

2015년 제2차 한국 중학생 물리대회

문제지

제 2 교시

15:50 ~ 17:30

총 10 쪽 (표지포함)

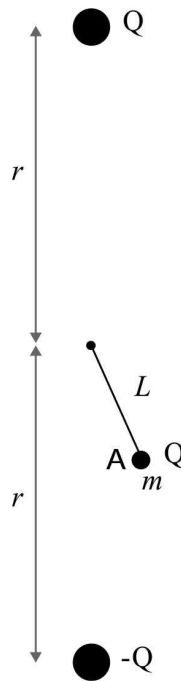
수험번호	
학교명	
성 명	

- 가. 문제지와 답안지에 수험번호, 학교명, 성명을 정확히 표기한다.
- 나. 부정행위시 모든 답안은 '0점' 처리한다.
- 다. 문제지와 수험표는 답안지와 함께 회수한다. 회수 후 문제지의 훼손 또는 손상이 발견된 경우 그로 인한 모든 불이익은 수험생 본인이 감수하여야 한다.
- 라. 문제"지"를 외부로 유출하려는 시도는 모두 부정행위로 간주한다. (이번 대회부터 대회 당일이나 그 다음 날에 홈페이지에 문제를 공개할 예정임.)
- 마. 답안지는 반드시 「컴퓨터용 사인펜」으로 작성하여야 한다. 답안을 잘못 작성함으로써 발생하는 모든 불이익은 수험생 본인이 감수하여야 한다.
- 바. 답안지를 구겨거나 더럽혀서는 안 되며, 답 이외에 다른 어떤 형태의 표기도 하여서는 안 된다.
- 사. 한번 표기한 답은 수정액이나 수정테이프 등을 사용하여 고칠 수 없으므로 붉은색 예비마킹으로 답안 작성 오류를 방지한다.
- 아. 모든 사항은 감독관의 지시에 따르며, 답안지를 교환하고 싶거나 질문이 있을 때에는 앞자리에서 손을 들고 감독관을 기다린다.
- 자. 답안지 교환은 시험 종료 10분전까지만 가능하다.
- 차. 각 문제의 배점은 1점으로, 오답은 -0.25점, 미기입은 0점으로 처리한다.
- 카. 답이 둘 이상일 경우 모두 표기하여야 정답으로 인정하며, 일부만 맞아도 오답으로 처리한다.
- 타. 중력가속도 g 는 10 m/s^2 으로 계산한다.

시험 시작 전에 문제지를 넘기지 마시오.

(본 저작물의 모든 저작권은 한국물리학회에 있으며, 사전 허가를 받지 않은 상업적인 사용을 금합니다.)

【문제1】 전하량 $+Q$, 질량 m 인 물체 A가 길이 L 인 절연된 줄의 한쪽 끝에 매달려 있고, 줄의 다른 쪽 끝은 나무못에 의해 고정되어 있다. 나무못으로부터 연직 위와 아래로 거리 r 만큼 떨어진 지점에 전하량이 각각 $+Q$, $-Q$ 인 두 점전하가 놓여 있다. 물체 A를 그림과 같이 조금 밀었다가 놓자 A가 진동하기 시작했다.



물체 A의 진동 주기는? (단, $r \gg L$ 이고, 쿨롱 상수는 k 이며, 중력은 무시한다.)

- ① $2\pi \frac{r}{Q} \sqrt{\frac{mL}{k}}$ ② $\pi \frac{r}{Q} \sqrt{\frac{2mL}{k}}$ ③ $\pi \frac{r}{Q} \sqrt{\frac{mL}{k}}$ ④ $\pi \frac{r}{Q} \sqrt{\frac{mL}{2k}}$ ⑤ $\frac{\pi}{2} \frac{r}{Q} \sqrt{\frac{mL}{k}}$

