فيزياء درجات الحرارة المنخفضة

من نتائج التجارب التي أجراها العالم كلفن عام 1900م على الغازات وجد إن كل الغازات يقل حجمها بالتبريد إلى أن تصل إلى 273 درجة مئوية تحت الصفر وهي درجة الصفر المطلق وعندها يتلاشى الحجم نظريا

كثيرا من الظواهر الغريبة تحدث للمواد عند درجات الحرارة المنخفضة فمثلا المطاط يتقصف إلى شظايا كما يحدث للزجاج كذلك والرصاص يصدر رنينا كالجرس أما الهواء فيتجمد على هيئة بلوكات كبيرة ومن الظواهر الغريبة التي تحدث أيضا ظاهرة السيولة الفائقة فمثلا عند إسالة الهيليوم ووضعه في إناء مفصول بحاجز زجاجي فإن سائل الهيليوم سينساب خلال الزجاج حتى يتساوى سطحيه على كلا الجانبين يعتبر الهيليوم السائل وسط مهم جدا في هذا العلم حيث يعتبر من الغازات الخاملة الغير قابلة للاشتعال وهو آخر عنصر تمت إسالته عام 1908م ومنح العالم أونس جائزة نوبل لسنة 1911م لنجاحه في إسالة الهيليوم

لقد طبق علم التبريد في عدة مجالات منها مجال الطب حيث لم يكن من الممكن الاحتفاظ بدماء الإنسان لأكثر من ثلاثة أسابيع فقط ولكن باستخدام الطرق الحديثة أمكن الاحتفاظ بالدم لمدة تصل عدة أشهر أو سنوات وكذلك الحال في حفظ خلايا النخاع كما اعطي هذا العلم مزايا عديدة في العمليات الجراحية حيث يتم استئصال الأورام السرطانية بأقل كمية فقد للدماء عن طريق تجميد هذه الأورام

علم التبريد

هو العلم الذي يبحث في الخواص الفيزيائية عند درجات الحرارة المنخفضة المقتربة من الصفر المطلق

لقياس درجات الحرارة المنخفضة نستخدم مقياس كلفن هذا المقياس مبنى عمله على سلوك الغاز المثالي

الغاز المثالي	الغاز الحقيقي (غاز فاندرفال)
غاز افتراضي يخضع لفروض نظرية الحركة للغازات واهمها ١. يمكن اهمال حجم الجزيئات بالنسبة لحجم الغاز ٢. يمكن اهمال قوى التجاذب بين الجزيئات ٣. يخضع الغاز لقوانين الغازات حتى درجة الصفر المطلق	ويشمل جميع الغازات في الطبيعة واهم خواصه ١. لا يمكن اهمال حجم الجزيئات بالنسبة لحجم الغاز ٢. لا يمكن اهمال قوى التجاذب بين الجزيئات ٣. لا يخضع الغاز لقوانين الغازات حتى درجة الصفر المطلق لأنه يتحول الى سائل في درجات الحرارة المنخفضة او بزيادة الضغط (او بالضغط والتبريد)

أ/ أحمد موافي
01011406595

تأثير فاندرفال

هو زيادة قوى التجاذب بين جزيئات الغاز بزيادة الضغط مما يؤدى لتكثف الجزيئات فيتحول الغاز الى سائل او الى صلب

هو التأثير المتبادل بين جزيئات الغاز ويعبر عن قوى التجاذب بين الجزيئات

تفسير تأثير فاندرفال (تفسير إسالة الغازات)

١) بزيادة الضغط تقل المسافات البينية بين الجزيئات

٢) تزداد قوى التجاذب بين الجزيئات فتزداد الكثافة

٣) تزداد الكثافة تدريجيا ويتكثف الغاز متحولا الى سائل

تأثير فاندرفال	التفاعل الكيميائي
يعبر عن قوى التجاذب بين الجزيئات ولا يؤدى الى تكوين جزيئات جديدة	التفاعل الكيميائي يكون بين الذرات ويؤدى الى تكوين جزيئات جديدة

آلية الحصول على درجات الحرارة المنخفضة

يتم ذلك بسحب طاقة المادة المراد تبريدها تدريجيا بملامستها لمادة سبق تبريدها مثل ثلج الماء او الثلج الجاف (غاز ثاني الكسيد الكربون المسال $(Ice\ of\ CO_2$

التفسير

حسب مفهوم الحرارة الكامنة لتبخر السائل الى الحالة الغازية فان الغاز المسال يسحب طاقة حرارية من المادة الملامسة له حتى يعود الى طبيعته الغازية وينتج عن ذلك انخفاض في درجة حرارة المادة المراد تبريدها

وقد تم الحصول على درجات حرارة منخفضة لبعض الغازات

درجة إسالة (غليان) الأكسجين	90^oK
درجة اسالة (غليان) النتروجين	77^oK
درجة إسالة (غليان) الهيليوم	4.2^oK

أ/ أحمد بواقي
01011408595

السيولة الفائقة

هي قدرة بعض الغازات المسالة على التدفق الى أعلى دون مقاومة او احتكاك بين الجزيئات كلما اقتربت درجة الحرارة من الصفر المطلق مثل غاز الهيليوم المسال

ولحفظ الغازات المسالة يجب عزلها عن الوسط المحيط حتى لا تكتسب أي حرارة ولذا تستخدم قارورة ديوار لإتمام تلك المهمة (حفظ الغازات المسالة)

قارورة ديوار

زجاجة مزدوجة الجدار من البيركس او المعدن مفرغ بين الجدارين من الهواء ومطلي بينهما بالفضة

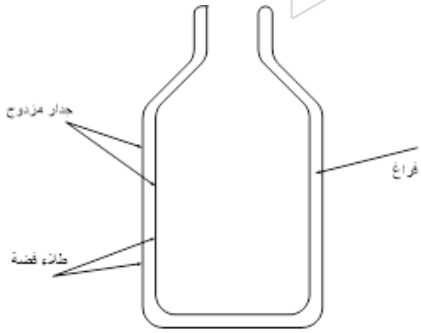
تركيبها

١) تتكون من وعاء معدني او زجاجي من البيركس له جدران مزدوجة

٢) أسطح الجدارين من الداخل مطلية بمادة الفضة لتقليل انتقال الحرارة بالإشعاع

٣) المسافة الفاصلة بين الجدارين مفرغة تماما من الهواء لتقليل انتقال الحرارة بالتوصيل او الحمل

٤) تشبه في تركيبها قارورة الثرموس



استخدامها

تخزين الغازات المسالة في درجات الحرارة المنخفضة جدا

ما هو الاساس العلمي لقارورة ديوار؟

تم تصميمها لتقليل كمية الحرارة المفقودة بالحمل او التوصيل أو الإشعاع

شرح الأساس العلمي

يعمل الجدار المزدوج على الحد من فقد الحرارة بالتوصيل ويعمل تفريغ الحد الفاصل بين الجدار المزدوج من الهواء على الحد من فقد الحرارة الحمل ويعمل تصميم الجدار الداخلي والخارجي للقارورة كسطح عاكس على الحد من تسرب الحرارة بالإشعاع

أ/ أحمد سوافي
01011408595

خصائص سائل الهيليوم في درجات الحرارة المنخفضة

١) تتلاشى لزوجته كليا

٢) ينساب لأعلى دون توقف مهملا قوى الاحتكاك الجاذبية

٣) حرارته النوعية منخفضة جدا لذلك فهو موصل حراري جيد

٤) من أفضل الموصلات الحرارية

٥) درجة غليانه منخفضة

حفظ النتروجين المسال

يحفظ في قارورة ديوار واحدة لارتفاع حرارته النوعية ودرجة غليانه

حفظ الهيليوم المسال

يحفظ في قارورتي ديوار أحدهما داخل الأخرى ويملأ بينهما بالنتروجين المسال وذلك لانخفاض حرارته النوعية

