 (나)에서가 (가)에서의 2배이다.
  - ㄴ. (가)→(나)의 과정 동안 A가 한 일의 크기는 B가 받은 일의 크기와 같다.
  - ㄷ. (나)에서 단열되지 않은 피스톤의 고정 장치를 풀면 A의 부피는 B의 부피의 3배보다 작아진다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20. 그림과 같이 시간  $t=0$ 일 때 입자 A가  $xy$ 평면 위에 있는 균일한 자기장 영역 I의 점 P에서 수직으로 입사한 후,  $t=t_0$ 일 때 입자 B가 균일한 자기장 영역 II의 점 Q에서 수직으로 입사하였더니  $t=2t_0$ 일 때  $y$ 축 상에서 충돌하여 한 덩어리가 되어 I에서 운동한 후 점 R에서 나왔다. 자기장 영역의 세기는 II에서가 I에서의 2배이며, 방향은 같다. O에서 P, Q, 충돌 지점까지의 거리는 같고, O에서 R까지의 거리는 O에서 P까지의 거리의  $\sqrt{5}$  배이다.



한 덩어리가 된 A, B의 운동에너지가  $E_0$ 일 때, B가 II에서 운동할 때의 운동 에너지는? (단, 두 물체의 크기와 충돌 시간, 전기력과 모든 마찰은 무시한다.) [3점]

- ①  $\frac{2}{3}E_0$     ②  $\frac{4}{3}E_0$     ③  $2E_0$     ④  $\frac{8}{3}E_0$     ⑤  $\frac{10}{3}E_0$

\* 확인 사항

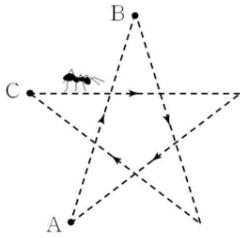
○ 답안지의 해당란에 필요한 내용을 정확히 기입(표기)했는지 확인 하시오.

제 4 교시

과학탐구 영역(물리 II)

성명  수험 번호

1. 그림은 개미가 점 A에서 출발하여 점 B와 점 C를 거쳐 별 모양의 경로를 따라 점 A로 되돌아오는 모습을 나타낸 것이다.

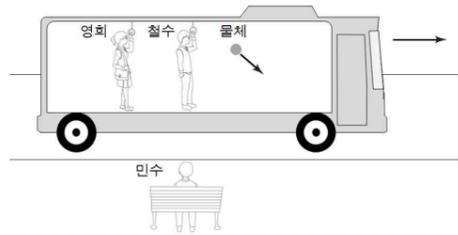


개미의 운동에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ. 점 A를 출발하여 점 A로 되돌아올 때 변위는 0이다.
  - ㄴ. 점 A에서 점 B로 갈 때 평균 속력과 평균 속도의 크기는 같다.
  - ㄷ. 점 B에서 점 C까지 등속도 운동을 한다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄴ, ㄷ

2. 그림과 같이 수평인 직선 도로 위를 일정한 가속도로 달리고 있는 버스 안에서 물체를 가만히 놓았을 때의 모습을 나타낸 것이다. 버스 안에 철수와 영희가 있고, 버스 밖에는 민수가 있다. 버스의 진행 방향은 오른쪽이고, 물체는 철수로부터 떨어지고 있다.

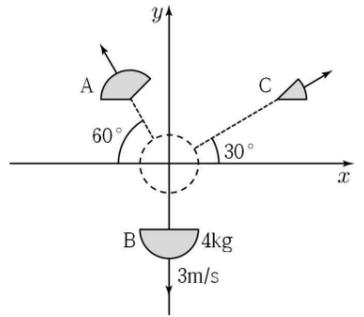


이 상황에 대한 관찰로 옳게 말한 사람만을 있는 대로 고른 것은?

- 철수 : 물체가 떨어지는 동안 버스는 점점 느려지고 있어.  
 영희 : 물체에 작용하는 관성력의 방향과 버스의 가속도 방향은 서로 반대야.  
 민수 : 물체는 포물선 운동을 하고 있어.

- ① 철수      ② 민수      ③ 철수, 영희  
 ④ 영희, 민수      ⑤ 철수, 영희, 민수

3. 그림은 마찰이 없는  $xy$ 평면의 원점에 정지해 있던 질량이  $8\text{kg}$ 인 물체가 A, B, C로 분리되어 운동하는 모습을 나타낸 것이다. A와 C는  $x$ 축과 각각  $60^\circ$ ,  $30^\circ$ 를 이루며 운동하고, 속도의  $y$ 성분은 같다. B의 질량은  $4\text{kg}$ 이며  $-y$ 방향으로  $3\text{m/s}$ 의 속력으로 운동한다.

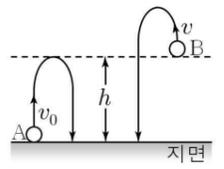


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기는 무시한다.) [3점]

- <보 기>
- ㄱ. A의 질량은  $3\text{kg}$ 이다.
  - ㄴ. C의 속력은  $6\text{m/s}$ 이다.
  - ㄷ. A, B, C의 운동 에너지는 모두 같다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

4. 그림은 물체 A와 B를 연직 위로 던져 올리는 모습을 나타낸 것이다. 물체 A는 지면으로부터  $v_0$ 의 속력으로, 물체 B는 높이  $h$ 에서  $v$ 의 속력으로 던졌더니 두 물체는 지면에 동시에 도달하였다. A의 최고점 높이는  $h$ 이다.



$v$ 는? (단, 물체의 크기와 공기 저항은 무시한다.) [3점]

- ①  $\frac{1}{4}v_0$       ②  $\frac{1}{2}v_0$       ③  $\frac{3}{4}v_0$       ④  $v_0$       ⑤  $\frac{5}{4}v_0$

5. 다음 낱말 맞추기의 <가로 열쇠> 4번에 해당하는 낱말로 옳은 것은?

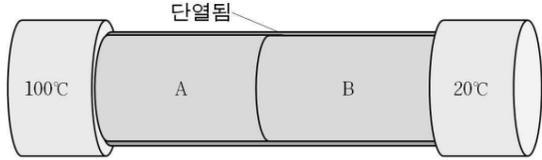
		1			
	2				
		3			
4					

<세로 열쇠>  
 1. 전파보다 파장이 짧으며, 음식물을 데우기 위한 전자레인지에 이용되는 전자기파

<가로 열쇠>  
 2. 유도 방출에 의한 빛의 증폭  
 3. 자기장 속에서 운동하는 대전 입자가 받는 힘으로, 입자의 속력에 비례함  
 4. 파원의 속력이 파동의 속력보다 빠를 때 발생하는 파동

- ① 난반사      ② 복굴절      ③ 적외선      ④ 충격파      ⑤ 편광판

6. 그림은 단면적과 길이가 같은 물체 A, B를 접촉시키고 양끝을 각각 100°C와 20°C의 열원에 연결한 것을 나타낸 것이다. A, B의 접촉면의 온도는 40°C이다.

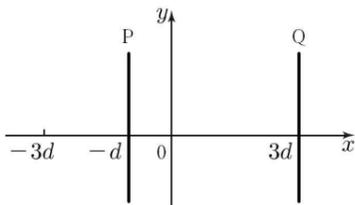


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 열전달은 전도에 의해서만 이루어진다.)

- <보 기>
- ㄱ. A의 모든 지점에서 온도는 같다.
  - ㄴ. 열전도율은 A가 B의 3배이다.
  - ㄷ. B를 단면적은 같고 길이가 두 배인 것으로 교체하면 접촉면의 온도는 52°C이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄴ    ⑤ ㄴ, ㄷ

7. 그림과 같이 가늘고 무한히 긴 두 직선 도선 P, Q가  $xy$ 평면에 고정되어 있다. P와 Q에 방향과 세기가 일정한 전류를 흘려보냈더니  $x$ 축 상에 자기장의 세기가 0인 지점은  $x = -3d$ 이었다.

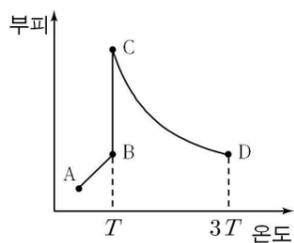


다른 조건은 그대로 두고, Q에 흐르는 전류의 방향만 반대로 할 때에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- <보 기>
- ㄱ. 도선에 작용하는 힘의 크기는 P가 Q보다 크다.
  - ㄴ.  $x$ 축 상에 자기장의 세기가 0인 지점은  $x = 2d$ 이다.
  - ㄷ. P와 Q 사이에는 인력이 작용한다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

8. 그림은 1몰의 단원자 분자 이상 기체의 상태가 A→B→C→D를 따라 변할 때 부피와 온도의 관계를 나타낸 것이다. A→B는 등압 과정, B→C는 등온 과정, C→D는 단열 과정이다.

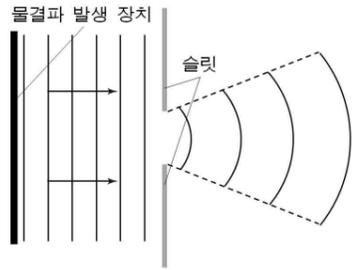


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 기체 상수는  $R$ 이다.) [3점]

- <보 기>
- ㄱ. 기체의 압력은 A에서 C에서보다 크다.
  - ㄴ. B→C 과정에서 기체의 엔트로피는 증가한다.
  - ㄷ. C→D 과정에서 기체가 받은 일은  $3RT$ 이다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

9. 그림은 물결과 발생 장치와 슬릿이 있는 수조를 이용한 파동의 회절 실험을 모식적으로 나타낸 것이다.



이에 대해 옳게 말하고 있는 사람만을 있는 대로 고른 것은?

- 철수: 물결과 발생 장치의 진동수를 증가시키면 회절이 더 잘 일어나.  
영희: 수조의 깊이를 더 크게 하면 회절이 더 잘 일어나.  
민수: 슬릿 대신에 작은 물체를 사용하면 회절은 나타나지 않아.

- ① 철수    ② 영희    ③ 철수, 영희  
④ 철수, 민수    ⑤ 영희, 민수

10. 그림은 어떤 입자가 자기장의 세기가  $B$ 인 균일한 자기장 영역 I에서 속력  $v$ 로 나선 운동을 하는 것을 나타낸 것이다. 입자는  $+x$ 방향으로 나선 운동을 한 뒤, 자기장의 세기가  $2B$ 인 자기장 영역 II를 통과하였다.

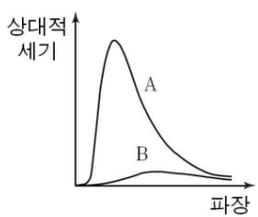


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 전자기파의 발생은 무시한다.)

- <보 기>
- ㄱ. 입자는 음(-)전하로 대전되어 있다.
  - ㄴ. II에서 입자의 회전 반지름은 I에서의 2배이다.
  - ㄷ. II에서 입자의 속력은  $\frac{1}{2}v$ 이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11. 그림은 흑체 A, B가 단위 시간당, 단위 면적당 복사하는 전자기파의 상대적 세기를 파장에 따라 나타낸 것이다. 곡선이 최댓값을 가지는 파장은 B가 A의 2배이고, 단위 시간당 A, B가 복사하는 에너지는 서로 같다.

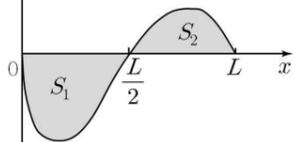


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- <보 기>
- ㄱ. 온도는 B가 A의 2배이다.
  - ㄴ. 표면적은 B가 A의 16배이다.
  - ㄷ. 흑체 복사 에너지는 양자화되어 있다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12. 그림은 어떤 입자의 파동함수  $\psi(x)$ 를 나타낸 것이다.  $\psi(x)$ 의 값은  $x < 0$ ,  $x > L$ 에서 0이다.



$x$ 축과  $\psi(x)$ 에 의해 둘러싸인 부분의 넓이가  $0 < x < \frac{L}{2}$ ,  $\frac{L}{2} < x < L$ 에서 각각  $S_1$ ,  $S_2$ 라고 할 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- < 보 기 >
- ㄱ. 입자의 위치의 불확정성은  $L$ 보다 크다.
  - ㄴ.  $x = \frac{L}{2}$ 에서 입자가 발견될 확률은 0이다.
  - ㄷ.  $S_1 + S_2 = 1$ 이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13. 표는 전자 현미경 (가)와 (나)에 대한 설명을 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 투과 전자 현미경과 주사 전자 현미경 중 하나이다.

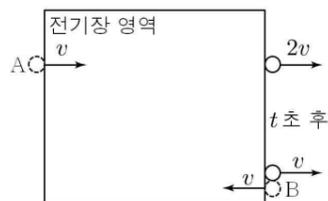
현미경	설명
(가)	시료의 내부 구조 파악
(나)	시료 표면의 3차원 입체 구조 관찰

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 >
- ㄱ. (가)는 투과 전자 현미경이다.
  - ㄴ. (가)와 (나) 모두 입사되는 전자의 속력이 클수록 분해능이 낮다.
  - ㄷ. (가)와 (나)의 최대 배율은 모두 광학 현미경보다 낮다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

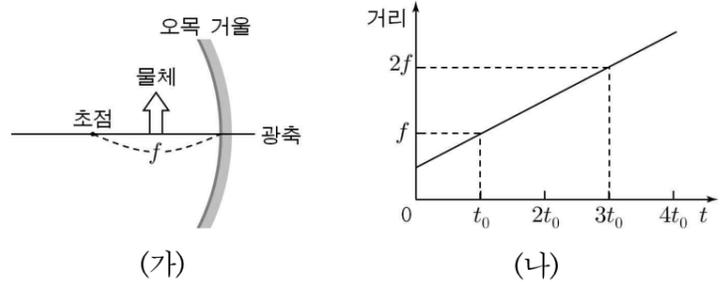
14. 그림과 같이 균일한 전기장 영역에 전하 A, B를 동시에 입사하였다.  $t$ 초 후 A는 맞은편으로, B는 입사한 지점으로 동시에 전기장 영역을 빠져나왔다.



입사한 지  $\frac{t}{2}$ 초 후 전기장이 두 물체에 한 일의 합이 0일 때, A와 B의 전하량의 비는? (단, 물체의 크기는 무시한다.) [3점]

- ① 5 : 2    ② 3 : 2    ③ 1 : 1    ④ 2 : 3    ⑤ 2 : 5

15. 그림 (가)는 초점 거리가  $f$ 인 오목 거울 앞에 물체가 놓여 있는 것을, (나)는 물체와 오목 렌즈 사이의 거리를 시간  $t$ 에 따라 나타낸 것이다.

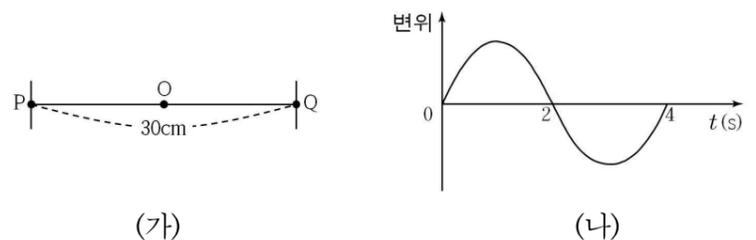


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 오목 거울은 움직이지 않는다.)

- < 보 기 >
- ㄱ.  $t = \frac{1}{2}t_0$ 일 때 물체의 상은 정립 허상이다.
  - ㄴ.  $2t_0$ 에서  $3t_0$ 까지 물체의 상과 오목 거울 사이의 거리는 감소한다.
  - ㄷ.  $3t_0$ 부터  $4t_0$ 까지 물체의 상의 평균 속력은  $\frac{f}{2t_0}$ 보다 크다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄷ    ④ ㄱ, ㄴ    ⑤ ㄱ, ㄷ

16. 그림 (가)는 길이가 30cm이고 파동의 진행 속력이 5cm/s인 한 개의 줄을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 줄을 일정한 진동수로 진동시킬 때 고정된 양 끝 점 P, Q에서부터 거리가 같은 줄 위의 점 O에서의 변위를 시간  $t$ 에 따라 나타낸 것이다.



$t = 3$ 초일 때 P와 Q 사이에서 파동의 변위를 위치에 따라 나타낸 것으로 가장 적절한 것은? [3점]

- ① 변위 vs 위치 그래프: A single negative half-cycle between P and Q.
- ② 변위 vs 위치 그래프: A full cycle between P and Q.
- ③ 변위 vs 위치 그래프: A full cycle between P and Q with a different phase.
- ④ 변위 vs 위치 그래프: A full cycle between P and Q with a different phase.
- ⑤ 변위 vs 위치 그래프: A constant zero displacement between P and Q.

17. 그림은 반지름이  $r$ 인 등속 원운동을 하고 있는 스피커와 일정한 속력으로 스피커로부터 멀어지는 음파 측정 장치를 나타낸 것이다. 스피커는 진동수가  $f$ 인 소리를 발생하고 있고, 음파 측정 장치가 측정하는 소리의 진동수의 최댓값은  $f$ , 최솟값은  $f_0$ 이다.



원운동의 주기는? (단, 음속은  $V$ 이고, 스피커와 음파 측정 장치 사이의 거리는  $r$ 에 비해 매우 크며, 스피커의 크기는 무시한다.) [3점]

- ①  $\frac{2\pi r}{V} \left( \frac{f+f_0}{f-f_0} \right)$     ②  $\frac{2\pi r}{V} \left( \frac{f-f_0}{f+f_0} \right)$     ③  $\frac{2\pi r}{V} \left( \frac{f}{f+f_0} \right)$
- ④  $\frac{2\pi r}{V} \left( \frac{f+f_0}{f} \right)$     ⑤  $\frac{2\pi r}{V} \left( \frac{f-f_0}{f} \right)$

18. 다음은 영희가 수소 원자에 대해 정리한 내용이다.

○ 수소의 양성자와 전자 사이에는 전기적 인력이 작용하며 둘 사이의 거리를  $r$ 이라 할 때, 퍼텐셜 에너지는 다음과 같다.

$V(r) = \boxed{\text{(가)}} (e: \text{전자의 전하량}, k: \text{쿨롱 상수})$

○ 수소 원자의 슈뢰딩거 방정식을 풀어서 전자의 파동함수를 정확하게 결정하려면 세 개의 정수가 필요하다.

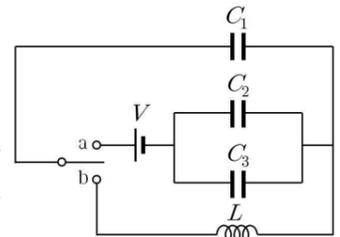
양자수	명칭	허용된 값
$n$	주양자수	1, 2, 3, ..., $\infty$
$l$	궤도양자수	$\boxed{\text{(나)}}$
$m$	자기양자수	

(가)와 (나)에 들어갈 것으로 옳은 것은?

- ①  $\frac{e^2}{2r}$      $-n, -n+1, \dots, 0, \dots, n-1, n$
- ②  $-\frac{e^2}{2r}$      $-n+1, -n+2, \dots, 0, \dots, n-2, n-1$
- ③  $-\frac{e^2}{r}$      $0, 1, 2, \dots, n$
- ④  $-\frac{e^2}{r}$      $0, 1, 2, \dots, n-1$
- ⑤  $-\frac{e^2}{r}$      $-m, -m+1, \dots, 0, \dots, m-1, m$

[19~20] 다음을 읽고 물음에 답하시오.

그림과 같이 전압이  $V$ 로 일정한 전원, 축전기  $C_1, C_2, C_3$ , 자체 인덕턴스가  $L$ 인 코일과 스위치를 이용하여 회로를 구성하였다.  $C_1$ 과  $C_2$ 의 전기 용량은  $C$ 로 같고, 스위치를 a에 연결하여 축전기를 완전히 충전시킬 때 충전되는 전하량은  $C_1$ 이  $C_2$ 의 3배이다.



19. 스위치를 a에 연결하여 축전기를 완전히 충전시킬 때,  $C_1, C_2, C_3$ 에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 축전기 양단의 전위차는  $C_1$ 이  $C_2$ 의 3배이다.  
 ㄴ.  $C_3$ 의 전기용량은  $3C$ 이다.  
 ㄷ. 축전기 전체에 충전되는 전하량은  $\frac{3}{2}CV$ 이다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20. 스위치를 a에 연결하여 축전기를 완전히 충전시킨 후 b에 연결하였을 때, b에 연결하는 순간부터 코일에 저장되는 자기 에너지가 처음으로 최대가 되는 데 걸리는 시간  $T$ 와 이 때 저장되는 자기 에너지  $U$ 의 크기는? [3점]

- ①  $\frac{T}{2} \sqrt{LC}$      $\frac{U}{9} CV^2$     ②  $\frac{T}{2} \sqrt{LC}$      $\frac{U}{32} CV^2$
- ③  $\pi \sqrt{LC}$      $\frac{U}{9} CV^2$     ④  $\pi \sqrt{LC}$      $\frac{U}{32} CV^2$
- ⑤  $2\pi \sqrt{LC}$      $\frac{U}{2} CV^2$

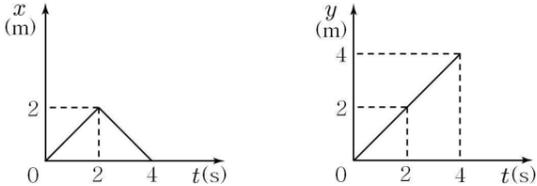
\* 확인 사항  
 ○ 답안지의 해당란에 필요한 내용을 정확히 기입(표기)했는지 확인 하시오.

제 4 교시

과학탐구 영역(물리 II)

성명  수험 번호

1. 그림은  $xy$ 평면에서 운동하는 물체의 위치의  $x, y$  성분을 각각 시간에 따라 나타낸 것이다.

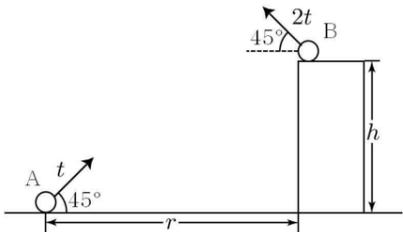


이 물체의 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ. 2초부터 4초까지 등속도 운동을 한다.
  - ㄴ. 1초일 때 속력은 1m/s이다.
  - ㄷ. 0초부터 4초까지 평균 속도의 방향은  $+y$ 방향이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

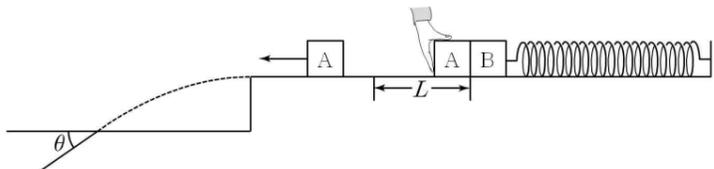
2. 그림은  $45^\circ$ 의 각을 이루며 던져진 물체 A와 B가 포물선 운동을 하는 것을 나타낸 것이다. A와 B는 각각 시간  $t, 2t$  동안 운동한 후 위치가 서로 바뀐다. A와 B의 높이 차이는  $h$ 이며, 수평 이동 거리는  $r$ 이다.



$h:r$ 는? (단, 물체의 크기와 공기 저항은 무시한다.) [3점]

- ① 1:2    ② 2:3    ③ 3:4    ④ 3:5    ⑤ 5:8

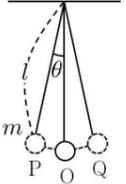
3. 그림과 같이 수평면에서 용수철에 연결된 물체 B에 물체 A를 접촉시켜 손으로 밀어 평형 위치에서 거리  $L$ 만큼 압축시킨 후 손을 가만히 놓았더니 A와 B가 시간  $t_0$  동안 함께 운동하다가 평형 위치에서 분리되었다. A는 수평면에서 벗어난 후 시간  $t_0$  동안 포물선 운동을 하여 지면과  $\theta$ 의 각도를 이루며 떨어졌다.



