

قناة لحظات فيزيائية

الصف 12 متقدم

<https://www.youtube.com/watch?v=GT1xMN8Y2Qc>

5-3 المقاومة النوعية

<https://www.youtube.com/watch?v=She6h2G8Nnw>

5-4 القوة الدافعة وقانون اوم



5.3 Resistivity and Resistance – المقاومة النوعية والمقاومة

(For Enrichment: Size Convention for Wires – Resistor Codes - Temperature Dependence and Superconductivity-Microscopic Basis of Conduction in Solids p: 123-125

إثرائي: الأبعاد المتفق عليها للأسلاك – رموز المقاوم – درجة الحرارة والموصلية الفائقة – الأساس المجهرى للتوصيل في المواد الصلبة ص: 123-125

5.3 المقاومة النوعية والمقاومة Resistivity and Resistance

الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

5.3 المقاومة النوعية والمقاومة Resistivity and Resistance

تتميز بعض المواد بتوصيلها الجيد للكهرباء عن غيرها. ينتج عن استخدام فرق جهد معين عبر موصل جيد تيار كبير نسبيًا؛ في حين ينتج عن استخدام فرق الجهد ذاته عبر عازل ما تيار ضئيل. **المقاومة النوعية**، ρ ، هي قياس مدى معاوقة المادة لتدفق التيار الكهربائي. **والمقاومة**، R ، هي معاوقة الموصل لتدفق التيار الكهربائي.

في حال استخدام فرق جهد كهربائي معروف، ΔV ، معروف عبر موصل ما (جهاز أو مادة فيزيائية موصلة للتيار) وتم قياس التيار الناتج، i ، يتم تحديد مقاومة هذا الموصل من خلال العلاقة

$$R = \frac{\Delta V}{i} \quad (5.8)$$

Some materials conduct electricity better than others. Applying a given potential difference across a good conductor results in a relatively large current; applying the same potential difference across an insulator produces little current. The **resistivity**, ρ , is a measure of how strongly a material opposes the flow of electric current. The **resistance**, R , is a material's opposition to the flow of electric current.

If a known electric potential difference, ΔV , is applied across a conductor (some physical device or material that conducts current) and the resulting current, i , is measured, the resistance of that conductor is given by

$$R = \frac{\Delta V}{i}. \quad (5.8)$$

The units of resistance are volts per ampere, a combination that was given the name **ohm** and the symbol Ω (the capital Greek letter omega), in honor of the German physicist Georg Simon Ohm (1789–1854):

$$1 \Omega = \frac{1 \text{ V}}{1 \text{ A}}.$$

Rearrangement of equation 5.8 results in

$$i = \frac{\Delta V}{R}, \quad (5.9)$$

which states that for a given potential difference, ΔV , the current, i , is inversely proportional to the resistance, R . This equation is commonly referred to as **Ohm's Law**. A rearrangement of equation 5.9, $\Delta V = iR$, is sometimes also referred to as Ohm's Law.

وحدات المقاومة هي الفولت لكل أمبير، وهي وحدة مشتقة أُطلق عليه اسم **أوم** ويُستخدم الرمز Ω (الحرف اليوناني الكبير أوميغا) تكريمًا لعالم الفيزياء اليوناني جورج سايمون أوم (1789 – 1854):

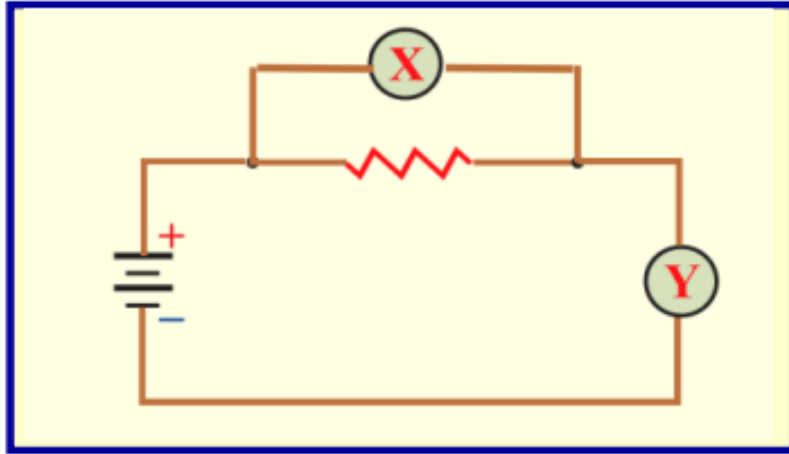
$$1 \Omega = \frac{1 \text{ V}}{1 \text{ A}}$$

ينتج عن إعادة ترتيب المعادلة 5.8 ما يلي

$$(5.9) \quad i = \frac{\Delta V}{R}$$

وهذا ينص على أنه بالنسبة إلى فرق الجهد المحدد، ΔV ، يتناسب التيار، i ، تناسبًا عكسيًا مع المقاومة، R . يُشار إلى هذه المعادلة عادة باسم **قانون أوم**. وكذلك يُشار في بعض الأحيان إلى إعادة ترتيب المعادلة 5.9، $\Delta V = iR$ ، باسم قانون أوم.

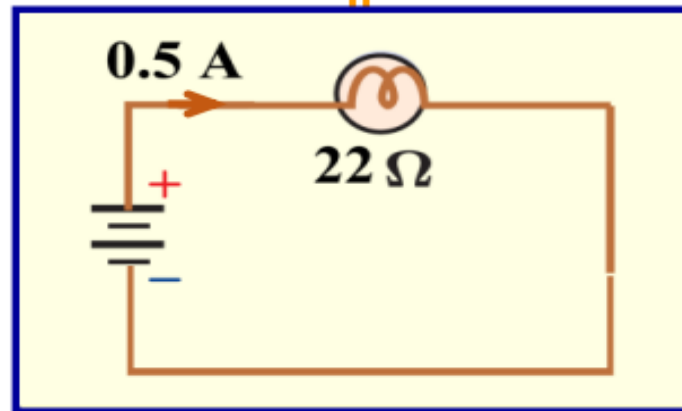
in the electrical circuit. What does (X) and (Y) indicate ?



في الدائرة الكهربائية . على ماذا يدل كل من (X) و (Y) ؟

	Y	X
☐	فولتميتر	فولتميتر
☐	أميتر	أميتر
☐	فولتميتر	أميتر
☐	أميتر	فولتميتر

What is the potential difference across the battery in the figure ?



ما هو فرق الجهد بين طرفي البطارية في الشكل المجاور ؟

☐	1 V	☐	0.5 V
☐	11 V	☐	44 V

A light bulb has a resistor of (**100 Ω**) is connected to a (**220 V**) power supply .
What is the current the light bulb draws ?

مصباح كهربائي مقاومته (**100 Ω**) موصل بمصدر كهربائي (**220 V**) . ما شدة التيار الذي يسحبه المصباح الكهربائي ؟

☐ 0.5 A

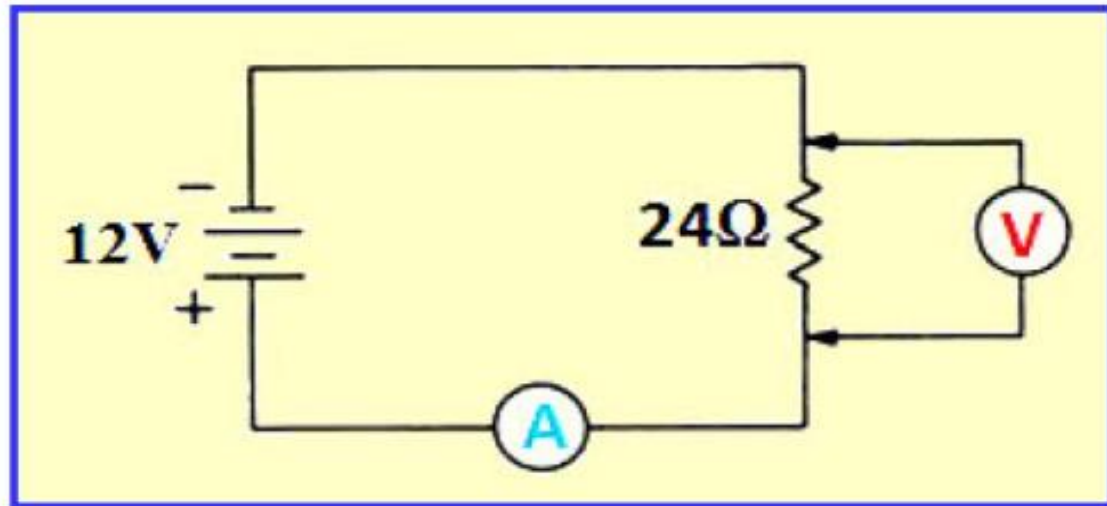
☐ 2.2 A

☐ 100 A

☐ 220 A

Depending on the circuit . What is the ammeter and voltmeter reading ?

