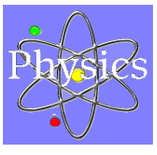
almanahj.com/ae

Physics

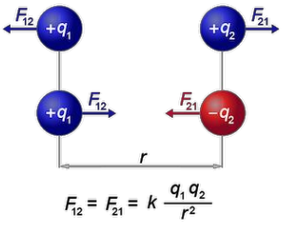
الفيزياء

12



الكهرباء الساكنة

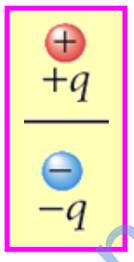
(1)



J.S & A.F

* الشحنة الكهربائية

خاصية فيزيائية للمادة تظهر فقط اذا احدث خلل في التعادل الكهربائي للمادة وهي نوعان موجبة وسالبة .



*** ملاحظات هامة :-**

1- في الوضع الطبيعي جميع المواد ومهما كانت حالتها صلبة او سائلة او غازية تكون متعادلة كهربائيا . فسر .

الاجابة : وذلك لان عدد البروتونات الموجبة داخل النواة يكون مساويا لعدد الالكترونات السالبة التي تدور حول النواة ومقدار شحنة البروتون الموجبة مساو لمقدار شحنة الالكترون السالبة

2- يمكن فصل الإلكترونات وتحريرها من الارتباط مع النواة عن طريق تزويدها بالطاقة .

3- المادة التي تكتسب الكترونات اضافية تظهر عليها الشحنة السالبة والتي تفقد بعض الكتروناتها تظهر عليها الشحنة الموجبة .

4-تختلف المواد فيما بينها من حيث قابليتها الى كسب او فقد الالكترونات تبعا لمدى ارتباط الالكترونات مع النواة .

5- الشحنة مكماة أي أن شحنة أي جسم (q) دائما وابدا تساوي مضاعفات صحيحة للشحنة الاساسية.

$$q = \pm ne \quad \Rightarrow \quad n = \frac{|q|}{e}$$

الشحنة الاساسية ثابتة ولا يمكن تجزئتها وتساوي مقدار شحنة الالكترون . $(e = q_e = 1.6\times10^{-19}\,C)$.

س1) هل يمكن لجسم ان يحمل شحنة سالبة مقدارها 12nC برر اجابتك بما يلزم من حسابات

* انتقال الشحنة الكهربائية

1- المواد الموصلة :- **هي المواد التي تسمح بحركة الشحنة من خلالها وذلك بسبب احتوائها على وفرة من الشحنات الحرة (الكترونات حرة او ايونات) مثل الفلزات والمحاليل الكهربائية وجسم الكائن الحي والارض** والغازات المتأينة بدرجة كبيرة (البلازما)

عند وضع شحنة على **موصل** فإنها تتوزع على سطح **الموصل** بالكامل

2- المواد العازلة :- **وهي المواد التي لا تسمح للشحنات بالحركة من خلالها وذلك لعدم احتوائها على وفرة من الشحنات الحرة مثل المطاط ، البلاستيك ، الزجاج ، الحرير والجو الجاف**

عند وضع شحنة على جزء من مادة عازلة فإنها تبقى في المكان نفسه ولا تنتقل

* أنواع الشَحن

1- الشحن بالدلك (فصل الالكترونات) :- يتم من خلال دلك مادة متعادلة بمادة اخرى متعادلة

* **مثال:** دلك ساق أبونيت بقطعة صوف . (الابونايت يصبح سالباً والصوف موجباً) .

* **ملاحظات :**

1- **تستخدم لشحن الموصلات والعوازل .**

2- **ينتج عنها جسمان لهما نفس مقدار الشحنة لكن مختلفين في نوعها وذلك تطبيقا لمبدأ حفظ الشحنة .**

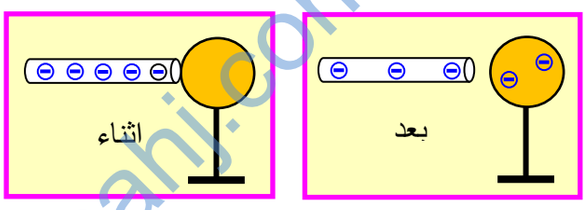
3- **يزداد مقدار الشحنة على كلا الجسمين بزيادة عدد مرات الدلك .**

4- ليس من الضروري حدوث احتكاك بين جسمين لكي يكتسب كل منهما شحنة كهربائية بل يكفي أن يتلامس نوعين مختلفين من العوازل ثم يفصلان عن بعضهما ليكتسبا شحنة كهربائية كما يحدث عندما نقوم بسحب شريط من الورق اللاصق من لفافة الشريط .

عند استخدام هذه الطريقة مع الموصل يجب مسكه بعازل حتى لا تنتقل الشحنات المتكونة عليه إلى الجسم ثم إلى الأرض

almanahj.com/ae

2- الشحن بالتوصيل او التلامس :- حيث يتم ملامسة جسم مشحون بجسم متعادل



*** ملاحظات :**

1- شحنة الجسمين بعد التلامس تكون من نفس النوع .

2- تقل شحنة الجسم المشحون أصلاً (المؤثر) .

3- مجموع شحنتي الجسمين قبل اللمس يساوي مجموع شحنتيهما بعد اللمس (لأن الشحنة محفوظة) .

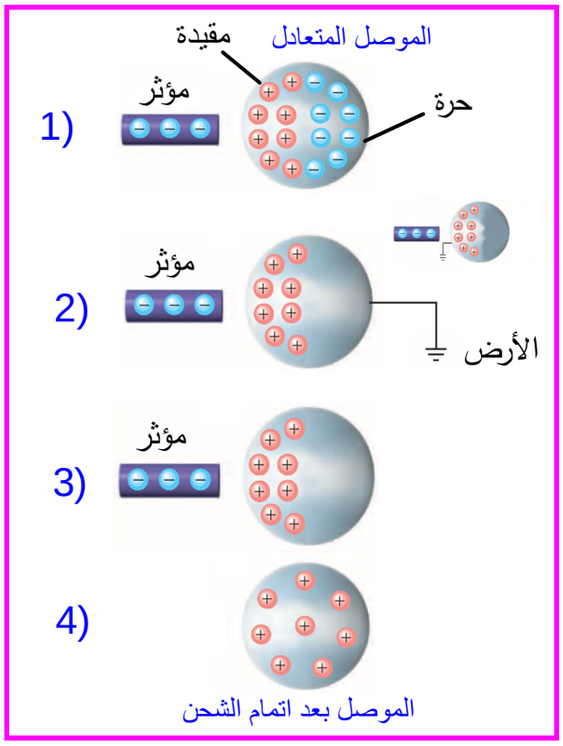
4- تصلح لشحن المواد الموصلة والعازلة إلا أنها أكثر فاعلية مع المواد الموصلة .

5- **عند تلامس موصل كروي مشحون بموصل كروي متعادل فانهما يتقاسمان الشحنة بنسبة انصاف الاقطار .**

6- **اذا تلامس موصلان مشحونان ومعزولان فانه يعاد توزيع الشحنة الكلية عليهما بحيث يكون مجموع الشحنتين قبل التلامس يساوي مجموع الشحنتين بعد التلامس وذلك تطبيقا لمبدأ حفظ الشحنة .**

7- **اذا كان التلامس من الداخل تنعدم شحنة الموصل الداخلي .**

3- الشحن بالحث او التأثير :- عملية شحن **الموصل** بوضعه قرب جسم آخر مشحون **وتتم بالخطوات التالية :**



1) تقريب المُؤثر من الموصل دون ملامسة .

يتكون على طرف الموصل القريب من المؤثر شحنة مقيدة لتجاذبها مع شحنة المؤثر و على الطرف البعيد شحنة حرة .

2) التأريض (وصل الموصل بالأرض أو لمسه باليد بوجود المؤثر للتخلص من الشحنة الحرة) .

3) قطع الاتصال مع الأرض بوجود المؤثر .

4) إبعاد المؤثر .

التوصيل بالأرض وقطع الاتصال بالأرض يجب أن يتم بوجود المؤثر وإلا سيتعادل الموصل ولا يُشحن .

*** ملاحظات :**

1- يصلح لشحن المواد الموصلة فقط

2- لا تنقص شحنة المؤثر

3- الشحنة النهائية الناتجة تكون مخالفة لشحنة المؤثر

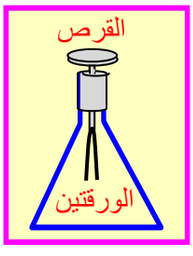
*** نتائج الشحن بالحث أو بالتأثير :-**

1- **مقدار الشحنة على الجسم الأول لا يساوي مقدارها على الجسم الثاني إلا في الإحاطة أو التوازي التام**

2- **نوع الشحنة على الجسم الأول مخالف لنوع الشحنة على الجسم الثاني .**

3- **لا يحدث انتقال للشحنة من الجسم الأول إلى الثاني (لن تختلف شحنة الجسم الشاحن أصلا)**

* الكشاف الكهربائي .



جهاز يستخدم في الكشف عن الحالة الكهربائية للجسم (يحمل شحنة او لايحمل) او للكشف عن نوع شحنة الجسم المشحون .وهو يتكون من قرص او كرة فلزية متصلة بساق فلزي ينتهي بورقتين فلزيتين محاطة باطار زجاجي للتقليل من التأثير السلبي للهواء. لاحظ الشكل :

*** ملاحظات :**

1- اذا كان الكشاف لا يحمل شحنة تكون الورقتين منطبقتين (في الوضع الرأسي)

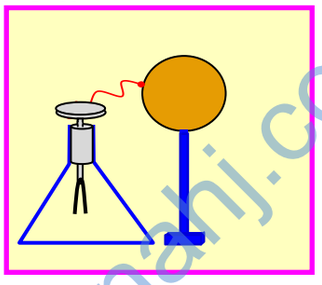
2- اذا كان الكشاف يحمل شحنة تكون الورقتين منفرجتين بزاوية تزداد بزيادة تكدس الشحنة على الكشاف .

almanahj.com/ae

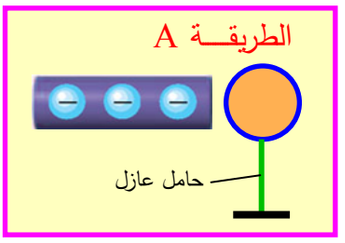
J.S & A.F

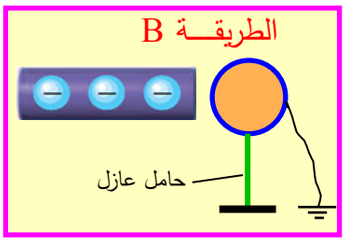
almanahj.com/ae

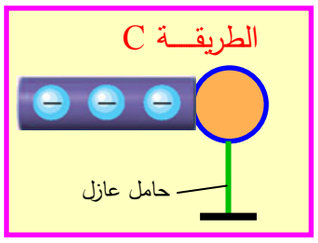
س2) يُبيّن الشكل المجاور موصّل كروي يرتكز على حامل عازل وسطحه متصل بقرص كشاف كهربائي ما التغيّر الذي يطرأ على ورقتي الكشاف عند تقريب جسم مشحون بشحنة موجبة من جهة اليمين للموصل الكروي ؟ برّر إجابتك



س3) استخدمت ساق أبونيت سالبة لشحن كرة فلزية صغيرة بثلاث طرق مختلفة كما في الأشكال التخطيطية الآتية .







1) في أي الطرق الثلاث يتم انتقال الشحنة من ساق الأبونيت إلى الكرة .

2) ارسم مخططاً لتوزيع الشحنات على الكرات في كل طريقة .

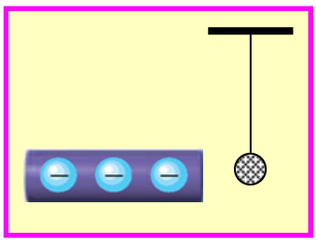
3) في أي من هذه الطرق الثلاث أصبحت الكرة مشحونة بشحنة إضافية وذلك بعد إبعاد الساق عنها .

4) في أي طريقة تشحن الكرة بطريقة الحث .

5) وضح ما حدث للشحنة على الساق بعد إبعادها عن الكرة في كل طريقة من الطرق الثلاث .

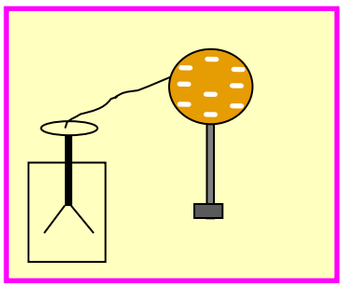
6) في الطريقة B افترض ان الاتصال بالارض قطع اولا ثم ابعد الساق عن الكرة قارن بين نوعي الشحنة على الكرة في الطريقتين B و C .

س4) قرب ساق أبونيت مشحون بشحنة سالبة من كرة نخاع بيلسان متعادلة ومعلقة كما في الشكل فلوحظ انجذاب الكرة نحو الساق ثم ابتعادها عنه , فسر ذلك .



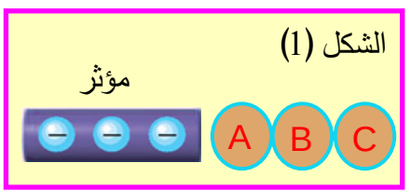
س5) في الشكل موصل كروي مشحون ويرتكز على عازل وسطحه متصل بقرص كشاف كهربائي , فسر الآتي :

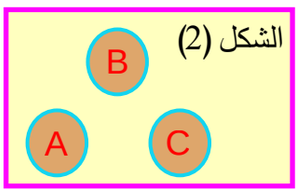
1) عدم تأثر ورقتي الكشاف عند ملامسة سطح الموصل الكروي بجسم معين .



2) يقل انفراج ورقتي الكشاف عند تقريب جسم موصل من الموصل الكروي .

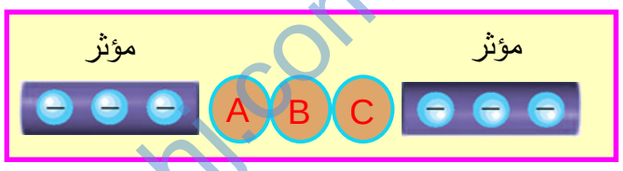
س6) في الشكل (1) الكرات الثلاث موصلة ومتعادلة , إذا أبعدت الكرة (B) بعازل فحدد شحنة كل كرة على الشكل (2).





J.S & A.F

س7) في الشكل الكرات موصلة ومتعادلة , والمؤثران متماثلان تماما إذا أبعدت الكرة (B) بعازل فحدد شحنة كل كرة



س8) جسم شحنته $(-3\times10^{-12}\,C)$, ما عدد الإلكترونات التي يجب أن يفقدها أو يكتسبها الجسم لتصبح شحنته $(+1.8\times10^{-12}\,C)$

هل الجسم يكسب أم يفقد الإلكترونات ؟

س9) كرتان موصلتان ومتماثلتان شحنة الأولى $(-8\times10^{-6}\,C)$ وشحنة الثانية $(+2\times10^{-6}\,C)$ تلامست الكرتان ثم فصلتا

1) ما شحنة كل منهما بعد التلامس ؟

2) احسب عدد الإلكترونات التي انتقلت بين الكرتين .

س10) أيهما يعتبر **دليل قطعي** على أن **جسما ما مشحون** , **تجاذبه مع جسم آخر أم تنافره معه ؟ فسر إجابتك .**

الاجابة : يعتبر تنافر الجسم المشحون مع جسم آخر دليلاً قاطعا على ان الجسم الاخر يحمل شحنة مشابهة .
اما تجاذب الجسم المشحون مع جسم آخر فلا يعتبر دليل على ان الجسم الاخر يحمل شحنة مخالفة فقد يكون متعادل لكن شحناته استقطبت سطحيا فحدث التجاذب .

س11) قُرّب قضيب مشحون إلى مجموعة كرات بلاستيكية صغيرة جدا، فانجذبت بعض الكرات إلى القضيب، إلا أنها لحظة ملامستها للقضيب اندفعت مبتعدة عنه في اتجاهات مختلفة. فسّر ذلك.

الاجابة : تنجذب الكرات المتعادلة إلى القضيب المشحون، وعندما تلامسه تكتسب شحنة مشابهة لشحنته، لذا تتنافر معه.

س12) كيف يمكنك أن تحدّد ما إذا كان جسم ما موصلاً أم لا، باستخدام قضيب مشحون وكشاف كهربائي؟

الاجابة : استخدم عازلاً معروفًا لتمسك إحدى نهايتي الجسم بالقرب من الكشاف الكهربائي. المس النهاية الأخرى للجسم بالقضيب المشحون، إذا انفرجت ورقتا الكشاف الكهربائي يكون الجسم موصلاً.

س13) يحدث البرق عادة عندما تنتقل الشحنات السالبة في الغيوم إلى الأرض. فإذا كان سطح الأرض متعادلا فما الذي يوفر قوة الجذب المسؤولة عن سحب الإلكترونات نحو الأرض؟

الاجابة : الشحنة في الغيمة تتنافر مع الإلكترونات على الأرض في المنطقة المقابلة لها، مما يؤدي إلى فصل الشحنة، فتصبح شحنة المنطقة القريبة من الغيمة موجبة، مما يؤدي إلى ظهور قوة تجاذب.

س14) اذكر بعض التطبيقات العملية للقوى الكهروسكونية .

الاجابة :

1- المداخن الصناعية:-
حيث نستطيع باستخدام هذه القوى تجميع السناج من المداخن فنضمن عدم خروجه للهواء الجوي .

2- المرذاذ الالكتروسكوني (الصبغ الكهربائي) :-
حيث يتم شحن قطرات الطلاء بالحث واستخدامها لطلاء الاجسام التي يتم شحنها بشحنة مخالفة فتتم عملية الطلاء بصورة منتظمة ولا يتطاير الطلاء حول الجسم المستهدف .

3- الطابعات او الات التصوير :-
حيث يتم شحن قطرات الحبر بشحنات مخالفة لشحة الورقة فنضمن بذلك الحصول على صورة طبق الاصل .

almanahj.com/ae

almanahj.com/ae

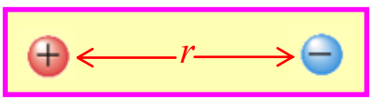
* القوة الكهربائية (F)

هي القوة التي تُؤثر بها الشحنات الكهربائية على بعضها البعض .

* **أنواعها :** 1) تجاذب . (بين الشحنات المختلفة نوعاً)
2) تنافر . (بين الشحنات المتشابه)

* **خصائصها :** 1) مجالية . (تؤثر عن بعد دون تماس)
2) متبادلة . (كل من الشحنتين تؤثر على الأخرى)

* **تحسب من قانون كولوم :** $F = k\dfrac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$



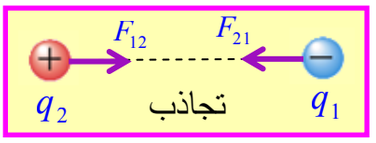
r : البعد بين الشحنتين (بالمتر) k : ثابت كولوم حيث أن $k = 9\times10^9\ N m^2/C^2$

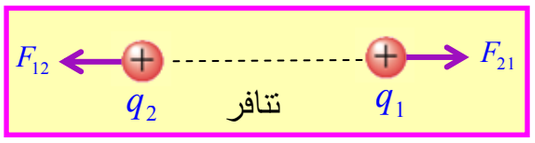
q_1 :مقدار الشحنة الأولى q_2: مقدار الشحنة الثانية .

* **نص قانون كولوم :**

مقدار القوة المتبادلة بين شحنتين نقطيتين يتناسب طردياً مع حاصل ضرب مقداريهما وعكسياً مع مربع البعد بينهما

* **اتجاهها :** ينطبق على الخط الواصل بين الشحنتين أو امتداده كما في الشكل .





* **العوامل التي تعتمد عليها القوة الكهربائية :**

1) مقدار كل من الشحنتين . $(F \propto q_1 q_2)$ [القوة تتناسب طردياًمع حاصل ضرب الشحنتين]

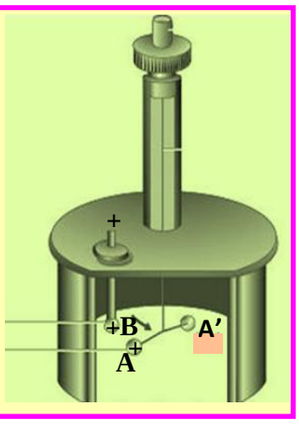
2) البعد بين الشحنتين . $(F \propto \dfrac{1}{r^2})$ [القوة تتناسب عكسياً مع مربع البعد بين الشحنتين]

3) نوع الوسط الفاصل بين الشحنتين .

* **ملاحظات :**

1) قانون كولوم ينطبق على الشحنات النقطية والكروية فقط .