$\tan\theta$ 는? (단, 중력 가속도는  $g$ 이고, 물체의 크기 및 공기 저항은 무시한다.) [3점]

- ①  $\frac{gt_0^2}{2\pi L}$     ②  $\frac{gt_0^2}{\pi L}$     ③  $\frac{2gt_0^2}{\pi L}$     ④  $\frac{3gt_0^2}{\pi L}$     ⑤  $\frac{4gt_0^2}{\pi L}$

4. 그림은 길이가  $l$ 인 실에 매달린 질량  $m$ 인 추가 점 O를 중심으로 점 P와 Q 사이를 진동하는 모습을 나타낸 것이다. 연직선과 실이 이루는 각은  $\theta$ 이다.

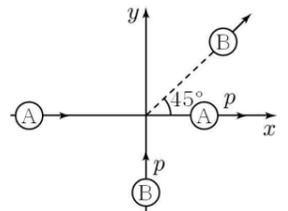


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $g$ 이고, 실의 길이에 비해 추의 진폭은 매우 작다.)

- <보 기>
- ㄱ. 추가 P에서 Q까지 운동하는 데 걸리는 시간은  $\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 이다.
  - ㄴ. 실의 장력은 O에서가 P에서보다 크다.
  - ㄷ.  $\theta$ 를 두 배로 할 때의 진동 주기와  $m$ 을 두 배로 할 때의 진동 주기는 같다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

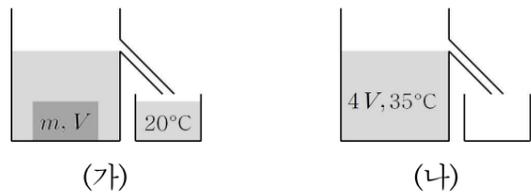
5. 그림과 같이 마찰이 없고 수평인  $xy$ 평면에서 물체 A, B가 각각  $+x, +y$  방향으로 운동하다가 충돌한 후 A는  $+x$  방향으로, B는  $x$ 축과  $45^\circ$ 의 각을 이루며 운동하였다.



충돌 전 B의 운동량과 충돌 후 A의 운동량이  $p$ 로 같을 때, 충돌 전 A의 운동량은?

- ①  $\frac{1}{2}p$     ②  $p$     ③  $\frac{3}{2}p$     ④  $2p$     ⑤  $\frac{5}{2}p$

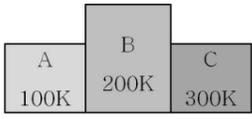
6. 그림 (가)는 질량  $m$ , 부피  $4V$ 인  $20^\circ\text{C}$ 의 물이 담긴 수조에 질량  $m$ , 부피  $V$ 인  $100^\circ\text{C}$ 의 물체를 넣어 흘러넘친 물을 비커에 담은 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 시간이 충분히 지난 후, 물체를 꺼내고 비커에 담긴 물을 다시 수조에 넣은 모습을 나타낸 것이다. 시간이 충분히 지난 후, 측정된 물의 온도는  $35^\circ\text{C}$ 이다.



물의 비열이  $c$ 일 때, 물체의 비열은? (단, 온도에 따른 물의 부피 변화는 무시하고, 열전달 과정에서 열손실은 없다.) [3점]

- ①  $\frac{1}{5}c$     ②  $\frac{1}{4}c$     ③  $\frac{1}{3}c$     ④  $\frac{1}{2}c$     ⑤  $c$

7. 그림과 같이 온도가 각각 100K, 200K, 300K인 세 물체 A, B, C를 접촉시킨 모습을 나타낸 것이다. A와 C의 열용량은 같다.

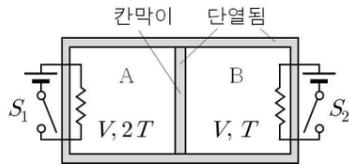


제시한 의견이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은? (단, 열은 A, B, C 사이에서만 이동한다.)

철수 : 시간이 충분히 지나면 A의 온도는 200K가 돼.  
 영희 : 열역학 제0법칙에 의하면 A와 C의 온도는 같아져.  
 민수 : 이 상황에서 물체 A, C의 온도가 각각 300K, 100K가 될 수 있다는 주장은 열역학 제1, 2법칙을 모두 위배해.

- ① 영희                      ② 민수                      ③ 철수, 영희  
 ④ 철수, 민수                ⑤ 철수, 영희, 민수

8. 그림은 이상 기체가 들어 있는 단열된 실린더가 단열된 칸막이에 의해 부피가  $V$ 로 같은 두 부분 A, B로 나누어진 모습을 나타낸 것이다. A와 B의 온도는 각각  $2T$ ,  $T$ 로 유지되며, 스위치  $S_1$ 과  $S_2$ 를 닫을 때 A와 B에 각각 가해지는 열량은 서로 같다.

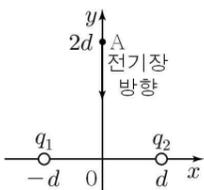


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 실린더와 칸막이 사이의 마찰은 무시한다.) [3점]

<보 기>  
 ㄱ. 기체의 몰수는 A가 B의 2배이다.  
 ㄴ.  $S_1$ 를 닫으면 B의 온도는 증가한다.  
 ㄷ. 칸막이를 고정하고,  $S_1$ 과  $S_2$ 를 동시에 닫으면 A와 B의 압력은 항상 같다.

- ① ㄱ                      ② ㄴ                      ③ ㄷ                      ④ ㄱ, ㄴ                      ⑤ ㄴ, ㄷ

9. 그림은  $xy$ 평면에서 원점으로부터 거리가  $d$ 인  $x$ 축 위의 두 지점에 전하량이  $q_1$ ,  $q_2$ 인 두 점전하가 고정되어 있는 모습을 나타낸 것이다. 원점으로부터 거리가  $2d$ 인  $y$ 축 위의 점 A에서 전기장 방향은  $-y$  방향이다.

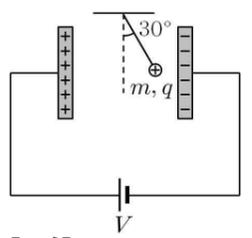


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보 기>  
 ㄱ.  $q_1 = q_2$ 이다.  
 ㄴ. 전위는 원점에서가 점 A에서보다 높다.  
 ㄷ. 점 A에서 전하량이  $+q$ 인 전하를  $+x$ 방향으로 이동시키면 두 점전하가 전하에 한 일은 계속 증가한다.

- ① ㄱ                      ② ㄴ                      ③ ㄷ                      ④ ㄱ, ㄴ                      ⑤ ㄴ, ㄷ

10. 그림과 같이 두 평행한 금속판을 전압이  $V$ 로 일정한 전압 장치에 연결하고, 질량이  $m$ , 전하량이  $q$ 인 양(+)전하를 실에 매달았더니 연직선과  $30^\circ$ 의 각을 이루며 정지하였다.

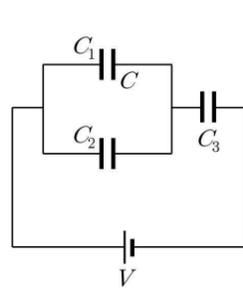


전하가 연직선과 이루는 각이  $60^\circ$ 가 되는 경우만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보 기>  
 ㄱ. 전원 장치의 전압을  $3V$ 로 한다.  
 ㄴ. 전하의 전하량이  $3q$ 인 것으로 바꾼다.  
 ㄷ. 전하의 질량이  $3m$ 인 것으로 바꾼다.

- ① ㄱ                      ② ㄷ                      ③ ㄱ, ㄴ                      ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11. 그림과 같이 축전기  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ 와 전압이  $V$ 로 일정한 전원 장치를 이용하여 회로를 구성하였다.  $C_1$ 의 전기 용량은  $C$ 이다. 표는  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ 에 각각 유전 상수가 일정한 유전체를 채울 때, 축전기 전체에 충전된 전하량을 나타낸 것이다.

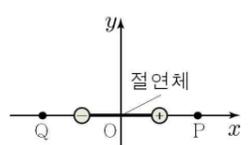


유전상수	유전체를 채운 축전기	전하량
3	$C_1$	$\frac{3}{2}CV$
3	$C_2$	$Q$
2	$C_3$	$2CV$

$Q$ 는? [3점]

- ①  $\frac{2}{3}CV$                       ②  $CV$                       ③  $\frac{4}{3}CV$                       ④  $\frac{5}{3}CV$                       ⑤  $2CV$

12. 그림은  $xy$ 평면에서  $x$ 축에 전기 쌍극자가 놓여 있는 모습을 나타낸 것이다. 전기 쌍극자의 중심은 점 O이다.

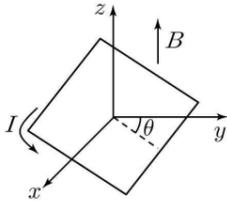


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>  
 ㄱ. 전기 쌍극자의 총 전하량은 0이다.  
 ㄴ. 전위는 P가 Q보다 낮다.  
 ㄷ.  $+y$ 방향으로 전기장을 걸어주면 전기 쌍극자는 반시계 방향으로 회전하기 시작한다.

- ① ㄱ                      ② ㄴ                      ③ ㄱ, ㄷ                      ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13. 그림은 세기가  $B$ 이고 방향이  $+z$ 인 균일한 자기장에서 전류  $I$ 가 흐르는 정사각형 고리가 있는 것을 나타낸 것이다. 고리는  $x$ 축을 중심으로 회전할 수 있으며, 고리를 포함하는 평면과  $xy$ 평면과 이루는 예각은  $\theta$ 이다.



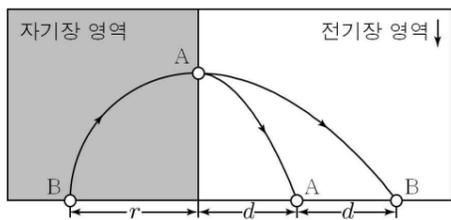
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ.  $B$ 가 클수록 도선의 자기 모멘트의 크기가 크다.
- ㄴ.  $\theta$ 가 클수록 도선이 받는 돌림힘의 크기가 크다.
- ㄷ.  $I$ 가 클수록 도선이 받는 알짜힘의 크기가 크다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄱ, ㄷ

14. 그림은 두 입자 A, B가 균일한 자기장 영역과 균일한 전기장 영역에서 운동하는 모습을 나타낸 것이다. A를 자기장 영역에 먼저 입사하고, A가 자기장 영역에서 빠져나온 순간 B를 자기장 영역에 입사하였더니 동시에 전기장 영역을 빠져나왔다. 자기장 영역에서 A, B의 원운동 반지름은  $r$ 이고, 전기장 영역에서 A와 B의 수평방향 이동거리는 각각  $d$ ,  $2d$ 이다.



$\frac{d}{r}$ 는? (단, A와 B 사이의 전기력과 A, B의 크기는 무시한다.)

[3점]

- ①  $\frac{\pi}{8}$       ②  $\frac{\pi}{6}$       ③  $\frac{\pi}{4}$       ④  $\frac{\pi}{3}$       ⑤  $\frac{\pi}{2}$

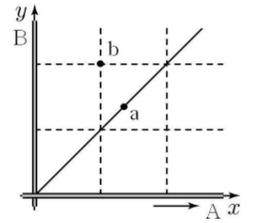
15. 다음은 홀 효과에 대한 설명이다.

그림과 같이 전원 장치에 연결된 금속 막대가 수직으로 들어가는 방향의 자기장 내에 놓여 있다면, 금속 막대 속의 전자들은 자기력을 받아 (가) 방향으로 이동한다. 따라서 전자들의 이동에 의해 전위는 (나).

(가)와 (나)에 들어갈 것으로 옳은 것은?

- |        |           |
|--------|-----------|
| (가)    | (나)       |
| ① $+x$ | a가 b보다 높다 |
| ② $+x$ | a가 b보다 낮다 |
| ③ $-x$ | a가 b보다 높다 |
| ④ $-x$ | a가 b보다 낮다 |
| ⑤ $-x$ | a와 b가 같다  |

16. 그림은  $xy$ 평면에서 각각  $x$ 축과  $y$ 축에 고정되어 일정한 전류가 흐르는 무한히 길고 긴 직선 도선 A, B와 점 a, b를 나타낸 것이다. A의 전류의 방향은  $+x$  방향이고, 실선은 점 a와 자기장이 같은 지점을 연결한 것이다.



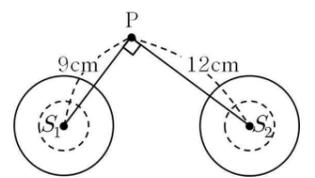
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. B의 전류의 방향은  $+y$  방향이다.
- ㄴ. 전류의 세기는 A와 B가 같다.
- ㄷ. b에서 자기장은 지면을 뚫고 나오는 방향이다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17. 그림과 같이 파원  $S_1$ ,  $S_2$ 에서 진동수와 진폭이 같은 물결파를 같은 위상으로 발생시켰다. 점 P는  $S_1$ 과  $S_2$ 로부터 각각 9cm, 12cm 떨어져 있다. 두 물결파의 진동수는 1Hz이며 속력은 4cm/s이고,  $\angle S_1PS_2=90^\circ$ 이다.



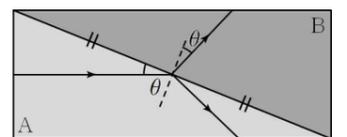
$S_1$ 에 의한 파동이  $S_2$ 까지 도달할 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보 기>

- ㄱ. 두 파동의 보강 간섭 지점에서 발생하는 정상파의 진동수는 2Hz이다.
- ㄴ. P에서는 진폭의 변화가 없다.
- ㄷ.  $S_1$ 과  $S_2$ 를 잇는 선분 위에는 상쇄 간섭 지점이 8개 있다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18. 그림은 두 종류의 매질 A, B로 이루어진 직육면체 모양의 프리즘에 단색광이 수직으로 입사하여 진행한 경로를 나타낸 것이다. 프리즘 안에서 단색광은 직사각형의 중심에서 굴절하며, A에서 입사하는 빛이 경계면과 이루는 각도와 B에서의 굴절각은  $\theta$ 로 같다.



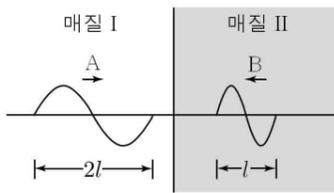
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보 기>

- ㄱ. 단색광의 진동수는 A에서보다 B에서 크다.
- ㄴ. A에 대한 B의 굴절률은  $\frac{1}{\tan\theta}$ 이다.
- ㄷ.  $\theta=30^\circ$ 일 때, 단색광은 B에서보다 A에서 프리즘을 먼저 빠져나온다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19. 그림은 매질 I, II에서 진행하고 있는 두 파동 A, B를 나타낸 것이다. A와 B의 파장의 길이는 각각  $2l$ ,  $l$ 이다. 시간이 지난 후 두 파동은 정상파를 형성한다.

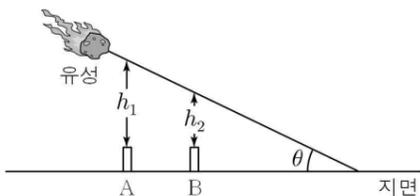


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ. 진동수는 B가 A의 2배이다.
  - ㄴ. 진행 속력은 A가 B의 2배이다.
  - ㄷ. 굴절률은 매질 II가 매질 I의 2배이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

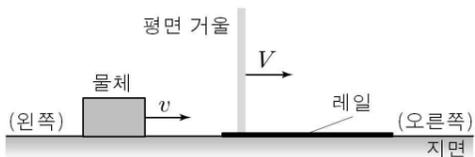
20. 그림은 유성이 지면과  $\theta$ 의 각을 이루며 일정한 속력으로 떨어지는 충돌하는 모습을 나타낸 것이다. 유성이 지면과의 거리가  $h$ 일 때, 감지기 A와 B는 충격파를 동시에 감지했다.



유성의 속력과  $h$ 의 크기로 옳은 것은? (단, 유성 및 감지기의 크기는 무시하고, 음속은  $v$ 이다.)

- |                          |       |                          |       |
|--------------------------|-------|--------------------------|-------|
| 속력                       | $h$   | 속력                       | $h$   |
| ① $\frac{v}{\sin\theta}$ | 0     | ② $\frac{v}{\sin\theta}$ | $h_1$ |
| ③ $\frac{v}{\cos\theta}$ | 0     | ④ $\frac{v}{\cos\theta}$ | $h_1$ |
| ⑤ $\frac{v}{\cos\theta}$ | $h_2$ |                          |       |

21. 그림은 수평면 위에 놓여 있는 레일 위에서  $V$ 의 속도로 운동하는 평면 거울과 같은 방향으로  $v$ 의 속도로 운동하는 물체의 모습을 나타낸 것이다.



수평면에 대한 물체의 상의 속도는? (단, 물체와 평면 거울은 같은 직선 상에서 운동하며, 오른쪽 방향을 (+)로 한다.) [3점]

- ①  $V-v$     ②  $V+v$     ③  $V+2v$     ④  $2V-v$     ⑤  $2V+v$

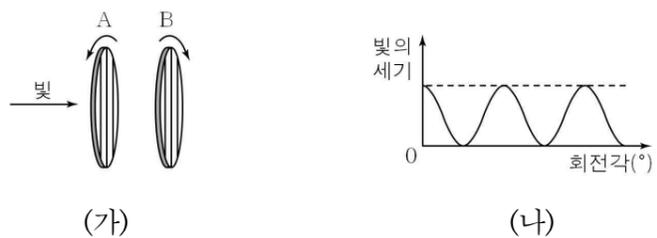
22. 그림과 같이 진동수가  $f_1, f_2, f_3$ 인 광자를 입사하였다면 진동수가  $f_1, f_2, f_2$ 인 광자가 방출되었다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 자발 방출은 일어나지 않는다.)

- <보 기>
- ㄱ. 진동수가  $f_1$ 인 광자는 상호 작용을 하지 않았다.
  - ㄴ. 진동수가  $f_2$ 인 광자는 모두 위상이 같다.
  - ㄷ. 진동수가  $f_3$ 인 광자는 흡수되었다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

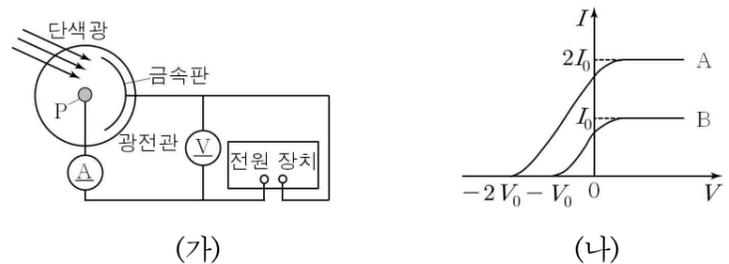
23. 그림 (가)는 빛이 연직면에 수직하고, 서로 평행한 두 편광판 A와 B를 통과하는 모습을 나타낸 것이다. A와 B는 편광판의 중심을 이은 직선을 축으로 매초 1바퀴의 일정한 각속도로 회전하고, 회전 방향은 서로 반대이다. 그림 (나)는 A, B를 통과한 후 빛의 세기를 A의 회전각에 따라 나타낸 것이다. A의 회전각은 편광축이 연직 방향과 이루는 각이다.



빛의 편광 여부와 빛의 세기의 주기로 옳은 것은? [3점]

- |            |       |            |      |
|------------|-------|------------|------|
| 편광 여부      | 주기    | 편광 여부      | 주기   |
| ① 편광됨      | 1초    | ② 편광됨      | 0.5초 |
| ③ 편광 되지 않음 | 1초    | ④ 편광 되지 않음 | 0.5초 |
| ⑤ 편광 되지 않음 | 0.25초 |            |      |

24. 그림 (가)는 광전관의 금속판에 단색광을 비추며 정지 전압을 측정하는 장치를 나타낸 것이고, 그림 (나)는 광전관의 금속판에 진동수가 각각  $3f_0, 2f_0$ 인 단색광 A, B를 비추었을 때 광전관에 걸린 전압  $V$ 에 따른 광전류의 세기  $I$ 를 나타낸 것이다.

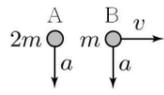


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단,  $e$ 는 전하의 전하량,  $h$ 는 플랑크 상수이다.) [3점]

- <보 기>
- ㄱ.  $V_0 = \frac{hf_0}{e}$ 이다.
  - ㄴ. 단색광의 세기는 A가 B의 2배이다.
  - ㄷ.  $V = -\frac{1}{2}V_0$ 일 때, P에 도달하는 광전자의 최대 운동 에너지는 A를 비추었을 때가 B를 비추었을 때의 3배이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

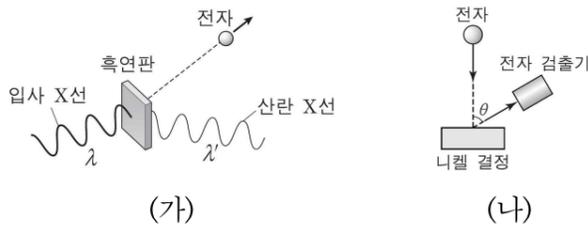
25. 그림과 같이 질량이 각각  $2m$ ,  $m$ 인 입자에 수직 방향으로 동일한 가속도가 작용하고, A를 가만히 놓는 동시에 B를 수평 방향으로  $v$ 의 속력으로 운동시켰다.



A의 운동 에너지가  $mv^2$ 가 되는 순간 A, B의 파장을  $\lambda_A$ ,  $\lambda_B$ 라 할 때,  $\lambda_A : \lambda_B$ 는?

- ① 1:2    ② 1:√2    ③ 1:1    ④ √2:1    ⑤ 2:1

26. 그림 (가)는 파장이  $\lambda$ 인 X선을 흑연판에 입사하였더니 파장이  $\lambda'$ 인 X선과 전자가 튀어나오는 모습을, (나)는 니켈 결정에 전자선을 입사시킨 후 입사한 전자선과 튀어나온 전자가 이루는 각도가  $\theta$ 인 곳에서 전자를 검출하는 모습을 나타낸 것이다.



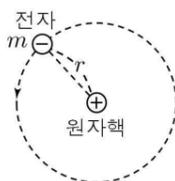
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. (가)에서  $\lambda < \lambda'$ 이다.
- ㄴ. (나)에서 동일한 운동 에너지로 전자를 입사시킨 경우 특정한 각도  $\theta$ 에서 튕겨 나온 전자 수가 최대가 된다.
- ㄷ. (가)는 빛의 입자성을, (나)는 물질의 파동성을 보여주는 증거가 된다.

- ① ㄱ    ② ㄷ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

27. 그림은 보어의 수소 원자 모형에서 정상 상태에 있는 질량  $m$ 인 전자가 원자핵을 중심으로 반지름이  $r$ 인 원운동을 하는 것을 나타낸 것이다. 양자수  $n=1$ 인 상태에서 전자의 궤도 반지름은  $a_0$ , 운동 에너지는  $E_0$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 플랑크 상수는  $h$ 이고, 원자핵이 전자에 작용하는 전기력의 크기가 0인 지점에서 퍼텐셜 에너지는 0이다.) [3점]

<보 기>

- ㄱ.  $n=1$ 일 때 전자의 속력은  $\frac{h}{2\pi m a_0}$ 이다.
- ㄴ.  $n=2$ 일 때 전자의 전기력에 의한 퍼텐셜 에너지는  $-E_0$ 이다.
- ㄷ.  $n=1$ 일 때 전자가 받는 구심력의 크기는  $n=2$ 일 때의 4배이다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄱ, ㄷ    ⑤ ㄴ, ㄷ

28. 다음은 파동 함수를 이용하여 질량이  $m$ 인 입자가 길이가  $L$ 인 1차원 상자 (무한대 우물)에 갇혔을 때의 에너지  $E$ 를 구하는 과정을 나타낸 것이다.

