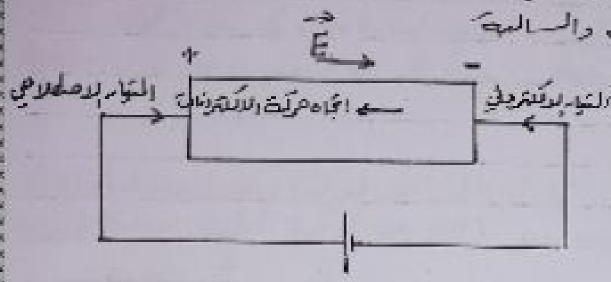
حسام جابر
0599047654
@Mohamed Bassam Nassar

الكهرباء المتحركة

- **التيار الكهربائي**: سيل من الشحنات الكهربائية تتحرك في موصل بتأثير مجال كهربائي (وجود فرق جهد كهربائي)

- ينشأ التيار في الموصلات الفلزية عن حركة الإلكترونات الحرة
وفي المحاليل الكهرلية عن حركة الأيونات الموجبة والسالبة

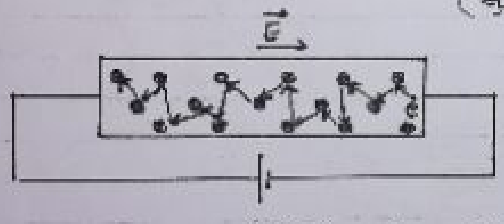


- في الموصل الفلزي المعزول عن المجالات الكهربائية تتحرك الإلكترونات الحرة حركة عشوائية في جميع الاتجاهات بسرعة (1×10^{6} m/s) دون أن يحصل لها إزاحة محددة باتجاه ما

- عند وصل طرفي موصل فلزي بمصدر جهد كهربائي يتولد مجال كهربائي داخل الموصل يؤثر بقوة في الإلكترونات الحرة في الموصل باتجاه معاكس لاتجاه المجال ($\vec{F} = q\vec{E}$) مولدة تياراً يسمى التيار الالكتروني

- **التيار الالكتروني**: التيار الناتج عن حركة الالكترونات الحرة في الموصل الفلزي بعكس اتجاه المجال الكهربائي

- **التيار الاصطلاحي**: التيار الناتج عن حركة الشحنات الموجبة (افتراضاً) من منطقة الجهد المرتفع إلى منطقة الجهد المنخفض في الدارة الكهربائية بنفس اتجاه المجال الكهربائي (أي من القطب الموجب الى القطب السالب للبطارية خارج البطارية)



- **السرعة الانسياقية (الاندفاعية)**: متوسط السرعة التي تتحرك بها الالكترونات الحرة داخل موصل فلزي ضمن دارة كهربائية.

س) علل: السرعة الانسياقية ضئيلة جداً لا تتجاوز بضعة أعشار من المليمتر في الثانية
الجواب:
لأن الالكترونات الحرة تتحرك في مسارات متعرجة بفعل التصادمات المتتالية مع ذرات الفلز.

س) علل: ترتفع درجة حرارة الموصل عند سريان التيار فيه
الجواب:
لأن الالكترونات الحرة أثناء تصادمها بذرات الموصل تصادمات غير مرنة تعطي جزءاً من طاقتها الحركية لذرات الموصل فتزداد سعة اهتزاز ذرات الموصل مما يزيد من درجة حرارة الموصل

س) علل: تضيء المصابيح بسرعة لحظة اغلاق الدارة الكهربائية بالرغم من سرعة الالكترونات الانسياقية الضئيلة
الجواب:
لأن التيار الكهربائي ينتقل بفعل أثر المجال الكهربائي داخل الموصل لحظة اغلاق الدارة حيث تنتقل الأمواج الكهرومغناطيسية عبر الموصل بسرعة تقارب سرعة الضوء

شدة التيار الكهربائي : $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ (C/s) (كولوم/ث)

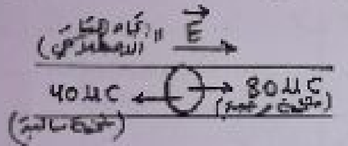
• معدل تدفق الشحنة الكهربائية التي تمر بمقطع عرضي في الموصل بالنسبة للزمن.

• في الموصل الفلزي : $\Delta Q = n_e q_e$ = عدد الالكترونات الحرة المارة × شحنة الالكترون $1.6\times10^{-19}\,C$

في المحاليل الكهرلية : الشحنات الموجبة تتحرك باتجاه المجال والشحنات السالبة تتحرك بعكس اتجاه المجال

ΔQ = مجموع كميتي الشحنة الموجبة والسالبة التي تخترق مقطع الموصل خلال زمن (Δt) بغض النظر عن الاشارة

س) وصل مصدر فرق جهد كهربائي مع محلول أيوني فتولد تيار كهربائي داخل المحلول، وخلال دقيقتين كانت كمية الشحنة الموجبة المتحركة خلال مقطع عرضي من الموصل ($80\,\mu C$) وكمية الشحنة السالبة المتحركة ($40\,\mu C$)، احسب شدة التيار داخل المحلول.

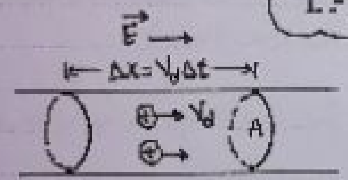


الحل:

$$\Delta Q = 80\times10^{-6} + 40\times10^{-6} = 120\times10^{-6}\,C$$

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{120\times10^{-6}}{2\times60} = 10^{-6}\,A = 1\,\mu A$$

علاقة شدة التيار بالسرعة الانسياقية : $\boxed{I = n_e A V_d q_e}$



حيث A : مساحة مقطع الموصل

V_d : السرعة الانسياقية للالكترونات الحرة.

q_e : شحنة الالكترون = $1.6\times10^{-19}\,C$

n_e : الكثافة الحجمية للالكترونات الحرة (e/m^3)

n_e = عدد الالكترونات الحرة / حجم الموصل

الاثبات : $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ لكن ΔQ = عدد الالكترونات الحرة × q_e = n_e × حجم الموصل × q_e

$$\Rightarrow \Delta Q = n_e\times(V_d\Delta t)A q_e \Rightarrow I = \frac{n_e(V_d\Delta t)A q_e}{\Delta t} = n_e A V_d q_e$$

س) سلك من النحاس نصف قطر مقطعه ($1\,cm$) ويمر به تيار شدته ($200A$) فاذا علمت أن الكثافة الحجمية للالكترونات الحرة في سلك النحاس ($8.5\times10^{28}\,e/m^3$) احسب

1) السرعة الانسياقية للالكترونات الحرة.

2) عدد الالكترونات الحرة التي تعبر مقطع عرضي من السلك خلال ($5\,min$)

الحل:

1) $A = \pi r^2 = 3.14\times(10^{-2})^2 = 3.14\times10^{-4}\,m^2$

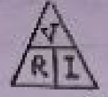
$I = n_e A V_d q_e \Rightarrow 200 = (8.5\times10^{28})(3.14\times10^{-4})\times V_d\times(1.6\times10^{-19}) \Rightarrow V_d = 0.46\times10^{-4}\,m/s$

2) $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta Q = I\Delta t = 200\times(5\times60) = 6\times10^{4}\,C$

عدد الالكترونات الحرة المارة = $\frac{\Delta Q}{q_e} = \frac{6\times10^{4}}{1.6\times10^{-19}} = 3.75\times10^{23}$ electron

المقاومة الكهربائية وقانون أوم

قانون أوم التجريبي : $V = RI$



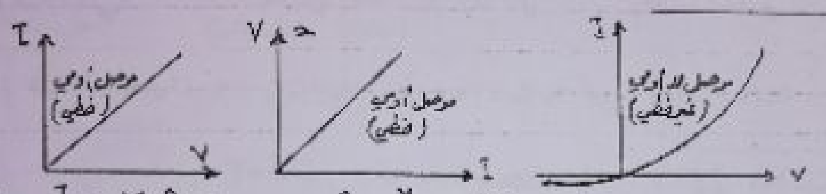
حيث V : فرق الجهد بين طرفي الموصل (فولت V)

I : شدة التيار المار (أمبير A) ، R : مقاومة الموصل (أوم Ω) ، $\frac{\text{فولت}}{\text{أمبير}}$ $\left(\Omega = \frac{V}{A}\right)$

[التيار الكهربائي في موصل فلزي متناسب طردياً مع فرق الجهد بين طرفيه عند ثبوت درجة الحرارة]

مقاومة الموصل : الممانعة التي يبديها الموصل لمرور التيار الكهربائي

أي : حسب قانون أوم $R = \frac{V}{I}$ = حاصل قسمة فرق الجهد بين طرفي الموصل على مقدار شدة التيار المار فيه



ميل المستقيم = $\frac{I}{V} = \frac{1}{R}$ ، ميل المستقيم = $R = \frac{V}{I}$

الموصل الخطي (أومي) : الموصل الذي تنطبق عليه قانون أوم حيث تكون العلاقة بين فرق الجهد والتيار علاقة خطية أي مقدار المقاومة ثابت لا يعتمد على فرق الجهد (مثل الموصل الفلزي)

الموصل غير الخطي (لا أومي) : الموصل الذي لا ينطبق عليه قانون أوم حيث تكون العلاقة بين فرق الجهد والتيار علاقة غير خطية أي مقدار المقاومة يعتمد على فرق الجهد

مثل : ١) الثنائي منبع الموصل (دايود) ٢) المقاومات الحرارية (المقاومة تتغير بدرجة حرارتها)

٣) المقاومات الضوئية (المقاومة تتغير بشدة الضوء الساقط عليها)

مقاومة الموصل الفلزي : $R = \frac{\rho L}{A}$

حيث L : طول الموصل (m) ، A : مساحة مقطع الموصل (m^2) [$A = \pi r^2$]

ρ : مقاومية الموصل (المقاومة النوعية) ($\Omega . m$)

[مقاومة موصل منتظم المقطع طوله (1m) ومساحة مقطعه العرضي ($1 m^2$) وهي خاصية فيزيائية للفلز تعتمد على نوع الفلز وعلى درجة حرارته]

الموصلية الكهربائية للفلز : $\sigma = \frac{1}{\rho}$ وحدتها ($\Omega^{-1} m^{-1}$)

[مقلوب مقاومية الموصل وهي خاصية فيزيائية للفلز تعتمد على نوع الفلز وعلى درجة حرارته]

• كلما زادت قيمة ρ تكون المادة أكثر مقاومة وأقل موصلية لمرور التيار الكهربائي

كلما زادت قيمة σ تكون المادة أكثر موصلية وأقل مقاومة لمرور التيار الكهربائي

• مقاومة الموصل الفلزي تعتمد على ١) نوع الموصل $R \propto \rho$ تناسب طردي ٢) طول الموصل $R \propto L$ تناسب طردي

٣) مساحة مقطع الموصل $R \propto \frac{1}{A}$ تناسب عكسي

٤) درجة حرارة الموصل حيث تزداد مقاومة الموصل بزيادة درجة حرارته

HUSAM JABER حسام جابر

كثافة شدة التيار : $\vec{J} = \frac{I}{A}$ (A/m^2)

[شدة التيار الكهربائي لكل وحدة مساحة وهي كمية فيزيائية متجهة بنفس اتجاه المجال الكهربائي أي بنفس اتجاه التيار الاصطلاحي (نحو حركة الشحنات الموجبة في الموصل)]

$$J = \frac{I}{A} = \frac{n_e A V_d q_e}{A} = n_e V_d q_e$$ نفق

أي أن كثافة التيار تعتمد على مساحة مقطع الموصل وتكون ثابتة في الموصلات منتظمة المقطع ومتغيرة في الموصلات غير منتظمة المقطع ويعود ذلك لاختلاف السرعة الانسياقية للشحنات الحرة في الموصل

الصيغة الأخرى لقانون أوم $\vec{J} = \sigma \vec{E}$

$V = EL\cos\theta$ بدالها $E = \frac{V}{L}$

حيث σ : ثابتة الموصلية لمادة الموصل ، E : شدة المجال الكهربائي داخل الموصل (V/m) (فولت/متر)

[كثافة شدة التيار الكهربائي تتناسب تناسباً طردياً مع شدة المجال الكهربائي المؤثر داخل الموصلات الفلزية]

س) بالاعتماد على صيغة قانون أوم $V = RI$ أثبت الصيغة الأخرى $J = \sigma E$

الحل:

$$V = RI = \frac{\rho L}{A} \times (JA) \quad \Big| \quad V = EL$$

$$\Rightarrow EL = \frac{1}{\sigma} \cdot LJ \Rightarrow J = \sigma E$$

س) بالاعتماد على صيغة قانون أوم $J = \sigma E$ اثبت الصيغة الأخرى $V = RI$

الحل:

$$J = \sigma E \Rightarrow \frac{I}{A} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{V}{L} \Rightarrow V = \frac{\rho L}{A} I \Rightarrow V = RI$$

س/ سلك من الحديد طوله $(3.14\ m)$ ونصف قطر مقطعه $(0.5\ mm)$ وصل بقطبي بطارية فرق الجهد بين طرفيها $(5\ V)$ فإذا كانت مقاومية الحديد $(10 \times 10^{-8}\ \Omega.m)$ احسب

1) مقاومة سلك الحديد 2) شدة التيار المار في السلك 3) ثابتة الموصلية للحديد

4) كثافة شدة التيار في السلك 5) شدة المجال الكهربائي المتولد في السلك 6) كمية الشحنة المارة خلال 5 min

الحل:

1) $$A = \pi r^2 = (3.14)(0.5\times10^{-3})^2 = 7.85\times10^{-7}\ m^2 \quad \Big| \quad R = \frac{\rho L}{A} = \frac{(10\times10^{-8})(3.14)}{7.85\times10^{-7}} = 0.4\ \Omega$$

2) $$I = \frac{V}{R} = \frac{5}{0.4} = 12.5\ A$$

3) $$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{10\times10^{-8}} = 1\times10^{7}\ \Omega^{-1} m^{-1}$$

4) $$J = \frac{I}{A} = \frac{12.5}{7.85\times10^{-7}} = 1.59\times10^{7}\ A/m^2$$

5) $$E = \frac{V}{L} = \frac{5}{3.14} = 1.59\ V/m$$ N/C

6) $$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta Q = I\Delta t = (12.5)(5\times60) = 3750\ C$$

س) أثبت أن وحدة $n_e A V_d q_e$ هي أمبير (A)

الحل: وحدة n_e هي e/m^3 لكن e ليس وحدة $\Rightarrow \frac{1}{m^3} \times m^2 \times \frac{m}{s} . C = C/s = A$

س) سلك فلزي مقاومته (60Ω)، احسب مقاومة سلك آخر من نفس الفلز طوله (3) أمثال طول السلك السابق وقطره مثلي قطر السلك السابق

الحل:

$$R_1 = \frac{\rho L_1}{A_1} = \frac{\rho L_1}{\pi r_1^2} , \quad R_2 = \frac{\rho L_2}{\pi r_2^2} = \frac{\rho \times 3 L_1}{\pi (2 r_1)^2} = \frac{3}{4} \times \frac{\rho L_1}{\pi r_1^2} = \frac{3}{4} R_1 = \frac{3}{4} \times 60 = 45\Omega$$

س) سلك من النحاس مقاومته (40Ω)، أعيد تشكيله ليصبح طوله (3) أمثال الطول الأصلي

1) كم تصبح مقاومة السلك   2) ماذا يحدث لمقاومية السلك

الحل:

$$R_1 = \frac{\rho L_1}{A_1} , \quad R_2 = \frac{\rho L_2}{A_2} = \rho \times \frac{3 L_1}{\left(\frac{A_1}{3}\right)} = 9 \frac{\rho L_1}{A_1} = 9 R_1 = 9 \times 40 = 360\Omega$$

لكن الحجم نفسه $V_1 = V_2$

$$A_1 L_1 = A_2 L_2$$

$$A_1 L_1 = A_2 (3 L_1) \Rightarrow A_2 = \frac{A_1}{3}$$

ب) تبقى ثابتة لانها تعتمد فقط على نوع المادة ودرجة حرارته وليس لها علاقة بأبعاد السلك

ملاحظة: اذا أعيد تشكيل سلك بحيث أصبح $L_2 = n L_1 \Rightarrow A_2 = \frac{A_1}{n} \Rightarrow \boxed{R_2 = n^2 \times R_1}$ / أثبت ذلك

الإثبات:

$$R_1 = \frac{\rho L_1}{A_1} , \quad R_2 = \frac{\rho L_2}{A_2} = \frac{\rho \times n L_1}{\left(\frac{A_1}{n}\right)} = n^2 \times \frac{\rho L_1}{A_1} = n^2 R_1$$

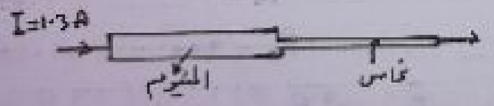
لكن الحجم نفسه $V_1 = V_2$

$$A_1 L_1 = A_2 L_2$$

$$A_1 L_1 = A_2 (n L_1)$$

$$\Rightarrow A_2 = \left(\frac{A_1}{n}\right)$$

س) محلول: تم وصل نهاية سلك من الالمنيوم قطره (2.5 mm) مع نهاية سلك آخر من النحاس قطره (1.8 mm) اذا كان مقدار التيار المستمر خلال هذه المجموعة يساوي (1.3 A)، ما مقدار كثافة التيار في كل من السلكين.



الالمنيوم: $A = \pi r^2 = 3.14 \times (1.25 \times 10^{-3})^2 = 4.9 \times 10^{-6}\ m^2 \Rightarrow J = \frac{I}{A} = \frac{1.3}{4.9 \times 10^{-6}} = 2.6 \times 10^5\ A/m^2$

نحاس: $A = \pi r^2 = 3.14 (0.9 \times 10^{-3})^2 = 2.54 \times 10^{-6}\ m^2 \Rightarrow J = \frac{I}{A} = \frac{1.3}{2.54 \times 10^{-6}} = 5.1 \times 10^5\ A/m^2$

فلسطين 2018 تجريبي: سلك فلزي مقاومته (R) ومساحة مقطعه العرضي (A) موصول بين نقطتين فرق الجهد بينهما (V)، اذا أعيد تشكيله ليزداد طوله الى الضعف، فإن السرعة الانسياقية للالكترونات الحرة فيه في هذه الحالة:

أ) تبقى ثابتة   ب) تزداد الى الضعف   ج) تقل الى النصف   د) تقل الى الربع

الحل:

$L_2 = 2L \Rightarrow A_2 = \frac{A}{2} \Rightarrow R_2 = \frac{\rho L_2}{A_2} = \frac{\rho \times 2L}{\left(\frac{A}{2}\right)} = 4 \frac{\rho L}{A}$

أي تتضاعف المقاومة (4) مرات

$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{V}{4R} = \frac{I}{4}$ أي تقل التيار الى الربع

$J = \frac{I}{A} , J_2 = \frac{I/4}{A/2} = \frac{1}{2} \frac{I}{A} = \frac{J}{2}$ أي تقل كثافة التيار الى النصف $\Rightarrow J = n_e V_d q_e$

تقل للنصف   تقل للنصف

HUSAM JABER حسام جابر

الأثر الحراري للتيار الكهربائي :

عند مرور تيار كهربائي في موصل فان الشحنات الموجبة (افتراضاً) تتحرك تحت تأثير قوة المجال الكهربائي، ويكون شغل قوة المجال موجباً ويتحول هذا الشغل الى طاقة حرارية.

