وما بكم من نعمة فمن الله ...

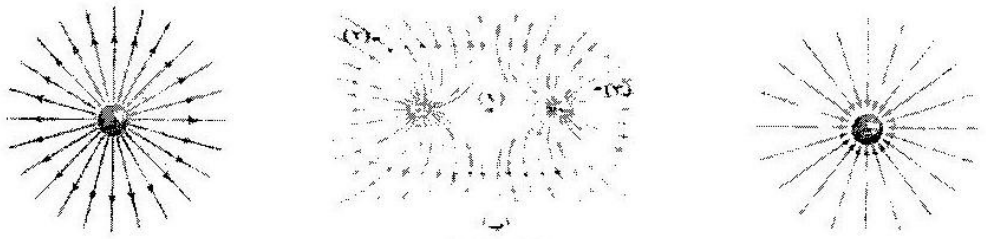
الاسم :

الفيزياء

awa2el.net

الفصل الاول

الكهرباء الساكنة



إعداد

محمد دودين

لا تجعل التاريخ يصنعك - بل اصنع تاريخك بنفسك

فيزياء الكهرباء السكونية

اولا - مراحل تطور مفهوم الشحنة

اسم العالم	الانجاز
طاليس [اغريقي]	دلك حجر العنبر (الكهرمان) بالفراء يجعله قادرا على جذب أجزاء القش الصغيرة
وليم غلبرت	فسر قوة الجذب إذ اعتقد أن الدلك يجعل بعض المواد مثل العنبر تمتلئ بالكهرباء كما يملاء الماء الكوب Charge ومن هنا ورد التعبير (شحنة Charge) للمرة الأولى
شارل دو فاي	فسر تجاذب وتنافر الأجسام المشحونة إذ اقترح وجود نوعين من الكهرباء
بنيامين فرانكلين	أسمى نوعي الكهرباء بـ [موجب : Positive]&[سالب: Negative] للتميز بينها
جوزيف طومسون	اكتشف الإلكترون
روبرت مليكان	قياس شحنة الإلكترون بعد إجراء تجربة قطرة الزيت .حيث اصغر شحنة في الطبيعة هي شحنة الإلكترون

ثانيا - اقسام الفصل الاول (الكهرباء السكونية)

awa2el.net

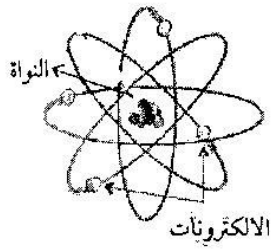
- القسم الأول: معلومات اساسية — الشحنة الكهربائية
- القسم الثاني: القوة الكهربائية
- القسم الثالث: المجال الكهربائي
- القسم الرابع: الجهد الكهربائي
- القسم الخامس: المواسعة الكهربائية

معلومات كهربائية أساسية

١ النموذج الذري الحديث ... تتكون المادة من ذرات ، والذرة تتكون من :

١ نواة : [تحتوي نيوترونات متعادلة كهربائياً ، و بروتونات تحمل شحنة موجبة] ، لذلك تعتبر النواة موجبة الشحنة كهربائياً

٢ الكترونات : [تتحرك في مستويات طاقة محددة وتحمل شحنة سالبة].



٢ الشحنة الكهربائية ... هي إحدى خصائص المادة (مثل الكتلة) حيث :

خصائص المادة هي : ١ الكتلة . ويرمز لها (ك) وتقاس عالميا بوحدة (الكيلو غرام)

٢ الشحنة : ويرمز لها (سم) وتقاس عالميا بوحدة (الكولوم) .. تذكر الرمز ، ش ، يدل على الشغل وليس على الشحنة

٣ منشأ الشحنة الكهربائية (وأنواعها) ...

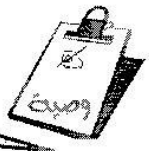
awa2el.net

الوضع الطبيعي للذرة: أن تكون (**متعادلة**)كهربائياً؛ لأن عدد البروتونات الموجبة الشحنة يساوي عدد الالكترونات السالبة الشحنة . وهنا تكون الشحنة الكلية للذرة (**صفراً**) .

قد يطرأ ظرف على الذرة

- **فتفقد** إلكتروناً أو أكثر وتصبح (صفتها **موجبة**) الشحنة الكهربائية؟.لان عدد البروتونات فيها أكبر من عدد الالكترونات
- **أوتكسب** إلكتروناً أو أكثر فتصبح (صفتها **سالبة**) الشحنة الكهربائية؟.لان عدد الالكترونات فيها أكبر من عدد البروتونات

* أن فقدان الالكترونات أو اكسابها يعتمد على طبيعة المادة، وتحديداً على قوة الربط بين الالكترونات في المستويات البعيدة ونواة الذرة . حيث تختلف قوة الربط في الذرة من ذرة الى اخرى..



ثوابت لا تحفظ = سم ثوابت الوزارة =

سم e = − (١,٦ × ١٠^-١٩) كولوم (شحنة الالكترون اصغر شحنة سالبة)

سم p = + (١,٦ × ١٠^-١٩) كولوم (شحنة البروتون اصغر شحنة موجبة)

وبالتالي سم e = سم p في المقدار ومختلفتان في النوع

qwa2el.net

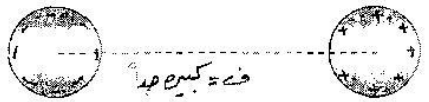
٤ توزيع الشحنة الكهربائية

- توزع الشحنات الكهربائية على الأجسام بعدة توزيعات مختلفة يمكن تصنيفها الى نوعين :

١ . [التوزيعات المنفصلة..] وتسمى الشحنات في هذه الحالة بـ **[الشحنات النقطية]** ويرمز لكل منها بالرمز (سـ)

الشحنات النقطية: اجسام مشحونة (كرات فلزية) بعيدة جدا عن بعضها البعض حيث البعد بينها اكبر بكثير من اتساق اقطارها (حجمها) لذلك يهمل حجمها مقارنة مع المسافة بينها . وبالتالي تعتبر الشحنة مركزة في نقطة صغيرة (مثل النجوم في السماء) ... ويعبر عنها بالرسم على النحو التالي :

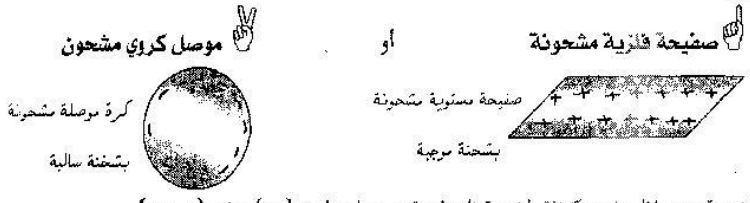
توضيح ...١



---

٢ . [التوزيعات المتصلة ..] ويسمى توزيع الشحنات في هذه الحالة بـ **[كثافة الشحنة]** وهي ثلاث احتمالات حيث من الممكن ان تتوزع الشحنة على الطول او على السطح او على الحجم وستقصر دراستنا فقط على التوزيع السطحي حيث: قد تكون الشحنة الكهربائية موزعة بالتظام على سطح (أ) مثل:

صفيحة فلزية مشحونة أو **موصل كروي مشحون**



- وهنا يعبر عن الشحنة من خلال مفهوم كثافة الشحنة السطحية ويرمز له بالرمز { σ } وتقرا { سيغما }

حيث [σ = $\frac{\text{سـ}}{\text{أ}}$] وتقاس بوحدة (كولوم / م^{٢})

تعليل

عند شحن اي موصل فان الشحنات تستقر على سطحة الخارجي وتنعدم الشحنة داخله ؟ علل؟

سؤال

ذلك لان الشحنات الكهربائية تتنافر مع بعضها وتتباعد عن بعضها قدر المتاح، لذلك تستقر على اكبر مساحة ممكنة من الموصل وهي السطح الخارجي وبالتالي يعدم وجود الشحنات داخله .

أمثلة متنوعة على مفهوم كثافة الشحنة السطحية

مثال ١ قارن بين كثافة الشحنة السطحية (توزيع الشحنات) على الموصلين (أ ، ب) ؟

الموصل (أ) : يكون توزيع الشحنات السطحي عليه غير منتظم لان سطحة غير منتظم هندسيا وبالتالي تختلف كثافة الشحنة السطحية عليه من موقع الى اخر ونلاحظ ان الكثافة السطحية عليه كبيرة عند الراس المدبب (س) وقليلة عند الراس المفلطح (ص).

الموصل (ب) : يكون توزيع الشحنات السطحي عليه منتظم لان سطحة منتظم هندسيا (متماثل) وبالتالي لا تختلف كثافة الشحنة السطحية عليه من موقع الى اخر ونلاحظ ان الكثافة السطحية عليه ثابتة ومتساوية ومتماثلة عند جميع المواقع (س) و (ص)

مثال ٢ صفيحة مستطيلة الشكل ابعادها (٢م ، ١ م) إذا كانت الشحنة الكلية على الصفيحة (٨×١٠^{-٦} كولوم). احسب الكثافة السطحية للشحنة عليها ؟

$\sigma = \frac{ش}{م}$ لكن $م$ = الطول × العرض = $١ \times ٢ = ٢$ م^{٢}

$\sigma = \frac{٨ \times ١٠^{-٦}}{٢} = ٤ \times ١٠^{-٦}$ كولوم / م^{٢} ملاحظة: نصيب المتر المربع (١م^{٢}) من الشحنة هو ٤×١٠^{-٦} كولوم

مثال ٣ موصل كروي مشحون ونصف قطره ($\frac{١}{\sqrt{\pi}}$) سم . اذا علمت ان كثافة الشحنة السطحية علية (-٢×١٠^{-٥} كولوم / م^{٢}) ← احسب مقدار ونوع الشحنة الكلية على الموصل ؟

$\sigma = \frac{ش}{م}$ ← $ش = \sigma \times م$ لكن

$= -٢ \times ١٠^{-٥} \times ٤ \times ١٠^{-٤}$

$= -٨ \times ١٠^{-٩}$ كولوم

وهي سالبة

تذكر $م = ٤ \pi$ نق^{٢}

$= ٤ \pi (\frac{١}{\sqrt{\pi}} \times ١٠^{-٢})^{٢}$

$= ٤ \times \frac{١}{\pi} \times \pi \times ١٠^{-٤}$ م^{٢}

$= ٤ \times ١٠^{-٤}$ م^{٢}

Drill صفيحة دائرية الشكل نصف قطرها (نق) مشحونة بشحنة مقدارها $\pi \times ١٠^{-١}$ كولوم. وتحمل كثافة شحنة سطحية مقدارها (١×١٠^{-٣} كولوم / م^{٢}) . احسب نصف قطرها (نق) .

$ش = \sigma \times م$ ⇒ $\pi \times ١٠^{-١} = \sigma \times \pi$ نق^{٢} ⇒ $\pi \times ١٠^{-١} = \sigma \times \pi$ نق^{٢} ⇒ $\pi \times ١٠^{-١} = ١ \times ١٠^{-٣} \times \pi$ نق^{٢}

$\sigma = \frac{ش}{٢ \pi}$ ⇒ $ش = \frac{\sigma}{٢ \pi} = \frac{١ \times ١٠^{-١}}{٢ \times ١٠^{-٣}}$ = ٢×١٠^{-١} نق

طرق شحن الأجسام :... يمكن شحن الأجسام من خلال ثلاث طرق مختلفة هي -

الطريقة الأولى : الشحن بالدلك (التكهرب)

- يتم دلك جسمين متعادلين من مادتين مختلفتين فتنتقل الالكترونات من إحداهما الى الأخرى

مثل :دلك البلاستيك بالصوف . حيث يصبح البلاستيك سالب الشحنة (لانه اكتسب) ويصبح الصوف موجب الشحنة (لانه فقد)

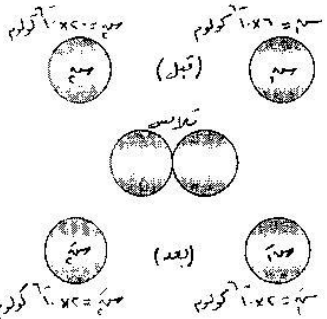
الطريقة الثانية : الشحن بالتلامس (التوصيل)

- يتم تلامس موصلين مع بعضهما وهنا ندرس حالة خاصة مبدئياً : [موصلين كرويين متماثلين (نق١ = نق٢)] حيث :

عند تلامس موصلين متماثلين فإنهما يتناصفان الشحنة حيث (سه١ = سه٢ = سه) حسب مبدأ حفظ الشحنة: مج سه قبل = مج سه بعد

مثال

موصلان كرويان متماثلان الأول مشحون بشحنة مقدارها (٦ × ١٠^-٦) كولوم والآخر بشحنة مقدارها (-٢ × ١٠^-٦) كولوم ، إذا وصلتا الكرتان معاً ثم ابعدتا . احسب شحنة كل منهما بعد التلامس .



- مج سه قبل = مج سه بعد (حفظ الشحنة)

سه١ + سه٢ = سه١ + سه٢ ، لكن سه١ = سه٢ = سه (كرات متماثلة)

٦×١٠^-٦ + (-٢×١٠^-٦) = سه + سه

٤ × ١٠^-٦ = ٢ سه

سه = ٢ × ١٠^-٦ كولوم = سه١ = سه٢

الطريقة الثالثة : الشحن بالحث (التأثير)

- يتم تقريب موصل متعادل (غير مشحون أصلا) من موصل آخر مشحون يسمى المؤثر فيشحن المتعادل (المتاثر) بالحث . (التأثير والتحريض لفصل الشحنات)حيث الشحنة القريبة من المؤثر تسمى مقيدة . الشحنة البعيدة من المؤثر تسمى حرة

مثال

في الشكل (س ، ص) موصلان كرويان متلامسان ومتعادلتان عند تقريب موثر يحمل شحنة موجبة منهما شحنتا بالحث ثم فصلتا عن بعضهما بوجود المؤثر حدد نوع شحنة كل كره ؟ وقارن بين مقدارهما؟

يعامل الموصلان معاملة الجسم الواحد لانهما متلامسان وبالتالي سيظهر على الموصل (ص) القريب من المؤثر شحنة مقيده سالبة وعلى الموصل (س) البعيد شحنة حره موجبة لهما نفس المقدار حسب مبدأ حفظ الشحنة وتكميم الشحنة حيث (ن) المفقود من احدى الكرات هي نفسها (ن) المكتسبة من الكرة الاخرى فالشحنة محفوظة وبالتالي سه (ص) = سالبة & سه (س) = موجبة اي ان سه+ س = سه- ص

القسم الأول : الشحنة الكهربائية

سؤال من خصائص الشحنة الكهربائية أنها ﴿ (محفوظة) و﴿ (مكممة) .

أذكر بالكلمات وبالرموز نص مبدأ كل من: ﴿ [حفظ الشحنة] و﴿ [تكميم الشحنة] ؟ ..

١ مبدأ حفظ الشحنة :

[في نظام معزول عن تأثير شحنات أخرى ، يكون المجموع الكلي للشحنة ثابتاً خلال عملية الشحن]

بالرموز [Σq (قبل) = Σq (بعد)] وحيث : Σ ترمز إلى شحنة في القانون

٢ مبدأ تكميم الشحنة :

[أي جسم مشحون يجب أن تكون شحنته عدداً صحيحاً من مضاعفات شحنة الالكترون (أو البروتون)] أي لا يوجد جسم حر في الطبيعة شحنته ($\frac{1}{2}$ ، $\frac{1}{3}$ ، $\frac{1}{4}$ ، $\frac{3}{4}$ ، ...) شحنة الالكترون]

الشحنة = عدداً صحيحاً × شحنة الالكترون

بالرموز [$q = n \cdot e$] حيث q : شحنة الجسم (C)

وحيث : n ترمز إلى عدد ، e : شحنة الالكترون ، وهي مقدار ثابت حيث $e = 1.6 \times 10^{-19}$ كولوم في القانون

n : عدد الالكترونات التي فقدها الجسم أو التي اكتسبها الجسم حتى شحنته

(4.11)
اختبر نفسك

سؤال .. يقال أن الشحنة مكممة ويعبر عن تكميم الشحنة بالعلاقة [$q = n \cdot e$] . أجب عما يلي .

١ – ماذا نعني بقولنا أن الشحنة مكممة (وضح المقصود بتكميم الشحنة) .

٢ – على ماذا يدل الرمز (n) وما الشرط الذي يجب ان يتوافر في هذا الرمز .

٣ – ما هي النسبة بين شحنة أي جسم والشحنة الأساسية في الكون (شحنة الإلكترون) .

٤ – علل كل مما يلي – أ . تعتبر شحنة الإلكترون الشحنة الأساسية في الكون .

ب . لا يوجد جسم حر في الطبيعة شحنته $\frac{1}{2}$ أو $\frac{1}{3}$ أو $\frac{3}{4}$ شحنة الإلكترون .

الإجابة ..

١. شحنة أي جسم مشحون يجب أن تكون عدداً صحيحاً من مضاعفات شحنة الالكترون (أو البروتون) أي لا يوجد جسم حر في الطبيعة شحنته ($\frac{1}{2}$ ، $\frac{1}{3}$ ، $\frac{1}{4}$ ، $\frac{3}{4}$ ، ...) شحنة الالكترون .

٢. يدل (n) على عدد الالكترونات التي فقدها الجسم او التي كسبها حتى شحنته ويشترط ان يكون (n) عدداً صحيحاً .

٣. النسبة هي (n) : عدد الالكترونات (المفقودة او المكتسبة) حيث $q = n \cdot e$ ← $n = \frac{q}{e}$

٤. (أ) وذلك لأنه شحنة الالكترون أصغر شحنة حرة موجودة في الطبيعة .

(ب) وذلك لأنه الشحنة مكممة ويجب أن تساوي عدداً صحيحاً من مضاعفات شحنة الالكترون حتى يوجد جسم حر في الطبيعة شحنته $\frac{1}{2}$ أو $\frac{1}{3}$ شحنة الالكترون لكي يوجد جسم شحنته ١ أو ٤ أو ١٨٢ شحنة الالكترون

جسم متعادل ، سـ = صفر

أمثلة متنوعة على تكمية الشحنة

مثال (١)

أ – جسم متعادل فقد (١٠٠٠) إلكترون. كم تصبح شحنته؟ وما نوعها؟

ب – جسم متعادل كسب (١٠٠٠) إلكترون. كم تصبح شحنته؟ وما نوعها؟

أ) $\text{سـ}_{\text{ج}} = \text{ن} \times \text{سـ}_{\text{م}}$
$= (١٠٠٠) \times (١٫٦ \times ١٠^{-١٩})$
$= ١٫٦ \times ١٠^{-١٦}$ كولوم. وهي موجبة لأنه فقد

ب) $\text{سـ}_{\text{ج}} = \text{ن} \times \text{سـ}_{\text{م}}$
$= (-١٠٠٠) \times (١٫٦ \times ١٠^{-١٩})$
$= -١٫٦ \times ١٠^{-١٦}$ كولوم. وهي سالبة لأنه كسب

مثال (٢)

أ – هل يمكن لجسم أن يحمل شحنة مقدارها $٦٫٤ \times ١٠^{-١٩}$ كولوم؟ فسر إجابتك.

ب – هل يمكن لجسم أن يحمل شحنة مقدارها $٦٫٤ \times ١٠^{-٢٠}$ كولوم؟ فسر إجابتك

أ) $\text{ن} = \frac{\text{سـ}_{\text{ج}}}{\text{سـ}_{\text{م}}} = \frac{٦٫٤ \times ١٠^{-١٩}}{١٫٦ \times ١٠^{-١٩}} = ٤$ إلكترونات

• نعم يمكن للجسم أن يحمل هذه الشحنة لأن ن: عدد صحيح

ب) $\text{ن} = \frac{\text{سـ}_{\text{ج}}}{\text{سـ}_{\text{م}}} = \frac{٦٫٤ \times ١٠^{-٢٠}}{١٫٦ \times ١٠^{-١٩}} = ٠٫٤$ إلكترون

• لا يمكن للجسم أن يحمل هذه الشحنة لأن ن: عدد غير صحيح

مثال (٣)

ما عدد الإلكترونات التي يجب أن يفقدها جسم لتصبح شحنته + ١ كولوم؟ ماذا تلاحظ! ثم وضح المقصود بالكولوم؟ تزويدي

نطبيه $\text{ن} = \frac{\text{سـ}_{\text{ج}}}{\text{سـ}_{\text{م}}} = \frac{١}{١٫٦ \times ١٠^{-١٩}} = (٦٫٢٥ \times ١٠^{١٨}$ إلكترون). يجب فقدهم لكي تصبح شحنة جسم + ١ كولوم

(من الآلة حاسبة) للتوضيح فقط

لاحظ أن ن = $٦٫٢٥ \times ١٠^{١٨}$ هذه كبيرة جداً وبالتالي الكولوم كمية كبيرة جداً لذلك نستخدم أجزاء الكولوم (ميكرو- نانو- بيكو)

Drill

جسم يحمل شحنة مقدارها $-٣٫٢ \times ١٠^{-١٩}$ كولوم، أجب عما يلي:

• ماذا نعني بقولنا: ان شحنة الجسم [$-٣٫٢ \times ١٠^{-١٩}$ كولوم]؟

• ما عدد الإلكترونات التي يجب أن يفقدها الجسم لتصبح شحنته + $٦٫٤ \times ١٠^{-١٩}$ كولوم؟ علماً ان شحنة الجسم $\text{سـ}_{\text{ج}} = -٤٫٣٢ \times ١٠^{-١٩}$ كولوم

الإجابة –

① نطبيه $\text{ن} = \frac{\text{سـ}_{\text{ج}}}{\text{سـ}_{\text{م}}} = \frac{٤٫٣٢ \times ١٠^{-١٩}}{١٫٦ \times ١٠^{-١٩}} = ٢$ إلكترون. أي ان الجسم كسب إلكترونين حتى تصبح شحنته كهذه الشحنة

② الحالة الأولى: يجب أن يفقد (٢ إلكترون) لكي يصبح متعادل (سـ = صفر)

الحالة الثانية: نطبيه $\text{ن} = \frac{\text{سـ}_{\text{ج}}}{\text{سـ}_{\text{م}}} = \frac{٦٫٤ \times ١٠^{-١٩}}{١٫٦ \times ١٠^{-١٩}} = ٤$ إلكترونات. يجب ان يفقدها بعد أن يكون متعادل

لكي تصبح شحنته ($+٦٫٤ \times ١٠^{-١٩}$) ∴ يكون عدد الإلكترونات الكلية المفقودة في الحالتين = ٢ + ٤ = ٦ إلكترونات

القسم الثاني: القوة الكهربائية ... قانون كولوم

سؤال

يستخدم قانون كولوم الذي تمثله العلاقة [$ق = \frac{1}{4\pi\varepsilon} \times \frac{س_1 \times س_2}{ن^2}$] لحساب القوة المتبادلة بين الشحنات الكهربائية الساكنة. أجب عما يلي

١ - ما الشرط الواجب توافره في الشحنات الكهربائية لاستخدام هذه العلاقة.

