# الفصل الرابع

# التيار الكهربائي


## الأستاذ : امجد القبيلات

0772009030

## *التيار الكهربائي:*

الشحنات الناقلة في الموصلات :الإلكترونات الحرة .

في الوضع الطبيعي أي موصل يحتوي على إلكترونات حرة " شحنات كهربائية" و هي كثيرة جداً و تتحرك بشكل عشوائي داخل الموصل .

***ماذا يحدث عندما يتم وصل طرفي الموصل بمصدر فرق جهد" بطارية":***

*1-يشنأ فرق جهد كهربائي يولد مجال كهربائي داخل الموصل.*

*2-بفعل المجال الكهربائي الذي تقع فيه الشحنات , تتأثر هذه الشحنات بقوة كهربائية " الكترونات الحرة " فتندفع بأتجاه واحد مشكلة تيار كهربائي.*

*حركة الشحنات الكهربائية في اتجاه واحد تشكل تياراً كهربائياً .*

**مفاهيم أساسية:**

*التيار الكهربائي: كمية الشحنة التي تعبر مقطع الموصل في وحدة الزمن.*

***اتجاه التيار بأتجاه حركة الشحنات الموجبة و عكس اتجاه حركة الإلكترونات.**

متوسط التيار الكهربائي: معدل عبور الشحنات الكهربائية" كمية الشحنات: لموصل في وحدة الزمن. و تعطى بالعلاقة :

$$\bar{ت} = \frac{\Delta ش}{\Delta ز}$$

حيث ($\bar{ت}$): متوسط التيار الكهربائي، و($\Delta ش$) كمية الشحنة التي تعبر مقطع الموصل في الفترة الزمنية $\Delta ز$.

*الأمبير: التيار الكهربائي المار في موصل يعبر مقطعه شحنة مقدارها 1 كولوم في الثانية الواحدة*

***ماذا نعني بقولنا ان التيار المار في موصل 9 امبير: أي ان الموصل يعبر مقطعه شحنة مقدارها 9 كولوم في الثانية الواحدة .***

السرعة الانسياقية : متوسط سرعة الإلكترونات الحرة التي تنساق بعكس اتجاه المجال الكهربائي

التيار الاصطلاحي: هو التيار الذي يسري باتجاه حركة الشحنات الموجبة.

**فسر:**

1-حركة الإلكترونات بسرعات متفاوتة و مسارات متعرجة:

ج) و ذلك لان عدد الإلكترونات الحرة في وحدة الحجم كبير جداً مما يؤدي الي تصادم الإلكترونات الحرة مع بعضها البعض و مع ذرات الموصل فتفقد جزء من طاقتها الحركة .

2-رغم أن الإلكترونات تفقد جزء من طاقتها الحركية نتيجة التصادمات إلا أنها لا تتوقف عن الحركة:

ج) بسبب وجود مجال كهربائي يسرع الالكترونات بأتجاه القوة الكهربائية المؤثرة فيها.

3-لا ينتج تيار كهربائي عن الحركة العشوائية للالكترونات الحرة:

لان متوسط عدد الالكترونات الحرة التي تعبر مقطع من الموصل باتجاه تساوي متوسط عدد الالكترونات التي تعبره في الاتجاه المعاكس.

*تؤثر تصادمات الإلكترونات مع بعضها البعض و مع ذرات الموصل على الموصل نفسه كالتالي: 1- ارتفاع درجة حرارة الموصل . 2- زيادة اتساع اهتزازات ذرات الموصل

**موصل = فلز**

يمكن حساب قيمة التيار الكهربائي حسب العلاقة :

$$ت = ن أ ع_e$$

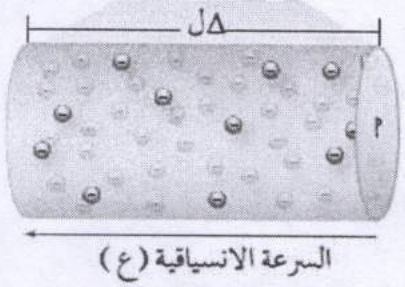
**ن: عدد الالكترونات الحرة في وحدة الحجم .**

**أ : مساحة مقطع الموصل $\pi$ نق $^2$**

**ع: السرعة الانسياقية**

ملاحظة **ن: عدد الالكترونات الحرة في وحدة الحجم , ثابت لكل مادة عند ثبات درجة الحرارة .**

**اثبات العلاقة السابقة**




$ن' = \frac{ن}{ح}$ ← $ن = ن' ح$

$ح = أ$ ل $أ$: مساحة المقطع . ل: طول المقطع

$ن = ن' أ$ ل ---①

$ت = ن$ ه $ع_e$ $أ$

$ت = ن' أ$ ل ه $ع_e$ / ل

$ت = ن' أ$ ه $ع_e$

$ع_e = \frac{ل}{ز}$ الفترة الزمنية ز

$ت = ن' أ$ ه $\frac{ل}{ز}$

$ت = ن' أ$ ه $\frac{ل}{ز}$ #

ملاحظة: " الأرقام في الأمثلة تم استخدامها لأغراض حسابية فقط "

# أمثلـــة

**س1)** إذا علمت ان عدد الالكترونات التي تعبر مقطع موصل عرضياً 4 * 10 20 إلكترون , خلال 0.2 ث احسب:

1- التيار الذي يعبر الموصل

2- كمية الشحنات التي تعبر موصل في 1.5 ث

الحل ① $ش د = ن × ش = ٤ × ١٠^{٢٠} × ١٦ × ١٠^{-١٩} = ٨,٤ × ١٠^{١}$ = ٨٤ كولوم

$ت = \frac{ش د}{ز} = \frac{٨٤}{٢٠} = ٤٢٠$ أمبير

② $ت = \frac{ش د}{ز}$

$ش د = ت × ز = ٤٢٠ × ١,٥ = ٦٣٠$ كولوم

س2) إذا علمت ان موصل تم وصله بمصدر فرق جهد فكان متوسط التيار فيه 3.2 أمبير خلال زمن مقداره 0.1 ث احسب:

1- كمية الشحنات التي تعبر الموصل خلال وحدة الزمن .

2- عدد الإلكترونات التي تعبر الموصل خلال وحدة الزمن .

3- عدد الشحنات التي تعبر الموصل خلال 2 ث؟

① $W_D$ = ٨٢,٢ × ١٠^-١٩ كولوم.

② $n$ = ٢٣ × ١٠^١٨ إلكترونة

③ ٦,٤ كولوم

س3)يعبر تيار مقداره 4.8 أمبير مقطع من موصل مساحته 3 مم$^2$, إذا علمت ان الالكترونات الحرة في وحدة الحجوم في الموصل 10 * 10 $^{28}$ إلكترون/م$^3$ فأحسب السرعة الانسياقية للالكترونات في هذا الموصل؟

$A$ = ٣ × ١٠^-٦ م٢ "تحويل الى متر"

$$v_d = \frac{I}{n e A} = \frac{٤,٨}{١٠ \times ١٠^{٢٨} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ٣ \times ١٠^{-٦}}$$

$v_d$ = ٠,٩ (

س4) موصل فلزي على نصف قطر مقطعه 2 سم يحتوي $\frac{2}{\pi}$ *10 $^{18}$ إلكترون /سم $^{3}$

وصل هذا الموصل بمصدر فرق جهد فتحركت الالكترونات الحرة بسرعة انسياقية 0.25 * 10 $^{-4}$ م/ث احسب كمية الشحنات التي تعبر مقطع الموصل في ساعة كاملة .

الحل

$I = n' e A v_d$

$A = \pi r^2$

$A = \pi \times (2 \times 10^{-2})^2$

$A = 4\pi \times 10^{-4}$ م$^2$

$n' = \frac{2}{\pi} \times 10^{18}$ إلكترون/سم$^3$

$= \frac{2}{\pi} \times 10^{18} \times 10^{6}$ إلكترون/م$^3$

$n = \frac{2}{\pi} \times 10^{24}$ إلكترون/م$^3$

$I = 2\pi \times 10^{24} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 0.25 \times 10^{-4} \times 4\pi \times 10^{-4}$

$I = 32\pi^2 \times 10^{-3}$ أمبير

$Q = I \times t$

$= 32\pi^2 \times 10^{-3} \times 60 \times 60$

$= 1280\pi^2 \times 10^{-3}$ كولوم

س5) عند دراسة التيار المار في موصل مساحة مقطعه 2 سم $^{2}$ , كان عدد الشحنات في وحدة الحجوم 10 $^{25}$ كولوم/ م 3 , اذا علمت ان السرعة الانسياقية 0.5 * 10 $^{-3}$ م/ ث احسب :

1- التيار المار في الموصل

2- كمية الشحنات التي تعبر الموصل خلال 3 ث.

① 1600 امبير ② 480 كولوم

# المقاومات الكهربائية و قانون اوم

**المقاومة الكهربائية:** إعاقة حركة الالكترونات الحرة في موصل عند مرور تيار كهربائي فيها

**- العوامل التي تعتمد عليها قيمة التيار المار في موصل :**

1- فرق الجهد بين طرفيه. 2- مقاومة الموصل

يمكن حساب المقاومة الكهربائية من خلال العلاقة :

$$م = \frac{\Delta جـ}{\Delta ت}$$

فولت / امبير = اوم

Ω اوم

**الاوم** : مقاومة موصل يمر فيه تيار مقدارها 1 امبير عندما يكون فرق الجهد بين طرفية 1 فولت .

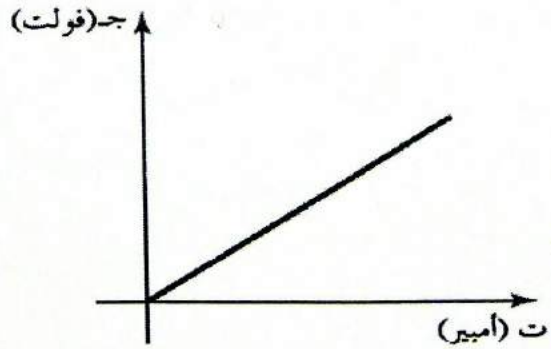
**<u>ماذا نعني بقولنا ان مقاومة موصل 5 اوم</u>**: ان موصل يمر فيه تيار مقداره 1 امبير عندما يكون فرق الجهد بين بين طرفيه 5 فولت

**<u>بعبارات أخرى</u>** : انه لو وصل طرفيه بمصدر فرق جهد مقداره 5 فولت سوف يسري فيه تيار مقداره 1 امبير.

قانون اوم:

يتناسب التيار الكهربائي المار في موصل فلزي **طردياً** مع **فرق الجهد** بين طرفيه عند **ثبات درجة الحرارة .**

$$\text{الميل} = \frac{\Delta جـ}{\Delta ت} = م$$، وعليه تكون المقاومة ثابتة




⊛ ملاحظة :.

كلما اقترب الخط الذي يمثل العلاقة من محور السينات كلما قلة قيمة المقاومة ↓ تقل م ، يقترب من س "

" ↑ تزيد م ، يقترب من ص "

**تصنف المقاومات بناء على العلاقة بين الجهد و التيار الى نوعين:**

1- **اومية**------ **علاقة خطية** بين جـ و ت ينطبق عليها **قانون اوم .المقاومة ثابته.**

2- **غير اومية** ------ **غير خطية** بين جـ و ت لا ينطبق عليها قانون اوم . المقاومة **غير ثابته** "أشباه الموصلات"

**تصنف المقاومات من حيث المقدار الى :**

1- مقاومات ثابتة المقدار . —WW—

2- مقاومات متغيرة المقدار "ريوستات" —WW—

**الداعي الأساسي لاستخدام المقاومات:**

1- التحكم بقيم التيار المار في الدارة الكهربائية او في الأجهزة الالكترونية.

2- حماية بعض الأجهزة من التلف.

# المقاومات الفلزية

تصنع هذه المقاومات من أسلاك تختلف في : 1- **الطول** 2- **مساحة المقطع** 3- **نوع المادة**

1- عند **زيادة الطول** تزيد المقاومة:
**تفسير**: بسبب زيادة فرصة حدوث تصادمات الإلكترونات الحرة مع بعضها البعض ومع ذرات الموصل.

