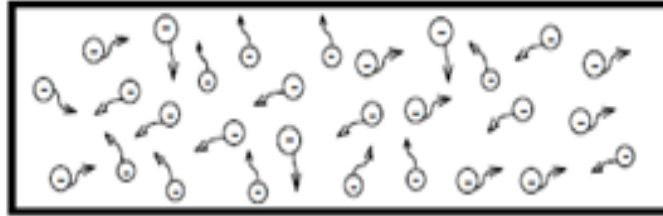
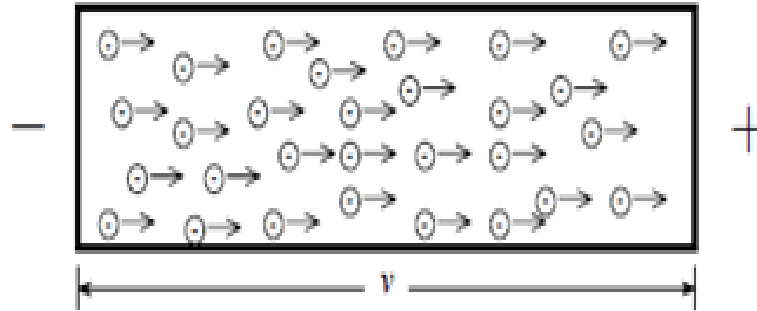


التيار الكهربائي

من خلال تعريف الموصلات (النواقل)، كالمعادن، أنها تحوي شحنات حرة وتسمح لها بالحركة، أي أن الإلكترونات في ذرات المادة غير مقيدة تماماً بل تستطيع الحركة من مكان بشكل عشوائي المعدن .



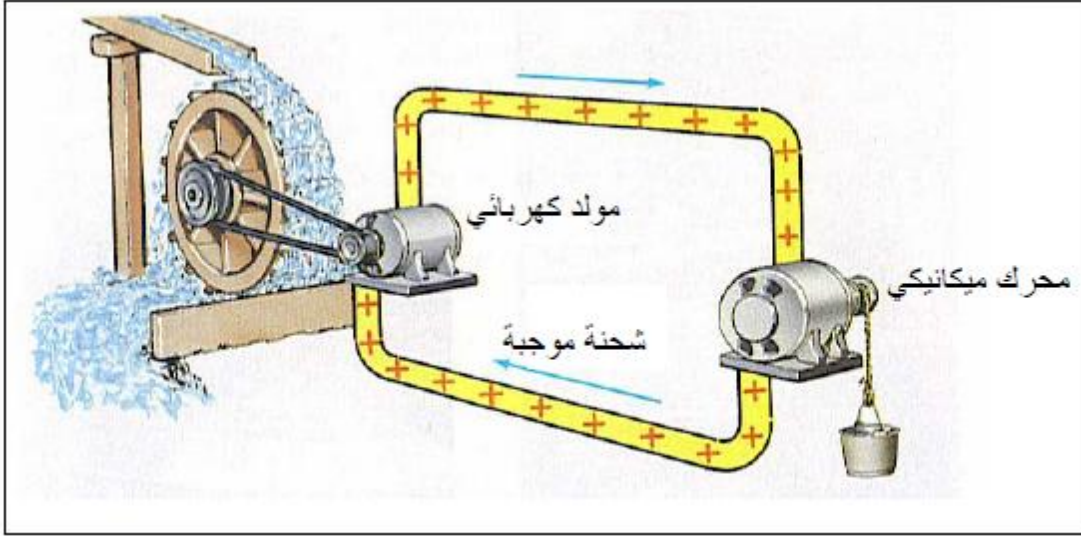
إلا أن حركة الإلكترونات الكلية عشوائية بحيث تكون نتيجة انتقالاتها معدومة. وهذا ما يحدث في المواد المعدنية العادية التي تتوفر في حياتنا اليومية. أما إذا كانت هناك محصلة لانسياب الإلكترونات داخل المادة عندئذ يظهر التيار الكهربائي وهذا لا يتحقق إلا إذا وجد سبب لذلك هو توفر فرق جهد كاف يدفع الشحنات من مواضع الجهد العالي للجهد المنخفض كالبطارية التي نشترها من السوق أو نقطة الكهرباء الموجودة في الغرفة وهكذا .