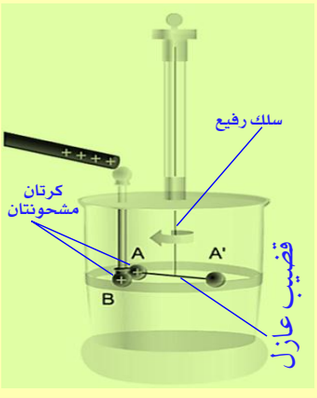
2) $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ [قوة الأولى على الثانية تساوي وتعاكس قوة الثانية على الأولى حسب نيوتن الثالث قانون الفعل ورد الفعل]



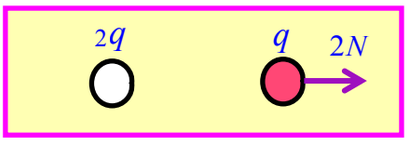
ميزان اللّي (لتحقيق قانون كولوم)

استخدم شارل كولوم هذا الجهاز لقياس القوة بين كرتين، A وB. ولاحظ انحراف الكرة A مع تغيّر المسافة بين A و B. للتحقق من العوامل المؤثرة في القوة الكهربائية من خلال الخطوات التالية :

- تغيير كمية الشحنة على الكرتين و ملاحظة أثرها في زاوية التفاف (ليّ) خيط الميزان التي تتناسب مع مقدار القوة الكهربائية بين شحنتي الكرتين .
و تحقق من أن **القوة الكهربائية تتناسب طرديا مع كمية الشحنتين** $F \alpha\ q_A\ q_B$
- تغيير البعد بين الشحنتين ولاحظ أثره العكسي مع زاوية التفاف خيط الميزان
و تحقق من أن **القوة الكهربائية تتناسب عكسيا مع مربع البعد بين الشحنتين** $F \alpha \frac{1}{r^2}$
$F \alpha \dfrac{q_A q_B}{r^2}$



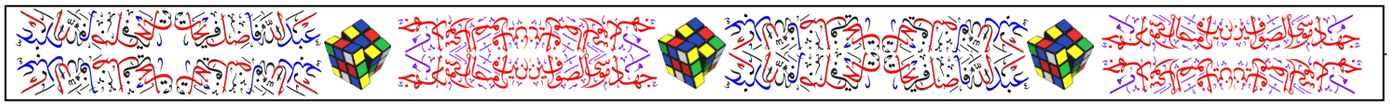
س1) معتمدا على البيانات في الشكل المجاور, أجب عما يلي :



1) ما نوع القوة بين الشحنتين ؟

2) إذا كانت الشحنة اليمنى موجبة ما نوع الشحنة اليسرى؟

3) ما مقدار واتجاه القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة اليسرى ولماذا ؟



J.S & A.F

almanahj.com/ae

س2) اختر الإجابة الصحيحة لكل من العبارات التالية بوضع إشارة (✓) إلى يمينها :

1) إذا تضاعف مقدار إحدى الشحنتين مرتين فإن مقدار القوة الكهربائية بينهما :

☐ يتضاعف مرتين ☐ يتضاعف أربع مرات ☐ يقل للنصف ☐ يقل للربع

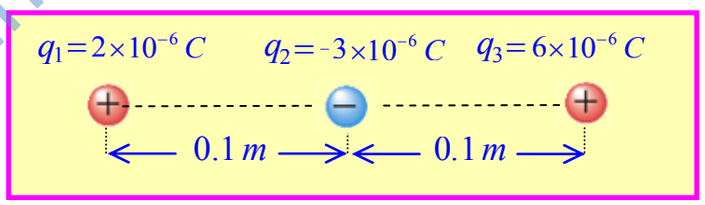
2) إذا تضاعف مقدار كل من الشحنتين بعامل (2) فبأي عامل تتغير القوة الكهربائية :

☐ 4 ☐ $\frac{1}{4}$ ☐ 2 ☐ $\frac{1}{2}$

3) إذا أصبح البعد بين الشحنتين ضعف ما كان علية فإن مقدار القوة الكهربائية بينهما :

☐ يتضاعف مرتين ☐ يتضاعف أربع مرات ☐ يقل للنصف ☐ يقل للربع

س3) وضعت ثلاث شحنات نقطية في الهواء على المحور (x) كما في الشكل

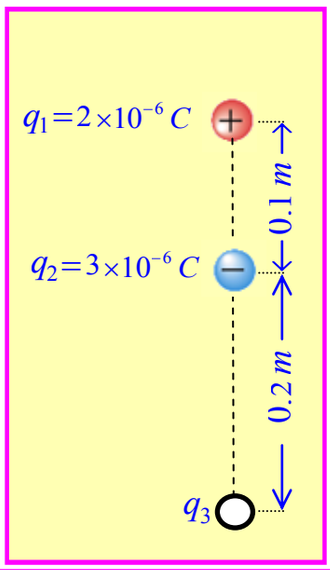


1) احسب القوة الكهربائية التي تؤثر في الشحنة (q_3)

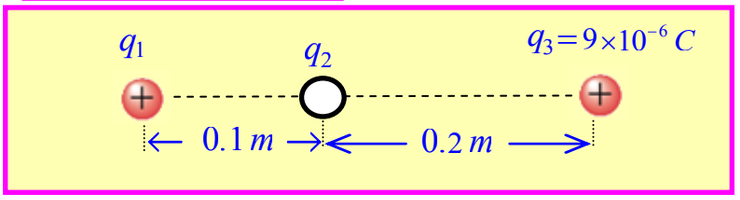
2) ماذا يحدث للقوة المؤثرة في الشحنة (q_3) اذا ابعدت الشحنة (q_1) نهائياً ؟

3) ماذا يحدث للقوة المؤثرة في الشحنة (q_3) اذا ابعدت الشحنة (q_2) نهائياً ؟

س4) وضعت ثلاث شحنات نقطية على المحور (y) كما في الشكل إذا كانت محصلة القوة الكهربائية على الشحنة (q_1) تساوي $(4.2\,N)$ باتجاه $(-y)$,احسب مقدار الشحنة (q_3) وحدد نوعها .

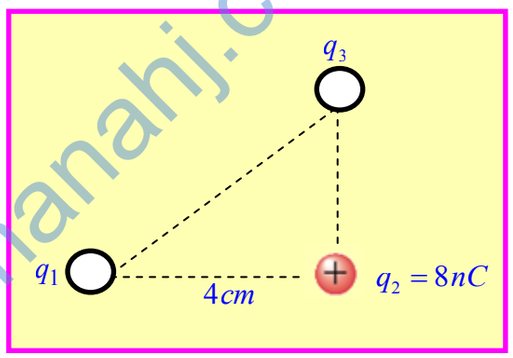


س5) في الشكل المجاور إذا علمت أن الشحنة (q_1) متزنة فاحسب مقدار الشحنة (q_2) وحدد نوعها .

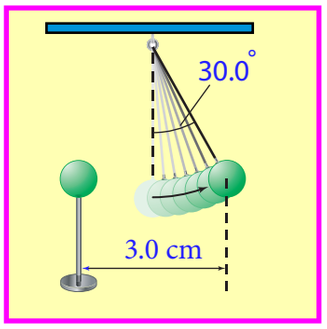


J.S & A.F

س6) وضعت ثلاث شحنات نقطية عند رؤوس مثلث قائم الزاوية كما في الشكل إذا كانت القوة التي تؤثر بها الشحنة (q_2) على الشحنة (q_3) تساوي $(1\times10^{-4}\ N)$ وكانت محصلة القوة على الشحنة (q_2) تساوي $(1.35\times10^{-4}\ N)$ فاحسب مقدار الشحنة (q_1) .



س7) يوضح الشكل كرتي بيلسان، كتلة كل منهما $1.0\,g$، وشحنتاهما متساويتان؛ إحداهما معلقة بخيط عازل، والأخرى قريبة منها ومثبتة على حامل عازل، والبعد بين مركزيهما $3.0\,cm$. إذا اتزنت الكرة المعلقة عندما شكل الخيط العازل الذي يحملها زاوية مقدارها $30.0°$ مع الرأسي فاحسب :

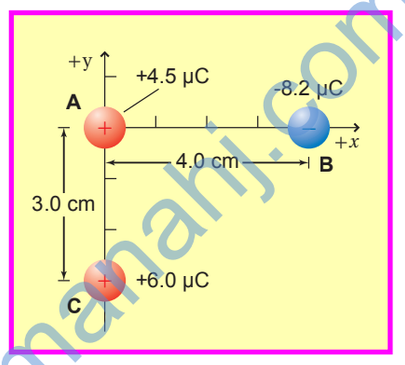


1- القوة الكهربائية المؤثرة في الكرة المعلّقة.

2- الشحنة على كل من الكرتين.

almanahj.com/ae

J.S & A.F



س8) وضعت ثلاث كرات مشحونة، كما هو موضح في **الشكل** . فاحسب :

1- القوة الكهربائية المؤثرة في الكرة A.

2- القوة الكهربائية المؤثرة في الكرة B.

almanahj.com/ae

J.S & A.F

س9) اختر الإجابة الصحيحة لكل من العبارات التالية بوضع إشارة (✓) إلى يمينها :

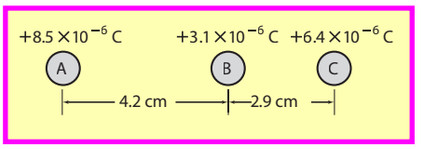
1. ما عدد الإلكترونات المنتقلة من كشاف كهربائي مشحون بشحنة موجبة إذا كان صافي شحنته -7.5×10^{-11} C؟

- ☐ 7.5×10^{-11} إلكترون
- ☐ 2.1×10^{-9} إلكترون
- ☐ 1.2×10^{8} إلكترون
- ☑ 4.7×10^{8} إلكترون

2. إذا كانت القوة المؤثرة في جسيم شحنته 5.0×10^{-9} C نتيجة تأثير جسيم آخر يبعد عنه 4 cm تساوي 8.4×10^{-5} N فما شحنة الجسيم الثاني؟

- ☐ 4.2×10^{-13} C
- ☐ 2.0×10^{-9} C
- ☑ 3.0×10^{-9} C
- ☐ 6.0×10^{-5} C

3. إذا وُضعت ثلاث شحنات A وB وC، على خط واحد،



فما القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة B؟

- ☑ 78 N في اتجاه A
- ☐ 78 N في اتجاه C
- ☐ 130 N في اتجاه A
- ☐ 210 N في اتجاه C

4. ما شحنة كشّاف كهربائي إذا كان عدد الإلكترونات الفائضة عليه 4.8×10^{10} إلكترون؟

- ☐ 3.3×10^{-30} C
- ☑ 7.7×10^{-9} C
- ☐ 4.8×10^{-10} C
- ☐ 4.8×10^{10} C

5. القوة الكهربائية المتبادلة بين جسمين مشحونين تساوي 86 N. إذا حُرّك الجسمان بحيث أصبحا على بُعد يساوي ستة أمثال البعد الذي كانا عليه سابقًا فما القوة الجديدة التي يؤثر بها كل منهما في الآخر؟

- ☑ 2.4 N
- ☐ 86 N
- ☐ 14 N
- ☐ 5.2×10^{2} N

6. جسمان مشحونان بالمقدار نفسه من الشحنة، ويؤثر كل منهما في الآخر بقوة مقدارها 90 N، فإذا استبدلنا بأحدهما جسمًا آخر له الحجم نفسه إلا أن شحنته أكبر من الجسم السابق ثلاث مرات فما القوة الجديدة التي يؤثر بها كل منهما في الآخر؟

- ☐ 10 N
- ☑ 2.7×10^{2} N
- ☐ 30 N
- ☐ 8.1×10^{2} N

7. تسمى عملية شحن جسم متعادل عن طريق ملامسته بجسم مشحون ..... .

- ☑ التوصيل
- ☐ التأريض
- ☐ الحث
- ☐ التفريغ

8. دلك أحمد بالونًا بقطعة صوف، فشُحِن البالون بشحنة سالبة ومقدارها -8.9×10^{-14} C. ما القوة المتبادلة بين البالون وكرة فلزية مشحونة بـ 25 C وتبعد 2 km عنه؟

- ☐ 8.9×10^{-15} N
- ☐ 2.2×10^{-12} N
- ☑ 5.0×10^{-9} N
- ☐ 5.6×10^{4} N

almanahj.com/ae

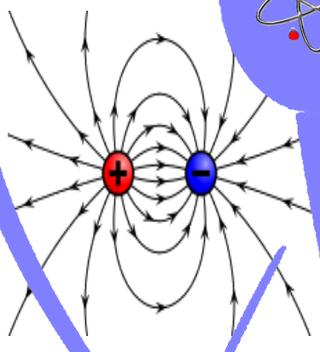
almanahj.com/ae

مجلس أبوظبي للتعليم
Abu Dhabi Education Council
التعليم أولاً Education First

Physics
الفيزياء

Electric Fields

Physics



المجالات الكهربائية 2

الفصل الدراسي الثاني

جهد موسى الصوافين
خليفة بن زايد للتعليم الثانوي
أبوظبي 0505267764

عبدالله فاضل فريحات
أكاديمية نادي العين
العين 0507438910

2016 - 2017 م

الفيزياء بهجة العلوم

اسم الطالب

الشعبه

J.S & A.F
جمعية أصوات فلايين (خليفة بن زايد / أبو ظبي) – عبدالله فاضل فرحات (أكاديمية نادي العين)
www.manahij.com/ae

* المجـــــــــال الكهربائي

منطقة في الفضاء تحيط بجسم مشحون تظهر فيها آثار القوة الكهربائية .

* خطـــــوط المجـــــــال الكهربائي

* **خط المجال الكهربائي :** هو خط وهمي يمثل مسار حركة شحنة اختبار عند وضعها حرة في المجال الكهربائي .

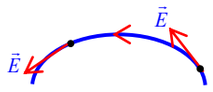
* **ما أهمية خطوط المجال :** تعطي تصوراً أسهل لمحصلة شدة المجال عند كل نقطة .

* **خواص خطوط المجال :**

1) لا تتقاطع .علل ؟ لأنه لو تقاطع خطان لكان لشدة المجال في نقطة التقاطع أكثر من اتجاه

2) تبدأ الخطوط من الشحنة الموجبة وتنتهي عند الشحنة السالبة .(إذا لم يكن هناك شحنة سالبة تنتهي في المالانهاية)

3) عدد خطوط المجال التي تجتاز عمودياً وحدة المساحة تمثل شدة المجال عند تلك النقطة .
الخطوط تتكاثف عندما تكون $(\vec{E})$ كبيرة وتتباعد عندما تكون $(\vec{E})$ صغيرة .



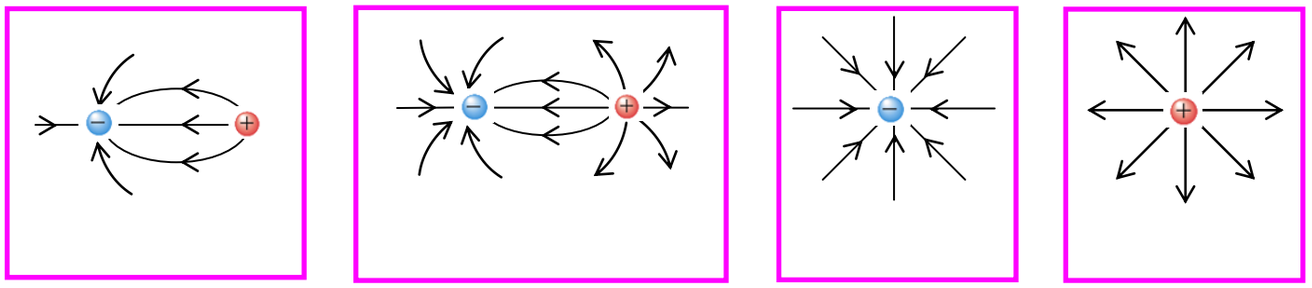
4) اتجاه $(\vec{E})$ عند أي نقطة يكون مماساً لخط المجال المار بتلك النقطة .

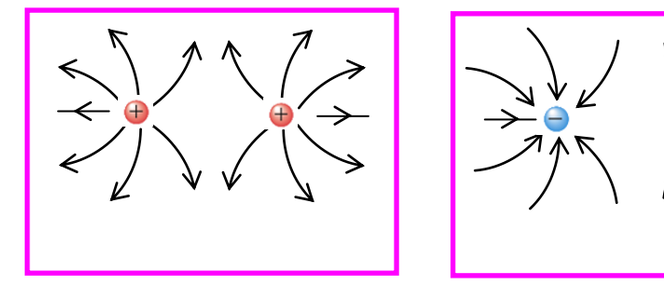
5) عدد الخطوط الخارجة من الشحنة الموجبة أو الواصلة إلى السالبة يتناسب مع مقدار الشحنة .

* أمثلة على خطوط المجال الكهربائي

قاعدة هامة :- دائماً وابداً يمكن استخدام النسبة التالية قبل الشروع في رسم خطوط المجال الكهربائي :

$$\frac{\text{عدد خطوط الشحنة الاولى}}{\text{عدد خطوط الشحنة الثانية}} = \frac{\text{مقدار الشحنة الاولى } |q_1|}{\text{مقدار السحنة الثانية } |q_2|}$$



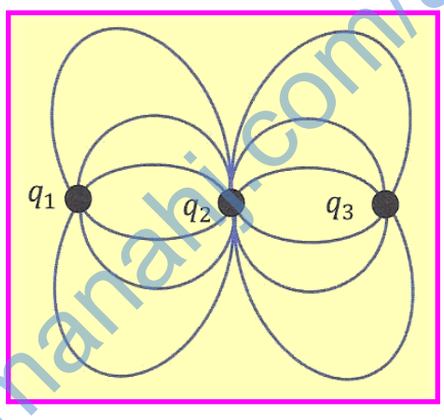


س1) أرسم على الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي للشحنتين علماً بأن $(q_2 = 3q_1)$ ؟

مراعيا :
1- اتجاه الخطوط
2- نسبة عدد الخطوط
3- موقع نقطة التعادل

J.S & A.F
جمعة وأصدقاؤه الصغار (خليفة بن زايد / أبو ظبي) – عبدالله فاضل فرحات (أكاديمية نادي العين)
jmanabi.com/ae

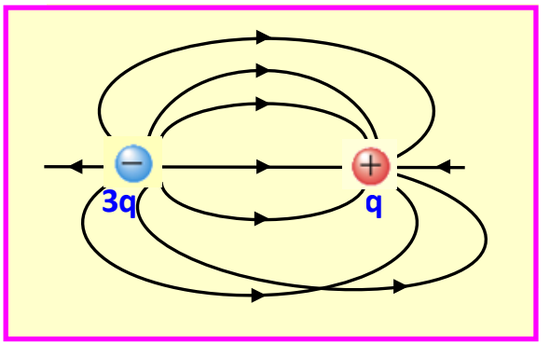
س2) يُظهر الرسم التخطيطي المجاور خطوط المجال الكهربائي لثلاث شحنات كهربائية نقطية. اعتماداً على الرسم أجب كما يلي:



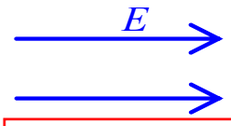
1) احسب النسبة $\frac{|q_1|}{|q_3|}$

2) إذا كانت الشحنة (q_1) سالبة، فما نوع كل من الشحنتين (q_2) و (q_3)؟

س3) رسم متعلم خطوط المجال الكهربائي لشحنتين متجاورتين كما في الشكل المجاور. **اكتب الأخطاء التي ارتكبها المتعلم في الرسم .**

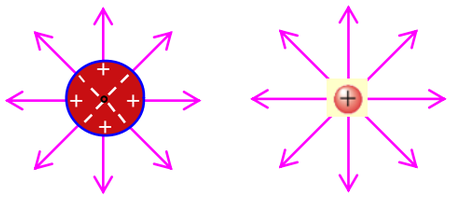


* أنواع المجال الكهربائي :



المجال غير المنتظم .

- شدته تتغير مع البعد .
- خطوط مجاله غير متوازية .
- ينتج عن الشحنات النقطية والكروية .



المجال المنتظم .

- ثابت المقدار والاتجاه عند جميع النقاط الواقعة فيه . $E_1 = E_2 = E_3$
- خطوط مجاله مستقيمة ومتوازية .

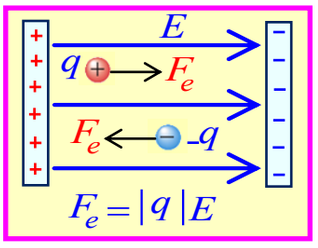
– طريقة الحصول عليه :

بوساطة لوحان متوازيان مشحونان بشحنتين متساويتين مقدارا ومختلفتين نوعا

* العلاقة بين المجال والقوة الكهربائية

$$\vec{F}_e = q\vec{E}$$

E : المجال الكهربائي المؤثر . q : مقدار الشحنة المتأثرة بالمجال .



