# الـكـهـربـــاء الـسـاكـنـة

عندما تمشي على سجادة يحتك حذاؤك بنسيجها فتتولد شرارة كهربائية تظهر عند ملامستك شخصاً آخر ...
هل هناك تشابه بينها وبين البرق ؟
أجرى العالم فرانكلين تجربة حيث طير طائرة ورقية وربط مفتاحاً في نهاية الخيط المتصل بها ... عندما اقتربت عاصفة رعدية من الطائرة لاحظ أن ألياف الخيط الرخوة قد انتصبت وتنافر بعضها عن بعض ... وعندما قرب فرانكلين إصبعه من المفتاح لاحظ حدوث شرارة كهربائية ... => أظهرت التجربة أن البرق يشبه الشرر الناجم عن الاحتكاك .... ( الكهرباء الساكنة ) .

تعريف الكهرباء الساكنة ( الكهرسكونية ) :-
دراسة الشحنات الكهربائية التى تتجمع وتُحتجز في مكان ما ...
(ظاهرة البرق - انجذاب الشعر نحو المشط عند تمشيطه في يوم جاف - التصاق الجوارب عند إخراجها من مجففة الملابس )

طرق الشحن :-
الدلك .... اللمس .... الحث ....

الأجسام المشحونة بالدلك :
الأجسام التي تبدي تفاعلاً كهربائياً بعد الدلك .
( دلك مسطرة بلاستيكية بقطعة صوف ... دلك قضيب زجاج بقطعة حرير... )
القوة الناتجة عند تقريب مسطرة بلاستيكية بعد دلكها بالصوف من قصاصات الورق ( قوة الجذب كهربائية )
تسبب قوة الجذب الكهربائية تسارع قصاصات الورق إلى أعلى بمقدار أكبر من تسارعها إلى أسفل ( الناتجة عن قوة الجاذبية الأرضية ) وبالتالي انجذاب قصاصات الورق إلى المسطرة البلاستيكية .
[ يزول تأثير قوة الجذب الكهربائية بعد فترة قصيرة فتفقد المسطرة البلاستيكية خاصية الجذب ]

نوعا الشحنات :
- الشحنة السالبة :مثل الشحنة المتكونة على المطاط و البلاستيك عند دلكهما بالصوف .
- الشحنة الموجبة :مثل الشحنة المتكونة على الزجاج عند دلكه بالحرير ...
والشحنة المتكونة على الصوف عند دلك المطاط بالصوف ...

نوعا القوة بين الشحنات :
- قوة تنافر: القوة بين الشحنات المتماثلة .
- قوة تجاذب : - بين الشحنات المختلفة ... - بين جسم مشحون وآخر متعادل ...

تكميم الشحنة :
شحنة أي جسم هي مضاعفات صحيحة لشحنة الإلكترون $q = n e$

## النـظـريـــة الـمـجـهـريـــة لـلـشـحـنـة
اكتشف طومسون المواد جميعها تحوي جسيمات صغيرة جداً سالبة الشحنة تسمى الالكترونات .
اكتشف رذرفورد أن هناك جسم مركزي ذو شحنة موجبة تتركز فيه كتلة الذرة يسمى النواة .

[ تكون الذرة متعادلة عندما تكون الشحنة الموجبة في النواة مساوية للشحنة السالبة للإلكترونات التى تدور حول النواة ]

فصل الشحنات :
- إضافة طاقة إلى الذرات المتعادلة تؤدي إلى إزالة إلكترونات مداراتها الخارجية .
- عند دلك جسمين متعادلين معاً فإن أحدهما يفقد إلكترونات ويصبح موجب الشحنة بينما يكتسب الآخر هذه الالكترونات ويصبح سالب الشحنة .

مبدأ حفظ الشحنة :
الشحنة لا تفنى ولا تستحدث و إنما تنتقل من جسم إلى آخر .

شحن قضيب مطاط بدلكه بالصوف :
عند الدلك تنتقل الإلكترونات من ذرات الصوف إلى ذرات المطاط فيُشحن المطاط بالسالب و يُشحن الصوف بالموجب .

## الـمـوصـلات و الـعـوازل

الـمـادة الـعـازلـة :
المادة التي لا تنتقل خلالها الشحنات بسهولة .
عند دلك أحد طرفي قضيب بلاستيكي فإن هذا الطرف فقط يُشحن بينما يبقى الطرف الآخر غير مشحون .... ( الشحنات على العازل تبقى في المكان الذي توضع فيه ) .
[ المواد البلاستيكية عوازل جيدة ... لأن إلكتروناتها لا تنفصل عن ذراتها بسهولة . ]
أمثلتها : الزجاج , الخشب الجاف , المواد البلاستيكية , الملابس , الجو الجاف , الكربون ( الألماس ) .

الـمـادة الـمـوصـلـة :
المادة التي تسمح بانتقال الشحنات خلالها بسهولة .
إذا وضعت قضيباً فلزياً فوق قضيب بلاستيكي معزول , ثم لمست بعد ذلك أحد طرفي القضيب الفلزي بمشط مشحون ستجد أن الشحنة تنشر بسرعة داخل القضيب الفلزي .
[ الالكترونات في الفلزات تؤثر و كأنها تابعة لذرات الفلز جميعها وليس لذرة معينة ... لذلك تتحرك هذه الالكترونات بحرية خلال قطعة الفلز .]
الشحنات التي توضع على الموصل تتوزع على كامل سطحه الخارجي .
[ الفلزات موصلات جيدة لأن في كل ذرة إلكتروناً واحداً على الأقل يمكن أن ينفصل عنها بسهولة وهذه الإلكترونات تتحرك بحرية خلال قطعة الفلز .]
[ الجرافيت أكثر موصلية من الألماس رغم أن كليهما يتركب من ذرات الكربون لأن ذرات الكربون في الجرافيت تكوّن 3 روابط قوية و الرابعة ضعيفة تسمح للالكترونات بحركة محدودة ... أما في الألماس فترتبط 4 ذرات كربون أخرى بروابط قوية .]
أمثلتها :النحاس ، الألمنيوم ، الكربون (الجرافيت) ، البلازما ( غاز متأين بدرجة كبيرة ) .

عندما يصبح الهواء موصلاً : يعد الهواء مادة عازلة ...
تحت ظروف معينة ( حالة البلازما ) تتحرك الشحنات خلال الهواء كما لو كان موصلاً .

تكون الشرارة الكهربائية :
يشحن جسم الإنسان بشحنات كهربائية عند مشيه على سجادة ( شحن بالدلك ) .. وعند ملامسة يده لمقبض الباب الفلزي تنفصل الشحنات الزائدة الموجودة في الجسم (يصبح متعادلاً) .. تفريغ الشحنات الذي يحدث بين مقبض الباب الفلزي و اليد يسمى ( شرارة كهربائية ) ...

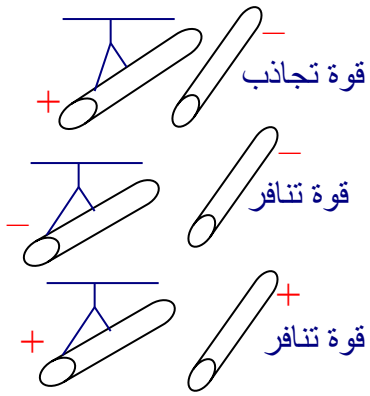
تكون البرق :
الشحنات الزائدة في الغيمة وعلى الأرض كبيرة تكفي لفصل الإلكترونات من جزيئات الهواء فيتحول الهواء إلى حالة بلازما ويصبح موصلاً .
البلازما تتكون من : ذرات سالبة الشحنة .. ذرات موجبة الشحنة .. إلكترونات ..
تفريغ الشحنات بين الأرض و السحب الرعدية يولد قوساً مضيئاً لامعاً ( البرق ) .

# الـقـوة الـكـهـربـائـيـة

## مقارنة بين القوة الكهربائية وقوة الجاذبية الأرضية :

- القوى الكهربائية كبيرة تنتج تسارعاً أكبر من الذي تنتجه قوة الجاذبية الأرضية .
- القوى الكهربائية نوعان قوى تجاذب وقوى تنافر .. أما قوة الجاذبية الأرضية فقوة تجاذب فقط .

## القضبان المشحونة :




1) عند تقريب قضيب سالب من آخر موجب معلقاً تعليقاً حراً تنشأ قوة تجاذب تؤدي إلى دوران القضيب المعلق الموجب مقترباً من القضيب السالب .
2) عند تقريب قضيب سالب من آخر سالب معلقاً تعليقاً حراً تنشأ قوة تنافر تؤدي إلى دوران القضيب المعلق السالب مبتعداً عن القضيب السالب .
3) عند تقريب قضيب موجب من آخر موجب معلقاً تعليقاً حراً تنشأ قوة تنافر تؤدي إلى دوران القضيب المعلق الموجب مبتعداً عن القضيب الموجب .

## تأثير القوة الكهربائية :

- هناك نوعان من الشحنات الكهربائية : موجبة و سالبة .
- تؤثر الشحنات بعضها في بعض بقوى في بُعد .
- تكون القوة أكبر عندما تكون الشحنات متقاربة .
- الشحنات المتشابهة تتنافر و الشحنات المختلفة تتجاذب .

## عملية فصل الشحنات على الأجسام المتعادلة :-

سببها : قوة التجاذب و التنافر بين الشحنات في جسم مشحون مجاور لجسم متعادل .

- نقرب جسماً مشحوناً من جسم متعادل دون أن يلامسه .
- في الجسم المتعادل تنجذب الشحنات المخالفة نحو الجسم المشحون و تتنافر الشحنات المشابهة معه .
- الشحنات المخافة تصبح في الطرف القريب من الجسم المشحون في حين تصبح الشحنات المشابهة في الطرف البعيد .

## مثال / حدوث البرق :

- الشحنات السالبة أسفل الغيوم الرعدية تؤدي إلى فصل الشحنات على سطح الأرض فتنجذب الشحنات الموجبة على الأرض نحو سطح الأرض أسفل الغيمة .
- القوى الكهربائية المتبادلة بين الشحنات أسفل الغيمة و الشحنات على سطح الأرض قادرة على كسر جزيئات الهواء إلى جسيمات موجبة الشحنة وجسيمات سالبة الشحنة .
- الجسيمات المشحونة حرة الحركة تُنشئ مساراً موصلاً من الأرض إلى الغيوم يؤدي إلى تفريغ شحنات الغيمة فيحدث البرق .

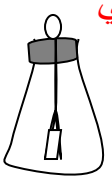
## من آثار عملية فصل الشحنات على الأجسام المتعادلة :

انجذاب قصاصات الورق المتعادلة إلى المسطرة البلاستيكية المشحونة .
انجذاب جسيمات الغبار المتعادلة إلى القرص المدمج عند مسحه بقطعة قماش نظيفة .

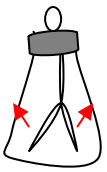
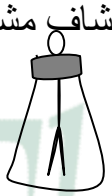
## الكشاف الكهربائي :-

تركيبه : قرص فلزي مثبت على ساق فلزية . عازل يفصل الساق عن الوعاء .
ورقتان فلزيتان متصلتان بالساق الفلزية . وعاء زجاجي شفاف مغلق .
[ الورقتان الفلزيتان في الكشاف الكهربائي معلقتان داخل وعاء زجاجي مغلق ] علل
للحد من تأثير تيارات الهواء على الورقتين .

### سلوك ورقتا الكشاف الكهربائي



- ورقتا الكشاف متلامستان => كشاف متعادل ...
- ورقتا الكشاف منفرجتان => كشاف مشحون ..

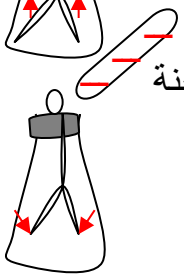



كشاف(-) كشاف (+ )

### تحديد نوع شحنة كشاف كهربائي

نقرب جسم مشحون من قرص الكشاف المشحون ونلاحظ انفراج ورقتيه ...

- إذا زاد انفراج ورقتي الكشاف فإن شحنة الكشاف مشابهة لشحنة القضيب .
- إذا نقص انفراج ورقتي الكشاف فإن شحنة الكشاف مخالفة لشحنة القضيب .

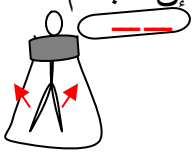


## استخدامات الكشاف الكهربائي :-

### الكشف عن الشحنة الكهربائية

نقرب الجسم من قرص كشاف متعادل كهربائياً ونلاحظ سلوك ورقتي الكشاف .

- إذا انفرجت ورقتا الكشاف فإن الجسم مشحون



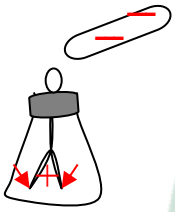
- إذا لم تنفرج ورقتا الكشاف فإن الجسم غير مشحون ...

### تحديد نوع شحنة الجسم

نقرب الجسم من قرص كشاف مشحون بشحنة معلومة ونلاحظ انفراج ورقتي الكشاف .

- إذا زاد انفراج ورقتي الكشاف فإن شحنة الجسم مشابهة لشحنة الكشاف .

- إذا نقص انفراج ورقتي الكشاف فإن شحنة الجسم مخالفة لشحنة الكشاف ...



## تحديد ما إذا كان جسم ما موصلاً أو لا باستخدام قضيب مشحون و كشاف كهربائي :-

نجعل طرف الجسم يلامس قرص الكشاف المتعادل وطرفه الآخر يلامس القضيب المشحون ونلاحظ سلوك ورقتي الكشاف ...

