

출제경향분석



본장은 전기를 표시하는 대표적인 물리량의 기본용어에 대한 내용을 다루었으며 시험에 자주 출제가 되는 내용은 다음과 같다.

- ① 옴의 법칙
- ② 도선의 전기저항
- ③ 저항의 직·병렬연결
- ④ 전력과 전력량
- ⑤ 전지의 종류와 접속



▶ 전기 용어해설

원자핵의 구성

원자핵은 몇 개의 양성자(Proton)와 중성자(Neutron)로 이루어져 있다.

▼ 이해력 높이기

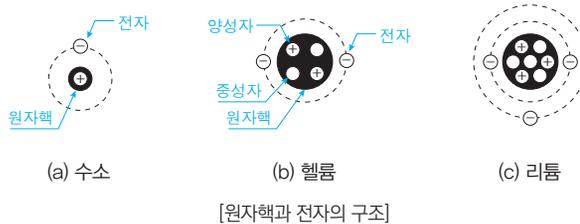
전하의 종류

- (+) 전하 : 양전하, 양자
- (-) 전하 : 부전하, 전자

1 전기의 이해

1. 물질의 구조

모든 물질은 원자의 집합으로 되어 있으며 양전기를 가진 원자핵과 그 주위를 회전하는 음전기의 전자로 구성되어 있다.



2. 전자와 양성자

양성자는 양(+), 전자는 음(-)전기를 가지고 있다. 같은 종류의 전기는 서로 반발하며, 다른 종류의 전기는 서로 당긴다.

1) 양자의 질량[중성자의 질량]

$$m_p = 1.672 \times 10^{-27} \text{ [kg]}$$

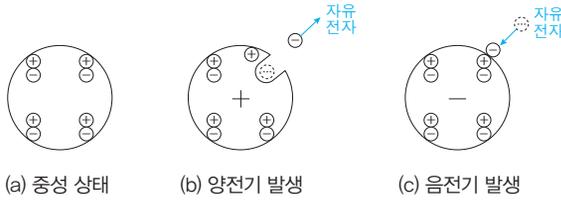
2) 전자의 질량

$$m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ [kg]}$$

3) 양자와 전자의 전기량

$$e = 1.607 \times 10^{-19} \text{ [C]}$$

3. 전기의 발생 : 자유전자의 결핍 또는 여분이 발생한 경우



2 전류(Current)와 전압(Voltage)

1. 전류 I [A]

금속선을 통하여 전자가 이동하는 현상으로 단위시간[sec] 동안 이동하는 전하량을 의미하며 단위는 암페어[A]를 사용한다.

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{ne}{t} [C/sec = A]$$

$$Q = I \cdot t [A \cdot sec = C]$$

Q(전하량) : 한 지점을 지나가는 전하의 총량 1[C] 이란 1[A]의 전류가 1초 동안 흐를 때 어떤 지점을 지나가는 전하량이 6.25×10^{18} 개일 때를 말한다.

$$n = \frac{Q}{e} = \frac{1}{1.602 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{18} [\text{개}]$$

2. 전압 V [V]

단위 정전하가 도선 두점 사이를 이동 할 때 하는 일의 양을 의미하며 단위는 볼트[V]

$$V = \frac{W}{Q} [J/C = V]$$

$$W = Q \cdot V [J]$$

필수확인 O·X 문제 | 난이도 ★★☆☆

1차 2차 3차

1. 전류는 자유전자의 이동이다. ()
2. 원자핵은 양성자만으로 이루어져있다. ()
3. 양전하와 전자는 서로 다른 종류의 전기이므로 서로 밀어내는 힘이 작용한다. ... ()

상세해설

1. (○) 전류란 (자유)전자가 이동하는 현상이다.
2. (×) 원자핵의 구성은 몇 개의 양자(Proton)와 중성자(Neutron)로 이루어져 있다.
3. (×) 같은 종류의 전기는 서로 반발하며, 다른 종류의 전기는 서로 흡인한다.

