

전기회로 (가, 나)

Chapter 1 : Basic Concepts

2017. 1학기

윤영식 교수

글로벌브레인홀 204호

ysyoun@ssu.ac.kr

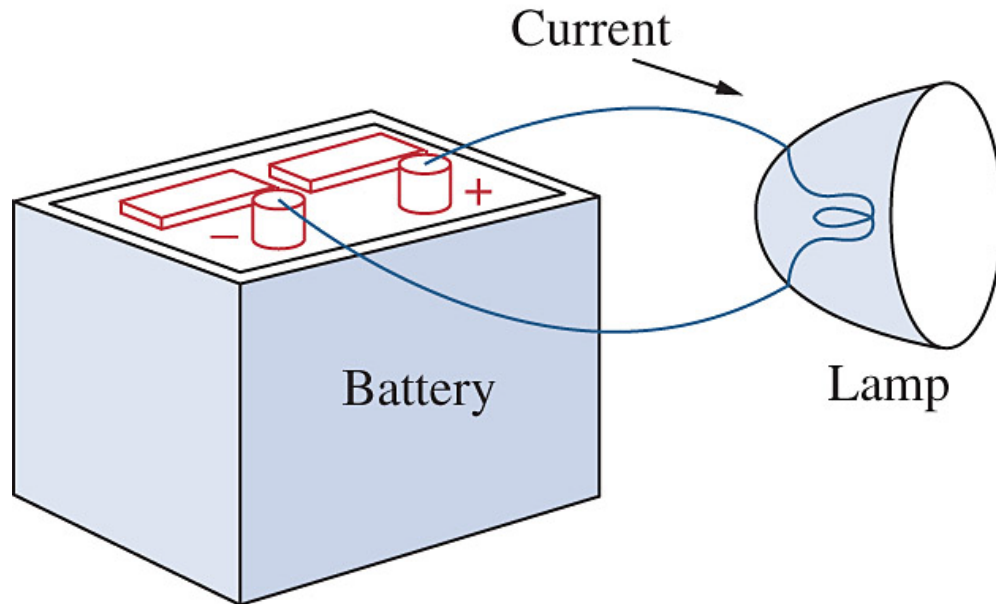
Learning Goals

- SI 단위
- 기본 용어들에 대한 이해
 - Circuit (회로)
 - Charge (전하)
 - Current (전류)
 - Voltage (전압)
 - Power (전력), Energy (전력량)
- Circuit elements
 - Active & passive elements
 - Voltage & current sources
 - Independent & dependent sources

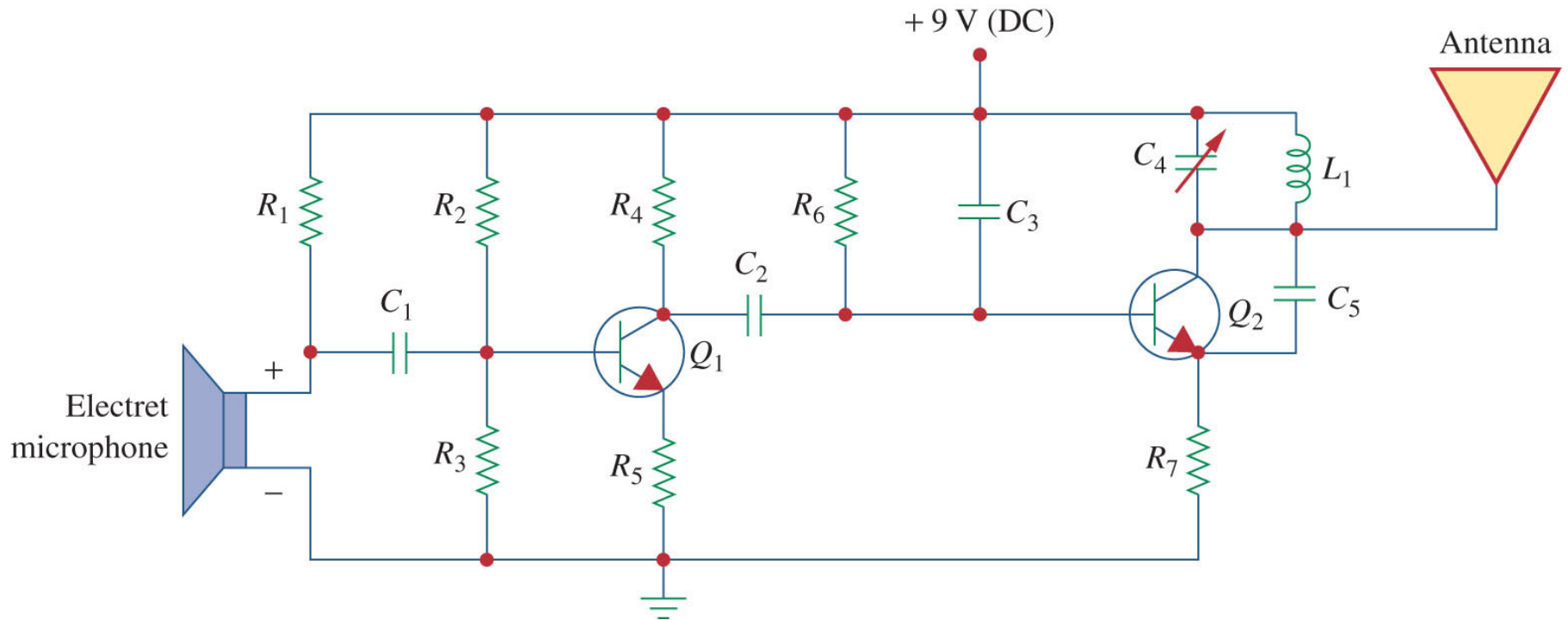
1.2 회로 (Circuit)

◉ 전기회로(Electrical Circuit)란?