القدرة الكهربائية المستنفذة في مقاومة (P) $= \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}} = \frac{\Delta Q \times V}{\Delta t} = IV$

(W = J/s) وحدتها واط

$P = I(IR) = I^2R$

$P = \frac{V}{R} \cdot V = \frac{V^2}{R}$

• المعادلة $P = I^2R$ تمثل الصيغة الرياضية لقانون جول

نص قانون جول: [المعدل الزمني لكمية الحرارة المتولدة في مقاومة فلزية تتناسب طردياً مع مربع شدة التيار المار فيها عند ثبوت درجة الحرارة]

الطاقة الكهربائية المستنفذة في مقاومة "الطاقة الحرارية المتولدة" $E_{th} = P\Delta t$ (J)

الطاقة الكهربائية المستنفذة بوحدة (الكيلوواط ساعة) = القدرة بالكيلوواط × الزمن بالساعة

تكاليف الاستخدام = القدرة بالكيلوواط × الزمن بالساعة × سعر الكيلوواط ساعة

الكيلوواط ساعة (KW.H) : الطاقة التي يستهلكها جهاز قدرته 1 كيلوواط خلال ساعة واحدة

$= 1000 \times 60 \times 60 = 3.6 \times 10^6$ J

س) مصباح مكتوب عليه (100 W, 220 V)

1) ماذا تعني هذه الأرقام

2) اذا وصل هذا المصباح مع مصدر فرق جهد (220 V) احسب شدة التيار المار فيه واحسب تكاليف تشغيله خلال اسبوع بمعدل (10) ساعات يومياً علماً بأن سعر الكيلوواط ساعة (5) قروش (50 فلس)

3) ما قدرة المصباح اذا تم تشغيله على جهد (110) V

الحل:

1) انه صمم ليعمل على فرق جهد (220) V واذا شغل على فرق الجهد هذا فان قدرته تساوي (100) W

2) $P = VI \Rightarrow 100 = 220 \times I$
$I = 0.45$ A

التكاليف = القدرة بالكيلوواط × الزمن بالساعة × سعر الكيلوواط ساعة

$= \frac{100}{1000} \times (7 \times 10) \times 5 = 35 = 350$ فلس

3) مقاومة المصباح تبقى ثابتة : $P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow 100 = \frac{(220)^2}{R} \Rightarrow R = 484\ \Omega$

عند فرق جهد (110) V $\Longrightarrow P = \frac{V^2}{R} = \frac{(110)^2}{484} = 25$ W

نلاحظ انخفاض فرق الجهد الى النصف ← القدرة انخفضت الى الربع

(2) $P = \frac{V^2}{R}$

$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2^2}{V_1^2}$

$\frac{P_2}{100} = \frac{(110)^2}{(220)^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow P_2 = \frac{1}{4} \times 100 = 25$ W

س ثاني: وصل مصباح كهربائي قدرته (5W) بين نقطتين فرق الجهد بينهما ثابت، وبعد فترة زمنية استبدل المصباح بآخر قدرته (10W)
في أي الحالتين تكون شدة التيار أكبر، وأي المصباحين مقاومته أكبر.

الحل:

$P = IV$ ، V نفس $\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{I_1}{I_2} \Rightarrow \frac{5}{10} = \frac{I_1}{I_2} \Rightarrow I_2 = 2I_1$

$P = \frac{V^2}{R}$ ، V نفس $\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow \frac{5}{10} = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow R_2 = \frac{1}{2}R_1$

س ثالث: وصلت مقاومة مقدارها ($545\ \Omega$) بين نقطتين فرق الجهد بينهما ($12\ V$) ما مقدار الطاقة الكهربائية المستنفذة في المقاومة خلال (65) s

الحل:

$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(12)^2}{545} = 0.26\ W \Rightarrow E_{th} = P\Delta t = (0.26)\times(65) = 17\ J$

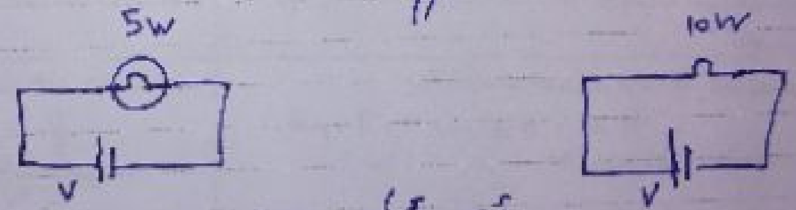
س: مصباح قدرته (100W) ويتصل مع مصدر جهد (V)، فإذا وصل مع مصدر جهد ($\frac{V}{2}$) كم تصبح قدرته

الحل:

$P_1 = \frac{V^2}{R}$ ، $P_2 = \frac{(\frac{V}{2})^2}{R} = \frac{1}{4}\frac{V^2}{R} = \frac{1}{4}P_1 = \frac{1}{4}\times 100 = 25\ W$

السؤال الأول ؟!

؟!



أي أكبر التيار ؟!

الذي قدرته أكبر ⇐ التيار أكبر

$V \in$ ثابت

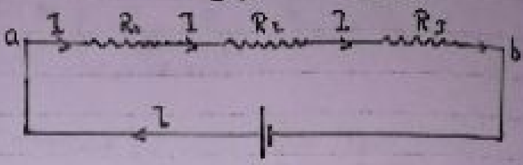
أحسن قانون :

$\Longrightarrow P = V\, I$

طردي

طرق توصيل المقاومات

التوصيل على التوالي



• شدة التيار (I) نفسها في جميع المقاومات ولا يوجد تفرع للتيار

• $V_{كلي} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$

أي يتوزع فرق الجهد على مقاومات التوالي بنسبة طردية للمقاومة لأن $V = IR$

$\cancel{I} R_{eq} = \cancel{I} R_1 + \cancel{I} R_2 + \cancel{I} R_3 + \dots$

$\Rightarrow R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$

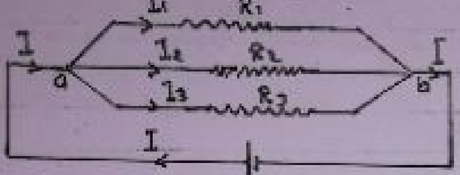
المقاومة المكافئة تساوي مجموع المقاومات وتكون أكبر من أكبر مقاومة

إذا اتصلت عدة مقاومات متساوية على التوالي

$R_{eq} = R + R + \dots$ n مرة $= nR$

= مقاومة أحدها × عددها

التوصيل على التوازي



• فرق الجهد (V) بين أطراف المقاومات نفسه (متساوي) ويتفرع التيار ثم يتلاقى
ويوجد نقطتان مشتركتان (a و b) تربطان أطراف جميع المقاومات

• $I_{كلي} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$

أي يتوزع التيار على مقاومات التوازي بنسبة عكسية للمقاومة لأن $I = \frac{V}{R}$

$\frac{\cancel{V}}{R_{eq}} = \frac{\cancel{V}}{R_1} + \frac{\cancel{V}}{R_2} + \frac{\cancel{V}}{R_3} + \dots$

$\Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$

• المقاومة المكافئة تكون أصغر من أصغر مقاومة

• إذا اتصلت عدة مقاومات متساوية على التوازي

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \dots$ n مرة $= \frac{n}{R}$

$\Rightarrow R_{eq} = \frac{R}{n} = \frac{\text{مقاومة أحدها}}{\text{عددها}}$

إذا اتصلت مقاومتان فقط على التوازي

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 R_2} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{\text{حاصل ضربهما}}{\text{حاصل جمعهما}}$

• اثبت أن المقاومة المكافئة لمقاومتين موصولتين على التوازي أصغر من أصغرهما

الحل.

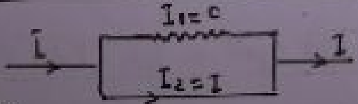
نفرض أن R_1 هي الصغرى:

الطريقة (1): $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} > \frac{1}{R_1} \Rightarrow R_{eq} < R_1$

الطريقة (2): $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = R_1 \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow R_{eq} < R_1$

كسر أقل من 1

• إذا اتصل سلك مع مقاومة على التوازي فإن التيار يمر في السلك ولا يمر في المقاومة وتهمل تلك المقاومة

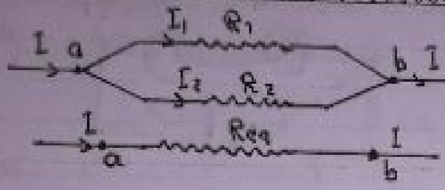


$R_{eq} = \frac{R \times 0}{R + 0} = 0$

$V_{سلك} = V_{مقاومة}$ ، $V_{سلك} = 0$ لأن مقاومة السلك صفر $\Rightarrow V_{مقاومة} = 0 \Rightarrow I_{مقاومة} = 0$

حسام جابر
HUSAM JABER

• كيف توزع التيار على مقاومات المتوازية



عند ربط الفرع مع الكل {

$V_{كلي} = V_{فرع}$

$\underbrace{I_{كلي} \times R_{كلي}}_{المكافئ للتفرع} = I_{فرع} \times R_{فرع}$

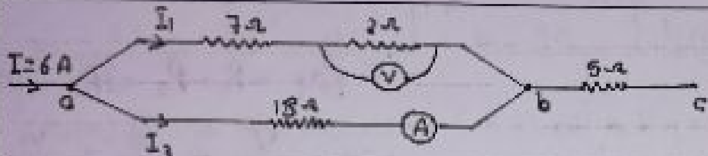
كذلك: عند ربط الفرع مع الفرع {

$V_{فرع} = V_{فرع}$

$I_1R_1 = I_2R_2$

س) يمثل الشكل المجاور جزءاً من دارة كهربائية احسب

1) المقاومة المكافئة بين a,c
2) قراءة الأميتر والفولتميتر
3) القدرة الكهربائية المستنفذة بين a,c



الحل:

لمطابقة $V = IR$ الحرف

1) (7,2) توالي $\Rightarrow R_{eq} = 7+2 = 9\Omega$

(9,18) توازي $\Rightarrow R_{eq} = \frac{9 \times 18}{27} = 6\Omega$

(6,5) توالي $\Rightarrow R_{eq} = 6+5 = 11\Omega$

2) حساب I_1, I_2: $V_{كلي} = V_{فرع} \Rightarrow I_{كلي} \times R_{كلي} = I_{فرع} \times R_{فرع}$

$6 \times 6 = I_1 \times (7+2) \Rightarrow I_1 = 4A$

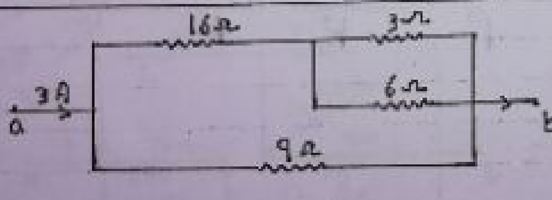
$6 \times 6 = I_2 \times 18 \Rightarrow I_2 = 2A$ | $I_2 = 6 - I_1 = 6 - 4 = 2A$

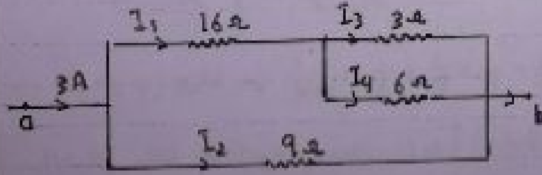
قراءة Ⓥ $= I_1R = 4 \times 2 = 8\ V$

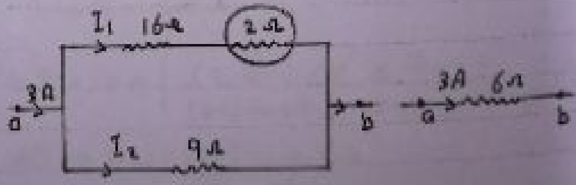
3) القدرة المستنفذة بين a,c $= I^2 \times R_{ac} = (6)^2 \times 11 = 36 \times 11 = 396\ W$

س) يبين الشكل جزءاً من دارة كهربائية احسب

1) المقاومة المكافئة بين a,b
2) فرق الجهد بين a,b
3) شدة التيار في كل مقاومة







1) (3,6) توازي $\Rightarrow R_{eq} = \frac{3 \times 6}{9} = 2\Omega$ | (2,16) توالي $\Rightarrow R_{eq} = 2+16 = 18\Omega$ | (18,9) توازي $\Rightarrow R_{eq} = \frac{18 \times 9}{27} = 6\Omega$

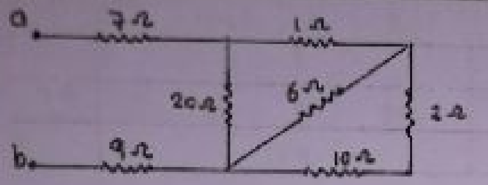
حساب $I_1 I_2$: $V_{كلي} = V_{فرع} \Rightarrow 3 \times 6 = I_1(16+2) \Rightarrow I_1 = 1A$

$3 \times 6 = I_2 \times 9 \Rightarrow I_2 = 2A$

حساب $I_3 I_4$: $V_{كلي} = V_{فرع} \Rightarrow 1 \times 2 = I_3 \times 3 \Rightarrow I_3 = 3/2\ A$

$1 \times 2 = I_4 \times 6 \Rightarrow I_4 = 1/3\ A$

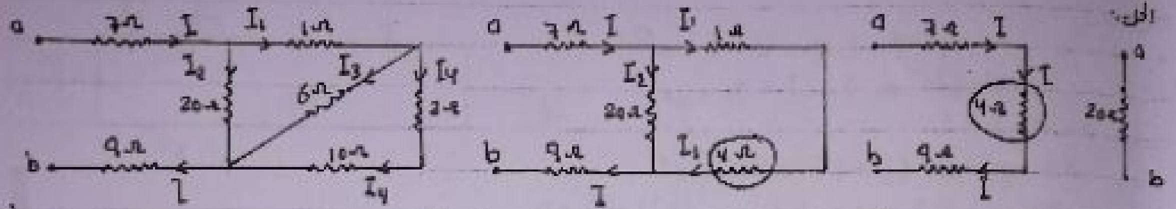
2) $V_{ab} = I R_{eq} = 3 \times 6 = 18\ V$



س) في الشكل المبين اذا كان $V_{ab}=(60)V$ احسب

1) المقاومة المكافئة بين a, b
2) شدة التيار في كل مقاومة
3) القدرة المستنفذة بين a, b

الحل:



1) $(2,10)$ توالي $\Rightarrow R_{eq}=2+10=12\Omega$ | $(12,6)$ توازي $\Rightarrow R_{eq}=\frac{12\times 6}{18}=4\Omega$ | $(4,1)$ توالي $\Rightarrow R_{eq}=4+1=5\Omega$

$(5,20)$ توازي $\Rightarrow R_{eq}=\frac{5\times 20}{25}=4\Omega$ | $(7,4,9)$ توالي $\Rightarrow R_{eq}=7+4+9=20\Omega$

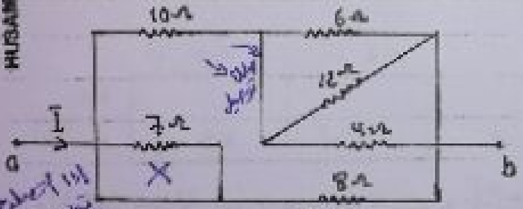
2) $I_{كلي}=\frac{V}{R_{eq}}=\frac{60}{20}=3A$ | (I_1, I_2) لطلب: $V_{ك}=V_{ج} \Rightarrow 3\times 4=I_1(1+4) \Rightarrow I_1=2.4A$

$3\times 4=I_2\times 20 \Rightarrow I_2=0.6A$

(I_3, I_4) لطلب: $V_{ك}=V_{ج} \Rightarrow 2.4\times 4=I_3\times 6 \Rightarrow I_3=1.6A$

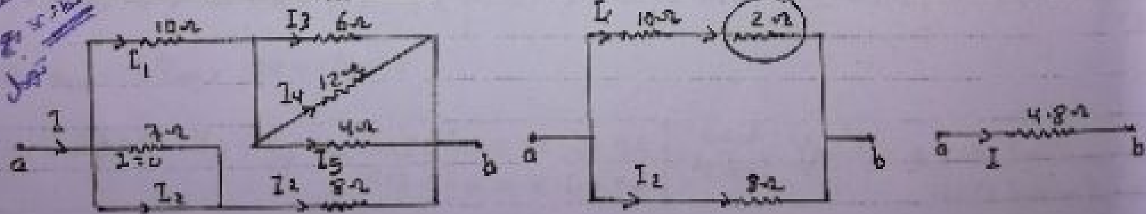
$2.4\times 4=I_4(2+10) \Rightarrow I_4=0.8A$

3) القدرة المستنفذة (a,b) $= I^2 R_{eq}=(3)^2\times 20=180\,W$ أو $=\frac{V^2}{R_{eq}}=\frac{(60)^2}{20}=180\,W$



س) في الشكل المبين اذا كان $V_{ab}=(36)V$ احسب

1) المقاومة المكافئة بين a, b
2) شدة التيار في كل مقاومة



1) $(6,12,4)$ توازي $\Rightarrow \frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{6}+\frac{1}{12}+\frac{1}{4}=\frac{1}{2} \Rightarrow R_{eq}=2\Omega$ | $(7,\text{سلك})$ توازي $\Rightarrow R_{eq}=0$

حيث يمر التيار في السلك ولا يمر في المقاومة (7Ω)

$(10,2)$ توالي $\Rightarrow R_{eq}=(10+2)=12\Omega$ | $(12,8)$ توازي $\Rightarrow R_{eq}=\frac{12\times 8}{20}=4.8\Omega$

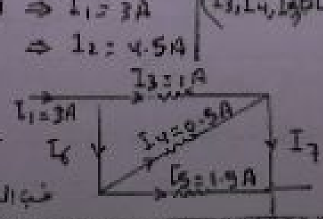
2) $V_{ab}=36=I_1(10+2) \Rightarrow I_1=3A$

$36=I_2(8) \Rightarrow I_2=4.5A$ | (I_3, I_4, I_5) لطلب: $V_{ك}=V_{ج} \Rightarrow 3\times 2=I_3\times 6 \Rightarrow I_3=1A$

$3\times 2=I_4\times 12 \Rightarrow I_4=0.5A$

$3\times 2=I_5\times 4 \Rightarrow I_5=1.5A$

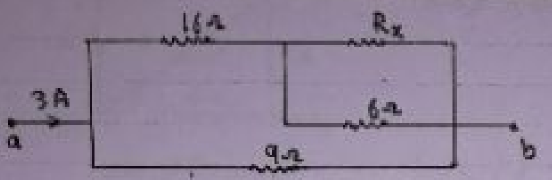
ملاحظة: لو طلب حساب التيار في الاسلاك: نحسب التيار في المقاومات المجاورة أولاً



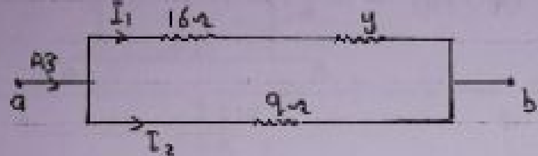
$I_6=3-1=2A$ أو $I_6=0.5+1.5=2A$

$I_7=1+0.5=1.5A$

س) في الشكل المبين اذا كان $V_{ab}=(18)V$ احسب المقاومة المجهولة R_x



الحل:



$(R_x, 6)$ توازي ⇒ y = مكافئتهما

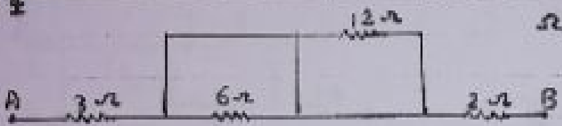
$V_{ab} = 18 = I_2 \times 9 \Rightarrow I_2 = 2A$

$I_1 = 3 - 2 = 1A$

$V_{ab} = 18 = 1 \times (16+y) \Rightarrow y = 2\Omega$

$2 = \frac{(R_x)(6)}{R_x+6} \Rightarrow 2R_x + 12 = 6R_x \Rightarrow 4R_x = 12 \Rightarrow R_x = 3\Omega$

س) فلسطين 2017: ما مقدار المقاومة المكافئة بين A,B بوحدة Ω



أ) 2 ب) 3 ج) 5 د) 9

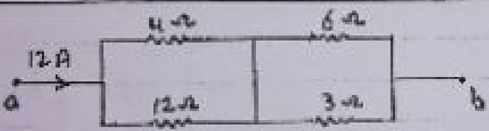
الحل:

(6، سلك) توازي ⇒ $R_{eq}=0$ | (12، سلك) توازي ⇒ $R_{eq}=0$ | ⇒ (3,2) توالي ⇒ $R_{eq} = 3+2 = 5\Omega$

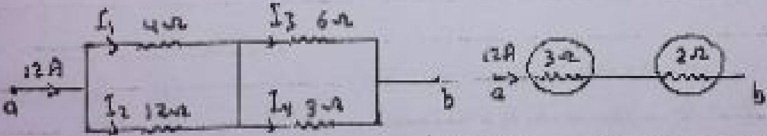
س) في الشكل المجاور احسب

1) المقاومة المكافئة 2) فرق الجهد V_{ab}

3) شدة التيار في كل مقاومة 4) شدة التيار في السلك الأوسط



الحل:

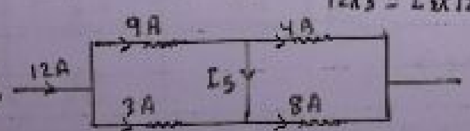


1) (6,3) توازي ⇒ $R_{eq} = \frac{6\times3}{9} = 2\Omega$ | (4,12) توازي ⇒ $R_{eq} = \frac{4\times12}{16} = 3\Omega$ | (3,2) توالي ⇒ $R_{eq} = 3+2 = 5\Omega$

2) $V_{ab} = I R_{eq} = 12 \times 5 = (60)V$

3) لحساب (I_1, I_2): $V_{كلي} = V_{فرعي} \Rightarrow 12\times3 = I_1\times4 \Rightarrow I_1 = 9A$ ، $12\times3 = I_2\times12 \Rightarrow I_2 = 3A$ | لحساب (I_3, I_4): $V_{كلي} = V_{فرعي} \Rightarrow 12\times2 = I_3\times6 \Rightarrow I_3 = 4A$ ، $12\times2 = I_4\times3 \Rightarrow I_4 = 8A$

4)

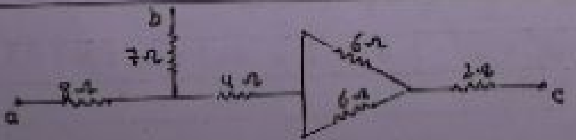


$I_5 = 9 - 4 = 5\,A \downarrow$

س) احسب المقاومة المكافئة بين (a,b)

2) بين (a,c)

الحل:

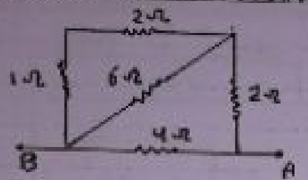


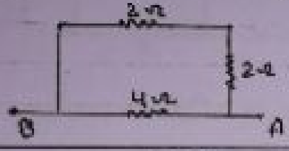
1) (a,b) مدخل ومخرج للتيار ⇒ (8,7) توالي ⇒ $R_{eq} = 8+7 = 15\Omega$ وتهمل باقي المقاومات

2) (a,c) مدخل ومخرج للتيار ⇒ (6,6) توازي ⇒ $R_{eq} = \frac{6}{2} = 3\Omega$ ، (8,4,3,2) توالي ⇒ $R_{eq} = 8+4+3+2 = 17\Omega$

HUSAM JABER

س) كتاب: احسب المقاومة المكافئة بين النقطتين (B, A) لمجموعة المقاومات المبينة في الشكل المجاور



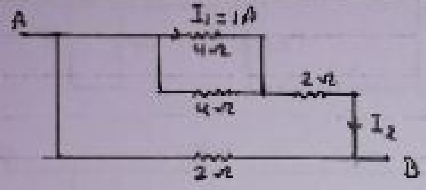


الحل:

(1, 2) توالي ⇐ $R_{eq} = 1 + 2 = 3\,\Omega$ | (3, 6) توازي ⇐ $R_{eq} = \frac{3 \times 6}{9} = 2\,\Omega$

(2, 2) توالي ⇐ $R_{eq} = 2 + 2 = 4\,\Omega$ | (4, 4) توازي ⇐ $R_{eq} = \frac{4}{2} = 2\,\Omega$

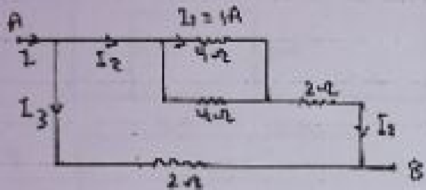
س) كتاب: يمثل الشكل المجاور جزءاً من دارة كهربائية، اذا كانت شدة التيار المار في المقاومة (4Ω) تساوي ($1A$) فما شدة التيار (I_2) بوحدة A ؟



أ) 1 ب) 2 ج) 3 د) 4

الحل:

$I_2 = 1 + 1 = 2\,A$



ملاحظة: لو طلب التيار I_3 ؟؟

(4, 4) توازي ⇐ $R_{eq} = \frac{4}{2} = 2\,\Omega$

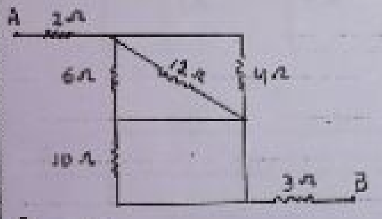
(2, 2) توالي ⇐ $R_{eq} = 2 + 2 = 4\,\Omega$

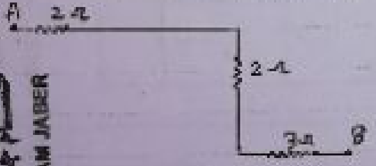
$V_{فرع} = V_{فرع}$

$V_{فرع} = V_{فرع} \Rightarrow 2 \times 4 = I_3 \times 2 \Rightarrow I_3 = 4\,A$

- لو طلب التيار الكلي: $I = 2 + 4 = 6\,A$

س) كتاب: أوجد المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات الموصولة بين النقطتين (A, B) في الشكل المجاور





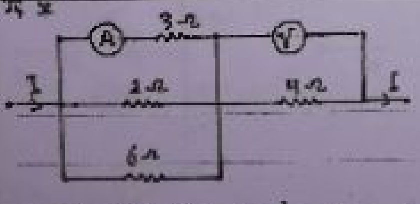
الحل:

(10, سلك) توازي ⇐ $R_{eq} = 0$

(6, 12, 4) توازي ⇐ $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{4} = \frac{6}{12} = \frac{1}{2} \Rightarrow R_{eq} = 2\,\Omega$

(2, 2, 3) توالي ⇐ $R_{eq} = 2 + 2 + 3 = 7\,\Omega$

س) كتاب: يبين الشكل المجاور جزءاً من دارة كهربائية يسري فيها تيار كهربائي شدته (I)، اذا كانت قراءة الفولتميتر Ⓥ تساوي 36V، ما مقدار قراءة الأميتر Ⓐ ؟



أ) 2A ب) 3A ج) 3.5A د) 4.5A

الحل:

(3, 2, 6) توازي ⇐ $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{2} + \frac{1}{6} = \frac{6}{6} = 1 \Rightarrow R_{eq} = 1\,\Omega$

Ⓥ قراءة $= 36 = I \times 4 \Rightarrow I = 9\,A$ | $V_{كلي} = V_{فرع}$

$9 \times 1 = I_1 \times 3 \Rightarrow I_1 = 3\,A$

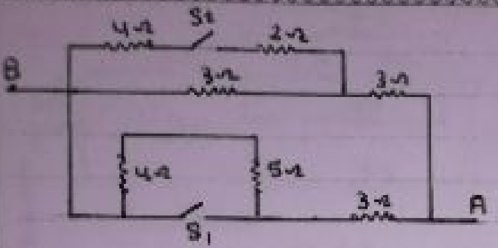
س) كتاب: في الشكل المجاور احسب المقاومة المكافئة بين النقطتين (A,B) وذلك عندما

أ) (S_1 , S_2) مفتوحين

ب) S_1 مغلقاً فقط

جـ) S_2 مغلقاً فقط

د) (S_1 , S_2) مغلقين

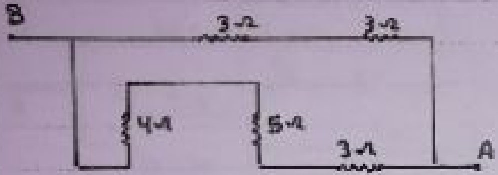


الحل:

أ)
(3,3) توالي ⇒ $R_{eq} = 3+3 = 6\Omega$

(4,5,3) توالي ⇒ $R_{eq} = 4+5+3 = 12\Omega$

(6,12) توازي ⇒ $R_{eq} = \frac{6\times12}{18} = 4\Omega$

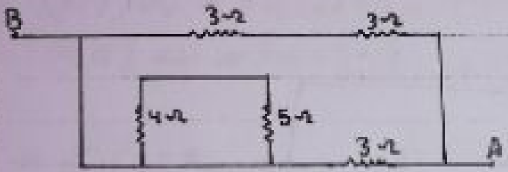


ب)
(3,3) توالي ⇒ $R_{eq} = 3+3 = 6\Omega$

(4,5) توالي ⇒ $R_{eq} = 4+5 = 9\Omega$

(9, سلك) توازي ⇒ $R_{eq} = 0$

(6,3) توازي ⇒ $R_{eq} = \frac{6\times3}{9} = 2\Omega$

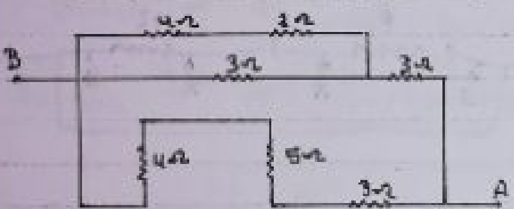


جـ)
(4,2) توالي ⇒ $R_{eq} = 4+2 = 6\Omega$ | (6,3) توازي ⇒ $R_{eq} = \frac{6\times3}{9} = 2\Omega$

(2,3) توالي ⇒ $R_{eq} = 2+3 = 5\Omega$

(4,5,3) توالي ⇒ $R_{eq} = 4+5+3 = 12\Omega$

(5,12) توازي ⇒ $R_{eq} = \frac{5\times12}{17} = \frac{60}{17}\Omega$

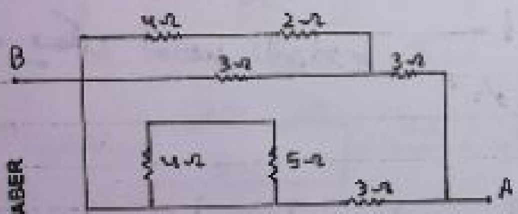


د)
(4,2) توالي ⇒ $R_{eq} = 4+2 = 6\Omega$ | (6,3) توازي ⇒ $R_{eq} = \frac{6\times3}{9} = 2\Omega$

(2,3) توالي ⇒ $R_{eq} = 2+3 = 5\Omega$

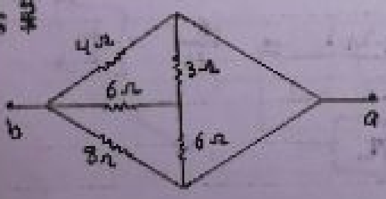
(4,5) توالي ⇒ $R_{eq} = 4+5 = 9\Omega$ | (9, سلك) توازي ⇒ $R_{eq} = 0$

(5,3) توازي ⇒ $R_{eq} = \frac{5\times3}{8} = \frac{15}{8}\Omega$



س) كتاب: في الشكل المجاور، ما مقدار المقاومة المكافئة بين النقطتين (a,b)؟

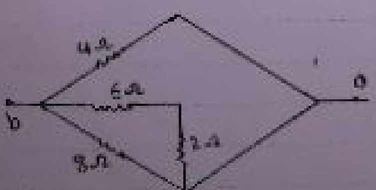
أ) 2Ω ب) 3Ω جـ) 4Ω د) 6Ω



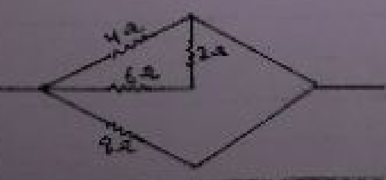
الحل:

(3,6) توازي ⇒ $R_{eq} = \frac{3\times6}{9} = 2\Omega$ | (2,6) توالي ⇒ $R_{eq} = 2+6 = 8\Omega$

(4,8,8) توازي ⇒ $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{4}+\frac{1}{8}+\frac{1}{8} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}$ ⇒ $R_{eq} = 2\Omega$

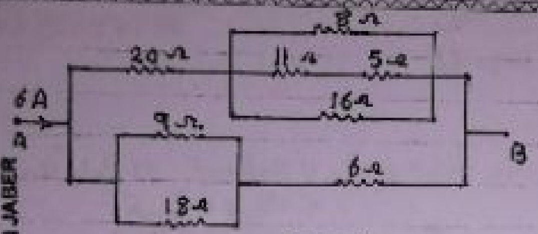


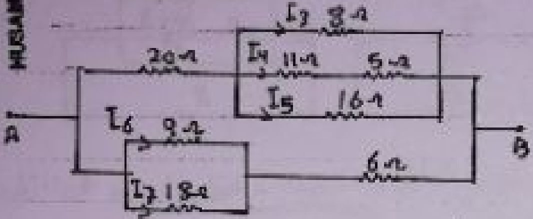
ملاحظة: قصصنا الـ 3Ω ووضعناها مكان الـ (6Ω)

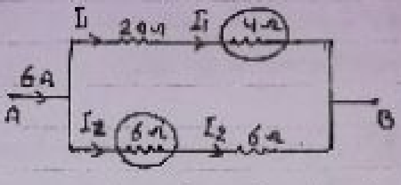


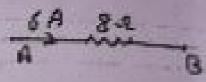
ملاحظة: لو قصصنا الـ 6Ω ووضعناها مكان الـ 3Ω ⇐ .....

س) يبين الشكل مقطعاً من دارة كهربائية ، احسب
1) المقاومة المكافئة بين (A,B)
2) شدة التيار في كل مقاومة









(11,5) توالي $\Rightarrow R_{eq} = 11+5 = 16\,\Omega$ | (8,16,16) توازي $\Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{8}+\frac{1}{16}+\frac{1}{16} = \frac{1}{4} \Rightarrow R_{eq} = 4\,\Omega$

(9,18) توازي $\Rightarrow R_{eq} = \frac{9\times 18}{27} = 6\,\Omega$ | (20,4) توالي $\Rightarrow R_{eq} = 20+4 = 24\,\Omega$; (6,6) توالي $\Rightarrow R_{eq} = 6+6 = 12\,\Omega$ | (24,12) توازي $\Rightarrow R_{eq} = \frac{24\times 12}{36} = 8\,\Omega$

2) لحساب (I_1, I_2) : $V_{كلي} = V_{فرع} \Rightarrow 6\times 8 = I_1\times(20+4) \Rightarrow I_1 = 2A$

$6\times 8 = I_2\times(6+6) \Rightarrow I_2 = 4A$

لحساب I_3, I_4, I_5 : $V_{كلي} = V_{فرع} \Rightarrow 2\times 4 = I_3\times 8 \Rightarrow I_3 = 1A$

$2\times 4 = I_4\times(11+5) \Rightarrow I_4 = 0.5A$

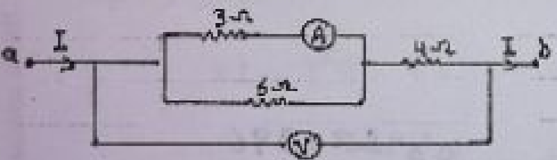
$2\times 4 = I_5\times 16 \Rightarrow I_5 = 0.5A$

لحساب I_6, I_7 : $V_{كلي} = V_{فرع} \Rightarrow 4\times 6 = I_6\times 9 \Rightarrow I_6 = \frac{8}{3}A$

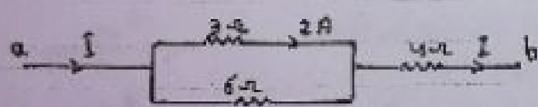
$4\times 6 = I_7\times 18 \Rightarrow I_7 = \frac{4}{3}A$

س) كتاب: يمثل الشكل المجاور جزءاً من دارة كهربائية ، إذا كانت قراءة الأميتر (2A) فما قراءة الفولتميتر

أ) 9V ب) 12V جـ) 18V د) 24V

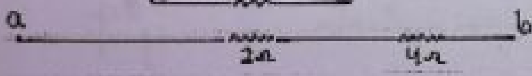


الحل:



(3,6) توازي $\Rightarrow R_{eq} = \frac{3\times 6}{9} = 2\,\Omega$

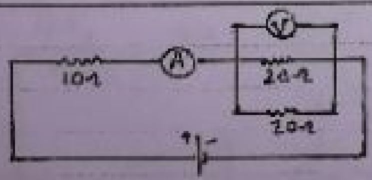
$V_{فرع} = V_{كلي} \Rightarrow 2\times 3 = I\times 2 \Rightarrow I = 3A$



قراءة (V) $= 3(2+4) = 18V$

س) حلمي: في الدارة الكهربائية المجاورة ، إذا كانت قراءة الأميتر (A) تساوي (2) أمبير، فما قراءة الفولتميتر (V)

أ) 10V ب) 20V جـ) 30V د) 40V



الحل:

(20,20) توازي $\Rightarrow R_{eq} = \frac{20}{2} = 10\,\Omega$

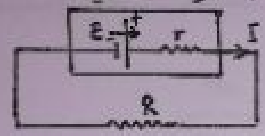
قراءة (V) $= 2\times 10 = 20V$

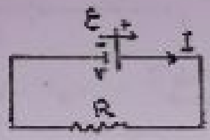
حسام جابر
0599047654

دارات التيار المستمر
Direct Current (DC) Circuits

القوة الدافعة الكهربائية:

• للحصول على تيار كهربائي في دارة كهربائية يلزمنا مصدر لفرق الجهد الكهربائي مثل 1) البطارية 2) المولد الكهربائي 3) الخلية الشمسية.