الهيليوم المسال	النيتروجين المسال
درجة الغليان = 4.2 K	درجة الغليان = 77 K
حرارته النوعية اقل	حرارته النوعية اعلي
من أفضل الموصلات الحرارية	اقل في التوصيلية الحرارية
ينساب لأعلي دون توقف على جدران الاناء الذي يحتويه مهملا كل من قوي الاحتكاك وقوي الجاذبية	لا ينساب لأعلي
يحفظ في اناءين من قارورة ديوار	يحفظ في اناء واحد من قارورة ديوار
يستخدم في تطبيقات التوصيلية الكهربية الفائقة للفلزات حيث يستخدم في تبريد الفلزات الي درجات حرارة منخفضة جدا	يستخدم في حفظ قرنية العين عند اجراء العمليات الجراحية وفي تغليف او احاطة قارورة ديوار عند تخزين الهيليوم المسال

أ/ أحمد موافي
01011408595

التبادل الحراري (العمليات الأيزوثرمية والعمليات الأديباتية)

عند اكتساب الغاز طاقة حرارية Q_{th} فإنها تتحول الى

١) شغل على جزيئات الغاز W

٢) ارتفاع في الطاقة الداخلية ΔU يؤدي الى ارتفاع درجة الحرارة

$$Q_{th} = W + \Delta U$$

التبادل الحراري الأيزوثرمي Isothermal	التبادل الحراري أديباتي Adiabatic
يكون الغاز في اناء جيد التوصيل للحرارة	يكون الغاز معزول تمام عن الوسط المحيط
تحدث عند ثبوت درجة حرارة الغاز مع الوسط المحيط	تحدث عند ثبوت الطاقة الحرارية للغاز
التغير في الطاقة الداخلية = صفر أي ثبوت الطاقة الداخلية $\Delta U = 0$	فيه لا يفقد الغاز أو يكتسب كمية حرارة من الوسط وتكون $Q_{th} = 0$
الطاقة المكتسبة تتحول بالكامل إلى شغل ميكانيكي تبذله جزيئات الغاز $Q_{th} = W$	الشغل المبذول من الغاز او على الغاز يتم على حساب طاقة الغاز الداخلية أي ان $0 = W + \Delta U$
تحدث ببطء	تحدث بسرعة
لا تتغير درجة حرارة الغاز	تتغير درجة حرارة الغاز

وهناك احتمالين في العملية الأديباتية طبقا للمعادلة السابقة

$W = -\Delta U$ الشغل موجب أي ان الغاز يبذل شغلا على حساب طاقته الداخلية فتنخفض الطاقة الداخلية وتنخفض درجة الحرارة ويبرد الغاز ومثال لذلك تمدد الغاز فجأة

$-W = \Delta U$ الشغل سالب أي يتم بذل شغل على الغاز على حساب طاقته الداخلية فتزداد الطاقة الداخلية وتزداد درجة الحرارة ويسخن الغاز ومثال لذلك انكماش الغاز فجأة

أ/ أحمد يوسف
01011408595

فكرة عمل الثلاجة

يبنى عمل الثلاجة على التبادل الحراري للغاز نتيجة العملية الأديباتية والأيزوثرمية ويستخدم فيها غاز الفريون السائل (درجة غليانه=$-30^{o}c$) او بدائل اخري صديقة للبيئة لا تحدث ضررا

اكتشف في أوائل القرن العشرين خاصية غريبة لبعض المواد وتتميز تلك المواد باختفاء مقاومتها الكهربائية تحت درجة حرارة معينة وكانت تلك الدرجة أقل من 4 كلفن سميت تلك الظاهرة بالتوصيل الفائق وسميت المواد بالموصلات فائقة ومعنى اختفاء المقاومة الكهربائية فيها أن التيار الكهربائي يدور فيها من دون أي فقد وبدون توقف وتستخدم تلك المواد الفائقة التوصيل (يلزم تبريدها المستمر تحت درجة التوصيل الفائق المميزة لها) في إنتاج مجالات مغناطيسية شديدة لأغراض طبية

تعد المغناطيسات فائقة التوصيل من أقوى المغناطيسات الكهربية المعروفة وهى تستخدم في أجهزة التصوير بالرنين المغناطيسي الطبية وفى القياس بواسطة مطياف الكتلة ومغناطيسات توجيه حزم الجسيمات المشحونة معجلات الجسيمات فتخفض كثيرا من تكلفة الطاقة الكهربائية اللازمة لعملها كما يمكن استخدامها أيضا في الفصل المغناطيسي حيث يتم استخلاص الجزيئات ضعيفة المغنطة من مخلوط جزيئات أقل مغنطة أو عديمة المغنطة كما في صناعة الدهانات وكذلك في تستخدم الموصلات الفائقة أيضا في صنع الدوائر الرقمية المعقدة للخفض من استهلاكها من الطاقة الكهربية

التوصيل الكهربي الفائق

هي ظاهرة انهيار المقاومة للتيار الكهربي لبعض المعادن عند درجات الحرارة المنخفضة

وتسمى تلك المواد بالمواد فائقة التوصيل مثل

البلاتين Pt　　الألومنيوم Al　　الخارصين (الزنك Zn)

الرصاص Pb　　الزئبق Hg　　بعض المركبات المعدنية

خصائص المواد فائقة التوصيل

١) عديمة المقاومة فالتيار الكهربي يمر في دوائرها المغلقة لعدة سنوات حتى إذا فصل المصدر الكهربي

٢) لا ترتفع درجة حرارتها فلا تفقد فيها طاقة كهربية

لذلك تستخدم في محطات توليد القوة الكهربية وفي خطوط نقل الطاقة

٣) لها القدرة على التقاط أضعف الإشارات اللاسلكية لذلك تستخدم في صناعة هوائي الأقمار الصناعية

٤) محصلة المجالات المغناطيسية داخلها دائما تساوي الصفر (مواد ديا مغناطيسية) لذلك تستخدم في صناعة المغناطيسات الحساسة في اجهزة الرنين المغناطيسي

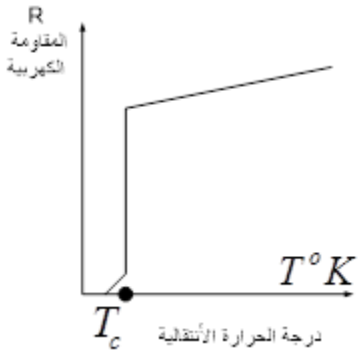
أ/ أحمد جلال
01011408595

درجة الانتقال لحالة التوصيلية الكهربية الفائقة (الدرجة الحرجة T_c)

(الدرجة الحرجة Tc)

هي اقل درجة حرارة تنهار عندها المقاومة الكهربية للمادة وتصبح فائقة التوصيل للكهربا

ماذا يحدث لمرور تيار كهربي في حلقة من مادة ذات توصيلية فائقة؟



التيار يستمر بالسريان بالحلقة حتى بعد زوال فرق الجهد الخارجي المسبب له ولمدة طويلة قد تبلغ سنوات ولا يلاقي التيار مقاومة ولا يسخن الفلز ولا تستهلك طاقة أو قدرة على شكل حرارة كما بالموصلات العادية غير فائقة التوصيلية

ظاهرة مايسنر

هي ظاهرة التنافر الناشئة بين مغناطيس دائم وملف من مادة فائقة التوصيل مهما كان اتجاه المغناطيس الدائم فيبقى المغناطيس معلق فوق الملف

تفسير ظاهرة مايسنر

١) عند تقريب المغناطيس من ملف فائق التوصيل يتولد في الملف تيار كهربي دائم نتيجة اكتساب الإلكترونات طاقة حركة

٢) ينتج عن التيار الدائم مجال مغناطيسي مخالف لمجال المغناطيس الدائم فيحدث التنافر

