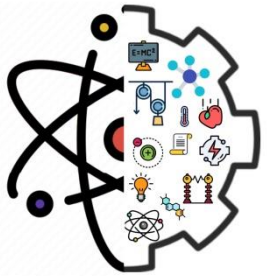
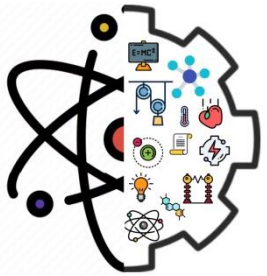


الوحدة الرابعة

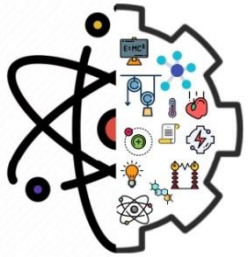
الكهرباء الساكنة

اعداد : أ . سلطان عائض العصيمي



عناصر الوحدة

1. مفهوم الكهرباء الساكنة
2. الشحنات الكهربائية
3. قانون كولوم
4. المجال الكهربائي
5. خطوط المجال الكهربائي
6. المكثف الكهربائي

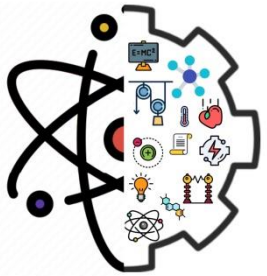


اهداف الوحدة

- أن يعرف المتدرب ماهية الكهرباء الساكنة .
- أن يلاحظ المتدرب الشحنات وأنواعها والتفريق بينها.
- أن يطبق المتدرب على قانون كولوم ويعرف تطبيقاته .
- أن يعرف المجال الكهربائي وقانونه وتطبيقاته .
- أن يعرف الجهد الكهربائي وعلاقته الرياضية وتطبيقاته .
- أن يعرف المكثف الكهربائي واستخداماته وأنواعه وطرق توصيله.

مقدمة :

الكهرباء هو الاسم الذي يطلق على مجموعة واسعة من الظواهر الكهربائية التي - بشكل او باخر - تكمن وراء كل شي من حولنا تقريبا . انها في البرق من السماء ، انها في الشرارة عندما نشعل ثقاباً ، وانها ما يربط الذرات ببعض لتكون الجزئيات . ان سيطرة الكهرباء واضحة في انواع كثيرة من الاجهزة التقنية ، من المصابيح الى اجهزة الحاسب الالي . في هذه المحاضرة سوف ندرس الكهرباء عند السكون او ببساطة الكهرباء الساكنة



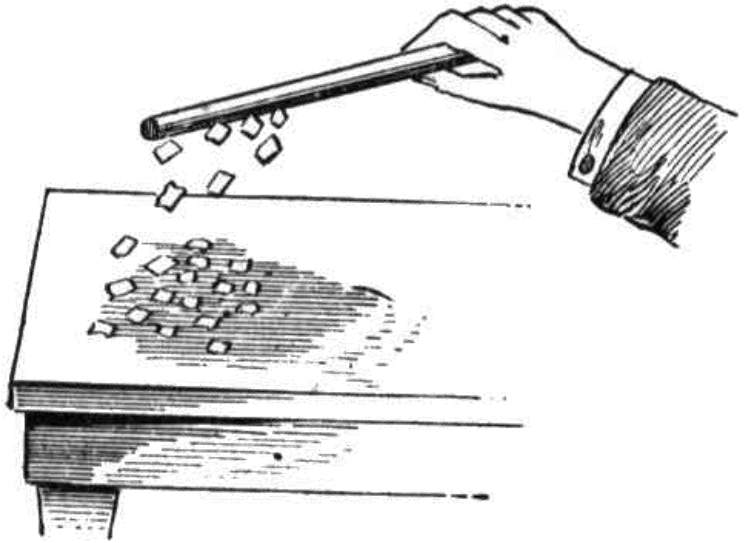
أولا

01

مفهوم الكهرباء الساكنة

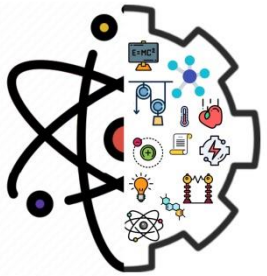
أ. سلطان عائض العصيمي

الكهرباء الساكنة :



هي ظاهرة تراكم شحنات كهربية ساكنة على الاجسام نتيجة تلامس او احتكاك مادتين او تقريب جسم من جسم اخر مشحون .