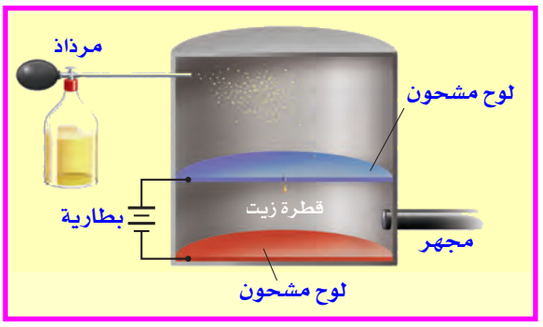
– إذا كانت (q) موجبة تكون $(\vec{F}_e)$ بنفس اتجاه $(\vec{E})$

– إذا كانت (q) سالبة تكون $(\vec{F}_e)$ عكس اتجاه $(\vec{E})$

almanahj.com/ae

* تجربة قطرة الزيت لمِلّيكان

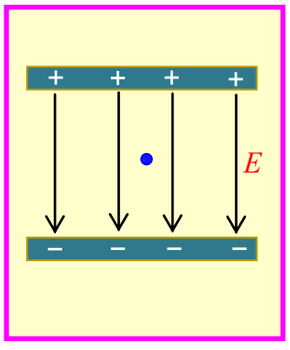
يُعدّ قياس شحنة الإلكترون من أهم التطبيقات على المجال الكهربائي المنتظم بين لوحين متوازيين. وأول من قاس شحنة الإلكترون بهذه الطريقة الفيزيائي الأمريكي روبرت مِلّيكان ويبين الشكل الطريقة التي استخدمها مِلّيكان لقياس الشحنة التي يحملها إلكترون



في البداية يُرش في الهواء قطرات زيت دقيقة بمرذاذ، فتُشحن بسبب احتكاكها بالمرذاذ عند رشها، وتؤثر الجاذبية الأرضية في هذه القطرات مسبّبة سقوطها إلى أسفل، فيدخل بعض هذه القطرات في الفتحة الموجودة في اللوح العلوي داخل الجهاز. ومن ثم يطبق فرق كهربائي بين اللوحين، ليؤثر المجال الكهربائي الناشئ بين اللوحين بقوة في القطرات المشحونة. وعندما يُصبح اللوح العلوي موجبًا بدرجة كافية تُسبّب القوة الكهربائية ارتفاع القطرات المشحونة بشحنة سالبة إلى أعلى. ويتم ضبط فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين؛ لتعليق قطرة زيت مشحونة في الهواء بين اللوحين. وعند هذه اللحظة تكون قوة مجال الجاذبية الأرضية المؤثرة في هذه القطرة إلى أسفل مساوية في المقدار للقوة الناتجة عن المجال الكهربائي، المؤثرة في القطرة إلى أعلى.

* **شحنة الإلكترون** وجد مِلّيكان قدرًا كبيرًا من الاختلاف في شحنات القطرات، فعندما استخدم الأشعة السينية (X rays) من أجل تأيين الهواء وإضافة إلكترونات إلى القطرات أو إزالتها عنها، لاحظ أن التغير في مقدار الشحنة على القطرات يكون دائمًا مضروبًا في المقدار $1.60\times10^{-19}\,C$ وقد بيّنت تجربة مليكان أن الشحنة مكمّاة؛ وهذا يعني أن شحنة أيّ جسم هي فقط مضاعفات صحيحة لشحنة الإلكترون.

س4) في تجربة ميليكان اتزنت قطيرة زيت سالبة كتلتها $(4.7\times10^{-15}\,Kg)$ تحت تأثير وزنها والقوة الكهربائية التي يؤثر بها المجال الكهربائي المنتظم الناشئ بين الصفيحتين والذي شدته $(3.2\times10^{4}\,N/C)$ أجب عما يلي :

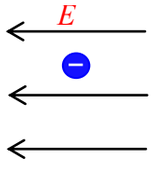


1) حدد اتجاه القوى المؤثرة على القطيرة .

2) حدد اتجاه المجال الكهربائي المؤثر على قطيرة الزيت .

3) احسب شحنة قطيرة الزيت .

س5) يتحرك إلكترون $(q_e=1.6\times10^{-19}\,C\ ,\ m_e=9.1\times10^{-31}\,Kg)$ داخل مجال كهربائي شدته $(56.9\,N/C)$ في اتجاه (x) السالب :



1) احسب القوة الكهربائية المؤثرة في الإلكترون وحدد اتجاهها .

2) احسب عجلة الإلكترون وحدد اتجاهها .

J.S & A.F
جهاد سواصفين (خليفة بن زايد / أبو ظبي)
عبدالله فضل فتحات (أكاديمية نادي العين)

almanahj.com/ae
J.S & A.F
جمعة الصوافين (خليفة بن زايد / أبو ظبي) — عبدالله فاضل فيحان (أكاديمية نادي العين)

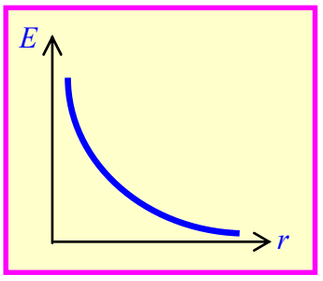
* المجال الناشئ عن الشحنة النقطية

شدة المجال الكهربائي (E) : هي القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة اختبار صغيرة مقسومة على كمية شحنة الاختبار

و هي كمية متجهة لها مقدار واتجاه **و وحدة** (E) : (N/C)

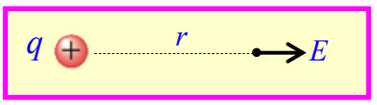
$$E = k\,\frac{q}{r^2}$$

q: مقدار الشحنة المولدة للمجال $(E \propto q)$ **و** r: بعد النقطة عن الشحنة . $(E \propto \frac{1}{r^2})$

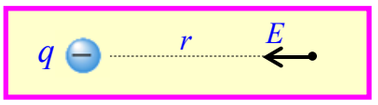


* اتجاه شدة المجال عند نقطة :

* إذا كانت (q) موجبة يكون اتجاه (E) من النقطة بعيداً عن الشحنة .

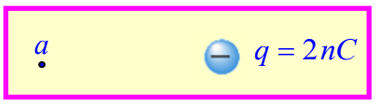


* إذا كانت (q) سالبة يكون اتجاه (E) من النقطة باتجاه الشحنة.



* **ملاحظة** : الشحنة لا تؤثر على نفسها بمجال وانما تؤثر على المنطقة المحيطة بها .

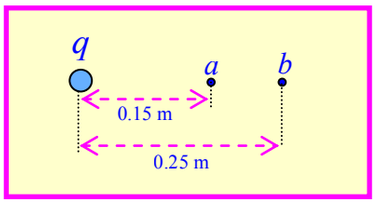
س1) في الشكل المجاور إذا كانت شدة المجال الكهربائي عند النقطة (a) تساوي $(72\,N/C)$ فأجب عما يلي :



1) احسب بعد النقطة (a) عن الشحنة .

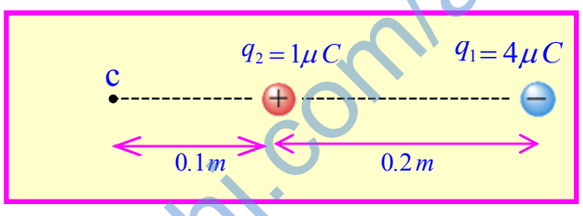
2) كم يبلغ مقدار شدة المجال عن نقطة تقع في المالانهاية ؟

س2) النقطتان $(a$ و $b)$ تقعان في المجال الكهربائي للشحنة النقطية (q) كما في الشكل المجاور إذا كانت شدة المجال الكهربائي عند النقطة (b) تساوي $(900\,N/C)$ فاحسب شدة المجال الكهربائي عند النقطة (a)



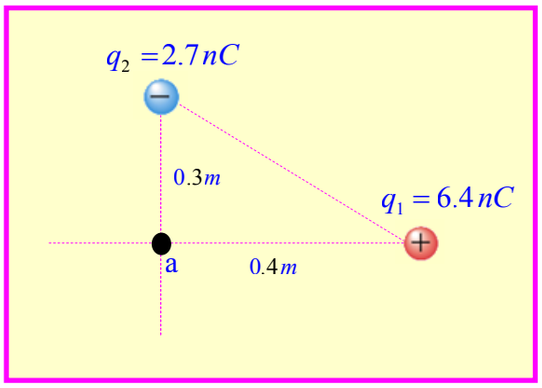
almanahj.com/ae
J.S & A.F
جهد وعمل الصوفيين (خليفة بن زايد / أبو ظبي) – عبدالله فاضل فرحات (أكاديمية نادي العين)

س3) معتمدا علىَ البيانات في الشكل احسب شدة المجال الكهربائي عند النقطة (c) ؟



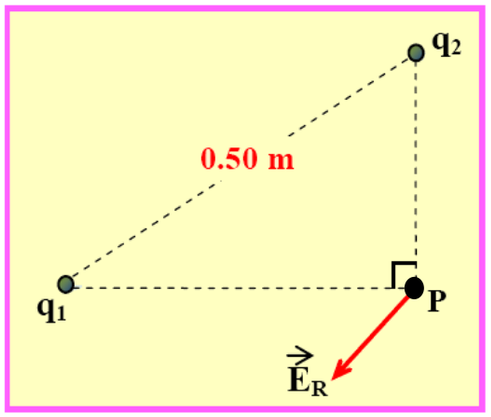
س4) معتمداً على البيانات في الشكل أجب عما يلي :

1) احسب شدة المجال عند النقطة (a) وحدد اتجاهها ؟



2) احسب مقدار شدة المجال المؤثر على الشحنة (q_1) ؟

س5) يبين الشكل المجاور متجه شدة المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (p) الواقعة في مجال شحنتين نقطيتين إذا كان الهواء يحيط بالشحنتين و النقطة :



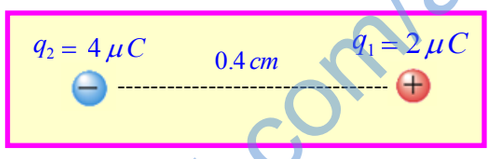
1- ما نوع كل من الشحنتين (q_1 ، q_2) ؟

* الشحنة q_1 :
* الشحنة q_2 :

2- جد مقدار شدة المجال الكهربائي المؤثر في الشحنة (q_2) إذا كانت ($|q_1| = 3.0\times10^{-9} C$) .

almanahj.com/ae

س6) وضعت شحنتان نقطيتان في الهواء كما في الشكل المجاور :



1) احسب شدة المجال عند منتصف المسافة بين الشحنتين .

2) احسب القوة الكهربائية التي تؤثر في إلكترون يوضع في منتصف المسافة بين الشحنتين.

*** نقطة التعادل**

هي النقطة التي تكون فيها شدة المجال الكهربائي صفر .

أو هي النقطة التي لو وضعت فيها شحنة كهربائية تكون متزنة (محصلة القوة عليها تساوي صفراً) .

*** كيف نحدد موضع نقطة التعادل ؟**

1 - **إذا كانت الشحنتان متشابهتان تكون النقطة بينهما وأقرب للأصغر مقداراً .**

2 - **إذا كانت الشحنتان مختلفتان نوعاً تكون النقطة خارجهما وأقرب للأصغر مقداراً .**

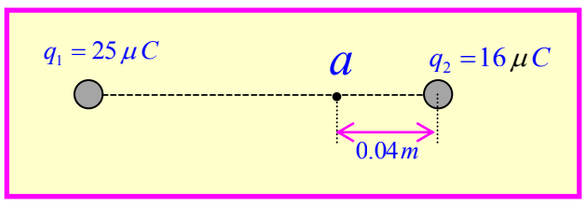
3 - إذا كانت الشحنتان متساويتين ومن نفس النوع تكون النقطة في منتصف البعد بينهما .

4 - إذا كانت الشحنتان متساويتين ومختلفتين نوعاً لا يوجد نقطة إنعدام مجال .

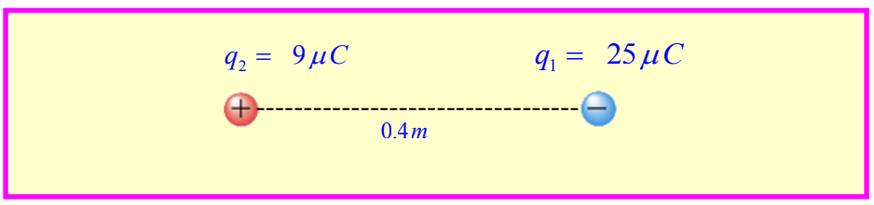
***مبدا الحل :**

عند نقطة التعادل تكون $(E_1 = E_2)$ ثم نعوض ونختصر (k) ونحسب المطلوب .

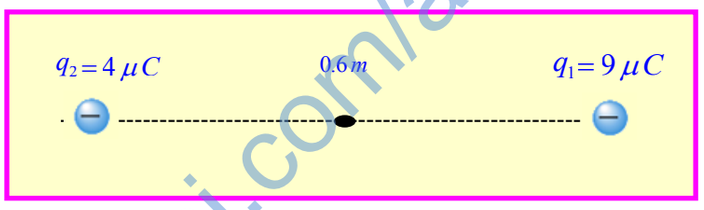
س1) **إذا كانت شدة المجال الكهربائي عند النقطة (a) في الشكل المجاور تساوي صفرا احسب البعد بين الشحنتين (q_1) و (q_2)**



س2) **معتمداً على الشكل أوجد بُعد النقطة (p) عن الشحنة (q_2) والتي لو وضعت فيها شحنة نقطية ثالثة تكون محصلة القوة المؤثرة عليها تساوي صفراً ؟**



J.S & A.F
جهد الصفوة الفاضلين (خليفة بن زايد / أبو ظبي) – عبدالله فاضل فيحان (أكاديمية نادي العين)



س3) معتمدا على الشكل جب عما يلي :

1) احسب المجال الكهربائي عند منتصف البعد بين الشحنتين .

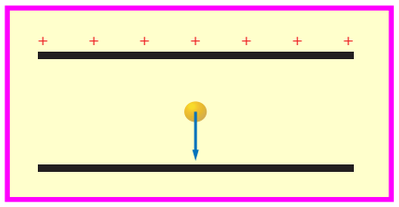
2) احسب بعد نقطة التعادل عن الشحنة (q_2)

3) احسب القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة (q_2) وحدد اتجاهها .

س4) شحنة نواة ذرة رصاص تساوي شحنة 82 بروتوناً.

1) أوجد مقدار واتجاه المجال الكهربائي على بُعد $1.0\times10^{-10}\ m$ من النواة.

2) أوجد مقدار واتجاه القوة المؤثرة في إلكترون موضوع على البعد السابق من النواة.



س5) تم تثبيت قطرة الزيت الموضحة في الشكل والمشحونة بشحنة سالبة في مجال كهربائي شدته $5.6\times10^{3}\ N/C$ إذا كان وزن القطرة $4.5\times10^{-15}N$ احسب :

1) مقدار الشحنة التي تحملها القطرة

2) عدد الإلكترونات الفائضة التي تحملها القطرة

almanahj.com/ae
J.S & A.F
جهد يحمد عليه الصوفيون (خليفة بن زايد / أبو ظبي)
عبدالله فاضل فرحات (أكاديمية نادي العين)

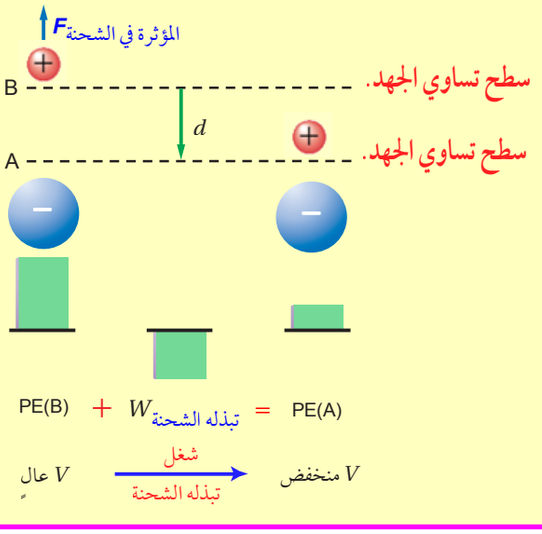
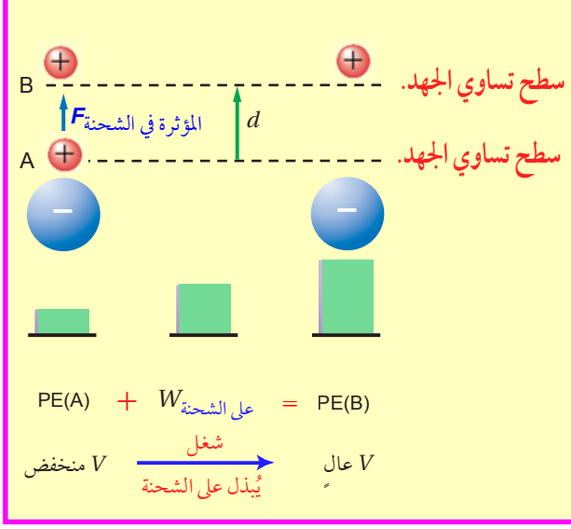
almanahj.com/ae
J.S & A.F
جهد موصلين متصلين (خليفة بن زايد / أبو ظبي) – عبدالله فاضل فرحات
(أكاديمية نادي العين)

* الطاقة والجهد الكهربائيان

يُعرّف **فرق الجهد الكهربائي** ΔV بين نقطتين بأنه الشغل المبذول لتحريك شحنة اختبار موجبة بين نقطتين داخل مجال كهربائي مقسومًا على مقدار تلك الشحنة. (هو النسبة بين الشغل اللازم لتحريك شحنة ومقدار تلك الشحنة.)

$$\Delta V = \frac{W_{\text{على } q}}{q'}$$

ويقاس فرق الجهد الكهربائي بوحدة جول لكل كولوم، ويسمّى الجول الواحد لكل كولوم **الفولت**، ويعبَّر عنه بالرموز $V = J/C$.

يقل فرق الجهد الكهربائي عند تقريب الشحنات المختلفة بعضها إلى بعض	يزداد فرق الجهد الكهربائي عند إبعاد الشحنات المختلفة بعضها عن بعض
	

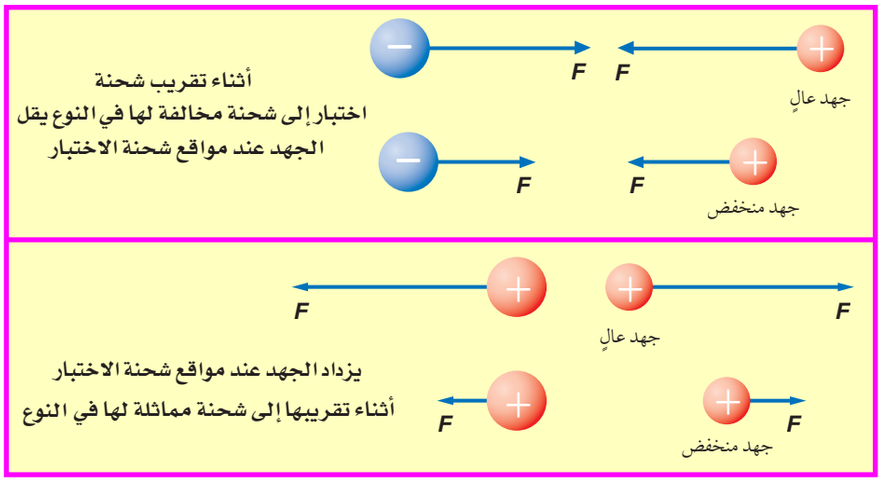
* ملاحظات هامة :

1- عندما يكون فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين أو أكثر يساوي صفرًا نسمي هذه النقاط **سطح تساوي الجهد**.

2- يعرّف فرق الجهد الكهربائي عند الحركة من النقطة A إلى النقطة B على أنه $\Delta V = V_B - V_A$ ، ويقاس بجهاز الفولتمتر. ويُسمّى فرق الجهد الكهربائي أحيانًا الجهد الكهربائي أو الفولتية؛ وذلك على سبيل التبسيط.

3- يمكن تعريف مقدار الجهد الكهربائي لأي نقطة بأنه يساوي صفرًا. وسيكون مقدار فرق الجهد الكهربائي بين النقطة A والنقطة B هو نفسه دائمًا، بغض النظر عن نقطة الإسناد المختارة.