- Interconnection of electrical elements
- A network consisting of a closed loop, giving a return path for the current (回路)



1.2 전기회로의 예



1.2 International System of Units (SI)

- 물리량의 기본 단위 (SI units)

Quantity	Basic unit	Symbol
길이	meter	m
질량	kilogram	kg
시간	second	s
전류	Ampere	A
온도	Kelvin	K
광량	Candela	cd

1.2 Derived units

Named units derived from SI base units

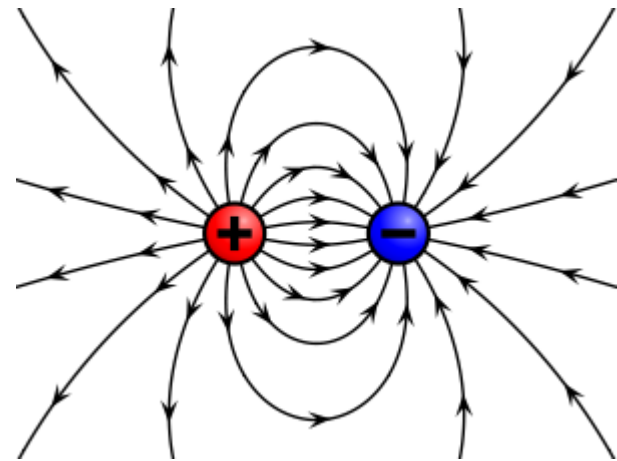
Name	Symbol	Quantity	Relationship with other units
hertz	Hz	frequency	1/s
radian	rad	angle	m/m
steradian	sr	solid angle	m ² /m ²
newton	N	force, weight	kg·m/s ²
pascal	Pa	pressure, stress	N/m ²
joule	J	energy, work, heat	N·m = C·V = W·s
watt	W	power, radiant flux	J/s = V·A
coulomb	C	electric charge or quantity of electricity	s·A
volt	V	voltage, electrical potential difference, electromotive force	W/A = J/C
farad	F	electric capacitance	C/V
ohm	Ω	electric resistance, impedance, reactance	V/A
siemens	S	electrical conductance	1/Ω = A/V
weber	Wb	magnetic flux	J/A
tesla	T	magnetic field strength	V·s/m ² = Wb/m ² = N/(A·m)
henry	H	inductance	V·s/A = Wb/A
degree Celsius	°C	temperature relative to 273.15 K	K
lumen	lm	luminous flux	cd·sr
lux	lx	illuminance	lm/m ²
becquerel	Bq	radioactivity (decays per unit time)	1/s
gray	Gy	absorbed dose (of ionizing radiation)	J/kg
sievert	Sv	equivalent dose (of ionizing radiation)	J/kg
katal	kat	catalytic activity	mol/s

1.2 SI prefixes

Factor	Name	Symbol	Factor	Name	Symbol
10^{24}	yotta	Y	10^{-1}	deci	d
10^{21}	zetta	Z	10^{-2}	centi	c
10^{18}	exa	E	10^{-3}	milli	m
10^{15}	peta	P	10^{-6}	micro	μ
10^{12}	tera	T	10^{-9}	nano	n
10^9	giga	G	10^{-12}	pico	p
10^6	mega	M	10^{-15}	femto	f
10^3	kilo	k	10^{-18}	atto	a
10^2	hecto	h	10^{-21}	zepto	z
10	deka	da	10^{-24}	yocto	y

1.3 Charge

- Electric charge (전하)란?
 - 물질의 전기적 특성
 - 양전하 & 음전하
 - 인력과 척력
- 단위 : C (coulomb)
- 최소 크기 (← 전자의 전하)
 $1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$
- 표시 : Q (또는 q)



1.3 Charge

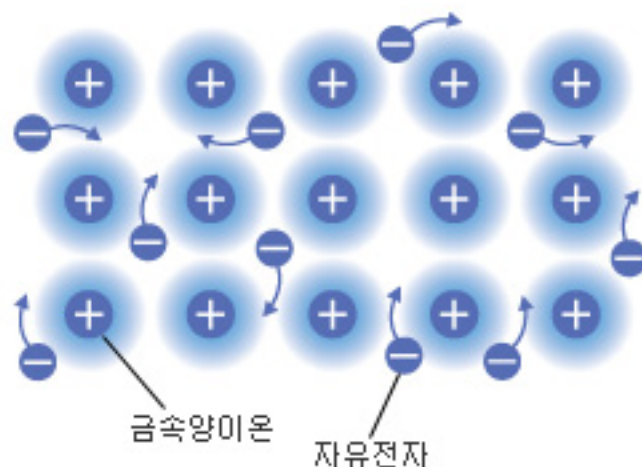
- Quiz

- 1 C의 전하는 몇 개의 전자로 이루어져 있는가?

- 전하보존의 법칙

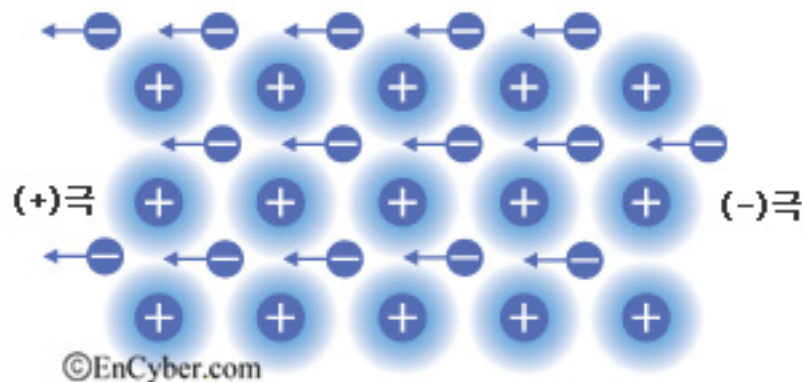
- 회로에서 전하의 양은 보존된다.
- $\sum q = 0$

금속의 자유전자



〈전류가 흐르기 전〉

자유전자는 특정 양이온에 고정되어 있지 않고 모든 양이온 사이를 자유롭게 움직이며 금속 양이온들을 결합시킨다.

