



Physics HighTop

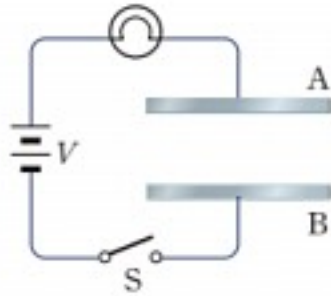
축전기의 활용

**Logic will get you from A to B
Imagination will take you everywhere**

Albert Einstein (1879-1955)

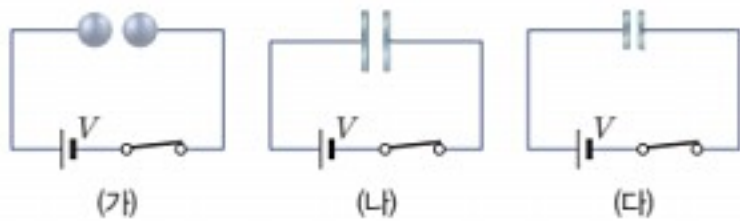
개념 기본 문제

01 그림은 금속판 A, B로 이루어진 축전기를 나타낸 것이다.



- (1) 스위치 S를 닫았을 때, A와 B에 각각 모이는 전하의 종류를 쓰시오.
- (2) 축전기가 완전히 충전된 후, A와 B에 각각 모인 전하량의 크기를 비교하시오.

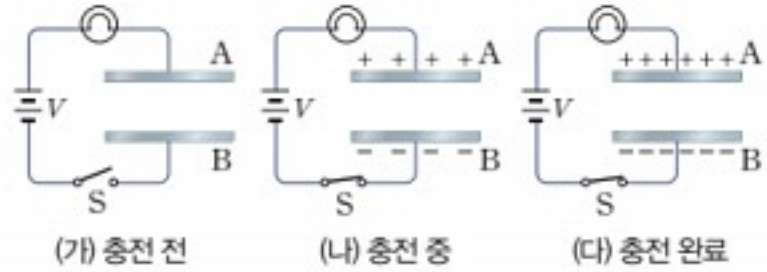
02 그림 (가)는 동일한 도체 구 2개를 가까이 놓고 전원을 연결한 모습을, (나), (다)는 각각 동일한 금속판 2개를 마주 보게 놓고 전원을 연결한 모습을 나타낸 것이다. 금속판의 면적은 (나)가 (다)의 2배이고, 금속판 사이의 간격은 (나)가 (다)의 2배이다. 전원의 전압은 V 로 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

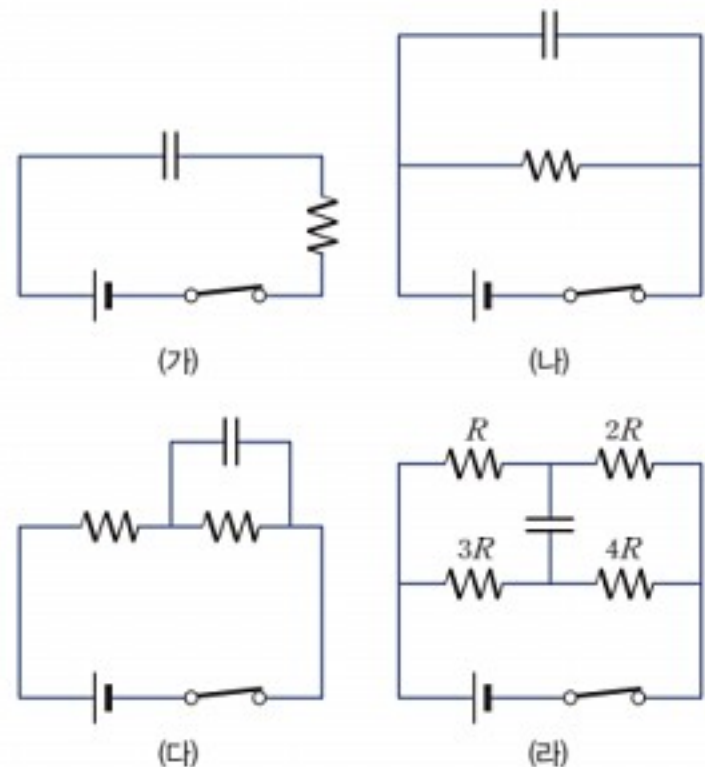
- 보기
- ㄱ. (가)의 두 도체 구에는 전하가 충전된다.
 - ㄴ. 완전히 충전된 상태의 전하량은 (나)에서가 (다)에서보다 크다.
 - ㄷ. (나)의 두 금속판 사이에는 전기장이 형성된다.

03 그림 (가)~(다)는 금속판 A, B로 이루어진 축전기의 충전 과정을 나타낸 것이다.

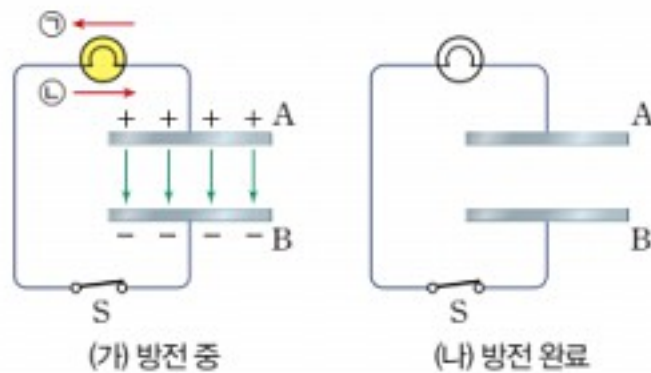


- (1) (가)~(다) 중에서 A, B 사이의 전기장 세기가 가장 큰 과정을 쓰시오.
- (2) (가)~(다) 중에서 전구에 불이 켜지는 과정은 어느 것인지 쓰시오.
- (3) (다)의 상태에서 스위치 S를 열면 축전기에 충전된 전하는 어떻게 되는지 쓰시오.

04 그림 (가)~(라)의 회로 중에서 축전기에 전하가 충전되는 회로를 모두 고르시오.

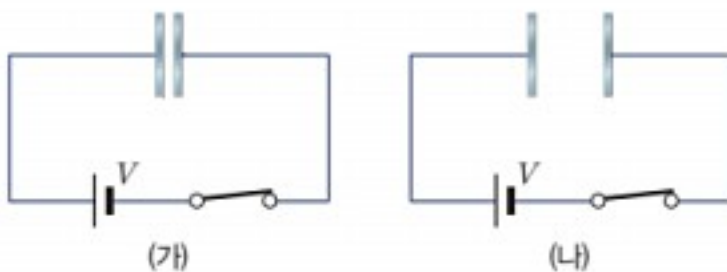


05 그림 (가), (나)는 금속판 A, B로 이루어진 축전기의 방전 과정을 나타낸 것이다.



- (1) (가)의 전구에서 전자의 이동 방향은 ㉠, ㉡ 중 어느 쪽인지 쓰시오.
- (2) (가)에서 (나)로 변해 가는 동안 A, B 사이의 전위차는 어떻게 변하는지 쓰시오.

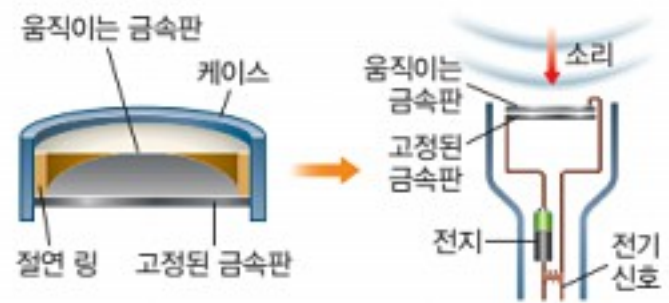
06 그림 (가)는 축전기에 전압이 V 로 일정한 전원을 연결하여 충전이 완료된 모습을, (나)는 (가)에서 축전기 극판 사이의 간격을 더 크게 하고 시간이 충분히 지난 후의 모습을 나타낸 것이다.



(가)와 (나)에서 같은 물리량만을 보기에서 있는 대로 고르시오 (단, 축전기의 두 극판 사이에는 균일한 전기장이 형성된다.)

- 보기
- ㉠. 축전기에 충전된 전하량
 - ㉡. 축전기 극판 사이의 전위차
 - ㉢. 축전기 극판 사이의 전기장의 세기
 - ㉣. 회로에 흐르는 전류의 세기

07 그림은 콘덴서 마이크의 구조와 원리를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고르시오.

- 보기
- ㉠. 움직이는 금속판과 고정된 금속판이 축전기의 구조를 이룬다.
 - ㉡. 마이크를 향해 소리를 내면 두 금속판 사이의 간격이 변한다.
 - ㉢. 마이크에 소리가 들어오지 않는 상태에서 금속판에 충전된 전하량은 0이다.

08 그림 (가)와 (나)는 축전기가 일상생활에서 활용되는 장치의 예이다.