4- عند إبعاد شحنة الاختبار الموجبة عن الشحنة الموجبة تقل طاقة وضعها الكهربائية. لذا يكون الجهد الكهربائي أقل عند النقاط البعيدة عن الشحنة الموجبة.



almanahj.com/ae

* الجهد الكهربائي في مجال منتظم

يمكننا الحصول على قوةٍ كهربائية ثابتة ومجالٍ كهربائي منتظم بوضع لوحين موصلين مستويين أحدهما مواز للآخر، على أن يُشحن أحدهما بشحنة موجبة، ويُشحن الآخر بشحنة سالبة. يكون المجال الكهربائي بين اللوحين ثابتًا مقدارًا واتجاهًا عند النقاط جميعها إذا حُرّكت شحنة اختبار موجبة q' مسافة d في عكس اتجاه المجال الكهربائي فإنه يمكننا حساب الشغل المبذول عليها بالعلاقة التالية:

$$W_{\text{على}\,q'} = F\,d$$

لذا يكون فرق الجهد الكهربائي؛ أي الشغل المبذول لكل وحدة شحنة، مساويًا

$$\Delta V = \frac{F\,d}{q'}$$

$$= \frac{F}{q'}\,d = E\,d$$

$$\Delta V = E\,d$$

فرق الجهد الكهربائي في مجال كهربائي منتظم يساوي حاصل ضرب شدة المجال الكهربائي في المسافة التي تحركتها الشحنة.

يزداد الجهد الكهربائي كلما تحركنا في اتجاه معاكس لاتجاه المجال الكهربائي؛ أي أن الجهد الكهربائي يكون أكبر بالقرب من اللوح الموجب.

* ملاحظات هامة :

1 – (E) متساوية عند كل النقاط في المجال المنتظم أما (V) فلا .

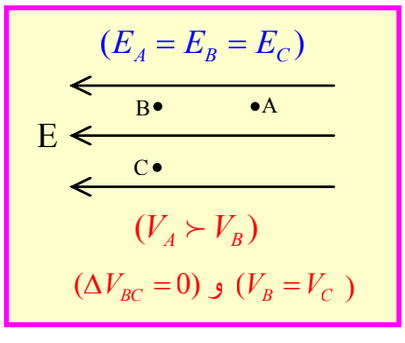
2 – دائماً المجال يتجه من الجهد الأكبر إلى الجهد الأقل .

3 – إذا كانت النقطتان على خط يعامد المجال يكون جهدهما متساوٍ سطح تساوي الجهد.

4 – فرق الجهد في المجال المنتظم يحسب بالعلاقة :

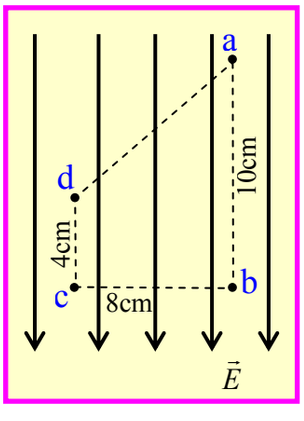
$$\Delta V_{12} = E\,d_{1\to 2}$$
$$V_2 - V_1 = E\,d_{1\to 2}$$

$d_{1\to 2}$: الإزاحة من النقطة الأولى إلى النقطة الثانية



باتجاه المجال d سالبة , عكس المجال d موجبة , عمودي على المجال d صفر , مائل على المجال نأخذ المركبة الموازية للمجال .

س1) في الشكل المجاور إذا كان مقدار المجال الكهربائي $(20\,N/C)$. أجب عما يلي :



1) أي النقاط يكون الجهد الكهربائي عندها أكبر من الجهد عند باقي النقاط ؟

2) سم نقطتين الجهد عندهما متساوي . فسر إجابتك ؟

3) قارن بين شدة المجال الكهربائي عند النقطتين (a) و (b) .

4) قارن بين جهد النقطتين (c) و (d) .

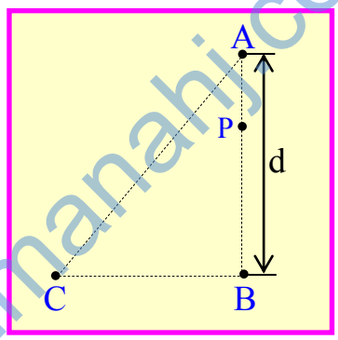
5) احسب فروق الجهد الكهربائية التالية : (ΔV_{ab}) , (ΔV_{cb}) .

6) احسب الشغل اللازم لنقل بروتون من d الى a .

J.S & A.F
جهد الأصوليين (خليفة بن زايد / أبو ظبي)
عبد الله فاضل فرحات (أكاديمية نادي العين)

almanahj.com/ae

س2) النقاط (C,B,A) تقع في مجال كهربائي منتظم وتشكل معاً مثلثاً قائم الزاوية كما في الشكل المجاور إذا كان الجهد الكهربائي عند النقطة (A) يساوي $(4V)$ وعند كل من النقطتين (C,B) يساوي $(13V)$ أجب عما يلي:



1) حدد اتجاه شدة المجال الكهربائي على الشكل .

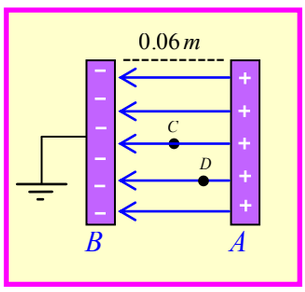
2) إذا كانت المسافة بين (P,A) ثُلث المسافة بين (B,A) فاحسب جهد (P)؟

3) إذا وضع إلكترون حراً عند النقطة (P) فحدد اتجاه حركته مع التعليل .

* ملاحظة مهمة :

إذا أعطاك في المجال المنتظم نقطة مرجع (جهدها صفر) فإننا نستطيع أن نحسب جهد أي نقطة في المجال مباشرةً بالعلاقة : $V = E\,d$ d : الإزاحة من النقطة إلى المرجع .

س3) في الشكل المجاور إذا علمت أن جهد اللوح الموجب $(V_A = 30V)$ فأجب عما يلي :



1) احسب شدة المجال الكهربائي بين اللوحين .

2) احسب جهد النقطة (C) التي تقع في منتصف البعد بين الوحين .

3) إذا علمت أن $(V_D = 20V)$ فأوجد بعدها عن اللوح السالب (B) .

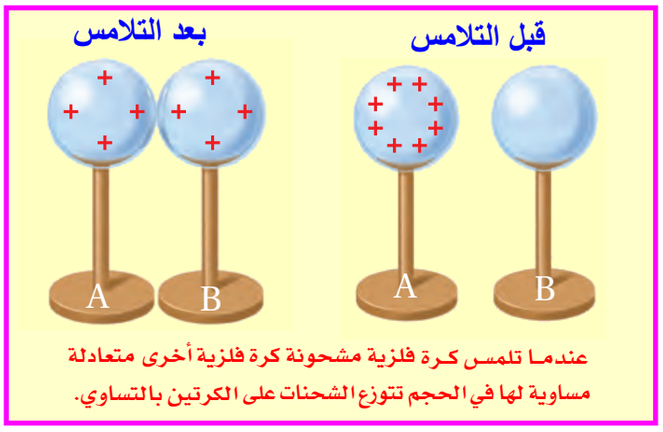
J.S & A.F
جمعة بن زايد الصفلين (خليفة بن زايد / أبو ظبي) – عبدالله فضل فيحان (أكاديمية نادي العين)

almanahj.com/ae

* توزيع الشحنات

أ) كرات متساوية في الحجم (متساوية في مساحة السطح)

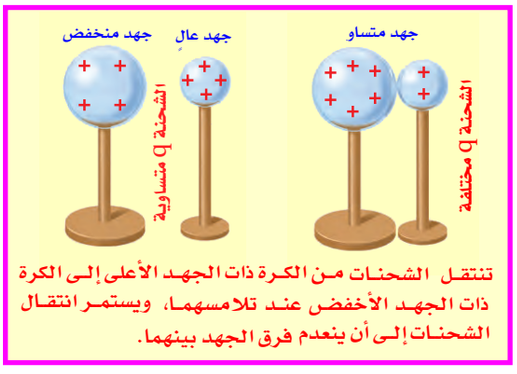
يـؤول أيّ نظـام إلى الاتـزان عندمـا تصبح طاقتـه أقل ما يمكـن. ويفسرهذا المبدأ ما يحـدث عند تلامس كـرة فلزية معزولة ومشـحونة بشـحنة موجبة مع كرة فلزية أخرى غير مشـحونة، كما هو موضّح في الشكل



عندمـا تلمس كـرة فلزية مشحونة كرة فلزية أخرى متعادلة مساوية لها في الحجم تتوزع الشحنات على الكرتين بالتساوي.

إن الشـحنات الفائضـة عـلى الكـرة A يتنافر بعضها مع بعـض، لذا فعندمـا تلامس الكرة المتعادلـة B سـطح الكرة A يكون هناك قـوة كهربائية محصلة تؤثر في الشـحنات الموجودة عـلى الكـرة A في اتجـاه الكـرة B. افترض أنـك حرّكت الشـحنات ونقلتها منفـردة من A إلى B. عندما تنقل الشـحنة الأولى سـتدفعها الشحنات المتبقية على A في اتجاه B ، وللتحكم في سرعتها يجب أن تؤثر فيها بقوة في الاتجاه المعاكس. فتكون بذلك قد بذلت شغلًاسالبًا عليهـا، ويكون فـرق الجهد الكهربائي من A إلى B سـالبًا. وعند نقل الشـحنات الأخرى سـتواجه قـوة تنافـر من الشـحنات التي أصبحـت الآن عـلى B ، إلا أنه مـا زال هناك قوة محصلـة موجبـة في ذلك الاتجـاه. وعند مرحلة معينة تكون القوة التي تدفع الشـحنة من A إلى B مساوية لقوة التنافر الناتجة عن الشحنات الموجودة على B ، عندها يصبح فرق الجهد الكهربائي بين A و B صفرًا. وبعد حالة الاتزان هذه يجب بذل شـغل على الشـحنة التالية لنقلهـا مـن A إلى B ، وهذا لا يحدث تلقائيًا، بل يتطلب زيادة في طاقة النظام. وإذا اسـتمر نقل الشـحنات سـيصبح فرق الجهد الكهربائي من A إلى B موجبًا. لذا يمكنك مشـاهدة أن الشـحنات تتحرك من A إلى B دون التأثير فيها بقوى خارجية إلى أن يصبح فرق الجهد الكهربائي بين الكرتين صفرًا.

ب) كرات مختلفة في الحجم (مختلفة في مساحة السطح)



تنتقـل الشحنـات مـن الكـرة ذات الجهـد الأعلى إلـى الكرة ذات الجهـد الأخفض عنـد تلامسهمـا، ويستمـر انتقال الشحنـات إلـى أن ينعدم فرق الجهد بينهما.

كما موضّح في الشكل فعلى الرغم من أن عدد الشـحنات على الكرتين هو نفسـه إلا أن للكرة الكبـيرة مسـاحة سـطحية أكبر، لذا تتباعد الشـحنات الموجـودة عليها بعضهـا عن بعض مسـافات أكـبر، ومن ثـم تقل قوة التنافـر بينها. وإذا لامسـنا الكرتين معًا فسـتكون هناك قوة محصلة تنقل الشـحنات من الكرة الصغيرة إلى الكرة الكبيرة، وسـتنتقل الشحنات إلى الكرة ذات الجهد الكهربائي الأقل، وسيستمر ذلك إلى أن ينعدم فرق الجهد الكهربائي بين الكرتين. وفي هذه الحالة سيكون للكرة الكبرى شحنة أكبر عند الوصول إلى حالة الاتزان. يوضّح المبدأ نفسـه كيف تتحرك الشـحنات على الكرات المنفردة أو على أي موصل آخر؛ حيث تتوزع الشحنات بحيث تكون القوة المحصلة المؤثرة في كل منها صفرًا. وبما أن القوة المحصلة المؤثرة في كل شحنة على سطح الموصل تساوي صفرًا فإنه لا يوجد مجال كهربائي أو مركبّة له موازية لسـطح هـذا الموصل، لذا لا يوجـد فرق في الجهـد الكهربائي بين أي نقطتين على سطحه، ولذلك يكون سطح الموصل المشحون متساوي الجهد ويسمى سطح تساوي جهد.

* أهمية التأريض.

إذا تـم تأريض جسـم مشـحون بوصله بالأرض فسـتنتقل غالبًا أي كمية شـحنة عليه إلى الأرض إلى أن يصبـح فـرق الجهـد الكهربائـي بين الجسـم والأرض صفـرًا. فيمكن مثلًا أن تُشـحن صهاريـج نقل البنزين عـن طريق الاحتـكاك، وإذا انتقلت الشـحنات الزائدة الموجـودة عـلى صهريج بنزيـن إلى الأرض مـن خلال بخـار البنزين فسـتُحدث انفجارًا. ولتفادي حدوث ذلك يوصل سـلك فلزي بالصهريج حتى يوصل الشحنات ويُفرّغها في الأرض بطريقة آمنة . وبالمثل إذا لم يتم تأريض جهاز حاسـوب بوصله بالأرض فسيتولد فرق جهد كهربائي بين جهاز الحاسـوب والأرض، وإذا لامس شخص جهاز الحاسوب فستتدفق الشحنات من الحاسوب إلى الشخص، مما قد يؤدي إلى تلف الجهاز، أو إيذاء الشخص.

J.S & A.F
جهد وتواصل فلاح في تحقيق الأصول (خليفة بن زايد / أبو ظبي)
عبدالله فاضل فلاحات (أكاديمية نادي العين)

J.S & A.F
جهد وتواصل فيزياء (خليفة بن زايد / أبو ظبي) – عبدالله فاضل فيجات (أكاديمية نادي العين)
www.manahj.com/ae

المجالات الكهربائية بالقرب من الموصلات

تتوزّع الشحنات الكهربائية على موصل مشحون مبتعدًا بعضها عن بعض أقصى ما يمكن، بحيث تكون طاقة النظام أقل ما يمكن، مما يؤدي إلى توزع الشحنات الفائضة على سطح الموصل المُصمت، وكذا الحال مع الموصل الأجوف. فإذا شُحن وعاء فلزي مصمت فستتوزع الشحنات على سطحه الخارجي، ولن يكون هناك أي شحنات على سطحه الداخلي، وبهذه الطريقة يعمل الوعاء الفلزي المغلق عمل درع واقية تحمي ما بداخلها من المجالات الكهربائية. فمثلًا يكون الناس داخل السيارة محميين من المجالات الكهربائية الناتجة عن البرق، وبالمثل بالنسبة لعلبة مشروبات غازية مفتوحة سيكون عدد الشحنات داخل العلبة صغيرًا جدًّا، ولا توجد شحنات بالقرب من قاعدة العلبة، حتى وإن كان السطح الداخلي لجسم ما مُنقّرًا أو خشنًا، مما يجعل مساحة سطحه الداخلي أكبر من مساحة سطحه الخارجي، إلا أن الشحنات ستتوزع كلّها على سطحه الخارجي.

لا يكون المجال الكهربائي خارج موصل مشحون صفرًا غالبًا. وعلى الرغم من أن سطح الموصل يعدّ سطح تساوي جهد إلا أن المجال الكهربائي خارجه يعتمد على شكل الموصل، كما يعتمد على فرق الجهد الكهربائي بين الموصل والأرض. وتكون الشحنات أكثر تقاربًا عند الرؤوس المدبَّبة من سطح الموصل، وتكون كثافتها كبيرة، كما هو موضح في **الشكل المجاور** ؛ لذا تكون خطوط المجال الكهربائي عند هذه الرؤوس أكثر تقاربًا، ويكون المجال الكهربائي أكبر. وإذا أصبحت شدة هذا المجال كبيرة بدرجة كافية فإنه يكون قادرًا على مسارعة الإلكترونات والأيونات الناتجة عن مرور الأشعة الكونية خلال الذرات، فتصطدم هذه الإلكترونات والأيونات بذرات أخرى، مما يؤدي إلى تأين المزيد من الذرات. وتظهر هذه السلسلة من التفاعلات في صورة وهج وردي اللون، كالذي يُشاهد داخل كرة التفريغ الكهربائي التي تحوي غازات. وإذا كان المجال الكهربائي كبيرًا بصورة كافية فستنتج حزمة أو تيار من الأيونات والإلكترونات التي تشكل البلازما– وهي مادة موصلة– عندما تصطدم الجسيمات بجزيئات أخرى، وتصدر شرارة كهربائية، أما في الحالات الشديدة فينتج البرق. وللتقليل من عمليات التفريغ الكهربائي وحدوث الشرارة الكهربائية تُجعل الموصلات ذات الشحنة الكبيرة أو التي تعمل تحت فروق جهد كبيرة ملساء وانسيابية الشكل لتقليل المجالات الكهربائية.

*** ملاحظات :**

1) الشحنات تستقر على السطح الخارجي .
2) شدة المجال الكهربائي داخله تساوي صفر . $(E_{in}=0)$
3) شدة المجال الكهربائي قرب سطحه أكبر ما يمكن وتعامد السطح .
4) الجهد الكهربائي متساوي عند جميع النقاط على سطحه وبداخله .
5) شدة المجال بالقرب من السطح تتناسب طردياً مع الكثافة السطحية للشحنة .
6) في الموصل الكروي تتوزع الشحنات على السطح بانتظام وتكون الكثافة السطحية للشحنة متساوية عند جميع النقاط على السطح وعليه تكون (E) متساوية عند جميع النقاط على السطح .
7) في الموصل المخروطي تكون (E) أكبر ما يمكن عند الرأس المدبب .

* مانعة الصواعق

– فائدتها : تحمي الأبنية من الحريق .
– تطبيق على تجمع الشحنات على الرؤوس المدببة .

*** مبدأ عملها**

عند اقتراب الغيمة المشحونة من الأرض تُشحن المانعة بالتأثير فتتركز الشحنات على الرأس المدبب , شدة المجال الكبيرة عند الرأس المدبب تؤين الهواء فيجعه موصلاً فتنتقل الشحنات من الغيمة إلى المانعة مسببة الوميض .

almanahj.com/ae

* المكثف

هو جهاز يستخدم لتخزين الطاقة واسترجاعها لحظيا عند الحاجة إليها . يعمل على تخزين الشحنات

* الفرق بين المكثف والبطارية من حيث تخزين الطاقة

المكثف يمكن تفريغ طاقته خلال فترة زمنية قصيرة جداً مقارنةً بالبطارية التي تستغرق زمناً أطول لتحرير طاقتها

* **بعض استخدامات المكثف** 1) التخلص من الشرر في نظام الاحتراق الداخلي للسيارة .

2) تحديد ترددات الموجات المستقبلة في الراديو والتلفاز والهاتف النقال .

3) وحدة الوميض الإلكتروني في آلة التصوير (Flash) .

4) لوحة مفاتيح الحاسوب .

* **أشكال المكثف** للمكثف أشكال كثيرة : مستوي , كروي , اسطواني . (المطلوب فقط المكثف المتوازي) .

* المكثف المستوي :

عبارة عن صفيحتين فلزيتين متوازيتين تفصل بينهما مسافة صغيرة تُملأ بمادة عازلة كالهواء أو البلاستيك رمزه : ||

* **سعة المكثف** (C) السعة الكهربائية هي النسبة بين الشحنة على أحد اللوحين وفرق الجهد بينهما.

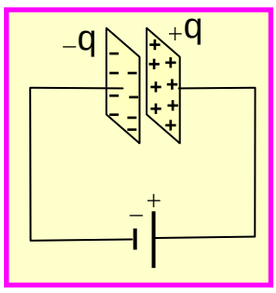
$$C = \frac{q}{\Delta V}$$

* **شحنة المكثف** (q) : هي القيمة المطلقة للشحنة على أي من اللوحين .

* العوامل التي تعتمد عليها سعة المكثف المستوي

1) المساحة المشتركة $(C \propto A)$ 2) البعد بين اللوحين $(C \propto \frac{1}{d})$ 3) سماحية العازل $(C \propto \varepsilon_o)$

* شحن المكثف



– يتم الشحن بوصل لوحي المكثف مع قطبي البطارية .

– البطارية تبذل شغلاً في نقل الإلكترونات من اللوح المتصل بالقطب الموجب إلى اللوح المتصل بالقطب السالب .

* **ملاحظة مهمة يتوقف انتقال الإلكترونات عندما يصبح :** فرق الجهد بين اللوحين = فرق الجهد بين قطبي البطارية

– الشغل الذي تبذله البطارية في شحن المكثف يختزن في المكثف على شكل طاقة وضع كهربائية .