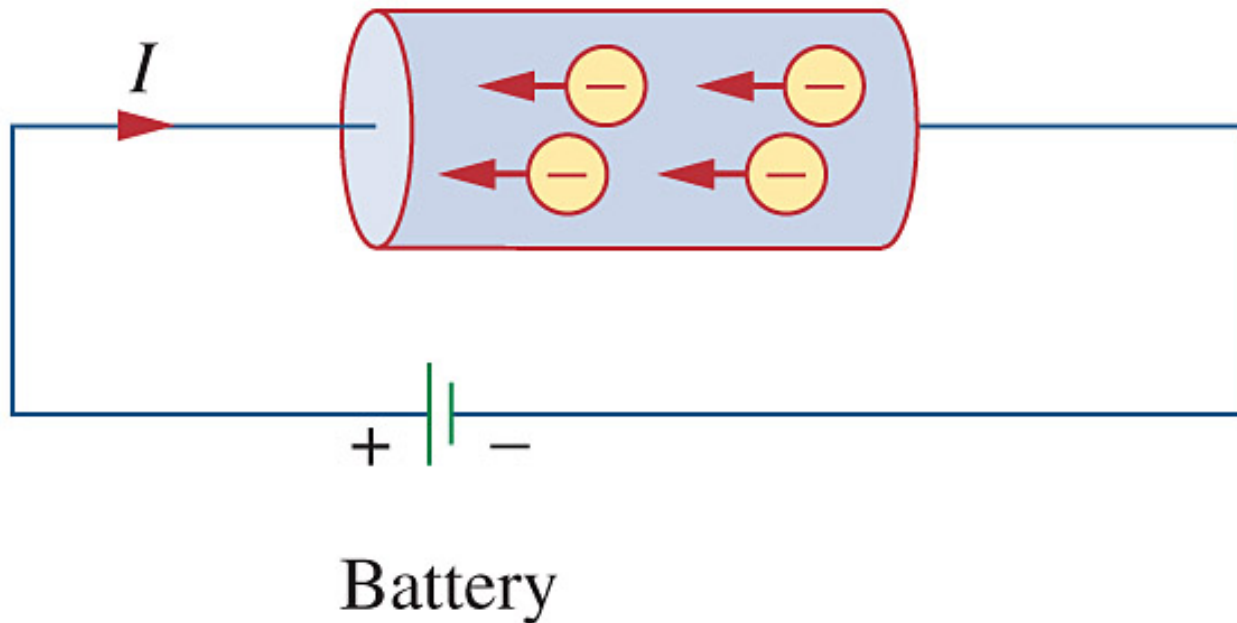


〈전류가 흐를 때〉

전자가 (-)극에서 (+)극 방향으로 이동한다.

1.3 전류의 방향

- 전자의 이동방향과 반대방향으로 정의 (약속)

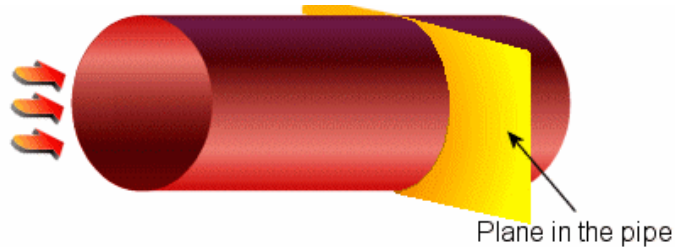


1.3 Current (전류)

- 전류 ← 전하의 흐름

$$i(t) \equiv \frac{dq(t)}{dt}$$

$$Q \equiv \int i(t)dt$$



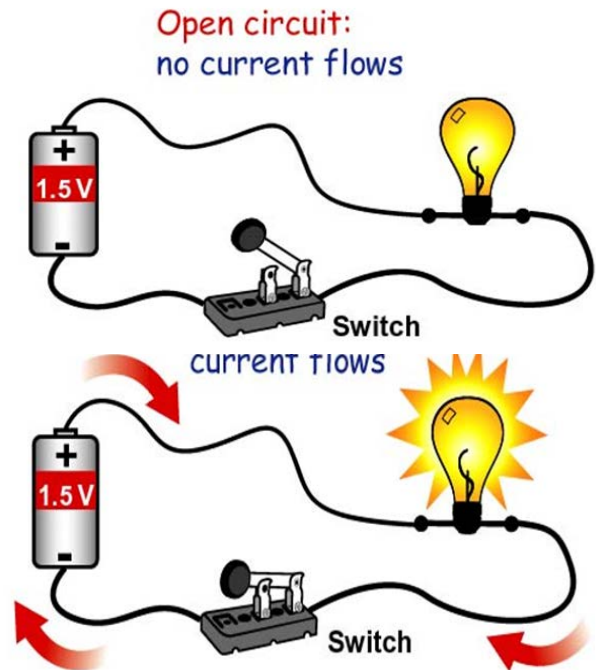
- 단위 : A (ampere:암페어) ← coulomb/sec

- 언제 흐르나?

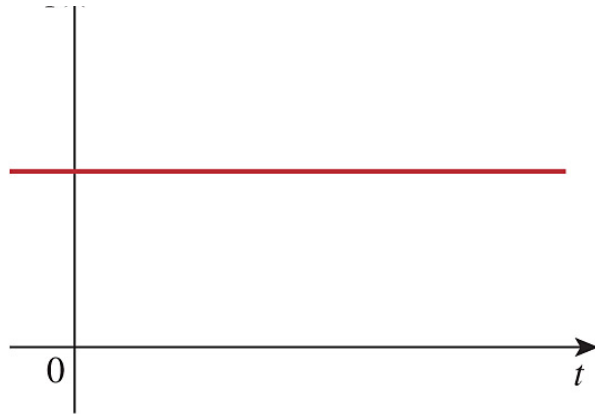
- 양단에 전위차가 있을 때
- 흐를 수 있는 통로가 있을 때

- 전류는 전자의 흐름에 의해 발생

- 방향은 **반대** (← by Benjamin Franklin)



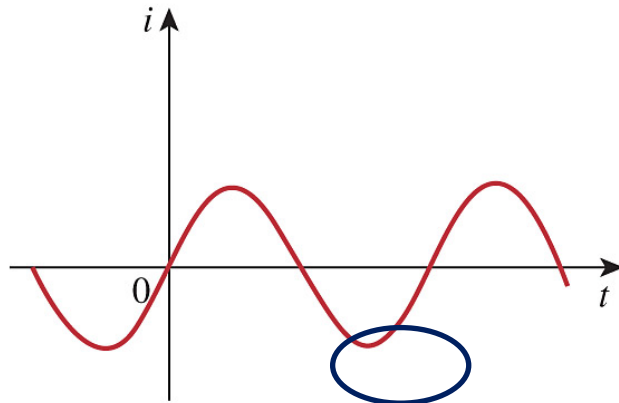
1.3 DC & AC (직류와 교류)



(a)

직류(Direct Current) :

항상 일정한 크기로 같은 방향으로 흐르는 전류



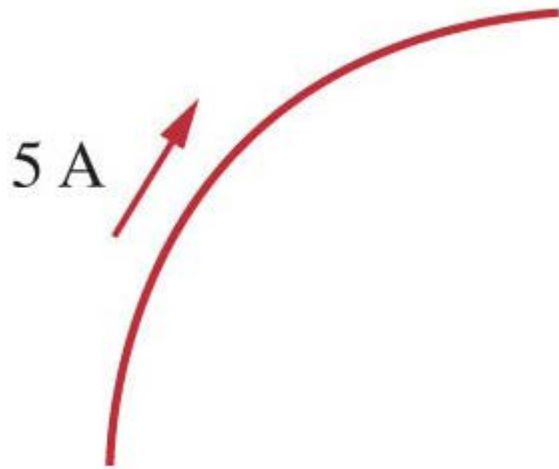
(b)

교류(Alternating Current) :

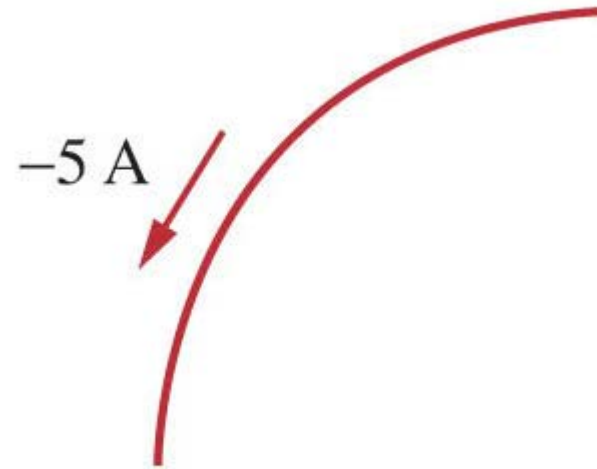
시간에 따라 크기와 방향이 바뀌는 전류

(-) 값은 반대방향으로 흐름을 의미!