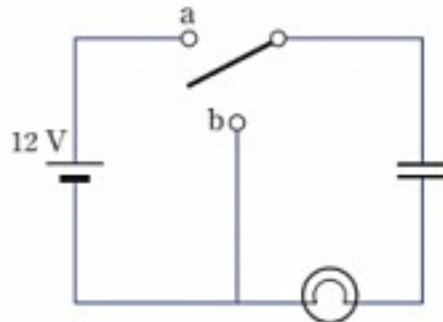


- (가) 자동 심장 충격기 (나) 카메라의 플래시
- (1) (가)와 (나)에서 축전기의 용도를 쓰시오.
 - (2) (가)와 (나)에 들어 있는 축전기 회로에서 축전기가 방전되는 속도는 빨라야 할지 느려야 할지 쓰시오.

개념 적용 문제

➤ 축전기의 충전과 방전

01 그림은 축전기, 전압이 12 V로 일정한 전원, 전구, 스위치를 이용해 구성된 회로를 나타낸 것이다.



➤ 축전기의 양 극판에 전압을 걸어 주면 충전이 일어나며, 충전된 축전기에 저항을 연결하면 방전이 일어난다. 축전기에 충전과 방전이 일어날 때는 전자가 이동하면서 회로에 전류가 흐른다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

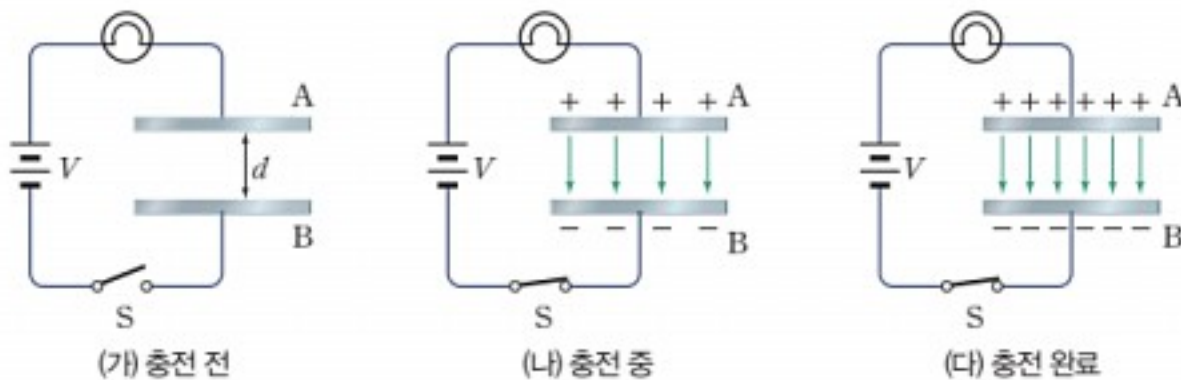
보기

- ㄱ. 스위치를 a에 연결하면 충전이 완료되기 전까지 전구에 불이 켜진다.
- ㄴ. 충전이 완료된 축전기 양단의 전압은 12 V보다 작다.
- ㄷ. 충전이 완료된 후 스위치를 b에 연결하면 축전기에 저장된 전하량은 계속 유지된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 축전기의 충전

02 그림은 금속판 A, B로 이루어진 평행판 축전기에 전압이 V로 일정한 전원을 연결하여 축전기를 충전하는 과정을 나타낸 것이다. A, B 사이의 거리는 d이다.



➤ 축전기에 충전이 일어날 때는 전원의 (+)극에 연결된 극판에서 전자가 나와 전원의 (-)극에 연결된 극판으로 이동한다. 따라서 축전기의 두 극판에 모인 전하량의 크기는 서로 같으며, 두 극판 사이에는 전기장이 형성된다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B 사이에는 균일한 전기장이 형성된다.)

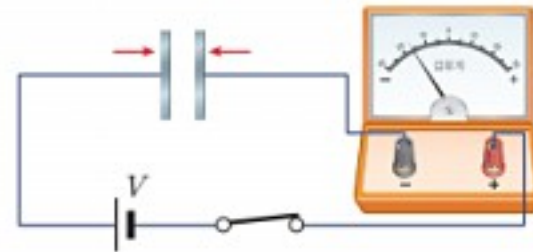
보기

- ㄱ. (나)에서 A, B 사이의 전위차는 V이다.
- ㄴ. (다)에서 A, B 사이의 전기장 세기는 $\frac{V}{d}$ 이다.
- ㄷ. 전구에 흐르는 전류의 세기는 (다)에서가 (가)에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

▶ 축전기가 연결된 회로에서 전류의 방향

03 그림은 평행판 축전기, 전압이 일정한 전원, 검류계, 스위치를 연결한 회로를 나타낸 것이다. 축전기가 완전히 충전된 후, 축전기 극판 사이의 간격을 점점 좁게 할 때 검류계 바늘은 그림과 같이 음(-)의 방향으로 움직인다.



▶ 검류계는 전기 회로에서 미세한 전류의 존재 유무나 그 방향 및 세기를 측정하는데 사용되는 고감도의 계측 장치이다.

이 회로에서 검류계의 바늘이 양(+)의 방향으로 움직이는 방법으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

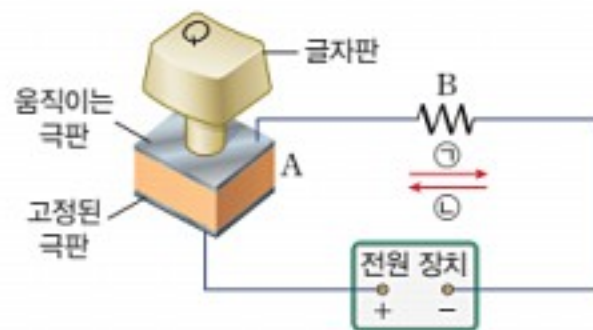
보기

ㄱ. 충전되지 않은 축전기를 전원에 연결하고 스위치를 닫는다.	ㄴ. 축전기가 완전히 충전된 후, 축전기 극판의 마주 보는 면적이 감소하도록 각 극판을 움직인다.	ㄷ. 축전기가 완전히 충전된 후, 전원을 제거하고 저항을 연결한 다음 스위치를 닫는다.
------------------------------------	--	--

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

▶ 축전기의 활용

04 그림은 전압이 일정한 전원 장치에 평행판 축전기 A와 저항 B를 연결한 모습을 나타낸 것이다. A는 움직이는 극판과 고정된 극판으로 이루어져 있으며, 움직이는 극판은 글자판을 붙여 글자판을 누를 때 함께 움직인다.



▶ 키보드는 축전기의 두 극판 사이의 간격 변화를 이용하여 전기 신호를 만드는 장치이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

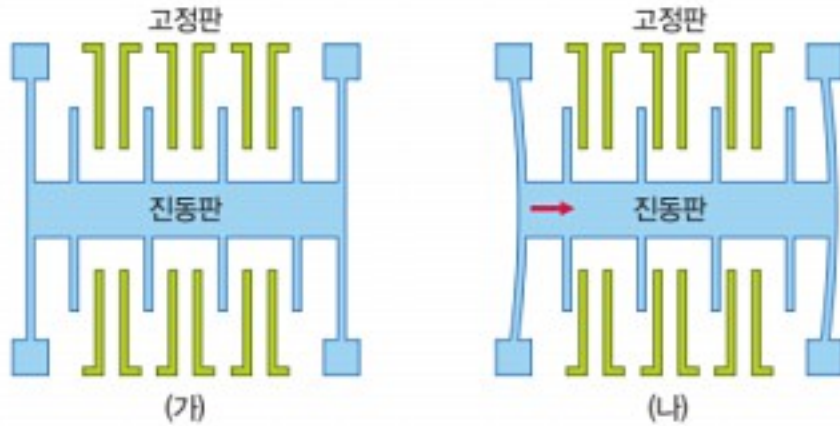
보기

ㄱ. 글자판을 누르지 않고 가만히 둔 상태에서 A에 충전된 전하량은 0이다.	ㄴ. 글자판을 눌러 극판이 움직이는 동안 B에 흐르는 전류의 방향은 ㉠이다.	ㄷ. 글자판을 누르면 A에 저장되는 전하량이 증가한다.
--	--	--------------------------------

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

➤ 축전기의 활용

05 그림은 스마트 기기에 장착된 가속도 센서의 구조를 나타낸 것으로, (가)는 스마트 기기가 정지해 있을 때, (나)는 스마트 기기가 가속도 운동을 할 때의 모습이다.