القطار فائق السرعة (القطار الطائر)

اساس العمل / يعمل على اساس ظاهرة مايسنر

١) يحمل القطار بملفات فائقة التوصيل وتحمل القضبان بملفات مغناطيسية

٢) عند تحرك القطار يمر تيار متردد في الملفات المغناطيسية فيتولد في الملفات الفائقة تيار مداوم

٣) ينشأ عن التيار الدائم مجال مخالف لمجال القضبان فيرتفع القطار عدة سنتيمترات عنها فلا يحدث احتكاك وتزداد سرعة القطار (225 km/h) ولذلك يسمي بالقطار الطائر

أ/ أحمد بوافي
01011406595

التيار الكهربي وقانون اوم

التيار الكهربي

فيض من الشحنات الكهربية (الالكترونات) تسري خلال الموصلات

اتجاه التيار الكهربي

من المعروف أن ذرات جسم ما تكون في حالة تعادل حيث أن عدد البروتونات الموجبة في نواة الذرة يساوي عدد الإلكترونات السالبة حول النواة وعندما يفقد الجسم بعض الكترونات ذراته يصبح موجب الشحنة والجسم الذي يكتسب عددا إضافيا من الإلكترونات يصبح سالب الشحنة

عند غلق الدائرة الكهربائية يسري التيار الكهربائي فيها والتيار الكهربائي يعني تدفق الشحنات الكهربائية في الدائرة الكهربائية وتتحرك هذه الشحنات من أحد قطبي البطارية عبر الأسلاك لتمر بعناصر الدائرة وتصل في النهاية إلى القطب الاَخر للبطارية

قبل اكتشاف الإلكترونات اعتبر الكثير من العلماء الذين درسوا الكهرباء أن التيار الكهربائي هو عبارة عن شحنة كهربائية متحركة وقد افترضوا أن التيار الكهربائي هو سريان الشحنات الموجبة في الدائرة الكهربائية (أي خارج البطارية) من القطب الموجب للبطارية إلى القطب السالب وهذا ما يعرف الاَن باتجاه التيار الاصطلاحي

وبعد أن تعرف العلماء إلى الإلكترونات أصبح تعريف التيار الكهربائي هو تدفق الشحنات الكهربائية السالبة في الدائرة الكهربائية وتتحرك هذه الشحنات (الإلكترونات) من القطب السالب للبطارية عبر الأسلاك لتمر بعناصر الدائرة وتصل في النهاية إلى القطب الاَخر (الموجب) للبطارية فاتجاه سريان الشحنات الكهربائية السالبة (الإلكترونات) هو مخالف لاتجاه التيار الاصطلاحي

الاتجاه التقليدي للتيار

اتجاه التيار من القطب الموجب الي القطب السالب خارج المصدر

الاتجاه الفعلي للتيار

اتجاه حركة الالكترونات من القطب السالب الي القطب الموجب خارج المصدر

أنواع التيار الكهربائي

١) **التيار المستمر**

هو التيار الذي تبقى قيمته واتجاهه ثابت مع مرور الزمن

مثال/ التيار المتولد من المركم الرصاصي (البطارية) المستخدم في السيارات

٢) **التيار المتردد**

هو التيار الذي تتغير قيمته واتجاهه مع تغير الزمن

مثال/ التيار المتولد من محطة توليد الطاقة الكهربائية والتي يزود المنازل بالتيار الكهربائي

الشحنة الكهربية

الشحنة الكهربائية هي خاصية تحملها الجسيمات الدون ذرية (الدقائق) وهي مصدر القوة الكهرومغناطيسية في الطبيعة تحمل الجسيمات شحنة سالبة أو موجبة أو متعادلة فتحمل الإلكترونات شحنات سالبة والبروتونات شحنات موجبة والنيوترونات شحنات متعادلة

كمية الشحنة

تعبر كمية الشحنة عن عدد الشحنات التي يحملها ناقل معدني خلال زمن معين وتقاس بعدة وحدات منها شحنة الإلكترون (e) وهي الوحدة الأساسية للشحنة والكولوم وهي وحدة قياس الشحنة في النظام العالمي للوحدات

$$Q = Ne$$

حيث (N) عدد الشحنات المارة بمقطع معين من الموصل (e) شحنة الالكترون الواحد

$$e = 1.6 \times 10^{-19}\ C$$

أ/ أحمد موافي
01011408595

شروط مرور تيار كهربي

١) **وجود فرق جهد (بطارية)**

٢) **وجود دائرة كهربية مغلقة**

وللتيار الكهربي بعض الخصائص والتي نوضحها في السطور التالية

شدة التيار الكهربي

كمية الكهربية المارة خلال مقطع موصل في زمن قدره ١ ثانية

ما معني قولنا ان

١. شدة التيار الكهربي المار في موصل = 5 امبير؛

معني ذلك ان كمية الكهربية المارة خلال مقطع الموصل في الثانية الواحدة = 5 كولوم

٢. كمية الكهربية المارة خلال مقطع موصل في زمن قدره 2 ثانية = 20 كولوم

معني ذلك ان شدة التيار المار في الدائرة الكهربية = 10 امبير

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

حيث (Q) كمية الكهربية وتقاس بالكولوم (t) الزمن ويقاس بالثانية

وحده قياس شدة التيار الامبير ويكافئ كولوم/ثانية او فولت/اوم

الامبير

شدة التيار الناتج عن سريان كمية كهربية مقدارها ١ كولوم خلال مقطع موصل في زمن قدره ١ ثانية

الكولوم

كمية الكهربية التي عند مرورها خلال مقطع موصل في زمن قدره ١ ثانية ينتج عنها تيار كهربي شدته ١ امبير

جهاز قياس شدة التيار (الأميتر)

الأميتر او الملي أميتر او الميكرو أميتر ويوصل في الدائرة الكهربية على التوالي بحيث يكون طرفة الموجب مع القطب الموجب وطرفة السالب مع القطب السالب للمصدر الكهربي مع مراعاة ان تكون الدائرة الكهربائية مغلقة ويحتوي هذا الجهاز على مفتاح اختيار لتحديد نوع التيار المراد قياسه هل هو متردد ام ثابت

01011408595

بم تفسر ما يلي

١. بعض المواد توصل التيار الكهربي والبعض الاخر عازل له؟

المواد الموصلة توصل (لوفرة الإلكترونات الحرة) العازلة تكون عازلة (لندرة الإلكترونات الحرة)

٢. لا يشحن سلك بالكهرباء عند مرور تيار كهربي به؟

لان التيار الكهربي شحنات تدخل من طرف وتخرج بنفس المعدل من الطرف الاخر

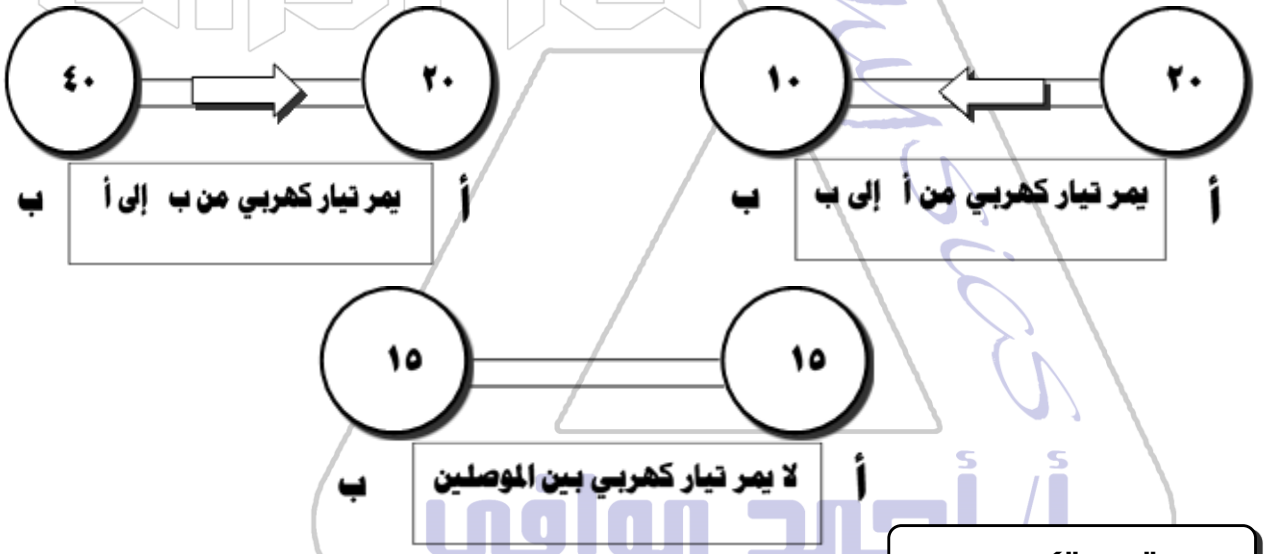
٣. يوصل الأميتر في الدائرة الكهربية على التوالي؟

