

2016년 한국 중학생 물리대회

문제지

14:00 ~ 16:30

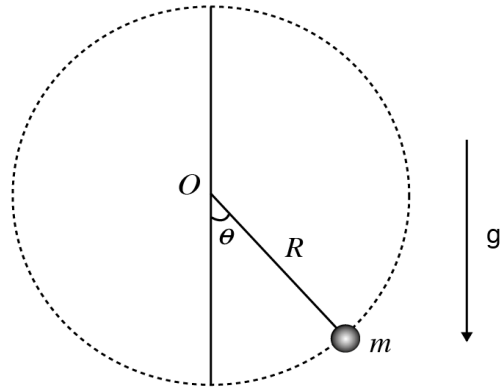
총 20 쪽 (표지포함)

수험번호	
학교명	
성명	

- 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. (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 앞은 자리에서 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. 중력가속도는 10 m/s^2 으로 계산한다.

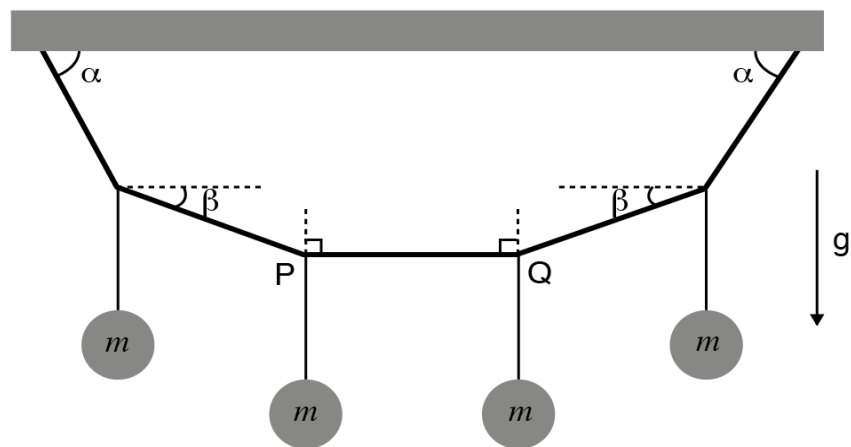
시험 시작 전에 문제지를 넘기지 마시오.

【문제1】 그림과 같이 질량 m 인 작은 물체가 길이 R 인 줄 끝에 매달려 고정점 O 를 중심으로 연직 평면에서 운동하고 있다. 모든 지점에서 줄이 팽팽한 상태를 유지하며 원운동을 하려면 최저점에서 속력이 얼마 이상이어야 하는가?



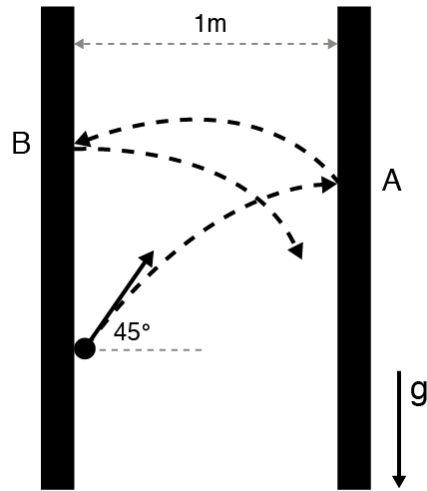
- ① $\sqrt{gR}$ ② $\sqrt{2gR}$ ③ $\sqrt{3gR}$ ④ $\sqrt{4gR}$ ⑤ $\sqrt{5gR}$

【문제2】 그림과 같이 질량 m 인 물체 4개가 줄에 매달려 팽팽하게 평형을 이루고 있다. $\alpha + \beta = 90^\circ$ 일 때, $\tan\beta$ 는?
(단, P와 Q 사이의 줄은 수평이고, 줄의 질량은 무시한다.)



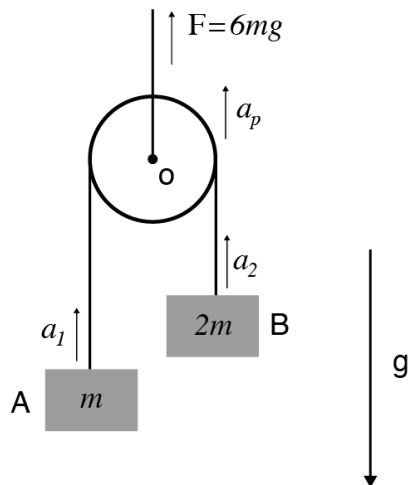
- ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ③ 1 ④ $\sqrt{2}$ ⑤ 2

【문제3】 그림과 같이 거리 1m만큼 떨어져서 마주보고 있는 반발 계수 $e=1/\sqrt{2}$ 인 두 벽의 왼쪽에서 각 45° , 속력 10 m/s 로 공을 던졌다. 공은 날아가서 오른쪽 벽과 첫 번째 충돌을 하고, 원래 벽 쪽으로 튕겨와 두 번째 충돌을 한다. 첫 번째 충돌 위치 A와 두 번째 충돌 위치 B의 높이 차이에 가장 가까운 값은? (단, 벽은 수직으로 서 있고, 공의 크기는 무시한다.)



- ① 0.93 m ② 0.97 m ③ 1.01 m ④ 1.05 m ⑤ 1.1 m

【문제4】 그림과 같이 질량이 각각 m , $2m$ 인 블록 A와 B를 실로 연결하여 마찰이 없는 도르래에 건 후 도르래 중심을 $6mg$ 의 힘으로 중력의 반대 방향으로 끌어 올렸다. A, B, 도르래의 가속도의 크기를 각각 a_1 , a_2 , a_p 라고 할 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 도르래와 실의 질량은 무시하며, g 는 중력 가속도이다.)

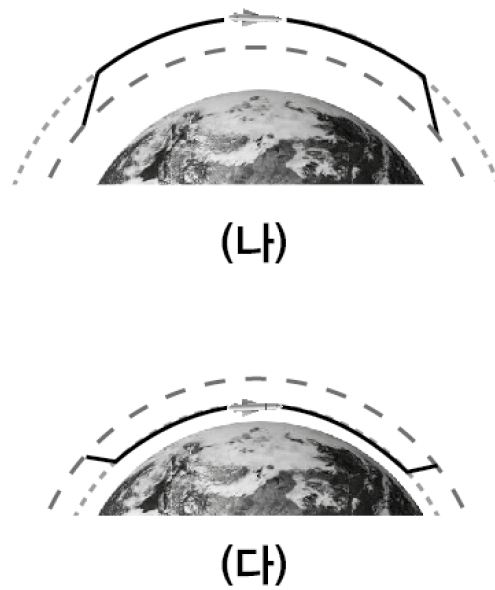
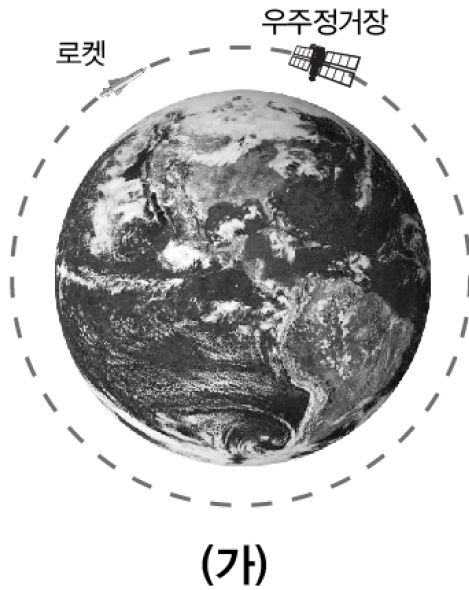


<보기>

- ㄱ. a_1 은 $2g$ 이다.
 ㄴ. 도르래에 대한 B의 상대 가속도의 크기는 $\frac{3}{4}g$ 이다.
 ㄷ. $a_1 - a_2 = 2a_p$ 이다.