- إذا انفرجت ورقتا الكشاف فإن الجسم موصل .
- إذا لم تنفرج ورقتا الكشاف فإن الجسم عازل .

# شـحــن الأجــســـام

## الشحن بالتوصيل ( اللمس ) :-
شحن الجسم المتعادل بملامسته جسماً آخر مشحوناً .

## شحن كشاف كهربائي بطريقة التوصيل :

### أ- شحن الكشاف بشحنة سالبة :
نلامس قرص الكشاف الكهربائي بقضيب مطاط سالب فتنتقل الإلكترونات من القضيب إلى القرص ثم إلى الورقتين فتنفرجان بسبب قوة التنافر بين الإلكترونات عليهما ...
نبعد القضيب فنحصل على كشاف سالب الشحنة .

### ب- شحن الكشاف بشحنة موجبة :
نلامس قرص الكشاف الكهربائي بقضيب زجاجي موجب فتنجذب الإلكترونات من الورقتين إلى القرص ثم إلى القضيب فتنفرج الورقتان بسبب قوة التنافر بين الشحنات الموجبة عليهما ...
نبعد القضيب فنحصل على كشاف موجب الشحنة .

## الشحن بالحث :-
عملية شحن جسم متعادل دون ملامسته ... ويتم ذلك بتقريب جسم مشحون له .

## التأريض :-
توصيل الجسم بالأرض للتخلص من الشحنات الفائضة .

## شحن كرتين فلزيتين متماثلتين بشحنتين مختلفتين و متساويتين ...

- نضع كل كرة على حامل عازل ثم نجعلهما متلامستين ..
- نقرب قضيباً سالباً إلى إحدى الكرتين فتتنافر الإلكترونات مع الشحنات السالبة على القضيب وتصبح الكرة الثانية سالبة والكرة الأولى موجبة.
- نبعد الكرتين عن بعضهما والقضيب قريب منهما ، ثم نبعد القضيب فتكون الكرتان مشحونتين بشحنتين متساويتين مقداراً ومختلفتين نوعاً ...

## شحن كشاف كهربائي بشحنة موجبة ...

- نقرب قضيباً سالب الشحنة من قرص الكشاف المتعادل دون أن يُلامسه فتتنافر الإلكترونات مع شحنات القضيب وتتحرك مبتعدة نحو الورقتين ...
- نؤرض الكشاف بملامسة قرصه باليد فتتفرغ الإلكترونات و تتعادل الورقتان .
- نفصل التأريض قبل إبعاد القضيب المشحون ثم نبعد القضيب فيكون الكشاف الكهربائي موجب الشحنة .

# قـــانـــون كـــولـــوم

القوة الكهربائية تؤثر بين جسمين مشحونين أو أكثر ... حيث تعتمد على البعد بين الجسمين و مقدار الشحنة ..

## تعتمد القوة الكهربائية على المسافة

- قاس كولوم بدقة مقدار القوة اللازمة للى (فتل) سلك التعليق بزاوية معينة .
- وضع شحنتين متساويتين على الكرتينAوB.
- بدأ يغير المسافة r بينهما فحركت القوة الكهربائية الكرةAمما أدى إلى لّي سلك التعليق.
- بقياس انحراف الكرة Aتمكن كولوم من حساب قوة التنافر بينهما .
- أثبت كولوم أن القوة الكهربائية بين الكرتين تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين مركزيهما.

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

## تعتمد القوة الكهربائية على مقدار الشحنة

- شحن كولوم أولاً الكرتين A وB بالتساوي .
- اختار كرة غير مشحونة C مساحة سطحها الخارجي مماثل للكرةA عند ملامسة الكرة Cللكرة B تتقاسم الكرتان الشحنة الموجودة على الكرةB فقط .
- ضبط موضع الكرة B بحيث تكون المسافة بين الكرتين BوA نفس المسافة كما في التجربة السابقة ولاحظ أن القوة بين الكرتين أصبحت نصف قيمتها في التجربة السابقة .
- أثبت كولوم أن القوة الكهربائية تتناسب طردياً مع مقدار شحنتي الكرتين .

$$F \ \alpha \ q_A \ q_B$$

## قانون كولوم :-

القوة الكهربائية بين شحنتين تتناسب طردياً مع مقدار كل من الشحنتين و عكسياً مع مربع المسافة بينهما ...

$$F = k \ \frac{q_A \ q_B}{r^2}$$

F: القوة المتبادلة بين الشحنتين (N) k: ثابت كولوم ($N.m^2/c^2$) = $9 \times 10^9$ $q_A$: مقدار الشحنة الأولى (c).
$q_B$: مقدار الشحنة الثانية (c) r: المسافة بين الشحنتين (m).

- يطبق فقط على الشحنات النقطية أو التوزيعات الكروية المنتظمة للشحنة .
- إذا كانت الأجسام المشحونة أسلاكاً طويلة أو لوح مستوى يجب تعديل قانون كولوم ليناسب التوزيعات غير النقطية من الشحنات .

## الشحنة الكهربائية :-

مقدار شحنة الإلكترون أو البروتون .

## الكولوم :

الوحدة المعيارية للشحنة الكهربائية في النظام الدولي SI ... وتساوي شحنة $6.24 \times 10^8$ إلكترون أو بروتون .
[إذا كانت الشحنة موزعة بانتظام على سطح الكرة المشحونة أو على حجمها فيمكن التعامل معها و كأن كل شحنتها مجمعة في مركزها فقط .]

الشحنات المتشابهة تتنافر

الشحنات المختلفة تتجاذب

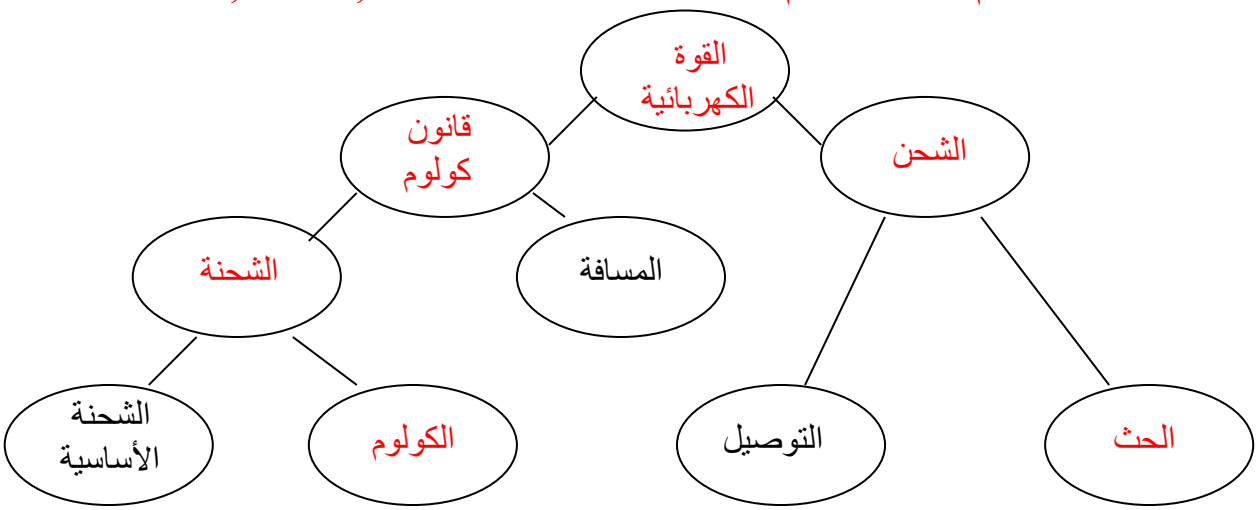
[القوة التى تؤثر بها الشحنةqB في الشحنة qA $F_{B\text{في}A}$ تساوي في المقدار القوة التى تؤثر بها الشحنة qA في الشحنة qB $F_{A\text{في}B}$ وتعاكسها في الاتجاه ]

## تطبيقات القوى الكهرسكونية :-

- تجميع السناج (السواد الناتج عن الدخان) من المداخن لتقليل تلوث الهواء .
- شحن قطرات الطلاء الصغيرة بالحث و استعمالها لطلاء السيارات .
- في آلات التصوير الفوتوغرافي لوضع الحبر على الورق بحيث يتم نسخ صورة طبق الأصل للوثيقة الأصلية
- لتجنب تراكم الشحنة الساكنة على الفيلم لأنها تُتلف الفيلم إذا جذبت غباراً .
- لإزالة أي شحنة بطريقة أمنة لأن المعدات الإلكترونية يمكن أن تتعطل عند تفريغ الشحنة الساكنة .

# حل بعض أسئلة التقويم

1) أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية : التوصيل ، المسافة ، الشحنة الأساسية .




2) ما الخاصية التي تجعل الفلز موصلاً جيداً ، و المطاط عازلاً جيداً ؟
تحتوي الفلزات على إلكترونات حرة ، أما المطاط فلا يحتوي إلكترونات حرة ، لأن قوة الارتباط بين الإلكترونات والنواة كبيرة جداً .

3) الأقراص المدمجة لماذا يجذب قرص مدمج الغبار إذا مسحته بقطعة قماش نظيفة ؟
إن عملية دلك القرص المدمج CD تؤدي إلى شحنه ، فيجذب جسيمات متعادلة ، كجسيمات الغبار .

4) كيف تؤثر المسافة بين شحنتين في القوة المتبادلة بينهما ؟ وإذا قلت المسافة وبقي مقدار الشحنتين كما هو فماذا يحدث للقوة ؟
تتناسب القوة الكهربائية عكسياً مع مربع المسافة بين الشحنتين . فعندما تقل المسافة ويبقى مقدار الشحنتين كما هو دون تغيير ، فإن القوة تزداد بما يتناسب مع مربع المسافة .

5) فيم تختلف شحنة الإلكترون عن شحنة البروتون ؟ وفيم تتشابهان ؟
مقدار شحنة البروتون تساوي تماماً مقدار شحنة الإلكترون ، ولكنها مختلفة عنها في النوع .

6) قُرب قضيب مشحون إلى مجموعة كرات بلاستيكية صغيرة جداً ، فانجذبت بعض الكرات إلى القضيب ، إلا أنها لحظة ملامستها للقضيب اندفعت مبتعدة عنه في اتجاهات مختلفة . وضح ذلك .
بداية تنجذب الكرات المتعادلة إلى القضيب المشحون ، وعندما تلامس الكرات القضيب تكتسب شحنة مشابهة لشحنته ، لذا فإنها تتنافر معه .

7) قيمة الثابت K في قانون كولوم أكبر كثيراً من قيمة الثابت G في قانون الجذب العام . علام يدل ذلك ؟
القوة الكهربائية أكبر كثيراً من قوة الجاذبية .

8) القوى الكهربائية بين الشحنات كبيرة جداً عند مقارنتها بقوى الجاذبية بينها ، ومع ذلك لا نشعر عادة بالقوى الكهربائية بيننا وبين المحيط من حولنا ، إلا أننا نشعر بتأثيرات قوى الجاذبية مع الأرض . فسر ذلك .
قوى الجاذبية قوى جذب فقط ، أما القوى الكهربائية فهي إما قوى جذب أو قوى تنافر ، ويكون شعورنا فقط بالمجموع الإتجاهي لها والذي يكون عادة صغيراً أما شعورنا بكبر قوة الجاذبية فيعود لكبر كتلة الأرض .

9) شحنتان كهربائيتان $q_A$ و $q_B$ تفصل بينهما مسافة r ، ويؤثر كل منهما في الآخر بقوة مقدارها F. حلل قانون كولوم وحدد القوة الجديدة التى تنتج تحت الظروف التالية :

a- مضاعفة الشحنة $q_A$ مرتين .

$2q_A$ ، تصبح القوة الجديدة = 2F .

b- تقليل الشحنتان $q_A$ و $q_B$ إلى النصف .

½$q_A$ و ½$q_B$ تصبح القوة الجديدة (1/4) F = (½)(½) .

c- مضاعفة r ثلاث مرات .

3rفتصبح القوة الجديدة = (1/9) F = F/(3)² .

d- تقليل r إلى النصف .

½r فتصبح القوة الجديدة = 4F = F/(½)² .

e- مضاعفة $q_A$ ثلاث مرات و r مرتين .

3$q_A$و2r فتصبح القوة الجديدة = (3/4) F = (3)F / (2)²

10) البرق إذا نقلت صاعقة برق قوية شحنة مقدارها 25C إلى الأرض فما عدد الإلكترونات المنقولة ؟

$$\text{عدد الإلكترونات} = \frac{\text{شحنة الجسم}}{\text{شحنة الإلكترون}}$$

$$= (-25) / (-1.6\times10^{-19}) = 1.6\times10^{20}\ e$$

11) الذرات إذا كانت المسافة بين إلكترونين في ذرة $1.5\times10^{-10}$ m، فما مقدار الكهربائية بينهما ؟

$$F = k\frac{q_A q_B}{r^2} = (9\times10^9)\frac{(1.6\times10^{-19})(1.6\times10^{-19})}{(1.5\times10^{-10})^2} = 1\times10^{-8}\ N$$ تنافر،

12) شحنتان كهربائيتان كل منهما $2.5\times10^{-5}$ C، والمسافة بينهما 15cm.أوجد القوة التي تؤثر في كل منهما؟

$$F = k\frac{q_A q_B}{r^2} = (9\times10^9)\frac{(2.5\times10^{-5})(2.5\times10^{-5})}{(1.5\times10^{-1})^2} = 2.5\times10^2\ N$$

تتجه قوة كل من الشحنتين نحو الشحنة الأخرى .