2- عند **زيادة مساحة** المقطع تقل المقاومة .

**تفسير**: و ذلك لان فرصة حدوث تصادمات الالكترونات الحرة مع بعضها البعض و مع ذرات الموصل تقل.

يمكن إيجاد المقاومة من خلال العلاقة :

$$م = \frac{ρ ل}{أ}$$

**ρ:** مقاومية المادة و هي ثابته مع ثبات درجة الحرارة . " اوم . متر"

**ل:** طول الموصل بوحدة " م"

أ : مساحة مقطع الموصل $ط نق^2$

**مقاوميه المادة**: تساوي عددياً مقاومة جزء من تلك المادة طوله 1 م و مساحة مقطعه 1 م $^2$ عند درجة حرارة محددة.

**تصنف المواد التي 3 أنواع حسب التوصيل الكهربائي " قيم المقاومية ":**

1- **مواد موصلة** : مقاومية قليلة نحاسب , ذهب, ..... " الفلزات:

2- **مواد عازلة** : مقاومية عالية " كبيرة"

3- **اشباه موصلات** : مقاومية متوسطة : السيليكون , الجيرمانيوم.

**المواد فائقة الموصلية**: هي مواد تهبط مقاومتها الكهربائية بشكل مفادىء الى الصفر عند درجات الحرارة القليلة .

**لماذا يأمل العلماء من الحصول على مواد فائقة الموصلية في درجة حرارة الغرفة ؟**

1- نقل الطاقة و تخزين الطاقة بدون ضياع جزء يذكر منها .

2- انتاج مجالات مغناطيسية قوية " تصوير الرنين المغناطيسي , القطارات السريعة".

**ماذا نعني بقولنا أن مقاوميه الألمنيوم 2.82 * 10 $^{-8}$ اوم.م عند درجة حرارة 20 سْ:**

أي ان مقاومة سلك من الألمنيوم طوله 1 م و مساحة مقطعه 1 م 2 تساوي 2.82 * 10 $^{-8}$ اوم عند درجة حرارة 20 سْ.

## أمثلة حسابية

س1) تم قياس فرق الجهد بين طرفي موصل فوجد انه يساوي 20 كيلو فولت , احسب مقاومة الموصل اذا علمت ان التيار الذي يسري في السلك 200 امبير؟

$$\text{م} = \frac{\text{ل}}{\text{أ}}$$

$$\text{م} = \frac{٣ \times ١٠ \times ٢٠}{٢٠٠} = ١٠٠ \text{ سـ}$$

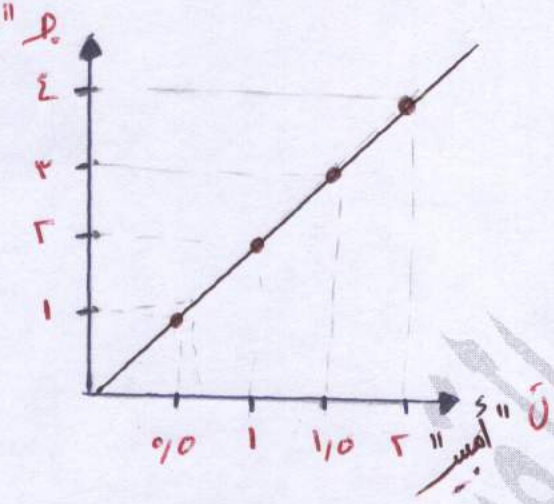
س2) في تجربة لقياس مقاومة سلك من البلاتين طوله ٤ م عند وصله في دارة كهربائية تم الحصول على القيم التالي بين الجهد و التيار معتمداً على الشكل احسب :

1- مقاومة السلك الموصل

2- معتمداً على الشكل إذا علمت أن مقاومية البلاتين $11 * 10^{-8}$ أوم . م احسب مساحة مقطع الموصل؟

3- إذا قلت مساحة المقطع إلى النصف ماذا سوف يحدث للمقاومة.

4- عند ثبوت درجة الحرارة احسب مقاومة الموصل إذا أصبح طوله 3 م .




① حساب مقاومة السلك يعني حساب الميل

$م = \frac{\Delta جـ}{\Delta ن}$

$م = \frac{٤-٢}{١-٢} = "٢-" = ٢$ سـ

② $م = \frac{ل \cdot ل}{ط}$ ⇐ $م = \frac{ل \cdot ل}{م}$

$م^{٢} = \frac{٤ \times ١٠ \times ١١}{٢٢} = ٨ - ١٠ \times ٢$

③ لتضاعف المقاومة لتصبح الضعف $م = ١٤$ أوم $م = \frac{ل \cdot ل}{م}$ (٣)

$م = ٢ \frac{١}{٢}$ (٢)

④ $\frac{م}{م'} = \frac{ل}{ل'}$ ⇐ $\frac{٤}{٣} \times \frac{٢}{م'}$

$م' = \frac{٦}{٤} = \frac{٣}{٢} = ١٫٥$ سـ

س3) موصل اسطواني الشكل , إذا علمت أن طول الموصل 2π م و مصنوع من مادة الحديد إذا علمت أن قطر مقطعه 2 مم , $\rho_{\text{الحديد}} = 10 * 10^{-8}$ Ω.م , احسب:

1- مقاومة الموصل 2- إذا أصبح طول الموصل 4π م ماذا سوف يحدث لمقاومة السلك.

$ف = \rho \frac{ل}{م}$

$ف = 10 \times 10^{-8} \times \frac{2\pi}{\pi \times 10^{-6}}$

$ف = 20 \times 10^{-2}$ Ω

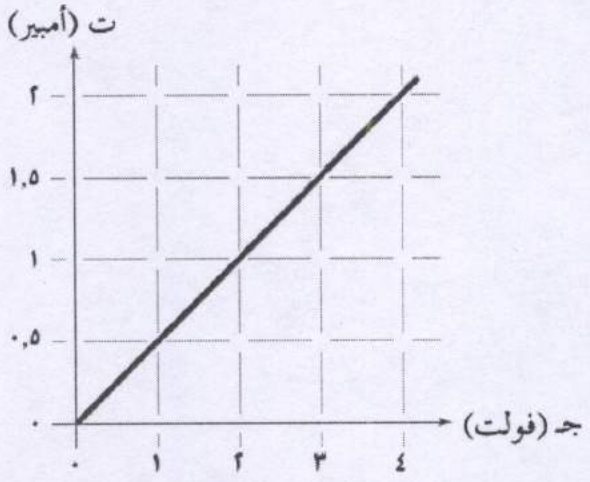
② تضاعف المقاومة لتصبح $40 \times 10^{-2}$ Ω.

س4) في تجربة قياس مقاومة سلك طويل من الحديد ملفوف على بكرة مساحة مقطعه 1 مم 2 وصل طالب طرفي السلك في الدارة الكهربائية ثم اخذ قراءات مختلفة لتيار الدارة و فرق الجهد بين طرفي السلك عند ثبوت درجة الحرارة و معتداً على الشكل البياني احسب:

1-مقاومة السلك .

2- اذا علمت ان $\rho_{\text{الحديد}} = 10 * 10^{-8}$ Ω . م , جد الطول الكلي للسلك الذي استخدمه الطالب

3- اذا استخدم الطالب جزء من اللفه طوله 2 م , فجد مقاومة هذا الجزء و مقاوميته.




① $م = 2$ Ω

② $ل = 20$ م

③ $م' = 0.2$ Ω

## القدرة الكهربائية

القدرة الكهربائية : الشغل المبذول (ش) لنقل شحنة بين تقطتين بينهما فرق في الجهد في وحدة الزمن .

$$\text{القدرة} = \frac{\text{ش}}{\text{ز}}$$

جول/ ث = واط

القدرة المستهلكة في مقاومة = جـ ت  القدرة = ت$^2$ * م  القدرة = جـ$^2$ / م

**الطاقة** = القدرة * الزمن  " جول"  " واط , كيلو واط . ثانية , ساعة"

الوحدة التي تستخدمها شركات الكهرباء عالمياً لقياس الطاقة المستخدمة لحساب اثمان الكهرباء هي الكيلو واط.ساعة.

# أمثلة

س١) شغل مكيف لفترة زمنية ، استهلك طاقة مقدارها ٥٠ كيلو واط عند تشغيله لساعة كاملة ، إذا علمت أن مصدر فرق الجهد الذي وصل فيه المكيف ٢٠٠ فولت احسب :

١- قدرته الكهربائية ٢- التيار الكهربائي الذي يسري فيه

٣- إذا علمت ان مقاومة المكيف قلة الى النصف فماذا سيحدث لكل من قدرته و الطاقة المستهلكة فيه .

الحل

① ط = القدرة × الزمن
٥٠ = القدرة × ١
القدرة = ٥٠ كيلو واط

② القدرة = ف ن ⟸ ٥٠ = ٢٠٠ × ن
ن = ٥٠ / ٢٠٠ = ٠,٢٥ أمبير

③ من العلاقة القدرة = ن² م ومن العلاقة القدرة = ف² / م

④ المعدل الزمني للطاقة المستهلكة = القدرة

⑤ القدرة تضعف ⟸ الطاقة المستهلكة ⟸ الضعف

س٢) وصل مصباح قدرتها ١٠٨ واط مع مصدر فرق جهد مقداره ٩ فولت احسب:

١- مقاومة المصباح ٢- الطاقة التي يستهلكها المصباح عند تشغيله ٥ دقائق بوحدة واط/ساعة

الحل ① يمكن حساب المقاومة من العلاقتين ق = قدرة ÷ ن او من خلال القدرة = ف² / م

طريقة ① ق = ف ن
١٠٨ = ٩ × ن ⟸ ن = ١٢ أمبير ⟸ ف = م ن ⟸ ٩٠ = م × ٣/٤ ⟸ م = ٣/٤

طريقة ② ١٠٨ = ٨١ / م ⟸ م = ٣/٤ ⟸ ٠,٧٥ ⟸

② الطاقة = القدرة × الزمن = ١٠٨ × ٥/٦٠ = ٩ واط / ساعة .

س2)وصل مجفف شعر مع مصدر فرق جهد كهربائي مقداره 200 فولت , اذا علمت ان قدرة المجفف 4 كيلو واط فأحسب:

1- مقاومة ملف المجفف 2- الطاقة الكهربائية التي يستهلكها المجفف عند تشغيله 45 دقيقة

① م = ص ÷ ت

② ط = ق × ز = ٤ × ٤٥/٦٠ = ٣ كيلو واط/ساعة

س3) مكنسة كهربائية كتب عليها 2200 جول/ ث, 220 فولت مقاومتها سلك فلزي مساحة مقطعه العرضيه 0.16 مم 2 و مقاوميته 1.6 * 10 $^{-8}$ أوم . م احسب:

1- طول السلك الذي صنعت منه

2-اكبر تيار يمر في مقاومة المكنسة

3- الطاقة المصروفة عند تشغيلها لمدرة 15 دقيقة بوحدة الجول و كيلو واط.ساعة

الحل

م = ٠,١٦ × ١٠ $^{-٦}$ م$^{٢}$ ، ل = ١,٦ × ١٠ $^{-٨}$ أوم . م

① م = ٢٢٠ ② ت = ١٠ A ③ ط = القدرة × الزمن

= ٢٢٠ × ١٥ × ٦٠

= ١٩٨ × ١٠$^{٤}$ جول

كيلو واط ساعة ؟؟

س4) مدفأة كهربائية صنع ملف التسخين فيها من سبيكة النيكروم , إذا كانت مقاومة الملف 22 اوم و كان الملف متجانس , فجد المعدل الزمني للطاقة المستهلكة في الملف في كلا من الحالتين التاليتين:

1- اذا وصلت المدفأه مع مصدر فرق جهد 220 فولت

2- إذا قطع ملف التسخين الي نصفين ثم وصل احد جزئية إلى مصدر فرق جهد 220 فولت

① ٢٢٠٠ واط ② ٤٤٠٠ واط "المعدل الزمني لاستهلاك الطاقة يزداد ليصبح ضعف القيمة الاصلية.