محاكاة (تطبيق عملي)



ثانيا

02

الشحنات الكهربائية

الشحنات الكهربائية :

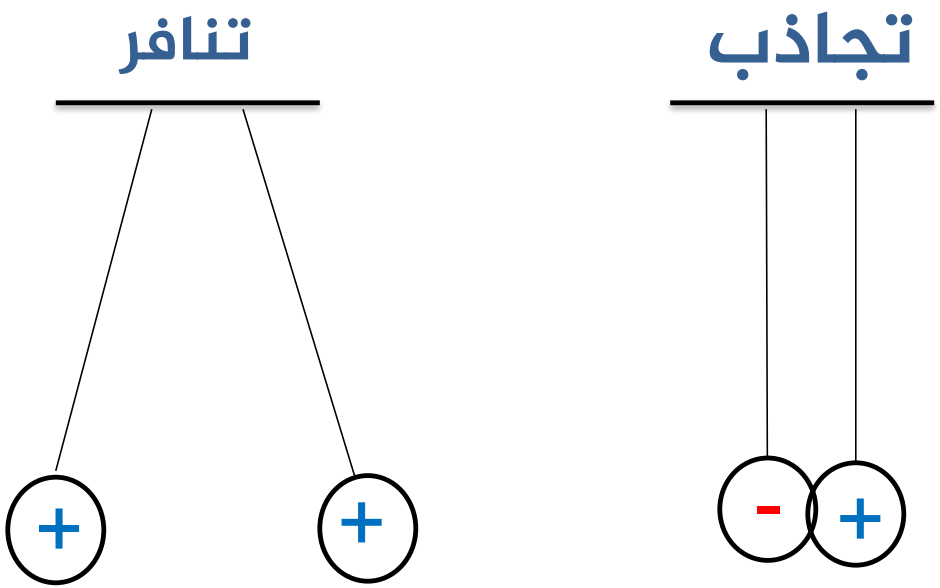
هناك نوعين من الشحنات الكهربائية :

1) شحنة موجبة (+)

2) شحنة سالبة (-)

وكما هو معلوم فإن الشحنات المتشابهة تتنافر والمختلفة تتجاذب .