٢ - ما منشأ القوة الكهربائية ، ولماذا تكون هذه القوة متبادلة.

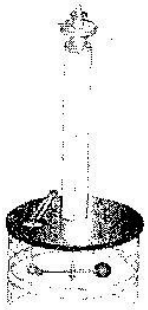
٣ - اذكر نص قانون كولوم بالكلمات. "قانون التربيع العكسي" ؟

٤ - ما هو استخدام جهاز ميزان اللي.

٥ - على ماذا تعتمد القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين كهربائيتين نقطيتين .

٦ - على ماذا يعتمد المقدار الثابت [$\frac{1}{4\pi\varepsilon}$] .

٧ - ما الكمية الفيزيائية التي يدل عليها الرمز [ε] ، وما وحدة قياسها.



ميزان اللي

الإجابة :

١ - ينطبق قانون كولوم على الشحنات النقطية أو الأجسام الكروية (الصغيرة) على اعتبار شحنتها متجمعة بالمركز .

٢ - منشأ القوة الكهربائية الشحنات الكهربائية نفسها حيث.

[الشحنات الكهربائية المختلفة تتجاذب بقوة كهربائية) و (الشحنات الكهربائية المتشابهة تتنافر بقوة كهربائية]

[$ق_{21} = -ق_{12}$] القوة الكهربائية متبادلة حسب قانون نيوتن الثالث حيث عند تأثير ($س_1$) بقوة (فعل) على ($س_2$)

فان ($س_2$) تؤثر بقوة ($ق$ فعل) على ($س_1$) مساوية في المقدار ومعاكسة بالاتجاه

٣ - ينص قانون كولوم " قانون التربيع العكسي " على أن.

[القوة المتبادلة بين شحنتين نقطتين ($س_1$ ، $س_2$) تفصل بينهما مسافة (ف) تتناسب طردياً مع مقدار الشحنتين وعكسياً مع مربع المسافة بينهما].

٤ - استخدم العالم كولوم [جهاز ميزان اللي] الذي صنعه بنفسه في سلسلة من التجارب لتحديد العوامل التي تعتمد عليها القوة الكهربائية بين شحنتين نقطيتين .

awaleل.net

٥ - العوامل التي تعتمد عليها القوة الكهربائية. ١- مساحة الوسط الكهربائية (ε) "

٢- مقدار كل من الشحنتين ($س_1$ ، $س_2$) "

٣- مربع المسافة الفاصلة بين الشحنتين ($ف^2$) "

٦ - يعتمد الثابت فقط على طبيعة الوسط الذي توجد فيه الشحنات.

٧ - السماحية الكهربائية للوسط المحيط بالشحنات وتقاس بوحدة (كولوم^2 / نيوتن . م^2).

... ملاحظـــات هامـــة ...

- ستقتصر دراستنا على الشحنات الكهربائية الموضوعة في الهواء، وهنا نستخدم [ε] ، حيث ε = السماحية في الهواء = $8,85 \times 10^{-12}$ وهي أقل سماحية في الطبيعة وهنا : ε_r = 1 دائما $\varepsilon > \varepsilon_0$

تطبيق القانون : $ق = \frac{1}{4\pi\varepsilon} \times \frac{|ش_1| \times |ش_2|}{ف^2}$ حيث $\frac{1}{4\pi\varepsilon} = \frac{1}{4 \times 3,14 \times 8,85 \times 10^{-12}} = 9 \times 10^9$ نيوتن.م^2/كولوم^2

- حتى تنتج القوة بوحدة " نيوتن " لابد أن نستخدم الوحدات التالية:
  - الشحنة الكهربائية (ش): كولوم
  - المسافة (ف): متر (م).
- إشارة الشحنة تدل على نوعها، وليس على مقدارها، لذلك تعد الشحنات: [ش$_1$ = 2×10^{-12} كولوم & ش$_2$ = -2×10^{-12} كولوم] متساويتان مقداراً لكنهما مختلفتان نوعاً، لذلك فإن: (إشارة الشحنة لا تعوض في قانون كولوم).

أفكار المسائل

1. تطبيق مباشر.
2. تطبيق غير مباشر وحدوث تغيرات.
3. الربط مع مبدأ حفظ الشحنة ومبدأ تكمية الشحنة
4. التعامل مع المتجهات (إيجاد محصلة القوى)
5. الاتزان
6. التمثيل البياني.

awa2el.net

أمثلة متنوعة على .. قانون كولوم

مثال (1)

شحنتان نقطيتان يفصلهما في الهواء مسافة ٦سم، بالاعتماد على الشكل. احسب:

ش$_1$ = 4×10^{-6} كولوم ، ش$_2$ = -9×10^{-6} كولوم ، ف = ٦سم

١- مقدار القوة المؤثرة في الشحنة الأولى.

٢- مقدار القوة المؤثرة في الشحنة الثانية.

٣- مقدار القوة المتبادلة بينهما؟ ماذا تلاحظ ؟ فسر العبارة: " القوة الكهربائية متبادلة بين الشحنتين ".

الإجابة-

١. $ق_{ش_1} = \frac{9 \times 10^9 \times |4 \times 10^{-6}| \times |-9 \times 10^{-6}|}{(0,06)^2} = 90$ نيوتن، تجاذب نحو (يمين)

لأنه جهد على الشحنة الأولى

٢. $ق_{ش_2} = \frac{9 \times 10^9 \times |-9 \times 10^{-6}| \times |4 \times 10^{-6}|}{(0,06)^2} = 90$ نيوتن، تجاذب نحو (يسار)

لأنه جهد على الشحنة الثانية

٣. $ق_{ش_1} = ق_{ش_2} = 90$ نيوتن، تجاذب (متبادلة)

تفسير العبارة: راجع السؤال حول الفرع السابق

Quadel.net

مثال (٢)

تفصل بين البروتون والإلكترون في ذرة الهيدروجين مسافة ف = ٥,٣ × ١٠^-١١ م، احسب كل مما يلي:

أ- القوة الكهربائية التي يؤثر بها كل منهما في الآخر.

ب - قوة الجذب الكتلي بين الجسمين، علماً أن:

[ث = ع × (ك١ ك٢ / ف٢)] حيث "

ثوابت: ع (ثابت الجذب العام) = ٦,٧ × ١٠^-١١ نيوتن.م٢ / كغ٢

ك = ٩,١١ × ١٠^-٣١ كغ ، ك = ١,٦٧ × ١٠^-٢٧ كغ

سم = سم = ١,٦ × ١٠^-١١ كولوم

الإجابة-

أ) ∴ ق كهربائية = ٩ × ١٠ × سم / ف٢

= ٩ × ١٠ × (١,٦ × ١٠^-١٩)(١,٦ × ١٠^-١٩) / (٥,٣ × ١٠^-١١)٢ = ٨,٢ × ١٠^-٨ نيوتن (تجاذب)

المحاسبة: ق الجذب الكتلي = ع ك١ ك٢ / ف٢

= ٦,٧ × ١٠^-١١ × (١,٦٧ × ١٠^-٢٧)(٩,١١ × ١٠^-٣١) / (٥,٣ × ١٠^-١١)٢ = ٣,٦ × ١٠^-٤٧ نيوتن (تجاذب)

نتيجة: ق كهربائية / ق الجذب الكتلي = ٨,٢ × ١٠^-٨ / ٣,٦ × ١٠^-٤٧ ≈ ٢,٣ × ١٠^٣٩

ق كهربائية = ٢,٣ × ١٠^٣٩ ق الجذب الكتلي

لاحظ أن: القوة الكهربائية أكبر بحوالي ١٠^٣٩ مرة من قوة الجذب الكتلي بين الإلكترون والبروتون

لذلك يكتفي بالقوة الكهربائية ونهمل قوة الجذب الكتلي عند حساب القوة المتبادلة بين الجسيمات الذرية

علل..! تهمل قوة الجذب الكتلي عند حساب القوة المتبادلة بين الجسيمات الذرية (كالبروتونات والإلكترونات) .؟

لأن القوة الكهربائية أكبر بحوالي ١٠^٣٩ من قوة الجذب الكتلي

لذلك نهمل ق جذب كتلي لصغر مقدارها مقارنة بـ ق كهربائية

مثال (٣)

شحنتان موجبتان نقطيتان إحداهما أربع أمثال الأخرى، والبعد بينهما (٦) م، احسب مقدار كل منهما، إذا علمت أن القوة الكهربائية المتبادلة بينهما (٩,٠) نيوتن.

الإجابة-

ق = ٩ × ١٠ × سم١ سم٢ / ف٢ ∴ لكن سم١ = ٤ سم٢

ق = ٩ × ١٠ × ٤ (سم٢)٢ / ف٢

(١٠ × ٩) = ٩ × ١٠ × ٤ سم٢ / ٣٦

سم٢ = ١٠ × ٤ ← سم٢ = ٤ × ١٠^-١٠ كولوم

لكن سم١ = ٤ سم٢ = ٤ (٤ × ١٠^-١٠) ← سم١ = ١٦ × ١٠^-١٠ كولوم

(٤,٤) اختبر نفسك / مكوك فضاء يدور في مدار على المسافة (ف)

وظيفة (٤) شحنتان تتبادلان قوة كهربائية مقدارها ٩٠ نيوتن، كم يصبح مقدار القوة المتبادلة بينهما عندما:

أ - تصبح المسافة (٣) أمثال ما كانت عليه. ← ف = ٣ ف

ب - تصبح المسافة (١/٢) ما كانت عليه. ← ف = ١/٢ ف

الإجابة-

أ) ∴ ق = ٩ × ١٠ × سم١ سم٢ / ف٢ ← بتربيع الطرفين

ق٢ = ٩ × ١٠ × سم١ سم٢ / ف٢ ← حسب قانون القانون

ق = ٩ × ١٠ × سم١ سم٢ / ف٢

ق = ١/٩ (٩ × ١٠ × سم١ سم٢ / ف٢) ← المتناسبة العكسية

ق = ١/٩ ق١ ← ق١ = ٩٠ نيوتن

ب) ∴ ق = ٩ × ١٠ × سم١ سم٢ / ف٢ ← بتربيع الطرفين

ق٢ = ٩ × ١٠ × سم١ سم٢ / ف٢

ق = ١/٤ (٩ × ١٠ × سم١ سم٢ / ف٢)

ق = ١/٤ ق١ ← ق١ = ٤ ق

ق١ = ٤ (٩٠)

ق١ = ٣٦٠ نيوتن

مثال (٥) ... جسمان متماثلان يحمل إحداهما شحنه (٦ ميكرو كولوم) والآخر (- ٢ ميكرو كولوم) قوة التجاذب بينهما على مسافة (ف) تبليغ (٢ نيوتن) إذا تلامس الجسمان، ثم فصلا حتى مسافة (٢ ف). أوجد ١. المسافه بينهما قبل التلامس ٢. القوة الجديده بينهما

الإجابة-

مثال (٦) .. قربت ساق مشحونة من كرتين صغيرتين فلزيتين متلامستين غير مشحونتين. فشحنتا بالحث، ثم فصلت الكرتان عن بعضهما بوساطة عازل حتى أصبحت المسافة بينهما (١٠) م، ثم أبعدت الساق المشحونة نهائياً، فوجد أن الكرتين تتجاذبان بقوة مقدارها ١٠×٩ $^{-٥}$ نيوتن. احسب عدد الإلكترونات التي انتقلت من إحدى الكرتين إلى الأخرى أثناء عملية الشحن بالحث.

الإجابة-

مثال (٧) .. في الشكل ثلاث شحنات على استقامة واحدة، بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل. احسب محصلة القوة المؤثرة على: أ - الشحنة الأولى (س١).

ب - الشحنة الثالثة (س٣) "وظيفة".

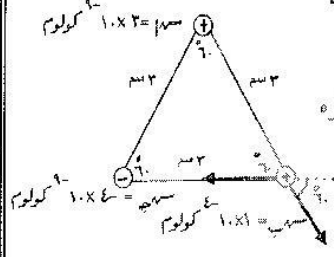
الإجابة-

مثال (٨) ..وضعت ثلاث شحنات على رؤوس مثلث قائم الزاوية كما في الشكل.

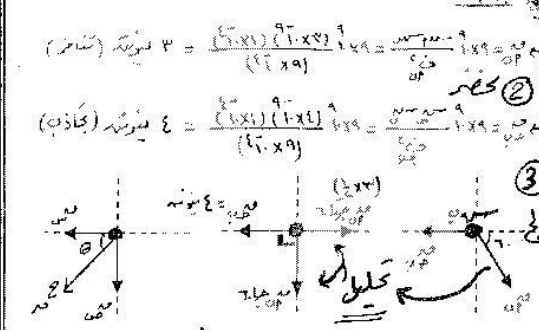
احسب مقدار واتجاه محصلة القوة المؤثرة على [س٣] .

الإجابة-

مثال (٩) .... أ ب جـ مثلث متساوي الأضلاع طول ضلعه ٣ سم، وضع على رؤوسه الشحنات (أ، ب، جـ).
احسب القوة المحصلة المؤثرة على الشحنة ب.



الإجابة-



$$\text{ق}_{\text{ب}} = \sqrt{(\text{ق}_{\text{أب}})^2 + (\text{ق}_{\text{جـب}})^2 + 2\,\text{ق}_{\text{أب}}\,\text{ق}_{\text{جـب}}\cos 60} = \sqrt{(3)^2 + (4)^2 + 2(3)(4)\tfrac{1}{2}} = \sqrt{37} \approx 6{,}1 \text{ نيوتن}$$

نكمل دراسة المحور (س، ص)

$$\text{ق}_{\text{ص}} = \text{ق}_{\text{جـب}} \sin 60 = 4 \times \tfrac{\sqrt{3}}{2} = 2\sqrt{3} \approx 3{,}5 \text{ نيوتن}$$

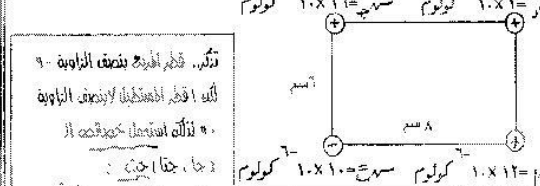
$$\text{ق}_{\text{س}} = \text{ق}_{\text{أب}} + \text{ق}_{\text{جـب}} \cos 60 = 3 + 4 \times \tfrac{1}{2} = 5 \text{ نيوتن}$$

$$\text{ق}_{\text{ح}} = \sqrt{\text{ق}_{\text{س}}^2 + \text{ق}_{\text{ص}}^2} = \sqrt{(5)^2 + (2\sqrt{3})^2} = \sqrt{37} \approx 6{,}1 \text{ نيوتن}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\text{ق}_{\text{ص}}}{\text{ق}_{\text{س}}}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{2\sqrt{3}}{5}\right) \approx 35{,}5°$$

المحصلة تميل على س بزاوية ٣٥,٥°

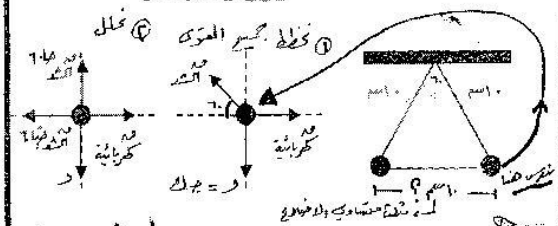
Drill وضعت أربع شحنات على رؤوس مستطيل كما في الشكل. إحسب محصلة القوة المؤثرة على الشحنة (د).



تذكر.. قطر المربع ينصف الزاوية ٩٠°
كما تذكر المثلث المتساوي الأضلاع الزاوية ٦٠° لذلك استعمل حيوانك ا
جتا ٦٠ = مقابل / وتر
جتا θ = مجاور / وتر

الإجابة .. $\text{ق}_{\text{ح}} = \frac{9}{25}\sqrt{2} \approx 0{,}5$ نيوتن

مثال (١٠) .. كرتان موصلتان متماثلتان، كتلة كل $\sqrt{3}$ كغ، معلقتان بخيطين طول كل منهما ١٠ سم، شحنتا بشحنتين متشابهتين ومتساويتين فتنافرتا حتى أصبحت الزاوية بين الخيطين (٦٠)، إحسب مقدار كل من الشحنتين. (سـ) ؟



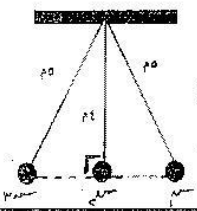
الإجابة- .. طريقة الحل الأولى:

١) ق = ن ظا ٦٠ ← ق = $\sqrt{3}$ × $\sqrt{3}$ = ٣ نيوتن

٢) ق = $\frac{\text{ك}^2}{\text{ف}^2}$ ← ٣ = $\frac{\text{ك}^2}{(0{,}2)^2}$ ← ك = $\sqrt{0{,}12}$ = $\frac{1}{10}\sqrt{3}$ كولوم

ك = $\frac{1}{10}\sqrt{3}$ كولوم

Drill اتزنت ثلاث شحنات متماثلة تماما كتلة كل منها ٥٠ غم كما في الشكل. احسب شحنة كل منها.



الإجابة ... $\sqrt{3}$ × ١٠^-٦ كولوم

awa2el.net

مثال (١١)

اولا :

ارسم افضل خط بياني يمثل العلاقة بين القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين (ق) و مربع المسافة (ف^{2}) بينهما .

ثانيا :

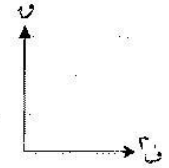
ارسم افضل خط بياني يمثل العلاقة بين القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين (ق) والمقدار ($\frac{1}{ف^{2}}$) .

ثالثا:

ارسم افضل خط بياني يمثل العلاقة بين القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين (ف) و المقدار (ف$^{-2}$) .

الإجابة-

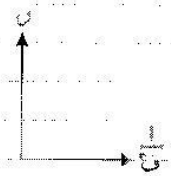
$ق = \frac{ث \times ف^{2}}{ث}$



اولا

$ق = \frac{ث \times ف^{2}}{ث}$

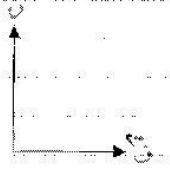
$ق = \frac{1}{ف^{2}} \times$ (صورة مرفقة)



ثانيا

$ق = \frac{ث \times ف^{2}}{ث}$

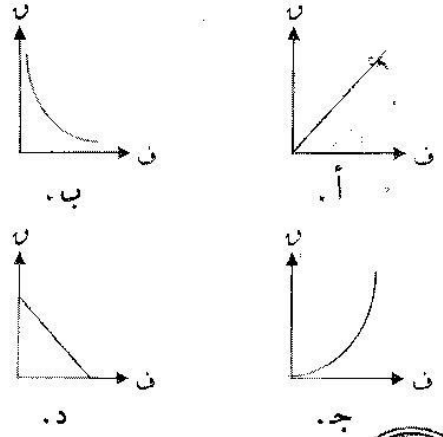
$ق = ث \times ف^{-2}$



ثالثا

مثال (١٢)

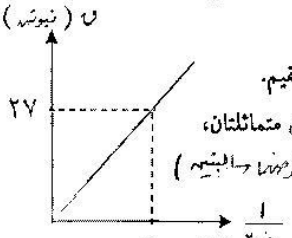
الشكل الذي يبين التمثيل البياني الصحيح للعلاقة بين القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين والمسافة (ف) بينهما هو:



مثال (١٣)

الشكل التالي يبين التمثيل البياني للعلاقة بين القوة المتبادلة بين شحنتين (ق) و ($\frac{1}{ف^{2}}$) ، بالاعتماد على الشكل

أجب عما يلي:



أ - احسب ميل الخط المستقيم.

ب - إذا علمت أن الشحنتين متماثلتان، أوجد مقدار كل منهما. (اعرفهما بالبسيط)

الإجابة-

أ

الميل = $\frac{\Delta ق}{\Delta س}$

$= \frac{\Delta ق}{\Delta (\frac{1}{ف^{2}})}$

$= \frac{٢٧ - صفر}{٣٠ - صفر}$

الميل = $\frac{٢٧}{٣٠}$

ب

$ق = \frac{ث \times ف^{2}}{ث}$

$ق = ث \times س$

$٢٧ = ٩ \times ١٠ \times س$

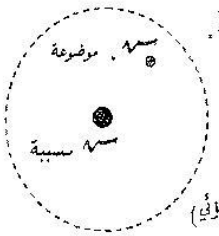
$س = \frac{٢٧}{٣٠ \times ٩ \times ١٠} = ١٠ \times ١$

$ث = \pm ١ \times ١٠^{-٥}$ كولوم

سهل الموجب وعشر السالب بالقوة فيزياء

القسم الثالث : المجال الكهربائي

سؤال في الشكل المجاور، تتأثر الشحنة (سـ) بقوة كهربائية من (سـ) في حين (سـ) لا تتأثر بقوة كهربائية من (سـ)؛ لأنها لا تقع في مجالها. من خلال استنتاجك أجب.



١- استخدمنا شحنة اختبار مثل (سـ) من خصائصها أنها صغيرة جداً وموجبة للتعبير عن المجال، وضح المقصود بشحنة الاختبار. ولماذا تكون صغيرة جداً ؟ لعم

٢- وضح المقصود بالمجال الكهربائي. (مفهوم المجال)

٣- (عرف) المجال الكهربائي في نقطة ما، وما وحدة قياسه..