س5) أ) ماذا نعني بقولنا ان قدرة مجفف شهر كهرباني 2 كيلو واط:

إي أن المجفف يستهلك طاقة مقدارها 2 كيلو واط عند تشغيله لفترة زمنية .

أو : يبذل شغل مقدارها 2000 جول لنقل شحنة بين نقطتين بينهما فرق في الجهد جـ في وحدة الزمن ز .

ملخـص

# توصيل المقاومات الكهربائية

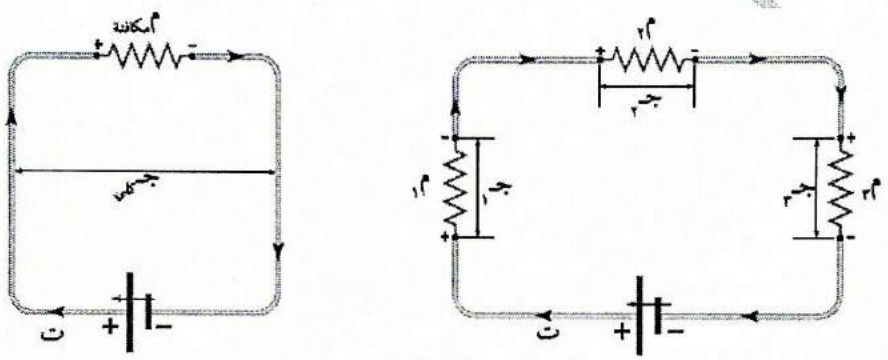
هناك طريقتين لتوصيل المقاومات:

**1- توصيل على التوالي:**

ت = ت1 = ت2 = ت 3

جـ كلي=جـ 1 + جـ 2 + جـ3

$$م_{المكافئة} = م_1 + م_2 + م_3$$



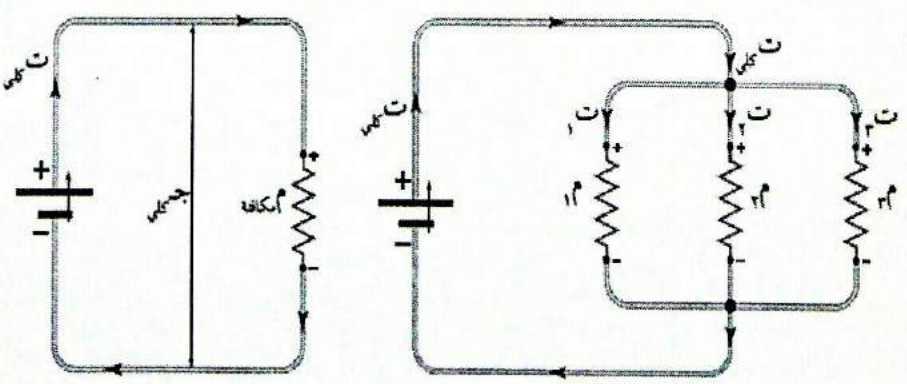

م مكافئة = م * ن  ن: عدد المقاومات للمقاومات المتشابهة

**2- التوصيل على التوازي :**

$$\frac{1}{م_{المكافئة}} = \frac{1}{م_1} + \frac{1}{م_2} + \frac{1}{م_3}$$

ت = ت 1 + ت 2 + ت 3

جـ كلي = جـ 1 = جـ 2 = جـ 3



م مكافئة = م /ن  ن : عدد المقاومات للمقاومات المتشابهة

إيجاد مقاومة مكافئة يعني إزالة جميع المقاومات و استبدالها بمقاومة واحدة .

الفائدة من توصيل المقاومات :

1- على التوالي: 1- تجزئة الجهد  2- تقليل التيار المار في الدارة .

2- على التوازي : 1- تجزئة التيار الكهربائي  2- تثبيت قيمة فرق الجهد في الدارة.

**م مكافئة توالي** : اكبر من **اكبر** مقاومة في المجموع  **م توازي**: اصغر من **اصغر** مقاومة في المجموع .

يتم توصيل **الفولتمير** بالدارة الكهربائية على **التوازي** لحساب فرق الجهد الكهربائي.

يتم توصيل **الأميتر** مع الدارة على **التوالي** لحساب التيار الكهربائي .

فسر:

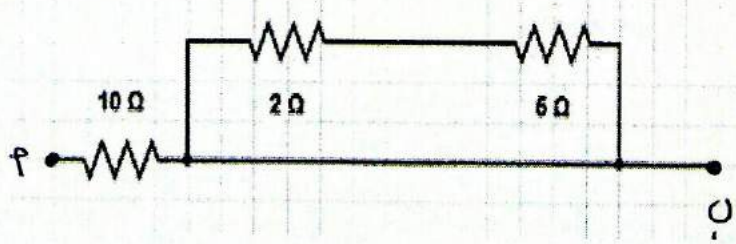
أ) توصيل مصابيح الانارة على التوالي: و ذلك لان هذه المصابيح تعمل على فرق جهد كهربائي معين و كما نعلم في التوصيل على التوالي تكون قيم الجهد تكون ثابته" الجهد لا يتوزع" .

ب) تم توصيل مقاومتين مره على التوالي و الأخرى على التوازي لوحظ ان التيار الكهربائي الذي يمر في الدارة الأولى اقل من الثانية:

و ذلك لان المقاومة المكافئة للمقاومات الموصلة على التوالي اكبر من اكبر مقاومة و حسب قانون اوم جـ = ت * م فأنه كلما زادت قيمة المقاومة تقل قيمة التيار المار في الدارة , فيكون التيار المار في الدارة الأولى اقل من الثانية .

# أمثلة حسابية

- احسب المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات :



(1) ح1 مفتوح ، ح2 مفتوح ← 9 Ω

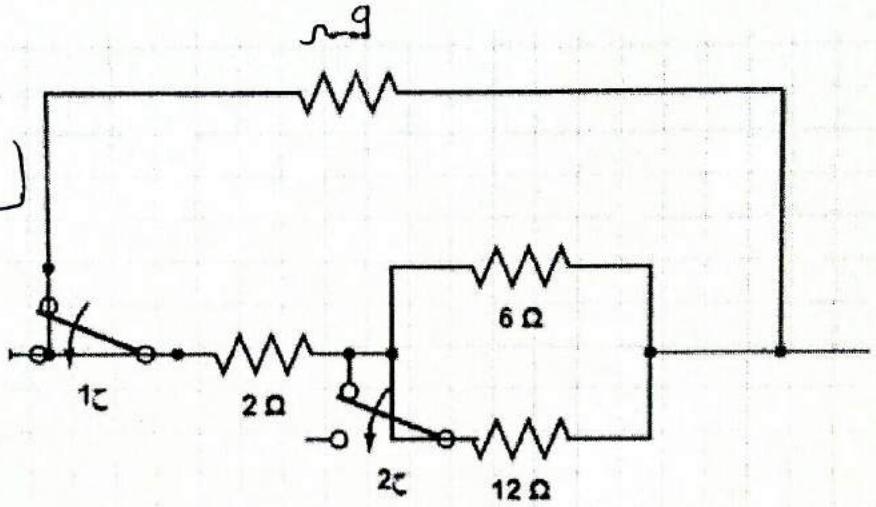
(2) ح1 مغلق ، ح 1 مفتوح ← (6،12) توالي = 8 Ω ، (8،9) توازي $\frac{1}{م} = \frac{1\times9}{8\times9} + \frac{1\times8}{9\times8} =$

(3) ح 1 مغلق ح 2 مغلق ← $م_{مكافئة}$ = 4،12 Ω

(3) (6،12) توازي $م_{مكافئة}$ = 4 Ω ، (4،12) توالي = 6 Ω

$\frac{1}{م_{مكافئة}} = \frac{1\times2}{2\times6} + \frac{1\times1}{2\times9}$

$م_{مكافئة} = \frac{18}{5}$ Ω

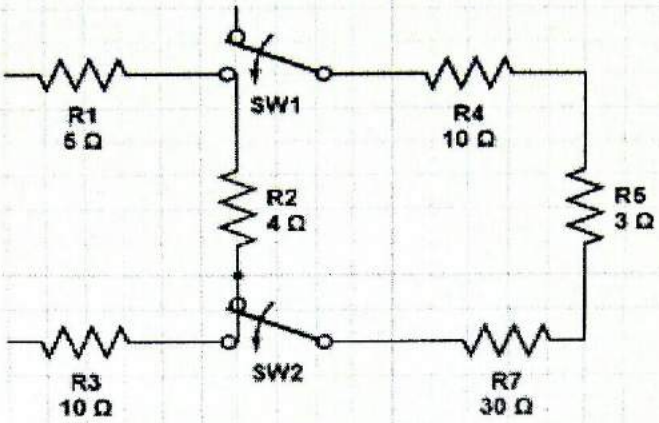



الرسم ص 19

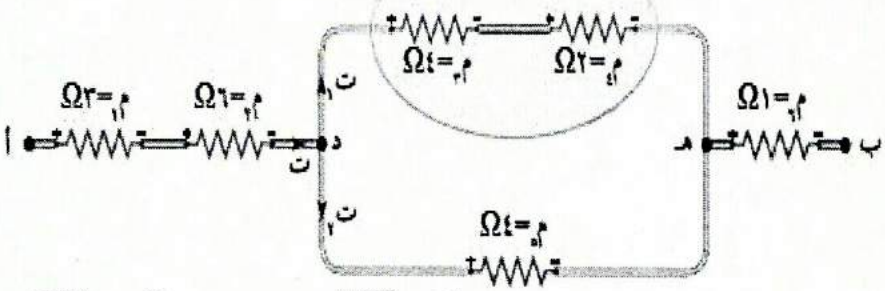
3) ح 1, ح 2 مفتوح
ح 1 , ح 2 مغلق
ح2مغلق , ح 1 مفتوح
ح1 مغلق , ح 2 مفتوح

(1) 19 Ω

(2)




(4




(٤،٣) تقابل = ٦ ~ = م د

(٥،٧) تقارن = ٢،٤ ~ = ٨ م

(١٨، ١١٢،٦) تقابل :

م مكافئة = ١٢،٤ ~

**ملاحظة** : في نوعية الأسئلة التي يُسأل فيها عن **"ماذا يحدث لقراءة الفولتمير و الاميتر"** الموصول مع عدد من المقاومات سواء على **التوالي او على التوازي** في الدارة الكهربائية , هذه النوعية من الأسئلة يتم الإجابة عنها حسب قانون اوم ( جـ = ت*م) لانه كلما زادت قيمة المقاومة المكافئة تقل **قيمة التيار أي قراءة الاميتر** و بالنسبة للجهد **كلما زادت المقاومة المكافئة** يزيد الجهد **أي قراءة الفولتميتر.**

## القوة الدافعة الكهربائية :

القوة الدافعة الكهربائية : الشغل الذي تبذله البطارية لدفع وحدة الشحنات الموجبة من القطب السالب الى القطب الموجب داخلها .

$$ق_د = \frac{ش}{ش_{هـ}} \ ...$$

ش: الشغل الذي تبذله البطارية $ش_{هـ}$: كمية الشحنة المنقولة .

**المصدر الذي يزود الدارة الكهربائية بالطاقة الكهربائية هو البطارية**

**كيف يحدث ذلك؟؟**

1- تتحرر الطاقة بفعل التفاعلات الكيميائية داخل البطارية .

2- تعمل الطاقة المتحررة ( نقطة 1) على جعل احد قطبي البطارية موجب و الأخر سالب.

3- ينشأ فرق جهد بين طرفي البطارية , يولد فرق الجهد مجال كهربائي في الاسلاك يدفع الشحنات الموجبة من القطب الموجب الى القطب السالب " خارج البطارية "

4- تكمل الشحنات حركتها من القطب السالب الى القطب الموجب داخل البطارية .