1.3 전류의 방향



(a)
양의 전류 흐름



(b)
음의 전류 흐름

Examples

○ Example (예제) 1.2

- 한 단자를 들어가는 전체 전하의 양 $q = 5t \sin 4\pi t \text{ mC}$ 이다. 시간 $t = 0.5t$ 일 때 전류를 계산하라.

○ Example (예제) 1.3

- 한 단자를 통과하는 전류가 $i = (3t^2 - t) \text{ A}$ 일 때, 시간 $t = 1 \text{ s}$ 에서 $t = 2 \text{ s}$ 사이에 한 단자로 들어가는 전체 전하의 양을 구하라.

1.4 Voltage (전압)

○ 전압 = 두 지점 사이의 전위차

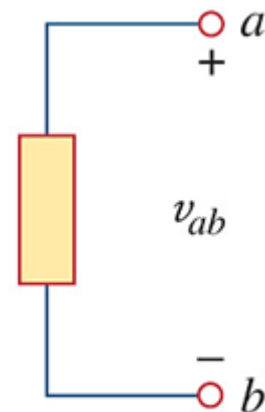
- 상대적인 전기적 위치 에너지

○ 단위 전하(1C)을 옮기는 데 필요한 에너지

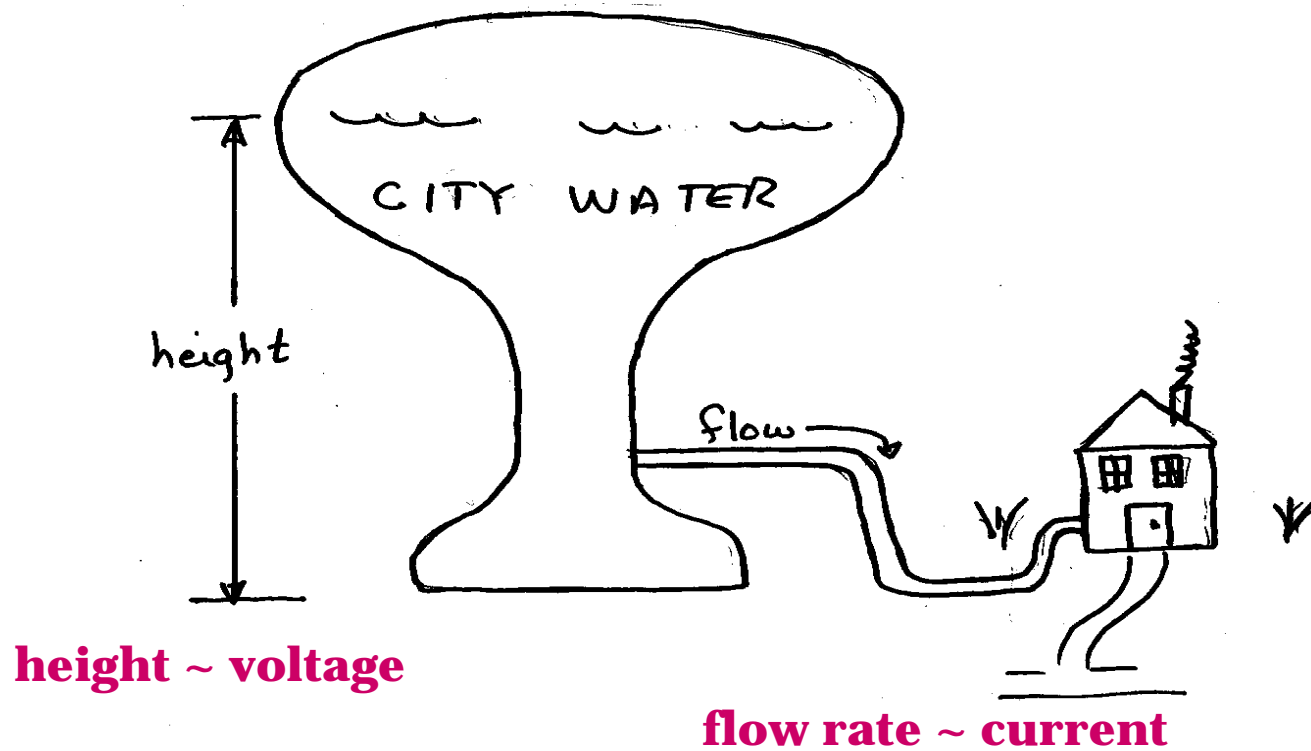
$$v_{ab}(t) = \frac{dw(t)}{dq(t)}$$

○ 단위 : V (volt, 볼트)

