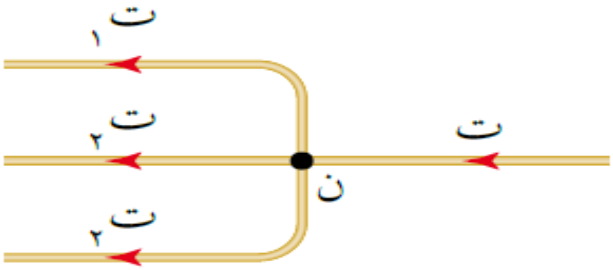
الدارات الكهربائية وقاعدتا كيرشوف

Electric Circuits and Kirchhoff s Rules

قاعدة كير شوف الأولى (قاعدة الوصلة){يعتمد على قانون حفظ الشحنة } .

عند توصيل مجموعة من الأجهزة الكهربائية على التوازي، فإن تيار الدارة الكهربائية (ت) يتجزأ كما في الشكل إلى تيارات عدة عند وصوله إلى نقطة التفرع (ن)، واعتماداً على مبد أ حفظ الشحنة، فإن كمية الشحنات الداخلة في النقطة (ن) تساوي كمية الشحنات الخارجة منها، ويمكن التعبير عن هذا رياضياً:



$\Delta س_{الداخلة} = \Delta س_{الخارجة}$

$\Delta س_{الداخلة} = \Delta س_{١} + \Delta س_{٢} + \Delta س_{٣}$

وبقسمة طرفي المعادلة على الزمن المستغرق لعبور الشحنات(Δز) نتوصل إلى:

ت= ت١+ ت٢+ ت٣ . وبشكل عام عند أي نقطة تفرع في دارة يكون:

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

وتعد العلاقة تعبيراً رياضياً لقاعدة كيرشوف الأولى التي تنص على " **أن المجموع الجبري للتيارات عند أي نقطة تفرع في دارة كهربائية يساوي صفراً**" .

ويكون التيار الذي يدخل في نقطة التفرع موجباً والتيار الخارج منها سالباً.أي أن مجموع التيارات الداخلة إلى نقطة تفرع يساوي مجموع التيارات الخارجة منها .

قاعدة كيرشوف الثانية (قاعدة الجهد) : {يعتمد على قانون حفظ الطاقة} .

تعرفنا سابقاً أن القدرة التي تنتجها البطارية (قد ت) في الدارة المغلقة، تكون مساوية القدرة التي تستهلكها المقاومات في الدارة ، وأن مقدار القوة الدافعة الكهربائية يساوي مجموع فروق الجهد بين أطراف المقاومات الداخلية والخارجية للدارة وفق العلاقة:

$ق_{د} = ت\ م_{د} + ت\ م_{خ}$

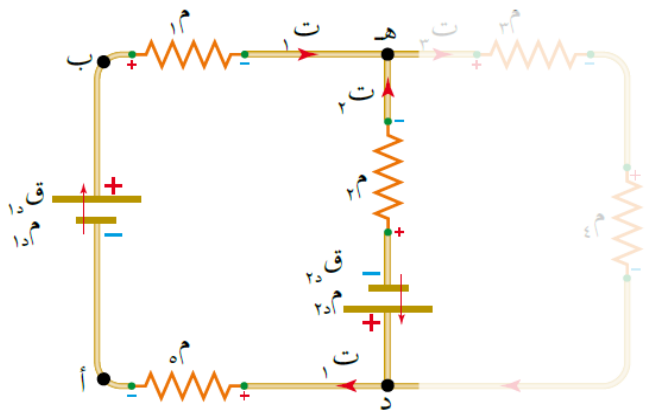
أي أن : $ق_{د} - ت\ م_{د} - ت\ م_{خ} = صفر$

يمكن تعميم هذه النتيجة عبر أي مسار مغلق من الدارة الكهربائية ،أي أن " المجموع الجبري للتغيرات في الجهد الكهربائي عبر عناصر أي مسار مغلق في دارة كهربائية يساوي صفراً " . وهذا نص قاعدة كيرشوف الثانية ، وتعد هذه القاعدة إحدى صيغ قانون حفظ الطاقة.