- 1차원 상자에서 입자의 퍼텐셜 에너지는 0이므로 전체 에너지는 (가)와 같다. 입자의 운동량은  $p$ 로 나타낼 수 있다.
- 입자의 파동 함수  $\psi = A \sin kx$ 라고 할 때,  $k$ 는 파수이다.

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \text{(나)}$$

여기서  $h$ 는 플랑크 상수이다.

- 이 때  $x=L$ 일 때  $\psi=0$ 이다.

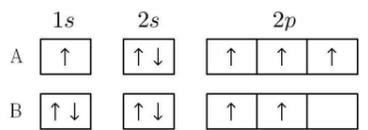
$$\text{(나)} \cdot L = n\pi$$

그러므로  $E = \frac{h^2}{8mL^2} n^2$ 이다.

(가)와 (나)에 들어갈 것으로 적절한 것은? [3점]

- |         |                        |         |                            |     |
|---------|------------------------|---------|----------------------------|-----|
|         | (가)                    | (나)     | (가)                        | (나) |
| ① 운동에너지 | $\frac{\sqrt{2mE}}{h}$ | ② 운동에너지 | $\frac{2\pi\sqrt{2mE}}{h}$ |     |
| ③ 전기에너지 | $\frac{\sqrt{2mE}}{h}$ | ④ 전기에너지 | $\frac{2\pi\sqrt{2mE}}{h}$ |     |
| ⑤ 핵에너지  | $\frac{\sqrt{2mE}}{h}$ |         |                            |     |

29. 그림은 중성 원자 A와 B의 전자 배치를 모형으로 나타낸 것이다.  $\uparrow$ 와  $\downarrow$ 는 각각 전자의 스핀 양자수  $+\frac{1}{2}$ 과  $-\frac{1}{2}$ 에 해당한다.



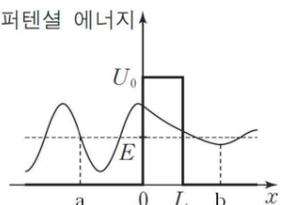
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 주양자수  $n=2$ 일 때, 허용된 양자 상태는 모두 6가지이다.
- ㄴ. B의 전자배치는  $1s^2 2s^2 2p^2$ 로 나타낼 수 있다.
- ㄷ. A가 B에 비해 더 안정한 상태에 있다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄷ    ④ ㄴ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

30. 그림은 에너지가  $E$ 인 입자가 폭  $L$ , 퍼텐셜 에너지 높이  $U_0$ 인 퍼텐셜 장벽을 향해 진행할 때 입자의 파동함수를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. 고전 역학의 입장에서는  $x < 0$ 인 영역에서 운동하는 입자는  $x > L$ 인 곳에 도달할 수 없다.
- ㄴ.  $U_0$ 가 무한히 커지면 입자는  $x > L$ 인 곳에 도달할 수 없다.
- ㄷ. 입자가 발견될 확률은 a에서가 b에서보다 크다.

- ① ㄱ    ② ㄴ    ③ ㄱ, ㄴ    ④ ㄱ, ㄷ    ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2015학년도 대학수학능력시험 유성우 1회 모의평가

과학탐구 영역 정답표  
( 물리II ) 과목

문항 번호	정 답	배 점									
1	④	2	6	⑤	2	11	④	3	16	②	3
2	②	2	7	①	3	12	①	2	17	④	2
3	③	3	8	③	2	13	⑤	2	18	⑤	3
4	①	2	9	②	3	14	④	2	19	③	3
5	⑤	2	10	①	3	15	①	3	20	④	3

2015학년도 대학수학능력시험 유성우 2회 모의평가

과학탐구 영역 정답표  
( 물리II ) 과목

문항 번호	정 답	배 점									
1	③	2	6	①	3	11	⑤	3	16	②	3
2	④	2	7	④	2	12	⑤	3	17	②	2
3	①	2	8	②	3	13	②	2	18	①	2
4	③	2	9	①	2	14	⑤	2	19	④	3
5	④	3	10	③	3	15	④	3	20	③	3

2015학년도 대학수학능력시험 유성우 3회 모의평가

과학탐구 영역 정답표  
( 물리II ) 과목

문항 번호	정 답	배 점									
1	③	2	6	①	3	11	②	3	16	⑤	3
2	⑤	2	7	④	2	12	④	2	17	③	2
3	④	3	8	①	2	13	⑤	2	18	②	3
4	③	2	9	③	3	14	⑤	2	19	②	2
5	③	3	10	②	3	15	①	3	20	①	3

2015학년도 대학수학능력시험 유성우 4회 모의평가

과학탐구 영역 정답표  
( 물리II ) 과목

문항 번호	정 답	배 점									
1	②	2	6	④	2	11	①	2	16	③	3
2	③	3	7	①	3	12	⑤	3	17	④	2
3	①	2	8	⑤	2	13	②	2	18	①	3
4	④	2	9	③	2	14	④	2	19	①	3
5	②	3	10	⑤	3	15	③	3	20	③	3

2015학년도 대학수학능력시험 유성우 5회 모의평가

과학탐구 영역 정답표  
( 물리II ) 과목

문항 번호	정 답	배 점									
1	①	2	6	③	2	11	③	3	16	⑤	3
2	⑤	2	7	⑤	2	12	②	3	17	①	2
3	④	3	8	④	2	13	①	3	18	⑤	3
4	②	2	9	④	3	14	②	3	19	⑤	3
5	②	2	10	③	2	15	④	2	20	④	3

2015학년도 대학수학능력시험 유성우 6회 모의평가

과학탐구 영역 정답표  
( 물리II ) 과목

문항 번호	정 답	배 점									
1	③	2	6	③	2	11	④	3	16	③	3
2	⑤	2	7	②	3	12	②	3	17	①	3
3	⑤	3	8	⑤	3	13	①	2	18	④	2
4	③	3	9	②	2	14	⑤	3	19	①	2
5	④	2	10	①	2	15	④	2	20	②	3

2015학년도 대학수학능력시험 유성우 추가 30제

과학탐구 영역 정답표  
( 물리II ) 과목

문항 번호	정 답	배 점									
1	③	2	6	②	3	11	④	3	16	③	2
2	④	3	7	③	2	12	③	2	17	②	3
3	①	3	8	⑤	3	13	②	2	18	④	3
4	⑤	2	9	①	3	14	③	3	19	④	2
5	④	2	10	③	3	15	①	2	20	①	2

2015학년도 대학수학능력시험 유성우 추가 30제

과학탐구 영역 정답표  
( 물리II ) 과목

문항 번호	정 답	배 점									
21	④	3	26	⑤	2						
22	⑤	2	27	①	3						
23	⑤	3	28	②	3						
24	⑤	3	29	②	2						
25	②	2	30	③	2						

유성우 1회 모의평가 해설

1. ④

- ㄱ. 종이비행기는 일정한 속력으로 운동하므로 시간이 지날수록 지면에 평행한 속도의 성분의 크기가 증가한다. 그림자는 비행기의 수평 성분의 속력으로 운동하므로, 그림자의 속력은 점점 증가한다. (O)
- ㄴ. 비행기의 변위는 지면에 수평인 성분과 수직인 성분을 합성한 것이고, 이는 그림자의 변위(지면의 수평인 성분만 해당하므로) 보다 크다. (O)
- ㄷ. 비행기는 곡선 운동을 하므로 가속도의 방향이 일정하지 않다. (X)

2. ②

물체는 벽에 수직으로 충돌하므로 운동량의 수평 성분 크기는  $mv\sin 45^\circ$  로 일정하다. 충돌 전후 각도가 일정하므로 충돌 후 운동량의 수직 성분은 충돌 전 운동량의 수직 성분과 크기는  $mv\cos 45^\circ$  로 같고 방향은 반대이다. (충격량)=(나중 운동량)-(처음 운동량) 이므로 충격량의 크기는  $2mv\cos 45^\circ = \sqrt{2}mv$  이다.

3. ③

- ㄱ. 가속도가 일정한 운동을 하는 물체는 포물선 운동을 한다. 물체의 시간에 따른  $y$ 성분이 곡선이고 기울기가 감소하므로 물체는  $-y$  방향으로 등가속도 운동한다. (O)
- ㄴ. 속력의  $x$ 축 성분은 그래프의 기울기인  $3m/s$ 이다. 물체의  $y$  방향으로 0초일 때의 속도를  $v_{y0}$ 라 하고 가속도의 크기를  $a$ 라 하자. 4초일 때 물체의  $y$ 방향 속도는 0이므로 등가속도 운동 공식에 의해  $0 = v_{y0} + 4a$ ,  $8 = 4v_{y0} + 8a$ . 두 식을 연립하면  $a = -1m/s^2$ ,  $v_{y0} = 4m/s$ 이다. 피타고라스 정리에 의해 0초일 때의 속력은  $5m/s$ 이다. (O)
- ㄷ. 물체의  $x$ 방향 가속도는 0이고  $y$ 방향 가속도 크기는  $1m/s^2$ 이다. (X)

4. ①

- ㄱ. 열은 고온에서 저온으로 이동하므로 B에서 A로 이동한다. (O)
- ㄴ. 열량 보존 법칙에 의해 (A가 얻은 열량)=(B가 잃은 열량)이다. 열량 공식  $Q = C\Delta T$ 을 사용하면  $C_A \times 30 = C_B \times 10$ . 따라서 열용량은 A가 B의  $\frac{1}{3}$ 배이다. (X)
- ㄷ.  $C = cm$ 에서 B의 열용량이  $\frac{3}{2}$ 배가 되었으므로 열용량의 비는 2:9가 된다. 따라서 열평형 온도는  $30^\circ$  보다 크다. (X)

5. ⑤

전하는 균일한 전기장 영역에서 일정한 전기력을 받는다. 전하량을  $q$ , 전기장의 세기를  $E$ , 전하의 질량을  $m$ 이라 하자. 전하는 정지상태에서 전기력  $qE$ 를 받아  $d$ 만큼 이동할 때 속력  $v$ 가 된다. 일-운동에너지 정리를 사용하면  $qEd = \frac{1}{2}mv^2$ . 정리하면  $d = \frac{mv^2}{2qE}$ 이다.  $d$ 값을 작게 하기 위해서는  $m$ 을 작게 하거나  $q$ ,  $E$ 를 크게 해야 하므로 ㄴ, ㄷ이 답이다.

6. ⑤

- ㄱ. 열전달이 잘되는 금속판에 의해 이상 기체의 온도는 과정에서 변하지 않는다. 따라서 이상 기체의 내부 에너지는 이상 기체의 몰수와 온도에만 비례하므로 일정하다. (O)
- ㄴ.  $Q = \Delta U + W$ 에서 에너지 변화량  $\Delta U = 0$ 이고, 이상 기체는 일을 받으므로 일  $W < 0$ 이다. 따라서 열량  $Q < 0$ 이므로 이상 기체는 열을 방출한다. (O)
- ㄷ. 기체의 온도는 일정하고, 기체의 부피는 감소하기 때문에 기체의 무질서도가 감소하여 기체의 엔트로피는 감소한다. (또는 엔트로피 변화  $\Delta S = \int \frac{dQ}{T} < 0$ 이므로 엔트로피는 감소한다고 할 수 있다.  $T$ 는 기체의 온도이다.) (O)

7. ①

(가)에서 A의 수평 이동 거리는  $r$ 이므로  $r = vt$ 이다.  
 (나)에서 A가  $\frac{3}{4}t$ 동안 수평 방향으로 진행한 거리는  $\frac{3}{4}vt$ 이므로 B는 수평 이동 거리가  $\frac{1}{4}vt$ 이다. 따라서 B의 수평 방향 성분의 속력은  $\frac{1}{3}v$ 이다. (B의 운동 시간은 A와 마찬가지로  $\frac{3}{4}t$ 이다.) B의 속력은  $v$ 이므로 수직 방향 성분의 속력은 피타고라스 정리에 의해  $\frac{2\sqrt{2}}{3}v$ 이다.  
 수직 방향으로 A는  $\frac{1}{2}g\left(\frac{3}{4}t\right)^2$ , B는  $\frac{2\sqrt{2}}{3}v\left(\frac{3}{4}t\right) - \frac{1}{2}g\left(\frac{3}{4}t\right)^2$  만큼 이동했으므로  $h = \frac{2\sqrt{2}}{3}v\left(\frac{3}{4}t\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}vt$ 이다.  
 따라서  $h:r = \frac{\sqrt{2}}{2}vt:vt = 1:\sqrt{2}$ 이다.

8. ③

두 축전기의 전기 용량을  $C$ 라 할 때, A에는 유전 상수가 2인 유전체가 들어 있으므로 전기 용량이  $2C$ 와 같다. 두 축전기는 직렬연결이므로 충전되는 전하량이 같아 전압은 B가 A의 두 배이다. 따라서 전체 전압  $V$ 중 A는  $\frac{1}{3}V$ , B는  $\frac{2}{3}V$ 의 전압이 걸린다.

9. ②

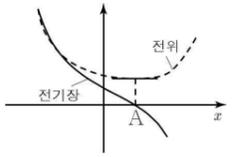
- ㄱ. 전원 장치의 전압을  $V$ 라 하고,  $S_1$ 을 닫지 않은 경우 C에 걸리는 전압은  $\frac{1}{2}V$ 이다.  $S_1$ 을 닫을 경우, C에 걸리는 전압은  $V$ 이다. (A와 저항이 병렬연결 되어 있고, 전류가 흐르지 않으므로 저항에 걸리는 전압은 0이고, A도 마찬가지로 걸리는 전압이 0이다.) 전기 에너지는 전압의 제곱에 비례하므로 ( $U = \frac{1}{2}CV^2$ ) C에 저장된 전기 에너지는 4배가 된다. (X)
- ㄴ.  $S_2$ 을 닫지 않은 경우, 각 축전기의 전기 용량을  $C$ 라 할 때, 합성 전기 용량은 A와 C의 직렬연결의 경우이므로  $\frac{1}{\frac{1}{1} + \frac{1}{1}}C = \frac{1}{2}C$ 이고,  $S_2$ 를 닫으면 B와 C는 병렬연결이므로 이 둘의 합성 전기 용량은  $2C$ 이고, 이는 A와 직렬연결이므로 전체 합성 전기 용량은  $\frac{1}{\frac{1}{\frac{1}{2} + 1}}C = \frac{2}{3}C$ 이다. 따라서 전체 합성 전기 용량은  $S_2$ 를 닫을 때  $\frac{4}{3}$ 배가 된다. (O)
- ㄷ. 스위치를 열었을 때 A와 C의 직렬연결 회로가 되므로 전체 충전되는 전하량  $Q = \frac{1}{2}C \cdot V$ 이다.  $S_1, S_2$ 를 모두 닫을 때 A에 걸리는 전압이 0이고, B와 C의 병렬연결에 의한 전체 충전되는 전하량  $2C \cdot V = 4Q$ 이다. (X)

10. ①

그림에서 세 도선의 방향이 같으므로 인력이 작용한다. 즉 P는  $-x$  방향으로, Q는  $x$  방향으로 A에 힘을 가한다. 전류  $I$ 의 도선에서  $r$ 만큼 떨어진 곳에서의 자기장 세기는  $B = k\frac{I}{r}$ 이고, 전자기력  $F = BIl$ 이므로  $F = k\frac{I_1 I_2}{r}$ 이다. 따라서 전류의 세기가 일정할 때  $F \propto \frac{1}{r}$ 이다. P와 Q의 전류의 방향을 반대로 하면 A에 가하는 힘의 방향만 반대가 되므로  $x = -d$ 에서 힘의 합력은 0이다.  $x < -d$ 일 때 P가 A에 가하는 척력은 세지고 Q가 A에 가하는 척력은 약해지므로  $F$ 는 양의 값이다.  $x > -d$ 일 때 P가 A에 가하는 척력은 약해지고 Q가 A에 가하는 척력은 약해지므로  $F$ 는 음의 값이다. 따라서 이를 모두 만족하는 그래프는 ①번이다.

11. ④

- ㄱ. 전기장이 0인 지점이 두 전하 사이에 있으므로 두 전하 모두 양(+전하)이다. (그러므로 전기장이 0인 지점에서 두 전하에 의한 전기장의 방향이 서로 반대일 수가 있다.) (X)
- ㄴ. 전기장이 0인 지점은 원점보다 오른쪽에 있으므로 P의 전하량이 Q의 전하량보다 크다는 것을 알 수 있고, 따라서 원점에서 전기장 방향은 P에 의한 전기장이 Q에 의한 전기장보다 크므로  $+x$ 방향이다. (O)
- ㄷ. 전위는 전기력에 의한 퍼텐셜 에너지로, 전하를 전기장이 0인 곳부터 어떤 지점까지 이동시키는데 필요한 최소한의 일이다. 따라서 전위는 일처럼  $-(\text{전기장의 세기}) \times (\text{이동 거리})$ 로 나타낼 수 있는데, 이는 결국 전기장에 의한 밀도에  $(-)$  부호를 취한 것과 같다. (음의 부호가 있는 이유는 일을 할 때 전기장의 방향과는 반대 방향으로 일을 하고 있기 때문이다.) 따라서 전위가 최소인 지점은 그림과 같이 점 A와 같고, 이때가 전위가 최소이므로 전위는 원점에서 A에서보다 더 높다. (O)



12. ①

- ㄱ. 코일과 축전기에 걸리는 전압의 최댓값이 서로 같을 때 전원의 진동수는 공명 진동수와 같다. 따라서 전원의 진동수는  $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 이다. (O)
- ㄴ. 전원의 전압이 50V이고, 코일에 걸리는 전압이 0V일 때 축전기에 걸리는 전압 역시 0V이다. 따라서 저항에 걸리는 전압의 크기는 50V이다. (공명 진동수일 때는  $V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$ 에서  $V_L$ 과  $V_C$ 가 항상 같으므로  $V_R$ 은 항상 50V이다.) (X)
- ㄷ. 전원의 진동수가 2배가 되면 저항에 평균적으로 걸리는 전압은 50V보다 줄어든다. 따라서 저항의 평균 소비전력  $\frac{V^2}{R}$ 은 감소한다. (X)

13. ⑤

2차 코일에 전류의 방향이 (+)인 전류가 유도되려면 패러데이의 법칙에 의해 1차 코일에서는 전류의 기울기는 음(-)이 되어야 하며(1차 코일의 자기력선속이 오른쪽으로 줄어들거나 왼쪽으로 늘어나야 한다), 반대로 2차 코일의 전류의 방향이 (-)인 전류가 유도될 때는 1차 코일에서의 전류의 기울기는 양(+ )이어야 한다. 1차 코일의 전류의 변화가 없을 때 2차 코일에 유도되는 전류는 없다. 또한 유도된 전류의 크기는 전류가 (+)일 때가 (-)일 때보다 크므로, 이때의 기울기의 크기가 더 커야한다. 따라서 이를 모두 만족하는 그래프는 ⑤번이다.

14. ④

파동의 진행 속력이 2m/s이므로 1.5초 동안 파동은 3m를 이동한다. 실선의  $x = 4m$ 에서의 위상과 점선의  $x = 1m$ 에서의 위상이 같으므로 파동은  $-x$  방향으로 진행한다. 또한 그림에서  $\lambda = 4m$ 임을 확인할 수 있다.  $v = f\lambda$ 에서  $v = 2m/s$ ,  $\lambda = 4m$ 이므로  $f = 0.5Hz$ 이다.

15. ①

- ㄱ. 공기 중에서의 단색광의 파장이 짧을수록 유리 안에서 단색광이 더 꺾인다. 따라서 더 많이 꺾인 A가 파장이 더 짧다. (O)
- ㄴ. 스넬의 법칙에 의해  $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2}$  이다. (분자는 공기에서 입사각과 속력이고, 분모는 유리에서 굴절각과 속력이다.) 공기 중에서 A와 B의 속력은 같으므로 입사각에 대한 굴절각의 감소량이 클수록 유리에서 단색광의 속력이 느려진다. 따라서 유리에서 A의 속력이 B보다 작고, A가 유리를 통과하는데 걸리는 시간이 B보다 길다. (X)
- ㄷ. 이전의 매질에 상관없이 A와 B의 유리에서의 속력은 일정하고, 따라서 유리를 통과하는 데 걸리는 시간은 위쪽의 매질과 상관없이 같다. (X)

16. ②

- 음원의 속력  $v_s$ , 관측자의 속력  $v_d$ , 공기에서 음속  $V$ , 공기에서 음파의 진동수  $f_0$ , 관측되는 진동수  $f$ 라 하면 소리의 도플러 효과에 의해  $f = \frac{V \pm v_d}{V \mp v_s} f_0$ 가 성립한다.
- ㄱ. 스피커가 음파 측정 장치에서 멀어지고 있으므로 A에서 측정된 소리의 파장은 스피커가 발생시키는 소리의 파장보다 길다. (X)
- ㄴ. A에서 측정된 소리의 진동수는  $\frac{V+2v}{V+v} f_0$ , B에서 측정된 소리의 진동수는  $\frac{V+2v}{V-v} f_0$ 이다. 조건에 의해  $\frac{V+2v}{V+v} f_0 = \frac{3}{5} \frac{V+2v}{V-v} f_0$ , 즉  $V=4v$ 이다. 이를 위에 대입하면 B에서 측정된 소리의 진동수는  $\frac{4v+2v}{4v-v} f_0 = 2f_0$ 이다. (O)
- ㄷ. 음원의 속력이 음속보다 커질 때 충격파가 발생한다. 스피커의 속력  $3v < V=4v$ 이므로 충격파는 발생하지 않는다. (X)

17. ④

- ㄱ. 닫힌관의 공명 조건은  $\lambda = \frac{4L}{2n-1}$  이므로  $L = \frac{2n-1}{4} \lambda$ 이고, 열린관의 공명 조건은  $\lambda = \frac{2L}{m}$  이므로  $L = \frac{m}{2L} \lambda = \frac{2m}{4L} \lambda$ 이다. ( $m$ 과  $n$ 은 자연수이다.) 다시 말해 닫힌관은  $\frac{1}{4}$  파장의 홀수배, 열린관은  $\frac{1}{4}$  파장의 짝수배이기 때문에 두 관의 길이는 같을 수 없다. (X)
- ㄴ.  $f = \frac{v}{\lambda}$  ( $v$ 는 음속)에서 진동수가 2배가 되면 파장이  $\frac{1}{2}$  배가 된다. 이 때 닫힌관의 경우  $L = \frac{2(2n-1)}{4} \cdot \frac{\lambda}{2}$ , 열린관의 경우  $L = \frac{4m}{4L} \cdot \frac{\lambda}{2}$  이므로 모두 관의 길이가 새로운  $\frac{1}{4}$  파장의 짝수배에 비례하게 된다. 이 때 열린관만 공명을 하게 된다. (O)
- ㄷ. 닫힌관의 경우  $3L = \frac{3(2n-1)}{4} \lambda$ , 열린관의 경우  $3L = \frac{6m}{4L} \lambda$ 에서 닫힌관은  $\frac{1}{4}$  파장의 홀수배, 열린관은  $\frac{1}{4}$  파장의 짝수배이기 때문에 각각 공명 조건을 만족하게 된다. (O)

18. ⑤

- ㄱ. 원운동의 주기는  $\frac{2\pi r}{v}$ 이다. 물체의 질량을  $m$ , 용수철 상수를  $k$ 라고 하면, B에서 역학적 에너지 보존의 법칙에 의해  $\frac{1}{2} m v_B^2 = \frac{1}{2} k x_B^2$ 이다. ( $v_B$ 와  $x_B$ 는 각각 B의 속력의 최댓값과 단진동 진폭이다.) A와 B는 단진동 주기가  $2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ 로 같으므로 B의 단진동 주기도 A의 원운동 주기의 절반과 같다. 따라서  $\frac{2\pi r}{v} = 2 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{4\pi x_B}{v}$  이므로  $x_B = \frac{r}{2}$ 이다. (O)
- ㄴ. A의 단진동 진폭을  $x_A$ , 속력의 최댓값을  $v_A$ 라고 하면, A에 작용하는 구심력은 탄성력임을 이용하여  $\frac{m v_A^2}{r} = k x_A$ 임을 알 수 있다. 또한 A의 원운동 주기가 단진동 주기의 2배이므로  $2 \cdot 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{2\pi r}{v}$ 에서  $\frac{m}{k} = \frac{x_A r}{v^2} = \frac{r^2}{4v^2}$ 이다. 따라서  $x_A = \frac{r}{4}$ 이다. A와 B의 역학적 에너지 보존에서  $\frac{m}{k} = \frac{x_A^2}{v_A^2} = \frac{x_B^2}{v_B^2}$ 이고,  $x_A : x_B = 1 : 2$ 이므로  $v_A : v_B = 1 : 2$ 이다. 따라서 B의 속력의 최댓값은 A의 속력의 최댓값의 2배이다. (O)
- ㄷ. A와 B가 충돌한 순간, A의 충돌 위치는  $y$ 축 방향으로 속력이 0이었으므로 탄성력이 최대인 단진동의 끝 지점에 해당하고, B의 충돌 위치는 단진동할 때 평형 위치에 해당한다. 따라서 두 물체가 다시 충돌하는데 걸리는 시간은 A가 다시 끝 지점으로 가는데 걸리는 시간, 즉 단진동 주기인  $2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{\pi r}{v}$ 이다. (O)

19. ③

- A에서의 압력과 부피를  $P_1, V_1$ , B에서의 압력과 부피를  $P_2, V_2$ 라 하자.  $C \rightarrow D$ 는 단열과정이므로  $Q = \Delta U + W = 0$ 이고,  $PV = RT$ ,  $U = \frac{3}{2} RT = \frac{3}{2} PV$ 이므로  $W_{CD} = \frac{3}{4} P_2 V_2$ 이다.  $W_{CD} = 2W_{BC}$ 이므로  $W_{BC} = P_2(V_2 - V_1) = \frac{3}{8} P_2 V_2$ 에서  $V_1 = \frac{5}{8} V_2$ 이다.  $D \rightarrow A$ 가 등온과정이므로 A점에서의 온도는 C점의  $\frac{1}{2}$ 배이다.  $T$ 의 비는 1:2,  $T \propto PV$ ,  $V$ 의 비는 5:8이므로  $P$ 의 비는 4:5이다.