وينتج التيار الكهربائي من حركة الشحنات السالبة (الإلكترونات) في بعض المواد، بينما ينتج من حركة الشحنات الموجبة في مواد أخرى. أن اتجاه التيار الكهربائي هو نفس اتجاه حركة الشحنات الموجبة، الذي يطلق عليه اسم التيار التقليدي (current conventional).

ويتم توليد التيار الكهربائي عادة باستخدام مصادر طبيعية لتحويل الطاقة حيث تتحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية، كما في الشكل الوضع الميكانيكية للماء الساقط من الشلال إلى طاقة حركية تدير المولد الكهربائي (الدينامو) الذي ينتج تياراً كهربائياً يشغل المحرك الميكانيكي. وهذا مشابه تماماً لعملية توليد التيار الكهربائي في الدراجة الهوائية

العادية، حيث يؤدي تلامس الدينامو مع إطار الدراجة وهو يدور لتوليد تيار كهربائي يشعل مصباح الدراجة.



ونعرف التيار الكهربائي المار في ناقل ما بمعدل الشحنة المارة من نقطة معينة خلا وحدة الزمن. فإذا افترضنا أن هناك ناقلا (سلكا معدنيا) بين طرفيه فرق جهد (ناتج عن بطارية مثلا)، عندئذ تتحرك الشحنات الموجبة من الجهد العالي للجهد المنخفض ويعطى التيار بالعلاقة:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

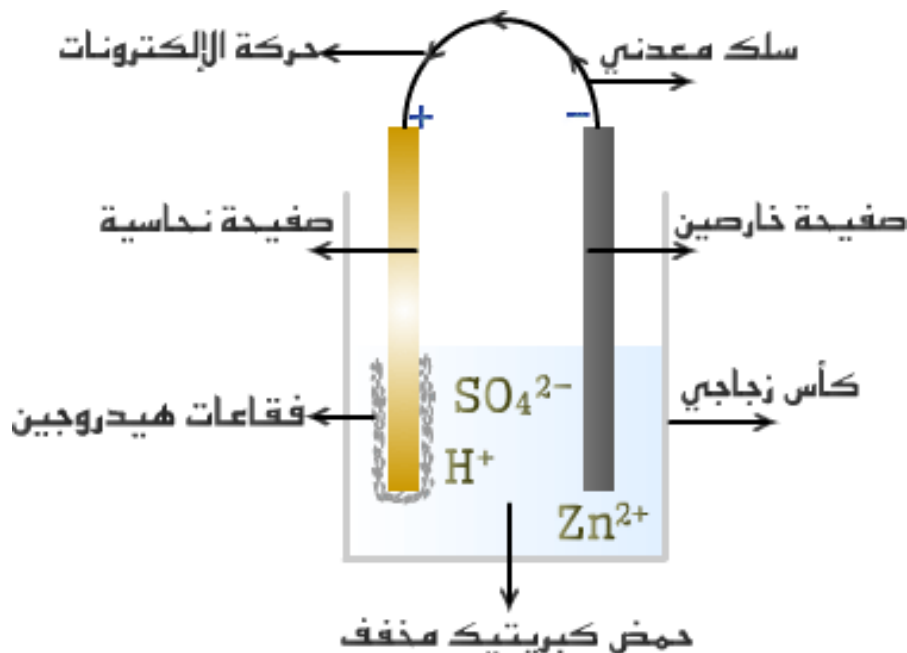
وتعطى وحدة التيار الكهربائي بالأمبير الذي يساوي 1 كولوم/ثانية. أو بالميكروأمبير ($\mu A = 10^{-6} A$) وتقدر التيارات الضعيفة بالميللي أمبير ($mA = 10^{-3} A$).

البطارية

ماهو تركيب البطارية التجارية و كيف تعمل لتشغيل المصباح اليدوي وغيره من الأجهزة الكهربائية؟

تحول البطارية التجارية الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية، وتتألف عادة من عدة خلايا كيميائية (cells) يطلق عادة اسم بطارية على خلية واحدة. وقد صمم الفيزيائي الإيطالي أليساندرو فولتا أول بطارية عملية وسميت وحدة القوة الكهربائية الدافعة الناتجة عن البطارية (فرق الجهد بين طرفيها) بالفولت نسبة له. وتتكون البطارية الكيميائية أساساً من لوحين مغمورين في محلول كيميائي مناسب .