# الاختبار المقنن ( الفصل 1 )

1) ماعدد الإلكترونات المنتقلة من كشاف كهربائي مشحون بشحنة موجبة إذا كان صافي شحنته $7.5\times10^{-11}C$؟

a- $7.5\times10^{-11}$إلكترون. c- $1.2\times10^{8}$إلكترون.

b- $2.1\times10^{-9}$إلكترون. ☆ d- $4.7\times10^{8}$إلكترون.

عدد الإلكترونات = (شحنة الجسم ) / (شحنة الإلكترون )

$= (7.5\times10^{-11}) / ( 1.6\times10^{-19}) = 4.7\times10^{8}$ e

2) إذا كانت القوة المؤثرة في جسيم شحنته $5.0\times10^{-19}C$ نتيجة تأثير جسيم آخر يبعد عنه 4 cm تساوي $8.4\times10^{-5}$ N فما شحنة الجسيم الثاني ؟

a- $4.2\times10^{-13}C$ c- $3.0\times10^{-9}C$ ☆

b- $2.0\times10^{-9}C$ d- $6.0\times10^{-5}C$

$F = k ((q_A q_B) / r^2)$

$\Rightarrow \quad q_B = (F r^2) / (k q_A)$

$= ((8.4\times10^{-5})(16\times10^{-4}))/((9\times10^{9})(5\times10^{-9}))$

$= 2.98\times10^{-9} = 3\times10^{-9}$ C

3) إذا وضعت ثلاث شحنات Aو Bو C على خط واحد كما هو موضح أدناه ... فما القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة B ؟

a- 78 N في اتجاه A. ☆ c- 130 N في اتجاه A.

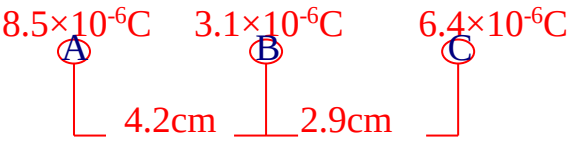
b- 78 N في اتجاه C. d- 210 N في اتجاه C.

$F_{B\text{في}C} = k \frac{q_C q_B}{r^2} = 212$ N

$F_{B\text{في}A} = k \frac{q_A q_B}{r^2} = 134$ N

$F_{\text{المحصلة}} = 212 - 134 = 78$ N

اتجاه الشحنة الأكبر ..




4) ما شحنة كشاف كهربائي إذا كان عدد الإلكترونات الفائضة عليه $4.8\times10^{10}$إلكترون ؟

a- $3.3\times10^{-30}$ C c- $7.7\times10^{-9}$ C ☆

b- $4.8\times10^{-10}$ C d- $4.8\times10^{10}$ C

شحنة الجسم = عدد الإلكترونات × شحنة الإلكترون

$1.6\times10^{-19} \times 4.8\times10^{10} =$

$7.7\times10^{-19} =$

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

a- 2.4 N ☆ c- 86 N

b- 14 N d- $5.2\times10^{2}$ N

$86 \alpha (1/r^2)$

$F \alpha (1)/(6r)^2$

$F (1/r^2) = (86)/(6r)^2$

$F = (86 r^2) / (36 r^2) = 2.38 = 2.4$ N

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

$$90 \not\alpha \ q_1 q_2$$
$$F_2 \not\alpha \ q_1 ( 3 q_2 )$$
$$(90)(3) q_1 q_2 = F_2 q_1 q_2$$
$$\Rightarrow F_2 = 270 \text{ N} = 2.70\times10^2 \text{ N}$$

a- 10 N
b- 30 N
c- $2.7\times10^2$ N ☆
d- $8.1\times10^2$ N

7) إذا كانت كتلة الجسم ألفا $6.68\times10^{-27}$ kg وشحنته $3.2\times10^{-19}$ C فما النسبة بين القوة الكهروسكونية وقوة الجاذبية بين جسيمين من جسيمات ألفا ؟

$$F_k = k (q_1 q_2) / r^2 \ , \ F_G = G (m_1 m_2) / r^2$$
$$F_k / F_G = 3.1 \times 10^{35}$$

a- 1
b- $4.8\times10^7$
c- $2.3\times10^{15}$
d- $3.1\times10^{35}$ ☆

8) تسمى عملية شحن جسم متعادل عن طريق ملامسته بجسم مشحون ...

a- التوصيل . ☆
b- الحث .
c- التأريض .
d- التفريغ .

9) دلك أحمد بالوناً بقطعة صوف ... فشُحن البالون بشحنة سالبة ومقدارها $8.9\times10^{-14}$ C ... ما القوة المتبادلة بين البالون وكرة فلزية مشحونة بـ 25 C وتبعد 2 km عنه ؟

$$F = k (q_1 q_2) / r^2$$
$$= (9\times10^9) ( 8.9\times10^{-14} \times 25 ) / (2000)^2$$
$$= 5.0 \times 10^{-9} \text{ N}$$

a- $8.9\times10^{15}$ N
b- $5.0\times10^{-9}$ N ☆
c- $2.2\times10^{-12}$ N
d- $5.6\times10^4$ N

@thameralhTh

# المجالات الكهربائية

## المجال الكهربائي :

ضع جسيماً صغيراً مشحوناً في موقع معين ... إذا كان هناك أي قوة كهربائية تؤثر فيه فسوف يكون هناك مجال كهربائي في ذلك الموقع ...

( هذه الشحنة الموجودة على الجسيم الصغير و التي استعملت لاختبار المجال تسمى شحنة الاختبار) .

[ يجب أن تكون هذه الشحنة موجبة وصغيرة بحيث لا تؤثر في الشحنات الأخرى ]

## المقصود بالمجال الكهربائي : ( كمية متجهة )

المجال الموجود حول أي جسم مشحون بحيث يولد قوة كهربائية يمكنها أن تنجز شغلاً مما يؤدي إلى نقل طاقة من المجال إلى أي جسم آخر مشحون .

## اتجاه المجال الكهربائي :-

اتجاه المجال المؤثر على شحنة موجبة داخلة في نفس اتجاه القوة .

اتجاه المجال المؤثر على شحنة سالبة داخلة في عكس اتجاه القوة .

المجال الكهربائي في نقطة يُمثل بسهم ... حيث طول السهم يستخدم لبيان شدة المجال الكهربائي .

واتجاه السهم يمثل اتجاه المجال الكهربائي .

## شدة المجال الكهربائي : ( كمية متجهة )

القوة المؤثرة في شحنة الاختبار مقسوماً على مقدار تلك الشحنة .

$$E = \frac{F}{q}$$

E:شدة المجال الكهربائي (N/C) . F: القوة المؤثرة في شحنة الاختبار(N) . q: مقدار شحنة الاختبار ( C ) .

## العوامل المؤثرة في شدة المجال :

- مقدار القوة المؤثرة في شحنة الاختبار.
- موقع شحنة الاختبار داخل المجال .

( لا يعتمد على مقدار شحنة الاختبار ) .

## شدة المجال الكهربائي في نقطة :-

كل نقطة حول الشحنة فيها مجال كهربائي حتى لو لم يكن عندها شحنة اختبار .

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

E:شدة المجال الكهربائي (N/C). k:ثابت كولوم ($N.m^2/C^2$). q:مقدار الشحنة المولدة للمجال (C).
r: بعد النقطة عن الشحنة المولدة للمجال (m).

## العوامل المؤثرة في شدة المجال الكهربائي عند نقطة :

- مقدار الشحنة المولدة للمجال : علاقة طردية .
- بُعد النقطة عن الشحنة المولدة للمجال : علاقة عكسية مع مربع البعد .

## المجال الكهربائي في الموصل الكروي :

داخل الموصل يساوي صفر ... على السطح وخارج الموصل $E = k\ q/r^2$ ....

## اتجاه شدة المجال :-

مبتعداً عن الشحنة الموجبة المولدة للمجال .

نحو الشحنة السالبة المولدة للمجال .

## المجال عند نقطة و الناشيء عن شحنتين :

نوجد المجال الناشئ عن كل شحنة على انفراد عند تلك النقطة .

نجمع المجالين جمعاً اتجاهياً .. ( في نفس الاتجاه نجمع ... متعاكس نطرح ... ) .

القوة الناتجة عن المجال الكهربائي :-

قوة كهربائية يؤثر بها المجال الكهربائي على أي شحنة توضع عند أي نقطة داخله .

$$F = E\,q$$

يعتمد مقدار هذه القوة على :

شدة المجال الكهربائي و مقدار الشحنة الموضوعة داخل المجال .

ويعتمد اتجاهها على :

اتجاه المجال الكهربائي و نوع الشحنة الموضوعة داخل المجال .

لحساب التسارع :

$$F = m\,a \Rightarrow a = F/m \Rightarrow a = Eq / m$$

## تـمـثـيـل الـمـجـال الـكـهـربـائـي

خط المجال الكهربائي :

خط يُستخدم لتمثيل المجال الكهربائي الفعلي في الفراغ أو الوسط المحيط بالشحنة .

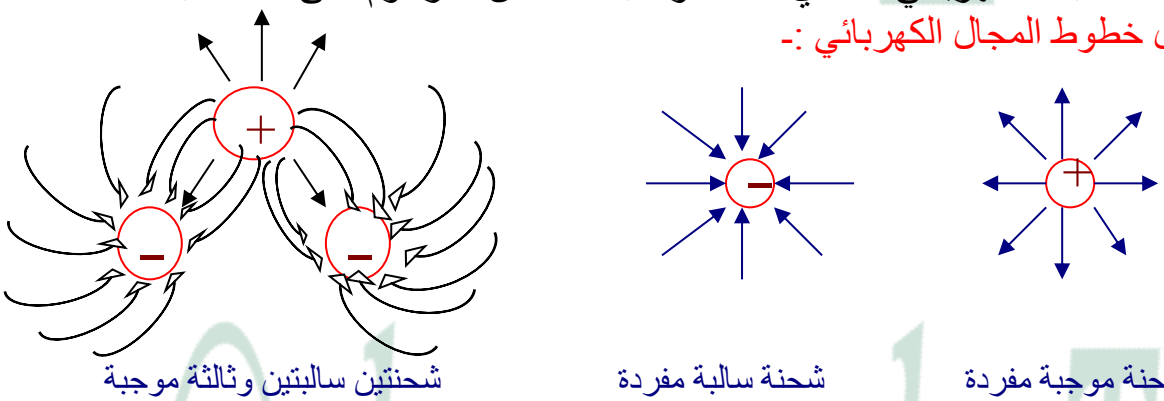
خطوط المجال :

- خطوط وهمية تخرج من الشحنة الموجبة وتدخل إلى الشحنة السالبة .
- لا يمكن أن تتقاطع . - تنتشر شعاعياً إلى خارج الشحنة الموجبة و إلى داخل الشحنة السالبة .
- خطوط منحنية للمجالات الناتجة عن شحنتين أو أكثر .

[ المسافة الفاصلة بين خطوط المجال الكهربائي تشير إلى شدة المجال ... فالمجال القوي خطوطه متقاربة بينما المجال الضعيف خطوطه متباعدة ]

[ اتجاه المجال الكهربائي عند أي نقطة هو اتجاه المماس المرسوم على خط المجال عند تلك النقطة ]

تمثيل خطوط المجال الكهربائي :-



شحنة موجبة مفردة — شحنة سالبة مفردة — شحنتين سالبتين وثالثة موجبة

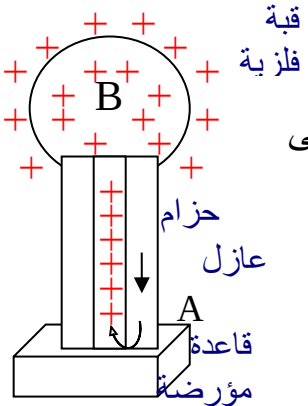
هنا طريقة أخرى لتمثيل المجال الكهربائي (استخدام بذور الأعشاب) :

- توضع بذور الأعشاب في سائل عازل مثل الزيت المعدني .
- تؤدي القوى الكهربائية إلى فصل الشحنة التى على كل بذرة أعشاب طويلة

مولد فان دي جراف مولد الكهرباء الساكنة ذا الفولتية الكبيرة

[جهاز يعمل على نقل كميات كبيرة من الشحنة الكهربائية من جزء محدد من الآلة إلى طرفها العلوي الفلزي ]

- يتم ذلك بنقل الشحنة إلى حزام متحرك عند قاعدة الجهاز عند الموضع A
- ثم تنقل هذه الشحنات من الحزام إلى القبة الفلزية في الأعلى عند الموضع B
- يبذل المحرك الكهربائي الشغل اللازم لزيادة فرق الجهد الكهربائي
- يُشحن الشخص كهربائياً عندما يلمس قبة المولد الفلزية حيث تؤدي هذه الشحنات إلى تنافر شعر الشخص بعضه عن بعض مسبباً تغيراتجاهه في اتجاه خطوط المجال الكهربائي .



# تطبيقات المجالات الكهربائية

مفهوم الطاقة مفيد جداً في الميكانيكا .

قد يؤدي الشغل المبذول في تحريك جسيم مشحون في مجال كهربائي إلى اكتساب هذا الجسيم طاقة وضع كهربائية أوطاقة حركية أو كليهما .

الطاقة والجهد الكهربائيان :-

طاقة الوضع الكهربائية (U): وحدة قياسها جول (J) ..