20. ④

P가 자기장 영역 I에서 운동하는 시간은 주기의  $\frac{1}{4}$ 이다. 자기장 영역의 세기를  $B$ 라 할 때, 자기장 영역 I에서 운동하는 시간은  $\frac{1}{4} \cdot \frac{2\pi m}{Bq}$ 이다. P가 자기장 영역 II에서 운동하는 시간은 I에서와 같다. (이는 I에서의 P의 궤도 반지름  $r = \frac{mv}{Bq}$ 이 II에서는  $\frac{1}{2}$ 배이기 때문에  $B$ 가 두 배가 되고, 운동하는 시간 주기의  $\frac{1}{2}$ 만큼이기 때문에 운동하는 시간은  $\frac{1}{2} \cdot \frac{mv}{2Bq}$ 가 되기 때문이다. 또는 P의 I과 II에서 속력  $v = \frac{Bqr}{m}$ 이 같고 이동하는 거리도 I과 II에서가 같으므로 운동하는 시간도 같다고 할 수 있다.)

따라서 P의 총 운동 시간은  $\frac{\pi m}{Bq}$ 이다.

한편 Q는 자기장에서 운동하는 시간이  $\frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi \cdot 2m}{B \cdot 3q} = \frac{2\pi m}{3Bq}$ 이다. P와 Q는 운동하는 총 시간은 같으므로 Q가 빗면에서 운동하는 시간  $t$ 는  $\frac{\pi m}{3Bq}$ 이고, Q의 총 운동 시간은  $3t$ 와 같다.

자기장 영역I에서 Q의 속력은  $\frac{B \cdot 3q \cdot \frac{1}{2}r}{2m} = \frac{3}{4} \cdot \frac{Bqr}{m} = \frac{3}{4}v$ 이다. (반지름은 그림에서 볼 수 있듯 P의 절반이다.) 따라서 Q는  $t$ 의 시간 동안 빗면에서  $g \sin 60^\circ$ 의 가속도를 받아 속력  $\frac{3}{4}v$ 로 가속된다.

$\frac{3}{4}v = g \sin 60^\circ \cdot t = \frac{\sqrt{3}}{2}gt$ 에서  $3t = \frac{3\sqrt{3}v}{2g}$ 이다.

출제자의 한마디

W: 이 모의고사는 예전에 6월 평가원 대비로 올렸던 모의고사입니다. 처음으로 연계를 제대로 생각하고 만든 문제들이고, 처음으로 6월 평가원 범위로 낸 문제들이라 이런저런 어려움이 있었습니. 문제들의 난이도 조절에 많은 신경을 썼으나 결과적으로는 난이도가 예상했던 것보다 많이 올라갔네요TT

이 모의고사에서 문제는 제가 더 많이 냈습니다. 원래 10문제씩 출제하기로 했지만, S가 슬럼프인지 문제를 많이 못내는 바람에 결국 더 내게 되었습니다. 제가 냈던 문제들은 대체로 무난했지만, 그 당시 로런츠 힘 문제와 이상기체 문제만큼은 정말 멋있게 내고 싶어서 결과적으로 19, 20이 탄생했습니다. 개인적으로 19번은 문제가 평가원보다는 교육청에 가까운 느낌이라 별로 안 좋아했는데 생각보다 좋다고 하는 것 같네요ㅎㅎ 20번은 신선한 로런츠 힘 문제를 내려고 안간힘을 썼으나 (이 문제지를 만들기 전에 이미 로런츠 힘 문제가 7-8문제 있던 상태였습니다.) 아이디어가 없어 아무 문제나 우려먹을까 하던 찰나, 어느날 갑자기 중력과 합치면 어떨까? 하는 생각이 들어 만든 문제입니다. 많이 까다롭긴 하지만, 6번 문제의 경우 테클이 들어와서 조건을 더 추가한 기억도 있네요.

S: 여기서 가장 잘 냈다고 생각되는 문제는 1번 문제밖에 없군요. 7번 문제는 왠지 더 좋은 문제가 될 수 있었는데 급하게 마무리된 느낌이 있어서 아쉬움이 남습니다. 제가 이 때 얼마나 슬럼프에 빠져 있었는지는 이 말 한마디로 설명 가능할 것

같네요. “17, 18번 제가 냈습니다. 1회 문제의 퀄리티를 하향하는데 크게 기여하지 않았나 생각될 정도로 머리가 굳어 있었나 봅니다. 덕분에 특별히 애착이 가는 문제는 1번밖에 없군요.

추천문제: 10, 16, 19, 20

1등급컷 예상: 43(W) 44(S)

유성우 2회 모의평가 해설

1. ③

- ㄱ. 무당벌레가 직선 운동을 하므로 변위의 크기와 이동거리는 같다. (O)
- ㄴ. 운동 에너지는 속력이 일정하므로 일정하지만 중력에 의한 퍼텐셜 에너지는 감소하므로 역학적 에너지도 감소한다. (X)
- ㄷ. 일정한 속력으로 직선 운동을 하므로 (방향이 일정하므로) 등속도 운동이다. (O)

2. ④

- ㄱ.  $y$ 축 방향 운동량의 합은 0이므로 Q의 질량이 P의 2배이다. (X)
- ㄴ. 충돌 1초 전에서부터 충돌할 때까지  $x$ 축 방향으로 이동한 거리가 4칸이므로 운동량은 (A의 질량) $\times$ (4칸)/초이다. 충돌 후의 운동량은 (P의 질량) $\times$ (2칸)+(Q의 질량) $\times$ (3칸)/초=(P의 질량) $\times$ (8칸)/초이다. 따라서 P는 A가 아니라 B이다. (Q는 A이다.) (O)
- ㄷ. 충돌 전 운동 에너지는 (A의 질량) $\times$ (8단위)이고, 충돌 후 운동 에너지는 (Q의 질량) $\times$ (7단위)이므로 충돌 전의 에너지 합이 더 크다. (탄성 충돌이 아니기 때문에 에너지를 잃는다.) (O)

3. ①

- ㄱ, ㄴ. 기체가 외부에 한 일과 외부로부터 받은 열량이 모두 0이므로 열역학 제 1법칙에 의해 기체의 내부에너지는 일정하다. 따라서 온도는 일정하고  $PV=nRT$ 에서 부피가 증가하므로 압력은 감소한다. (O), (X)
- ㄷ. 부피가 증가하면 기체의 무질서도가 증가하므로 엔트로피는 증가한다. (X)

4. ③

(가)는 스핀 양자수이고, (나)는 배타 원리이다.

5. ④

파동의 주기는 A와 B가 같고, 속력은 B가 A의 2배이기 때문에 파장은 B가 A의 2배이다. 또한, 1초일 때 A와 B의 변위가 그래프의 변위가 되어야 하고, 위치가 증가하면 변위는 B는 감소, A는 증가해야 한다. (변위-시간 그래프에서 1초일 때부터 왼쪽으로 진행하면 된다.) 따라서 이를 만족하는 그래프는 ④번뿐이다.

6. ①

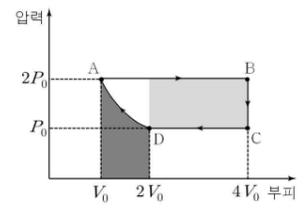
- ㄱ. 두 물체 사이의 거리가 일정하므로 두 물체의 속도는 서로 항상 같다. 따라서 가속도의 크기와 방향은 서로 같다. (O)
- ㄴ. 물체의 주기  $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  이고, ㄱ에 의해 두 물체의 단진동 주기가 같으므로  $\frac{m}{k}$ 의 값은 서로 같다. 즉 두 물체의  $m$ 값의 비와  $k$ 값의 비는 같다. 따라서 질량은 A가 B보다 크다. (X)
- ㄷ. B의 주기  $t_0=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ . 에너지 보존 법칙에 의해 물체가 평형 위치에 있을 때와 정지했을 때의 에너지는 같다 ( $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kL^2$ ). 두 식을 연립하여  $v$ 에 대해 정리하면  $v = \frac{2\pi L}{t_0}$ 이다. (X)

7. ④

- (가) 고리의 회전 방향을 보면 점 P는  $+z$  방향으로 힘을 받는다. 왼손 법칙(혹은 본인이 자주 쓰는 방법)에 의해 전류의 방향이  $-y$  방향임을 알 수 있다.
- (나) 고리를 전류의 방향으로 손으로 감싸 쥐었을 때 엄지손가락이 가리키는 방향인  $+z$  방향이 자기 모멘트의 방향이다.

8. ②

- ㄱ. A에서 이상 기체의 온도를  $T$ 라 하면, B일 때 온도가  $4T$ 이다. 내부 에너지(온도에 비례)는 B $\rightarrow$ C에서 감소한 양이 C $\rightarrow$ D에서의 2배이므로 C에서의 온도는  $2T$ 이다. 그런데 기체 분자의 평균 속력의 제곱은 온도에 비례하므로 C에서 기체 분자의 평균 속력은 A에서의  $\sqrt{2}$  배이다. (X)
- ㄴ. A $\rightarrow$ B는 등압 과정이므로 외부에 한 일이  $W$ 라면 부피는  $3V_0$ 만큼 증가하므로 압력은  $\frac{W}{3V_0}$ 이고, D의 압력은 A의 절반이므로 (온도는 A와 같지만, 부피가 2배이다.) 압력은  $\frac{W}{6V_0}$ 이다. (X)
- ㄷ. D $\rightarrow$ A 과정에서 방출한 열량은 해 줄 일과 같다. 이 때  $P-V$  그래프를 그려서 일을 구하면 그 넓이는 어두운 회색 부분의 넓이와 같고, 이는 연한 회색 부분의 넓이보다 작다. (알짜일의 넓이는 ABCD에 의해 단혀 있는 부분의 넓이와 같다.) 따라서 D $\rightarrow$ A 과정에서 방출한 열량은 알짜일보다 작다. (O)



9. ①

전원 장치의 전압을  $V$ , 축전기의 전기용량을  $C_0$ 라 하자.  $d=d_0$  일 때 축전기 전체의 합성 전기용량이  $\frac{2}{3}C_0$ 이므로  $Q_0 = \frac{2}{3}C_0V$ 이다.  $C = \epsilon \frac{S}{d}$ 에 의해  $d$ 가 커질수록 A의 전기용량은 0에 가까워진다. 즉 축전기 전체의 합성 전기용량은  $\frac{1}{2}C_0$ 에 가까워지고 이때 전하량은  $Q = \frac{1}{2}C_0V = \frac{3}{4}Q_0$ 에 가까워진다. 따라서 점  $(d_0, Q_0)$ 을 지나고 점근선이  $Q = \frac{3}{4}Q_0$ 인 ①번 그래프가 적절하다.

10. ③

B가 A와 충돌하기까지 운동한 시간을  $t$ 초라 하면  $-80 = -\frac{1}{2}gt^2$ .  $g=10$  이므로  $t=4$ . A의 충돌하기까지 운동 시간도  $t$ 초이므로  $-40 = \frac{\sqrt{3}}{2}v_1t - \frac{1}{2}gt^2$ , 즉  $v_1 = \frac{20\sqrt{3}}{3}$ . A와 B의 질량이 같고 충돌 후 수평방향 운동량이 0이 되므로  $\frac{1}{2}v_1 = v_2$ . 따라서  $v_1 + v_2 = \frac{3}{2}v_1 = 10\sqrt{3}$  m/s 이다.

11. ⑤

- ㄱ. 운동 에너지의 변화량은 전기력이 전하에 한 일과 같고, 이를 이동한 거리로 나눈 것이 전기장의 세기와 비례한다. 따라서 기울기가 4배인  $x = \frac{d}{2}$ 에서의 전기장이  $x = 2d$ 에서의 전기장보다 세기가 4배 더 크다. (O)
- ㄴ.  $t = \frac{v-v_0}{a}$  인데, O에서 P까지 갈 때는 전하의 가속도는  $4a'$ , 초기 속력이 0, 나중 속력이  $2v'$ 이고, P에서 Q까지 갈 때 전하의 가속도는  $-a'$ , 초기 속력이  $2v'$ , 나중 속력  $v'$ 이므로 시간의 비는 1:2이다. (O)
- ㄷ. P와 Q 사이에서 전기력이 전하에 한 일은  $3K$ 이고, 전하량이  $q$ 이기 때문에 전위차는  $\frac{3K}{q}$ 이다. (O)

12. ⑤

- ㄱ. 빛의 진동수는 고유 성질이므로 변하지 않는다. (O)
- ㄴ. 매질 I, II에서의 빛의 속력을 각각  $v_1, v_2$ 라 하면, 스넬의 법칙에 의해  $\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$  이므로 빛의 속력은 매질 I에서가 매질 II에서의  $\frac{n_2}{n_1}$  배이다. (O)
- ㄷ. 스넬의 법칙에 의해  $n_2$ 가 클수록 빛의 굴절각이 작아지므로  $d$ 가 작아진다. (O)

13. ②

- ㄱ. A가 일어나는 데 필요한 에너지는  $2.25eV$ 이고, B에서 방출되는 에너지는  $0.46eV$ 이다. (X)
- ㄴ. B에서 방출되는 빛의 에너지는 C에서보다 작다. 빛의 에너지와 파장의 길이는 반비례하므로 파장은 B에서가 C에서보다 길다. (X)
- ㄷ. 유도 방출의 결과로 나온 빛은 유도를 일으킨 빛과 방향, 파장, 위상이 모두 같다. (O)

14. ⑤

- ㄱ. (가)는 마루가 한 개이므로 양자수  $n=1$ 인 상태이다. (O)
- ㄴ. 그림을 보면 알 수 있다. (O)
- ㄷ. (나)는 양자수  $n=2$ 인 상태이고,  $|p| \propto \frac{1}{n}$ 이다. (O)

15. ④

전자의 최대 에너지(속력의 제곱)는 진동수와 일차함수 관계이므로, A에서는 진동수가  $f_1$ 일 때 전자의 최대 에너지를  $K$ 라 하면,  $f_2$ 일 때 최대 에너지는  $4K$ 이다. 또한 B에서는 진동수  $f_2$ 일 때 전자의 최대 에너지가  $K$ 이다. 따라서  $f_2 - f_0 = 4(f_1 - f_0)$ ,  $f_1 - f_0 = f_2 - 2f_0$ 이다. 이를 연립하면  $f_1 : f_2 = 4 : 7$ 이다.

16. ②

$E = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$  이고  $L$ 의 비는 3 : 2,  $n$ 의 비는 3 : 1이므로  $E_A : E_B = 4 : 1$ 이다.

17. ②

도플러 효과 공식을 사용하면  $2f_0 \left( \frac{V-v}{V} \right) = f_0 \left( \frac{V+v}{V} \right)$ 이다. (단,  $V$ 는 음속이다.) 이를 풀면  $v = \frac{1}{3}V$ 이고, 음파 측정 장치가 측정 한 소리의 진동수는  $\frac{4}{3}f_0$ 이다.

18. ①

- ㄱ. 빛의 역진성에 의해 상에 위치에 점광원을 놓으면 점광원의 위치에 상이 맺힌다. (O)
- ㄴ. A에 위치한 점광원을  $+x$  방향으로 이동시킬 경우 초점과 가까워진다. (초점은 거울에서부터 점광원보다 가까이 위치해 있다.) 이 때 상은 반대로 초점에서부터 더 멀어진다. (X)
- ㄷ. 거울을  $+y$  방향으로 이동시키면 상은 광축에 대해  $+y$  방향으로 이동한다. 따라서 상의 속력은 거울의 속력과 자체적으로  $+y$  방향으로 이동하는 속력이 더해져서, 거울의 속력보다 빠르다. (X)

19. ④

자기장 영역에서 A와 B의 질량, 전하량의 절댓값, 속력을 각각  $(m, q, v), (M, Q, V)$ 라 하고, 전기장 영역에서 전기장의 수직 방향(직선 PR방향) 세기를  $E$ , 자기장의 세기를  $B$ 라 하자. 자기장 영역에서의 원운동 반지름을  $r$ 이라 하면  $qB = m\frac{v}{r}, QB = M\frac{V}{r}$ 에서  $\frac{mv}{q} = \frac{MV}{Q}$ 이다. 그리고  $t_A$ 는 주기의  $\frac{1}{4}$ 이고,  $t_B$ 는 주기의  $\frac{1}{2}$ 이므로 주기의 비  $\frac{2\pi r}{v} : \frac{2\pi r}{V} = V : v = 4t_A : 2t_B = 2t_A : t_B$ 이다. 전기장 영역에서 수직방향 이동거리는 등가속도 운동 공식에 의해  $2r = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t_A^2, r = \frac{1}{2} \frac{QE}{M} t_B^2$ 이므로  $2 : 1 = \frac{qt_A^2}{m} : \frac{Qt_B^2}{M} = vt_A^2 : Vt_B^2 = t_A : 2t_B$  따라서  $t_A : t_B = 4 : 1$ 이다.

20. ③

스위치를 a에 연결하였을 때, 전압의 실효값이  $30V$ 이고, 축전기는 직렬연결이므로 축전기 하나의 전기 용량을  $C$ 라 할 때, 축전기 전체의 전기 용량은  $\frac{1}{2}C$ 이고, 전압은  $30\sqrt{3}V$ 이다. 따라서 축전기의 리액턴스  $\frac{1}{2\pi f \times \frac{1}{2}C} = \sqrt{3}R$ 이다. 스위치를 b에 연결하였을 때, 전압의 실효값은 아직도  $30V$ 이므로 나머지 축전기( $C$ )와 코일( $L$ )에 걸리는 전압의 합이  $30\sqrt{3}V$ 이고, 축전기의 리액턴스는  $\frac{\sqrt{3}}{2}R$ 이므로 걸리는 전압이  $15\sqrt{3}V$ 이다. 따라서 코일의 걸리는 전압이  $45\sqrt{3}V$ 이고, 코일의 리액턴스는  $2\pi fL = \frac{3\sqrt{3}}{2}R$ 이다. 따라서  $f = \frac{3\sqrt{3}R}{4\pi L}$ 이다.

## 출제자의 한마디

W: 이 모의고사는 예전에 9월 평가원 대비로 올렸던 모의고사입니다. 연계 문제를 더 내야한다는 사실에 절망했던 기억이 있네요. 범위도 추가되었고, 수능 완성도 나왔지만 연계할만한 문제가 별로 없었다고 생각했습니다. 결국 이전에 출제한 문제들도 많이 우려먹었습니다. (사실 6평에도 그런 문제가 한두 개 있습니다ㅋㅋ) 13번 같은 문제는 수능 특강이 나오기 전에 출제했지만, 수능 특강에 거의 똑같은 문제가 있어서 되게 신기했죠. 이 모의고사는 특별히 좋아했던 문제들도, 특별히 싫어했던 문제들 없이 무난하게 출제했습니다. 물론 난이도가 그렇다고 딱히 쉬어지진 않았지만... 유성우 모의고사 특유의 엄청난(?) 문제가 없어서 아쉬웠습니다. 10번 문제에 조건이 빠져서 급하게 고쳤던 기억도 있네요. 19번은 어쩌다가 물리량의 비율을 표면상으로는 하나도 안 주고 비율을 구하라는 특이한 문제가 탄생했습니다.

S: 다행히 슬럼프가 극복되어 1회에서 저지른 만행을 2회에서 어느 정도 만회할 수 있었습니다. 2회 출제 중에 유독 격자가 끌렸는지 1페이지에서만 격자 문제를 2문제나 냈네요. 하지만 둘 다 많은 생각을 하게 만드는 문제였던 것 같아 만족스러웠습니다. 친구 따라 강남 간다고, 저도 고3 때 물리 문제를 만들어 본 적이 있습니다. 18번 문제는 그 때 만들었던 인상 깊은 문제입니다. ㄷ번을 맞는 보기로 냈다고 생각했는데 다시 풀어보니 틀린 보기더군요! 스스로를 낚은 최초의 문제였습니다.

