

شكراً لتحميلك هذا الملف من موقع المناهج العمانية



شرح وتمارين درس التيار الكهربائي وقانون أوم وقانونا كيرشوف من الوحدة الأولى

[موقع المناهج](#) ← [المناهج العمانية](#) ← [الصف الثاني عشر](#) ← [فيزياء](#) ← [الفصل الأول](#) ← [الملف](#)

تاريخ نشر الملف على موقع المناهج: 07:58:54 2022-11-04

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر



روابط مواد الصف الثاني عشر على تلغرام

[الرياضيات](#)

[اللغة الانجليزية](#)

[اللغة العربية](#)

[التربية الاسلامية](#)

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر والمادة فيزياء في الفصل الأول

[حل أسئلة الامتحانات الخاصة بدرس اشباه الموصلات](#)

1

[مراجعة فصل الموجات الميكانيكية من الوحدة الثانية](#)

2

[الكورس التأسيسي للمادة](#)

3

[مراجعة درس تمثيل مجال الجاذبية وشدة مجال الجاذبية](#)

4

[كتاب دليل المعلم وفق منهج كامبردج الحديد \(حجم صغير\)](#)

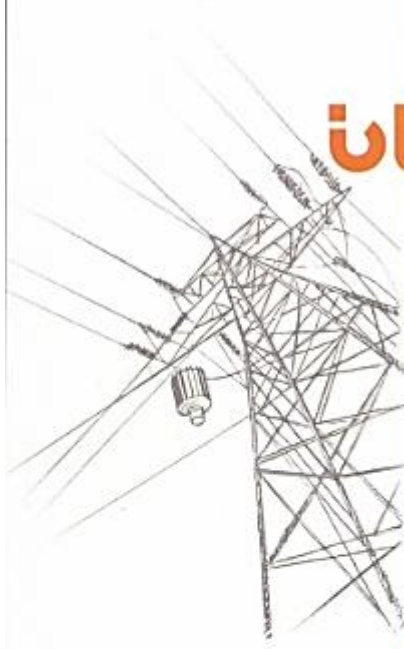
5

الامتحان

الصف

3

الثانوي



الفيزياء



الجزء الخاص بالشرح

سلسلة

الامتحان

في

الفيزياء

للتانوية العامة

(الجزء الخاص بالشرح)

إعداد

نخبة من خبراء التعليم

حقوق الطبع محفوظة

الدولية للطبع والنشر والتوزيع - القاهرة ت/ ٢٥٨٨٨٨٨٦





أساسيات فيزيائية هامة

١ تحويل الكسور والمضاعفات إلى الوحدات العمولية

• $10^{-3} \times$ الوحدة ←	• كيلو الوحدة	• $10^{-3} \times$ الوحدة ←	• مللي الوحدة
• $10^6 \times$ الوحدة ←	• ميغا الوحدة	• $10^{-6} \times$ الوحدة ←	• ميكرو الوحدة
• $10^9 \times$ الوحدة ←	• جيجا الوحدة	• $10^{-9} \times$ الوحدة ←	• نانو الوحدة
		• $10^{-12} \times$ الوحدة ←	• بيكو الوحدة

٢ تحويلات بعض الوحدات

• $10^{-6} \times$ م ←	• مسم	• $10^{-3} \times$ م ←	• مسم
• $10^{-10} \times$ م ←	• الأنجستروم	• $10^{-6} \times$ م ←	• مسم
• $10^{-3} \times$ كجم ←	• جم	• $10^{-9} \times$ م ←	• مسم
• $10^{-3} \times$ م ←	• المتر	• $10^{-2} \times$ م ←	• سم
		• $10^{-4} \times$ م ←	• مسم

٢ محيطات ومساحات وحجوم بعض الأشكال الهندسية

• محيط الدائرة = $2\pi r$	• محيط المربع = $4l$
• مساحة الدائرة = πr^2	• مساحة المربع = l^2
• حجم الكرة = $\frac{4}{3}\pi r^3$	• حجم المكعب = l^3
• مساحة سطح الكرة = $4\pi r^2$	• محيط المستطيل = (الطول + العرض) $\times 2$
• حجم الأسطوانة = $\pi r^2 h$	• مساحة المستطيل = الطول \times العرض
	• حجم متوازي المستطيلات = الطول \times العرض \times الارتفاع



الكميات الفيزيائية الواردة بالمنهج ورموزها ووحدات قياسها

الكمية الفيزيائية	الرمز	وحدة القياس، وبعض الوحدات المكافئة لها
الشغل المبذول	W	جول = وات. ثانية = فولت. كولوم $J = \text{watt.s} = V.C$
كمية الكهرباء (الشحنة الكهربائية)	Q	كولوم = جول/فولت = أمبير ثانية = فولت ثانية/أوم ¹ $C = J.V^{-1} = A.s = V.s.\Omega^{-1}$
شدة التيار الكهربى	I	أمبير = كولوم/ثانية ¹ = فولت.أوم ¹ $A = C.s^{-1} = V.\Omega^{-1}$
فرق الجهد	V	فولت = جول/كولوم ¹ = أمبير.أوم ¹ $V = J.C^{-1} = A.\Omega$
المقاومة الكهربائية لموصل	R	أوم = فولت/أمبير ¹ $\Omega = V.A^{-1}$
طول سلك أو طول ملف حلزوني	l	متر m
مساحة وجه الملف	A	م ² m ²
المقاومة الكهربائية النوعية	ρ_e	أوم.م = فولت.أمبير ⁻¹ .م ¹ $\Omega.m = V.A^{-1}.m$
التوصيلية الكهربائية	σ سيجماء	أوم ⁻¹ .م ⁻¹ = فولت ⁻¹ .أمبير.م ⁻¹ $\Omega^{-1}.m^{-1} = V^{-1}.A.m^{-1}$
القوة الدافعة الكهربائية لبطارية	V_B	فولت V
المقاومة الداخلية لبطارية	r	أوم Ω
الفيض المغناطيسى	ϕ_m	وير = نيوتن/م/أمبير = فولت ثانية = تسلا.م ² weber = N.m/A = Vs = T.m ²
كثافة الفيض المغناطيسى	B	تسلا = نيوتن/ أمبير.م = وير/م ² = فولت ثانية/م ² tesla = N/A.m = weber/m ² = V.s.m ⁻²

الكمية الفيزيائية	الرمز	وحدة القياس، وبعض الوحدات المكافئة لها
معامل التفاضلية المغناطيسية	μ ، سيو.	وير/أمبير.متر = تسلا.م/أمبير weber/A.m = T.m/A
عدد لفات ملف دائري أو حلزوني	N	لفة
عدد لفات ملف حلزوني لوحدة الأطوال	n	لفة/متر
القوة المغناطيسية	F	نيوتن = كجم.م/ثانية ² N = kg.m/s ²
عزم الازدواج المغناطيسي	τ ، تارو.	نيوتن.متر = كجم.م ² /ثانية ² N.m = kg.m ² /s ²
عزم ثنائي القطب المغناطيسي	\vec{m}	نيوتن.متر/تسلا = كجم.م ² /ثانية ² .تسلا = أمبير.م ² N.m/T = kg.m ² /s ² .T = A.m ²
مقاومة مجرى التيار	R_s	أوم Ω
مقاومة مضاعف الجهد	R_m	أوم Ω
القوة الدافعة الكهربائية المستحثة اللحظية	emf	فولت V
معامل الحث المتبادل بين ملفين	M	هنري = وير/أمبير = فولت.ثانية/أمبير = تسلا.متر ² /أمبير = أوم.ثانية H = weber/A = V.s/A = T.m ² /A = Ω .s
معامل الحث الذاتي لل ملف	L	أوم.ثانية
السرعة الزاوية	ω ، أوميجا	راديان/ثانية rad/s
التردد (عدد دورات الملف في الثانية)	f	هيرتز = ثانية ⁻¹ Hz = s ⁻¹
القوة الدافعة الكهربائية الفعالة	$(emf)_{eff}$	فولت V
القيمة الفعالة للتيار المتردد	I_{eff}	أمبير A
كفاءة المحول الكهربائي	η	—
المفاعلة الحثية لل ملف	X_L	أوم Ω
سعة المكثف	C	فاراد = كولوم/فولت F = C/V
المفاعلة السعوية لمكثف	X_C	أوم Ω
المعاوقة	Z	أوم Ω