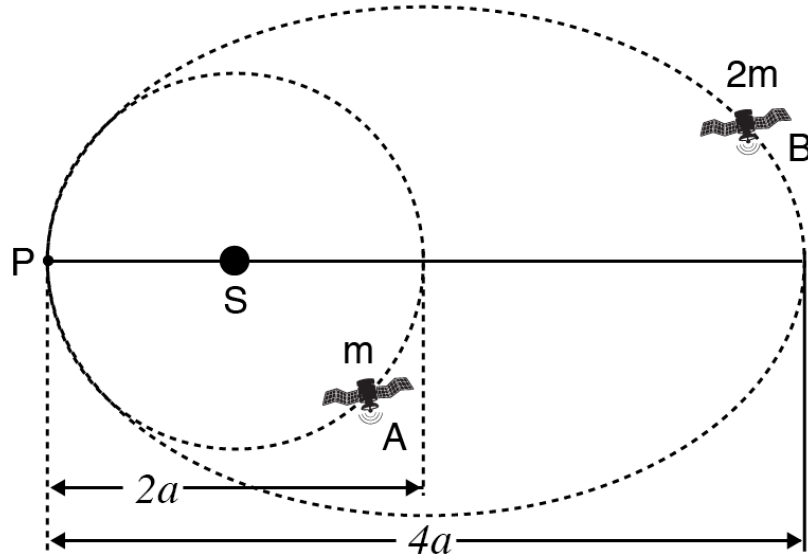
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

【문제5】 우주정거장은 고도 380 km의 원 궤도를 따라 돌고 있다. 우주비행사는 로켓을 추진하여 우주정거장의 원 궤도에 도착하였지만, 위치 선정이 잘못되어 로켓은 우주정거장보다 그 궤도 둘레의 $\frac{1}{10}$ 만큼 뒤쪽에서 우주정거장을 뒤따라가고 있다(그림 (가) 참고). 다음 중 로켓이 우주정거장에 가능한 한 빨리 도착하기 위해 취할 조치로 가장 적절한 것은? (단, 로켓에는 너댓 번 정도 속도를 조금 바꿀 수 있는 약간의 연료만 있다. 그리고 아래 그림은 개념적인 것일 뿐 정확한 궤도를 나타낸 것은 아니다.)



- ① 로켓의 속력을 높여서 우주정거장의 원 궤도를 따라 빨리 이동 한다.
- ② 로켓의 속력을 높여서 타원 궤도를 따라 조금 상승한 후 원형 궤도가 되도록 진행 방향을 바꾼 다음, 그 원 궤도를 따라 이동하다가 우주정거장에 접근하면 다시 궤도를 낮춘다(그림 (나) 참고).
- ③ 로켓의 속력을 낮춰서 타원 궤도를 따라 조금 상승한 후 원형 궤도가 되도록 진행 방향을 바꾼 다음, 그 원 궤도를 따라 이동하다가 우주정거장에 접근하면 다시 궤도를 낮춘다(그림 (나) 참고).
- ④ 로켓의 속력을 높여서 타원 궤도를 따라 조금 하강한 후 원형 궤도가 되도록 진행 방향을 바꾼 다음, 그 원 궤도를 따라 이동하다가 우주정거장에 접근하면 다시 궤도를 올린다(그림 (다) 참고).
- ⑤ 로켓의 속력을 낮춰서 타원 궤도를 따라 조금 하강한 후 원형 궤도가 되도록 진행 방향을 바꾼 다음, 그 원 궤도를 따라 이동하다가 우주정거장에 접근하면 다시 궤도를 올린다(그림 (다) 참고).

【문제6】 그림과 같이 질량이 각각 m , $2m$ 인 두 인공위성 A, B가 천체 S 주위를 운동하고 있다. A는 지름 $2a$ 인 원 궤도를 따라 운동하고, B는 S를 하나의 초점으로 근일점(천체와의 거리 a)과 원일점(천체와의 거리 $3a$) 사이의 거리가 $4a$ 인 타원 궤도를 따라 운동하고 있다. 점 P는 S로부터 a 만큼 떨어진 두 궤도상의 동일한 지점이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B 사이의 상호 작용은 무시한다.)

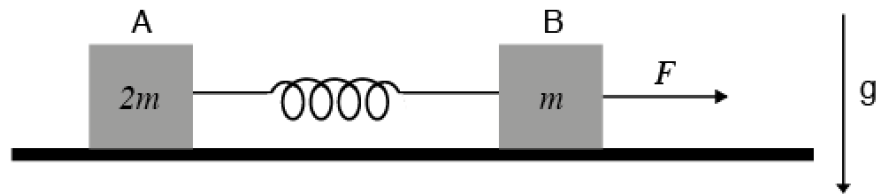


<보기>

- ㄱ. 각운동량은 B가 A의 2배이다.
- ㄴ. 역학적 에너지는 A와 B가 같다.
- ㄷ. P지점에서 인공위성의 속력은 A와 B가 같다.

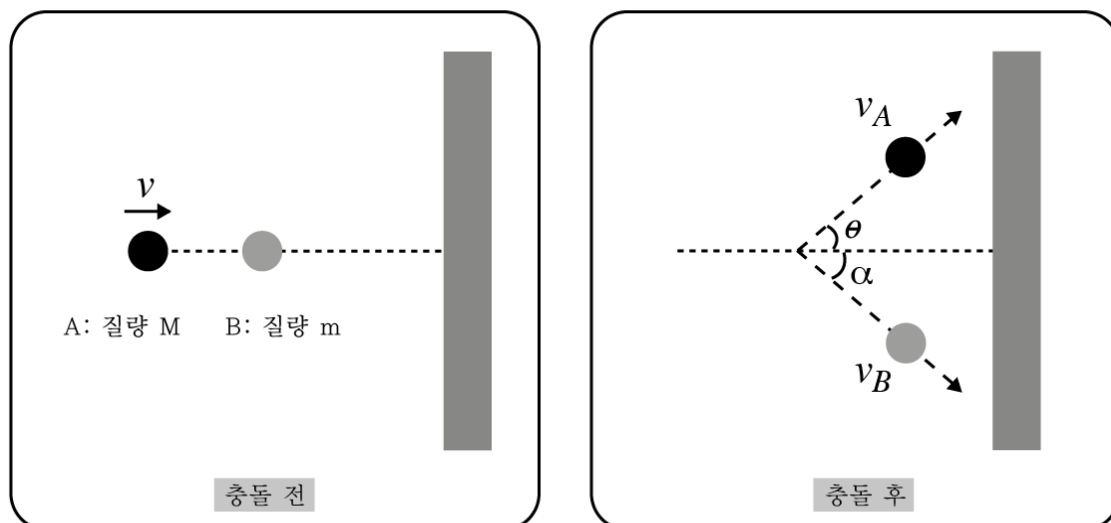
- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

【문제7】 질량이 각각 $2m$, m 인 나무도막 A, B를 용수철에 연결하여 수평면 위에 가만히 놓은 후, 그림과 같이 B에 일정한 크기의 힘 F 를 가한다. 힘 F 가 가해지기 전에 용수철은 길이가 늘어나거나 줄어들지 않은 상태이고, A, B와 바닥면 사이의 정지 마찰 계수와 운동 마찰 계수는 각각 $\frac{3}{2}\mu$, μ 이다. A가 움직이지 않는 F 의 최댓값은?



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

【문제8】 그림과 같이 마찰이 없는 수평면 위에 구슬 B가 정지해 있고 그 뒤로 평면 벽이 있다. 이때 벽에 수직인 방향을 향해 구슬 A를 일정한 속력 v 로 발사시켜 구슬 B와 탄성 충돌 시켰더니, 충돌 후 두 구슬이 벽에 동시에 도달하였다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 구슬의 크기는 무시한다.)