Q 포인트문제 1

금속에 전류가 흐르는 까닭은 무엇의 이동에 따른 것인가?

- ① 자유전자 ② 중성자
③ 전자핵 ④ 양자

A 해설

전류란 (자유)전자가 이동하는 현상이다.

정답 ①

FAQ

전자의 이동 방향과 전류의 이동 방향은 어떻게 되나요?

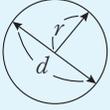
답

▶ 전자의 이동 방향과 전류의 방향이 반대인 이유는 과학자들은 전자의 존재를 알기 전에 전류의 방향을 (+)극 → (-)극으로 정하였다. 그 후 전류는 전자의 흐름이고, 전자는 (-)극 → (+)극 방향으로 이동한다는 사실이 밝혀졌지만 전류의 방향을 그대로 사용하기로 하였다. 이에 따라 전류의 방향과 전자의 이동 방향이 반대가 된 것이다.

3 전기저항

이해력 높이기

원의 단면적 및 둘레길이

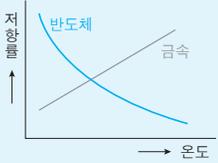


- 원의 단면적 $S = \pi r^2 = \frac{1}{4} \pi d^2$
- 원의 둘레 $l = 2\pi r = \pi d$ [m]

핵심 포인트

t [°C]일 때 저항온도계수

$$\alpha_t = \frac{1}{234.5 + t} [1/^\circ\text{C}]$$



Q 포인트문제 2

0[°C]에서 20[Ω]인 구리선이 90[°C]로 되면 증가된 저항은 몇 [Ω]인가?

- ① 약 6.7 ② 약 7.7
- ③ 약 26.7 ④ 약 27.7

A 해설

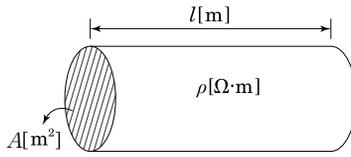
온도변화에 따른 저항변화

$$\begin{aligned}
 R_T &= R_t \{1 + \alpha_t (T - t)\} = \\
 &= 20 \times \left\{ 1 + \frac{1}{234.5} \times (90 - 0) \right\} \\
 &= 20 \times (1 + 0.38) \\
 &= 20 \times 1.38 = 27.6 \\
 \therefore \text{증가된 저항} &= 27.6 - 20 \\
 &= 7.6 [\Omega]
 \end{aligned}$$

정답 ②

1. 저항 $R[\Omega]$: 전류의 흐름을 방해하는 작용을 전기저항 또는 저항(Resistance)이라 하고 단위는 옴[Ω]을 쓴다. 도선의 저항은 길이에 비례하고 단면적에 반비례한다.

$$R = \rho \frac{l}{A} = \rho \frac{l}{\pi r^2} = \frac{4\rho l}{\pi d^2} = \frac{l}{kA} [\Omega]$$



- R : 도선에 흐르는 저항[Ω]
- ρ : 고유저항[Ω·m]
- l : 도선의 길이[m]
- A : 단면적[m²]
- k : 도전율[S/m]

2. 고유저항 $\rho[\Omega \cdot m]$: 전류의 흐름을 방해하는 물질의 고유한 성질

$$\rho = \frac{RA}{l} [\Omega \cdot m]$$

3. 컨덕턴스 $G[S]$: 저항의 역수를 컨덕턴스라고 하고 단위는 [S]를 쓰며 모호(mho)

$$G = \frac{1}{R} [S]$$

4. 도전율 $k[S/m]$: 고유저항의 역수값을 의미함

$$k = \sigma = \frac{1}{\rho} [S/m]$$

5. 저항과 온도의 관계 : 모든 물질은 온도 변화에 따라 내부의 저항치가 변함

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha_{t_1} (t_2 - t_1)] [\Omega]$$