추천문제: 5, 18, 20

1등급컷 예상: 45(W) 46(S)

유성우 3회 모의평가 해설

1. ③

- ㄱ. A의 변위 크기는  $\overline{OP}$ 이고, B의 변위 크기는  $\overline{OQ}$ 이다. (O)
- ㄴ. 평균 속력은 이동 거리를 걸린 시간으로 나눈 것이다. A와 B가 동시에 도달했고 이동거리가 서로 같으므로 평균 속력은 서로 같다. (X)
- ㄷ. 평균 속도는 변위를 걸린 시간으로 나눈 것이다. 변위 크기는 A가 B보다 작고 걸린 시간은 서로 같으므로 평균 속도의 크기는 A가 B보다 작다. (O)

2. ⑤

스위치를 닫을 경우, 전자는 음극판에서부터 양극판으로 이동하는 동안 전기력에 의해 가속 받아 속력이 빨라지고, 따라서 슬릿에서 불확정성 원리에 의해 운동량의 불확정성이 커져 위치의 불확정성이 작아진다. 따라서 스크린에 나타나는 그래프는 가장 밝은 부분 및 가장 어두운 부분 사이의 거리가 더 작아지며, 대략적인 그래프의 모양이 문제의 그림과 유사한 ⑤번이다.

3. ④

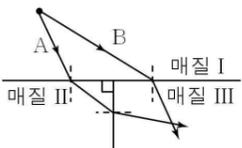
- ㄱ. A와 B에 동일한 이상 기체가 들어 있으므로  $v_{rms} \propto \sqrt{T}$ 이고, 따라서  $v_{rms}$ 는 A가 B의  $\sqrt{2}$  배이다. (단원자 분자 이상 기체의 경우  $\frac{1}{2}mv_{rms}^2 = \frac{3}{2}kT$ ) (X)
- ㄴ. 내부 에너지는 기체 분자의 개수와 온도의 곱에 비례한다. 내부 에너지가 서로 같고 온도는 A가 B의 2배이므로 기체 분자의 개수는 B가 A의 2배이다. (O)
- ㄷ. 이상 기체 상태 방정식  $PV=nRT$ 에 의해 기체의 부피는 A가 B의 2배이다. (O)

4. ③

파동은  $+x$  방향으로 진행하고, 0.5초 후에 P에서 파동의 마루가 위치하려면 파동은 2m를 이동하거나 파장의 길이인 8m의 정수 배만큼 이동해야 한다. 즉, 2m, 10m, 18m, ...를 이동해야 한다. 즉, 파동의 속력은 4m/s, 20m/s, 36m/s 등이고,  $v = \lambda f$ 에 의해 ( $\lambda = 8m$ ) 가능한 진동수는 0.5Hz, 2.5Hz, 4.5Hz 등이다. 따라서 보기에서 가능한 진동수는 ㄱ, ㄷ이다.

5. ③

- ㄱ. 매질 I에서의 단색광을 매질 II로 입사할 때 굴절각이 입사각보다 크므로 매질 II의 굴절률이 매질 I보다 작고, 반대로 매질 III로 입사할 때 굴절각이 입사각보다 작으므로 매질 III의 굴절률이 매질 I보다 크다. 따라서 굴절률은  $II < I < III$  순이다. (O)
- ㄴ. 매질 I에서 입사하는 두 단색광의 파장은 같고, II에서는 굴절각이 더 크므로 파장이 길어지고, III에서는 굴절각이 더 작으므로 파장이 짧아진다. 따라서 단색광의 파장은 I에서가 III에서보다 길다. (X)
- ㄷ. 매질 II가 매질 III보다 굴절률이 작으므로 II에서 III으로 입사할 때 굴절각이 작아진다. 따라서 두 단색광은 매질 III의 한 점에서 만나게 된다. (O)



6. ①

- ㄱ. 전위가 0인 지점이 존재하려면 A와 B의 전하 부호가 서로 반대여야 한다. 전위  $V \propto \frac{q}{r}$  식과 원점을 이용하면 A의 전하량은  $2q$ , B의 전하량은  $-q$ 임을 알 수 있다. ( $q \neq 0$ ) (O)
- ㄴ. 직선 AB 밖의 지점에서는 두 전기장의 방향이 반대가 되지 않으므로 전기장이 0이 될 수 없다. 전기장  $E \propto \frac{q}{r^2}$  식을 이용하면 전기장이 0인 지점은 점 A와 B를  $\sqrt{2}:1$ 로 외분하는 점이다(내분점에서는 두 전기장의 방향이 같으므로 0이 아니다). 직선 AB 상에서 전위가 0인 지점은 점 A와 B의 2:1 내분점과 2:1 외분점이므로 전기장이 0인 지점은 점선으로 둘러싸인 영역 밖에 있다. (X)
- ㄷ.  $x=0$ 인 지점에서 B에 의한 전기장의 크기가 A에 의한 전기장의 크기보다 더 크므로 충분히 작은 양수  $\epsilon$ 에 대하여  $x < -\epsilon$ 인 영역에서 B에 의한 전기장의 크기가 A에 의한 전기장의 크기보다 더 큰 지점이 존재한다. (X)

7. ④

LC 진동의 진동수  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  이므로 주기  $T = \frac{1}{f} = 2\pi\sqrt{LC}$ 이다. 코일에 저장된 자기 에너지의 최댓값은 축전기에 저장된 전기 에너지의 최댓값과 같고, 그 값은  $U = \frac{1}{2}CV^2$ 이다. 조건에서 U가 모두 같다고 했으므로 실험 A, B, C의 전기용량 비는 4:4:1이다. 따라서 주기의 비는  $1 : \sqrt{2} : 1$ 이고,  $T_B > T_A = T_C$ 이다.

8. ①

P의 반지름은  $\frac{3}{2}r$ , Q의 반지름을  $\frac{r}{2}$ 라 하고, P에 흐르는 전류를  $I_0$ 라 하면 (자기장의 방향이 종이면에서 나오게 하는 반시계 방향을 전류의 (+)방향으로 한다.), 중심의 자기장은  $k\frac{2I_0}{3r} + k\frac{2I}{r} = B$ 이고, Q의 전류 방향만 반대로 할 때,  $k\frac{2I_0}{3r} - k\frac{2I}{r} = -2B$ 이므로, 이 두 식을 연립하게 되면  $k\frac{2I_0}{r} = -\frac{3B}{2}$ ,  $k\frac{2I}{r} = \frac{3B}{2}$ 이다. 따라서  $I_0$ 의 세기는 Q에서 흐르는 전류와 같고 ( $I$ ) 방향은 반대이다(시계).

9. ③

- ㄱ. 두 물체의 속력은 같고, B의 반지름이 A의 2배이므로 구심력을 나타내는  $\frac{mv^2}{r}$  은 서로 같으므로 질량도 B가 A의 2배이다. (O)
- ㄴ. 구심 가속도의 크기  $\frac{v^2}{r}$  은 반지름이 2배 작은 A가 B의 2배이다. (O)
- ㄷ. 구심력  $\frac{mv^2}{r} = mr\omega^2$  에서 각속도는 A가 B의 2배이다. (또는 같은 속도지만 반지름이 2배인 B가 각속도는  $\frac{1}{2}$  배임을 알 수 있다.) 시간  $t$  가 지날 때, 처음으로 두 물체 사이의 거리는 가장 가까워지므로 A는 시계 방향으로  $120^\circ$  만큼, B는 반시계 방향으로  $60^\circ$  이동했을 때의 상황이 된다. ((가)의 순간에서 두 물체의 속도는 같으므로, 방향도 같다. 따라서 A가 반시계, B가 시계 방향으로 이동하는 경우도 생각할 수 있다.) 따라서 B는  $t$  일 때  $60^\circ$  이동했을 뿐이므로 주기는  $6t$  이다. (X)

10. ②

(가)에서  $d_1 = kd_0$ , A의 전기 용량을  $C$ 라고 하면, 둘은 병렬 연결이므로 합성 전기 용량은  $(2 + \frac{1}{k})C = \frac{2k+1}{k}C$ 이다. (나)에서 B는 유전체가 채워진 부분과 채워지지 않은 부분을 각각 전기 용량이  $2C$ 인 부분과  $\frac{1}{k-1}C$ 의 직렬 연결로 생각할 수 있고, 따라서 B의 전기 용량은  $\frac{1}{\frac{1}{2C} + \frac{1}{\frac{1}{k-1}C}} = \frac{2}{2k-1}C$ 이다. (나) 전체의 합성 전기 용량은  $\frac{2k+1}{2k-1}C$ 이다. 이 때 전기 에너지의 비가 4:3이고, 전압은  $V$ 로 같으므로  $3(\frac{2k+1}{k}) = 4(\frac{2k+1}{2k-1})$  에서  $k = \frac{3}{2}$  가 된다. 따라서  $d_1 = \frac{3}{2}d_0$  이다.

11. ②

$\lambda = 600\text{nm}$ , 이중 슬릿 사이의 간격을  $d$ , 이중 슬릿과 스크린 사이의 거리를  $L$ , 밝은 무늬 사이의 간격을  $\Delta x$ 라 하면 다음 관계식이 성립한다  $\Delta x = \frac{L\lambda}{d}$ . 조건에서  $\overline{OA} = 2\Delta x = \frac{2L\lambda}{d}$  이다. 이어서 파장이 각각  $\lambda_1, \lambda_2$  일 때 밝은 무늬 사이의 간격을 각각  $\Delta x_1, \Delta x_2$ 라 하면 다음 관계식이 각각 성립한다  $\Delta x_1 = \frac{L\lambda_1}{d}$ ,  $\Delta x_2 = \frac{L\lambda_2}{d}$ . 마찬가지로 조건에서  $\overline{OA} = 3\Delta x_1 = \frac{3L\lambda_1}{d} = \frac{5}{2}\Delta x_2 = \frac{5L\lambda_2}{2d}$  이다. 정리하면  $\frac{2L\lambda}{d} = \frac{3L\lambda_1}{d} = \frac{5L\lambda_2}{2d}$  에서  $\lambda_1 = \frac{2}{3}\lambda = 400\text{nm}$ ,  $\lambda_2 = \frac{4}{5}\lambda = 480\text{nm}$  이다.

12. ④

- ㄱ, ㄴ, ㄷ. 볼록 거울은 항상 물체의 반대편에, 오목 렌즈는 항상 물체와 같은편에 물체보다 크기가 작은 허상을 맺는다. (X, O, O)

13. ⑤

- ㄱ. 그렇다. (O)  
 ㄴ. 그렇다. (O)  
 ㄷ. 그렇다. (O)

14. ⑤

- ㄱ.  $E_2$ 에서  $E_1$ 으로 전이할 때 에너지의 차이는 같으므로 방출된 빛의 파장은  $E_2 - E_1 = hf = h\frac{c}{\lambda}$  에서  $\lambda = \frac{hc}{E_2 - E_1}$  으로 같다. ( $h$ 는 플랑크 상수,  $c$ 는 빛의 속도이다.) (O)
- ㄴ. 유도 방출에 의해 방출된 빛의 위상은 서로 같다. (외부에서 쪼인 빛과 유도 방출된 빛은 위상이 같으므로 중첩되어 증폭된다.) (O)
- ㄷ. 유도 방출은 에너지가  $E_2 - E_1$ 인 빛이 입사될 때의 경우에만 일어난다. (원자의 에너지 준위는 양자화되어 있다.) (O)

15. ①

- ㄱ. 운동량  $p$ 를 이용하여, 운동 에너지  $E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$  와 파장  $\lambda = \frac{h}{p}$ 의 관계는  $E = \frac{h^2}{2m} \cdot \frac{1}{\lambda^2}$ 로 정리할 수 있다. 따라서 같은 파장일 때 운동 에너지는 A가 2배이므로, 관계식을 이용하여 질량은 B가 A의 2배임을 알 수 있다. (O)
- ㄴ. 두 입자의 운동 에너지가  $E = \frac{1}{2}mv^2$ 로 같을 때, 질량은 B가 A의 2배이므로, 속력의 제곱은 A가 B의 2배가 되고, 따라서 속력은 A가 B의  $\sqrt{2}$  배이다. (X)
- ㄷ. 관계식  $E = \frac{h^2}{2m} \cdot \frac{1}{\lambda^2}$ 에서 운동 에너지가 두 배가 되면, 드브로이 파장만 영향을 받으므로 드브로이 파장의 제곱은  $\frac{1}{2}$  배가 되어야 하고, 따라서 드브로이 파장은  $\frac{\lambda}{\sqrt{2}}$  이다. (X)

16. ⑤

- ㄱ, ㄷ. 레일리-진스 공식을 만족하는 곡선은 B로, 파장이 짧은 영역의 흑체 복사 스펙트럼의 세기가 무한대가 되는(자외선 파탄) 문제점을 안고 있었다. (X, O)
- ㄴ. 플랑크는 흑체 복사 에너지의 양자화를 가정하여 자외선 파탄 문제를 해결하였다. (O)

17. ③

- ㄱ. 가속도가 일정하므로  $v - 2gt = 0$ 이고, 양변에  $m$ 을 곱하면  $p - 2gmt = 0$ 이다. 따라서  $m = \frac{p}{2gt}$ 이다. (O)
- ㄴ. 충돌 시 수평 방향의 운동량이 존재하므로 운동량 보존에 의해 충돌 후에도 물체 중 적어도 하나는 수평 방향으로 운동을 하게 된다. 따라서 A, B 모두 수직 낙하 운동을 하지 않는다. (X)
- ㄷ. B는  $t$ 초 후에 입사되었고,  $t$ 초 후 최고점에 도달하므로 B의 수직 방향 이동 거리는  $\frac{1}{2}gt^2$ 이다. 한편, A는  $2t$ 초 동안 이동하였으므로 수직 방향 이동 거리는  $2gt^2$ 이다. 따라서 H는 이 두 거리의 차인  $\frac{3}{2}gt^2$ 이다. (O)

18. ②

A의 질량과 전하량 크기를 각각  $m, q$ 라 하고, B의 질량과 전하량 크기를 각각  $m', q'$ 라 하자. 전기장, 자기장 세기를 각각  $E, B$ 라 하면  $F = qE$ 에서  $q' = 2q$ . A의 자기장 영역에서의 속력을  $V$ 라 하면 운동한 시간  $t = \frac{T}{2} = \frac{\pi r}{V} = \frac{\pi m}{qB}$ 이고, B가 자기장에서 운동한 시간도  $t$ 이므로 B의 자기장 영역에서의 속력은  $V$ , 질량  $m' = 2m$ 이다. 전기장 영역이 A, B에 한 일은 A, B의 운동에너지 변화량과 같으므로

$$\frac{1}{2}m(V^2 - v^2) = qEd \quad \text{ⓐ}$$

$$\frac{1}{2}2m[(3v)^2 - V^2] = 2qEd \quad \text{ⓑ}$$

$2 \times \text{ⓐ} - \text{ⓑ}$ 을 하여 정리하면

$$V = \sqrt{5}v \quad \text{ⓒ}$$

ⓒ을 ⓐ에 대입하면  $qEd = 2mv^2$ . 한편 A의 전기장 영역과 자기장 영역에서 받는 힘의 크기가 같으므로

$$F = qE = qvB = m \frac{V^2}{r} = m \frac{5v^2}{r} \quad \text{에서} \quad m \frac{5v^2}{r} d = 2mv^2 \Rightarrow 5d = 2r.$$

따라서  $d:r = 2:5$ .

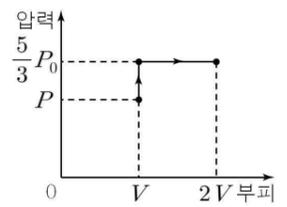
19. ②

물체 A, B의 질량을  $m$ , A의 충돌 직전 속력을  $v$ 라 하자. 충돌 직전까지 A의 역학적 에너지가 보존되므로,  $mgh = 4mgL \sin \theta = \frac{1}{2}mv^2$ 에서  $v = \sqrt{8gL \sin \theta}$ . 충돌 시 운동량은 보존되므로 충돌 후 물체의 질량과 속력은 각각  $2m, \frac{1}{2}v$ 이다. 물체의 최대 운동에너지와 용수철의 최대 퍼텐셜 에너지는 같으므로  $\frac{1}{2}2m(2v)^2 = \frac{1}{2}kL^2$ . 따라서 물체의 단진동 주기

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{2m}{k}} = 2\pi \frac{2L}{v} = \pi \sqrt{\frac{16L^2}{8gL \sin \theta}} = \pi \sqrt{\frac{2L}{g \sin \theta}}.$$

20. ①

상황은 장력이 사라지고, 추의 무게와 대기압, 실린더의 이상 기체에 의한 압력이 평형이 될 때까지 등적 과정이고, 그 이후로 등압 팽창을 하는 것으로 생각할 수 있다. 대기압을  $P_0$ 라고 하면,



(나)의 상황에서 압력은  $\frac{5}{3}P_0$ 이다.

가한 열량의  $\frac{2}{3}$ 이 내부 에너지의 변화에 쓰이므로, 나머지  $\frac{1}{3}$ 은 일을 하는데 쓰인다. 이 때 가한 열량을  $Q$ 라고 하면,

$$\frac{1}{3}Q = \frac{5}{3}P_0 V \quad (\text{일을 하는 데 쓰이는 열량})$$

$$\frac{2}{3}Q = \frac{3}{2} \left( \frac{5}{3}P_0 \cdot 2V - PV \right) \quad (\text{내부 에너지 변화량})$$

이를 연립하면  $P = \frac{10}{9}P_0$ 임을 알 수 있다.

실린더의 면적을  $A$ 라고 하면,  $hA = V$ 이다.

(가)의 상황에서 이상 기체의 압력에 의한 힘은 대기압, 추의 무게, 그리고 장력에 의해 반대 방향으로 힘이 작용하여 평형을 유지한다. 즉,

$$PA = \frac{10}{9}P_0 A = mg - T + P_0 A \quad \text{ⓐ}$$

(나)의 상황에서는 장력이 없다. 즉,

$$\frac{5}{3}P_0 A = mg + P_0 A \quad \text{ⓑ}$$

이 상황에서  $6\text{ⓐ} - \text{ⓑ}$ 를 하고 정리하면  $mg = \frac{6}{5}T$ 이다.

따라서 추의 위치 에너지 변화량은  $mgh = \frac{6}{5}hT$ 이다.

출제자의 한마디

W: 이 모의고사는 수능 대비로 내려했지만, 결국 못하고 겨울방학 때 내내 문제를 만들었습니다. 연계도 안하고 그냥 마음가는대로 문제를 편하게 출제했습니다. 다만 수능 보던 시절과 점점 멀어져 출제 속도가 엄청 느려졌습니다. 사실 수능 전에 새로 출제한 문제는 1번, 6번, 20번 세 개 뿐이었습니다. 이 문제집의 총 6회분의 모의고사 중 유일하게 처음으로 공개하는 것입니다!

제가 낸 문제들 중에서 잘 냈다고 생각하는 건 몇 개 없습니다. 6번의 경우 아폴로니우스의 원을 생각해서 출제했습니다. 그거는 뿌듯하네요ㅋㅋ 하지만 조금 수능과 거리가 멀지 않을까, 싶기도 합니다. 18번은 정말 계수 맞추는데 힘들었습니다. 정답 비율을 한 자리 정수로 맞추느라 엄청 애썼네요ㅋㅋ 문제를 그래픽 제작할 때도, 전기장 영역이 너무 작은 거 아닌가? 해서 힘들었지만, 결과적으로 보시는 문제가 최선이었습니다TTT

참고로 S가 낸 20번은 처음에 못 풀고 해설을 봐서 이해했습니다. 상당히 어려운 문제예요!

S: 사실 수능 대비로 만들던 모의고사였지만, 어찌다 보니 예정이 7개월이나 미뤄졌네요. 물론 수능은 해마다 찾아오니 수능 대비의 기능은 하겠지만요 후후. 작년에 어떤 분께서 연립 방정식을 사용하는 이상기체 실린더 문제를 만들어 달라고 요청하셨습니다. 그분의 요청에 따라 만든 문제가 바로 20번입니다. 만들 당시에는 괜찮은 난이도라 생각했는데, 지금 다시 보니 아닌 것 같군요! 본인이 만든 문제를 푸느라 10분 넘게 걸

릴 줄은 저도 몰랐습니다ㅎㅎ.. 평소에는 낚시 문제를 잘 안 내는 편인데 이번 모의고사는 유난히 낚시 문제를 많이 낸 것 같습니다. 이 모의고사는 특별히 W의 하청(?)을 받아 그래픽 제작을 도왔는데요, 2번 문제의 저 그래프들이 제 작품입니다. 파워포인트로 작업하면서 그의 고충을 뼈저리게 느낄 수 있었지요.

추천문제: 6, 9, 18, 20  
등급컷 예상: 44(W) 43(S)

유성우 4회 모의평가 해설

1. ②

- ㄱ. 지우개의 운동 방향이 변했기 때문에 가속도 운동이다. (X)
- ㄴ. 지우개의 운동 방향이 변했기 때문에 이동 거리는 변위의 크기보다 크다. (O)
- ㄷ. 지우개의 지면으로부터의 높이는 변하기 때문에 중력에 의한 퍼텐셜 에너지도 변한다. (중력 가속도는 일정한 반면 높이가 다르다.) (X)

2. ③

두 물체의 질량이  $m$ 으로 같다고 하고, 충돌 후 B의 운동량은  $+x$  방향으로  $mv$ 이므로 A의 조각들(둘 다 질량  $\frac{1}{2}m$ )의 운동량의 합은  $+y$  방향으로  $mv$ 이어야 한다.  $A_2$ 의 운동량은  $-\frac{1}{2}mv$ 이므로  $A_1$ 의 운동량은  $\frac{3}{2}mv$ 가 되어야 한다. 따라서  $A_1$ 의 속력은  $3v$ 이다.

3. ①

- 철수: 불확정성 원리에 대한 설명이다. (O)
- 영희: 빛의 파장이 길수록 위치의 불확실성은 증가한다. (X)
- 민수: 파동함수를 구하면 입자가 특정 위치에 있을 확률은 구할 수 있지만, 정확한 위치는 알 수 없다. (X)

4. ④

파동의 속력  $v=f\lambda$ 이고, A의 파장은 4m, B의 파장은 3m이므로 A의 속력이 B보다 2m/s 빠르기 위해서는 진동수  $f$ 는 둘 다 2Hz이어야 한다. 따라서 A의 진행 속력은 8m/s이다.

5. ②

C의 전기용량을  $C_0$ , B의 유전상수를  $\kappa$ 라 하면,  $C=\epsilon\frac{A}{d}$ ,  $\epsilon=\kappa\epsilon_0$ 에 의해 A, B의 전기용량은 각각  $3\kappa C_0$ ,  $\kappa C_0$ 이다. 스위치 S를 열었을 때 B 양단에 걸리는 전압은  $\frac{V}{1+\kappa}$ , 닫았을 때에는  $\frac{V}{1+4\kappa}$ 이다. 조건에 의해  $\frac{V}{1+\kappa}=3\frac{V}{1+4\kappa}$ 이므로 계산하면 (가)  $\kappa=2$ 이다. 스위치를 닫았을 때 C 양단에 걸리는 전압은 (나)  $\frac{4\kappa V}{1+4\kappa}=\frac{8}{9}V$ 이다.