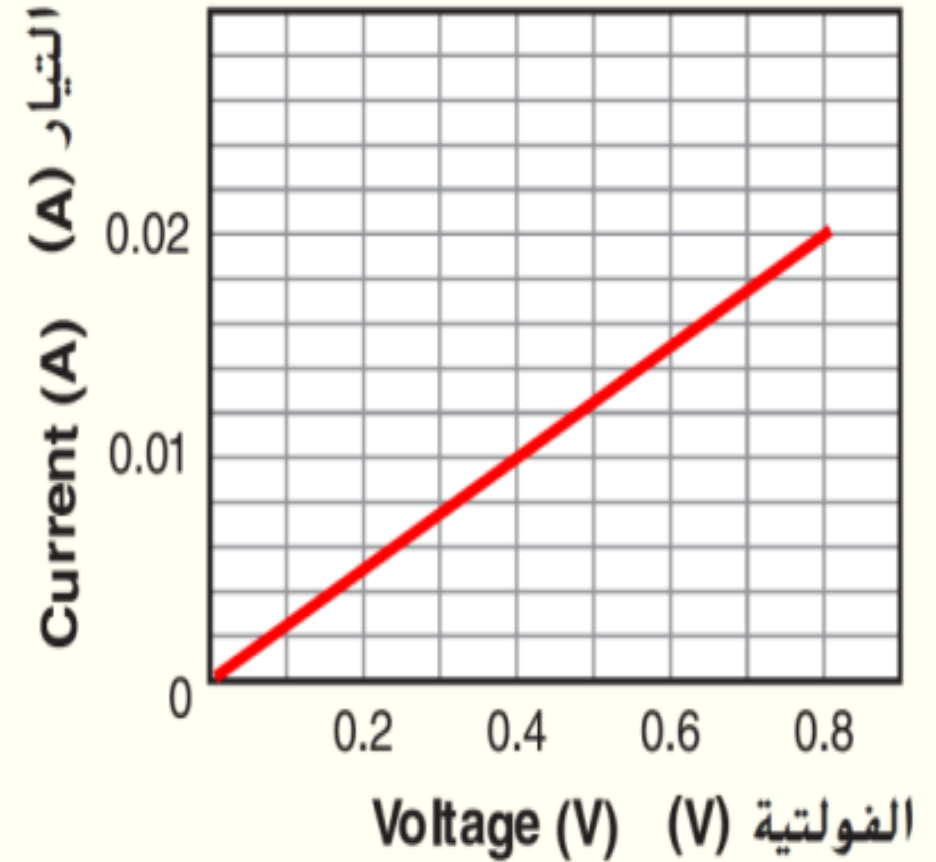
اعتماداً على الدائرة الكهربائية . ما قراءة كل من الأميتر والفولتميتر



	الفولتميتر 	الأميتر 
☐	24 V	24 A
☐	12 V	2.0 A
☐	12 V	0.5 A
☐	24 V	12 A

The graph in Figure shows the current through a device What is the device resistance?

يُظهر الرسم البياني في الشكل التيار الكهربائي الذي يمر خلال جهاز . ما مقدار مقاومة الجهاز ؟



Sometimes devices are described in terms of the **conductance**, G , defined as

$$G = \frac{i}{\Delta V} = \frac{1}{R}.$$

Conductance has the SI derived unit of siemens (S), in honor of German inventor and industrialist Ernst Werner von Siemens (1816–1892):

$$1 \text{ S} = \frac{1 \text{ A}}{1 \text{ V}} = \frac{1}{1 \Omega}.$$

In some conductors, the resistivity depends on the direction in which the current is flowing. This chapter assumes that the resistivity of a material is uniform for all directions of the current.

The resistance of a device depends on the material of which the device is made as well as its geometry. As stated earlier, the resistivity of a material characterizes how much it opposes the flow of current. The resistivity is defined in terms of the magnitude of the applied electric field, E , and the magnitude of the resulting current density, j :

$$\rho = \frac{E}{j}. \quad (5.10)$$

The units of resistivity are

$$[\rho] = \frac{[E]}{[j]} = \frac{\text{V/m}}{\text{A/m}^2} = \frac{\text{V m}}{\text{A}} = \Omega \text{ m}.$$

تُوصف الأجهزة أحياناً من حيث **التوصيل**, G , ويعرف كما يلي

$$G = \frac{i}{\Delta V} = \frac{1}{R}$$

للتوصيل وحدة مشتقة في النظام الدولي وهي السيمنز (S)، نسبة إلى المخترع ورجل الصناعة الألماني إيرنست فيرنر فون سيمنز (1816 – 1892):

$$1 \text{ S} = \frac{1 \text{ A}}{1 \text{ V}} = \frac{1}{1 \Omega}$$

في بعض الموصلات، تعتمد المقاومة النوعية على الاتجاه الذي يتدفق فيه التيار. تفترض هذه الوحدة أنَّ المقاومة النوعية لمادة منتظمة بالنسبة إلى جميع اتجاهات التيار.

تعتمد مقاومة الجهاز على المادة المصنوع منها وكذلك تصميمه الهندسي. وكما ذكرنا سابقاً، تُحدد المقاومة النوعية لمادة مدى معاومتها لتدفق التيار. يتم تعريف المقاومة النوعية بدلالة مقدار المجال الكهربائي المستخدم، E ، ومقدار كثافة التيار الناتج، j :

$$\rho = \frac{E}{j}$$

وحدات المقاومة النوعية هي

$$[\rho] = \frac{[E]}{[j]} = \frac{\text{V/m}}{\text{A/m}^2} = \frac{\text{V m}}{\text{A}} = \Omega \text{ m}$$

Table 5.1

The Resistivity and the Temperature Coefficient of the Resistivity for Some Representative Conductors

Material	Resistivity, ρ , at 20 °C ($10^{-8} \Omega \text{ m}$)	Temperature Coefficient, α (10^{-3} K^{-1})
Silver	1.62	3.8
Copper	1.72	3.9
Gold	2.44	3.4
Aluminum	2.82	3.9
Brass	3.9	2
Tungsten	5.51	4.5
Nickel	7	5.9
Iron	9.7	5
Steel	11	5
Tantalum	13	3.1
Lead	22	4.3
Constantan	49	0.01
Stainless steel	70	1
Mercury	95.8	0.89
Nichrome	108	0.4

The values for steel and stainless steel depend strongly on the type of steel.

Table 5.1 lists the resistivities of some representative conductors at 20 °C. As you can see, typical values for the resistivity of metal conductors used in wires are on the order of $10^{-8} \Omega \text{ m}$. For example, copper has a resistivity of about $2 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$. Several metal alloys listed in Table 5.1 have useful properties. For example, wire made from Nichrome (80% nickel and 20% chromium) is often used as a heating element in devices such as toasters. The next time you are toasting an English muffin, look inside the toaster. The glowing elements are probably Nichrome wires. The resistivity of Nichrome ($108 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$) is about 50 times that of copper. Thus, when current is run through the Nichrome wires of the toaster, the wires dissipate power and heat up until they glow with a dull red color, while the copper wires of the electrical cord that connects the toaster to the wall remain cool.

يظهر الجدول 5.1 المقاومة النوعية لبعض الموصلات عند درجة حرارة 20°C. وكما نرى، تبلغ القيم النموذجية للمقاومة النوعية للموصلات الفلزية المستخدمة في الأسلاك حوالي $10^{-8} \Omega \text{ m}$. على سبيل المثال، تبلغ المقاومة النوعية للنحاس $2 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$ تقريبًا. تتميز العديد من السبائك الفلزية المدرجة في الجدول 5.1 بخصائصها المفيدة. على سبيل المثال، غالبًا ما يستخدم السلك المصنوع من النيكروم (80% من النيكل و20% من الكروم) كعنصر تسخين في الأجهزة الكهربائية مثل المحمصة الكهربائية. عند تخميص الخبز في المرة التالية، ألق نظرة داخل المحمصة. من المحتمل أن تكون العناصر المتوهجة هي أسلاك النيكروم. تبلغ المقاومة النوعية للنيكروم ($108 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$) حوالي 50 ضعف المقاومة النوعية للنحاس. ومن ثم، حينما يسري التيار في أسلاك النيكروم في المحمص، تبدد الأسلاك القدرة وتزداد سخونتها إلى أن تتوهج بلون أحمر باهت، في حين تظل أسلاك النحاس داخل السلك الكهربائي الموصلة بين المحمصة والجدار باردة.

Sometimes materials are specified in terms of their **conductivity**, σ , rather than their resistivity, ρ ; conductivity is defined as

$$\sigma = \frac{1}{\rho}.$$

The units of conductivity are $(\Omega \text{ m})^{-1}$.

The resistance of a conductor can be found from its resistivity and its geometry. For a homogeneous conductor of length L and constant cross-sectional area A , the equation $\Delta V = - \int \vec{E} \cdot d\vec{s}$ can be used to relate the electric field, E , and the electric potential difference, ΔV , across the conductor:

$$E = \frac{\Delta V}{L}.$$

Note that in contrast to electrostatics, where the surface of any conductor is an equipotential surface and has no electric field inside and no current flowing through it, the conductor in this situation has $\Delta V \neq 0$ and $\vec{E} \neq 0$, causing a current to flow. The magnitude of the current density is the current divided by the cross-sectional area:

$$J = \frac{i}{A}.$$

From the definition of resistivity (equation 5.10) and using $J = i/A$ and Ohm's Law (equation 5.8), we obtain

$$\rho = \frac{E}{J} = \frac{\Delta V/L}{i/A} = \frac{\Delta V}{i} \frac{A}{L} = \frac{iR A}{i} \frac{A}{L} = R \frac{A}{L}.$$

في بعض الأحيان، تصنف المواد بدلالة قدرتها على التوصيل (الموصلية)، σ . بدلاً من مقاومتها النوعية، ρ ؛ تعرف الموصلية بأنها

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

وحدة المقاومة النوعية هي $(\Omega \text{ m})^{-1}$.