كان أول تيار كهربائي حصل عليه الإنسان من تفاعل كيميائي ، وقد قام بذلك العالم الإيطالي فولتا عند نهاية القرن الثامن عشر . حضر فولتا خلايا كهربائية بسيطة Simple Cells مستخدماً فلزات متنوعة وغمسها في محاليل حموض وأملاح مختلفة





وقد استخدم فولتا لوحين من الزنك والنحاس في محلول من أسيد الكبريت فتؤدي التفاعلات الكيميائية في الخلية لجعل أحد اللوحين سالب الشحنة، ويطلق عليه اسم مهبط، بينما يصير الثاني موجب الشحنة ويدعى مصعد مما يؤدي لتشكيل فرق جهد بينهما. وعندما توصل البطارية بدائرة كهربائية يسري تيار كهربائي من اللوح الموجب للوح السالب طالما بقي المحلول الكيميائي يتحلل. وتفقد البطارية قوتها تدريجيا عندما تنضب المادة الكيميائية فيها.

أما بطارية السيارة التي يطلق عليها اسم بطارية تخزين (storage battery) فتتألف من عدة خلايا كيميائية، ويمكن إعادة شحنها بواسطة إضافة المحلول الكيميائي بداخلها. وتتألف بطارية سيارة قوتها 12 فولت من ست خلايا قوة الواحدة 2 فولت مربوطة على التوالي بحيث يوصل القطب الموجب لواحدة بالقطب السالب للتي تليها وهكذا، ويقال في هذه الحالة أن الخلايا مربوطة على التسلسل أو التوالي بحيث تصير القوة الكهربائية الكلية للبطارية مساوية لمجموع قوى البطاريات 12 فولت .

المقاومة الكهربائية

لا يمكن للشحنات الكهربائية أن تتحرك في ناقل ما دون مواجهة إعاقة ومقاومة لحركتها ناتجة عن طبيعة وتركيب الجسم المعني، تماما مثلما يواجه سائلا مقاومة (لزوجة) عند حركته في انبوب ما. فذرات المعادن تسمح، للشحنات بالحركة فيها والانسياح بسهولة، بينما لا يسمح الخشب أو الشمع مثلا بذلك. كما تختلف المعادن فيما بينها بسهولة سماحها لحركة الشحنات بداخلها، وهذا مانسميه مقاومة كهربائية. وعموما فإن مقاومة النواقل أقل بكثير من العوازل وأشباه النواقل.

وتعتمد المقاومة الكهربائية للموصل على نوعه، إذ تختلف مقاومة المعادن والمواد عن بعضها. كما تتغير المقاومة حسب الشكل الهندسي للجسم فتزداد مع طوله وتتناقص مع مساحة مقطعه، كما تزداد بارتفاع درجة حرارته.

ويرمز للمقاومة الكهربائية بـ R ووحداتها أوم نسبة للعالم الألماني جورج الذي درس العلاقة بين التيار والمقاومة وفرق الجهد.

وتعطى مقاومة سلك طوله L ومساحة مقطعه A بالعلاقة:

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

وتعتمد المقاومة النوعية ρ للمادة على نوعها ، وتعطى وحدة المقاومة النوعية $\Omega.m$

metals	ρ (n Ω ·m)	nonmetals	ρ (Ω ·m)
ألومنيوم	26.5	أوكسيد الألومنيوم (14 °C)	1×10^{14}
نحاس أصفر	64	أوكسيد الألومنيوم (300 °C)	3×10^{11}
كروم	126	أوكسيد الألومنيوم (800 °C)	4×10^6
نحاس عادي	17.1	كربون (الماس)	2.7
ذهب	22.1	كربون (فحم)	650×10^{-9}
حديد	96.1	جرمانيوم	0.46
رصاص	208	بايركس 7740	40,000
زئبق	941	كوارتز	75×10^{16}
بلاتين	105	سيليكون	640
بلوتونيوم	1414	أوكسيد السيليكون (20 °C)	1×10^{13}
فضة	15.9	أوكسيد السيليكون (600 °C)	70,000
فولاذ	180	أوكسيد السيليكون (1300 °C)	0.004
فولاذ منظم	720	ماء (0 °C)	861,900
تنغستين	52.8	ماء (25 °C)	181,800
يورانيوم (0 °C)	280	ماء (100 °C)	12,740

قانون أوم

من خلال تعريف التيار يتبين أننا نحتاج لفرق جهد لتحريك الشحنات في الموصل ويتناسب التيار الكهربائي الناتج مع فرق الجهد المطبق بحسب العلاقة:

$$I \propto V$$

كما يتناسب التيار عكسيا مع مقاومة الموصل، أي أن:

$$I \propto \frac{1}{R}$$

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

$$V = IR$$

تسمى المقاومات التي تخضع للعلاقة السابقة مقاومات أومية أي أن التيار المار فيها يتناسب طرديا مع فرق الجهد بين طرفيها. ولو رسمنا العلاقة بين التيار و فرق الجهد لنتج خط مستقيم.