6. ④

- ㄱ. 물체에 작용하는 알짜힘의 크기는  $mg$ 로 일정하다. (X)
- ㄴ. 물체의 수직 방향 초기 속력은  $v_0\sin\theta$ 이고, 등가속도 공식에 의해  $2gh=v_0^2\sin^2\theta$ 이므로  $v_0=\frac{\sqrt{2gh}}{\sin\theta}$ 이다. (O)
- ㄷ. 공이 수평 방향으로  $\frac{1}{3}R$ 만큼 진행할 때  $h$ 만큼 위로 진행하여 최고점에 위치하고, 이 지점에서  $\frac{1}{3}R$ 만큼 더 진행할 때  $h$ 만큼 아래로 진행한다. 공이 최고점에서  $\frac{2}{3}R$ 만큼 더 진행할 때  $4h$ 만큼 아래로 진행해야 하므로 (등가속도 운동에 의한 결과이다)  $H=3h$ 이다. (O)

7. ①

운동량 보존 법칙에 의해, 충돌 후 B의 속도를  $v_B$ 라 하면  $mv_0=-mv+2mv_B$ 이다. 따라서  $v_B=\frac{v_0+v}{2}$ 이다. 또한 A의 드브로이 파장  $\lambda_0=\frac{h}{mv_0}$ 이다. 이 때,  $v=0$ 이면  $v_B=\frac{v}{2}$ 이므로 B의 드브로이 파장은  $\frac{h}{mv_0}=\lambda_0$ 이고 (B의 질량은  $2m$ 임에 유의해야 한다)  $v=v_0$ 이면  $v_B=v$ 이므로 드브로이 파장은  $\frac{h}{2mv_0}=\frac{\lambda_0}{2}$ 이다. (임의의  $v$ 에 대해서  $\lambda=\frac{h}{m(v_0+v)}$ 이다.) 따라서 이를 만족하는 그래프는 ①번이다.

8. ⑤

두 물체의 질량은 서로 같으므로 열용량의 비와 비열의 비는 서로 같고, 같은 열량을 잃어서 온도가  $30^\circ\text{C}$ 가 되었기 때문에  $c_A$ 와  $c_B$ 의 비율은 A와 B가 잃은 온도의 비의 역수와 같다. 따라서 잃은 열량이 각각  $20^\circ\text{C}$ ,  $40^\circ\text{C}$ 이므로  $c_A:c_B=2:1$ 이다.

9. ③

- ㄱ. 자기장의 변화를 막는 방향으로 도선에 전류가 생기고, 이로 인해 발생한 전자기력은 막대의 이동 방향과 반대이다. (O)
- ㄴ. 도선에 작용하는 유도기전력의 크기는  $V=Blv$ 이다. 옴의 법칙에 의해  $I=\frac{V}{R}=\frac{Blv}{R}$ 이다. (O)
- ㄷ. 코일은 자기장의 변화를 막는 방향으로 전류를 만들기 때문에 저항에 흐르는 전류의 방향은 그대로이다. (X)

10. ⑤

입자는 자기장 영역 I에서 속력이  $v_0$ 이고 반지름이  $3d$ 이며, 자기장 영역 II에서는 반지름이  $d$ 이므로 ( $r=\frac{mv}{Bq}$ 에서) 속력이  $\frac{1}{3}v_0$ 이 되어야 한다. 따라서 전기장에서 일-에너지 정리를 적용하면  $qEd=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}(m\times\frac{1}{3}v_0^2)=\frac{4}{9}mv_0^2$ 에서  $v_0=\frac{3}{2}\sqrt{\frac{qEd}{m}}$ 이다.

11. ①

- ㄱ.  $X_L=X_C$ 인 상황에서  $f$ 가 증가하면  $X_L>X_C$ 이므로 임피던스  $Z=\sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}$ 는 증가한다. (O)
- ㄴ. 코일의 유도용량을 L, 축전기의 전기용량을 C라 하면 회로의 공진 주파수는  $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 로 일정하다. (X)
- ㄷ. 저항의 평균 소비 전력은  $\frac{V^2}{Z}$ 으로 주어지는데, 전압은 일정하고 임피던스는 증가하므로 평균 소비 전력은 감소한다. (X)

12. ⑤

- ㄱ. A의 몰수와 온도를 각각  $n_1, T_1$ , B의 몰수와 온도를 각각  $n_2, T_2$ 라 할 때, A의 내부 에너지는  $\frac{3}{2}n_1RT_1 = \frac{3}{2}PV$ , B의 내부 에너지는  $\frac{3}{2}n_2RT_2 = 3PV$ 이므로 B가 A의 2배이다. (X)
- ㄴ. B의 변화는 없고, A만 열량을 주었는데 칸막이가 움직이지 않았으므로 A의 압력은 B의 압력과 같이  $2P$ 이다. (O)
- ㄷ. A의 내부 에너지는 (나)에서  $3PV$ 으로 같으므로 변화량은  $\frac{3}{2}PV$ 이고, 이는 열량  $Q$ 와 같다. (O)

13. ②

- ㄱ.  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$ 이므로  $\theta$ 는  $30^\circ$ 가 아니다. (X)
- ㄴ. 빛의 진동수는 매질이 바뀌어도 변하지 않는다. (X)
- ㄷ.  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$ 이므로  $n_2 = 2n_1$ 이다. (O)

14. ④

- ㄱ. 오목렌즈에 의해 굴절된 빛의 경로를 무시하고 볼 때 볼록 렌즈에 의해서만 만들어지는 상은 도립상이다. 따라서 물체는 볼록 렌즈의 초점 거리보다 먼 곳에 위치한다. (X)
- ㄴ. 오목 렌즈의 중심을 지나는 빛은 물체에서 광축과 평행하게 나온 빛이므로 오목 렌즈는 볼록 렌즈의 초점에 위치한다. (O)
- ㄷ. 오목 렌즈를 통과한 두 광선을 이으면 허상이 나온다. (O)

15. ③

- ㄱ. 영상 장치의 빛은 편광판 A와 수직으로 편광되어 있다. (O)
- ㄴ. 편광판 A 위에 편광판 B가 올려져 있으면 두 편광판이 겹치는 부분에 빛이 통과하지 않는다. (X)
- ㄷ. 편광판 A를  $90^\circ$  회전시키면 영상 장치의 빛은 편광판 A를 그대로 통과한다. (O)

16. ③

- ㄱ. 그래프를 보면  $2s$ 의 전자 존재 확률이 최대인 거리가  $2p$ 보다 크다는 것을 알 수 있다. (O)
- ㄴ. 수소 원자이기 때문에 에너지 준위는  $n=2$ 인  $2p$ 와  $2s$  모두 같다. (X)
- ㄷ.  $2a_0$ 에서  $2s$ 의 전자 존재 확률  $|\psi^2|$ 이 0이므로 파동 함수의 값 역시 0이다. (O)

17. ④

흑체가 단위 면적당 단위 시간당 방출하는 에너지는 표면온도의 네제곱에 비례하고, 면적은 반지름의 제곱에 비례하므로  $E_A : E_B = (3R)^2(2T)^4 : R^2(3T)^4 = 16 : 9$ 이다.

18. ①

역학적 에너지는 A가 B의 2배이므로 최대 속력은 A와 B가 같고, 질량의 비는 2:1이 된다. 또한 진폭의 비가 1:2이므로 용수철 상수의 비는 8:1이다. 따라서 단진동 주기  $T_A : T_B = 1 : 2$ 이다.

19. ①

- 음속을  $V$ , 음파 측정 장치의 속력을  $v_o$ 라 하면, 음파 측정 장치가 측정한 소리의 진동수  $f = \frac{V-v_o}{V-v}f_0$ 이다.
- ㄱ. 0에서  $t_0$ 까지  $f=f_0$ 이므로  $v_o=v$ 이다. (O)
- ㄴ.  $t_0$ 에서  $3t_0$ 까지  $v_o < v$ 이므로 스피커와 음파 측정 장치 사이의 거리는  $3t_0$ 일 때 가장 작다. (X)
- ㄷ.  $3t_0$ 일 때 음파 측정 장치의 속력은  $v(\neq 0)$ 이다. (X)

20. ③

전기장 영역에서 물체가 운동한 시간을  $t$ 라고 하면 수평 방향 속력은  $\frac{qE}{m}t$ , 수직 방향 속력은  $gt$ 가 된다. 따라서 전기장 영역을 벗어난 후 수평 방향 이동거리는  $\frac{qE}{m}t^2$ , 수직 방향 이동거리는  $(gt)t + \frac{1}{2}gt^2 = \frac{3}{2}gt^2$ 이다. 이 두 거리가 서로 같으므로  $\frac{qE}{m} = \frac{3}{2}g$ 이고,  $E = \frac{3mg}{2q}$ 이다.

출제자의 한마디

W: 이 모의고사는 이전에 "비연계 1회"로 올린 문제입니다. 출제한 문제들 중 (넘사벽급으로) 가장 쉽습니다. 아예 컨셉 자체를 그렇게 잡아서, 이미 출제한 문제들 중에서 가장 부드럽고 낫 같은 문제들만 엄선했습니다. 심지어 2점으로 출제했던 것을 3점으로 올린 것도 몇 개 있습니다ㅋㅋ  
제가 낸 문제들 중에서 현행 수능에서 잘 출제되지 않은 내용도 몇 개 들어가 있습니다. 잘 냈던 것은 15번 정도 있습니다. 7번이나 16번은 살짝 도전적인 느낌이 있네요. 20번의 경우, 고3때 저녁 먹기 전에 친구한테 여기서 문제 하나 만들고 간다!하고 선언하고 만들었던 기억이 있네요. 이 문제는 (고3 시절 냈던 모의고사 중 하나에) 원래 배치했을 때 18번이었는데 이번에 20번으로 승급? 시킬 정도로 어려운 문제가 없는 것 같습니다. 킬러가 딱히 없습니다.

S: 이 모의고사는 W가 거의 모든 것을 만들었다고 해도 과언이 아닙니다. 제가 만든 문제는 손에 꼽기도 민망할 정도로 적군요. 전체적으로 무난한 느낌의 모의고사입니다. 미칠 듯이 어려운 문제 하나 없어 물 흐르듯 풀어제길 수 있을 것만 같군요! 개념을 적당히 이해했는지 검증하기에 적절한 모의고사입니다.

추천문제: 14, 15, 18, 19  
등급컷 예상: 48(W) 48(S)

유성우 5회 모의평가 해설

1. ①

- ㄱ. 낙엽의 운동 방향이 변했기 때문에 변위의 크기는 이동거리보다 작다. (O)
- ㄴ. 변위와 이동거리를 걸린 시간으로 나누어 주면 각각 평균 속도와 평균 속력이 되므로 평균 속도의 크기는 평균 속력보다 작다. (X)
- ㄷ. 낙엽의 운동 방향이 변했기 때문에 등가속도 운동이 아니다. (X)

2. ⑤

- ㄱ. 단진동의 진폭은 (가)에서 용수철이 늘어난 길이와 같다. 늘어난 길이를  $x$ 라 하면, 중력과 탄성력이 평형을 이루고 있으므로  $mg = kx$ , 즉  $x = \frac{m}{k}g$ 이다.  $k$ 가 2 : 1,  $m$ 이 1 : 2이므로  $x$ 는 1 : 4이다. (O)
- ㄴ.  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \propto \sqrt{x}$  이므로  $T$ 는 1 : 2이다. (O)
- ㄷ. 용수철이 원래 길이가 되었을 때 속력이 최대가 되므로 이때의 속력을  $v$ 라 하면, 에너지 보존법칙에 의해  $\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2$ , 즉  $v^2 = \frac{k}{m}x^2 = gx$ ,  $v \propto \sqrt{x}$  이므로  $v$ 는 1 : 2이다. (O)

3. ④

- 실의 장력은 추의 중력과 크기가 같고 ( $T = Mg$ ) 장력의 수평 성분은 구심력과 같으므로 ( $T\sin\theta = mL\sin\theta\omega^2$ ) 회전하는 물체의 각속도  $\omega = \sqrt{\frac{Mg}{mL}}$  이다.
- 철수:  $mg = T\cos\theta = Mg\cos\theta$ 이다. (물체의 중력은 장력의 수직 성분과 같다.) 이 때  $m$ 만 커지면  $\cos\theta$ 가 커져야 하고, 이 경우  $\theta$ 는 줄어든다. 따라서 물체의 회전 반지름  $L\sin\theta$ 는 감소한다. (X)
- 영희:  $M$ 이 커지면  $\cos\theta$ 가 작아져  $\theta$ 는 증가한다. (O)
- 민수: 물체의 회전주기는  $t = 2\pi\sqrt{\frac{mL}{Mg}}$  이다. 이 때  $L$ 이 클수록 물체의 회전주기는 증가한다. (O)

4. ②

$PV = nRT$ 에서  $V$ 가 2배가 되고,  $T$ 가 6배가 되려면  $P$ 가 3배가 되어야 한다. 따라서 A에서 압력이  $P$ 면, C에서 압력이  $3P$ 이다. 또한, D→A에서 부피가 줄어들고 온도가 줄어들었기 때문에 열을 방출한다. 따라서 이 과정에서는 엔트로피가 감소한다.

5. ②

진폭이  $A$ , 파장이  $\lambda$ 인 두 파동이 만든 정상파의 진폭은  $2A$ , 파장은  $\lambda$ 이므로  $\lambda = 12\text{m}$ 이고, 배의 위치에서 매질의 변위가 최대인 순간이므로  $2A = 6\text{m}$ ,  $A = 3\text{m}$ 이다. 따라서  $A : \lambda = 1 : 4$ 이다.

6. ③

전하 A는  $x > 0$ 인  $x$ 축 상의 지점에서 전위가 양(+)으로 나타나므로 전하 종류는 양(+)이다.  
또한,  $x = d$ 인 지점에서 전위는  $\frac{V_0}{2}$ 이고,  $x = 0$  지점에서는 전위가 2배인  $V_0$ 이므로 A는  $x = -d$ 인 지점에 위치하고, 따라서 전기력  $F = qE = \frac{qV}{d'} = \frac{qV_0}{4d}$  이다. ( $V = \frac{V_0}{2}$ ,  $d' = 2d$ )

7. ⑤

- ㄱ. A는 편광되지 않은 빛이므로 편광판의 회전각에 상관없이 빛의 세기가 일정하다. (O)
- ㄴ. B는 편광판의 회전각이 0일 때 빛의 세기가 0이므로 편광 방향은 이 때의 편광축과 수직이다. 이 때 편광축이 연직 방향과 나란하므로 B의 편광 방향은 연직 방향과 수직이다. (O)
- ㄷ. A의 편광되기 전 빛의 세기를  $I_0$ 라 하면 편광된 후 빛의 세기는  $\frac{I_0}{2}$ 이다. B의 편광되기 전 빛의 세기는  $\frac{I_0}{2}$ 이다. (O)

8. ④

- ㄱ. 스위치가 열려 있을 때에는 저항값이  $2R$ 인 저항에는 전류가 흐르지 못하므로 전위차가 0이 되고, 따라서 B의 전위차도 0이므로 축전기 양단의 전위차는 B가 A의 3배일 수 없다. (X)
- ㄴ. 스위치가 열려 있을 때 A에 충전되는 전하량은  $3CV$ 이고, 스위치를 닫을 때 A의 전위차는  $\frac{1}{3}V$ 이므로 충전되는 전하량이  $CV$ 이다. (O)
- ㄷ. 스위치를 닫은 후 A에 저장되는 전기 에너지는  $\frac{1}{3}CV^2$ , B에 저장되는 전기 에너지는  $\frac{4}{9}CV^2$ 이므로, A에 충전되는 전기 에너지는 B의  $\frac{3}{4}$ 배이다. (O)

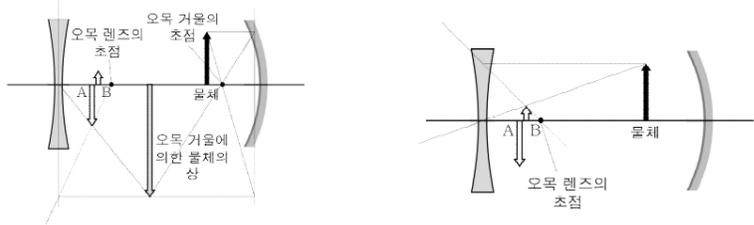
9. ④

- ㄱ. 점 P에서 입사각이 굴절각보다 크므로 스넬의 법칙에 의해 단색광의 파장은 공기 중에서가 프리즘 속에서보다 크다. (X)
- ㄴ. 점 Q, R에서의 입사각을 각각  $\theta_Q, \theta_R$ , 임계각을  $\theta_c$ 라 하면, 점 Q, R에서 모두 전반사가 일어났으므로  $\theta_Q > \theta_c, \theta_R > \theta_c$ 이다.  $\theta_Q + \theta_R = 90^\circ$ 에서  $\theta_c < \frac{\theta_Q + \theta_R}{2} = 45^\circ$ . (O)
- ㄷ.  $\overline{PQ}$ 와  $\overline{RS}$ 가 서로 평행함을 이용해 참임을 알 수 있다. (O)

10. ③

- ㄱ. 1차 코일에 흐르는 전류가 최대일 때, 전류의 변화량이 0이므로 2차 코일은 유도 기전력이 0이다. (O)
- ㄴ. 1차 코일에 흐르는 전류의 세기가 감소할 때, 그 방향으로 자기장이 줄어든다. (방향은 그대로이다.) 이 때, 유도 전류가 2차 코일에 만들어지려면 자기장의 방향은 1차 코일과 같아지게 된다. 따라서 자기 모멘트의 방향도 서로 같다. (O)
- ㄷ. 1차 코일에 연결된 저항의 전류 방향이 바뀌어도 변화량의 부호는 바뀌지 않으므로 2차 코일에 흐르는 전류의 방향은 그대로이다. (X)

11. ③



- ㄱ. 오목 렌즈는 정립 허상만을 형성하므로 물체가 오목 렌즈에 의해 직접 맺힌 상은 B이다. 오목 거울의 초점 거리를  $f$ , 물체와 오목 거울 사이의 거리를  $d$ 라 하면, A의 크기가 B보다 크므로 물체는  $f < d < 2f$ 를 만족하고, 오목 거울에 의한 상이 오목 렌즈를 통과하여 A를 형성한다. (O)
- ㄴ. A, B 모두 오목 렌즈를 통과했으므로 허상이다. (O)
- ㄷ. 물체를 오른쪽으로 이동시키면 A는 왼쪽으로 이동하지만, B는 오른쪽으로 이동한다. (X)

12. ②

$x = \frac{\lambda}{d}$ 이므로  $x$ 와  $\lambda$ 가 비례관계에 있다. 따라서  $x$ 와 단색광의 에너지( $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$ )는 반비례한다. 이 때 금속판은 일함수가 있으므로 전자의 최대 운동 에너지  $E_K = \frac{h}{x} - E_0$ 의 꼴이 된다. ( $k$ 는 상수,  $E_0$ 는 일함수) 이를 만족하는 그래프는 ②번 뿐이다.

13. ①

- ㄱ. 저항의 평균 소비 전력은  $P = \frac{V^2}{Z}$ 이다. 스위치를 a에 연결하였을 때 회로의 임피던스가  $R$ 이므로  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 이다. 스위치를 a, b에 연결하였을 때 회로의 공진 주파수를 각각  $f_a, f_b$ 라 하고 임피던스를 각각  $Z_a, Z_b$ 라 하면,  $f_a = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}, f_b = \frac{1}{2\pi\sqrt{2LC}}$ 이므로  $f_a = f, f_b \neq \frac{f}{2}$ 이다. 즉,  $Z_a < Z_b$ 이므로  $P_a > P_b$ 이다. (O)
- ㄴ.  $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ 에서  $X_{L,b} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}, X_{C,b} = \sqrt{\frac{L}{C}}$ 이므로  $Z_b = \sqrt{R^2 + \frac{L}{4C}}$ 이다. (X)
- ㄷ. 코일에 걸리는 전압의 위상은 스위치 a, b의 경우 모두 전류의 위상보다 빠르다. (X)

14. ②

- ㄱ. 입자의 양자수는  $n=2$ 이다. (X)
- ㄴ. 입자의 확률밀도를 보면,  $\frac{L}{4}$ 와  $\frac{3L}{4}$  사이의 면적은 전체의 절반이다. 따라서 그 사이에서 발견될 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다. (O)
- ㄷ. 양자수가 같을 때, 일차원 상자의 길이를 줄이면 드브로이 파장은 짧아진다. (X)

15. ④

- ④ 장벽 안에서의 파동함수가 0이 아니므로 입자는 장벽 안에서도 존재할 수 있다.

16. ⑤

- ㄱ.  $v = f\lambda$ 을 이용하면 도플러 효과에 의한 파장 변화를 도플러 공식에 넣을 수 있다. 즉,  $f\left(\frac{V_0}{V_0+1}\right) = \frac{V_0}{6}, f\left(\frac{V_0}{V_0-1}\right) = \frac{V_0}{2}$ 이다. ( $f$ 는 수면파 발생 장치의 진동수,  $V_0$ 는 수조 내에서 수면파의 원래 속도이다.) 두 식을 나눈 뒤 연립하여 풀면  $V_0 = 2(\text{cm/s}), f = 0.5\text{Hz}$ 가 나온다. (O)
- ㄴ. 수면파 발생 장치의 속력은  $1\text{cm/s}$ 이므로, 3배를 하면  $3\text{cm/s}$ 이다. 이는 수조 내에서 수면파의 원래 속도인  $2\text{cm/s}$ 보다 빠르므로 충격파가 발생한다. (O)
- ㄷ. ㄱ에서 세운 식을 일반화하면 임의의 수면파 속도  $V$ 에 대해  $f\left(\frac{V}{V+1}\right) = \frac{V}{\lambda_1}, f\left(\frac{V}{V-1}\right) = \frac{V}{\lambda_2}$ 이다. 즉,  $\lambda_1 = \frac{V+1}{f}, \lambda_2 = \frac{V-1}{f}$ 이다. 이 때  $\lambda_1 - \lambda_2 = \frac{2}{f}$  = 일정이다. 따라서 발생하는 두 수면파의 파장의 차는 수면파의 속력이 빨라져도 일정하다. (O)

17. ①

전자의 운동에너지를  $E$ 라 하면, 균일한 전기장 영역에서의 전기 퍼텐셜 에너지가 이동거리에 비례하고, 영역 A의 중간 지점에서 전자의 운동에너지가 0이므로 전기장 영역 양단의 전기 퍼텐셜 에너지 차는  $2E$ 이다. 두 전자의 운동에너지의 비는 1:3이고,  $E = \frac{p^2}{2m}, p = \frac{h}{\lambda}$ 이므로  $\lambda \propto \frac{1}{\sqrt{E}}$ . 따라서  $\lambda$ 는  $\sqrt{3}:1$ 이다.

18. ⑤

A, B의 운동 시간을 각각  $t_1, t_2$ 라 하고, B의 처음 속력을  $v_y$ 라 하자. 등가속도 운동 공식에 의해  $vt_1 = \sqrt{2}L, v = \sqrt{2}gt_1$ 이다. 분리될 때 A의 수평방향 운동량은  $\sqrt{2}mv$ , 수직방향 운동량은 0이므로 B, C의 수직방향 처음속도는 각각  $-v_y, v_y$ 이고 C의 수평방향 처음속도는  $\sqrt{2}v$ 이다. 물체가 분리될 때의 높이를  $h$ 라 하면, 등가속도 운동 공식에 의해  $h = \frac{1}{2}gt_1^2 = v_y t_2 + \frac{1}{2}gt_2^2 = -2v_y t_2 + 2gt_2^2$ 이다. 이 식을 연립하여 풀면  $v_y = \frac{1}{2}gt_2, t_1 = \sqrt{2}t_2$ 이다. B, C 사이의 거리는 C의 수평방향 이동거리와 같고, 그 값은  $2\sqrt{2}vt_2 = 2vt_1 = 2\sqrt{2}L$ 이다.