٤- ماذا نعني بقولنا: إنّ شدة المجال الكهربائي عند نقطة ما تساوي [٨] نيوتن / كولوم. (المعنى الفيزيائي)

٥- اشتق' استنتج' العوامل التي تعتمد عليها شدة المجال الكهربائي في نقطة ما. مفهوم المجال طوره مايكل فارادي

اذكر

qwq2e1.net

الإجابة-

١- (**شحنة الاختبار**) هي شحنة صغيرة جداً وموجبة تستخدم لتخطيط المجال الكهربائي و الكشف عنه ، وتكون صغيرة جداً حتى لا تؤدي إلى أحداث أي تغيير في شدة المجال الكهربائي المراد قياسه

٢- (**المجال الكهربائي**) هو الحيز المحيط بالشحنة الكهربائية الذي إذا وضعت فيه شحنة اختبار تأثرت بقوة كهربائية

٣- (**المجال الكهربائي في نقطة ما**)

" القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة اختبار صغيرة موجبة موضوعة في تلك النقطة مقسوماً على شحنة الاختبار"

ويعبر عنه رياضياً (م = ق / سـ موضوعة) حيث سـ : شحنة الاختبار الموضوعة (سـ = سـ موضوعة)

♣ ☺ يقاس المجال الكهربائي بوحدة (نيوتن / كولوم)

٤- أن المجال الكهربائي يؤثر بقوة مقدارها (١ نيوتن) على وحدة الشحنات الموجبة الموضوعة في تلك النقطة

٥- " يمكن استخدام قانون كولوم للحصول على صيغة أخرى للمجال الكهربائي على النحو التالي :

☺ تعتمد شدة المجال الكهربائي على

أ- مربع بعد النقطة (ف) عن الشحنة المسببة

ب- مساحية الوسط الكهربائي -

ج- مقدار الشحنة المسببة للمجال الكهربائي

$$م = \frac{ق}{سـ} = \frac{\frac{٩}{١٠ \times ٩} \times \frac{سـ \times سـ}{ف^٢}}{سـ} = \frac{٩}{١٠ \times ٩} \times \frac{سـ}{ف^٢}$$

حيث : سـ (الشحنة المسببة للمجال)

سـ (الشحنة الموضوعة في المجال)

لاحظ أن ...! المجال الكهربائي لا يعتمد على الشحنة الموضوعة فيه (سـ) بل يعتمد على الشحنة المسببة له (سـ)

ملاحظات هامة

عام

- ٢ - يستخدم القانون (م = ق / ك) لـ :
  - ١ - تعريف المجال الكهربائي، واشتقاق وحدة قياسه.
  - ٢ - حساب المجال الكهربائي بدون معرفة الشحنة (أو الشحنات) المسببة له، وبدون دلالة المسافة.
  - ٣ - إذا علم المجال في نقطة ما، يمكن حساب القوة المؤثرة على أي شحنة نقطية توضع عند تلك النقطة من العلاقة [ق = م ك] مع حل المسائل ..

خاص

- ب - يستخدم القانون [م = ٩ × ١٠ × ك / ف٢] لـ :
  - ١ - التعرف على العوامل التي تعتمد عليها شدة المجال الكهربائي.
  - ٢ - حساب المجال الكهربائي " باستخدام الشحنة المسببة له، ودلالة المسافة.

ارشاد

- ● - المجال كمية متجهة (م) يحددها [مقدار و اتجاه] وما تحدثنا عنه هو المقدار فقط و لم ندرس كيفية تحديد اتجاه المجال الكهربائي، لذلك سندرس الآن مفهوم: خطوط المجال الكهربائي:

awa2el.net
موقع الأوائل

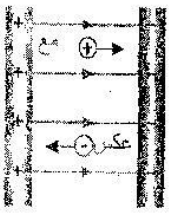
خطوط المجال الكهربائي

سؤال .. وضح المقصود بـ [خط المجال الكهربائي] ؟

[خط المجال الكهربائي]..

مسار وهمي تسلكه شحنة الاختبار الموجبة حرة الحركة عند وضعها في المجال الكهربائي .

مناقشة هامة



- ♠ خطوط المجال الكهربائي تخرج من الشحنة الموجبة وتدخل في الشحنة السالبة
- ♠ عند وضع شحنة موجبة في منطقة مجال كهربائي فإنها تتعرض إلى قوة كهربائية مع اتجاه خطوط المجال
- ♠ عند وضع شحنة سالبة في منطقة مجال كهربائي فإنها تتعرض إلى قوة كهربائية عكس اتجاه خطوط المجال

أسئلة متنوعة على .. مفهوم خطوط المجال الكهربائي

Qwaqel.net

سؤال 1 .. كيف يمكن الربط بين مفهوم [المجال الكهربائي] ومفهوم [خطوط المجال الكهربائي] :

١- مقداراً ٢- اتجاهاً

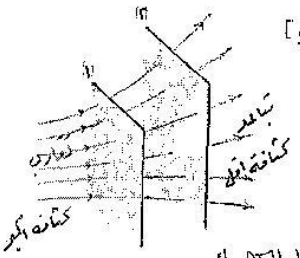
١- مقداراً

يكون ☺ مقدار المجال كبيرا في المنطقة التي **تتقارب** فيها خطوط المجال (تقارب أكبر) ← كثافة أكبر

كما في الشكل المجاور (السطح أ) ، بينما يكون

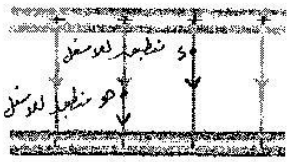
☺ مقداره صغيرا في المنطقة التي **تتباعد** فيها خطوط المجال (تقارب اقل) . ← كثافة اقل

كما في الشكل المجاور (السطح ب)



٢- اتجاها : يدل اتجاه **المماس** المرسوم لخط المجال الكهربائي عند أي نقطة على اتجه المجال الكهربائي

سؤال 2 .. في الأشكال التالية حدد اتجاه المجال عند النقاط (أ ، ب ، جـ ، د ، هـ) ؟



الاجابة ..
نرسم مماس عند كل
النقاط (أ ، ب ، جـ ، د ، هـ)

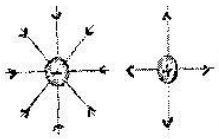
سؤال 3 . لرسم خطوط المجال الكهربائي لأي توزيع من الشحنات الكهربائية. هنالك ثلاث قواعد . اذكرها ؟

← خصائص خطوط المجال الكهربائي

١. تبدأ الخطوط من الشحنة الموجبة وتنتهي بالشحنة السالبة .

٢. لا يمكن لخطوط المجال أن تتقاطع ؟ .

٣. عدد خطوط المجال يتناسب مع مقدار الشحنة تناسباً طردياً سواء (الخارجة من الشحنة الموجبة أو تلك الداخلة الى الشحنة السالبة)



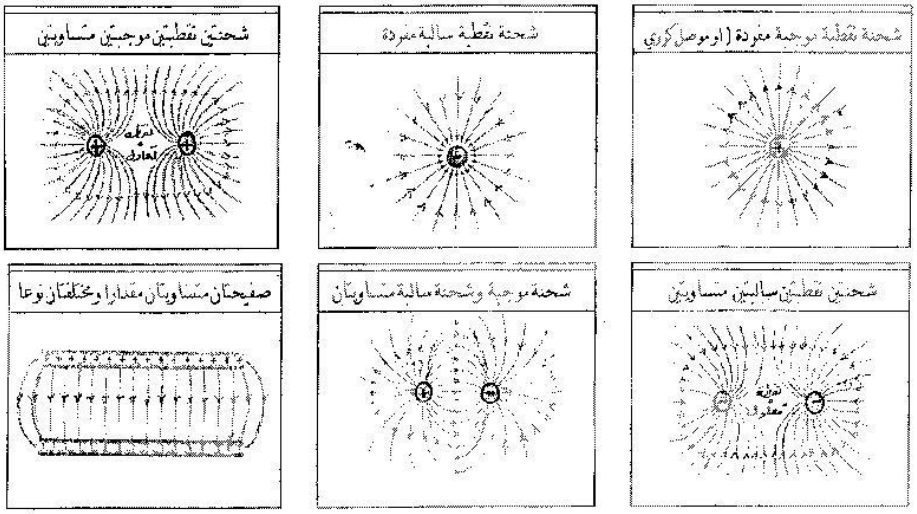
لاحظ الشكل ... $n_2 > n_1$

سؤال 4 .. علل العبارة التالية : [لا يمكن خطوط المجال الكهربائي ان تتقاطع] ؟!.

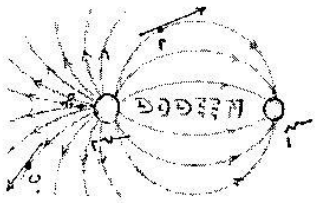
. لأنها لو تقاطعت فهذا يعني وجود أكثر من اتجاه للمجال عند نقطة التقاطع (أي وجود أكثر من مماس لنفس النقطة) ، وهذا خطأ لأن لكل نقطة اتجاه واحد فقط (أي مماس واحد فقط) .

awa2el.net

سؤال ٥ ..أرسم خطوط المجال الكهربائي الناتجة من توزيع الشحنات التالية ؟.



سؤال ٦ - يبين الشكل المجاور، خطوط المجال الكهربائي لشحنتين نقطيتين ، تمعن الشكل ثم أجب:



أ - حدد اتجاه المجال الكهربائي عند النقاط (أ ، ب).

ب - حدد نقطة من النقاط (أ، ب ، جـ) يكون عندها المجال أكبر ما يمكن.

جـ - أي من الشحنتين (سـ١، سـ٢) أكبر مقدار، ثم احسب النسبة بين (سـ١، سـ٢) وحدد نوعهما ؟

الإجابة- أ. نرسم مماس عند النقاط (أ، ب) كما في الشكل حيث يكون عند أ: مماس حماعد وعند ب: مماس عامد

ب. يكون المجال أكبر ما يمكن عند النقطة (جـ) . وذلك لتقارب خطوط المجال عندها (كثافة أكبر).

جـ. أكبر سـ١ > سـ٢ حيث أنه عدد خطوط مجال (سـ١) أكثر من عدد خطوط مجال (سـ٢) .

وتطبيق قاعدة البسيط : $\frac{سـ١}{سـ٢} = \frac{١٢}{٢٤} = \frac{٦}{١٨} = \frac{سـ١}{سـ٣} \leftarrow سـ٣ = ٣ سـ١$

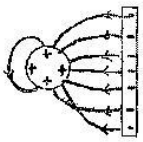
حيث : (سـ١، سـ٢ سالبة ، سـ٣ موجبة) .

وصية بصرية

قاعدة: عند مشاهدة خطوط

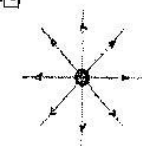
- تباعد (تشتت الخطوط) هذا يعني ← مقدار المجال غير ثابت / اتجاه المجال غير ثابت ← وهذا ليس مجال غير منتظم
- توازي (توحد الخطوط) هذا يعني ← مقدار المجال ثابت / اتجاه المجال ثابت ← وهذا ليس مجال منتظم

سؤال ٨ .. في الشكل المجاور استخرج ثلاثة أخطاء وقع فيها طالب رسم خطوط المجال الكهربائي كما في الشكل.



١. تتقاطع خطوط المجال الكهربائي .
٢. خروج خطوط المجال الكهربائي من الشحنة السالبة و دخولها الشحنة الموجبة .
٣. عودة خطوط المجال الكهربائي الى الشحنة نفسها مذكر . خطوط المجال الكهربائي غير مقفلة .

سؤال ٩ يمثل الشكل المجاور، خطوط المجال الكهربائي لشحنة نقطية تمعن الشكل ثم اجب:

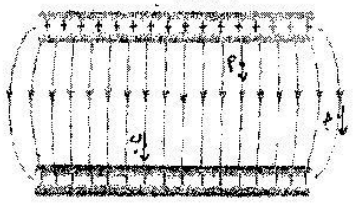


أ. على ماذا يدل تباعد خطوط المجال الكهربائي عن بعضها.
ب. هل يعد المجال الناجم عن شحنة نقطية مجالا منتظما ام لا . فسر إجابتك .

أ. يدل على أن اتجاه المجال غير ثابت وكذلك مقدار المجال غير ثابت كلما ابتعدنا عن الشحنة أي ان المجال غير منتظم
ب. لا يعد المجال الناجم عن شحنة نقطية مجالاً منتظماً وذلك لأن خطوط المجال تتباعد في كل الاتجاهات
مما يعني أن مقدار المجال غير ثابت وكذلك اتجاه غير ثابت من نقطة الى اخرى
مما يدل على ان المجال الناجم عن شحنة نقطية مجالاً غير منتظم .

سؤال ١٠ يمثل الشكل المجاور، خطوط المجال الكهربائي للوحين فلزيين مشحونين تمعن الشكل ثم اجب:

awa2el.net

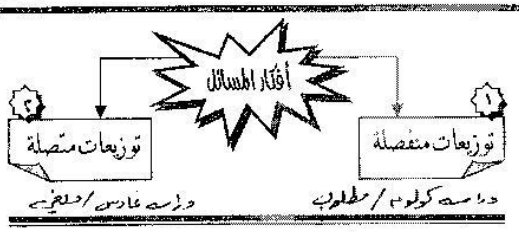


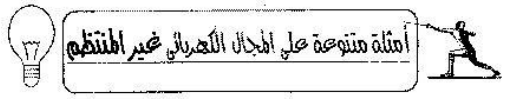
أ ـ على ماذا يدل توازي خطوط المجال الكهربائي .
ب ـ على ماذا يدل انحناء خطوط المجال عند الأطراف .
وكيف يمكن التخلص من هذه الانحناءات.
جـ ـ حدد اتجاه المجال عند النقاط (أ ، ب ، جـ) .
وقارن بين قيم المجال الكهربائي عند هذه النقاط .

أ. يدل على أن مقدار المجال واتجاهه ثابتان . ويسمى المجال في هذه الحالة مجال منتظم .
ب. يدل انحناء خطوط المجال عند الاطراف أن مقدار واتجاه المجال غير ثابتان أي انه مجال غير منتظم
ويمكننا التخلص من هذه الانحناءات عملياً من خلال تقريب المسافة بين اللوحين وجعلها صغيرة جداً .
جـ. اتجاه المجال عند النقطة (أ) يحاس منطبق نحو الأسفل (حـ ب) .
اتجاه المجال عند النقطة (ب) يحاس منطبق نحو الأسفل (حـ ب) .
اتجاه المجال عند النقطة (جـ) يحاس عمودي نحو الأسفل (حـ ب) .
حـ م = حـ ب لأن المجال في الحيز بين اللوحين مجال منتظم أي ثابت المقدار لكن
(حـ م = حـ ب) > حـ جـ لأن (م ب) تمثل جزء من اللوحين حـ البين يكون عندها المجال حيفين وغير منتظم .

سؤال ١١ **قارن بين المجال الكهربائي المنتظم وغير المنتظم. وبين كيف يمكن الحصول على كل منهما.**

- المجال الكهربائي المنتظم : « المجال الثابت المقدار و الاتجاه » ويحصل عليه في الحيز بين لوحين فلزيين متوازيين مشحونين بشحنتين متساويتين احدهما موجبة والاخرى سالبة.
- المجال الكهربائي غير المنتظم : « المجال المتغير المقدار و الاتجاه » ويحصل عليه في الحيز حول شحنة نقطية موجبة أو شحنة نقطية سالبة .

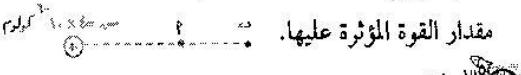




مثال (١) شحنة مقدارها (٤) ميكروكولوم. أجب عما يلي :

أولاً: احسب مقدار المجال عند نقطة تقع على بعد : أ - (٢) م، ب - (٣) م كما في الشكل..

ثانياً: إذا وضعت شحنة مقدارها (١) ميكروكولوم عند النقطة (أ) احسب مقدار القوة المؤثرة عليها.



الإجابة -

أولاً :

$$\text{م}_{\text{أ}} = \frac{\text{ك} \, |\text{ش}|}{\text{ف}^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6}}{(2)^2} = 9 \times 10^3 \text{ نيوتن/كولوم نحو (س}_-\text{)}$$

$$\text{م}_{\text{ب}} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6}}{(3)^2} = 4 \times 10^3 \text{ نيوتن/كولوم نحو (س}_+\text{)}$$

ملاحظة: كلما ابتعدنا عن الشحنة قل مقدار المجال أي ان العلاقة عكسية بين مقدار المجال والبعد عن الشحنة

ثانياً :

$$\text{ق} = \text{م} \, |\text{ش}| = 9 \times 10^3 \times 1 \times 10^{-6} = 9 \times 10^{-3} \text{ نيوتن موجبة}$$

مثال (٢) ما مقدار المجال الكهربائي الذي يؤثر على شحنة موضوعة في مجال مقدارها ! ميكروكولوم بقوة مقدارها (9×10^{-3}) نيوتن.

الإجابة -

$$\text{م} = \frac{\text{ق}}{|\text{ش}|} = \frac{9 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-6}} = 9 \times 10^3 \text{ نيوتن/كولوم}$$

مثال (٣) شحنتان نقطيتان تفصلهما في الهواء مسافة (٦) م

$\text{ش}_1 = -4 \times 10^{-9}$ كولوم، $\text{ش}_2 = 16 \times 10^{-9}$ كولوم،

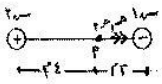
أولاً: احسب شدة المجال عند النقطة:

(أ) والتي تقع على الخط الواصل بين الشحنتين وتبعد (٢) م عن ش_1.

(ب) والتي تقع على امتداد الخط الواصل بين الشحنتين وتبعد (٢) م عن ش_1.

ثانياً: إذا وضعت شحنة ثالثة $\text{ش}_3 = -1 \times 10^{-4}$ كولوم عند النقطة (أ). احسب محصلة القوة عليها.

awaelnet



الإجابة -

أولاً :

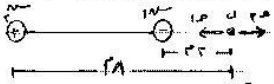
$$\text{م}_{\text{م}} = \text{م}_{\text{ش}_1} - \text{م}_{\text{ش}_2}$$

$$\text{م}_{\text{ش}_1} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-9}}{(4)^2} = 9 \text{ نيوتن/كولوم نحو (س}_+\text{)}$$

$$\text{م}_{\text{ش}_2} = \frac{9 \times 10^9 \times 16 \times 10^{-9}}{(16)^2} = 9 \text{ نيوتن/كولوم نحو (س}_+\text{)}$$

$$\text{م}_{\text{م}} = 18 \text{ نيوتن/كولوم}$$

$$\text{م}_{\text{م}} = \text{م}_{\text{ش}_1} + \text{م}_{\text{ش}_2} = 9 + 9 = 18 \text{ نيوتن/كولوم نحو (س}_+\text{)}$$



$$\text{م}_{\text{ش}_1} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-9}}{(4)^2} = 9 \text{ نيوتن/كولوم نحو (س}_+\text{)}$$

$$\text{م}_{\text{ش}_2} = \frac{9 \times 10^9 \times 16 \times 10^{-9}}{(64)^2} = 3{,}75 \text{ نيوتن/كولوم نحو (س}_-\text{)}$$

$$\text{م}_{\text{ب}} = \text{م}_{\text{ش}_1} - \text{م}_{\text{ش}_2}$$

$$= 9 - 3{,}75 = 5{,}25 \text{ نيوتن/كولوم نحو (س}_+\text{)}$$

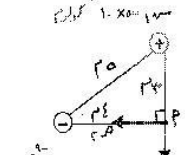
ثانياً :

$$\text{ق} = \text{م} \, |\text{ش}| = (18)(4 \times 10^{-6}) = 18 \times 10^{-4} \text{ نيوتن عكس اتجاه م}$$

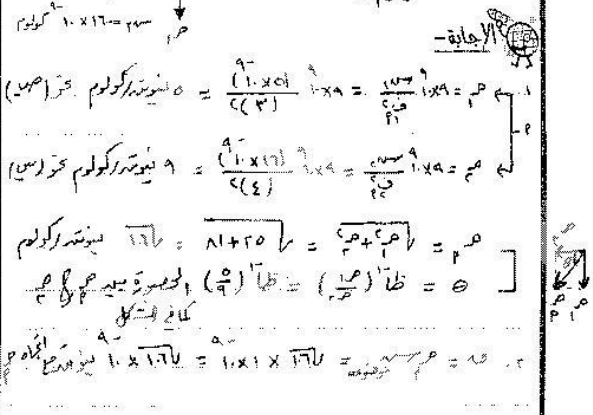
مثال ٤ وضعت الشحنتين (س١، س٢) على رؤوس مثلث قائم الزاوية في أ، كما في الشكل. احسب

١ مقدار واتجاه المجال عند النقطة أ.

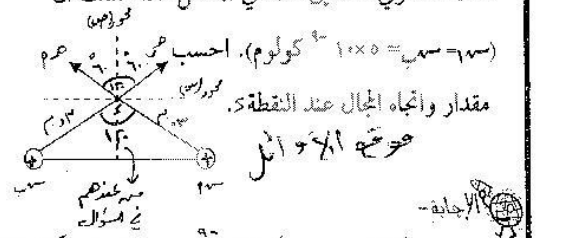
٢ القوة المؤثرة على شحنة مقدارها ١×١٠^{-٩} كولوم وضعت عند (أ)



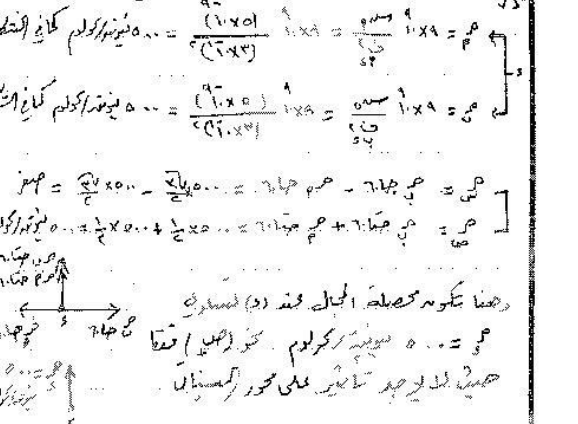
الإجابة-



مثال ٥ وضعت الشحنتين (س١، س٢) على رؤوس مثلث متساوي الساقين، كما في الشكل. اذا علمت ان (س١ = س٢ = ٥×١٠^{-٩} كولوم). احسب مقدار واتجاه المجال عند النقطة ك.