R_1 : t_1 [°C]일 때 도체 저항[Ω], R_2 : t_2 [°C]일 때 도체 저항[Ω]

t_1 : 상승 전 온도[°C], t_2 : 상승 후 온도[°C], α_{t_1} : t_1 [°C]일 때 저항온도계수

6. 도체의 분류

1) 도체

구리, 알루미늄 등 전하가 이동하기 쉬운 물질

2) 부도체

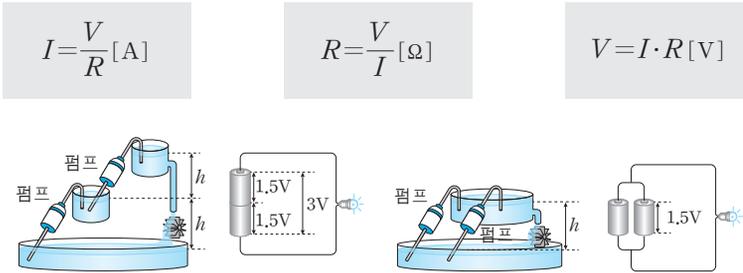
공기, 고무 등 전하가 이동하기 어려운 물질

3) 반도체

게르마늄, 규소 등과 같이 저온에서 전류가 잘 흐르지 않거나, 고온에서는 전류가 흐르게 되는 중간 성질을 가진 물질

4. 옴의 법칙

도체를 흐르는 전류의 크기는 도체의 양 끝에 가해진 전압에 비례하고, 그 도체의 저항에 반비례한다. 이것을 옴의 법칙($V=IR$)이라 한다.



참고

전류와 전압, 저항의 관계는 물의 흐름으로 비유할 수 있다. 물탱크에 연결한 파이프를 타고 흐르는 물(전류)은 파이프에 걸리는 수압(전압)이 높을수록 양이 많아질 것이고, 파이프가 가늘어서 물의 흐름에 대한 저항이 클수록 물의 양은 적어지게 되는 것과 같다.

필수확인 O·X 문제

난이도 ★★★★★

1차 2차 3차

1. 전기저항은 도선의 길이에 반비례하고 단면적에 비례한다. ()
2. 도체는 전기의 흐름을 막는 물질을 말한다. ()

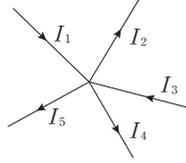
상세해설

1. (×) 전기저항은 $R = \rho \frac{l}{S} [\Omega]$ 이므로 도선의 길이에 비례하고 단면적에 반비례한다.
2. (×) 도체는 전하가 이동하기 쉬운 물질이다.

5 저항의 접속

1. 키르히호프의 제1법칙 [전류 평형의 법칙]

임의의 접속점에서 들어가는 전류와 나오는 전류의 합은 같다.

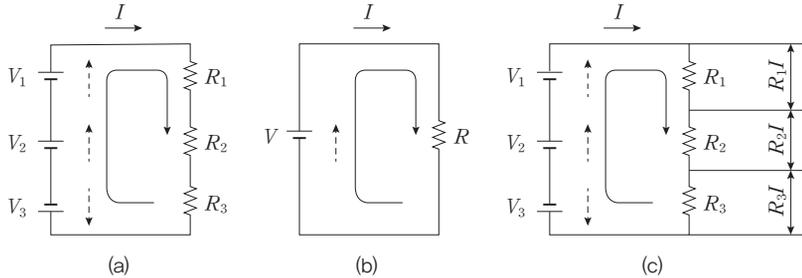


즉, $I_1 + I_3 = I_2 + I_4 + I_5$ 식이 성립됨을 의미한다.

유입된 전류 = 유출된 전류

2. 키르히호프의 제2법칙 [전압 평형의 법칙]

임의의 폐회로내의 기전력의 합은 전압강하의 합과 같다.