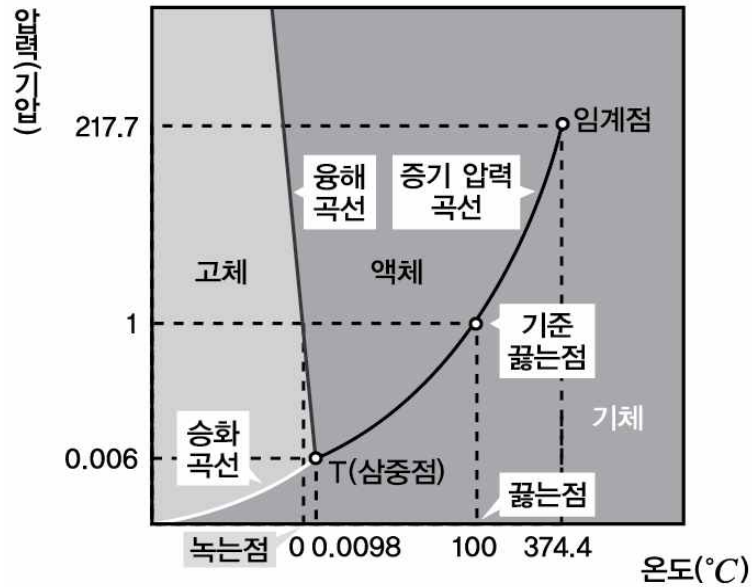
【문제2】 전하량 $-Q$, 질량 m 인 동일한 두 물체 A, B를 서로 매우 멀리 떨어뜨려 고정시켜 놓았다. 두 전하를 잇는 직선의 한 가운데에는 전하량 $+Q$, 질량 $2m$ 인 물체 C가 가만히 놓여 있다. 물체 A, B를 정지 상태에서 자유롭게 움직이게 하면 C를 향해 서로 반대 방향에서 다가올 것이다. A와 C 사이의 거리가 R 인 순간 가운데에 있던 물체 C가 갑자기 사라진다면, A와 B 사이의 거리의 최솟값은? (단, A와 B는 일직선상에서 운동하며, 중력과 물체의 크기는 무시한다.)

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

【문제3】 중성인 아르곤 원자에 전자와 양전자를 각각 가져갔다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 열에 의한 진동과 중력은 무시한다.)

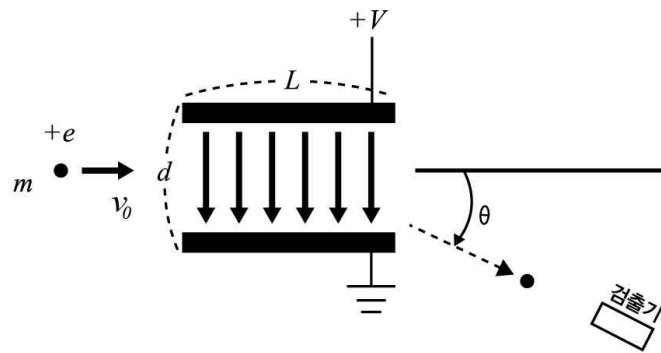
- ① 전자와 양전자는 아르곤 원자로부터 아무런 힘을 받지 못할 것이다.
 ② 아르곤 원자는 전자는 밀어내고 양전자는 당길 것이다.
 ③ 아르곤 원자는 전자는 당기고 양전자는 밀어낼 것이다.
 ④ 아르곤 원자는 전자와 양전자를 모두 당길 것이다.
 ⑤ 아르곤 원자는 전자와 양전자를 모두 밀어낼 것이다.

【문제4】 다음 그림은 물의 상그림을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고르시오.



- ① 지구에서 측정한 자료로 만든 물의 상그림은 달에서 측정한 자료로 만든 물의 상그림과 다르다.
- ② 위의 상그림을 통해 물의 압력이 갑자기 낮아졌을 때 물은 얼 수도 있고 끓을 수도 있음을 알 수 있다.
- ③ 물의 양을 2배로 하면 융해 곡선의 기울기가 1/2로 줄어든 것이다.
- ④ 얼음이 호수 표면에서부터 어는 것은 상그림의 융해 곡선으로부터 알 수 있다.
- ⑤ 히말라야 산 정상에서 물의 끓는점이 100°C보다 낮은 것은 상그림의 증기 압력 곡선으로부터 알 수 있다.

