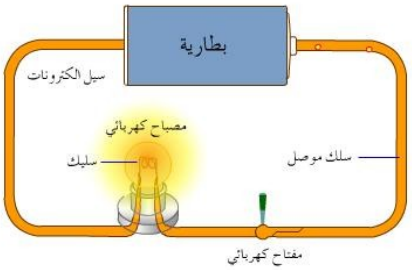
المملكة العربية السعودية
وزارة التربية والتعليم
أدارة للتربية والتعليم بمحافظة الدوادمي
مدرسة متوسطة وثانوية الارطاوي

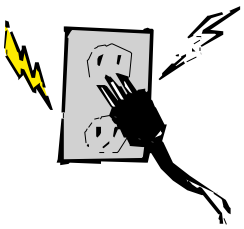
وزارة التربية والتعليم
Ministry of Education

أسس الكهرباء

إعداد

الأستاذ : خالد بن علي بن علياء المطيري







WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

فهرس المحتويات

- مقدمة .
- تاريخ الكهرباء.
- ماهي الكهرباء .
- أنواع الكهرباء .
- أنواع التيار الكهربائي.
- أجهزة قياس التيار.
- الجهد وفرق الجهد الكهربي .
- الفولتميتر .
- المقاومة الكهربائية .
- أخطار الكهرباء و الإجراءات الوقائية .
- المرجع

يسرنا أن نقدم بين أيديكم إصدارنا الأول من الدورة التدريبية كتاب **أسس الكهرباء** ونتمنى أن تنال إعجابكم وإعجاب القراء الأعزاء نسأل الله التوفيق وهو القادر على ذلك.

WWW.DZ-EN.COM | قلم الجزائر

مقدمة

نحن نعيش في عالم مليء بالكهربائيات والإلكترونيات , فالطاقة الكهربائية تمدنا بالضوء والحرارة والبرودة والحركة .... إلخ . ومع أن الكهرباء ظاهرة لا يمكننا أن نراها بالعين أو نسمعها بالأذن إلا أننا نحسها ونشعر بنتائج وجودها مثل شعورنا بالصوت الذي يأتي من المذياع والصورة التي نراها في التلفزيون والكمبيوتر الذي نستعمله ....

تاريخ الكهرباء

أصل الكلمة (بالعربية) يرجع إلى الكلمة الفارسية كهربا فهي تعني حرفيا "جاذب التبن"، وتطلق على صمغ شجرة إذا حُك صار يجذب التبن ونحوه .

فالكهرباء الستاتيكية (السكونية)هي أول ما عرف من أشكال الكهرباء . ويمكن بالفعل أن تتولد إذا ما حكت قطعة راتنج (مادة صمغية تنتجها بعض النباتات) شبيهة بالعنبر..

بعد ذلك بمائة وثلاثين سنة . الانجليزي ستيفن غراي (1670–1736) جمع لائحة تتضمن أسماء العناصر الموصلة والعناصر العازلة للكهرباء . و في 1733, اكتشف الفرنسي شارل دوفاي 1698–1733 و جود شحنة كهربائية موجبة وأخرى سالبة : أن الشحنتين من طبيعة واحدة تتنابذان, وشحنتين متعارضتين تتجاذبان.

كانت أول بطارية كهربائية هي "قنينة ليد " (و ليد هو اسم المدينة الهولندية التي اخترعت فيها). تلك كانت قنينة مليئة بالماء سدادتها الزجاجية يخترقها مسمار يطال السائل. و عن طريق المسمار , تبث شحنة في الماء المعزول داخل الزجاج . فإذا احدث تماس بين المسمار وموصل أخر تنتج عن ذلك شرارة. و في 1752, تمكن الأمريكي بنجامين فرنكلين 1706–1790 , في وقت كانت خلاله السماء تبرق وترعد , من توجيه البرق في لحظة ما إلى قنينة ليد , باستعمال طيارة ورقية , مبرهنا بذلك على كون العواصف الرعدية من طبيعة كهربائية . وتوالت التجارب والاكتشافات بسرعة.

WWW.DZ-EN.COM | قلم الجزائر

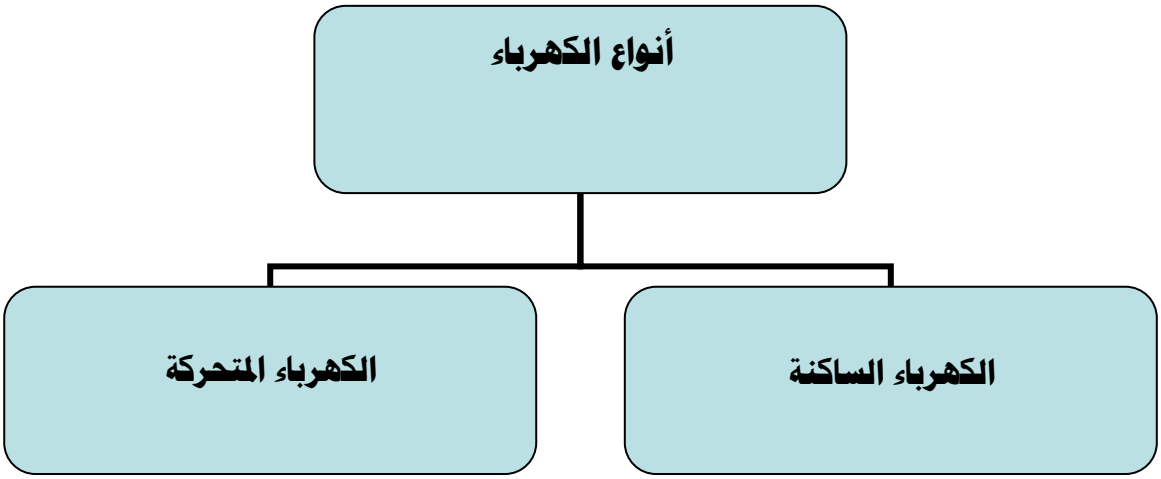
فصنع الكسندر فولتا أول بطارية كيميائية (حوالي 1800) , تتكون من اسطوانات من فضة و أخرى من توتياء ، تفصل بينهما حلقات من ورق مقوى مشرب بالماء المالح.
وفي سنة 1820, ابرز الدنيماركي ويرستد (1777– 1851) أن هناك علاقات وثيقة بين الكهرباء والمغناطيسية. وذلك ما أكده اندري ماري أمبير , إذ أوضح أن لقضيب فولاذي ممغنط نفس خصائص الوضيعة المكهربة. وقد اخترع هذا الأخير,"المقياس الغلفاني" لقياس قوة التيار . و في 1826,فسر غ. س. أوم (1787–1854) ظاهرة إيصال أجسام صلبة للكهرباء , ووضع تعريفا للجهد الكهربائي(يساوي قوة دافعة كهربائية) , ومفعوله على الموصلات.
وفي 1864 , قدم ماكسويل 1831–1879 , في نظريته الكهرطيسية , تركيبا لكل المعارف المتعلقة بالكهرباء . وأخيرا , قدم البرت اينشتاين تفسيرا لمجمل الظواهر الكهرطيسية في إطار نظريته النسبية .