الدارة الكهربائية البسيطة:
هي دارة مغلقة يكون التيار متساوياً في جميع عناصرها المتصلة على التوالي ولا تحتوي على تفرعات في البطاريات

القوة الدافعة الكهربائية (ε): الشغل الذي تبذله البطارية في نقل وحدة الشحنات الموجبة من القطب السالب الى القطب الموجب داخل البطارية (وحدتها فولت V = J/C)

$$\varepsilon = \frac{\Delta W}{\Delta Q}$$

قدرة البطارية $\quad P = \varepsilon I$

الاثبات: قدرة البطارية = $\frac{\text{الشغل الذي تبذله البطارية}}{\Delta t} = \frac{\varepsilon \Delta Q}{\Delta t} = \varepsilon I$

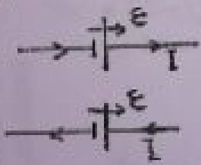
معادلة الدارة الكهربائية البسيطة:

$$I = \frac{\Sigma \varepsilon}{\Sigma R}$$

حيث: ΣR: مجموع المقاومات الخارجية والمقاومات الداخلية للبطاريات في الدارة

البرهان: حسب قانون حفظ الطاقة: القدرة المتولدة من البطارية (القدرة الداخلة في الدارة) = القدرة المستنفذة في المقاومات الخارجية والداخلية

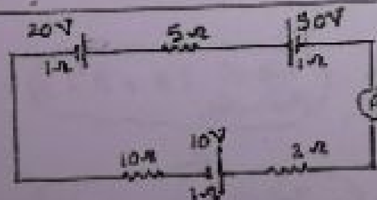
$$\varepsilon I = I^2 R + I^2 r \Rightarrow \varepsilon = I(R + r) \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R + r} \xrightarrow{\text{بالتعميم}} I = \frac{\Sigma \varepsilon}{\Sigma R}$$



اذا كان اتجاه التيار بنفس اتجاه القوة الدافعة للبطارية فإن البطارية تولد قدرة كهربائية وتكون في حالة تفريغ (تتحول الطاقة الكيميائية في البطارية الى طاقة كهربائية)

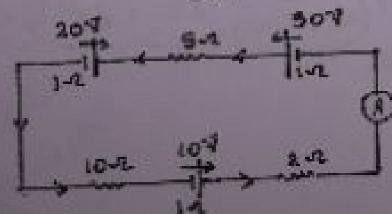
واذا كان اتجاه التيار بعكس اتجاه القوة الدافعة للبطارية فإن البطارية تستنفذ قدرة كهربائية وتكون في حالة شحن (تتحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية)

في الدارة المجاورة احسب
1) شدة التيار في الدارة (قراءة الأميتر Ⓐ)
2) القدرة الكهربائية المتولدة (المدخلة) في الدارة
3) القدرة الكهربائية المستنفذة في الدارة



الحل:

1) دارة بسيطة:



$$I = \frac{\Sigma \varepsilon}{\Sigma R} = \frac{10 + 50 - 20}{(10 + 2 + 5) + (1 + 1 + 1)} = \frac{40}{20} = 2A$$

2) القدرة الكهربائية المتولدة (المدخلة):

$$= \Sigma \varepsilon I_{\text{للبطاريات التي مع اتجاه التيار}} = (50 \times 2) + (10 \times 2) = 120\,W$$

3) القدرة الكهربائية المستنفذة

$$= \Sigma I^2 R + \Sigma \varepsilon I_{\text{للبطاريات المعاكسة للتيار}}$$
$$= (2)^2 [10 + 2 + 5 + 1 + 1 + 1] + (20 \times 2) = 120\,W$$

لاحظ: القدرة المتولدة (الداخلة) = القدرة المستنفذة حسب قانون حفظ الطاقة

فرق الجهد بين نقطتين في دارة كهربائية:

• فرق الجهد بين طرفي مقاومة $\boxed{V_{ab} = IR}$ " قانون اوم "
حيث يسري التيار عبر المقاومة من الجهد الأعلى الى الجهد الأقل

• بشكل عام: $\boxed{V_a + \sum_{a \to b} \Delta V = V_b}$

$\Rightarrow \boxed{V_{ab} = \sum_{b \to a} \Delta V = \sum \varepsilon \mp \sum IR}$

$\Rightarrow V_a - V_b = -\sum_{a \to b} \Delta V$

$\boxed{\text{ملاحظة} : V_{ab} = V_a - V_b}$

نظام الاشارات:

عبر المقاومة

نهتم باتجاه التيار

اذا سرنا مع اتجاه التيار ← $\underset{\text{سالب}}{\Delta V} = -IR$ (اي $V_{ba}-$)

اذا سرنا بعكس اتجاه التيار ← $\underset{\text{موجب}}{\Delta V} = +IR$ (اي $V_{ab}+$)

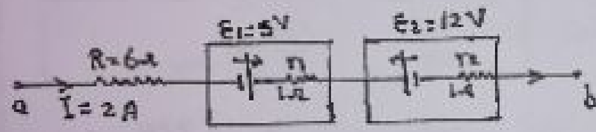
عبر البطارية

(لا نهتم باتجاه التيار)

اذا سرنا مع اتجاه ε ← $\underset{\text{موجب}}{\Delta V} = +\varepsilon$ اي $V_{ab}+$

اذا سرنا بعكس اتجاه ε ← $\underset{\text{سالب}}{\Delta V} = -\varepsilon$ اي $V_{ba}-$

س) يمثل الشكل المجاور جزءاً من دارة كهربائية



احسب 1) V_{ab} 2) V_{ba}
3) القدرة الكهربائية المستنفذة في هذا المقطع
4) القدرة الكهربائية

الحل:

1) $V_{ab} = \sum_{b \to a} \Delta V = \sum \varepsilon \pm \sum IR$

$= (12-5) + 2(1+1+6) = 23$ V

اذن $V_a > V_b$

أو

$V_a + \sum_{a \to b} \Delta V = V_b$

$V_a + (5-12) - 2(6+1+1) = V_b$

$V_a - 23 = V_b \Rightarrow V_a - V_b = 23$

$\Rightarrow V_{ab} = 23$ V

2) $V_{ba} = \sum_{a \to b} \Delta V = (5-12) - 2(6+1+1)$

$= -23$ V

اي $V_b < V_a$

أو

$V_{ba} = -V_{ab} = -23$ V

القدرة المستنفذة في الفرع ab:

الكهربائية

$= \sum I^2R + \varepsilon I$ للبطاريات المعاكسة للتيار $= (2)^2[6+1+1] + 12 \times 2$

$= 56$ W

القدرة الداخلة في الفرع ab:

$= IV_{ab} + \varepsilon I$ للبطاريات التي مع اتجاه التيار $= 2(23) + 2(5) = 56$ W

المقطع

(مقطع من a الى b)

لاحظ ان القدرة الداخلة = القدرة المستنفذة (المستهلكة) حسب مبدأ حفظ الطاقة

س) كتاب + : يبين الشكل جزءاً من دارة كهربائية ، اذا علمت ان القدرة المستنفذة في الفرع (ab) تساوي (210 W) ، واهمال المقاومات الداخلية للبطاريات ، احسب :

1) القوة الدافعة الكهربائية ε
2) فرق الجهد بين النقطتين (a,b) (V_{ab})
3) القدرة الداخلة بين النقطتين (a,b)

الحل:

1) $\text{القدرة المستنفذة} = \sum I^2R + \sum \varepsilon I \left[\begin{smallmatrix}\text{للبطاريات} \\ \text{المعاكسة للتيار}\end{smallmatrix}\right] \Rightarrow 210 = (3)^2[10+4+6] + \varepsilon \times 3 \Rightarrow \varepsilon = 10V$

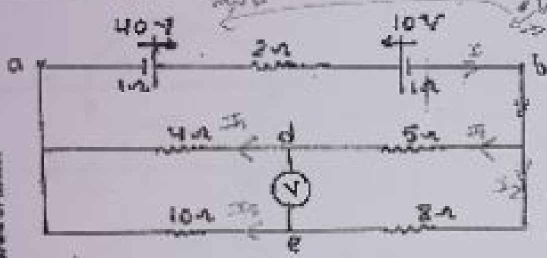
2) $V_{ab} = \sum_{b\to a} \Delta V = (10-30) + 3(6+4+10) = 40V$

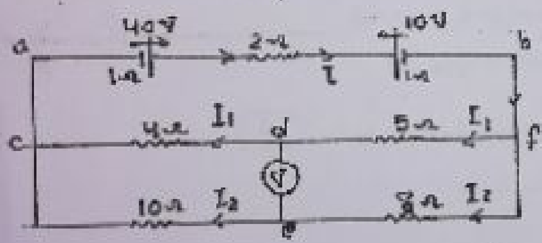
3) $\text{القدرة الداخلة} = I V_{ab} + \sum \varepsilon I_{\text{للبطاريات التي مع اتجاه التيار}} = (3\times 40) + 30\times 3 = 210\ W$

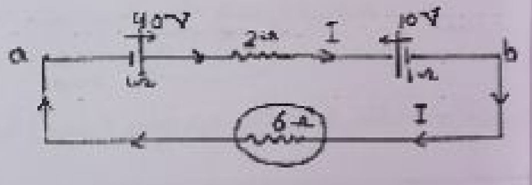
او: حسب مبدأ حفظ الطاقة : القدرة المستنفذة = القدرة الداخلة

س) في الدارة المجاورة احسب :
1) V_{ab}
2) القدرة الداخلة والمستنفذة في الفرع العلوي ab
3) قراءة الفولتميتر (V)

ملاحظة : الفولتميتر مقاومته عالية جداً ولا يسحب تيار (اهمله)







تبسيط الدارة : (4,5) توالي $\Rightarrow R_{eq} = 4+5 = 9\Omega$ | (10,8) توالي $\Rightarrow R_{eq} = 10+8 = 18\Omega$

(9,18) توازي $\Rightarrow R_{eq} = \frac{9\times 18}{27} = 6\Omega$ | دارة بسيطة $I = \frac{\sum\varepsilon}{\sum R} = \frac{40-10}{(6+2)+(1+1)} = \frac{30}{10} = 3A$

$$V_{ab} = \sum_{b\to a}\Delta V \begin{cases} \text{المسار العلوي} & (10-40)+3(1+2+1) = -18V \\ \text{المسار السفلي} & -3\times 6 = -18V \end{cases}$$

2) $\text{القدرة الداخلة} = I V_{ab} + \sum \varepsilon I \left(\begin{smallmatrix}\text{للبطاريات} \\ \text{التي مع اتجاه التيار}\end{smallmatrix}\right) = (3\times -18) + 40\times 3 = 66\ W$

$\text{القدرة المستنفذة} = \sum I^2R + \sum \varepsilon I \left(\begin{smallmatrix}\text{للبطاريات} \\ \text{المعاكسة للتيار}\end{smallmatrix}\right) = (3)^2(1+2+1) + (10\times 3) = 66\ W$

متساويان

3) لحساب (I_1, I_2) : $V_{cf} = V_{فرع} \Rightarrow 3\times 6 = I_1(5+4) \Rightarrow I_1 = 2A$

$3\times 6 = I_2(8+10) \Rightarrow I_2 = 1A$

$$V_{de} = \sum_{e\to d}\Delta V \begin{cases} ecd \text{ المسار الايسر} = (-1\times 10) + (2\times 4) = -2V \Rightarrow \text{قراءة الفولتميتر} = 2V \\ efd \text{ المسار الايمن} = (1\times 8) - (2\times 5) = -2V \end{cases}$$

فرق الجهد بين قطبي بطارية :

الوضع المألوف : يسري التيار بنفس اتجاه القوة الدافعة
" البطارية في حالة تفريغ أي تولد قدرة كهربائية "

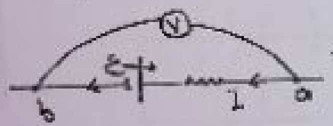
$V_{ab} = \sum_{b \to a} \Delta V = \boxed{\varepsilon - Ir}$ قراءة Ⓥ | $V_a > V_b$ لأن a متصلة بالقطب الموجب للبطارية

أي أن قراءة الفولتميتر (فرق الجهد بين قطبي البطارية) أقل من القوة الدافعة بمقدار (Ir)
ويسمى المقدار (Ir) بالهبوط في الجهد داخل البطارية " الجهد الضائع داخل البطارية "

الهبوط في الجهد: الفرق بين القوة الدافعة الكهربائية للبطارية وفرق الجهد بين قطبيها ويساوي (Ir) بسبب المقاومة الداخلية للبطارية

س) متى يكون فرق الجهد بين قطبي البطارية (قراءة الفولتميتر) يساوي القوة الدافعة للبطارية (ε)
الجواب :
في حالتين 1) $I = 0$ " الدارة مفتوحة " أو لا يسري تيار في فرع البطارية "
2) $r = 0$ " المقاومة الداخلية للبطارية مهملة "

الوضع غير المألوف: يسري التيار بعكس اتجاه القوة الدافعة
" البطارية في حالة شحن أي تستنفذ "تستهلك" قدرة كهربائية "

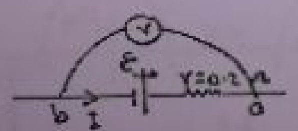


$V_{ab} = \sum_{b \to a} \Delta V = \boxed{\varepsilon + Ir}$ = قراءة Ⓥ

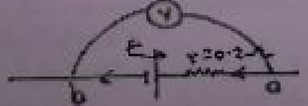
أي أن قراءة الفولتميتر (فرق الجهد بين قطبي البطارية) أكبر من القوة الدافعة بمقدار (Ir)

س) علل حدوث الهبوط في الجهد داخل البطارية
الجواب
لأن المقاومة الداخلية للبطارية تعيق حركة الإلكترونات فيستنفذ جزء من القوة الدافعة الكهربائية على شكل حرارة في المقاومة الداخلية .

س) بطارية مقدار قوتها الدافعة الكهربائية ($\varepsilon = 25\,V$) ومقاومتها الداخلية ($r = 0.2\,\Omega$) ، احسب فرق الجهد بين طرفيها
1) عندما تعطي تيارا قدره (8A)
2) عندما تشحن بتيار قدره (8A)

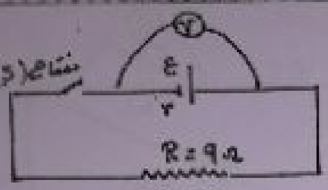


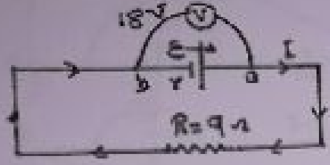
$V_{ab} = \varepsilon - Ir = 25 - 8 \times 0.2 = 23.4\ V$



$V_{ab} = \varepsilon + Ir = 25 + 8 \times 0.2 = 26.6\ V$

س) في الشكل المجاور إذا كانت قراءة الفولتميتر والمفتاح (ح) مفتوحاً تساوي (20V) وعند إغلاق المفتاح أصبحت قراءة Ⓥ تساوي (18V) احسب ١) القوة الدافعة الكهربائية للبطارية (ع) والمقاومة الداخلية لها
٢) الهبوط في الجهد داخل البطارية.





الحل:

١) عندما يكون المفتاح مفتوحاً:

$I=0 \Rightarrow$ قراءة Ⓥ $= \varepsilon = 20V$

عند إغلاق المفتاح

قراءة Ⓥ $= IR \Rightarrow 18 = I\times 9 \Rightarrow I = 2A$

قراءة Ⓥ $= \varepsilon - Ir \Rightarrow 18 = 20 - 2\times r \Rightarrow r = 1\Omega$ كذلك

أو $I = \frac{\Sigma\varepsilon}{\Sigma R} \Rightarrow 2 = \frac{20}{9+r} \Rightarrow r = 1\Omega$

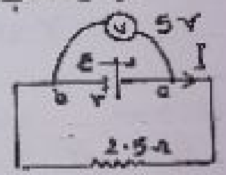
٢) الهبوط في الجهد $= Ir = 2\times 1 = 2V$

أو $= \varepsilon -$ قراءة Ⓥ $= 20 - 18 = 2V$

س) عند وصل قطبي بطارية بمقاومة مقدارها (2.5Ω) كان فرق الجهد بين قطبيها (5V)، وعندما استبدلت المقاومة ووضع بدلاً منها مقاومة مقدارها (1.5Ω) أصبح فرق الجهد بين قطبيها (4.5V) احسب ١) القوة الدافعة الكهربائية للبطارية ٢) المقاومة الداخلية للبطارية

الحل.

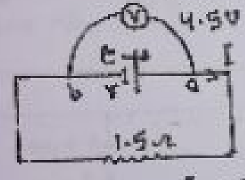
الحالة (1)



$V_{ab} = IR \Rightarrow 5 = I\times 2.5 \Rightarrow I = 2A$

$V_{ab} = \varepsilon - Ir \Rightarrow 5 = \varepsilon - 2r \;\text{---}(1)$

الحالة (2)



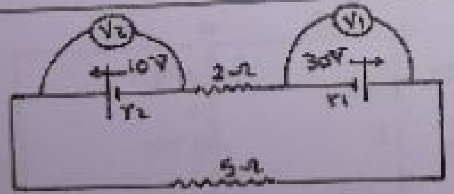
$V_{ab} = IR \Rightarrow 4.5 = I\times 1.5 \Rightarrow I = 3A$

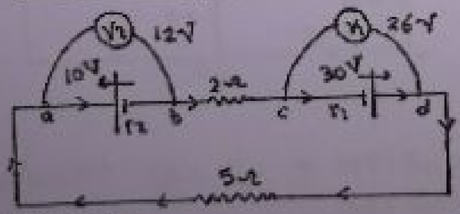
$V_{ab} = \varepsilon - Ir \Rightarrow 4.5 = \varepsilon - 3r$

وبحل المعادلتين ينتج أن

$\varepsilon = 6V$
$r = 0.5\Omega$

س) في الدارة المجاورة إذا كانت قراءة V_1 تساوي (26V)، قراءة V_2 تساوي (12V)، احسب المقاومة الداخلية لكل بطارية r_1, r_2





قراءة V_1 $= \varepsilon - Ir \Rightarrow 26 = 30 - Ir_1 \Rightarrow Ir_1 = 4$

قراءة V_2 $= \varepsilon + Ir \Rightarrow 12 = 10 + Ir_2 \Rightarrow Ir_2 = 2$

$I = \frac{\Sigma\varepsilon}{\Sigma R} \Rightarrow I = \frac{30-10}{(5+2)+(r_1+r_2)} \Rightarrow 20 = 7I + Ir_1 + Ir_2$

$\Rightarrow 20 = 7I + 4 + 2 \Rightarrow 7I = 14 \Rightarrow I = \frac{14}{7} = 2A$

بالتعويض في (1) $\Leftarrow 2r_1 = 4 \Rightarrow r_1 = 2\Omega$

بالتعويض في (2) $\Leftarrow 2r_2 = 2 \Rightarrow r_2 = 1\Omega$

أو

"قانون كيرشوف" $\sum_{a\to d} \Delta V = 0 \Rightarrow -12 + 26 - I(2+5) = 0$ "فيما بعد"

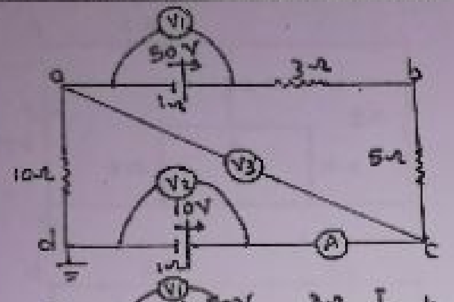
$\Rightarrow 7I = 14 \Rightarrow I = 2A$

قراءة V_1 $= \varepsilon - Ir \Rightarrow 26 = 30 - 2r_1 \Rightarrow r_1 = 2\Omega$

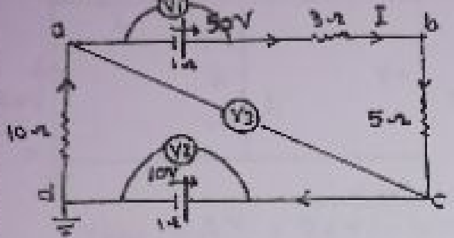
قراءة V_2 $= \varepsilon + Ir \Rightarrow 12 = 10 + 2r_2 \Rightarrow r_2 = 1\Omega$