طاقة مختزنة في الشحنة عند بذل شغل عليها لإبعادها عن شحنة مخالفة لها ..أو لتقريبها من شحنة مماثلة لها ..

$$U = k \frac{q_1 q_2}{r}$$

تزداد طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في الشحنة عند

زيادة مقدار الشحنة ... تحريك الشحنة في اتجاه معاكس لاتجاه القوة ...

فرق الجهد الكهربائي ( الجهد الكهربائي أو الفولتية ) $\Delta V$ :- وحدة قياسه فولت (v) ..

يعرف فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين بأنه : الشغل المبذول لتحريك شحنة اختبار موجبة بين نقطتين داخل مجال كهربائي مقسوماً على مقدار تلك الشحنة .

$$\Delta V = \frac{W}{q} \quad , \quad \Delta V = V_B - V_A \quad , \quad V = \frac{U}{q} = k \frac{q}{r}$$

$\Delta V$ : فرق الجهد الكهربائي W (J/c=v) :الشغل المبذول على الشحنة(J) $V_B$ :الجهد الكهربائي عند النقطة B (v)

$V_A$ :الجهد الكهربائي عند النقطة A (v).

[يعتمد على موقع النقطتين فقط ولا تعتمد على المسار الذي يُسلك للحركة من احدي النقطتين إلى الأخرى ]

الجهاز المستخدم لقياس فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين هو الفولتمتر

هل هناك دائماً فرق جهد كهربائي بين نقطتين ؟ ..

عند تحريك شحنة اختبار في مسار دائري حول شحنة سالبة ... يُحدث المجال الكهربائي قوة يؤثر بها في شحنة الاختبار ... ويكون المجال دائماً عمودياً على اتجاه حركة القوة ... لذلك لا يبذل شغل في تحريك الشحنة <= فرق الجهد الكهربائي بين أي نقطتين على المسار الدائري يساوي صفراً .

سطح تساوي الجهد :

موضعان أو أكثر داخل المجال الكهربائي يكون فرق الجهد الكهربائي بينهما صفراً(مسار دائري حول الشحنة) .

التغير في فرق الجهد الكهربائي :

(+):*عند إبعاد شحنة الاختبار الموجبة عن شحنة سالبة *عند تقريب شحنة الاختبار الموجبة من شحنة موجبة .

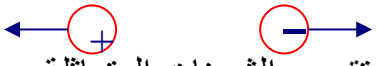
(–):*عند تقريب شحنة الاختبار الموجبة من شحنة سالبة *عند إبعاد شحنة الاختبار الموجبة عن شحنة موجبة.

يعتمد التغير في فرق الجهد الكهربائي على المجال الكهربائي ... الإزاحة بين النقطتين .

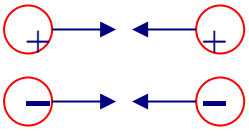
لا يعتمد على مقدار شحنة الاختبار .

## ازدياد فرق الجهد الكهربائي

- عند إبعاد الشحنات المختلفة بعضها عن بعض.



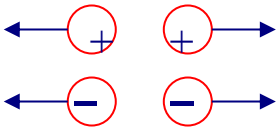
- عند تقريب الشحنات المتماثلة بعضها إلى بعض.



## نقصان فرق الجهد الكهربائي

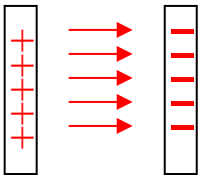
- عند تقريب الشحنات المختلفة بعضها إلى بعض.

- عند إبعاد الشحنات المتماثلة بعضها عن بعض .



# الجهد الكهربائي في مجال كهربائي منتظم

## المجال الكهربائي المنتظم :-



يمكننا الحصول على قوة كهربائية ثابتة ومجال كهربائي منتظم بوضع لوحين موصلين مستويين أحدهما للآخر ... يشحن أحدهما بشحنة موجبة ويُشحن الآخر بشحنة سالبة .

يكون المجال الكهربائي بين اللوحين ثابتاً مقداراً واتجاهاً عند النقاط جميعها ما عدا النقاط التي تكون عند حواف اللوحين .

اتجاه المجال : من اللوح الموجب إلى اللوح السالب ... شكل خطوطه متوازية و المسافة بينهما متساوية .

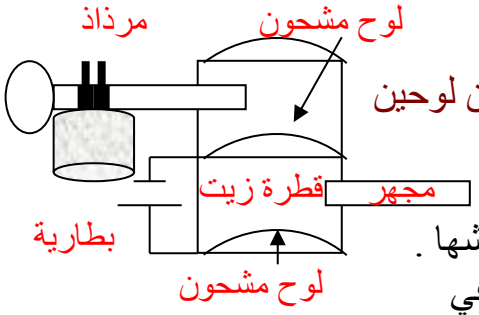
## فرق الجهد الكهربائي في مجال كهربائي منتظم :-

حاصل ضرب شدة المجال الكهربائي المنتظم في المسافة التي تحركتها الشحنة .

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

$\Delta V$ : فرق الجهد الكهربائي(v) . $E$ : شدة المجال الكهربائي المنتظم (N/c) . $d$ : المسافة التي تحركتها الشحنة (m) .

* الجهد الكهربائي بالقرب من اللوح الموجب أكبر منه بالقرب من اللوح السالب .
* الجهد الكهربائي يزداد كلما تحركنا في اتجاه معاكس لاتجاه المجال الكهربائي .




## تجربة قطرة الزيت لمليكان :

يُعد قياس شحنة الإلكترون من أهم التطبيقات على المجال الكهربائي المنتظم بين لوحين منوازيين ... وأول من قاس شحنة الإلكترون بهذه الطريقة الفيزيائية الأمريكي روبرت مليكان .

- يرش بالمرذاذ قطرات زيت دقيقة في الهواء فتُشحن بسبب الاحتكاك أثناء الرشها .
- نترك القطرات تسقط إلى الأسفل بتأثير قوة الجاذبية الأرضية فيدخل بعضها في الفتحة الموجودة في اللوح العلوي داخل الجهاز .
- نُطبق فرق جهد كهربائي بين اللوحين ليؤثر المجال الكهربائي الناشئ بين اللوحين بقوة في القطرات المشحونة بشحنة سالبة إلى أعلى .
- نضبط فرق الجهد لمعرفة مقدار المجال الكهربائي اللازم لتعليق قطرة زيت مشحونة في الهواء بين اللوحين .. ( وزن القطرة إلى أسفل يساوي مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في القطرة إلى أعلى ) .
- نوقف المجال الكهربائي بين اللوحين فتسقط قطرة الزيت تحت تأثير وزنها إلى أسفل ومقاومة الهواء إلى أعلى وبقياس سرعتها الحدية يمكننا حساب وزن القطرة .
- نحسب شحنة القطرة بمعرفة وزن القطرة ومقدار المجال الكهربائي المؤثر .

وجد مليكان قدراً كبيراً من الاختلاف في شحنات القطرات فعندما استخدم الأشعة السينية من أجل تأيين الهواء و إضافة إلكترونات إلى القطرات أو إزالتها عنها لاحظ ... أن التغير في مقدار الشحنة على القطرات يكون دائماً مضروباً في المقدار $1.6\times10^{-19}$ C وكان سبب التغيرات إضافة إلكترون واحد أو أكثر إلى القطرات أو إزالته منها ... استنتج أن : أقل تغير في الشحنة يساوي $1.6\times10^{-19}$C ويساوي شحنة الإلكترون ..

$$F_e = F_g$$

$$F_e = q\, E$$

$F_e$: القوة الكهربائية(N) $F_g$: وزن قطرة الزيت(N) $q$: شحنة قطرة الزيت(C) $E$: شدة المجال الكهربائي(N/C)

الشحنة مكماة :يعني أن شحنة أي جسم هي فقط مضاعفات صحيحة لشحنة الإلكترون .

$$n = q/e$$

$n$: عدد الإلكترونات . $q$: شحنة قطرة الزيت . $e$: شحنة الإلكترون .

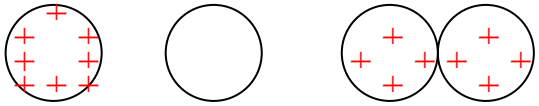
# تـوزيـع الـشـحـنـات

يؤول أي نظام إلى الاتزان عندما تصبح طاقته أقل ما يمكن .

انتقال الشحنات بين الأجسام المتلامسة :

- الشحنات تنتقل تلقائياً من الكرة ذات الجهد المرتفع إلى الكرة ذات الجهد المنخفض .
- عند الاتزان ينعدم فرق الجهد بين الكرتين ويتوقف انتقال الشحنات بينهما .

ملامسة كرة موجبة لأخرى متعادلة لها نفس الحجم :



الكرة الموجبة ذات جهد مرتفع و الكرة المتعادلة ذات جهد منخفض .
عند التلامس تتوزع الشحنات على الكرتين بالتساوي .

تلامس كرتان مشحونتان و مختلفتان في الحجم :

عدد الشحنات على الكرتين نفسه لذلك جهد الكرة الصغيرة أعلى من جهد الكرة الكبيرة .
عند التلامس .. القوة المحصلة تنتقل الشحنات من الكرة الصغيرة إلى الكبيرة .
عند الاتزان .. شحنة الكرة الكبيرة أكبر من شحنة الكرة الصغيرة .

مبدأ توزيع الشحنة :-

الشحنات تتوزع بين الأجسام المتلامسة بنسبة مساحتها السطحية بحيث تكون القوة المحصلة المؤثرة في كل شحنة صفراً .

تأريض الأجسام :- وصل الأجسام بالأرض للتخلص من الشحنة الفائضة .

[ تأريض الجسم يجعل فرق الجهد بينه و بين الأرض صفراً ]

تأريض صهريج النفط :-

- تُشحن صهاريج النفط عن طريق الاحتكاك .
- انتقال الشحنات الزائدة إلى الأرض من خلال بخار البنزين يُحدث انفجاراً .
- لمنع اشتعال بخار البنزين يتم تفريغ الشحنات بطريقة آمنة عن طريق تأريض الصهريج .

تأريض جهاز الحاسوب :-

- يتولد فرق في الجهد بين الحاسوب و الأرض .
- إذا لامس شخص الحاسوب فستتدفق الشحنات من الحاسوب إلى الشخص ويؤدي ذلك إلى تلف الجهاز أو إيذاء الشخص .
- لمنع ذلك يتم تفريغ الشحنات بطريقة آمنة عن طريق تأريض الحاسوب .

المجالات الكهربائية بالقرب من الموصلات :-

تتوزع الشحنات الكهربائية على موصل مشحون مبتعداً بعضها عن بعض أقصى مايمكن بحيث تكون طاقة النظام أقل مايمكن لذلك : طاقة النظام أقل مايمكن .. القوة المحصلة المؤثرة في كل شحنة صفراً .
لا يوجد مجال كهربائي أو مركبة للمجال موازية لسطح الموصل المشحون .
سطح الموصل المشحون سطح تساوي جهد .

الموصل المصمت : الشحنات الفائضة تتوزع على سطح الموصل المصمت بانتظام .

الموصل الأجواف :

الشحنات تتوزع على سطح الموصل الخارجي بانتظام .
لاتوجد شحنات على سطح الموصل الداخلي .
الوعاء الفلزي المغلق يعمل كدرع واقٍ يحمي ما بداخله من المجالات الكهربائية فمثلاً : الناس داخل السيارة محميين من المجالات الكهربائية الناتجة عن البرق .

الموصل غير المنتظم :
الشحنات تتوزع على سطح الموصل الخارجي ... وعند الرؤوس المدببة تكون:
- الشحنات أكثر قرباً لبعضها البعض أي أن كثافة الشحنة أكبر .
- خطوط المجال أكثر تقارباً أي أن المجال الكهربائي أكبر.

المجال الكهربائي خارج الموصل المشحون :
يعتمد على : شكل الموصل ... فرق الجهد بين الموصل و الأرض ...
عمليات التفريغ الكهربائي :
قرب الرؤوس المدببة .. المجال الكهربائي الكبير قادر على مسارعة الإلكترونات و الأيونات الناتجة عن مرور الأشعة الكونية خلال الذرات .
يتأين المزيد من الذرات نتيجة اصطدام الإلكترونات و الأيونات بذرات أخرى ظهور وهج وردي اللون .
حدوث الشرارة الكهربائية :
قرب الرؤوس المدببة .. المجال الكهربائي الكبير بصورة كافية يُنتج حزمة من الأيونات و الإلكترونات ... اصطدام الأيونات و الإلكترونات بجزيئات أخرى يُشكل البلازما و يؤدي إلى حدوث شرارة كهربائية .
[ الموصلات ذات الشحنة الكبيرة أو التي تعمل تحت فروق جهد كبيرة ملساء و انسيابية الشكل ] علل
لتقليل المجالات الكهربائية وذلك للحد من عمليات التفريغ الكهربائي وحدوث الشرارة الكهربائية .

مانعة الصواعق :
- يُثبت قضيب بطريقة تجعل المجال الكهربائي بالقرب مع طرفه كبيراً .
- مع استمرار تسريع المجال الكهربائي للالكترونات والايونات يبدأ تشكل مسار موصل بين طرف القضيب و الغيوم .
- شحنات الغيمة تُفرغ في صورة شرارة في رأس القضيب المدبب جداً .
- الشحنات تنتقل من القضيب عبر موصل لتتفرغ بصورة آمنة في الأرض .