تقاس الشحنات الكهربائية بوحدة : الكولوم C

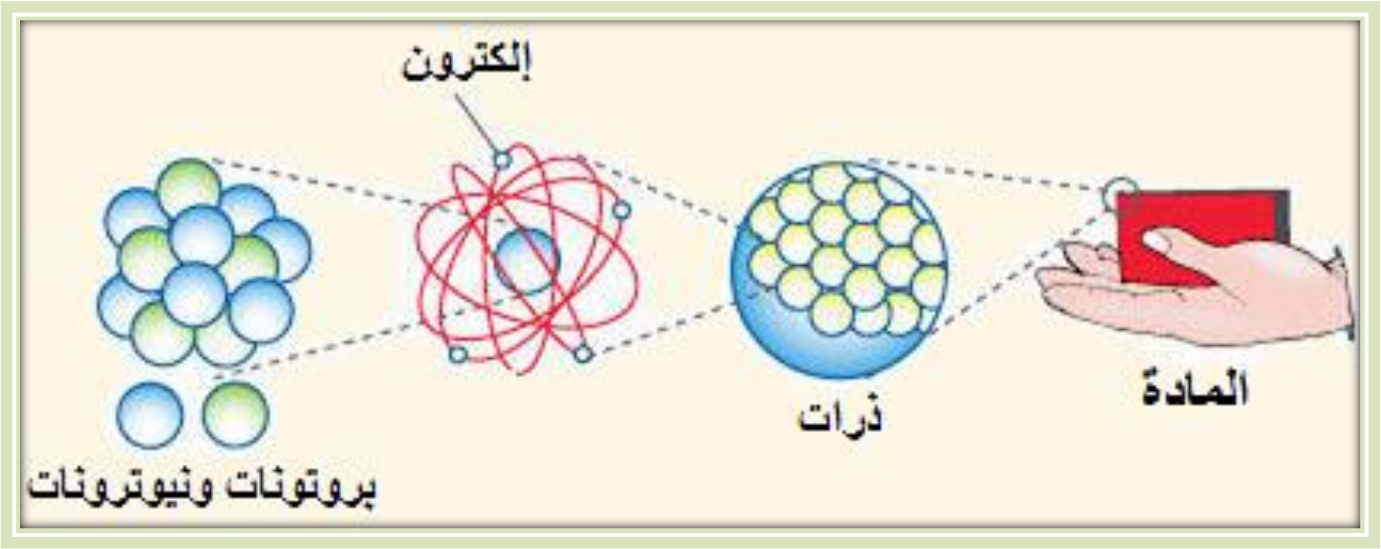


محاكاة (تطبيق عملي) :

ماهي المادة :

هي كل ما يشغل حيزا وله كتله .

مما تتكون المادة ؟



وتنقسم المادة من حيث توصيليتها إلى

1) مواد عازلة :
وهي مواد لا تسمح بمرور الشحنات الكهربائية خلالها كالزجاج والخشب .

2) مواد موصلة :
وهي المواد التي تسمح بمرور الشحنات الكهربائية خلالها مثل النحاس والحديد .

3) مواد شبه موصلة :
وهي مواد تكون بين العازل والموصل وتوصيليتها للتيار الكهربائي رديئة ، ولزيادة كفاءة توصيلها يتم تطعيمها بما يسمى بالشوائب ومن الأمثلة على ذلك : السيلكون والجرمانيوم .

تكمية الشحنة :

الشحنات الكهربائية الموجودة في الطبيعة هي عبارة على اعداد صحيحة لشحنة اساسية e غير قابلة للانقسام .

الصيغة الرياضة :

$$q = \mp N\, e$$

حيث ان :

q تعني الشحنة الكهربائية وتقاس بوحدة كولوم C

N عدد صحيح

e هي شحنة الالكترون وتساوي $e = 1.6 \times 10^{-19} C$

ملاحظة :

اذا كسب الجسم الكترون تكون الاشارة سالبة

واذا فقد الجسم الكترون تكون الاشارة موجبة

مثال 1:

ما عدد الالكترونات التي يفقدها الجسم لتصبح شحنته واحد كولوم ؟

المعطيات : q=1 c
e= $1.6 \times 10^{-19} c$
N ??

$$q = \mp N\, e$$

$$N = \frac{1}{1.6 \times 10^{-19} c}$$

$$N = 6.25 \times 10^{18}$$

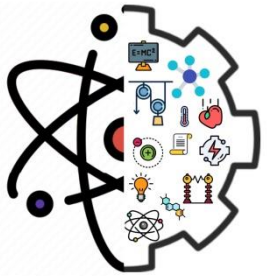
تدريب 1:

1) احسب شحنة جسيم كسب 2 مليون الكترون ؟

$$q = \mp N\, e$$

2) احسب شحنة جسيم فقد مليون الكترون ؟

$$q = \mp N\, e$$



ثالثا

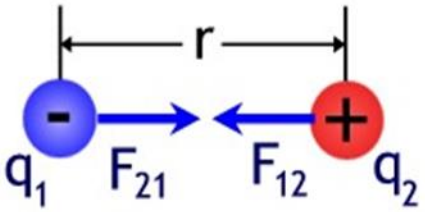
03

قانون كولوم

أ. سلطان عائض العصيمي

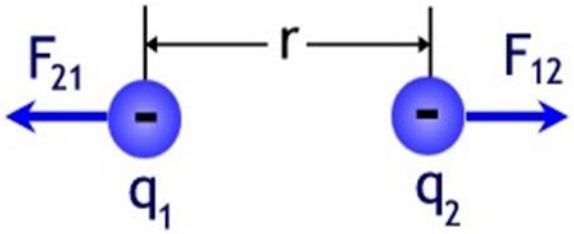
قانون كولوم :

من خلال بعض التجارب التي أجراها العالم الفرنسي كولوم في عام 1786 م استنتج أن هناك قوة كهربائية بين الأجسام المشحونة عندئذ وضع قانونه لحساب هذه القوة.