**فسر:**

**1)كيف تكمل الشحنات حركتها من القطب السالب الى القطب الموجب داخل البطارية؟**

تبذل البطارية شغل على الشحنات فتنقل اليها الطاقة المتحررة من التفاعلات الكيميائية ليتم استهلاكها عبر عناصر الدارة , ثم عود الى القطب السالب لتزويدها بالطاقة و دفعها نحو القطب الموجب من جديد .

**2) تكون قيمة التيار عند أجزاء الدارة جميعها نفس القيمة ؟**

لان البطارية تعمل على نقل كمية ثابته من الشحنة عندما تكون الدارة مغلقه

**3) توقف التيار الكهربائي عند فتح الدارة او عندما تستهلك الطاقة المختزنة في البطارية**

انعدام المجال الكهربائي فيتوقف إمداد الشحنات بالطاقة الكهربائية .

*تستهلك الطاقة بشكل أساسي في **المقاومات الخارجية ( م خ)** و جزء صغير من هذه الطاقة يستهلك داخل البطارية و ذلك لوجود **مقاومة داخليه في البطارية( م د) تعيق حركة الشحنات .**

*** متى تكون قيمة القوة الدافعة الكهربائية مساوية لفرق الجهد بين طرفي البطارية :**

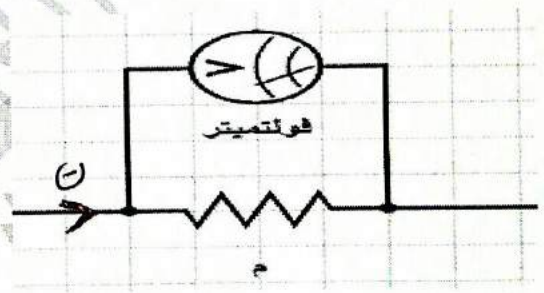
- عندما تكون مقاومة البطارية الداخلية = صفر - عندما تكون الدارة مفتوحة

*** حالات خاصة مهمه :**

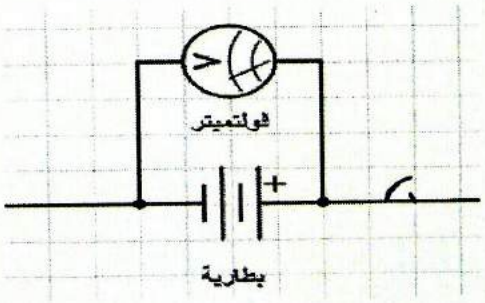
* من اهم المواضيع التي يجب معرفتها كيفية تحديد و معرفة قراءة الفولتميتر عند توصيله مع احد عناصر الدارة الكهربائية فيما يلي اهم الحالات الخاصة التي يجب معرفتها

* جـ : قراءة الفولتميتر

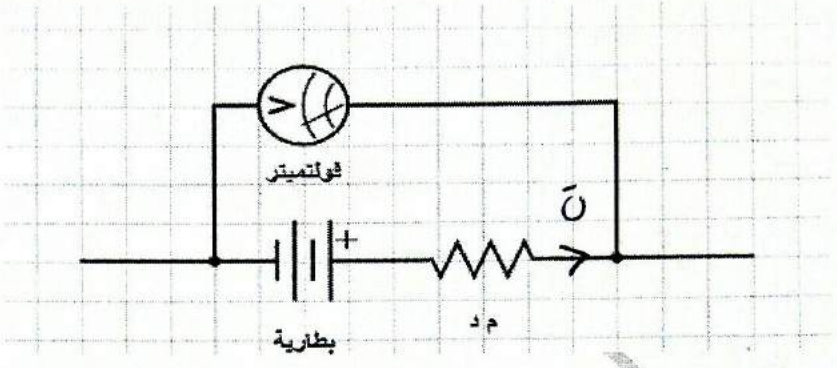
1 - جـ= ت*م



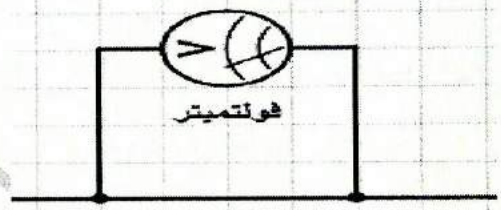

2- جـ= ق د



3- جـ = ق د – ت م د




4- جـ = صفر




.....

## معلومات هامه " القدرة "

قدرة البطارية = ق د ت ...

القدرة المستهلكة في مقاومة = جـ ت

الهبوط في جهد البطارية =ت م د

القدرة المستهلكة , الضائعة في المقاومة = ت$^2$ م

**القدرة التى تنتجها البطارية = القدرة التى تستهلك في المقاومتين الداخلية و الخارجية**

ق د ت = ت$^2$ م د + ت$^2$ م خ ..

## الدارة الكهربائية البسيطة

هي الدارة التي يمكن اختصارها و تبسيطها في عروة واحدة، بحيث يمر فيها تيار واحد .

يمكن حساب التيار المار في دارة كهربائية بسيطة حسب معادلة الدارة الكهربائية البسيطة :

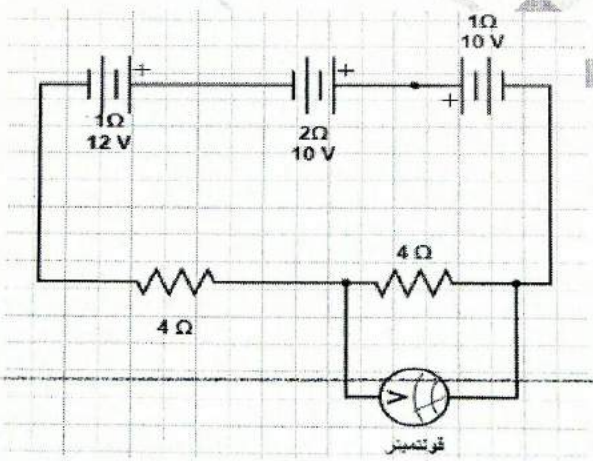
$$ت = \frac{\sum ق_د}{\sum م}$$

$\sum ق_د$ مجموع القوى الدافعه " جبرياً"

## أمثلة حسابية:

س١) بالاعتماد على القيم المثبتة على الشكل و التي تبين دارة كهربائية بسيطة احسب:

١- التيار المار في الدارة الكهربائية ٢- الهبوط فيجهد البطارية ١٢ فولت ٣- قراءة الفولتميتر




الحل

① $ت = \frac{\sum ق_د}{\sum م}$

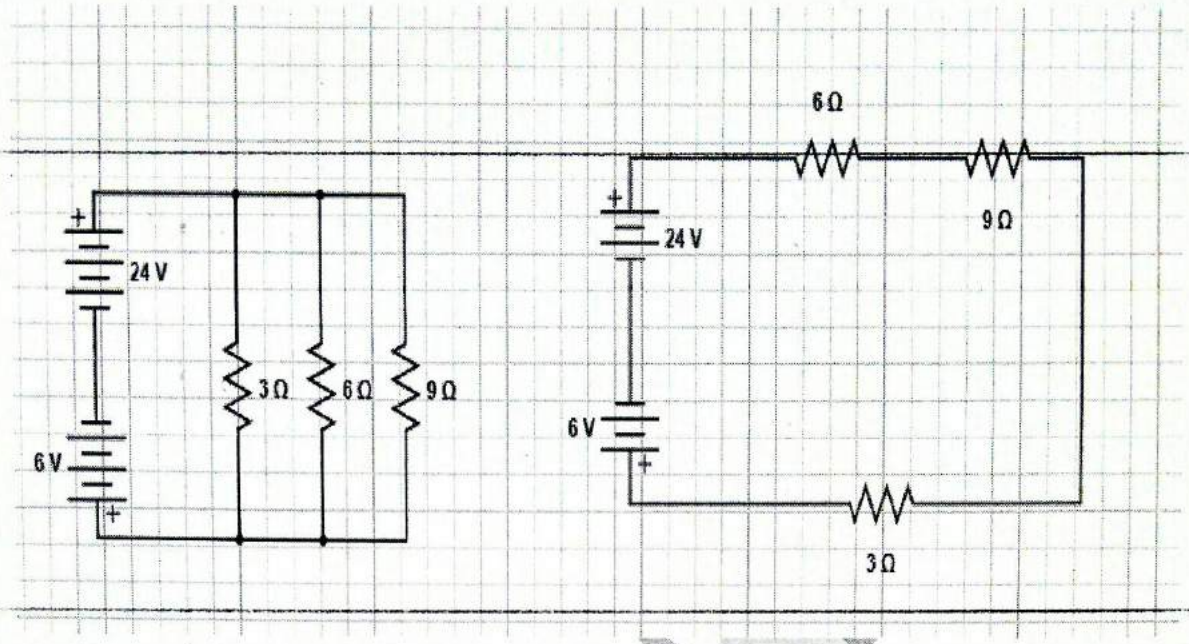
$= \frac{١٢ + ١٠ - ١٠}{١ + ٣ + ١ + ٤ + ٤} = ١$ أمبير

② الهبوط في الجهد $= ت \times م$

$= ١ \times ١ = ١$ فولت

③ قراءة الفولتميتر $= ت \times م = ١ \times ٤ = ٤$ فولت

س٢) وصلت ثلاث مقاومات تحمل القيم (٦ ، ٩ ، ٣ ) اوم مرة على التوالي و الأخرى على التوازي معتمداً على المعلومات المثبتة على الشكل احسب:




١- تيار الدارة ٢- القدرة المستهلكة في كل مقاومة

"القوة الدافعة" عكس الاتجاه

الحل ① تيار الدارة الاولى: المقا ومان جميعها موصولة على التوالي

$$\text{ن} = \frac{\text{ق}_{\text{ص}}}{\text{م}} = \frac{\text{ق} ٢٤ - ٦}{١٨\ \Omega} = ١ \text{ أمبير}$$

تيار الدارة الثانية:

$$\frac{١}{\text{م}} = \frac{١ \times ٦}{٣ \times ٦} + \frac{١ \times ٣}{٣ \times ٦} + \frac{١ \times ٢}{٢ \times ٩} = \frac{١١}{١٨}$$

م مكافئة $= \frac{١٨}{١١}\ \Omega$

$$\text{ن} = \frac{\text{ق}_{\text{ص}}}{\text{م}} = \frac{١٨}{\frac{١٨}{١١}} = ١١ \text{ أمبير}$$

② في الدارة الاولى: نستخدم العلاقة القدرة المستهلكة $= \text{ن}^٢ \text{م}$

**ملاحظة س ٢** : يمكن زيادة قيمة التيار الذي يعبر الدارة البسيطة عن طريق تقليل المجموع الكلي للمقاومات ، أي بمعني وصل مقاوماتها على التوازي بدلاً من وصلها على التوالي .

ملاحظة : حارة قصر

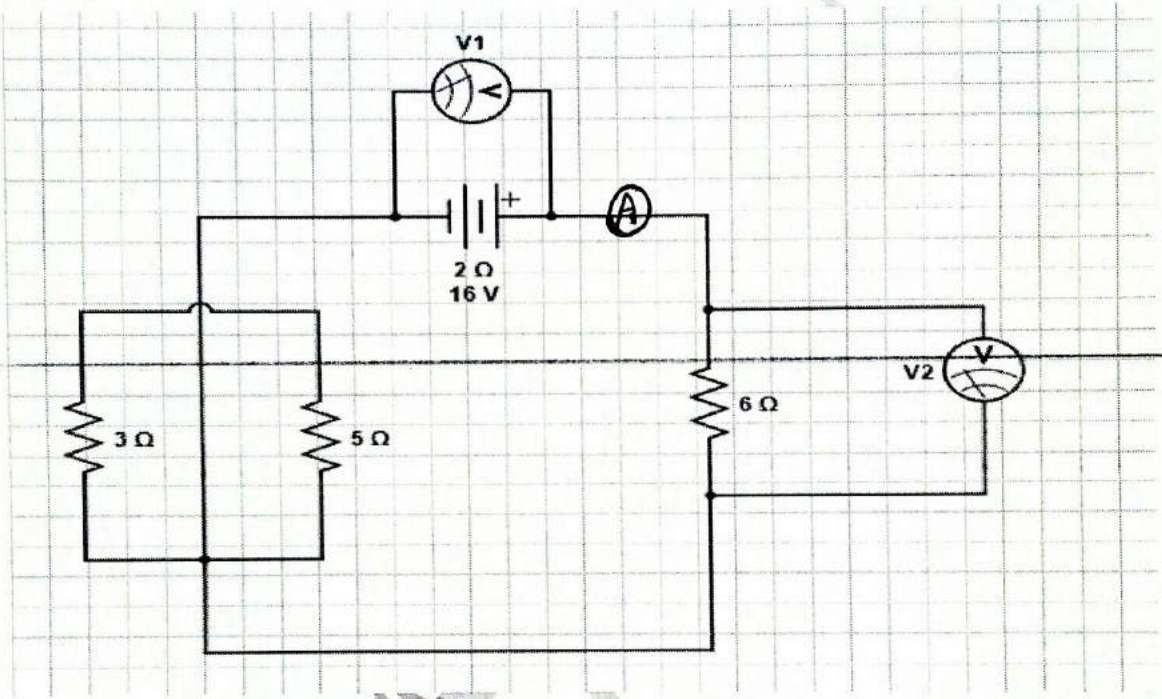
س٣)معتمداً على الشكل احسب:

١- قراءة الاميتر ٥- التيار المار في كل مقاومة

٢- قراءة V ١ و ٢

٣- القدرة المستهلكة في المقاومة ٦ اوم

٤- الهبوط في جهد البطارية ١٦ فولت .