【문제5】 그림과 같이 아래쪽 전극을 접지시키고 위쪽 전극에 양(+)의 전압 V 를 걸어서 수직 방향의 전기장을 만든 후, 전하량 $+e$ 인 입자를 속력 v_0 로 수평 방향으로 쏘아 두 전극 사이의 전기장 영역에 입사시켰다.



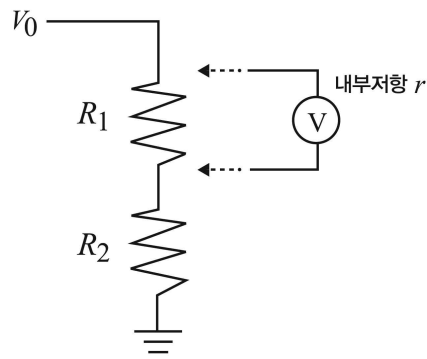
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력과 공기 저항은 무시하고, 입자는 극판에 부딪치지 않고 전기장을 탈출하며, 검출기는 장치로부터 충분히 멀리 있다. 전기장의 모서리 효과는 무시한다.)

<보기>

- ㄱ. 입자가 전기장 영역을 탈출하는 데 걸리는 시간은 $\frac{L}{v_0}$ 이다.
- ㄴ. 검출기가 $\tan\theta = \frac{eVL}{mv_0^2d}$ 을 만족시키는 각 θ 의 방향에 위치할 때 입자가 검출된다.
- ㄷ. 전기장 영역에 입자의 초기속도와 같은 수평 방향의 일정한 자기장이 걸려 있어도 입자의 궤도는 자기장이 없을 때와 같다.

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

【문제6】 그림과 같이 저항 R_1 , R_2 가 직렬로 연결된 회로에 직류 전압 V_0 를 걸어주었다. 내부 저항이 r 인 전압계를 저항 R_1 에 병렬로 연결하여 전압을 측정하고자 한다.

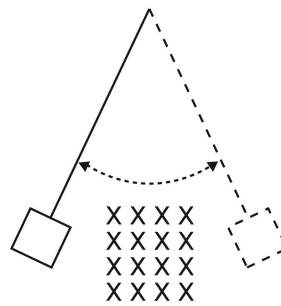


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

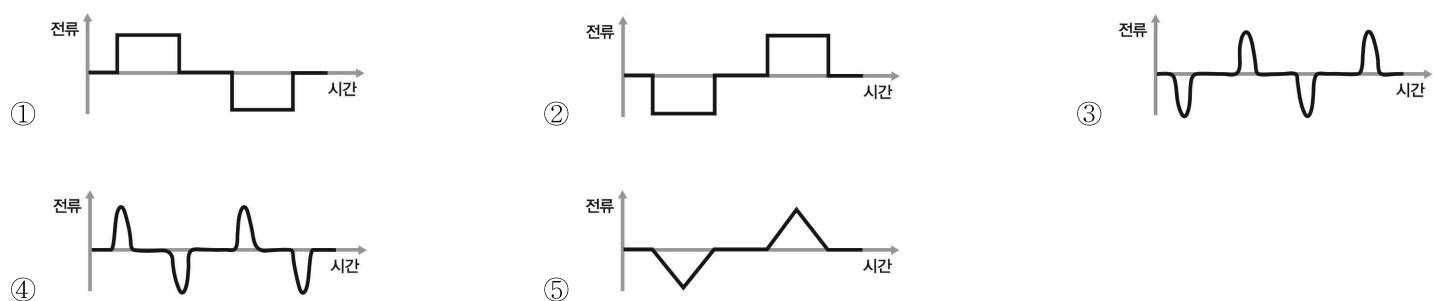
- <보기>——
- ㄱ. 전압계를 연결하기 전에 R_1 에서의 전압 강하는 $V_0 \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)$ 이다.
 - ㄴ. 전압계를 연결한 후에 R_1 에서의 전압 강하는 $V_0 \frac{R_1 r}{(R_1 + R_2)r + R_1 R_2}$ 이다.
 - ㄷ. 전압계의 내부 저항이 매우 작아야 원래 회로에 미치는 영향을 최소화하고 실제에 가까운 전압을 측정할 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