وحدة القياس، وبعض الوحدات المكافئة لها	الرمز	الكمية الفيزيائية
m	متر	λ_m الطول الموجي عند أقصى شدة إشعاع
J	جول	E طاقة الفوتون
Hz = s ⁻¹	هيرتز = ثانية ⁻¹	ν_c التردد العرج
J	جول	E _w دالة الشغل لسطح
kg	كجم	m _e كتلة الإلكترون
C	كولوم	e شحنة الإلكترون
photon/s	فوتون/ثانية	ϕ_L معدل سقوط الفوتونات
J. s = kg.m ² .s ⁻¹	جول ثانية = كجم.م ² .ثانية ⁻¹	h ثابت بلانك
kg.m/s	كجم.م/ثانية	P _L كمية الحركة الخطية
N	نيوتن	F القوة المؤثرة من حزمة فوتونات
watt = J. s ⁻¹ = A ² . Ω = VA = V ² / Ω	وات = جول ثانية ⁻¹ = أمبير ² .أوم = فولت. أمبير = فولت/أوم	P _w القدرة
cm ⁻³	سم ⁻³	n تركيز الإلكترونات الحرة
cm ⁻³	سم ⁻³	p تركيز الفجوات الموجبة
cm ⁻³	سم ⁻³	N _D ⁺ تركيز أيونات الشوائب المعطية
cm ⁻³	سم ⁻³	N _A ⁻ تركيز أيونات الشوائب المستقبلة
—	—	α_c نسبة التوزيع
—	—	β_o نسبة تكبير الترانزستور
A	أمبير	I _E تيار الباعث
A	أمبير	I _C تيار المجمع
A	أمبير	I _B تيار القاعدة

الوحدة الأولى

الكهربية التيارية والكهرومغناطيسية

التيار الكهربى وقانون أوم وقانونا كيرشوف.

الفصل 1

التيار الكهربى وقانون أوم.

الدرس الأول

• قانونا كيرشوف.

• قانون أوم للدائرة المغلقة.

الدرس الثانى



التيار الكهربى وقانون أوم

الدرس الأول

الفصل 1

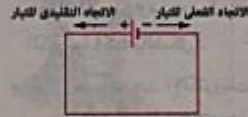
- * سبق أن درست فى السنوات السابقة الكهربية التيارية، وسنبدأ فى هذا الفصل بمراجعة بعض المفاهيم التى سبق أن درستها مثل :
(١) شدة التيار الكهبرى. (٢) فرق الجهد الكهبرى. (٣) المقاومة الكهربية.

أولاً شدة التيار الكهبرى

- * يعتمد مرور التيار الكهبرى فى الموصلات المعدنية على وجود إلكترونات حرة تتحرك داخل المادة الموصلة فتسمح بمرور التيار الكهبرى.

التيار الكهبرى

فيض من الشحنات الكهربية تسرى خلال الموصلات.



- * وقد اصطلح على أن التيار الكهبرى يسرى من القطب الموجب إلى القطب السالب خارج المصدر ويسمى الاتجاه التقليدى للتيار وهو عكس اتجاه حركة الإلكترونات.

الاتجاه الفعلى للتيار

اتجاه حركة الإلكترونات من القطب السالب إلى القطب الموجب خارج المصدر.

الاتجاه التقليدى للتيار

اتجاه التيار من القطب الموجب إلى القطب السالب خارج المصدر.

- * تُعبر شدة التيار الكهبرى عن كمية الشحنات الكهربية التى تمر عبر مقطع من موصل خلال ثانية واحدة.

شدة التيار الكهبرى (I)

تقدر بكمية الكهربية المارة خلال مقطع من موصل فى زمن قدره 1 ثانية.

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

- * تتعين شدة التيار الكهبرى (I) المار فى موصل من العلاقة :

حيث : (Q) كمية الكهربية وتقاس بوحدة الكولوم (C).

(t) الزمن ويقاس بوحدة الثانية (s).

$$1 \text{ ampere} = \frac{1 \text{ coulomb}}{1 \text{ second}}$$

وبالتالى تقاس شدة التيار الكهبرى بوحدة كولوم/ثانية

وتكافى الأمبير (A).

الفصل 1

• مما سبق يمكن تعريف الأمبير والكولوم كما يلي :



العالم أمبير

← الأمبير

شدة التيار الناتج عن سريان كمية كهربية مقدارها 1 كولوم خلال مقطع من موصل في زمن قدره 1 ثانية.



العالم كولوم

← الكولوم

مقدار الشحنة الكهربائية التي عند مرورها خلال مقطع من موصل في زمن قدره 1 ثانية ينتج عنها تيار كهربى شدته 1 أمبير.

• ما معنى قولنا أن : شدة التيار المار في موصل = 10 أمبير

معنى ذلك أن مقدار الشحنة الكهربائية التي تمر خلال مقطع الموصل في الثانية الواحدة = 10 كولوم

• تقاس شدة التيار الكهربى المسار في دائرة كهربية بجهاز الأميتر وهو يوصل على التوالى في الدائرة الكهربائية (كما بالشكل).



• يمكن حساب عدد الإلكترونات (N) المارة عبر مقطع معين من موصل من العلاقة : $N = \frac{Q}{e}$ حيث : (e) شحنة الإلكترون وتساوى $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

• مثال 1 احسب شدة التيار الكهربى المار في موصل والناتج عن مرور كمية من الكهربية مقدارها 15 C خلال مقطع من الموصل في زمن قدره 3 s

$$Q = 15 \text{ C} \quad t = 3 \text{ s} \quad I = ?$$

الحل

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{15}{3} = 5 \text{ A}$$

• مثال 2 كم عدد الإلكترونات التي تمر عبر مقطع ما في موصل في زمن قدره 1 s إذا كانت شدة التيار المار في الدائرة 20 A وشحنة الإلكترون $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

$$t = 1 \text{ s} \quad I = 20 \text{ A} \quad e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \quad N = ?$$

الحل

$$I = \frac{Q}{t} \quad , \quad Q = It = 20 \times 1 = 20 \text{ C}$$

$$N = \frac{Q}{e} = \frac{20}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.25 \times 10^{20} \text{ electrons}$$



ثانياً فرق الجهد الكهربى

يمر التيار الكهربى فى موصل إذا كان الجهد الكهربى عند نقطة داخل الموصل يختلف عن الجهد الكهربى عند نقطة أخرى أى عندما يكون هناك فرق فى الجهد الكهربى بين نقطتين.

← فرق الجهد الكهربى بين نقطتين (V) يقدر بمقدار الشغل المبذول مقدراً بالجول لنقل كمية كهربية مقدارها 1 كولوم بين النقطتين.

$$V = \frac{W}{Q}$$

• يتعين فرق الجهد الكهربى (V) من العلاقة :

حيث : (W) الشغل المبذول ويقاس بوحدة الجول (J).

(Q) كمية الكهربية وتقاس بوحدة الكولوم (C)

$$1 \text{ volt} = \frac{1 \text{ joule}}{1 \text{ coulomb}}$$

وبالتالى يقاس فرق الجهد الكهربى بوحدة جول/كولوم

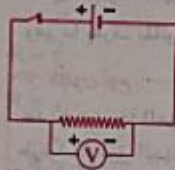
وتكافئ الفولت (V)



العالم فولتا

← الفولت فرق الجهد بين نقطتين عندما يلزم بذل شغل مقداره 1 جول لنقل كمية كهربية مقدارها 1 كولوم بين هاتين النقطتين.

* ما معنى قولنا أن : فرق الجهد الكهربى بين طرفى موصل = 25 V
معنى ذلك أن مقدار الشغل المبذول لنقل شحنة 1 C بين طرفى الموصل = 25 J



• يقاس فرق الجهد الكهربى بين نقطتين بجهاز الفولتميتر وهو يوصل على التوازى فى الدائسة الكهربية (كما بالشكل).

♦ الطاقة والقدرة الكهربية :

$$\therefore V = \frac{W}{Q}$$

$$\therefore W = VQ = VIt$$

حيث : (W) الشغل المبذول) يمثل الطاقة الكهربية المستنفذة والتي تقاس بوحدة الجول وتكافئ

فولت.أمبير.ثانية

$$\therefore P_w = \frac{W}{t} = VI$$

ويعبر عن الطاقة الكهربية المستهلكة خلال ثانية واحدة بالقدرة الكهربية

، وتقاس القدرة الكهربية بوحدة وات وتكافئ جول/ثانية.

الفصل 1

مثال

إذا كان فرق الجهد بين طرفي موصل في دائرة كهربية 10 V
احسب الشغل المبذول لنقل 6.25×10^{20} إلكترون بين طرفي الموصل علماً بأن شحنة الإلكترون 1.6×10^{-19} C

$V = 10$ V $N = 6.25 \times 10^{20}$ electrons $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C $W = ?$ **الحل**

$$V = \frac{W}{Q} = \frac{W}{Ne}$$

$$W = VNe = 10 \times 6.25 \times 10^{20} \times 1.6 \times 10^{-19} = 1000 \text{ J}$$

ثالثاً المقاومة الكهربية

* عند مرور تيار كهربي في موصل فإن هذا التيار يواجه ممانعة أو مقاومة لمروره وهو ما يطلق عليه المقاومة الكهربية.