① $ن = \frac{ق_{مد}}{م_3} = \frac{١٦}{٦+٢} = ٢$ امبير

② فرادة $V_1$ = مد - ن م د = ١٦ - ٢×٢ = ١٢ فولت

فرادة $V_2$ = ن م = ٢×٦ = ١٢ فولت

③ ق مستهلكة = $ن^٢ م$ = ٢×٦ = ٢٤ واط

④ الهبوط في الجهد = ن م د = ٢×٢ = ٤ فولت

⑤ (٣،٥) صفر

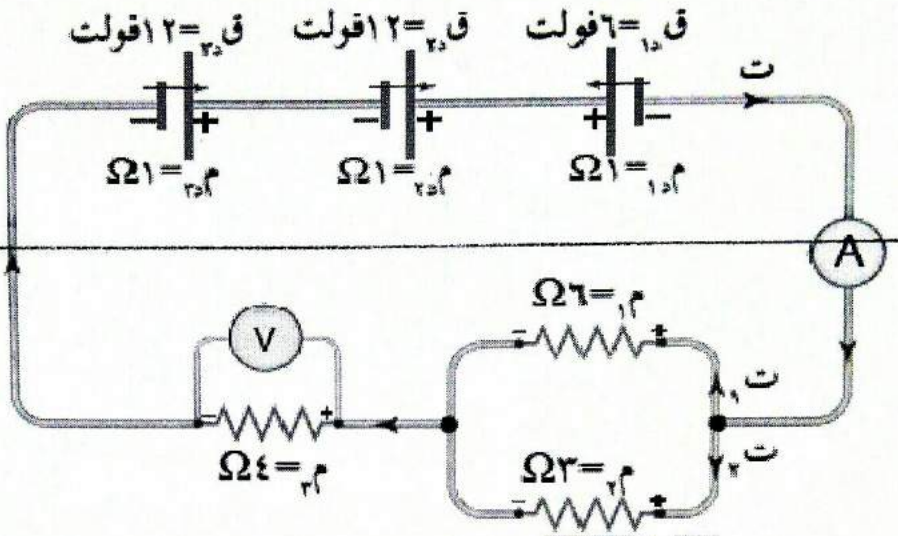
٦ ، ٢ امبير

س٤)معتداً على البيانات المثبة على الشكل جد : فكرة إيجاد التيار في كل مقاومة "

١- قراءة الاميتر

٢- قراءة الفولتميتر

٣- التيار الكهربائي في كل مقاومة




① (م١،م٢،م٣) على التوازي

$\frac{1}{\text{م مكافئة}} = \frac{1}{\text{م}_{12}} + \frac{1}{\text{م}_{3}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{2\times3} = \frac{2\times1}{6} = \frac{3}{6}$ م مكافئة = ٢Ω

نعوض في العلاقة $\text{ن} = \frac{\text{ق}_{\text{د}}}{\text{م}_{\text{د}}} = \frac{12+12-6}{9} = 2$ أمبير

② قراءة الفولتميتر ن × م = ٢ × ٤ = ٨ فولت

③ التيار المار في الدارة في كل عنصر على حدا:

① المقاومة ٤Ω ⇐ تيار الدارة كامل ٢ أمبير

② المقاومان الموصولة على التوازي "الجهد ثابت، التيار يتوزع"

م مكافئة = ١٢Ω — بعض اهل

ج = ن × م

ج = ٢ × ٣ = ٤ فولت "جهد المقاومة المكافئة"

"التيار المار في المقاومة ٣Ω باستخدام العلاقة ج = ن م

٣Ω ⇐ ٤ = ن × ٣ ⇐ ن = $\frac{4}{3}$ أمبير "التيار المار في المقاومة ٣Ω"

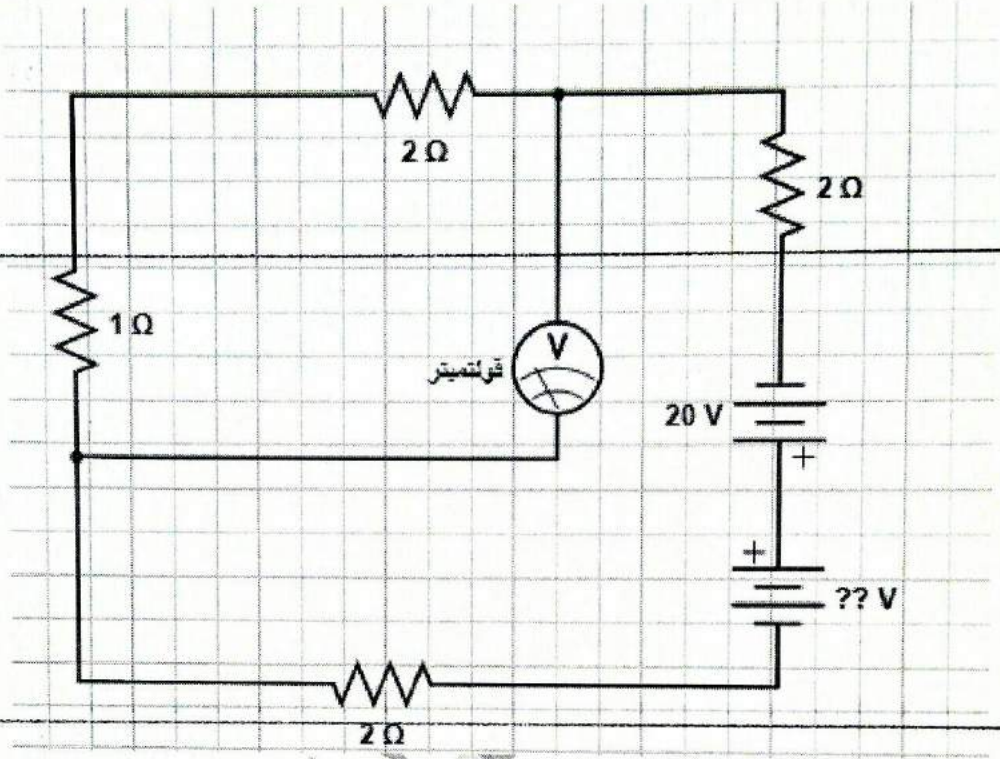
٦Ω ⇐ ٤ = ن × ٦ ن = $\frac{4}{6} = \frac{2}{3}$ امبير

س٥) في الشكل المجاور اذا كانت قراءة الفولتميتر ١٥ فولت احسب:

١- القوة الدافعة الكهربائية

٢- قدرة البطارية ق د ١

٣- الطاقة الحرارية " الحرارة" المتولدة في المقاومة ٢ اوم عند تشغيلها ٣ دقائق.




الحل (1) ن = ٥ امبير  ه د = ٤٠ فولت

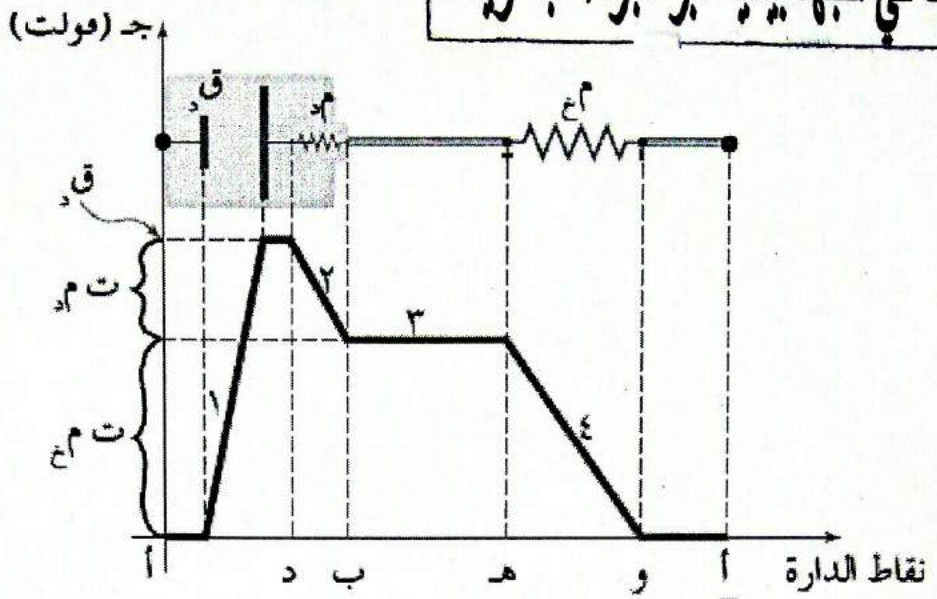
(2) قدرة البطارية = ه د ن = ٣٠٠ واط.

(3) ٥٠٠ واط. ساعة = ٥ كيلوواط. ساعة.

س٦) معتمداً على الشكل احسب قراءة القولتميتر : فكرة

امجد القبيلات

# تمثيل التغيرات في الجهد بيانياً عبر أجزاء البطارية




## ملاحظات هامة:

1- أعلى نقطة في منحنى التمثيل البياني تمثل **ق د** .

2- الخط 2 بمعنى اخر جـ د – جـ ب= الهبوط في جهد البطارية بمعنى أخر:

**جـ د – جـ ب = ت م د حساب التيار الكهربائي**

3- الخط 4 بمعنى أخر جـ هـ - جـ و = الهبوط في الجهد عبر المقاومات الخارجية = ت م خ

**جـ هـ – جـ و = ت م خ حساب المقاومات الخارجية.**

**فسر:** جـ ب = جـ هـ ؟

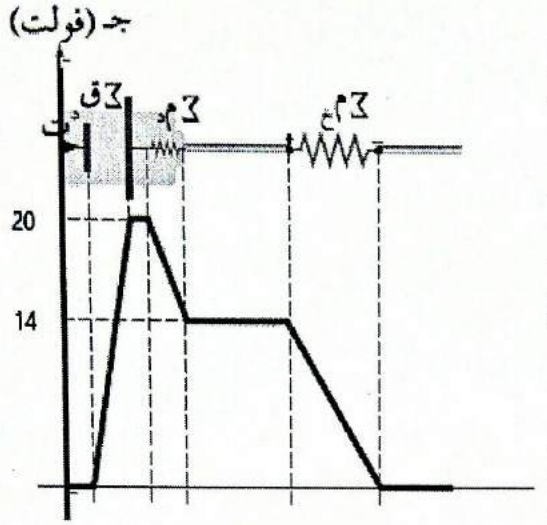
مقاومة اسلاك التوصيل تهمل لذلك يبقى الجهد ثابتاً.