## تخزين الشحنات : المكثف

عند رفع كتاب عن سطح الأرض تزداد طاقة وضع جاذبية الكتاب ... يمكن تفسير ذلك على أنه تخزين للطاقة في مجال الجاذبية الأرضي .
يمكن تخزين الطاقة في المجال الكهربائي .
اخترع الفيزيائي الهولندي بيترفان مسجنبروك جهازاً صغيراً ( زجاجة ليدن ) .
يستخدم هذا الجهاز في تخزين كمية كبيرة من الشحنات الكهربائية .
استخدم العالم بنيامين فرانكلين زجاجة ليدن لتخزين الشحنات الكهربائية الناتجة عن البرق .

المكثف :-
موصلين مشحونين بشحنتين متساويتين مقداراً ومختلفتين نوعاً يفصل بينهما مادة عازلة .
يُستخدم في تخزين الشحنات الكهربائية .
تسمى المكثفات حسب نوع المادة العازلة بين لوحيه مثل : السيراميك ، الميكا ، البولستر ، الورق ، الهواء .
[ في المكثفات شرائط الألمنيوم المفصولة بطبقة رقيقة من البلاستيك ملفوفة بصورة اسطوانية ]
لكي ينقص حجمها و لا تشغل حيزاً كبيراً .
[ يجب عدم نزع غطاء التلفاز أو شاشة الحاسوب حتى لو لم تكن متصلة بمصدر جهد كهربائي ]
لأن المكثفات فيها تبقى مشحونة عدة ساعات بعد إغلاق الجهاز .

## المكثفات الضخمة :

مكثفات كبيرة يمكنها تخزين شحنات تكفي لإحداث البرق الاصطناعي أو تشغيل الليزرات العملاقة .

## السعة الكهربائية لمكثف :

النسبة بين الشحنة على أحد اللوحين وفرق الجهد بينهما .

العوامل المؤثرة فيها الأبعاد الهندسية للمكثف ...

العوامل التي لا تعتمد عليها شحنة المكثف ... فرق الجهد بين لوحي المكثف ...

## التحكم في سعة المكثف :

تغيير مساحة سطح اللوحين ... ( تزداد السعة بزيادة مساحة سطح اللوحين ) .

تغيير طبيعة المادة العازلة بين اللوحين ... ( تزداد السعة بزيادة قدرة الماء العازلة على عزل الشحنات ) .

## قياس السعة الكهربائية :

نضع شحنة q + على أحد لوحي مكثف وشحنة q – على اللوح الآخر ...

نقيس فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين .

نحسب نسبة الشحنة إلى فرق الجهد فنحصل على السعة الكهربائية .

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

C : السعة الكهربائية لمكثف (F) . q : الشحنة على أحد اللوحين (C) . $\Delta V$ : فرق الجهد بين اللوحين (v) .

الفاراد :كولوم لكل فولت ( F = C/v ) .

وحدة الفاراد وحدة كبيرة جداً لقياس السعة لذلك نستخدم الميكروفاراد $\mu F = 10^{-6}$ F ،البيكوفاراد $PF = 10^{-12}F$

## سعة المكثف الهوائي :

$$C_o = \varepsilon_o A / d$$

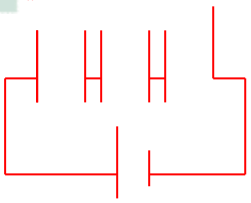
$C_o$ : سعة المكثف الهوائي . $\varepsilon_o$ : السماحية الكهربائية للهواء أو الفراغ . A: مساحة أحد اللوحين . d: المسافة بين اللوحين .

إذا وضعت مادة عازلة غير الهواء معامل عزلها (k).

$$C = k\, C_o$$

## توصيل المكثفات

### التوالي



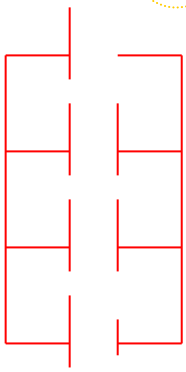
$V = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots$

$q = q_1 = q_2 = q_3$

$1/C = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3$

السعة المكافئة أقل من سعة أي مكثف

### التوازي



$V = V_1 = V_2 = V_3$

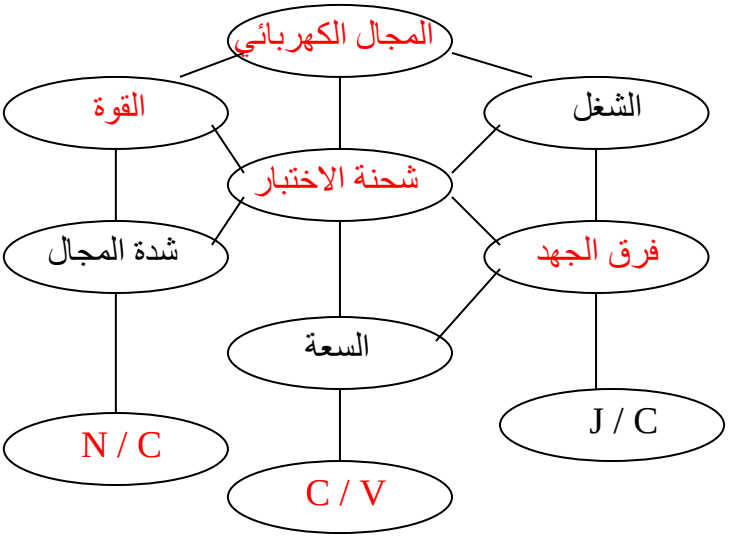
$q = q_1 + q_2 + q_3 + \ldots$

$C = C_1 + C_2 + C_3$

السعة المكافئة أكبر من سعة لأي مكثف

# حل بعض أسئلة التقويم

1) أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية : السعة ، شدة المجال ، J/C ، الشغل .




2) ما الخاصيتان اللتان يجب أن تكونا لشحنة الاختبار ؟

يجب أن يكون مقدار شحنة الاختبار صغيراً جداً مقارنة مع مقادير الشحنات التي تولد المجال الكهربائي ، كما يجب أن تكون موجبة .

3) كيف يحدد اتجاه المجال الكهربائي ؟

اتجاه المجال هو اتجاه القوة المؤثرة في شحنة موجبة موضوعة في المجال . وبهذا تكون خطوط المجال الكهربائي خارجة من الشحنة الموجبة وداخلة في الشحنة السالبة .

4) كيف يتم الإشارة لشدة المجال الكهربائي من خلال خطوط المجال الكهربائي ؟

كلما تقاربت خطوط المجال بعضها من بعض زادت قوة المجال الكهربائي .

5) لماذا يفقد الجسم المشحون شحنته عند وصله بالأرض ؟

لأن الجسم المشحون يشارك شحنته مع سطح الأرض التي تعد جسماً ضخماً جداً .

6) شُحن صندوق فلزي . قارن بين تركيز الشحنة على زوايا الصندوق و تركيزها على جوانب الصندوق .

يكون تركيز الشحنة عند الزوايا أكبر من تركيزها على جوانب الصندوق .

7) ماذا يحدث لشدة المجال الكهربائي عندما تنقص شحنة الاختبار إلى نصف قيمتها ؟

لا يحدث شيء ، لأن القوة المؤثرة في شحنة الاختبار ستقل إلى النصف ، أي أن النسبة F/q والمجال الكهربائي تبقى نفسها .

8) هل يلزم طاقة أكبر أم طاقة أقل لتحريك شحنة موجبة ثابتة خلال مجال كهربائي متزايد ؟

تتناسب الطاقة طردياً مع القوة ، وتتناسب القوة طردياً مع المجال الكهربائي ، لذا يلزم طاقة أكبر .

9) كيف تبدو خطوط المجال الكهربائي عندما يكون للمجال الكهربائي الشدة نفسها عند النقاط جميعها في منطقة ما؟

تكون متوازية ، وتفصلها مسافات متساوية .

10) إذا كان قطرا كرتي ألومنيوم 1cm و 10 cmفأيّهما له سعة أكبر ؟
للكرة التي قطرها 10cmسعة كهربائية أكبر ، لأن الشحنات يمكنها أن تبتعد بعها عن بعض بصورة أكبر ، وهذا يقلل من ارتفاع جهدها عندما تُشحن .

11) كيف يمكن تخزين كميات مختلفة من الشحنة في مكثف ؟
بتغيير الجهد بين طرفي المكثف .

12) ما مقدار شحنة اختبار إذا تعرضت لقوة مقدارها $1.4\times10^{-8}$ N عند نقطة شدة المجال الكهربائي فيها $5.0\times10^{-4}$ N/C ؟

$$E = F/q \quad , \quad q = F/E = (1.4\times10^{-8}) / (5\times10^{-4}) = 2.8\times10^{-5} \text{ C}$$

13) تسارع الإلكترون إذا كان المجال منتظماً . اعتبر كتلة الإلكترون $9.11\times10^{-31}$ kg .

$$F = m\,a \text{ , } a = F / m = (-1.6\times10^{-14}) / (9.11\times10^{-31}) = -1.76\times10^{16} \text{ m/s}^2$$

14) أوجد شدة المجال الكهربائي على بُعد 20.0cm من شحنة نقطية مقدارها $8.0\times10^{-7}$ C .

$$E = F/q^{-} \quad , F = k\,q\,q^{-}/r^2$$

$$E = k\,q / r^2 = ((9\times10^{9})(8\times10^{-7})) / (0.200)^2 = 1.8\times10^{5} \text{ N/C}$$

15) ما مقدار الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها 0.15 C خلال فرق جهد كهربائي مقداره 9.0 V ؟

$$\Delta V = W / q \quad , W = q \quad \Delta V = (0.15)\,(9.0) = 1.4 \text{ J}$$

16) إذا كانت شدة المجال الكهربائي بين لوحين متوازيين مشحونين $1.5\times10^{3}$ N/C، والبعد بينهما 0.060 m فما فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين بوحدة الفولت ؟

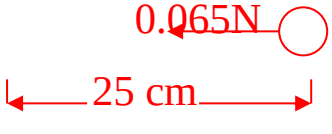
$$\Delta V = E\,r$$

$$= (1.5\times10^{3})\,(0.060) = 9\times10\text{V}$$

17) يختزن مكثف موصول بمصدر جهد 45.0 V شحنة مقدارها 90 µC، ما مقدار سعة المكثف ؟

$$C = q /\Delta V = (90\times10^{-6}) / (45) = 0.000002 \text{ F} = 2 \text{ µF}$$

18) إذا لزم قوة مقدارها 0.065 N لتحريك شحنة مقدارها 37 µC مسافة 25 cm في مجال كهربائي منتظم ، كما يوضح الشكل ، فما مقدار فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين ؟




$$W = F\,r$$

$$\Delta V = \frac{W}{q} = \frac{F\,r}{q}$$

$$= \frac{(0.065)\,(0.25)}{37\times10^{-6}}$$

$$= 4.4\times10^{2} \text{ V}$$

# الاختبار المقنن ( الفصل 2 )

1) لماذا يقاس المجال الكهربائي بشحنة اختبار صغيرة فقط ؟

a- حتى لا تشتت الشحنة المجال .

b- لأن الشحنات الصغيرة لها زخم قليل .

c- حتى لا يؤدي مقدارها إلى دفع الشحنة المراد قياسها جانباً .

d- لأن الإلكترون يستخدم دائماً بوصفه شحنة اختبار , وشحنة الإلكترونات صغيرة .

2) إذا تأثرت شحنة مقدارها $2.1\times10^{-9}$ C بقوة مقدارها 14 N .. فما مقدار المجال الكهربائي المؤثر ؟

$E = F / q = 14 / (2.1\times10^{-9}) = 6.7\times10^{9}$ N/C

a- $0.15\times10^{-9}$ N/C  c- $29\times10^{-9}$ N/C

b- $6.7\times10^{-9}$ N/C  d- $6.7\times10^{9}$ N/C

3) تتأثر شحنة اختبار موجبة مقدارها 8.7μC بقوة $8.1\times10^{-6}$ N في اتجاه يصنع زاوية 24° شمال الشرق .. ما مقدار شدة المجال الكهربائي واتجاهه في موقع شحنة الاختبار ؟

$E=F/q= 8.1\times10^{-6}/8.7\times10^{-6} = 0.93 = 9.3\times10^{-1}$

a- $7.0\times10^{-8}$ N/C ، 24° شمال شرق.  c- $1.1\times10^{-3}$ N/C ، 24° غرب جنوب.

b- $1.7\times10^{-6}$N/C ، 24° جنوب غرب.  d- $9.3\times10^{-1}$N/C ، 24° شمال شرق.

4) ما مقدار فرق الجهد الكهربائي بين لوحين يبعد أحدهما عن الآخر 18cm ، والمجال الكهربائي بينهما $4.8\times10^{3}$ N/C؟

$\Delta V = E\, d$

$= (4.8\times10^{3})\,(18\times10^{-2})$

$= 864$ v $= 0.86$ kv

a- 27 v  c- 0.86 kv

b- 86 v  d- 27 kv

5) ما مقدار الشغل المبذول على بروتون عند نقله من لوح سالب الشحنة إلى لوح موجب الشحنة إذا كانت المسافة بين اللوحين 4.3 cm ، والمجال الكهربائي بينهما 125 N/C؟ نحول المسافة $= 4.3\times10^{-2}$ m

$\Delta V = E\, d = (125)(4.3\times10^{-2}) = 5.375$ v

$W = q\,\Delta V = (1.6\times10^{-19})\,(5.375) = 8.6\times10^{-19}$ J

a- $5.5\times10^{-23}$ J  c- $1.1\times10^{-16}$ J

b- $8.6\times10^{-19}$ J  d- 5.4 J

6) كيف تم تحديد قيمة المجال الكهربائي في تجربة قطرة الزيت لملّيكان ؟

a- باستخدام مغناطيس كهربائي قابل للقياس .

b- من خلال فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين .

c- من خلال مقدار الشحنة .

d- بمقياس كهربائي .

