

제 26장 전류와 저항

26-1 전류(current)

① 전류(current)

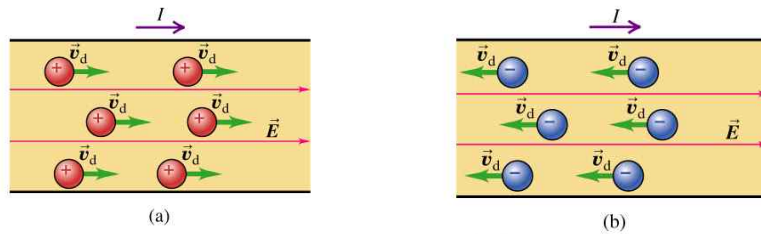
- : 전하의 흐름(이동). 즉 전하가 한 곳에서 다른 곳으로 이동하는 것
- : 임의 도선의 단면적을 단위시간동안 통과한 알짜 전하량.

$$I = \frac{Q}{t}, \quad I = \frac{dQ}{dt}$$

$$Q = \int dQ = \int_0^t I dt$$

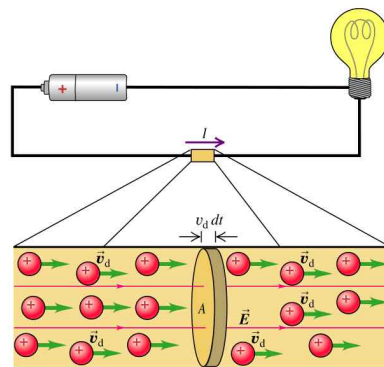
: 전류가 흐르는 물질 내에서 운동하는 전하가 양(+)일 수도 있고, 음(-)일 수도 있다.

- * 전류의 방향은 양전하가 이동하는 방향과 같다(약속).
- * 전류의 방향은 음전하가 이동하는 방향과 반대이다.



* 전류의 단위 : [A] = Ampere

$$1 [A] = \frac{1 C}{1 \text{ sec}}$$



* 전류를 전도전자의 유동속도로 쓰면

: 도선의 단면적, 길이, 전도전자(운반자) 밀도(농도)와 유동속도를 각각 A , l , n , v_d 라면, 전도전자가 dt 시간에 이동한 거리 $dl (= v_d dt)$ 이 만든

도선의 부피 $dV (= A v_d dt)$ 속의 전하량 dQ 는

$$dQ = q dN = q n dV = q (n A v_d dt) = n q v_d A dt$$

$$I = \frac{dQ}{dt} = n q v_d A$$

: 도체에서 전류는 운동하는 입자의 농도, 전하의 크기, 유동속도 및 단면적의 곱이다.

26-2 저항(Resistance)

① 전류밀도 (current density)

: 도선의 단위면적당 통과하는 전류 세기 - vector 량

$$J = \frac{I}{A} = n q v_d$$

* 전류밀도를 벡터로 표시하면

$$\vec{J} = n q \vec{v}_d$$

: 전류밀도는 $\vec{J}$ 는 전기장 $\vec{E}$ 와 같은 방향이다.

② Ohm의 법칙

“금속과 같은 일반 도선의 저항은 전위차의 대소에 관계없이 일정하다.”

$$V = iR, \quad R = \frac{V}{i} \text{ (constant)}$$

“금속과 같은 보통 물질(도체)의 주어진 온도에서 전류밀도 $\vec{J}$ 는 전기장 $\vec{E}$ 에 비례 한다”

$$\vec{J} = \sigma \vec{E}$$

where σ : 전기전도도(conductivity)

② 비저항

: 전류밀도에 대한 전기장세기의 비

: 전기전도도의 역수

: 단위는 $\Omega \cdot cm$

$$\rho = \frac{\vec{E}}{\vec{J}} \text{ [} \Omega \cdot m \text{]}, \quad \vec{E} = \rho \vec{J}.$$

26-4 저항과 온도

* 비저항의 온도의존성

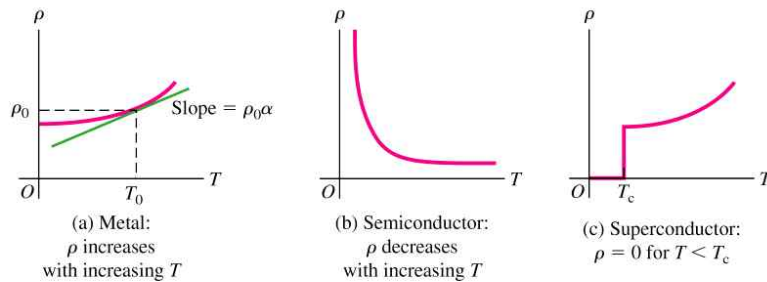
: 금속성 도체의 비저항은 온도가 증가함에 따라 증가 한다.