<보기>

- ㄱ. $M > m$ 일 때, $\alpha > \theta$ 이다.
- ㄴ. 두 질량에 상관없이, 항상 $\alpha = 45^\circ$ 이다.
- ㄷ. 충돌 후 운동 에너지는 A가 B의 $\frac{m}{M}$ 배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

【문제9】 다음은 방사성 동위 원소 탄소14에 대한 내용이다.

—<지문>—

- 우주로부터 대기권으로 들어오는 각종 입자에 의해 탄소14가 자연적으로 만들어진다.
- 탄소14의 반감기는 5730년이다.
- 지구 대기 속의 탄소14와 탄소12의 비는 1950년 이후 핵실험에 의해 탄소14가 크게 증가하기 전까지 일정 수준으로 유지되어 왔다.
- 식물은 이산화탄소를 고정하는 과정에서 탄소14를 흡수하게 된다.
- 식물이 동물에 먹히고 또 동물이 먹이사슬의 상위 포식자에게 먹히면서 동물도 탄소14를 흡수하게 된다.

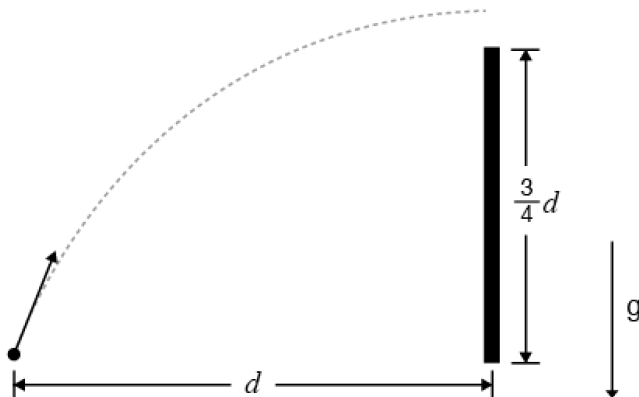
다음 <보기> 중에서 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은?

—<보기>—

- ㄱ. 탄소14만을 모아놓았을 때, 그 안에서 탄소14의 양이 원래의 1/8로 줄어드는 데에는 17190년이 걸린다.
- ㄴ. 동식물은 살아 있는 동안 탄소14를 체내에 흡수하여 탄소12에 대한 탄소14의 상대적 비율이 증가한다.
- ㄷ. 화석 연료를 연소하면 대기 중의 탄소12에 대한 탄소14의 상대적 비율이 증가한다.

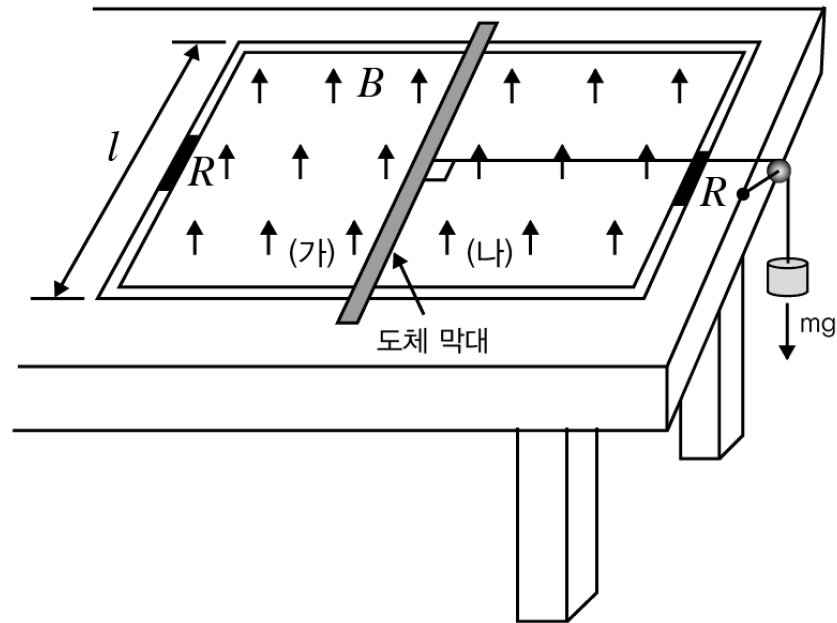
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

【문제10】 그림과 같이 수평 거리 d 만큼 떨어진 곳에 수직 높이 $\frac{3}{4}d$ 인 담장이 놓여 있다. 포물선 운동을 하는 공이 담장을 넘어가기 위해 필요한 공의 최소 투척 속력은? (단, 공의 크기와 담장의 너비, 공기 저항은 무시하고, 중력 가속도의 크기는 g 이다.)



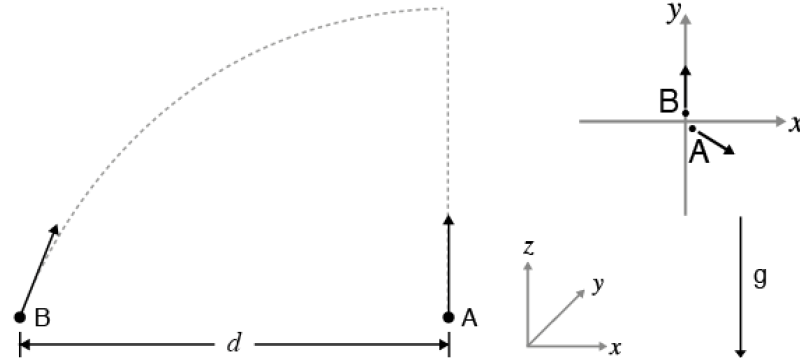
- ① $\sqrt{\frac{1}{2}dg}$ ② $\sqrt{\frac{7}{6}dg}$ ③ $\sqrt{2dg}$ ④ $\sqrt{\frac{13}{6}dg}$ ⑤ $\sqrt{4dg}$

【문제11】 그림과 같이 저항 값이 R 인 두 저항이 폭이 l 인 긴 직사각형 모양의 도선을 통해 연결되어 있다. 도선과 저항은 수평면 위에 고정되어 있고, 수평면에 수직인 방향으로 세기가 B 인 균일한 자기장이 걸려 있으며, 도선 위에는 수평 방향으로 움직일 수 있는 도체 막대가 질량 m 인 추와 줄로 연결되어 있다. 이 경우 도체 막대는 어떤 일정한 속력 v 로 운동할 수 있다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 모두 고르시오. (단, 줄의 질량과 모든 마찰은 무시하며, 도체 막대가 사각형 도선을 벗어나지 않는 경우만을 고려한다.)



- ① (가) 영역의 면적은 점점 커지고, (나) 영역의 면적은 점점 작아지므로 도체 막대에 흐르는 알짜 전류는 0이다.
- ② 도체 막대의 질량이 클수록 v 가 작다.
- ③ B 가 클수록 v 가 작다.
- ④ 자기장의 방향을 반대로 바꾸어도 도체 막대에 작용하는 힘은 동일하다.
- ⑤ 도선에서 왼쪽 변을 떼어내어 ㄱ자를 뒤집은 형태의 도선을 가지고 실험해도 도체 막대에 흐르는 전류의 크기는 위 그림의 경우와 같은 값이다.

【문제12】 그림 (가)와 같이 수평한 지표면에서 거리 d 만큼 떨어져 있는 두 물체 A, B가 x 축 위에 놓여 있다. A를 연직 (z 방향) 위로 던짐과 동시에 B를 비스듬히 던졌더니, A가 최고점에 도달하는 순간 B와 탄성 충돌을 하였다. 충돌 직후 B는 그림 (나)와 같이 그 동안의 진행 면에 수직하게 (y 방향으로) 튕겨나가고, 그 속력은 충돌 직전 속력의 절반이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 공기 저항은 무시하고, 중력 가속도의 크기는 일정하다.)

