المراجعة النهائية

في

الفيزياء

للثانوية العامة

الفصل الاول

التيار الكهربي وقانون اوم وقانونا كيرشوف

اعداد أ/ أحمد الصباغ

اخصائى تدريس الفيزياء والكيمياء

01093531294
01123236646

التيار الكهربي وقانون اوم وقانونا كيرشوف

اولا:- المصطلحات الهامة

المصطلح	المفهوم
التيار الكهربي	فيض من الشحنات الكهربية تسري خلال الموصلات .
شدة التيار الكهربي I	كمية الكهربية المارة خلال مقطع من موصل في زمن قدره 1 S
الامبير	شدة التيار الناتج عن سريان كمية كهربية مقدارها 1 C خلال مقطع من موصل في زمن قدره 1 S .
الكولوم	مقدار الشحنة الكهربية التي عند مرورها خلال مقطع من موصل في زمن قدره 1 S ينتج عنها تيار كهربي شدته 1 A .
فرق الجهد الكهربي بين نقطتين V	هو مقدار الشغل المبذول لنقل كمية كهربية مقدارها 1 C بين النقطتين
الفولت	فرق الجهد بين نقطتين عندما يلزم بذل شغل مقداره 1 J لنقل كمية كهربية مقدارها 1 C بين هاتين النقطتين .
القوة الدافعة الكهربية لعمود V_B	* مقدار الشغل الكلي المبذول خارج وداخل العمود لنقل كمية من الكهربية مقدارها 1 C في الدائرة الكهربية . *فرق الجهد بين قطبي العمود في حالة عدم مرور تيار كهربي في الدائرة (المفتاح مفتوح) .
المقاومة الكهربية لموصل R	* الممانعة التي يلقاها التيار الكهربي عند مروره في الموصل . *النسبة بين فرق الجهد بين طرفي الموصل بالفولت وشدة التيار الماره فيه بالامبير .
قانون اوم	عند ثبوت درجة الحرارة فان شدة التيار المار في موصل تتناسب طرديا مع فرق الجهد بين طرفيه.
الاوم	مقاومة موصل يسمح بمرور تيار شدته 1 A عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه 1 V .
المقاومة النوعية لمادة موصل ρ_e	هي مقاومة موصل طوله 1 m ومساحة مقطعه $1m^2$ عند درجة حرارة معينة . او هي مقلوب التوصيلية الكهربية
التوصيلية الكهربية لمادة موصل σ	مقلوب مقاومة موصل طوله 1 m ومساحة مقطعه $1\ m^2$ عند درجة حرارة معينة . او هي مقلوب المقاومة النوعية لمادة الموصل .

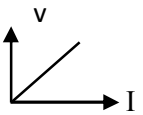
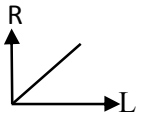
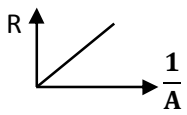
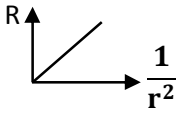
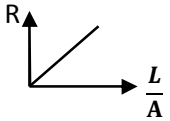
القانون الاول لكيرشوف	* مجموع التيارات الكهربية الداخلة عند نقطة في دائرة كهربية مغلقة يساوي مجموع التيارات الخارجة منها . * المجموع الجبري للتيارات عند نقطة في دائرة مغلقة يساوي صفر. $\Sigma I = 0$
قانون كيرشوف الثاني	* المجموع الجبري للقوي الدافعة الكهربية في دائرة مغلقة يساوي المجموع الجبري لفروق الجهد في الدائرة . * المجموع الجبري لفروق الجهد الكهربية في مسار مغلق يساوي صفر $\Sigma V_B = 0$

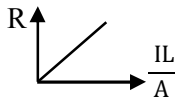
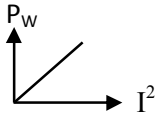
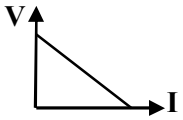
ثانيا:- ما معنى قولنا ان :-

شدة التيار المار في موصل = 5 A	مقدار الشحنة الكهربية التي تمر خلال مقطع من الموصل في الثانية الواحدة = 5 C .
فرق الجهد الكهربي بين طرفي موصل = 20V	مقدار الشغل المبذول لنقل شحنة مقدارها 1 C بين طرفي الموصل = 20 J
مقدار الشغل المبذول لنقل شحنة كهربية مقدارها 2 C بين نقطتين في دائرة كهربية = 24 J	فرق الجهد الكهربي بين نقطتين = 12 V .
القوة الدافعة الكهربية لعمود كهربي = 1.5 V .	مقدار الشغل الكلي المبذول لنقل شحنة مقدارها 1 C داخل وخارج العمود الكهربي = 1.5 J
المقاومة الكهربية لموصل = 100Ω .	النسبة بين فرق الجهد بين طرفي الموصل وشدة التيار المار فيه = 100 V/ A
المقاومة النوعية لموصل = $6 \times 10^{-6}\ \Omega.m$	مقاومة موصل من هذه المادة طوله 1 m ومساحة مقطعه $1\ m^2$ عند درجة حرارة معينة = $6 \times 10^{-6}\ \Omega$.
التوصيلية الكهربية للنحاس = $5.6 \times 10^{7}\ \Omega^{-1} . m^{-1}$.	مقلوب مقاومة سلك من النحاس طوله 1 m ومساحة مقطعه $1\ m^2$ عند درجة حرارة معينة = $5.6 \times 10^{7}\ \Omega^{-1}$

المقاومة المكافئة = 8 Ω	اي ان المقاومة الواحدة التي تؤدي وظيفة عدة مقاومات دون تغير فرق الجهد او شدة التيار = 8 Ω
كفاءة بطارية = 95%	اى ان النسبة بين فرق الجهد بين طرفي العمود عند غلق الدائرة الى القوة الدافعة الكهربية للعمود = 95%

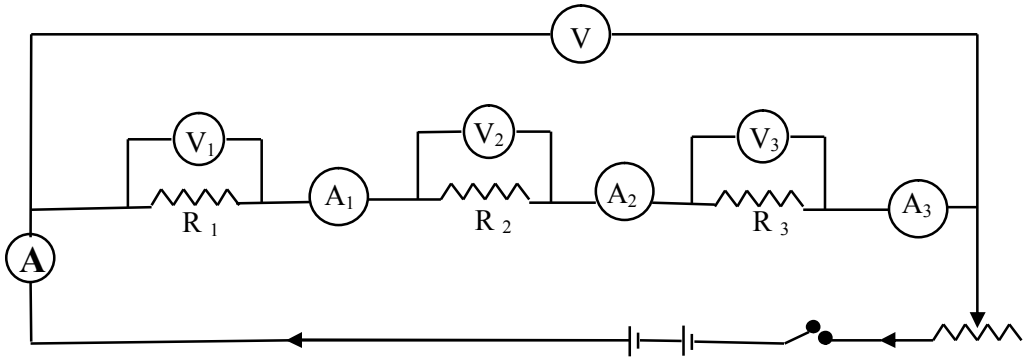
ثالثا :- العلاقات البيانية :-

العلاقة بين	الشكل البياني	القانون المستخدم ودلالة الميل
فرق الجهد (v) و شدة التيار (I)		$V = IR$ الميل $= \frac{\Delta V}{\Delta I} = R$
مقاومة موصل (R) و طوله (L)		$R = \rho_e \frac{L}{A}$ الميل $= \frac{\Delta R}{\Delta L} = \frac{\rho_e}{A}$
مقاومة موصل (R) و مقلوب مساحة مقطعة ($\frac{1}{A}$)		$R = \rho_e \frac{L}{A}$ الميل $= \frac{\Delta R}{\Delta \frac{1}{A}} = \rho_e L$
مقاومة موصل (R) و مقلوب مربع نصف قطره $\frac{1}{r^2}$		$R = \rho_e \frac{L}{A} = \rho_e \frac{L}{\pi r^2}$ الميل $= \frac{\Delta R}{\Delta \frac{1}{r^2}} = \rho_e \frac{L}{\pi}$
مقاومة موصل (R) و النسبة بين طوله و مساحة مقطعه ($\frac{L}{A}$)		$R = \rho_e \frac{L}{A}$ الميل $= \frac{\Delta R}{\Delta \frac{L}{A}} = \rho_e$

فرق الجهد بين طرفي موصل (V) و ($\frac{IL}{A}$)		$V = IR$ $V = I \frac{\rho_e L}{A}$ الميل $= \frac{\Delta V}{\Delta \frac{IL}{A}} = \rho_e$
القدرة الكهربية P_W ومربع شدة التيار (I^2) .		$P_w = I^2 R$ الميل $= \frac{\Delta P_w}{\Delta I^2} = R$
فرق الجهد بين طرفي عمود كهربي V وشدة التيار الكهربي .		$V = V_B - Ir$ الميل $= \frac{\Delta v}{\Delta I} = -r$ الميل $= \frac{V - V_B}{I} = -r$

رابعا:- الاستنتاجات :-

١ـ المقاومة المكافئة لمجموعة مقاومات متصلة على التوالي :



***عند دمج المقاومات ف يدائرة كهربية كما بالشكل فأن :**
***شدة التيار المار في جميع المقاومات تكون متساوية .**

*** فرق الجهد الكلي :**

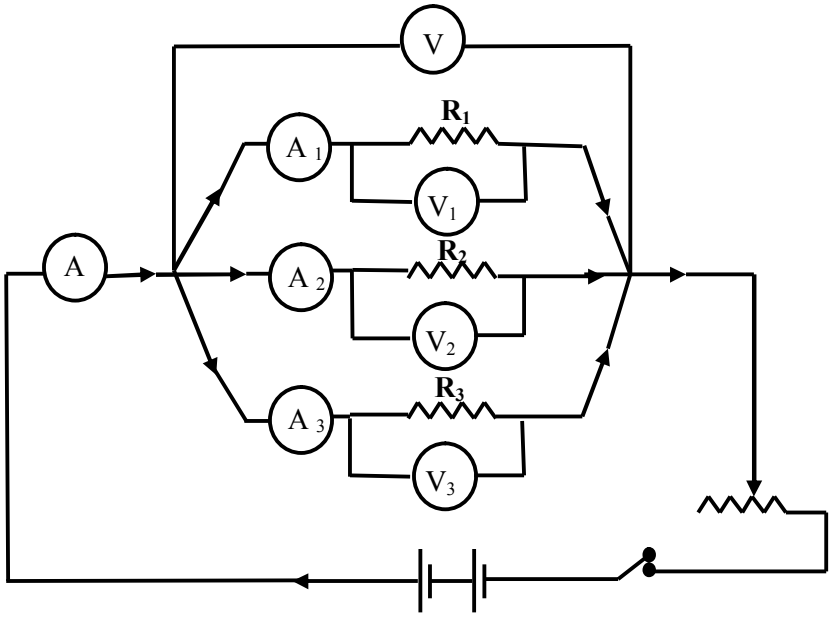
$$v = v_1 + v_2 + v_3$$

من قانون اوم $V = I R$

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

$$\therefore \quad R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

٢ـ المقاومة المكافئة لمجموعة مقاومات متصلة على التوازي :



*** عند دمج المقاومات في دائرة كهربية كما بالشكل فأن :**

ـ فرق الجهد يكون متساوي بين طرفي جميع المقاومات

ـ شدة التيار الكلي : $I_{\text{الكلي}} = I_1 + I_2 + I_3$

ومن قانون اوم

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

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

$$\therefore \quad \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

خامسا:- المقارنات :

وجه المقارنة	التوصيل على التوالى	التوصيل على التوازى
الغرض	الحصول على مقاومة كبيرة من عدة مقاومات صغيرة	الحصول على مقاومة صغيرة من عدة مقاومات كبيرة
شدة التيار	ثابتة لا تتجزأ $I = I_1 = I_2 = I_3$	تتجزأ ويكون $I = I_1 + I_2 + I_3$
فرق الجهد	يتجزأ ويكون $V = V_1 + V_2 + V_3$	ثابت لا يتجزأ ويكون $V = V_1 = V_2 = V_3$
القانون الرياضى	$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$
ملاحظات هامة	١- المقاومة الكلية تزداد وتكون أكبر من أكبر مقاومة ١- فى حالة توصيل عدة مقاومات متساوية فإن $R_{eq} = R \times N$ ٣- فى حالة توصيل مقاومتين على التوالى فإن $R_{eq} = R_1 + R_2$	١- المقاومة الكلية تقل وتكون أصغر من أصغر مقاومة ٢- فى حالة توصيل عدة مقاومات متساوية فإن $R_{eq} = \frac{R}{N}$ ٣- فى حالة توصيل مقاومتين $R_{eq} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$

سادسا :- العوامل التي تتوقف عليها بعض الكميات الفيزيائية :-

الكمية الفيزيائية	العوامل التي تتوقف عليها
مقاومة موصل ($R = \rho_e \frac{L}{A}$)	١- طول الموصل (L) علاقة طردية ٢- مساحة مقطع الموصل (A) علاقة عكسية ٣- نوع مادة الموصل ٤-درجة حرارة الموصل بزيادة درجة الحرارة تزداد مقاومة الموصل
المقاومة النوعية لمادة موصل ρ_e	١- نوع مادة الموصل . ٢- درجة حرارة الموصل بزيادة درجة الحرارة تزداد المقاومة النوعية
التوصيلية الكهربية لمادة موصل (معامل التوصل الكهربي) σ	١- نوع مادة الموصل ٢- درجة حرارة الموصل بزيادة درجة الحرارة يقل معامل التوصيل الكهربي
المقاومة المكافئة لعدة مقاومات لعدة مقاومات متصلة معا	طريقة توصيل المقاومات توالى ام توازي
التيار الكلي المار في دائرة كهربية مغلقة	القوة الدافعة الكهربية والمقاومة المكافئة

سابعا :- ماذا يحدث في الحالات الآتية :

1	زيادة فرق الجهد بين طرفي موصل للضعف بالنسبة لشدة التيار المار به والقدرة المستنفذة .	تزداد شدة التيار للضعف تبعا للعلاقة ($V = I R$) وتزداد القدرة المستنفذة لاربعة امثال تبعا للعلاقة . ($P_w = \frac{V^2}{R}$)
2	زيادة شدة التيار المار في موصل للضعف بالنسبة لقيمة مقاومته .	تظل المقاومة ثابتة لان قيمة المقاومة لا تعتمد على شدة التيار المار بها عند ثبوت درجة الحرارة.
3	زيادة مساحة مقطع موصل للضعف ونقص طوله الى النصف بالنسبة لمقاومة موصل .	$\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1 A_2}{L_2 A_1} = \frac{2L \times 2A}{L \times A} = \frac{4}{1}$ $\therefore R_2 = \frac{1}{4} R_1$ ∴ تقل مقاومة الموصل إلى الربع .