ماهي الكهرباء

قد يكون من الصعب تعريف الكهرباء بتعريف محدّد لأن الكهرباء تعرف بتأثيراتها ولا تعرف كشيء محدد يمكن وضع تعريف له , لأنه لم يرى إنسان الشحنة الكهربائية كما لم يستطع أي احد أن يرى الجاذبية الأرضية .. لكن كلاهما يمكنك أن تحس بها ..
ويمكنك إيجاد قيمتها ..
تقاس الشحنة الكهربائية بوحدة تسمى الكولوم وهي تنسب إلى العالم الكولوم الذي استطاع قياسها . لكن يمكننا القول أن الكهرباء عبارة عن تلازم بين قوة كهربائية نسميها (الجهد أو الفولتية voltage) وحركة الكترونات نسميها (التيار current) حيث أن الالكترونات عبارة عن أجسام صغيرة جدا غير مرئية ومشحونة بشحنة سالبة .

WWW.DZ-EN.COM | قلم الجزائر

أنواع الكهرباء

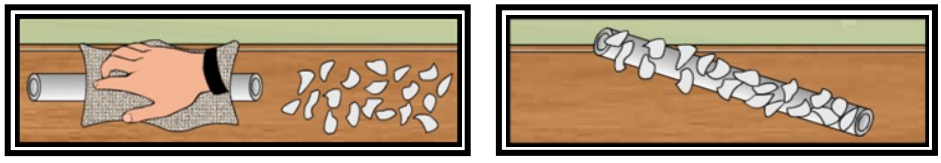


الكهرباء الساكنة

إمكانية جذب بعض المواد المشحونة لمواد أخرى.

<u>كيف تنتج الكهرباء الساكنة :</u>

في ظروف معينة عن طريق الدلك أو الاحتكاك فان بعض الالكترونات تنتقل من مادة إلى أخرى ونتيجة لذلك تصبح المادة مشحونة كهربائيا أما بشحنات كهربائية سالبة (–) نتيجة انتقال الالكترونات إليها أو بشحنات كهربائية موجبة (+) نتيجة انتقال الالكترونات منها .



WWW.DZ-EN.COM | قلم الجزائر

الشحنة الكهربائية:

وحدة قياس كمية الكهرباء : الكولوم

شحنة الإلكترون : $e^- = -1,6 \times 10^{-19}$ **كولوم**

شحنة البروتون : $p^+ = +1,6 \times 10^{-19}$ **كولوم**

شحنة الجسم = عدد الالكترونات × شحنة الإلكترون

$$ش = ن \times e^-$$

حيث :

ش : كمية الشحنة وتقاس بـ (الكولوم)