عند دراسة تغيرات الجهد عبر المسار المغلق (أ ب هـ د أ) في الدارة المجاورة،إبتداءً من النقطة (أ) والعودة إلى النقطة نفسها يكون مجموع فروق الجهد صفرا؛ أي أن ج آ = صفر

وبشكل عام، عبرأي مسار مغلق تتحقق العلاقة:

ق + ت × م = صفر

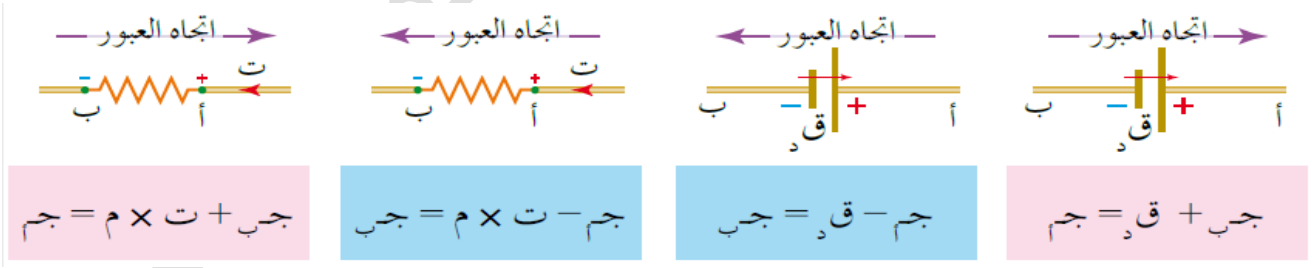


حساب فرق الجهد بين نقطتين في دارة كهربائية :

لدراسة التغير في الجهد عبر المقاومات أو البطاريات بين نقطتين في دارة، فإنه يتعين مراعاة إشارة التغير في الجهد مع اتجاه عبورها، عند تطبيق قاعدة كير شوف الثانية كمايلي:

١- عند عبور البطارية من القطب السالب نحو القطب الموجب يزداد الجهد بمقدار القوة الدافعة الكهربائية لها، وعند عبور البطارية من القطب الموجب نحو القطب السالب يقل الجهد بمقدار القوة الدافعة الكهربائية لها، بغض النظر عن اتجاه التيار الكهربائي.

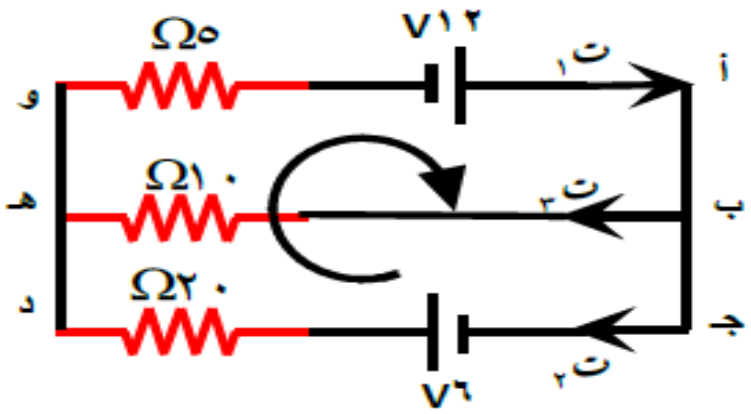
٢- عند عبور مقاومة في فرع ما باتجاه تيار الفرع يقل الجهد بمقدار (تXم) ، وعند عبور المقاومة في فرع ما بعكس اتجاه تيار الفرع يزداد الجهد بمقدار (تXم) ،وتعامل المقاومة الداخلية معاملة المقاومة الخارجية لاحظ الشكل.



بشكل عام يمر التيار الكهربائي في الأسلاك من النقطة الأعلى جهداً إلى النقطة الأقل جهداً،ويمكن الاستفادة من قاعدتي كير شوف في حساب فرق الجهد بين نقطتين، كما يمكن تطبيق القاعدتين عبر مسارات مغلقة ضمن دارات كهربائية.

ق د (+) باتجاه العبور، ق د (-)عكس العبور،
ت (-) باتجاه العبور ، ت (+)عكس العبور

ولحساب التيارات (ت١،ت٢،ت٣) في الدارة المجاورة نطبق قانونا كيرشوف كما يلي:



نطبق قانون كيرشوف الاول عند كل من النقطتين (ب , هـ) و نجد أن:

ت١= ت٢+ ت٣ .....(١)

بتطبيق قانون كيرشوف الثاني على المسار المغلق الاعلى نجد أن:

-.ات٣-٥ت١+١٢=. (لاحظ الإشارة السالبة اتجاه عبورالتيار مع المقاومات)

.ات٣ +٥ت١=١٢.....(٢)

بتعويض المعادلة (١) في المعادلة (٢) :

.ات٣ +٥ت١=١٢

.ات٣ + ٥(ت٢+ ت٣)=١٢

١٥ات٣ + ٥ت٢ =١٢.....(٣)

بتطبيق قانون كيرشوف الثاني على المسار المغلق السفلي نجد أن:

-.٢ت٢+.ات٣+٦=.