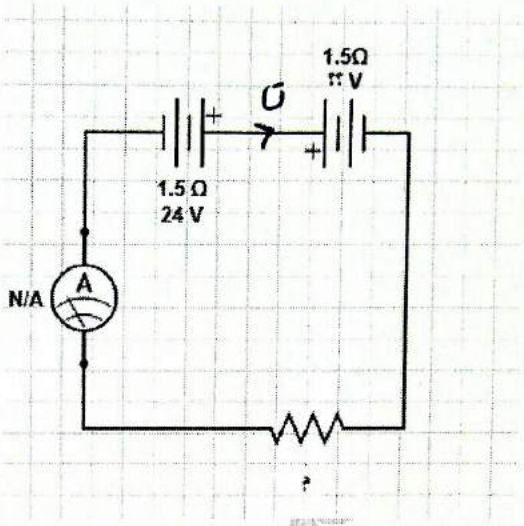
## امثلة حسابية :

س1)يمثل الشكل المجاور دارة كهربائية بسيطة و التمثيل البياني للتغيرات في الجهد عبر أجزاء الدارة الكهربائية , مستعيناً بالبيانات المثبتة على الشكل احسب:

1- القوة الدافعة الكهربائية ق د 1 3- المقاومة المجهولة م؟

2- قراءة الاميتر




① ق د ١ = ٢٤ - ٢٠ = ٤ فولت

② قراءة الامتير = ن م د

٢٠ - ١٤ = ن × ٣ ⟸ ن = ٢ A

③ الهبوط الثاني في الجهد:

١٤ - ٠ = ن م خ

١٤ = ٢ م خ

م خ = ٧ Ω

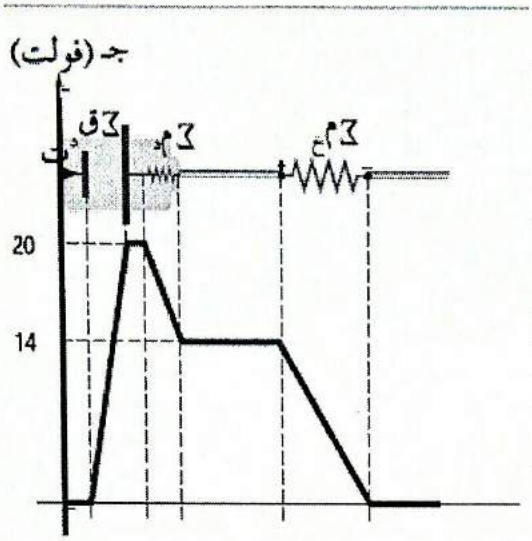
س2) مثلث تغيرات الجهد عبر الدارة الكهربائية البسيطة المبينة كما في الشكل معتمداً على الرسم البياني المجاور احسب:

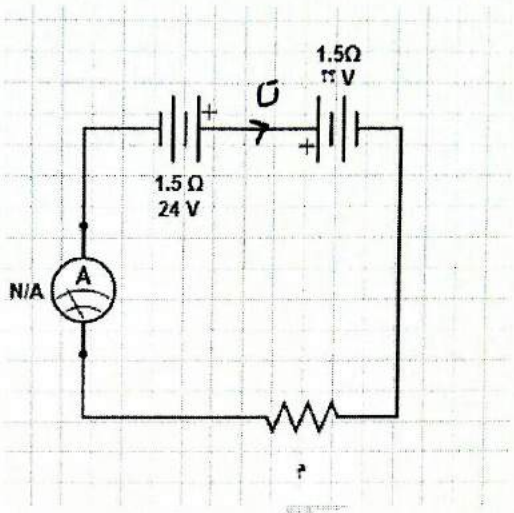
1- ق د 2 2- تيار الدارة الكهربائية 3- المقاومة المكافئة للمقاومات الخارجية

4- مقدار المقاومة المجهولة 5- قراءة الفولتميتر

1- القوة الدافعة الكهربائية ق د 1 3- المقاومة المجهولة م؟

2- قراءة الاميتر




① $ق_{د1} = ٢٤ - ٢٠ = ٤$ فولت

② قراءة الأميتر $= \bar{ت}$ مقاومة

$٢٠ - ١٤ = \bar{ت} \times ٣ \Leftarrow \bar{ت} = ٢$ A

③ الهبوط الثاني في الجهد:

$١٤ - ٠ = \bar{ت} م_{خ}$

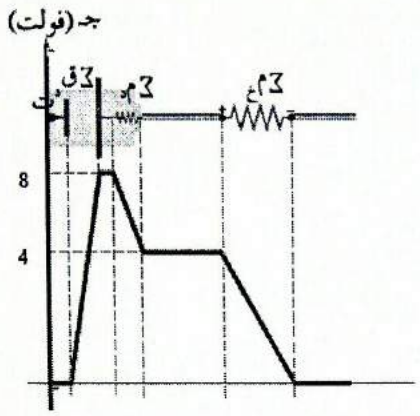
$\frac{١٤}{٢} = م_{خ}$

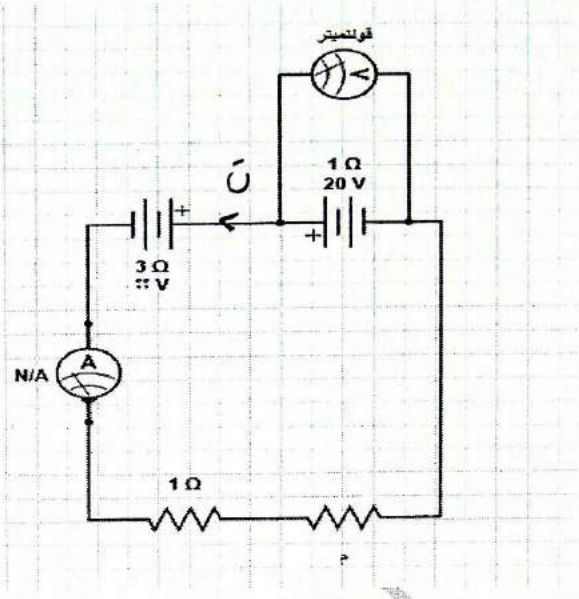
$م_{خ} = ٧$ Ω

س2) مثلت تغيرات الجهد عبر الدارة الكهربائية البسيطة المبينة كما في الشكل معتمداً على الرسم البياني المجاور احسب:

1- ق د 2 2- تيار الدارة الكهربائية 3- المقاومة المكافئة للمقاومات الخارجية

4- مقدار المقاومة المجهولة 5- قراءة الفولتميتر




(1) ق د 2 = 20 - 8 = 12 فولت

الهبوط الاول

(2) 8 - 4 = ن م 2 د

4 = ن × 4

ن = 1 A

(3) الهبوط الثاني "الهبوط عبر المقاومات الخارجية"

(4) م = 3 Ω  م خ = 4 Ω

ج = ن × م خ

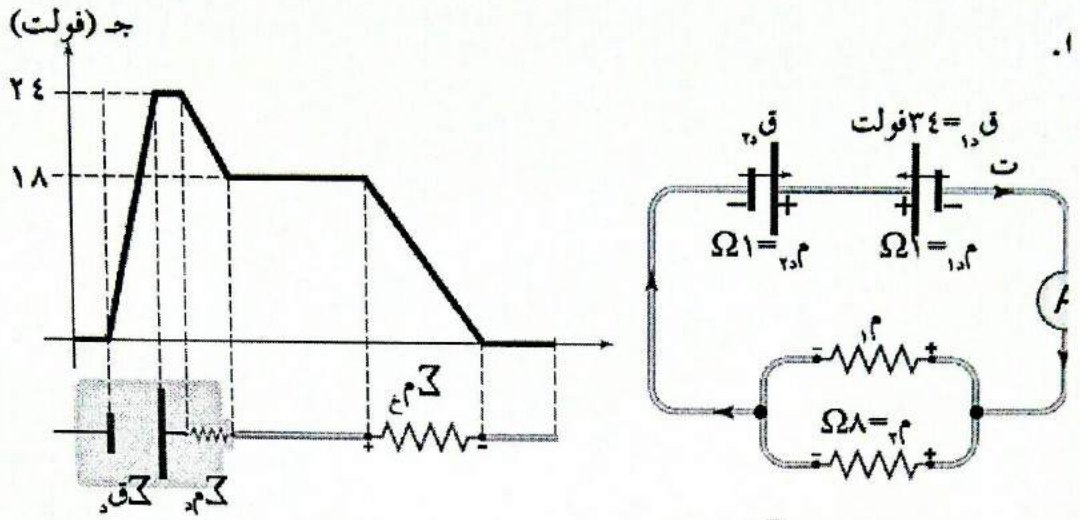
ج = 1 × 4

(5) ق د = ن م د + ب

ب = 19 فولت

س3) يبين الشكل دارة كهربائية بسيطة و التمثيل البياني للتغيرات في الجهد عبر أجزاء الدارة الكهربائية , مستعيناً بالبيانات الواردة في كل منها احسب:

1- ق د 1  2- تيار الدارة ت  3- المقاومة م

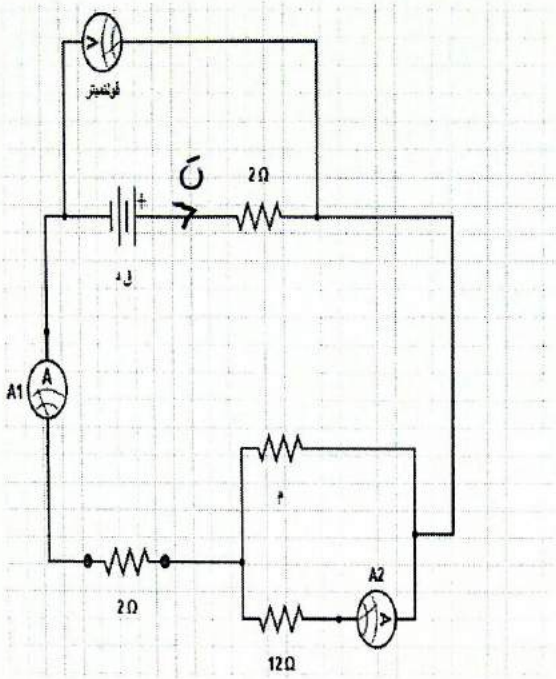


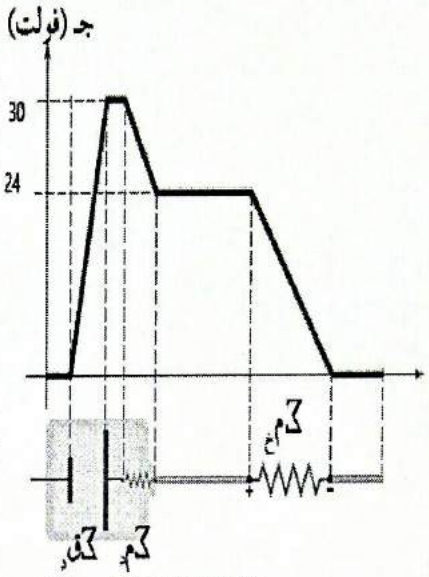

① صدد = ١٠ فولت ② ٣ امبير ③ ٢٤ ـ

س4)مثلت تغيرات الجهد عبر أجزاء الدارة الموضحة في الشكل البياني مستخدماً البيانات المثبتة على الشكل جد:

1- ق د 2- تيار الدارة 3- قراءة الفولتميتر 4- المقاومة م 5- المقاومة المكافئة للمقاومتين الموصولتين على التوازي