ن : عدد الالكترونات

مثال حسابي

كم يكون مقدار شحنة الجسم إذا انتقلت إذا إليه 3 الكترونات ؟

الحل

شحنة الجسم = عدد الالكترونات × شحنة الإلكترون

$ش = ن \times e^-$

$ش = 3 \times 1,6 \times 10^{-19} = 4,8 \times 10^{-19}$ **كولوم**

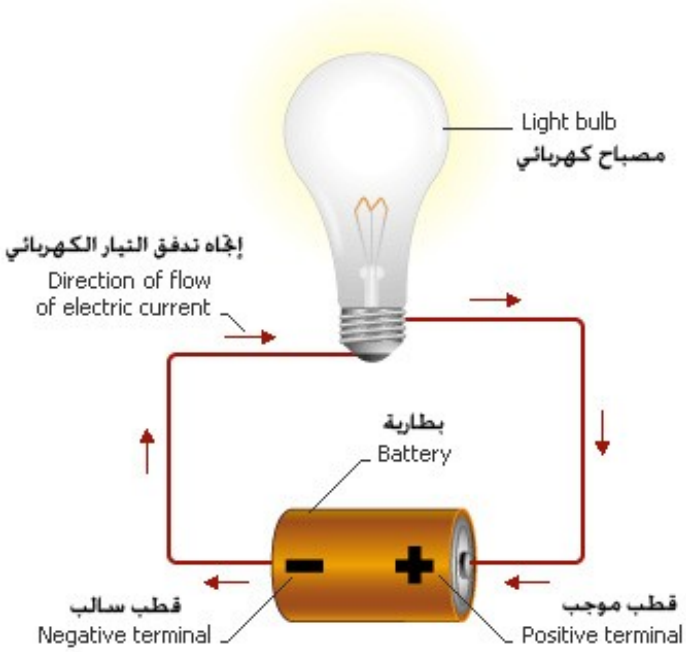
WWW.DZFEN.COM | قسم الجزائر

الكهرباء المتحركة

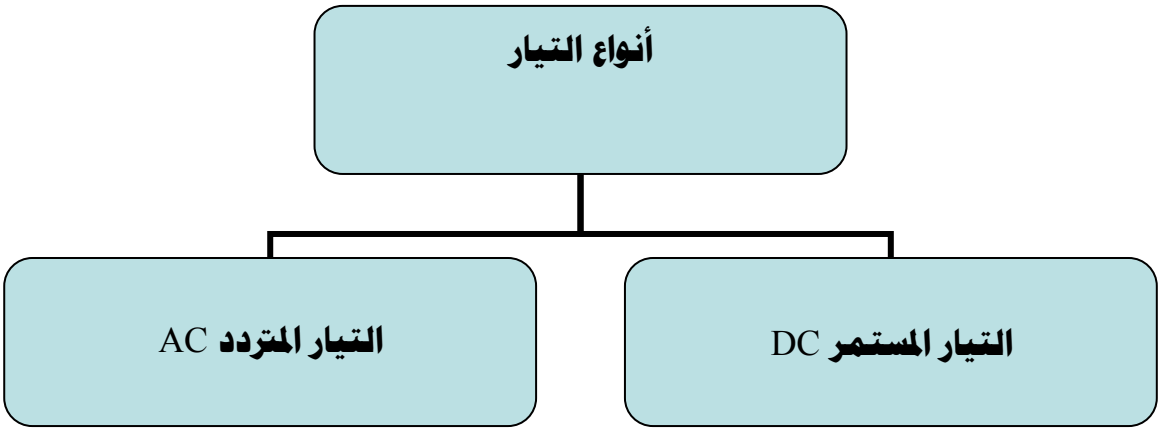
التيار الكهربائي :

هو سيل من الشحنات الكهربائية التي تتحرك بطريقة منتظمة .

ووحدة قياس التيار هي الأمبير



أنواع التيار الكهربي



* التيار المستمر DC:

وفيه تتحرك الالكترونات في اتجاه واحد من القطب السالب للبطارية إلى القطب الموجب مارة بذرات السلك الواحدة تلو الأخرى

وينتج من : البطاريات الجافة المستخدمة في الألعاب والآلات الكهربائية البسيطة وتنتج فرق جهد 1,5 فولت – 9 فولت

البطاريات السائلة مثل بطارية السيارة وتنتج فرق جهد 12 فولت

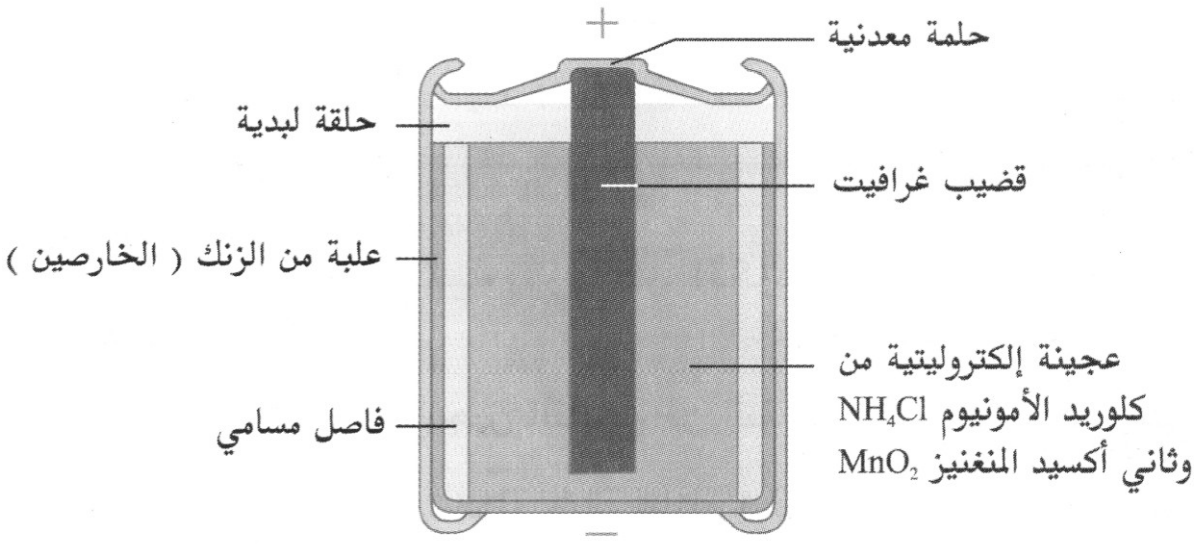


WWW.DZ-EN.COM | قلم الجزائر

مكونات البطارية الجافة

أولا : هي من الخلايا الكهرو كيميائيةِ لان فيه يتم تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية

ثانيا : تركيبها كما بالشكل



ثالثا : مميزاتها

- **تولد تياراً مستمراً لمدة طويلة نسبياً فمثلاً خلية قوتها المحركة 1.5 فولت تولد تياراً كهربياً شدته 200 مللي أمبير لمدة تزيد على 11 ساعة .**
- **صغيرة الحجم وسهلة الاستعمال وتتوفر بأشكال و أحجام متفاوتة .**

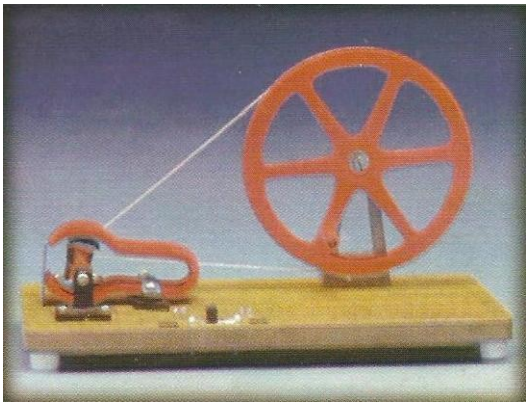
WWW.DZ-EN.COM | قلم الجزائر

**** التيار المتردد AC:**

وفيه تندفع الالكترونات في اتجاه معين ثم تعكس اندفاعها وتكرر هذه العملية 50 أو 60 مرة في الثانية وتنتج من :محطات توليد الطاقة الكهربائية وهو النوع المستخدم في المنازل ...