➤ 축전기의 극판 사이의 거리 변화를 이용하여 물체의 운동 상태를 측정하는 가속도 센서를 만들 수 있다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

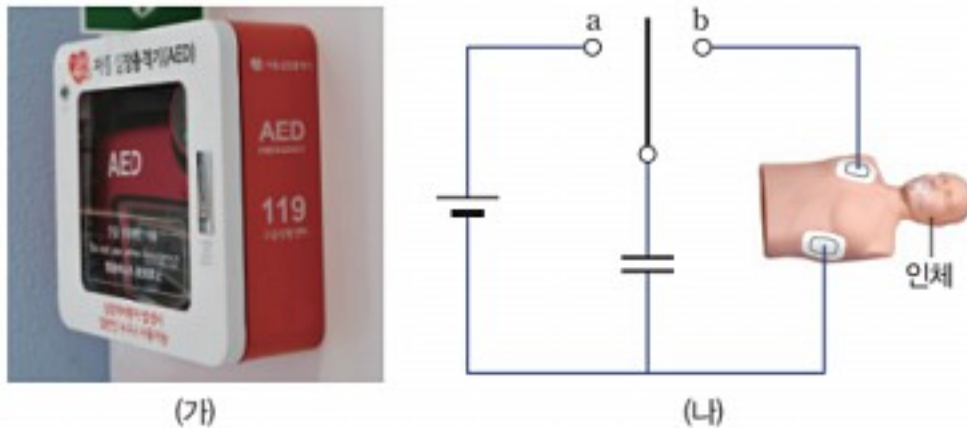
보기

- ㄱ. (가)에서 고정판과 진동판은 전압이 일정한 전원에 연결되어 있다.
- ㄴ. (나)의 진동판은 관성에 의해 한쪽으로 움직인 상태이다.
- ㄷ. 축전기의 극판 사이 간격이 변하면 저장되는 전하량이 변하는 원리를 이용한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 축전기의 활용

06 그림 (가)는 자동 심장 충격기의 모습을, (나)는 자동 심장 충격기의 작동 원리를 이해하기 위해 간략히 구성한 회로를 나타낸 것이다.



➤ 자동 심장 충격기는 심장의 기능이 멈춘 사람의 심장 근처에 전기 충격을 가하여 심장박동이 정상으로 돌아오게 도와주는 장치이다. 자동 심장 충격기는 축전기의 전기 에너지 저장 기능을 활용한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

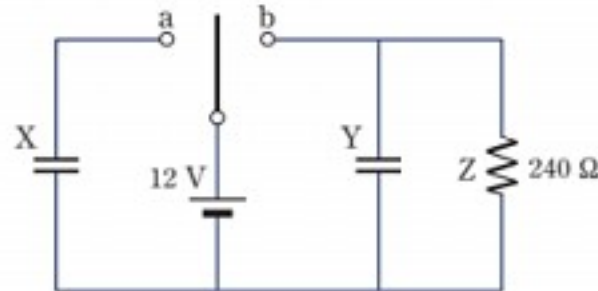
- ㄱ. (나)에서 스위치를 a에 연결하면 축전기가 충전된다.
- ㄴ. (나)에서 축전기가 충전된 상태에서 스위치를 b에 연결하면 축전기가 방전되며 전기 에너지가 방출된다.
- ㄷ. 자동 심장 충격기는 인체에 미세한 전류를 오래 흘려주어 심장 기능의 회복을 돕는다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

1도전 문제

➤ 축전기와 저항의 연결

07 그림은 전기 용량이 같은 축전기 X, Y와 저항값이 $240\ \Omega$ 인 저항 Z, 전압이 $12\ \text{V}$ 로 일정한 전원, 스위치를 연결한 회로를 나타낸 것이다. 스위치를 a에 연결하여 X를 완전히 충전한 후, 다시 b에 연결하여 Y를 완전히 충전하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

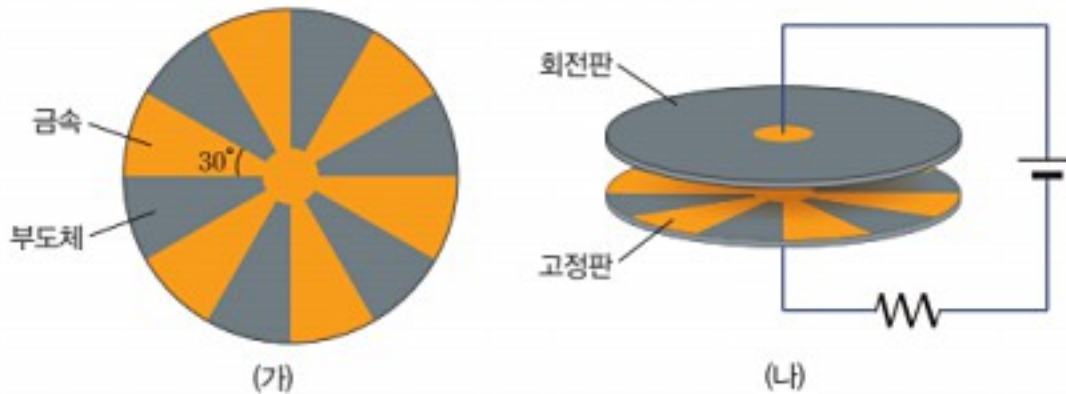
- 보기
- ㄱ. 스위치를 b에 연결한 후부터 X는 방전되기 시작한다.
 - ㄴ. 완전히 충전된 X, Y에 저장된 전하량은 서로 같다.
 - ㄷ. Y가 완전히 충전된 후 Z에 흐르는 전류의 세기는 $20\ \text{A}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

➤ 축전기에 저장된 전하량은 축전기 양단의 전위차에 비례한다. 병렬로 연결된 전기 소자는 모두 독립적으로 작동하며, 양단의 전압이 서로 같다.

➤ 축전기를 이용한 전기신호 생성

08 그림 (가)는 원 모양의 부도체에 부채꼴 모양 금속을 같은 간격으로 코팅한 원판을 나타낸 것이다. 부채꼴의 중심각은 30° 이다. 그림 (나)는 (가)의 원판 두 개를 금속 코팅 면이 서로 마주 보게 놓고, 각 원판의 중앙 금속 부분에 전압이 일정한 전원과 저항을 연결한 후, 회전판을 일정한 속력으로 회전시키는 모습을 나타낸 것이다. 회전판이 회전하는 동안 아래쪽 판은 고정되어 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

- 보기
- ㄱ. (나)에서 회전판을 돌리면 금속판에 저장되는 전하량은 커졌다 작아졌다를 반복한다.
 - ㄴ. (나)에서 회전판이 한 바퀴 돌아가는 동안 저항에 흐르는 전류의 방향은 6번 바뀐다.
 - ㄷ. 저항에 흐르는 전류의 방향으로부터 회전판의 회전 방향을 알 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

➤ 두 금속판이 마주 보는 면적에 따라 축전기에 저장되는 전하량이 달라진다.

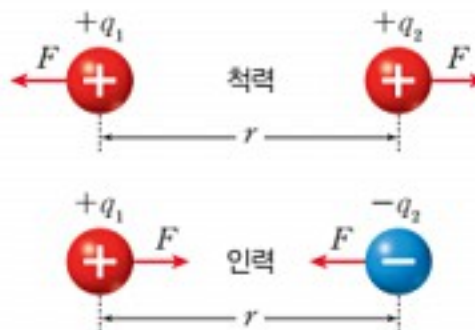
01 전기장과 전위차

1 전하와 전기력

▶ 10쪽

1. 전하 모든 전기 현상의 원인으로, 전하에는 양(+)
전하와 음(-)
전하 두 종류가 있다.
2. 전하량 물질이 지닌 전하의 양을 전하량이라고 하며, 단위는 ()을 사용한다.
3. 전기력과 쿨롱 법칙 두 전하 사이에 작용하는 힘을 전기력이라고 하며, 전기력의 크기는 쿨롱 법칙을 따른다.

- (1) 전기력의 방향: 전기력은 () 종류의 전하 사이에는 서로 밀어내는 방향으로, () 종류의 전하 사이에는 서로 끌어당기는 방향으로 작용한다.
- (2) 전기력의 크기(쿨롱 법칙): 전하량이 각각 q_1, q_2 인 두 전하가 r 만큼 떨어져 있을 때(k : 쿨롱 상수), 두 전하 사이에 작용하는 전기력의 크기 F 는 ()이다.



2 전기장과 전위

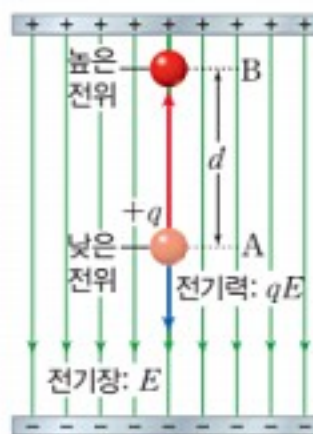
▶ 12쪽

1. 전기장 공간에 전하가 놓여 있으면 전하 주위 공간에 전기장이 형성된다. 이는 전하에 의해 공간의 성질이 변한 것으로, 이 전기장에 다른 전하가 들어오면 ()을 받는다.

- (1) 전기장의 세기: 단위 양(+)
전하에 작용하는 전기력의 크기와 같다.
- (2) 전기장의 방향: 전기장 안에서 양(+)
전하가 받는 전기력의 방향과 같다.