6- قراءة A1 A2




① صد = ٢٨ فولت

② ن = ٣ A

③ جـ م = ٢٤ فولت

④ م = ١٢ Ω

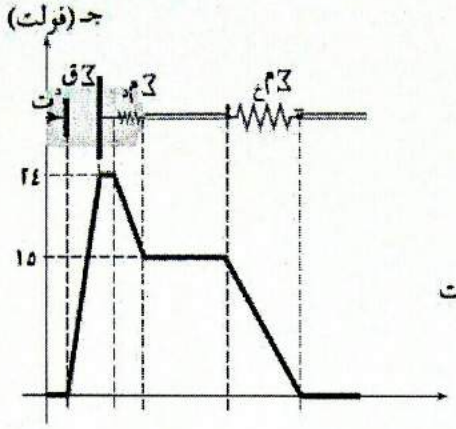
⑤ Ω ٦

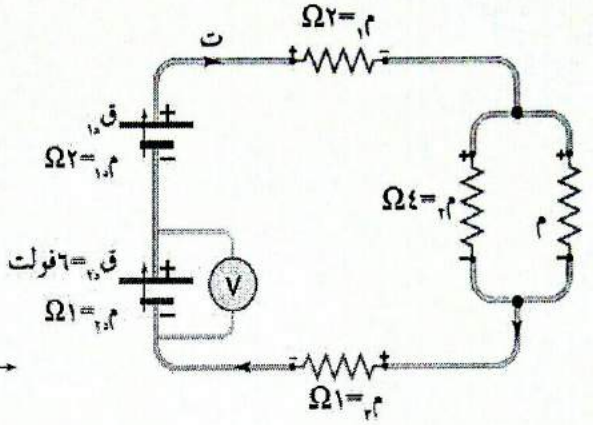
⑥ A 1,0 A2

A ٣ = A1

س5)مثلث تغيرات الجهد عبر أجزاء الدارة الكهربائية الموضحة مستخدماً البيانات المثبته في الشكل احسب:

1- ق د 1 2- تيار الدارة 3- المقاومة م 4- قراءة الفولتميتر 5- القدرة المستهلكة في المقاومة المكافئة للمقاومتين الموصلتين على التوازي




① ص د ١ = ١٨ فولت ② ٣ امبير ③ م = ٤ سـ

④ ٣ فولت ⑤ ن = ١,٥ A

القدرة = ن ٢ م

= ٩٠ واط

أمجد القبيلات

# الدارات الكهربائية و قاعدتا كيرشوف

***نستخدم قاعدتي كيرشوف للتعامل مع الدارات التي تتكون من أكثر من عروة من اجل تبسيطها و التعامل معها .***

# قاعدة كيرشوف الأول " قاعدة الوصلة"

**"المجموع الجبري للتيارات عند أي نقطة تفرع في دارة كهربائية يساوي صفر"**

بحيث يكون التيار الذي يدخل التفرع موجباً و التيار الذي يخرج من التفرع سالباً .

*** مجموع التيارات الداخلة في نقطة التفرع يساوي مجموع التيارات الخارجة منه .**

$$\sum ت_{\text{الكلي(عند نقطة تفرع)}} = \text{صفر}$$

يفسر قانون كيرشوف الأول حسب مبدأ حفظ الشحنة حيث عند وصول التيار إلى نقطة تفرع فأن كمية الشحنات الداخلة في نقطة ن تساوي كمية الشحنات الخارجة منه " حسب مبدأ حفظ الشحنة".

$$\Delta ش_{\text{الداخلة}} = \Delta ش_{\text{الخارجة}}$$

$$\Delta ش_{\text{الداخلة}} = \Delta ش_1 + \Delta ش_2 + \Delta ش_3$$

بقسمة طرفي المعادلة على الزمن المستغرق لعبور الشحنات $\Delta ز$

ت = ت 1 + ت 2 + ت 3

# قاعدة كيرشوف الثانية " قاعدة الجهد"

المجموع الجبري للتغيرات في الجهد الكهربائي عبر عناصر أي مسار مغلق يساوي صفر .

يعد هذا القانون إحدى صيغ قانون حفظ الطاقة

مقدار القوة الدافعة الكهربائية = مجموع فروق الجهد عبر أطراف المقاومة الداخلية و الخارجية

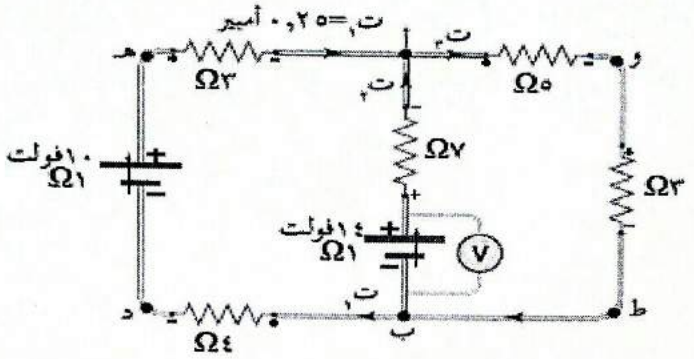
$$ق_د = ت م_د + ت م_خ$$

$$\sum ق_د + \sum ت \times م = \text{صفر}$$

## استخدام طريقة " قانون كيرشوف الثاني"

1) ت 1 , ت 2 ب) قراءة الفولتميتر جـ) القدرة الكهربائية المستهلكة في المقاومة 5 اوم

د) الحرارة المتولدة في المقاومة 5 اوم عند تشغيلها لمدة 10 ثواني هـ) جـ ب ا , جـ د د جـ ا د




س8) معتمداً على الشكل جد ما يلي :

**قواعد مهمة للاستخدام: " إشارة التغير في الجهد"**

1- الحركة مع اتجاه التيار - عكس اتجاه التيار +

2- ق د مع اتجاه التيار + عكس اتجاه التيار -.

| | | |
|---|---|---|
| دارة بسيطة | حلقة واحدة | درسنا كل حالاتها سابقاً . |
| دارة | اكثر من حلقة | طريقة الحلقة " قانون كيرشوف الأول و الثاني " |

*جهد النقطة الموصولة في الأرض = صفر .

* عند التحرك من نقطة و العودة اليها يكون مجموع فرق الجهد = صفر

*قراءة الاميتر تعني إيجاد التيار الذي يسري في الحلقة التي يوجد عليها الاميتر .

في مثل هذه الأسئلة :

1- نفرض مسار معين مع اتجاه التيار او عكسه و نطبق القواعد السابقة .

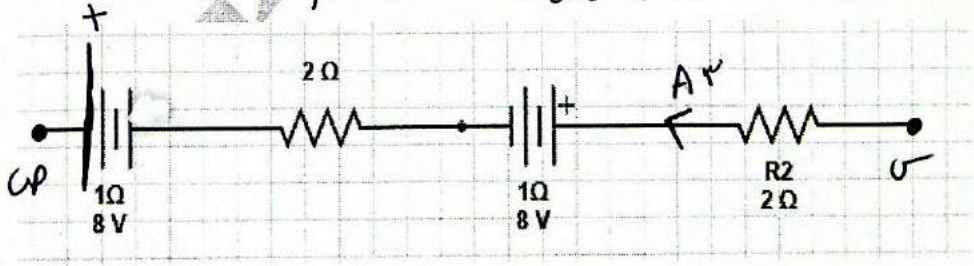
2- عند عبوة البطارية من القطب السالب الى القطب الموجب يزيد الجهد بمدار القوة الدافعة الكهربائية و العكس صحيح.

**مع حل الأمثلة التالية سوف يصبح الموضوع أسهل و يفهم بشكل أفضل.**

## امثلة حسابية:

س1) يمثل الشكل المجاور جزءاً من دارة كهربائية معتمداً على البيانات المثبتة على الشكل احسب:

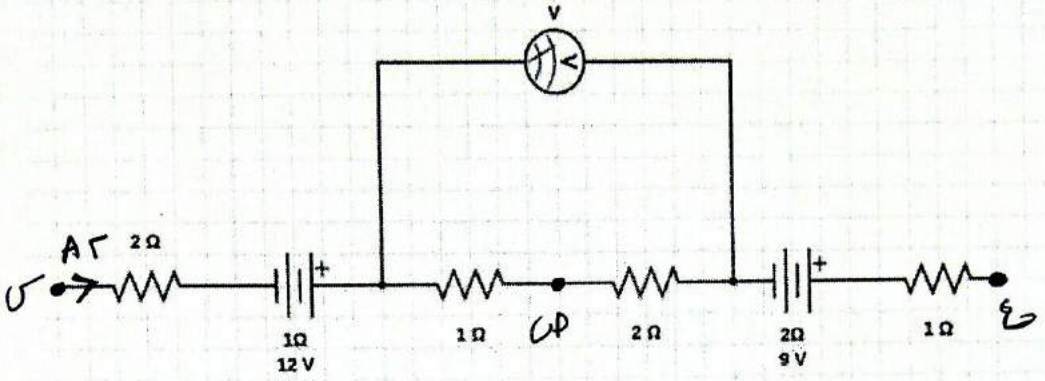
1- جـ س ص 2- جـ ص س




ملاحظة: جـ س ص = - جـ ص س

س2) معتمداً على الشكل و البيانات المثبته عليه احسب :

1- قراءة الفولتميتر 2- جـ س ص , جـ ص س 3- جـ س ع , جـ ع س




① مَرادة الفولتميتر $= \text{ق} \times \text{م}$

$= ٢ \times ٣ = ٦$ فولت

② $\text{ق}_{\text{س ص}} =$

$\text{ق}_{\text{س}} - ٢(٢+١+١) + ١٢ = \text{ق}_{\text{ص}} \leftarrow \text{ق}_{\text{س ص}} = -٤$ فولت

$\text{ق}_{\text{ص س}} = ٤$ فولت.

③ $\text{ق}_{\text{ع س}}$

$\text{ق}_{\text{س}} - ٢(٣+١+١+٢+٢+١) + ١٢ + ٩ = \text{ق}_{\text{ع}}$

$\text{ق}_{\text{س}} - ١٨ + ٩ + ١٢ = \text{ق}_{\text{ع}}$

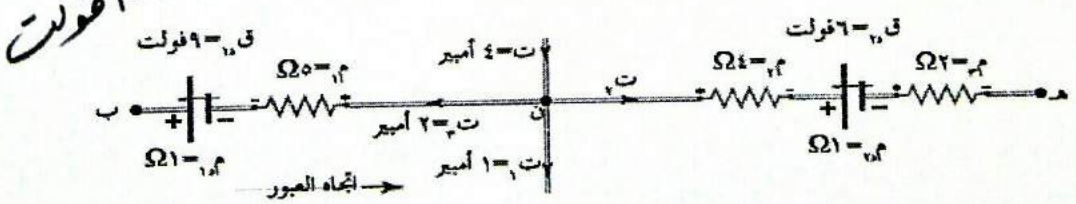
$\text{ق}_{\text{س}} = -٣$ فولت

$\text{ق}_{\text{س ص}} = +٣$ فولت

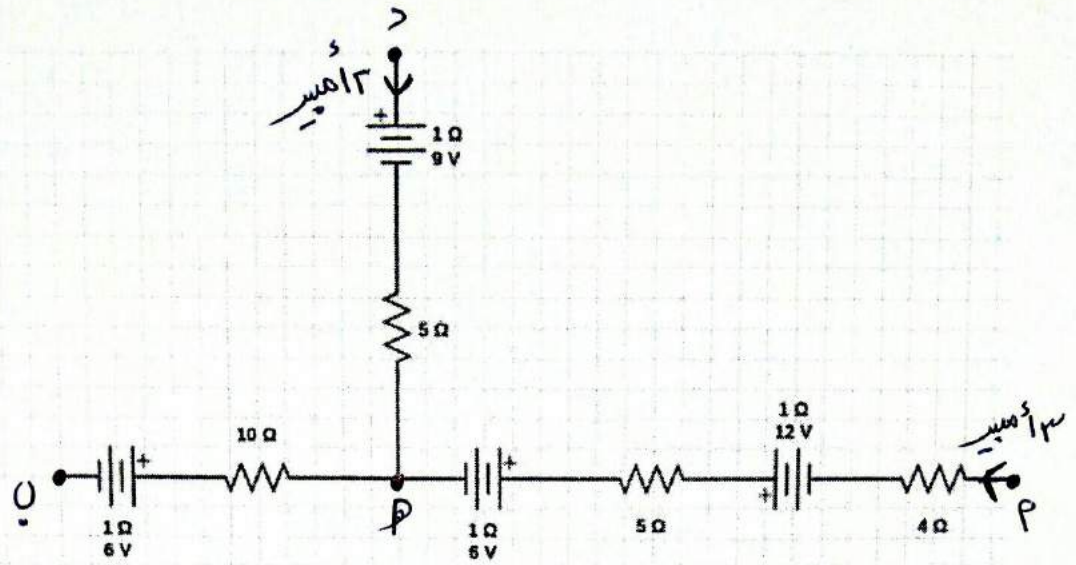
س3) يمثل الشكل المجاور جزءاً من دارة كهربائية معتمداً على الشكل احسب:

1- جـ ب هـ  2- جـ ب ن  3- جـ ن هـ

$\text{ق}_{\text{ب هـ}} = ١٠$ فولت




س4) يمثل الشكل جزءاً من دارة كهربائية ز معتمداً على الشكل احسب جـ أ ب , جـ د هـ $\text{ق}_{\text{د هـ}}$ ، $\text{ق}_{\text{أ ب}}$




الحل (1) $ج_{ب} = ج_{ب} + ج_{ه}$

$ج_{ب} = ٦ - ١٢ + (١+١٠)٥ - (١١+٥+١+٤)٣ - ج_{ه}$ ??