المقاومة الكهربية (R)

الممانعة التي يلقاها التيار الكهربي عند مروره في الموصل.
أو
النسبة بين فرق الجهد بين طرفي الموصل بالقولت وشدة التيار المار فيه بالأمبير.

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

* تتعين المقاومة الكهربية لموصل (R) من العلاقة :
وهو ما يعرف بقانون أوم.

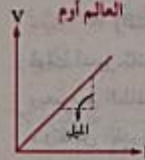


قانون أوم

عند ثبوت درجة الحرارة فإن شدة التيار المار في موصل تتناسب طردياً مع فرق الجهد بين طرفيه.



* التمثيل البياني للعلاقة بين فرق الجهد وشدة التيار (قانون أوم) :

تتناسب شدة التيار طردياً مع فرق الجهد الكهربي بين طرفي الموصل.



$$\text{الميل} = \frac{V}{I} = R$$

• يوجد نوعان من المقاومات هما :

- ١- المقاومة الثابتة ويرمز لها في الدائرة الكهربائية بالرمز 
 - ٢- المقاومة المتغيرة ويرمز لها في الدائرة الكهربائية بالرمز 
- تقاس المقاومة الكهربائية بوحدة الأوم.

← الأوم
مقاومة موصل يسمح بمرور تيار شدته 1A عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه 1V

• ما معنى قولنا أن : المقاومة الكهربائية لموصل = 100 Ω

معنى ذلك أن النسبة بين فرق الجهد بين طرفي الموصل وشدة التيار المار فيه = 100 V/A

مثال

موصل كهربى يمر به شحنة كهربية مقدارها 3.6 C خلال دقيقة، إذا كان فرق الجهد بين طرفيه 300 V احسب مقاومته.

$Q = 3.6 \text{ C}$ $t = 60 \text{ s}$ $V = 300 \text{ V}$ $R = ?$

الحل

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{3.6}{60} = 0.06 \text{ A}$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{300}{0.06} = 5000 \Omega$$

استنتاج المقاومة الكهربائية لموصل

• تتناسب المقاومة الكهربائية لموصل طردياً مع طول الموصل : $R \propto l$

• تتناسب المقاومة الكهربائية لموصل عكسياً مع مساحة مقطع الموصل : $R \propto \frac{1}{A}$

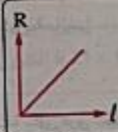
$$\therefore R \propto \frac{l}{A} \qquad \therefore R = \text{constant} \times \frac{l}{A}$$

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

حيث : (ρ) كمية فيزيائية ثابتة للمادة الواحدة عند ثبوت درجة الحرارة وتسمى المقاومة النوعية لمادة الموصل.

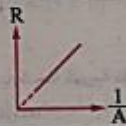
العوامل التي تتوقف عليها المقاومة الكهربائية لموصل عند ثبوت درجة الحرارة

(٢) المقاومة النوعية للموصل
أو نوع مادة الموصل



(١) طول الموصل
«علاقة طردية»
الميل = $\frac{R}{l} = \frac{\rho_c}{A}$

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



(٣) مساحة مقطع الموصل
«علاقة عكسية»
الميل = $RA = \rho_c l$

ملحوظة

• يؤدي ارتفاع درجة حرارة الموصل إلى زيادة المقاومة الكهربائية ويرجع ذلك إلى أن :
ارتفاع درجة الحرارة يعمل على زيادة سعة اهتزاز جزيئات الفلز وزيادة سرعة اهتزاز الجزيئات وبالتالي زيادة معدل تصادم إلكترونات التيار الكهربائي مع جزيئات الفلز الذي يسبب زيادة الممانعة لسريان الإلكترونات خلاله فتزداد المقاومة الكهربائية للموصل.

المقاومة النوعية لمادة موصل

• تعتبر المقاومة النوعية للمادة صفة فيزيائية مميزة لها حيث تتغير بتغير نوع مادة الموصل أو درجة حرارة الموصل.

المقاومة النوعية (ρ_c)

مقاومة موصل طوله 1 m ومساحة مقطعه 1 m² عند درجة حرارة معينة.

• تقاس المقاومة النوعية بوحدة $\Omega \cdot m$

• ما معنى قولنا أن : المقاومة النوعية لمادة موصل = $6 \times 10^{-6} \Omega \cdot m$

معنى ذلك أن مقاومة موصل من هذه المادة طوله 1 m ومساحة مقطعه 1 m² عند درجة حرارة معينة تساوي $6 \times 10^{-6} \Omega$

• العوامل التي تتوقف عليها المقاومة النوعية :

(١) نوع مادة الموصل.
(٢) درجة حرارة الموصل.

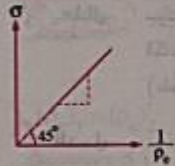


• يسمى مقلوب المقاومة النوعية لمادة الموصل التوصيلية الكهربائية لمادة الموصل (σ). وهي كمية فيزيائية ثابتة للمادة الواحدة عند درجة حرارة معينة لذلك تعتبر خاصية فيزيائية مميزة لها.

التوصيلية الكهربائية (σ)

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

مقلوب مقاومة موصل طوله 1 m ومساحة مقطعه 1 m² عند درجة حرارة معينة.
أو مقلوب المقاومة النوعية لمادة موصل.



• التمثيل البياني للعلاقة بين المقاومة النوعية والتوصيلية الكهربائية كما بالشكل المقابل :

$$\sigma \rho_e = 1$$

• تقاس التوصيلية الكهربائية لمادة موصل بوحدة $\Omega^{-1} \cdot m^{-1}$

• ما معنى قولنا أن التوصيلية الكهربائية للنحاس = $5.6 \times 10^7 \Omega^{-1} \cdot m^{-1}$ ؟

معنى ذلك أن مقلوب مقاومة سلك من النحاس طوله 1 m ومساحة مقطعه 1 m² يساوي $5.6 \times 10^7 \Omega^{-1}$

• العوامل التي تتوقف عليها التوصيلية الكهربائية لمادة موصل :

(١) نوع مادة الموصل. (٢) درجة حرارة الموصل.

ملحوظة

• المقاومة النوعية للنحاس صغيرة وبالتالي تكون مقاومة الأسلاك المصنوعة منه صغيرة حيث ($R \propto \rho_e$) أي أن التوصيلية الكهربائية للنحاس كبيرة لذلك يستخدم في صناعة كابلات نقل الكهرباء.

مثال

سلك طوله 50 m ونصف قطره 0.5 cm ومقاومته الكهربائية 2 Ω . أوجد :
(١) المقاومة النوعية لمادة السلك. (ب) التوصيلية الكهربائية له.

$$l = 50 \text{ m}$$

$$r = 0.5 \text{ cm}$$

$$R = 2 \Omega$$

$$\rho_e = ?$$

$$\sigma = ?$$

الحل

$$\rho_e = \frac{RA}{l} = \frac{R(\pi r^2)}{l} = \frac{2 \times 22 \times (0.5 \times 10^{-2})^2}{7 \times 50} = 3.14 \times 10^{-6} \Omega \cdot m \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho_e} = \frac{1}{3.14 \times 10^{-6}} = 3.18 \times 10^5 \Omega^{-1} \cdot m^{-1} \quad (2)$$

الفصل 1

• لتعيين قيمة المقاومة R بدلالة الكتلة والحجم وكثافة المادة :

$$R = \frac{\rho_e l}{A} = \frac{\rho_e l^2}{V_{ot}} = \frac{\rho_e l^2 \rho}{m}$$

$$R = \frac{\rho_e l}{A} = \frac{\rho_e V_{ot}}{A^2} = \frac{\rho_e m}{\rho A^2}$$

مثال 1 سلك من النحاس طوله 50 cm وكثافة مادته 8600 kg/m^3 يمر به تيار كهربى فكانت مقاومته 1.5Ω ، احسب كتلة السلك.