2. 전위 전기장 안에서 단위 양전하(+1 C)가 가지는 전기력에 의한 () 에너지

- (1) 전기장 안의 어떤 점에서 전하량이 q 인 전하의 전기력에 의한 위치 에너지가 U 라고 하면, 전위 $V = ()$ 이다.
- (2) 점전하에 의한 전위: 단위 양전하(+1 C)를 무한히 멀리 떨어진 곳에서 어떤 한 지점까지 이동시키는 데 필요한 일과 같다.
3. 전위차(전압) 전기장 안에서 두 지점 사이의 전위 차이로, A에서 B로 전하량이 q 인 양(+)
전하를 옮기는 데 필요한 일을 W 라고 하면 A, B 사이의 전위차 $\Delta V = V_B - V_A = \frac{W}{q}$ 이다. [단위: V]



02 소비 전력

1 옴의 법칙

▶ 28쪽

1. 전기 저항(저항) 전기 회로에서 전류의 흐름을 방해하는 성질
 - (1) 저항값: 전류의 흐름을 방해하는 정도로, 저항값 R 의 단위는 Ω (옴)을 사용한다.
 - (2) 도선의 전기 저항: 도선의 길이에 비례하고, 도선의 단면적에 반비례한다.
2. 옴의 법칙 저항값 R 가 일정할 때 저항에 흐르는 전류의 세기 I 는 저항에 걸린 전압 V 에 ()한다.

$$I = \frac{V}{R}$$

2 저항의 연결과 소비 전력

▶ 30쪽

1. 소비 전력 전기 기구에서 (㉠) 동안 사용된 전기 에너지의 양
 - 저항값이 R , 전압이 V , 전류의 세기가 I 일 때 소비 전력 P 는 다음과 같다.

$$P=VI=I^2R=\frac{V^2}{R}$$

2. 저항의 연결에 따른 소비 전력 저항값이 각각 R_1, R_2 인 두 저항을 연결하는 경우 저항의 연결 방식에 따른 소비 전력은 다음과 같다.

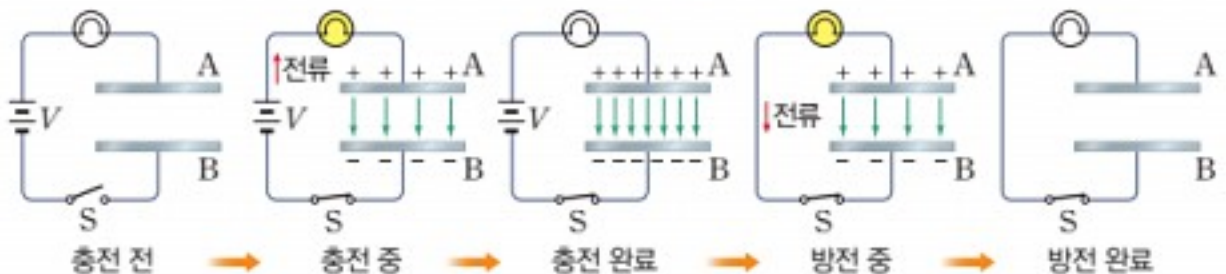
구분	저항의 직렬연결	저항의 병렬연결
합성 저항	$R=R_1+R_2$	(㉡)
저항에 흐르는 전류	$I=I_1=I_2$	$I=I_1+I_2$
저항에 걸리는 전압	$V=V_1+V_2$	$V=V_1=V_2$
각 저항의 소비 전력	$P_1:P_2=R_1:R_2$	$P_1:P_2=\frac{1}{R_1}:\frac{1}{R_2}$
저항을 추가할 때 전체 소비 전력	($P=\frac{V^2}{R}$ 에서 R 증가하므로) 저항을 직렬로 연결할수록 감소	($P=\frac{V^2}{R}$ 에서 R 감소하므로) 저항을 병렬로 연결할수록 증가

03 축전기의 활용

1 축전기의 충전과 방전

▶ 42쪽

1. 축전기 전하를 모아 전기 에너지를 저장할 수 있는 장치
2. 축전기의 충전과 방전 축전기에 전원을 연결하여 전하를 저장하는 과정을 (㉢)이라고 하고, 축전기에 저장된 전하량이 감소하는 과정을 (㉣)이라고 한다.



- (1) 축전기가 완전히 충전되면 축전기 양단의 전압은 (㉤)의 전압과 같아진다.
- (2) 축전기가 연결된 회로는 축전기가 충전 중이거나 방전 중일 때만 전류가 흐른다.

2 축전기의 활용

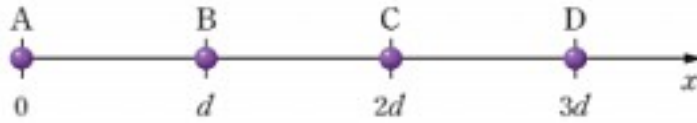
▶ 45쪽

1. 축전기를 이용한 전기 신호 생성 축전기 양단에 걸린 전압이 일정할 때 금속판 사이의 간격이 (㉥)수록, 면적이 (㉦)수록 더 많은 전하를 저장할 수 있다. 이러한 특성을 이용하여 전기 신호를 생성한다.
 - ㉧ 키보드, 콘덴서, 마이크, 가속도 센서, 가변 축전기
 - 정전식 터치스크린: 유리판 아래에 (㉧)의 구조를 이루게 하고, 손가락이 닿을 때 유리 표면의 전하량이 변하는 것을 감지하여 터치가 일어난 위치를 알아낸다.
2. 축전기를 이용한 전기 에너지 저장 축전기는 전하를 모아 전기 에너지를 저장할 수 있으며, 저장된 에너지를 짧은 시간에 방출해 순간적으로 큰 전류를 흘릴 수 있다.
 - ㉨ 카메라 플래시

통합 실전 문제

쿨롱 법칙

01 그림은 x 축상에 고정된 네 개의 점전하 A, B, C, D를 나타낸 것이다. A와 D는 전하의 종류가 다르고, B와 D는 전하량의 크기가 같다. B에 작용하는 전기력은 0이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A와 C는 같은 종류의 전하이다.
- ㄴ. 전하량의 크기는 A가 C보다 크다.
- ㄷ. C에 작용하는 전기력은 $+x$ 방향이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

점전하에 의한 전기장

02 그림은 x 축상에 고정된 두 개의 점전하 A, B를 나타낸 것이다. A와 B의 전하량의 크기는 같다. $x=0$ 과 $x=4d$ 인 점에서 전기장은 $-x$ 방향으로 서로 같고, $x=2d$ 인 점에서 전기장은 $+x$ 방향이다. 전기장의 세기는 $x=2d$ 인 점에서 E_1 이고, $x=4d$ 인 점에서 E_2 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

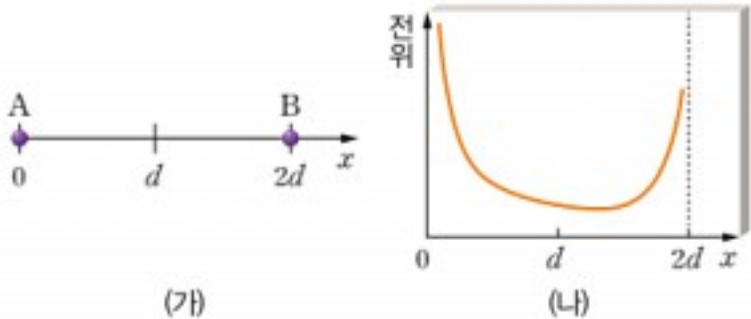
보기

- ㄱ. B는 양(+)-전하이다.
- ㄴ. A에 작용하는 전기력의 방향은 $x=d$ 인 점에서 B에 의한 전기장의 방향과 같다.
- ㄷ. $E_1=3E_2$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

점전하에 의한 전위

03 그림 (가)는 점전하 A, B가 각각 x 축상의 점 $x=0$, $x=2d$ 인 점에 각각 고정되어 있는 모습을, (나)는 x 축상의 $0 < x < 2d$ 구간에서 A와 B에 의한 전위를 나타낸 것이다. 전위가 최소인 점은 $d < x < 2d$ 구간에 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

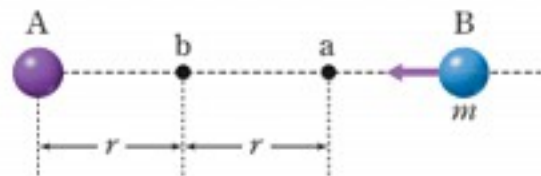
보기

- ㄱ. 전하량의 크기는 A가 B보다 크다.
- ㄴ. A는 양(+)-전하이다.
- ㄷ. $x=d$ 인 점에서 전기장의 방향은 $+x$ 방향이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

전기력에 의한 위치 에너지와 전위

04 그림은 고정된 점전하 A를 향해 운동하는 질량이 m 인 음(-)전하로 대전된 물체 B를 나타낸 것이다. A로부터 $2r$ 만큼 떨어진 점 a를 지날 때 B의 속력은 v_0 이고, r 만큼 떨어진 점 b를 지날 때 B의 속력은 0이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 모든 마찰은 무시한다.)