يمكن إيجاد مقاومة الموصل من مقاومته النوعية وتصميمه الهندسي. بالنسبة إلى الموصل المتجانس الذي طوله L وله مساحة مقطع عرضي ثابت A ، يمكن استخدام المعادلة $\Delta V = - \int \vec{E} \cdot d\vec{s}$ لربط المجال الكهربائي، E ، بفرق الجهد الكهربائي، ΔV ، عبر الموصل:

$$E = \frac{\Delta V}{L}$$

لاحظ أنه على النقيض من الكهرباء الساكنة، عندما يكون سطح أي موصل متساوي الجهد ولا يحتوي على مجال كهربائي بداخله ولا يتدفق عبره أي تيار، فإن الموصل في هذه الحالة له $\Delta V \neq 0$ و $\vec{E} \neq 0$ ، ما ينتج عنه تدفق التيار. مقدار كثافة التيار يساوي التيار مقسوماً على مساحة المقطع العرضي.

$$J = \frac{i}{A}$$

من تعريف المقاومة النوعية (المعادلة 5.10) واستخدام $J = i/A$ وقانون أوم (المعادلة 5.8)، نحصل على

$$\rho = \frac{E}{J} = \frac{\Delta V/L}{i/A} = \frac{\Delta V}{i} \frac{A}{L} = \frac{iR A}{i} \frac{A}{L} = R \frac{A}{L}$$

Rearranging terms yields an expression for the resistance of a conductor in terms of the resistivity of its constituent material, the length, and the cross-sectional area:

$$R = \rho \frac{L}{A}. \quad (5.11)$$

Note that in the limit $A \rightarrow \infty$, equation 5.11 implies that $R \rightarrow 0$. Therefore, the equation is only an approximation, because the conduction electrons will still encounter some resistance in traveling through some length L of a material of density ρ . However, for all wires in actual use, equation 5.11 is an excellent approximation.

ينتج عن إعادة ترتيب الحدود تعبير لمقاومة الموصل بدلالة المقاومه النوعية للمادة المصنوع منها وطوله ومساحة المقطع العرضي.

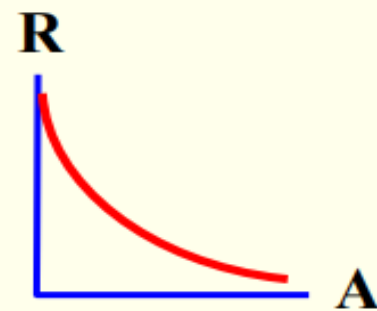
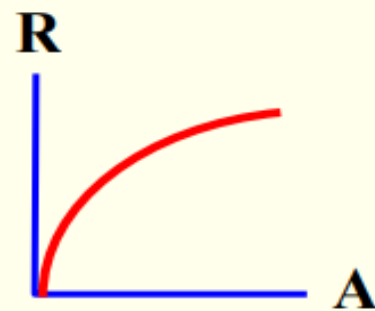
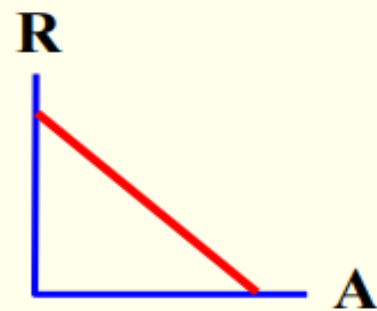
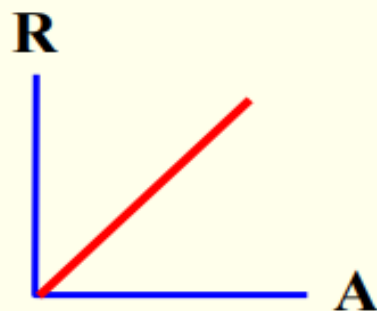
$$(5.11) \quad R = \rho \frac{L}{A}$$

لاحظ أنه في النهاية $A \rightarrow \infty$ ، تشير المعادلة 5.11 إلى أن $R \rightarrow 0$. ومن ثمَّ فإنَّ المعادلة مجرد تقريب فقط، حيث ستظل إلكترونات التوصيل تتعرض لبعض المقاومة أثناء حركتها عبر طول المادة L التي كثافتها ρ . ومع ذلك، بالنسبة إلى جميع الأسلاك المستخدمة في الواقع، تمثل المعادلة 5.11 تقريبًا ممتازًا.

العوامل التي يعتمد عليها	وحدة القياس	التعريف	الرمز	
نوع المادة – التصميم الهندسي درجة الحرارة	ohm Ω	معاوقة الموصل لمرور التيار الكهربائي The impedance of a conductor to the passage of electric current	R	المقاومة resistance
نوع المادة – التصميم الهندسي درجة الحرارة	$\Omega^{-1} = S$	مقلوب المقاومة inverted resistance	G	التوصيل conductance
نوع المادة – درجة الحرارة	$\Omega \cdot m$	Measurement of the material's resistance to the passage of electric current قياس مدى معاوقة المادة لمرور التيار الكهربائي	ρ	المقاومة النوعية resistivity
نوع المادة – درجة الحرارة	$\Omega^{-1} \cdot m^{-1}$ $= S \cdot m^{-1}$	مقلوب المقاومة النوعية	σ	الموصلية conductivity

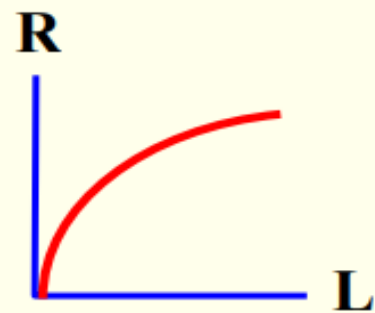
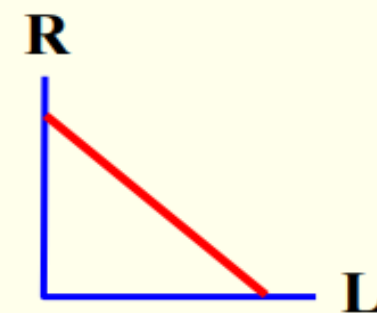
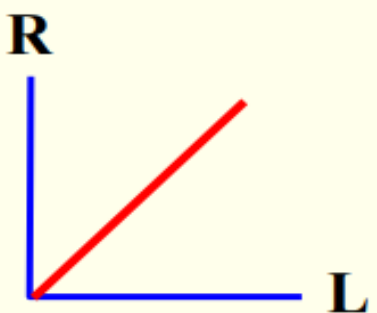
Which of the following represents the relationship between resistance and cross-sectional area of a conductor?

أي من الآتية تمثل العلاقة بين المقاومة و مساحة مقطع الموصل .



Which of the following represents the relationship between resistance and the length of a conductor?

أي من الآتية تمثل العلاقة بين المقاومة و طول الموصل .



علاقات هامة

$$R = \frac{\Delta V}{i}$$

$$G = \frac{i}{\Delta V}$$

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

$$\sigma = \frac{A}{\rho l}$$

$$\rho = \frac{E}{J}$$

إذا تضاعف طول موصل عند ثبات فرق الجهد بين طرفيه .

ماذا يطرأ على كلٍ من :

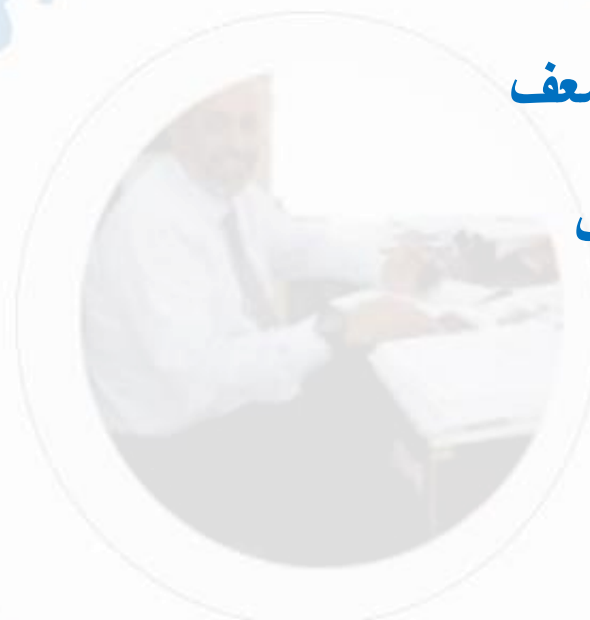
• المقاومة : تزداد للضعف

• التوصيل : يقل للنصف

• المقاومة النوعية : ثابتة

• الموصلية : ثابتة

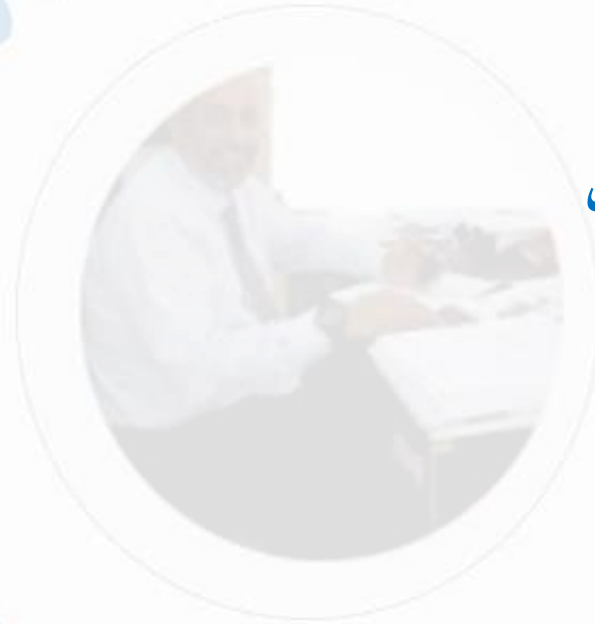
• شدة التيار: تقل للنصف



إذا تضاعف نصف قطر موصل عند ثبات فرق الجهد بين طرفيه .