(علمًا بأن المقاومة النوعية للنحاس $= 1.79 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$)

$$l = 50 \text{ cm} \quad \rho = 8600 \text{ kg/m}^3 \quad R = 1.5 \Omega$$

$$\rho_e = 1.79 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \quad m = ?$$

$$R = \frac{\rho_e l^2 \rho}{m}$$

$$m = \frac{\rho_e l^2 \rho}{R} = \frac{1.79 \times 10^{-8} \times (50 \times 10^{-2})^2 \times 8600}{1.5} = 2.57 \times 10^{-5} \text{ kg}$$

• المقارنة بين مقاومتى موصلين :

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{(\rho_e)_1 l_1 A_2}{(\rho_e)_2 l_2 A_1} = \frac{(\rho_e)_1 l_1 r_2^2}{(\rho_e)_2 l_2 r_1^2} = \frac{(\rho_e)_1 \rho_1 l_1^2 m_2}{(\rho_e)_2 \rho_2 l_2^2 m_1}$$

مثال 2 سلكان من النحاس طول أحدهما 10 cm وكتلته 0.1 kg وطول الآخر 40 cm وكتلته 0.2 kg قارن بين مقاومة كل منهما.

$$l_1 = 10 \text{ cm} \quad m_1 = 0.1 \text{ kg} \quad \frac{R_1}{R_2} = ?$$

$$l_2 = 40 \text{ cm} \quad m_2 = 0.2 \text{ kg}$$

∴ السلكان من نفس المادة. ∴ المقاومة النوعية لهما واحدة.

$$\therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1^2 m_2}{l_2^2 m_1} = \frac{10^2 \times 0.2}{40^2 \times 0.1} = \frac{1}{8}$$



مثال ٢

سلك طوله 30 m ومساحة مقطعه 0.5 cm^2 ومقاومته 20Ω كم تكون مقاومة سلك آخر من نفس المادة طوله 10 m ومساحة مقطعه 0.3 cm^2

$$l_1 = 30 \text{ m} \quad A_1 = 0.5 \text{ cm}^2 \quad R_1 = 20 \Omega$$

$$l_2 = 10 \text{ m} \quad A_2 = 0.3 \text{ cm}^2 \quad R_2 = ?$$

الحل

∵ السلك من نفس المادة ∴

$$\therefore (\rho_e)_1 = (\rho_e)_2 \quad , \quad \frac{R_1 A_1}{l_1} = \frac{R_2 A_2}{l_2} \quad , \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1 A_2}{l_2 A_1}$$

$$\frac{20}{R_2} = \frac{30 \times 0.3}{10 \times 0.5}$$

$$R_2 = 11.11 \Omega$$

توصيل المقاومات

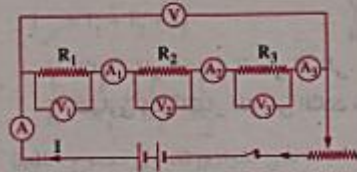
- يمكن توصيل عدة مقاومات في دائرة كهربية بطريقتين هما :
(١) التوصيل على التوالي .
(٢) التوصيل على التوازي .

١ توصيل المقاومات على التوالي

• الغرض منه ،

الحصول على مقاومة كبيرة من مجموعة من المقاومات الصغيرة حيث تعتبر المقاومات بمثابة ممر متصل للتيار الكهربى .

• طريقة التوصيل ،



توصيل المقاومات في دائرة كهربية تتكون من بطارية وأميتير وفولتميتر وريوستات ومفتاح كما هو موضح بالرسم .

• شدة التيار الكهربى ،

عند قياس شدة التيار الكهربى المار في جميع المقاومات نجد أنها متساوية :

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

الفصل 1

• فوق الجهد الكهربى ،

عند قياس فرق الجهد بين طرفى كل مقاومة نجد أن فرق الجهد الكلى يساوى مجموع فروق الجهد على المقاومات بالدائرة :

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

• حساب المقاومة المكافئة (R)

$$\therefore V = IR$$

من قانون أوم :

$$\therefore V_1 = IR_1 , V_2 = IR_2 , V_3 = IR_3$$

$$\therefore V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$\therefore IR = IR_1 + IR_2 + IR_3 \quad \therefore \boxed{R = R_1 + R_2 + R_3}$$

أى : المقاومة المكافئة لمجموعة مقاومات متصلة على التوالى تساوى مجموع هذه المقاومات.

إذا كانت المقاومات المتصلة على التوالى متساوية وعددها N فإن :

$$\boxed{R = NR}$$

مثال

ثلاث مقاومات 25Ω , 70Ω , 85Ω متصلة على التوالى مع بطارية القوة الدافعة الكهربائية لها 45 V . احسب :

(1) شدة التيار الكهربى المار فى الثلاث مقاومات. (ب) فرق الجهد على كل مقاومة.

$$\boxed{R_1 = 25 \Omega} \quad \boxed{R_2 = 70 \Omega} \quad \boxed{R_3 = 85 \Omega} \quad \boxed{V_B = 45 \text{ V}}$$

$$\boxed{I = ?} \quad \boxed{V_1 = ?} \quad \boxed{V_2 = ?} \quad \boxed{V_3 = ?}$$

الحل

$$\boxed{R = R_1 + R_2 + R_3 = 25 + 70 + 85 = 180 \Omega} \quad (1)$$

$$I = \frac{V_B}{R} = \frac{45}{180} = 0.25 \text{ A}$$

∴ الثلاث مقاومات متصلة على التوالى.

∴ تتساوى شدة التيار المار فى الثلاث مقاومات = 0.25 A

$$V_1 = IR_1 = 0.25 \times 25 = \boxed{6.25 \text{ V}} \quad (ب)$$

$$V_2 = IR_2 = 0.25 \times 70 = \boxed{17.5 \text{ V}}$$

$$V_3 = IR_3 = 0.25 \times 85 = \boxed{21.25 \text{ V}}$$



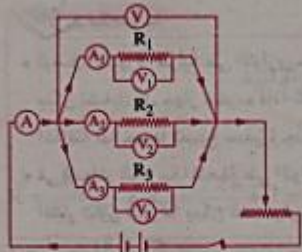
٢ توصيل المقاومات على التوازي

• الغرض منه ،

الحصول على مقاومة صغيرة من مجموعة من المقاومات الكبيرة حيث تكون المقاومة المكافئة أقل من قيمة أصغر مقاومة في المجموعة.

• طريقة التوصيل ،

توصيل المقاومات في دائرة كهربائية تتكون من بطارية وأميتر وفولتميتير وريوستات ومفتاح كما هو موضح بالرسم.



• فرق الجهد الكهربي ،

عند قياس فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة نجد أنه متساوي ويساوي فرق الجهد بين طرفي البطارية :

$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

• شدة التيار الكهربي ،

عند قياس شدة التيار المار في كل مقاومة نجد أن شدة التيار الكلي تساوي مجموع شدة التيار المار في جميع المقاومات :
ويلاحظ أن التيار الكهربي يتجزأ في المقاومات عكسياً مع قيمة المقاومة أي يمر الجزء الأكبر من التيار في المقاومة الأصغر.

• حساب المقاومة المكافئة (R)

من قانون أوم :

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

$$\therefore I_1 = \frac{V}{R_1} \quad , \quad I_2 = \frac{V}{R_2} \quad , \quad I_3 = \frac{V}{R_3}$$

$$\therefore I_{\text{مجم}} = I_1 + I_2 + I_3 \quad \therefore \frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

$$\therefore \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

أي أنه مقلوب المقاومة المكافئة لمجموعة مقاومات متصلة على التوازي تساوي مجموع مقلوب المقاومات

$$\vec{R} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

، إذا كان هناك مقاومتين فقط متصلتين على التوازي، فإن :

الفصل 1

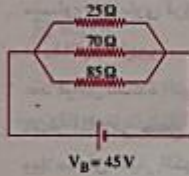
إذا كانت المقاومات المتصلة على التوازي متساوية وقيمة كل منها R وعددها N فإن: $\frac{1}{R} = \frac{N}{R}$

$$\tilde{R} = \frac{R}{N}$$

ملاحظات

• توصل الأجهزة المنزلية على التوازي حتى يعمل كل جهاز على فرق جهد المصدر الكهربى وبالتالي يمكن تشغيل كل جهاز بمفرده فإذا تلف أى جهاز لا يؤثر على الأجهزة الأخرى، كما أن المقاومة المكافئة لها جميعاً تصبح صغيرة جداً فلا تضعف شدة التيار.
• فى الدوائر الكهربائية المتصلة على التوازي تستخدم أسلاك سميكة عند طرفى البطارية لأن شدة التيار تكون أكبر ما يمكن عند طرفى البطارية.

مثال 1



من الشكل المقابل أوجد: (1) المقاومة الكلية.
(ب) شدة التيار فى كل مقاومة.
(ج) شدة التيار الكلى.