4	توصيل مقاومتين على التوازي قيمة إحداهما واحد اوم بالنسبة لقيمة المقاومة المكافئة.	تكون قيمة المقاومة المكافئة ($R^{\prime}$) اقل من $1\ \Omega$ لأنه في التوصيل على التوازي . $(R^{\prime}) = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$. فتكون $(R^{\prime}) = \frac{R_1 \times 1}{R_1 + 1}$
5	عدم سحب تيار من مصدر كهربي بالنسبة لفرق الجهد بين طرفي المصدر الكهربي.	يصبح فرق الجهد بين طرفي المصدر مساويا للقوة الدافعة الكهربية للمصدر لأنه تبعا للعلاقة : $(V= V_B - I\ r)$ عندما تكون $I = 0$ فأن $V = V_B$.
6	سحب سلك ليزداد طوله للضعف او زيادة طول سلك للضعف مع بقاء كتلته ثابته	تزداد المقاومة الى اربع امثالها لان الطول يزداد للضعف وتقل مساحة المقطع في نفس الوقت الى النصف $L_2=2L_1$ و $A_2 = {}^1/_2 A_1$ $R\ \alpha\ \frac{L}{A}$
7	اضاءة المزيد من المصابيح الكهربية بالمنزل بالنسبة الى تيار المصدر	يزداد شدة تيار المصدر لان المقاومة الكلية تقل مع ثبوت فرق الجهد

ثامنا :- التعليلات

1	لابد من بذل شغل لنقل الشحنات الكهربية من نقطة الى اخري .	للتغلب على المقاومة بين النقطتين حتي يسري التيار الكهربي.
2	تسمح بعض المواد بتوصيل التيار الكهربي بينما الاخر عازل للكهربية .	لان بعض المواد تحتوي على وفرة من الالكترونات الحرة فتسمح بمرور التيار الكهربي بينما البعض الاخر لا يحتوي على وفرة من الالكترونات الحرة فلا تسمح بمرور التيار الكهربي .
3	تزداد مقاومة موصل بزيادة طوله .	لان المقاومة تتناسب طرديا مع الطول تبعا للعلاقة : $(R = \rho_e \frac{L}{A})$. كما ان زيادة الطول يماثل توصيل مقاومات على التوالي

4	مضاعفة نصف قطر سلك من النحاس يؤدي الى نقصان مقاومته الكهربية الي الربع .	لان المقاومة تتناسب عكسيا مع مربع نصف القطر تبعا للعلاقة : ($R = \rho_e \frac{L}{\pi r^2}$)
5	عند تشكيل موصل على هيئة متوازي مستطيلات تختلف مقاومة اضلاعه بينما عند تشكيل نفس الموصل على هيئة مكعب تتساوي مقاومة اضلاعه .	لان اطوال اضلاع متوازي المستطيلات مختلفة وبالتالي تختلف مقاومة اضلاعه تبعا للعلاقة : ($R = \rho_e \frac{L}{A}$) بينما في المكعب تتساوي اطوال الاضلاع وبالتالي تتساوي المقاومات .
6	تزداد مقاومة موصل بارتفاع درجة الحرارة.	لان ارتفاع درجة الحرارة يعمل على زيادة سعة الاهتزازة لجزيئات الموصل وزيادة سرعة اهتزاز جزيئاته وبالتالي زيادة معدل تصادم الكترونات التيار الكهربي مع جزيئات الموصل فتزداد الممانعة لسريان الالكترونات خلاله .
7	*المقاومة النوعية لمادة موصل خاصية فيزيائية مميزة لها . او تختلف المقاومة النوعية من مادة لاخري .	لان المقاومة النوعية تتوقف على نوع المادة عند درجة حرارة معينة .
8	التوصيلية الكهربية لمادة موصل خاصية فيزيائية مميزة لها .	لان التوصيلية الكهربية لمادة الموصل تساوي مقلوب المقاومة النوعية للمادة والتي لا تتغير إلا بتغير نوع المادة عند ثبوت درجة الحرارة .
9	معامل التوصيل الكهربي للنحاس كبير .	لان المقاومة النوعية للنحاس صغيرة بسبب وفرة الالكترونات الحرة .
10	يفضل استخدام أسلاك من النحاس في التوصيلات الكهربية.	لان المقاومة النوعية للنحاس صغيرة والمقاومة تتناسب طرديا مع المقاومة النوعية تبعا للعلاقة : ($R = \rho_e \frac{L}{A}$) وبالتالي تكون مقاومة أسلاك النحاس صغيرة فلا تستنفذ الطاقة الكهربية فيها .

11	توصيل الأجهزة الكهربية المنزلية على التوازي .	حتى يعمل كل جهاز على فرق جهد المصدر وبالتالي يمكن تشغيل كل جهاز بمفرده فإذا تلف أي جهاز لا يؤثر على الأجهزة الأخرى كما أن المقاومة المكافئة لها جميعا تصبح صغيرة جدا فلا تضعف شدة التيار
12	لا توصل الأجهزة الكهربية المنزلية على التوالي .	لان فرق جهد المصدر الكهربي يتجزأ على الأجهزة وبالتالي يمكن ألا يكون فرق الجهد بين طرفي جهاز مساوي للجهد اللازم لتشغيله كما لا يمكن تشغيل كل جهاز بمفرده وعند فصل أو تلف أي جهاز لا تعمل باقي الأجهزة كما أن المقاومة المكافئة لها جميعا تصبح كبيرة فتضعف شدة التيار .
13	تزداد القدرة المستنفذة من مصدر كهربي إذا وصلت مقاومة على التوازي مع مقاومة أخري في دائرة المصدر .	لان توصيل المقاومات على التوازي يقلل من قيمة المقاومة الكلية فتزداد شدة التيار المار بالدائرة وبالتالي تزداد القدرة المستنفذة من المصدر حيث $P_w = VI$
14	للحصول على مقاومة صغيرة من مجموعة مقاومات كبيرة توصل المجموعة على التوازي. أو تقل المقاومة المكافئة لعدة مقاومات عند توصيلها على التوازي .	لانه اذا وصلت عدة مقاومات على التوازي فأن المقاومة المكافئة تتعين من العلاقة : $\left(\frac{1}{R\backslash} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots\right)$ وبالتالي فأن قيمة المقاومة المكافئة اقل من قيمة اصغر مقاومة في المجموعة .
15	في الدوائر الكهربية المتصلة على التوازي تستخدم اسلاك سميكة عند طرفي البطارية بينما تستخدم اسلاك اقل سمكا عند طرفي كل مقاومة فى الدائرة	لان التوصيل على التوازي يجعل المقاومة الكلية تقل فتزداد شدة التيار فى الدائرة وتكون اكبر ما ما يمكن عند مدخل ومخرج التيار اي عند قطبي البطارية بينما تقل شدة التيار عند المرور في كل مقاومة لان التيار يتجزأ
16	يتساوي فرق الجهد بين قطبي مصدر كهربي مع القوة الدافعة الكهربية له عند فتح الدائرة الكهربية .	لان من العلاقة $(V = V_B - I\,r)$ عند فتح الدائرة تصبح قيمة التيار مساوية للصفر وبذلك تكون $(V = V_B)$ فيتساوى فرق الجهد بين قطبي المصدر مع القوة الدافعة الكهربية له .

17	يزداد فرق الجهد بين قطبي بطارية عند زيادة مقاومة دائرتها .	لانه تبعا للعلاقة ($V = V_B - I\,r$) عندما تزداد مقاومة الدائرة تقل شدة التيار المار فيها فيقل فرق الجهد الداخلي $I\,r$ وحيث ان V_B ثابت فأن فرق الجهد بين طرفي البطارية يزداد .
18	القوة الدافعة الكهربية لعمود كهربي اكبر من فرق الجهد بين طرفي دائرته الخارجية عند غلق مفتاح الدائرة .	لان المقاومة الداخلية للعمود تستنفذ شغل لكي يمر التيار الكهربي تبعا للعلاقة $(V = V_B - I\,r)$ وبذلك تكون ($V_B > V$) .
19	تزاد كفاءة البطارية بنقص مقاومتها الداخلية	لانه بنقص المقاومة الداخلية للعمود r يقل المقدار Ir ويزداد فرق الجهد بين طرفي العمود حيث $V = V_B - Ir$

عاشرا :- اذكر ما تدل عليه الكميات الفيزيائية الاتية :-

	الكمية الفيزيائية	ما تدل علية
١	$\frac{RA}{L}$	المقاومة النوعية
٢	$\frac{IL}{VA}$	التوصيلية الكهربية
٣	$\frac{V^2}{R}$	القدرة الكهربية
٤	$\frac{RV_{ol}}{L^2}$	المقاومة النوعية

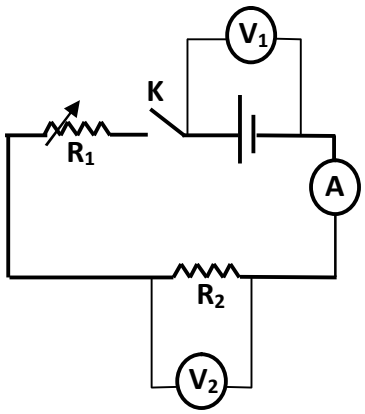
حادي عشر :- متى تكون القيم الاتية اكبر مايمكن ؟

١	فرق الجهد بين قطبي بطارية	عندما تكون الدائرة الخارجية مفتوحة ويكون المقدار $Ir = 0$

ثانى عشر:- اسئلة متنوعة :-

اولا:- اختر الاجابة الصحيحية مما بين الاقواس :-

(١) في الشكل التالي :-



اولا:-عند غلق K وزيادة R_1 فان:-

١- قراءة A ..... (تزداد/ تقل/ لا تتغير/= صفر)

٢- قراءة V_1 ..... (تزداد/ تقل/ لا تتغير/= صفر)

٣- قراءة V_2 ..... (تزداد/ تقل/ لا تتغير/= صفر)

ثانيا :- عند فتح K فان:-

١- قراءة A ..... (تزداد/ تقل/ لا تتغير/= صفر)

٢- قراءة V_1 ..... (تزداد/ تقل/ لا تتغير/= صفر)

٣- قراءة V_2 ..... (تزداد/ تقل/ لا تتغير/= صفر)

الحل :

في البداية قراءة V_1 :- تتعين من العلاقة :- $V_1 = V_B - I\,r$

قراءة V_2 : - تتعين من العلاقة :- $V_2 = I\,R$

أولا : عند غلق K وزيادة R_1 فأن المقاومة الكلية تزداد وتقل شدة التيار .

(١) قراءة الاميتر تقل .

(٢) قراءة V_1 تزداد $V_{\text{تزداد}} = V_B - I\,r_{\text{تقل}}$

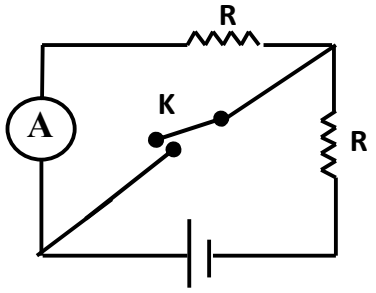
(٣) قراءة V_2 تقل $V_{2\,\text{تقل}} = I\,R_{\text{تقل}}$

ثانيا : عند فتح K

(١) قراءة A = صفر .

(٢) قراءة V_1 تزداد $V = V_B$

(٣) قراءة V_2 = صفر .



(٢) في الشكل التالي :-عند غلق المفتاح فان :-

١ـ المقاومة الكلية (تزداد/ تقل/ لا تتغير/= صفر)

٢ـ قراءة الاميتر. (تزداد/ تقل/ لا تتغير/= صفر)

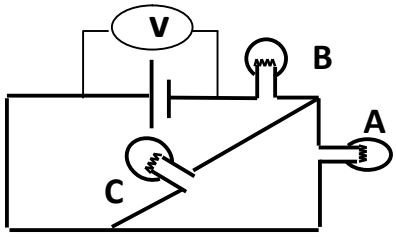
الحل :

عند غلق K أصبح هناك مسار للتيار بدون مقاومة فلا يمر التيار في المقاومة R العلوية ويمر فقط في R الجانبية .

*** المقاومة الكلية تقل .** *** قراءة الاميتر = صفر**

==========

(٣) في الشكل التالي :- عند احتراق المصباح (A - B - C) يكون قراءة الفولتميتر اكبر ما يمكن .