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)] \quad \text{<경험적 근사식>}$$

where ρ_0 : 기준온도 T_0 에서 재료의 비저항

α : 저항의 평균온도계수

* 보통금속(도체), 반도체 및 초전도체의 비저항과 온도와의 관계



* 물질의 비저항의 온도계수 ($\alpha = \frac{1}{\rho_0} \frac{\rho - \rho_0}{T - T_0} = \frac{1}{\rho_0} \frac{\Delta \rho}{\Delta T}$)

Material	$\alpha [(^{\circ}\text{C})^{-1}]$	Material	$\alpha [(^{\circ}\text{C})^{-1}]$
Aluminum	0.0039	Lead	0.0043
Brass	0.0020	Manganin	0.00000
Carbon (graphite)	-0.0005	Mercury	0.00088
Constantan	0.00001	Nichrome	0.0004
Copper	0.00393	Silver	0.0038
Iron	0.0050	Tungsten	0.0045

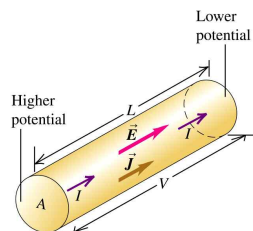
① 전기저항

: 도선의 양단에 전위차를 가하면 전류가 흐른다. 이때 전위차와 전류는 비례하며 이 비례상수를 전기저항이라 한다.

: 특정한 도체에서 전위차 V 와 전류 I 의 비

$$V \propto I$$

$$V = IR, \quad R = \frac{V}{I} \quad [\Omega]$$



② 저항과 비저항의 관계

: Ohm 법칙 $\vec{E} = \rho \vec{J}$ 에서 $\frac{V}{L} = \rho \frac{I}{A}$, $\frac{V}{I} = \rho \frac{L}{A}$

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

: 균일한 단면을 갖는 도선의 저항은 도선의 길이에 비례하고 도선의 단면적에 반비례한다.

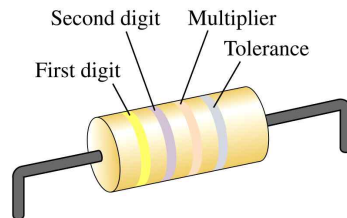
: 단위는 Ω (=ohm)이다.

③ 저항의 온도의존성

: 재료의 비저항이 온도에 따라 변하기 때문에 도체의 저항도 온도에 따라 변한다.

$$R(T) = R_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

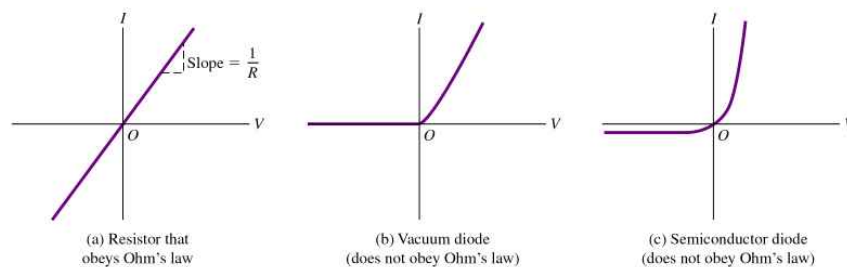
④ 색채저항



* 저항의 색 부호

Color	Value as Digit	Value as Multiplier
Black	0	1
Brown	1	10
Red	2	10^2
Orange	3	10^3
Yellow	4	10^4
Green	5	10^5
Blue	6	10^6
Violet	7	10^7
Gray	8	10^8
White	9	10^9

⑤ 전압, 전류, 저항과의 관계



$$V = iR$$

: 일반 금속인 경우 Ohm의 법칙이라고도 한다.

: Ohm의 법칙 따르는 저항의 경우 전압(전위차) 함수로 나타낸 전류의 그래프는 직선이고 이 직선의 기울기는 $1/R$ 이다.

26-6 전력

기전력의 원천(=자리)

: 전기회로에 연결시키면 연결된 두 점 사이에 전위차를 계속 유지할 수 있는 장치

: 전하들의 낮은 퍼텐셜에너지를 높은 퍼텐셜에너지로 변환시키는 장치

“참고” 폭포나 물레 방아의 펌프

: 모든 형태의 에너지를 전기적 퍼텐셜 에너지로 변환하는 장치

“예” 축전기, 발전기, 태양전지, 연료전지 등 모든 전기 에너지 원