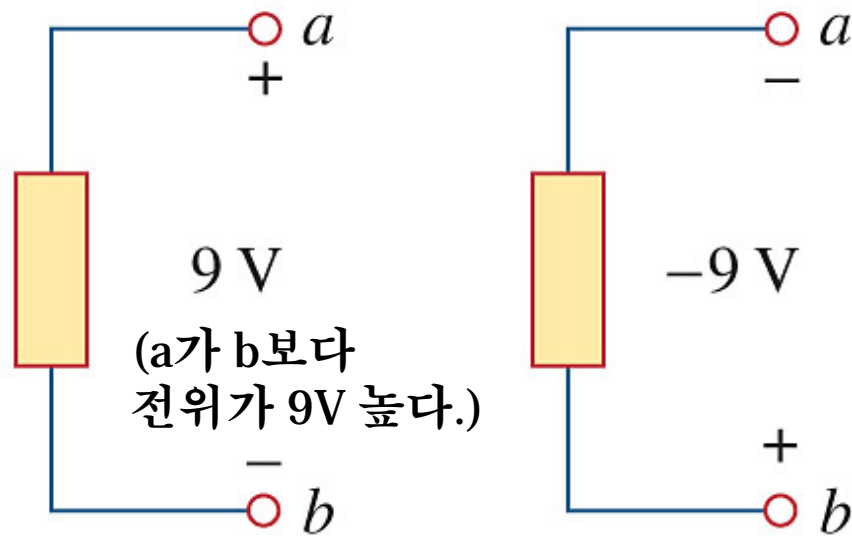
- 1 V = 1 Joule/Coulomb = 1 Nm/C



1.4 전압과 전류



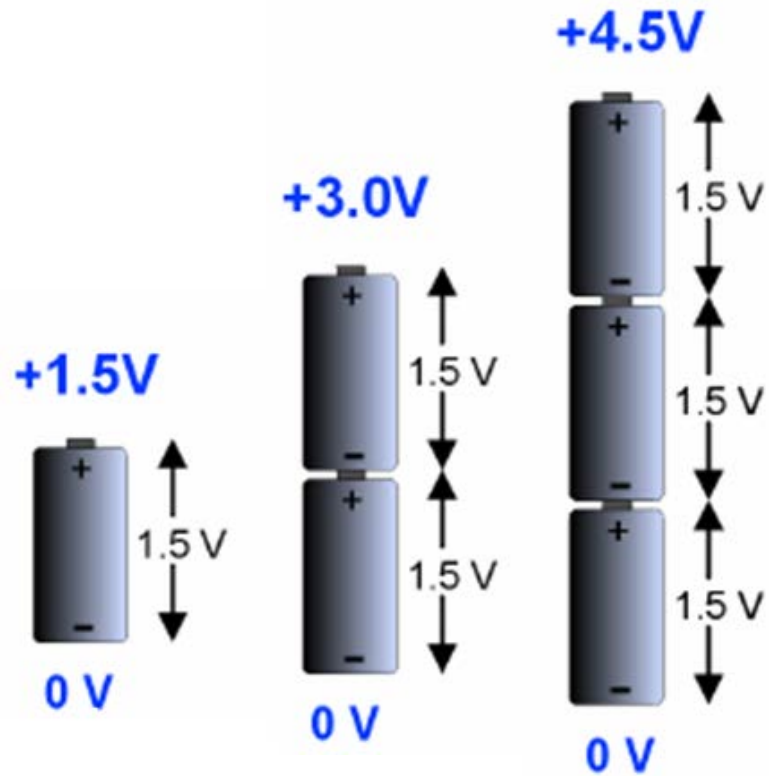
1.4 전압의 극성



(a) \leftarrow 같은 표현 \rightarrow (b)
즉, $v_{ab} = -v_{ba}$

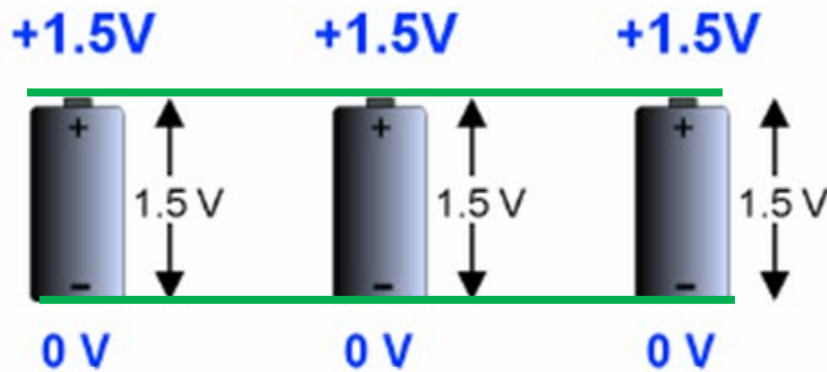
1.4 전압

- 직렬로 연결하면?



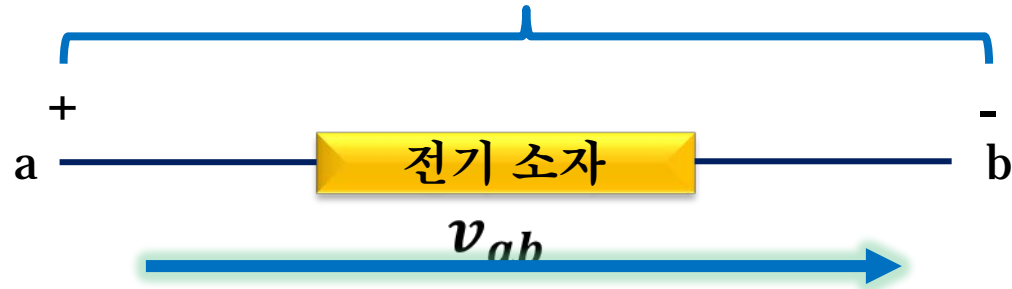
1.4 전압

- 병렬로 연결하면?



몇 volt인가?

1.4 전류와 전압



- 전압은 두 지점 또는 소자의 양단에 걸린다.
- 전압은 소자에서 소비된다.
- 전류는 소자를 통하여 흐른다.
- 양단에 전위차가 있어야 흐른다.

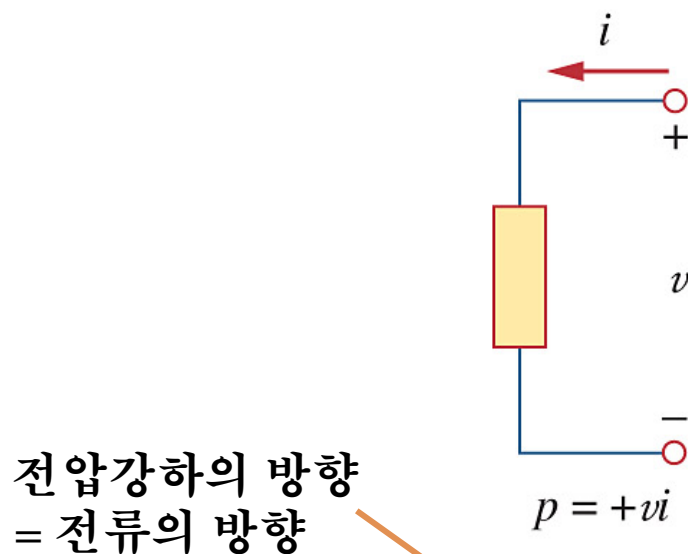
*** 소자가 없을 경우, 전위차가 없어도 흐를 수 있다.