-.٢ت٢+.ات٣=-٦...(بالقسمة على - ٢)

.ات٣- ٥ت٣=٣ .....(٤)

بضرب المعادلة (٤) في الرقم (٣)،ثم جمع المعادلتين (٣،٤):

١٥ات٣ + ٥ت٢ =١٢

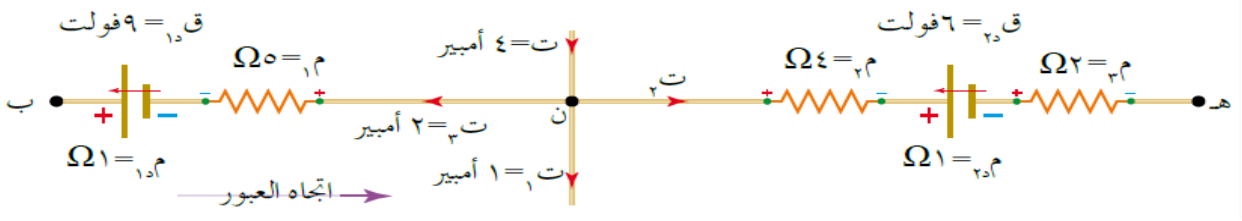
.٣ت٢- ١٥ات٣=٩

٣٥ت٢= ٢١ ⟸ ت٢= ٠,٦ امبير

بالتعويض في المعادلة (٤): ت٣= $\frac{٣}{٥}$ =٠,٦ أمبير

بالتعويض في المعادلة (١): ت١ = ١,٢ أمبير

مثال (١): يمثل الشكل جزءاً من دارة كهربائية، معتمداً على البيانات المثبتة في الشكل جد جـ هـ.



الحل:

أولاً: نجد قيمة التيار الكهربائي ت ٢ بتطبيق قاعدة كير شوف الأولى عند نقطة التفرع (ن)

$\sum$ت الكلي(عند ن) =صفر

ت – ت١ – ت٢ – ت٣ = ٠ ⟸ ٤ – ١ – ت٢ – ٢ = ٠ ⟸ ت٢ = ١ أمبير

ثانياً: جـ ب هـ = جـ ب - جـ هـ

جـ ب + $\sum$ق د + $\sum$ت ×م = جـ هـ

جـ ب - ق د١ - ق د٢ + ت (م١ +م٢) – ت٢ (م١ +م٢ + م٢) = جـ هـ

جـ ب - ٩ - ٦ + ٢ (٥+١) – ١ (٤+٢ + ١) = جـ هـ

جـ ب - جـ هـ = ٢٢ – ١٢ ⟸ جـ ب هـ = ١٠ فولت.

مثال (٢): وصلت دارة كهربائية كما في الشكل ، معتمداً على البيانات المثبتة في الشكل أجب عن الأسئلة التالية:

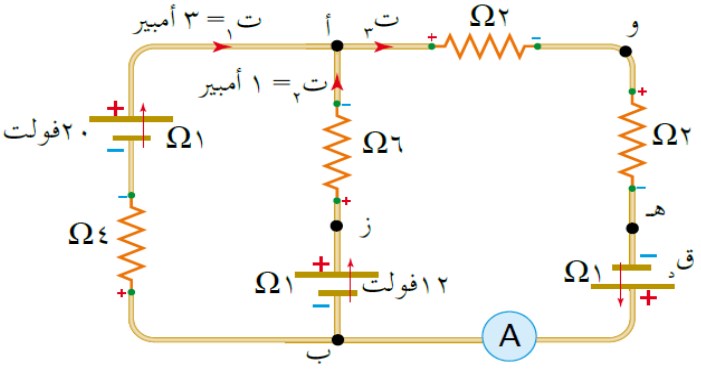
١- هل يمكن تبسيط الدارة الكهربائية لتصبح دارة بسيطة؟ لماذا؟

٢- جد كلاً من:

أ) التيار الكهربائي (ت٣).

ب) جـ أ ب عبر الفرع الأوسط.