و يمكن توليد التيار الكهربائي المتردد عن طريق :

دينامو (مولد كهربائي) صغير للشرح



التركيب :

مغناطيس قوي غالبا ما يكون على شكل حرف (U) أو مغنطيسين طويلين بين قطبيه ملف (حول قلب من الحديد المطوع) قابل للدوران حول محور , نهايتا الملف يتصل بدائرة كهربائية خارجية بواسطة فرشتان من الكربون (أو ما يسمى بالفحمات) .

طريقة العمل :

عند إدارة الملف بفعل قوة خارجية يتولد تيار تأثيري في الملف بسبب المجال المغناطيسي , و ينتقل التيار إلى الدائرة الخارجية عبر الفحمات , وهذا التيار متغير الشدة ثابت الاتجاه .

WWW.DZFEN.COM | قلم الجزائر

أمبير

تعريف وحدة قياس شدة التيار الكهربائي (أمبير)

هو معدل كمية الشحنة المارة خلال مقطع ما من الموصل في وحدة الزمن .

$$ت = \frac{ش}{ز}$$

حيث

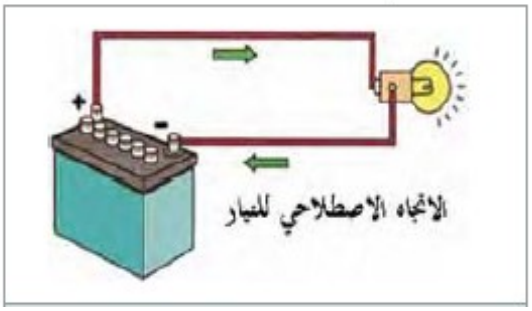
ت : هو شدة التيار الكهربائي و يقاس بـ (أمبير)

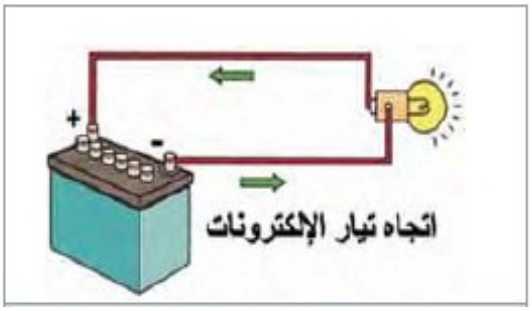
ش : كمية الشحنة و تقاس بـ (الكولوم)

ز : الزمن و يقاس بـ (الثانية)

اتجاه التيار الكهربائي

اصطلح الباحثون على أن اتجاه التيار الكهربي هو اتجاه الشحنات الموجبة أي عكس اتجاه حركة الإلكترونات , ويسمى هذا الاتجاه بـ الاتجاه الاصطلاحي للتيار .





WWW.DZ-EN.COM | قلم الجزائر

مثال حسابي

كم عدد الإلكترونات التي تمر خلال عشر ثوان في موصل معدني إذا كانت شدة التيار المار فيه 5 أمبير ؟

الحل

نحسب أولاً كمية الشحنة المارة في المصل خلال عشر ثوانٍ ..

ت = $\frac{ش}{ز}$ ← ش = ت * ز = 5 * 10 = 50 كولوم

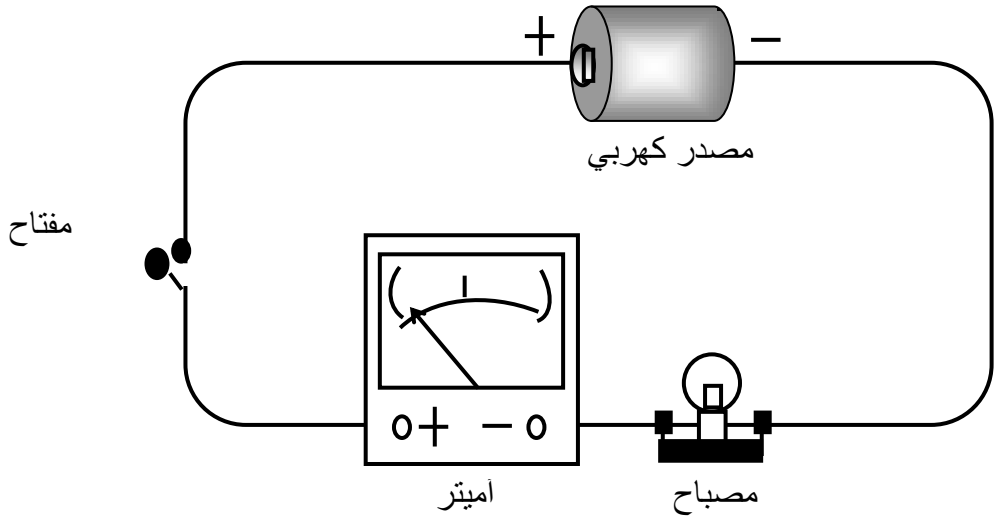
ثم تحسب عدد الإلكترونات ..

ن = $\frac{ش}{e^-}$ ← ن = $\frac{50}{1.6*10^{-19}}$ = $3.125 * 10^{20}$ إلكترون

أجهزة قياس التيار

1- أميتر لقياس شدة التيار :

يستخدم لقياس شدة التيار المستمر أو المتردد , لقياس التيار المار في دائرة كهربائية يوصل الأميتر في الدائرة الكهربية على التوالي مع المصدر الكهربي كل ما عليك هو أن تفتح مساراً في الدائرة الكهربائية لتضع فيه طرفي الأميتر .