HUSAM JABER

س) في الدارة المجاورة احسب
1) قراءة Ⓐ ، V_1 ، V_2 ، V_3
2) V_b



الحل:
1) دارة بسيطة: $I_A = \frac{\Sigma \varepsilon}{\Sigma R} = \frac{50-10}{(3+5+10)+(1+1)} = \frac{40}{20} = 2A$ = قراءة Ⓐ



قراءة V_1 = $\varepsilon - Ir = 50 - 2(1) = 48\ V$

قراءة V_2 = $\varepsilon + Ir = 10 + 2(1) = 12\ V$

قراءة V_3 = $V_{ac} = \underbrace{\Sigma \Delta V_{c\to a}}$

المسار cba
$= (-50) + 2(5+3+1) = -32V$

المسار cda
$= (-10) - 2(1+10) = -32V$

⇐ قراءة V_3 = $|-32| = 32V$

2) $V_b = V_{bd} = \Sigma \Delta V_{d\to b}$

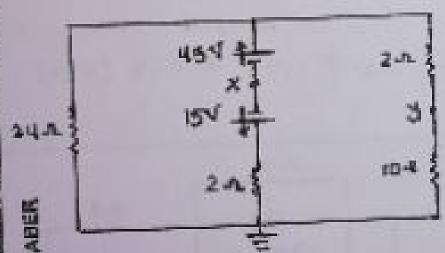
المسار dab = $50 - 2(10+1+3) = 22\ V$

المسار deb = $10 + 2(1+5) = 22\ V$

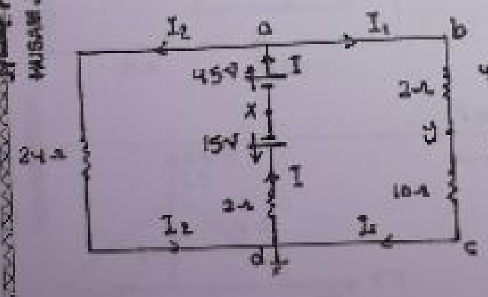
لأن $V_d = 0$ متصلة بالأرض

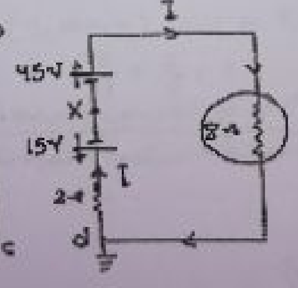
---

1) في الدارة المجاورة احسب
1) V_x 2) V_{xy}



الحل: $R_{eq} = 2+10 = 12\Omega$ ⇐ توالي (2,10)
$R_{eq} = \frac{12\times 24}{36} = 8\Omega$ ⇐ توازي (12,24)





أصبحت دارة بسيطة
$I = \frac{\Sigma \varepsilon}{\Sigma R} = \frac{45-15}{8+2} = \frac{30}{10} = 3\ A$

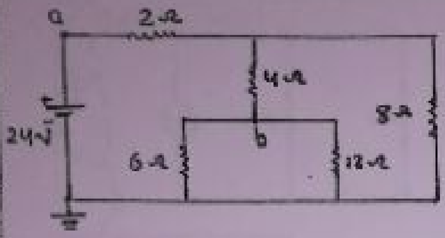
$V_x = V_{xd} = \Sigma \Delta V_{d\to x} = -15 - 3\times 2 = -21V$

2) لحساب I_1, I_2: $V_{12} = V_{24} \Rightarrow 3\times 8 = I_1(2+10) \Rightarrow I_1 = 2A$
$3\times 8 = I_2 \times 24 \Rightarrow I_2 = 1A$

$V_{xy} = \Sigma \Delta V_{y\to x}$ [المسار ybax] $= -45 + 2\times 2 = -41V$

أو [المسار ycdx] $= -15 + 2(10) - (3\times 2) = -41V$

س) كتاب: في الدارة الكهربائية المجاورة، جد
أ) فرق الجهد بين النقطتين (a,b)
ب) جهد النقطة (b)



الحل:

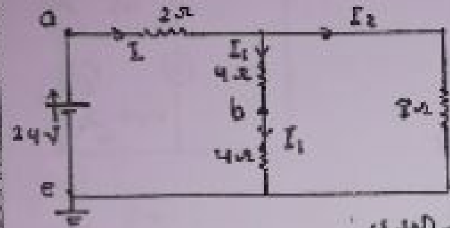
$(6,12)$ توازي $\Rightarrow R_{eq} = \frac{6\times12}{18} = 4\Omega$

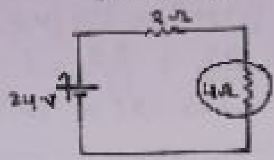
$(4,4)$ توالي $\Rightarrow R_{eq} = 4+4 = 8\Omega$

$(8,8)$ توازي $\Rightarrow R_{eq} = \frac{8}{2} = 4\Omega$

$(2,4)$ توالي $\Rightarrow R_{eq} = 2+4 = 6\Omega$

$I = \frac{\Sigma E}{\Sigma R} = \frac{24}{6} = 4A$





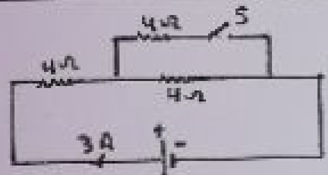
وهذا التيار يتوزع بالتساوي لتساوي مقاومتي فرعي التوازي ⇐ $I_1 = I_2 = \frac{4}{2} = 2A$

$V_{ab} = \underset{b\to a}{\Sigma \Delta V} = \overbrace{(2\times4)+(4\times2)}^{\text{عبر المسار العلوي}} = 16V$ أو $= \overbrace{24-2\times4 = 16V}^{\text{عبر المسار السفلي}}$

b) $V_b = V_{be} = \underset{e\to b}{\Sigma \Delta V} = 2\times4 = 8V$

س) كتاب: يبين الشكل المجاور دارة كهربائية مغلقة يسري فيها تيار كهربائي شدته (3A) والمفتاح (S) مفتوح، كم تصبح شدة التيار الكلي عند غلق المفتاح؟

أ) 2A ب) 3A جـ) 4A د) 5A



الحل:
عندما المفتاح مفتوح:

$I = \frac{\Sigma E}{\Sigma R} \Rightarrow 3 = \frac{E}{4+4} \Rightarrow E = 24V$

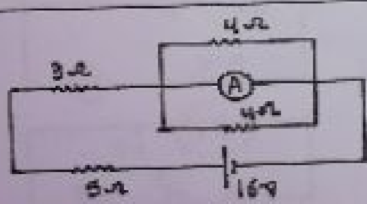
عندما نغلق المفتاح:

$(4,4)$ توازي $\Rightarrow R_{eq} = \frac{4}{2} = 2\Omega$ | $(4,2)$ توالي $\Rightarrow R_{eq} = 4+2 = 6\Omega$

$I = \frac{\Sigma E}{\Sigma R} = \frac{24}{6} = 4A$

س) كتاب: في الدارة الكهربائية المجاورة، ما قراءة الأميتر (A)

أ) 1A ب) 1.2A جـ) 1.6A د) 2A



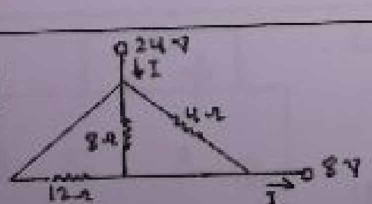
الحل:

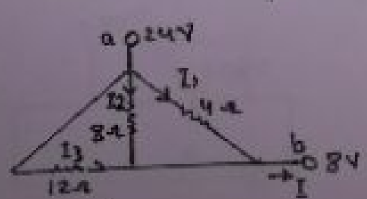
$(4,$ سلك$,4)$ توازي $\Rightarrow R_{eq} = 0$ | $(3,5)$ توالي $\Rightarrow R_{eq} = 3+5 = 8$

$I = \frac{\Sigma E}{\Sigma R} = \frac{16}{8} = 2A$

مثير التيار الكلي في سلك الأميتر (A) ولا يمر في المقاومتين $(4\Omega, 4\Omega)$

س) كتاب: يمثل الشكل المجاور جزءاً من دارة كهربائية، مستعيناً بالبيانات المثبتة على الشكل، احسب
أ) مقدار شدة التيار I
ب) القدرة المستهلكة في المقاومة (4Ω)





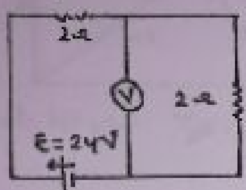
الحل:

$(4,8,12)$ توازي $\Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{4}+\frac{1}{8}+\frac{1}{12} = \frac{11}{24} \Rightarrow R_{eq} = \frac{24}{11}\Omega$

$V_{ab} = 24-8 = 16V = I\times R_{eq} \Rightarrow 16 = I\times\frac{24}{11} \Rightarrow I = \frac{11\times16}{24} = \frac{22}{3}A$

$V_{ab} = 16 = I_1\times4 \Rightarrow I_1 = 4A \Rightarrow P = I^2R = (4)^2\times4 = 64W$

أو $P = \frac{V^2}{R} = \frac{(16)^2}{4} = 64W$

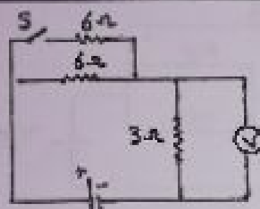


س) سؤال: في الدارة الكهربائية المجاورة ، اذا كانت قراءة الفولتميتر (16 V) والمفتاح (S) مفتوحاً ، فكم تصبح قراءته عند غلق المفتاح

أ) 12 V ب) 14 V جـ) 16 V د) 18 V

الحل:
عندما المفتاح (S) مفتوح:
Ⓥ قراءة $= IR \Rightarrow 16 = I \times 4 \Rightarrow I = 4A$
$I = \frac{\Sigma \varepsilon}{\Sigma R} \Rightarrow 4 = \frac{\varepsilon}{2+4} \Rightarrow \varepsilon = 24V$

عند اغلاق المفتاح:
توازي (4,4) $\Rightarrow R_{eq} = \frac{4}{2} = 2\Omega$
$I = \frac{\Sigma \varepsilon}{\Sigma R} = \frac{24}{2+2} = 6A$
Ⓥ قراءة $= IR = 6 \times 2 = 12V$

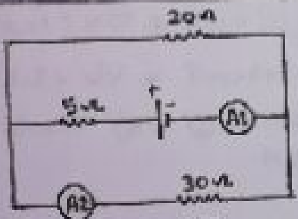


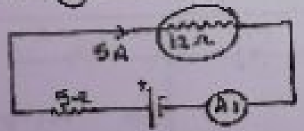
س) سؤال: في الدارة الكهربائية المجاورة ، اذا كانت قراءة الفولتميتر (30 V) والمفتاح (S) مفتوحاً ، فكم تصبح قراءته عند غلق المفتاح ؟

أ) 30V ب) 35 V جـ) 40 V د) 45V

الحل:
عندما المفتاح (S) مفتوح:
Ⓥ قراءة $= IR \Rightarrow 30 = I \times 3 \Rightarrow I = 10A$
$I = \frac{\Sigma \varepsilon}{\Sigma R} \Rightarrow 10 = \frac{\varepsilon}{3+6} \Rightarrow \varepsilon = 90V$

عند اغلاق المفتاح:
توازي (6,6) $\Rightarrow R_{eq} = \frac{6}{2} = 3\Omega$
$I = \frac{\Sigma \varepsilon}{\Sigma R} = \frac{90}{3+3} = 15A \Rightarrow$ Ⓥ قراءة $= IR = 15 \times 3 = 45V$

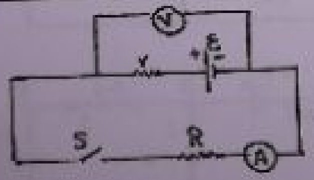


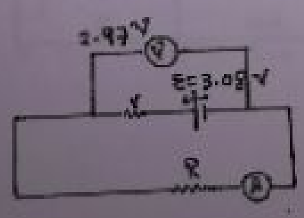


س) سؤال: في الدارة الكهربائية المجاورة ، اذا كانت قراءة الأميتر (A1) تساوي (5A) فما قراءة الأميتر (A2)

الحل:
توازي (20,30) $\Rightarrow R_{eq} = \frac{20 \times 30}{50} = 12\Omega$
I_2 لحساب: $V_{كلي} = V_{فرعي} \Rightarrow 5 \times 12 = I_2 \times 30 \Rightarrow I_2 = 2A$

ملاحظة: المقاومة (12Ω) لم تفرض في حساب I_2

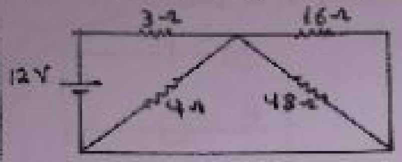




س) سؤال: في الدارة الكهربائية المجاورة اذا كانت قراءة الفولتميتر والمفتاح (S) مفتوح تساوي (3.08V) وعند غلق المفتاح تصبح قراءته (2.97V) وقراءة الأميتر (1.65 A) فاحسب
أ) مقدار القوة الدافعة الكهربائية للبطارية (ε)
ب) مقدار المقاومة الداخلية للبطارية جـ) مقدار المقاومة الخارجية (R)

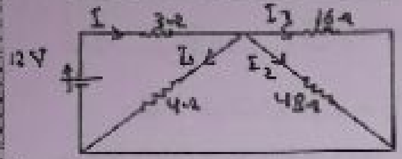
الحل:
أ) عندما المفتاح مفتوح: Ⓥ قراءة $= \varepsilon \Leftarrow (\varepsilon = 3.08V)$
ب)
Ⓥ قراءة $= IR \Rightarrow 2.97 = 1.65 \times R \Rightarrow R = 1.8\Omega$
Ⓥ قراءة $= \varepsilon - Ir \Rightarrow 2.97 = 3.08 - 1.65 \times r \Rightarrow r = 0.067\Omega$

س/ كثير: في الدارة الكهربائية المبينة في الشكل المجاور، احسب شدة التيار المار في كل مقاومة.



الحل:

$(4,48,16)$ توازي $\Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{48} + \frac{1}{16} = \frac{16}{48} = \frac{1}{3} \Rightarrow R_{eq} = 3\,\Omega$



$(3,3)$ توالي $\Rightarrow R_{eq} = 3+3 = 6\,\Omega$

دارة بسيطة $\Rightarrow I = \frac{\Sigma\varepsilon}{\Sigma R} = \frac{12}{6} = 2A$

لحساب (I_1, I_2, I_3): $V_{ab} = V_{cd} \Rightarrow 2\times3 = I_1\times4 \Rightarrow I_1 = \frac{3}{2}A$

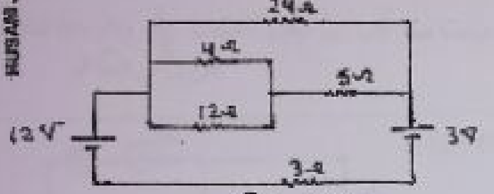
$2\times3 = I_2\times48 \Rightarrow I_2 = \frac{1}{8}A$

$2\times3 = I_3\times16 \Rightarrow I_3 = \frac{3}{8}A$

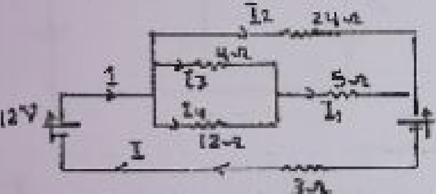
ملاحظة: لو طلب التيار في السلك المائل

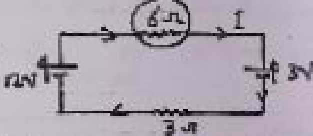
$I_4 = I_3 + I_2 = \frac{3}{8} + \frac{1}{8} = \frac{1}{2}A$

س/ كثير: في الدارة الكهربائية المبينة في الشكل المجاور، احسب شدة التيار المار في كل مقاومة.



الحل:





$(4,12)$ توازي $\Rightarrow R_{eq} = \frac{4\times12}{16} = 3\,\Omega$ | $(3,5)$ توالي $\Rightarrow R_{eq} = 3+5 = 8\,\Omega$ | $(8,24)$ توازي $\Rightarrow R_{eq} = \frac{8\times24}{32} = 6$

$(6,3)$ توالي $\Rightarrow R_{eq} = 6+3 = 9\,\Omega$ | $I = \frac{\Sigma\varepsilon}{\Sigma R} = \frac{12-3}{9} = 1A$

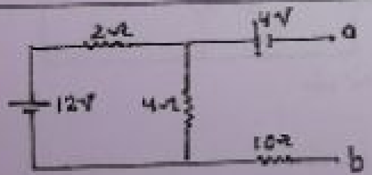
لحساب (I_1, I_2): $V = V \Rightarrow 1\times6 = I_1\times(3+5) \Rightarrow I_1 = \frac{6}{8} = \frac{3}{4}A$

$1\times6 = I_2\times24 \Rightarrow I_2 = \frac{6}{24} = \frac{1}{4}A$

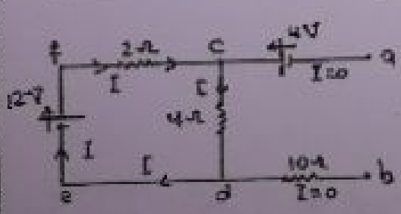
لحساب (I_3, I_4): $V = V \Rightarrow \frac{3}{4}\times3 = I_3\times4 \Rightarrow I_3 = \frac{9}{16}$

$\frac{3}{4}\times3 = I_4\times12 \Rightarrow I_4 = \frac{3}{16}$

س/ كثير: في الدارة الكهربائية المبينة في الشكل المجاور، احسب فرق الجهد بين النقطتين (a,b) ثم بين أيهما أعلى جهداً



الحل:

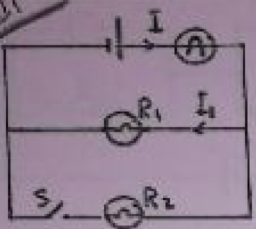


يسري التيار في الحلقة المغلقة ولا يسري في الفرعين ac، bd

$I = \frac{\Sigma\varepsilon}{\Sigma R} = \frac{12}{2+4} = 2A$

$V_{ab} = \Sigma\Delta V_{b\to a}\left[\begin{smallmatrix}\text{المسار}\\ bdca\end{smallmatrix}\right] = -4 + 2\times4 = 4V$ (موجب) $\Rightarrow V_a > V_b$

أو $\left[\begin{smallmatrix}\text{المسار}\\ bdefca\end{smallmatrix}\right] = (12-4) - 2(2) = 4V$



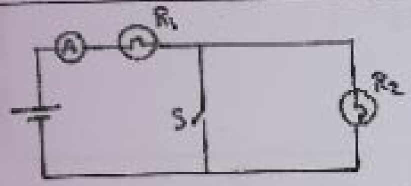
س) يبين الشكل دارة فيها مصباحين متماثلين ، اذا أغلق المفتاح (S)
ماذا يحدث لقراءة الأميتر (A) واضاءة المصباح R_1

الحل:
• يصبح (R_1, R_2) توازي ⇐ تقل R_{eq} ⇐ $I_{كلي} = \frac{E}{R_{eq}}$ تقل ← يزداد
⇐ تزداد قراءة الأميتر (A)

• المصباح (R_1) يتصل طرفاه بقطبي البطارية ⇐ جهده ثابت = جهد البطارية ⇐ تياره ثابت واضاءته ثابتة