الحل :

*** المصباح B**

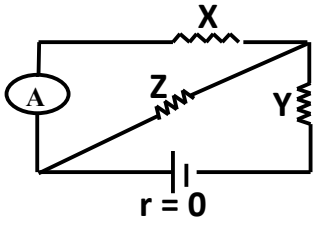
لاحظ قبل احتراق المصباح B : $V = V_B - I\,r$

*** بعد احتراق المصباح B** $V = V_B$

لان $I = 0$

==========

(٤) في الشكل التالي :- ثلاث مقاومات متماثلة عند استبدال المقاومة Z بسلك عديم المقاومة فان قراءة الاميتر(تقل / تزداد / لا تتغير / = صفر)



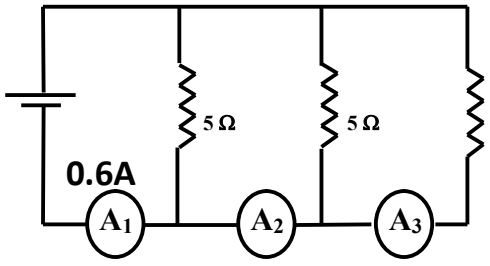
الحل :

قراءة الاميتر = صفر .

==========

(٥) من الشكل المقابل : احسب قراءة الاميتر A_2 , A_3

الحل :



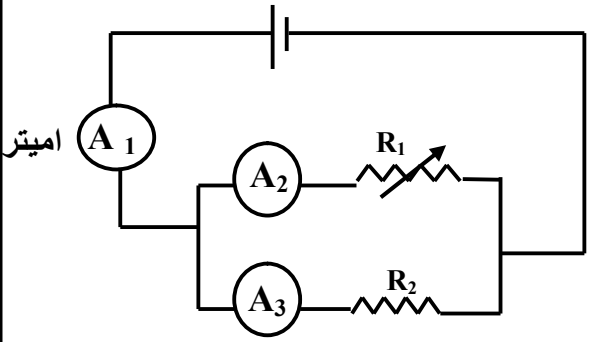
يتجزأ التيار بالتساوي في المقاومات لانها متساوية

ويصبح تيار كل مقاومة 0.2 A

A_2 يقيس تيار مقاومتين $\therefore\ A_2 = 0.4\ A$

A_3 يقيس تيار مقاومة واحدة $\therefore\ A_3 = 0.2\ A$

(٦)- فى الدائرة الموضحة بالشكل اذا نقصت R_1



فان قراءة A_1 ..... (تزداد/ تقل/ لا تتغير/= صفر)

وقراءة A_2 ..... (تزداد/ تقل/ لا تتغير/= صفر)

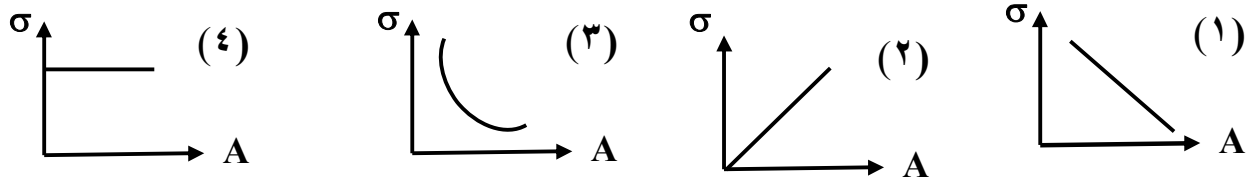
وقراءة A_3 ..... (تزداد/ تقل/ لا تتغير/= صفر)

الحل :

اذا نقصت R_1 تقل المقاومة الكلية ويزداد التيار الكلي أي يزداد A_1 ويزداد الجزء الذي يدخل الى R_1 أي يزداد A_2 ويبقي A_3 ثابت لا يتغير .

==========

(٧) ما هو افضل خط بياني يبين العلاقة بين التوصيلية الكهربية ومساحة المقطع لسلك مع ذكر السبب .

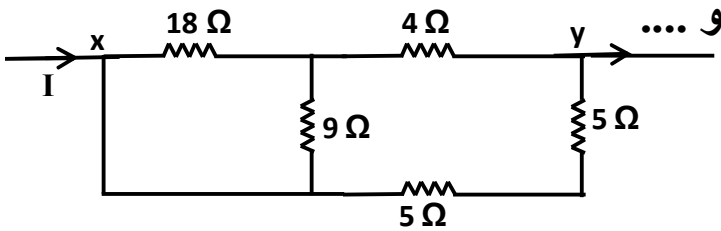


الحل :

الشكل (٤) لان التوصيلية الكهربية تعتمد فقط على نوع المادة ودرجة الحرارة .

==========

(٨)فى الشكل المقابل اذا كان فرق الجهد بين x , y هو π فولت فان شدة التيار الكلي المار هو ....



الحل :

*** 9 ، 18 توازي .** $R_1 = \frac{18 \times 9}{18 + 9} = 6\ \Omega$

*** 6 ، 4 توالي .** $R_2 = 4 + 6 = 10\ \Omega$

5 ، 5 توالي . $R_3 = 5 + 5 = 10\ \Omega$

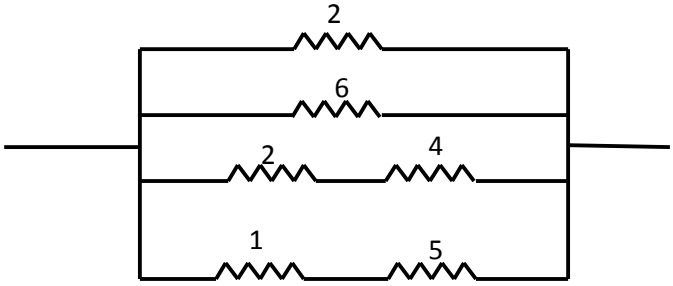
*** 10 , 10 توازي .** $R_{eq} = \frac{10}{2} = 5\ \Omega$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{\pi}{5}$$

ثانيا :- اجب عما يلى

(أ)- معك ستة مقاومات قيمتها على الترتيب 1 , 2 , 2 , 4 , 5 , 6 وضح بالرسم كيف توصلهم معا للحصول على مقاومة تساوي 1 اوم .

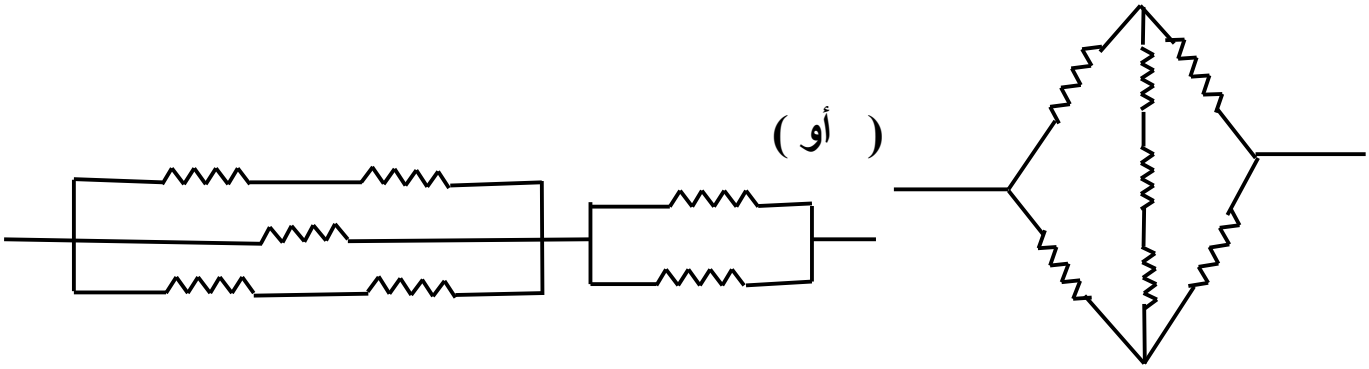
الحل :



==========

(ب) لديك سبعة مقاومات متساوية كيف توصلها معا لتعطي مقارمة مكافئة تساوي احداهم .

الحل



==========

(ج)- في الجدول الاتي قيم مختلفة لاطوال (L) ومساحات مقطع (A) ومقاومته النوعية (ρ) لاسلاك مصنوعة من مواد معدنية .

السلك	m (L) بالمتر	A بالمتر المربع	ρ_e بالاوم . م
أ	10	0.1	0.05
ب	5	0.5	0.25
ج	5	0 .1	0.5
د	0.5	5	0.5
هـ	0.5	0.5	0.005

١ـ أي الأسلاك تكون مقاومته = مقاومته النوعية (عدديا) .
٢ـ أي الأسلاك يمرر تيارا كهربيا 2 A عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه 10 V .
٣ـ أي الأسلاك يكون فرق الجهد بين طرفيه 20 V عندما يمر تيار فيه 8 A
٤ـ أي الأسلاك يعطي كمية حرارة أكبر من باقي الأسلاك عند مرور نفس التيار .
٥ـ أي الأسلاك يعطي كمية حرارة أكبر من باقي الأسلاك عند توصيل كل منهما بنفس فرق الجهد .

الحل :

نحسب اولا مقاومة كل سلك كما هو بالجدول :

السلك	أ	ب	ج	د	هـ
المقاومة	5	2.5	25	0.05	0.005

١ـ رقم هـ حيث $\rho = 0.005\ \Omega.m$, $R = 0.005\ \Omega$

٢ـ رقم أ حيث $R = \frac{V}{I} = \frac{10}{2} = 5\ \Omega$

٣ـ رقم ب حيث $R = \frac{V}{I} = \frac{20}{8} = 2.5\ \Omega$

٤ـ رقم ج حيث له اكبر مقاومة $P_W = I^2 R$

٥ ـ رقم هـ حيث له اصغر مقاومة $P_W = \frac{V^2}{R}$

==========

أمثلة محلولة

مثال (١) :

سلك طوله 2 m وكثافة مادته $7000\ kg / m^3$ فإذا كانت مقاومته 2Ω ومقاومته النوعية $10^{-6}\ \Omega . m$ احسب كتلته .

الحل :

$R = \frac{\rho_e L}{A}$ ولكن $A = \frac{m}{\rho L}$ فيصبح $R = \frac{\rho_e L}{\frac{m}{\rho L}}$

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

$m = \frac{\rho_e L^2 \rho}{R} = \frac{10^{-6} \times 2^2 \times 7000}{2} = 0.014\ kg$

مثال(٢)

4 مصابيح متماثلة وصلت مرة على التوالي ومرة اخري على التوازي مع نفس المصدر قارن بين القدرة المستنفذة في المصابيح في الحالتين .

الحل :

*** في حالة التوصيل على التوالي .**

$$P_{W1} = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{V^2}{4R}$$

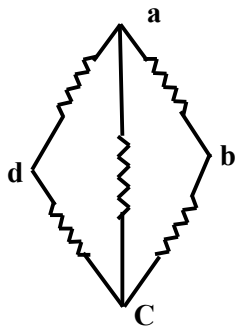
*** في حالة التوصيل على التوازي .**

$$P_{W2} = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{V^2}{\frac{R}{4}} = \frac{4V^2}{R}$$

$$\frac{P_{W1}}{P_{W2}} = \frac{V^2}{4R} \times \frac{R}{4V^2} = \frac{1}{16}$$

==========

مثال (٣)

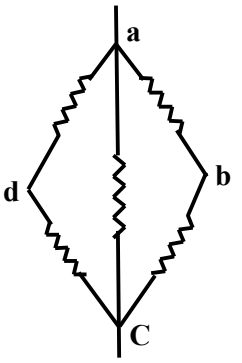


الشكل المقابل يوضح خمس مقامات متساوية قيمة كل منها 5 Ω متصلة معا في دائرة كهربية .

احسب المقاومة المكافئة لها عند توصيل مصدر كهربي بين :

(أ) النقطتين C , a (ب) النقطتين d , b (ج) النقطتين d , a

الحل :



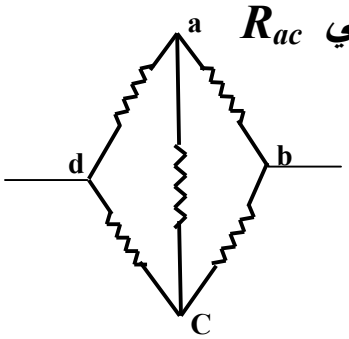
(أ)

$$R_{abc} = R_{adc} = 5 + 5 = 10\ \Omega$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_{abc}} + \frac{1}{R_{adc}} + \frac{1}{R_{ac}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{5}$$

$$R_{eq} = 2.5\ \Omega$$

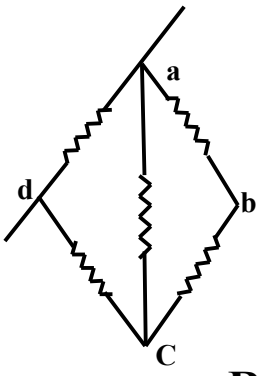
(ب) الجهد عند a يساوي الجهد عند C وبالتالي لا يمر تيار في R_{ac}



$$R_{bad} = R_{bcd} = 5 + 5 = 10\Omega$$

$$R_{eq} = \frac{R}{N} = \frac{10}{2} = 5\ \Omega$$

$R_{abc} = 5 + 5 = 10$ (ج)



