بسم الله الرحمن الرحيم
السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

الجذع المشترك
الفيزياء-جزء الكهرباء

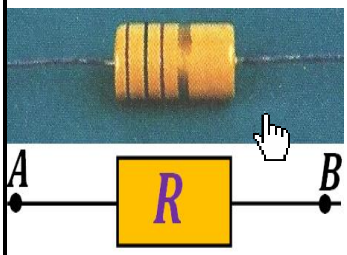
تجميع الموصلات الأومية
Association des conducteurs ohmiques

المحور الثاني : تراكيب كهربائية
الوحدة 3
4 س

1- الموصل الأومي :

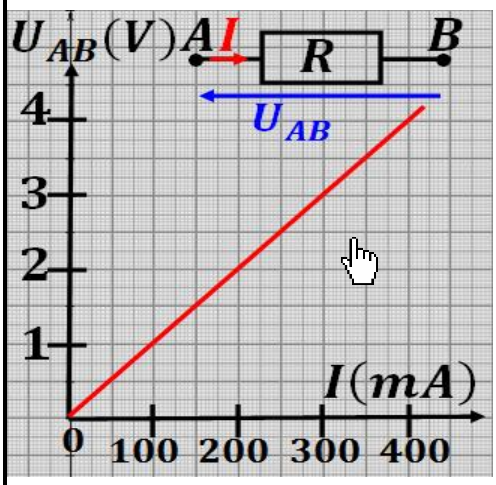
1-1- تعاريف :

- نسمي **ثنائي قطب** كل **مركبة كهربائية** (أو **تجميع لمركبات كهربائية**) ذات **مربطين** أو **قطبين** . ويمثل **ثنائي القطب** (AB) كما يلي :
- **ثنائي القطب غير النشيط** هو ثنائي قطب **لا يحدث تيارا كهربائيا من تلقاء نفسه** ، أي **التوتر** U_{AB} بين مربطيه **منعدم** عندما **لا يمر فيه تيار كهربائي** $(I = 0)$.
- **الموصل الأومي** :
  - هو **ثنائي قطب غير نشيط** يتميز بمقدار فيزيائي يسمى **المقاومة** R ، ويعد من بين ثنائيات القطب الأكثر استعمالا في دارة كهربائية .
  - وهو **ثنائي قطب لا تتغير درجة حرارته** عندما يمر فيه **تيار كهربائي ملائم** .
  - وهو يتكون من **الكربون** ، وهو عبارة عن **أسطوانة بها حلقات ملونة** تعرفنا بقيمة مقاومة هذا الموصل الأومي . نرمز لموصل أومي (AB) بـ :



1-2- مميزة موصل أومي (قانون أوم) :

نسمي **المميزة** دراسة **تغيرات التوتر** U_{AB} بين مربطي ثنائي قطب (AB) **بدلالة شدة التيار الكهربائي** I المار فيه أو العكس $(U_{AB} = f(I)\ ;\ I = f(U_{AB}))$.



نص قانون أوم :

عند درجة حرارة ثابتة ، يتناسب التوتر U_{AB} بين مربطي موصل أومي مقاومته R اطراد مع شدة التيار I المار فيه .

$U_{AB} = R.I$ أو $I = G.U_{AB}$ حيث

R **مقاومة الموصل الأومي** (وهو مقدار فيزيائي يعبر عن قدرة المادة على منع حركة حملة الشحن الكهربائية) ، وحدتها في (ن ، ع) هي **الأوم** Ω .

$G = \frac{1}{R}$ **مواصلة الموصل الأومي** ، وحدتها في (ن ، ع) هي **السيمنس** S .

ملحوظة :

الموصل الأومي ثنائي قطب غير نشيط يتحقق فيه قانون أوم .

مقاومية بعض الفلزات عند 25°C	
الفلزات	المقاومية $(10^{-8}\Omega.m)$
Ag	1,6
Cu	1,7
Al	2,8
Fe	9,6
Pb	22

1-3- مقاومة سلك أسطواني الشكل :