حتى يمر في الأميتر نفس التيار المار في الدائرة حيث أن شدة التيار متساوية في أجزاء الدائرة

الجهد الكهربي

إذا تم ملامسة جسم درجة حرارته 100 س بجسم أخر درجة حرارته 40 س فإننا نجد أن الحرارة تنتقل من الجسم الأعلى في درجة الحرارة إلى الجسم الأقل في درجة الحرارة حتى يتساوى الجسمين في درجة الحرارة

وبالمثل عند توصيل موصلين مختلفين في الجهد الكهربي فإن التيار الكهربي ينتقل من الموصل الأعلى في الجهد الكهربي إلى الموصل الأقل في الجهد الكهربي



الجهد الكهربي

الحالة الكهربية لموصل والتي نتبين منها انتقال التيار الكهربي منه أو إليه إذا ما وصل بموصل آخر

مم سبق نستنتج أنه لمرور تيار كهربي بين موصلين لابد أن يكون الموصلين مختلفين في الجهد الكهربي

أي أنه هناك فرق في الجهد الكهربي بين الموصلين او بين نقطتين في الموصل الواحد

فرق الجهد بين نقطتين

مقدار الشغل المبذول مقدرا بالجول لنقل كمية كهربية مقدارها ١ كولوم بين النقطتين

ما معني قولنا ان

١. فرق الجهد الكهربي بين طرفي موصل = 20 فولت؟

معني ذلك ان مقدار الشغل المبذول لنقل كمية كهربية مقدارها ١ كولوم بين طرفي الموصل = 20 جول

٢. مقدار الشغل المبذول مقدرا بالجول لنقل كمية كهربية مقدارها ١ كولوم بين النقطتين = 6 جول

معني ذلك ان فرق الجهد بين هاتين النقطتين = 6 فولت

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

حيث W الشغل المبذول ويقاس بالجول بينما Q كمية الكهربية وتقاس بالكولوم

وحده قياس فرق الجهد الفولت ويكافئ جول/كولوم او أمبير.أوم

الفولت

فرق الجهد بين نقطتين عندما يلزم بذل شغل مقداره ١ جول لنقل كمية كهربية مقدارها ١ كولوم بين هاتين النقطتين

الجول

الشغل المبذول لنقل كمية كهربية مقدارها ١ كولوم بفرق جهد مقداره ١ كولوم بين نقطتين

جهاز قياس فرق الجهد (الفولتميتر)

الفولتميتر او الملي فولتميتر او الميكرو فولتميتر ويوصل في الدائرة الكهربية على التوازي بحيث يكون طرفة الموجب مع القطب الموجب وطرفة السالب مع القطب السالب للمصدر الكهربي مع مراعاة ان تكون الدائرة الكهربائية مغلقة ويحتوي هذا الجهاز على مفتاح اختيار لتحديد نوع التيار المراد قياسه هل هو متردد ام ثابت

بم تفسر / يوصل الفولتميتر على التوازي؟

لكي يكون فرق الجهد بين طرفي الفولتميتر مساوي لفرق الجهد المراد قياسه

أ/ احمد موافي 01011408595

المقاومة الكهربية لموصل

الممانعة التي يلقاها التيار الكهربي عند مروره في الموصل

ما معني قولنا ان

مقاومة موصل = 1.5 اوم؟

معني ذلك ان ممانعة الموصل لمرور التيار الكهربي = 1.5 اوم

معني ذلك ان نسبة فرق الجهد بين طرفي الموصل بالفولت الي شده التيار المار فيه بالأمبير = 1.5 اوم

العوامل التي يتوقف عليها مقاومة سلك

١) **نوع مادة الموصل**

٢) **درجة الحرارة**

تزيد مقاومة الموصل عندما ترتفع درجة الحرارة وتقل بانخفاض درجة الحرارة

٣) **طول السلك**

كلما زاد طول سلك المقاومة زادت مقاومته وكلما قل طوله قلت مقاومة السلك

٤) **مساحة مقطع السلك**

كلما زادت مساحة مقطع سلك المقاومة قلت مقاومته وكلما قلت مساحة مقطعه زادت مقاومة السلك

عند ثبوت درجات الحرارة تعطي قيمة المقاومة من العلاقة

$$R = \rho_e \frac{L}{A}$$

حيث (L) **طول السلك بالمتر** (A) **مساحة مقطع السلك بالمتر المربع** (ρ_e) **المقاومة النوعية لمادة الموصل وحده قياس المقاومة الكهربية الأوم ويكافئ فولت/امبير**

أ/ أحمد حلوفي
01011408595

الاوم

مقاومة موصل يسمح بمرور تيار كهربي شدته ١ امبير عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه ١ فولت

يوجد نوعين من المقاومة الكهربية

١) مقاومة ثابتة

هي مقاومة لها قيمة ثابتة لا تتغير وتكون قيمة المقاومة مكتوبة على المقاومة أما بنظام الألوان أو نظام الأرقام ومن أنواع المقاومات الثابتة المقاومات الكربونية المقاومات السلكية المقاومات ذات الطبقات المعدنية

٢) مقاومة متغيرة (ريوستات)

هي المقاومة التي يمكن تغيير قيمتها ضمن مدى معين

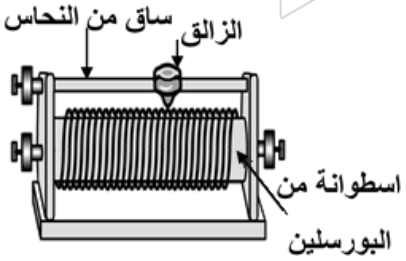
المقاومة المتغيرة

مقاومة تتغير قيمتها فيمكن من خلالها التحكم في شدة التيار الكهربي وفرق الجهد الكهربي في الأجزاء المختلفة من الدائرة الكهربية

تركيب المقاومة المتغيرة

١) سلك معزول من مادة مقاومتها كبيرة ويكون ملفوف حول اسطوانة من مادة عازلة

٢) ساق من النحاس مثبت عليها صفيحة مرنة تلامس السلك تسمى الزالق



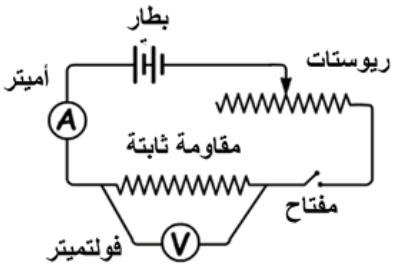
فكرة عمل المقاومة المتغيرة

عندما يتغير طول السلك الذي يمر به التيار الكهربي تتغير المقاومة الكهربية (حيث أن هناك علاقة طردية بين طول السلك والمقاومة الكهربية) فكلما زاد طول السلك زادت المقاومة الكهربية والعكس صحيح