المقاومة المكافئة لكل من R_{ac} , R_{abc}

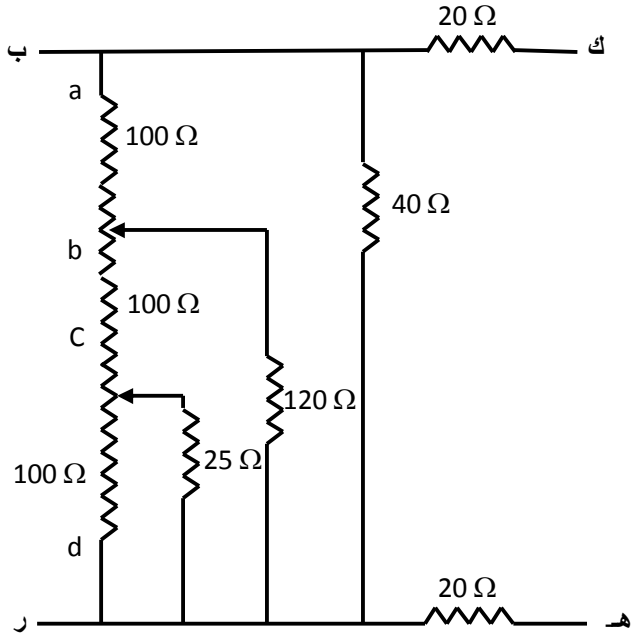
$$R = \frac{R_{abc} \times R_{ac}}{R_{abc} + R_{ac}} = \frac{10 \times 5}{15} = 3.33\ \Omega$$

$R_{abcd} = 5 + 3.33 = 8.33\ \Omega$

$$R_{eq} = \frac{8.33 \times 5}{8.33 + 5} = 3.125\ \Omega$$

==========

مثال(٤)



في الشكل المقابل :-

احسب المقاومة الكلية في الحالات الاتية :

(أ) بين النقطتين ب ، ر

(ب) بين النقطتين ب ، هـ

(ج) بين النقطتين ب ، ك

الحل :

(أ) بين النقطتين ب ، ر :

* المقاومة C d = 100 Ω والمقاومة 25 توازي :

$$R_1 = \frac{100 \times 25}{100 + 25} = 20\ \Omega$$

* المقاومة b C = 100 ، 20 توالي :

$R_2 = 100 + 20 = 120\ \Omega$

* 120 , 120 توازي

$$R_3 = \frac{120}{2} = 60\ \Omega$$

* المقاومة ab = 100 ، 60 توالي :

$R_4 = 100 + 60 = 160\ \Omega$

* 160 ، 40 توازي :

$R_{eq} = \frac{160 \times 40}{200} = 32\ \Omega$

(ب) بين النقطتين ب ، هـ نفس الخطوات السابقة ثم 32 ، 20 توالي :

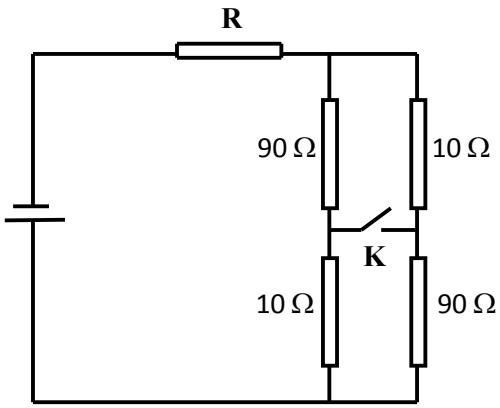
$R_{eq} = 20 + 32 = 52\ \Omega$

(ج) بين النقطتين ب ، ك التيار يمر في المقاومة 20 Ω فقط :

$R_{eq} = 20\ \Omega$

==========

مثال (٥)



في الدائرة الموضحة عند غلق المفتاح K تقل قيمة المقاومة المكافئة للدائرة إلى النصف احسب قيمة المقاومة R علما بأن المقاومة الداخلية للبطارية مهملة .

الحل :

* قبل غلق K :

90 ، 10 توالي $R_1 = 10 + 90 = 100\ \Omega$

90 ، 10 توالي $R_2 = 10 + 90 = 100\ \Omega$

100 ، 100 توازي $R_3 = \frac{100}{2} = 50\ \Omega$

$R_{eq1} = 50 + R$

*** بعد غلق المفتاح K :**

90 ، 10 توازي $R_1 = \frac{10 \times 90}{90 + 10} = 9\ \Omega$

90 ، 10 توازي $R_2 = 9\ \Omega$

9 ، 9 ، R توالي $R_{eq2} = 9 + 9 + R = 18 + R$

$$R_{eq2} = 18 + R$$

$$R_{eq2} = {}^1\!/_2\ R_{eq1}$$

$$18 + R = {}^1\!/_2\ (\ 50 + R\ )$$

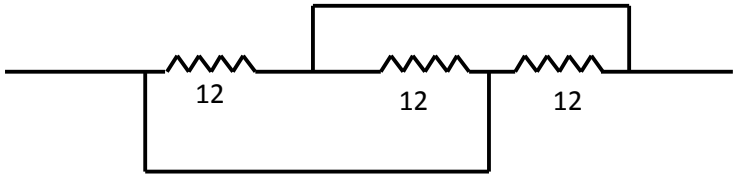
$$36 + 2R = {}^1\!/_2\ (\ 50 + R\ )$$

$$R = 14\ \Omega$$

==========

مثال (٦)

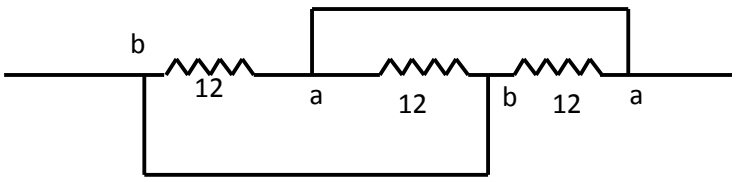
احسب المقاومة المكافئة .



الحل :

*** فكرة الحل السلك الذي ليس به مقاومة**

تسمى نقطة البداية مثل النهاية والمقاومات التي لها نفس البداية ونفس النهاية تكون توازي .

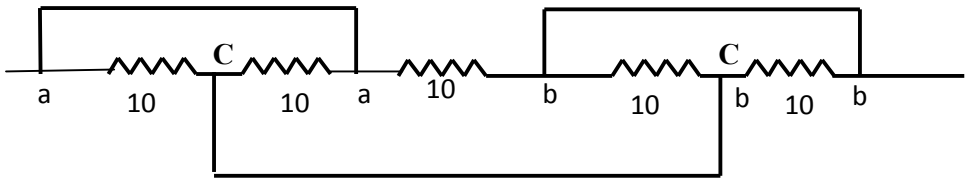


12 , 12 , 12 توازي

$$R_{eq} = \frac{12}{3} = 4\ \Omega$$

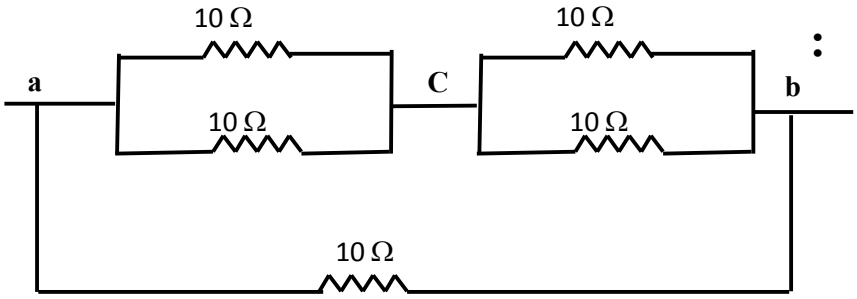
مثال (٧)

احسب المقاومة المكافئة في الدائرة الآتية :



الحل :

الشكل السابق يصبح كالأتي :



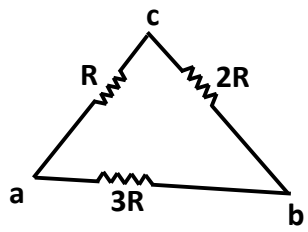
$$R_{eq} = \frac{10}{2} = 5\ \Omega$$

==========

مثال (٨)

في الشكل المقابل :-

اذا تم توصيل النقطتان a , b في دائرة كهربية تكون المقاومة المكافئة للمجموعة 9 Ω فاذا تم توصيل الطرفين c , b كم تكون المقاومة المكافئة .



الحل :

* 2R , R توالي . $R_1 = R + 2R = 3R$

* 3R , 3R توازي . $R_{eq} = \frac{3R}{2} = 1.5\ R$

* ولكن $R_{eq} = 9$

$9 = 1.5\ R$ $R = 6\ \Omega$

*** عند توصيل (C , b) :**

* 3R , R توالي . $R_1 = 3R + R = 4R$

* 2R , 4R توازي . $R_{eq} = \frac{2R \times 4R}{2R + 4R} = \frac{4}{3} R$

$R_{eq} = \frac{4}{3} \times 6 = 8\ \Omega$

مثال (٩)

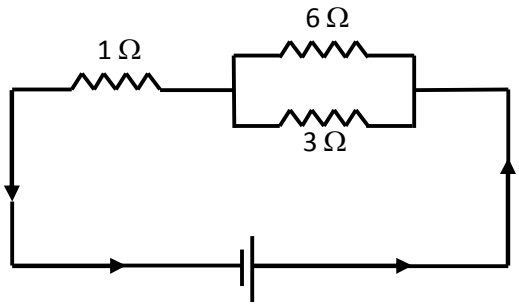
وصلت ثلاث مقاومات 1 Ω , 3 Ω , 6 Ω بمصدر تيار كهربي وكانت شدة التيار الكهربي المار في كل مقاومة هي 0.3 A , 0.2 A , 0.1 A على الترتيب وضح بالرسم كيفية توصيل تلك المقاومات ثم احسب المقاومة الكلية للدائرة الكهربية .

الحل :

$$V_1 = 6 \times 0.1 = 0.6\ V \quad , \quad V_2 = 3 \times 0.2 = 0.6\ V \quad , V_3 = 1 \times 0.3 = 0.3\ V$$

$$V_2 = V_1$$

∴ المقاومتان 3 Ω , 6 Ω متصلتان على التوازي



والمقاومة 1 Ω متصلة معهما على التوالي

ويكون شكل الدائرة كالآتي :

$$R_{eq} = 1 + \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 3\ \Omega$$

==========

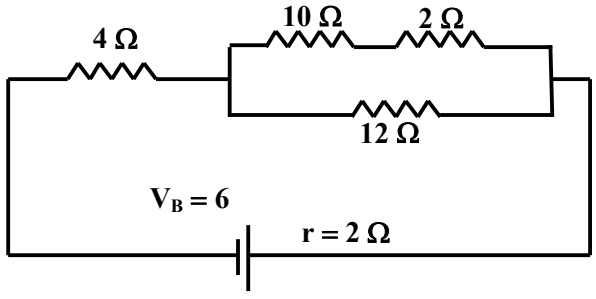
مثال (١٠)

س٢ أربع مقاومات قيمة كل منها 12 Ω , 10 Ω , 4Ω , 2Ω موصلة مع بطارية قوتها الدافعة الكهربية 6 V مقاومتها الداخلية 2Ω وجد أن شدة التيار المار بالمقاومة 4Ω ضعف شدة التيار المار بالمقاومة 2Ω

أ- وضح بالرسم طريقة توصيل المقاومات

ب- احسب شدة التيار المار في البطارية .

الحل :



* 2 ، 10 توالي . $R_1 = 2 + 10 = 12\ \Omega$

* 12 ، 12 توازي . $R_2 = \frac{12}{2} = 6\ \Omega$

* 6 ، 4 توالي . $R_{eq} = 4 + 6 = 10$

$$I = \frac{V_B}{R_{eq} + r} = \frac{6}{10 + 2} = 0.5\ A$$

==========

مثال (١١)

س١ لديك اربع مقاومات $40\Omega , 12\Omega , 10\Omega , 4\Omega$ متصلة معا مع بطارية مقاومتها الداخلية 1Ω فاذا كانت شدة التيار في كل من المقاومة $10\Omega , 4\Omega$ والبطارية على الترتيب هي $1\ A , 0.75\ A , 0.8\ A$

أ- بين بالرسم طريقة توصيل هذه المقاومات في الدائرة

ب- اوجد المقاومة الكلية للدائرة - القوة الدافعة الكهربية للبطارية

الحل :

* نحسب فرق الجهد لكل مقاومة .