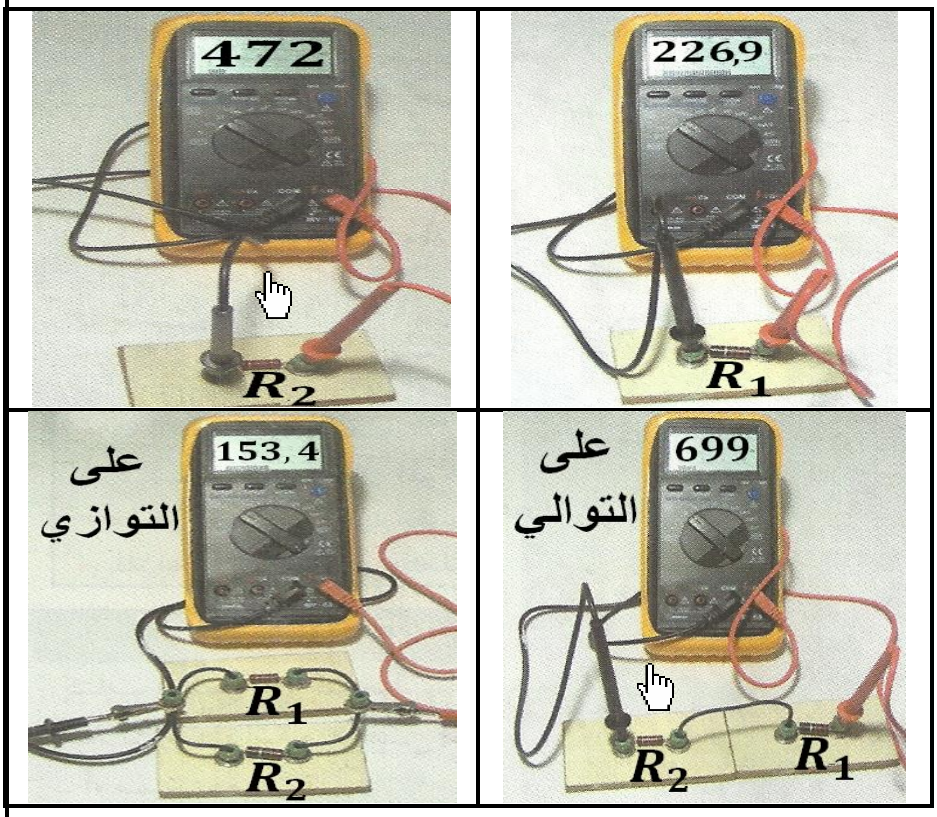
يعتبر **سلك فلزي** ، ذو مقطع ثابت ، **موصلا أوميا** إذا أبقيت درجة حرارته ثابتة . وتبين التجارب أن **مقاومته** R تتعلق **بطوله** ℓ وبمقطعه S وبنوعيته حيث $R = \rho.\frac{\ell}{S}$

مع ρ **مقاومية الموصل الأومي** وهي **مقدار فيزيائي يميز نوعية السلك** ، وحدتها في (ن ، ع) هي **الأوم متر** $\Omega.m$.

2- تجميع الموصلات الأومية :

2-1- نشاط :

ننجز القياسات التالية باستعمال جهاز متعدد القياس لقياس مقاومة موصل أومي .
فنحصل على النتائج الممثلة في الجدول جانبه :



أ- اعط قيمة كل من R_1 و R_2 مقاومة الموصلين الأوميين D_1 و D_2 .
لدينا $R_1 = 226,9\ \Omega$ و $R_2 = 472\ \Omega$.

ب- اعط قيمة R_{eq} المقاومة المكافئة لتجميع الموصلين الأوميين D_1 و D_2 على التوالي وقارنها مع $R_1 + R_2$. ماذا تستنتج ؟
لدينا $R_{eq} = 699\ \Omega$ و $R_1 + R_2 = 226,9 + 472 = 698,9\ \Omega$ فنلاحظ أن $R_{eq} = R_1 + R_2$ إذن المقاومة المكافئة لتجميع موصلين أوميين على التوالي هي مجموع مقاومة كل موصل أومي على حدة .

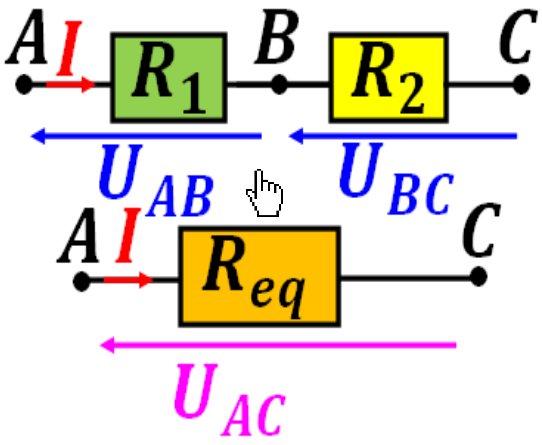
ج- اعط قيمة R_{eq} المقاومة المكافئة لتجميع الموصلين الأوميين D_1 و D_2 على التوازي وقارن $\frac{1}{R_{eq}}$ مع $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$. ماذا تستنتج ؟