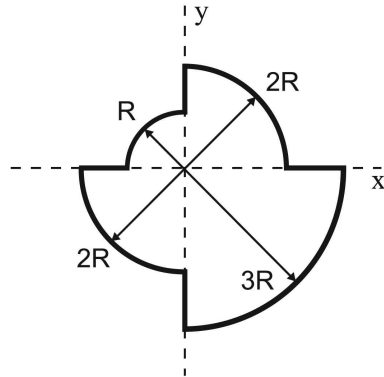
【문제7】 그림과 같이 직사각형 도선이 줄에 매달려서 좌우로 진동하고 있다. 진동의 최하점 부근에는 종이 면에 수직인 방향으로 들어가는 균일한 자기장이 걸려 있다.



직사각형 도선이 왼쪽에서 출발하여 오른쪽 끝까지 갔다가 다시 왼쪽으로 돌아오는 한 주기 동안 도선에 흐르는 유도 전류의 세기를 시간에 따라 나타낸 것으로 가장 적절한 것은? (단, 도선에서 시계 방향으로 흐르는 전류를 양(+)의 전류 값으로 정한다.)



【문제8】 그림과 같이 xy 평면상에서 반지름 $R, 2R, 3R, 2R$ 인 4개의 사분원과 이들을 잇는 직선으로 이어진 도선 고리에 전류 i 가 시계 방향으로 흐르고 있다. 원점에서의 자기장에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고르시오. (반지름 r 인 원형 도선에 전류 I 가 흐를 때, 원의 중심에서 원형 전류에 의한 자기장의 세기 B 는 $B = k' \frac{I}{r}$ 로 주어진다.)



- ① 직선 도선에 의한 자기장은 0이다.
- ② 2사분면 도선에 의한 자기장의 방향은 xy 평면에 수직인 방향이다.
- ③ 1사분면 도선에 의한 자기장과 3사분면 도선에 의한 자기장은 크기는 같지만 방향은 다르다.
- ④ 1사분면 도선과 3사분면 도선에 의한 합성 자기장의 크기는 2사분면 도선과 4사분면 도선에 의한 합성 자기장의 크기와 같다.
- ⑤ 원점에서 알짜 자기장의 세기는 $\frac{7k'i}{12R}$ 이다.

【문제9】 열의 이동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

— <보기> —

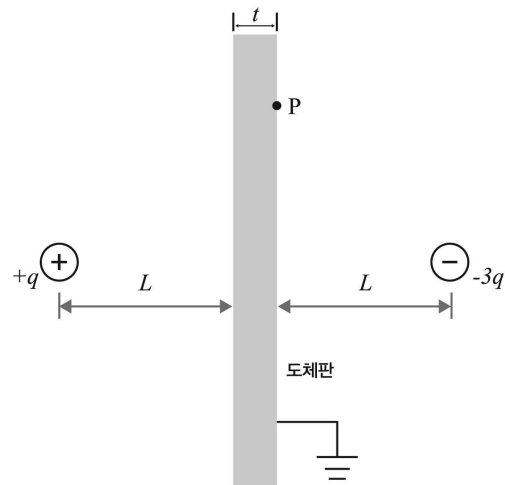
- ㄱ. 공기는 열전도도가 매우 낮은 물질이어서 대류가 없으면 좋은 열 부도체이다. 양털, 스티로폼 등의 물질이 보온 효과가 좋은 이유는 이 물질들에 있는 수많은 작고 빈 공간에 공기가 갇혀서 대류가 거의 일어나지 않기 때문이다.
- ㄴ. 모든 물체는 전자기파 형태의 복사를 통해 에너지를 방출하며, 복사 에너지의 양은 물체의 온도에 따라 달라진다. 복사는 매질을 필요로 하므로 물체를 진공 속에 두면 복사 에너지의 방출을 막을 수 있다.
- ㄷ. 두 물체 사이에서 열은 열에너지가 큰 쪽에서 작은 쪽으로 이동하며, 두 물체가 열평형 상태에 도달할 때까지 열의 이동은 계속된다.