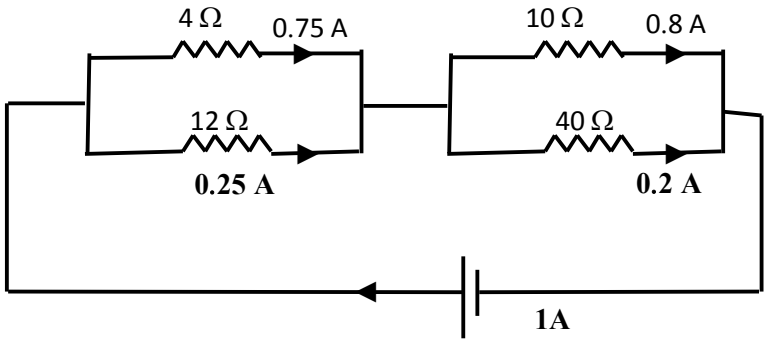
$R_1 = 40$ $R_2 = 12$ $R_3 = 10$ $R_4 = 4$

$I_3 = 0.8\ A$ $I_4 = 0.75$

$V_3 = I_3 R_3 = 0.8 \times 10 = 8\ V$

$V_4 = I_4 R_4 = 0.75 \times 4 = 3\ V$

نلاحظ أن المقاومة $4\ \Omega , 10\ \Omega$ لا يمكن ان تكون توازي لان فرق الجهد غير متساوي ولا يمكن أن تكون توالي لان التيار غير متساوي وبالتجربة يكون



* لحساب تيار المقاومة $40\ \Omega$:

$V_1 = V_3$ $I_1 R_1 = I_3 R_3$

$I_1 \times 40 = 0.8 \times 10$ $I_1 = 0.2$

* لحساب تيار المقاومة $12\ \Omega$:

$V_4 = V_2$ $I_4 R_4 = I_2 R_2$

$0.75 \times 4 = I_2 \times 12$ $I_2 = 0.25$

*** لحساب المقاومة المكافئة :**

$$R_{eq} = \frac{4 \times 12}{4 + 12} + \frac{10 \times 40}{10 + 40}$$

$$R_{eq} = 3 + 8 = 11$$

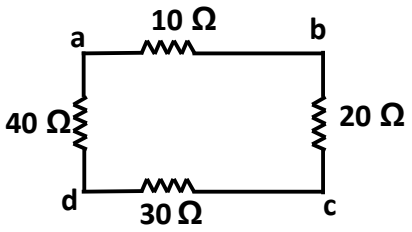
$$I = \frac{V_B}{R_{eq} + r} \qquad I = \frac{V_B}{11 + 1} \qquad V_B = 12 \text{ V}$$

==========

مثال (١٢)

الرسم المقابل يوضح اربع مقاومات متصلة على شكل مربع abcd

١ـ ما النقطتين التي يجب توصيل بهما بطارية
ليمر تيار متساوي في جميع المقاومات
٢ـ احسب القوة الدافعة الكهربية للبطارية
اذا علمت ان شدة التيار المار في كل مقاومة 0.25 A
والمقاومة الداخلية للبطارية 1 Ω



الحل :

*** 10 ، 40 توالي .** $R_1 = 10 + 40 = 50\ \Omega$

*** 30 ، 20 توالي .** $R_2 = 20 + 30 = 50\ \Omega$

*** 50 ، 50 توازي .** $R_{eq} = \frac{50}{2} = 25\ \Omega$

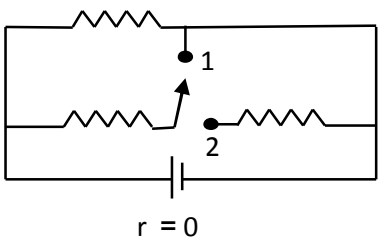
$$I = \frac{V_B}{R_{eq} + r} \qquad \therefore\ I = 0.25 + 0$$

$$0.5 = \frac{V_B}{25 + 1} \qquad V_B = 13 \text{ V}$$

==========

مثال (١٣) :

في الدائرة المقابلة :
اوجد النسبة بين القدرة المستهلكة من المصدر
في حالة المفتاح في الوضع (1)
والمفتاح في الوضع (2)
علما بأن جميع المقاومات متساوية .



الحل :

***في حالة المفتاح في الوضع (1) :** $R_{eq1} = \frac{R}{2}$

*** في حالة المفتاح في الوضع (2) :**

$2R$, R توازي $R_{eq2} = \frac{R \times 2R}{R + 2R} = \frac{2R}{3}$

وحيث ان $p_w = \frac{V^2}{R}$ وفرق الجهد ثابت في الحالتين ويساوى V_B

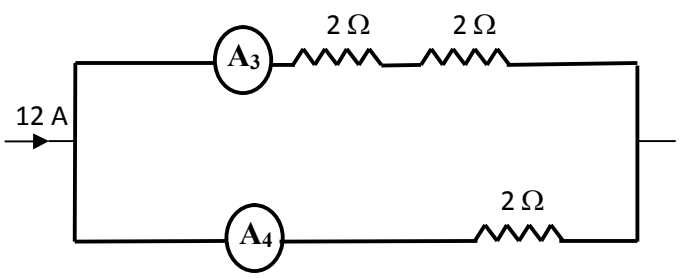
$$\frac{P_{w1}}{p_{w2}} = \frac{R_{eq2}}{R_{eq1}} = \frac{2R}{3} \times \frac{2}{R} = \frac{4}{3}$$

==========

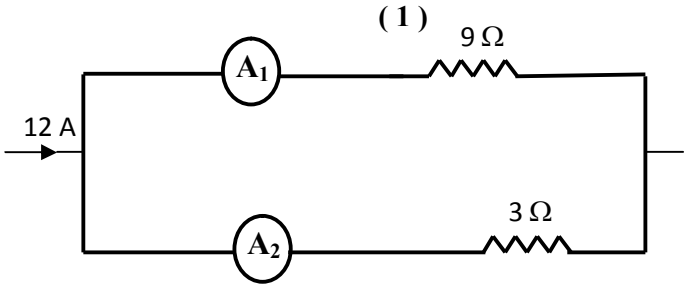
مثال (١٤)

اوجد قراءة الاميترات من A_1 الى A_8 في كل من الدوائر الكهربية الاتية :

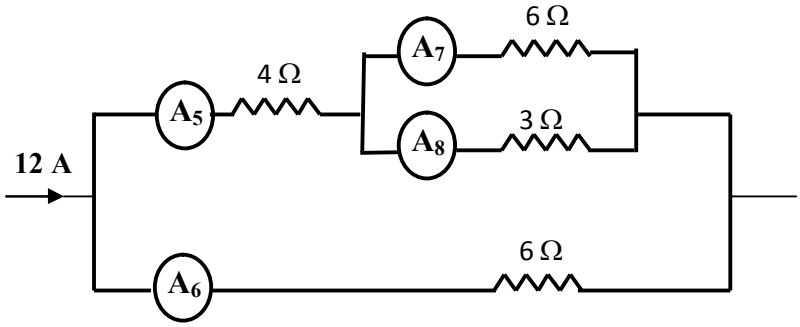
(2)



(1)



(3)



الحل :

*** في الدائرة (١)**

$V_{\text{فرعين}} = (I \cdot R)_{\text{فرعين}} = 12 \times \frac{9 \times 3}{9 + 3} = 27 \text{ volt}$

*** قراءة A_1 :** $V_{\text{للفرع العلوي}} = I_1 R_1 = I_1 \times 9$

$27 = I_1 \times 9 \quad I_1 = 3 \text{ A}$

*** قراءة A_2 :** $I_2 = I - I_1 = 12 - 3 = 9 \text{ A}$

*** في الدائرة (٢) :**

$$V_{\text{فرعين}} = (I \cdot R)_{\text{فرعين}} = 12 \times \frac{4 \times 2}{4 + 2} = 16 \text{ volt}$$

*** لاحظ اننا نتعامل مع الفرع المكون من مقاومتين توالي 2 , 2**

$$V_{\text{للفرع العلوي}} = I_3 R_3 = I_3 \times 4$$

$$16 = I_3 \times 4 \qquad I_3 = 4 \text{ A}$$

$$I_4 = I - I_3 = 1_2 - 4 = 8 \text{ A}$$

*** في الدائرة (٣) :**

* 3 ، 6 توازي $R_1 = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2 \Omega$

* 2 ، 4 توالي $R_2 = 2 + 4 = 6 \Omega$

* 6 ، 6 توازي $R_{eq} = \frac{6 \times 6}{6 + 6} = 3 \Omega$

$$V_{\text{فرعين}} = (I \cdot R)_{\text{فرعين}} = 12 \times 3 = 36 \text{ volt}$$

$$V_{\text{للفرع العلوي}} = I_5 R_2 = I_5 \times 6$$

$$36 = I_5 \times 6 \qquad I_5 = 6 \text{ A}$$

$$I_6 = I - I_5 = 12 - 6 = 6 \text{ A}$$

*** بالنسبة A_8 , A_7 :**

$$V_{\text{فرعين}} = (I \cdot R)_{\text{فرعين}} = 6 \times 2 = 12 \text{ volt}$$

$$V_{\text{للفرع العلوي}} = I_7 R = I_7 \times 6$$

$$12 = I_7 \times 6 \qquad I_7 = 2 \text{ A}$$

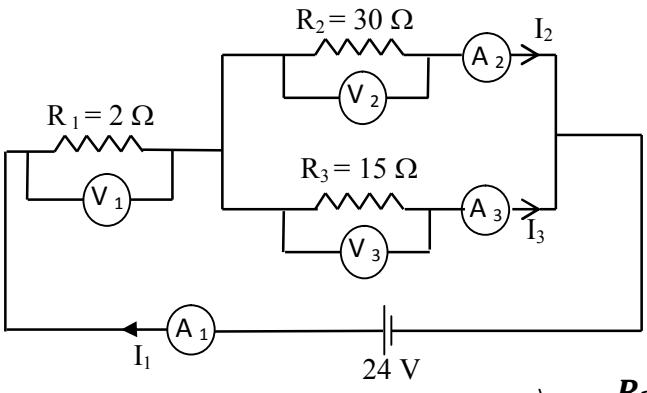
$$I_8 = I - I_7 = 6 - 2 = 4 \text{ A}$$

مثال (١٥) :

في الشكل المقابل احسب :

(أ) قراءة الفولتميتر V_1, V_2 , V_3 .

(ب) قراءة الاميتر A_1 , A_2 , A_3 .



الحل :

(أ)

$$R' = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{30 \times 15}{30 + 15} = 10\ \Omega$$

$$R_{eq} = R' + R_1 = 10 + 2 = 12\ \Omega \quad , \quad I_1 = \frac{V}{R_t} = \frac{24}{12} = 2\ A$$

$$V_1 = I_1 R_1 = 2 \times 2 = 4\ V$$

$$V_2 = V_3 = I_1 R' = 2 \times 10 = 20\ V$$

(ب)

$$I_1 = 2\ A$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{20}{30} = \frac{2}{3}\ A$$

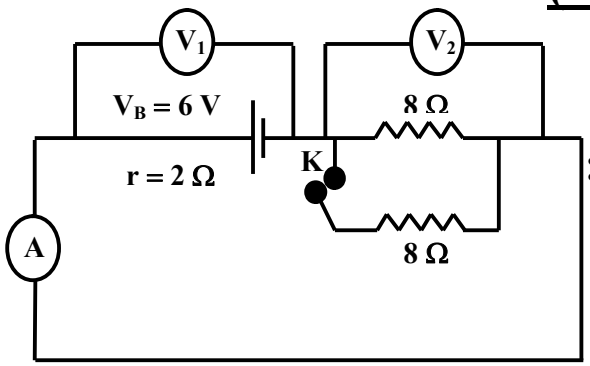
$$I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{20}{15} = \frac{4}{3}\ A$$

==========

مثال (١٦)

من الدائرة الكهربية الموضحة بالشكل .

اوجد قراءة كل من A , V_1 , V_2 في الحالتين :



(أ) المفتاح K مفتوح .

(ب) المفتاح K مغلق .

الحل :

(أ) المفتاح K مفتوح .

$$R_{eq} = 8\ \Omega$$

$$I = \frac{V_B}{R_{eq} + V} = \frac{6}{8 + 2} = 0.6\ A$$

$$V_1 = V_B - I\,r = 6 - 0.6 \times 2 = 4.8\ V$$

$$V_2 = I\,R = 0.6 \times 8 = 4.8\ V$$

(ب) المفتاح K مغلق .

8 , 8 توازي

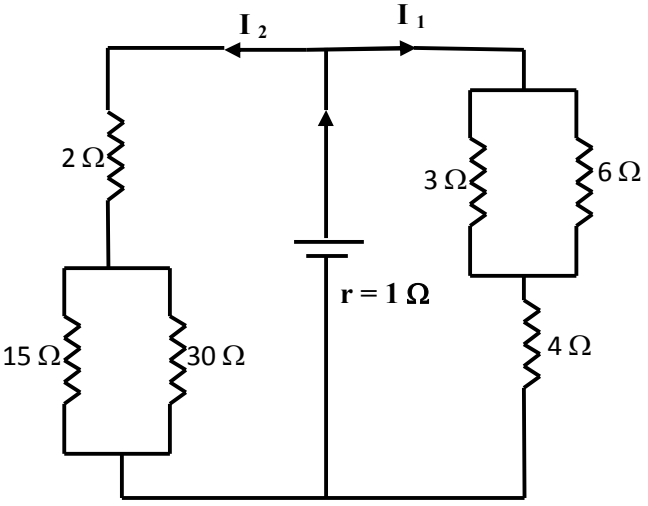
$$R_{eq} = \frac{8}{2} = 4\ \Omega$$

$$I = \frac{V_B}{R_{eq} + V} = \frac{6}{4+2} = 1\ A$$

$$V_1 = V_B - I\,r = 6 - 1 \times 2 = 4\ V$$

==========

مثال (١٧)



في الشكل المقابل اذا علمت ان

القوة الدافعة الكهربية للعمود 15 V

احسب : (أ) I_1 , I_2

(ب) فرق الجهد بين طرفي البطارية

(ج) النسبة المئوية لفرق الجهد المفقود من البطارية

الحل :

(أ)

3 ، 6 توازي $R_1 = \frac{3 \times 6}{3+6} = 2\ \Omega$

2 ، 4 توالي $R_2 = 2 + 4 = 6\ \Omega$

15 ، 30 توازي $R_3 = \frac{15 \times 30}{15+30} = 10\ \Omega$

10 ، 2 توالي $R_4 = 2 + 10 = 12\ \Omega$

12 ، 6 توازي $R_{eq} = \frac{12 \times 6}{12+6} = 4\ \Omega$

$$I = \frac{V_B}{R_{eq} + r} = \frac{15}{4+1} = 3\ A$$

* فرق الجهد على احد الفرعين $V_{\text{فرعين}} = I\,R_{eq} = 3 \times 4 = 12\ V$

$V_{\text{الفرع الأول}} = I_1\,R_2 = I_1 \times 6$

$I_1 \times 6 = 12 \qquad I_1 = 2\ A$

$I_2 = I - I_1 = 3 - 2 = 1\ A$

(ب) $V = V_B - I\,r = 15 - 3 \times 1 = 12\ V$

(ج) النسبة المئوية لفرق الجهد المفقود $= \frac{I\,r}{V_B} \times 100 = \frac{3 \times 1}{15} \times 100 = 20\ \%$

* <u>ملحوظة هامة :</u> لحساب تيار المقاومة 6 نحسب فرق الجهد لمكافئة 3 ، 6 ثم نساويه بفرق الجهد للمقاومة 6 .