ماذا يطرأ على كلٍ من :

- المقاومة: تقل للربع
- التوصيل: تزداد أربعة أضعاف
- المقاومة النوعية : ثابتة
- الموصلية : ثابتة
- شدة التيار : تزداد أربعة أضعاف



مثال 5.2

مقاومة السلك النحاسي

تتميز الأسلاك القياسية التي يستخدمها فنيو الكهرباء في التوصيلات السكنية بمقاومة منخفضة جدًا

المسألة

ما مقدار مقاومة سلك نحاسي معيار 12 وطوله 100.0 m يُستخدم في توصيل المقابس الكهربائية في المنازل؟

EXAMPLE 5.2

Resistance of a Copper Wire

Standard wires that electricians put into residential housing have fairly low resistance.

PROBLEM

What is the resistance of the 100.0 m standard 12 gauge copper wire that is typically used in wiring household electrical outlets?

المقاومة النوعية، ρ ، معامل درجة الحرارة، α	المقاومة عند 20 °C	المادة
(10^{-3} K^{-1})	$(10^{-8} \Omega \text{ m})$	
3.8	1.62	الفضة
3.9	1.72	النحاس
3.4	2.44	الذهب
3.9	2.82	الألمنيوم
2	3.9	النحاس الأصفر
4.5	5.51	التنجستن
5.9	7	النيكل
5	9.7	الحديد
5	11	الغولاذ
3.1	13	التنتالوم
4.3	22	الرصاص
0.01	49	الكوبالتان
1	70	الغولاذ المقاوم للصدا
0.89	95.8	الزئبق
0.4	108	النيكروم

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

$$R = \frac{(1.72 \times 10^{-8})(100.0)}{3.3088 \times 10^{-6}}$$

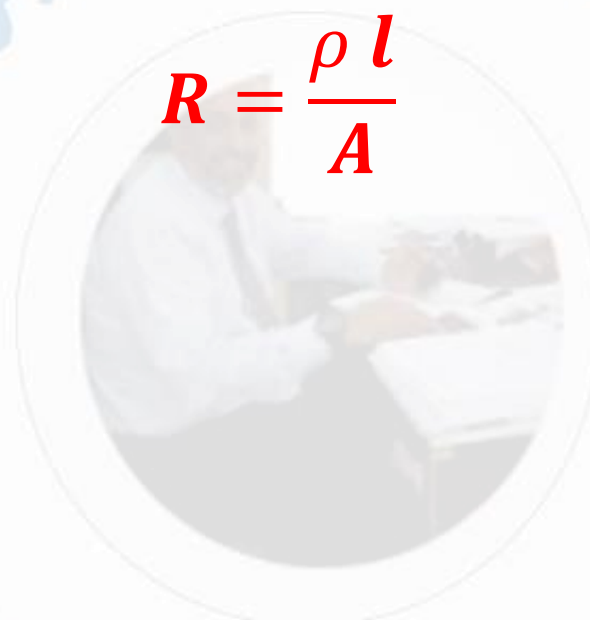
$$R = 0.520 \Omega$$

المعيار AWG	d (in)	d (mm)	A (mm ²)
000000	0.5800	14.733	170.49
00000	0.5165	13.120	135.20
0000	0.46	11.684	107.22
000	0.4096	10.405	85.029
00	0.3648	9.2658	67.431
0	0.3249	8.2515	53.475
1	0.2893	7.3481	42.408
...			
8	0.1285	3.2636	8.3656
9	0.1144	2.9064	6.6342
10	0.1019	2.5882	5.2612
11	0.0907	2.3048	4.1723
12	0.0808	2.0525	3.3088
13	0.0720	1.8278	2.6240
14	0.0641	1.6277	2.0809
15	0.0571	1.4495	1.6502
16	0.0508	1.2908	1.3087
17	0.0453	1.1495	1.0378
18	0.0403	1.0237	0.8230
...			
35	0.0056	0.1426	0.0160
36	0.005	0.1270	0.0127
37	0.0045	0.1131	0.0100
...			

Concept Check 5.1

If the diameter of the wire in Example 5.2 is doubled, its resistance will

- a) increase by a factor of 4.
- b) increase by a factor of 2.
- c) stay the same.
- d) decrease by a factor of 2.
- e) decrease by a factor of 4.


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

مراجعة المفاهيم 5.1

إذا تضاعف قطر السلك في المثال 5.2، فإن مقاومته

- (a) تزيد بمعامل 4.
- (b) تزيد بمعامل 2.
- (c) ستبقى كما هي.
- (d) ستقل بمعامل 2.
- (e) ستقل بمعامل 4.

5.32 What is the resistance of a copper wire of length $l = 10.9$ m and diameter $d = 1.30$ mm? The resistivity of copper is $1.72 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$.

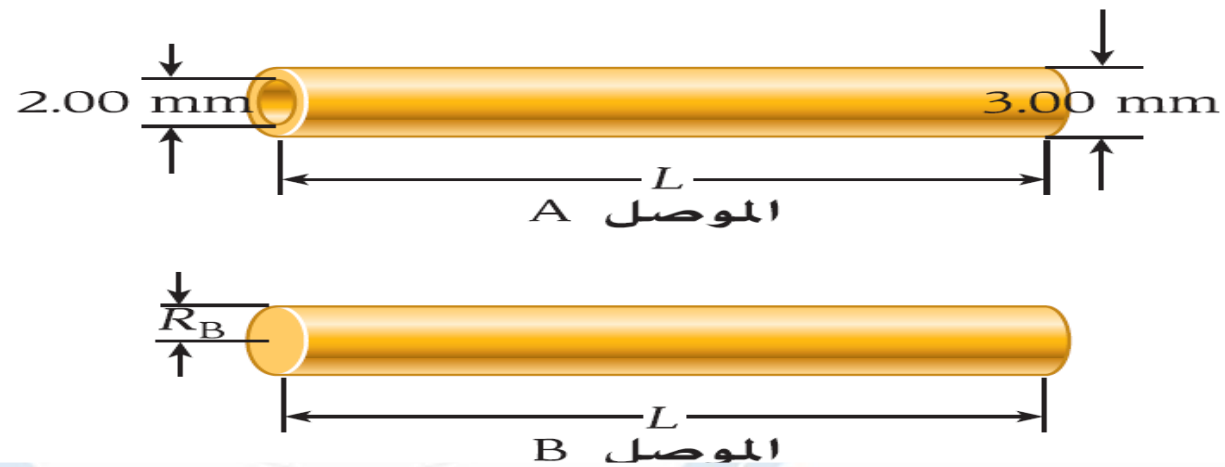
5.32 ما مقاومة سلك نحاسي طوله $l = 10.9$ m وقطره $d = 1.30$ mm؟
تبلغ المقاومة النوعية للنحاس $1.72 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$.

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

$$R = \frac{(1.72 \times 10^{-8}) (10.9)}{\pi \left(\frac{1.30 \times 10^{-3}}{2} \right)^2} = 0.141 \Omega$$

5.33 Two conductors are made of the same material and have the same length L . Conductor A is a hollow tube with inside diameter 2.00 mm and outside diameter 3.00 mm; conductor B is a solid wire with radius R_B . What value of R_B is required for the two conductors to have the same resistance measured between their ends?

5.33 موصلان مصنوعان من المادة نفسها ومتساويان في الطول L . الموصل A عبارة عن أنبوب مجوف قطره الداخلي 2.00 mm وقطره الخارجي 3.00 mm؛ الموصل B عبارة عن سلك مصمت نصف قطره R_B . ما قيمة R_B اللازم توافرها للموصلين لتكون لهم المقاومة نفسها المقاسة بين طرفيهما؟



$$R_1 = R_2$$

$$\frac{\rho l}{A_1} = \frac{\rho l}{A_2}$$

$$A_1 = A_2$$

$$\pi R_B^2 = \pi (R_{A2}^2 - R_{A1}^2)$$

$$R_B = \sqrt{R_{A2}^2 - R_{A1}^2} = \sqrt{1.50^2 - 1.00^2} = 1.12 \text{ mm}$$

A (mm ²)	d (mm)	d (in)	المعيار AWG
170.49	14.733	0.5800	000000
135.20	13.120	0.5165	00000
107.22	11.684	0.46	0000
85.029	10.405	0.4096	000
67.431	9.2658	0.3648	00
53.475	8.2515	0.3249	0
42.408	7.3481	0.2893	1
...			
8.3656	3.2636	0.1285	8
6.6342	2.9064	0.1144	9
5.2612	2.5882	0.1019	10
4.1723	2.3048	0.0907	11
3.3088	2.0525	0.0808	12
2.6240	1.8278	0.0720	13
2.0809	1.6277	0.0641	14
1.6502	1.4495	0.0571	15
1.3087	1.2908	0.0508	16
1.0378	1.1495	0.0453	17
0.8230	1.0237	0.0403	18
...			
0.0160	0.1426	0.0056	35
0.0127	0.1270	0.005	36
0.0100	0.1131	0.0045	37
...			