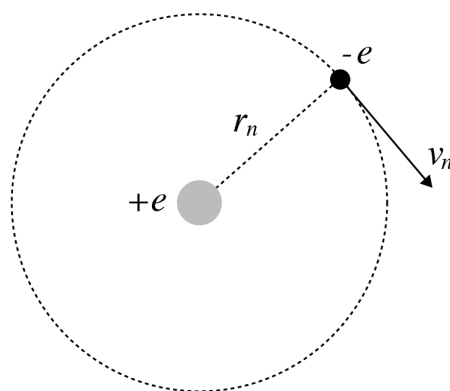


<보기>

- ㄱ. 질량은 A가 B의 $\frac{5}{3}$ 배이다.
- ㄴ. 충돌 직후 속력은 A가 B의 $\frac{3}{5}$ 배이다.
- ㄷ. 충돌 후 지표면에 도달한 A와 B 사이의 거리는 d 이다.

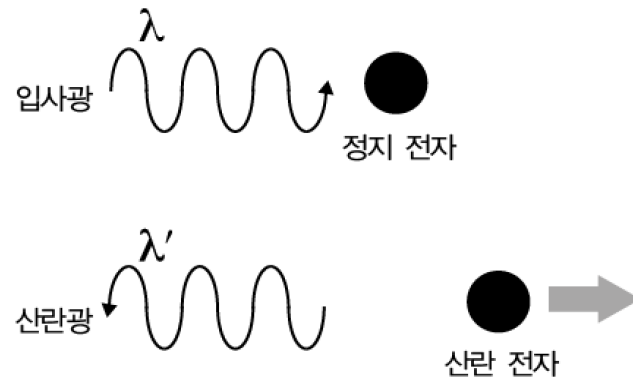
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

【문제13】 1913년 닐스 보어는 원자에 대한 새로운 가설을 제시하여 수소가 방출하는 빛의 선 스펙트럼을 정확하게 설명하였다. 보어의 가설과 수소의 선 스펙트럼에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 모두 고르시오.



- ① 전자는 원자핵과의 쿨롱 인력을 구심력으로 허용된 궤도에서 등속 원운동을 한다.
- ② 전자의 허용된 궤도 반지름은 양자수 n 에 비례한다.
- ③ 허용된 궤도에서 전자의 각운동량은 양자수 n 에 비례한다.
- ④ 허용된 궤도에서 전자의 에너지는 양자수 n 에 반비례한다.
- ⑤ 허용된 궤도 사이를 전자가 전이할 때 방출되거나 흡수되는 광자의 에너지는 그 두 궤도 에너지의 차이와 같다.

【문제14】 그림과 같이 정지해 있던 질량 m 인 전자에 파장 λ 인 X선이 입사하여 충돌한 후, X선은 파장이 λ' 가 되어서 입사 방향과 정반대 방향으로 되돌아갔다. h 는 플랑크 상수이고 c 는 빛의 속도일 때, $\Delta\lambda(=\lambda'-\lambda)$ 값에 가장 가까운 것은?
(단, $\frac{1}{\lambda}-\frac{1}{\lambda'}\approx\frac{\Delta\lambda}{\lambda^2}$, $\frac{1}{\lambda}+\frac{1}{\lambda'}\approx\frac{2}{\lambda}$ 로 근사할 수 있고, 상대론적 효과는 무시한다.)

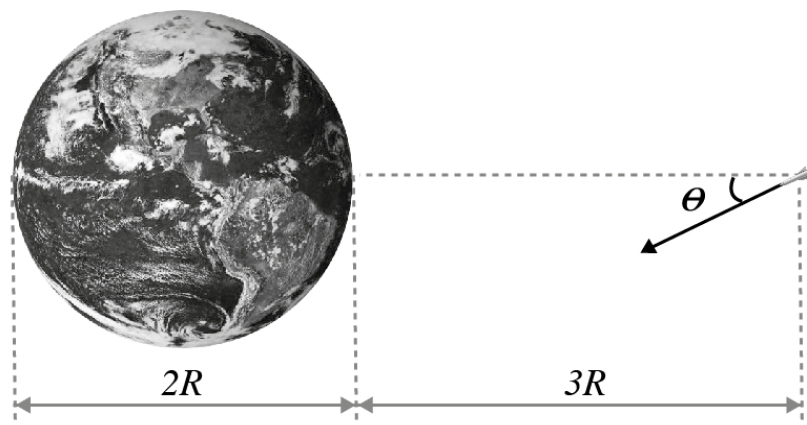


- ① $\frac{h}{2mc}$ ② $\frac{h}{mc}$ ③ $\frac{\sqrt{2}h}{mc}$ ④ $\frac{2h}{mc}$ ⑤ $\frac{4h}{mc}$

【문제15】 그림과 같이 고도가 지구 반지름(R)의 3배인 곳에서 로켓을 발사하는데, 로켓의 발사 속력은 $\sqrt{gR/2}$ 이고, 발사 방향은 지구 중심에 대해 각 θ 이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 공기 및 지구 이외의 다른 천체의 영향을 무시하고 지구는 균일한 구로 가정한다. $0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ 이고, g 는 지표면에서 중력 가속도의 크기이다.)

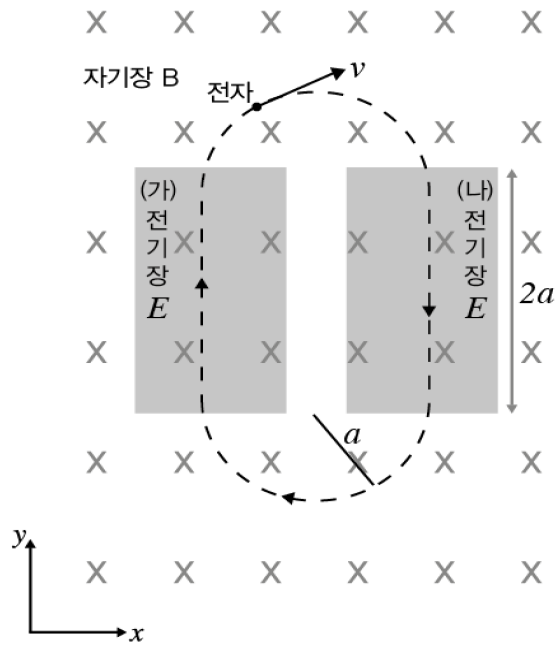
—<보기>—

- ㄱ. $\theta < 30^\circ$ 이면 로켓은 지구와 항상 충돌한다.
 ㄴ. $30^\circ < \theta < 45^\circ$ 일 때, 로켓은 지구를 벗어나 무한히 멀리까지 갈 수 없다.
 ㄷ. $\theta > 90^\circ$ 이면 로켓의 속력은 시간에 따라 계속 감소한다.



- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

【문제16】 그림과 같이 질량 m , 전하량 $-e$ 인 전자가 xy 면에서 점선 궤도를 따라 일정한 속력 v 로 움직이고 있다. 세기가 B 인 균일한 자기장이 xy 면에 수직으로 들어가는 방향으로 걸려 있다. 영역 (가)와 (나)에서는 크기가 같은 균일한 전기장 E 가 걸려 있어 전자가 y 축과 평행하게 움직이며, (가)와 (나) 영역 밖에서는 반원 궤도를 따라 움직인다. 두 반원의 반지름은 a 로 같고, 두 직선 궤도의 길이는 $2a$ 로 같다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

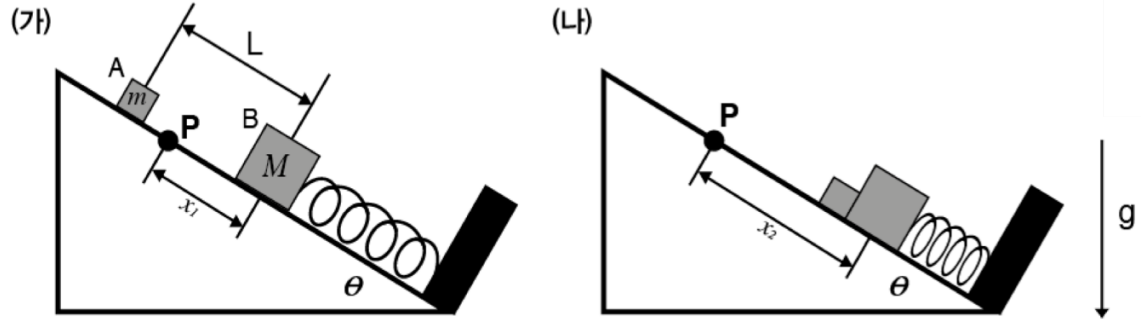


— <보기> —

- ㄱ. (나) 영역에서 전기장의 방향은 $+x$ 방향이다.
- ㄴ. 전자가 점선 궤도를 따라 한 바퀴 도는 데 걸리는 시간은 $\frac{2m}{eB}(\pi+2)$ 이다.
- ㄷ. B 를 두 배, E 를 네 배로 증가시키면 전자의 궤도는 같고 속력만 두 배가 된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

【문제17】 마찰이 없고 기울기가 $\theta=30^\circ$ 인 빗면에 탄성 계수 $k=800\text{ N/m}$ 인 용수철이 달려 있다. 원래 용수철의 끝은 P였는데, 질량 $M=24\text{ kg}$ 인 상자 B를 용수철에 달았더니 그림(가)와 같이 P로부터 x_1 만큼 압축된 곳에서 평형을 이루었다. 이 때, 상자 B로부터 빗면을 따라 $L=0.8\text{ m}$ 위에 질량 $m=8\text{ kg}$ 인 상자 A를 가만히 놓았더니 두 상자가 충돌 후 들러붙어 함께 움직였고, 이 때 용수철이 원래 위치 P에서 압축된 최대 길이는 x_2 였다(그림 (나)). x_2 에 가장 가까운 값은?
(단, 용수철의 질량과 상자의 크기는 무시한다.)



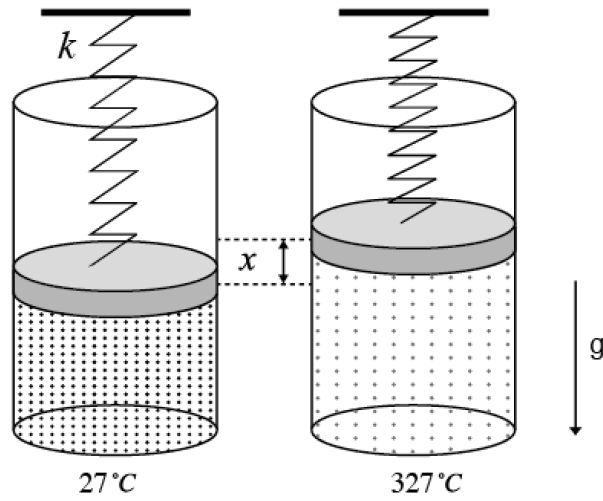
- ① 0.20 m ② 0.25 m ③ 0.30 m ④ 0.35 m ⑤ 0.40 m

【문제18】 그림과 같이 가는 통로로 서로 연결되어 있는 같은 크기의 방 A와 B에 단원자 분자 이상 기체가 들어있다. 기체는 A와 B를 자유롭게 이동할 수 있다. 방 외부와의 열 접촉을 통해 A의 절대 온도는 $2T$, B의 절대 온도는 T 로 일정하게 유지된다. 다음 중 옳은 것만을 있는 대로 모두 고르시오. (단, A와 B의 연결부의 부피는 무시한다.)



- ① 기체의 내부 에너지는 A와 B가 같다.
 ② 기체의 압력은 A가 B의 2배이다.
 ③ 기체 하나의 평균 속력은 A가 B의 4배이다.
 ④ 기체의 평균 입자 수는 A가 B의 절반이다.
 ⑤ 두 방 A, B와 외부와의 열 접촉을 차단하면 충분한 시간이 흐른 뒤 두 방의 온도는 모두 $3T/2$ 가 된다.

【문제19】 그림과 같이 용수철 상수가 $k=2.0 \times 10^3 \text{ N/m}$ 인 용수철에 연결된 피스톤으로 막힌 원통 속에 27°C , 1기압의 이상 기체 10.0 리터가 들어 있다. 피스톤의 단면적은 0.01 m^2 이고, 용수철은 평형 상태에 있다. 기체의 온도를 327°C 로 올렸더니 피스톤이 x 만큼 올라갔다. 이 때 기체의 압력으로 다음 중 가장 가까운 값은? (단, 원통과 피스톤의 온도 팽창, 피스톤의 질량, 피스톤과 원통의 마찰은 무시한다.)



- ① 1.1 기압 ② 1.5 기압 ③ 2 기압 ④ 2.3 기압 ⑤ 2.5 기압

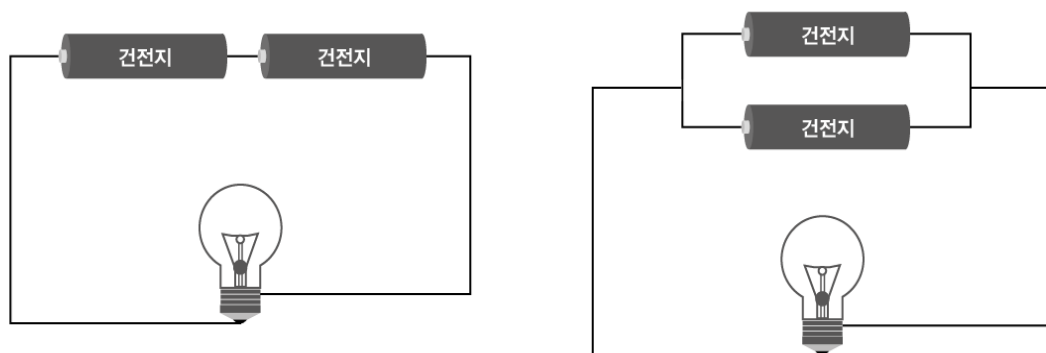
【문제20】 균일한 자기장이 xy 평면에 대해 수직 방향으로 $x > 0$ 인 영역에 걸려 있다. 양성자가 어떤 속도 $\mathbf{v} = v\hat{i}$ 로 원점으로 입사하여 4초 후에 $(0, 2R)$ 인 지점에 도달하였다. 질량수가 4인 헬륨 원자핵이 $2\mathbf{v}$ 의 속도로 원점으로 입사했을 때, 다음 중 4초 후 헬륨 원자핵의 위치로 가장 가까운 것은? (단, 중력은 무시하고, $\hat{i}$ 는 x 방향의 단위 벡터이다.)

- ① $(0, 0)$ ② $(0, 4R)$ ③ $(2R, 2R)$ ④ $(3R, 5R)$ ⑤ $(4R, 4R)$

【문제21】 다음은 정전기와 전류에 대한 실험 및 실험 결과에 대한 것이다. 옳게 설명한 것만을 있는 대로 모두 고르시오.