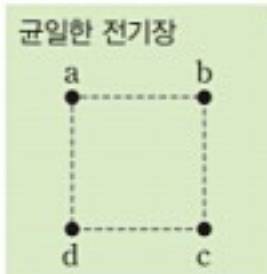
보기

- ㄱ. 전위는 b가 a보다 높다.
- ㄴ. B가 a에서 b까지 이동할 때 전기적 위치 에너지는 $\frac{1}{2}mv_0^2$ 만큼 증가한다.
- ㄷ. A에 의한 전기장의 세기는 b에서 a에서의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

전기장과 전위

05 그림은 균일한 전기장 안의 네 점 a, b, c, d를 나타낸 것이다. 각 점은 정사각형의 꼭짓점에 해당한다. 각 점에서의 전위를 각각 V_a, V_b, V_c, V_d 라고 할 때, $V_d > V_b > V_c$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 전기장의 방향은 a, b, c, d가 이루는 평면과 나란하다.)

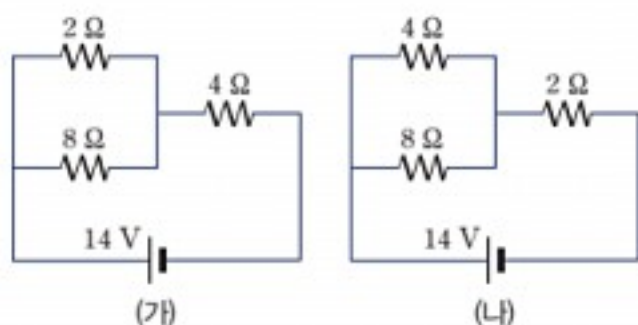
보기

- ㉠. $V_a > V_d$ 이다.
- ㉡. 전기장의 방향은 a에서 c를 향하는 방향과 같다.
- ㉢. 음(-)전하가 $c \rightarrow b \rightarrow a$ 경로로 이동할 때와 $c \rightarrow d \rightarrow a$ 경로로 이동할 때 위치 에너지의 변화량은 같다.

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡
- ④ ㉠, ㉢ ⑤ ㉡, ㉢

저항의 연결과 소비 전력

06 그림 (가), (나)는 저항값이 각각 $2\Omega, 4\Omega, 8\Omega$ 인 저항을 전압이 $14V$ 로 일정한 전원에 연결한 회로를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㉠. 저항값이 2Ω 인 저항에 걸리는 전압은 (가)에서 (나)에서보다 작다.
- ㉡. 저항값이 8Ω 인 저항에 흐르는 전류의 세기는 (나)에서가 (가)에서의 $\frac{5}{6}$ 배이다.
- ㉢. 전체 소비 전력은 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

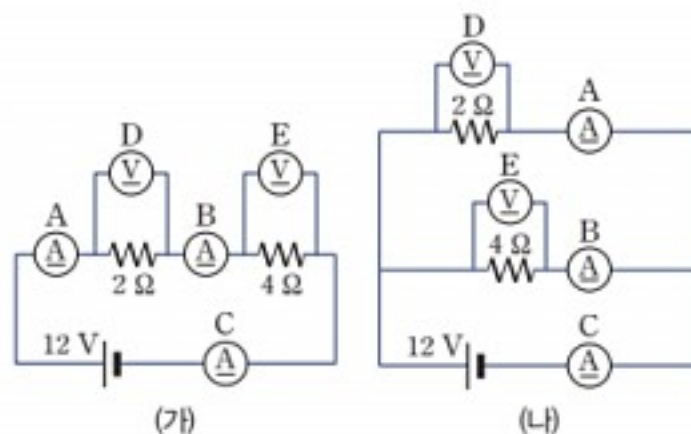
- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡
- ④ ㉠, ㉢ ⑤ ㉡, ㉢

저항의 연결과 소비 전력

07 다음은 저항의 연결 방법에 따른 소비 전력에 대한 실험이다.

실험 과정

- 그림 (가)와 같이 2Ω 와 4Ω 인 저항 2개를 전압이 $12V$ 로 일정한 전원에 직렬연결하고 전류계 A, B, C와 전압계 D, E를 연결하여 각 지점의 전류와 전압을 측정한다.
- 그림 (나)와 같이 2Ω 와 4Ω 인 저항 2개를 전압이 $12V$ 로 일정한 전원에 병렬연결하고 전류계 A, B, C와 전압계 D, E를 연결하여 각 지점의 전류와 전압을 측정한다.



실험 결과

측정값	(가)	(나)
A	I_1	I_4
B	I_2	
C	I_3	
D	V_1	
E	V_2	V_3

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

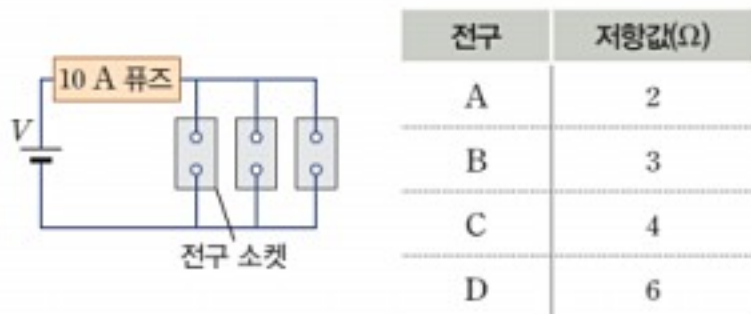
보기

- ㉠. $I_1 + I_2 + I_3 = I_4$ 이다.
- ㉡. $V_1 + V_2 = V_3$ 이다.
- ㉢. 전체 소비 전력은 (나)에서가 (가)에서의 8배이다.

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡
- ④ ㉡, ㉢ ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

저항의 연결과 소비 전력

08 그림은 전압이 V 로 일정한 전원과 세 개의 전구 소켓이 병렬연결된 조명 장치의 회로를 나타낸 것으로, 조명 장치의 퓨즈는 전류의 세기가 10 A 이상일 때 끊어진다. 표는 전구 소켓에 꽂을 수 있는 네 개의 전구 A~D의 저항값을 나타낸 것이다. 각 전구는 한 개씩 쓸 수 있다.



조명 장치에 전구 A~D만 꽂을 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

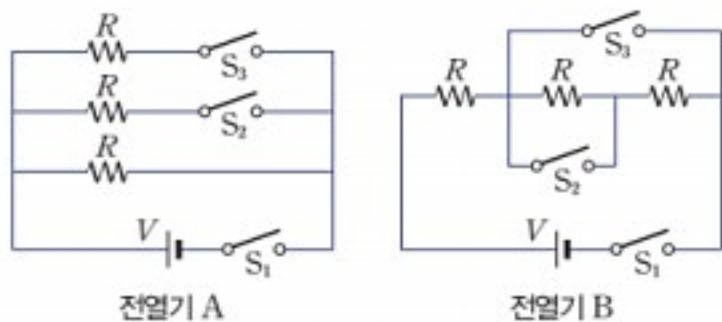
보기

ㄱ. $V=12V$ 일 때 A, B, C를 동시에 사용할 수 있다.
 ㄴ. $V=12V$ 일 때 최대 소비 전력은 108 W이다.
 ㄷ. $V=24V$ 일 때 최대 소비 전력은 216 W이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

저항의 연결과 소비 전력

09 그림은 전류가 흐를 때 열이 발생하는 저항을 이용한 전열기 A, B의 회로도이다. 각 전열기에는 저항값이 R 로 같은 세 개의 저항과 세 개의 스위치 S_1, S_2, S_3 , 전압이 V 로 일정한 전원이 연결되어 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

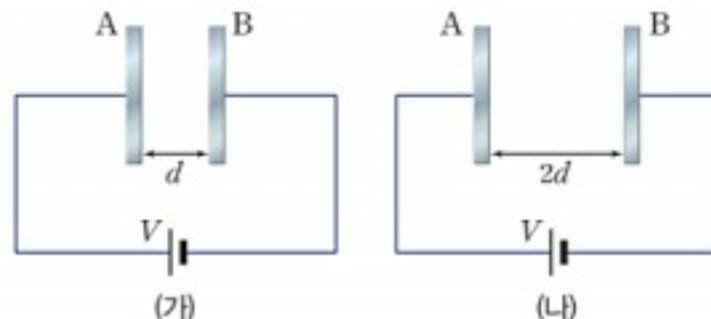
보기

ㄱ. 스위치를 S_1, S_2, S_3 순서대로 닫을 때 A, B 모두 1초당 발생하는 열량이 점점 증가한다.
 ㄴ. 전열기의 최대 소비 전력은 A가 B의 3배이다.
 ㄷ. B는 세 스위치를 모두 닫을 때와 S_1 과 S_3 을 닫을 때 1초당 발생하는 열량이 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

축전기

10 그림 (가), (나)는 금속판 A, B로 이루어진 평행판 축전기에 전압이 V 로 일정한 전원을 연결하여 축전기가 완전히 충전된 모습을 나타낸 것이다. 금속판 A, B 사이의 간격은 (가)에서 d , (나)에서 $2d$ 이다.