– بعد الشحن تكون شحنتا اللوحين متساويتين مقداراً ومختلفتين نوعاً .

س1) أختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

1) إذا زيد البعد بين صفيحتى مكثف مستو إلى مثليه وأنقصت المساحة المشتركة بينهما إلى النصف فإن سعة المكثف :

أ) تزداد إلى مثليها ب) تنخفض إلى النصف ج) تنخفض إلى الربع د) تزداد إلى أربعة أمثال

2) إذا تضاعفت مساحة الصفيحتين وتضاعفت المسافة بين الصفيحتين فإن السعة :

أ) تصبح مثلي ما كانت عليه ب) تصبح أربعة أمثال ما كانت عليه

ج) تصبح نصف ما كانت عليه د) تبقى كما هي .

3) صفيحتان مساحة كل منهما (A) والبعد بينهما (d) تكون سعتهما أكبر ما يمكن في الحالة :

أ) || ب) || ج) | د) |

J.S & A.F
جهد الصفيحتين (خليفة بن زايد / أبو ظبي) – عبدالله فاضل فرحات (أكاديمية نادي العين)

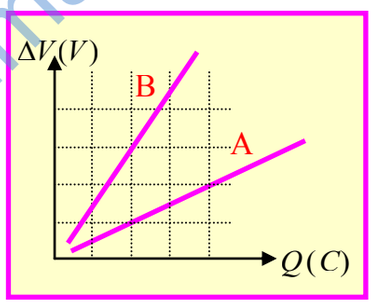
almanahj.com/ae

س2) أجب عما يلي :

1) أذكر طرق زيادة سعة المكثف المستوي .

2) صفيحتان متوازيتان غير مشحونتين هل لهما سعة كهربائية . لماذا ؟

س3) مثلت العلاقة البيانية بين شحنة مكثف وفرق الجهد بين طرفيه لمكثفين هوائيين (A) و (B) كما في الشكل

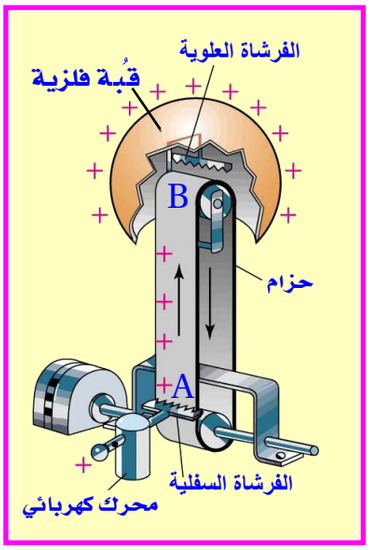


1) أي المكثفين سعته أكبر ولماذا ؟

2) أي المكثف يختزن طاقة أكبر عندما يطبق عليها نفس فرق الجهد ؟ ولماذا .

* **الفاندي جراف** (مولد الكهرباء الساكنة ذو الفولتية العالية)

وهو جهاز يعمل على نقل كميات كبيرة من الشحنة الكهربائية من جزء محدد من الآلة إلى طرفها العلوي الفلزي. ويتم ذلك بنقل الشحنة إلى حزام متحرك عند قاعدة الجهاز عند الموضع A، ثم تنتقل هذه الشحنات من الحزام إلى القبة الفلزية عند الموضع B



جهاد موسى الصوافين
jehad.sawafeen@hotmail.com
0505267764
Jehad Al-Sawafeen
ابوظبي
مدرسة خليفة بن زايد للتعليم الثانوي

عبدالله فاضل فريحات
abdullahfreihatwork@gmail.com
0507438910
Abdullah Freihat
العين
أكاديمية نادي العين

Physics
Physics

J.S & A.F
جهاد موسى الصوافين (خليفة بن زايد / أبو ظبي) – عبدالله فاضل فريحات (أكاديمية نادي العين)

almanahj.com/ae

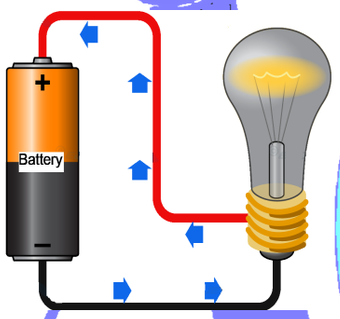
مجلس أبوظبي للتعليم
Abu Dhabi Education Council
Education First التعليم أولاً

Physics

الفيزياء

CURRENT ELECTRICITY

Physics



الكهرباء التيارية

3

الفصل الدراسي الثاني

جهد موسى الصوافين
خليفة بن زايد للتعليم الثانوي
أبوظبي 0505267764

عبدالله فاضل فريحات
أكاديمية نادي العين
العين 0507438910

2016 - 2017 م

الفيزياء بهجة العلوم

اسم الطالب

الشعبه

almanahj.com/ae
J.S & A.F
جهد تعاون فضائل (خليفة بن زايد / أبو ظبي)
عبدالله فضل فرحات (أكاديمية نادي العين)

الكهرباء التيارية

عزيزي الطالب : تخيل أنك تعيش في عالم دون وجود الكهرباء ولمدة يوم واحد. صِف شعورك خلال هذا اليوم.
من المؤكد أنه لا يمكن الاستغناء عن الطاقة الكهربائية في حياتنا اليومية ، وذلك بسبب سهولة تحويلها الى الاشكال التي نرغب ونحتاج من الطاقة ، وفي هذه الوحدة سوف نتناول بشيء من التفصيل الطاقة الكهربائية وبعض من محيطها.

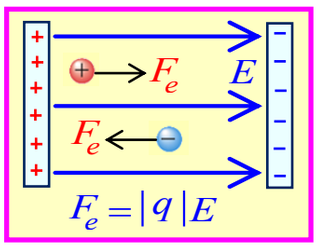
* تولد التيار الكهربائي .

*** ملاحظات هامة :**

1- يمكن تقسيم المواد الموصلة من حيث الشكل او حالة المادة الى ثلاث اقسام هي :-
a- الموصلات الصلبة او الفلزات وهي التي تسمح فقط للإلكترونات الحرة بالحركة خلالها .
b - الموصلات السائلة مثل المحاليل الكهربائية وهي التي تسمح للأيونات الموجبة والسالبة بالحركة خلالها.
c - الموصلات الغازية مثل انابيب التفريغ الكهربائي وهي التي تسمح للإلكترونات السالبة والايونات الموجبة بالحركة خلالها.

2- عندما يكون الفلز في حالة اتزان تكون محصلة حركة الالكترونات داخله تساوي صفر.

3- اذا تم توصيل طرفي الفلز بمصدر طاقة كهربائية (الخلية الفولتية ، خلية فولتية جلفانية [البطارية الجافة] ، خلية فولتية ضوئية ، خلية فولتية شمسية) تزول حالة الاتزان ويتولد نتيجة لفرق الجهد مجال كهربائي منتظم على طول الفلز ، هذا المجال يولد قوة كهربائية تسوق الالكترونات السالبة بعكس المجال مما يؤدي الى تولد ما يعرف بالتيار الكهربائي الالكتروني .

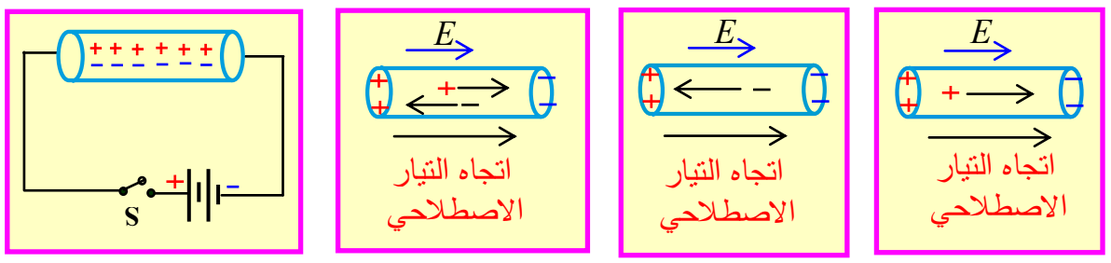


V (فرق الجهد) —يولد→ E (مجال كهربائي) —يولد→ F_e (قوة كهربائية) —تولد→ I (تيار كهربائي)

4- عندما تنساق الالكترونات بفعل المجال (من الطرف السالب للموصل الى الطرف الموجب) تبدو الشحنات الموجبة في الموصل وكأنها تتحرك باتجاه المجال وهذا ما يدعى التيار الكهربائي الاصطلاحي في الفلزات وهو التيار الذي سيتم التعامل معه من خلال دراستنا اللاحقة .

* التيار الاصطلاحي

هو تيار اتجاهه باتجاه المجال الكهربائي (E) .أو باتجاه حركة الشحنات الموجبة . أو عكس اتجاه حركة الشحنات السالبة (الإلكترونات) . أو من القطب الموجب إلى القطب السالب خارج البطارية .



*شدة التيار الكهربائي (I)

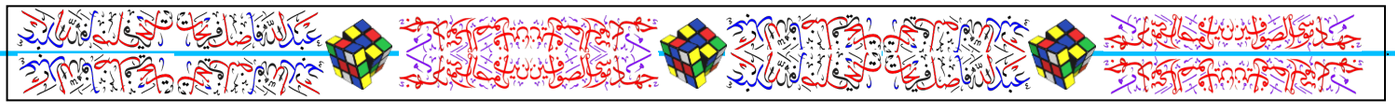
المعـدل الزمني لتدفـق الشـحنـة الكهربـائيـة .

$$I = \frac{q}{t}$$

q : مقدار الشحنة التي تعبر مقطع السلك بالكولوم (C) t : الزمن بالثانية (S)

تقاس شدة التيار بوحدة الامبير والتي يرمز لها بالرمز (A) وهي تكافي $\frac{C}{S}$

ومخبريا تقاس شدة التيار بجهاز يسمى الاميتر ويُرمز في الدوائر الكهربائية بالرمز —(A)—



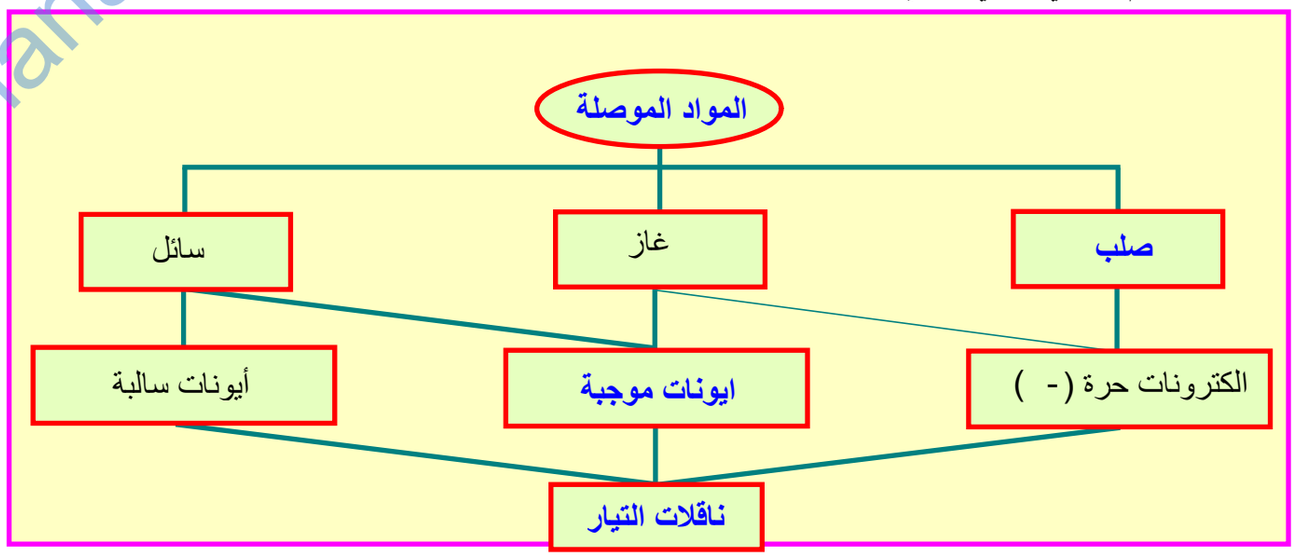
J.S & A.F
جهد أبو الصفين (خليفة بن زايد / أبو ظبي) – عبد الله فضل فرحات (أكاديمية نادي العين)
www.almanahj.com/ae

س1) سلك معدني يحمل تياراً شدته $(0.08A)$ كم من الزمن يستغرق مرور (3×10^{20}) من الإلكترونات عبر مساحة مقطع عرضي من هذا السلك ؟

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

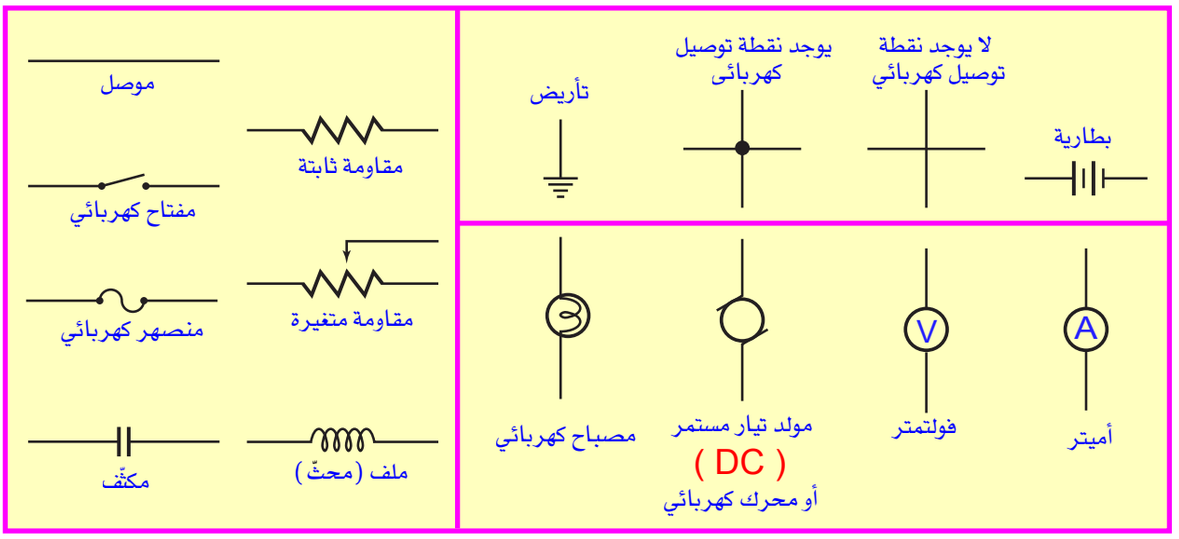
$$t=\frac{q}{I}=\frac{ne}{I}=\frac{3\times10^{20}\times1.6\times10^{-19}}{0.08}=600s$$

س2) أكمل المنظم البياني التالي والذي يستهدف تصنيف المواد الموصلة من حيث الشكل او الحالة .



* دلالات ورموز تخطيطية هامة.

عزيزي الطالب عليك حفظ الرموز والدلالات التخطيطية التالية وذلك لضمان فهم الشبكات والدوائر الكهربائية بشكل جيد .

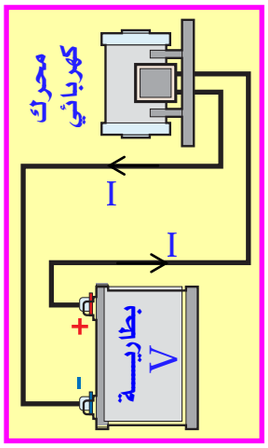


* الدائـرة الكهربائيـة

أي حلقة مغلقة أو مسـار موصل يسـمح بتدفـق الشـحنات الكهربائيـة . وتحتـوي الدائرة عـلى:

1- بطارية (مضخة للشـحنات)، تعمل على زيادة طاقة الوضع الكهربائية للشـحنات
فدور البطارية هو تزويد الشـحنات الكهربائية بطاقة تمكنها من التدفق في الدائرة مشكلة تيارًا كهربائيًا.

2- أداة تقلل من طاقة الوضـع الكهربائية للشـحنات وتتحول عادة طاقة الوضع التي تفقدها الشـحنات المتحركة بهذه الأداة إلى أشـكال أخـرى للطاقة. فمثلا
يعمل المحرك على تحويـل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية، ويحول المصبـاح الطاقـة الكهربائيـة إلى طاقـة ضوئية، وتحـول المدفـأة الطاقة الكهربائيـة إلى طاقة حرارية.

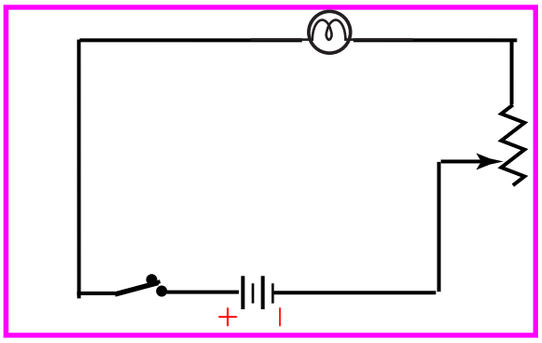


almanahj.com/ae
J.S & A.F
جهد تعاون الصفوف (خليفة بن زايد / أبو ظبي) – عبدالله فاضل فيحات (أكاديمية نادي العين)

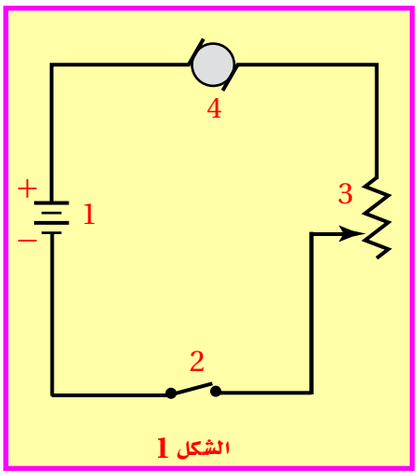
* حفظ الشحنة والطاقة

الشحنات لا تفنى ولا تستحدث، ولكن يمكن فصلها؛ لذا فإن الكمية الكلية للشحنة (عدد الإلكترونات السالبة والأيونات الموجبة) في الدائرة لا تتغير. كما تكون الطاقة محفوظة وتكون الزيادة في فرق الجهد في جزء من دائرة كهربائية مساوية للنقصان في فرق الجهد خلال الأجزاء الأخرى منها.

س 3) ارسم دائرة على أن تستخدم بطارية ومصباحًا ومفتاحًا كهربائيًّا ومقاومة متغيرة لتعديل سطوع المصباح.



س 4) ارجع إلى **الشكل** (1) للإجابة عن **الأسئلة** التالية:



الشكل 1

1- كيف يجب وصل فولتمتر في الشكل لقياس جهد المحرك؟

بين طرفي المحرك (على التوازي) أحد طرفيه في (5) والآخر في (6)

2- كيف يجب وصل أميتر في الشكل لقياس تيار المحرك؟

على التوالي قبل المحرك أو بعده أو في أي جزء من الدائرة

3- ما اتجاه التيار الاصطلاحي في المحرك؟ من اليسار الى اليمين

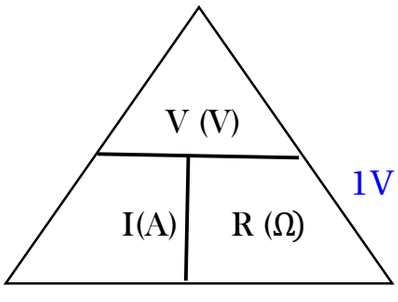
4- ما رقم الأداة التي :

- تحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية؟ 4 المحرك الكهربائي
- تحوّل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية؟ 1 البطارية
- تعمل على فتح الدائرة وإغلاقها؟ 2 مفتاحًا كهربائيًّا
- تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية؟ 3 المقاومة

* المقاومة الكهربائية وقانون أوم

المقاومة الكهربائية هي الممانعة التي يبديها الموصل لمرور التيار الكهربائي خلاله. **سببها** تصادم الإلكترونات مع ذرات الموصل .

وتعرف المقاومة R



قانـــــــــون أوم $R=\frac{V}{I}$

وحدة (R) : الأوم (Ω) .
(الأوم = فولت/أمبير) .

الأوم (1Ω) = مقاومة موصل يمر فيه تيار شدته 1A عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه 1V

* **نص القانون :** شدة التيار المار في مقاومة تتناسب طردياً مع فرق الجهد بين طرفيها .