7) في تجربة قطرة الزيت ، تم تثبيت قطرة الزيت وزنها $1.9\times10^{-14}$N عندما كان فرق الجهد بين اللوحين 0.78 kv ، والبعد بينهما 63 mm ، كما هو موضح في الشكل ما مقدار الشحنة على القطرة ؟

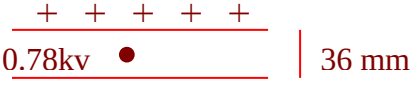
$F_g=F_e$ , $F_g = qE$ , $E = \Delta V/d \Rightarrow q = F_g/E$

$q= F_g d/\Delta V = (1.9\times10^{-14})(63\times10^{-4})/(0.78\times10^{3})$

$= 1.5\times10^{-18}$C

a- $-1.5\times10^{-18}$C  c- $-1.2\times10^{-15}$C

b- $-3.9\times10^{-16}$C  d- $-9.3\times10^{-13}$C




8) مكثف سعته 0.093μF ، إذا كانت شحنته 58μC فما مقدار فرق الجهد الكهربائي عليه ؟

$C = q/\Delta V \Rightarrow \Delta V = q/C = (58\times10^{-6})/(0.093\times10^{-6}) = 6.2\times10^{2}$ V

a- $5.4\times10^{-12}$ V  c- $6.2\times10^{2}$ V

b- $1.6\times10^{-6}$ V  d- $5.4\times10^{3}$ V

# الـكـهـربـاء الـتـيـاريـة

## التيار الكهربائي و الدوائر الكهربائية :-

لا يمكن الاستغناء عن الطاقة الكهربائية في حياتنا اليومية .
ففي المنزل تساعد الأنوار على القراءة .... كما تعتمد عمل الحواسيب على الكهرباء .
أما خارج المنزل فمصابيح إنارة الشوارع و الإشارات الضوئية تستخدم تدفق الشحنات الكهربائية .

وسيلة نقل الطاقة :

تعد الطاقة الكهربائية الوسيلة الأمثل لنقل الطاقة مسافات كبيرة دون فقد جزء كبير منها .
تتم عملية نقل الطاقة عند فروق جهد كبيرة عبر أسلاك نقل القدرة .

أشكال الطاقة :

الطاقة الصوتية – الطاقة الضوئية – الطاقة الحرارية – الطاقة الحركية – الطاقة الكهربائية .

## الـتـيـار الـكـهـربـائـي

تعريف التيار الكهربائي :

المعدل الزمني لتدفق الشحنة الكهربائية . $I = q / t$

التيار الاصطلاحي :

تدفق الشحنات الموجبة من اللوح الموجب إلى اللوح السالب .
[ تتدفق الإلكترونات السالبة في الفلزات من اللوح السالب إلى اللوح الموجب مما يجعل الشحنات تبدو وكأنها تتحرك في الاتجاه المعاكس ]

مصادر الطاقة الكهربائية :

- الخلية الفولتية أو الخلية الجلفانية (البطارية الجافة الشائعة) :تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية .

البطارية :جهاز مصنوع من عدة خلايا جلفانية متصل بعضها ببعض تعمل على تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية .

- الخلية الفولتية الضوئية أو الخلية الشمسية :تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية .

## الـدوائـر الـكـهـربـائـيـة

الدائرة الكهربائية : حلقة مغلقة أو مسار موصل يسمح بتدفق الشحنات الكهربائية .
تحتوي الدائرة على ...
بطارية (مضخة لشحنات): تعمل على زيادة طاقة الوضع الكهربائية للشحنات المتدفقة .
أداة كهربائية : تعمل على تقليل طاقة الوضع الكهربائية للشحنات المتدفقة من خلال تحويلها إلى شكل آخر من الطاقة .

## تـحـولات الـطـاقـة :-

المحرك : يحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية .
المصباح : يحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية .
المدفأة : تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية .

## توليد التيار الكهربائي :

### في دائرة المولد و المحرك الكهربائيين :

يسقط الماء فيدير الدولاب الذي يدير بدوره المولد الكهربائي .
عند وصل المولد بمحرك تتدفق الشحنات الموجودة في السلك داخل المحرك و يستمر تدفق الشحنات خلال الدائرة لتعود إلى المولد .
المحرك يُحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية .
[ في دائرة المولد و المحرك ... لا تصل كفاءة توليد التيار الكهربائي واستعماله إلى 100% ] علل
تنتج بعض الطاقة الحرارية نتيجة الاحتكاك و المقاومة الكهربائية .

### مبدأ حفظ الشحنة :-

الشحنات لا تفنى ولا تستحدث ... ولكن يمكن فصلها ..
[ الكمية الكلية للشحنة (عدد الالكترونات السالبة و الايونات الموجبة) في الدائرة لا تتغير ]

## معدل تدفق الشحنة و معدل تحول الطاقة

### القدرة :

المعدل الزمني لتحول الطاقة ... تقاس بوحدة الواط W

$$P = I\,V$$

P: القدرة الكهربائية (w) I: التيار الكهربائي (A) V: فرق الجهد (V)

تعتمد الطاقة التي يحملها التيار الكهربائي على ..
كمية الشحنات المنقولة q ... وفرق الجهد V بين طرفي المسار الذي يتحرك فيه التيار ...

$$E = q\,V$$
$$E = P\,t$$

E: الطاقة الكهربائية (J) q: كمية الشحنة (C) V: فرق الجهد (V) P: القدرة (w) t: الزمن (s)

### شدة التيار الكهربائي :

المعدل الزمني لتدفق الشحنة الكهربائية ... وحدة قياسه : أمبير ( A = C/s )
الجهاز المستخدم لقياسه :
الأميتر .

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

I:التيار الكهربائي (A) q: كمية الشحنة (C) t: الزمن (s)

# المـقـاومـة الـكـربـائـيـة وقـانـون أوم

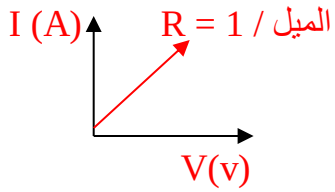
- درس العالم أوم العلاقة بين التيار و فرق الجهد .

قانون أوم : التيار الكهربائي يتناسب طردياً مع فرق الجهد .

- افترض أوم أن هناك فرق جهد كهربائي بين موصلين ... فإذا وصلا بقضيب نحاسي ينتج عن ذلك تيار كهربائي كبير .
- أما عند وضع قضيب زجاجي بينهما فغالباً لن يسري تيار كهربائي .

المقاومة الكهربائية : وحدة قياسها : الأوم ( Ω )

خاصية تحدد مقدار التيار المتدفق و تساوي نسبة فرق الجهد إلى التيار .




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

R: المقاومة الكهربائية ( Ω ) V: فرق الجهد (v) I: التيار الكهربائي (A).

الأوم : مقاومة موصل يمر فيه تيار 1 A عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه 1 V ...

ملاحظات :

- الموصل يحقق قانون أوم إذا كانت مقاومته ثابتة ولا تعتمد على فرق الجهد .
- معظم الموصلات الفلزية تحقق قانون أوم ضمن حدود معينة لفرق الجهد .
- الترانزستورات و الصمامات الثنائية ( الديودات ) أجهزة لا تحقق قانون أوم .

العوامل التي تعتمد عليها مقاومة الموصلات الفلزية :

$$R = p \frac{L}{A}$$

*p*: المقاومة النوعية . L: طول الموصل A: مساحة المقطع .

الطول: المقاومة تزداد بزيادة الطول .

مساحة المقطع العرضي : المقاومة تزداد بنقصان مساحة المقطع العرضي .

درجة الحرارة : المقاومة تزداد بزيادة درجة الحرارة .

نوع المادة : المقاومة تتغير وفق نوع المادة المستخدمة .

تزداد R

الفضة – النحاس – الذهب – الألمنيوم – الحديد – البلاتين .

المقاوِم الكهربائي :

جهاز ذو مقاومة محددة يُصنع من أسلاك رفيعة و طويلة أو من الجرافيت أو من مادة شبه موصلة .

وظيفته : التحكم في تيار الدوائر الكهربائية . ( لحماية الدوائر الكهربائية ) .

طريقة التحكم في شدة تيار الدوائر الكهربائية :

- تغيير فرق الجهد المطبق على المقاوِم الكهربائي في الدائرة .
- تغيير المقاوِم الكهربائي في الدائرة .
- تغيير كل من فرق الجهد والمقاوِم الكهربائي في الدائرة .

المقاوِم المتغير :

ملف مصنوع من سلك مزود بنقطة اتصال منزلقة .

طريقة عمله :

نُحرك نقطة الاتصال إلى مواقع مختلفة على الملف فيتغير طول السلك و تتغير مقاومة الدائرة لذت يتغير التيار .

استخداماته :

- تعد سرعة المحرك من دوران سريع ليصبح دورانه بطيئاً بزيادة طول السلك .
- التحكم في مستويات الطاقة الكهربائية في التلفاز وضبطها ...

ومثالها : التحكم في الصوت والتحكم في درجة سطوع الصورة وتباينها ... التحكم في الألوان .

[الوصول لحالة الاتزان ]

جسم الإنسان :

يؤثر جسم الإنسان بوصفه مقاومة متغيرة .

- تكون مقاومة الجلد الجاف كبيرة بقدر كاف لجعل التيارات الناتجة عن الجهود الصغيرة و المعتدلة قليلة .
- أما إذا أصبح الجلد رطباً فستكون مقاومته أقل وقد يرتفع التيار الكهربائي الناتج عن هذه الجهود إلى مستويات خطرة .

[1mA ← صدمة كهربائية خفيفة – 15mA ← فقدان السيطرة على العضلات – 100mA ← تؤدي إلى الموت ]

طرق قياس المقاومة :

1- جهاز الأوميتر .
2- قانون أوم .
3- جسر وتستون .
4- جسر وتستون المتري ( القنطرة المترية ) .

القوة المحركة الكهربائية ( قوة الدفع الكهربائية ) لمولد :

هي الطاقة التي تكتسبها وحدة الشحنات الكهربائية من المولد .

$$E = \frac{U_{\text{مكتسبة}}}{q}$$

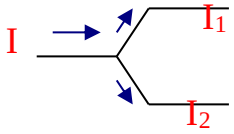
فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين :

هو كمية الطاقة الكهربائية التي تفقدها وحدة الشحنة الكهربائية بين النقطتين .

$$V = \frac{U_{\text{مفقودة}}}{q}$$

قانونا كيرشوف :

القانون الأول : عند أي نقطة تفرع فإن مجموع شدة التيارات الداخلية يساوي مجموع شدة التيارات الخارجة من النقطة .

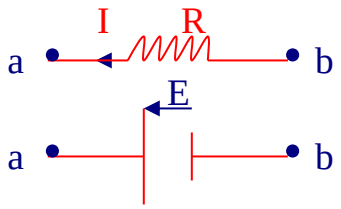


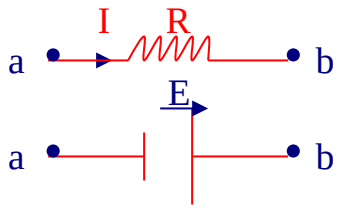

$$\Sigma I = \text{zero}$$

القانون الثاني :

في أي مسار مغلق فإن مجموع القوة الدافعة الكهربائية = مجموع حاصل ضرب التيار × المقاومة .

$$\Sigma E = \Sigma ( I . R)$$



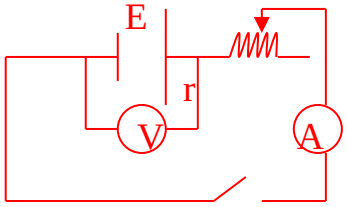
قانونا حفظ الشحنة و الطاقة :-

قانون حفظ الشحنة : كمية الشحنة الكهربائية في دائرة معزولة كمية ثابتة .

قانون حفظ الطاقة : كمية الطاقة في الدائرة الكهربائية المعزولة كمية ثابتة .

$$\Sigma E = I \Sigma R$$

العلاقة بين القوة المحركة الكهربائية لمولد وفرق الجهد بين طرفيه :




$$E = I (r + R)$$
$$E = I r + I R$$
$$E = I r + V$$

الجهد داخل المولد — جهد المقاومة الخارجية

* عندما تكون القاطعة مفتوحة فإن قراءة الفولتميتر = E .

* عند غلق الدائرة فإن قراءة الفولتميتر = RI = V .

الأميتر : يستخدم لقياس شدة التيار الكهربائي المار في عنصر في الدائرة يوصل في الدائرة على التوالي .

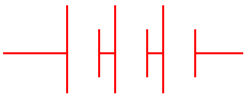
التوصيل على التوالي : التوصيل في حالة وجود مسار واحد فقط للتيار الكهربائي .

الفولتمتر : يستخدم لقياس فرق الجهد الكهربائي بين طرفي عنصر في دائرة يوصل في الدائرة على التوازي .

التوصيل على التوازي : توصيل كهربائي يتفرع فيه التيار إلى مسارين أو أكثر .