ملاحظة : اضاءة , P , V , I لنفس المصباح
اي اذا زاد تيار المصباح ⇐ يزداد جهده وتزداد قدرته وتزداد اضاءته
والعكس صحيح

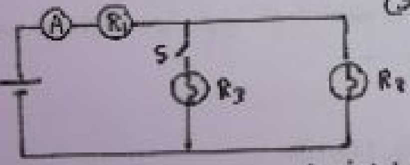
ملاحظة : قبل غلق المفتاح : $R_{eq} = R$ ⇐ $I_{كلي} = \frac{E}{R}$
بعد غلق المفتاح : $R_{eq} = \frac{R}{2}$ ⇐ $I_{كلي} = \frac{E}{R/2} = 2\frac{E}{R}$ أي يتضاعف لكن I_1 يبقى ثابت = $\frac{E}{R}$ والزيادة تذهب للمصباح الثاني



س) يبين الشكل دارة فيها مصباحين متماثلين ، اذا أغلق المفتاح (S)
ماذا يحدث لقراءة الأميتر (A) واضاءة المصباحين R_1, R_2

الحل:
يصبح (R_2 ، سلك) توازي ⇐ مقاومتهما = صفر وينطفئ R_2
⇐ تقل R_{eq} ⇐ $I_{كلي} = \frac{E}{R_{eq}}$ تقل ← يزداد ⇐ تزداد قراءة (A) ويزداد جهد المصباح الأول وتزداد اضاءته

ملاحظة :
قبل غلق المفتاح : $R_{eq} = 2R$ ⇐ $I_{كلي} = \frac{E}{2R}$
بعد غلق المفتاح : $R_{eq} = R$ ⇐ $I_{كلي} = \frac{E}{R}$ أي يتضاعف



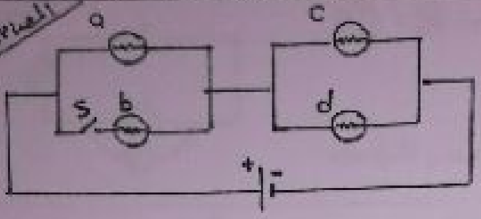
س) يبين الشكل دارة فيها ثلاثة مصابيح متماثلة ، اذا أغلق المفتاح (S)
ماذا يحدث لقراءة الأميتر (A) واضاءة المصباحين R_1, R_2

الحل:
يصبح (R_2, R_3) توازي ⇐ مقاومتهما تقل ⇐ تقل R_{eq}
تقل ← $\frac{E}{R_{eq}} = I_{كلي}$ يزداد ⇐ تزداد قراءة (A) ويزداد جهد المصباح الأول وتزداد اضاءته

$V_{كلي} = E = V_1 + V_{(2,3)}$ ⇐ تقل جهد المصباح الثاني ويقل تياره وتقل اضاءته .
(ثابت ، زاد ، تقل)

ملاحظة : قبل غلق المفتاح : $R_{eq} = 2R$ ⇐ $I_{كلي} = \frac{E}{2R}$
بعد غلق المفتاح : $R_{eq} = R + \frac{R}{2} = 1.5R$ ⇐ $I_{كلي} = \frac{E}{1.5R}$ يزداد
$I_{كلي}$ يتوزع بالتساوي على R_2, R_3 ⇐ تيار كل منهما = $\frac{1}{2} \times \frac{E}{1.5R} = \frac{E}{3R}$ ⇐ يقل تيار المصباح الثاني الى النصف ويقل جهده وتقل اضاءته

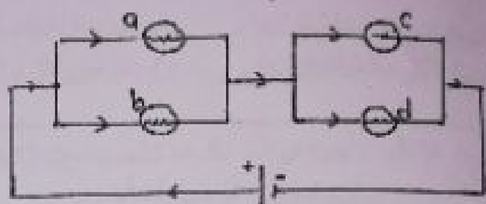
س) حكومي: في الدارة الكهربائية المبينة في الشكل المجاور، اذا علمت أن المصابيح متماثلة والمصابيح (a, c, d) مضاءة والمفتاح (S) مفتوح، اذا اغلق المفتاح (S) فأي منها تزداد شدة اضاءته



أ) (c) ب) (a, c) جـ) (c, d) د) (a, c, d)

الحل: عند اغلاق المفتاح (S) يصبح (a, b) توازي ← تقل المقاومة المكافئة وتزداد التيار الكلي ← تزداد جهد (c, d) ويقل جهد a ← تزداد اضاءة (c, d) وتقل اضاءة a

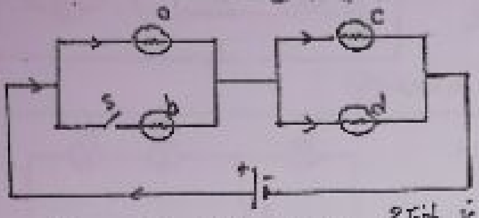
توضيح



بعد غلق المفتاح

$R_{eq} = \frac{R}{2} + \frac{R}{2} = R$

$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} = \frac{\varepsilon}{R}$, $I_a = I_b = I_c = I_d = \frac{1}{2} \times \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon}{2R}$



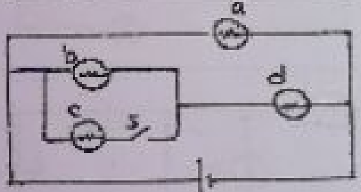
قبل غلق المفتاح

$R_{eq} = R + R/2 = 1.5R$

$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} = \frac{\varepsilon}{1.5R} = I_a$ | $I_c = I_d = \frac{1}{2} \times \frac{\varepsilon}{1.5R} = \frac{\varepsilon}{3R}$

نلاحظ: I_a تقل ← تقل اضاءته ، (I_c و I_d) تزداد ← تزداد اضاءة (c, d)

س) حكومي: في الشكل المجاور دارة كهربائية تحتوي مصابيح متماثلة، أجب عما يأتي:



أ) هل يتغير جهد المصباح (a) عند اغلاق المفتاح؟ فسر اجابتك
ب) هل يتغير جهد المصباح (d) عند اغلاق المفتاح؟ فسر اجابتك
جـ) ماذا يحدث لاضاءة المصباح (b) عند اغلاق المفتاح؟ فسر اجابتك

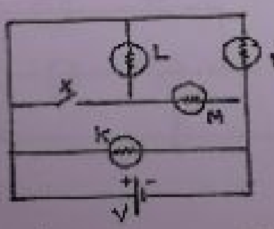
الحل:

أ) جهد المصباح (a) يساوي جهد البطارية قبل وبعد اغلاق المفتاح ← جهده ثابت وتبقى اضاءته ثابتة

ب) عند اغلاق المفتاح تقل المقاومة المكافئة للفرع الأوسط وتقل المقاومة المكافئة الكلية فيزداد تيار الفرع الاوسط ويزداد جهد المصباح (d) وتزداد اضاءته.

جـ) $\underbrace{V_d}_{يزداد} + \underbrace{V_{(b,c)}}_{تقل} = \underbrace{V_{البطارية}}_{ثابت}$ ← يقل جهد المصباح (b) ويقل تياره وتقل اضاءته.

س) حكومي: في الشكل المجاور دارة كهربائية تتكون من أربعة مصابيح K, M, N, L متماثلة وبطارية ومفتاح والمصابيح الأربعة تشع ضوءاً، أي من المصابيح تزداد شدة اضاءته عند غلق المفتاح؟



أ) M, L ب) M, N جـ) K, M د) M

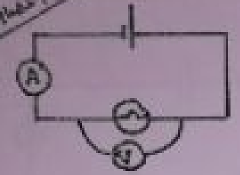
الحل:

قبل غلق المفتاح: K, N توازي وجهد كل منها يساوي جهد البطارية V ، (M, L) توالي وجهد كل منها = $\left(\frac{V}{2}\right)$

بعد غلق المفتاح: (L, M) توازي ← ينطفئ (L) ويصبح (M, K, N) توازي وجهد كل منها يساوي (V) أي تزداد شدة اضاءة (M)

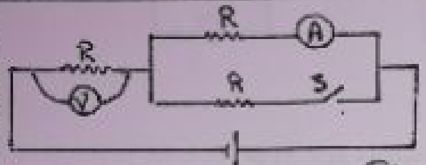
المصابيح

س) في الدارة المجاورة ، إذا احترق فتيل المصباح ماذا يحدث لقراءة (A) ، (V)



الحل: I تصبح صفراً ← قراءة (A) تصبح صفراً
قراءة (V) تبقى كما هي = ε للبطارية لأنه طرفي الفولتميتر هما طرفا قطبي البطارية

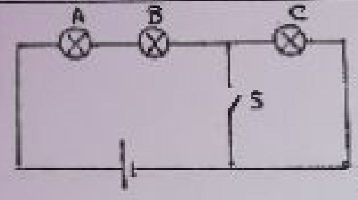
س) ساقفي نابلسية: في الدارة الكهربائية المجاورة وعند إغلاق المفتاح (S) فإن قراءة
مختلفة



أ) الأميتر تزداد والفولتميتر تزداد
ب) الأميتر تزداد والفولتميتر تقل
ج) الأميتر تقل والفولتميتر تزداد
د) الأميتر تقل والفولتميتر تقل

الإجابة (ج)

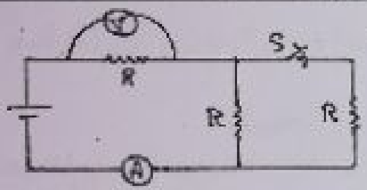
س) فلسطين ٢٠١٠ "الإكمال": ماذا يحدث لكل من المصباحين (A,C) عندما نغلق المفتاح (S) في الدارة المجاورة



أ) تزداد إضاءة A وتقل إضاءة C
ب) تقل إضاءة A وتزداد إضاءة C
ج) تزداد إضاءة A وينطفئ C
د) تقل إضاءة A وينطفئ C

الإجابة (ج)

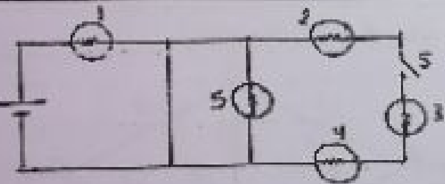
س) ساقفي نابلسية ٢٠١٠: في الشكل المجاور ، المفتاح (S) مغلق ، عند فتح المفتاح فإنه



أ) تزداد قراءة الأميتر وتقل قراءة الفولتميتر
ب) تقل قراءة الأميتر وتقل قراءة الفولتميتر
ج) تزداد قراءة الأميتر وتزداد قراءة الفولتميتر
د) تقل قراءة الأميتر وتزداد قراءة الفولتميتر

الإجابة (ب)

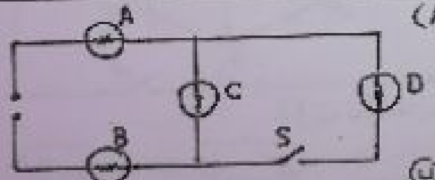
س) ساقفي نابلسية ٢٠١٠: في الدارة المقابلة ماذا يحدث لشدة إضاءة المصباح (١) عندما نغلق المفتاح (S)



أ) تزداد
ب) ينطفئ المصباح
ج) تبقى ثابتة
د) تقل

الإجابة (ج)

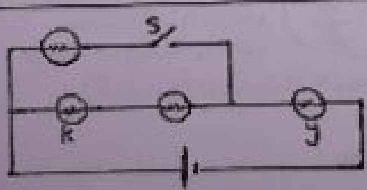
س) فلسطين ٢٠١٧: الشكل المجاور يمثل أربعة مصابيح كهربائية متماثلة (A,B,C,D)
عندما نغلق المفتاح (S) فإن إضاءة المصباح (A)



أ) تنقص
ب) تزداد
ج) تبقى كما هي
د) لا يضيء المصباح

الإجابة (ب)

س) كتاب: في الدارة الكهربائية المبينة في الشكل المجاور ، إذا علمت أن المصابيح متماثلة ماذا يحصل لشدة إضاءة المصباحين (K, Y) عند غلق المفتاح (S) ؟

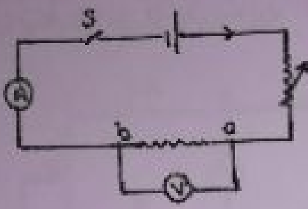


أ) تقل شدة إضاءة المصباح (Y) بينما تزداد شدة إضاءة المصباح (K)
ب) تقل شدة إضاءة المصباحين (K, Y)
ج) تزداد شدة إضاءة المصباح (Y) بينما لا تتغير شدة إضاءة المصباح (K)
د) تزداد شدة إضاءة المصباح (Y) بينما تقل شدة إضاءة المصباح (K)

الحل:
عند إغلاق المفتاح تقل المقاومة المكافئة ← $I_{كلي} = \frac{\varepsilon}{R_{eq}}$ يزداد ← يزداد جهد المصباح (Y) ويزداد إضاءته
← تقل جهد المصباحين الآخرين وتقل إضاءتهما ← تقل إضاءة المصباح K ← الإجابة الصحيحة (د)

HUSAM JABER

قياس مقاومة مجهولة باستخدام قانون أوم:



الأدوات: بطارية ، مقاومة مجهولة ، مقاومة متغيرة ، أميتر (A) ، فولتميتر (V) مفتاح (S) ، أسلاك توصيل

1) تركيب الدارة وإغلاق المفتاح (S) ونقيس شدة التيار المار في المقاومة باستخدام الأميتر ونقيس فرق الجهد بين طرفي المقاومة بالفولتميتر وباستخدام قانون أوم $\Rightarrow R = \frac{V}{I}$

2) باستخدام المقاومة المتغيرة نحصل على عدة قراءات لكل من I ، V ونرسم العلاقة بين I ، V فيكون ميل المستقيم $R = \frac{V}{I}$

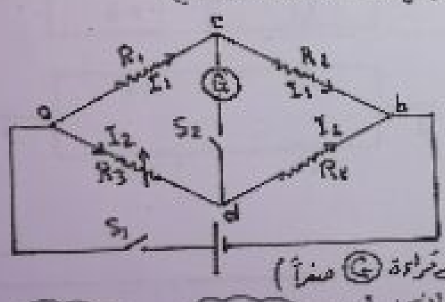
س) علل: قياس مقاومة مجهولة باستخدام قانون أوم ليس دقيقة؟

الجواب:
لأن الفولتميتر يسحب جزءاً قليلاً من تيار الدارة وبالتالي فإن تيار الدارة كما يقيسه الأميتر لا يساوي فعلاً التيار المار في المقاومة

ملاحظة: قراءة الأميتر (A) أكبر قليلاً من التيار المار في المقاومة ← المقاومة المحسوبة باستخدام قانون أوم أقل قليلاً من المقاومة الحقيقية.

ملاحظة: لتقليل الخطأ في قياس المقاومة (R) نستخدم فولتميتر مقاومته عالية جداً / علل ؟؟
حتى يكون التيار المار في الفولتميتر قليلاً جداً وتقترب قراءة الأميتر (A) من التيار الفعلي المار في المقاومة

قياس مقاومة مجهولة باستخدام قنطرة ويتستون (Wheatstone Bridge)



الأدوات: مقاومتين معلومتين R_1, R_2 ، مقاومة متغيرة R_3 مقاومة مجهولة R_x ، بطارية ، جلفانوميتر ، مفتاحين (S_1, S_2) أسلاك توصيل

1) تركيب الدارة ونغلق المفتاح (S_1) أولاً ثم المفتاح (S_2) فينحرف مؤشر الجلفانوميتر (G)

2) نغير من قيمة المقاومة المتغيرة (R_3) حتى تنعدم قراءة الجلفانوميتر (تصبح قراءة (G) صفراً) عندئذ نعرف مقدار المقاومة المتغيرة (R_3) وتكون القنطرة في حالة اتزان أي:

$V_{cd} = 0 \Rightarrow V_c = V_d$

$V_{ac} = V_{ad} \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_3$

$V_{cb} = V_{db} \Rightarrow I_1 R_2 = I_2 R_x$

وبقسمة المعادلتين ⇐ $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_x}$ وتعرف هذه العلاقة بقانون قنطرة ويتستون

ولكون المقاومات (R_1, R_2, R_3) معلومة فإنه يمكننا إيجاد (R_x)

• **ملاحظة:** في قنطرة ويتستون: حاصل قسمة أي مقاومتين متجاورتين متساوي

س) علل: قياس مقاومة مجهولة باستخدام قنطرة ويتستون دقيقة جداً

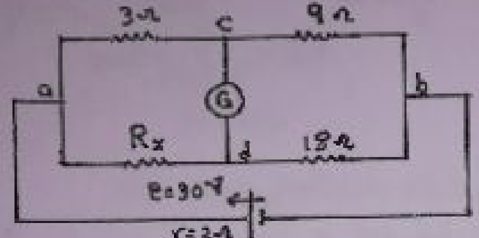
الجواب: لأن قراءة الجلفانوميتر (G) تساوي صفراً عند الاتزان ولا يوجد أي أجهزة قياس تؤثر على القراءات

س) ما هي وظيفة الجلفانوميتر ؟

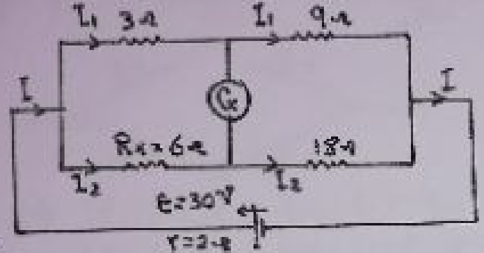
الجلفانوميتر جهاز حساس له مقاومة يقيس تيارات صغيرة جداً ، وفي قنطرة ويتستون يستخدم كمؤشر دليل على أن القنطرة وصلت الى حالة الاتزان عندما تصبح قراءته صفراً .