$ج_{ب} = ٧٦$ فولت

$ج_{ه} = ج_{ب} - ٧٦$ فولت

(2) $ج_{د} - ج_{ه}$

$ج_{د} - ٣(١+٥) - ٩ = ج_{ه}$

$ج_{د} - ج_{ه} = ٢١$ فولت

$ج_{ه} - ج_{د} = -٢١$ فولت

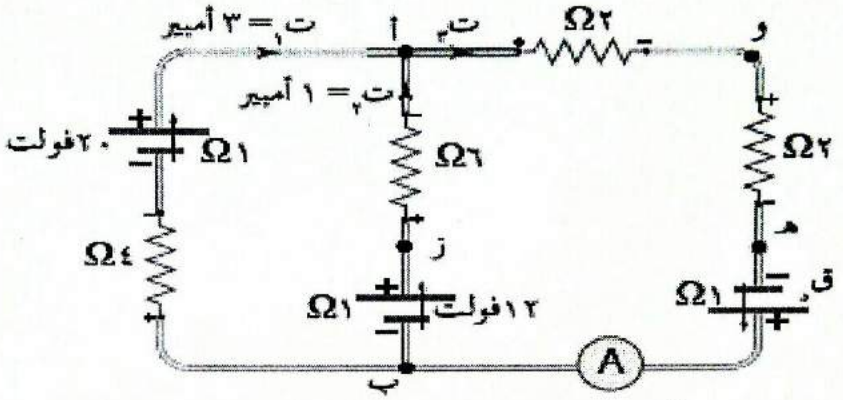
(3) $ج_{د} - ج_{م}$ اصبر

س5) وصلت دارة كهربائية كم في الشكل معتمداً على البيانات المثبتة على الشكل اجب عن ما يلي:

1- هل يمكن تبسيط الدارة لتصبح بسيطة ؟ لماذا ؟

2- جد كلا من :

1- ت 3 * قراءة الاميتر 2- جـ اب , جـ او , جـ را 3- ق د




الكل ① ت٣ = ٤ أمبير

② ج ف ب

ج ف ب = (١+٦) ١ + ١٢ - ج ف د

ج ف ب = ٥ فولت

ج ف و = ٤ (١٢) - ج ف د

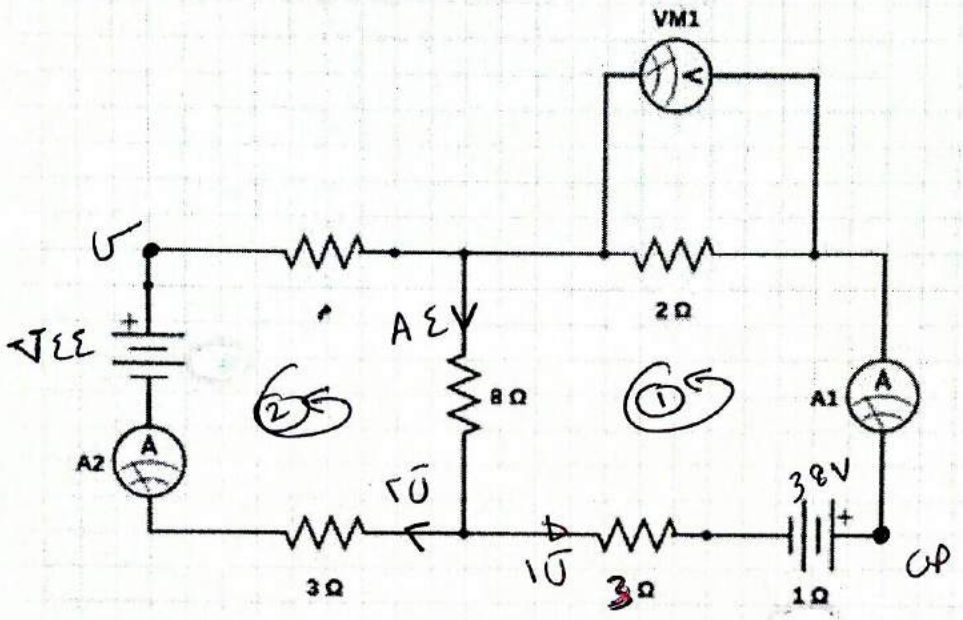
ج ف و = ٨ فولت ④ ج و م = ج ف م - ج ف و = -٨ فولت

③ ج ف د - ٤ (٢+ ٢ + ١) + ج د + ١٢ = ج ف د

ج د = ١٥ فولت

س6) يبين الشكل المجاور دارة كهربائية بسيطة معتمداً على الشكل احسب :

1_ قراءة A1 A2 2-قراءة الفولتميتر 3- المقاومة المجهولة م 4- فرق الجهد بين النقطتين س , ص




(*) قراءة A1 تعين اتجاه التيار المار في الحلقة (1)

$$-(٨)٤ - \Omega(٣+١+٢) + ٣٨ = صفر$$

$$٣٨ - ٣٢ - ٦\Omega = صفر$$

$$٦\Omega = ٦$$

$$\Omega = ١\ A$$

$$\Omega_{٢} = ٤ - ١ = ٣\ A$$

(2) $ف = ر \times \Omega = ٢ \times ١٠ = ٢٠$ فولت

(3) $-(٨)٤ - ٣(٣+١+م) + ٤٤ = صفر$

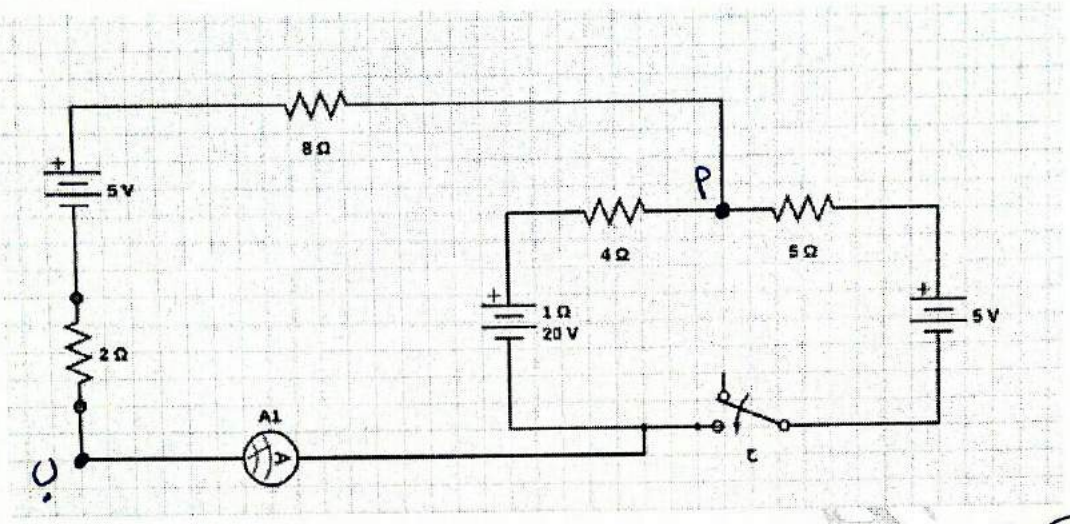
$$-٣٢ + ٤٤ = ٣(٣+م)$$

$$١٢ - ٩ = ٣م \Leftarrow م = ١\ \Omega$$

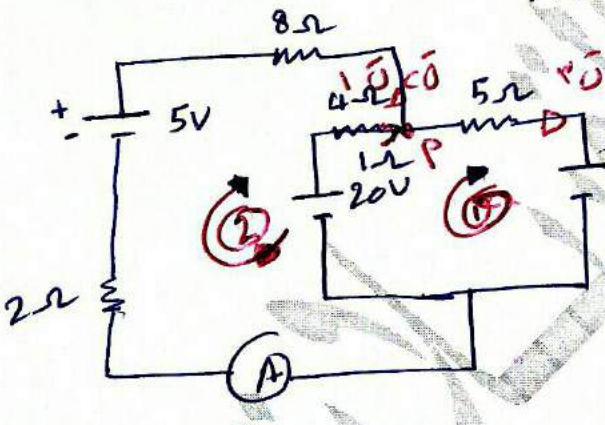
(4) $ف_{س ص}$

س7) معتمداً على البيانات المثبتة على الشكل احسب:

1-) قراءة الاميتر قبل إغلاق المفتاح  2- قراءة الاميتر بعد إغلاق المفتاح  3) جـ أ ب قبل إغلاق المفتاح و بعده




الحل ① قبل الإغلاق $\bar{U}$ = صفر ، $A1 = \frac{20-5}{8+4+1+2} = \frac{15}{15} = 1\ A$




② القراءة بعد اغلاق المفتاح:

$\bar{U}_{1} = \bar{U}_{2} + \bar{U}_{3}$ ---- (*)

بحر المسار ① $20 - 4\bar{U}_{1} - 5\bar{U}_{3} = 0$

$\bar{U}_{1} + \bar{U}_{2} = 3$ ---- (1)

نطبقه على المسار ② $15 + \bar{U}_{1}(1+4) - \bar{U}_{2}(2+3) = 0$

$\bar{U}_{1} + 2\bar{U}_{2} = 3$ ---- (2)

③ عوضنا في (*) $\bar{U}_{3} = \bar{U}_{1} - 3$ ---- (3)

$\bar{U}_{2} = \frac{3 - \bar{U}_{1}}{2}$ ---- (4)

منه (*) و (1) - (2) بعد الحصول على المعادلات

$\bar{U}_{1} = \frac{3 - \bar{U}_{1}}{2} + 3 - \bar{U}_{1}$

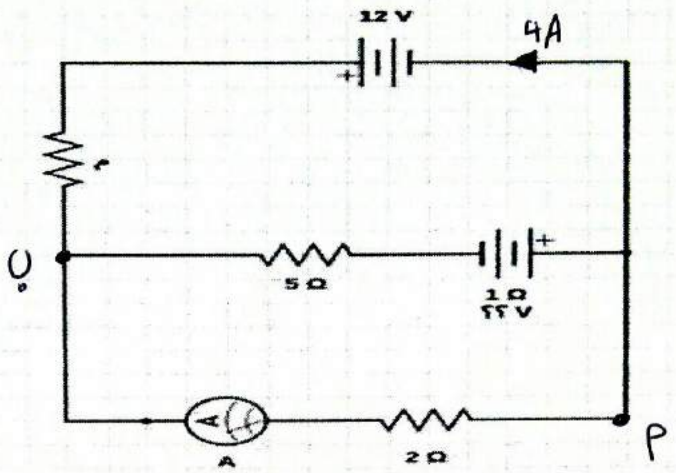
$\bar{U}_{1} = 1,8$ أمبير ، $\bar{U}_{3} = 1,2$ أمبير

قراءة الأميتر $\bar{U}_{2} = 0,6$ أمبير

③ $20 - 4 \times 1,8 = 11$ فولت

س9) معتمداً على البيانات المثبتة على الشكل و اذا علمت ان جـ أ ب = 2 فولت احسب:

1) قراءة الاميتر  2) المقاومة المجهولة  3) ق د



1) قراءة ال A  2) ق د  ③ P-P.