← 단순한 통로 역할

1.5 Power (전력)

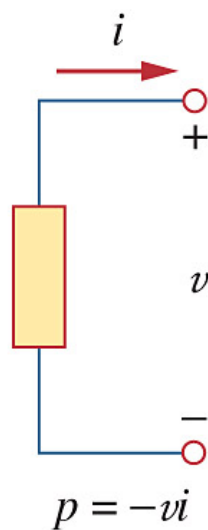
- Power(전력) : 단위시간에 사용되는 전기에너지의 양

$$p \equiv \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = vi \quad (\text{W(와트)}, J/s)$$



전압강하의 방향
= 전류의 방향

[에너지 소비]



전압강하의 방향
≠ 전류의 방향

[에너지 생산]

1.5 Energy (전력량)

- 전력량 : 일정시간 동안 사용된 전기에너지의 총량

$$w = \int_{t_0}^t p dt = \int_{t_0}^t v \cdot i dt \quad \text{Wh(와트시) or kWh(키로와트시)}$$

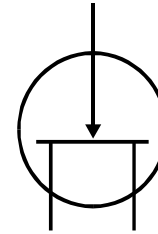
- 1Wh = 3,600 J

- 전기요금 산정의 기준

1.6 Circuit Elements

○ Active elements (능동소자)

- 입출력 사이에 이득이 있는 소자
 - 에너지의 발생 → 전원
 - 신호의 증폭 → OP amp, TR 등
 - 신호의 변환 (주파수 등)
- 일반적으로 외부전원 인가 필요
- 주변 회로에 따라 특성이 변화함.

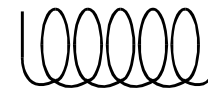


○ Passive elements (수동소자)

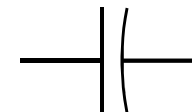
- 에너지를 소비, 축적, 통과시키는 소자
- 외부 전원 불필요
- 소자의 특성이 제조시 이미 결정



R



L

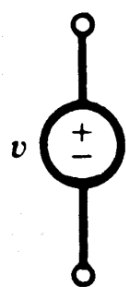


C

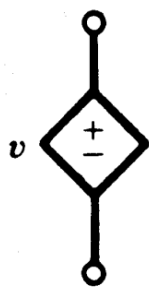
1.6 Circuit Elements

Active Elements

Passive Elements



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)

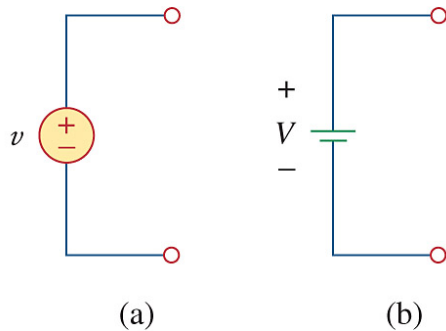
Independent
Sources

Dependent
Sources

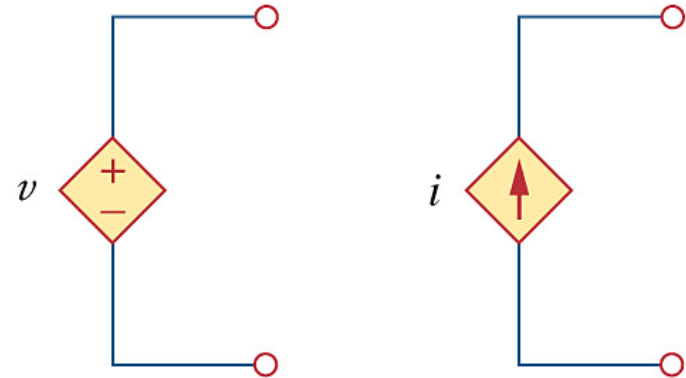
VCVS(Voltage Controlled Voltage Source)
CCVS(Current “ Voltage “)
VCCS(Voltage “ Current “)
CCCS(Current “ Current “)

1.6 전원 (Source)

○ 독립전원 vs. 종속전원

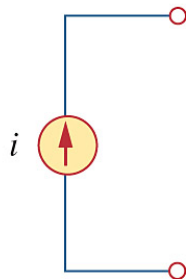


독립 전압원 (Voltage source)



종속 전압원

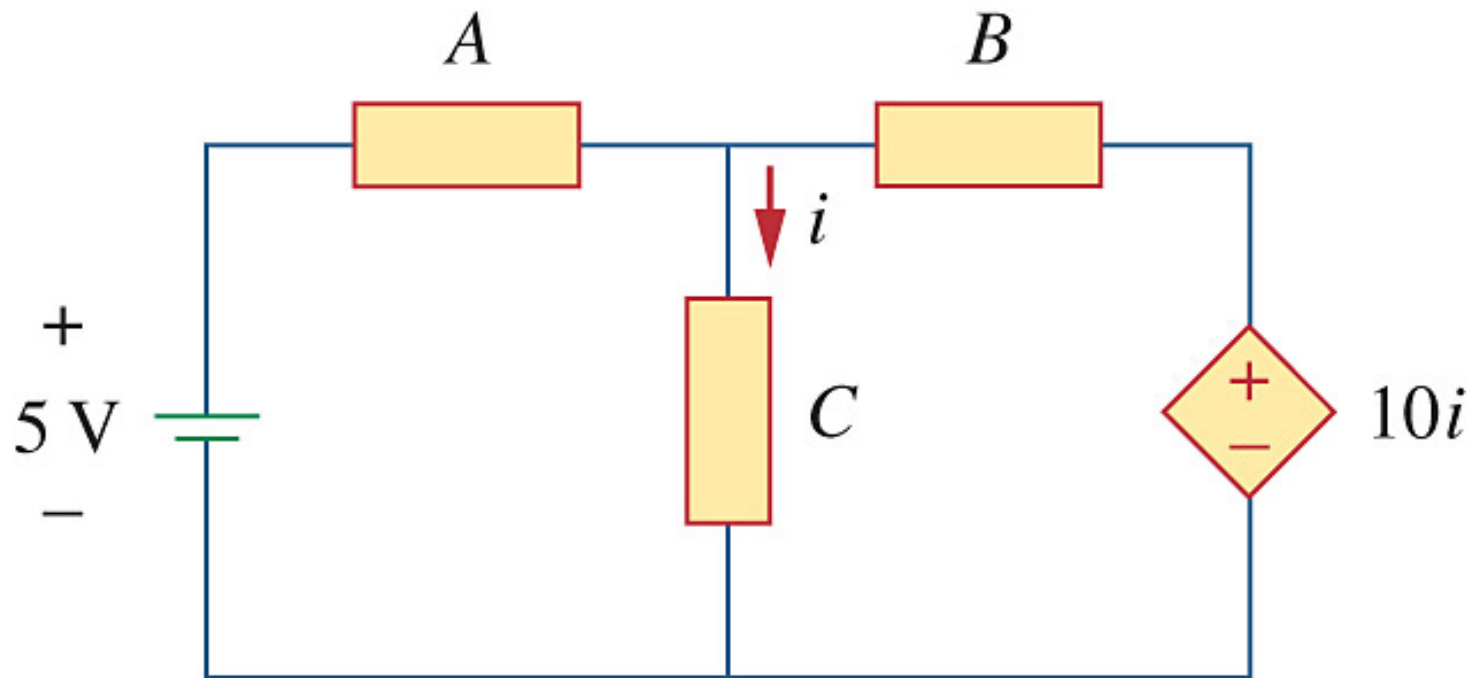
종속 전류원



독립 전류원 (Current source)