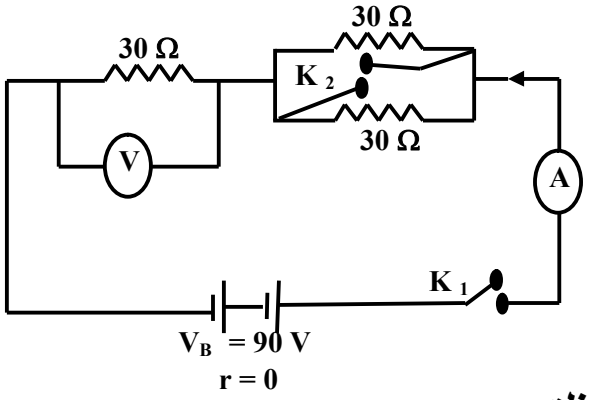
$V_{\text{فرعين}} = (I \cdot R)_{\text{فرعين}} = 2 \times 2$

$V_{6\ \text{فرع}} = I_6\,R_6 = I_6 \times 6$

$2 \times 2 = I_6 \times 6 \qquad I_6 = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}\ A$

==========

<u>مثال (١٨)</u>



<u>في الشكل المقابل :</u>

اذا اغلق المفتاح K_1 احسب قراءة

كل من الاميتر (A) والفولتميتر (V)

في الحالتين :

١- K_2 مفتوح . ٢- K_2 مغلق .

الحل :

١- K_2 مفتوح .

30 , 30 توازي . $R_1 = \frac{30 \times 30}{30 + 30} = 15$

30 , 15 توالي . $R_{eq} = 30 + 15 = 45$

$$I = \frac{V_B}{R_{eq} + r} = \frac{90}{45} = 2 \text{ A}$$

$$V = I R = 2 \times 30 = 60 \text{ volt}$$

٢- عند غلق K_2 لا يمر التيار في المقاومتين الموصلتان على التوازي 30 , 30 .

$R_{eq} = 30$ $I = \frac{V_B}{R_{eq}} = \frac{90}{30} = 3 \text{ A}$

$$V = I R = 3 \times 30 = 90 \text{ volt}$$

==========

مثال (١٩)

مر تيار كهربي شدته 8 مللي امبير في سلك معدني رفيع أ ب وعندما وصل معه على التوازي سلك اخر له نفس الطول ومن نفس المعدن لزم زيادة شدة التيار في الدائرة الى 10 مللي امبير حتي يظل فرق الجهد بين أ ، ب ثابتا اوجد النسبه بين قطري السلكين .

الحل :

عند التوصيل على التوازي يكون تيار السلك الاول 10^{-3} امبير .

وتيار السلك الثاني 2×10^{-3} وحيث ان فرق الجهد ثابت .

$\frac{R_1}{R_2} = \frac{I_2}{I_1}$ $\frac{R_1}{R_2} = \frac{2 \times 10^{-3}}{8 \times 10^{-3}}$ $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{4}$

**** وحيث ان السلكين من نفس المادة**

$\frac{R_1}{R_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$ $\frac{1}{4} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$ $\frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{1}{2}$

مثال (٢٠)

سلكان متشابهان مصنوعان من نفس المادة طول كل منهما 50cm ومساحة المقطع لكل منهما $2mm^2$ وصلا على التوالي معا في دائرة كهربية مع عمود كهربي مقاومته الداخلية 0.5 Ω فكانت شدة التيار المار في الدائرة 2 A وعندما وصل نفس السلكان معا على التوازي ومع نفس العمود كانت شدة التيار 6 A احسب :

(أ) ق. د . ك للعمود الكهربي المستخدم .

(ب) التوصيلية الكهربية لمادة السلك .

الحل :

السلكان لهما نفس المقاومة R .

*** عند التوصيل على التوالي $R_{eq} = 2R$**

$$1- \quad I = \frac{V_B}{R_{eq} + r} \qquad 2 = \frac{V_B}{2R + 0{\cdot}5}$$

*** عند التوصيل على التوازي** $R_{eq} = \frac{R}{2}$

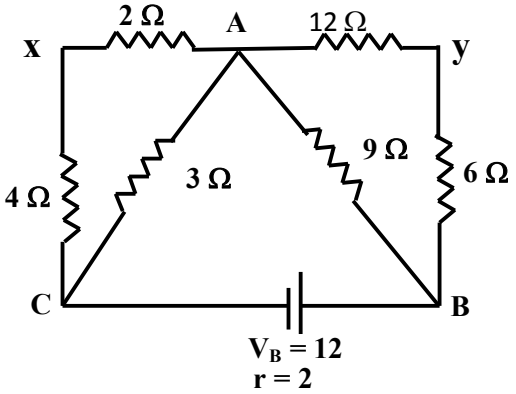
$$2- \quad I = \frac{V_B}{R_{eq} + r} \qquad 6 = \frac{V_B}{\frac{R}{2} + 0{\cdot}5}$$

من (١) ، (٢) $R = 2 \qquad V_B = 9$

$$\sigma = \frac{L}{R \cdot A} = \frac{50 \times 10^{-6}}{2 \times 2 \times 10^{-6}} = 1.25 \times 10^5 \quad \Omega^{-1}\, m^{-1}$$

==========

مثال (٢١)



٢٧ – اوجد : (أ) المقاومة المكافئة

(ب) المقاومة الكلية

(ج) شدة تيار الدائرة

(د) شدة تيار المقاومة 3 ، 12

الحل :

(أ) المقاومة المكافئة

6 , 12 توالي $R_1 = 6 + 12 = 18\ \Omega$

18 ، 9 توازي $R_2 = \frac{18 \times 9}{18 + 9} = 6\ \Omega$

2 ، 4 توالي $R_3 = 2 + 4 = 6\ \Omega$

3 ، 6 توازي $R_4 = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\ \Omega$

2 , 6 توالي $R_{eq} = 6 + 2 = 8\ \Omega$

*** (ب) المقاومة الكلية :**

$$R_t = r + R_{eq} = 2 + 8 = 10\ \Omega$$

(ج) $\frac{V_B}{R_{eq} + r} = \frac{12}{8 + 2} = 1.2\ A$

*** (د) تيار المقاومة 3 :**

$$V = I R_4 = 1.2 \times 2 = 2.4\ V$$

(فرعين)

$$V = I_3 R_3 = I_3 \times 3$$

(فرع 3)

$$2.4 = I_3 \times 3$$

$$I_3 = 0.8\ A$$

(هـ) تيار المقاومة 12 :

(فرعين) $V = I R_2 = 1.2 \times 6 = 7.2\ V$

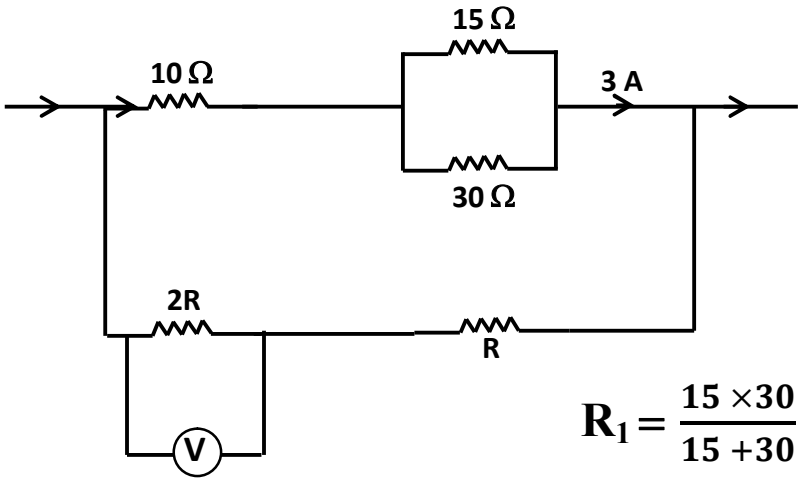
$$V = I_1 R_1 = I_1 \times 18$$

(فرع)

$$I_1 = 0.4\ A$$

مثال (٢٢)

في الشكل المقابل
احسب قراءة الفولتميتر



الحل :

* 15 , 30 توازي .

$$R_1 = \frac{15 \times 30}{15 + 30} = 10\ \Omega$$

* 10 , 10 توالي .

$$R_2 = 20\ \Omega$$

$$V = I\,R_2 = 3 \times 20 = 60\ V$$

* الفرع السفلي 2R , R توالي .

$$R_{eq} = R + 2R = 3R$$

*ولكن فرق الجهد ثابت .

فرق الجهد للفرع العلوي = فرق الجهد السفلي = 60 فولت

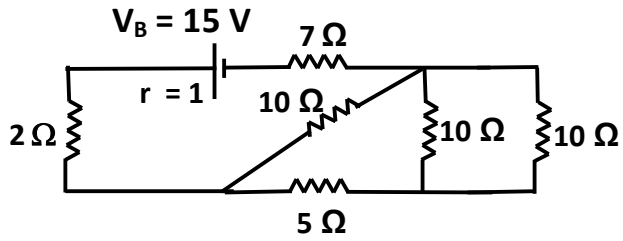
$$I_{\text{سفلي}} = \frac{V}{R_{\text{سفلي}}} = \frac{60}{3R}$$

$$V = IR = \frac{60}{3R} \times 2R = 40$$

==========

مثال (٢٣)

في الشكل المقابل احسب :-



١ـ المقاومة المكافئة

٢ـ شدة التيار المار في المقاومة 5 Ω

٣ـ القدرة المفقودة فى المقاومة 7 Ω

الحل :

* 10 ، 10 توازي .

$$R_1 = \frac{10}{2} = 5\ \Omega$$

* 5 ، 5 توالي .

$$R_2 = 5 + 5 = 10\ \Omega$$

* 2 ، 5 ، 7 توالي .

$$R_{eq} = 7 + 2 + 5 = 14\ \Omega$$

$$I = \frac{V_B}{R_{eq} + r} = \frac{15}{14 + 1} = 1\ A$$

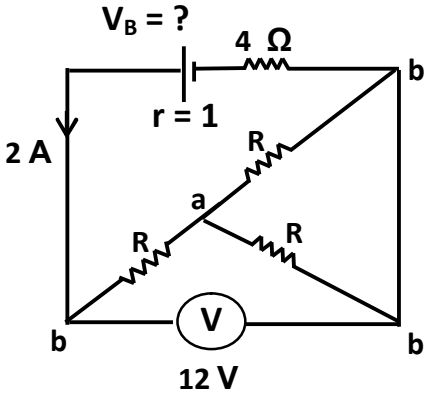
(٢) لحساب شدة تيار المقاومة 5. Ω حيث ان الفرعين متساويان في المقاومة فان :-

$I_1 = {}^1/_2\, I = {}^1/_2 \times 1$ $\qquad$ $I_1 = 0.5\ A$

$P_W = I^2\, R = 1^2 \times 7 = 7\ watt$ $\qquad$ (٣)

==========

مثال (٢٤)



في الشكل المقابل اذا كانت قراءة الفولتميتر 12 V

احسب :-

١- المقاومة R .

٢- القوة الدافعة الكهربية .

(١) من ملاحظة النقاط نجد أن :

* R , R , R توازي . $\qquad$ $V = I\, R_1$ $\qquad$ $R_1 = \frac{R}{3}$

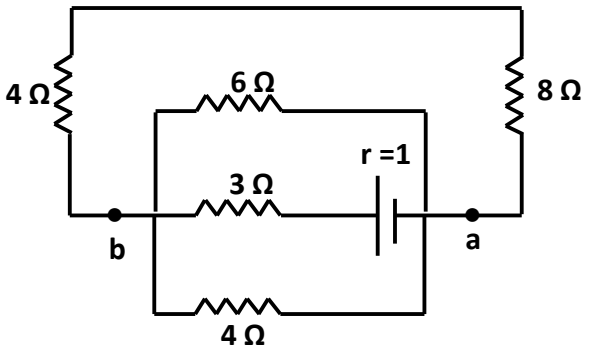
$12 = 2 \times \frac{R}{3}$ $\qquad$ $R = 18\ \Omega$

(٢) 18 , 18 , 18 توازي . $\qquad$ $R_1 = \frac{18}{3} = 6\ \Omega$

* 6 ، 4 توالي . $\qquad$ $R_{eq} = 4 + 6 = 10\ \Omega$

$I = \frac{V_B}{R_{eq} + r}$ $\qquad$ $2 = \frac{V_B}{10 + 1}$ $\qquad$ $V_B = 22\ V$

مثال (٢٥)



في الشكل التالي :-اذا علمت ان:-

القوة الدافعة الكهربية للعمود 30 V احسب :-

١- المقاومة الكلية .

٢- شدة التيار المار فى المقاومة 8 Ω

٣- الهبوط فى الجهد .

٤- شدة التيار الصادر من البطارية

عند استبدال المقاومة 6 Ω بسلك عديم المقاومة .

٥- فرق الجهد بين النقطتين a و b

الحل :

(١)

*** 4 ، 8 توالي .** $R_1 = 4 + 8 = 12\ \Omega$

*** 4 , 6 , 12 توازي .**

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \qquad \frac{1}{R_2} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{1}{2}$$

$$R_2 = 2\ \Omega$$

*** 3 , 2 توالي .** $R_{eq} = 2 + 3 = 5$

$$R_t = R_{eq} + r = 5 + 1 = 6\ \Omega$$

(٢) $I = \frac{V_B}{R_{eq} + r} = \frac{30}{5+1}\ 5\ A$

*** التيار الصادر من البطارية يمر فقط في المقاومة 3 Ω ثم يتجزأ على باقي الفروع .**

لحساب شدة تيار المقاومة 8 نجد أن المقاومة 8 جزء من الفرع 12 Ω

فنحسب فرق الجهد الثلاث فروع 12 , 6 , 4 .