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

【문제10】 깊이가 20 m인 호수 바닥에 있는 물고기가 부피 6 mm^3 인 공기방울을 내어놓았다. 공기방울을 이상 기체로 가정할 때, 공기방울이 천천히 올라가며 표면에 도달하는 동안 공기방울과 물 사이의 열 이동에 대한 설명으로 가장 적절한 것은? (단, 호수 전체의 온도는 23°C 이고, 물의 밀도는 일정하다. 표면 장력은 무시하고, 물과 공기방울 사이의 입자 교환은 없으며, 대기압은 10^5 N/m^2 이다.)

- ① 공기방울은 약 0.001 J의 열을 물에 내어준다
- ② 공기방울은 약 0.001 J의 열을 물에서 받는다.
- ③ 공기방울은 약 0.002 J의 열을 물에 내어준다.
- ④ 공기방울은 약 0.002 J의 열을 물에서 받는다.
- ⑤ 공기방울은 약 0.004 J의 열을 물에서 받는다.

【문제13】 그림과 같이 두께가 t 이고 넓이가 무한한 도체판의 좌우에 전하량이 각각 $+q$, $-3q$ 인 점전하가 놓여 있다. 도체판 표면으로부터 두 점전하까지의 거리는 각각 L 이며, 도체판은 접지되어 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?(단, 쿨롱 상수는 k 이다.)

—<보기>—

ㄱ. $+q$ 인 점전하가 받는 전기력의 크기는 $k\frac{3q^2}{4L^2}$ 이다.

ㄴ. 도체판 표면의 점 P에서의 전위는 $-k\frac{3q}{L}$ 이다.

ㄷ. 도체판 표면의 점 P점에서 전기장의 방향은 표면에 수직인 방향이다.

① ㄱ

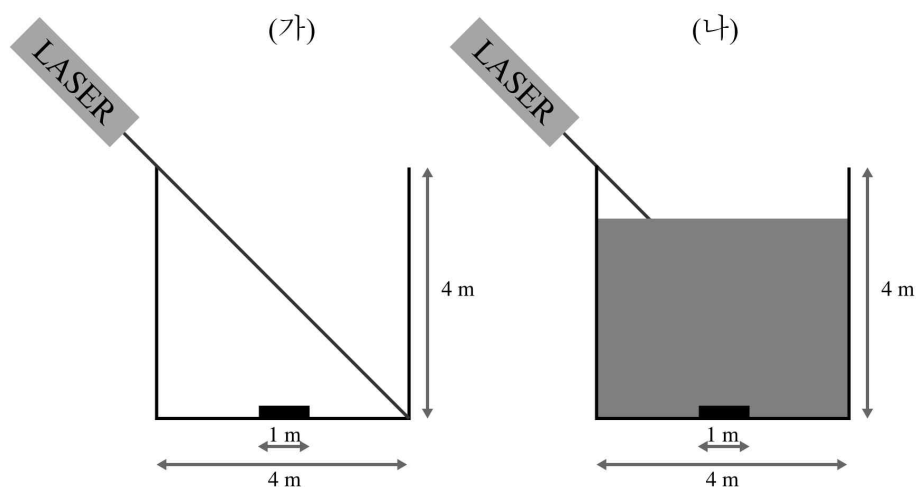
② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

【문제14】 그림 (가)는 옆면이 불투명하고 높이와 폭이 4m이며 내부가 비어있는 수조를 향해 지면에 대해 45° 의 방향으로 입사된 레이저 빛이 왼쪽 면의 위쪽 모서리를 스치고 진행하여 내부의 오른쪽 아래 모서리에 도달하는 것을 나타낸 것이다. 수조 중앙에는 지름이 1m인 평면거울이 놓여 있다. 그림 (나)는 (가)와 동일하게 빛을 입사시키면서 굴절률이 $\sqrt{5}$ 인 액체를 수조에 붓는 모습을 나타낸 것이다. 액체의 높이는 분당 60 cm의 비율로 높아진다.