전류의 방향을 화살표 방향으로 가정하고 이 방향과 일하는 전압 강하와 기전력을 (+), 이와 반대로 되는 것은 (-)로 하면, 기전력의 합 $V_0 = V_1 + V_2 - V_3$ 이며, 전압 강하의 합 $V_0 = R_1I + R_2I + R_3I$ 로서 그 대수합은 같다. 즉, $V_1 + V_2 - V_3 = R_1I + R_2I + R_3I$ 식이 성립됨을 의미한다.

기전력의 합 = 전압강하의 합

3. 직렬 접속

1) 전류 일정

$I = I_1 = I_2$ [A]

2) 전체 전압

$V = V_1 + V_2$ [V]

Q 포인트문제 3

“회로의 접속점에서 볼 때, 접속점에 흘러들어오는 전류의 합은 흘러나가는 전류의 합과 같다.”라고 정의되는 법칙은?

- ① 키르히호프의 제1법칙
- ② 키르히호프의 제2법칙
- ③ 플레밍의 오른손 법칙
- ④ 암페어의 오른 나사 법칙

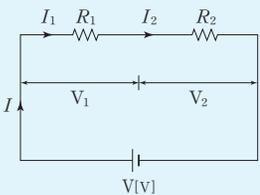
A 해설

키르히호프의 제1법칙에 의하면 회로에서 임의의 한점을 중심으로 들어가는 전류의 합은 나오는 전류의 합과 같다.

정답 ①

참고

직렬 접속



3) 합성 저항과 합성 컨덕턴스

$$R = R_1 + R_2 [\Omega]$$

$$G = \frac{G_1 G_2}{G_1 + G_2} [\text{S}]$$

4) 전압 분배 법칙

$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V [V]$$

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V [V]$$

4. 병렬 접속

1) 전압 일정

$$V = V_1 = V_2 [V]$$

2) 전체 전류

$$I = I_1 + I_2 [A]$$

3) 합성 저항과 합성 컨덕턴스

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} [\Omega]$$

$$G = G_1 + G_2 [\text{S}]$$

4) 전류 분배 법칙

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times I [A]$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times I [A]$$

핵심 포인트

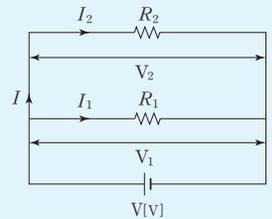
전압 분배 법칙

$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V [V]$$

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V [V]$$

참고

병렬 접속



핵심 포인트

전류 분배 법칙

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times I [V]$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times I [V]$$

필수확인 O·X 문제 | 난이도 ★★☆☆☆

1차 2차 3차

1. 저항의 직렬 연결시 전압이 일정하다. ()
2. 저항의 병렬 연결시 전류가 일정하다. ()

상세해설

1. (×) 저항의 직렬 연결시 전류가 일정하다.
2. (×) 저항의 병렬 연결시 전압이 일정하다.

6 < 전력과 열량

1. 전력 $P[W]$: 전기가 단위시간 동안의 행할 수 있는 일의 양

$$P = \frac{W}{t} = \frac{QV}{t} = V \cdot I = I^2 R = \frac{V^2}{R} \text{ [J/sec=W]}$$

즉, 1[sec]에 1[J]의 일을 하는 전기에너지를 1[W]의 전력이라 한다.

2. 전력량 $W[W \cdot s]$: 어느 전력을 어느 시간동안 소비한 전기에너지의 총량

$$W = P \cdot t = VIt = I^2 Rt = \frac{V^2}{R} t \text{ [W \cdot sec=J]}$$

3. 줄의 법칙과 열량

1) 줄의 법칙

$$H = I^2 Rt \text{ [J]} = 0.24I^2 Rt \text{ [cal]}$$

전선에 흐르는 전류와 전선에 저항이 클수록 발열이 커지며 그만큼 전기에너지가 열 에너지로 변환되어 에너지 손실이 커진다.