VCVS	(Voltage Controlled Voltage Source)
CCVS	(Current “ Voltage “)
VCCS	(Voltage “ Current “)
CCCS	(Current “ Current “)

1.6 CCVS의 예

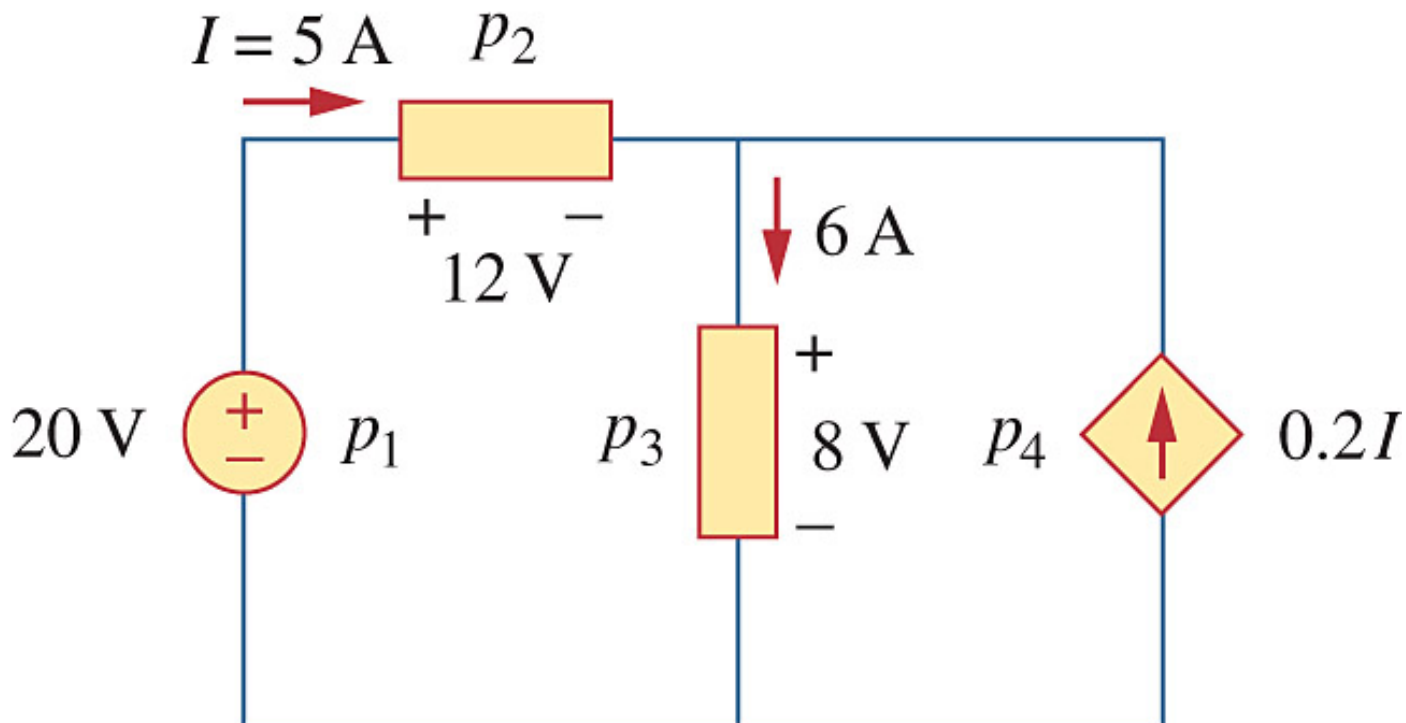


$i = 1\text{ A}$ 라고 할 때,

CCVS는?

Example(예제) 1.7

- 각 소자의 power(전력) 계산



Homework #1

- 다음 수업시간까지 다음 5개 문제를 제출

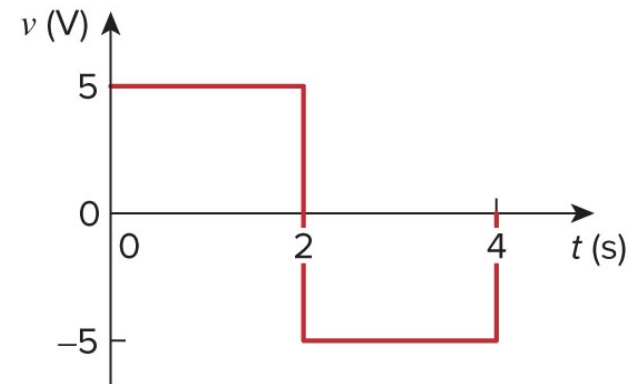
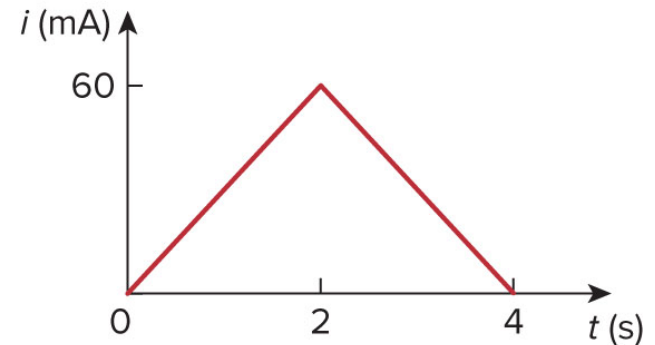
#1. Problem (문제) 1.15

- 한 소자의 양의 터미널로 흘러 들어가는 전류는 $i(t) = 6e^{-2t}\text{mA}$ 이고, 소자 양단의 전압은 $v(t) = 10di/dt \text{ V}$ 이다.
 - (a) 시간 $t = 0 \text{ s}$ 와 $t = 2 \text{ s}$ 사이에 소자에 전달된 전하량을 구하라.
 - (b) 흡수된 전력을 구하라
 - (c) 3초 동안 흡수된 에너지를 구하라