(가)에서 (나)에서보다 큰 물리량만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

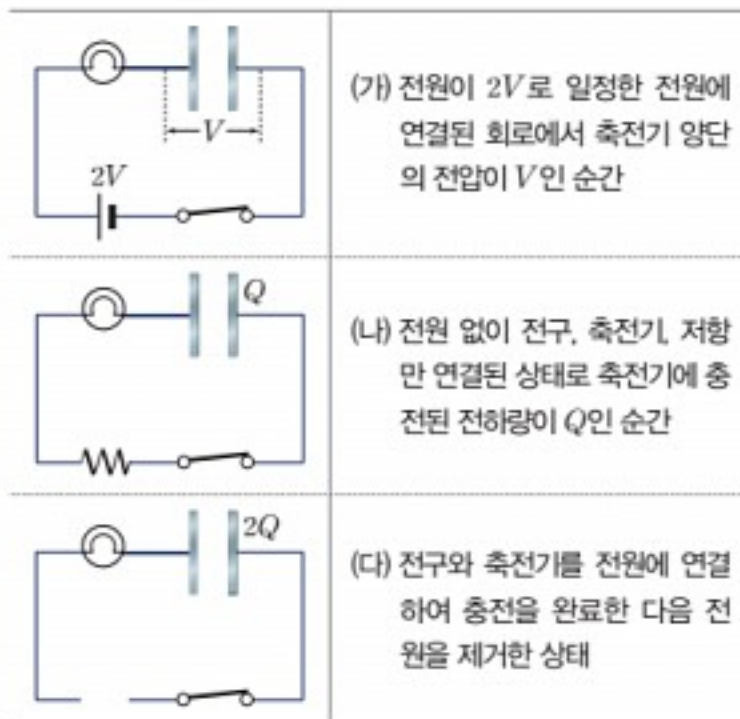
보기

ㄱ. 축전기에 충전된 전하량
 ㄴ. A, B 사이의 전기장 세기
 ㄷ. A, B 사이의 전위차

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

축전기의 충전과 방전

11 그림 (가), (나), (다)는 전구와 축전기가 연결된 회로를 나타낸 것이다.

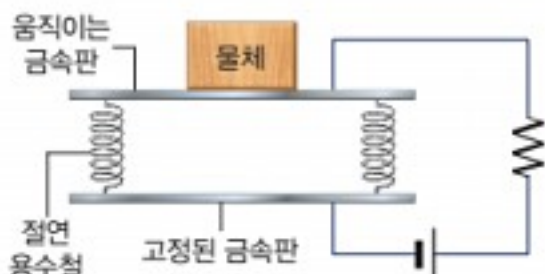


이 회로 중에서 전구에 불이 켜지는 회로만을 있는 대로 고른 것은?

- ① (가) ② (다) ③ (가), (나)
 ④ (나), (다) ⑤ (가), (나), (다)

축전기의 활용

- 12** 그림은 축전기를 활용한 전자저울의 원리를 나타낸 것이다. 두 개의 금속판이 절연 용수철로 분리되어 있으며, 전압이 일정한 전원에 연결되어 있다. 움직이는 금속판 위에 올린 물체가 정지하면 물체의 질량을 측정한다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

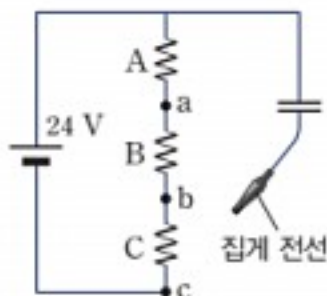
보기

- ㄱ. 물체의 질량이 클수록 두 금속판에 저장된 전하량이 크다.
- ㄴ. 물체를 올려놓지 않으면 회로의 저항에 전류가 흐르지 않는다.
- ㄷ. 저항에 흐르는 전류의 세기와 올려놓은 물체의 질량이 비례하는 원리를 이용하여 질량을 측정한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

저항의 연결+축전기

- 13** 그림은 저항값이 $12\ \Omega$ 로 동일한 세 저항 A, B, C와 축전기, 전압이 $24\ \text{V}$ 로 일정한 전원으로 구성된 회로이다. 축전기의 한쪽 끝은 집게 전선으로 지점 a, b, c 중 하나와 연결할 수 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

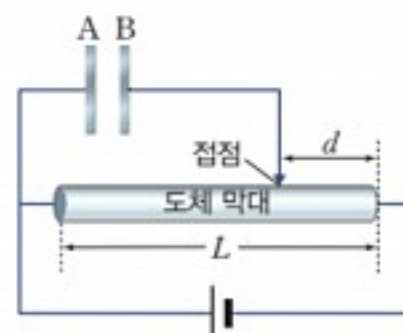
보기

- ㄱ. 집게 전선을 연결하지 않았을 때 a와 c 사이의 전압은 $24\ \text{V}$ 이다.
- ㄴ. 집게 전선을 a에 연결하고 축전기가 완전 충전되었을 때 a에 흐르는 전류의 세기는 $2\ \text{A}$ 이다.
- ㄷ. 완전 충전된 축전기에 저장된 전하량의 크기는 집게 전선을 c에 연결할 때가 b에 연결할 때의 $\frac{3}{2}$ 배이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

저항의 연결+축전기

- 14** 그림은 도체 막대에 전압이 일정한 전원을 연결한 모습을 나타낸 것이다. 도체 막대의 한쪽 끝은 축전기의 금속판 A와 연결되어 있고, 축전기의 금속판 B와 도체 막대는 위치를 바꿀 수 있는 접점을 통해 연결되어 있다. 도체 막대의 길이는 L 이고, 도체 막대의 한쪽 끝과 접점 사이의 거리는 d 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

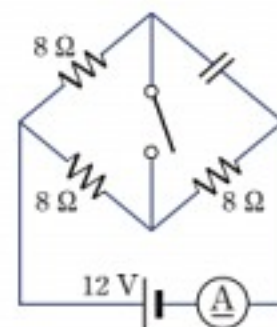
보기

- ㄱ. 축전기가 완전 충전되었을 때 도체 막대에 흐르는 전류의 세기는 d 와 관계없이 일정하다.
- ㄴ. d 가 클수록 A, B 사이의 전기장 세기는 커진다.
- ㄷ. d 가 클수록 도체 막대 양단에 걸리는 전압은 작아진다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

저항의 연결+축전기

- 15** 그림은 저항값이 $8\ \Omega$ 인 저항 세 개와 축전기, 스위치를 전압이 $12\ \text{V}$ 로 일정한 전원에 연결한 모습을 나타낸 것이다. 시간 $t=0$ 일 때 스위치는 열려 있고, 축전기에 충전된 전하량은 Q_1 로 일정하다. $t=t_0$ 일 때 스위치를 닫았고, $t=t_1$ 이후 축전기에 충전된 전하량은 Q_2 로 일정하다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. $Q_1 > Q_2$ 이다.
- ㄴ. $t=0$ 일 때 전류계의 측정값은 $1\ \text{A}$ 이다.
- ㄷ. $t=t_1$ 일 때 축전기 양단의 전압은 $8\ \text{V}$ 이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

1 그림은 x 축상에 고정된 두 개의 점전하 A, B를 나타낸 것이다. 전기장의 방향은 $x=0$ 과 $x=4d$ 인 점에서 서로 같고, $x=0$ 과 $x=2d$ 인 점에서 서로 반대이다. A, B의 전하량의 크기는 각각 q_A, q_B 이다.



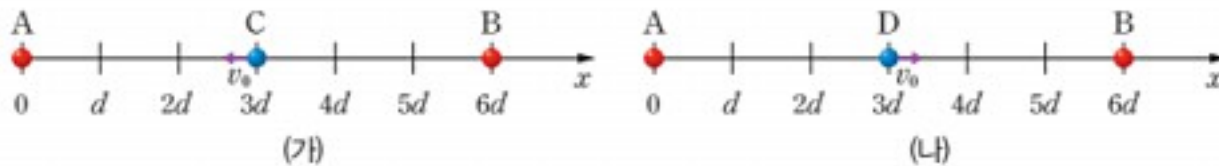
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A와 B는 서로 다른 종류의 전하이다.
- ㄴ. 전기장의 세기는 $x=2d$ 인 점에서 $x=4d$ 인 점에서보다 크다.
- ㄷ. $\frac{q_B}{9} < q_A < 9q_B$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2 그림 (가), (나)는 $x=0, x=6d$ 인 점에 고정된 점전하 A, B 사이의 $x=3d$ 인 점에서 점전하 C를 $-x$ 방향으로, 점전하 D를 $+x$ 방향으로 v_0 의 속력으로 발사한 모습을 각각 나타낸 것이다. A와 B의 전하량은 각각 $+q, +4q$ 이고, C와 D는 동일한 음(-)전하이다. (가)에서 C가 $x=d$ 인 점에 도달했을 때의 속력은 v_1 이고, (나)에서 D가 $x=5d$ 인 점에 도달했을 때의 속력은 v_2 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 점전하 사이에는 전기력이 외의 힘은 작용하지 않는다.)