19. ⑤

- ㄱ. B는 (가)에서 (나) 과정으로 가면서 온도는 변화가 없지만, 부피가 절반으로 줄어들었으므로 압력이 2배이다. 따라서 고정되지 않은 피스톤을 사이에 두고 평형을 이루는 A도 압력이 2배가 된다. (O)
- ㄴ. B는 (가)→(나) 과정에서 열을 방출하지 않으므로 A에서 한 일의 크기는 모두 B가 받은 일의 크기와 같아진다. (O)
- ㄷ. (나)에서는 A의 부피가 B의 3배이다. 이 상태에서 고정 장치를 풀면 A는 단열 팽창 과정, B는 등온 팽창 과정이 되는데, 이 때 둘이 같은 압력(대기압)이 되는데 A의 부피 증가량(%)은 B의 증가량(%)보다 작기 때문에 A의 부피는 B의 부피의 3배보다 작아진다. (O)

20. ④

A의 물리량(질량, 전하량, 속력)을 각각  $m, q, v$ , 자기장 영역 I의 세기는  $B$ 라고 하고, B의 물리량(질량, 전하량, 속력)을 각각  $M, Q, V$ , 자기장 영역 II의 세기는  $2B$ 라고 하자. 같은 거리를 이동하는데 걸리는 시간은 A가 B의 두 배 이므로, 주기는 A가 B의 두 배이다.

즉,  $\frac{2\pi m}{Bq} = 2 \cdot \frac{2\pi M}{2B \cdot Q}$  이고, 따라서  $\frac{m}{q} = \frac{M}{Q}$  이다.

또한 반지름은 둘이 같으므로  $R = \frac{mv}{Bq} = \frac{MV}{2BQ}$  이고,  $\frac{m}{q} = \frac{M}{Q}$  에서  $V = 2v$  이다.

충돌할 때



(두 자기장 영역의 방향은 같고, A, B의 회전 방향이 반대이면 대전된 전하 (+) 또는 (-)가 서로 다르다. 따라서 두 입자가 합쳐질 때 전하량은 빼야한다.)

이 때  $v'$ 는 운동량 보존에 의해  $2Mv - mv = (M+m)v'$  에서  $v' = \frac{2Mv - mv}{(M+m)}$  이다.

충돌 뒤 원운동의 반지름을 구하기 위해서 피타고라스의 공식을 사용하면

$5R^2 + (k^2 - 2k + 1)R^2 = k^2 R^2$  에서  $k = 3$  이므로, 충돌 뒤 원운동의 반지름은  $3R$  이다.

따라서  $\frac{2Mv - mv}{B(Q - q)} = \frac{3mv}{Bq}$  에서  $\frac{2M - m}{3m} = \frac{Q - q}{q}$  이고,  $\frac{m}{q} = \frac{M}{Q}$

에서  $Q = \frac{M}{m}q$  를 대입하면  $\frac{2M - m}{3m} = \frac{M - m}{m}$  이고,

$2M - m = 3M - 3m$  이므로  $M = 2m$  이다.

B의 질량은  $2m$ , 충돌 전 속력  $2v$  이므로, A, B가 충돌한 뒤, 운동 에너지는  $E_0 = \frac{1}{2} \cdot 3m \cdot v^2 = \frac{3}{2}mv^2$  이고, 충돌 전 B

의 운동 에너지는  $\frac{1}{2} \cdot 2m \cdot (2v)^2 = 4mv^2 = \frac{8}{3}E_0$  이다.

출제자의 한마디

W: 이 모의고사는 이전에 "비연계 2회"로 올린 문제입니다. 문제가 그냥 다 (더럽게) 어려웠습니다. 그냥 그 동안 출제한 문제 중 어려운 것만 다 모아서 모의고사 한 세트를 만들었다고 보면 됩니다. 이 문제들을 나눠서 냈으면 모든 모의고사가 등급컷이 40이 되었을 것 같네요ㅋㅋ 4회는 너무 쉬워서 3점으로 올린 문제가 있다면, 5회는 2점으로 내려간 문제도 종종 있습니다.

어려운 모의고사인 만큼(?) 제가 출제한 문제들 중에 자랑스러운 문제들이 많습니다. 9번이나 10번처럼 상황적으로 절묘한 문제들도 있었고, 12번처럼 변태적인 조합을 한 문제도 있었습니다. (원래 12번은 더 어려웠습니다. 일함수를 문자로 나타내라는 것이 ㄷ이었던 ㄱㄴㄷ 문제였습니다.) 그리고 극악의 4페이지가 있죠. 5문제 중 3점이 4개고, 다 비슷하게 어렵습니다. 제가 출제한 문제는 17, 19, 20번입니다. 20번의 경우, 물리량을 몇 개 안 주고도 모든 물리량을 알 수 있는 정말 재미있는 문제죠. 물론 푸는 사람의 입장에선 좀 짜증날 것 같습니다..

S: 전체적으로 한 문제 한 문제가 상당한 시간을 요하는 하드코어 모의고사입니다. 개인적으로 2점의 탈을 쓴 3점짜리 문제가 5문제 정도 있네요. 제가 만든 문제 중에서 16번과 18번이

가장 애착이 갑니다. 하나같이 진부한 유형의 도플러 문제만 보다가 문득 수면파로 도플러 문제를 낼 수 있지 않을까 해서 만들게 된 것이 16번입니다. ㄷ번이 직관과 달리 맞는 보기라 신선했습니다. 18번은 물체가 분리되는 상황을 상상하다가 여타 문제들은 속도의 수직 방향 성분이 하나같이 0 이상이어서 그 틀을 깨보고자 처음속도를 음으로 잡았습니다. 덕분에 계산량이 눈에 띄게 증가하고 말았지만요. W가 만든 20번 문제는 지금껏 4번쯤은 풀어봤지만 아직도 풀라고 하면 막힘없이 풀 자신이 없습니다. 으으, 푸는걸 상상하기도 싫군요!

추천문제: 10, 16, 19, 20

등급컷 예상: 40(W) 41(S)

유성우 6회 모의평가 해설

1. ③

- ㄱ. 개미가 한 바퀴를 완전히 돌았을 때 변위는 0이다. (O)
- ㄴ. 점 A에서 B까지는 직선 운동이므로 평균 속력과 평균 속도의 크기는 서로 같다. (O)
- ㄷ. 점 B에서 C까지는 운동 방향이 바뀌는 부분이 존재하므로 등속도 운동이 아니다. (X)

2. ⑤

- 철수: 철수는 버스 안에 있고, 버스의 진행 방향은 오른쪽인데 물체도 오른쪽으로 (철수 입장에서는) 직선 운동을 하므로 오른쪽으로 관성력을 받고 있다. 따라서 버스의 가속도 방향은 왼쪽이므로 오른쪽으로 진행하는 버스는 점점 느려지고 있다. (O)
- 영희: 물체에 작용하는 관성력의 방향은 버스의 가속도 방향과 반대이다. (O)
- 민수: 민수는 버스 밖에 있고, 물체가 버스의 초기 속력인 오른쪽 수평 방향으로 던져진 것처럼 느끼므로 물체는 포물선 운동을 하고 있다고 본다. (O)

3. ⑤

- ㄱ. 우선 A와 C의 y성분 속도는 같고, 위쪽으로 운동하는 물체의 총 질량은 4kg이므로 둘 다 3m/s로 운동하고 있다. 이 때 A는 x축과 60°를 이루며 운동하므로 x축 방향 속력은  $\sqrt{3}$  m/s이고, C는 30°를 이루므로 x축 방향 속력이  $3\sqrt{3}$  m/s이다. 초기에 물체의 운동량은 0이었으므로 A의 질량이 C의 3배이어야 운동량이 보존되고, 둘의 총 질량은 4kg이므로 A의 질량은 3kg이다. (O)
- ㄴ. C는 x축 방향 속력이  $3\sqrt{3}$  m/s, y축 방향은 3m/s이므로 속력은 6m/s이다. (O)
- ㄷ. A는 질량 3kg, 속력  $2\sqrt{3}$  m/s, B는 질량 4kg, 속력 3m/s, C는 질량 1kg, 속력 6m/s이므로 운동에너지는 전부 18J로 같다. (O)

4. ③

전체 운동 시간을  $2t$ 라고 하면 A는 최고점까지 운동하는데 걸린 시간이  $t$ 이므로  $v_0t - \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}gt^2 = h$ 이다. (단,  $g$ 는 중력 가속도이다.) 또한 B의 경우  $v \cdot 2t - \frac{1}{2}g(2t)^2 = -h$ 이다. 즉,  $vt = \frac{3}{2}h$ 이고,  $v_0t = 2h$ 이므로  $v = \frac{3}{4}v_0$ 이다.

5. ④

세로 1번: 마이크로파  
 가로 2번: 레이저  
 가로 3번: 로런츠힘  
 가로 4번: 충격파  
 따라서 답은 ④번이다.

6. ③

- ㄱ. A의 왼쪽 끝 지점은 온도가 100°C이고, 오른쪽 끝은 온도가 40°C이며, A의 모든 지점에서 온도는 연속적으로 변하기 때문에 모든 지점에서 온도가 같다고 볼 수 없다. (X)
- ㄴ. 길이와 단면적이 서로 같은데 온도의 변화량은 A가 B의 3배이므로 열전도율은 B가 A의 3배이다. (X)
- ㄷ. B의 길이를 2배로 하면 열전도율이 2배 낮아지므로 A와 B의 열전도율의 비는 2:3이 되고, 따라서 온도의 변화량은 3:2가 되어야한다. 따라서 A와 B의 경계면에서의 온도는 52°C이다. (O)

7. ②

- ㄱ. 두 도선이 서로에게 작용하는 힘의 크기는 서로 같다. (작용과 반작용의 관계) (X)
- ㄴ. 그림에서 자기장의 세기가 0인 지점이  $x = -3d$ 이므로 P의 전류 방향을 위쪽이라고 하면 Q는 전류의 세기가 3배이며 전류 방향이 아래쪽이어야 한다. 따라서 Q의 전류 방향만 바뀔 경우 P와 Q 사이인  $x = 0$  지점에서 자기장의 세기가 0이다. (X)
- ㄷ. Q의 전류 방향을 바꾸면 P와 Q의 전류 방향은 서로 같다. 따라서 두 도선 사이에는 인력이 작용한다. (O)

8. ⑤

- ㄱ. A와 B의 압력은 같고, B에서 C로 갈 때 온도가 같지만 부피가 커졌으므로 C의 압력은 B보다 낮다. 따라서 A에서의 압력은 C에서의 압력보다 크다. (O)
- ㄴ. B에서 C로 갈 때 온도는 같지만 부피가 커졌으므로 엔트로피는 커진다. (열을 흡수하므로 엔트로피 증가) (O)
- ㄷ. C에서 D로 갈 때 온도의 변화량은  $2T$ 이다. 이 때 기체는 1몰이고 단원자 분자이므로 기체가 받은 일은  $3RT$ 가 된다. (단열 과정에서 내부 에너지의 변화량과 일의 변화량이 서로 같다.) (O)

9. ②

- ㄱ. 물결과 발생 장치의 진동수를 증가시키면 같은 속력에 파장은 짧아지므로  $(f\lambda = v)$  회절은 더 잘 일어나지 않는다. (X)
- ㄴ. 수조의 깊이를 더 크게 하면 속력이 커지므로 파장이 커진다. (진동수는 물결과 발생 장치와 관련 있으므로 바뀌지 않는다.) 따라서 회절이 더 잘 일어난다. (O)
- ㄷ. 작은 물체가 있어도 회절은 일어난다. (X)

10. ①

- ㄱ. +x방향에서 자기장 영역 I에 있는 입자를 내려다보았을 때 (평면에 수직인 방향만 고려하면) 지면에서 나오는 자기장을 입자는 반시계 방향으로 돈다. 이 경우는 이자가 음(-)전하로 대전되어 있을 때이다. (O)
- ㄴ. 회전 반지름  $r = \frac{mv}{Bq}$ 에서 B는 두 배가 되고,  $v$ 는 (자기장과 수직인 성분의 경우) 바뀌지 않으므로 회전 반지름이  $\frac{1}{2}$ 배가 된다. (X)
- ㄷ.  $v$ 는 수평 방향 및 수직 방향이 바뀌지 않으므로 속력이 그대로  $v$ 이다. (X)

11. ④

- ㄱ. 빈 변위 법칙에 의해 곡선이 최댓값을 가지는 파장이 B가 A의 2배이므로 온도는 A가 B의 2배이다. (X)
- ㄴ. 단위 시간 당 A, B가 복사하는 에너지의 총량은 서로 같으므로 슈테판-볼츠만 법칙에 의해 표면적이 B가 A의 16배이다. (O)
- ㄷ. 흑체 복사 에너지는 양자화되어 있다. (O)

12. ②

- ㄱ. 입자는  $0 \leq x \leq L$  사이에서만 존재하므로 위치의 불확정성은  $L$ 보다 크지는 않다. (X)
- ㄴ. 입자는  $\frac{L}{2}$  인 곳에서 파동함수의 값이 0이므로 제곱의 절댓값인 확률밀도도 0이다. (O)
- ㄷ. 함수의 넓이가 합해서 1이 되는 것은 파동함수의 제곱의 절댓값인  $|\psi|^2$ 의 함수이고, 파동함수 자체의 넓이는 1이 아니다. (X)

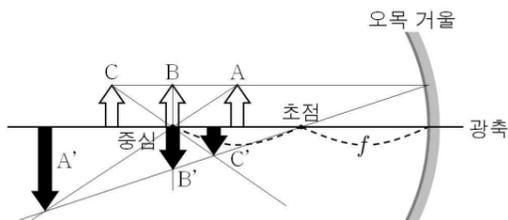
13. ①

- ㄱ. 시료의 내부 구조를 파악할 수 있는 전자 현미경은 투사 전자 현미경이다. (O)
- ㄴ. 전자 현미경에 사용하는 전자의 속력이 클수록 드브로이 파장이 짧아지므로 분해능이 높아진다. (분해능은 파장의 길이에 반비례한다.) (X)
- ㄷ. 전자 현미경의 최대 배율은 광학 현미경보다 높다. (X)

14. ⑤

- $\frac{t}{2}$  초 후 A와 B가 이동한 거리는 (등가속도 운동이므로)  
 $\frac{5}{4}v \cdot \frac{t}{2} = \frac{5}{8}vt$ ,  $\frac{v}{2} \cdot \frac{t}{2} = \frac{vt}{4}$  이다. 이 때 A와 B의 전하량을 각각  $q_A$ ,  $q_B$ 라 하면,  $q_A E \cdot \left(\frac{5}{8}vt\right) = q_B E \cdot \left(\frac{vt}{4}\right)$  이므로  $q_A : q_B = 2 : 5$ 이다.

15. ④



- ㄱ.  $t = \frac{1}{2}t_0$  일 때 물체와 오목 거울 사이의 거리는 초점 거리보다 작으므로 물체의 상은 정립 허상이다. (O)
- ㄴ.  $t = 2t_0$ 에서  $t = 3t_0$ 까지 상은 오목 거울과 가까워진다. (O)
- ㄷ.  $t = 3t_0$ 에서  $t = 4t_0$ 까지 상의 속력은 물체의 속력보다 작다. 이 때 물체의 속력은  $\frac{f}{2t_0}$  이므로 상의 속력은 이보다 작다. (X)

16. ③

- (나)에 의해 정상파의 진동수는  $\frac{1}{4}$ Hz이다. 파동의 진행 속력이 5cm/s이므로 정상파의 파장은 20cm이다. (따라서 배가 3개인 정상파가 나타난다.) 양 쪽 끝이 고정되어 있고,  $t = 3$ 초에서 O는 변위가 가장 최소인 지점에 있으므로 이를 만족하는 그래프는 ③번이다.

17. ①

- 스피커의 원 운동 속력을  $v_0$ 라고 하자. 이 때 음파 측정 장치는 스피커로부터 멀어지므로 음파 측정 장치의 속력을  $v$ 라고 하면 음파 측정 장치가 측정하는 소리의 최댓값과 최솟값은 각각  $f = f \left( \frac{V-v}{V-v_0} \right)$ ,  $f_0 = f \left( \frac{V-v}{V+v_0} \right)$  이므로  $v = v_0$ 이다. 따라서 원 운동의 주기  $\frac{2\pi r}{v}$ 에서  $v = \left( \frac{f-f_0}{f+f_0} \right) V$ 이므로 원운동의 주기는  $\frac{2\pi r}{V} \left( \frac{f+f_0}{f-f_0} \right)$  이다.

18. ④

- (가)는 전기력에 의한 퍼텐셜 에너지 식이므로  $V(r) = -k \frac{e^2}{r}$  이다. (나)는 궤도 양자수의 허용된 값으로 이는 0, 1, 2, ...,  $n-1$  와 같다.

[19~20]

19. ①

- ㄱ.  $C_1$ 과  $C_2$ 의 전기용량은 서로 같지만 충전되는 전하량은  $C_1$ 이  $C_2$ 의 3배이므로 전위차도  $C_1$ 이  $C_2$ 의 3배이다. (O)
- ㄴ.  $C_2$ 와  $C_3$ 의 합성 전기용량이  $C_1$ 의 3배가 되어야 전위차는  $C_1$ 이 3배가 될 수 있다. 이 때  $C_2$ 와  $C_3$ 는 병렬 연결이므로  $C_3 = 2C_2$ 가 되어야 한다. (X)
- ㄷ. 회로 전체의 합성 전기 용량은  $\frac{3}{4}C$ 이므로 전체 충전되는 전하량은  $\frac{3}{4}CV$ 이다. (X)

20. ②

- 관련이 있는 축전기  $C_1$ 의 전기 용량은  $C$ 이고, b에 연결하는 순간에는 축전기에 저장되는 에너지가 최대이므로 주기의  $\frac{1}{4}$ 인  $\frac{\pi}{2} \sqrt{LC}$ 일 때 자기 에너지가 처음으로 최대가 되고, 원래 축전기에 저장되었던 전기 에너지는 (이 때  $C_1$  사이에 걸린 전위차가  $\frac{3}{4}V$ 이므로)  $\frac{9}{32}CV^2$ 이고, 이는 자기 에너지의 최댓값과 같다.

## 출제자의 한마디

W: 이 모의고사는 이전에 "비연계 3회"로 올린 문제입니다. 문제를 풀어보면 알겠지만, 특이한 개념들을 많이 냈습니다. 관성력, 중력장, 회절, 나선 운동, 전자현미경 등 다양한 분야에서 냈습니다.

심지어 한 번도 이전에 내지 않았던 낱말 퀴즈와 세트형 문제도 아주 가끔 평가원 시험에 나와서 내봤습니다.

2번 문제는 그래픽 때문에 많이 애먹었습니다. 그림을 잘 못 그려서 철수, 영희, 민수는 다 친구가 그렸고, 포토샵으로 선따는 것도 도움을 받았습니다. (저는 포토샵이나 일러스트레이터를 다루지 못해 파워포인트를 사용하는 사람입니다.TT) 5번은 고3때(!) 수업 시간을 한 시간이나 써먹어서(!) 가장 힘들게 출제한 문제 중 하나입니다. 하지만 결과는 정말 쉬운 문제인 게 슬픉니다TT 이 모의고사도 사실 특이한 문제가 많지, 킬러는 딱히 없는 것 같네요.

S: 이 모의고사는 수능에서 한번 볼까 말까한 희귀한 문제들의 집대성이라 보시면 되겠습니다. 개인적으로 낱말 맞추기 문제가 마음에 드네요! 미처 신경 쓰지 못했던 몇몇 개념을 공부하는 데 도움이 될 거라는 생각이 듭니다.

추천문제: 9, 15, 17, 18, 20

등급컷 예상: 47(W) 47(S)

유성우 추가 30제 해설

1. ③

- ㄱ. 2초부터 4초까지  $x$ 와  $y$ 의 시간 변화율이 일정하므로 등속도 운동이다. (O)
- ㄴ. 1초일 때 속력의  $x$  성분은  $1\text{m/s}$ ,  $y$  성분은  $1\text{m/s}$ 이므로 물체의 속력은  $\sqrt{2}\text{m/s}$ 이다. (X)
- ㄷ. 0초부터 4초까지  $x$ 의 변위는  $0$ ,  $y$ 의 변위는  $4\text{m}$ 이므로 평균 속도의 방향은  $+y$  방향이다. (O)

2. ④

A와 B의 속력을 각각  $v_A$ ,  $v_B$ 라고 하고 A에 대한 식을 세우면  $\frac{\sqrt{2}}{2}v_A t = r$ ,  $\frac{\sqrt{2}}{2}v_A t - \frac{1}{2}gt^2 = h$ , B에 대한 식을 세우면  $\frac{\sqrt{2}}{2}v_B(2t) = r$ ,  $\frac{\sqrt{2}}{2}v_B(2t) - \frac{1}{2}g(2t)^2 = -h$ 이다. 이 때 A, B의 첫 두 식을 이용하여  $v_A : v_B = 2 : 1$ 임을 알 수 있다. 이를 대입하고 뒤쪽 A, B 식에 연립하면  $\sqrt{2}v_A t = \frac{5}{2}gt^2$ 이다. 따라서  $r = \frac{5}{4}gt^2$ ,  $h = \frac{3}{4}gt^2$ 이므로  $h : r = 3 : 5$ 이다.

3. ③

A, B 질량의 합을  $M$ , A의 수평 방향 속력을  $v_x$  수직 방향 속력을  $v_y$ 라 하면, 에너지 보존 법칙에 의해  $\frac{1}{2}Mv_x^2 = \frac{1}{2}kL^2$ 이고,  $t_0 = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{M}{k}} = \frac{\pi L}{2v_x}$ , 즉  $v_x = \frac{\pi L}{2t_0}$ 이다. 한편 등가속도 운동 공식에 의해  $v_y = gt_0$ 이므로  $\tan\theta = \frac{v_y}{v_x} = gt_0 \cdot \frac{2t_0}{\pi L} = \frac{2gt_0^2}{\pi L}$ 이다.

4. ⑤

- ㄱ. 진자 운동의 주기 공식은  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 이다. 추가 P에서 Q까지 갔다가 다시 P로 돌아왔을 때가 한 주기이므로 P에서 Q까지 운동하는 데에는 시간이  $\frac{T}{2} = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 만큼 걸린다. (O)
- ㄴ. P에서는 실의 장력과 추에 작용하는 중력의 합력이 실과 수직인 방향이므로 P에서의 장력  $F_P = mg \cos\theta$ 이고, O에서는 실의 장력과 추에 작용하는 중력의 합력이 구심력이므로  $F_O - mg = m\frac{v^2}{l}$ 에서  $F_O = mg + m\frac{v^2}{l} > mg \cos\theta = F_P$ 이다. 따라서 실의 장력은 O에서가 P에서보다 크다. (O)
- ㄷ. 주기 공식은  $\theta$ ,  $m$ 은 무관하므로 둘의 주기는 처음 주기와 같다. (O)

5. ④

충돌 전후 운동량이 보존되므로  $y$  방향 운동량은  $p$ 이다. 충돌 후 B의  $x$  방향 속도와  $y$  방향 속도가 같으므로 충돌 후 B의 운동량은  $p$ 이다. 충돌 후  $x$  방향 총운동량이  $2p$ 이므로 충돌 전 A의 운동량은  $2p$ 이다.

6. ②

물체의 비열을  $c'$ 이라 하고 (가)에서의 평형 온도를  $x^\circ\text{C}$  ( $x > 20$ )라 하자. 열량의 변화량  $\Delta Q = cm\Delta T$  공식을 적용하면  $\Delta Q_{(가)} = \frac{3}{4}mc(x - 35) = \frac{1}{4}mc(35 - 20)$ 에서  $x = 40$ . 다시 식을 세우면  $\Delta Q_{(가)} = \frac{3}{4}mc(40 - 20) = mc'(100 - 40)$ 에서  $c' = \frac{1}{4}c$ .