액체를 붓기 시작한 순간부터 빛이 수조 오른쪽 면 위로 빠져나가기 시작하는 순간까지 걸리는 시간은? (단, 공기의 굴절률은 1이며, 거울의 두께와 수면에서 반사된 빛은 무시한다.)

① 4분

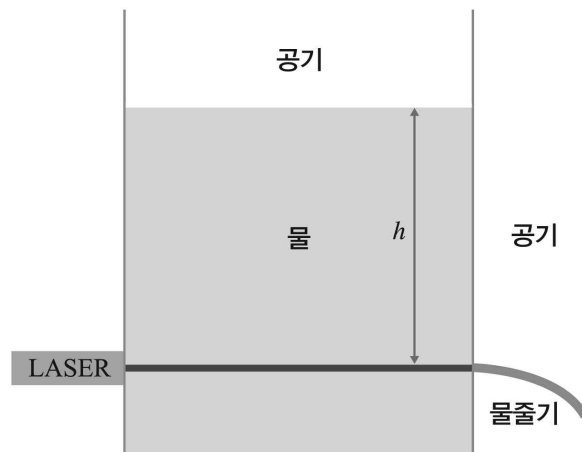
② 4분 20초

③ 4분 40초

④ 5분

⑤ 5분 20초

【문제15】 그림과 같이 물이 들어 있는 투명 수조가 있다. 이 수조의 오른쪽 면에는 수면에서 깊이 h 인 곳에 넓이 A 인 구멍이 있어서 이를 통해 물이 분출되기 시작했다. 이 때 구멍과 같은 깊이에서 수조 왼쪽 면에 레이저를 대고 구멍에 비추었더니 레이저 빛이 분출되는 물줄기를 따라 내려갔다.



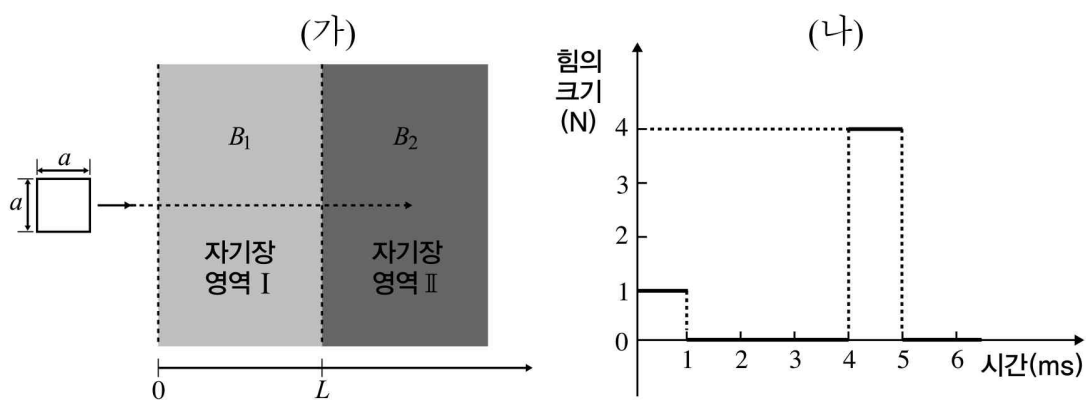
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A 는 수조의 크기에 비해 매우 작으며, 레이저 빛은 물줄기와 같은 평면상에 있다. 수조 내부와 외부의 대기압은 1기압이다.)