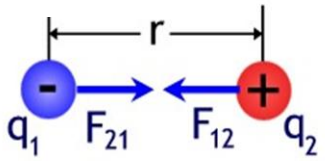
نص قانون كولوم

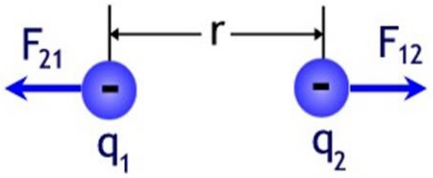
القوة الناشئة بين شحنتين تتناسب طرديا مع مقدار الشحنتين وعكسيا مع مربع المسافة بينهما



محاكاة (تطبيق عملي) :

قانون كولوم :





الصيغة الرياضية لقانون كولوم

$$F \propto q_1 . q_2$$

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

$$F \propto \frac{q_1 . q_2}{r^2}$$

q_1 تمثل مقدار الشحنة الأولى و q_2 تمثل مقدار الشحنة الثانية

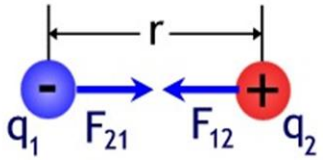
تمثل المسافة بين الشحنتين

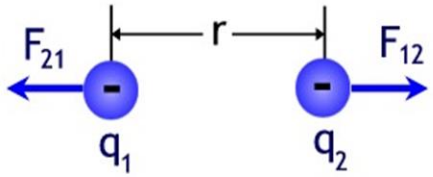
$$F = k \frac{q_1 . q_2}{r^2}$$

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9 \ \ N.m^2/C^2$$

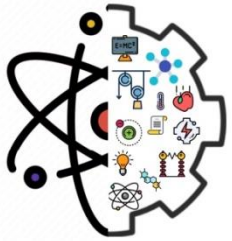
K هو ثابت كولوم ويساوي

تدريب 1 :





احسب قوة التنافر بين شحنتين نواة ذرة الهيليوم $q_1 = 3.2\text{x}10^{-19}\ \text{C}$
وذرة النيون $q_2 = 8\text{x}10^{-19}\ \text{C}$
إذا كانت المسافة بينهما $r = 3 \times 10^{9} m$.
علما ان ثابت كولوم يساوي $\text{K} = 9 \times 10^{9}\ {}^{N.m^2}/_{C^2}$



رابعا

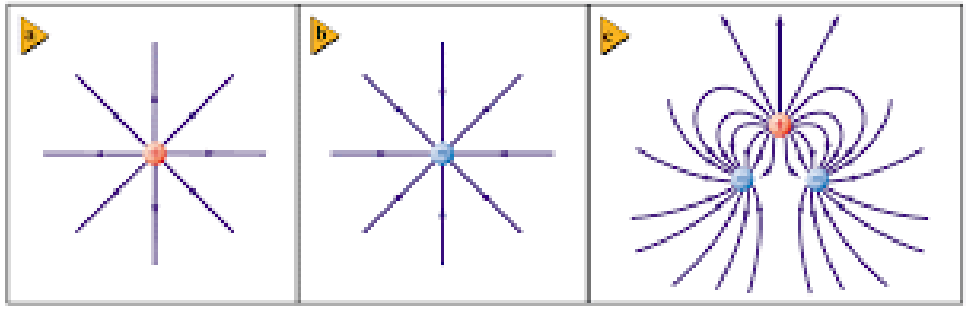
04

المجال الكهربائي

أ. سلطان عائض العصيمي

المجال الكهربائي :

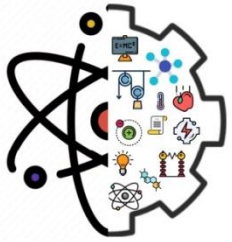
هي المنطقة المحيطة بالشحنة الكهربائية والي يظهر فيها أثر القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة اختبار في هذه المنطقة



الصيغة الرياضية :