الإجابة-



مثال ٦ شحنتان نقطيتان المسافة بينهما في الهواء ٣٣ سم (س١ = ٢٥ ميكروكولوم) (س٢ = ٣٦ ميكرو كولوم)، احسب:

١ المجال الكهربائي بينهما وعلى بعد (١٥ سم) من س١.

٢ القوة المؤثرة على إلكترون موضوع عند تلك النقطة.

الإجابة-

نقطة التعادل (انعدام المجال)

هي النقطة التي تساوي محصلة المجالات الكهربائية عندها صفرا حيث مجالات متساوية مقدارا ومتعاكسة اتجاها.

(م١ = م٢)

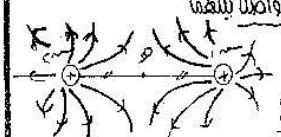
حالات انعدام المجال [نقطة التعادل]

الحالة الأولى شحنتان متشابهتان نوعا : موجبتان او سالبتان

١ متساويتان مقدارا :

نقطة التعادل تقع على الخط الواصل بينهما

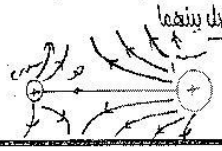
و في منتصف المسافة بينهما



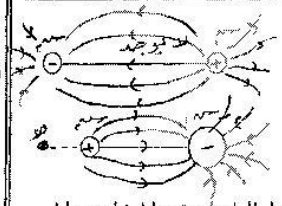
٢ غير متساويتان مقدارا :

نقطة التعادل تقع على الخط الواصل بينهما

و اقرب للشحنة الصغرى منهما



الحالة الثانية شحنتان مختلفتان نوعاً : إحداهما موجبة والأخرى سالبة



ⓐ متساويتان مقداراً :

لا يوجد موضع لنقطة التعادل

ⓑ غير متساويتان مقداراً .

نقطة التعادل تقع على امتداد الخط الواصل بينهما (خارجهما)

و أقرب للشحنة الصغرى منهما .

تذكر...!

عندما نقارن بين شحنتين ، فإننا نهتم في المقدار فقط

ونهمل اشارة الشحنة لأنها تعبر عن نوعها وليس عن مقدارها

مثال: س١ = ١٢٠ ميكرو كولوم > س٢ = ٧ ميكرو كولوم

مثال ٧

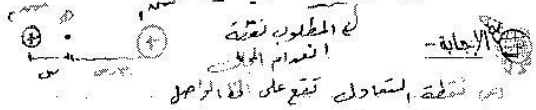
شحنتان نقطيتان المسافة بينهما في الهواء (٣٠ سم)

(س١ = ١٦ × ١٠^-٩ كولوم) و (س٢ = ٤ × ١٠^-٩ كولوم).

أ حدد موقع نقطة التعادل . اصيغه صرحيه

ب أين يمكن وضع شحنة ثالثة على الخط الواصل بينهما بحيث تصبح محصلة القوى عليها صفرا. صيغه غير صريحه

الإجابة-



ب المطلوب نقطة انعدام المجال

(هـ) نقطة التعادل تقع على الخط الواصل بينهما وأقرب للشحنة الصغرى س٢ وهي تكون (هـ) نقطة تعادل بسبب أنه تكون

ح١ = ح٢ ← $\frac{\text{س}_1}{\text{ف}_1^2} \times 9 \times 10^9 = \frac{\text{س}_2}{\text{ف}_2^2} \times 9 \times 10^9$

$\frac{16 \times 10^{-9}}{(30+\text{س})^2} = \frac{4 \times 10^{-9}}{\text{س}^2}$ ← بأخذ الجذر التربيعي للطرفين

$\frac{4}{30+\text{س}} = \frac{2}{\text{س}}$

٢ س = ٣٠ + س ← س = ٣٠ ← س = ٣٠ سم

(ب) تبعد ٣٠ سم عن س٢ ، و ٦٠ سم عن س١ ، وعند (هـ)

لو وضعت شحنة ثالثة لكانت محصلة القوى عليها صفراً.

مثال ٨

أثبت أن نقطة التعادل لشحنتين متشابهتين نوعاً ومقداراً المسافة بينهما (ف) تكون في منتصف المسافة بينهما .

الإجابة-

نفرض (هـ) نقطة تعادل والمطلوب ..... ف

ح١ = ح٢ ← $\frac{\text{س}_1}{\text{ف}_1^2} \times 9 \times 10^9 = \frac{\text{س}_2}{\text{ف}_2^2} \times 9 \times 10^9$

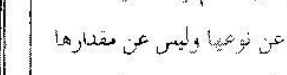
$\frac{1}{\text{س}^2} = \frac{1}{(\text{ف}-\text{س})^2}$ .. بأخذ الجذر التربيعي للطرفين

$\frac{1}{\text{س}} = \frac{1}{\text{ف}-\text{س}}$ ← ف - س = س ← ٢ س = ف ← س = $\frac{\text{ف}}{2}$ وهو المطلوب

مثال ٩

شحنتان نقطيتان مختلفتان نوعاً إحداهما ٩ أمثال الأخرى والمسافة بينهما ٦ سم، حدد موضع نقطة انعدام المجال.

الإجابة-



نفرض المجال عند النقطة (هـ) تبعد (س) عن س١ وتبعد (٦ + س) عن س٢

الواقعة على امتداد الخط الواصل بينهما وعلى ..... تقع على امتداد الخط الواصل

ح١ = ح٢ ← $\frac{\text{س}_1}{\text{ف}_1^2} \times 9 \times 10^9 = \frac{\text{س}_2}{\text{ف}_2^2} \times 9 \times 10^9$

← $\frac{9}{(6+\text{س})^2} = \frac{1}{\text{س}^2}$ .. بأخذ الجذر التربيعي للطرفين

$\frac{3}{6+\text{س}} = \frac{1}{\text{س}}$ ← ٣ س = ٦ + س ← ٢ س = ٦ ← س = ٣ سم

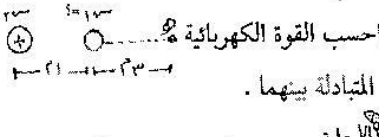
(هـ) نقطة انعدام المجال وتبعد ٣ سم عن س١ و ٩ سم عن س٢

مثال ١٠

بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل. إذا علمت أن النقطة (هـ) نقطة تعادل، أجب عما يلي :

١. ما نوع ومقدار (س١).

٢. احسب القوة الكهربائية المتبادلة بينهما .



الإجابة-

١. بما أن (هـ) نقطة تعادل فإن ح١ = ح٢ وبالتالي

$\frac{\text{س}_1}{9} \times 9 \times 10^9 = \frac{\text{س}_2}{16} \times 9 \times 10^9$ ← $\frac{\text{س}_1}{9} = \frac{16 \times 10^{-9}}{16}$

← س١ = ٩ × ١٠^-٩ كولوم وهي سالبة لأن نقطة التعادل تقع خارجهما

٢. ق = ٩ × ١٠^٩ × $\frac{|\text{س}_1| \times |\text{س}_2|}{\text{ف}^2}$ = ٩ × ١٠^٩ × $\frac{(9 \times 10^{-9}) \times (16 \times 10^{-9})}{1}$

= ١٢٩٦ × ١٠^-٣ نيوتن تجاذب

حركة شحنة في مجال منتظم

مثال (١) بدأ الكترون حركته من السكون من الصفيحة السالبة إلى الصفيحة الموجبة في مجال كهربائي منتظم مقداره ٢٢٧٥ نيوتن/كولوم، حيث وصل الصفيحة الموجبة.

اذا علمت أن البعد بين الصفيحتين ٢ سم. احسب:

سرعة الالكترون لحظة اصطدامه بالصفيحة الموجبة.

الاجابة-

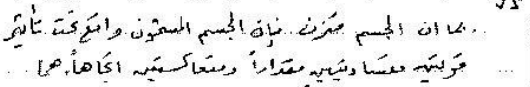
awaeel.net

اتزان شحنة في مجال منتظم

مثال (٢) اتزن جسيم شحنته ٣ نانو كولوم عند وضعه في مجال كهربائي مقداره ١×١٠^{٦} نيوتن / كولوم، كما هو بين في الشكل، أوجد

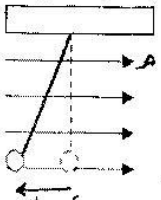
" كتلته الجسيم المشحون "

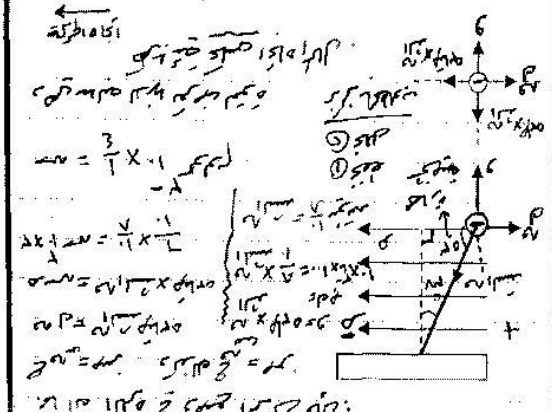
الاجابة-



(HW)

Drill علقت كرة مشحونة كتلتها ١٠٠ غرام، في مجال كهربائي منتظم مقداره ١٠٢٣×١٠^{٣} نيوتن / كولوم فانحرفت عن الوضع الرأسي بزاوية 37 كما في الشكل، احسب مقدار ونوع شحنة الكرة.





لاحظ أن ...! سرعة الإلكترون ازدادت على نحو كبير داخل المجال الكهربائي المنتظم لذا يستخدم مثل هذا المجال في المسارعات الذرية لتسريع الجسيمات الصغيرة مثل الإلكترون والبروتون

تطبيقات & استخدامات
المجال الكهربائي المنتظم

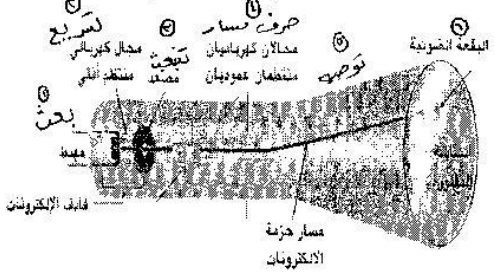
للمجال الكهربائي تطبيقات عدة منها استخدامه في :

١ أنبوبة أشعة المهبط ...

والتي تستخدم في الحياة العملية في كل من :

١ شاشات العرض التلفازي ٢ شاشات الحاسوب ٣ جهاز راسم الذبذبات

سؤال يمثل الشكل التالي رسم تخطيطي لجهاز لأنبوبة أشعة المهبط. تمعن الشكل ثم أجب عما يلي :



الشكل (١-١١) رسم تخطيطي لأنبوب أشعة المهبط

أ - اشرح آلية عمل هذه الأنبوبة.

ب - اذكر استخدام واحد في الحياة العملية لهذه الأنبوبة ؟

الإجابة -

أ - ١- يتم في الأنبوبة بعث الكترونات من فتيل ملتهب (مهبط)
ثم تسريعها في مجال كهربائي منتظم أفقي نحو مصعد
مثقوب وذلك داخل جهاز يدعى قاذف الالكترونات .

٢- أن تبعث الالكترونات من خلال ثقب صغير جدا على شكل
حزمة كما الرصاصات المنطلقة من فوهة بندقية.

٣- ويتم بعد ذلك حرف مسار حزمة الالكترونات يمينا ويسارا ثم إلى أعلى وإلى أسفل عبر مجالين كهربائيين منتظمين عموديين على مسار الحزمة

٤- ومن خلال التحكم في هذين المجالين يتم توجيه حزمة الالكترونات نحو الشاشة المطلية فتترك عليها بقعة ضوئية.

ب - تستخدم في الحياة العملية في كل من : (شاشات العرض التلفازي ، أو شاشات الحاسوب ، أو جهاز راسم الذبذبات)

٢ المسارعات النووية...

يستخدم المجال الكهربائي المنتظم في المسارعات النووية لتسريع الجسيمات الصغيرة مثل الإلكترون والبروتون . حيث عند وضع هذه الجسيمات الصغيرة في هذا المجال فإن سرعتها تزداد على نحو كبير .

سؤال ١. علل . يستخدم في المسارعات النووية مجال كهربائي منتظم ؟؟

وذلك لتسريع الجسيمات الصغيرة مثل الالكترون و البروتون. حيث عند وضع هذه الجسيمات الصغيرة في هذا المجال المنتظم فإن سرعتها تزداد على نحو كبير .

سؤال اذكر تطبيقين عمليين للمجال الكهربائي المنتظم ؟ ١ أنبوبة أشعة المهبط ٢ المسارعات النووية

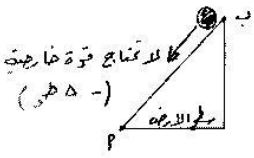
Qwaqel.net

الجهد الكهربائي

مفهوم طاقة الوضع الكهربائية والجهد الكهربائي : (مطالعة ذاتية / مقدمة للحفظ)

• من المعلوم لدينا ان وجود جسم (كتلته ك) في مجال الجاذبية الارضية على ارتفاع (ف) عن سطح الارض يكسبه طاقة وضع جذبية وضع (موضوعة ومحترنة فيه وكامنة تتحول من شكل الى اخر) ناتجة من تاثير قوة الجاذبية (قوة المجال) وان هذا المجال يبذل شغلا على الجسم عند تحريكة من نقطة مرتفعة من سطح الارض الى اخرى منخفضة وبالتالي

ش = −Δط = − (نقصان في طاقة الوضع) ط و (الموضوعة والمحترنة فيه تقل)

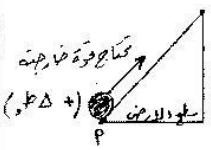


لكن نعلم لنقل الجسم من نقطة منخفضة من سطح الارض الى اخرى مرتفعة بسرعة ثابته (اي دون حدوث تسارع وتغيير في الطاقة الحركية) فاننا نحتاج الى (قوة خارجية) تساوي الوزن مقدارا وتعاكسه في الاتجاه حيث

(ف ـ ق = صفر ← ك ت = صفر لكن ك ≠ صفر اي ان ت = صفر وبالتالي سرعة ثابته)

حيث هنا تنجز القوة الخارجية شغلا يختزن في الكتلة على شكل طاقة وضع وبالتالي

ش = Δط = + (زيادة في طاقة الوضع) ط و (الموضوعة والمحترنة فيه تزداد)



لكن ماذا عن الشحنة الكهربائية (الشحنة : س) في مجال كهربائي ؟

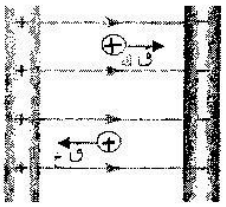
علمنا ان المجال الكهربائي حيز يؤثر على الشحنات الكهربائية الموضوعة فيه بقوة كهربائية (ق = م س) مما يعني ان هذه الشحنات تكتسب طاقة وضع كهربائية بسبب وجودها في المجال الكهربائي وبالتالي لابد ان يبذل هذا المجال شغلا على الشحنات لتحريكها داخلة لكن هذا الامر اكثر تعقيدا من عالم الكتل حيث في عالم الشحنات هناك نوعان وبالتالي :

١ الشحنة موجبة في مجال كهربائي :

تنتقل الشحنة الموجبة لوحدها باتجاه المجال الكهربائي بفعل قوة مجالها الكهربائي اي لا تحتاج قوة خارجية وبالتالي تحدث نقصان في طاقة وضعها (ش = Δط = −)

لكن اذا اردنا نقلها باتجاه معاكس للمجال وبسرعة ثابته فان هذا يتطلب بذل شغل من قبل قوة خارجية على الاقل تساوي قوة المجال الكهربائية حيث يختزن هذا الشغل داخل الشحنة على شكل طاقة وضع تسمى (طاقة الوضع الكهربائية واحيانا الكهروستاتيكية)

وبالتالي تحدث زيادة في طاقة وضعها (ش = Δط = +)

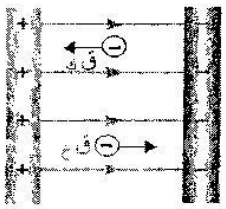


٢ الشحنة سالبة في مجال كهربائي :

تنتقل الشحنة السالبة لوحدها بعكس اتجاه المجال الكهربائي بفعل قوة مجالها الكهربائي اي لا تحتاج قوة خارجية وبالتالي تحدث نقصان في طاقة وضعها

(ش = Δط = −)

لكن اذا اردنا نقلها باتجاه المجال وبسرعة ثابته فان هذا يتطلب بذل شغل من قبل قوة خارجية على الاقل تساوي قوة المجال الكهربائية حيث يختزن هذا الشغل داخل الشحنة على شكل طاقة كهربائية وبالتالي تحدث زيادة في طاقة وضعها (ش = Δط = +)

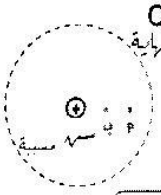


القسم الأول : الجهد الكهربائي في المجال غير المنتظم .. شحنة نقطية ثم موصل كروي

أولاً الجهد الكهربائي في مجال شحنة نقطية (موجبة او سالبة) مسببة للمجال

المرحلة الاولى (استضافة شحنة من المالانهاية ونقلها الى نقطة في المجال)

في الشكل وعند نقل وحدة الشحنات الموجبة اصطلاحا (سم) من المالانهاية و وضعها عند النقطة (أ) داخل المجال الكهربائي فاننا نبذل شغلاً (جهداً) بفعل قوة خارجية على هذه الشحنة الموضوعة (سم) ويسمى هذا الشغل بالجهد الكهربائي عند تلك النقطة اي ان :



$$جـ_{(نقطة)} = \frac{ش}{سم}$$

يقاس الجهد الكهربائي بوحدة [جول / كولوم] والتي تسمى (**فولت**) نسبة للعالم كونت فولتا مخترع البطارية (مصدر لقل الشحنات)

ومن هذه العلاقة يمكن تعريف الجهد الكهربائي عند نقطة : هو

يعرف بأنه [الشغل المبذول من قبل قوة خارجية لنقل وحدة الشحنات الموجبة من المالانهاية الى تلك النقطة بسرعة ثابته]

واذا كان المجال غير منتظم وناشيء عن شحنة نقطية فانه يمكن استخدام علم التكامل (علم الرياضيات : المستوى الرابع للتوجيهي) للتوصل ان الجهد الكهربائي عند نقطة (أ) والناجم عن الشحنة المسببة في الهواء يعطى بالعلاقة :

$$جـ_{(نقطة)} = \frac{س}{ن} \times 9 \times 10^{9}$$

Awa2el.net
حوض الأوائل

مثال معتمداً على البيانات الموضحة على الشكل احسب قيمة الجهد الكهربائي عند النقاط (أ ، ب) وفسر المعنى الفيزيائي لهذه القيم وقارن بين هذه القيم ؟

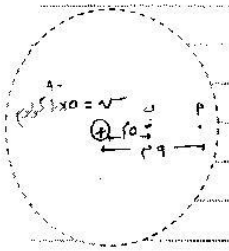
الاجابة -

$$جـ_{أ} = \frac{س}{ن} \times 9 \times 10^{9} = \frac{5 \times 10^{-9}}{9} \times 9 \times 10^{9} = 5 \text{ فولت}$$ اي أن

(يلزم شغل مقداره (5 جول) بفعل قوة خارجية لنقل وحدة الشحنات الموجبة من المالانهاية الى النقطة أ بسرعة ثابتة)

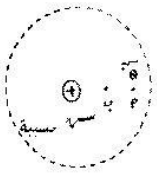
$$جـ_{ب} = \frac{س}{ن} \times 9 \times 10^{9} = \frac{10 \times 5}{9} \times 9 \times 10^{9} = 9 \text{ فولت}$$ اي أن

(يلزم شغل مقداره (9 جول) بفعل قوة خارجية لنقل وحدة الشحنات الموجبة من المالانهاية الى النقطة ب بسرعة ثابتة) وبالتالي جـ ب > جـ أ



المرحلة الثانية : (نقل شحنة بين نقطتين في المجال) حدوث تغير في ط و (الكهربائية)

في الشكل وعند تحريك وحدة الشحنات الموجبة (+م) من النقطة (أ) الى النقطة (ب) بسرعة ثابتة فاننا نحتاج بذل شغل عليها بفعل قوة خارجية مساوية لمقدار القوة الكهربائية على الاقل للتغلب على قوة التنافر حيث حسب مبدأ حفظ الشغل والطاقة (ش = Δط و) فان هذا الشغل المبذول عليها لايضيع بل يختزن في الشحنة على شكل طاقة وضع كهربائية يعبر عنها على النحو التالي



$$\Delta جهب = \frac{ش}{م} \longleftarrow \left[ش = م \Delta جهب \right]$$

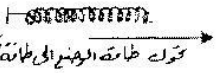
$$\Delta ط و = م \Delta جهب \longleftarrow \Delta جهب = \frac{\Delta ط و}{م}$$

ومن هذه العلاقة يمكن تعريف Δجـ (بين نقطتين)

فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين . (جـ) : كمية عددية

- يعرف بأنه [التغير في طاقة الوضع الكهربائية (Δط و) لكل وحدة شحنة موجبة (م) تتنقل بين النقطتين]
- أو : الشغل المبذول م قبل قوة خارجية لنقل وحدة الشحنات الموجبة بين النقطتين بسرعة ثابتة

وعند ترك الشحنة في الموضع (ب) فانها ستتحرك وتتسارع وحدها بفعل قوة التنافر الكهربائية دون بذل شغل عليها من قبل قوة خارجية وذلك بسبب ؟؟ تحول طاقة الوضع المختزنة داخلها على شكل طاقة حركية تماما مثل فكرة النابض (الزنبرك) في الشكل المجاور.