الحل

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{25} + \frac{1}{70} + \frac{1}{85} \quad (1)$$

$$\tilde{R} = 15.14 \Omega$$

$$I_1 = \frac{V_B}{R_1} = \frac{45}{25} = 1.8 \text{ A} \quad (ب)$$

$$I_2 = \frac{V_B}{R_2} = \frac{45}{70} = 0.643 \text{ A}$$

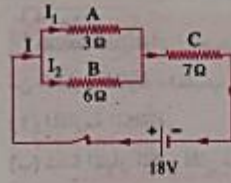
$$I_3 = \frac{V_B}{R_3} = \frac{45}{85} = 0.529 \text{ A}$$

$$I = \frac{V_B}{R} = \frac{45}{15.14} = 2.972 \text{ A} \quad (ج)$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$= 1.8 + 0.643 + 0.529 = 2.972 \text{ A}$$

مثال ٢



في الشكل المقابل وصلت المقاومتان A ، B معاً على التوازي ثم وصلت المجموعة على التوالي مع مقاومة ثالثة C وبطارية قوتها الدافعة الكهربية 18 V ، فإذا كانت المقاومات A ، B ، C هي 3 Ω ، 6 Ω ، 7 Ω على الترتيب، فاحسب :

- (1) المقاومة الكلية.
 (ب) شدة التيار المار في الدائرة.
 (ج) شدة التيار المار في كل من المقاومتين A ، B

الحل

$$\hat{R} = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B} + R_C = \frac{3 \times 6}{3 + 6} + 7 = 2 + 7 = 9 \Omega \quad (1)$$

$$I = \frac{V}{\hat{R}} = \frac{18}{9} = 2 \text{ A} \quad (ب)$$

(ج) لحساب شدة التيار في كل من المقاومتين A ، B نحسب أولاً فرق الجهد بينهما :

$$V = IR = 2 \times 2 = 4 \text{ V}$$

$$I_A = \frac{V}{R_A} = \frac{4}{3} = 1.33 \text{ A}$$

$$I_B = \frac{V}{R_B} = \frac{4}{6} = 0.667 \text{ A}$$

• في حالة وجود مقاومة طرفها متصلان بسلك توصيل تهمل هذه المقاومة عند حساب المقاومة المكافئة لعدم وجود فرق جهد بين طرفيها.



• في حالة وجود سلك توصيل (نعيم المقاومة) يتم اعتبار طرفي السلك نقطة واحدة.



الفصل 1

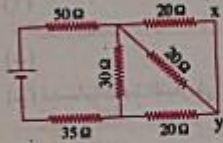
مثال



من الدائرة المقابلة ، احسب :
 (1) المقاومة المكافئة.
 (ب) شدة التيار الكلي المار في الدائرة
 علمًا بأن $V_B = 100 \text{ V}$

الحل

(1) * لا يمر تيار في المقاومة 200Ω بينما يمر في السلك xy لأن مقاومته صفر وبذلك تصبح المقاومة 200Ω مغلقة ويكون شكل الدائرة كالتالي :



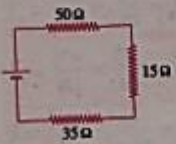
* المقاومتان 20Ω ، 20Ω متصلتان على التوازي
 وبذلك :
 $R_1 = \frac{R}{N} = \frac{20}{2} = 10 \Omega$



* المقاومتان 20Ω ، 10Ω متصلتان على التوالي
 وبذلك :
 $R_2 = 10 + 20 = 30 \Omega$



* المقاومتان 30Ω ، 30Ω متصلتان على التوازي
 وبذلك :
 $R_3 = \frac{30}{2} = 15 \Omega$



* المقاومات 35Ω ، 50Ω ، 15Ω متصلة على التوالي
 وبذلك :
 $\vec{R} = 15 + 50 + 35 = 100 \Omega$

$$\vec{I} = \frac{V_B}{R} = \frac{100}{100} = 1 \text{ A}$$

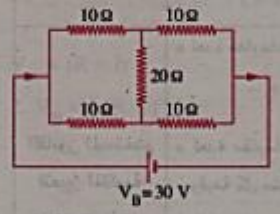
(ب)



• في حالة تساوى الجهد بين طرفى مقاومة ما تهمل هذه المقاومة عند حساب المقاومة المكافئة.

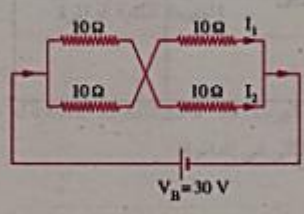


مثال



من الدائرة المقابلة ، احسب :
(1) المقاومة المكافئة.
(ب) شدة التيار المار فى الدائرة.

الحل



(1) لا يمر تيار فى المقاومة 20 Ω لتساوى الجهد بين طرفيها :

$$R = \frac{10}{2} + \frac{10}{2} = 10 \Omega$$

$$I = \frac{V_B}{R} = \frac{30}{10} = 3 \text{ A} \quad (\text{ب})$$

• مما سبق يمكن المقارنة بين توصيل المقاومات على التوالى وتوصيلها على التوازي كالتالى :

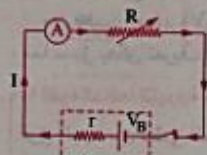
توصيل المقاومات على التوازي	توصيل المقاومات على التوالى	طريقة التوصيل فى الدائرة
الحصول على مقاومة صغيرة من مجموعة مقاومات كبيرة	الحصول على مقاومة كبيرة من مجموعة مقاومات صغيرة	الغرض منه

<p>شدة التيار الكهربى</p> <p>متساوى فى جميع المقاومات (I)</p>	<p>التيار الكلى يساوى مجموع التيارات فى المقاومات</p> <p>$(I_{\text{كلى}}) = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$</p>
<p>فرق الجهد</p> <p>فرق الجهد الكلى يساوى مجموع فروق الجهد على المقاومات</p> <p>$(V_{\text{كلى}}) = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$</p>	<p>متساوى بين طرفى جميع المقاومات (V)</p>
<p>القانون المستخدم لتعيين المقاومة المكافئة (R^{\sim})</p> <p>لعدة مقاومات :</p> <p>$R^{\sim} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$</p> <p>لعدة مقاومات متساوية عددها N وقيمة كل منها R :</p> <p>$R^{\sim} = NR$</p> <p>القانون المستخدم لتعيين المقاومة المكافئة (R^{\sim})</p> <p>لعدة مقاومات :</p> <p>$\frac{1}{R^{\sim}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$</p> <p>لعدة مقاومات متساوية عددها N وقيمة كل منها R :</p> <p>$R^{\sim} = \frac{R}{N}$</p> <p>لمقاومتين :</p> <p>$R^{\sim} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$</p>	<p>لعدة مقاومات :</p> <p>$R^{\sim} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$</p> <p>لعدة مقاومات متساوية عددها N وقيمة كل منها R :</p> <p>$R^{\sim} = NR$</p>





قانون أوم للدائرة المغلقة



• القوة الدافعة الكهربائية تقدر بالشغل الكلي المبذول خارج وداخل العمود لتقل وحدة الشحنات الكهربائية في الدائرة كلها، فإذا رمزنا للقوة الدافعة الكهربائية للعمود (البطارية) بالرمز (V_B) وشدة التيار الكلي في الدائرة بالرمز (I) والمقاومة الخارجية بالرمز (R) والمقاومة الداخلية للعمود بالرمز (r) كما بالشكل فإن :

$$V_B = IR + Ir$$

$$\therefore V_B = I(R + r)$$

$$\therefore I = \frac{V_B}{R + r}$$

، وتعرف هذه العلاقة بقانون أوم للدائرة المغلقة حيث تكون :

$$\frac{\text{القوة الدافعة الكهربائية الكلية}}{\text{المقاومة الكلية للدائرة}} = \text{شدة التيار الكهربائي}$$

مثال

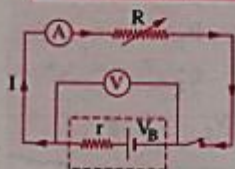
عمود كهربي قوته الدافعة الكهربائية 2 V وصل في دائرة كهربية، فإذا كانت المقاومة الداخلية له 0.1Ω والمقاومة الخارجية 3.9Ω ، احسب شدة التيار الكلي في الدائرة.