لدينا $R_{eq} = 153,4\ \Omega$ أي $G_{eq} = \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{153,4} = 6,52\ mS$

و $G_1 + G_2 = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{226,9} + \frac{1}{472} = 6,53\ mS$ فنلاحظ أن $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
أي $G_{eq} = G_1 + G_2$ إذن المواصلة المكافئة لتجميع موصلين أوميين على التوازي هي مجموع مواصلة كل موصل أومي على حدة .

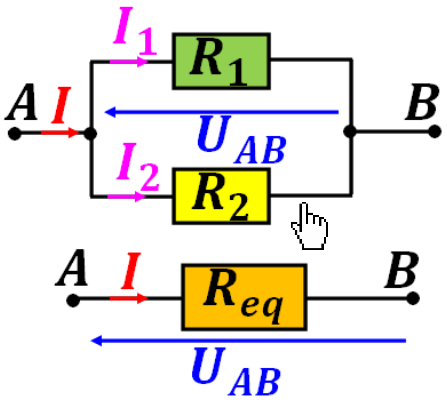
2-2- التجميع على التوالي :

نركب على التوالي موصلين أوميين (AB) و (BC) مقاومتاهما R_1 و R_2 ، فيمر فيهما نفس التيار شدته I .
حسب **قانون أوم** لدينا $U_{AB} = R_1.I$ و $U_{BC} = R_2.I$ و $U_{AC} = R_{eq}.I$.
وحسب **قانون إضافية التوترات** لدينا $U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$
أي $R_{eq}.I = R_1.I + R_2.I$ إذن $R_{eq} = R_1 + R_2$



تعميم : في حالة تركيب n موصل أومي $(R_n, \dots, R_3, R_2, R_1)$ على التوالي ، فإن **المقاومة المكافئة** هي $R_{eq} = \sum_{i=1}^{n} R_i$.

2-3- التجميع على التوازي :



نركب على التوازي موصلين أوميين مقاومتاهما R_1 و R_2 ، فيطبق عليهما نفس التوتر U_{AB} .

حسب **قانون أوم** لدينا $I_1 = \frac{U_{AB}}{R_1}$ و $I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2}$ و $I = \frac{U_{AB}}{R_{eq}}$.

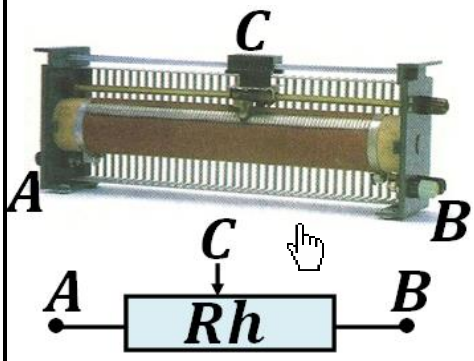
وحسب **قانون العقد في العقدة** A لدينا $I = I_1 + I_2$

أي $\frac{U_{AB}}{R_{eq}} = \frac{U_{AB}}{R_1} + \frac{U_{AB}}{R_2}$ إذن $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ أو $G_{eq} = G_1 + G_2$

تعميم : في حالة تركيب n موصل أومي $(R_n, \dots, R_3, R_2, R_1)$ على التوازي ، فإن **المقاومة المكافئة** هي $\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{R_i}$ أو $G_{eq} = \sum_{i=1}^{n} G_i$.

3- استعمالات الموصلات الأومية :

3-1- المعدلة :

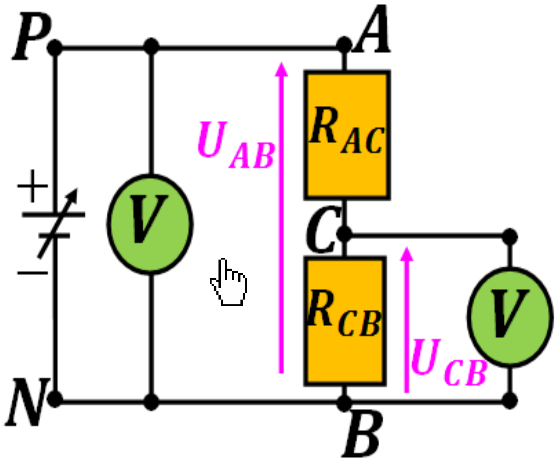


المعدلة موصل أومي تتكون من **سلك فلزي** مكون من أشابة الحديد والنيكل ، **مقطعه ثابت** ، ملفوف حول **أسطوانة عازلة** . وتتوفر المعدلة على **ثلاثة مرابط** ، المربطان A و B **ثابتان** والمربط C **متحرك** يسمى **الزالقة** . يرمز للمعدلة كما يلي :