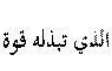
من العلاقة : $جـ_{(نقطة)} = \frac{ش_{\infty \leftarrow نقطة}}{م}$ يمكن حساب طاقة الوضع الكهربائية عند نقطة في المجال حيث :

$$جـ_{(نقطة)} = \frac{ش_{\infty \leftarrow نقطة}}{م} \longleftarrow جـ_{(نقطة)} = \frac{\Delta ط و_{\infty \leftarrow نقطة}}{م} \longleftarrow جـ_{(نقطة)} = \frac{ط و_{نقطة} - ط و_{\infty}}{م}$$

$$ط و_{(نقطة)} = م \times جـ_{(نقطة)}$$

(مهم لحل المسائل)

* وبما ان المجال لايؤثر في شحنة بالمالانهاية وبالتالي الجهد في المالانهاية صفرا فهذا يعني ط و (في المالا نهاية) = صفرا



من العلاقة : $\Delta جـ_{ب أ} = \frac{ش}{م}$ يمكن حساب الشغل الذي تبذله قوة المجال او الذي تبذله القوة الخارجية لنقل شحنة بين اي نقطتين وبالتالي حساب (Δ ط و الحادث في الشحنة). حيث :

$$ش = م \left[جـ_{ب} - جـ_{أ} \right] \quad \text{سالبة}$$

$$ش = \Delta ط و = م \left[جـ_{ب} - جـ_{أ} \right] \quad \text{موجبة}$$

(مهم جداً في حل المسائل)

Δ جـ$_{أب}$: التغير في الجهد = يعكس الترتيب = جـ$_{ب}$ – جـ$_{أ}$

نلاحظ ان كل تغير في الجهد هو فرق في الجهد لكن :

جـ$_{ب أ}$ فرق في الجهد = نلتزم الترتيب = جـ$_{أ}$ – جـ$_{ب}$ وبالتالي Δ جـ$_{ب أ}$ = – جـ$_{أ ب}$

Δجـ: التغير في الجهد = فرق الجهد (جـ نهاية – جـ بداية) (كل تغير فرق)

جـ: فرق في الجهد = (جـ النقطة الاولى – جـ النقطة الثانية) (وليس كل فرق تغير)

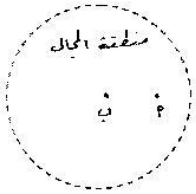
مثال

نقلت وحدة الشحنات الموجبة من اللانهاية ووضعت عند النقطة (أ) التي جهدها (٥) فولت

اولا: احسب مايلي :

١ الشغل المبذول من قبل القوة الخارجية لنقل الشحنة من اللانهاية الى تلك النقطة .

٢ طاقة الوضع الكهربائية للشحنة عند النقطة (أ) ماذا تلاحظ ؟



ثانيا: اذا انتقلت الشحنة الى النقطة (ب) والتي جهدها ٩ فولت احسب مايلي :

١ طاقة الوضع الكهربائية للشحنة عند النقطة (ب).

٢ التغير في طاقة وضع الشحنة عند انتقالها من (أ) الى (ب)

٣ فرق الجهد بين النقطتين (ب ، أ) جـ ب أ وما المعنى الفيزيائي لهذه القيمة؟

٤ الشغل الازم لنقل الشحنة من (أ) الى (ب). ماذا تلاحظ ؟

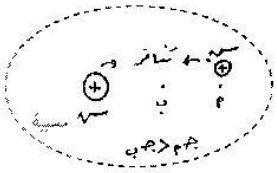
٥ اثبت ان الشغل الازم لنقل شحنة بين نقطتين يساوي التغير في طاقة الوضع الحادث لهذه الشحنة .

anwarel.net

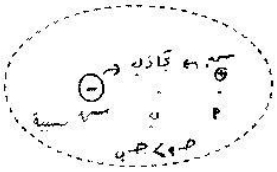
الإجابة:

٣ المرحلة الثالثة (الأخيرة) (الشحنة الكهربائية المسببة للمجال سالبة)

أ في الشكل (س) لا تتحرك وحدة الشحنات الموجبة من (أ) الى (ب) بسبب قوة التنافر بل تحتاج الى قوة خارجية وهذا يعني ان (أ) نقطة جهد منخفض و (ب) نقطة جهد مرتفع لذلك احتجنا الى قوة خارجية لتنقل من الجهد المنخفض الى المرتفع



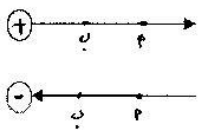
ب في الشكل (ص) تتحرك وحدة الشحنات الموجبة من (أ) الى (ب) بدون قوة خارجية بسبب قوة التجاذب وهذا يعني ان (أ) نقطة جهد مرتفع و (ب) نقطة جهد منخفض لذلك لم تحتاج الى قوة خارجية لكن لا تنتقل لوحدها من (ب) الى (أ) من المنخفض الى المرتفع الا بفعل قوة خارجية للتمكن من التغلب على قوة التجاذب مع الشحنة المسببة السالبة .



استنتاج هام-

الجهد الكهربائي يعتمد على المسافة لكن حسب نوع الشحنة المسببة للمجال حيث :

- كلما ابتعدنا عن الشحنة **الموجبة** قل الجهد وكلما اقتربنا منها زاد الجهد (علاقة عكسية للمسافة)
- كلما ابتعدنا عن الشحنة **السالبة** زاد الجهد وكلما اقتربنا منها قل الجهد (علاقة طردية للمسافة)

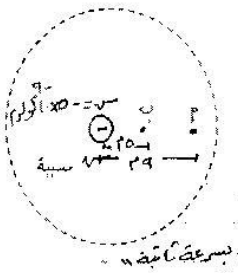


نتيجة وبالتالي كلما تحركنا مع اتجاه خط المجال الكهربائي يقل الجهد الكهربائي

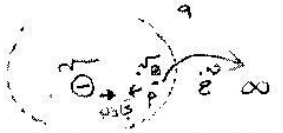
بما ان الشحنة (سالبة أو موجبة) تحدد مقدار جهد النقطة (مرتفع أم منخفض) فالجهد كمية قياسية أي يحددها مقدار ولا يحددها اتجاه لذلك يجب تعويض اشارة الشحنة عند ايجاد قيمة الجهد الكهربائي .

مثال معتمداً على البيانات الموضحة على الشكل احسب قيمة الجهد الكهربائي عند النقاط (أ ، ب) وفسر المعنى الفيزيائي لقيمة المجال عند (أ) ثم قارن بين جهد النقطتين ؟

الإجابة-

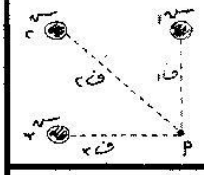


- $جـ_{أ} = ٩ \times \frac{س}{ف_{أ}} = \frac{٩ \times ٩ \times ١٠ \times (-٥ \times ١٠^{-٦})}{٩} = -٥$ فولت اي ان :



- يلزم شغل مقداره (٥ جول) من محرك موجه خارجية لنقل وحدة الشحنات الموجبة من النقطة (أ) التي تقع في مجال سحابة سالبة الى اللانهاية بسرعة ثابتة .
- $جـ_{ب} = ٩ \times \frac{س}{ف_{ب}} = \frac{٩ \times ٩ \times ١٠ \times (-٥ \times ١٠^{-٦})}{٥} = -٩$ فولت وبالتالي $جـ_{ب} < جـ_{أ}$

... ملاحظة هامة ...



- تعطى قيمة الجهد الكهربائي في نقطة مثل (أ) تحيط بها مجموعة من الشحنات (س١ ، س٢ ، س٣ ، ...) بالعلاقة :

$جـ_{أ} = \sum \frac{س}{ف} = جـ_{١} + جـ_{٢} + جـ_{٣} + ...$ المجموع الجبري للجهد دائما .

أمثلة متنوعة على : مفهوم الجهد الكهربائي

مثال (١)

بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل المجاور. احسب

١- جـ ب أ

٢- Δ جـ ب أ

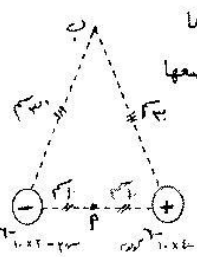
٣- طاقة الوضع الكهروستاتيكية لإلكترون وضع عند النقطة أ.

٤- اذا انتقل الالكترون الى ب احسب طاقة وضعة عند تلك النقطة

٥- التغير في طاقة وضع إلكترون عند نقله من أ إلى ب.

٦- الشغل الذي تبذله قوة المجال على هذه الشحنة عند انتقالها بين النقطتين من أ الى ب

الإجابة-



مثال (٢)

شحنتان كهربائيتان مقدارهما (٤) ميكروكولوم و (-٢) ميكروكولوم المسافة بينهما في الهواء (٢٠) سم.

احسب كل من:

١- الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها (٢) ميكروكولوم من المالانهاية ووضعها عند النقطة (أ).

٢. التغير في طاقة وضع الشحنة (٢) ميكروكولوم من عند انتقلها من أ الى ب

٣. الشغل اللازم لنقل الشحنة (٢) ميكروكولوم من النقطة ب الى المالانهاية

الإجابة-

مثال ٣ شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء كما في الشكل مقدارهما (٢) و (٤) ميكروكولوم تفصلهما مسافة (٢) م. احسب :

١. طاقة الوضع للشحنة الاولى المكتسبة من مجال الشحنة الثانية

٢. طاقة الوضع للشحنة الثانية المكتسبة من مجال الشحنة الاولى

٣. التغير في طاقة الوضع الكهربائية في نقل الشحنة ($س_1$) الى النقطة د.

(او الشغل اللازم لنقلها الى د)

الإجابة-

١. $طو_1 = \frac{ك ش_1 ش_2}{ف_{12}}$

$= \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٤ \times ١٠^{-٦} \times ٢ \times ١٠^{-٦}}{٢} = ٣٦ \times ١٠^{-٣}$ جول

٢. $طو_2 = \frac{ك ش_1 ش_2}{ف_{21}}$

$= \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٤ \times ١٠^{-٦} \times ٢ \times ١٠^{-٦}}{٢} = ٣٦ \times ١٠^{-٣}$ جول

لاحظ أن طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في شحنتين مقاومتين متساويتين حيث $(طو_1 = طو_2 = طو = \frac{١}{٢} ك \frac{ش_1 ش_2}{ف})$ تعتمد على (أي منهما)

وصية

٣. في مثل هذه المسائل (المتشابهة) يجب مراعاة ان الشحنة المنتقلة تعتبر ($س_1$) اي لا تحسب تأثيرها على نفسها بعد المنطقة الفلانية تنتقل بعدها لذلك نحسب الجهد المؤثر من الشحنة الاخرى فقط

$\Delta طو = ش_1 (جـ_د - جـ_ا)$

نفرض $س_1$ المنطقة الاولى $م$

$= ش_1 (\frac{ك ش_2}{ف_{2د}} - \frac{ك ش_2}{ف_{2ا}})$

$= ٢ \times ١٠^{-٦} (\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٤ \times ١٠^{-٦}}{٢} - \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٤ \times ١٠^{-٦}}{١})$

$= ٢ \times ١٠^{-٦} \times (١٨ \times ١٠^{٣} - ٣٦ \times ١٠^{٣})$

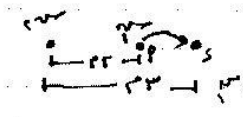
$= ٣٦ \times ١٠^{-٣}$ جول

تذكر ($ش = \Delta ط$) $= ٣٦ \times ١٠^{-٣} - ١٨ \times ١٠^{-٣} = ١٨ \times ١٠^{-٣}$ جول

نفس الفلم

تمرين ٤ شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء مقدارهما (٢) و (-٤) ميكروكولوم تفصلهما مسافة (٢) م. احسب الشغل اللازم لجعل المسافة بينهما ٣م

نفرض اننا (انقلنا $س_2$) وبالتالي :



$ش = ش_2 (جـ_د - جـ_ا)$

$= ش_2 (\frac{ك ش_1}{ف_{1د}} - \frac{ك ش_1}{ف_{1ا}})$

$= ٢ \times ١٠^{-٦} (\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٤ \times ١٠^{-٦}}{٣} - \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٤ \times ١٠^{-٦}}{٢})$

$= ٢ \times ١٠^{-٦} \times (١٢ \times ١٠^{٣} - ١٨ \times ١٠^{٣})$

$= ٢ \times ٦ \times ١٠^{-٣}$

$= ١٢ \times ١٠^{-٣}$ جول

awaal.net

مثال ٥ بالاعتماد على المعلومات المثبتة على الشكل، إذا كان الجهد الكهربائي في النقطة هـ يساوي صفراً. فأجب عما يلي:

احسب مقدار ونوع الشحنة ($س_3$).

الإجابة-

$جـ_هـ = جـ_1 + جـ_2 = صفر$ وبالتالي

$\frac{ك ش_1}{ف_{1هـ}} + \frac{ك ش_2}{ف_{2هـ}} = صفر$ وبالقسمة على $(ك \times ١٠^{٩})$

$\frac{ش_3}{ف_{3هـ}} + \frac{ش_2}{ف_{2هـ}} = صفر$

$\frac{ش_3}{ف_{3د}} + \frac{٤ \times ١٠^{-٦}}{ف_{2د}} = صفر$

$\frac{ش_3}{٣} = -٦ \times ١٠^{-٩}$

$ش_3 = -١٨ \times ١٠^{-٩}$ كولوم وهي سالبة

* نلاحظ هنا : أن المتشابهة مختلفتين نوعاً حيث لا يستخدم الجهد لمتشابهة مقاومتين متساويتين نوعاً، بل يستخدم اذا كانتا مختلفتين نوعاً فقط.

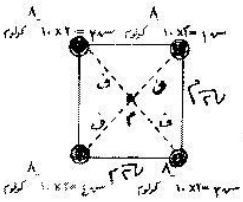
ورقة عمل

إختبر نفسك

تمرين ١

مربع طول ضلعه $2\sqrt{2}$ م وضعت الشحنات [٢، -٢، ٢،٢] × 10^{-8} كولوم على الترتيب على رؤوسه أ ب ج د .

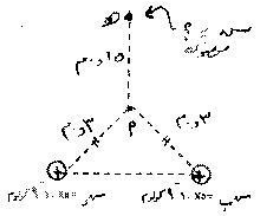
احسب طاقة الوضع الكهربائية لشحنة مقدارها (2×10^{-6}) كولوم عند وضعها في مركز المربّع.



تمرين ٢

بالاعتماد على المعلومات المثبتة على الشكل، احسب مقدار ونوع الشحنة النقطية الواجب وضعها في النقطة (هـ) ليصبح الجهد الكهربائي الكلي في النقطة أ يساوي صفر.

awa2el.net



تمرين ٣

. يبين الشكل المجاور شحنتين نقطيتين البعد بينهما ٢٠سم . اذا علمت ان طاقة الوضع لشحنة ($س_ب$) مقدارها 1×10^{-6} كولوم موضوعة عند النقطة (د) تساوي 18×10^{-2} جول احسب

١.جهد النقطة (د)

٢.مقدارالشحنة الثانية ($س_ب$)

الإجابة:

ثانياً الجهد الكهربائي في مجال (موصل كروي مشحون) المعزول وغير المعزول

١- الجهد المطلق (الذاتي) للموصل الكروي المشحون المعزول عن المؤثرات

هو الجهد الناتج عن الموصل بفعل شحنته (بفعل ذاته) ويعطى بالقانون :

$$جـ_{مطلق} = ٩ \times ١٠ \frac{شـ}{ن}$$

حيث : جـ (مطلق) = جـ (الكرة) = جـ (السطح ، او نقطة على السطح)

الموصل كروي معزول عن تأثير الشحنات الأخرى

تعليق ...! للموصل الكروي المشحون والمعزول ... ثلاث دراسات على النحو التالي :

❶ ف > نق : يعامل الموصل الكروي معاملة الشحنة النقطية عند أي نقطة تقع على خارجه ولهذا يعطى الجهد بالعلاقة : $جـ = ٩ \times ١٠ \frac{شـ}{ف}$ (خارج)

❷ ف = نق : ولهذا عند أي نقطة تقع على سطح الموصل يعطى الجهد بالعلاقة : $جـ = ٩ \times ١٠ \frac{شـ}{نق}$ (سطح)

❸ ف < نق : ولهذا يكون الجهد عند أي نقطة تقع على داخل الموصل يساوي الجهد على سطح الموصل يعطى الجهد بالعلاقة : $جـ = ٩ \times ١٠ \frac{شـ}{نق}$ (داخل)

awa2el.net

مثال

يمثل الشكل موصل كروي مشحون بشحنة كهربائية ومعزول (هـ) نقطة داخله و (أ،ب) نقطتان على سطحه كما في الشكل أجب عما يلي.

١- ما العلاقة بين جـ١ و جـ ب

٢- أثبت أن: جـ هـ = جـ ١

الإجابة-

١. جـ م = جـ ب على اعتبار السطح حيث سطح الموصل يعطي نفس الجهد

٢. لنفرض اننا نقلنا شحنة (ش٠) من اللانهاية الى النقطة (هـ) فانها ستتحرك بسبب التنافر الى السطح وبالتالي $شـ_{ه} = (جـ_{م} - جـ_{هـ}) \times ش_{٠}$ ستتحرك لكنه $(شـ = ق \times جـ_{هـ})$ فانوه بهم الاتجاهات

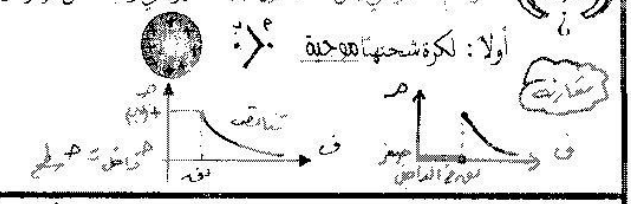
$ق \times جـ_{هـ} = (جـ_{م} - جـ_{هـ}) \times ش_{٠}$

* نذكر سهم داخل الموصل = صفر وكذلك $جـ_{هـ}$ داخل

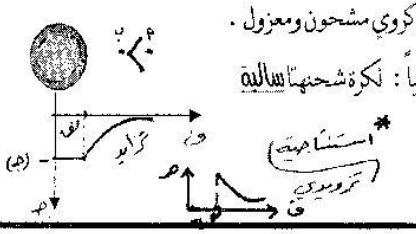
$(جـ_{م} - جـ_{هـ}) \times ش_{٠} = صفر \leftarrow$ صفر $= (جـ_{م} - جـ_{هـ}) \leftarrow جـ_{م} = جـ_{هـ}$ #

سؤال أرسم خطاً بيانياً يمثل العلاقة بين الجهد الكهربائي والبعد عن مركز موصل كروي مشحون ومعزول .

أولاً : لكرة شحنتها موجبة



ثانياً : لكرة شحنتها سالبة



ب الجهد **الحثي** (**التأثيري**) للموصل الكروي غير معزول

- هو الجهد الذي يكتسبه الموصل الكروي بسبب وجوده في مجالات (١) موصلات كروية أخرى أو وجوده بالقرب من (٢) شحنات نقطية

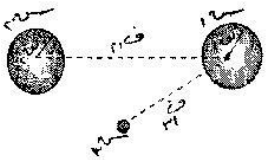
ويعطى الجهد الحثي بالقانون : $جـ_{حثي} = ١٠ \times ٩ \frac{س}{ف}$

awa2el.net

ج الجهد **الكلي** للموصل الكروي غير معزول

- هو مجموع الجهد المطلق (الناشئ عن شحنة الموصل) والجهد الحثي (الناشئ عن وجوده بالقرب من موصلات اخرى أو شحنات نقطية) ويعطى الجهد الكلي بالقانون : $جـ_{كلي} = جـ_{مطلق} + جـ_{حثي}$

سؤال أكتب تعبير رياضي للجهد الكهربائي للكرة الأولى (أو جهد نقطة على سطح الكرة الاولى) ؟ (أو جهد نقطة داخل الكرة)

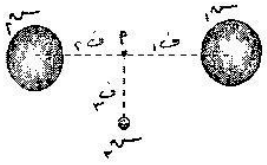


الإجابة-

$جـ_١ (كلي) = جـ_١ (مطلقة) + جـ_٢ (حثي) + جـ_٣ (حثي)$

$= ١٠ \times ٩ \frac{س_١}{ق_١} + ١٠ \times ٩ \frac{س_٢}{ق_٢} + ١٠ \times ٩ \frac{س_٣}{ق_٣}$

سؤال أكتب تعبير رياضي للجهد الكهربائي عند النقطة (أ) ؟



الإجابة-

$جـ_م = جـ_١ + جـ_٢ + جـ_٣$

$= ١٠ \times ٩ \frac{س_١}{ق_١} + ١٠ \times ٩ \frac{س_٢}{ق_٢} + ١٠ \times ٩ \frac{س_٣}{ق_٣}$

سؤال ؟ موصلاً كروياً يحمل شحنة موجبة وجهده سالب . علل ذلك؟

بسبب وجوده بالقرب من موصل اخر يحمل شحنة كهربائية سالبة (أو شحنة نقطية سالبة) فيحدث عليه جهداً حثياً سالباً أكبر من جهده المطلق الموجب فيصبح جهده الكلي سالب .

سؤال ؟ هل يمكن أن نجد موصلاً كروياً يحمل شحنة سالبة وجهده يساوي صفراً ؟

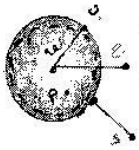
- نعم يمكن ان نجد اذا وجد بالقرب منه موصل اخر يحمل شحنة موجبة (أو شحنة نقطية موجبة) فيحدث عليه جهداً حثياً موجباً مساوياً لجهد المطلق السالب فيلغيه

أمثلة على جهد الموصل الكروي

أفكار المسائل:
1. موصل كروي معزول
2. موصل كروي غير معزول
3. موصل كروي بالحث موصل كروي

مثال (١)

موصل كروي معزول نصف قطره ٣٠ سم، يحمل شحنة مقدارها (-٩) ميكروكولوم: أولاً: احسب الجهد الكهربائي عند النقاط



١- (أ) التي تبعد ١٠ سم عن مركز الموصل.
٢- (ب) التي تبعد ٣٠ سم عن مركز الموصل.
٣- (ج) التي تبعد ٦٠ سم عن مركز الموصل.
٤- (د) التي تبعد ٦٠ سم عن سطح الموصل.