2) 열량의 단위환산법

줄 [J] 과 칼로리 [cal]	전력 [W] 과 칼로리 [cal]
1[J] = 0.24[cal]	1[kWh] = 860[kcal]
1[cal] ≒ 4.2[J]	

4. 열과 전기

1) 제벡 효과 (Seebeck Effect) : 서로 다른 두 금속(예 구리 - 콘스탄탄)을 접속하고 접속점에 열을 가하면 기전력이 발생하여 전류가 흐르는 현상이다.

2) 펠티어 효과 (Peltier Effect) : 서로 다른 금속이나 반도체(예 비스무트-안티몬)의 양쪽 끝을 접합하여 전류를 흘려주면 전류에 의해 발생하는 줄열 외에도 금속의 각 접점에서 발열 또는 흡열 작용이 일어나는 현상을 말한다.

3) 톰슨 효과 (Thomson Effect) : 같은 종류의 도체이면서 부분적으로 온도가 다른 금속에 전류를 흐르게 하면 온도가 바뀌는 부분에서 발열과 흡열이 일어나는 현상이다.

7 전지 종류와 접속

1. 전기분해

전해액에 전원을 공급시켜 그 전류로 인해 산화·환원의 전극반응이 일어나 전기에너지를 화학에너지로 변환하는 것을 전기분해라 한다.

1) (+)극에서의 반응 : 산화

SO_4^{2-} , H_2O 중 표준 산화 전위가 큰 H_2O 이 산화된다.

2) (-)극에서의 반응 : 환원

Cu^{2+} , H_2O 중 표준 환원 전위가 큰 Cu^{2+} 이 환원된다.

2. 패러데이의 법칙

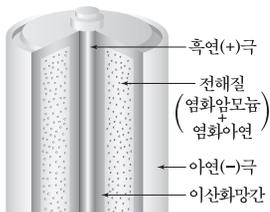
전기 분해에 의하여 전극에서 석출되는 물질의 양은 전해액 속을 통과한 총 전기량(전하)에 비례하며, 전해질이나 전극의 종류에 관계없이 총 전기량(전하)이 같을 때 물질의 석출량은 그 물질의 전기화학당량에 비례한다.

$$w = kQ = kIT \text{ [g]}$$

3. 전지

화학적 에너지 또는 빛, 열 등의 물리적 에너지를 직접 전기 에너지로 변환하는 장치를 전지라 하며, 1차 전지와 2차 전지로 분류한다.

1) 1차 전지



- (+)양극 : 탄소막대
- (-)음극 : 아연판
- 기전력 : 1.5~1.7 [V]
- 감극제 : MnO_2 (이산화망간)

필수확인 O·X 문제 | 난이도 ★★☆☆☆

1차 2차 3차

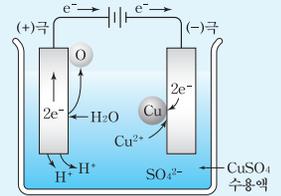
- 1차 전지란 다회용의 방전과 충전이 가능한 전지다. ()
- 납축전지의 전해액은 묽은 황산을 사용한다. ()

상세해설

1. (x) 일회용의 소모성 전지로 르크랑세 전지라고도 한다.
2. (o)

참고

황산구리 수용액의 전기 분해



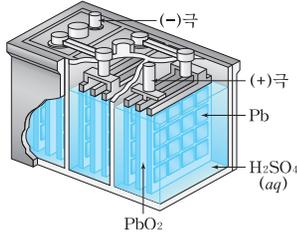
▶ 전기 용어해설

- 1차전지 : 일회용의 소모성 전지로 르크랑세 전지라고도 한다.
- 2차전지 : 방전과 충전이 가능한 가역전지로서 반복적으로 사용할 수 있는 전지이다. 납축전지가 이에 속한다.