## ربـــط الـمـولـــدات

### على التسلسل( التوالي )



حسب قانون حفظ الشحنة

التيار ثابت

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = const$$

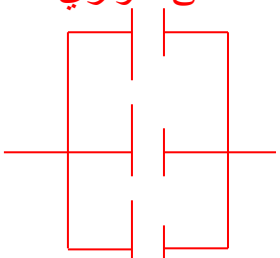
حسب قانون حفظ الطاقة

القوة المحركة الكهربائية موزعة

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots$$

المولدات متماثلة $E = nE_1$

### على التوازي



حسب قانون حفظ الشحنة

التيار يتوزع

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

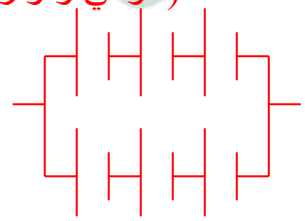
إذا كان التيار متماثل $I = nI_1$

حسب قانون حفظ الطاقة

القوة المحركة الكهربائية ثابتة

$$E = E_1 = E_2 = E_3 = const$$

### مختلط ( توالي وتوازي )



الهدف من الربط المختلط

الحصول على قوة محركة كهربائية عالية وشدة تيار عالية .

( يجب أن تكون المولدات متماثلة)

$$E = n E_1$$

n: عدد المولدات المتصلة على التوالي في الصف الواحد.

$R_{ko}$ المقاومة الداخلية الكلية لمولدات ربطت ربط مختلط :

$$R_{ko} = \frac{n R_o}{S}$$

عدد المولدات $= S \times n$

n: عدد الأعمدة, S: عدد الصفوف .

# استخدام الطاقة الكهربائية

تعمل العديد من الأجهزة الكهربائية المنزلية على تحويل الطاقة الكهربائية إلى أشكال أخرى للطاقة .

**تحولات الطاقة في الدوائر الكهربائية :**

يمكن استخدام الطاقة التي تدخل دائرة كهربائية بطرائق مختلفة .

المحرك الكهربائي : يحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية ( حركة ووضع ) .

المصباح الكهربائي : يحول الطاقة الكهربائية إلى ضوئية و حرارية .

المدفأة الكهربائية ، السخان الكهربائي : تحول الطاقة من كهربائية إلى حرارية .

( جزء من الطاقة يتحول إلى حرارة ضائعة )

**القدرة المستنفذة في مقاوِم :-**

$$P = I^2 R$$

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

P: القدرة الكهربائية (w)
I: شدة التيار الكهربائي (A)
V: فرق الجهد (v)
R: المقاومة الكهربائية ( Ω )

العوامل المؤثرة فيها : - مربع التيار المار في المقاوِم . - مقاومة المقاوِم .

**تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية :**

يسخن المقاوِم عند مرور تيار كهربائي فيه .. لأن الإلكترونات تتصادم مع ذرات المقاوِم فتزداد طاقة حركة الذرات وترتفع درجة حرارتها .

[ الطاقة الكهربائية المستهلكة في المدفأة أو السخان تتحول جميعها إلى طاقة حرارية ]

$$E = P\,t$$

$$E = I^2 R\,t$$

$$E = \frac{V^2}{R}\,t$$

E: الطاقة الكهربائية (J) P: القدرة الكهربائية (w) I:شدة التيار الكهربائي (A) R: المقاومة الكهربائية ( Ω )
V: فرق الجهد (v) t: الزمن (s)

**الموصلات فائقة التوصيل :**

هي مواد مقاومتها صفر توصل الكهرباء دون ضياع في الطاقة .

نحصل عليها عن طريق تبريد المواد إلى درجات حرارة منخفضة أقل من 100K.

استعمالها :

- صناعة المغانط المستخدمة في أجهزة التصوير بالرنين المغناطيسي .
- المواد فائقة التوصيل تُستخدم في مُسرع الجسيمات السنكروترون ... لأنها تحتاج تيارات كهربائية ضخمة .

القدرة الضائعة : معدل الطاقة الحرارية المتولدة في أسلاك التوصيل عند إمرار تيار كهربائي فيها .

طرق التقليل منها : 1- تقليل التيار: تقليل التيار ورفع الجهد يقلل من القدرة الضائعة .

2- تقليل المقاومة : استعمال أسلاك موصليتها كبيرة ... استعمال أسلاك قطرها كبير ...

[يعيب طريقة تقليل المقاومة لتقليل القدرة الضائعة أن الأسلاك ثقيلة و باهظة الثمن ]

**تكاليف الاستخدام :**

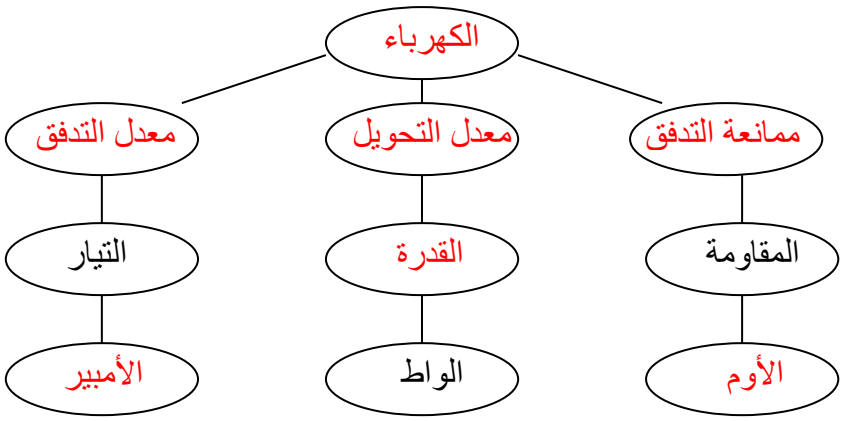
تكاليف الاستخدام = الطاقة × الثمن ( KW .h ) .

الكيلو واط . ساعة : وحدة تستخدمها شركات الكهرباء لقياس الطاقة الكهربائية المستهلكة وهي تساوي قدرة 1000w تصل بشكل مستمر لمدة ساعة .

@thamerah Th

## حـــل بعـــض أســـئـلـة الـتـــقـويـــم

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




2) 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 عدداً أكبر من الإلكترونات لحمل الشحنة .

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

تولد دائرة القصر تياراً كبيراً مما يسبب تصادم عدد أكبر من الإلكترونات مع ذرات السلك وهذا يؤدي إلى رفع الطاقة الحركية للذرات وكذلك رفع درجة حرارة السلك .

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

مقاومة السلك و التيار المار فيه .

5)إذا ثُبت فرق الجهد في دائرة كهربائية ، وتم مضاعفة مقدار المقاومة ، فما تأثير ذلك في تيار الدائرة ؟

إذا تضاعفت المقاومة فإن التيار سيقل إلى النصف .

6) قانون أوم وجدت سارة أداة تُشبه مقاومة . عندما وصلت هذه الأداة ببطارية جهدها 1.5V مر فيها تيار مقداره $45\times10^{-6}$A فقط ، ولكن عندما استخدمت بطارية جهدها 3.0V مر فيها تيار مقداره $25\times10^{-3}$A ، فهل تحقِّق هذه الأداة قانون أوم ؟

لا ، لأنه عند 1.5V وباستخدام العلاقة R = V/I تكون المقاومة $3.3\times10^{4}$ أوم ، وعند 3V تكون المقاومة 120 أوم ، فالجهاز الذي يحقق قانون أوم له مقاومة لا تعتمد على الجهد المُطبق .

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

السلك الذي له أقل مقاومة ، لأن $P = V^2/R$ ، فالمقاومة R الأقل تولد قدرة P أكبر تتبدد في السلك ، حيث يولد طاقة حرارية بمعدل أكبر .

8) يمر تيار كهربائي مقداره 0.50 A في مصباح متصل بمصدر جهده 120V، احسب مقدار :

a- القدرة الواصلة ؟

$$P = I\,V = (0.50)\,(120) = 60\ w$$

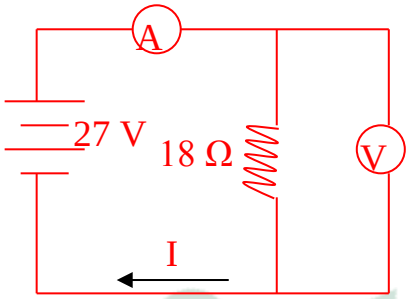
b- الطاقة التي يتم تحويلها خلال 5.0 min ؟

$$P = E / t$$

$$E = P\,t$$

$$E = (60)\,(5\times60) = 18000J = 1.8\times10^{4}\ J$$

9) ارجع إلى الشكل للإجابة عن الأسئلة التالية :




a- ما قراءة الأميتر ؟

$$I = V/R = (27)/(18) = 1.5\ A$$

b- ما قراءة الفولتمتر ؟

27 V

c- ما مقدار القدرة الواصلة إلى المقاومة ؟

$$P = V\,I = (27)\,(1.5) = 41\ w$$

d- ما مقدار الطاقة التي تصل إلى المقاومة كل ساعة ؟

$$E = P\,t = (41)\,(3600) = 1.5\times10^{5}\ J$$

10) يمر تيار مقداره 0.40 A في مصباح موصول بمصدر جهد 120V، أجب عما يلي :

a- ما مقدار مقاومة المصباح في أثناء إضاءته ؟

$$V = I\,R$$

$$R = V / I = (120) / (0.40) = 3\times10^{2}\ \Omega$$

b- تُصبح مقاومة المصباح عندما يبرد 1/5مقاومته عندما يكون ساخناً . مامقدار مقاومة المصباح وهو بارد ؟

$$(1/5)\,(3\times10^{2}) = 60\Omega$$

c- ما مقدار التيار المار في المصباح لحظة إضاءته من خلال وصله بفرق جهد مقداره 120V ؟

$$V = I\,R$$

$$I = V/R = (120) / (60) = 2\ A$$

## الاختبار المقنن ( الفصل 3 )

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

$I = P / V = (100)/(120) = 0.8\ A$

a- 0.8 A ☆ c- 1.2 A
b- 1 A d- 2 A

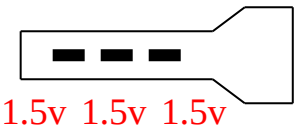
2) إذا وصلت مقاومة مقدارها 5Ω ببطارية جهدها 9 V فما مقدار الطاقة الحرارية الناتجة خلال 7.5 min ؟

$E = V^2\ t / R$

$E = (9)^2\ (7.5\times60) / 5 = 7290 = 7.3\times10^3\ J$

a- $1.2\times10^2$ J c- $3.0\times10^3$ J
b- $1.3\times10^3$ J d- $7.3\times10^3$ J ☆

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




$P = I\ V$ , $V = 3(1.5) = 4.5V$

$P = (0.50)\ (4.5) = 2.25 = 2.3w$

a- 0.11 w c- 2.3 w ☆
b- 1.1 w d- 2.5 w

4) إذا أضيء المصباح اليدوي الموضح أعلاه مدة 3 min فما مقدار الطاقة الكهربائية التي تصل إليه ؟

$E = P\ t$

$= (2.3)\ (3\times60) = 414 = 4.1\times10^2 J$

a- 6.9 J c- $2.0\times10^2$ J
b- 14 J d- $4.1\times10^2$ J ☆

5) يمر تيار مقداره 2.0 A في دائرة تحتوي على محرك مقاومته 12Ω ما مقدار الطاقة المحولة إذا تم تشغيل المحرك دقيقة واحدة ؟

$E = I^2\ R\ t$

$= (2)^2\ (12)\ (60) = 2880 = 2.9\times10^3\ J$

a- $4.8\times10^1$ J c- $2.9\times10^3$ J ☆
b- $2.0\times10^1$ J d- $1.7\times10^5$ J

6) إذا مر تيار مقداره 5.00mA في مقاومة مقدارها 50.0Ω في دائرة كهربائية موصلة فما مقدار القدرة الكهربائية المستنفذة في الدائرة ؟

$P = I^2\ R$

$= (5\times10^{-3})^2\ (50) = 1.25\times10^{-3}\ w$

a- $1.00\times10^{-2}$ w c- $1.25\times10^{-3}$ w ☆
b- $1.00\times10^{-3}$ w d- $1.50\times10^{-3}$ w

7) ما مقدار الطاقة الكهربائية الواصلة إلى مصباح قدرته 60.0w إذا تم تشغيله مدة 2.5h ؟

$E = P\ t$

$E = (60)\ (2.5)\ (3600)$

$= 540000 = 4.5\times10^5\ J$

a- $4.2\times10^{-2}$ J c- $1.5\times10^2$ J
b- $2.4\times10^{-1}$ J d- $5.4\times10^5$ J ☆

# دوائر التوالي و التوازي الكهربائي

## دوائر التوالي

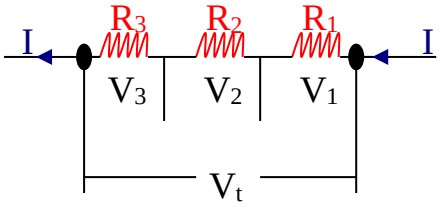
الدائرة التي يمر في كل جزء من أجزائها التيار نفسه

**حفظ الشحنة :**

الشحنة لا تفنى ولا تستحدث لذلك تكون الشحنة الداخلة إلى الدائرة الكهربائية مساوية لكمية الشحنة الخارجة منها .

**المقاومة المكافئة :**

أكبر من أي مقاومة مفردة من المقاومات الموصلة على التوالي .




$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

إذا كانت المقاومات متساوية :

$R = n\,R_1$ ، n:عدد المقاومات .