ويتم عادة قياس المقاومة في المختبر بربطها بمصدر فرق جهد متغيرة، ثم يقاس التيار المار فيها من أجل عدة قيم لفرق الجهد. وترسم العلاقة بين التيار و فرق الجهد وتقرب لأفضل خط مستقيم. وبحسب قانون أوم فإن ميل الخط المستقيم الناتج هو قيمة المقاومة المطلوبة.

ربط التوالي :

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V = (IR_1 + IR_2 + IR_3) = IR_T$$

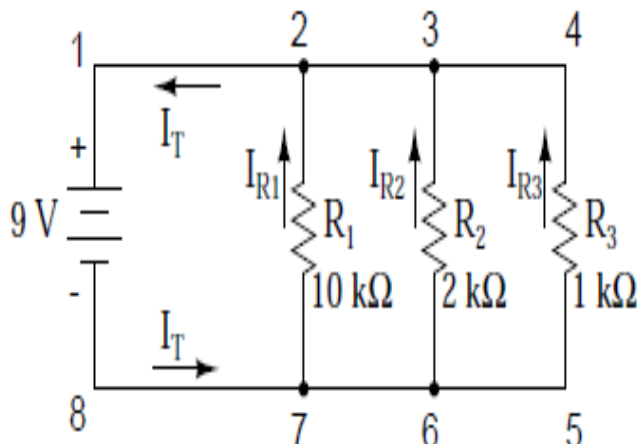
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

ربط التوازي :

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} = \frac{V}{R_T}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

أحسب التيار الكلي المار للدائرة التالية :



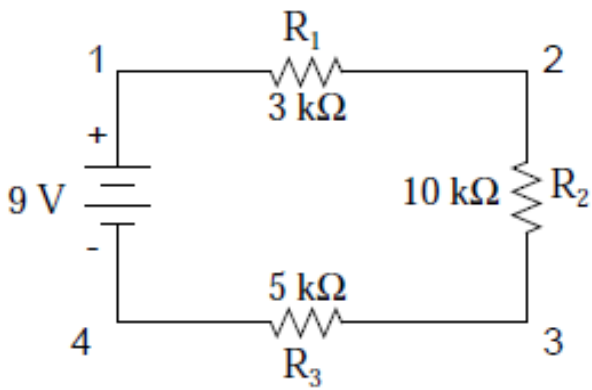
$$I_{R1} = \frac{E_{R1}}{R_1} \quad I_{R2} = \frac{E_{R2}}{R_2} \quad I_{R3} = \frac{E_{R3}}{R_3}$$

$$I_{R1} = \frac{9\text{ V}}{10\text{ k}\Omega} = 0.9\text{ mA}$$

$$I_{R2} = \frac{9\text{ V}}{2\text{ k}\Omega} = 4.5\text{ mA}$$

$$I_{R3} = \frac{9\text{ V}}{1\text{ k}\Omega} = 9\text{ mA}$$

$$R_{\text{total}} = \frac{E_{\text{total}}}{I_{\text{total}}} = \frac{9 \text{ V}}{14.4 \text{ mA}} = 625 \Omega$$



أحسب فرق الجهد على طرفي كل مقاومة للدائرة :

$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_{\text{total}} = 3 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega + 5 \text{ k}\Omega$$

$$R_{\text{total}} = 18 \text{ k}\Omega$$

$$I_{\text{total}} = \frac{E_{\text{total}}}{R_{\text{total}}}$$

$$I_{\text{total}} = \frac{9 \text{ volts}}{18 \text{ k}\Omega} = 500 \mu\text{A}$$

$$E_{R1} = I_{R1} R_1 \quad E_{R2} = I_{R2} R_2 \quad E_{R3} = I_{R3} R_3$$

$$E_{R1} = (500 \mu A)(3 \text{ k}\Omega) = 1.5 \text{ V}$$

$$E_{R2} = (500 \mu A)(10 \text{ k}\Omega) = 5 \text{ V}$$

$$E_{R3} = (500 \mu A)(5 \text{ k}\Omega) = 2.5 \text{ V}$$