J.S & A.F
جمعية أصوليين بلا حدود (خليفة بن زايد / أبو ظبي) – عبدالله فاضل فيزياء (أكاديمية نادي العين)
www.manahj.com/ae

س1) عند وصل سلك فلزي مقاومته (15Ω) بفرق جهد ثابت $(3V)$ يمر تيار كهربائي شدته ثابتة :

1) احسب شدة التيار المار في السلك .

$$\uparrow I = \frac{V}{R\uparrow} = \frac{3}{15} = 0.2A$$

2) احسب فرق الجهد اللازم لمرور تيار شدته $(0.5A)$ في نفس السلك .

$$V_2 = I_2 . R = 0.5 \times 15 = 7.5V$$

*** العوامل التي تعتمد عليها مقاومة الموصل الفلزي :**

العامل	كيفية تغيُّر المقاومة	مثال
الطول L	تزداد المقاومة الكهربائية بزيادة الطول.	L_1 L_2 طردي $R_{L1} > R_{L2}$ $R\uparrow$ $L\uparrow$
مساحة المقطع العرضي A	تزداد المقاومة الكهربائية بنقصان مساحة المقطع العرضي.	A_1 A_2 عكسي $R_{A1} > R_{A2}$ $R\downarrow$ $A\uparrow$
درجة الحرارة T	تتغير المقاومة بتغير درجة الحرارة.	T_1 T_2 الفلزات / المصباح $R_{T1} > R_{T2}$ $\uparrow R$ $T\uparrow$ ؛ الصمام الثنائي (الديود) $R_{T1} < R_{T2}$ $\downarrow R$ $T\uparrow$
نوع المادة $R\uparrow$ $\rho\uparrow$	عند تثبيت كلٍّ من الطول ومساحة المقطع العرضي ودرجة الحرارة، تتغير المقاومة الكهربائية وفق نوع المادة المستخدمة.	البلاتين الحديد الألومنيوم الذهب النحاس الفضة (R تزداد) ؛ تختلف R باختلاف نوع المادة ؛ R فضه < R بلاتين

س2) تزداد مقاومة الموصل الفلزي بزيادة درجة الحرارة .... **فسر ذلك .**

عند مرور التيار الكهربائي يسخن وسبب ذلك التصادمات التي تحدث بين الالكترونات وذرات مادة المقاوم فيتحول جزء من الطاقة الحركية للإلكترونات الى طاقة حرارية بفعل التصادمات .

س3) استناداً إلى المخطط المجاور اجب عما يلي :

فضة
نحاس
ذهب
المنيوم
حديد
بلاتين
تزداد المقاومة R

1) أي المواد تبدي ممانعة أكبر لمرور التيار الكهربائي خلالها ؟
البلاتين

2) أيهما افضل في التوصيل الكهربائي في أسلاك المنزل (الفضة أم النحاس) ؟
(ملاحظة : الفضة أغلى سعراً من النحاس)

بّرر إجابتك .

الفضة ،لأن مقاومته أقل من مقاومة النحاس لذلك يسمح بمرور التيار بسهولة

س4) جميع الأسلاك في الشكل نحاسية وعند درجة الحرارة نفسها , رتب الأسلاك وفقاً لمقاومتها بدءاً بالمقاومة الأكبر .

(A) (3) (B) (4) (C) (1) (D) (2)

س5) لديك نوع واحد فقط من الأسلاك إذا وصلت بطارية بمصباح كهربائي مستخدماً هذا السلك فكيف تستطيع خفض شدة التيار في السلك .

$$I\downarrow \quad R\uparrow \Leftarrow L\uparrow \quad A\downarrow \quad T\uparrow$$

(1) $L\uparrow$ زيادة الطول (2) $A\downarrow$ اسلاك غير سميكة (3) $T\uparrow$ رفع درجة الحرارة

J.S & A.F
جمعية أصدقاء خليفة بن زايد (خليفة بن زايد / أبو ظبي)
عبدالله فضل فرحات (أكاديمية نادي العين)
almanahj.com/ae

س6) اكتب أسفل كل سلك في الجدول الرقم المناسب من(1 إلى 4) وفقا لمقاومته حيث تعطى المقاومة الأصغر رقم 1 .

السلك وطوله	L	L	L/2	L/2
نوع المادة	حديد	حديد	نحاس	نحاس
درجة الحرارة	25^o	90^o	25^o	25^o
ترتيب المقاومة				

س7) اختر الإجابة الصحيحة لكل من العبارات التالية بوضع إشارة (✓) إلى يمينها :

1) أي الأسلاك التالية مقاومتها هي الأكبر : ($L\uparrow \quad A\downarrow \quad \rho\uparrow \quad T\uparrow$) . $R\uparrow$

☐ سلك ألمنيوم طوله $(10cm)$ وقطره $(3cm)$ ✓
☐ سلك ألمنيوم طوله $(10cm)$ وقطره $(5cm)$
☐ سلك ألمنيوم طوله $(5cm)$ وقطره $(3cm)$

2) أي الأسلاك التالية مقاومتها هي الأقل : ($L\downarrow \quad A\uparrow \quad \rho\downarrow \quad T\downarrow$) . $R\downarrow$

☐ سلك نحاسي طوله $(10cm)$ عند درجة حرارة (10^o)
☐ سلك نحاسي طوله $(5cm)$ عند درجة حرارة (10^o) ✓
☐ سلك نحاسي طوله $(10cm)$ عند درجة حرارة (32^o)
☐ سلك نحاسي طوله $(5cm)$ عند درجة حرارة (32^o)

3) الأسلاك الظاهرة أدناه نحاسية وعند درجة الحرارة نفسها أي منها الأكبر مقاومة : ($L\uparrow \quad A\downarrow$) . $R\uparrow$

☐ ☐ ✓ ☐ ☐

4) سلك من النحاس طوله $(1m)$ ومقاومته الكهربائية (6Ω) عند درجة حرارة معينة , ما مقاومة سلك آخر من النحاس طوله $(3m)$ وله نصف القطر نفسه وعند درجة الحرارة نفسها :

$$\frac{R_2}{R}=\frac{L_2}{L}=\frac{R_2}{6}=\frac{3}{1}=\ R=18\Omega$$

☐ 2Ω ☐ 6Ω ☐ 12Ω ✓ ☐ 18Ω

5) سلكان فلزيان $(x\ ,\ y)$ من المادة نفسها وبدرجة الحرارة نفسها , إذا كانت $(R_x=3R_y)$ عندما يطبق فرق الجهد نفسه بين طرفي كل منهما أي العبارات التالية صحيحة :

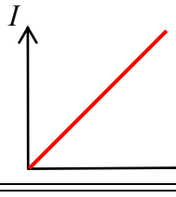
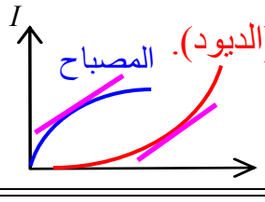
☐ $A_x=3A_y$, $L_x=\frac{L_y}{3}$ ✓ ☐ $A_x=\frac{2}{3}A_y$, $L_x=2L_y$
☐ $A_x=2A_y$, $L_x=\frac{3}{2}L_y$ ☐ $A_x=\frac{A_y}{3}$, $L_x=3L_y$

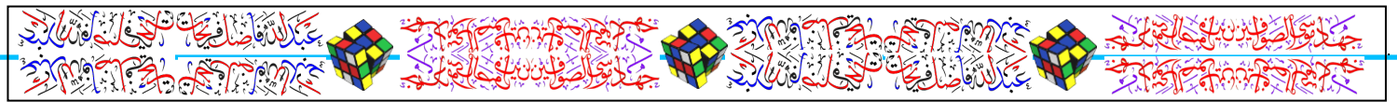
$$\frac{R_X}{R_Y}=3$$

$$\frac{R_X}{R_Y}=\frac{L_X.L_Y}{L_Y.L_X}=\frac{2L_Y\times A_Y}{L_Y\times\frac{2}{3}A_Y}=3$$

* تقسم المواد من حيث مقاومتها إلى

1) مواد أومية 2) مواد غير أومية .

وجه المقارنة	المواد الأومية	المواد غير الأومية
التعـــريف	مواد مقاومتها ثابتة بتغير فرق الجهد .	مواد مقاومتها تتغير بتغير فرق الجهد
مثـــال عليها	المقاومة الكربونية (الجرافيت) , الفلزات	المصباح , الصمام الثنائي (الديود). ينطبق عليها
قانـــون أوم	ينطبق عليها القانون $R=\frac{V}{I}$	لا ينطبق عليها القانون إلا عند نقاط محددة للجهد والتيار
علاقة فرق الجهد بالتيار	علاقة طردية (خطية) $R=\frac{1}{\text{الميل}}$ 	علاقة غير طردية (غير خطية) . $R=\frac{1}{\text{الميل}}$ 



almanahj.com/ae
J.S & A.F
جهد تواصل فاضل فرحات (خليفة بن زايد / أبو ظبي) – عبدالله فاضل فرحات (أكاديمية نادي العين)

* آلية التحكم في شدة التيار المار في دائرة كهربائية .

يتم التحكم في شدة التيار المار في دائرة كهربائية من خلال :

1- تغيير فرق الجهد مع ثبات مقاومة الدائرة حيث تزداد شدة التيار بزيادة فرق الجهد وتقل بنقصانه .

2- تغيير مقاومة الدائرة مع ثبات فرق الجهد حيث تزداد شدة التيار بانقاص المقاومة وتقل بزيادتها .

* أنواع المقاومات الكهربائية .

1- **المقاومة الثابتة** وهي في الغالب مصنوعة من اسلاك معدنية رفيعة وطويلة او مصنوعة من الجرافيت.

2- **المقاومة المتغيرة** وهي في الغالب مصنوعة من سلك فلزي على هيئة ملف وله طرف على شكل نقطة اتصال منزلقة ، بحيث يتم تحريك المنزلقة على طول السلك ومن خلال التحكم في الطول يمكن التحكم في مقدار المقاومة ، وتستخدم هذه المقاومات في الاجهزة التي تحتاج الى تدرج في تغيير شدة التيار مثل التحكم في مستويات الصوت ودرجة السطوع وتباين الالوان في الاجهزة ذات الشاشة.

$I \uparrow \quad R \downarrow$ التعرق (البلل (أملاح) $\begin{matrix}+\\-\end{matrix}$ * جسم الانسان . (موصل) R (غير ثابتة) $\left\{\begin{matrix}\uparrow \text{جاف}\\ \downarrow \text{مبلل}\end{matrix}\right.$

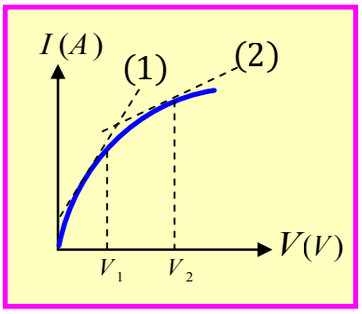
يعتبر جسم الانسان مقاوم ذو مقاومة متغيرة حيث تكون مقاومته عالية وكبيرة عندما يكون جافا وتقل مقاومته عندما يكون رطبا او مبلولاً ومن هنا لا ينصح بالتعامل مع الموصلات المشحونة والتمديدات الكهربائية عندما يكون جسم الانسان رطبا.

- ملاحظة هامة . $m = 0.001 = 10^{-3}$

عندما يمر تيار شدته 1mA في جسم الانسان يسبب له صدمة كهربائية واذا زادت الشدة الى حوالي 15mA فان ذلك يفقد الانسان السيطرة على عضلاته اما اذا بلغت الشدة 100mA فان ذلك في الغالب سيؤدي الى الموت .

س7) **يبين الرسم المجاور تغيرات شدة التيار المار في مقاوم بتغير فرق الجهد بين طرفيه ، عند أي من فرقي الجهد (V_1) أم (V_2) تكون المقاومة الكهربائية للمقاوم أكبر ميلها**

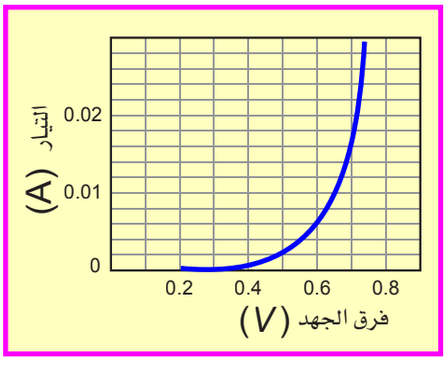
برر إجابتك . $R_1 \downarrow \quad \downarrow R_2$



(1) ميل > (2) ميل $\quad \uparrow R = \frac{1}{\downarrow \text{الميل}}$

R هي المقاومة الأكبر (عند V_2)

س 8) يمثل الرسم البياني في العلاقة بين فرق الجهد والتيار المار في جهاز يسمى الصمام الثنائي (الدايود) وهو مصنوع من السليكون. أجب عن الأسئلة التالية:



1) إذا وصِل الدايود بفرق جهد مقداره 0.70 V فما مقدار مقاومته؟

$$R_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{0.7}{0.016} \cong 43.8\Omega$$

2) ما مقدار مقاومة الدايود عند استخدام فرق جهد مقداره 0.60 V ؟

$$R_2 = \frac{V_2}{I_2} = \frac{0.6}{0.006} = 100\Omega$$

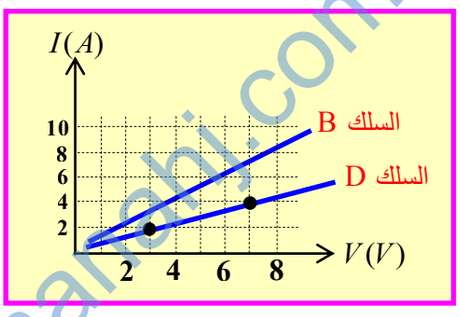
3) هل يُحقّق الدايود قانون أوم؟

لا، لأن مقاومته غير ثابته ولكن يحقق قانون أوم عند نقاط محددة

$R_2 \neq R_1$ مقاومة غير ثابتة

J.S & A.F
(خليفة بن زايد / أبو ظبي) – جهد وتحدي الصفوف الفوقية
(أكاديمية نادي العين) – عبدالله فضل فيحان

س9) يبين الشكل الرسم البياني لتغيرات فرق الجهد الكهربائي مع شدة التيار لسلكين من المادة نفسها ولهما الطول نفسه ودرجة الحرارة نفسها , أجب عما يلي :



1) احسب المقاومة الكهربائية للمقاوم (D) .

ولمعالجة الأخطاء في التجارب العملية يتم قياس المقاومة عن طريق حساب الميل

$$R_D = \frac{V}{I} = \frac{4-2}{7-3} = 0.5 \qquad R_D = \frac{1}{0.5} = 2\Omega$$

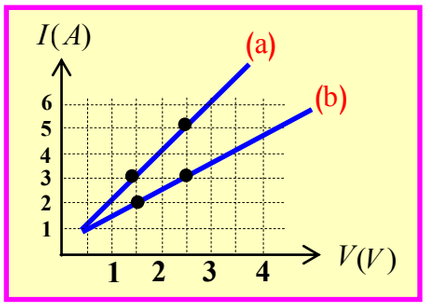
2) أي السلكين مساحة مقطعه أكبر . فسر إجابتك .

B ، ميل B < ميل D

$R_B < R_D \Rightarrow A_B > A_D$

$[\ A \uparrow \ R \downarrow \ \text{الميل} \uparrow\ ]$

س10) سلكان موصلان (a , b) من المادة نفسها ولهما الطول نفسه إذا مثلث العلاقة بين فرق الجهد بين طرفي كل منهما وشدة التيار المار فيهما فكانت كما في الشكل المجاور :



$R \alpha \frac{1}{A}$

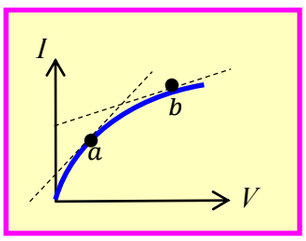
احسب بفرض ثبات درجة الحرارة نسبة مساحة مقطع السلك (a) إلى مساحة مقطع السلك (b) .

$$\frac{A_a}{A_b} = \frac{R_b}{R_a} = \frac{\text{ميل a}}{\text{ميل } b} = \frac{[(5-3)/(2.5-1.5)]}{[(3-2)/(205-1.5)]} = \frac{2}{1}$$

$A \uparrow \quad R \downarrow \quad$ الميل $\uparrow$

$A_a > A_b \Leftarrow$

س11) مثلت العلاقة بين شدة التيار وفرق الجهد لسلك التنجستون بيانياً كما في الشكل :



$R \uparrow \quad$ الميل $\downarrow$

1) هل تعتبر مقاومة سلك التنجستون مقاومة أومية ؟ فسر إجابتك .

لا مقاومته غير ثابتة وتتغير بتغير الجهد

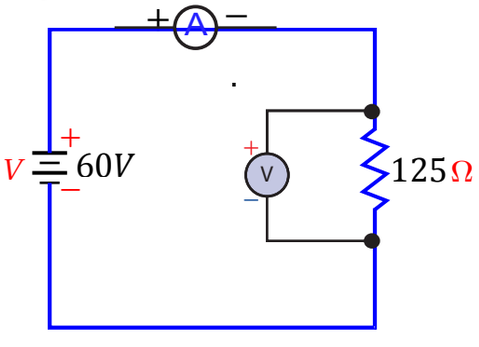
2) بيّن ماذا يحدث لمقدار المقاومة بزيادة فرق الجهد مع التفسير ؟

تزداد R بزيادة V (بزيادة V يقل الميل $\Leftarrow$ $R \uparrow$)

3) إذا زاد فرق الجهد بين طرفي مقاوم غير أومي إلى مثلية فهل تزداد شدة التيار المار فيه إلى مثليها ؟ لماذا .

لا ليس بالضرورة نسبة $\frac{V}{I}$ غير ثابتة $\Leftarrow$ [مقاومتها غير ثابتة]

س12) ارسم رسمًا تخطيطيًّا لدائرة تحتوي على بطارية فرق الجهد بين طرفيها 60.0V ، وأميتر، ومقاومة مقدارها 12.5Ω ، وفولتمتر لقياس فرق الجهد بين طرفي المقاومة. أوجد قراءة الأميتر، وحدد اتجاه التيار.



Ⓐ قراءة $I = \frac{V}{R} = \frac{60}{12.5} = 4.8A$

omarmahi.com/ae

س13) يدَّعي حمزة أن مقاومة الفلزات ستزداد بزيادة فرق الجهد؛ وذلك لأن $R = V/I$. فهل ما يدعيه صحيح؟ فسر ذلك.

لا ادعاؤه خاطيء لأن مقاومة الفلزات أومية وتبقى ثابتة بتغير الجهد وحسب العلاقة $R = \frac{V}{I}$

فإن التيار يزداد بنفس نسبة زيادة V

س14) إذا أردت قياس مقاومة سلك طويل فبيّن كيف تركّب دائرة كهربائية باستخدام بطارية وفولتمتر وأميتر والسلك الذي تريد قياس مقاومته. حد ما الذي ستقيسه؟ وبيّن كيف تحسب المقاومة؟

$R = \frac{1}{\text{الميل}}$ $R \alpha L$

– تستخدم سلك فلزي (نوعه معروف)وثابت المساحة

– بتغيير المنزلق (تحريكه) يتغير طول السلك

– بعد اغلاق المفتاح تسجل قراءتي (V) (A) ثم تعاد المحاولة عدة مرات

– ترسم العلاقة بين التيار والجهد ونحسب الميل يكون مقلوب الميل = مقدار المقاومة

*** تحولات الطاقة في الدوائر الكهربائية .**

الوظيفة التي تقوم بها الاجهزة الكهربائية المختلفة هي تحويل الطاقة الكهربائية الى اشكال اخرى من الطاقة وذلك حسب الحاجة ومن الامثلة على ذلك :

1- المحرك الكهربائي يحول الطاقة الكهربائية الى طاقة حركية (المروحة)

2- المصباح الكهربائي يحول الطاقة الكهربائية الى ضوئية مع تحول جزء يسير الى طاقة حرارية .

3- الهاتف يحول الطاقة الكهربائية الى صوتية وضوئية .

4- المذياع الرقمي ذو الساعة يحول الطاقة الكهربائية الى صوتية وضوئية.

5- مجفف الشعر والمدفأة تحول الطاقة الكهربائية الى حرارية

- ملاحظة هامة .