بم تفسر / تستخدم مقاومة متغيرة في الدوائر الكهربية؟ للتحكم في شدة التيار الكهربي المار وبالتالي التحكم في فرق الجهد الكهربي

أ/ أحمد موافي
01011408595

(قانون أوم) العلاقة بين شدة التيار الكهربي وفرق الجهد



من خلال عدة تجارب اجراها العالم اوم توصل الي ان هناك علاقة تربط بين فرق الجهد بين طرفي الموصل وشدة التيار المار في الدائرة الكهربية

قانون اوم

عند ثبوت درجة الحرارة فان شدة التيار المار في موصل يتناسب طرديا مع فرق الجهد بين طرفيه

الصورة الرياضية لـ قانون اوم

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

المقاومة الكهربية لموصل

نسبة فرق الجهد بين طرفي الموصل بالفولت الي شده التيار المار فيه بالأمبير

جهاز قياس المقاومة الأوميتر

يوصل هذا الجهاز مع السلك المراد قياس مقاومته على التوازي مع مراعاة عدم سريان التيار الكهربائي أي ان تكون الدائرة مفتوحة

القوة الدافعة الكهربية

مقدار الشغل الكلي اللازم لنقل وحدة الشحنات الكهربية خلال الدائرة الكهربية خارج وداخل المصدر

فرق الجهد بين قطبى المصدر فى حالة عدم مرور تيار كهربى

ما معني قولنا ان

القوة الدافعة الكهربية لبطارية = 12 فولت؟

فرق الجهد بين قطبي المصدر في حالة عدم مرور تيار كهربي = 12 فولت

أ/ أحمد موافي
01011408595

حساب القوة الدافعة الكهربية وشدة التيار المار في الدائرة الكهربية

$$V_B = V + Ir$$

حيث (r) المقاومة الداخلية للمصدر (V) فرق الجهد الخارجي ويحسب من قانون اوم

$$V = IR$$

حيث R المقاومة الخارجية للدائرة الكهربية او ما يعرف بالمقاومة المكافئة للدائرة

من العالقتين السابقتين يمكن كتابة القانون على النحو التالي

$$V_B = IR + Ir$$

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

تقاس القوة الدافعة الكهربية بنفس وحدات قياس فرق الجهد الكهربي ونفس جهاز القياس

بم تفسر / القوة الدافعة لعمود تكون دائما أكبر من فرق الجهد بين طرفي دائرته الخارجية؟

يرجع ذلك إلى وجود مقاومة داخلية للعمود يستهلك فيها شغل لنقل الكهربية داخل العمود

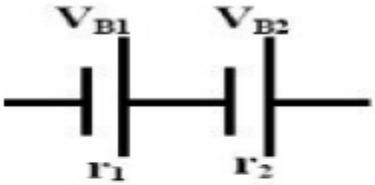
$$V = V_B - Ir$$

يمكن حساب قيمة التيار المار في الدائرة الكهربية من العلاقة

١. في حالة عمود كهربي واحد

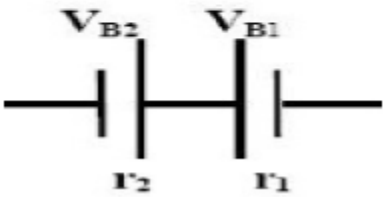
$$I = \frac{V_B}{R + r}$$

٢. في حالة عمودين متتاليين



$$I = \frac{V_{B_1} + V_{B_2}}{R + r_1 + r_2}$$

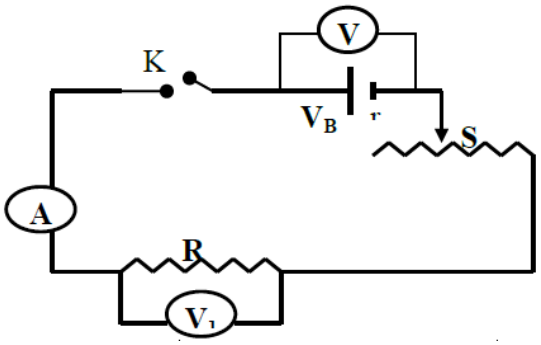
٣. في حالة عمودين متعاكسين



$$I = \frac{V_{B_1} - V_{B_2}}{R + r_1 + r_2}$$

أ/ أحمد موافي
01011406595

من الدائرة الموضحة بالشكل نجد ان



وجه المقارنة	قبل غلق المفتاح	بعد غلق المفتاح
قراءة الأميتر A	$I = 0$	$I = \frac{V_B}{R + r}$
قراءة الفولتميتر V	$V = V_B$	$V = V_B - Ir$
قراءة الفولتميتر V_1	$V_1 = 0$	$V_1 = IR$

ملاحظات هامة

١. مع غلق المفتاح يقل انحراف مؤشر الفولتميتر (يقل فرق الجهد بين القطبين) وتزداد قراءة V_1

٢. عند زيادة المقاومة S تزداد المقاومة الكلية للدائرة وتقل شدة التيار فيقل المقدار Ir وتزداد قراءة الفولتميتر V وذلك من العلاقة $V_B = IR + Ir$ وتقل قراءة الفولتميتر V_1 ولا تصل الي الصفر حسب العلاقة $V_1 = IR$

٣. يقصد بالمقاومة الداخلية r لعمود كهربي (مقاومة السوائل او المواد الموجودة بين قطبية من الداخل)

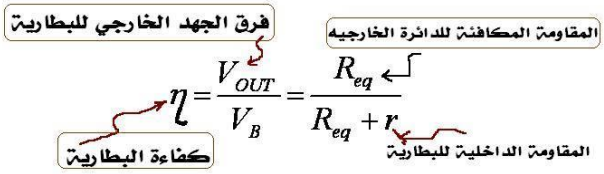
٤. يقصد بالمقاومة الخارجية R (المقاومة المكافئة لجميع الأجهزة والمقاومات والاسلاك المتصلة بقطبي المصدر من الخارج)

٥. يقصد بالمقاومة الكلية للدائرة (مجموع قيم المقاومة الداخلية والمقاومة الخارجية)

٦. الجهد المفقود من البطارية هو حاصل ضرب شدة التيار الخارج من البطارية في المقاومة الداخلية

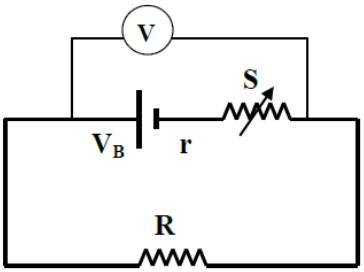
٧. كفاءة البطارية هي النسبة بين فرق الجهد بين طرفي البطارية عندما تكون الدائرة الخارجية مغلقة والقوة الدافعة الكهربية للبطارية

٨. ثبوت درجة الحرارة شرط أساسي لتطبيق قانون اوم لتغير قيمة المقاومة بتغير درجات الحرارة



أ/ أحمد موافي
01011408595

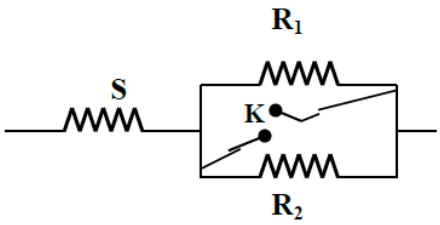
في الشكل المقابل



لحساب قراءة الفولتميتر $V = V_B - (Ir + IS)$

عند زيادة المقاومة S فان قراءة الفولتميتر تقل

في الدائرة الموضحة بالشكل عند غلق المفتاح K لا يمر التيار في أي من المقاومتين R_1, R_2 ويمر في المقاومة S فقط أي تصبح قيمة المقاومة المكافئة $= S$