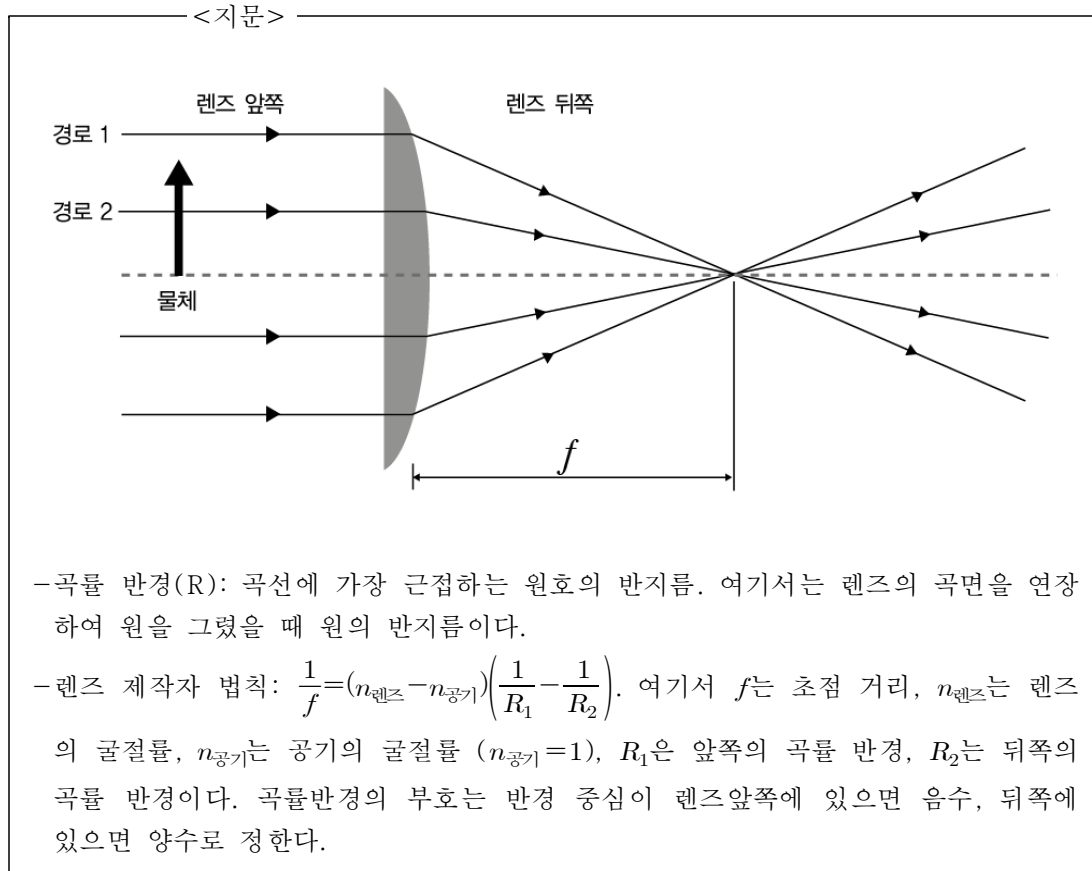
- ① 절연된 의자에 앉아 있는 실험자의 머리카락을 대전시키려고 한다. 이때 실험자의 안전을 위해서는, 이미 대전된 금속구를 실험자가 만지는 것보다 대전되지 않은 금속구를 실험자가 만진 상태에서 금속구를 서서히 대전시키는 것이 더 좋다.
- ② 넓은 금속판 두 개를 서로 평행하게 세우고 각각 양전하와 음전하로 대전시켰다. 두 판 사이에 양전하를 띤 작은 금속구를 전기가 통하지 않는 실로 천장에 매달아놓으면 금속구는 두 판 사이에서 진동한다. 그러나 전기가 통하는 실로 매달아 금속구가 접지 상태였다면 금속구를 두 판 사이의 어느 곳에 놓아두어도 움직이지 않는다.
- ③ 금속박 검전기를 속이 빈 어떤 금속 원통의 바깥 표면에 접촉시켰더니 금속박이 서로 멀어지지 않았다. 금속박 검전기를 이 원통 바깥 표면에 계속 접촉시킨 상태에서 대전된 금속구를 원통과 닿지 않게 원통 안으로 집어넣으면 금속박이 서로 멀어질 것이다. 그 뒤 금속구를 원통 안쪽 표면에 닿게 하면, 멀어져 있던 금속박이 다시 가까워져서 처음에 금속구가 없을 때의 모양으로 돌아올 것이다.
- ④ 금속구 위에 알루미늄 접시 2장을 쌓아놓고 금속구를 대전시켰더니 위쪽 접시부터 차례로 위로 날아올랐다. 이것은 위쪽 접시의 전위가 가장 높았기 때문이다.
- ⑤ 금속인 텅스텐으로 만든 필라멘트를 이용하여 온도가 증가하면 금속의 저항이 커진다는 사실을 확인하는 실험을 하고자 한다. 내부 저항이 없는 건전지에 동일한 특성의 두 필라멘트 A와 B를 병렬로 연결하면 A와 B는 같은 밝기로 빛난다. A만 고온으로 가열하면 A는 처음보다 더 어두워지고 B의 밝기는 A를 가열하지 않을 때와 차이가 없다.

【문제22】 동일한 특성의 건전지 2개와 전구 한 개를 이용하여 회로를 구성하였다. 전구의 저항은 건전지 내부 저항의 2배이다. 그림과 같이 건전지가 직렬로 연결된 회로와 병렬로 연결된 회로에서 전구의 소비 전력을 각각 A_1 과 A_2 라고 할 때, A_1/A_2 에 가장 가까운 값은?



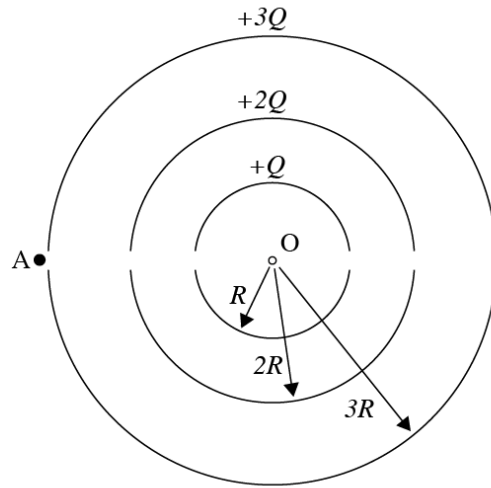
- ① 0.5 ② 0.9 ③ 1.6 ④ 2.1 ⑤ 2.7

【문제23】 다음 지문을 참고하여 평면 볼록 렌즈에 관한 아래의 설명 중 옳은 것만을 있는 대로 모두 고르시오.



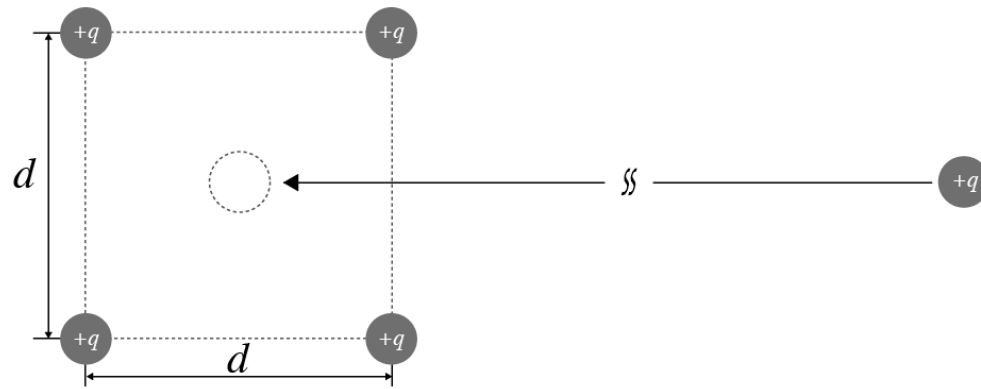
- ① 그림의 경로 1번이 2번보다 많이 굴절되는 이유는 곡률 반경이 더 큰 쪽을 지나기 때문이다.
- ② 렌즈 앞쪽이 평평한 평면 볼록 렌즈는 공기 중에서 초점 f 가 $(n_{\text{렌즈}}-1)f=|R_2|$ 의 관계식을 만족시킨다.
- ③ 렌즈로부터 거리 $\frac{f}{2}$ 앞에 물체를 놓으면, 허상이 렌즈 앞쪽에 위치한다.
- ④ 무지개 색깔 빛들 중에서 빨간색 빛의 초점 거리가 가장 길다.
- ⑤ $n_{\text{렌즈}} > n_{\text{물}}$ 일 때, 물속에 렌즈를 넣으면 초점 거리는 공기 중에 있을 때에 비해 짧아진다.