الحل

$$V_B = 2 \text{ V} \quad r = 0.1 \Omega \quad R = 3.9 \Omega \quad I = ?$$

$$I = \frac{V_B}{R + r} = \frac{2}{3.9 + 0.1} = 0.5 \text{ A}$$

العلاقة بين القوة الدافعة الكهربائية للعمود (V_B) وفرق الجهد بين قطبيه (V)



• تبعًا لقانون أوم للدائرة المغلقة :

$$V_B = IR + Ir \quad \therefore V = IR$$

$$\therefore V_B = V + Ir \quad \therefore V = V_B - Ir$$

الفصل 1

• من العلاقة السابقة يتضح أن :

- زيادة المقاومة الخارجية (R) تسبب نقص شدة التيار المار في الدائرة تدريجياً فيزداد فرق الجهد بين قطبي العمود (V).
- عندما تصبح قيمة شدة التيار صغيرة جداً يمكن إهمال قيمة (Ir) ، يصبح فرق الجهد بين قطبي العمود (V) مساوياً تقريباً للقوة الدافعة الكهربائية له (V_B).
- مما سبق يمكن تعريف القوة الدافعة الكهربائية لعمود :

← القوة الدافعة الكهربائية لعمود (V_B) ←

فرق الجهد بين قطبي العمود في حالة عدم مرور تيار كهربى في الدائرة (المفتاح مفتوح).
 أو
 مقدار الشغل الكلى المبذول خارج وداخل العمود لنقل كمية من الكهرباء مقدارها واحد كولوم (وحدة الشحنات الكهربائية) في الدائرة الكهربائية.

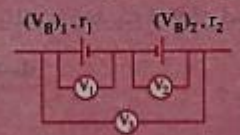
• تقاس القوة الدافعة الكهربائية لمصدر بوحدة الفولت.

• ما معنى قولنا أن : القوة الدافعة الكهربائية لعمود كهربى = 3 V

معنى ذلك أن مقدار الشغل الكلى المبذول لنقل شحنة قدرها 1 C خلال الدائرة الكهربائية داخل وخارج العمود = 3 J

• في حالة عمودين كهربيين متصلين على التوالي :

- في اتجاهين متعاكسين :



(حيث : $(V_B)_2 < (V_B)_1$)

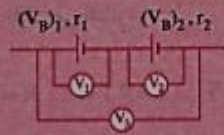
$$I = \frac{(V_B)_1 - (V_B)_2}{R + r_1 + r_2}$$

$$V_1 = (V_B)_1 - Ir_1 \text{ (حالة تفريغ)}$$

$$V_2 = (V_B)_2 + Ir_2 \text{ (حالة شحن)}$$

$$V_3 = V_1 - V_2$$

- في نفس الاتجاه :



فإن

$$I = \frac{(V_B)_1 + (V_B)_2}{R + r_1 + r_2}$$

$$V_1 = (V_B)_1 - Ir_1$$

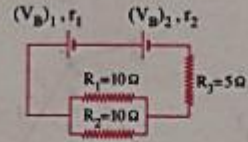
$$V_2 = (V_B)_2 - Ir_2$$

$$V_3 = V_1 + V_2$$



مثال ١

في الدائرة المقابلة :



إذا كانت القوة الدافعة الكهربائية للعمودين $(V_B)_1 = 10 \text{ V}$ ،
 $(V_B)_2 = 14 \text{ V}$ والمقاومة الداخلية لهما 1.5Ω ، 0.5Ω

على الترتيب، احسب :

(1) شدة التيار المار في الدائرة.

(ب) فرق الجهد بين طرفي كل من $(V_B)_1$ ، $(V_B)_2$

الحل

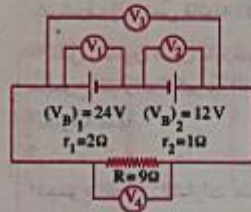
$$\begin{aligned} (V_B)_1 &= 10 \text{ V} & (V_B)_2 &= 14 \text{ V} & R_1 &= 10 \Omega & R_2 &= 10 \Omega & R_3 &= 5 \Omega \\ r_1 &= 0.5 \Omega & r_2 &= 1.5 \Omega & I &=? & V_1 &=? & V_2 &=? \end{aligned}$$

$$\hat{R} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 = \frac{10 \times 10}{10 + 10} + 5 = 10 \Omega \quad (1)$$

$$I = \frac{(V_B)_1 + (V_B)_2}{\hat{R} + r_1 + r_2} = \frac{10 + 14}{10 + 0.5 + 1.5} = 2 \text{ A}$$

$$V_1 = (V_B)_1 - I r_1 = 10 - (2 \times 0.5) = 9 \text{ V} \quad (ب)$$

$$V_2 = (V_B)_2 - I r_2 = 14 - (2 \times 1.5) = 11 \text{ V}$$



مثال ٢

مستخدمًا البيانات الموضحة

على الشكل المقابل احسب قراءة

كل من : V_4 ، V_3 ، V_2 ، V_1

$(V_B)_1 = 24 \text{ V}$ $(V_B)_2 = 12 \text{ V}$ $r_1 = 2 \Omega$ $r_2 = 1 \Omega$ $R = 9 \Omega$

الحل

$V_1 = ?$ $V_2 = ?$ $V_3 = ?$ $V_4 = ?$

$$I = \frac{(V_B)_1 - (V_B)_2}{R + r_1 + r_2} = \frac{24 - 12}{9 + 2 + 1} = 1 \text{ A}$$

$$V_1 = (V_B)_1 - Ir_1 = 24 - 1 \times 2 = 22 \text{ V}$$

$$V_2 = (V_B)_2 + Ir_2 = 12 + 1 \times 1 = 13 \text{ V}$$

$$V_3 = V_1 - V_2 = 22 - 13 = 9 \text{ V}$$

$$V_4 = IR = 1 \times 9 = 9 \text{ V}$$

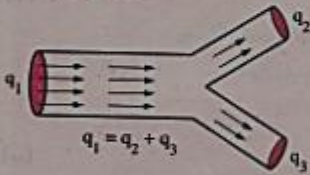


العالم كيرشوف

قانونا كيرشوف Kirchhoff's laws

• هناك دوائر كهربائية معقدة مكونة من عدة فروع وبالتالي يصعب تطبيق قانون أوم عليها لاختلاف شدة التيار المار في كل فرع فيها، لذلك قام العالم الألماني كيرشوف (Kirchhoff) بوضع قانونين يمكن من خلالهما التعامل مع الدوائر الكهربائية المعقدة.

القانون الأول لكيرشوف



• لقد عرفنا أن التيار الكهربائي في الموصلات المعدنية عبارة عن سيل من الإلكترونات السالبة (شحنات كهربائية) تنتقل من نقطة لأخرى.
• لا يمكن أن تتراكم هذه الشحنات في نقطة معينة عبر الدائرة بل تتحرك باستمرار خلالها ولذلك لا يشحن الموصل أثناء مرور التيار الكهربائي فيه.

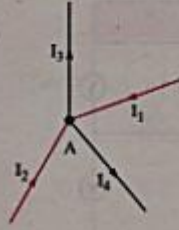
• استنتج كيرشوف من ذلك أنه عند أي نقطة من نقاط التفرع في الدائرة يكون مجموع الشحنات الداخلة يساوي مجموع الشحنات الخارجة في نفس الزمن، ومن خلال ذلك توصل كيرشوف إلى نص قانونه الأول.

نص القانون الأول لكيرشوف

مجموع التيارات الكهربائية الداخلة عند نقطة في دائرة كهربائية مغلقة يساوي مجموع التيارات الخارجة منها.

أو

المجموع الجبري للتيارات عند نقطة في دائرة مغلقة يساوي صفر.



* الصيغة الرياضية للقانون الأول لكيرشوف :

مجموع التيارات الداخلة للنقطة (A) =

مجموع التيارات الخارجة من النقطة (A)

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

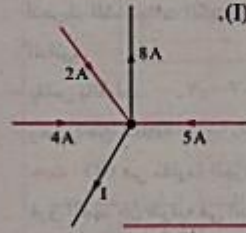
$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

$$\Sigma I = 0$$

ملاحظات

- عند تطبيق قانون كيرشوف الأول ($\Sigma I = 0$) عند نقطة تفرع يأخذ التيار الداخل للنقطة إشارة موجبة (+) بينما يأخذ التيار الخارج من النقطة إشارة سالبة (-).
- يعتبر قانون كيرشوف الأول تطبيقاً لقانون حفظ الشحنة (أي أن مقدار الشحنة الكهربائية الداخلة إلى نقطة ما هو نفس مقدار الشحنة الخارجة من هذه النقطة) لأن شدة التيار (بالأمبير) تساوي مقدار الشحنات الكهربائية (بالكولوم) التي تعبر مقطع معين في الثانية الواحدة.
- يستخدم قانون كيرشوف الأول في دوائر التوازي (دوائر تشتمل على مقاومات متصلة على التوازي) لوجود نقاط تفرع وتوزيع للتيار.

1 مثال من الشكل المقابل. احسب مقدار شدة التيار (I).