5.35 What gauge of aluminum wire will have the same resistance per unit length as 12 gauge copper wire?

5.35 ما معيار سلك من الألمنيوم له مقاومة لكل وحدة طول ماثلة لسلك نحاسي معيار 12؟

المقاومة النوعية، ρ ، معامل درجة عند الحرارة، α (10^{-3} K^{-1})	20 °C ($10^{-8} \Omega \text{ m}$)	المادة
3.8	1.62	الفضة
3.9	1.72	النحاس
3.4	2.44	الذهب
3.9	2.82	الألمنيوم
2	3.9	النحاس الأصفر
4.5	5.51	التنجستن
5.9	7	النيكل
5	9.7	الحديد
5	11	الفلاد
3.1	13	التنتالوم
4.3	22	الرصاص
0.01	49	الكوبالتان
1	70	الفلاد المقاوم للصدأ
0.89	95.8	الزئبق
0.4	108	النيكروم

$$\frac{R_1}{l_1} = \frac{R_2}{l_2}$$

$$\frac{\rho_1}{A_1} = \frac{\rho_2}{A_2}$$

$$\frac{1.72 \times 10^{-8}}{3.3088} = \frac{2.82 \times 10^{-8}}{A_2}$$

$$A_2 = 5.42 \text{ mm}^2$$

5.36 A rectangular wafer of pure silicon, with resistivity $\rho = 2300 \, \Omega \cdot \text{m}$, measures 2.00 cm by 3.00 cm by 0.0100 cm. Find the maximum resistance of this rectangular wafer between any two faces.

5.36 رقاقة مستطيلة من السيليكون النقي، مقاومتها النوعية $\rho = 2300 \, \Omega \cdot \text{m}$ وأبعادها 2.00 cm و 3.00 cm و 0.0100 cm. أوجد أقصى مقاومة لهذه الرقاقة المستطيلة بين أي وجهين.

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

$$R = \frac{(2300)(3.00 \times 10^{-2})}{(2.00 \times 10^{-2})(0.0100 \times 10^{-2})} = 3.5 \times 10^7 \, \Omega$$

•5.37 A copper wire that is 1.00 m long and has a radius of 0.500 mm is stretched to a length of 2.00 m. What is the fractional change in resistance, $\Delta R/R$, as the wire is stretched? What is $\Delta R/R$ for a wire of the same initial dimensions made out of aluminum?

5.37• سلك نحاسي طوله 1.00 m ونصف قطره 0.500 mm تم تمديده ليصبح طوله 2.00 m، ما التغير الحادث في المقاومة في صورة كسر، $\Delta R/R$ ، الناتج عن تمديد السلك؟ ما النسبة $\Delta R/R$ لسلك مصنوع من الألمنيوم له الأبعاد الأولية نفسها؟

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{R_2 - R_1}{R_1} \quad \frac{\Delta R}{R} = \frac{\frac{\rho l_2}{A_2} - \frac{\rho l_1}{A_1}}{\frac{\rho l_1}{A_1}} \quad \frac{\Delta R}{R} = \frac{\frac{2.00}{0.5A} - \frac{1.00}{A}}{\frac{1.00}{A}} = 3$$

$$a) R = \frac{\rho l}{A} = \frac{\rho l}{\pi (R_2^2 - R_1^2)}$$

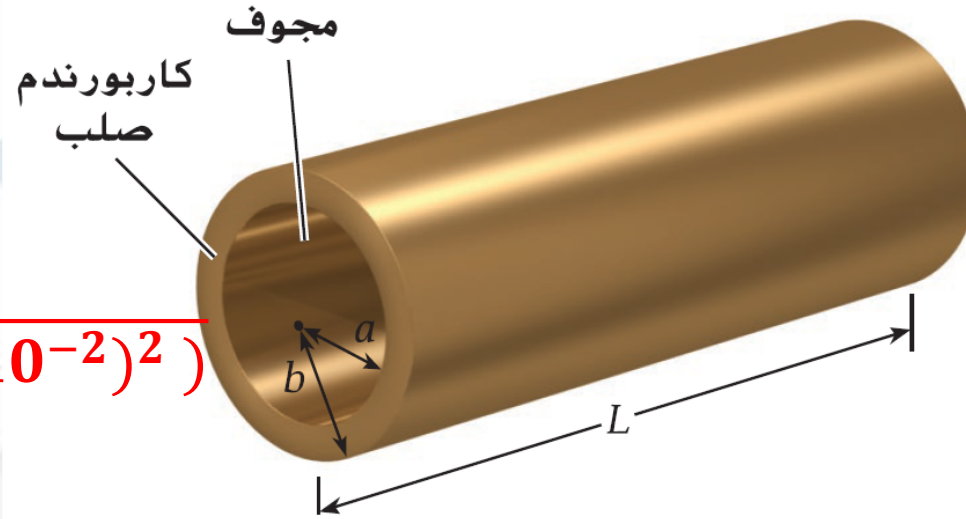
$$1.00 = \frac{\rho \times 0.60}{\pi ((2.50 \times 10^{-2})^2 - (1.50 \times 10^{-2})^2)}$$

$$\rho = 2.09 \times 10^{-3} \Omega \cdot m$$

$$b) \frac{\Delta R}{R} = \frac{R_2 - R_1}{R_1}$$

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{R_1 \propto (T - T_0)}{R_1}$$

$$\frac{\Delta R}{R} = \alpha (T - T_0) = 2.14 \times 10^{-3} (300 - 20) = 0.60 = 60\%$$



5.38 أكثر المواد المستخدمة بكثرة في ورق الصنفرة هي كربيد السيليكون، وتستخدم على نطاق واسع أيضًا في التطبيقات الكهربائية. المقاوم الأنبوبي هو أحد الأجهزة الشائعة المصنوعة من نوع خاص من كربيد

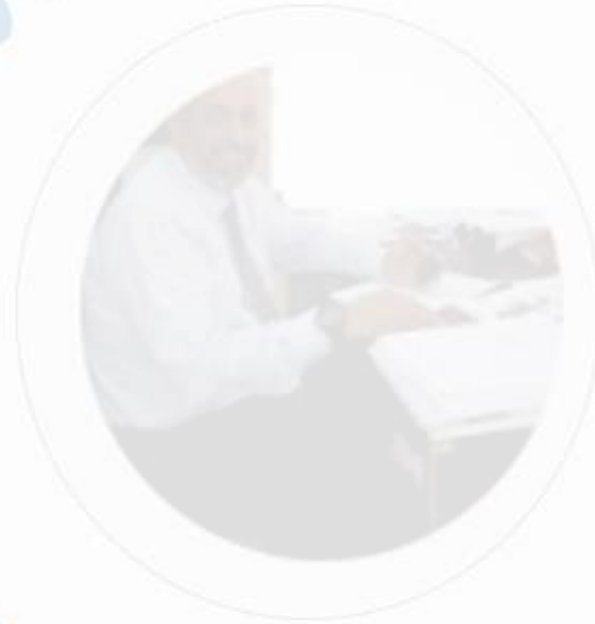
السيليكون يسمى الكاربورندم. يتكون مقاوم معين من الكاربورندم (انظر الشكل) من هيكل أسطواني سميك الجدار (أنبوب) نصف قطره الداخلي $a = 1.50 \text{ cm}$ ونصف قطره الخارجي $b = 2.50 \text{ cm}$ وطوله $L = 60.0 \text{ cm}$. تبلغ مقاومة هذا المقاوم المصنوع من الكاربورندم 1.00Ω عند درجة حرارة 20.0°C .

(a) احسب المقاومة النوعية الكاربورندم في درجة حرارة الغرفة. قارن هذه المقاومة النوعية بالمقاومة النوعية للموصلات الأكثر شيوعًا (النحاس والألمنيوم والفضة).

(b) للكاربورندم معامل حراري مرتفع للمقاومة: $\alpha = 2.14 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$. إذا تم تسخين مقاوم الكاربورندم في جهاز معين إلى 300°C ، فما النسبة المئوية للتغير في المقاومة بين درجة حرارة الغرفة (20.0°C) ودرجة حرارة التشغيل هذه؟

قناة لحظات فيزيائية

الصف 12 متقدم



القوة الدافعة الكهربائية وقانون أوم

Electromotive Force and Ohm's Law

5.4

الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

القوة الدافعة الكهربائية وقانون أوم Electromotive Force and Ohm's Law

For current to flow through a resistor, a potential difference must be established across the resistor. This potential difference, supplied by a battery or other device, is termed an **electromotive force**, abbreviated **emf**. (Electromotive force is not a force at all, but rather a potential difference. The term is still in widespread use but mainly in the form of its abbreviation, pronounced "ee-em-eff.") A device that maintains a potential difference is called an *emf device* and does work on the charge carriers. The potential difference created by the emf device is represented as V_{emf} . This text assumes that emf devices have terminals to which a circuit can be connected. The emf device is assumed to maintain a constant potential difference, V_{emf} , between these terminals.

لانتقال التيار عبر المقاوم، يجب أن يوجد فرق جهد عبر المقاوم. ويُطلق على فرق الجهد الذي تزوده البطارية أو أي جهاز آخر اسم **القوة الدافعة الكهربائية**، ويُشار لها بالرمز **emf**. (القوة الدافعة الكهربائية ليست قوة على الإطلاق، ولكنها فرق في الجهد. ولا يزال هذا المصطلح مستخدمًا بشكل واسع الذي يرمز إليه بشكل أساسي بالرمز "emf"). يُطلق على الجهاز الذي يحافظ على فرق الجهد اسم **جهاز القوة الدافعة الكهربائية** ويبذل شغلًا على حاملات الشحنات. يُرمز لفرق الجهد الذي ينتج عن جهاز القوة الدافعة الكهربائية بالرمز V_{emf} . يفترض هذا النص أن أجهزة القوة الدافعة الكهربائية لها طرفين يمكن للدائرة أن تتصل بهما. ويُفترض أن جهاز القوة الدافعة الكهربائية يحافظ على فرق جهد ثابت، V_{emf} بين هذين الطرفين.



ماذا تشاهد في الصورة؟

اكتب مقدار فولتية بطارية ريموت المكيف او التلفزيون

"الفولتية" هي فرق الجهد (القوة الدافعة الكهربائية) الذي يمكن أن توفره البطارية للدائرة.