핵심 포인트

납축전지

납축전지는 묽은황산(H₂SO₄)을 전해액으로 사용하며 그 비중은 1.2~1.3이다.

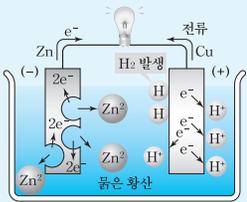


- (+)양극 : 이산화납(PbO₂)
- (-)음극 : 납(Pb)
- 기전력 : 약 2[V]
- 전해액 : 묽은황산(H₂SO₄)
- 전해액의 비중 : 1.2~1.3
- 축전지 용량 : 방전전류(*I*) × 방전시간(*t*)
- * 단위 : [Ah]

핵심 포인트

분극작용

볼타전지에서 양극의 구리 전극표면에 생성된 수소 기체가 얇은 막을 형성하고 지속적인 전극 반응을 방해하게 된다. 이 현상으로 아연 전극에서 외부 도선을 통하여 유입하는 전자의 흐름을 방해하면서 전류는 감소하고 전지의 기전력도 낮아진다. 이러한 현상을 분극작용이라 한다.



포인트문제 4

황산구리 용액에 10[A]의 전류를 60분간 흘린 경우 이때 석출되는 구리의 양은? (단, 구리의 전기 화학당량은 0.3293 × 10⁻³[g/c]임)

- ① 약 1.97[g] ② 약 5.93[g]
- ③ 약 7.82[g] ④ 약 11.86[g]

A 해설

$$w = KQ = KIT$$

$$w = 0.3293 \times 10^{-3} \times 10 \times 60 \times 60 = 11.86[\text{g}]$$

정답 ④

2) 2차 전지

3) 연속전지와 알칼리 축전지

구분	연속전지	알칼리 축전지
공칭전압	2[V/cell]	1.2[V/cell]
방전시간율	10[h]	5[h]
방전종지전압	1.6[V]	0.96[V]
기전력	2.05~2.08[V/cell]	1.32[V/cell]

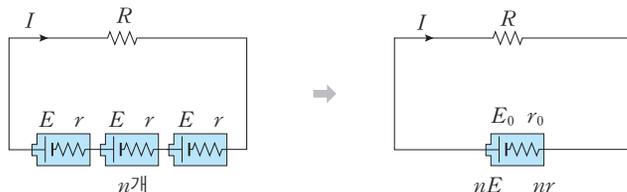
4. 전지의 화학작용 및 현상

- 1) 분극작용 : 음극에서 발생한 수소가스가 거품이 되어 극판 표면에 붙어 내부저항을 증가시키고 역기전력을 발생시킨다. 이것을 방지하기 위해 감극제를 사용한다.
- 2) 국부작용 : 극판에 전해액 내 불순물이 부착되어 국부전지를 형성하고 순환전류가 발생하여 기전력을 감소시키는 현상이다. 또한, 오랫동안 전지를 방치하면 사용할 수 없게 된다.

5. 전지의 접속

전지에 부하를 연결하고 전압을 측정하면 부하 전압은 전지의 기전력보다 작는데, 이것은 전지 내부에 자체저항이 있어 전압 강하가 생기기 때문이다. 이를 내부 저항이라 한다.

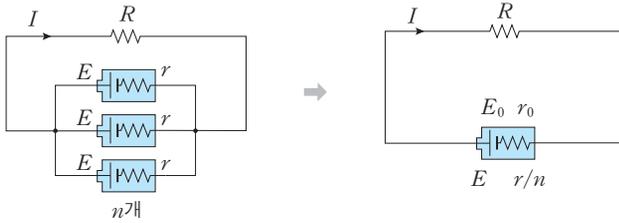
- 1) 직렬접속 : 전지를 직렬로 연결하면 내부저항 역시 직렬로 연결한 것이므로 합성 내부저항은 *nr*이 되고 전체전압은 *nE*가 된다.



$$I = \frac{nE}{nr + R} \text{ [A]}$$

2) 병렬접속

전지를 병렬로 연결하면 내부저항 역시 병렬로 연결한 것이므로 합성내부저항은 $\frac{r}{n}$ 이 되고 전체전압은 E 가 된다.