ج) القوة الدافعة الكهربائية (ق د).



الحل:

١- لا يمكن تبسيط الدارة لتكون عروة واحدة، وذلك لوجود أكثر من بطارية في أكثر من فرع.

٢- أ)بتطبيق قاعدة كير شوف الأولى عند النقطة (أ) نجد:

$\sum$ت الكلي(عند أ) =صفر

ت١ + ت٢– ت٣ = ٠ ⟸ ٣+١– ت٣ =٠⟸ ت٣ = ٤ أمبير

ب) جـ أ ب = جـ أ - جـ ب

جـ أ ب عبر الفرع الأوسط كما في الشكل

جـ أ + $\sum$ق د + $\sum$ت ×م = جـ ب

جـ أ - ١٢ + ١ (٦+١) = جـ ب

جـ ب - جـ هـ = ٢٢ – ١٢ ⟸ جـ ب هـ = ١٠ فولت.

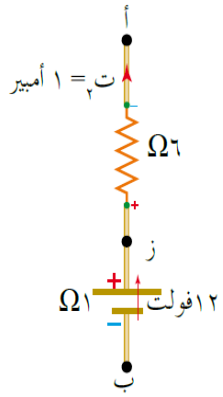
ج) لإيجاد ق د نجد جـ أ عبر المسار المغلق (أ و هـ ب ز)

جـ أ + $\sum$ق د + $\sum$ت ×م = جـ أ

جـ أ + ق د + ١٢ - ٤ (٢+٢+١) – ١ (٦+١) = جـ أ

جـ أأ + ق د + ١٢-٢٠ -٧ =٠

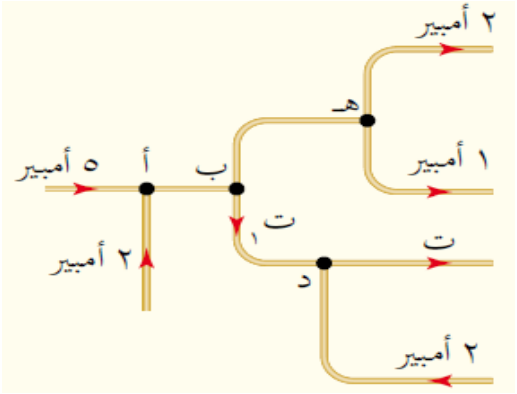
ق د= ١٥ فولت.



مراجعة (U-٤):

١- اذكر نص قاعدتي كيرشوف الأولى والثانية.

٢- يمثل الشكل جزءًا من دارة كهربائية، مستعينًا بالبيانات المثبتة في الشكل احسب مقدار التيار الكهربائي (ت).



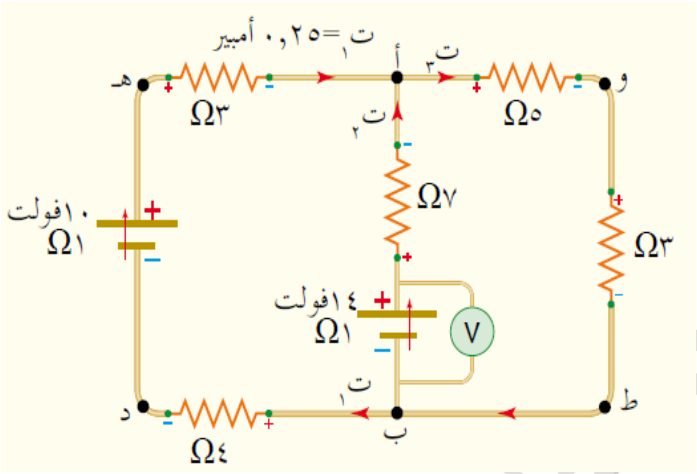
٣- مستعينًا بالبيانات المثبتة في الشكل احسب :

أ- ت٢ ، ت٣

ب- قراءة الفولتميتر

ج- القدرة الكهربائية المستهلكة في المقاومة (٥) أوم.