ملحوظة :

تستعمل المعدلة في دارة كهربائية إما **لتغيير شدة التيار الكهربائي** المار في الدارة **عند تركيبها على التوالي** مع المركبات الأخرى ، و إما **لتغيير التوتر** عند استعمالها **كمقسم التوتر** (**على التوازي**) بين مربطي ثنائي قطب ما .

2-3- نشاط :



- ننجز التركيب التجريبي الممثل جانبه ، حيث نركب الموصلين الأوميين (AC) و (CB) على التوالي حيث $R_{AC} = 1\ k\Omega$ و $R_{CB} = 1\ k\Omega$ ونقيس التوترين U_{CB} و U_{AB} بالنسبة لقيم مختلفة للتوتر بين قطبي المولد القابل للضبط . فنحصل على النتائج المدونة في الجدول أسفله :

$U_{AB}(V)$	10	8	6	4	2	1
$U_{CB}(V)$	5	4	3	2	1	0,5

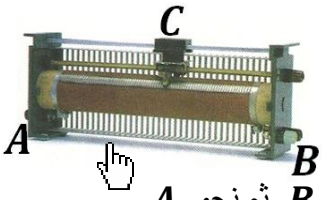
أ- تأكد أن النسبة $\frac{U_{CB}}{U_{AB}}$ ثابتة .

لدينا $\frac{0,5}{1} = \frac{1}{2} = \frac{2}{4} = \frac{3}{6} = \frac{4}{8} = \frac{5}{10} = 0,5$ إذن $\frac{U_{CB}}{U_{AB}} = cte$.

ب- قارنها مع النسبة $\frac{R_{CB}}{R_{AC}+R_{CB}}$ ، ماذا تستنتج ؟ ماذا يسمى هذا التركيب ؟

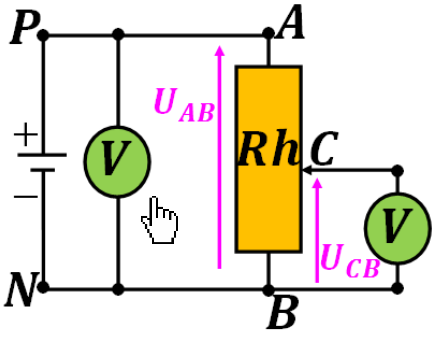
لدينا $\frac{R_{CB}}{R_{AC}+R_{CB}} = \frac{1}{1+1} = \frac{1}{2} = 0,5$ نلاحظ أن $\frac{U_{CB}}{U_{AB}} = \frac{R_{CB}}{R_{AC}+R_{CB}}$ وبما أن $0 \leq \frac{R_{CB}}{R_{AC}+R_{CB}} \leq 1$

فإن $0 \leq \frac{U_{CB}}{U_{AB}} \leq 1$ أي $0 \leq U_{CB} \leq U_{AB}$ وبالتالي يسمى هذا التركيب **تركيب مقسم التوتر** .



■ نصل المربطين A و B للمعدلة (مقاومتها $R = 2\ k\Omega$) بجهاز الأوممتر ونحرك الزالقة C ونسجل قيمة R_{AB} المقاومة الكلية للمعدلة .
ماذا تلاحظ ؟ ما هي قيمة R_{AB} ؟
عند تحريك الزالقة C لا تتغير مقاومة المعدلة وبالتالي $R_{AB} = 2\ k\Omega$.