보기

- ㄱ. (가)에서 $x=3d$ 에서 $x=d$ 까지 운동하는 동안 C의 속력은 점점 증가한다.
- ㄴ. $v_1 < v_2$ 이다.
- ㄷ. x 축상의 $d < x < 5d$ 에서 A와 B에 의한 전위가 최소인 지점은 $x=2d$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

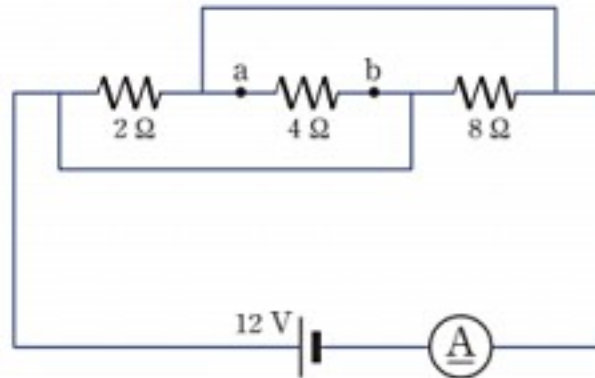
Solution Tip

전하량이 q 인 점전하에 의한 전기장의 세기는 $E = k\frac{q}{r^2}$ 이다. 두 개 이상의 점전하가 있을 때, 한 점에서의 전기장 세기는 각 전하에 의한 전기장의 합과 같다.

Solution Tip

전위는 단위 양전하(+1 C)가 가지는 전기력에 의한 위치 에너지와 같다.

- 3 그림은 저항값이 각각 $2\ \Omega$, $4\ \Omega$, $8\ \Omega$ 인 저항 세 개와 전압이 $12\ \text{V}$ 로 일정한 전원, 전류계를 연결한 회로를 나타낸 것이다. a, b는 저항값이 $4\ \Omega$ 인 저항 양쪽의 점이다.



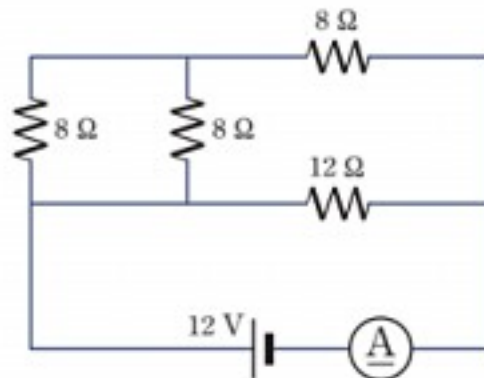
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 전류계의 측정값은 $2\ \text{A}$ 이다.
- ㄴ. 저항값이 $4\ \Omega$ 인 저항에는 b에서 a 방향으로 전류가 흐른다.
- ㄷ. 저항값이 $8\ \Omega$ 인 저항 양단에 걸리는 전압은 $12\ \text{V}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

- 4 그림은 저항값이 $8\ \Omega$ 인 저항 세 개와 $12\ \Omega$ 인 저항 한 개를 전압이 $12\ \text{V}$ 로 일정한 전원과 전류계에 연결한 회로를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 전류계의 측정값은 $\frac{15}{11}\ \text{A}$ 이다.
- ㄴ. 저항값이 $12\ \Omega$ 인 저항에 걸리는 전압은 $9\ \text{V}$ 이다.
- ㄷ. 저항값이 $8\ \Omega$ 인 저항 세 개의 소비 전력의 합은 저항값이 $12\ \Omega$ 인 저항의 소비 전력과 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

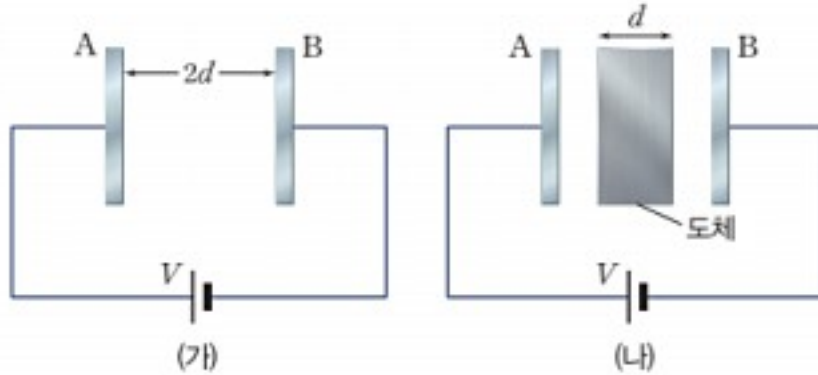
Solution Tip

회로에서 도선으로 연결된 지점의 전위는 모두 같다.

Solution Tip

회로에서 도선으로 연결된 지점의 전위는 모두 같고, 걸린 전압이 같을 때 소비 전력은 저항값에 비례한다.

5 그림 (가)는 금속판 A, B로 이루어진 평행판 축전기에 전압이 V 로 일정한 전원을 연결한 모습을, (나)는 (가)의 금속판 사이의 중앙에 대전되지 않은 도체를 넣은 모습을 나타낸 것이다. A, B 사이의 간격은 $2d$ 이고, (나)에서 도체의 두께는 d 이다.



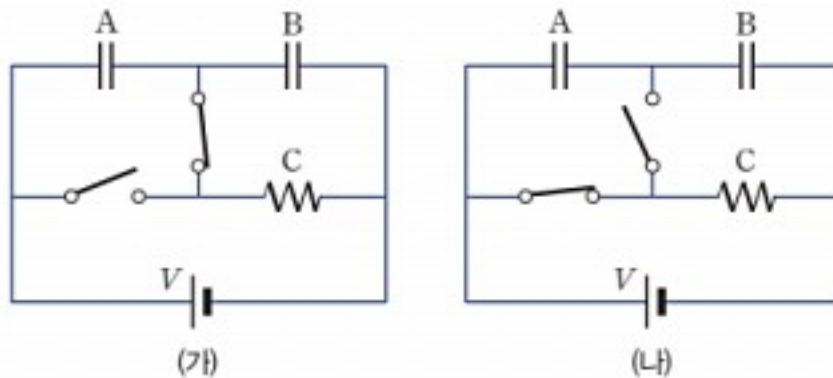
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A에 대전된 전하량의 크기는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.
- ㄴ. (나)에서 도체는 전기적으로 중성이다.
- ㄷ. A와 B 사이의 전위차는 (가)와 (나)에서 서로 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

6 그림 (가), (나)는 동일한 축전기 A, B와 저항 C, 스위치 두 개를 전압이 V 로 일정한 전원에 연결한 회로를 나타낸 것이다. (가), (나)에서 전압이 걸린 모든 축전기는 완전히 충전된 상태이다.



(가)에서가 (나)에서보다 큰 물리량만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 축전기 A 양단의 전위차
- ㄴ. 축전기 B에 저장된 전하량
- ㄷ. 저항 C에 걸리는 전압

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Solution Tip

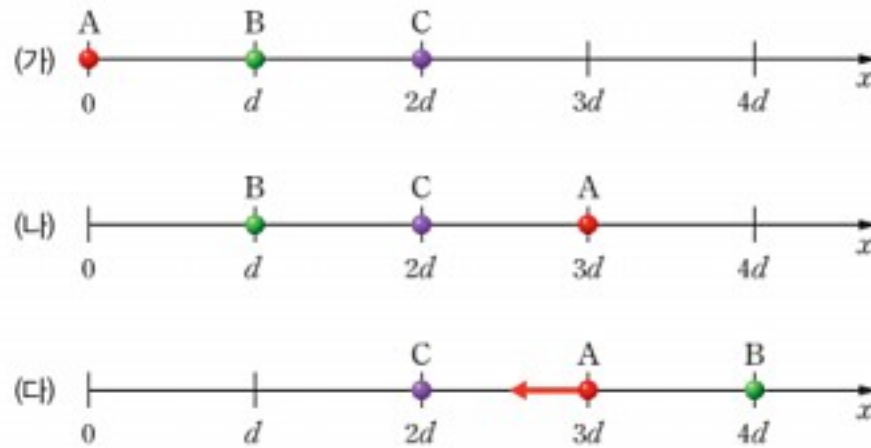
도체는 내부에 자유롭게 이동할 수 있는 자유 전자를 많이 가지고 있다.

Solution Tip

축전기에 저장되는 전하량은 축전기 양단의 전위차에 비례한다.

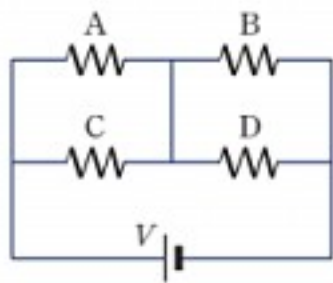
사고력 확장 문제

1 그림 (가)는 x 축상에 고정된 점전하 A, B, C를 나타낸 것이다. A는 전하량이 q 인 양(+)전하이므로, B와 C의 전하량의 크기는 각각 q_B, q_C 이다. 그림 (나)는 (가)에서 A를 $x=3d$ 인 점으로 옮겨 고정한 모습을, (다)는 (나)에서 B를 $x=4d$ 인 점으로 옮겨 고정한 모습을 나타낸 것이다. (다)에서 A에 작용하는 전기력의 방향은 $-x$ 방향이다.



(가) → (나) → (다)와 같이 가장 왼쪽의 점전하를 가장 오른쪽으로 옮길 때마다 A에 작용하는 전기력의 크기가 $\frac{2}{3}$ 배가 되었다. 이때 $q_B : q_C$ 를 구하고, B와 C의 전하의 종류를 구하시오.