—<보기>—

- ㄱ. 수조 안에 있는 물의 시간에 따른 부피 변화율은 $A\sqrt{2gh}$ 이다.
- ㄴ. h 가 작아질수록 레이저 빛이 물줄기를 따라가는 길이가 길어진다.
- ㄷ. 물보다 굴절률이 더 큰 액체를 사용하면 레이저 빛이 물줄기를 따라 가는 현상이 물에 비해 잘 관찰되지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

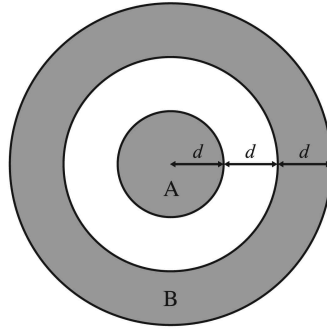
【문제16】 그림 (가)와 같이 종이 면에서 한 변의 길이가 a 인 정사각형 금속 고리가 일정한 속도로 세기가 각각 B_1 , B_2 인 균일한 자기장 영역 I, II를 지나간다. 영역 I의 폭은 L 이고 두 자기장의 방향은 종이 면에 수직인 방향이다. 그림 (나)는 고리를 일정한 속도로 움직이기 위해 가해준 알짜 힘의 크기를 고리가 영역 I에 입사하는 순간부터 시간에 따라 나타낸 그래프이다.



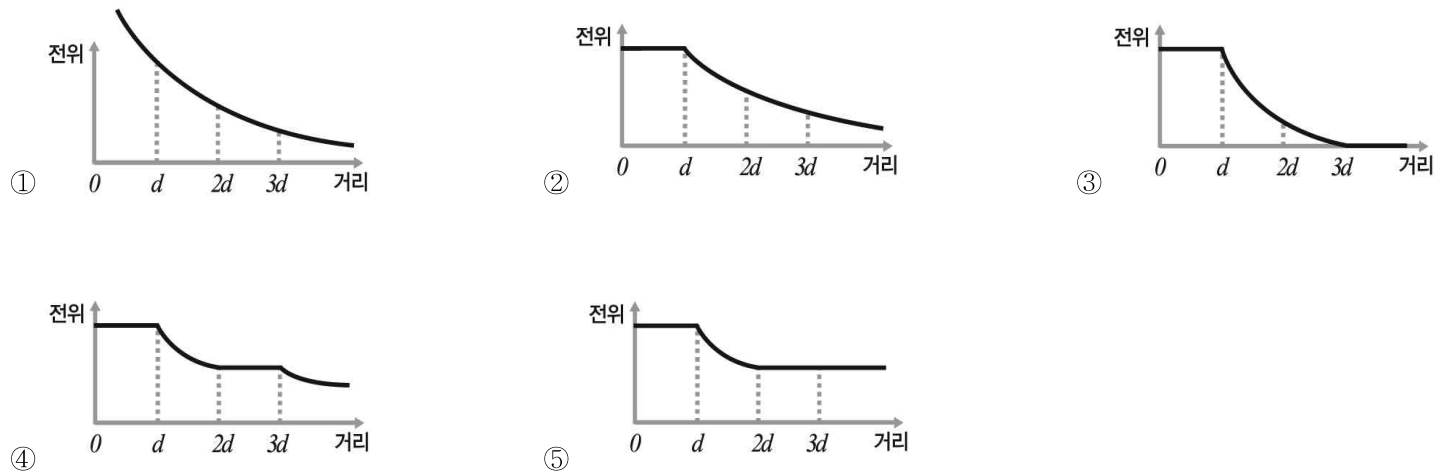
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 고르시오. (단, $1 \text{ ms} = 1/1000 \text{ 초}$)

- ① $L = 4a$ 이다.
- ② $B_2 = 2B_1$ 이다.
- ③ 알짜 힘의 방향은 I, II에서 서로 반대이다.
- ④ 고리에 유도된 전류의 최대 세기는 II에서가 I에서의 2배이다.
- ⑤ 가해준 알짜 힘의 방향은 고리에 유도된 전류의 방향에 따라 달라진다.