【문제24】 그림과 같이 $+Q$, $+2Q$, $+3Q$ 의 전하가 반지름 R , $2R$, $3R$ 인 구 껍질에 균일하게 분포하고 있다. 각각의 구 껍질에는 중심 O 를 관통하는 작은 구멍이 있다. 가장 큰 구 껍질의 구멍 A에 가만히 놓은 질량 m , 전하량 $-e$ 인 전자가 구멍들을 통과하여 중심 O 에 도착하는 순간의 속력은? (단, 상대론적 효과와 구멍의 크기는 무시하고, 쿨롱 상수는 k 이다.)



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

【문제25】 그림과 같이 점전하 4개를 정사각형으로 고정시키고 멀리 떨어져 있는 5번째 점전하를 수평으로 움직여 정사각형의 중심에 넣는다. 정사각형의 중심에 넣을 때까지 매 순간 5번째 전하의 속력은 매우 작아서 무시할 수 있다. 모든 점전하의 전하량은 $+q$ 일 때, 아래 <보기> 설명에서 옳은 것만을 있는 대로 고른 것은? (단, 전하는 모두 한 평면에 놓여 있으며 5번째 점전하는 수평 방향으로만 움직일 수 있다고 가정한다.)

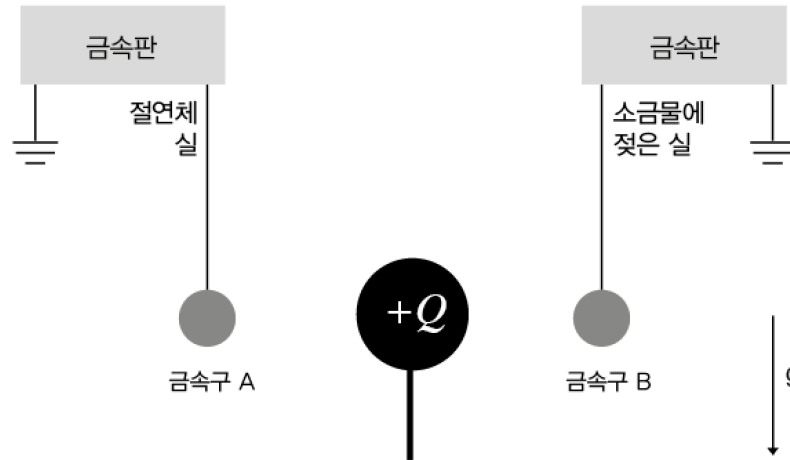


—<보기>—

- ㄱ. 5번째 전하를 정사각형 중심에 도달시킬 때까지 힘은 계속 왼쪽 방향으로 가해줘야 한다.
 ㄴ. 서로 무한히 떨어져 있던 점전하 4개를 그림과 같이 정사각형으로 배치하기 위해 필요한 총 에너지를 A, 무한히 떨어져 있는 5번째 점전하를 정사각형 중심에 넣기 위해 필요한 에너지를 B라고 할 때 $\frac{A}{B} = \frac{1+2\sqrt{2}}{4}$ 이다.
 ㄷ. 5번째 점전하가 정사각형의 중심에 놓인 뒤 그 전하를 왼쪽으로 살짝 치면 정사각형의 중심을 평형점으로 하여 수평 방향으로 진동한다.

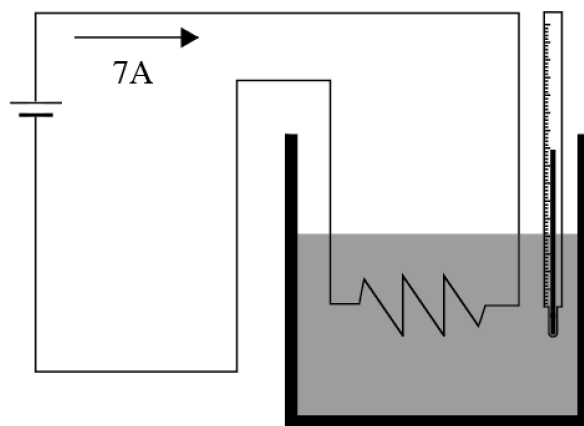
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

【문제26】 그림과 같이 접지된 금속판에 같은 크기와 질량의 대전되지 않은 금속구 A, B를 절연체 실로 매달고, 오른쪽 실을 소금물로 충분히 적신 후 양(+)전하로 대전된 플라스틱 구를 A, B의 한 가운데에 위치시켰다. 시간이 지나면서 B에 연결된 실의 소금물이 완전히 말랐으며 이 후 플라스틱 구를 제거하였다. 다음 보기 중 시간 흐름에 따라 나타나는 현상을 옳게 설명한 것만을 있는 대로 모두 고르시오. (단, 금속구나 플라스틱 구가 서로 닿는 경우는 없으며, 공기를 통한 방전은 무시한다.)



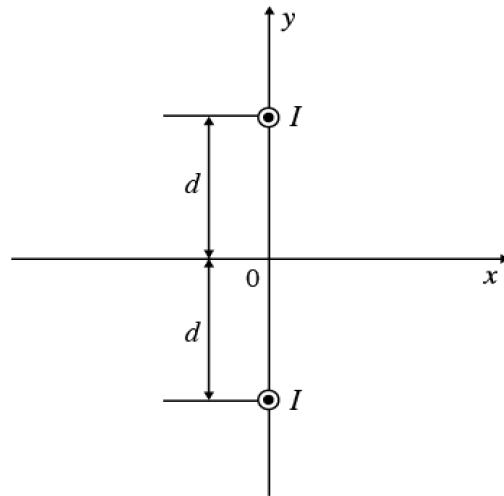
- ① 오른쪽 실이 소금물에 젖어 있을 때, A와 B는 플라스틱 구에 같은 거리만큼 끌려온다.
- ② 오른쪽 실이 소금물에 젖어 있을 때, A와 B는 모두 음(-)전하로 대전되며, 전하량은 B가 A보다 크다.
- ③ 소금물이 완전히 마른 후 B는 처음 기울어진 위치를 그대로 유지한다.
- ④ 소금물이 완전히 마른 후 플라스틱 구를 치우면 A와 B는 서로 끌어당긴다.
- ⑤ 소금물이 완전히 마른 후 플라스틱 구를 치우면 A와 B를 매단 두 실에 걸리는 장력 크기는 서로 같다.

【문제27】 부피 0.2 리터의 물 속에 들어 있는 니크롬선에 7 A의 전류를 2분간 흘렸을 때, 물의 온도가 84 ℃ 만큼 상승하였다. 가열 과정에서 니크롬선에서 발생한 열량의 20%가 용기를 포함한 물의 외부로 새어 나갔다고 할 때, 니크롬선의 전기 저항은? (단, 1 cal = 4.2 J이고, 니크롬선 저항의 온도 변화는 무시하며, 용기 내 물의 질량 변화는 없다.)