(فروع) $V = I\,R = 5 \times 2 = 10\ V$

$$I_8 = \frac{V}{R} = \frac{10}{12} = \frac{5}{6}\ A$$

(٣) الهبوط في الجهد هو الجهد المفقود بسبب المقاومة الداخلية .

$$V = I\,r = 5 \times 1 = 5\ V$$

(٤) عند استبدال المقاومة 6 Ω بسلك عديم المقاومة فانه يمر به تيار الدائرة ولا يمر في باقي الفروع

ويصبح :

$$R_{eq} = 3\ \Omega$$

$$I = \frac{V_B}{R_{eq} + r} = \frac{30}{3+1} = 5\ A$$

(٥) تيار المقاومة 6 × المقاومة 6 = V_{ab}

*** تيار المقاومة 4 × المقاومة 4 = V_{ab}**

*** التيار المار بهما × (مكافئ 8 , 4) = V_{ab}**

*** التيار الكلي للدائرة × (مكافئ 3 فروع) = V_{ab}**

$$V_{ab} = 5 \times 2 = 10\ V$$

تيار كلي — مكافىء الفروع

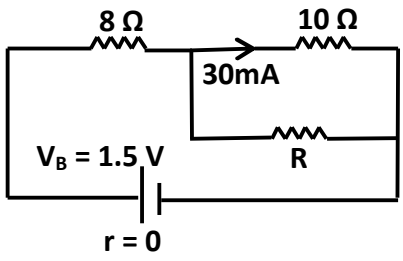
حل اخر : $V_{ab} = V_B - I\ (R' + r) = 30 - 5\ (3+1) = 10\ V$

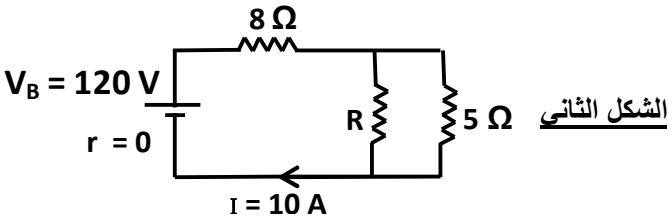
==========

مثال (٢٦)

احسب قيمة المقاومة R فى الشكلين الاتيتين :-

الشكل الاول





الشكل الثانى

الحل :

فى الشكل الاول

$$V_1 = I_1 R_1 = 30 \times 10^{-3} \times 10 = 0.3\ V$$

$$V = 1.5 - 0.3 = 1.2\ V$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.2}{8} = 0.15\ A$$

*** تيار المقاومة R** $I_2 = 0.15 - 0.03$ $I_2 = 0.12$

$$R = \frac{V_1}{I_2} = \frac{0.3}{0.12} = 2.5\ \Omega$$

*** لاحظ أن فرق الجهد ثابت** $V_1 = V_2$

في الشكل الثاني

$$I = \frac{V_B}{R_{eq}+r} \qquad 10 = \frac{120}{R_{eq}}$$

$$R_{eq} = \frac{120}{10} = 12\ \Omega$$

$$R_1 = 12 - 8 = 4\Omega$$

$$\frac{4}{1} = \frac{5R}{R+5}$$

$$5R = 4R + 20$$

$$R = 20$$

==========

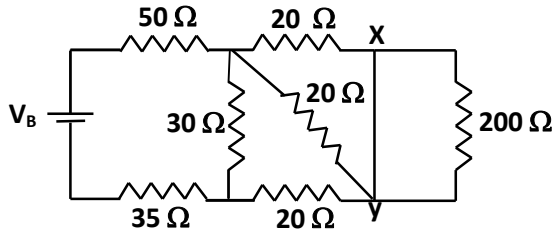
مثال (٢٧) :

من الدائرة المقابلة احسب :

(أ) المقاومة المكافئة .

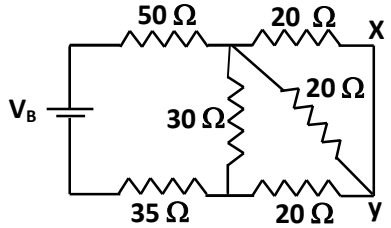
(ب) شدة التيار الكلي المار في الدائرة .

(علما بأن $V_B = 100V$) .



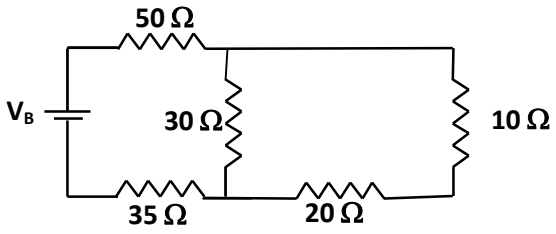
الحل :

(أ) * لا يمر تيار في المقاومة 200 Ω بينما يمر في السلك x y لانه فرع مقاومته مهملة وبذلك تصبح المقاومة 200 Ω ملغية ويكون شكل الدائرة كالتالي :



*** المقاومتان 20 Ω , 20 Ω متصلتان على التوازي**

وبذلك : $R_1 = \frac{R}{N} = \frac{20}{2} = 10\ \Omega$



* المقاومتان 10 Ω , 20 Ω متصلتان على التوالي

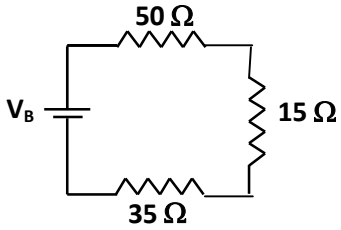
وبذلك :

$$R_2 = 10 + 20 = 30\ \Omega$$

* المقاومتان 30 Ω , 30 Ω متصلتان على التوازي

وبذلك :

$$R_3 = \frac{30}{2} = 15\ \Omega$$



* المقاومات 15Ω , 50Ω , 35 Ω متصلة على التوالي

وبذلك :

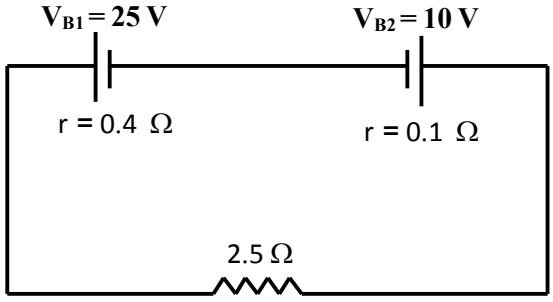
$$R_{eq} = 15 + 50 + 35 = 100\ \Omega$$

(ب)

$$I = \frac{V_B}{R_{eq} + r} = \frac{100}{100} = 1\ A$$

==========

مثال (٢٨)



في الشكل الموضح .

احسب شدة التيار المار وفرق الجهد

بين طرفي كل بطارية وفرق الجهد عبر المقاومة .

الحل :

$$I = \frac{V_{B1} - V_{B2}}{R + r_1 + r_2} = \frac{25 - 10}{2{\cdot}5 + 0{\cdot}4 + 0{\cdot}1} = 5\ A$$

* فرق الجهد بين طرفي المقاومة $V = I\,R = 5 \times 2.5 = 12.5\ V$

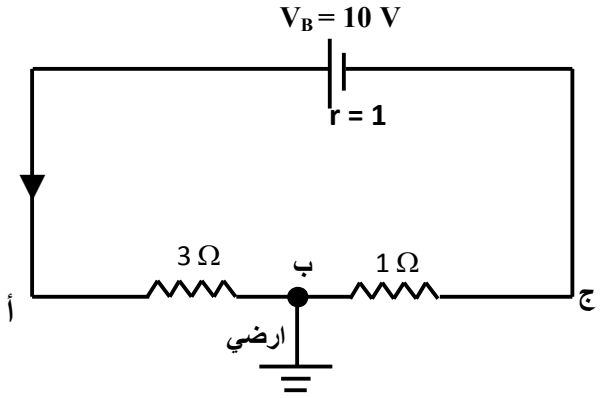
لاحظ ان البطارية V_{B1} تفرغ لانها اكبر في القوة الدافعة الكهربية 25 فولت

والبطارية V_{B2} تُشحن لانها اقل في القوة الدافعة الكهربية 10 فولت

فرق الجهد بين طرفي V_{B1} (تفرغ) $V = V_{B1} - I\,r_1 = 25 - 5 \times 0.4 = 23\ V$

فرق الجهد بين طرفي V_{B2} (تشحن) $V = V_{B2} + I\,r_2 = 10 + 5 \times 0.1 = 10.5\ V$

مثال (٢٩)



احسب جهد لكل من النقاط (أ) ، (ب) ، (ج) في الشكل الموضح علما بأن نقطة (ب) تتصل بالأرض .

الحل :

$$I = \frac{V_B}{R_{eq} + r} \qquad I = \frac{10}{3+1+1} = 2 \text{ A}$$

*** النقطة (ب) جهد = صفر لانها متصلة بالارض .**

*** فرق الجهد بين أ ، ب :**

$$V_{(أ ب)} = I R = 2 \times 3 = 6 \text{ V}$$

$$V_{(أ ب)} = V_أ - V_ب \qquad V_أ = V_{(أ ب)} + V_ب$$

$$V_أ = 6 + \text{صفر} = 6 \text{ V}$$

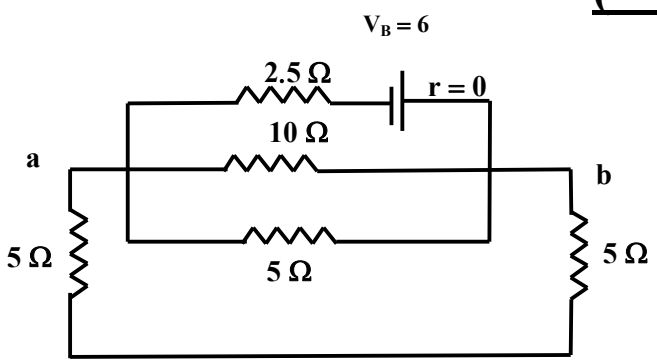
*** فرق الجهد بين ب ، ج :**

$$V_{(ب ج)} = I R = 2 \times 1 = 2 \text{ V}$$

$$V_{(ب ج)} = V_ب - V_ج \qquad V_ج = V_ب - V_{ب ج} = \text{صفر} - 2$$

$$V_ج = -2 \text{ volt}$$

مثال (٣٠)



في الدائرة الموضحة بالشكل احسب :

١ـ المقاومة الكلية للدائرة .

٢ـ شدة التيار المار في المقاومة 2.5 Ω .

٣ـ شدة التيار المار في المقاومة 10 Ω .

٤ـ فرق الجهد بين (a , b) .

الحل :

*(١) 5 , 5 توالي . $R_1 = 5 + 5 = 10$

* 10 , 5 , 10 توازي . $R_2 = 2.5\ \Omega$ $\frac{1}{R_2} = \frac{1}{10} + \frac{1}{5} + \frac{1}{10}$

* 2.5 , 2.5 توالي . $R_{eq} = 2.5 + 2.5 = 5\ \Omega$

$$I = \frac{V_B}{R_{eq} + r} = \frac{6}{5+0} = 1.2\ A \qquad (2)$$

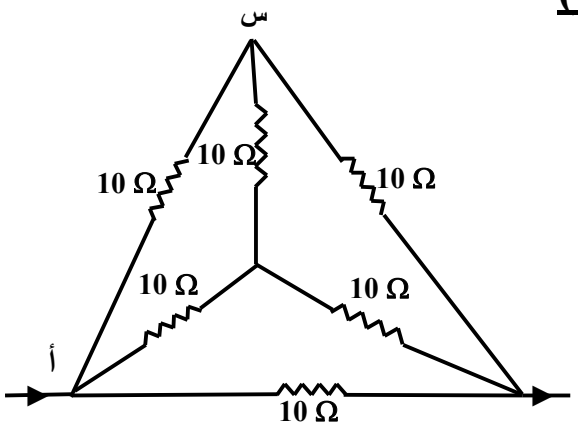
$$V_{\text{فروع}} = IR = 1.2 \times 2.5 = 3 \qquad (3)$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{3}{10} = 0.3\ A$$

$$V_{ab} = IR = 1.2 \times 2.5 = 3\ V \qquad (4)$$

==========

مثال (٣١)



احسب المقاومة المكافئة للمقاومات الموضحة بالشكل علما بأن كل مقاومة 10 Ω بالشكل .

الحل :

المقاومة س ، ص لا يمر بها تيار لان جهد س = جهد ص

ويصبح هناك ثلاث فروع 10 , 20 , 20

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

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20} + \frac{1}{10} \qquad R = 5\ \Omega$$

مثال (٣٢)

بطارية سيارة قوتها الدافعة الكهربية 12 فولت ومقاومتها الداخلية 0.5 Ω

احسب النسبة المئوية لفرق الجهد المفقود في هذه البطارية عند استخدامها في إضاءة مصباح مقاومته 2 Ω .

الحل :

$R = 2 \qquad r = 0.5 \qquad V_B = 12$

$$I = \frac{V_B}{R + r} = \frac{12}{2 + 0.5} = 4.8 \text{ A}$$

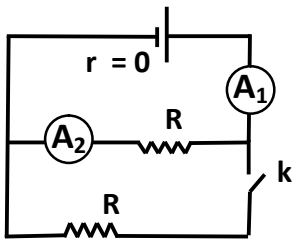
الحجم المفقود $= I\,r = 4.8 \times 0.5 = 2.4$ volt

$$\text{النسبة المئوية} = \frac{I\,r}{V_B} \times 100 = \frac{2.4}{12} \times 100 = 20\ \%$$

==========

مثال (٣٣)

في الشكل المقابل :-



اذا كانت قراءة الاميتر $A_1 = 2$ A عندما يكون K مفتوحا
احسب قراءة الاميتر A_2 و A_1 عندما يكون K مغلقا .