د- جـ ب أ

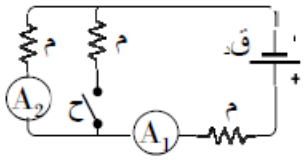


ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي

١- يُعد قانون كيرشوف الأول صيغة من صيغ قانون حفظ:

أ) الزخم ب) الشحنة ج) الطاقة الميكانيكية د) المادة

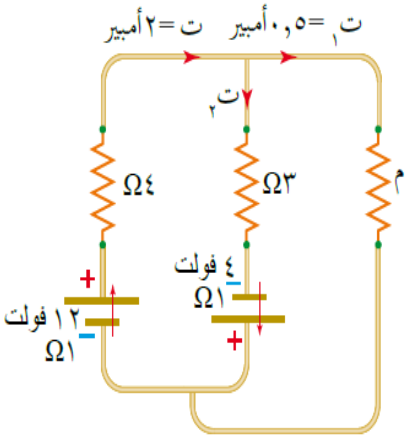
٢- في الدارة الكهربائية الموضحة في الشكل المجاور بعد غلق المفتاح (ح)،فإن قراءة الأميتر (A_1) و قراءة الأميتر (A_2)على الترتيب:



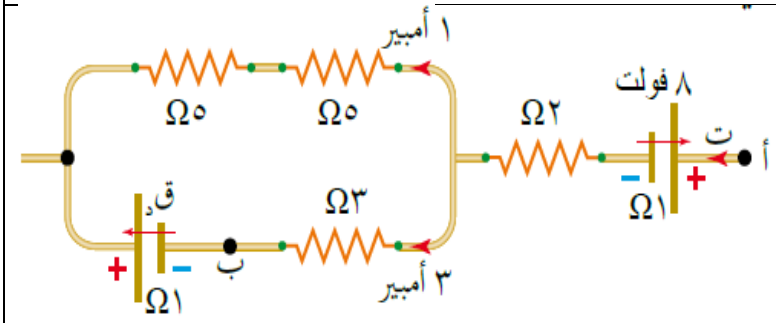
أ) تزداد ، تزداد ب) تزداد ،تبقى ثابتة

ج) تزداد ، تقل د) تقل ،تبقى ثابتة

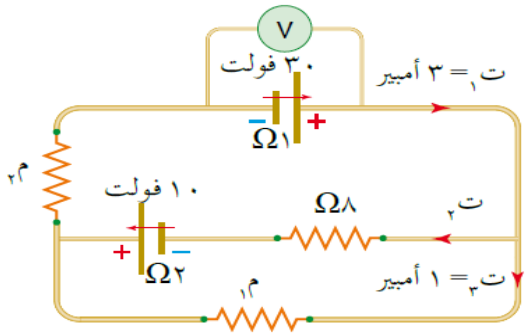
١- اعتماداً على البيانات المثبتة في الشكل جد:
أ) التيار الكهربائي (ت٢).
ب) المقاومة (م).
ج) المقاومية(ρ) لمادة المقاومة(م) إذا علمت أن طولها (٠.٨) م ومساحة مقطعها(٧×١٠^{-٧})م^{٢} .



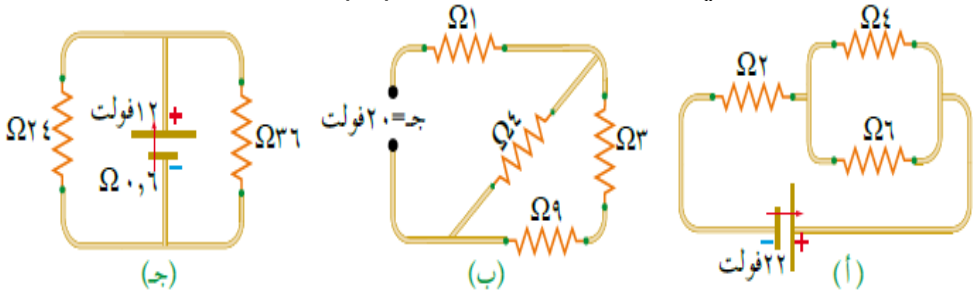
٢- يمثل الشكل جزءًا من دارة كهربائية، مستعينًا بالبيانات المثبتة في الشكل جد:
أ- جـ أ ب
ب- ق د



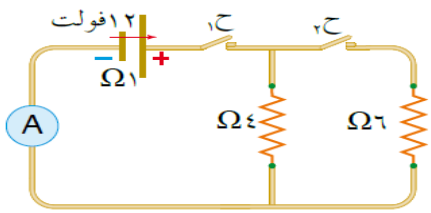
٣- اعتماداً على البيانات المثبتة في الشكل جد:
أ) التيار الكهربائي المار في المقاومة (٨) Ω
ب) مقدار كل من المقاومتين (م ١، م٢)
ج) قراءة الفولتميتر.