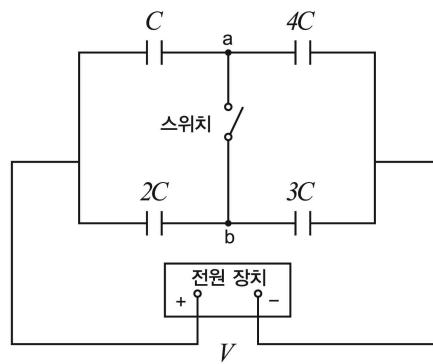
【문제17】 그림은 중심이 일치하며 각각 전하 $+Q$ 와 $-Q$ 로 대전된 금속 구 A와 금속 구 껍질 B를 나타낸 것이다. A의 반지름은 d , B의 안쪽 반지름은 $2d$, 바깥쪽 반지름은 $3d$ 이다.



중심으로부터의 거리에 따른 전위 그래프의 개형으로 가장 적절한 것은?



【문제18】 그림은 전압이 V 로 일정한 전원 장치, 전기 용량이 $C, 2C, 3C, 4C$ 인 축전기 4개, 스위치로 구성된 회로를 나타낸 것이다.

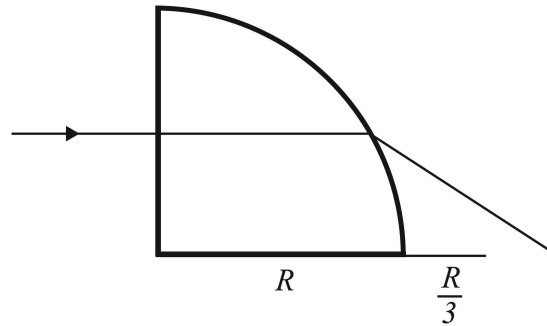


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보기>
- ㄱ. 스위치가 열린 상태에서 모든 축전기가 완전히 충전되었을 때, a와 b 사이의 전위차는 $\frac{V}{5}$ 이다.
 - ㄴ. 스위치를 닫은 후 모든 축전기가 다시 완전히 충전될 때까지 a와 b 사이를 통과한 알짜 전하는 0이다.
 - ㄷ. 완전히 충전된 상태에서 전기 용량이 $4C$ 인 축전기에 저장된 전기 에너지는 스위치가 닫혀 있을 때가 열려 있을 때의 4배이다.

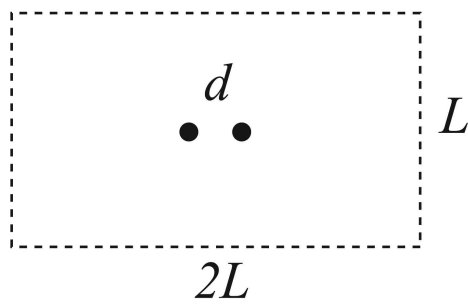
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

【문제19】 그림은 반지름 R 인 원호로 된 직각 프리즘의 연직면에 수직으로 입사하는 레이저 빛의 경로를 나타낸 것이다. 높이를 바꾸어가며 빛을 입사시킬 때, 프리즘의 원호에서 굴절된 빛이 도달하지 못하는 바닥의 구간이 존재한다. 이 구간의 폭이 $\frac{1}{3}R$ 일 때, 이 빛에 대한 프리즘의 굴절률은? (단, 프리즘 밖의 굴절률은 1이다.)



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

【문제20】 그림은 크기가 $L \times 2L$ 인 직사각형이 두 음원을 중심에 두고 둘러싸고 있는 것을 나타낸 것이다. 거리 d 만큼 떨어져 있는 두 음원은 직사각형의 긴 점선에 평행하게 놓여 있다. 두 음원이 파장이 λ 이고 위상이 같은 동일한 파동을 발생시켰더니 직사각형 테두리에서 보강 간섭이 6곳, 상쇄 간섭이 4곳에서 나타났다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보기> —————
- ㄱ. $d = \frac{3}{2}\lambda$ 이다.
- ㄴ. L 이 커지면 보강 간섭과 상쇄 간섭이 나타나는 곳의 수가 달라진다.
- ㄷ. 직사각형을 평행 이동 시켜도 두 음원이 직사각형 안에 있으면 보강 간섭과 상쇄 간섭이 나타나는 곳의 수는 변하지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

2교시 문제는 여기까지입니다.