ثانياً: طاقة الوضع لشحنة مقدارها (١) ميكروكولوم وضعت عند (د)

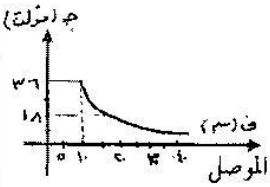
ثالثاً: - الشغل اللازم لنقل الشحنة ١ ميكروكولوم من النقطة د إلى سطح الكرة

awa2el.net

الإجابة-

مثال (٢)

مثلث العلاقة بين الجهد الكهربائي لموصل كروي مشحون والبعد عن مركزه بيانياً، اعتماداً على الرسم أو جد الآتي:



١- نصف قطر الموصل.
٢- شحنة الموصل.
٣- الجهد الكهربائي عند نقطة تبعد مسافة ٥ سم عن مركز الموصل
٤- الشغل المبذول لنقل شحنة(٤ ميكرو كولوم) من النقطة أ والتي تبعد ٤٠سم عن مركز الموصل الى النقطة ب والتي تقع على سطح الموصل

الإجابة-

مثال (٣)

احسب كثافة الشحنة السطحية لموصل كروي نصف قطره ١٠ سم، علماً بأن الجهد الكهربائي ٩ فولت على بعد ٢٠ سم عن مركزه .

مثال (٤)

ما عدد الإلكترونات التي يجب ان يفقدها موصل كروي نصف قطره ٣ سم ليصبح الجهد الكهربائي على سطحه ٣٠٠ فولت.

مثال (٥)

موصل كروي مشحون ومعزول نصف قطره (ق) والكثافة السطحية للشحنة عليه (σ) . أثبت أن الجهد الكهربائي عند نقطة تقع على سطح الموصل (أو داخل الموصل) يعطى بالعلاقة : [جـ = σ ق / ε]

الإجابة-

وصية أبوية :

- عند كتابة $\frac{1}{4\pi\varepsilon}$ تستخدم لحل المسائل 9×10^9
- عند مشاهدة (س) يجب ان نتذكر : $س = \frac{ن}{ن_A}$ ← $(ن = س \times ن_A)$

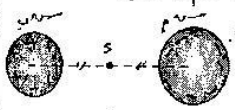
مثال (٦)

(أ، ب) كرتان صغيرتان موصلتان مشحونتان $س_أ = -6\times10^{-9}$ كولوم، $س_ب = 8\times10^{-9}$ كولوم. والبعد بين مركزيهما (٢) م، النقطة (د) تنصف المسافة بين المركزين، إذا علمت أن نق أ = ٣ سم، نق ب = ٢ سم. احسب:

١- الجهد الكهربائي عند النقطة (د).

٢- الجهد الكهربائي للكرة (ب).

٣- مقدار الشحنة على الكرة (أ) بعد وصلها بالأرض.



awa2el.net

الإجابة-

١. $جـ_د = جـ_م + جـ_ب$ (جهد كلي = جهد مطلوب + جهد معلوم)

$= \frac{9\times10^9\times(-6\times10^{-9})}{0.03} + \frac{9\times10^9\times8\times10^{-9}}{0.05}$

$= -1800 + 1440 = -360$ فولت

٢. $جـ_ب$ (كلي) = $جـ_أ$ (مطلوب) + $جـ_م$ (معلوم) (تأثيري / ذاتي)

$= \frac{9\times10^9\times8\times10^{-9}}{0.02} + \frac{9\times10^9\times(-6\times10^{-9})}{0.04}$

$= 3600 - 1350 = 2250$ فولت

٣. **إرشاد**

يعتقد العلماء أن يكون جهد الأرض يساوي صفر وذلك لأبعادها (مرجع رياضي) لمقدار الجهد الكهربائية، حيث إذا اتصل جسم بالأرض تنتقل الشحنات الكهربائية بينهما حتى تتساوى جهدهما على الفور التالي $جـ_{(جسم)} = جـ_{(الأرض)} = صفر$ لذلك أي جسم متصل بالأرض يصبح جهده الكلي صفر!

جـ (كلي) = صفر

$جـ_{(مطلوب)} + جـ_{(معلوم)} = صفر$

$\frac{9\times10^9\times س_م}{0.02} + \frac{9\times10^9\times(-6\times10^{-9})}{0.04} = صفر$

$\frac{س_م}{0.02} + \frac{-6}{0.04} = صفر$

$س_م = 3\times10^{-9}$ كولوم ولكن شحنة سالبة

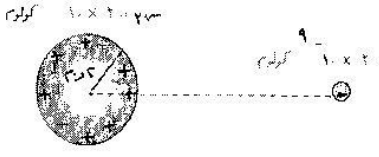
مثال (٧)

وضعت شحنة نقطية (س١ = -٢ × ١٠^-٩ كولوم) عند النقطة أ وعلى بعد ٢ م، من مركز موصل كروي أجوف يحمل شحنة (س٢ = ١٠×٢^-٩ كولوم) كما هو مبين في الشكل. احسب ما يأتي

١- الجهد الكهربائي الكلي للكرة .

٢. الجهد الكهربائي الكلي للشحنة النقطية

٣- الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها (- ١ × ١٠^-٩) كولوم من الما لانهاية إلى سطح الموصل



الإجابة-

١. جـ (كلي) = جـ (مطلعه) + جـ (حتى) — الكرة، الشحنة النقطية

= ٩×١٠^٩ / ٢ + ٩×١٠^٩ / ٤

= ٩×١٠^٩ × ١/٢ + ٩×١٠^٩ × ١/٤

= ٩٠ + (-٩)

= ٨١ فولت

٢. جـ (الكلي) = جـ (مطلعه) + جـ (حتى) — الشحنة النقطية عند المركز = صفر

= صفر + ٩×١٠^٩ / ٤

= صفر + ٩×١٠^٩ × ١/٤

= ٩ فولت

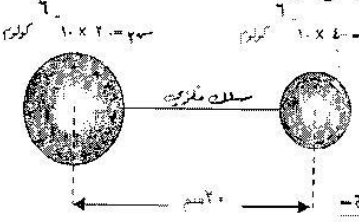
٣. ش ← ∞ = ش ← ∞ (جـ النهائي - جـ البدائي) — لأن جهد كلي (خارجي) = صفر

= -١٠×١^-٩ (صفر - ٨١)

= ٨١ × ١٠^-٩ جول

مثال (٨) (استنتاجي)

كرتان نصف قطر الأولى ٥ سم ، وتحمل شحنة مقدارها -٤ ميكروكولوم، ونصف قطر الثانية ١٠ سم، وتحمل شحنة مقدارها ٢٠ ميكروكولوم تفصلهما مسافة ٢٠ سم وصلت الكرتان معاً بسلك رفيع. احسب **بعد التلامس** الشحنة على كل كرة.



الإجابة-

awa2el .net

عند تلامس الكرات تنتقل الشحنات من الكره ذات الجهد المرتفع الى الكره ذات الجهد المنخفض حتى تتساوى جهدا أصلاً (جـ١ = جـ٢) عندها يتوقف نقل الشحنات وهذا ما يعرف بما يسمى مبدأ تساوي الجهد بعد التلامس لذلك نطبق

أولاً: ك١ = ك٢ ← ك١ + ك٢ = ك١ + ك٢

حفظ الشحنة ← ك١ + ك٢ = -٤×١٠^-٦ + ٢٠×١٠^-٦ = ١٦×١٠^-٦ كولوم معادلة رقم (١)

ثانياً: نستفيد من مبدأ تساوي الجهد بعد التلامس حيث

جـ١ = جـ٢

جـ١ (مطلعه) + جـ١ (حتى) = جـ٢ (مطلعه) + جـ٢ (حتى)

١×٩ ك١ / ٠,٠٥ + ٩×١٠^٩ ك٢ / ٠,١ = ٩×١٠^٩ ك٢ / ٠,١ + ١×٩ ك١ / ٠,١

بالتبسيط على ٨١×١٠^٩ طرفي المعادلة

ك١ / ٠,٠٥ + ك٢ / ٠,١ = ك٢ / ٠,١ + ك١ / ٠,١ — بضرب المعادلة ×٠,٠٥

ك١ + ٠,٥ ك٢ = ٠,٥ ك٢ + ك١

٤ ك١ + ك٢ = ٥ ك٢ + ٢ ك١

٢ ك١ = ٤ ك٢ ← ك١ = ٢ ك٢ معادلة رقم (٢)

بالتعويض في (١) ← ٣ ك٢ = ١٦×١٠^-٦ ← ك١ = ٨×١٠^-٦ كولوم

بالتعويض في (٢) ← ك١ = ٢×٤×١٠^-٦ ← ك١ = ٨×١٠^-٦ كولوم

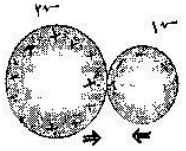
مثال (استنتاجي)

كرتان نصف قطر الأولى (٢) سم وتحمل شحنة (-٥) نانو كولوم، ونصف قطر الثانية (٣) سم وتحمل شحنة (٢٥) نانو كولوم. تلامستا مباشره . باهمال الجهد التأثيري لكل من الكرتين على الأخرى

احسب **بعد التلامس**:

١- كثافة الشحنة السطحية على كل منهما بعد التوصيل

٢- جهد كل كرة بعد التوصيل



الإجابة- نطبق اولاً حفظ الشحنة ثم تساوي الجهد ثانياً

① $ش_1 = ش_2$ ← $ش_1 + ش_2 = ش_1 + ش_2$

← $ش_1 + ش_2 = -٥ \times ١٠^{-٩} + ٢٥ \times ١٠^{-٩} = ٢٠ \times ١٠^{-٩}$ كولوم ---- (١)

② $جـ_1 = جـ_2$

$\frac{ش_1}{نق_1} \times ٩ \times ١٠^{٩} = \frac{ش_2}{نق_2} \times ٩ \times ١٠^{٩}$ وبالتبسيط على ٩×١٠^{٩}

$\frac{ش_1}{٢ \times ١٠^{-٢}} = \frac{ش_2}{٣ \times ١٠^{-٢}}$ ← $ش_1 = \frac{٢}{٣} ش_2$ ---- (٢)

بتعويض (٢) في (١) $(\frac{٢}{٣} ش_2) + ش_2 = ٢٠ \times ١٠^{-٩}$

← $\frac{٥}{٣} ش_2 = ٢٠ \times ١٠^{-٩}$ ← $ش_2 = ١٢ \times ١٠^{-٩}$ كولوم

وبالتعويض في (٢) $ش_1 = \frac{٢}{٣} \times ١٢ \times ١٠^{-٩} = ٨ \times ١٠^{-٩}$ كولوم

① $س_1 = \frac{ش_1}{\pi ٤ (نق_1)^2} = \frac{٨ \times ١٠^{-٩}}{\pi ٤ (٢ \times ١٠^{-٢})^2} = \frac{١}{\pi ٢} \times ١٠^{٥}$ كولوم/م٢

$س_2 = \frac{ش_2}{\pi ٤ (نق_2)^2} = \frac{١٢ \times ١٠^{-٩}}{\pi ٤ (٣ \times ١٠^{-٢})^2} = \frac{١}{\pi ٣ ٢} \times ١٠^{٥}$ كولوم/م٢

② $جـ_1 = \frac{ش_1}{نق_1} \times ٩ \times ١٠^{٩} = \frac{٨ \times ١٠^{-٩}}{٢ \times ١٠^{-٢}} \times ٩ \times ١٠^{٩} = ٣٦ \times ١٠^{٢}$ فولت

$جـ_2 = \frac{ش_2}{نق_2} \times ٩ \times ١٠^{٩} = \frac{١٢ \times ١٠^{-٩}}{٣ \times ١٠^{-٢}} \times ٩ \times ١٠^{٩} = ٣٦ \times ١٠^{٢}$ فولت

لاحظ أن $جـ_1 = جـ_2$ دوما التلامس (تساوي الجهد)

للذكاء اعد حل السؤال بدلا من التلامس المباشر اذا وصلنا معاً بسلك رفيع وطويل جدا.

تعليق ⊛ اذا تلامس موصلين من الداخل مباشرة او بسلك، فانا يجب ملاحظة أن شحنة الموصل الداخلي بعد التلامس ستنتقل الى سطح الموصل الخارجي.

وانا للموصل الداخلي يكون { س = صفر (داخلي)، ش = صفر، جـ = صفر }

(4.11)

تمرين (استنتاجي / تركيبي) **مش غلط**

موصلان كرويان متحدان في المركز حيث :

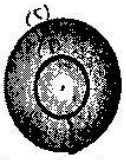
نق١ = ٤ سم و نق٢ = ٥ سم

(ش١ = ٢٠ × ١٠ $^{-٩}$ كولوم) و (ش٢ = -١٠ × ١٠ $^{-٩}$ كولوم)

اذا وصلت الكرتان بسلك رفيع احسب :

١_ جهد الموصل الاول قبل التلامس .

٢_ جهد الاول بعد التلامس .



موضح الأوائل

الإجابة-

$جـ_1$ (كلي) = $جـ_1$ (قبل التلامس) + $جـ_2$ (حتى)

$= \frac{ش_1}{نق_1} \times ٩ \times ١٠^{٩} + \frac{ش_2}{نق_2} \times ٩ \times ١٠^{٩}$

المسافة عن المركز

$= \frac{٢٠ \times ١٠^{-٩}}{٤ \times ١٠^{-٢}} \times ٩ \times ١٠^{٩} + \frac{-١٠ \times ١٠^{-٩}}{٥ \times ١٠^{-٢}} \times ٩ \times ١٠^{٩}$ ← المركز مشترك

$= ٤٥ \times ١٠^{٢} - ١٨ \times ١٠^{٢} = ٢٧ \times ١٠^{٢}$ فولت

نلاحظ

$ش_1 = ش_2$ تذكر $س_1 = س_2$ = صفر

$س_1 + س_2 = س_1 + س_2$ تلامس من الداخل

$٢٠ \times ١٠^{-٩} + (-١٠ \times ١٠^{-٩}) = س_2 + س_2$ = صفر

$س_2 = ١٠ \times ١٠^{-٩}$ كولوم لكنه $جـ_2 \neq$ صفر

← $جـ_1 = جـ_2 = \frac{ش_2}{نق_2} \times ٩ \times ١٠^{٩}$

$= \frac{١٠ \times ١٠^{-٩}}{٥ \times ١٠^{-٢}} \times ٩ \times ١٠^{٩}$

$جـ_1 = ١٨ \times ١٠^{٢}$ فولت وهو فعلياً الجهد الذي يفعل شحنة الموصل (٢).

ورقة عمل

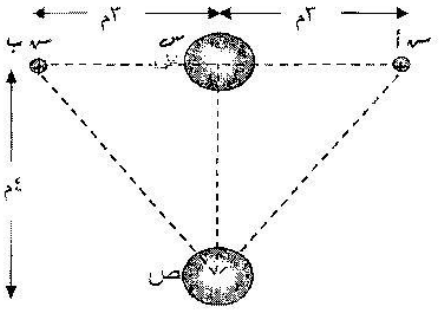
أختبر نفسك

١. تمرين موصل كروي مشحون ومعزول نصف قطره (نق) والكثافة السطحية للشحنة عليه (σ) . أثبت أن الجهد الكهربائي عند نقطة تقع على بعد نق عن مركز الموصل يعطى بالعلاقة : [جـ = $\frac{\sigma \text{ نق}}{\varepsilon_2}$]

٢. Drill

شحنتان نقطيتان متساويتان ومتشابهتان كل منهما (٥×١٠^{-٦}) كولوم. وضعتا عند النقطتين (أ، ب) ، و(س، ص) كرتان غير مشحونتين، نصف قطر كل منهما (١) م موضوعة كما في الشكل، بحيث كانت المسافة الرأسية بين مركزيهما (٤) م. احسب:

شحنة الكرة (س) بإهمال الجهد التأثيري لكل من الكرتين على الأخرى وذلك بعد وصل الكرتين معاً بسلك رفيع.



awa2el . net

القسم الثاني : فرق الجهد الكهربائي في المجال المنتظم ... صفيحتين أو مرسوم جاهز

سؤال : كيف يمكن الحصول على مجال كهربائي منتظم ؟

يمكن الحصول على مجال كهربائي منتظم في الحيز بين لوحين فلزيين متوازيين مشحونين بشحنتين متساويتين إحداهما موجبة والأخرى سالبة

تذكير :

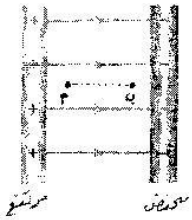
١ اذا وضعت شحنة كهربائية موجبة (+) في مجال كهربائي منتظم كما في الشكل فإنها **تتحرك** على نحو حر إزاحة (ف ب)

(من الجهد العالي (جـ ١) الجهد المنخفض (جـ ٢) مع اتجاه المجال تفعل القوة الكهربائية التي تبذل شغلا عليها . وبالتالي تتسارع .

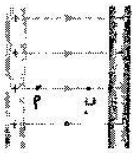
٢ لكن لا تتحرك الشحنة لوحدها من النقطة ... جهد منخفض الى ا جهد مرتفع ، والسؤال لما

... ماهو المطلوب لتحريك شحنة في مجال منتظم بسرعة ثابتة ؟

الإجابة : لا بد من التأثير عليها بقوة خارجية تساوي في المقدار وتعاكس في الاتجاه القوة الكهربائية



فرق الجهد بين نقطتين (بين لوحين) في مجال كهربائي منتظم



يعطى فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين مثل (أ ، ب) تبعدهما مسافة (ف) في مجال كهربائي منتظم (م) بالقانون :

$$جـ_{أب} = ف_{أب} \times م \times جتا\theta$$

حيث : θ الزاوية المحصورة بين المجال (م) واتجاه الازاحة = المسار = (ف)

... ملاحظات هامة ...

اثبات القانون = مطلوب .

$$ش = جـ_{سه}$$

$$ق_{ف} جتا\theta = جـ_{سه}$$

$$م \times ف \times جتا\theta = جـ_{سه}$$

$$جـ_{أب} = ف \times م \times جتا\theta$$

١ **سؤال** : بين ان المجال الكهربائي يقاس بوحدة (فولت / م)

awa2el

من القانون : $جـ = ف \times م \times جتا\theta$ نلاحظ **وجود وحدة قياس ثانية** للمجال الكهربائي على النحو التالي :

فولت = متر (م) ← لذلك يقاس المجال الكهربائي بوحدة (فولت / م)

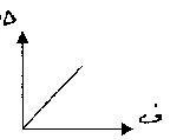
سؤال : ابين ان وحدة قياس المجال الكهربائي (نيوتن / كولوم) تكافئ (فولت / م) ؟

تذكر : ش = ق × ز حيث ز = نيوتن . م

وحدة قياس المجال = $\frac{\text{فولت}}{\text{م}} = \frac{\text{جول}}{\text{كولوم . م}} = \frac{\text{نيوتن . م}}{\text{كولوم . م}} = \text{نيوتن / كولوم}$

٢ يعطى فرق الجهد الكهربائي بين لوحين بالعلاقة ($\Delta جـ = ف \times م$) ... حيث θ : صفر دائماً بين (م) و (ف) جتا (صفر) = ١

٣ عند تمثيل العلاقة بين ($\Delta جـ$) و (ف) نحصل على علاقة خطية ميلها يمثل المجال الكهربائي :



الميل = $\frac{\Delta جـ}{\Delta ف} = م$ (مقدار ثابت: المجال المنتظم)

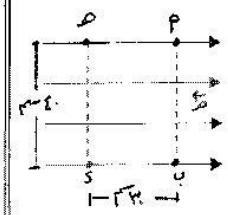
أمثلة متنوعة على: فرق الجهد في مجال منتظم

awa2el.net

مثال (١) يمثل الشكل المجاور مجالاً كهربائياً منتظماً مقداره $(١٠)^{٣}$ فولت / م. اعتماداً على القيم المثبتة عليه احسب:

فرق الجهد بين النقطتين :

١. جـ، هـ ٢. جـ، د ٣. جـ، ب ٤. جـ، ب، هـ



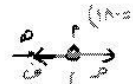
الإجابة-

١. $جـ_{هـ} = ف_{جـ} - ف_{هـ} = ف_{جـ} - ف_{ص}$

$= جـ \times ع \times \text{جتا}(١٨٠)$

$= (-١) \times (٣٠) \times (١٠^{٢})$

$= -٣٠٠$ فولت



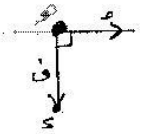
٢. $جـ_{هـ} = ف_{جـ} - ف_{هـ} = ف_{جـ} - ف_{ص}$

$= جـ \times ع \times \text{جتا}(٩٠)$

$= (١٠^{٢}) \times (٣٠) \times (\text{جتا}٩٠)$

$= صفر$ ∴ ف = صفر

$جـ_{هـ} = صفر$ ∴ المجال متساوي في الجهد

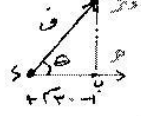


٣. $جـ_{ص} = ف_{ص} - ف_{م} = ف_{ص} - ف_{ب}$

$= جـ \times ع \times \text{جتا}(٠)$

$= (٣٠) \times (\frac{٣٠٠}{ف}) \times (١)$

$= ٣٠٠$ فولت



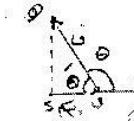
تذكر: $\text{جتا}٠ = ١$

يُلاحظ: يمكن حل السؤال عن طريق المجال المنتظم مثلاً على الشكل التالي

$جـ_{ص} = جـ_{ب} + جـ_{ص}$

$= ف_{ب} \text{جتا}٠ + ف_{ص} \text{جتا}٩٠$ ← $ف_{ص} = صفر$

$= ٣٠٠ + صفر = ٣٠٠$ فولت



٤. $جـ_{ص} = ف_{ص} \text{جتا}٥$

$= ف (٣٠) (\frac{٣٠٠}{ف})$

$= ٣٠٠$ فولت

تذكر: $\text{جتا}٥ = \text{جتا}(-٥) = \text{جتا}٣٥$

أو يمكن الحل بالطريقة ؟

$جـ_{ص} = جـ_{ب} + جـ_{ص}$

$٣٠٠ = ٣٠٠ + صفر$

$\text{جتا}٥ = -\text{جتا}١٧٥$

$\text{جتا}١٧٥ = -\text{جتا}٥$

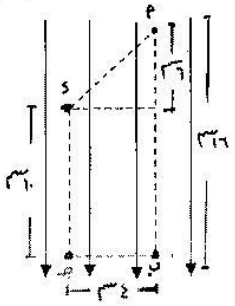
مثال (٢) مجال كهربائي منتظم مقداره ١×١٠^{٥} فولت / م، إذا علمت أن أب = ١٦ سم، ب جـ = ٤سم، جـ د = ١٠سم، احسب الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها (-٢) ميكرو كولوم من:

١- النقطة (أ) إلى (ب).