٤- مستعينًا بالبيانات المثبتة في في الدارات الكهربائية (أ، ب،جـ) في الشكل احسب:
أ) المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات في كل دارة.
ب) التيار الكهربائي المار في كل دارة.
ج) القدرة المستهلكة في كل مقاومة من الدارة (جـ).



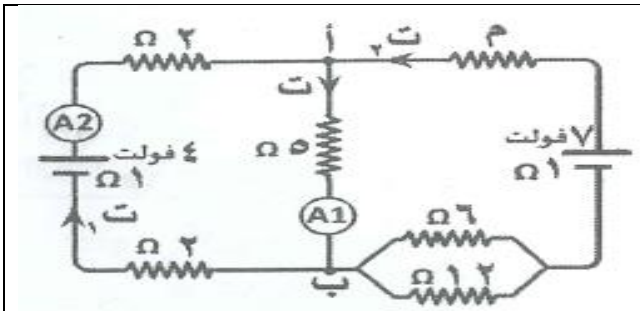
٥- احسب قراءة الأميتر في الدارة الكهربائية المبينة في الشكل في الحالتين الآتيتين:
أ) عند غلق المفتاح (ح١) فقط.
ب) عند غلق المفتاحين (ح١ وح٢) معًا.



مسائل وزارة سنوات سابقة

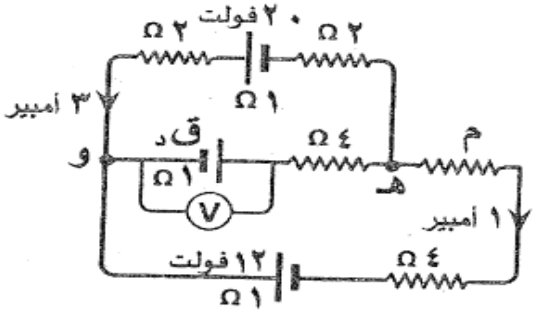
معتمداً على المعلومات المثبتة في الدارة المجاورة ،
وإذا علمت أن (جـ أ ب=٣ فولت). احسب:
١- - قراءة الأميتر(A_1) والأميتر(A_2)
٢- المقاومة الكهربائية (م).

(٢٠١٩ ،الدورة الصيفية)



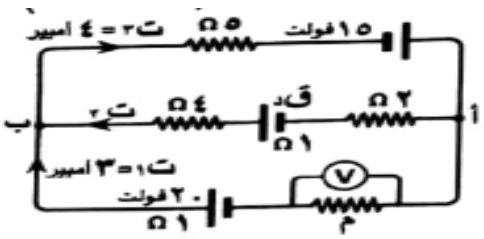
معتمداً على الشكل المجاورة وبياناته ،احسب:
١- قراءة الفولتميتر (V).
٢- المقاومة الكهربائية (م).

(٢٠١٨ ص)



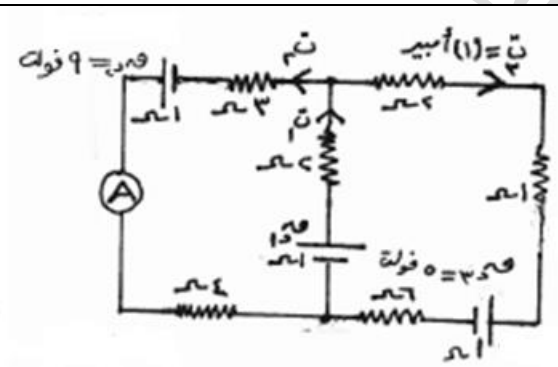
(٢٠١٨ ش)

وُصلت دارة كهربائية كما في الشكل المجاور،معتمداً على البيانات المثبتة في الشكل ،احسب:
١- القدرة الكهربائية للبطارية (ق د).
٢- قراءة الفولتميتر (V).



٢٠١٧ شتوية:

يمثل الشكل المجاور دارة كهربائية ،معتمداً على الشكل وبياناته، المثبتة ،احسب:
١- قراءة الأميتر (A).
٢- مقدار ($ق_{د١}$).
٣- القدرة المستهلكة في المقاومة (٦)Ω.



٢٠١٦ ص:

يمثل الشكل المجاور جزء من دارة كهربائية ، إذا كان (جـ أ ب=٥ فولت)، والقدرة المستهلكة في البطارية ($ق_{د٢}$) تساوي (٠,٢٥) واط. احسب:
١- قراءة الأميتر (A).
٢- مقدار المقاومة (م).