Homework #1

#2. Problem (문제) 1.16

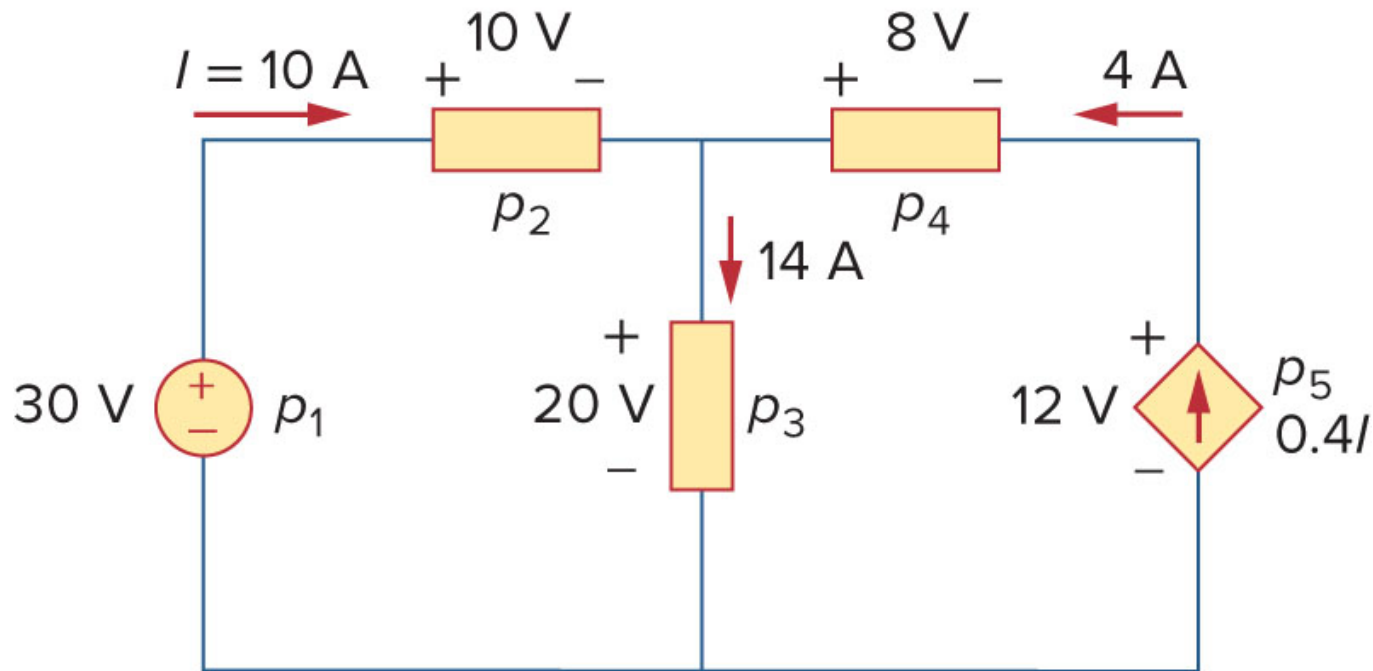
- 그림에 소자의 양단 전압과 소자로 흐르는 전류를 나타냈다.
- (a) $t > 0$ 에서 소자로 전달된 전력을 그려라.
- (b) $0 < t < 4\text{ s}$ 동안 소자가 흡수한 전체 에너지를 구하라.



Homework #1

#3. Problem (문제) 1.18

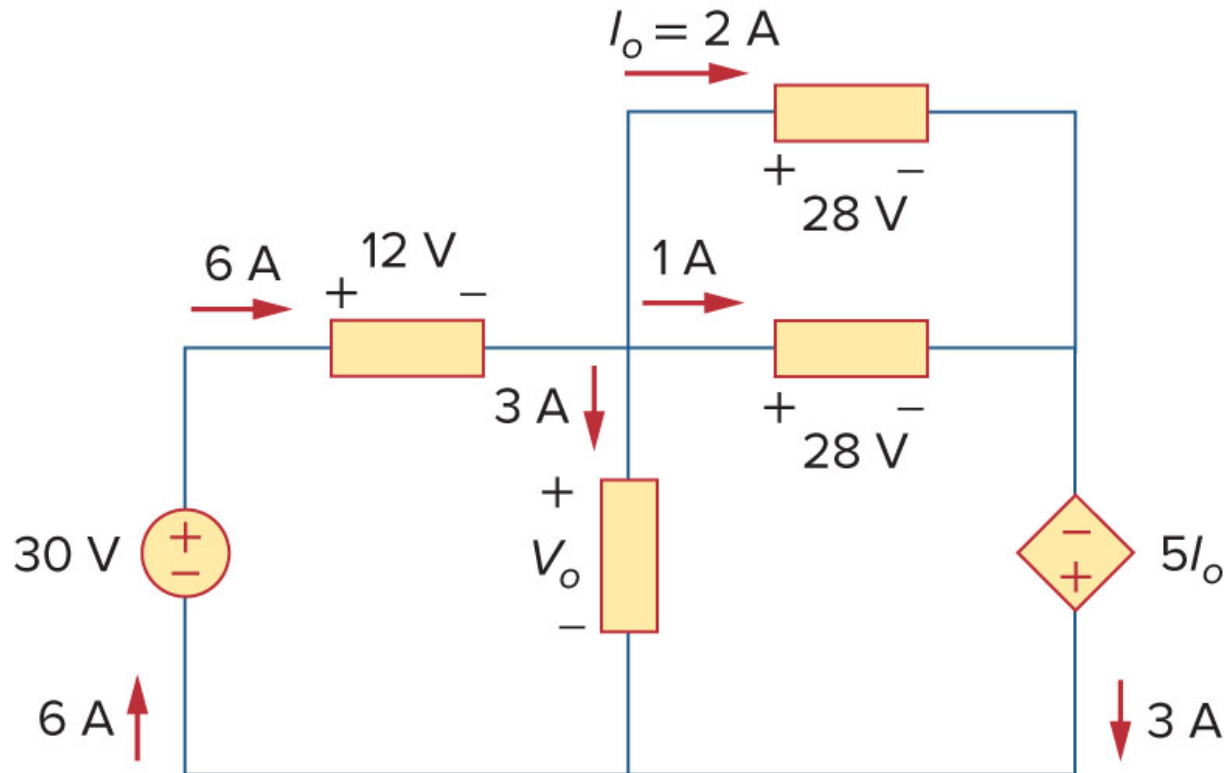
- 그림의 회로에서 각 소자가 흡수한 전력을 구하라.



Homework #1

#4. Problem (문제) 1.20

- 그림의 회로에서 V_x 와 각 소자가 흡수한 전력을 구하라.



Homework #1

#5. 2017년 1월 또는 2월 자신의 집에서 사용한 전력량을 조사하고, 주택용전력 전기요금표를 이용하여 전력사용요금을 계산하시오 (부가가치세 10% 추가)

적용일자 : 2016년 12월 1일

기본요금(원/호)		전력량 요금(원/kWh)	
200kWh 이하 사용	910	처음 200kWh 까지	93.3
201 ~ 400kWh 사용	1,600	다음 200kWh 까지	187.9
400kWh 초과 사용	7,300	400kWh 초과	280.6