عند مرور التيار الكهربائي يسخن وسبب ذلك التصادمات التي تحدث بين الالكترونات وذرات مادة المقاوم فيتحول جزء من الطاقة الحركية للإلكترونات الى طاقة حرارية بفعل التصادمات . $R = 0$ $E = 0$

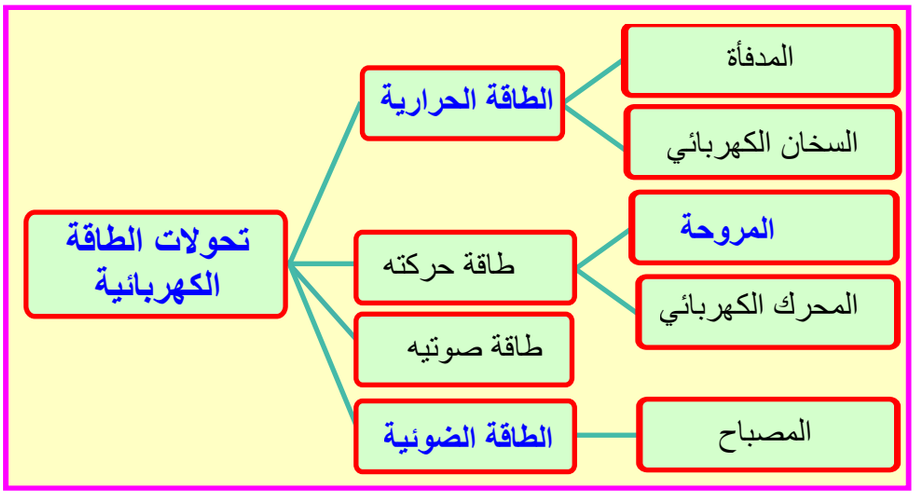
*** الموصلات الفائقة.**

هي موصلات مخبريةيتم الحصول عليها بتبريد الموصل الى درجات حرارة منخفضة تصل الى حدود -173^oC 100 K بحيث تنعدم مقاومتها الكهربائية (تصبح مقاومة مادتها صفراً) مما يجعلها توصل التيار دون فقد او ضياع في الطاقة ولا يستلزم لنشوء التيار فيها وجود فرق في الجهد بين طرفيها ، وتستخدم هذه الموصلات في التطبيقات العملية التي تحتاج الى تيارات كهربائية بشدة عالية جدا مثل جهاز الرنين المغناطيسي والمسرعات النووية (السيكلوترون)

س15) مستعينا بالمصطلحات والكلمات التالية :

(الطاقة الحركية ، الطاقة الصوتية ، المصباح ، المحرك الكهربائي ، السخان الكهربائي ، المدفأة)

أكمل المنظم البياني التالي والذي يوضح أشكال الطاقة المختلفة الناتجة من تحول الطاقة الكهربائية وأمثلة تطبيقية عليها .



J.S & A.F
جهد تعاونوا صفوا فيزيائيين (خليفة بن زايد / أبو ظبي)
عبدالله فاضل فرحات الأحمدي الفهري (أكاديمية نادي العين)
jmanahj.com/ae

almanahj.com/ae
J.S & A.F
جهد ومواصلة الأصفياء (خليفة بن زايد / أبو ظبي) – عبدالله فضل فرحات (أكاديمية نادي العين)

* الطاقة المحمولة بواسطة التيار الكهربائي .

تحسب الطاقة الكهربائية التي تحملها الشحنات المكونة للتيار الكهربائي بالعلاقة التالية :

$$E = q \cdot V$$

حيث: q كمية الشحنة المنقولة بالكولوم و V فرق الجهد بين طرفي الموصل بوحدة الفولت

* القـــــــــدرة الكهربائية (P)

هي المعدل الزمني لتحول الطاقة ووحدة قياسها هي الواط (W) والتي تكافئ J/s

$$P = \frac{E}{t}$$

P { القدرة / الطاقة معدل / لوحدة الزمن طاقة }

وهي تحسب بالعلاقة التالية :

$$P = I \cdot V$$

حيث: P القدرة و I التيار الكهربائي المار في الجهاز (A) و V فرق الجهد (volt)

الاشتقاق : $P = \frac{E}{t}$ --------- (1) $\quad E = qV$ --------- (2)

بالتعويض عن (2) في (1) ينتج أن: $P = \frac{qV}{t} = IV$

*** ملاحظات :** **1)** القدرة التي ينتجها المصدر أو البطارية تحسب فقط من العلاقة :

$$P = I \cdot V$$

2) القدرة المستهلكة في المصباح (أو أي جهاز) تحسب من :

$$P = I \cdot V = I^2 \cdot R = \frac{V^2}{R}$$

3) القدرة المكتوبة على المصباح تعني الطاقة التي يستهلكها المصباح في ثانية واحدة .

مصباح مكتوب عليه $(100W)$ تعني أنه يستهلك طاقة مقدارها $(100J)$ في الثانية الواحدة .

س1) إذا مرّ تيار كهربائي مقداره 0.50 A في مصباح كهربائي فرق الجهد بين طرفيه 125 V، فما المعدل الزمني لتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية؟ افترض أن كفاءة المصباح 100%.

$$P_{\text{كهربائية}} = P_{\text{ضوئية}} = I.V = 0.5 \times 125 = 62.5w$$

س2) مصباح كهربائي قدرته 100.0 W، وكفاءته 22%؛ أي أن 22% فقط من الطاقة الكهربائية تتحول إلى طاقة ضوئية.

1- ما مقدار الطاقة الحرارية التي ينتجها المصباح الكهربائي كل دقيقة؟

$$E = P \times t = 100 \times 60 = 6000j \implies E_{\text{حرارية}} = \frac{78}{100} E_{\text{كهربائية}} \implies = \frac{78}{100} \times 6000 = 4680J$$

2- ما مقدار الطاقة التي يحولها المصباح إلى ضوء كل دقيقة في أثناء إضاءته؟

$$E_{\text{ضوئية}} = E_{\text{كهربائية}} - E_{\text{حرارية}} = 6000 - 4680 = 1320J \quad \left| \overset{\text{أو}}{=\!=} \right. \quad E = \frac{22}{100} \times 6000 = 1320J$$

س3) تَوَلّد تيار مقداره 2.0 A في مصباح متصل ببطارية سيارة. ما مقدار القدرة المستهلكة في المصباح إذا كان فرق الجهد عليه 12 V؟

$$P = IV \implies = 2 \times 12 = 24w$$

J.S & A.F
جهد نوال الصفاتين (خليفة بن زايد / أبو ظبي) – I
عبد الله فضل فيحان (أكاديمية نادي العين)
almanahj.com/ae

س4) يمرّ تيار كهربائي مقداره 210 A في جهاز بدء التشغيل في محرك سيارة. فإذا كان فرق الجهد بين قطبي البطارية 12 V فما مقدار الطاقة الكهربائية التي تصل إلى جهاز بدء التشغيل خلال 10.0 s؟

$$E = P.t = I.V.t = 210 \times 12 \times 10 = 25.2 \times 10^3\, J$$

س5) تحوِّل دائرة كهربائية طاقة مقدارها 2.2×10^3 J عندما تُشغَّل ثلاث دقائق. حدّد مقدار الطاقة التي ستتحول عندما تُشغَّل مدة ساعة واحدة.

$$E = P.t \Longrightarrow E \propto t$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{t_2}{t_1}$$

$$\frac{E_2}{2.2 \times 10^3} = \frac{60min}{3min}$$

$$\Longrightarrow E_2 = 4.4 \times 10^4 J$$

أو

$$2.2 \times 10^3 \quad 3\ \text{min}$$

$$? \quad 60\ \text{min}$$

$$\Longrightarrow E_2 = 4.4 \times 10^4 J$$

س6) عرّف وحدة قياس التيار الكهربائي بدلالة الوحدات الأساسية MKS.

الامبير ناتج عن مرور كولوم واحد خلال ثانية واحدة $I = \frac{q}{t} = (c/s) = A$

س 7) مصباح كهربائي كُتب عليه 0.90 W. إذا كان فرق الجهد بين طرفيه 3.0 V فما مقدار شدة التيار المار فيه؟

$$I = \frac{P}{V} = \frac{0.90}{3} = 0.3A$$

س8) تبلغ مقاومة عنصر التسخين في طبّاخ كهربائي عند درجة حرارة تشغيله 11 Ω .

1- إذا تم توصيل الطبّاخ بمصدر جهد مقداره 220 V فما مقدار التيار الكهربائي المار في عنصر التسخين؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{220}{11} = 20A$$

2- ما مقدار الطاقة التي يحوّلها هذا العنصر إلى طاقة حرارية خلال 30.0 s؟

$$E = \frac{V^2}{R} \times t = \frac{220^2}{11} \times 30 = \quad J$$

س 9) استغرق سخان ماء كهربائي جهده 120 V زمنًا مقداره 2.2 h لتسخين حجم معيّن من الماء إلى درجة الحرارة المطلوبة. احسب المدة اللازمة لإنجاز المهمة نفسها، وذلك باستخدام سخّان آخر جهده 240 V مع بقاء التيار نفسه.

$$E_1 = E_2$$

$$P_1 t_1 = P_2 t_2$$

$$IV_1 t_1 = IV_2 t_2$$

$$E_2 = 1.3E_1$$

$$120 \times 2.2 = 240 \times t_2$$

$$t_2 = 1.1\ h$$

س10) تنتج بطارية سيارة تيارًا مقداره 55 A لمدة 1.0 h، وذلك عندما يكون فرق جهدها 12 V. ويتطلب إعادة شحنها طاقة أكبر 1.3 مرّة من الطاقة التي تزوّدنا بها؛ لأن كفاءتها أقل من الكفاءة المثالية. ما الزمن اللازم لشحن البطارية باستخدام تيار مقداره 7.5 A؟ افترض أن فرق جهد الشحن هو نفسه فرق جهد التفريغ.

$$V_2 = V_1 = V$$

$$E_2 = 1.3E_1$$

$$I\not{V}\, t_2 = 1.3\, I\not{V}\, t_1$$

$$7.5 \times t_2 = 1.3 \times 55 \times 1$$

$$t_2 = 9.5h$$

س 11) ما مقدار الطاقة المستنفدة في مصباح قدرته 60.0 W خلال نصف ساعة؟ وإذا حوّل المصباح 12% من الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية فما مقدار الطاقة الحرارية التي يولدها خلال نصف ساعة؟

$$E_{\text{حرارية}} = \frac{88}{100} E_{\text{كهربائية}}$$

$$= \frac{88}{100} \times P_{kw} \times t_h$$

$$= \frac{88}{100} \times \frac{60}{1000} \times 0.5$$

$$E_{\text{حرارية}} = 0.026$$

$$= 0.026 \times 3.6 \times 10^6$$

$$= 95.04 \times 10^3 J$$

$$3.6 \times 10^6 J = 1kw.h$$

J.S & A.F
(خليفة بن زايد / أبو ظبي)
(أكاديمية نادي العين)
جمعة الصفوف الفيزيائية
عبدالله فاضل فرحات للمساعدة
jmanahj.com/ae

س12) يمر تيار كهربائي مقداره 66 mA في مصباح عند توصيله ببطارية جهدها 6.0 V، ويمر فيه تيار مقداره 75 mA عند استخدم بطارية جهدها 9.0 V ، أجب عن الأسئلة التالية:

$$R_1 = \frac{V_1}{I_1} = 90.9$$

$$R_2 = \frac{V_2}{I_2} = 120$$

1- هل يحقق المصباح قانون أوم؟ لا نسبة $\frac{V}{I}$ غير ثابتة

2- ما مقدار القدرة المستنفدة في المصباح عند توصيله ببطارية 6.0 V؟

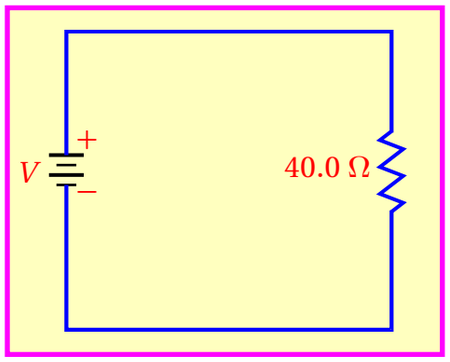
$$P_1 = I_1 . V_1 = 0.4w$$

3- ما مقدار القدرة المستنفدة في المصباح عند توصيله ببطارية 9.0 V؟

$$P_2 = I_2 . V_2 = 0.7w$$

س13) في الدائرة الموضّحة في **الشكل** تبلغ أكبر قدرة كهربائية آمنة 50.0 W

استخدم الشكل لإيجاد كل مما يلي:



1- أكبر تيار آمن. $I \uparrow$

$$P = I^2 R$$

$$50 = I^2 \times 40$$

$$I = 1.12A$$

2- أكبر جهد آمن.

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$50 = \frac{V^2}{40}$$

$$V = 44.7V$$

أو

$$V = IR$$

$$= 1.12 \times 40$$

$$\cong 44.8$$

س14) يعمل سخّان كهربائي مقاومته 15 Ω على فرق جهد مقداره 120 V. احسب مقدار:

1- التيار المار في مقاومة السخان.

$$I = \frac{V}{R} = 8\ A$$

2- الطاقة المستهلكة في مقاومة السخان خلال 30.0 s.

$$E = P.t = I.V.t = 8 \times 120 \times 30 = 28.8 \times 10^3\ J$$

3- الطاقة الحرارية الناتجة في هذه المدة.

$$28.8 \times 10^3\ J = E_{\text{كهربائية}} = E_{\text{حرارية}}$$

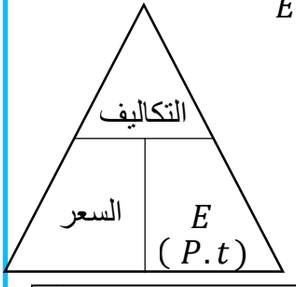
س15) إذا وُصِلت مقاومة مقدارها 39 Ω ببطارية جهدها 45 V فاحسب مقدار:

1- التيار المار في الدائرة.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{45}{39} = 1.15A$$

2- الطاقة المستهلكة في المقاومة خلال 5.0 min.

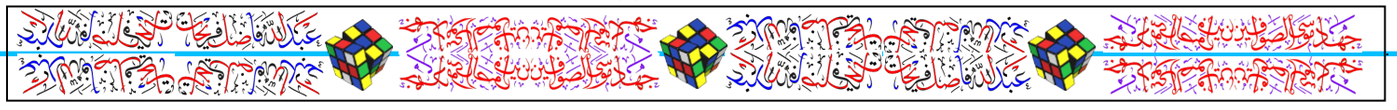
$$E = P.t = I.V.t = 1.15 \times 45 \times (5 \times 60) = 15.6 \times 10^3\ J$$



$(kw.h)$ قراءة العداد = الطاقة المستهلكة خلال فترة الاستخدام

E = القراءة السابقة – القراءة الحالية

$$P = I \cdot V = I^2 \cdot R = \frac{V^2}{R}$$



almanahj.com/ae

* شركة الكهرباء و استهلاك الطاقة

تزودنا شركات الكهرباء **بالطاقة الكهربائية** وليس القدرة فالمستهلكون يسددون ثمن الطاقة الكهربائية المستهلكة وليس القدرة.

كمية الطاقة المستهلكة في جهاز (J) = قدرة الجهاز (W) × زمن تشغيل الجهاز (S)

كمية الطاقة المستهلكة في جهاز (KW.h) = قدرة الجهاز (KW) × زمن تشغيل الجهاز (h)

*** ملاحظات :** 1) شركة الكهرباء تأخذ سعر الطاقة وليس سعر القدرة .

2) تقاس الكمية المستهلكة بوحدة الجول أو (w.s) وتعتبر هذه الوحدة صغيرة جدا بالمقارنة مع الكميات الكبيرة من الطاقة في الاستخدامات العملية لذا نستخدم وحدة (KW.h).

التكاليف = الطاقة $(KW.h)$ × ثمن الوحدة $(KW.h)$

= القدرة (KW) × الزمن (h) × ثمن الوحدة $(KW.h)$

*** التحويلات المهمة :** $(1KW = 1000W)$ $(1h = 3600s)$ $(1KW.h = 3.6\times10^6\ J)$

س1) يُكلّف تشغيل مُكيّف هواء 50 ريالًا خلال 30 يومًا، وذلك على اعتبار أن المُكيّف يعمل نصف الفترة الزمنية، وثمن كل kWh هو 0.090 ريال. احسب التيار الذي يمر في المكيّف عند تشغيله على فرق جهد مقداره 120 V؟

$$\text{التكاليف} = \text{السعر} \times P(w) \times t(h)$$

$$50 = \frac{I \times 120}{1000} \times (15 \times 24) \times 0.09 = 12.9A$$

س2) مدفأة كهربائية تصل قدرتها إلى 500 W. أجب عما يلي:

1- ما مقدار الطاقة الواصلة إلى المدفأة في نصف ساعة؟

$$E = P \times t$$

$$\frac{500}{1000} \times 0.5 = 0.25kw.h$$

2- إذا كان ثمن الكيلوواط.ساعة 0.08 ريال، فما تكلفة تشغيل المدفأة 6.0 h في اليوم مدة 30 يومًا؟

$$\text{التكاليف} = \text{السعر} \times P(w) \times t(h)$$

$$= \frac{500}{1000} \times (30 \times 6) \times 0.08 = 7.2\text{ريال}$$

س3) يتم تشغيل مذياع ببطارية جهدها 9.0 V، بحيث تـــزوِّده بتيار مقـــداره 50.0 mA. إذا كان ثمن البطارية 10.00 ريالات، وتعمل لمدة 300.0 h

1- فاحسب تكلفة كل kWh تُزوِّدنا به هذه البطارية عند تشغيل المذياع هذه الفترة.

$$\text{التكلفة} = \frac{I\times V}{1000} \times (t_h) \times \text{الثمن}$$

$$10 = \frac{50 \times 10^{-3} \times 90}{1000} \times (300) \times \text{الثمن}$$

$$\text{الثمن} = 740.7\text{ريال}$$

2- إذا تم تشغيل المذياع نفسه بواسطة محوِّل موصول بدائرة المنزل، وكان ثمن الكيلوواط.ساعة 0.12 ريال

فاحسب تكلفة تشغيل المذياع مدة 300.0 h.

$$\text{التكلفة} = \frac{I\times V}{1000} \times (t_h) \times \text{الثمن}$$

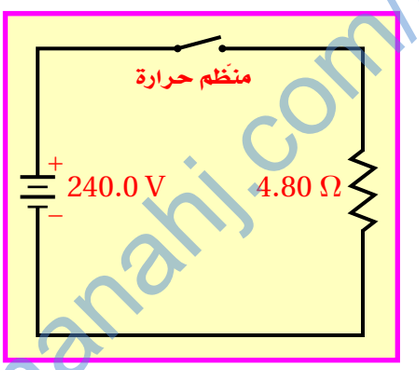
$$= \frac{50 \times 10^{-3} \times 90}{1000} \times (300) \times 0.12 \quad \text{الثمن} = 0.016\text{ريال}$$

استخدام تشغيل المذاع في المنزل افضل واقل تكلفة

J.S & A.F (خليفة بن زايد / أبو ظبي) – (أكاديمية نادي العين) جهد تواصل فاضل عبدالله فاضل

J.S & A.F
جمعية أصدقاء الصفين (خميسة بن زايد / أبو ظبي) – (أكاديمية نادي العين) عبدالله فضل فرحات
omanahj.com/ae

س4) يمثل الشكل دائرة فرن كهربائي. احسب قيمة الفاتورة الشهرية (30 يومًا) إذا كان ثمن الكيلوواط. ساعة 0.10 ريال، وتم ضّبط منظم الحرارة ليشتغل الفرن ربع الفترة الزمنية؟



$$t = \frac{1}{4} \times 24 \times 30 = 180h$$

التكاليف = السعر $\times P(w) \times t(h)$

$$= \frac{V^2/R}{1000} \times (30 \times 6) \times 0.08 = \frac{240^2/R}{1000} \times (180) \times 0.10 = 216 \text{ ريال}$$

س5) ملف تسخين مقاومته 4.0 Ω ، ويعمل على جهد مقداره 120 V، أجب عما يلي:

1- ما مقدار الطاقة الواصلة إلى الملف خلال 5.0 min؟

$$E = P.t = \frac{V^2}{R}.t \qquad E = \frac{120^2}{4} \times (5 \times 60) = 1.08 \times 10^6 J$$

2- إذا كان ثمن الكيلوواط. ساعة 0.08 ريال فما تكلفة تشغيل الملف 30 min في اليوم مدة 30 يوما؟

التكاليف = $P(w) \times t(h)$ × السعر

$$\frac{V^2/R}{1000} \times \left(\frac{30}{60} \times 30\right) \times 0.08 = 4.32 \text{ ريال}$$

س6) **مصباح كهربائي مكتوب على زجاجته** $(220V\ ,150W)$ **تم تشغيله بتطبيق فرق جهد** $(220V)$:

1- **احسب المقاومة الكهربائية لفتيل المصباح .**

$$P = \frac{V^2}{R} \qquad 150 = \frac{220^2}{R}$$

$$R = 322.7$$

2- **احسب تكلفة تشغيل المصباح (30) يوماً بمعدل (12) ساعة يومياً علماً أن تكلفة كل** $(1KW.h)$ **هو** (0.35) **درهما**

التكاليف = $P(w) \times t(h)$ × السعر

$$\text{التكاليف} = \frac{150}{1000} \times 360 \times 0.35 \cong 19 \text{ درهما}$$

$$\downarrow P_{\text{ضائعة}} = \downarrow I^2.R \downarrow \begin{cases} L \downarrow \text{ صعب} \\ A \uparrow \\ \rho \downarrow \\ T \downarrow \text{ صعب} \end{cases}$$

*** نقل الطاقة الكهربائية .**

يتم نقل الطاقة الكهربائية من محطات التوليد الى مناطق الاستهلاك باستخدام الشبكات الوطنية وهي مجموعة كبيرة جدا من الاسلاك الموصلة التي توفر المسار المغلق للتيار الذي بدوره يحمل الطاقة الكهربائية، ولان مسافة النقل تكون في العادة كبيرة جدا ولتقليل الفاقد من الطاقة اثناء النقل يلجا المختصون الى الاجراءات التالية :

1- تقليل شدة التيار وذلك من خلال استخدام محولات كهربائية بالقرب من محطات التوليد تعمل على رفع الجهد الكهربائي وتقليل شدة التيار فتقل بذلك الطاقة المفقودة على شكل حرارى في اسلاك النقل .