٢- النقطة (ب) إلى (جـ).

٣- النقطة (جـ) إلى (د).

٤- النقطة (د) إلى (أ).



الإجابة-

١. $ش_{أ \leftarrow ب} = جـ_{ب} \times ش$

$= (ف \text{ جتا}١٨٠) \times (-٢ \times ١٠^{-٦})$

$= (١٠^{٥} \times ١٦ \times ١٠^{-٢} \times ١) (-١) (-٢ \times ١٠^{-٦}) = ٣٢ \times ١٠^{-٣}$ جول

٢. $ش_{ب \leftarrow جـ} = جـ_{جـ} \times ش$

$= (ف \text{ جتا}٩٠) \times (-٢ \times ١٠^{-٦})$

$= صفر$

∵ $جـ_{جـ} = صفر$ لعدم المجهد (مطح متساوي الجهد)

٣. $ش_{جـ \leftarrow د} = جـ_{جـ} \times ش$

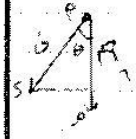
$= (ف \text{ جتا}صفر) \times (-٢ \times ١٠^{-٦})$

$= (١ \times ١٠^{٢} \times ١ \times ١٠^{٥}) \times (-٢ \times ١٠^{-٦}) = -٢ \times ١٠^{-٣}$ جول

٤. $ش_{د \leftarrow أ} = جـ_{د} \times ش$

$= (ف \text{ جتا}٥) \times (-٢ \times ١٠^{-٦})$

$= (١ \times ١٠^{٢} \times ١ \times ١٠^{٥}) \times (-٢ \times ١٠^{-٦}) = -١٩٩ \times ١٠^{-٣}$ جول



مثال (٣) يمثل الشكل المجاور مجالاً كهربائياً منتظماً اعتماداً على القيم المثبتة عليه احسب:

القوة المؤثرة في شحنة مقدارها (٥×١٠^{-٦}) كولوم وضعت بين اللوحين

$جـ = جـ_{ب} - جـ_{أ}$ لكن $جـ = \frac{ف}{ف}$

$= \frac{١٠ - (-١٠)}{٣٢ \times ١٠^{-٢}} = \frac{٢٠}{٣٢ \times ١٠^{-٢}}$

$= ٦٢٥ \times ١٠^{٢}$ نيوتن / كولوم، مع اتجاه المجال من أ إلى ب

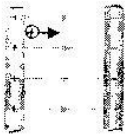
$= ١٠٠٠$ فولت / م

مثال ٤ تحرّك بروتون من السكون من النقطة أ عند اللوح الموجب إلى النقطة (ب) عند اللوح السالب في الحيز بين لوحين موصلين متوازيين مشحونين بشحنتين مختلفتين تفصل بينهما مسافة ٤ سم، إذا كان المجال الكهربائي بين اللوحين ٦٢٥ نيوتن / كولوم. احسب:

١- فرق الجهد بين النقطتين (أ، ب)

٢- التغير في طاقة وضع البروتون عند انتقاله بين اللوحين . من أ الى ب

٣- سرعة البروتون بعد قطعة الإزاحة. ماذا تلاحظ .



awa2el . net

الإجابة-

١. $\Delta هـ = ف \times م$

$= (٤ \times ١٠^{-٢}) (٦٢٥) (١) = ٢٥$ فولت

٢. Δ طهـ $=$ طهـ$_{م}$ $-$ طهـ$_{ب}$ $=$ هـ$_{م}$ $\times$ سـ $\times$ جـ$_{م}$ $-$ هـ$_{ب}$ $\times$ سـ $\times$ جـ$_{ب}$

تذكر أن هـ$_{م}$ $-$ هـ$_{ب}$ $= -٢٥$ فولت

$= -١٫٦ \times ١٠^{-١٩} \times ٢٥$

سـ $=$ ثابت مهم ثوابت الوزارة

$= -١٠ \times ٤^{-١٨}$ جول

عللي • جسيم مشحون بشحنة موجبة تحرك في مجال كهربائي منتظم باتجاه المجال فقلت طاقة وضعه الكهربائية ؟

لان الجسيم انتقل من منطقة الجهد المرتفع الى منطقة الجهد المنخفض

٣. $ع^{٢} = ع_{ص}^{٢} + ٢$ جـ ف لكنه $\Delta ك = \Delta$ طهـ

$ع^{٢} = ٠ + ٢ \times ١٠^{٨} \times ٢٫٥ \times ١٠^{-١٩}$ $ك = \frac{١}{٢} ك ع^{٢}$

$ع^{٢} = ٩٫٧٩٢ \times ١٠^{٦}$ $ك = \frac{١}{٢} \times ١٫٦٧ \times ١٠^{-٢٧} \times ٩٫٧٩٢ \times ١٠^{٦}$

$ع = ٣٫١٢ \times ٦٫٩ \times ١٠^{٣}$ م/ث $ك = ٨٫١٣٩٩ \times ١٠^{-٢١}$ جول

لاحظ ان سرعة البروتون ازدادت حال تحركه داخل المجال المنتظم

طريقة حل ثانية باستخدام قانون حفظ الطاقة $\Delta ك = -\Delta$ طهـ

$ك_{ب} - ك_{أ} = -$ (طهـ$_{ب}$ $-$ طهـ$_{أ}$)

$ك_{ب} + طهـ_{ب} = ك_{أ} + طهـ_{أ}$

تذكر طهـ $= \frac{١}{٢} ك ع^{٢} = ٠$

Δ طهـ $=$ طهـ$_{ب}$ $-$ طهـ$_{أ}$

$\frac{١}{٢} \times ١٫٦٧ \times ١٠^{-٢٧} \times ع^{٢} = ١٠ \times ٤^{-١٨}$

$ع = ٣٫١٢ \times ٦٫٩ \times ١٠^{٣}$ م/ث

ورقة عمل (نفس اليوم)

تمرين ٥ تحرّك جسيم شحنته (٢×١٠^{-٤}) كولوم، وكتلته (٤×١٠^{-١٢}) كغم من السكون من اللوح الموجب الى اللوح السالب في الحيز بين لوحين موصلين متوازيين مشحونين بشحنتين مختلفتين تفصل بينهما مسافة (١×١٠^{-٢}) م. اذا كانت سرعة وصول الجسيم الى اللوح السالب (٤×١٠^{٤}) م/ث فاحسب :

١. فرق الجهد بين اللوحين ٢. القوة المؤثرة في الجسيم اثناء حركته

الإجابة-

١. $\Delta هـ = ف \times م$ لكنه $\Delta ك = \Delta$ طهـ السابق

نطبق $ع^{٢} = ع_{ص}^{٢} + ٢$ جـ ف

$ك ل = م سـ$ $(٤ \times ١٠^{٤})^{٢} = ٠ + ٢$ جـ $\times (١ \times ١٠^{-٢})$

$١٠ \times ٤ \times ٢٠٤٨ \times ١٠^{-٣٠} = م \times ٢ \times ١٠^{-٢}$ جـ $= ١٦ \times ١٠^{٨}$ نيوتن/كولوم

$م = \frac{١٠ \times ٣٢}{٢ \times ١٠^{-٢}}$

$م = ١٦ \times ١٠^{٢}$ فولت/م او نيوتن/كولوم

$\Delta هـ = ف \times م$

$= ١ \times ١٠^{-٢} \times ١٦ \times ١٠^{٢} = ١٦$ فولت

٢. $م = ٨٩ = م سـ$ لكنه $م = \frac{\Delta هـ}{ف}$

$= ٤ \times ١٠^{٢} \times ٢ \times ١٠^{٢}$ $م = \frac{١٦}{٢ \times ١٠^{-٢}}$

$= ٨ \times ١٠^{٤}$ نيوتن (مع اتجاه المجال) $م = ٨ \times ١٠^{٤}$ نيوتن/م

تمرين ٦ ورقة عمل (٤-٧)

يمثل الشكل لوحين فلزيين متوازيين مساحة كل منهما (أ) احدهما مشحون بشحنة موجبة (+ سـ) والاخر مشحون بشحنة سالبة مماثلة (- سـ) تفصلهما مسافة (ف) والمجال بين اللوحين يعطى بالعلاقة الموضحة على الشكل .اثبت ان : $\Delta جـ = \frac{سـ ف}{\varepsilon_{١}}$

$\Delta هـ = ف \times م$

$\Delta هـ = ف \times \frac{سـ}{\varepsilon}$

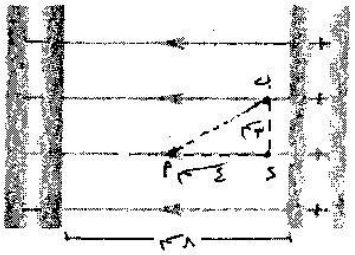
$\Delta هـ = ف \times \frac{سـ}{\varepsilon_{٠} \varepsilon}$ #

ورقة عمل

اختبر نفسك

Drill (١)

في الشكل مجال كهربائي منتظم بين لوحين معدنين متوازيين. إذا لزم شغل مقداره ٢٤٠ ميكروجول لنقل شحنة مقدارها (٢) ميكروكولوم من النقطة (أ) إلى النقطة (ب). احسب:



١- شدة المجال الكهربائي المنتظم.

٢- فرق الجهد بين اللوحين.

٣- القوة المؤثرة على الشحنة عند وضعها عند النقطة ب

٤- جهد النقطة د إذا علمت أن جهد النقطة أ ٦٠ فولت.

تمرين (٢)

ثبت لوحان فلزيان قبالة بعضهما ووصلا الى فرق جهد مقداره (١٠٠) فولت اذا كانت المسافة بين اللوحين ١٠٠سم، فوضع جسيم جسم شحنته ٢ × ١٠ كولوم عند اللوح الموجب، حيث بدأ حركته من السكون وبعد أن قطع ٢٠ سم أصبحت سرعته ٢ × ١٠ م/ث. احسب كتلته.

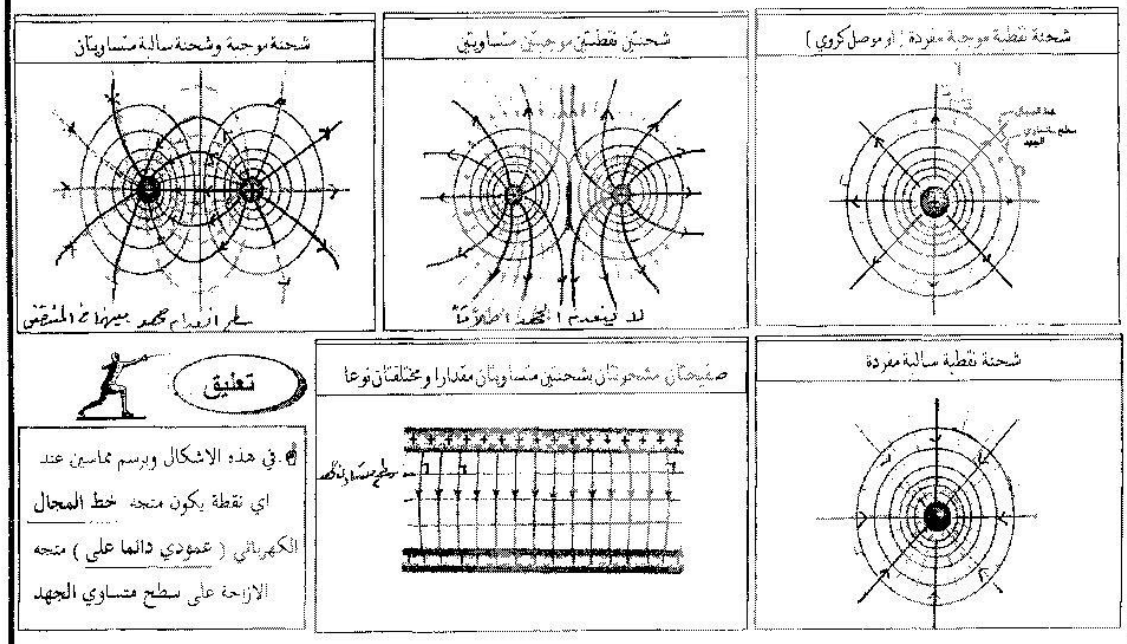
awa2el.net

القسم الثالث : السطوح متساوية الجهد

سؤال ..وضح المقصود بسطح متساوي الجهد وماهي خصائص(قواعد) الرسم لهذه السطوح ؟

- **سطح متساوي الجهد** : هو سطح يكون للجهد عند أي نقطة واقعة عليه قيمة ثابتة(متساوية) . أي أن Δ جـ = صفرا بين أي نقطتين على السطح . [وبالتالي ش= صفراً و Δطـ=صفراً بين أي نقطتين على السطح].
- **خصائص وقواعد الرسم لسطوح متساوية الجهد :**
  ١. سطوح متساوية الجهد لا تتقاطع
  ٢. سطوح متساوية الجهد **متعامدة** دائما مع خطوط المجال الكهربائي

سؤال ..أرسم خطوط المجال الكهربائي وسطوح متساوية الجهد الناتجة من توزيع الشحنات التالية ؟.



تعليق

في هذه الاشكال وبرسم تماسين عند اي نقطة يكون متجه **خط المجال** الكهربائي (**عمودي دائما على**) متجه الازاحة على سطح متساوي الجهد

awa2el.net

استنتاج

(سطوح متساوية الجهد تكون **مماثلة** لتوزيع الشحنة فيها).حيث :

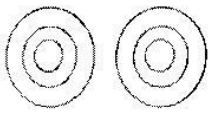
تبدو سطوح متساوية الجهد على شكل **سطوح كروية** تحيط بالموصل الكروي أو الشحنة النقطية ومتحدة في المركز.

تبدو سطوح متساوية الجهد على شكل **سطوح مستوية متوازية** داخل اللوحين المتوازيين

مثال ٥ تمرين صفي

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يلي :

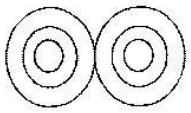
① يمثل الشكل المجاور سطوح متساوية الجهد الناشئة عن :



أ. صفيحة مستوية مشحونة ب. شحنة نقطية

ج. شحنتين نقطيتين متماثلتين د. شحنتين نقطيتين مختلفتين

② يمثل الشكل المجاور سطوح متساوية الجهد الناشئة عن :



أ. صفيحة مستوية مشحونة ب. شحنة نقطية

ج. شحنتين نقطيتين متماثلتين د. شحنتين نقطيتين مختلفتين

استنتاج

أ ❁ سطوح متساوية الجهد : تسهم في فهم توزيع قيم الجهد وتصور توزيع الشحنات نوعا .

حيث اذا انعدم الجهد نتصور أن الشحنات تكون مختلفة نوعا .

واذا لم يتعدم الجهد نتصور ان الشحنات تكون متشابهة نوعا .

تفسيرات ... تعليلات ... هامة جداً

awa2el.net

١. سطوح متساوية الجهد لا تتقاطع . علل ذلك؟

لأنها لو تقاطعت لكان للجهد اكثر من قيمة عند نقطة التقاطع (اي اكثر من سطح متساوي جهد على نفس البعد) وهذا يخالف الواقع حيث عند النقطة الواحدة (نفس البعد) يكون قيمة واحدة للجهد عند تلك النقطة اي يمكن رسم سطح متساوي جهد واحد فقط .

٢. سطوح متساوية الجهد متعامدة مع خطوط المجال كهربائي دائماً . فسر ذلك ؟

بما ان الشغل اللازم لنقل شحنة على سطح متساوي الجهد يساوي صفراً . لذا

ش = صفر ⟸ ق ن جتا θ = صفر (حيث ن جتا θ = عمود) وتكون هذه المعادلة صحيحة فقط عندما (θ = ٩٠ زاوية تعامد) اي عندما يتعامد خط المجال (ق) مع الازاحة (ن) على سطح متساوي الجهد تتحقق هذه المعادلة الرمزية لذلك سطوح متساوية الجهد تعامد دائماً خطوط المجال

٣. لاتحتاج القوة الكهربائية الى بذل شغل لنقل شحنة على سطح (سطح الوصل) متساوي الجهد علل ذلك ؟

لا تتغير طاقة الوضع الكهربائية لشحنة اذا تحركت على سطح متساوي جهد . علل ذلك ؟

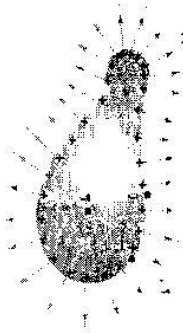
بما ان جميع النقاط على سطح متساوي الجهد (سطح الوصل) لها الجهد نفسه هذا يعني أن فرق الجهد بين اي نقطتين عليه يساوي صفراً وبما أن الشغل (او التغير في طاقة الوضع) يساوي حاصل ضرب الشحنة المنقولة في فرق الجهد بين النقطتين على نفس السطح فإن الشغل اللازم (او التغير في طاقة الوضع) يساوي صفراً

دراسة عامة

موصل ما مشحون

awa2el.net

سؤال



يوضح الشكل المجاور موصل ما (سطح غير منتظم) مشحون تمعن الشكل ثم اجب عما يلي :

١. يعد سطح اي موصل مشحون سطح متساوي جهد ؟كيف تفسر ذلك

٢. يكون اتجاه المجال عموديا على سطح اي موصل مهما كان شكله . علل ذلك؟

٣. صف مقدار واتجاه المجال عند كل من النقاط(هـ و ب) ؟

٤. بين ان الجهد عند اي نقطة داخل الموصل ثابت ويساوي قيمته عند السطح(علل) ؟

الاجابة-

١. لو لم يكن سطح أي موصل مشحون سطح متساوي جهد لتحركت الشحنات على سطح الموصل من الجهد المرتفع الى الجهد المنخفض . ولكن الشحنات ساكنة على سطح الموصل وبالتالي لا يوجد عليه نقطة جهدها مرتفع والاخرى منخفض لذن جهد الجهد على سطح الموصل يساوي صفر . وبالتالي جميع النقاط الواقعة عليه متساوية في الجهد فيكون سطح متساوي جهد.

٢. لو وجد للمجال مركبة افقية أي مماسية عند سطح الموصل لتحركت الشحنات عليه ولكن الشحنات مستقرة وساكنة على السطح الموصل لذلك يجب أن تكون مركبة المجال عمودية على سطح الموصل

٣. جـ هـ = صفر داخل الموصل لينعدم المجال

جـ ب ≠ صفر (لتغير المجال عند السطح بالمقدار $\frac{\sigma}{\varepsilon}$ حيث σ من تطبيقات غاوس (مذكور)

ويكون اتجاه المجال عند اي نقطة على سطح الموصل عمودياً على سطح الموصل

٤. لنفرض اننا نقلنا شحنة من المالانهاية ووضعناها عند النقطة م فإنها ستنتقل الى سطح الموصل حيث

$ش_{صـ م} = (جـ_م - جـ_{صـ}) ش$ مشحونة

$ف_{ف جذاء} = (جـ_م - جـ_{هـ}) ش$

$م_{ك ف جذاء} = (جـ_م - جـ_{هـ}) ك ش$ لكنه جـ داخل الموصل يساوي صفر

$ك_{صفر} = جـ_م - جـ_{هـ}$

$جـ_{هـ} = جـ_م$ وبالتالي جهد اي نقطة داخل الموصل ثابت ويساوي قيمته عند السطح

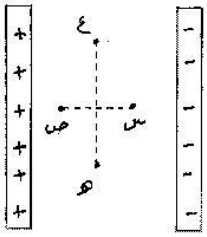
ورقة عمل

اختبر نفسك

تمرين ١

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يلي :

استعمل الشكل المجاور للاجابة عمايلي



① يكون المجال الكهربائي :

أ.اكبر مايمكن عند النقطة س　　ب.اكبر ما يمكن عند النقطة ص

جـ. اكبر ما يمكن عند النقطة ع　　د. متساوي عند جميع النقاط

② يكون الجهد الكهربائي :

أ.اكبر مايمكن عند النقطة س　　ب.اكبر ما يمكن عند النقطة ص

جـ. اكبر ما يمكن عند النقطة ع　　د. متساوي عند جميع النقاط

③ النقطتان اللتان لهما نفس الجهد هما :

أ. (ع ، هـ)　　ب. (ع ،ص)

جـ . (س ،ص)　　د. (س ، هـ)

awa2el.net

④ لا تتغير طاقة الوضع الكهربائية عند لجسيم مشحون عند انتقاله في المجال الكهربائي بين النقطتين :

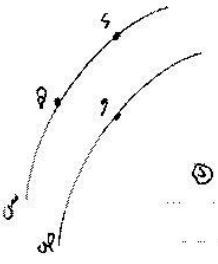
أ. (ع ، هـ)　　ب. (ع ،ص)

جـ . (س ،ص)　　د. (س ، هـ)

تمرين ٢

(س ، ص) سطحان من سطوح متساوية الجهد (د ، ، هـ ، و) نقاط موجودة على السطحين ما في الشكل اذا كان (جـ ، = ٢٥ فولت ، جـ ، = ٣٥ فولت) .