7. ③

- 철수 : 열량의 변화량  $\Delta Q = C\Delta T$ 이므로 평형 온도를  $T\text{K}$ 라 하면  $\Delta Q = C\Delta T = C(300 - T) = C(T - 100)$ 에서  $T = 200$ . 따라서 평형 온도는  $200\text{K}$ 이다. (O)
- 영희 : 시간이 충분히 지나면 열적 평형에 의해 A와 B, B와 C의 온도가 같아지므로 열역학 제0법칙에 의하여 A와 C의 온도는 같아진다. (O)
- 민수 : 열은 자발적으로 저온에서 고온으로 이동하지 않으므로 열역학 제2법칙은 위배하지만, 세 물체의 총 열량은 보존되므로 열역학 제1법칙은 위배하지 않는다. (X)

8. ⑤

- ㄱ. 이상 기체 상태 방정식  $PV = nRT$ 에서 기체의 압력이 같으므로 기체의 몰수는 B가 A의 2배이다. (X)
- ㄴ.  $S_1$ 을 닫으면 저항에서 발생한 열에너지가 A 기체의 운동에너지를 전환되어 부피와 압력이 증가하고, 그에 따라 B는 단열 압축하여 온도가 증가한다. (O)
- ㄷ. 칸막이를 고정하였으므로 A와 B의 부피는 일정하다. 내부에너지는 부피와 압력의 곱에 비례한데, 내부에너지 증가량은 A와 B가 서로 같으므로 A와 B의 압력 증가량은 서로 같다. (O)

9. ①

- ㄱ. 점 A에서 전기장 방향의  $x$ 축 성분이 0이므로 두 점전하는 크기와 부호가 같다. (O)
- ㄴ. 전기장 방향이  $-y$  방향이므로 두 점전하는 음전하이다. 따라서 음전하와의 거리가 더 가까운 원점에서의 전위는 점 A에서보다 낮다. (X)
- ㄷ. 전하를 충분히 이동시켰을 때 두 점전하로부터 받는 알짜힘의  $x$ 축 성분이 전하의 이동 방향과 반대이므로 이때 두 점전하가 전하에 한 일은 감소한다. 또는 등전위선 그래프를 그려 보면 전기적 퍼텐셜 에너지가 감소하다가 증가하는 모습을 확인할 수 있는데, 퍼텐셜 에너지 변화량과 전하가 받은 일의 합은 항상 0이므로 두 점전하가 전하에 한 일은 증가하다가 감소한다는 것을 알 수 있다. (X)

10. ①

중력과 전기력, 장력이 평형을 이루고 있다. 장력의 크기를  $T$ 라 하면 힘의 벡터 분해를 통해 전기력은  $F_q = \frac{T}{2}$ , 중력은  $F_m = \frac{\sqrt{3}}{2}T$ , 즉  $F_q = \frac{F_m}{\sqrt{3}}$ 임을 알 수 있다. 전하가 연직선과 이루는 각이  $60^\circ$ 가 되면  $F'_q = \frac{\sqrt{3}}{2}T$ ,  $F'_m = \frac{T}{2}$ 에서  $F'_q = \sqrt{3}F'_m$ 이다. 두 식을 연립하면  $\frac{3F_q}{F_m} = \frac{F'_q}{F'_m}$ 이고,  $F_q = qE$ ,  $E \propto V$ ,  $F_m = mg$ 이므로  $\frac{3qV}{m} = \frac{q'V'}{m'}$ 이다. 따라서  $V' = 3V$ (ㄱ. O),  $q' = 3q$ (ㄴ. O), 또는  $m' = \frac{m}{3}$ 이다(ㄷ. X).

11. ④

$C_2, C_3$ 의 전기 용량을 각각  $aC, bC, Q = xCV$ 라 하자. 전기용량은 유전상수에 비례하므로 축전기  $C_i$ 에 유전체를 채웠을 때  $C_1, C_2, C_3$ 의 합성 전기용량을  $k_i C$ 라 하면, 축전기의 합성 공식에 의해  $\frac{1}{k_1} = \frac{1}{3+a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{3}$ ,  $\frac{1}{k_2} = \frac{1}{1+3a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{x}$ ,  $\frac{1}{k_3} = \frac{1}{1+a} + \frac{1}{2b} = \frac{1}{2}$ 이다. 첫 번째와 세 번째 식을 연립하면  $\frac{2}{1+a} - \frac{1}{3+a} = \frac{1}{3}$ 에서  $a=3$ 이고, 이 값을 첫 번째 식에 대입하면  $b=2$ , 이 값들을 두 번째 식에 대입하면  $x = \frac{5}{3}$ 이다. 따라서  $Q = \frac{5}{3}CV$ 이다.

12. ③

- ㄱ. 양전하와 음전하의 전하량은 각각  $q, -q$ 이다. (O)
- ㄴ. 양전하에 가까울수록 전위는 높아지고, 음전하에 가까울수록 전위는 낮아진다. (X)
- ㄷ.  $+y$ 방향으로 전기장을 걸어주면 양전하는  $+y$ 방향으로, 음전하는  $-y$ 방향으로 힘을 받으므로 반시계 방향으로 회전하기 시작한다. (O)

13. ②

- ㄱ. 자기 모멘트( $\mu$ )는 전류의 세기와 고리 면적의 곱이다. (X)
- ㄴ. 돌림힘은  $\tau = \mu B \sin\theta$ 이다.  $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$ 이므로  $\theta$ 가 클수록 돌림힘의 크기가 크다. (O)
- ㄷ. 알짜힘은 항상 0이다. (X)

14. ③

물체 A, B의 전하량 및 질량, 초기 속력을 각각  $q_A, m_A, v_A$  그리고  $q_B, m_B, v_B$ 라 하자. 자기장 영역의 세기를  $B$ , 전기장 영역의 세기를  $E$ 라 하자.

두 물체가 자기장 영역에서 반지름이 같으므로  $r = \frac{mv}{Bq}$ 에서  $\frac{q}{m}$  값은 속력  $v$ 에 비례한다. ( $\frac{q_A}{m_A} : \frac{q_B}{m_B} = v_A : v_B$ ) 또한 전기장에서 수직 방향 이동 거리를 등가속도 직선 운동을 이용하여  $\frac{1}{2} \cdot \frac{q_A E}{m_A} \cdot t_A^2 = r$ ,  $\frac{1}{2} \cdot \frac{q_B E}{m_B} \cdot t_B^2 = r$ 이라 할 수 있다. 이 때  $t_A$ 와  $t_B$ 는 전기장에 운동한 시간이다. 수평 방향 이동 거리를 이용할 때  $v_A t_A = d$ 이고,  $v_B t_B = 2d$ 이다. 이 때  $\frac{q_A}{m_A} t_A^2 : \frac{q_B}{m_B} t_B^2 = 1:1$ 이다. 따라서  $\frac{q_A}{m_A} : \frac{q_B}{m_B} = v_A : v_B$ 임을 이용하면  $t_A : t_B = 2:1$ 이고,

이는 B가 전기장 영역에서 운동한 시간이 A의  $\frac{1}{2}$ 배이므로 B가 자기장 영역에서 운동한 시간도 A의  $\frac{1}{2}$ 배이며, 두 시간은 서로 같다. (A가 전기장 영역에서 운동한 시간과 B가 자기장 및 전기장에서 운동한 시간의 합이 서로 같다.)

B는 자기장에서 운동하는 시간이  $\frac{\pi r}{2v_B} = t_B$ 이고, 전기장 영역에서 운동한 시간은  $t_B = \frac{2d}{v_B}$ 이다. 따라서 두 식을 나누면  $\frac{d}{r} = \frac{\pi}{4}$ 이다.

15. ①

전류의 방향은 금속 막대에서  $+y$ 방향이고, 자기장은 지면으로 들어가는 방향이므로 전자들은  $+x$ 방향으로 움직인다. 이 때 전자가 모두  $+x$  방향으로 움직여 b 부분이 상대적으로 음(-)전하를 띄고, a 부분이 양(+)전하를 띄므로 전위는 a가 b보다 높다.

16. ③

- ㄱ. 실선은 원점을 지나기도 하므로 실선에서의 자기장은 0이다. A에 의한 자기장은 지면을 뚫고 나오므로 B에 의한 자기장은 지면으로 들어가는 방향이어야 자기장의 합이 0이 될 수 있다. 따라서 B의 전류 방향은  $+y$ 방향이어야 된다. (O)
- ㄴ. A와 B로부터 거리가 같을 때 자기장이 0이다. 직선 도선에 의한 자기장은  $B = k \frac{I}{r}$ 이므로  $r$ 이 같으면  $I$ 도 같아야 한다. 따라서 A와 B의 전류의 세기는 같다. (O)
- ㄷ. b에서 A에 의한 자기장을 지면을 뚫고 나오는 방향으로  $B = k \frac{I}{2r}$ 라 하면, B에 의한 자기장은 지면을 들어가는 방향으로  $B' = k \frac{I}{r}$ 이다. 따라서 전체 자기장은 지면을 들어가는 방향으로  $B' - B = k \frac{I}{2r}$ 이다. (X)

17. ②

- ㄱ. 정상파의 진동수는 원래 파동의 진동수와 같다. (X)
- ㄴ. 상쇄 간섭 지점은 두 파동과의 거리 차이가 반파장의 홀수 배인 지점이다.  $v=f\lambda$ 에서  $\lambda=4\text{cm}$ 이고  $|\overline{S_1P}-\overline{S_2P}|=3\text{cm}$ 이므로 P는 상쇄 간섭 지점이 아니다. (X)
- ㄷ. 피타고라스 정리에 의해  $\overline{S_1S_2}=15\text{cm}$ 이므로 선분 위의 상쇄 간섭 지점을 Q라 하면  $|\overline{S_1Q}-\overline{S_2Q}|$ 의 가능한 값은 2cm, 6cm, 10cm, 14cm의 4가지이다. 또한  $\overline{S_1Q}<\overline{S_2Q}$ ,  $\overline{S_1Q}>\overline{S_2Q}$ 의 2가지 경우가 있으므로 상쇄 간섭 지점은 총  $2\times 4=8$ 개다. (O)

18. ④

- ㄱ. 진동수는 매질이 바뀌어도 그대로이다. (X)
- ㄴ. A, B의 절대굴절률을 각각  $n_A, n_B$ 라 하고, 입사각, 굴절각을 각각  $\theta_A, \theta_B$ 라 하면  $\theta_A = \frac{\pi}{2} - \theta, \theta_B = \theta$ 이므로, 스넬의 법칙에 의해  $n_{AB} = \frac{n_B}{n_A} = \frac{\sin(\frac{\pi}{2} - \theta)}{\sin\theta} = \frac{\cos\theta}{\sin\theta} = \frac{1}{\tan\theta}$ . (O)
- ㄷ. 프리즘의 높이를  $l$ 이라 하면 두 단색광의 이동 거리의 비는  $\frac{l}{2\cos 30^\circ} : \frac{l}{2\sin 30^\circ} = 1 : \sqrt{3}$  이고, 스넬의 법칙  $n_A v_A = n_B v_B$ 에서  $\frac{v_A}{v_B} = \frac{n_B}{n_A} = \frac{1}{\tan 30^\circ} = \sqrt{3}$ , 즉 속력의 비는  $\sqrt{3}:1$ 이다. 시간은 거리에 비례, 속력에 반비례하므로 걸린 시간의 비는  $1:3$ 이다. (O)

19. ④

- ㄱ. 진동수는 매질이 바뀌어도 그대로이다. (X)
- ㄴ, ㄷ. 정상파가 일어나려면 두 파동의 파장 길이가 같아야 한다.  $v=f\lambda$ 에서 속력은 파장에 비례하고, 매질의 밀도와 속력은 반비례하므로 매질 II의 굴절률은 매질 I의 2배이고 진행 속력은 A가 B의 2배이다. (O, O)

20. ①

감지기 A, B가 동시에 충격파를 감지하려면 충격면이 지면과 수평이어야 한다. 따라서 유성이 지면에 충돌하는 순간 두 감지기가 충격파를 감지한다. 유성이 지면에 떨어지는데 걸린 시간을  $t$ , 유성의 속력을  $v_{\text{유}}$ 라 하고, 유성의 처음 위치를 P, 처음 위치에서 지면에 내린 수선의 발을 Q, 충돌 지점을 O라 하면  $\overline{OP} = v_{\text{유}}t, \overline{PQ} = vt, \frac{\overline{PQ}}{\overline{OP}} = \sin\theta$ 에서  $v_{\text{유}} = \frac{v}{\sin\theta}$ .

21. ④

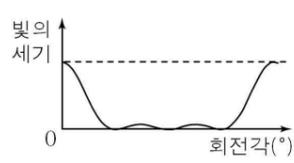
$t$ 초 동안 물체와 평면 거울이 이동하는 거리는 각각  $vt, Vt$ 이다. 만약 물체와 평면 거울 사이의 거리 및 평면 거울과 상 사이의 거리가 처음에  $d$ 라고 하자.  $t$ 초 후, 물체와 평면 거울 사이의 거리는  $d + Vt - vt$ 가 된다. 즉, 평면 거울과 상 사이의 거리도  $d + Vt - vt$ 이다. 이 때 평면 거울도 처음 위치에서  $Vt$ 만큼 이동하였으므로, 상도 처음 위치에서  $Vt$ 만큼 더 이동했다. 따라서 상은 평면 거울의 처음 위치에서  $d + 2Vt - vt$ 만큼 떨어져 있는 위치에 있고, 이는  $2Vt - vt$ 만큼 이동했다는 뜻이다. 따라서 지면에 대한 물체의 상의 속도는  $2V - v$ 이다.

22. ⑤

- ㄱ. 진동수가  $f_1$ 인 광자는 입사하기 전과 후가 바뀌지 않았다. 따라서 이 광자는 아무 상호 작용도 하지 않았다. (O)
- ㄴ. 자발 방출은 일어나지 않았고, 입사한 진동수가  $f_2$ 인 광자는 하나였지만, 방출된 것은 두 개이므로 유도 방출이 일어났음을 알 수 있다. 유도 방출이 일어난 빛은 모두 위상이 같다. (O)
- ㄷ. 진동수가  $f_3$ 인 광자는 입사된 후 방출되지 않았으므로 흡수 되었음을 알 수 있다. (O)

23. ⑤

빛은 편광 되지 않아야 그림 (나)와 같은 회전각에 따른 빛의 세기 그래프가 나타난다. 빛이 편광이 되어 있을 경우, 빛의 편광 방향이 세 번 바뀌고, 빛의 세기 그래프는 사인 곡선과 같은 모양이 나타나지 않고 오른쪽 그림과 비슷한 모양이 나타난다. 또한, 빛의 세기가 다시 최대가 되려면 두 편광판이 편광 방향이 같은 방향(일직선)으로 되어야 하는데, 편광판이 90도 회전하면 다시 이 상태가 된다. 따라서 주기는  $\frac{1}{4}$ 회전을 하는 시간인 0.25초이다.



24. ⑤

- ㄱ. 단색광의 진동수가  $2f_0$ 일 때 정지전압이  $-V_0$ 이고, 진동수가  $3f_0$ 일 때 정지 전압이  $-2V_0$ 이므로 금속판의 일함수를  $W$ 라 하면  $2hf_0 = W + eV_0, 3hf_0 = W + 2eV_0$ 이다. 이를 연립하면  $hf_0 = eV_0$ 이고, 따라서  $V_0 = \frac{hf_0}{e}$ 이다. (O)
- ㄴ. A와 B에 의한 전류의 세기는 최댓값일 때 두 배 차이난다. (A가 B의 2배이다.) 따라서 A의 세기는 B의 2배이다. (O)
- ㄷ.  $V = -\frac{1}{2}V_0$ 일 때, 광전자가 금속판에서 튀어난 후 P에 도달할 때까지  $-\frac{1}{2}eV_0$ 만큼의 일을 받는다. 따라서 P에서 광전자의 최대 운동 에너지는 B는  $eV_0 - \frac{1}{2}eV_0 = \frac{1}{2}eV_0$ , A는  $2eV_0 - \frac{1}{2}eV_0 = \frac{3}{2}eV_0$ 이다. 따라서 A를 비추었을 때 광전자의 최대 운동 에너지는 B를 비추었을 때의 3배이다. (O)

25. ②

A의 운동 에너지가  $mv^2$ 이 된다는 것은 속력이  $v$ 가 된다는 의미이다. 이 때 A는 가속도  $a$ 에 의해 수직 방향으로 속도가  $v$ 만큼 증가했으므로 B도 마찬가지로이다. 이 때 B는 속력이 수평 방향  $v$ 까지 합성되어  $\sqrt{2}v$ 가 속력이다. 따라서 A의 드브로이 파장은  $\frac{h}{2m \cdot v}$ , B의 드브로이 파장은  $\frac{h}{m \cdot \sqrt{2}v}$ 이다. 따라서  $\lambda_A : \lambda_B = 1 : \sqrt{2}$ 이다.

26. ⑤

- ㄱ. (가)는 콤프턴 효과를 나타낸 것이다. 입사한 X선은 흑연판을 통과하면서 에너지를 갖는 전자를 튀어나오게 하므로 산란된 X선은 입사한 X선보다 에너지가 작다. X선의 에너지는  $E = \frac{hc}{\lambda}$  이고, ( $h$ 는 플랑크 상수,  $c$ 는 빛의 속도) 에너지가 작을수록 파장은 크다. 따라서  $\lambda < \lambda'$ 이다. (O)
- ㄴ. (나)는 데이비슨-저머 실험을 나타낸 것이다. 실험 결과, 특정 각도에서 튕겨 나온 전자 수가 최대가 된다. (O)
- ㄷ. (가)에서는 빛이 전자와 충돌하는 입자성을, (나)는 전자가 보강 간섭을 일으키는 모양과 같으므로 물질의 파동성을 확인해준다. (O)

27. ①

- ㄱ. 드브로이파 파장을 구하는 식  $\lambda = \frac{h}{mv}$  에서  $\lambda = 2\pi a_0$ . ( $n=1$ 일 때, 원운동을 하는 궤도의 둘레의 길이가 파장의 길이와 같다.) 따라서  $v = \frac{h}{m\lambda} = \frac{h}{2\pi ma_0}$  이다. (O)
- ㄴ. 원자핵과 전자 사이의 전기력이 구심력으로 작용하므로  $n=1$ 일 때,  $k\frac{e^2}{a_0^2} = \frac{mv^2}{a_0}$  이다. 이 때 전자의 전기력에 의한 퍼텐셜 에너지는  $-k\frac{e^2}{a_0} = -mv^2 = -2E_0$  이다. 따라서 전기력에 의한 퍼텐셜 에너지(의 크기)는 운동 에너지(의 크기)의 두 배이다.  $n=2$ 일 때  $r=4a_0$ 이다. ( $r$ 은  $n$ 의 제곱에 비례한다.) 따라서 이 때 전기력에 의한 퍼텐셜 에너지는  $-k\frac{e^2}{4a_0} = -\frac{1}{2}E_0$ 이다. (X)
- ㄷ.  $n=1$ 일 때 구심력은  $k\frac{e^2}{a_0^2} = \frac{mv^2}{a_0} = F$ 라고 하면,  $n=2$ 일 때는  $k\frac{e^2}{(4a_0)^2} = \frac{1}{16}F$ 이다. 따라서 전자가 받는 구심력의 크기는  $n=1$ 일 때가  $n=2$ 일 때의 16배이다. (X)

28. ②

1차원 상자에서 입자의 퍼텐셜 에너지는 0이므로 전체 에너지는 (가) 운동 에너지와 같다. 입자의 운동량은  $p$ 로 나타낼 수 있다.

이 때, 드브로이 파장을 구하는 식에 의해  $\lambda = \frac{h}{p}$  이고, 운동

에너지 식  $E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$  에 의해  $p = \sqrt{2mE}$  이다. 따라서

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE}}$$

입자의 파동 함수  $\psi = A \sin kx$  라고 할 때,  $k$ 는 파수이다.

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = (\text{나}) \frac{2\pi\sqrt{2mE}}{h}$$

여기서  $h$ 는 플랑크 상수이다.

이 때  $x=L$ 일 때  $\psi=0$ 이다.

$$(\text{나}) \frac{2\pi\sqrt{2mE}}{h} \cdot L = n\pi$$

그러므로 ( $E$ 에 대해 식을 풀면)  $E = \frac{h^2}{8mL^2}n^2$ 이다.

29. ②

- ㄱ. 주양자수가  $n=2$ 일 때, 허용된 양자 상태는  $(2, 0, 0)$ ,  $(2, 1, 0)$ ,  $(2, 1, \pm 1)$  네 가지이고, 스핀까지 고려하면 총 8가지이다. (X)
- ㄴ. 전자배치는  $1s^2 2s^2 2p^2$ 와 같이 나타낸다. (O)
- ㄷ. A는  $1s$  오비탈이 다 안 채워졌는데도 그 위의 오비탈에 전자가 배치되어 있으므로 가장 안정한 상태인 B에 비해 들뜬 상태이다. (X)

30. ③

- ㄱ. 고전 역학의 입장에서는  $U_0 > E$ 이므로, 퍼텐셜 에너지가 운동 에너지보다 커 입자가 장벽을 넘을 수 없다. 따라서  $x < 0$ 인 영역에서 운동하는 입자는  $x > L$ 인 곳에 도달할 수 없다. (O)
- ㄴ.  $U_0 \rightarrow \infty$ 일 때  $x > L$ 인 곳의 파동 함수의 진폭은 0이 되어 도달할 수 없게 된다. (무한대도 우물의 상황을 생각하면 된다.) (O)
- ㄷ.  $a$ 는 파동함수의 값이 0이고,  $b$ 는 0이 아니므로 발견될 확률  $|\psi|^2$ 은  $b$ 가 더 크다. (X)

출제자의 한마디

W: 추가 30제는 출제하고 남은 문제들 중에서 수정을 하거나, 이전에 홍보용 문제를 신거나 해서 마지막으로 준비한 30개의 문제입니다. 정말 특이한 주제들, 예를 들어 단진자, 홀 효과, 충격파, 평면 거울 오비탈 등을 출제했습니다. 나름 모든 문제에 2점, 3점을 배치하여 총합 75점이 되게 했습니다.

제가 낸 문제들 중 가장 어려운 것은 11번입니다. 한 번도 출제된 적이 없는 (그리고 출제될 것 같지 않는), 이차방정식을 이용한 축전기 문제로, 모의고사에는 내기 정말 부적합하지만, 개인적으로 아쉬워서 추가 30제에 실었습니다. 28번도 아마 한 번도 출제되지 않을 1차원 상자에서 에너지 유도를 출제했던 것을 정말 보여주고 싶었습니다.

S: 이 파트에는 모의고사에 실리지 못해 갈 곳 없는 불쌍한 문제들이 모여 있습니다. 당장 6번 문제를 보더라도 상당히 우수한 비주얼 탓에 W한테 많이 놀림 받았었죠. 그렇다고 문제들의 난이도가 낮지는 않습니다. 하나같이 진득한 생각을 필요로 하는 집요한 문제들이 많습니다. 개중에는 모의고사로 출제되기에 하자가 있는 문제들도 있는지라, 내신용으로 풀어보면 좋을 것 같습니다.

추천문제: 6, 13, 14, 19, 27