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

حيث أن $\vec{E}$ هي شدة المجال الكهربائي
F تعني القوة الكهربائية
و q_0 شحنة اختبار



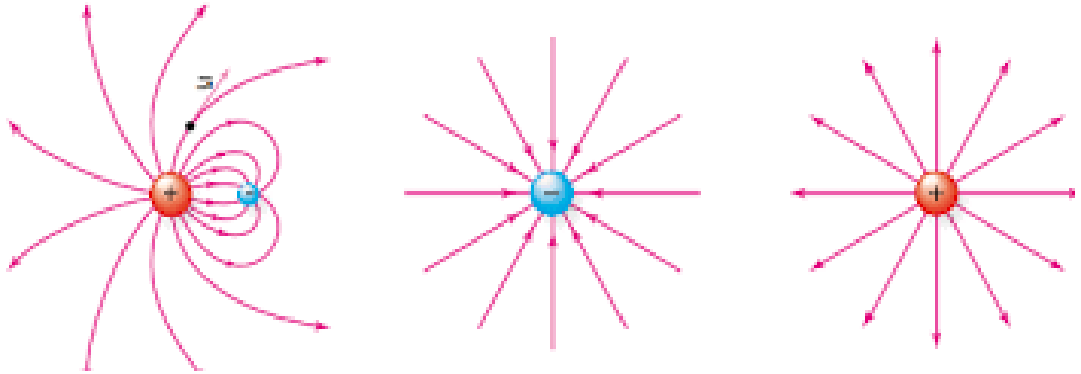
خطوط المجال الكهربائي :

هي المسارات الوهمية التي تسلكها شحنة اختبار صغيرة موجبة ، حرة الحركة في المجال الكهربائي .

خصائص خطوط المجال الكهربائي :

- تتناسب كثافة خطوط المجال طردياً مع مقدار الشحنة الكهربائية.
- يتناسب عدد خطوط المجال التي تقطع عمودية على وحدة المساحة تناسباً طرديا مع شدة المجال .
- يدل إتجاه المماس لخط المجال عند أي نقطة على إتجاه المجال الكهربائي في تلك النقطة .
- خطوط المجال الكهربائي لا تتقاطع.

خطوط المجال الكهربائي :



- الشحنة الموجبة : اتجاه الخط الخارج منها

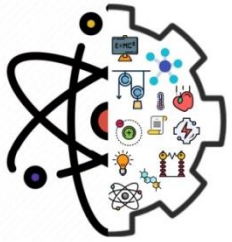
- الشحنة السالبة : اتجاه الخط الداخل إليها

- شحنتين أو أكثر : أنماطها أكثر تعقيداً ، تخرج من الشحنة الموجبة وتدخل إلى الشحنة السالبة ، ولا يمكن أن تتقاطع مطلقاً .

المكثف الكهربائي :

هو عنصر كهربائي يقوم بتخزين الطاقة الكهربائية اثناء عملية الشحن على شكل مجال كهربائي واطلاقها اثناء عملية التفريغ .

الغرض من المكثف : خزن الطاقة الكهربائية على شكل مجال كهربائي بين لوحين



السعة الكهربائية :

هي كمية الشحنة اللازمة لرفع هذا الموصل بمقدار وحدة جهد واحدة .

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

حيث أن :

Q : شحنة المكثف وتقاس بالكولوم C

V : فرق الجهد بين لوحي المكثف وتقاس بالفولت V

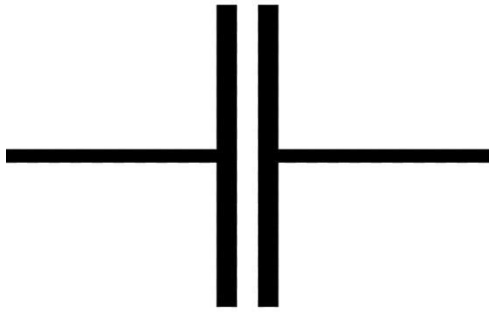
C : سعة المكثف وتقاس بالفاراد F

تدريب 1:

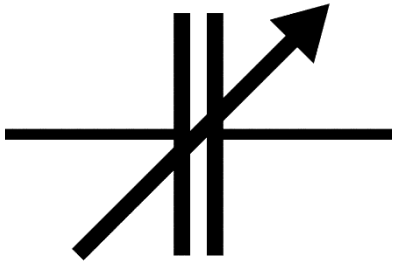
احسب السعة الكهربائية لمكثف يحمل شحنة قدرها $10\ nC$ واذا كان جهده $5\ V$ ؟

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

تنقسم المكثفات حسب السعة الكهربائية الى نوعين رئيسين هما :

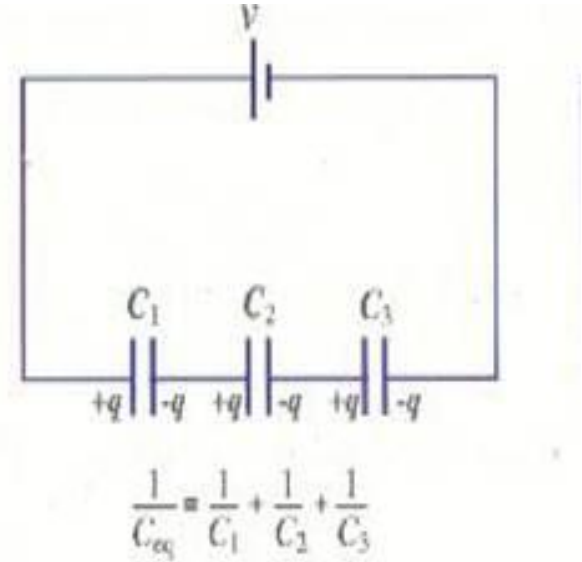


1) مكثفات ثابتة السعة : و سميت بهذا الاسم لان سعتها غير قابلة للتغير ومن الامثلة عليها المايكا والمكثف الورقة



2) مكثفات متغيرة السعة : وسميت بهذا الاسم لان سعتها يمكن تغيرها وذلك بتغير المساحة او المسافة بين لوحين ومن الامثلة عليها المكثف الهوائي

توصيل المكثفات :



1) التوصيل على التوالي

يتم توصيل الاقطاب المختلفة مع بعضها البعض ، ويتم اللجوء الى هذا النوع من التوصيل عند الحاجة الى فرق جهد كبير وسعة مكافئة منخفضة .

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

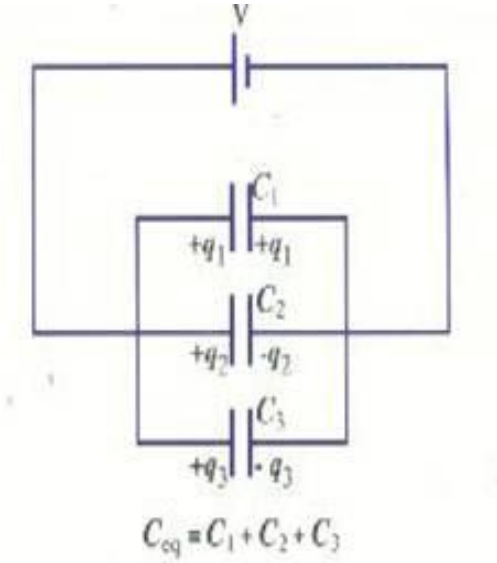
وتكون السعة المكافئة

$$\frac{Q}{C_{eq}} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \cdots$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots$$

حيث C_{eq} تسمى السعة المكافئة

توصيل المكثفات :



2) التوصيل على التوازي :

حيث يتم توصيل الاقطاب المتشابهة مع بعضها ويتم اللجوء الى هذا النوع من التوصيل عند الحاجة الى سعة كبيرة .

$$Q = CV$$

$$Q_{eq}V = C_1V + C_2V + \cdots$$

$$Q_{eq} = C_1 + C_2 + \cdots$$

أي ان السعة المكافئة لمجموعة مكثفات متصلة على التوازي تساوي مجموع سعات هذه المكثفات .

تدريب 1 :

لديك ثلاثة مكثفات كل منها $9 , 6 , 3\ \mu F$ احسب السعة المكافئة في
حالة أ) التوصيل على التوالي
ب) التوصيل على التوازي

شكرا لكم