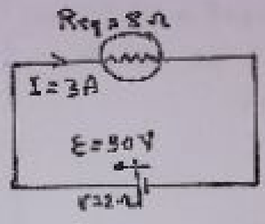
س) فلسطين: علل: انعدام انحراف مؤشر الجلفانوميتر في قنطرة وستون عند الاتزان
2018 الجواب: لأن فرق الجهد بين نقطتي طرفي الجلفانوميتر يساوي صفراً فلا يسري تيار في فرع الجلفانوميتر

س) في الدارة المجاورة اذا كانت قراءة الجلفانوميتر تساوي صفراً (أي $V_c = V_d$) احسب
1) المقاومة المجهولة R_x
2) شدة التيار المار في المقاومة R_x



الحل:
1) قنطرة ويتستون متزنة
$$\frac{9}{18} = \frac{3}{R_x} \Rightarrow R_x = 6\,\Omega$$



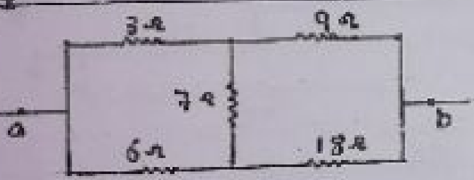


2)
$(3,9)$ توالي $\Rightarrow R_{eq} = 3+9 = 12\,\Omega$
$(6,18)$ توالي $\Rightarrow R_{eq} = 6+18 = 24\,\Omega$
$(12,24)$ توازي $\Rightarrow R_{eq} = \frac{12 \times 24}{36} = 8\,\Omega$

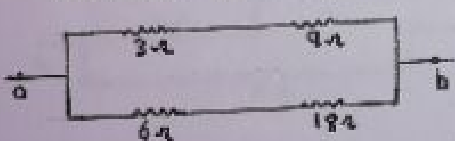
دارة بسيطة $\Rightarrow I = \frac{\Sigma\varepsilon}{\Sigma R} = \frac{30}{8+2} = 3\,A$

$V_{كلي} = V_{فرع} \Rightarrow 3 \times 8 = I_2(6+18) \Rightarrow I_2 = 1\,A$

س) في الشكل المجاور جد المقاومة المكافئة بين (a, b)

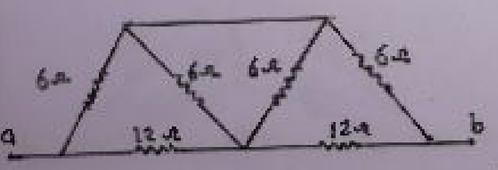


الحل:
نهمل التوالي والتوازي في المرحلة الأولى ← لنفكر في قنطرة ويتستون
لأن $\frac{3}{6} = \frac{9}{18}$ ← قنطرة ويتستون متزنة
← لا يمر تيار في الفرع الأوسط ($7\,\Omega$) ونهمل هذه المقاومة

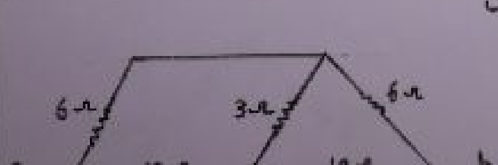


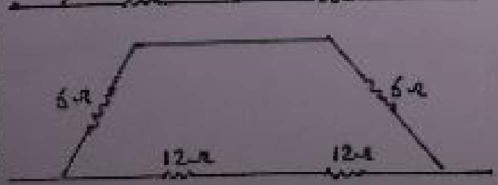
$(3,9)$ توالي $\Rightarrow R_{eq} = 3+9 = 12\,\Omega$
$(6,18)$ توالي $\Rightarrow R_{eq} = 6+18 = 24\,\Omega$
$(12,24)$ توازي $\Rightarrow R_{eq} = \frac{12 \times 24}{36} = 8\,\Omega$

س) خارجي: الشكل المجاور يمثل جزءاً من دارة كهربائية، ما مقدار المقاومة المكافئة بين النقطتين (a, b)؟
أ) $4\,\Omega$ ب) $4.5\,\Omega$ ج) $7.2\,\Omega$ د) $8\,\Omega$



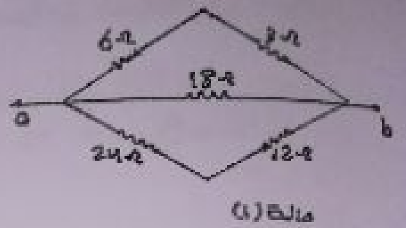
الحل:
الوسطى $(6,6)$ توازي $\Rightarrow R_{eq} = \frac{6}{2} = 3\,\Omega$
نهمل التوالي والتوازي في المرحلة الأولى ← لنفكر في قنطرة ويتستون
لأن $\frac{6}{12} = \frac{6}{12}$ ← قنطرة ويتستون متزنة
← لا يمر تيار في المقاومة ($3\,\Omega$) ونهمل هذه المقاومة





ضلعي $(6,6)$ توالي $\Rightarrow R_{eq} = 6+6 = 12\,\Omega$
$(12,12)$ توالي $\Rightarrow R_{eq} = 12+12 = 24\,\Omega$
$(12,24)$ توازي $\Rightarrow R_{eq} = \frac{12 \times 24}{36} = 8\,\Omega$

س) احسب المقاومة المكافئة بين النقطتين (a,b) في الحالتين التاليتين



حالة (1)

الحل:

$(3,6)$ توالي $\Rightarrow R_{eq} = 3+6 = 9\,\Omega$

$(24,12)$ توالي $\Rightarrow R_{eq} = 24+12 = 36\,\Omega$

$(9,18,36)$ توازي $\Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{9}+\frac{1}{18}+\frac{1}{36} = \frac{7}{36}$

$\Rightarrow R_{eq} = \frac{36}{7}\,\Omega$

حالة (2)

الحل:

نفحص التوالي والتوازي في المرحلة الأولى

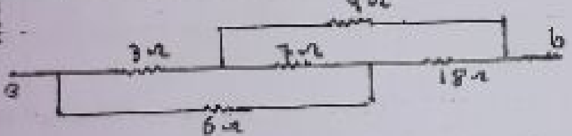
$\frac{3}{12} = \frac{6}{24} \Rightarrow$ قنطرة ويتستون متزنة $\Rightarrow$ لا يمر تيار خلال $18\,\Omega$ وتهمل

نعيد $(6,3)$ توالي $\Rightarrow R_{eq} = 6+3 = 9\,\Omega$

$(24,12)$ توالي $\Rightarrow R_{eq} = 24+12 = 36\,\Omega$

$(9,36)$ توازي $\Rightarrow R_{eq} = \frac{9\times36}{45} = 7.2\,\Omega$

س) احسب المقاومة المكافئة بين النقطتين (a,b)

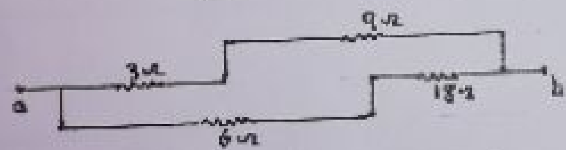


الحل:

نفحص التوالي والتوازي في المرحلة الأولى

لا يوجد $\frac{3}{6} = \frac{9}{18} \Rightarrow$ قنطرة ويتستون متزنة

$\Rightarrow$ لا يمر تيار في المقاومة $(7\,\Omega)$ وتهمل

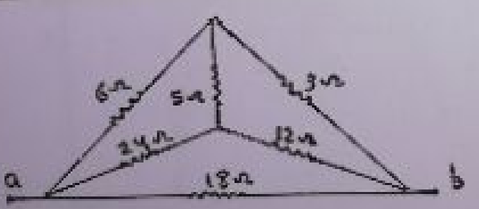


نعيد $(3,9)$ توالي $\Rightarrow R = 3+9 = 12\,\Omega$

$(6,18)$ توالي $\Rightarrow R = 6+18 = 24\,\Omega$

$(12,24)$ توازي $\Rightarrow R = \frac{12\times24}{36} = 8\,\Omega$

س) احسب المقاومة المكافئة بين النقطتين (a,b)

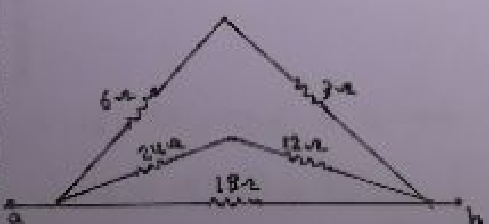


الحل:

نفحص التوالي والتوازي في المرحلة الأولى

لا يوجد $\frac{6}{24} = \frac{3}{12} \Rightarrow$ قنطرة ويتستون متزنة

$\Rightarrow$ لا يمر تيار في المقاومة $(5\,\Omega)$ وتهمل



نعيد $(3,6)$ توالي $\Rightarrow R = 3+6 = 9\,\Omega$

$(24,12)$ توالي $\Rightarrow R = 24+12 = 36\,\Omega$

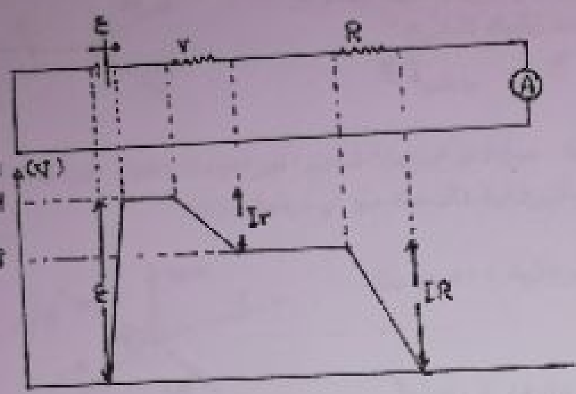
$(9,36,18)$ توازي $\Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{9}+\frac{1}{36}+\frac{1}{18} = \frac{7}{36}$

$\Rightarrow R_{eq} = \frac{36}{7}\,\Omega$

مخطط الجهد :

هو مخطط (منحنى) يمثل التغيرات في الجهد عبر دارة كاملة او مقطع منها.

س) يبين الشكل دارة كهربائية ومخطط الجهد لها
فإذا كانت قراءة الأميتر Ⓐ تساوي 3A احسب
ε ، r ، R

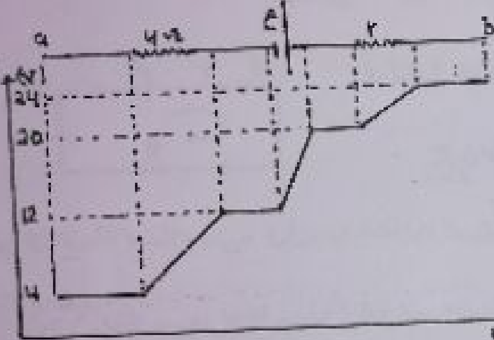


الحل:
$\varepsilon = 24\,V$

$Ir = 24 - 18 = 6 \Rightarrow 3r = 6$
$r = 2\Omega$

$IR = 18 \Rightarrow 3R = 18 \Rightarrow R = 6\Omega$

س) يبين الشكل مقطعاً من دارة كهربائية ومخطط الجهد له، جد
1) فرق الجهد بين (a,b) (V_{ab})
2) اتجاه التيار في هذا المقطع وقيمته
3) القوة الدافعة ε 4) المقاومة الداخلية (r)

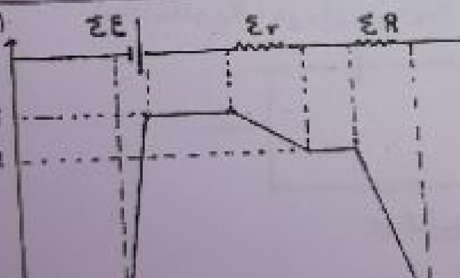


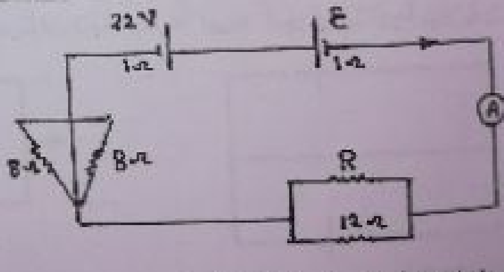
الحل:-
1) $V_{ab} = V_a - V_b = 4 - 24 = -20\,V$
2) اتجاه التيار من $b \rightarrow a$ (اليسار) لأن الجهد انخفض عبر المقاومات
أي أننا نسير من $a \rightarrow b$ بعكس اتجاه التيار

$\underset{\text{عبر المقاومة 4Ω}}{\Delta V} = IR \Rightarrow 12 - 4 = 8 = I \times 4 \Rightarrow I = 2A$

3) $\varepsilon = 20 - 12 = 8V$ 4) $Ir = 24 - 20 = 4 = 2r \Rightarrow r = 2\Omega$

س)





إذا مثلت التغيرات في الجهد في الدارة المبينة حسب الشكل المبين، جد
1) القوة الدافعة الكهربائية (ε) 2) قراءة الأميتر
3) المقاومة المكافئة (ΣR) 4) المقاومة المجهولة R

الحل:
1) $18 = \Sigma\varepsilon = 22 - \varepsilon \Rightarrow \varepsilon = 4V$
2) $18 - 12 = I\Sigma r \Rightarrow 6 = I(1+1) \Rightarrow I = 3A$ = قراءة
3) (8, 8) توازي $\Rightarrow R_{eq} = 0$ [لا يمر تيار في المقاومتين 8Ω ، 8Ω ومقصورتين] $\Rightarrow 12 = I\Sigma R = 3\Sigma R \Rightarrow \Sigma R = 4\Omega$

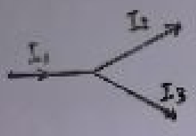
(R, 12) توازي $\Rightarrow R_{eq} = \frac{R \times 12}{R + 12} = 4 \Rightarrow 12R = 4R + 48 \Rightarrow 8R = 48 \Rightarrow R = 6\Omega$

حسام جابر
HUSAM JABER

قوانين كيرتشوف "Kirchhoff's Laws"

"1824-1887 عالم ألماني"

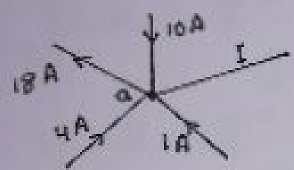
قانون كيرتشوف الأول: "مجموع التيارات التي تدخل أية نقطة تفرع يساوي مجموع التيارات التي تخرج من نقطة التفرع"



$$\sum I_{\text{داخل}} = \sum I_{\text{خارج}}$$

• قانون كيرتشوف الأول هو تطبيق لمبدأ حفظ الشحنة حيث أن مجموع الشحنات الكهربائية الداخلة الى نقطة تفرع ما في وحدة الزمن يجب أن يساوي مجموع الشحنات الكهربائية الخارجة منها في وحدة الزمن

س/ يبين الشكل المجاور نقطة تفرع (a) في دارة كهربائية، احسب مقدار واتجاه التيار المجهول (I)

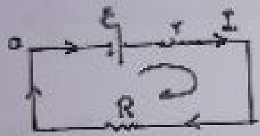


الحل:

$\sum I_{\text{داخل}} = 10+1+4 = 15\,A$ ، $\sum I_{\text{خارج}} = 18\,A$

$18 > 15 \Leftarrow I = 18-15 = 3\,A$ (داخل)

قانون كيرتشوف الثاني: "مجموع تغيرات الجهد عبر حلقة مغلقة في الدارة الكهربائية يساوي صفراً"



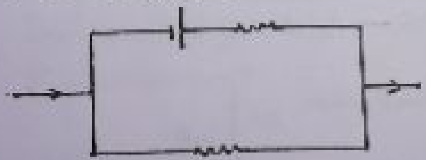
$$\sum_{a\to a} \Delta V_{\text{حلقة}} = 0$$

• قانون كيرتشوف الثاني هو تطبيق لمبدأ حفظ الطاقة حيث أن القدرة الداخلة في الدارة يساوي القدرة المستنفذة فيها

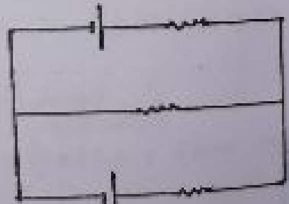
• يكون استخدام قوانين كيرتشوف الثاني اجبارياً عندما تكون البطاريات متفرعة (لا يسري فيها نفس التيار) بحيث لا يمكن تبسيطها الى دارة بسيطة.

مع العلم أنه يمكن استخدام قوانين كيرتشوف حتى للدارات البسيطة التي يمكن حلها بالتوالي والتوازي.

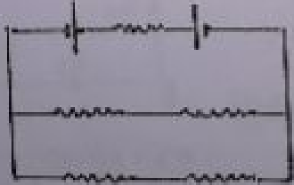
• نستخدم قوانين كيرتشوف أيضاً عندما تكون المقاومات معقدة التوصيل (ليست توالي وتوازي)



كيرتشوف

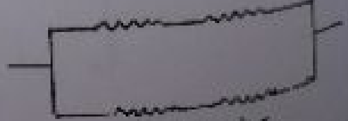


كيرتشوف



يمكن تحويلها لدارة بسيطة

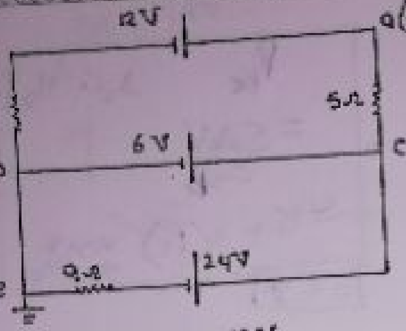
دارة بسيطة



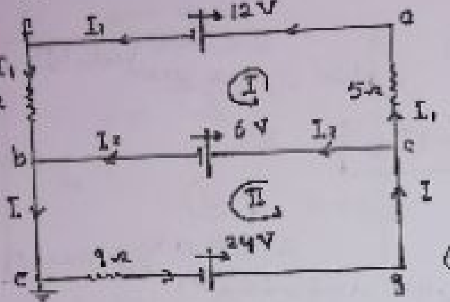
توالي وتوازي

MUSAAB JABER

س) في الدائرة المجاورة (وبافتراض أن المقاومات الداخلية للبطاريات مهملة) احسب: 1) شدة التيار في كل بطارية
2) V_{ab} 3) V_c



الحل: نوزع التيارات بأي اتجاه نشاء وبعد الحل
اذا كانت قيمة I موجبة ⟸ بنفس الاتجاه المفروض
واذا كانت قيمة I سالبة ⟸ عكس الاتجاه المفروض



نطبق قانون كيرشوف الاول: $I = I_1 + I_2$ ----(1)

نطبق قانون كيرشوف الثاني على الحلقتين (I)، (II)
بعد نفترض اتجاهاً دورانياً باتجاه أو بعكس عقارب الساعة

(I) حلقة: $\sum_{c \to c} \Delta V = 0 \Rightarrow (-12+6) - I_1(5+1) + I_2 \times 0 = 0$
$\Rightarrow -6 - 6I_1 = 0 \Rightarrow \boxed{I_1 = -1A}$
"عكس الاتجاه المفروض"

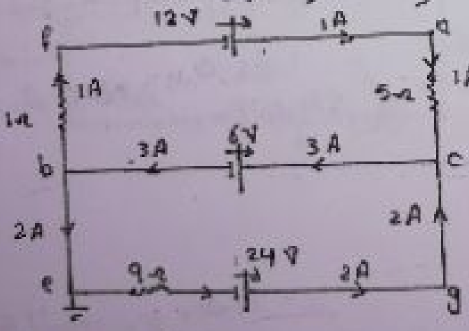
(II) حلقة: $\sum_{c \to c} \Delta V = 0 \Rightarrow (-6+24) - I_2 \times 0 - I \times 9 = 0 \Rightarrow \boxed{I = 2A}$ "بنفس الاتجاه المفروض"

نعوض في (1) $\Rightarrow 2 = -1 + I_2 \Rightarrow \boxed{I_2 = 3A}$ "بنفس الاتجاه المفروض"

2) $V_{ab} = \sum_{b \to a} \Delta V$ <
المسار bfa $= 12 + I_1(1) = 12 + (-1 \times 1) = 11\ V$ [V_{ba} ⟸ $V_b > V_a$] ترجمة
المسار bca $= 6 + I_2 \times 0 - I_1 \times 5 = 6 + 0 - (-1 \times 5) = 11\ V$

3) $V_c = V_{ce}$ [حيث $V_e = 0$ لانها متصلة بالارض] $= \sum_{e \to c} \Delta V$ <
المسار ebc $= 6\ V$
المسار egc $= 24 - I(9) = 24 - 2 \times 9 = 6\ V$

واجب: القدرة الداخلة والمستنفذة في الدائرة: نرسم الدائرة بالتيارات الصحيحة أولاً



القدرة الداخلة = $\sum \mathcal{E} I$ [للبطاريات التي مع اتجاه التيار]
$= (12 \times 1) + (24 \times 2) = 60\ W$
القدرة المستنفذة = $\sum I^2 R + \sum \mathcal{E} I$ [للبطاريات المعاكسة للتيار]
$= (1)^2 \times (5+1) + (2)^2 \times 9 + (6 \times 3) = 60\ W$
متساويان

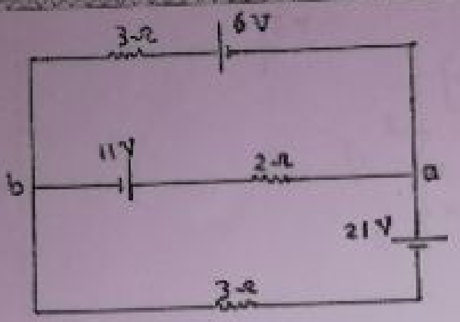
واجب: القدرة الداخلة والمستنفذة في الفرع العلوي (bfac)