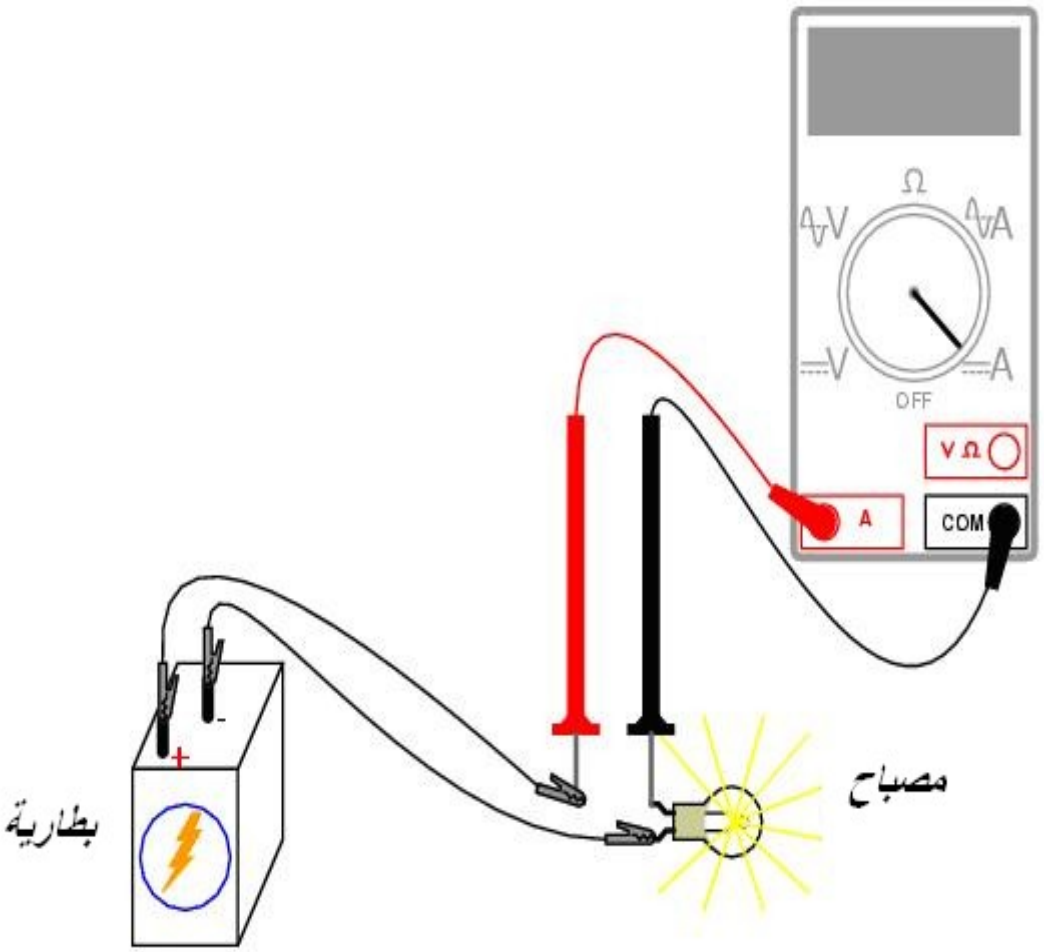
WWW.DZFEN.COM | قلم الجزائر

2- أفوميتر (متعدد القياسات)

يستخدم الجهاز لقياس شدة التيار المستمر أو المتردد و قياس فرق الجهد التيار المتردد أو المستمر وقياس المقاومة وقياس جودة البطاريات حتى 9 فولت .....

إعدادات الجهاز (أفوميتر) لقياس شدة التيار:

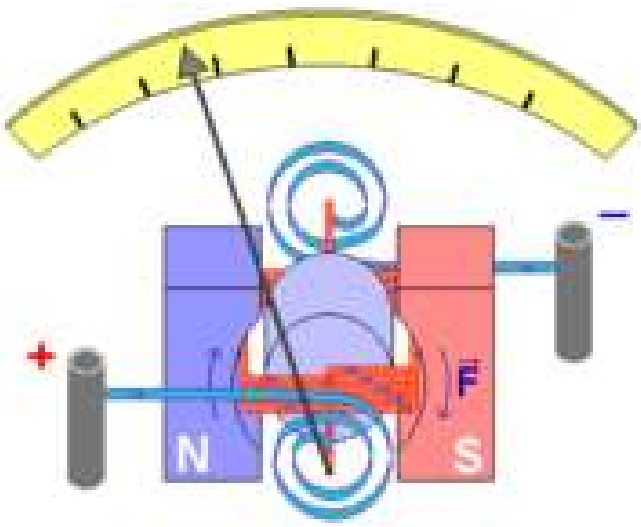
نضع سلك في المنفذ COM والسلك الآخر في المنفذ A أو mA . ثم تضبط الجهاز على وضعية قياس التيار على أعلى قيمة.



WWW.DZ-EN.COM | قلم الجزائر

3- جلفانومتر حساس

يستخدم لقياس شدة تيار ضعيف جداً و كذلك الكشف عن اتجاه التيار .



التركيب :

- **مغناطيس قوي .**
- **ملف أسطواني .**
- **نابض .**
- **مؤشر يتحرك على تدريج .**

طريقة عمله :

عند توصيل الجهاز بمصدر تيار مستمر يدور الملف الأسطواني إلى أن يتساوى عزم الازدواج الناتج من دوران الملف وعزم النابض المتصل به عندئذ يستقر المؤشر على قراءة شدة التيار .

<u>لكن إذا مر تيار كبير فإن عزم الملف يفوق بكثير عزم النابض فيدور الملف دورة كبيرة فيتلف النابض و يتلف الجهاز</u> .

WWW.DZ-EN.COM | قلم الجزائر

الجهد و فرق الجهد الكهربي

السؤال الآن ما هو الجهد ؟

الجهد هو القوة التي تسبب سريان التيار الكهربائي خلال منظومة من الأسلاك .
ومنظومة الأسلاك قد تكون بسيطة جدا ولا تزيد عن سلك واحد وقد تكون شبكة معقدة من الأسلاك .