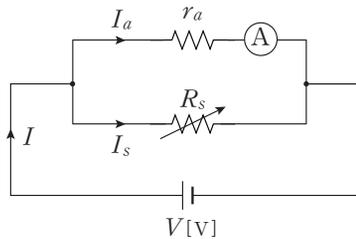


$$I = \frac{E}{\frac{r}{n} + R} \text{ [A]}$$

8 분류기와 배율기

1. 분류기

전류계의 측정범위를 확대할 목적으로 외부에 저항을 전류계와 병렬로 연결한 것



필수확인 O·X 문제

난이도 ★★★★★

1. 분류기는 전류계측정범위를 넓히기 위해서 저항을 직렬연결한다. ()
2. 배율기는 전압계측정범위를 넓히기 위해서 저항을 직렬연결한다. ()

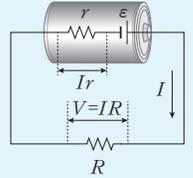
상세해설

1. (×) 전류계의 측정범위를 확대할 목적으로 외부에 저항을 전류계와 병렬로 연결한 것을 분류기라 한다.
2. (○) 전압계의 측정범위를 확대할 목적으로 외부에 저항을 전압계와 직렬로 연결한 저항을 배율기라 한다.

이해력 높이기

전지의 내부저항

전지 내에 내부 저항이 있어서 전지의 기전력보다 측정전압이 낮게 측정된다.



전기 용어해설

전류계

전류계는 저항이나 전구에 흐르는 전류의 세기를 측정하는 기구입니다.

1) 분류기의 배율 m

$$m = \frac{I}{I_a} = \frac{R_s \times r_a}{R_s} = 1 + \frac{r_a}{R_s}$$

2) 분류기의 저항

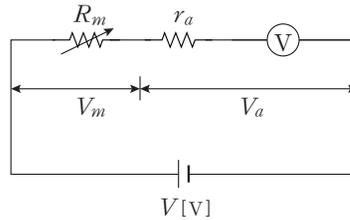
$$R_s = \frac{r_a}{\frac{I}{I_a} - 1} = \frac{r_a}{m - 1} [\Omega]$$

3) 분류기 저항과 내부저항과의 비율

$$\frac{R_s}{r_a} = \frac{1}{m - 1}$$

2. 배율기

전압계의 측정범위를 확대할 목적으로 외부에 저항을 전압계와 직렬로 연결한 저항



1) 배율기의 배율

$$m(\text{배율}) = \frac{V}{V_a} = \frac{r_a + R_m}{r_a} = 1 + \frac{R_m}{r_a}$$

2) 배율기의 저항

$$R_m = \left(\frac{V}{V_a} - 1 \right) r_a = (m - 1) r_a$$

3) 배율기 저항과 내부저항과의 비율

$$\frac{R_m}{r_a} = m - 1$$

▶ 전기 용어해설

전압계

전압계는 저항이나 전구에 걸리는 전압을 측정하는 기구

Q 포인트문제 5

최대눈금 100[mV], 내부저항 20[Ω]의 직류전압계에 10[kΩ]의 배율기를 접속하면 약 몇 [V] 까지 측정할 수 있는가?

- ① 50 ② 60
- ③ 500 ④ 600

A 해설

$$m(\text{배율}) = \frac{V}{V_a} = 1 + \frac{R_m}{r_s}$$

$$V = \left(1 + \frac{R_m}{r_s} \right) V_a$$

$$= \left(1 + \frac{10 \times 10^3}{20} \right) \times 100 \times 10^{-3}$$

$$= 50.1 [\text{V}]$$

정답 ①