لنجد $V_{bc} = \sum_{c \to b} \Delta V = -12 + 1 \times (5+1) = -6\ V$
القدرة الداخلة = $V_{bc} \times I + \sum \mathcal{E} I$ [للبطاريات التي مع اتجاه التيار] $= -6 \times 1 + 12 \times 1 = 6\ W$
القدرة المستنفذة = $\sum I^2 R + \sum \mathcal{E} I$ [للبطاريات المعاكسة للتيار] $= (1)^2 \times (1+5) + 0 = 6\ W$
متساويان

نشاط: جد القدرة الداخلة والمستنفذة في: 1) الفرع الاوسط (cb) الجواب 18W
2) الفرع السفلي (begc) الجواب 36 W

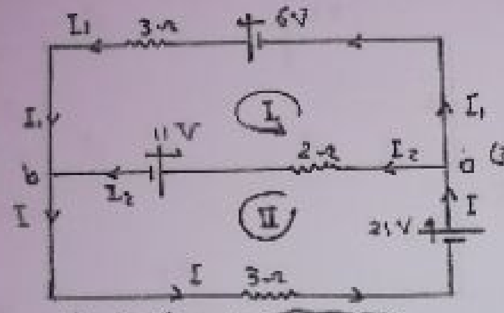
خلف الورقة

س) في الدارة المجاورة احسب
1) شدة التيار المار في كل مقاومة.
2) V_{ab}



الحل:

$$I = I_1 + I_2 \quad ---- (1)$$



مسار (I) $\sum_{a \to a} \Delta V = 0 \Rightarrow (6+11) - I_1(3) + I_2(2) = 0$

$$-3I_1 + 2I_2 = -17 \quad --(2)$$

مسار (II) $\sum_{a \to a} \Delta V = 0 \Rightarrow (-11+21) - I_2(2) - I(3) = 0$

$$10 - 2I_2 - 3I = 0 \quad --- (3)$$

بتعويض (1) في (3) ⇐ $10 - 2I_2 - 3(I_1 + I_2) = 0$

$$3I_1 + 5I_2 = 10 \quad --- (4)$$

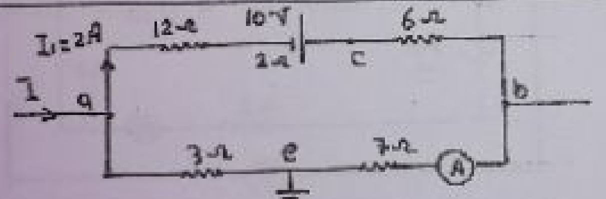
$$\cancel{-3I_1} + 2I_2 = -17$$
$$\cancel{3I_1} + 5I_2 = 10$$
$$7I_2 = -7 \Rightarrow I_2 = -1\,A$$ عكس الاتجاه المفروض

⇐ $I_1 = 5\,A$ بنفس الاتجاه المفروض

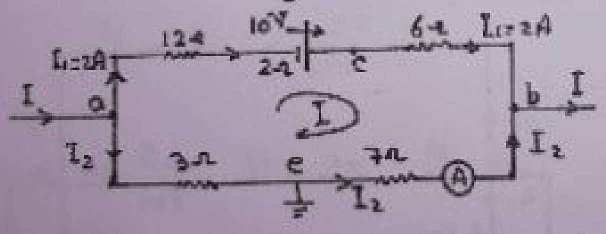
$I = 4\,A$ بنفس الاتجاه المفروض

2) $V_{ab} = \sum_{b \to a} \Delta V$
- المسار العلوي $= -6 + I_1(3) = -6 + 5(3) = 9\,V$
- المسار الأوسط $= 11 + I_2(2) = 11 + -1(2) = 9\,V$
- المسار السفلي $= 21 - I(3) = 21 - 4(3) = 9\,V$

س) الأردن 1999: يمثل الشكل المجاور جزءاً من دارة كهربائية يمر فيها تيار كهربائي، احسب
1) قراءة الأميتر Ⓐ
2) جهد النقطة c



الحل:



1) $\sum_{a \to a} \Delta V = 0 \Rightarrow 10 - 2(12+2+6) + I_2(7+3) = 0$

$\Rightarrow I_2 = 3\,A$ قراءة Ⓐ

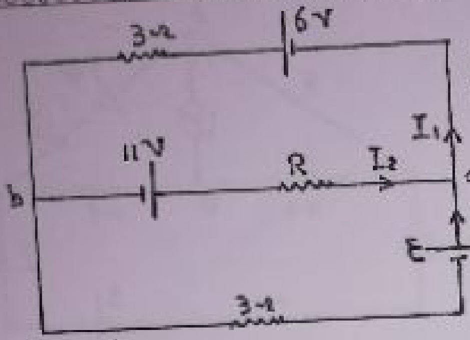
2) $V_c = V_{ce} = \sum_{e \to c} \Delta V$ المسار (ebc)

$= -I_2 \times 7 + 2 \times 6 = (-3 \times 7) + 12 \ldots$

(1) في الدارة المجاورة اذا علمت أن $V_{ab} = 9V$

1) R 2) ε

[المقاومات الداخلية للبطاريات مهملة]



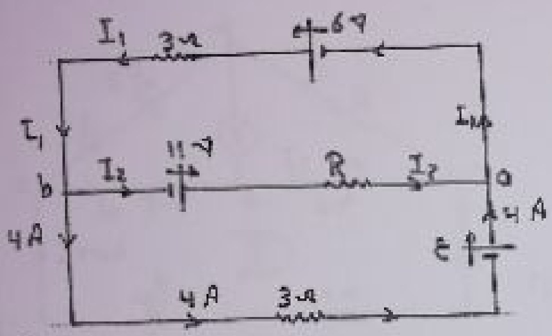
الحل:

$$4 + I_2 = I_1 \quad ---(1)$$

نستفيد من فرق الجهد المعطى أولاً

$V_{ab} = \sum\limits_{b \to a} \Delta V$ (المسار العلوي) $\Rightarrow 9 = -6 + I_1(3) \Rightarrow I_1 = 5A$

نعوض في (1) $\Rightarrow 4 + I_2 = 5 \Rightarrow I_2 = 1A$



$V_{ab} = \sum\limits_{b \to a} \Delta V$ (المسار السفلي) $\Rightarrow 9 = \varepsilon - 4(3) \Rightarrow \varepsilon = 21V$

$V_{ab} = \sum\limits_{b \to a} \Delta V$ (المسار الأوسط) $\Rightarrow 9 = 11 - I_2 \times R$

$9 = 11 - 1 \times R \Rightarrow R = 2\Omega$

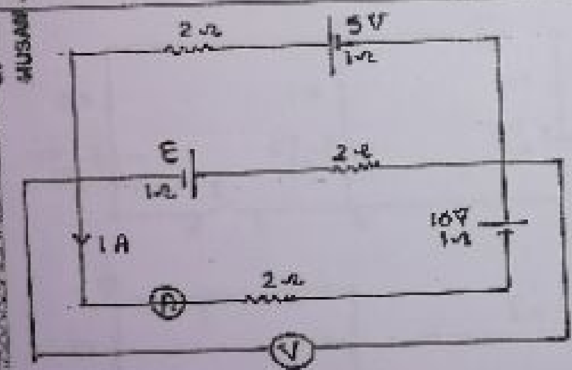
لاحظ اننا لم نستخدم قانون كيرتشوف الثاني بل استخدمنا اسلوب المسارات.

---

(2) فلسطين 1980: في الدارة الكهربائية المجاورة اذا كانت قراءة الأميتر (A) تساوي (1A) كما هو مبين، جد

1) قراءة الفولتميتر (V)

2) مقدار القوة الدافعة الكهربائية ع

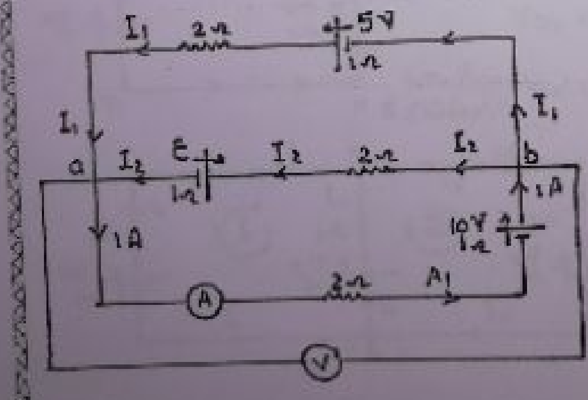


الحل:

$$1 = I_1 + I_2 \quad ---(1)$$

$V_{ab} = \sum\limits_{b \to a} \Delta V$ (المسار السفلي) $= -10 + 1(1+2) = -7V$

$\Rightarrow$ قراءة (V) $= 7V$



$V_{ab} = \sum\limits_{b \to a} \Delta V$ (المسار العلوي) $\Rightarrow -7 = 5 - I_1(1+2)$

$\Rightarrow 3I_1 = 12 \Rightarrow I_1 = 4A$

بالتعويض في (1) $\Rightarrow 1 = 4 + I_2 \Rightarrow I_2 = -3A$

عكس الاتجاه المفروض

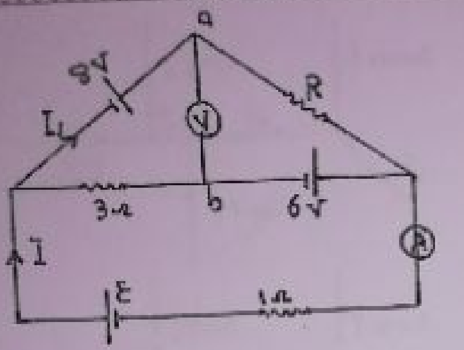
$V_{ab} = \sum\limits_{b \to a} \Delta V$ (المسار الأوسط) $\Rightarrow -7 = -\varepsilon - I_2(2+1)$

$-7 = -\varepsilon - (-3)(3) \Rightarrow \varepsilon = 16V$

س) الأردني 1999: يمثل الشكل دارة كهربائية فإذا كانت قراءة الأميتر (4A) وقراءة الفولتميتر ($V_{ab} = 14V$)

احسب: 1) مقدار المقاومة R

2) مقدار القوة الدافعة ε

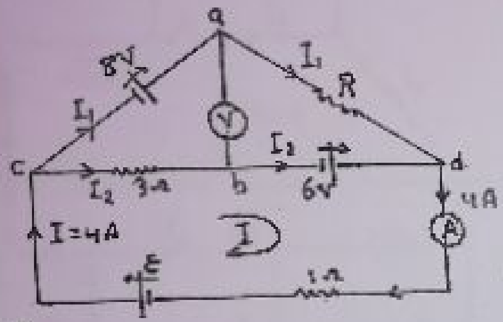


الحل:

$$4 = I_1 + I_2 \quad ---(1)$$

$$V_{ab} = \sum_{b\to a} \Delta V \ \left(\text{المسار } bca\right) \Rightarrow 14 = 8 + I_2(3) \Rightarrow I_2 = 2A$$

نعوض في (1) $\Rightarrow 4 = I_1 + 2 \Rightarrow I_1 = 2A$



$$V_{ab} = \sum_{b\to a} \Delta V \ \left(\text{المسار } bda\right) \Rightarrow 14 = 6 + I_1 R$$
$$14 = 6 + 2R \Rightarrow R = 4Ω$$

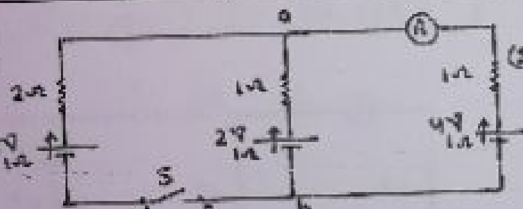
(I) حلقة: $\sum_{c\to c} \Delta V = 0 \Rightarrow (6+\varepsilon) - I_2(3) - (4)(1) = 0$

$$6 + \varepsilon - 2\times3 - 4\times1 = 0 \Rightarrow \varepsilon = 4V$$

س2) في الدارة المجاورة احسب

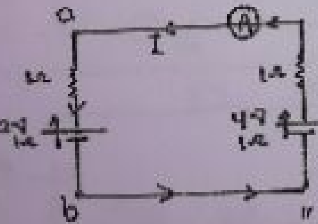
1) قراءة الأميتر (A)، V_{ab}، فرق الجهد بين طرفي المفتاح (S) والمفتاح مفتوح

2) قراءة الأميتر (A)، V_{ab} والمفتاح مغلق



الحل:

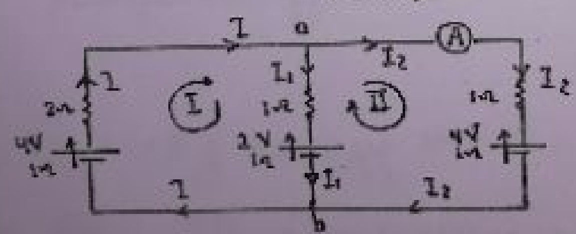
1) عندما يكون المفتاح (S) مفتوحاً لا يسري تيار في الجزء الأيسر وتصبح الحلقة المتبقية دارة بسيطة.



$$I = \frac{\sum E}{\sum R} = \frac{4-2}{(1+1)+(1+1)} = 0.5A \quad \text{قراءة (A)}$$

$$V_{ab} = \sum_{b\to a} \Delta V = 2 + 0.5(1+1) = 3V$$

فرق الجهد بين طرفي المفتاح S: $V_{cd} = \sum_{d\to c} \Delta V = (4-2) - 0.5(1+1) = 1V$



2) عندما نغلق المفتاح نستخدم قانوني كيرتشوف

$$I = I_1 + I_2 \quad ---(1)$$

(I) حلقة: $\sum_{a\to a} \Delta V = 0 \Rightarrow (-2+4) - I_1(1+1) - I(1+2) = 0$

$$\Rightarrow 3I + 2I_1 = 2 \quad ---(2)$$

(II) حلقة: $\sum_{a\to a} \Delta V = 0 \Rightarrow (-4+2) - I_2(1+1) + I_1(1+1) = 0$

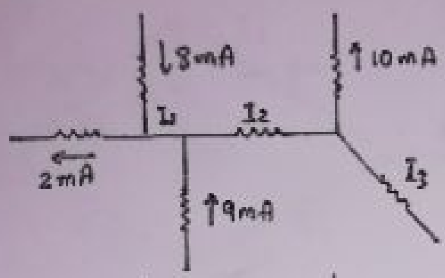
$$\Rightarrow I_1 - I_2 = 1 \quad ---(3)$$

بتعويض (1) في (2) $\Rightarrow 3(I_1 + I_2) + 2I_1 = 2 \Rightarrow 5I_1 + 3I_2 = 2 \quad ---(4)$

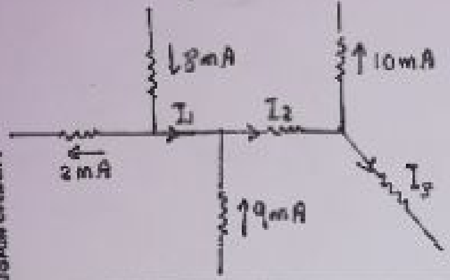
وبحل المعادلتين (3) و(4) $\Rightarrow I_1 = \frac{5}{8}A ,\ I_2 = \frac{-3}{8}A ,\ I = \frac{1}{4}A \Rightarrow$ قراءة الأميتر $= \frac{3}{8}A$

$$V_{ab} = \sum_{b\to a} \Delta V \ \left(\text{المسار الأوسط}\right) = 2 + I_1(1+1) = 2 + \frac{5}{8}\times2 = \frac{13}{4}V$$

مثال: يمثل الشكل المجاور جزءاً من دارة كهربائية، مستعيناً بالبيانات المثبتة على الشكل احسب مقدار شدة التيارات (I_1, I_2, I_3)



الحل:



$8 = 2 + I_1 \Rightarrow I_1 = 6\,mA$

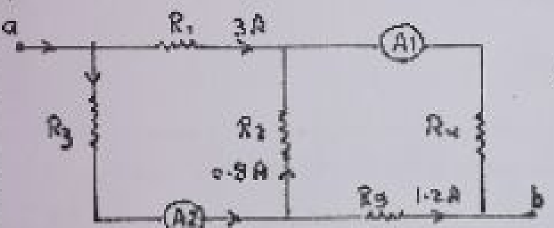
$I_1 + 9 = I_2 \Rightarrow 6 + 9 = 15\,mA = I_2$

$15 = 10 + I_3 \Rightarrow I_3 = 5\,mA$

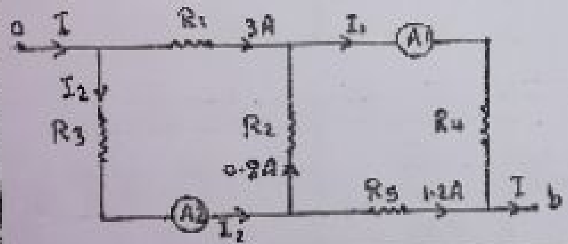
مثال: يبين الشكل المجاور جزءاً من دارة كهربائية يسري فيها تيار كهربائي، إذا كان فرق الجهد بين النقطتين (a,b) يساوي (60V) جد:

1) قراءة الأميترات (A_1, A_2)

2) المقاومة المكافئة بين النقطتين (a,b)



الحل:



$I_1 = 3 + 0.8 = 3.8\,A =$ قراءة A_1

$I_2 = 0.8 + 1.2 = 2\,A =$ قراءة A_2

$I = I_2 + 3 = 2 + 3 = 5\,A$

$V_{ab} = I \times R_{eq} \Rightarrow 60 = 5 \times R_{eq} \Rightarrow R_{eq} = 12\,\Omega$

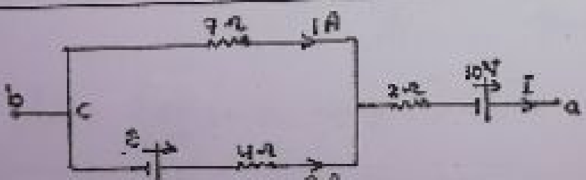
مثال: يمثل الشكل المجاور جزءاً من دارة كهربائية معتمداً على البيانات المثبتة على الشكل جد:

1) فرق الجهد بين النقطتين (a,b)

2) مقدار القوة الدافعة الكهربائية (ع)

3) القدرة الداخلة بين النقطتين (a,b)

4) القدرة المستنفذة بين النقطتين (a,b)



الحل:

1) $I = 1 + 3 = 4\,A$ | $V_{ba} = \sum_{a \to b} \Delta V$ (المسار العلوي) $= -10 + 4(2) + 1(7) = 5\,V$

2) $\sum_{c \to c} \Delta V = 0 \Rightarrow -\varepsilon - (1 \times 7) + 3(4) = 0 \Rightarrow \varepsilon = 5\,V$

3) القدرة الداخلة بين (a,b) $= I\,V_{ba} + \sum \varepsilon I$ للبطاريات التي مع اتجاه التيار $= (4 \times 5) + (5 \times 3) + (10 \times 4) = 75\,W$

4) القدرة المستنفذة بين (a,b) $= \sum I^2 R + \sum \varepsilon I$ للبطاريات المعاكسة للتيار $= (1)^2 \times 7 + (3)^2 \times 4 + (4)^2 \times 2 = 75\,W$

متساويتان