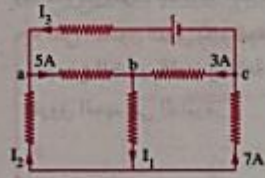


الحل طبقاً لقانون كيرشوف الأول

$$4 + 5 + 2 = 8 + I$$

$$I = 3 \text{ A}$$

2 مثال احسب قيم شدة التيارات للدائرة المبينة بالشكل المقابل.



الحل عند النقطة (a) هناك تياران مجهولان I_2

• I_3 بينما عند كل من النقطتين (b) ، (c) ،

هناك تيار واحد مجهول القيمة I_1 ، I_3 على

الترتيب.

التطبيق	الرسم
<p>عند النقطة (b)</p> $I_1 = 5 + 3 = 8 \text{ A}$	
<p>عند النقطة (c)</p> $7 = 3 + I_3$ $\therefore I_3 = 4 \text{ A}$	
<p>عند النقطة (a)</p> $I_2 + I_3 = 5 \quad \therefore I_2 + 4 = 5$ $\therefore I_2 = 5 - 4 = 1 \text{ A}$	

القانون الثاني لكيرشوف

سبق أن عرفنا أن :

القوة الدافعة الكهربائية (V_B)

- تعبر عن الشغل المبذول أو الطاقة اللازمة لتحريك الشحنات الكهربائية عبر الدائرة كلها مرة واحدة.
- تقاس بالفولت.

- تحسب من العلاقة : $V_B = I(\bar{R} + r)$ حيث : \bar{R} المقاومة الخارجية الكلية، r المقاومة الداخلية للمصدر.

فرق الجهد الكهربى (V)

- يعبر عن الشغل المبذول أو الطاقة اللازمة لتحريك الشحنات الكهربائية عبر جزء من الدائرة.
- يقاس بالفولت.

- يحسب من العلاقة : $V = IR$ حيث : R هي مقاومة الجزء المراد حساب فرق الجهد بين طرفيه فى الدائرة.

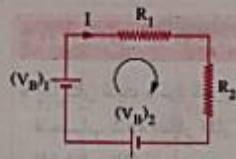
وقد قام كيرشوف بصياغة العلاقة بين فرق الجهد الكهربى والقوة الدافعة الكهربائية كما يلى :

نص القانون الثاني لكيرشوف

المجموع الجبرى للقوى الدافعة (المحركة) الكهربائية فى دائرة مغلقة يساوى المجموع الجبرى لفرق الجهد فى الدائرة.

أو

المجموع الجبرى لفرق الجهد الكهربى فى مسار مغلقة يساوى صفراً.



• الصيغة الرياضية للقانون الثاني لكيرشوف :

$$\Sigma V_B = \Sigma IR$$

$$(V_B)_1 + (V_B)_2 = IR_1 + IR_2$$

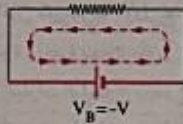
$$(V_B)_1 + (V_B)_2 - IR_1 - IR_2 = 0$$

$$\Sigma V = 0$$

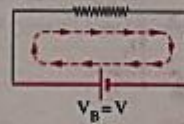
ملاحظات

- يطبق القانون الثاني لكيرشوف على عدة مسارات مغلقة.
- يعتبر القانون الثاني لكيرشوف تطبيقاً لقانون بقاء الطاقة.
- عند تطبيق قانون كيرشوف الثاني ($\Sigma V_B = \Sigma IR$) على مسار مغلق يجب مراعاة قاعدة الإشارات الآتية :

(1) - إذا كان اتجاه المسار الذي فرضناه من القطب الموجب إلى القطب السالب داخل مصدر الجهد (البطارية) فإن قيمة القوة الدافعة الكهربائية لهذا المصدر تكون سالبة.

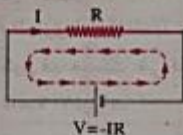


(1) - إذا كان اتجاه المسار الذي فرضناه من القطب السالب إلى القطب الموجب داخل مصدر الجهد (البطارية) فإن قيمة القوة الدافعة الكهربائية لهذا المصدر تكون موجبة.

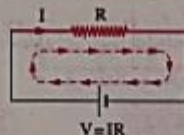


إذا كانت المقاومات متصلة معاً على التوالي أو التوازي يفضل إيجاد المقاومة المكافئة لهم قبل البدء في تطبيق قانوني كيرشوف

(ب) - إذا كان اتجاه المسار الذي فرضناه هو نفس اتجاه التيار المسار في مقاومة ما، فإن قيمة فرق الجهد بين طرفي هذه المقاومة يكون موجب.



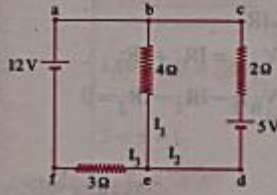
(ب) - إذا كان اتجاه المسار الذي فرضناه هو نفس اتجاه التيار المسار في مقاومة ما، فإن قيمة فرق الجهد بين طرفي هذه المقاومة يكون موجب.



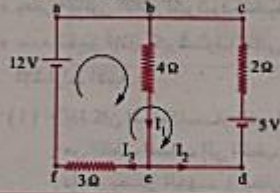
الفصل 1

كيفية حل مسائل كيرشوف

* إذا كان لديك دائرة كهربية كما الموضحة بالشكل
فلحساب شدة التيار المار في كل مقاومة نتبع
الخطوات الآتية :

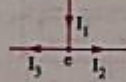


الكميات المجهولة هي I_1, I_2, I_3 .



- حدد عدد الكميات المجهولة المراد حسابها.
- افرض اتجاهًا معينًا لكل تيار مجهول
« هذه الاتجاهات ليست بالضرورة صحيحة ».
- حدد اتجاهًا لكل مسار مغلق بصورة عشوائية
« مع عقارب الساعة أو عكس عقارب الساعة ».

عند نقطة التفرع (e)



$$I_1 = I_2 + I_3$$

- طبق قانون كيرشوف الأول عند نقطة تفرع
للتيار مرة واحدة بحيث يكون:
مجموع التيارات الداخلة = مجموع التيارات الخارجة
وبذلك تكون قد حصلت على المعادلة الأولى.

عبر المسار (abcfa)



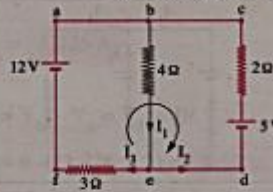
$$12 = 4I_1 + 3I_3$$

- اختر مسارًا مغلقًا وطبق قانون كيرشوف الثاني
خلاله بحيث يكون:
المجموع الجبري للقوة الدافعة الكهربية =
المجموع الجبري لفروق الجهد
وبذلك تكون قد حصلت على المعادلة الثانية مع
مراعاة قاعدة الإشارات



٤

عبر المسار (abcdefa)



• كرر الخطوة السابقة على عدة مسارات حتى يتساوى عدد المعادلات مع عدد القيم المجهولة.

$$12 - 5 = 3 I_3 - 2 I_2$$

$$7 = 3 I_3 - 2 I_2$$

③

٥

• حل المعادلات ① ، ② ، ③ آنياً وبذلك تكون قد حصلت على القيم المجهولة، وهي :

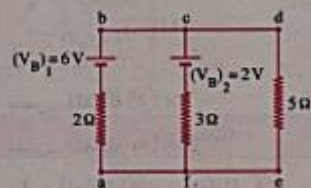
$$I_1 = 1.5 \text{ A} , I_2 = -0.5 \text{ A} , I_3 = 2 \text{ A}$$

٦

• إذا كانت القيمة المحسوبة للتيار :

- موجبة : يكون الاتجاه الصحيح هو نفس الاتجاه المفروض في البداية.
- سالبة : يكون الاتجاه الصحيح في عكس الاتجاه المفروض في البداية.

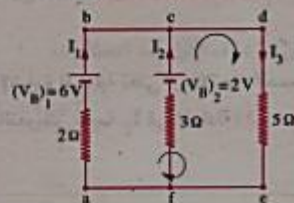
مثال ١



في الدائرة الموضحة بالشكل المقابل،
احسب :

- (1) شدة التيار المار في كل فرع.
- (ب) فرق الجهد بين النقطتين a , b

الحل



- (1) نفرض اتجاهات التيارات والمسارات كما هو موضح بالدائرة.