. أحسب الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها (٥ × ١٠ $^{-٦}$ كولوم) من النقطة هـ الى و



الإجابة-

①

	ع	ص	هـ	و
	١	د	جـ	٣

⑤ $\vec{ع} = (\vec{هـ} - \vec{ص}) \times$ ... ∴ ... = ... = ٥ × ١٠ $^{-٦}$ (٣٥ − ٢٥) × ٥ × ١٠ $^{-٦}$

المواسعة الكهربائية

القسم الأول : مفهوم المواسعة الكهربائية (علم السعة) .. موصل كروي

تمهيد

عند شحن موصل كروي معزول بشحنة كهربائية (سـ) فإننا :

١ نرفع من مقدار جهده الكهربائي (جـ) عند السطح حسب العلاقة : $جـ = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{سـ}{نق}$ ومنه $\frac{سـ}{جـ} = \frac{نق}{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}}$

حيث كلما زادت شحنة الموصل زاد جهده بمقدار ثابت [$\frac{سـ}{جـ} = \frac{نق}{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}}$ = مقدار ثابت (س)]

وتسمى النسبة الثابتة بين [$\frac{سـ}{جـ}$] المواسعة الكهربائية (سعة الموصل) ويرمز لها (س) أي ان :

مواسعة الموصل الكروي [س = $\frac{سـ}{جـ}$ = $\frac{نق}{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}}$ = مقدار ثابت] وبالتالي :

مفهوم المواسعة الكهربائية : [س = $\frac{سـ}{جـ}$]

هي النسبة بين شحنة الموصل وجهده وتعد مقياسا لقدرة الموصل على تخزين الشحنات وهي تختلف من موصل الى

٢ عند شحن موصل فإننا نخزن فيه شحنة وبالتالي تختزن فيه طاقة وضع كهربائية وكلما شحن موصل يزداد جهده فتزداد الطاقة التي يختزنها . و تعطى بالعلاقة التالية : [$ط_{كره} = \frac{1}{2} جـ_{كره} سـ_{كره}$]

ملاحظة هامة ...

awa2el.net

● تقاس المواسعة الكلهربائية بوحدة (كولوم / فولت) والتي تسمى [فاراد] نسبة الى العلم فارادي والفاراد كمية كبيرة ، لذلك نستخدم أجزاء من الفاراد في الواقع العملي :

● ملي فاراد ($١٠^{-٣}$) ● ميكروفاراد ($١٠^{-٦}$) ● نانوفاراد($١٠^{-٩}$) ● بيكوفاراد ($١٠^{-١٢}$)

سؤال : وضح المقصود بالفاراد ؟

الفاراد : مواسعة موصل يحتاج الى ١ كولوم لرفع جهده ١ فولت .

سؤال : ماذا نعني بقولنا مواسعة موصل ٥ بيكوفاراد ؟

.....

مثال ١ أثبت أن مواسعة الموصل الكروي المعزول تعطى بالعلاقة : [س = ٤ π ε نق] وعلى ماذا تعتمد مواسعة الموصل الكروي المعزول ؟

الإجابة- $س = \frac{شـ}{جـ} = \frac{شـ}{\frac{1}{4\pi\varepsilon نق}} = \frac{شـ}{شـ} \times 4\pi\varepsilon نق = 4\pi\varepsilon نق$ # وهو المطلوب

١. نلاحظ من الاشتقاق ان المواسعة لا تعتمد على الشحنة . ولكنها تعتمد للموصل الكروي المعزول على
   ١. سماحية الوسط الكهربائي (طردياً)
   ٢. نصف قطر الموصل الكروي (طردياً)

٢. يحكمها من صيغة المعادلة (س = ٤ π ε نق) اشتقاقها وحدة قياس (ε) سماحية الوسط حيث فاراد = ٤ π (م) ⟸ فاراد = ε م ⟸ (ε = فاراد/م) تعتمد

استنتاج

awa2el.net

● خصائص المواسعة الكلفربائية :

١- المواسعة الكهربائية دائما **موجبة** (مقياس تخزين)

٢- المواسعة الكهربائية لا تعتمد على مقدار شحنة الموصل حيث يمكن وصف السعة حتى وان لم يكن الموصل مشحون بل تعتمد على (نق و ε)

مهم جداً ٣- المواسعة الكهربائية دائما **ثابتة** للموصل الواحد .. **شرط أن** :

أ. يبقى شكله ثابت (نق: ثابت)

ب. يبقى معزول عن المؤثرات الخارجية (الجهود الحثية التأثيرية) وبالتالي تعتمد المواسعة على الجهد الكلي عند ثبات مقدار الشحنة بعلاقة عكسية في نظام غير معزول

استنتاجي

مثال ٢ تزداد مواسعة موصل فلزي مشحون عندزيادة درجة حرارته ؟

الإجابة- عند زيادة درجة حرارة الفلزات تمدد وبالتالي عند تمدد الموصل الكروي يزداد نصف قطره وبالتالي تزداد مقدرته على تخزين الشحنات مما يعني زيادة مواسعته .

استنتاجي

مثال ٣ تقل مواسعة موصل مشحون عند تقريبه من موصل ثاني مشحون بشحنة مشابهة لشحنة الاول

الإجابة- لان جهد الموصل الكلي يزداد بسبب الجهد الحثي من الموصل الثاني ومع بقاء شحنة ثابتة هنا سعته حسب العلاقة (س = شـ/جـ) تقل .

✕ لذلك .. يستخدم القانون [س = $\frac{شـ}{١٠^{٩} \times ٩}$ = ٤ π ε نق] فقط للموصل **الكروي المعزول** عن الجهود الحثية

• يستخدم القانون [س = $\frac{شـ}{جـ}$] لأي موصل مشحون (قانون عام) لاي موصل معزول او غير معزول

أ (كرة) • س م = $\frac{نق م}{٩ \times ١٠^{٩}}$ سعة تعتمد	ب (كرة) • س م = $\frac{نق ٢م}{٩ \times ١٠^{٩}}$ لا تعتمد ✕
• س م = $\frac{شـ}{جـ م}$ سعة تعتمد	• س م = $\frac{شـ}{جـ م}$ لكنه جـ م (كلي) = جـ م (ذاتي) + جـ م (حثي)

أمثلة متنوعة على: مفهوم المواسعة - كرة

مثال ١ موصل كروي مشحون ومعزول نصف قطره ٣ سم جهده ٣٠ فولت. احسب:

١- مواسعة الموصل الكروي. ٢- شحنة الموصل الكروي.

٣- طاقة الوضع الكهربائية المختزنة فيه

١. $س = \frac{نق}{ك} = \frac{١٠ \times ٣}{٩ \times ١٠^{٩}} = \frac{١}{٣} \times ١٠^{-١٠}$ فاراد

٢. $س = \frac{ش}{جـ}$

$ش = س \times جـ = \frac{١}{٣} \times ١٠^{-١٠} \times ٣٠ = ١ \times ١٠^{-١٠}$ كولوم

٣. $ط = \frac{١}{٢} جـ ش$

$= \frac{١}{٢} \times ٣٠ \times ١ \times ١٠^{-١٠} = ١٥ \times ١٠^{-١٠}$ جول

مثال ٢ كم يجب اني يكون نصف قطر موصل مواسعته ١ فاراد ؟ ماذا تلاحظ علما ان : نق (الارض) = ٦٣٧٢ × ١٠ ^{٣} م !

$س = \frac{نق}{ك}$ ← $١ = \frac{نق}{٩ \times ١٠^{٩}}$ ← نق = ٩×١٠^{٩}

نلاحظ انه نق صغير جداً و اكبر منه نق (الارض) لذلك الفاراد مكية كبيرة في الواقع و لذلك نتعامل مع اجزاء الفاراد

مثال ٣ ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة :

موصلان كرويان متماثلان شحن الأول بشحنة مقدارها (س) وشحن الثاني بشحنة مقدارها (٢ س)

فإن مواسعة الموصل الكروي الأول تكون مساوية :

أ . مثلي مواسعة الثاني ب . نصف مواسعة الثاني .

جـ . مواسعة الثاني . د. اربعة امثال مواسعة الثاني

تذكر عزيزي المستمع :

ورقة عمل — اختبر نفسك ...

تمرين ١ موصل كروي فرق الجهد بينه وبين الأرض ٣٠ فولت و شحنته ١ × ١٠ $^{-١٠}$ كولوم . إحسب

١- سعة الموصل

٢- نصف قطر الموصل .

٣- طاقة الوضع الكهروستاتيكية المختزنة في الموصل.

تمرين ٢ أثبت أن مواسعة الموصل الكروي المعزول تعتمد طرديا على كل من نصف قطره وسماحية الوسط الكهربائي

تمرين ٣ تعطى مواسعة الموصل الكروي المعزول بالعلاقة : [س = ٤π٤ نق] اجب عما يلي ؟

مادلالة كل من الرمزين (س ، ٤). وما وحدة قياس كل منهما

awa2el.net

القسم الثاني : جهاز المواسة الكهربائي .. (المواسة ذو اللوحين المتوازيين)

المواسة الكهربائي : جهاز يستخدم لتخزين الشحنات الكهربائية (الطاقة) لاستخدامها حين الحاجة اليها . [احدهما بيتر فان & طوره بنيامين]

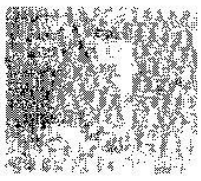
استخدام المواسة الكهربائي : تستخدم المواسعات في معظم الدارات الكهربائية والالكترونية بهدف تخزين الشحنة الكهربائية مدة من الزمن

☜ ومن التطبيقات العملية عليه . استخدامه في دارات الإرسال والاستقبال في الاذاعة والتلفاز

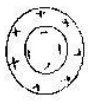
مكونات المواسة الكهربائي : يتكون المواسع من موصلين تفصل بينهما مادة عازلة (مثل الهواء ، البلاستيك ، الورق ، . . . وما الى ذلك)

اشكال المواسة الكهربائي (تجاريا):

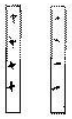
awa2el



١- المواسع الكروي



٢- المواسع الاسطواني



٣- المواسع ذو اللوحين المتوازيين (موضوع دراستنا)

المواسع ذو اللوحين المتوازيين

- يتألف من لوحين متوازيين ، مساحة كل منهما (أ) . احداهما مشحون بشحنة موجبة (+س) والآخر بشحنة سالبة مماثلة (-س) تفصل بينهما مسافة (ف) تعد صغيرة مقارنة بأبعاد الألواح .

☜ يرمز للمواسع ذو اللوحين المتوازيين الثابت المقدار بالرمز —||— والمتغير المقدار بالرمز —|/|—

- تعطى مواسعة المواسع الكهربائي ذو اللوحين المتوازيين بالعلاقة : [$س = \frac{أ\ \varepsilon}{ف}$]
- يعطى فرق الجهد الكهربائي للمواسع الكهربائي ذو اللوحين المتوازيين بالعلاقة : [$\Delta جـ = ف\ م$]
- يعطى مقدار المجال الكهربائي المنتظم للمواسع الكهربائي ذو اللوحين المتوازيين بالعلاقة : [$م = \frac{\Delta جـ}{ف}$] او $م = \frac{جـ_{بطارية}}{ف}$

اثبات محذوف

توضيح

$س = \frac{س_{مواسع}}{ن_{مواسع}} = \frac{س_{مواسع}}{ن_{مقاومين}} = \frac{س}{\frac{ف}{ق}} = \frac{ق \times س}{ف} = \frac{ق أ}{ف}$ الاشتقاق غير مطلوب

يعطى المجال في الحيز بين اللوحين بالعلاقة ($م = \frac{س}{ق}$) لاحظ (من عندهم)

سؤال ما هي العوامل التي تعتمد عليها مواسعة المواسع ذو اللوحين المتوازيين ؟

الإجابة :
١. مساحة كل سطح اللوحين (م)
٢. المسافة الفاصلة بين اللوحين (ف)
٣. سماحية الوسط الكهربائي (ح) ... وذلك حسب العلاقة (س = $\frac{ح م}{ف}$)

ملاحظة هامة..

يمكن صنع مواسع متغير المواسعة من خلال تغيير ابعاده الهندسية وهي الأفضل تغيير المسافة بين اللوحين (ف)
وهنا يجب التمييز بين المواسع المنفصل والمواسع المتصل حسب الجدول الموضح ..

awazel.net

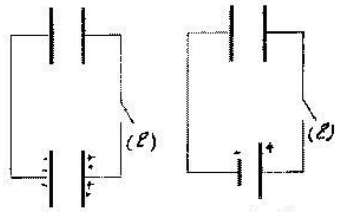
المواسع [المنفصل] عن بطارية	المواسع [المتصل] مع بطارية
وهنا بتغير المسافة (زيادة او نقصان) ❁ تتغير المواسعة (س) ❁ ويثبت مقدار [(س) نظام معزول & (م)] ❁ لكن يتغير مقدار [(Δجـ) وبالتالي الطاقة (ط)]	وهنا بتغير المسافة (زيادة او نقصان) ❁ تتغير المواسعة (س) ❁ يثبت مقدار [(Δ جـ)] ❁ لكن يتغير مقدار كل من [(م)& (سـ) وبالتالي الطاقة (ط)].

طرق شحن المواسع: لشحن مواسع يلزم . .

(١) . وصل لوحي المواسع مع بطارية [مصدر فرق جهد] وفي هذه الحالة يكون دائما [جـ مواسع = جـ مصدر] حيث جـ مصدر يبقى ثابت

او اذا لا يوجد مصدر

(٢) وصل لوحي المواسع مع مواسع اخر مشحون وفي هذه الحالة يكون دائما [جـ سـ = جـ سـ] حيث جهد المواسع الشاحن يقل الى ان يتساوى جهدهما بعد التلامس [جـ بعد = جـ قبل]



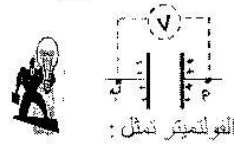
سؤال **كيف يمكن قياس مواسعة مواسع عمليا (مختبر وادوات) ؟**

تقاس مواسعة المواسع [س] عمليا من خلال :

(١) . شحن احد الموصلين بشحنة موجبة (+سـ) والآخر بشحنة سالبة مماثلة (−سـ) وتتم عملية الشحن من خلال وصل المواسع مع مصدر الشحن

(٢) . قياس فرق الجهد [Δجـ = جـ بعد − جـ قبل] بين الموصلين ويتم ذلك باستخدام جهاز الفولتميتر والذي يرمز له

(٣) . تطبيق على القانون [س = $\frac{سـ}{جـ}$]



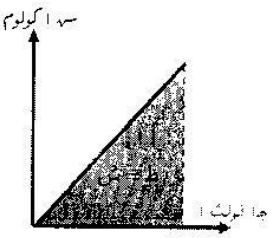
awa2el . net

الطاقة المختزنة في المواسع:

- لشحن مواسع يلزم بذل شغل على الشحنات (من قبل بطارية مثلا) لنقلها وتخزينها في المواسع وهذا يعني ان طاقة وضع كهربائية تختزن في المواسع مقدارها يساوي مقدار الشغل المبذول لشحن المواسع . حيث :

- من العلاقة : س = $\frac{\text{شحنة}}{\text{جهد}}$ ← شحنة = س × جهد = س جـ نجد أن طبيعة التناسب بين شحنة المواسع وجهده (تزداد بعلاقة خطية طردية)

وبالتالي يمكن تمثيل العلاقة بيانيا بين شحنة المواسع وجهده كما في الشكل . ومنها نلاحظ ان :



١) المساحة تحت الخط المستقيم تساوي عدديا :

الشغل اللازم لشحن المواسع (ش) = طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في المواسع (ط)

= $\frac{1}{2}$ القاعدة × الارتفاع = $\frac{1}{2}$ جـ × س = ط و = ش وحدتها الجول

٢) ميل الخط المستقيم يمثل مواسعة المواسع (س) . حيث

الميل = $\frac{\Delta \text{ص}}{\Delta \text{س}}$ = $\frac{\Delta \text{س}}{\Delta \text{جـ}}$ = س (السعة)

مواسير طاقة المواسع

سؤال: اثبت ان طاقة المواسع ذو اللوحين المتوازيين تعطى بالعلاقة ط و = $\frac{1}{2}$ جـ² × س ؟

١. ط = $\frac{1}{2}$ جـ س

٢. ط = $\frac{1}{2}$ جـ² س

٣. ط = $\frac{1}{2}$ $\frac{\text{س}^2}{\text{س}}$

ط = $\frac{1}{2}$ جـ س لكنه س = $\frac{\text{س}}{\text{جـ}}$ ومنها (س = س × جـ)

= $\frac{1}{2}$ جـ (س × جـ)

= $\frac{1}{2}$ جـ² س ≠ وهو المطلوب . لكنه استخدام القانون (ط = $\frac{1}{2}$ جـ² س) عند غياب (س)

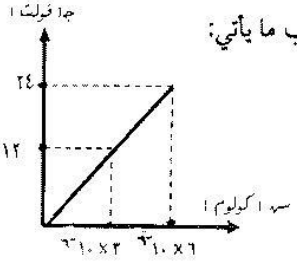
سؤال: اثبت ان طاقة المواسع ذو اللوحين المتوازيين تعطى بالعلاقة ط و = $\frac{1}{2}$ $\frac{\text{س}^2}{\text{س}}$ ؟

ط = $\frac{1}{2}$ جـ س لكنه س = $\frac{\text{س}}{\text{جـ}}$ ومنها جـ = $\frac{\text{س}}{\text{س}}$

= $\frac{1}{2}$ ($\frac{\text{س}}{\text{س}}$) × س

= $\frac{1}{2}$ $\frac{\text{س}^2}{\text{س}}$ ≠ وهو المطلوب . لكنه استخدام القانون (ط = $\frac{1}{2}$ $\frac{\text{س}^2}{\text{س}}$) عند غياب (جـ)

سؤال: وصل مواسع كهربائي ذو لوحين متوازيين البعد بينهما ٢ × ١٠ $^{-٣}$ م بفرق جهد مقداره ٢٤ فولت حتى شحن كلياً، اعتماداً على الرسم البياني المجاور، الذي يمثل العلاقة بين جهد المواسع وشحنته. احسب ما يأتي:



١- مواسعة المواسع الكهربائي. ٢- الطاقة الكهربائية المختزنة في المواسع.

٣- المجال الكهربائي بين لوحي المواسع.

الإجابة-

١. س = $\frac{\text{س}}{\text{جـ}}$ = $\frac{٦ \times ١٠^{-٣}}{٢٤}$ = $\frac{١}{٤}$ × ١٠ $^{-٦}$ فاراد

٢. ط = $\frac{1}{2}$ × س × جـ = $\frac{1}{2}$ × ٢٤ × ٦ × ١٠ $^{-٣}$ = ٧٢ × ١٠ $^{-٦}$ جول

٣. هـ = $\frac{\text{جـ}}{\text{ع}}$ = $\frac{٢٤}{٢ \times ١٠^{-٣}}$ = ١٢ × ١٠ ^{٣} فولت/م

أمثلة متنوعة على : المواسع ذو اللوحين المتوازيين

* اعتبر $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ فاراد/م

مثال ١

مواسع كهربائي ذي لوحين متوازيين يفصل بينهما الهواء والبعد بينهما $8,85 \times 10^{-4}$ م، ومساحة كل من لوحيه 8×10^{-4} م^2، شحن حتى أصبح فرق الجهد بين لوحيه ٥٠ فولت. احسب:

١- المواسعة الكهربائية للمواسع.

٢- الشحنة الكهربائية على أحد اللوحين.

٣- الطاقة الكهربائية المختزنة في المواسع.

٤- الشغل اللازم لشحن المواسع.

٥- شدة المجال الكهربائي بين اللوحين.

٦- كثافة الشحنة السطحية على أحد اللوحين

٧- مواسعة المواسع إذا زادت المسافة بين اللوحين إلى ضعف ما كانت عليه.

الاجابة-

١. $س = \frac{\epsilon_0 أ}{ف} = \frac{(8 \times 10^{-4}) \times (8,85 \times 10^{-12})}{(8,85 \times 10^{-4})} = 8 \times 10^{-12}$ فاراد

٢. $س = \frac{ش}{جـ}$ ومنها

$ش = س \times جـ = (8 \times 10^{-12}) \times (50) = 4 \times 10^{-10}$ كولوم

٣. $ط = \frac{1}{2} جـ ش$

$= \frac{1}{2} (50) (4 \times 10^{-10}) = 1 \times 10^{-8}$ جول

٤. $شغ = ط = \frac{1}{2} جـ ش$

$= \frac{1}{2} (50) (4 \times 10^{-10}) = 1 \times 10^{-8}$ جول

٥. $م = \frac{ف}{ع} = \frac{50}{4 \times 10^{-4}} = 1,96 \times 10^{5}$ فولت/م

٦. $س = \frac{ش}{أ}$ $\leftarrow ش = س \times أ = 4 \times 10^{-12} \times 5 \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-7}$ كولوم/م^2

٧. $س = \frac{ف}{ع}$ $\leftarrow ف = س \times ع = 4 \times 10^{-12} \times 8 \times 10^{-4} = 3,2 \times 10^{-15}$ فولت

$س = \frac{ف}{ع}$ $\leftarrow س = \frac{ف}{ع}$

$س = \frac{ف}{ع}$ $\leftarrow س = \frac{1}{2} (\frac{ف}{ع})$

$\leftarrow شغ = \frac{1}{2} جـ ف^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-12} \times (50)^2 = 5 \times 10^{-9}$ جول

مثال ٢

مواسع كهربائي ذي لوحين متوازيين مواسعته (3×10^{-11}) فاراد وصل لوحاه بفرق جهد مقداره (٢٠) فولت . اذا علمت ان المسافة بين لوحيه ($17,7 \times 10^{-3}$) م والوسط الفاصل بينهما هواء ، احسب :

١- الشحنة على كل من لوحيه .

٢- مساحة أي من لوحيه .

٣- الطاقة المختزنة في المواسع .

٤- اذا اصبح فرق الجهد بين لوحي المواسع ٤٢ فولت (مع بقاء المواسعة ثابته)فكم تصبح الطاقة المختزنة فيه .

الاجابة-

١. $س = \frac{ش}{جـ}$ ومنها

$ش = س \times جـ = (3 \times 10^{-11}) \times (20) = 6 \times 10^{-10}$ كولوم

(الفرق بين $ش_1 = 6 \times 10^{-10}$ كولوم و $ش_2 = -6 \times 10^{-10}$ كولوم)

٢. $س = \frac{ع أ}{ف}$ ومنها

$أ = \frac{س ف}{ع} = \frac{(3 \times 10^{-11}) \times (17,7 \times 10^{-3})}{8,85 \times 10^{-12}} = 6 \times 10^{-2}$ م^2

٣. $ط = \frac{1}{2} جـ ش$

$= \frac{1}{2} (20) (6 \times 10^{-10}) = 6 \times 10^{-9}$ جول

٤. $ط = \frac{1}{2} جـ س$ لكن $س = س \times جـ$

$= \frac{1}{2} (42) (3 \times 10^{-11}) (20)$

$= 1,26 \times 10^{-9}$ جول $= 1,26 \times 10^{-11}$ كولوم