2- استخدام اسلاك من مواد ذات مقاومة نوعية قليلة مثل النحاس وبمساحة مقطع كبيرة نسبيا فتقل بذلك الطاقة المفقودة على شكل حرارة في اسلاك النقل.

مع ملاحظة ان الاجراء الاول اكثر فاعلية في تقليل الفاقد من الطاقة من الاجراء الثاني .

*** ملاحظات هامة جدا :**

1- يتم توليد الطاقة الكهربائية اما من خلال تحويل الطاقة الميكانيكية للمياه الساقطة (المحطات الكهرومائية) او تحويل طاقة الرياح باستخدام التوربينات .

2- الدول التي لا تمتلك مساقط للمياه او ان حركة الرياح لا تكون نشطة بشكل تام ودائم عندها تلجا الى تحويل الطاقة الكيميائية المخزنة في النفط الى طاقة كهربائية من خلال محركات الاحتراق الداخلي .

J.S & A.F
جهد وتواصل فازين (خليفة بن زايد / أبو ظبي) – عبدالله فاضل فيحات (أكاديمية نادي العين)
www.manahj.com/ae

* مراجعة عامة مع الحلول .

عزيزي الطالب عليك حل الاسئلة التالية على ورقة منفصلة ثم مقارنة حلك بالحلول المرفقة.

1. **الطاقة** يُشغّل محركُ السيارة المولدَ الكهربائي، والذي يولّد بدوره التيار الكهربائي اللازم لعمل السيارة، ويُخزّن شحنات كهربائية في بطارية السيارة. وتَستخدم المصابيح الرئيسة في السيارة الشحنةَ الكهربائية المختزنة في بطارية السيارة. جهّز قائمة بأشكال الطاقة في العمليات السابقة.

تتحول الطاقة الميكانيكية من المحرك إلى طاقة كهربائية في المولّد؛ وتختزن الطاقة الكهربائية على شكل طاقة كيميائية في البطارية، وتتحوّل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية في البطارية، وتتحوّل الطاقة الكهربائية إلى ضوء وطاقة حرارية في المصابيح الرئيسة.

2. **المقاومة الكهربائية** يتم تشغيل مجفّف الشعر بوصله بمصدر جهد 120 V، ويكون فيه خياران: حار ودافئ. في أيّ الخيارين تكون المقاومة أصغر؟ ولماذا؟

يستهلك مجفف الشعر عند ضبطه على الساخن قدرة أكبر من الطاقة. وحيث أن $P = IV$، والجهد ثابت لذا يكون التيار المار فيه أكبر، ولأن $I = V/R$، فإن المقاومة تكون أقل.

3. **القدرة** حدّد مقدار التغير في القدرة في دائرة كهربائية إذا قل الجهد المُطبّق إلى النصف.

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2^2/R}{V_1^2/R} = \frac{(0.5V_1)^2/R}{V_1/R} = 0.25$$

ستنخفض إلى ربع القيمة الأصلية.

4. **الكفاءة** قوّم أثر البحث لتحسين خطوط نقل القدرة الكهربائية في المجتمع والبيئة؟

بعض الفوائد المحتملة : تقليل تكلفة الكهرباء المستهلكة، وكلّما قلّت القدرة المفقودة خلال خطوط النقل قل استهلاك الفحم وغيره من المصادر الأخرى المستخدمة لتوليد القدرة الكهربائية، والذي من شأنه تحسين البيئة.

5. **الجهد** لماذا يتم توصيل الطبّاخ الكهربائي وسخّان الماء الكهربائي بدائرة جهدها 240 V بدلاً من دائرة جهدها 120 V؟

يقل التيار إلى النصف عند مضاعفة الجهد للقدرة نفسها، وستقل خسارة I^2R في شبكة أسلاك الدائرة الكهربائية بشكلٍ كبير؛ لأن تلك خسارة تتناسب طرديًا مع مربع التيار.

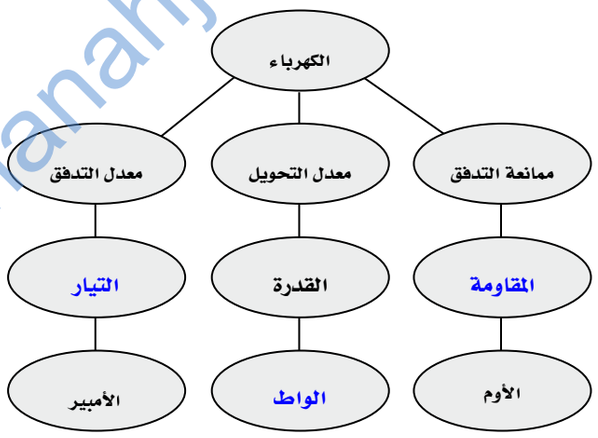
6. **التفكير الناقد** عندما يرتفع الطلب على القدرة الكهربائية تقوم شركات الكهرباء أحيانًا بتقليل الجهد، مما يؤدي إلى خفوت الأضواء. ما الذي يبقى محفوظًا ولا يتغير؟

القدرة ستبقى محفوظة ولا تتغير، وليست الطاقة، وستعمل تلك الأجهزة لفترة زمنية أطول.

7. ما الكميات الكهربائية التي يجب المحافظة على مقاديرها قليلة عند نقل الطاقة الكهربائية مسافات طويلة بصورة اقتصادية؟

مقاومة السلك والتيار المار فيه.

8. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: الواط، التيار، المقاومة.



9. صف تحوّلات الطاقة التي تحدث في الأدوات التالية:

a. مصباح كهربائي متوهّج.

تتحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وضوء.

b. مجففة ملابس.

تتحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وطاقة حركية.

c. مذياع رقمي مزوّد بساعة.

تتحوّل الطاقة الكهربائية إلى ضوء وصوت.

10. أي السلكين يوصل الكهرباء بمقاومة أقل: سلك مساحة مقطعه العرضي كبيرة، أم سلك مساحة مقطعه العرضي صغيرة؟

للسلك ذي المقطع العرضي الأكبر مقاومة أقل؛ لأن هناك عددًا أكبر من الإلكترونات لحمل الشحنة.

11. لماذا يكون عدد المصابيح التي تحترق لحظة إضاءتها أكبر كثيرًا من عدد المصابيح التي تحترق وهي مُضاءة؟

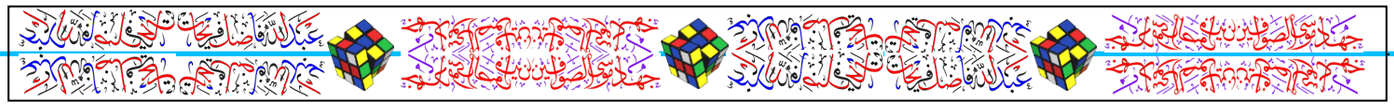
تسمح المقاومة القليلة للفتيلة الباردة بمرور تيار كبير في البداية، ومن ثم يحدث تغيّر كبير في درجة حرارتها مما يؤدي إلى تعرّض الفتيلة لإجهاد كبير وزيادة مقاومتها.

12. عند عمل دائرة قصر لبطارية بوصل طرفي سلك نحاسي بقطبي البطارية ترتفع درجة حرارة السلك. فسّر لماذا يحدث ذلك؟

تولّد دائرة القصر تيارًا كبيرًا مما يسبب تصادم عدد أكبر من الإلكترونات مع ذرات السلك وهذا يؤدي إلى رفع الطاقة الحركية للذرات وكذلك رفع درجة حرارة السلك.

13. عرّف وحدة القدرة الكهربائية بدلالة الوحدات الأساسية MKS.

$$W = \frac{C}{s} \cdot \frac{J}{C} = \frac{kg\,\frac{m^2}{s^2}}{s} = \frac{kg.m^2}{s^3}$$



14. **خطوط القدرة** لماذا تستطيع الطيور الوقوف على خطوط الجهد المرتفع دون أن تتعرض لصدمة كهربائية؟

لا يوجد فرق جهد على امتداد السلك، لذا لا يمر تيار كهربائي خلال جسم الطائر.

15. صِف طريقتين لزيادة التيار في دائرة كهربائية.

إما بزيادة الجهد أو بتقليل المقاومة.

16. **المصابيح الكهربائية** يعمل مصباحان كهربائيان في دائرة كهربائية جهدها 120 V، فإذا كانت قدرة أحدهما 50 W والآخر 100 W، فأيّ المصباحين مقاومته أكبر؟ وضّح إجابتك.

المصباح الكهربائي 50 W ؛ $P=\frac{V^2}{R}$ لذا فإن $R=\frac{V^2}{P}$
فالمقاومة الكبيرة تسبّب قدرة أقل.

17. إذا ثُبّت فرق الجهد في دائرة كهربائية، وتم مضاعفة مقدار المقاومة، فما تأثير ذلك في تيار الدائرة؟

إذا تضاعفت المقاومة فإن التيار سيقل إلى النصف.

18. ما تأثير مضاعفة كل من الجهد والمقاومة في تيار دائرة كهربائية؟ وضّح إجابتك.

لا تأثير، لأن $V=IR$، لأن $I=\frac{V}{R}$، فإذا تضاعف كل من الجهد والمقاومة فإن التيار لا يتغيّر.

19. **قانون أوم** وجدت سارة أداة تُشبه مقاومة. عندما وصلت هذه الأداة ببطارية جهدها 1.5 V مرَّ فيها تيار مقداره 45×10^{-6} A فقط، ولكن عندما استخدمت بطارية جهدها 3.0 V مر فيها تيار مقداره 25×10^{-3} A ، فهل تحقّق هذه الأداة قانون أوم؟

لا؛ لأنه عند 1.5 V وباستخدام العلاقة $R=\frac{V}{I}$ تكون المقاومة $R=\frac{1.5\text{ V}}{45\times10^{-6}\text{A}}=3.3\times10^{4}\ \Omega$، وعند 3.0 V تكون المقاومة $R=\frac{3\text{ V}}{25\times10^{3}\text{A}}=120\ \Omega$. فالجهاز الذي

20. إذا غُيّر موقع الأميتر المبين في **الشكل 3a–3** ليُصبح أسفل الشكل، فهل تبقى قراءة الأميتر هي نفسها؟ وضّح ذلك.

نعم؛ لأن قيمة التيار متساوية عند كل النقاط في الدائرة.

21. سلكان أحدهما مقاومته كبيرة والآخر مقاومته صغيرة. إذا وصِل كل منهما بقطبي بطارية جهدها 60 V، فأي السلكين ينتج طاقة بمعدل أكبر؟ ولماذا؟

السلك الذي له أقل مقاومة؛ لأن $P=\frac{V^2}{R}$ ، فالمقاومة R الأقل تولّد قدرة P أكبر تتبدّد في السلك، حيث يولّد طاقة حرارية بمعدل أكبر.

22. **مجفّفات الملابس** وصلت مجفّفة ملابس قدرتها 4200 W بدائرة كهربائية جهدها 220 V، احسب مقدار التيار المار فيها.

$$P=IV$$

$$I=\frac{P}{V}=\frac{4200\text{ W}}{220\text{ V}}=19\text{ A}$$

23. ما مقدار أكبر تيار ينتج عن قدرة كهربائية مقدارها 5.0 W في مقاومة مقدارها 220 Ω ؟

$$P=I^2R$$

$$I=\sqrt{\frac{P}{R}}=\sqrt{\frac{5.0\text{ W}}{220\ \Omega}}=0.15\text{ A}$$

24. يمر تيار مقداره 3.0 A في مكواة كهربائية جهدها 110 V. ما مقدار الطاقة الحرارية الناتجة خلال ساعة؟

$$Q=E=VIt=(110\text{ V})(3.0\text{ A})(1.0\text{ h})(3600\text{ s/h})$$

$$=1.2\times10^{6}\text{ J}$$

25. **المصابيح الكهربائية** تبلغ مقاومة مصباح كهربائي متوهّج 10.0 Ω قبل إنارته، وتُصبح 40.0 Ω عند إنارته بتوصيله بمصدر جهد 120 V. أجب عن الأسئلة التالية:

a. ما مقدار التيار الذي يمر في المصباح عند إنارته؟

$$I=\frac{V}{R}=\frac{120\text{ V}}{40.0\ \Omega}=3.0\text{ A}$$

b. ما مقدار التيار الذي يمر في المصباح لحظة إنارته (التيار اللحظي)؟

$$I=\frac{V}{R}=\frac{120\text{ V}}{10.0\ \Omega}=12\text{ A}$$

c. متى يستهلك المصباح أكبر قدرة كهربائية؟

في اللحظة التي يُشغّل فيها.

26. تستخدم مقاومة مُتغيّرة للتحكم في سرعة محرك كهربائي جهده 12 V. عند ضَبط المقاومة ليتحرك المحرك بأقل سرعة يمر فيه تيار مقداره 0.02 A، وعندما تضبط المقاومة ليتحرك المحرك بأكبر سرعة يمر فيه تيار مقداره 1.2 A، ما مدى المقاومة المتغيرة؟

المقاومة عند أقل سرعة

$$R=V/I=12\text{ V}/0.02\text{ A}=600\ \Omega.$$

المقاومة عند أكبر سرعة

$$R=V/I=12\text{ V}/1.2\text{ A}=1.0\times10^{1}\ \Omega.$$

المدى من $1.0\times10^{1}\ \Omega$ إلى 600 Ω

27. يُشغّل محرك كهربائي مضخّة توزيع الماء في مزرعة بحيث تضخ 1.0×10^{4} L من الماء رأسيًّا إلى أعلى مسافة 8.0 m في كل ساعة. فإذا وصِل المحرك بمصدر جهد 110 V، وكانت مقاومته في أثناء تشغيله 22.0 Ω فما مقدار: التيار المار في المحرك؟

$$V=IR$$

$$I=\frac{V}{R}=\frac{110\text{ V}}{22.0\ \Omega}=5.0\text{ A}$$

J.S & A.F
(خليفة بن زايد / أبو ظبي) – جهد الوصل في الأصل
(أكاديمية نادي العين) – عبدالله فضل فيجات
almanahj.com/ae

almanahj.com/ae
J.S & A.F
جهد ومحاصيل (خليفة بن زايد / أبو ظبي)
عبد الله فضل فرحات (أكاديمية نادي العين)

* اختر الإجابة الصحيحة لكل من العبارات التالية بوضع إشارة (✓) إلى يمينها :

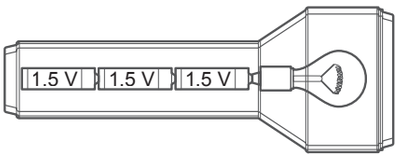
1. إذا وصل مصباح كهربائي قدرته 100 W بسلك كهربائي فرق الجهد بين طرفيه 120 V فما مقدار التيار المار في المصباح؟

0.8 A ☑ | 1 A ☐ | 1.2 A ☐ | 2 A ☐

2. إذا وصلت مقاومة مقدارها 5.0 Ω ببطارية جهدها 9.0 V فما مقدار الطاقة الحرارية الناتجة خلال 7.5 min؟

1.2×10^{2} J ☐ | 1.3×10^{3} J ☐ | 3.0×10^{3} J ☐ | 7.3×10^{3} J ☑

3. يمر تيار كهربائي مقداره 0.50 A في المصباح اليدوي الموضح أدناه. فإذا كان الجهد عبارة عن مجموع جهود البطاريات المتصلة فما مقدار القدرة الواصلة إلى المصباح؟



0.11 W ☐ | 1.1 W ☐ | 2.3 W ☑ | 4.5 W ☐

4. إذا أُضيء المصباح اليدوي الموضّح أعلاه مدة 3.0 min فما مقدار الطاقة الكهربائية التي تصل إليه؟

6.9 J ☐ | 14 J ☐ | 2.0×10^{2} J ☐ | 4.1×10^{2} J ☑

5. يمرّ تيار مقداره 2.0 A في دائرة تحتوي على محرك مقاومته 12 Ω، ما مقدار الطاقة المُحوّلة إذا تم تشغيل المحرك دقيقة واحدة؟

4.8×10^{1} J ☐ | 2.0×10^{1} J ☐ | 2.9×10^{3} J ☑ | 1.7×10^{5} J ☐

6. إذا مرّ تيار مقداره 5.00 mA في مقاومة مقدارها 50.0 Ω في دائرة كهربائية موصولة مع بطارية فما مقدار القدرة الكهربائية المستنفدة في الدائرة؟

1.00×10^{-2} W ☐ | 1.00×10^{-3} W ☐ | 1.25×10^{-3} W ☑ | 2.50×10^{-3} W ☐

7. ما مقدار الطاقة الكهربائية الواصلة إلى مصباح قدرته 60.0 W، إذا تم تشغيله مدة 2.5 h؟

4.2×10^{-2} J ☐ | 2.4×10^{1} J ☐ | 1.5×10^{2} J ☐ | 5.4×10^{5} J ☑

$P_{ضائعة} = I^2.R$

$P_{ثابته} = \downarrow I.V \uparrow$

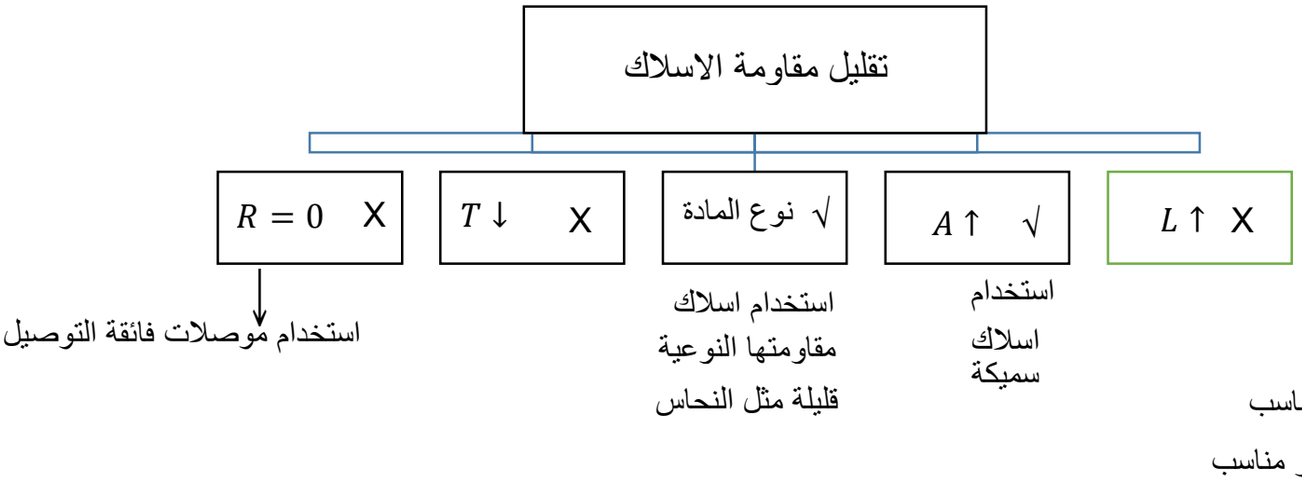
القدرة الضائعة في الاسلاك بين محطات توليد الطاقة الكهربائية ومناطق الاستهلاك

أ سباب ضياع الطاقة

- شدة التيار المار في الاسلاك (I) $P_{ثابته} \alpha\ I^2$
- مقاومة الاسلاك $P \alpha R$

طرق التقليل من الضياع في الطاقة

استخدام محولات رافعة للجهد خافضة للتيار



√ مناسب

X غير مناسب