فرق الجهد الكهربي بين نقطتين

يعرف فرق الجهد بين نقطتين بأنه { الطاقة التي تفقدها وحدة الشحنات (1 كولوم) عند إحدى النقطتين إلى الأخرى }

$$جـ = \frac{ط}{ش}$$

حيث

جـ : هو فرق الجهد الكهربي بين نقطتين و يقاس بـ (الفولت)
ط : الطاقة المستهلكة لنقل الشحنة من إحدى النقطتين إلى الأخرى
وتقاس بـ (الجول)
ش : كمية الشحنة وتقاس بـ (الكولوم)

وحدة قياس الجهد و فرق الجهد

حسب النظام العالمي SI فإن كلاً من الجهد و فرق الجهد الكهربي يُقاس بوحدة تسمى الفولت ,
ويعرف الفولت بإنه { فرق الجهد بين نقطتين عندما يفقد الكولوم الواحد 1 جول بين هاتين النقطتين }

WWW.DZ-EN.COM | قلم الجزائر

مثال حسابي

ما مقدار الطاقة التي تستهلكها بطارية فرق الجهد بين طرفيا 9 فولت لدفع شحنة مقدارها 4 كولوم في دائرة كهربية ؟

الحل

الطاقة التي تستهلكها البطارية ..

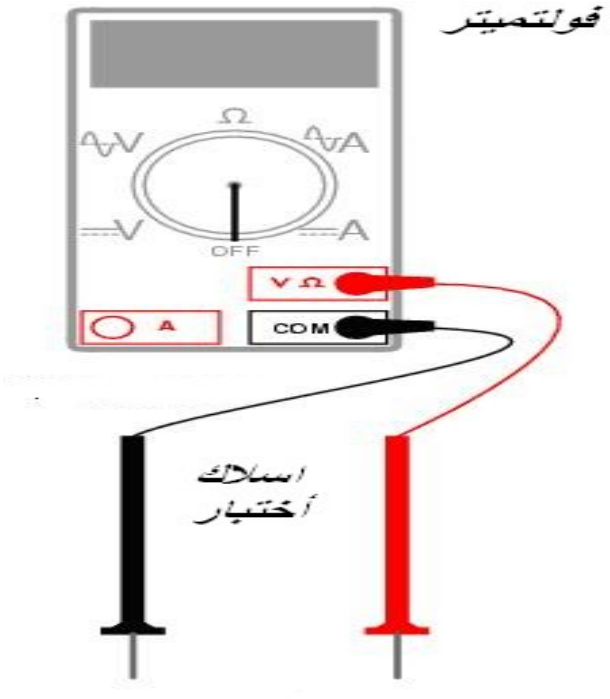
$جـ = \frac{ط}{ش}$ ← ط = جـ * ش = 9 * 4 جول

فولتيميتر

جهاز قياس فرق الجهد

فولتيميتر: لقياس الجهد ووحدة القياس الفولت (V)

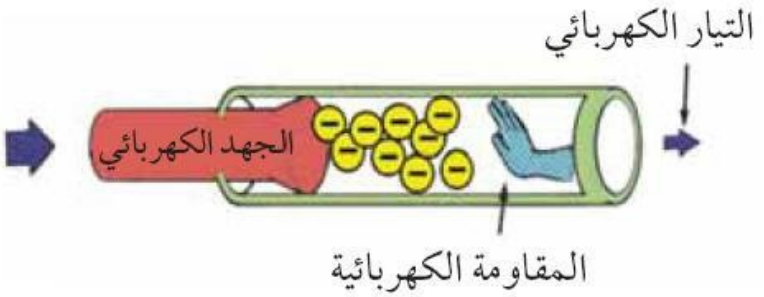
إعدادات الجهاز: نضع سلك في المنفذ COM والسلك الآخر في المنفذ (Ω) V . ثم تضبط الجهاز على وضعية قياس الجهد (النوع مستمر) على أعلى قيمة .لقياس الجهد على مقاومة معينة ولتكن R2 تضع طرفي الفولتميتر على طرفي المقاومة المراد قياس الجهد عليها



WWW.DZ-EN.COM | قلم الجزائر

المقاومة الكهربائية

ماذا يُقصد بالمقاومة الكهربائية ؟



عندما يسري تيار كهربي في موصل فإن الإلكترونات الحرة التي تؤلف التيار تصطدم بذرات الموصل فتفقد جزءاً من طاقتها يظهر على شكل حرارة , ونقول عندها إن سبب انطلاق هذه الحرارة هو المقاومة الكهربية لذلك الموصل .

تعريف المقاومة الكهربية

هي خاصية ممانعة الموصل لمرور التيار الكهربي فيه وينتج عنها ارتفاع درجة حرارة ذلك الموصل .

وحدة قياس المقاومة الكهربائية

حسب النظام العالمي تقاس المقاومة الكهربائية بوحدة الأوم ويرمز له بالرمز Ω ويقرأ اوميغا OMEGA .

أهمية المقاومة الكهربائية:

رغم أن المقاومة الكهربائية تسبب هدرا لجزء من الطاقة إلا أنها تكون ضرورية لحماية بعض أجزاء الدوائر الكهربائية, ولذلك فهي تصنع لتوضع في بعض أجزاء الدوائر الكهربائية حماية لها ،

WWW.DZ-EN.COM | قلم الجزائر

وتكمن أهميتها في:

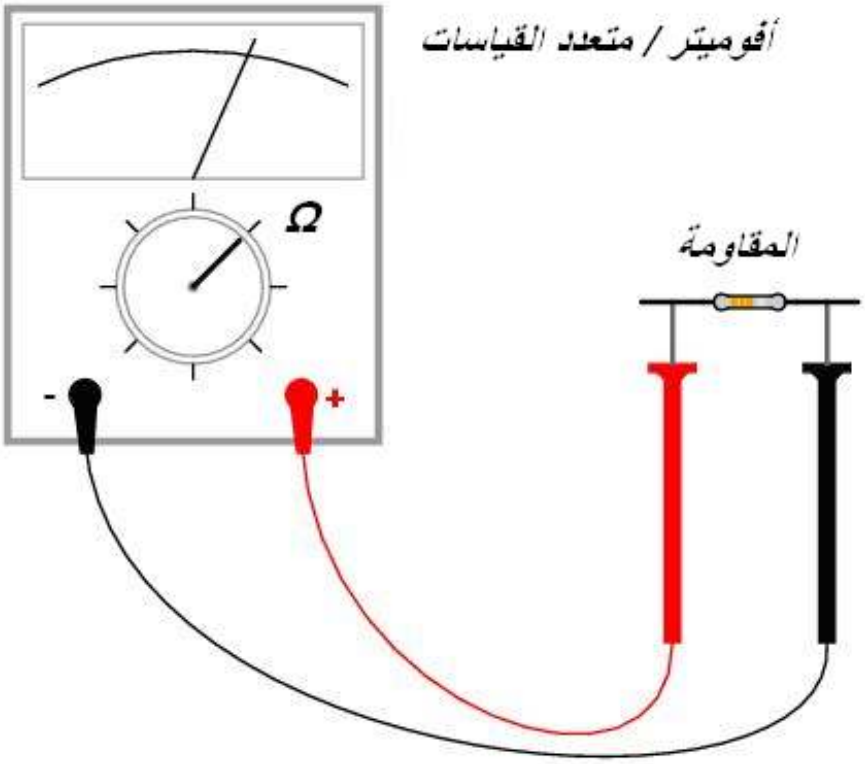
أنها تتحكم في شدة التيار المار و تتحكم أيضا في فرق الجهد بين طرفيها .

جهاز المقاومة الكهربية أفوميتر (متعدد القياسات)

قياس المقاومة ووحدة القياس الأوم

إعدادات الجهاز: نضع سلك في المنفذ COM والسلك الآخر في المنفذ الذي يحمل رمز المقاومة. ثم تضبط الجهاز على وضعية قياس المقاومة (الأوم) على أعلى قيمة.

لقياس قيمة مقاومة كهربائية معينة .. لابد أولا من إزالة المقاومة المراد قياس قيمتها من الدائرة الكهربائية ، ثم نقوم بعملية القياس



WWW.DZ-EN.COM | قلم الجزائر

أخطار الكهرباء و الإجراءات الوقائية



أخطار الكهرباء

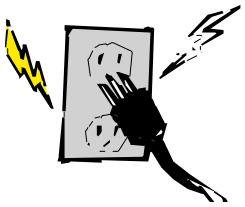
تشكل الكهرباء خطورة على سلامة الأرواح والممتلكات وقد تكون سبباً في وقوع الحرائق و الأنفجارات أو وفاة الكثير من الناس ، ولكن الحق يقال فإن الكهرباء خطرة على كل من يتهاون أو يهمل احتياطات السلامة والتعليمات الواجب إتباعها أثناء تنفيذ الشبكات والتوصيلات الكهربائية.

تختلف أخطارها من حيث المعدات و من حيث اخذ احتياطات السلامة و الأمن في الاستعمال.

من الأخطار الناجمة عن استعمالات التيار المختلفة، نلخصها في ستة عناصر وهي:

-
  - التكهرب و الصعق الكهربائي.
  - الحروق.
  - الحريق (من ارتفاع درجة حرارة النواقل – العزل التالف للأسلاك والدوائر الكهربائية – الاستعمال غير الصحيح للأجهزة الكهربائية) .
  - فقدان البصر بالقوس الكهربائي (ينشأ قوس كهربائي بين قطب كهربائي والقطعة المراد تلحيمها) .
  - الصدمة الكهربائية.
  - الانفجار الكهربائي (في وجود بخار ، لهب الغاز أو الغبار والوقود ، وشرارة صغيرة كافية للتسبب في احتراق أو الانفجار) .

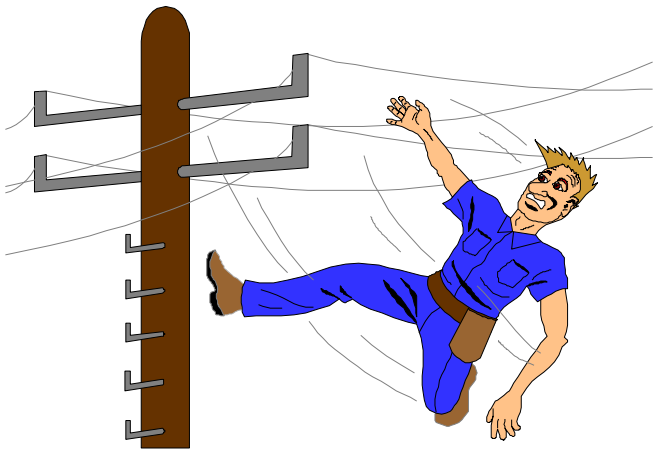
WWW.DZIEN.COM | قلم الجزائر



أثر التيار في جسم الإنسان

إن مرور التيار المتناوب في جسم الإنسان تظهر عليه صفات على حسب قيم التيار (ميلي أمبير) ونلخصها كالتالي :

-
  - من 0.5 إلى 1 : عتبة الشعور حسب حالة الجلد .
  - 8 : حدوث صدمة عند اللمس ويكون رد فعل مفاجئ.
  - 10 :حدوث صدمة كهربائية + تقلص العضلات، بالإضافة إلى انقباض مستمر.
  - 20 : صدمة كهربائية وبداية شلل القفص الصدري من أضلاع القفص الصدري.
  - من 70 إلى 100: صدمة كهربائية ، ضيق صدري و تقلص الألياف البطنية بالإضافة إلى حروق
  - 1000 : وقوف دقات القلب فجأة ، حروق عميقة و تحلل كيميائي للدم(آثار غير رجعية = موت مؤكد).
  - ‹ 1000 : تدمر المراكز العصبية و تحلل كيميائي داخلي.