- ① 1 Ω ② 5 Ω ③ 10 Ω ④ 15 Ω ⑤ 25 Ω

【문제28】 그림과 같이 일정한 전류 I 가 흐르는 두 무한 직선 도선이 x 축으로부터 각각 거리 d 만큼 떨어져 y 축과 교차한다. 전류는 모두 xy 평면에서 수직으로 나오는 방향으로 흐른다. x 축 상의 자기장에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

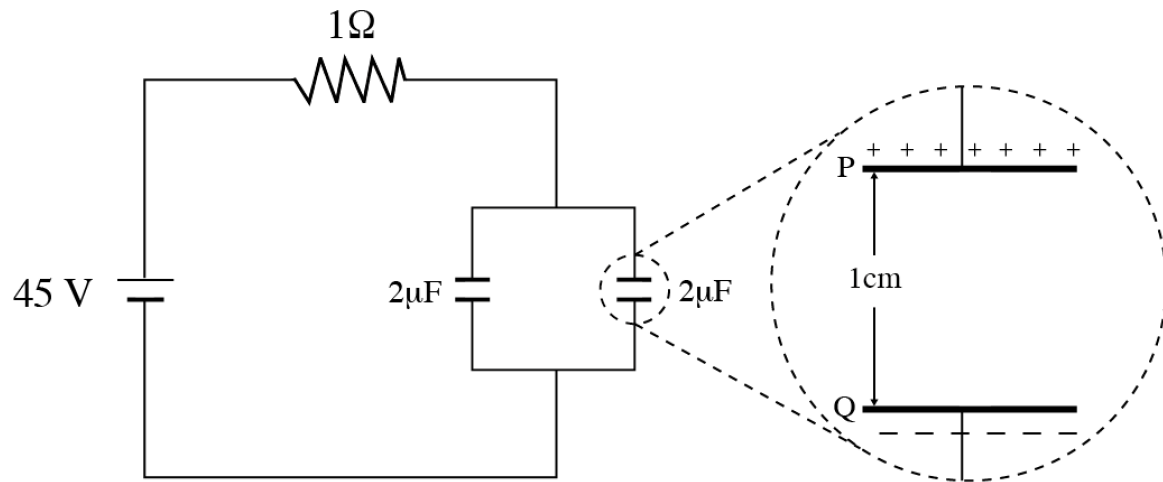


— <보기> —

- ㄱ. x 축의 모든 점에서 자기장 방향은 $+y$ 방향이다.
- ㄴ. 자기장 세기의 최댓값은 $\frac{\mu_0 I}{2\pi d}$ 이다. (단, μ_0 는 진공투자율 상수이다.)
- ㄷ. 자기장 세기가 최대인 지점은 $x = \pm \frac{d}{\sqrt{2}}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

【문제29】 그림과 같이 두 극판 사이의 거리는 1 cm이고 전기 용량이 2 μF 인 평행판 축전기 두 개와 1 Ω 의 저항을 45 V의 직류 전원에 연결하였다. 연결하고 시간이 충분히 지난 뒤, 오른쪽 축전기의 음극판 Q에서 전자 한 개를 정지 상태에서 출발시킨다면 이 전자가 양극판 P에 도달하는 순간의 속도 v 에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 전자의 전하량은 $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, 질량은 $9 \times 10^{-31} \text{ kg}$ 이고, 축전기의 가장자리 효과는 무시한다.)



<보기>

- ㄱ. v 는 $4 \times 10^6 \text{ m/s}$ 이다.
- ㄴ. 저항값이 1 Ω 보다 작다면 v 가 커진다.
- ㄷ. 그림에서 왼쪽 축전기에 연결된 도선이 끊어져 있어도 v 는 변하지 않는다.

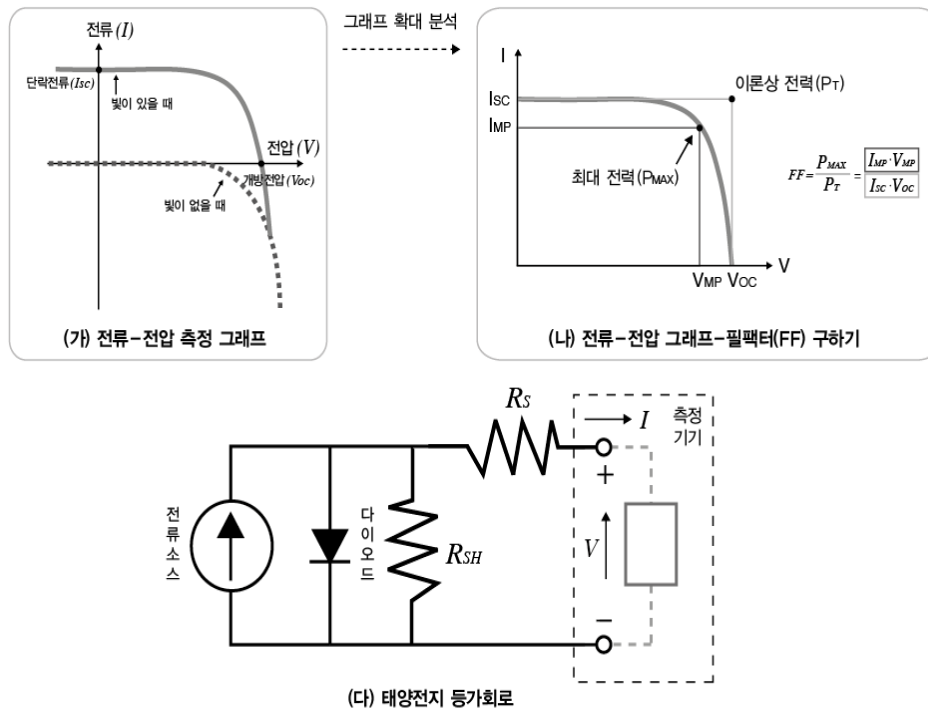
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

【문제30】 다음은 태양전지의 특성을 조사하기 위한 실험과 측정 결과에 관한 설명이다.

<지문>

태양전지를 외부 측정기기에 연결한 후 태양빛이 없을 때와 있을 때를 구분하여 전류-전압 그래프를 관찰한다. 이상적인 태양전지의 경우 태양빛이 없을 때(그림 (가))에는 다이오드처럼 작동하는 전류-전압 그래프를 얻으며, 태양빛이 있을 때에는 전지에서 전류를 생성하므로 전류-전압 특성이 그림 (가), (나)에 나타난 것과 같이 관찰된다. 이와 같은 전류-전압 그래프는 태양전지의 전기적 특성과 효율을 분석하는데 쓰이게 된다.

태양전지는 다이오드, 전류소스 외에도 내부 저항(병렬저항 R_{SH} , 직렬저항 R_S)으로 구성되어 있으며 이를 등가회로로 그림 (다)와 같이 도식화할 수 있다.



- 단락전류(I_{sc}): 측정기기 또는 외부 임피던스가 매우 낮은 회로 조건(단락회로)에서 태양전지를 통해 전달되는 최대 전류를 나타낸다.
- 개방전압(V_{oc}): 전지 전반의 최대 전압 차이이며 전지를 통해 전달되는 전류가 없을 때($I=0$) 발생한다.
- 필 팩터(Fill Factor, FF): 최대 전력(P_{MAX})을 개방 전압(V_{oc})과 단락 회로 전류(I_{sc})에서 출력하는 이론상 전력(P_T)과 비교하여 계산한다. 즉, 그림(나)에 표시된 정사각형 영역의 비로 해석할 수 있다. 최대 전력(P_{MAX})은 최적의 외부 임피던스에서 발생할 수 있는 전류(I_{MP})와 전압(V_{MP})의 곱으로 나타낼 수 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 있는 대로 모두 고르시오.

- ① 태양전지가 발생시킬 수 있는 최대전류는 I_{MP} 이다.
- ② 어떤 기기든 태양전지에 연결하면 전력 P_{MAX} 를 공급받을 수 있다.
- ③ 등가회로에 따르면 직렬저항에 해당하는 R_S 는 작을수록 좋은 태양전지이다.
- ④ 등가회로에 따르면 병렬저항에 해당하는 R_{SH} 는 클수록 좋은 태양전지이다.
- ⑤ 태양전지가 단락전류(I_{sc})와 개방전압(V_{oc})의 곱인 전력(P_T)은 발생시킬 수 없다.

문제는 여기까지입니다.