2 그림은 저항값이 각각 $R, 2R, 3R, 4R$ 인 저항을 한 개씩 사용하여 저항의 혼합 연결 회로를 만들고, 이를 전압이 일정한 전원에 연결한 모습을 나타낸 것이다. [표 1]은 A에 연결된 저항에 걸리는 전압이 최대가 되도록 하는 저항의 배열을 나타낸 것이고, [표 2]는 전체 소비 전력이 최대가 되도록 하는 저항의 배열을 나타낸 것이다.



저항	저항값	저항	저항값
A		A	
B		B	
C		C	
D		D	$4R$

[표 1]

[표 2]

(1) [표 1]을 완성하시오.

(2) [표 2]를 완성하고, 합성 저항을 구하시오. 그리고 이 배열대로 저항을 연결할 때 전체 소비 전력이 최대인 까닭을 설명하시오.

Keyword

• 쿨롱 법칙 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

Solution Tip

조건을 만족하는 B와 C의 전하량을 구하고, A에 작용하는 전기력의 방향으로부터 B와 C의 전하의 종류를 구한다.

Keyword

• 소비 전력
 $P = VI = \frac{V^2}{R} = I^2 R$

Solution Tip

A, B, C, D의 저항값에 따라 전체 소비 전력과 각 저항에서의 소비 전력이 달라진다. 저항의 직렬연결에서 각 저항에 걸리는 전압의 비는 $V_1 : V_2 = R_1 : R_2$ 이고, 전체 전압 $V = V_1 + V_2$ 이다.

3 그림 (가), (나)는 저항의 직렬연결이 실제로 활용되는 사례이다. (가)는 장식용 전구이며, 정격 전압이 2.2 V인 동일한 전구 100개를 전압이 220 V인 전원에 직렬로 연결하는 회로 구조이다. (나)는 멀티탭의 과부하 차단 장치로, 전원과 직렬로 연결되어 있어 멀티탭에 허용 전류보다 큰 전류가 흐를 때 연결된 모든 기기에 전원을 차단한다. 그림 (다)는 가정의 전원 콘센트가 병렬로 연결된 모습을 나타낸 것이다.



(가) 장식용 전구



(나) 과부하 차단 장치



(다) 가정의 전원 콘센트

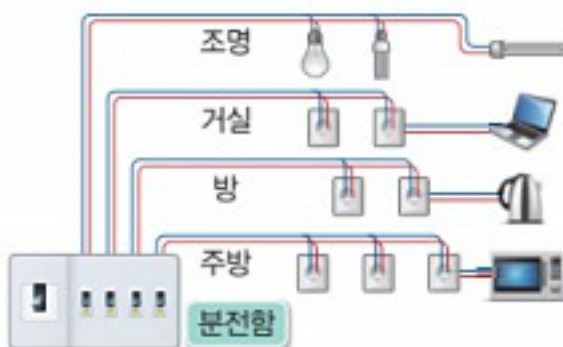
(1) (가)와 (나)의 사례를 통해 알 수 있는 저항의 직렬연결의 장점 두 가지와 단점 한 가지를 각각 설명하시오.

.....

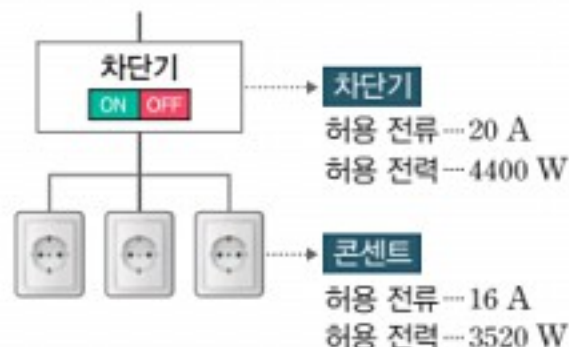
(2) (다)에서 전원 콘센트가 병렬로 연결된 까닭을 설명하시오.

.....

4 그림 (가)처럼 가정의 전기 배선은 조명, 거실, 방, 주방처럼 구역별로 나누어 연결되며, 각 구역의 전선은 분전함 안의 차단기를 통해 건물 외부와 연결된다. 그림 (나)는 주방의 차단기와 콘센트의 허용 전류와 허용 전력을 나타낸 것이다. 콘센트에 허용 전류를 초과하는 전류가 흐르면 차단기의 스위치가 내려가 전원 공급을 차단한다.



(가) 가정의 전기 배선 회로도



(나) 주방의 차단기와 콘센트의 연결

주방에 설치하는 인덕션 레인지의 소비 전력은 3300 W이다. 일반적으로 인덕션 레인지는 콘센트에 직접 꽂지 않고 배선 공사를 통해 별도의 전선과 전용 차단기를 설치한다. 그 까닭을 추론하여 설명하시오.

.....

KeyWord

- 직렬연결, 병렬연결
- 전압, 전류

Solution Tip

(가)에서 정격 전압이 2.2 V인 동일한 전구 100개를 병렬 연결하여 전압이 2.2 V인 전원에 연결하면 어떤 회로 구조가 만들어질지 생각해 본다.

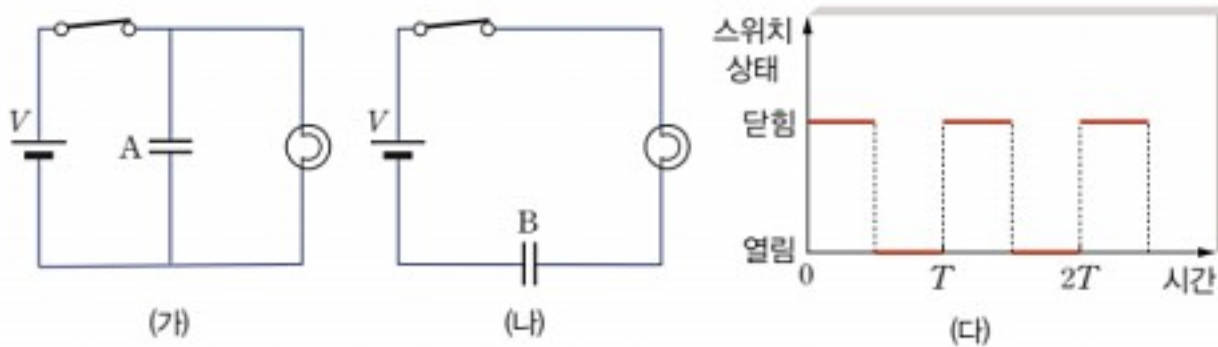
KeyWord

- 허용 전류, 소비 전력
- 병렬연결
- 차단기

Solution Tip

여러 개의 콘센트가 병렬로 연결되어 하나의 차단기에 연결된다. 분전함 안에는 각 구역별로 연결된 여러 개의 차단기가 모여 있으며, 최종적으로 용량이 가장 큰 하나의 차단기를 통해 건물 외부와 연결된다.

5 그림 (가), (나)는 완전히 방전된 동일한 축전기와 동일한 전구를 각각 전압이 V 로 일정한 전원에 연결한 회로를 나타낸 것이다. (가)에서는 축전기 A와 전구가 병렬로, (나)에서는 축전기 B와 전구가 직렬로 연결되어 있다. 그림 (다)는 (가)와 (나)에서 스위치의 상태를 시간에 따라 나타낸 것으로, 스위치는 일정한 시간 간격 T 마다 닫힘과 열림을 반복한다.



(1) (가)의 A와 (나)의 B에 모인 전하량의 변화를 각각 설명하시오.

.....

.....

(2) $t = nT$ 일 때에도 (나)의 B가 충전이 완료되지 않았다면, (가)와 (나) 중에서 전구가 켜져 있는 총 시간이 더 긴 경우를 쓰고 그 까닭을 설명하시오.

.....

.....

6 다음은 축전기의 원리를 이용한 가속도 센서의 설계 과정이다.

가속도 센서의 내부에 그림과 같이 두 금속판 A와 B를 고정하고, 그 사이 중앙에 H자 모양의 도체를 x 축 방향과 y 축 방향으로 모두 움직일 수 있도록 배치한다. 센서가 가속도 운동을 하면 H자 도체가 관성에 의해 x 축 또는 y 축 방향으로 이동한다. H자 도체는 탄성체와 연결하여 센서의 가속도가 0이 되면 다시 원래 위치로 돌아오게 한다. A와 B에 일정한 전압의 전원을 연결하면 센서의 가속도에 따라 A와 B에 충전되는 전하량이 달라지므로, 이를 측정하여 센서의 가속도를 알 수 있다.

이 센서가 설계 목적대로 x 축, y 축 방향의 가속도를 모두 측정할 수 있는지 없는지 쓰고, 그 까닭을 설명하시오.

.....

.....

Keyword

- 축전기의 충전과 방전
- 축전기에 저장된 전하량

Solution Tip

축전기가 연결된 회로에서 언제 전류가 흐르는지 생각해 본다.

Keyword

- 축전기의 직렬연결
- 축전기의 전기 용량

Solution Tip

H자 도체가 아래 그림처럼 움직였을 때 전기 용량의 변화를 계산해 본다.

- x 축 방향으로 이동



- y 축 방향으로 이동