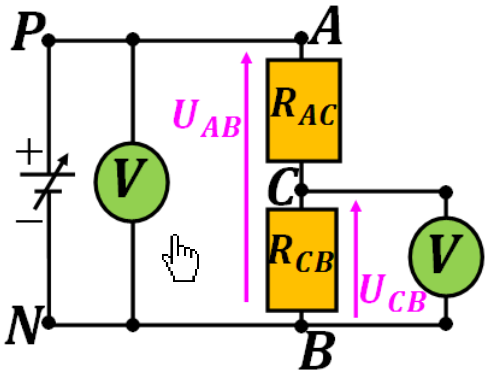
■ ثم نصل المربطين B و C للمعدلة بجهاز الأوممتر ونحرك الزالقة C نحو B ثم نحو A .
ماذا تلاحظ ؟ ما هي أصغر قيمة لـ U_{CB} وما هي أكبر قيمة لها ؟ استنتج المجموع $R_{AC} + R_{CB}$ ؟
عند تحريك الزالقة C نحو B تنخفض قيمة المقاومة R_{CB} إلى أن تنعدم ، وعند تحريكها نحو A تزداد قيمتها إلى أن تصل أقصى قيمة لها وهي $R_{CB} = 2\ k\Omega$. وبالتالي $R_{AC} + R_{CB} = R_{AB}$.



■ ننجز التركيب التجريبي الممثل جانبه ، حيث نركب المعدلة Rh مع مولد التوتر المستمر .
أ- حرك الزالقة C ببطء في اتجاه B ثم في اتجاه A . ماذا تلاحظ بالنسبة للتوتر U_{CB} ؟
عند تحريك الزالقة C نحو B نلاحظ انخفاض قيمة التوتر U_{CB} ، في حين تزداد قيمة التوتر U_{CB} عند تحريك الزالقة C نحو A .
ب- حدد مجال تغير التوتر U_{CB} عند تحريك الزالقة C في الاتجاهين .
ينعدم التوتر U_{CB} عندما تنطبق الزالقة C مع المربط B ، ويأخذ التوتر U_{CB} أقصى قيمة له عندما تنطبق الزالقة C مع المربط A . وبالتالي فإن $0 \leq U_{CB} \leq U_{AB}$.
ج- اقترح اسما لهذا التركيب .
بما أن $0 \leq U_{CB} \leq U_{AB}$ فإن هذا التركيب يسمى **تركيب مقسم التوتر** .

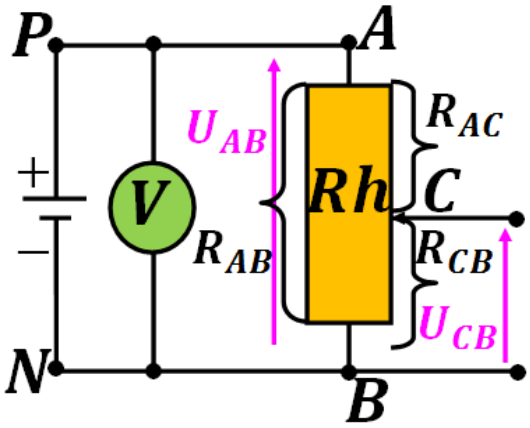
3-3- تركيب مقسم التوتر :

3-3-1- بواسطة موصلين أوميين :



نسمي U_{AB} **توتر الدخول** و U_{CB} **توتر الخروج** .
لدينا ثنائي القطب (AC) و (CB) مركبين **على التوالي** إذن حسب **قانون إضافية التوترات** فإن $U_{AB} = R_{AC}.I + R_{CB}.I$.
أي $U_{AB} = (R_{AC} + R_{CB}).I$
حسب **قانون أوم** لدينا : $U_{CB} = R_{CB}.I$.
إذن $\frac{U_{CB}}{U_{AB}} = \frac{R_{CB}}{R_{AC}+R_{CB}}$ وبالتالي $U_{CB} = \frac{R_{CB}}{R_{AC}+R_{CB}}.U_{AB}$
وبما أن $0 \leq \frac{U_{CB}}{R_{AC}+R_{CB}} \leq 1$ فإن **علاقة مقسم التوتر** هي $0 \leq U_{CB} \leq U_{AB}$.

3-3-2- بواسطة معدلة :



حسب **قانون أوم** لدينا : $U_{AB} = R_{AB}.I$ و $U_{CB} = R_{CB}.I$.
مع R_{AB} المقاومة الكلية للمعدلة
و R_{CB} مقاومة الجزء (CB) للمعدلة .
إذن $\frac{U_{CB}}{U_{AB}} = \frac{R_{CB}}{R_{AB}}$ وبالتالي $U_{CB} = \frac{R_{CB}}{R_{AB}}.U_{AB}$
وبما أن $0 \leq \frac{U_{CB}}{R_{AB}} \leq 1$ فإن **علاقة مقسم التوتر** هي
$0 \leq U_{CB} \leq U_{AB}$.