. This "voltage" is the potential difference (emf) that the battery can provide to a circuit.

(لاحظ أن البطارية عبارة عن مصدر قوة دافعة كهربائية ثابتة، فهي لا توفر تيارًا ثابتًا للدائرة). تعرض البطاريات القابلة للشحن تصنيفًا بوحدة mAh (مللي أمبير ساعة) الذي يوفر معلومات عن الشحنة الكلية التي يمكن للبطارية توفيرها عندما تكون مشحونة بالكامل. وحدة mAh هي وحدة أخرى للشحنة:

$$1 \text{ mAh} = (10^{-3} \text{ A})(3600 \text{ s}) = 3.6 \text{ As} = 3.6 \text{ C}$$

(Note that a battery is a source of constant emf, it does *not* supply constant current to a circuit.) Rechargeable batteries also display a rating in mAh (milliampere-hour), which provides information on the total charge the battery can deliver when fully charged. The mAh is another unit of charge:

$$1 \text{ mAh} = (10^{-3} \text{ A})(3600 \text{ s}) = 3.6 \text{ As} = 3.6 \text{ C}.$$

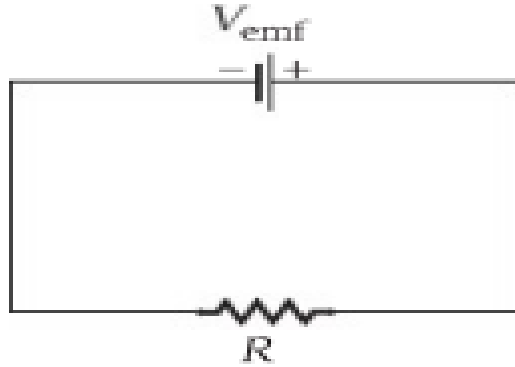


FIGURE 5.10 Simple circuit containing a source of emf and a resistor.

الشكل 5.10 دائرة بسيطة تحتوي على مصدر قوة دافعة كهربائية ومقاوم.

Simple circuit

تبدأ الدائرة الكهربائية وتنتهي عند جهاز القوة الدافعة الكهربائية.

The electric circuit begins and ends at the electromotive force device.

فرق الجهد الذي ينتجه جهاز القوة الدافعة الكهربائية هو ما يدفع التيار عبر الدائرة

The potential difference produced by the electromotive force device is what drives the current through the circuit

ينتقل التيار الاصطلاحي من القطب الموجب الاعلى جهد لطرفه السالب الاقل جهدا.

positive current leaves the device at the higher potential of its positive terminal and enters its negative terminal at a lower potential.

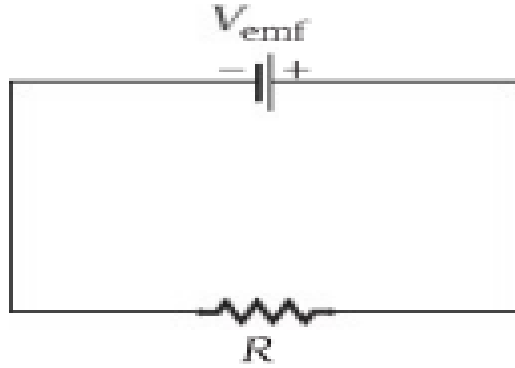


FIGURE 5.10 Simple circuit containing a source of emf and a resistor.

Simple circuit

مصدر لانتاج القوة الدافعة الكهربائية (يدفع التيار عبر الدائرة)
مثل مضخة الماء – المكثفات- المقاومات –وموصلات -

A source for producing an electromotive force (that drives current through a circuit) such as water pump - capacitors - resistors – and connectors -

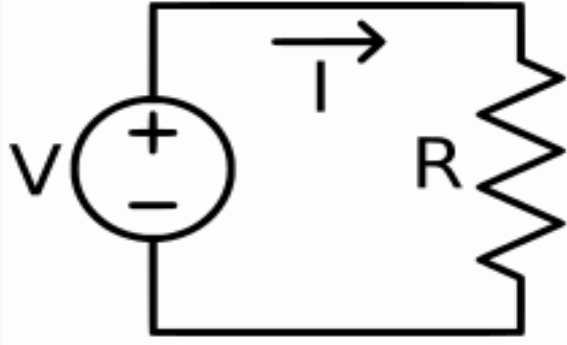
For a circuit like the one shown in Figure 5.10, the emf device provides the potential difference that creates the current flowing through the resistor. Therefore, in this case, **Ohm's Law** (equation 5.9) can be written in terms of the external emf as

بالنسبة إلى دائرة ما مثل الموضحة في الشكل 5.10، يوفر جهاز القوة الدافعة الكهربائية فرق الجهد الذي يُكوّن التيار المتدفق عبر المقاوم. ولذلك، في هذه الحالة، يمكن كتابة قانون أوم (المعادلة 5.9) بدلالة القوة الدافعة الكهربائية الخارجية بالصيغة

$$(5.14) \quad V_{emf} = iR$$

فرق الجهد (V) $i = \frac{V_{emf}}{R_{eq}}$ شدة التيار (A) المقاومة الكهربائية (Ω)

التيار الاصطلاحي



Ohm's Law قانون أوم

$$i = \frac{V_{emf}}{R_{eq}} \quad \text{شدة التيار (A)} \quad \text{فرق الجهد (V)}$$

المقاومة الكهربائية (Ω)

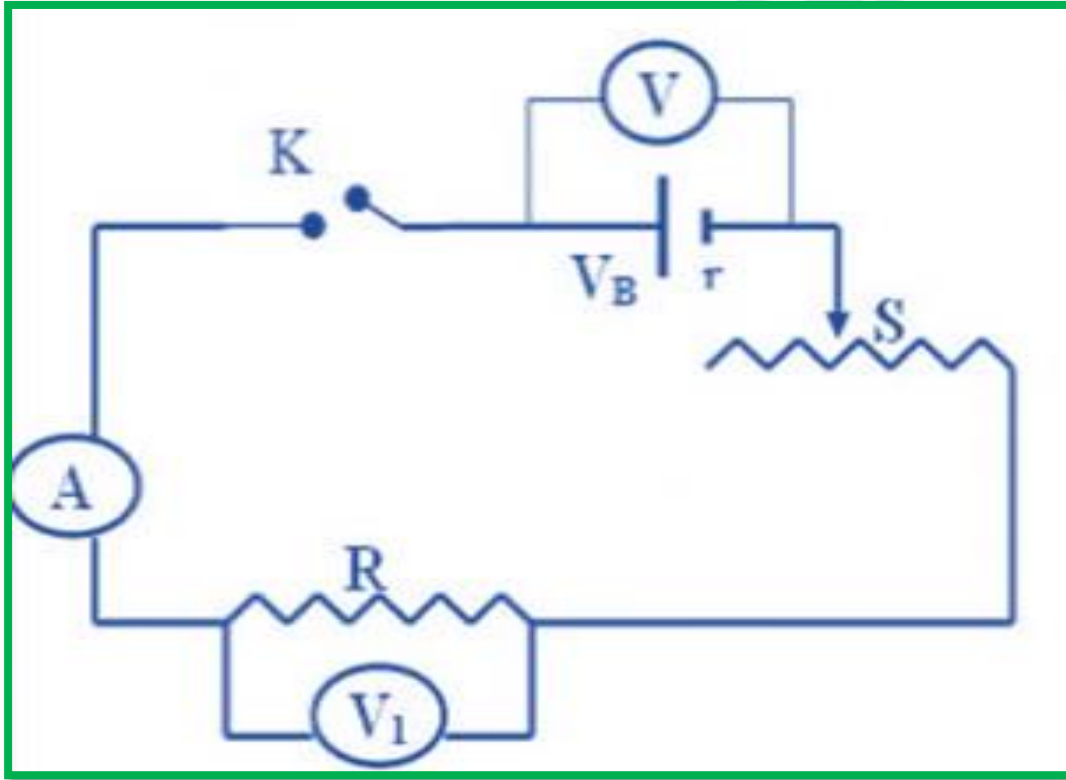
حتى إنه لا ينطبق على كل المقاومات. بالنسبة إلى الكثير من المقاومات، وتسمى المقاومات الأومية، يتناسب التيار طرديًا مع فرق الجهد عبر المقاوم على مدى واسع من درجات الحرارة ومدى واسع من فروق الجهد المطبقة. بالنسبة إلى المقاومات الأخرى، وهي المقاومات غير الأومية، لا يتناسب التيار طرديًا مع فرق الجهد على الإطلاق. تشمل المقاومات غير الأومية على أنواع كثيرة

Ohm's Law is not a law of nature. It is not even obeyed by all resistors. For many resistors, called ohmic resistors, the current is directly proportional to the potential difference across the resistor over a wide range of temperatures and a wide range of applied potential differences. For other resistors, called non-ohmic resistors, current and potential difference are not directly proportional at all.