الحل :

*** عندما يكون K مفتوحا يكون قراءة $A_1 = A_2 = 2$ أمبير .**

$$I = \frac{V_B}{R_{eq} + r} \qquad 2 = \frac{V_B}{R} \qquad V_B = 2R$$

*** عند غلق K يكون R , R توازي .**

$$R_{eq} = \frac{R}{2} = 0.5\ R$$

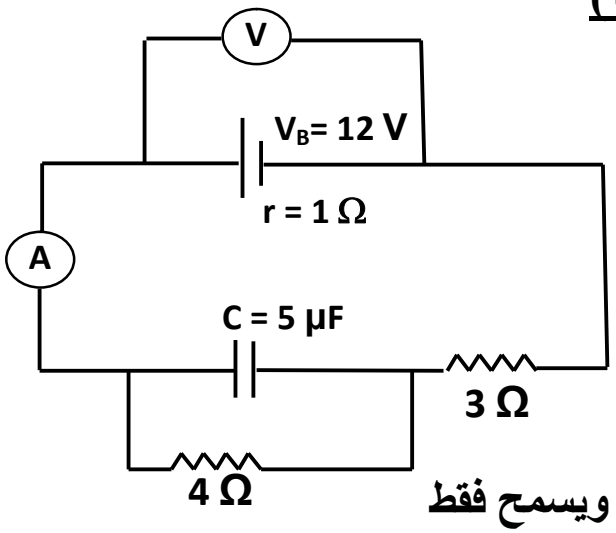
$$I = \frac{V_B}{R_{eq} + r} \qquad I = \frac{2R}{0.5\ R} \qquad I = 4 \text{ A}$$

(قراءة A_1)

وتكون قراءة (A_2) :

$$I_2 = {}^1/_2\, I = {}^1/_2 \times 4 = 2 \text{ A}$$

مثال (٣٤)



في الشكل المقابل احسب :-

١ـ قراءة الاميتر والفولتميتر .
٢ـ شحنة المكثف .

الحل :

*** لاحظ أن المكثف لا يسمح بمرور التيار المستمر ويسمح فقط بمرور التيار المتردد .**

*** ويعمل المكثف في دائرة التيار المستمر عمل مفتاح (OFF) ويصبح :**

*** 4 , 3 توالي .** $R_1 = 3 + 4 = 7\ \Omega$

$$I = \frac{V_B}{R_{eq} + r} = \frac{12}{7 + 1} = 1.5\ A$$ **(قراءة الاميتر)**

$$V = V_B - Ir = 12 - 1 \times 1.5 = 10.5\ V$$ **(قراءة الفولتميتر)**

*** لاحظ أن المكثف والمقاومة 4Ω توازي فيكون فرق الجهد متساوي .**

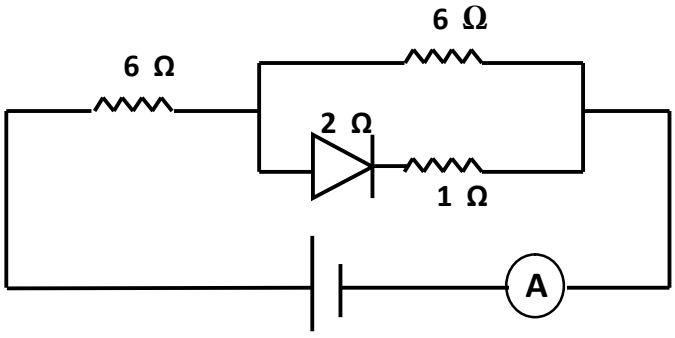
$V_C = I\,R = 1.5 \times 4$ $\qquad$ $V_C = 6$ volt

*** (ولكن** $Q = C \cdot V$ **) .**

$Q = 5 \times 10^{-6} \times 6$ $\qquad$ $Q = 30 \times 10^{-6}\ C$

==========

مثال (٣٥)



في الشكل التالي :-

اذا كانت كانت قراءة الاميتر 2.8 A
وعند عكس توصيل طرفي الدايود تكون قراءة الاميتر 2 A

احسب :- ١ ـ المقاومة الداخلية للبطارية .
٢ـ القوة الدافعة الكهربية للبطارية .

الحل :

قبل عكس الدايود (توصيل الدايود امامي يعمل عمل مفتاح on ويمر التيار)

* 2 ، 1 توالي . $R_1 = 1 + 2 = 3\ \Omega$

* 6 ، 3 توازي . $R_2 = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\ \Omega$

* 2 ، 6 توازي . $R_{eq} = 2 + 6 = 8\ \Omega$

$I = \frac{V_B}{R_{eq} + r}$ $\quad 2.8 = \frac{V_B}{8 + R}$ $\quad V_B = 2.8 (8 + r)$

$V_B = 22.4 + 2.8r$

*** بعد عكس الدايود يكون موصل خلفي ويعمل كمفتاح off فلا يمر تيار في الفرع السفلي .**

* ويصبح 6 , 6 توالي $R_{eq} = 6 + 6 = 12\Omega$

$I = \frac{V_B}{R_{eq} + r}$ $\quad 2 = \frac{V_B}{12 + r}$ $\quad V_B = 2 (12 + r)$

$V_B = 4 + 2\ r$

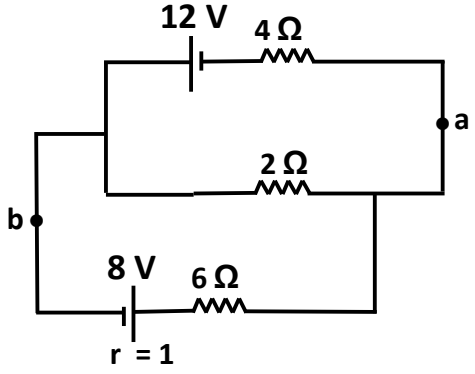
* فنجد أن $22.4 + 2.8\ r = 24 + 2r$

$0.8\ r = 1.6 \qquad r = 2\ \Omega$

* بالتعويض $V_B = 24 + (2 \times 2) = 28\ V$

==========

مثال (٣٦)



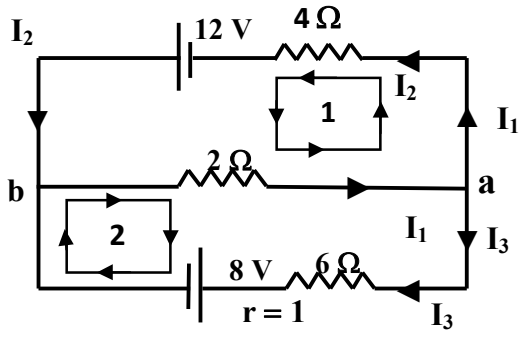
في الشكل المقابل اوجد:-

١ـ التيار المار فى المقاومة Ω 2

٢ـ فرق الجهد بين النقطتين a , b

الحل :

يمكن تعديل الشكل كالتالي :



*** عند النقطة a** $I_1 = I_2 + I_3 \quad (1)$

بأخذ المسار (1) $\Sigma V_B = \Sigma IR$

$12 = 2I_1 + 4I_2 \qquad (2)$

بأخذ المسار (2) $\Sigma V_B = \Sigma IR$

$-8 = I_3 + 6I_3 + 2I_1$

$-8 = 7I_3 + 2I_1 \quad (2)$

*** بترتيب المعادلات .**

$I_1 - I_2 - I_3 = 0$

$2I_1 + 4I_2 + 0I_3 = 12$

$2I_1 + 0I_2 + 7I_3 = -8$

***بأستخدام الاله الحاسبة .**

$I_1 = \frac{26}{25} \qquad I_2 = \frac{62}{25} \qquad I_3 = \frac{-36}{25}$

*** فرق الجهد بين (a , b) :**

$V_{ab} = I_1R = \frac{26}{25} \times 2 = 2.08 \text{ V}$

*** لاحظ أنه يمكن حساب فرق الجهد بين a , b من الفرع العلوي (البطارية في حالة تفريغ)**

$V_{ab} = V_B - I_3 (R' + r) = 12 - (\frac{62}{25} \times 4)$

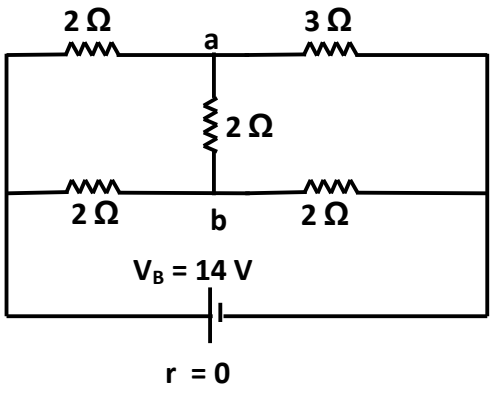
$V_{ab} = 2.08$

*** ويمكن حسابه ايضا من الفرع السفلي البطارية في حالة تفريغ وذلك من ملاحظة الاتجاه الصحيح للتيار .**

$V_{ab} = V_B - I_3 (R' + r)$

$V_{ab} = 8 - \frac{36}{25} (6 + 1) = -2.08 \text{ V}$ **السالب اتجاهي فقط .**

مثال (٣٧)



في الشكل المقابل احسب :-

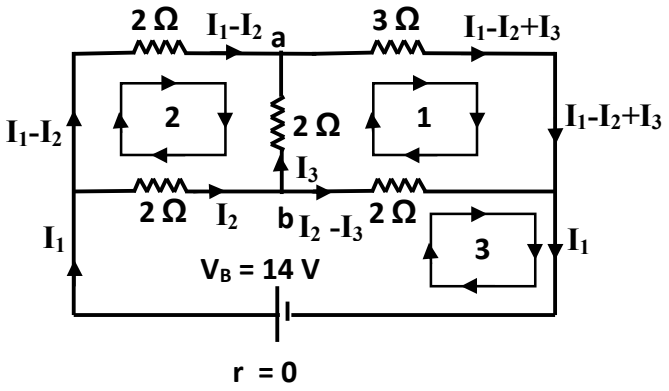
١ـ شدة التيار المار في كل مقاومة

٢ـ المقاومة المكافئة للدائرة

٣ـ فرق الجهد بين النقطين.

الحل :

يتم توزيع التيار وتحديد المسارات كما بالرسم



بأخذ المسار (1) $\Sigma V_B = I R$

$$0 = 2 I_3 + 3 (I_1 - I_2 + I_3) - 2 (I_2 - I_3)$$

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

$$0 = 3 I_3 + 3I_1 - 5I_2 \quad (1)$$

بأخذ المسار (2) $\Sigma V_B = \Sigma I R$

$$0 = 2 (I_1 - I_2) - 2I_3 - 2I_2$$

$$0 = 2I_1 - 2I_2 - 2I_3 - 2I_2$$

$$0 = 2I_1 - 4I_2 - 2I_3 \quad (2)$$

بأخذ المسار (3) $\Sigma V_B = \Sigma I R$

$$14 = 2I_2 + 2 (I_2 - I_3)$$

$$14 = 2I_2 + 2I_2 - 2I_3$$

$$14 = 4I_2 - 2I_3 \quad (3)$$

بترتيب المعادلات

$3I_1 - 5I_2 + 3\ I_3 = 0$

$2I_1 - 4I_2 - 2I_3 = 0$

$0I_1 + 4I_2 - 2I_3 = 14$

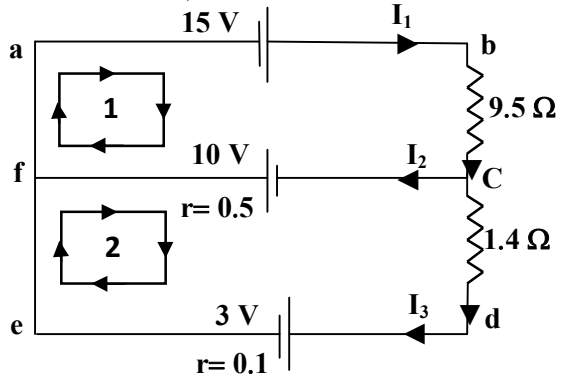
$I_1 = \frac{77}{13}$ A $\quad I_2 = \frac{42}{13}$ A $\quad I_3 = \frac{-7}{13}$ A

$R_{eq} = \frac{V_B}{I_1} = 14 \div \frac{77}{13}$ $\quad R_{eq} = 2.36\ \Omega$

نعوض بالقيمة الموجبة للتيار . $V_{ab} = I_3 R = \frac{7}{13} \times 2 = \frac{14}{13} = 1.077$

مثال (٣٨)

في الدائرة الموضحة بالشكل احسب قيم كلا من I_1 , I_2 , I_3



الحل :

* عند النقطة (C) $I_1 = I_2 + I_3$

* بأخذ المسار (1) $\Sigma V_B = \Sigma I R$

$15 + 10 = I_1 + 9.5\ I_1 + 0.5\ I_2$

$25 = 10.5\ I_1 + 0.5\ I_2$

*بأخذ المسار (2)

$\Sigma V_B = \Sigma I R$

$-10 - 3 = -0.5\ I_2 + 1.4\ I_3 + 0.1\ I_3$

$-13 = -0.5\ I_2 + 1.5\ I_3 \quad (3)$

* بترتيب المعادلات

$I_1 - I_2 - I_3 = 0$

$10.5\ I_1 + 0.5\ I_2 + 0\ I_3 = 25$

$0\ I_1 - 0.5\ I_2 + 1.5\ I_3 = -13$

$I_1 = 2 \quad I_2 = 8 \quad I_3 = -6$

بسم الله الرحمن الرحيم

(واذكر ربك اذا نسيت)

صدق الله العظيم