بم تفسر ما يلي

١) تكون لقطعة معدنية علي شكل متوازي مستطيلات أكثر من مقاومة في نفس درجة الحرارة؟

وذلك حسب توصيل فرق الجهد على الوجهين المتقابلين فيكون لها مقاومة وعند توصيل فرق الجهد علي وجهين أخرين متقابلين للقطعة يتغير الطول وكذلك مساحة المقطع فتكون لها مقاومة أخري

٢) تزيد المقاومة للموصلات بزيادة درجة الحرارة؟

المقاومة ناشئة بسبب إعاقة جزيئات وذرات المادة وحركة الالكترونات وعندما تزيد درجة الحرارة تكتسب الجزيئات طاقة وتزيد سرعتها واهتزازها فيزيد معدل تصادمها مع الكترونات فتزيد الإعاقة والعكس إذا انخفضت درجة الحرارة

٣) ترتفع درجة حرارة موصل عند مرور تيار كهربي فيه

نتيجة الاحتكاك بين إلكترونات السلك ببعضها من جانب وبإلكترونات التيار من جانب أخر

٤) تزداد مقاومة سلك عند رفع درجة حرارته

لزيادة سعة اهتزازة الجزئيات فيزداد تصادم الإلكترونات التي تنقل التيار

٥) السلك الطويل عبارة عن عدة مقاومات موصلة على التوالي

لأنه كلما زاد طول لسلك زادت مقاومته

أ/ أحمد موافي
01011408595

٦) السلك ذو المساحة الكبيرة عبارة عن عدة مقاومات موصلة على التوازي

لأنه كلما زادت المساحة قلت المقاومة

٧) يوجد لقطعة معدنية على شكل متوازي مستطيلات مقاومتان في نفس درجة الحرارة وللمكعب مقاومة واحدة

لان المتوازي يختلف طول ضلعيه وبالتالي يوصل بطريقتين مختلفتان

اما المكعب أضلاعه متساوية فلذلك يوصل بأي وجه يعطى مقاومة ثابتة

٨) وجود ريوستات في دائرة قانون أوم

حتى يمكن التحكم في المقاومة وبالتالي نتحكم في شدة التيار

٩) كابل الكهرباء عبارة عن مجموعة أسلاك من النحاس مغلفة بمادة عازلة

مجموعة أسلاك حتى تعمل كمقاومات موصلة على التوازي (مقاومة صغيرة) والنحاس لصغر مقاومته النوعية

أ/ أحمد موافي
01011408595

المقاومة الكهربية النوعية

تقدر بمقاومة موصل طوله ١ م ومساحة مقطعه ١ م٢ عند درجة ٠ C

ما معني قولنا ان المقاومة النوعية للنحاس = 2 أوم.متر؟

معني ذلك ان مقاومة سلك من النحاس طوله ١ متر ومساحة مقطعه ١ متر٢ عند درجة الصفر = 2 اوم

يمكن حساب المقاومة الكهربية النوعية لمادة الموصل من العلاقة

$$\rho_e = \frac{RA}{L}$$

تقاس المقاومة النوعية بوحدة قياس أوم.متر او سيمون-١.متر

العوامل التي يتوقف عليها المقاومة النوعية

١) نوع مادة الموصل

٢) درجة الحرارة

المقاومة النوعية لا تتغير بتغير مساحة المقطع فهي صفة فيزيائية مميزة للمادة

المقاومة النوعية صفة مميزة للمادة عند ثبوت درجة الحرارة

لا يوجد مادتان لهما نفس المقاومة النوعية ولأنها تتوقف على نوع المادة ولا تختلف إلا باختلاف درجة الحرارة

تدريب قوة ملاحظة

١. عند زيادة طول موصل معدني فإن مقاومته الكهربية (تزداد، تقل، لا تتأثر)

٢. عند زيادة طول موصل معدني فإن مقاومته النوعية (تزداد، تقل، لا تتأثر)

سلك مقاومته 5 أوم أحسب المقاومة النوعية لقطعة منه طولها 4 متر ومساحة مقطعها ٢ × ١٠-٥ م٢

alpha
أ/ أحمد صلاح
01011408595

التوصيلية الكهربية

تقدر بمقاومة موصل طوله ١ م ومساحة مقطعه ١ م^{٢} عند درجة 0 C

مقلوب المقاومة النوعية لمادة موصل

ما معني قولنا ان

التوصيلية الكهربية لمعدن = 4 سيمون.متر$^{-١}$؟

معني ذلك ان المقاومة النوعية لموصل طوله ١ متر ومساحة مقطعه ١ متر^{٢} عند درجة الصفر = 4 أوم.متر

يمكن استنتاج قانون التوصيلية الكهربية لمادة موصل من خلال التعريف

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

وحدة قياس التوصيلية الكهربية اوم$^{-١}$.متر$^{-١}$ وتكافئ سيمون.متر$^{-١}$

العوامل التي يتوقف عليها التوصيلية الكهربية

١) نوع مادة الموصل

٢) درجة الحرارة

المقاومة النوعية للمادة × معامل التوصيل الكهربي لنفس المادة = 1

$$\sigma\rho_e = 1$$

التوصيلية الكهربية صفة مميزة للمادة عند ثبوت درجة الحرارة

لا يوجد مادتان لهما نفس التوصيلية الكهربية ولأنها تتوقف على نوع المادة ولا تختلف إلا باختلاف درجة الحرارة

أ/ أحمد مصطفى
0101408595

تدريب / قضيب من الحديد طوله 40 سم مقطعه مربع طل ضلعه 2 سم التوصيلية الكهربية للحديد 10^{7} سيمون.م$^{-١}$ احسب مقاومته؟ وهل توجد له مقاومة اخري في نفس درجة الحرارة؟ وما هي؟

القدرة الكهربية

الطاقة الكهربية المستهلكة خلال ١ ثانية

ما معني قولنا ان

قدرة جهاز = 100 وات؛

معني ذلك ان الطاقة الكهربية المستنفذة خلال زمن قدره ١ ثانية = 100 جول

القانون المستخدم

$$P_W = \frac{W}{t} = VI = I^2R = \frac{V^2}{R}$$

وحدة القياس

الوات وتكافئ جول/ثانية او فولت.أمبير او امبير٢.اوم او فولت٢/اوم

جهاز قياس القدرة الواطميتر

يستخدم هذا الجهاز لقياس قدرة الاحمال الكهربائية ويحتوي من الداخل على ملفين أحدهما يسمى بملف التيار ويوصل مع الحمل على التوالي والاخر يسمى ملف الجهد ويوصل مع الحمل على التوازي يوصل هذا الجهاز مع الحمل مع مراعاة سريان التيار في الدائرة أي ان الدائرة مغلقة

بم تفسر / تزداد القدرة الكهربية المسحوبة من المصدر وذلك عند توصيل عدة مقاومات على التوازي؛

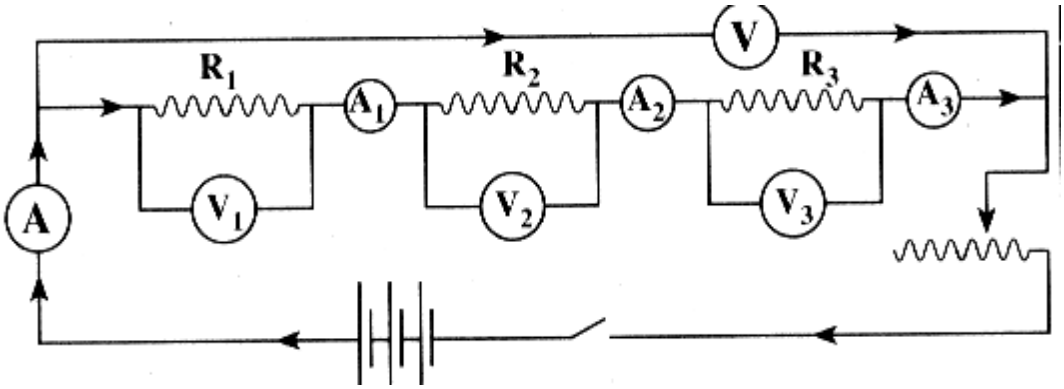
صغر المقاومة الكلية يؤدي لزيادة التيار المسحوب من المصدر وبالتالي تزداد القدرة المستنفذة $P_w = I^2 R$