الأوم الواحد هو مقاومة موصل يمر فيه تيار شدته 1A عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه 1V
من قانون اوم كلما زادت فرق الجهد زاد شدة التيار عن ثبوت المقاومة
من قانون اوم كلما زادت المقاومة قلت شدة التيار عن ثبوت فرق الجهد

القوة الدافعة الكهربائية V_{emf}

الشغل الكلي المبذول اللازم لنقل الشحنات داخل وخارج البطارية
فرق الجهد الكهربائي بين قطبي البطارية في حالة عدم مرور تيار كهربائي

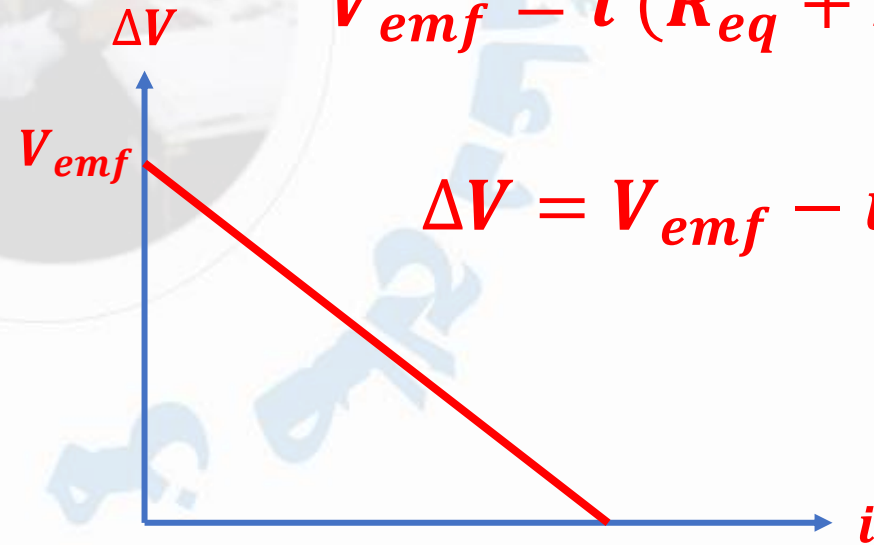


$$i = \frac{V_{emf}}{R_{eq} + R_i}$$

المقاومة الداخلية R_i

$$V_{emf} = i (R_{eq} + R_i)$$

$$\Delta V = V_{emf} - i R_i$$



حتى ينتقل التيار عبر مقاوم لابد ان يكون هناك فرق جهد عبر المقاوم

Self-Test Opportunity 5.2

A resistor with $R = 10.0 \, \Omega$ is connected across a source of emf with potential difference $V_{\text{emf}} = 1.50 \, \text{V}$. What is the current flowing through the circuit?

سؤال الاختبار الذاتي 5.2

تم توصيل مقاوم مقاومته $R = 10.0 \, \Omega$ بمصدر قوة دافعة كهربائية بفرق جهد $V_{\text{emf}} = 1.50 \, \text{V}$. ما التيار المتدفق عبر الدائرة؟

$$i = \frac{V_{\text{emf}}}{R_{\text{eq}} + R_i}$$

$$i = \frac{1.50}{10.0 + 0} = 0.150 \, \text{A}$$

5.40 تم استخدام فرق جهد 12.0 V على سلك مساحة مقطعه العرضي 4.50 mm^2 وطوله 1000 km، يبلغ التيار المتدفق عبر السلك $3.20 \times 10^{-3} \text{ A}$.

5.40 A potential difference of 12.0 V is applied across a wire of cross-sectional area 4.50 mm^2 and length 1000. km. The current passing through the wire is $3.20 \times 10^{-3} \text{ A}$.

(a) ما مقاومة السلك؟

(b) ما نوع هذا السلك؟

a) What is the resistance of the wire?

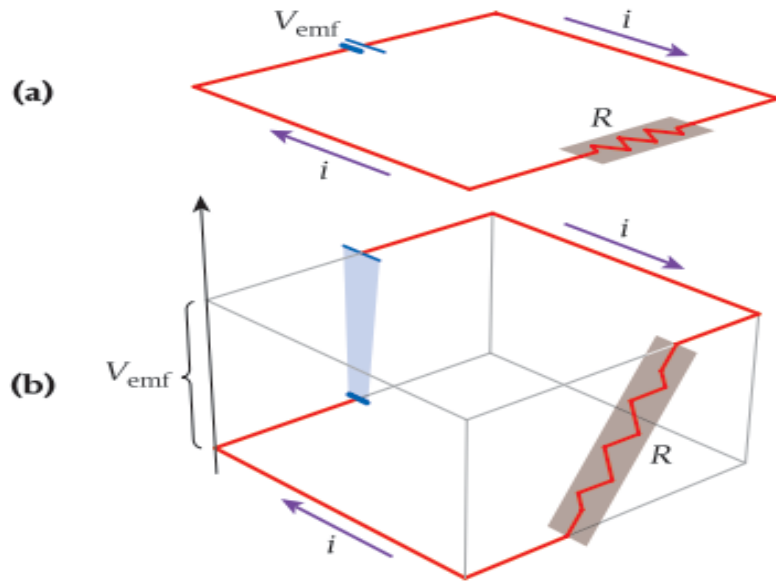
b) What type of wire is this?

$$a) R = \frac{\Delta V}{i} = \frac{12.0}{3.20 \times 10^{-3}} = 3750 \Omega$$

$$b) R = \frac{\rho l}{A}$$

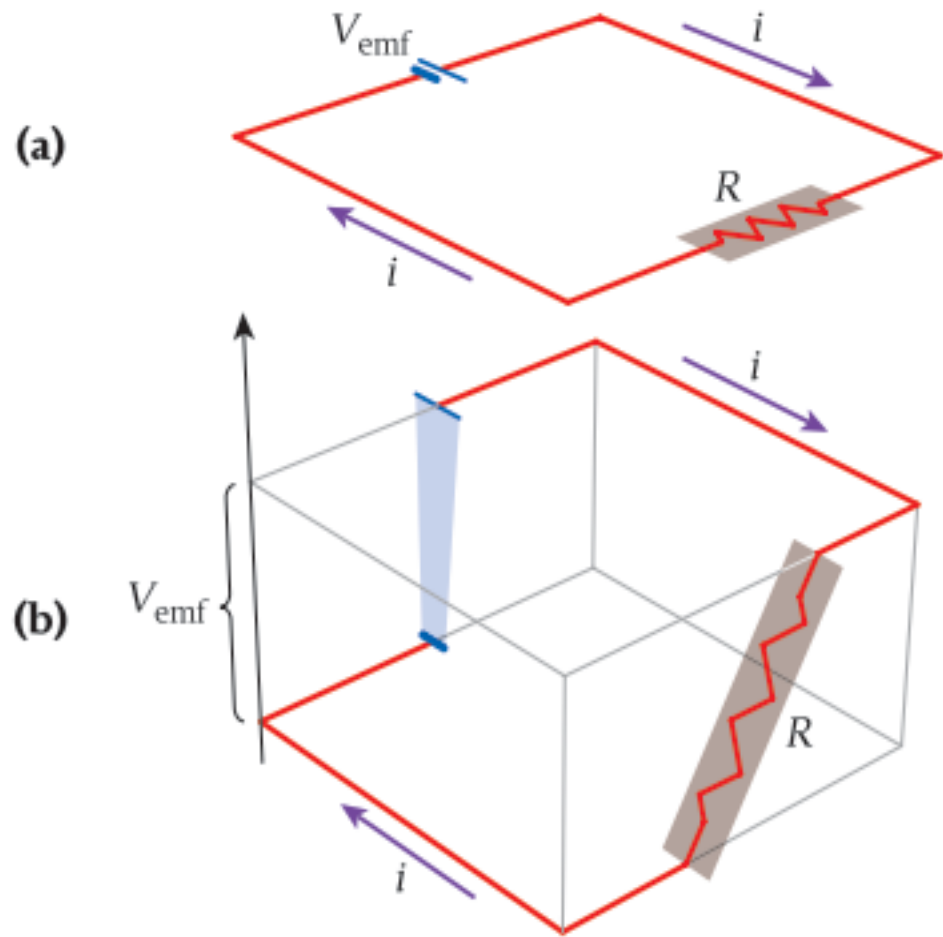
$$\rho = \frac{R A}{l} = \frac{3750 \times 4.50 \times 10^{-6}}{1000 \times 10^3} = 1.69 \times 10^{-6} \Omega \cdot m$$

المقاومة النوعية، ρ ، عند 20 °C	معامل درجة الحرارة، α (10^{-3} K^{-1})	المادة
1.62	3.8	الفضة
1.72	3.9	النحاس
2.44	3.4	الذهب
2.82	3.9	الألمنيوم
3.9	2	النحاس الأصفر
5.51	4.5	التنجستن
7	5.9	النيكل
9.7	5	الحديد
11	5	الفولاذ
13	3.1	التنتالوم
22	4.3	الرصاص
49	0.01	الكوبالتان
70	1	الفولاذ المقاوم للصدأ
95.8	0.89	الزئبق
108	0.4	النيكروم



صفريّة (كما هو مذكور أعلاه). فإنّه وفقًا لقانون أوم، يجب أن يحدث التغيير في جهد التيار في المقاوم. ويشار إلى هذا التغيير باسم **انخفاض الجهد** عبر المقاوم. ومن ثمّ، يمكن تمثيل الدائرة الموضّحة في الشكل 5.10 بطريقة مختلفة توضّح موضع انخفاض الجهد وتوضّح جهد كل جزء من الدائرة. يوضّح الشكل 5.11a الدائرة في الشكل 5.10. يوضّح الشكل 5.11b الدائرة نفسها ولكن مع بُعد رأسي يمثل قيمة الجهد الكهربائي في نقاط مختلفة في الدائرة. يوفر مصدر القوة الدافعة الكهربائية فرق الجهد، ويحدث انخفاض الجهد بالكامل عبر مقاوم واحد. (تذكّر، أنّ المتفق عليه هو أنّ الخطوط التي تصل عناصر الدائرة في الرسم التخطيطي الدائرة تمثل الأسلاك من دون مقاومة. ومن ثمّ، فإنّ أسلاك التوصيل ممثّلة في الشكل 5.11b بخطوط أفقية، لتشير إلى أنّ السلك بالكامل له قيمة الجهد ذاتها تمامًا). ينطبق قانون أوم على انخفاض الجهد عبر المقاوم، ويمكن حساب التيار في الدائرة باستخدام المعادلة 5.9.

the change in potential of the current must occur in the resistor, according to Ohm's Law. This change is referred to as the potential drop across the resistor. Thus, the circuit shown in Figure 5.10 can be represented in a different way, making it clearer where the potential drop happens and showing which parts of the circuit are at which potential. Figure 5.11a shows the circuit in Figure 5.10. Figure 5.11b shows the same circuit but with the vertical dimension representing the value of the electric potential at different points around the circuit. The potential difference is supplied by the source of emf, and the entire potential drop occurs across the single resistor. (Remember, the convention is that the lines connecting the circuit elements in a circuit diagram represent wires with no resistance. Therefore, these connecting wires are represented in Figure 5.11b by horizontal lines, signifying that the entire wire is at exactly the same potential.) Ohm's Law



الشكل 5.11 (a) تمثيل تقليدي لدائرة بسيطة بها مقاوم ومصدر قوة دافعة كهربائية. (b) تمثيل ثلاثي الأبعاد للدائرة نفسها، مبيّنًا الجهد عند كل نقطة في الدائرة. تم توضيح التيار في الدائرة في طريقتي العرض.