التطبيق	الرسم
<p>- بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (c)</p> <p>$I_1 + I_2 = I_3$ ①</p>	
<p>- بتطبيق قانون كيرشوف الثاني في المسار (abdea)</p> <p>$6 = 2I_1 + 5I_3$ ②</p>	
<p>- بتطبيق قانون كيرشوف الثاني في المسار (fdef)</p> <p>$2 = 3I_2 + 5I_3$ ③</p>	

بالتعويض بـ I_1 من المعادلة ① في المعادلة ②

$$6 = 2(I_3 - I_2) + 5I_3$$

$$\therefore 6 = 7I_3 - 2I_2 \quad ④$$

$$14 = 21I_2 + 35I_3 \quad ⑤$$

$$30 = -10I_2 + 35I_3 \quad ⑥$$

$$-16 = 31I_2$$

$$\therefore I_2 = -0.516 \text{ A}$$

الإشارة السالبة تعني أن الاتجاه الصحيح للتيار (I_2) عكس الاتجاه المفترض في الشكل.

بالتعويض بقيمة I_2 في المعادلة ③

$$2 = 3 \times (-0.516) + 5I_3$$

$$\therefore 5I_3 = 3.548$$

$$\therefore I_3 = 0.71 \text{ A}$$

بضرب المعادلة ③ $\times 7$

بضرب المعادلة ④ $\times 5$

بطرح المعادلة ⑥ من المعادلة ⑤

بالتعويض بقيمة I_2 ، I_3 في المعادلة ①

$$I_1 + (-0.516) = 0.71$$

$$\therefore I_1 = 1.226 \text{ A}$$

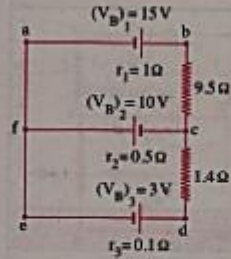
(ب) حساب فرق الجهد بين النقطتين a , b

$$V_{ab} = V_b - V_a = V_B - IR$$

$$V_{ab} = 6 - (1.226 \times 2) = 3.55 \text{ V}$$

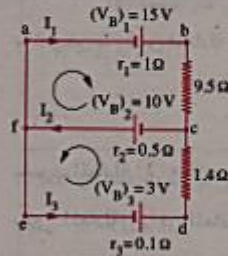
مثال ٢

في الدائرة الموضحة بالشكل المقابل، احسب قيمة شدة التيار المار في كل فرع.



الحل

تفرض اتجاهات التيارات والمسارات كما هو موضح بالدائرة.



التطبيق	الرسم
<p>- بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (c)</p> $I_2 = I_1 + I_3$ <p style="text-align: right;">①</p>	

<p>- بتطبيق قانون كيرشوف الثاني في المسار (fabcf)</p> $15 + 10 = (1 + 9.5)I_1 + 0.5I_2$ $25 = 10.5I_1 + 0.5I_2 \quad (2)$	
<p>- بتطبيق قانون كيرشوف الثاني في المسار (edcfe)</p> $3 + 10 = (0.1 + 1.4)I_3 + 0.5I_2$ $13 = 1.5I_3 + 0.5I_2 \quad \text{بالتضرب في 2}$ $26 = 3I_3 + I_2 \quad (3)$	

بالتعويض بـ I_3 من المعادلة (1) في المعادلة (3)

$$26 = 3(I_2 - I_1) + I_2$$

$$26 = -3I_1 + 4I_2 \quad (4)$$

$$200 = 84I_1 + 4I_2 \quad (5)$$

$$-174 = -87I_1$$

$$\therefore I_1 = 2 \text{ A}$$

$$25 = (10.5 \times 2) + 0.5I_2$$

$$\therefore I_2 = 8 \text{ A}$$

$$8 = 2 + I_3$$

$$\therefore I_3 = 6 \text{ A}$$

بضرب المعادلة (2) $\times 8$

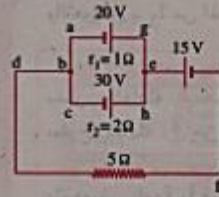
ب طرح المعادلة (5) من المعادلة (4)

بالتعويض بقيمة I_1 في المعادلة (2)

بالتعويض بقيمة I_1 في المعادلة (1)

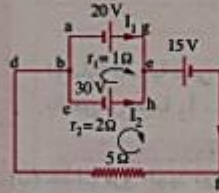


مثال ٢



- في الدائرة الموضحة بالشكل المقابل، احسب :
- شدة التيار المار في كل بطارية.
 - فرق الجهد بين قطبي كل بطارية.
 - فرق الجهد بين طرفي المقاومة 5Ω

الحل



- نفرض اتجاهات التيارات والمسارات كما هو موضح بالدائرة.

التطبيق	الرسم
<p>- بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة (e)</p> $I_1 + I_2 = I_3$ <p style="text-align: right;">①</p>	
<p>- بتطبيق قانون كيرشوف الثاني في المسار (cbagehc)</p> $20 - 30 = I_1 - 2 I_2$ $-10 = I_1 - 2 I_2$ <p style="text-align: right;">②</p>	
<p>- بتطبيق قانون كيرشوف الثاني في المسار (dbagefd)</p> $20 - 15 = I_1 + 5 I_3$ $5 = I_1 + 5 I_3$ <p style="text-align: right;">③</p>	

بالتعويض بـ I_3 من المعادلة ① في المعادلة ③

$$5 = I_1 + 5(I_1 + I_2)$$

$$\therefore 5 = 6I_1 + 5I_2 \quad \text{④}$$

$$-60 = 6I_1 - 12I_2 \quad \text{⑤}$$

$$65 = 17I_2$$

$$\therefore I_2 = 3.824 \text{ A}$$

بالتعويض بقيمة I_2 في المعادلة ②

$$-10 = I_1 - (2 \times 3.824)$$

$$\therefore I_1 = -2.35 \text{ A}$$

الإشارة السالبة تعنى أن اتجاه (I_1) عكس ما هو مفترض أى أن البطارية فى حالة شحن.

بالتعويض بقيمة I_1 ، I_2 فى المعادلة ①

$$I_3 = -2.35 + 3.824 \quad \therefore I_3 = 1.47 \text{ A}$$

(ب) حساب فرق الجهد بين قطبى البطارية 20 V

$$V_1 = V_B + Ir_1 = 20 + (2.35 \times 1) = 22.35 \text{ V}$$

حساب فرق الجهد بين قطبى البطارية 30 V

$$V_2 = V_B - Ir_2 = 30 - (3.824 \times 2) = 22.35 \text{ V}$$

$$V_3 = 15 \text{ V}$$

(ج) فرق الجهد بين طرفى المقاومة 5Ω

$$V_R = I_3 R = 1.47 \times 5 = 7.35 \text{ V}$$

التأكد من حل معادلات كيرشوف باستخدام الآلة الحاسبة

إذا كانت معادلات كيرشوف هى :

$$I_1 = I_2 + I_3$$

$$12 = 4I_1 + 3I_3$$

$$7 = 3I_3 - 2I_2$$

نضع تلك المعادلات على الصورة الآتية :

$$aI_1 + bI_2 + cI_3 = d$$

فتصبح :

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

$$4I_1 + 0I_2 + 3I_3 = 12$$

$$0I_1 - 2I_2 + 3I_3 = 7$$



• باستخدام الآلة الحاسبة :



نضغط زر MODE فتظهر لنا الشاشة المقابلة :



نضغط رقم [5] لاختيار صيغة المعادلات فتظهر لنا الشاشة المقابلة بحيث يدل رقم الاختيار على صيغة المعادلات كالتالي :

- | | |
|---|--|
| 1
معادلة من الدرجة الأولى في مجهولين | 2
معادلة من الدرجة الأولى في ثلاثة مجاهيل |
| 3
معادلة من الدرجة الثانية | 4
معادلة من الدرجة الثالثة |



نضغط رقم [2] لاختيار صيغة المعادلات من الدرجة الأولى في ثلاثة مجاهيل فتظهر لنا الشاشة المقابلة :



وعند الضغط على السهم الأيمن في الزر [SOLVE] نحصل على باقي المتغيرات كما بالشاشة المقابلة :

4




تقوم بإدخال المعاملات الخاصة بكل مجهول على حدة بحيث نكتب قيمة a في المعادلة الأولى ثم نضغط = ثم قيمة b ونضغط = ثم قيمة c ونضغط = ثم قيمة d ونضغط = فتظهر لنا تلك البيانات في السطر الأول على الشاشة المقابلة :

5

نطبق الخطوة السابقة على المعادلتين الثانية والثالثة لإدخال باقى المعاملات.

6



بعد إدخال جميع المعاملات نضغط = فتظهر لنا على الشاشة قيمة X (قيمة I_1).
وبالمثل نضغط = فتظهر لنا قيمة Y (قيمة I_2).
ثم نضغط = مرة أخرى فتظهر لنا قيمة Z (قيمة I_3).