تدريب / مصباحان مقاومتهما R2،R1 بحيث R1<R2 ايهما اشد اضاءة في حالة

١. **التوصيل على التوالي**
٢. **التوصيل على التوازي**

أ/ أحمد موافي
01011408595

توصيل المقاومات على التوالي



حساب قيمة المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متصلة على التوالي

١) ندمج كل من المقاومات R1.R2.R3 المتصلة على التوالي في دائرة كهربية تشمل بطارية

٢) أميتر وريوستات ومفتاح جميعها متصلة على التوالي

٣) نغلق الدائرة الكهربية ثم نقوم بتعديل الريوستات حتى يمر تيار كهربي مناسب شدته I أمبير

٤) نقيس فرق الجهد V1.V2.V3 بين طرفي المقاومات R1.R2.R3 كل على حدة

٥) نقيس فرق الجهد الكلى V بين طرفي المجموعة

٦) نلاحظ أن مجموع فروق الجهد على المقاومات بالدائرة يساوى فرق الجهد الكلى بين طرفي المجموعة ويسمى هذا بقانون كيرشوف

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$IR\backslash = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

كما نلاحظ ان شد التيار ثابتة في جميع أجهزة الأميتر مما يدل ان شدة التيار في التوصيل على التوالي ثابت

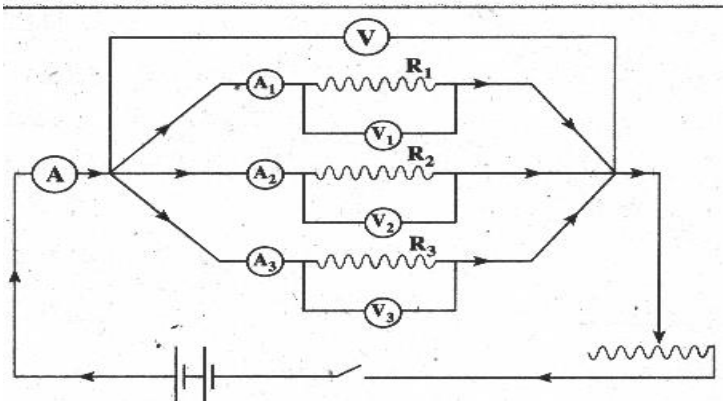
$$R\backslash = R_1 + R_2 + R_3$$

إذا كانت المقاومات المتصلة على التوالي متساوية وقيمة كل منها R وعددها N

$$R\backslash = NR$$

أ/ أحمد معوض
01011408595

توصيل المقاومات على التوازي



حساب قيمة المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متصلة على التوازي

١) ندمج كل من المقاومات R1.R2.R3 المتصلة على التوازي في دائرة كهربية تشمل بطارية

٢) أميتر وريوستات ومفتاح موصلة معا

٣) نغلق الدائرة الكهربية ثم نقوم بتعديل الريوستات حتى يمر تيار كهربي مناسب شدته I أمبير في الدائرة الرئيسية

٤) عين شدة التيار الكلى بـ الأميتر وليكن I أمبير ثم نعين فرق الجهد الكلى بالفولتميتر وليكن V فولت

٥) نعين شدة التيار في كل مقاومة وليكن (I_1) في (R_1) و(I_2) في (R_2) و (I_3) في (R_3)

٦) ثم نقارن المجموع $I_1+I_2+I_3$ بشدة التيار الكلى I نجد أن

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{V}{R\backslash} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

نلاحظ ان فرق الجهد ثابت في جميع أجهزة الفولتميتر مما يدل ان فرق الجهد في التوصيل على التوازي ثابت

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

إذا كانت المقاومات المتصلة على التوازي متساوية وقيمة كل منها R وعددها N

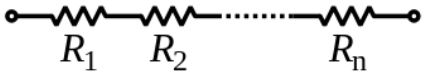
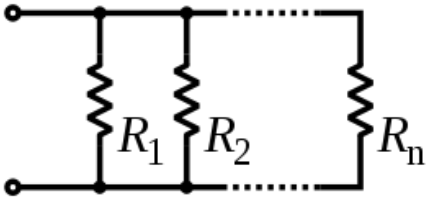
$$R\backslash = \frac{R}{N}$$

في حالة مقاومتان مختلفتان

$$R\backslash = \frac{R_1 \, x \, R_2}{R_1 + R_2}$$

أ/ أحمد مواهب
01011408595

جدول يوضح اهم الفروق بين التوصيل على التوالي والتوصيل على التوازي

وجه المقارنة	التوصيل على التوالي	التوصيل على التوازي
شكل التوصيل في الدائرة الكهربية		
الغرض منه	الحصول على مقاومة كبيرة من مجموعة مقاومات صغيرة	الحصول على مقاومة صغيرة من مجموعة مقاومات كبيرة
شدة التيار الكهربي	متساوي في جميع المقاومات $I = I_1 = I_2 = I_3$	التيار الكلي يساوي مجموع التيارات في المقاومات $I = I_1 + I_2 + I_3 + \cdots$
فرق الجهد الكهربي	فرق الجهد الكلي يساوي مجموع فروق الجهد على المقاومات (قانون كيرشوف) $V = V_1 + V_2 + V_3 + \cdots$	متساوي بين طرفي جميع المقاومات $V = V_1 = V_2 = V_3$
القانون المستخدم لتعيين المقاومة المكافئة R\	عدة مقاومات مختلفة $R\backslash = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots$ عدة مقاومات متساوية عددها N وقيمة كل منها R $R\backslash = NR$	عدة مقاومات مختلفة $\frac{1}{R\backslash} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots$ عدة مقاومات متساوية عددها N وقيمة كل منها R $R\backslash = \frac{R}{N}$ مقاومتان مختلفتان $R\backslash = \frac{R_1 \, x \, R_2}{R_1 + R_2}$

أ/ أحمد موافي
01011408595

بم تفسر ما يلي

١. توصل المصابيح في المنازل على التوازي؟

حتى تقل المقاومة الكلية لها وذلك يعمل على توفير القدرة المستنفذة أو حتى إذا انطفئ مصباح لا تنطفئ بقية المصابيح

٢. كابل الكهرباء عبارة عن مجموعة أسلاك من النحاس مغلفة بمادة عازلة؟

مجموعة أسلاك حتى تعمل كمقاومات موصلة على التوازي (مقاومة صغيرة) والنحاس لصغر مقاومته النوعية

التيار يشبه في سريانه الماء فلذلك يسلك أسهل الطرق للمرور فيها فإذا كان لدينا سلك مهمل المقاومة متصل على التوازي مع عدة مقاومات فإن التيار يسرى في السلك فقط دون المقاومات