يمكن تمثيل الدائرة في الشكل a الي الشكل b من بعد رأسي
يمثل قيمة الجهد الكهربائي في نقاط مختلفة في الدائرة

يوفر مصدر القوة الدافعة الكهربائية فرق جهد

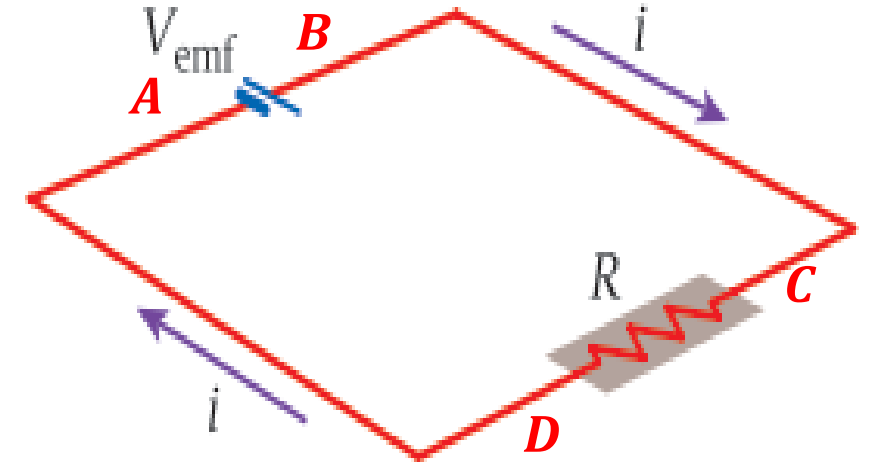
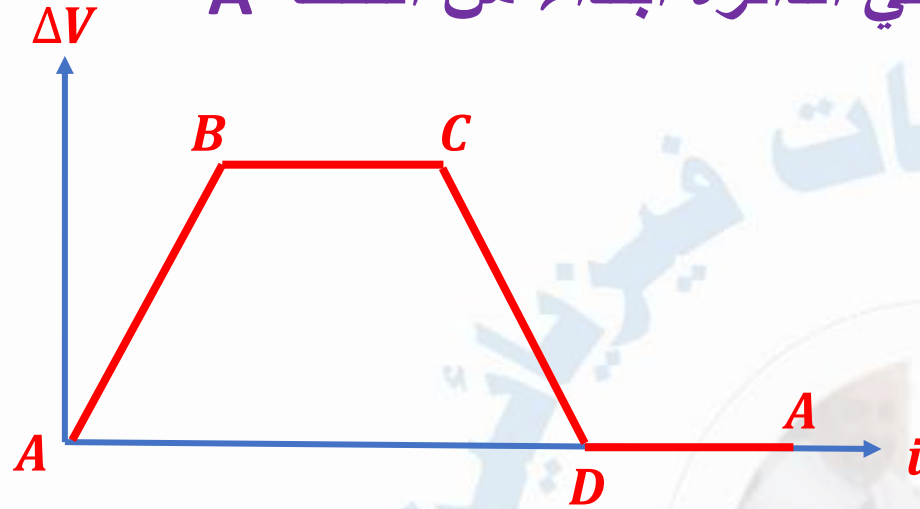
وفي المقاومة يحدث انخفاض كامل في الجهد

الاسلاك تمثل بخطوط أفقية لان السلك بالكامل
له قيمة الجهد ذاتها تماما

فرق الجهد الكلي في أي مسار مغلق في الدائرة
الكاملة يجب أن يكون الصفر (قانون حفظ الطاقة)

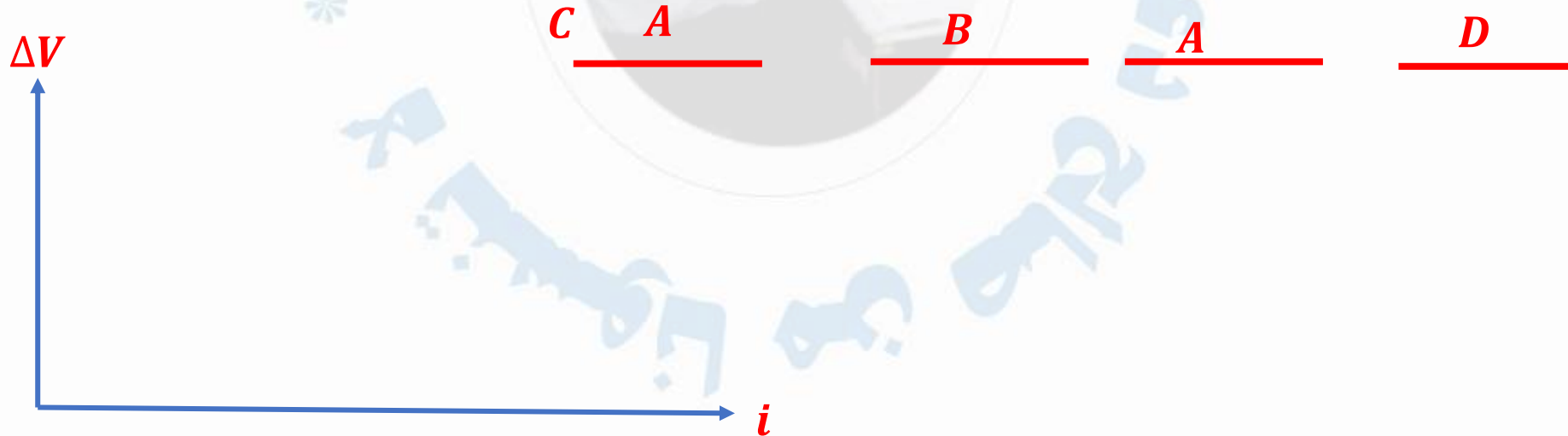
V_{emf}

المخطط البياني للجهد في الدائرة ابتداء من النقطة A



المخطط البياني للجهد في الدائرة ابتداء من النقطة C

V_{emf}



5.41 One brand of 12.0 V automotive battery used to be advertised as providing "600 cold-cranking amps." Assuming that this is the current the battery supplies if its terminals are shorted, that is, connected to negligible resistance, determine the internal resistance of the battery. (**IMPORTANT: Do not** attempt such a connection as it could be lethal!)

5.41 يتم الترويج لنوع من بطاريات السيارة 12.0 V على أنها توفر "600 amps" في الأجواء الباردة". بافتراض أن هذا التيار هو الذي توفره البطارية عندما تكون أطرافها قصيرة، أي متصلة بمقاومة لا تذكر، حدد المقاومة الداخلية للبطارية. (مهم: لا تجرب مثل هذا التوصيل لأنه قد يكون قاتلاً!)

$$i = \frac{V_{emf}}{R_{eq} + R_i}$$

$$600 = \frac{12.0}{0 + R_i} \quad R_i = \frac{12.0}{600} = 2.0 \times 10^{-2} \Omega$$

5.42 سلك نحاسي نصف قطره $r = 0.0250 \text{ cm}$ ، وطوله 3.00 m ومقاومته $\rho = 1.72 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$ ، ويحمل تياراً شدته 0.400 A ، تبلغ كثافة حامل الشحنة للسلك 8.50×10^{28} إلكترون لكل متر³.

5.42 A copper wire has radius $r = 0.0250 \text{ cm}$, is 3.00 m long, has resistivity $\rho = 1.72 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$, and carries a current of 0.400 A . The wire has a charge-carrier density of $8.50 \cdot 10^{28} \text{ electrons/m}^3$.

a) What is the resistance, R , of the wire?

b) What is the electric potential difference, ΔV , across the wire?

c) What is the electric field, E , in the wire?

$$a) R = \frac{\rho l}{A}$$

$$R = \frac{(1.72 \times 10^{-8}) (3.00)}{\pi (0.0250 \times 10^{-2})^2} = 0.263 \Omega$$

$$b) R = \frac{\Delta V}{i}$$

$$\Delta V = i R = 0.400 \times 0.263 = 0.105 \text{ V}$$

$$c) E = \frac{\Delta V}{l}$$

$$E = \frac{0.105}{3.00} = 3.5 \times 10^{-2} \text{ V/m}$$

(a) ما المقاومة، R ، للسلك؟

(b) ما فرق الجهد الكهربائي، ΔV ، عبر السلك؟

(a) ما المجال الكهربائي، E ، داخل السلك؟