WWW.DZ-EN.COM | قلم الجزائر

الإجراءات الوقائية

1- يجب عند تركيب الأسلاك الكهربائية لأغراض الإنارة أن تكون في مواسير معزولة من الداخــل ولا يجوز تركها مكشوفة حتى لا تتسرب إليها الرطوبة أو تؤثر فيها الحرارة وتؤدى إلى قصر كهربائي .

2- يجب ألا يعقد السلك المدلى لتقصيره أو يدق عليه مسامير لتقريبه من الجدران ولأغراض التقصير يقطع السلك حسب المقاس المطلوب .

3- يجب أن تكون الأسلاك والكابلات المستخدمة في التوصيلات الكهربائية مناسبة للتيار المار بها وتوصيل الهياكل المعدنية للأجهزة الكهربائية بالأرض .

4- يجب عدم تحميل أي مقبس (فيش) كهربائي زيادة عن حده وعند ملاحظة أي سخونة في المفاتيح أو التوصيلات الكهربائية إبلاغ الكهربائي المختص لعمل اللازم ويجب عدم القيام بأي أعمال توصيلات كهربائية أو إصلاحات إلا بمعرفة المختصين في مجال الكهرباء.

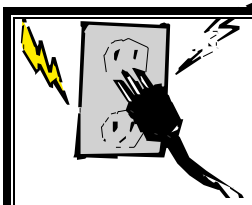
5- توصيل الأجهزة والمعدات بمجمع ارضي استاتيكى مناسب لتفريغ آي شحنات فور تولدها .

6- يجب أن تكون الأسلاك والكابلات المستخدمة في التوصيلات الكهربائية مناسبة للتيار المار بها وتوصيل الهياكل المعدنية للأجهزة الكهربائية بالأرض .

7- يمنع منعاً باتاً ربط أو تثبيت المفاتيح الكهربائية في الجدران والأسقف أو أي مادة موصلة للتيار مباشرة لان هناك احتمال قوى دائماً أن تكون الأسلاك الموجودة خلف هذه المفاتيح غير معزولة جيد فتتعرض للرطــوبة وينجم عنها ماس كهربائي وبالتالي يتسبب في حدوث حريق .

8- عند تركيب أي أجهزة كهربائية كالمحولات المحركات أو المفاتيح الكهربائية أو الصبورات الكهربائية في أي مكان يجب أن تكون هذه الأجهزة في حالة آمنة كذلك .

WWW.DZ-EN.COM | قلم الجزائر



9- يجب منع أي احتمال للمس المفاجئ للموصلات الحاملة للتيار .

10- يجب وضع الأجهزة الكهربائية في أقل مساحة ممكنة أو في حجرة خاصة بها, وإذا وضعت في العراء فيجب تغطيتها بالحواجز الواقية لمنع الاقتراب منها.

11- يجب وضع تعليمات تحذيرية بجانب الأجهزة والموصلات الحاملة للتيار الكهربائي تبين مقدار الفولت المار بهذه الأجهزة خاصة في الأجهزة التي تحمل تيار ذي ضغط عالي . ويجب أن تكون هذه التعليمات واضحة بحيث يسهل قراءتها بسهولة .

12- يجب أن يكون القائمين على أعمال الصيانة للأجهزة الكهربائية عمالاً فنيين ويجب أن لا تجرى أية إصلاحات أو تركيبات في الأجهزة الكهربائية ألا بعد التأكد من عدم مرور التيار الكهربائي فيها وتوصيلها بالأرض . ويجب استخدام مهمات الوقاية الشخصية المناسبة .

14- يجب أجراء صيانة دورية للأجهزة الكهربائية وعند اكتشاف أي عطب أو آية مخاطر يجرى إصلاح العطب وإزالة أسباب المخاطر فوراً .

15- يجب عدم تعريض الأسلاك الكهربائية المغطاة بالمطاط أو البلاستيك للشمس أو الحرارة حتى لا يتلف المطاط إذا تعرض لها لمدة طويلة .

16- يجب عدم لصق الأوراق الملونة أو الأشرطة على الأسلاك في الاحتفالات أو بغرض الزينة حتى لا تكون سببا في التقاط النار من آي شرر يحدث أو نتيجة ملامستها لمصباح ساخن .

17- يجب أن يراعى في وضع صناديق الأكباس (المنصهرات) ولوحات التوزيع المفاتيح الكهربائية أن تكون خارج الغرف التي تحتوى على أبخرة أو أتربة أو مواد أو غازات قابلة للاشتعال .

WWW.DZ-EN.COM | قلم الجزائر

18- يجب تخصيص صندوق أكباس (منصهرات) لكل مجموعة من التوصيلات وسكين لقطع التيار في الحالات الاضطرارية ويجب استخدام الفاصل الكهربائي الآلي وذلك لفصل الكهرباء في حالة حدوث قوس كهربائي.

19- يجب أن تكون المفاتيح المستخدمة داخل مخازن المواد الكيميائية من النوع المعزول المميت للشرر المخصص لهذا الغرض .

20- يجب قطع التيار الكهربائي عن جميع المنشآت في حالة إخلائها كالورش والمخازن بعد انتهاء الدوام وعند مغادرة المنزل لمدة طويلة كالسفر مثلاً يجب فصل التيار الكهربائي عن المنزل .

المراجع

مراجع مطبوعة :

كتاب الفيزياء للصف الأول ثانوي - طبعة 1428 هـ

كتاب الفيزياء للصف الثالث ثانوي - طبعة 1428 هـ

كتاب الفيزياء الأساسية – أ.د . ليلى صالح العلي

كتاب دليل الأجهزة والأدوات التعليمية في المختبرات المدرسية – أ. سعيد عبدالله ....

موقع الانترنت :

موقع القرية الالكترونية

موسوعة - ويكيبيديا، الموسوعة الحرة

ملتقى المهندسين العرب

WWW.DZ-EN.COM | قلم الجزائر