شرط انتقال تيار كهربي من نقطة لأخرى أن يكون هناك فرق في الجهد

كيفية اختزال المقاومات

١. نبدأ الاختزال من الجزء المغلق في الدائرة بعيدا عن المصدر

٢. إذا مر التيار الكهربي في فرع دون أن يتجزأ فإن التوصيل توالى

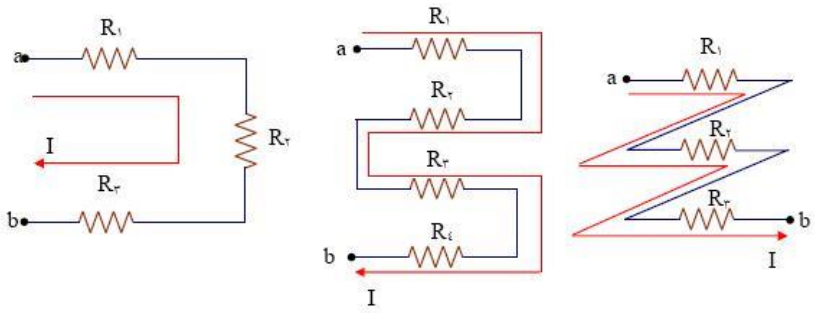
٣. إذا تجزأ التيار فإن التوصيل توازى

٤. عند اختزال جزء يحذف وتضاف المقاومة الكلية

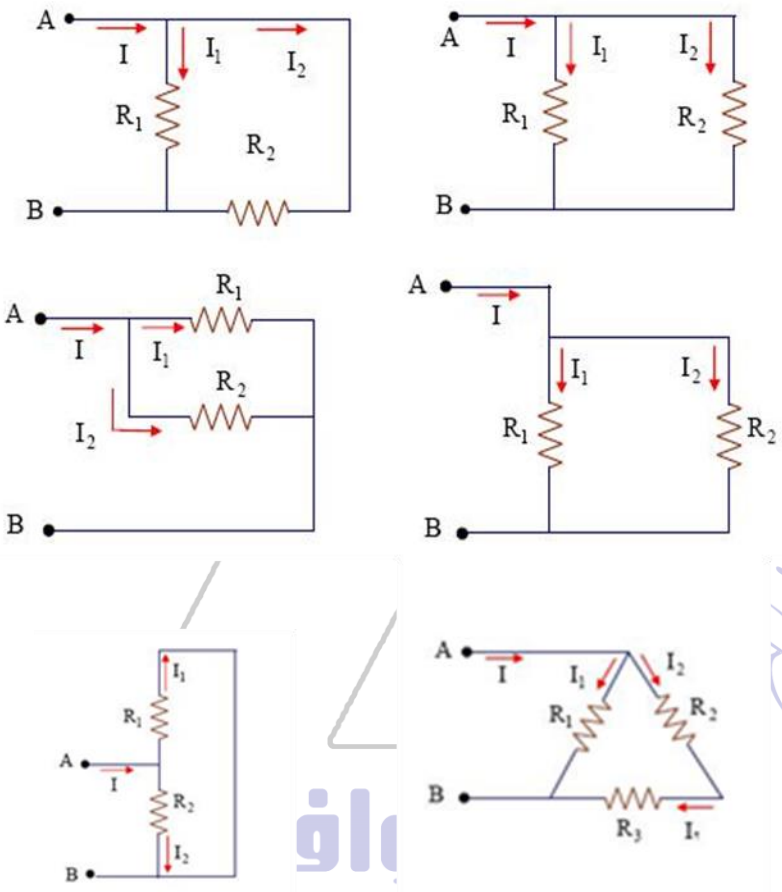
٥. إذا كان التوصيل على التوازي بين مقاومة وسلك يمر التيار الكهربي في السلك ولا يمر في المقاومة وبالتالي لا يتم حساب المقاومة المتصلة على التوازي مع سلك

أ/ أحمد موافي
01011408595

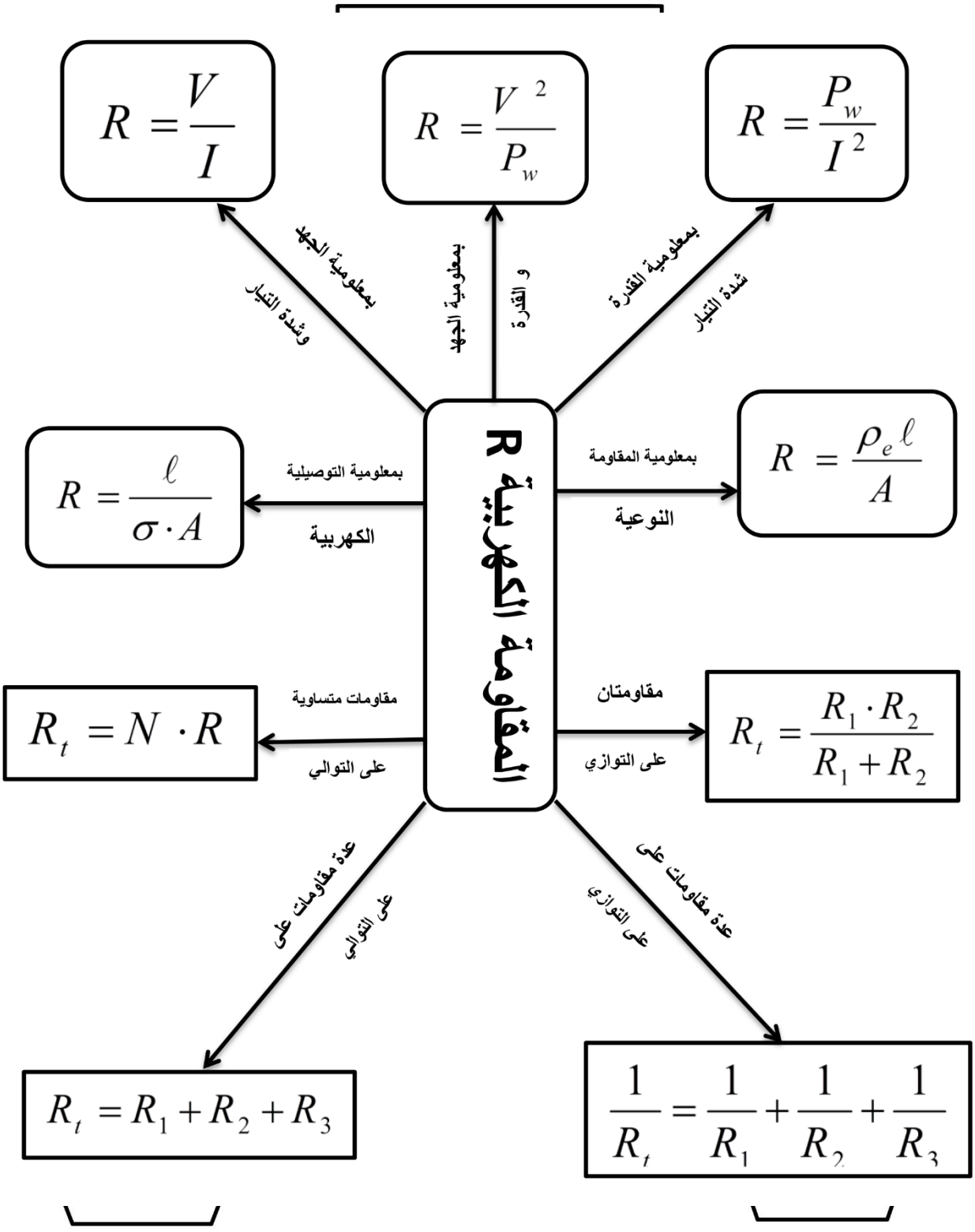
اشكال توضيحية للتوصيل على التوالي



اشكال توضيحية للتوصيل على التوازي



01011408595


المقاومة الكهربية R
بمعلومية الجهد وشدة التيار
$R = \frac{V}{I}$
بمعلومية الجهد و القدرة
$R = \frac{V^2}{P_w}$
بمعلومية القدرة وشدة التيار
$R = \frac{P_w}{I^2}$
بمعلومية التوصيلية الكهربية
$R = \frac{\ell}{\sigma \cdot A}$
بمعلومية المقاومة النوعية
$R = \frac{\rho_e \ell}{A}$
مقاومات متساوية على التوالي
$R_t = N \cdot R$
مقاومتان على التوازي
$R_t = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$
عدة مقاومات على التوالي
$R_t = R_1 + R_2 + R_3$
عدة مقاومات على التوازي
$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$