**التيار الكهربائي :**

- التيار نفسه يمر في المقاومات جميعها ويساوي التيار المار في المقاومة المكافئة .
- إذا انقطع التيار عن مقاوم فإنه ينقطع عن المقاومات جميعها .

$$I_t = I_1 = I_2 = I_3$$

**الهبوط في الجهد :**

حاصل ضرب التيار المار في المقاوِم في مقدار مقاومة ذلك المقاوِم .

**الجهد الكهربائي :**

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3$$

**دوائر الإضاءة :**

عند توصيل مصباحين مختلفي القدرة الكهربائية على التوالي فإن المصباح ذو القدرة الأقل يكون أكبر سطوعاً حيث أن القدرة المستنفذة فيه أكبر لأن مقاومته أكبر .

**ثبات جهد المصدر في دائرة التوالي وإضافة مقاوِمات على التوالي للدائرة يؤدي إلى ...**

زيادة المقاومة المكافئة ... نقصان تيار الدائرة.

## دوائر التوازي

الدائرة التي تحوي مسارات متعددة للتيار الكهربائي

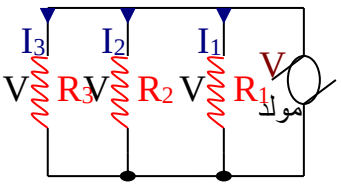
**التيار الكلي :**

في دائرة التوازي مساوي لجميع التيارات المارة في كل المسارات .

**فرق الجهد :** الجهد متساوٍ في كل المسارات .

**المقاومة المكافئة :**

أقل من أي مقاومة مفردة من المقاومات الموصلة على التوازي .




$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

إذا كانت المقاومات متساوية :

$R = R_1/n$ ، n : عدد المقاومات .

**التيار الكهربائي :**

- التيار المار في المقاومة المكافئة لمجموع مقاومات متصلة معاً على التوازي يساوي مجموع التيارات الفرعية .
- عن انقطاع التيار عن مقاوِم لا ينقطع عن بقية المقاومات .

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3$$

**الجهد الكهربائي :**

$$V_t = V_1 = V_2 = V_3$$

**دوائر الإضاءة :**

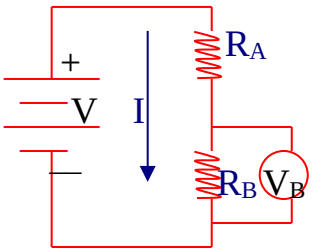
عند توصيل مصباحين مختلفي القدرة الكهربائية على التوازي فإن المصباح ذو القدرة الأكبر يكون أكبر سطوعاً حيث أن سطوع الإضاءة يتناسب طردياً مع القدرة المستنفذة .

**ثبات جهد المصدر في دائرة التوازي وإضافة مقاوِمات على التوازي للدائرة يؤدي إلى ...**

نقصان المقاومة المكافئة ... زيادة تيار الدائرة .

[ مجموع التغيرات في الجهد عبر كل عناصر دائرة التوالي يساوي صفراً ]
لأن مصدر التيار يعمل على رفع الجهد بمقدار يساوي الهبوط في الجهد الناتج عن مرور التيار في جميع مقاومات الدائرة .
الطاقة الكهربائية تتحول من شكل لآخر نتيجة هبوط في جهد الجهاز الكهربائي .

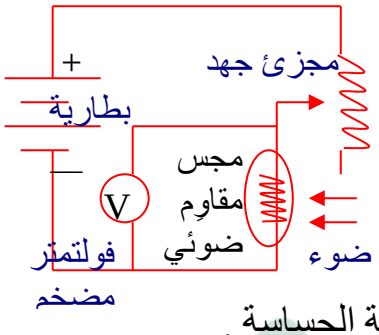
## مجزئ الجهد




دائرة توال تستخدم لإنتاج مصدر جهد بالقيمة المطلوبة من بطارية ذات جهد كبير .
- يُستخدم لإنتاج مصدر جهد بالقيمة المطلوبة من بطارية ذات جهد كبير .
- يُستخدم مع مجسات المقاومات الضوئية .
- يُستخدم مع أجهزة قياس كمية الضوء المستخدمة في التصوير الفوتوغرافي .

المقاومات الضوئية :
مجسمات تصنع من مواد شبه موصلة مثل السيليكون أو السيلينيوم أو كبريتيد الكادميوم ...
تعتمد مقاومة المقاوم الضوئي على كمية الضوء الذي تسقط عليه حيث أن مقاومته تقل عند سقوط الضوء عليه وتزداد في المكان المعتم .
[ الجهد الناتج عن مجزئ الجهد المستخدم في المقاوم الضوئي يعتمد على كمية الضوء على مجس المقاوم ]

دائرة مجس مقاوم ضوئي :-




تستخدم مقياساً لكمية الضوء .
تعمل الدائرة الإلكترونية على كشف فرق الجهد وتحوله إلى قياس للاستضاءة يمكن قراءته على شاشة رقمية .
[ تقل قراءة الفولتميتر المضخم عند زيادة الاستضاءة ]
الأوميترات :
تستخدم لقياس المقاومة الكهربائية لمقاوم ...
بعض الأوميترات تستخدم جهوداً أقل من 1V لتجنب إتلاف المكونات الإلكترونية الحساسة .
بعض الأوميترات تستخدم مئات الفولتات للتحقق من سلامة المواد العازلة .

## تطبيقات الدوائر الكهربائية

أدوات السلامة : أدوات تمنع حدوث حمل زائد قد ينتج عن :
- تشغيل عدة أجهزة كهربائية في الوقت نفسه . - حدوث دائرة قصر في أحد الأجهزة الكهربائية .
أمثلتها: المنصهرات ... قواطع الدوائر الكهربائية ... قاطع التفريغ الأرضي الخاطئ ...

دائرة القصر : دائرة كهربائية مقاومتها صغيرة جداً مما يجعل التيار فيها كبيراً جداً .
التيار الإضافي ينتج طاقة حرارية قد تكون كافية لصهر المادة العازلة للأسلاك فيؤدي إلى تلامس الأسلاك وحدوث دائرة قصر قد تحدث حريقاً .

المنصهرات : قطعة قصيرة من فلز تنصهر عندما يمر فيها تيار كبير .
مرور تيار أكبر من التيار الذي تتحمله الدائرة يؤدي إلى انصهار القطعة وقطع التيار الكهربائي عن الدائرة =< يؤدي لحماية الدائرة من التلف .
[سمك المنصهرات يُحدد حسب مقدار التيار اللازم مروره في الدائرة بحيث يمر فيها التيار بأمان ون أن يؤدي إلى تلفها ]

قاطع الدوائر الكهربائية :
مفتاح كهربائي آلي يعمل على فتح الدائرة الكهربائية عندما يتجوز مقدار التيار المار فيها القيمة المسموح بها .
عمله : عند مرور تيار كبير خلال الشريط الفلزي المزدوج يسخن الشريط ويتقوس لأنه مصنوع من فلزين مختلفين فيتحرر المزلاج و يتحرك ذراع المفتاح إلى وضع فتح الدائرة الكهربائية .

قاطع التفريغ الأرضي الخاطئ :
جهاز يحوي دائرة إلكترونية تستشعر الفروق البسيطة في التيار الناجمة عن مسار إضافي للتيار فيعمل على فتح الدائرة مانعاً حدوث الصعقات الكهربائية .
استخدامه :
يستخدم عادة في تأمين الحماية في الحمام و المطبخ و المنافذ الكهربائية الخارجية .

## الدوائر الكهربائية المركبة

الدائرة المركبة : دائرة معقدة تتضمن توصيلات على التوالي وعلى التوازي معاً .
الأميتر : جهاز يستخدم لقياس التيار الكهربائي في الدائرة أو جزء منها .
الفولتمتر: جهاز يستخدم لقياس الهبوط في الجهد عبر جزء من الدائرة .

| | استخدامه | توصيله في الدائرة | مقاومته |
|---|---|---|---|
| الأميتر | قياس التيار الكهربائي | على التوالي | صغيرة جداً |
| الفولتمتر | قياس الهبوط في الجهد | على التوازي | كبيرة جداً |

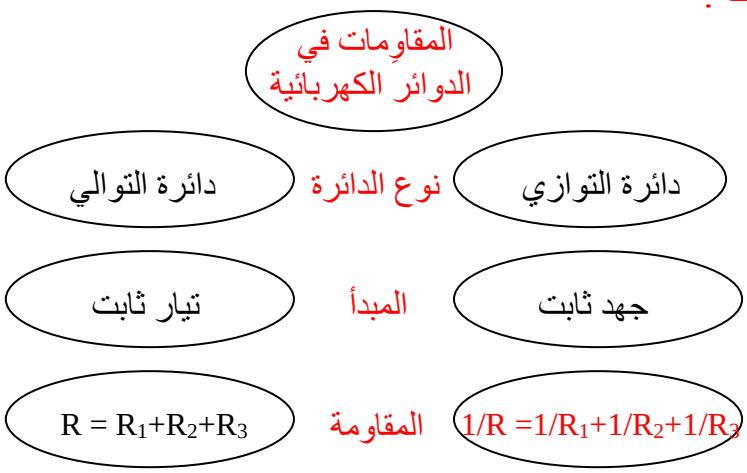
ملاحظات :
[ يوصل مع ملف الأميتر مقاومة صغيرة جداً على التوازي ]
لأنه يجب أن تكون مقاومته صغيرة جداً بحيث لا يؤثر على تيار الدائرة .

[ يوصل مع ملف الفولتميتر مقاومة كبيرة جداً على التوالي ]
لأنه يجب أن تكون مقاومته كبيرة جداً بحيث يكون التغير في التيارات وفروق الجهد في الدائرة أقل ما يمكن .

@thamerahTh

## حل بعض أسئلة التقويم

1) أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية : دائرة التوالي ، $R = R_1+R_2+R_3$ ، تيار ثابت ، دائرة توازي ، جهد ثابت .




2) لماذا تنطفئ جميع المصابيح الموصولة على التوالي إذا احترق أحدها ؟
عندما يحترق أحد المصابيح تفتح الدائرة فتنطفئ المصابيح الأخرى .

3) لماذا تقل المقاومة المكافئة في دائرة التوازي كلما أضيف المزيد من المقاومات ؟
لأن كل مقاومة ستوفر مساراً إضافياً للتيار .

4) لماذا تكون تمديدات أسلاك الكهرباء في المنازل على التوازي ، وليس على التوالي ؟
لكي تعمل الأجهزة المنزلية الموصولة على التوازي كل منها على حدة دون أن يؤثر بعضها في الآخر .

5) إذا توافر لديك بطارية جهدها 6V وعدد من المصابيح جهد كل منها 1.5 V، فكيف تصل المصابيح بحيث تضيء ، على ألا يزيد فرق الجهد بين طرفي طل منها على 1.5 V ؟
يتم ذلك بوصل أربعة من المصابيح على التوالي .

6) مصباحان كهربائيان مقاومة أحدهما أكبر من مقاومة الآخر . أجب عما يلي :

a- إذا وصل المصباحان على التوازي فأيّهما يكون سطوعه أكبر ( أي أيّهما يستنفد قدرة أكبر ) ؟
المصباح ذو المقاومة الأقل .

b- إذا وصِل المصباحان على التوالي فأيهما يكون سطوعه أكبر ؟
المصباح ذو المقاومة الأكبر .

7) منصهرات المنازل لماذا يكون خطيراً استعمال منصهر 30A بدلاً من المنصهر 15A المستخدم في حماية دائرة المنزل ؟
يسمح المنصهر 30A بمرور تيار أكبر في الدائرة ، فتتولد حرارة أكبر في الأسلاك ، مما يجعل ذلك خطراً .

8) احسب المقاومة المكافئة للمقاومات التالية : 680Ω و 1.1Ω و 10k Ω إذا وصلت على التوالي .

$$R = 680 + 1100 + 10000 = 12\ k\Omega$$

9) احسب المقاومة المكافئة للمقاومات التالية : 10 k Ω ، 1.1 k Ω ، 680Ω إذا وصلت على التوازي .

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

$$1/R = 1/10 + 1/1.1 + 1/ 0.68$$

$$\Rightarrow\ R = 0.40\Omega$$

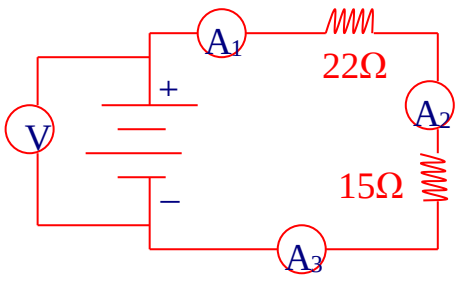
10) إذا احتوت دائرة توالٍ على هبوطين في الجهد 6.90 V ، 5.50V فما مقدار جهد المصدر ؟

$$V = 5.50 + 6.90 = 12.4\ v$$

11) يمر تياران في دائرة توازٍ ، فإذا كان تيار الفرع الأول 3.45 A وتيار الفرع الثاني 1.00 A فما مقدار التيار المار في مصدر الجهد ؟

$$I = 3.45 + 1.00 = 4.45\ A$$

12) إذا كانت قراءة الأميتر 1 الموضح في الشكل تساوي 0.20Aفما مقدار .




a- قراءة الأميتر2 ؟

0.20A، لأن التيار ثابت في المقاومات المتصلة على التوالي .

b- قراءة الاميتر 3؟

0.20 A، لأن التيار ثابت في المقاومات المتصلة على التوالي .

13) إذا كانت قراءة الأميتر 1 في الشكل السابق تساوي 0.20 A فما مقدار .

a- المقاومة المكافئة للدائرة ؟

$$R = R_1 + R_2 = 15 + 22 = 37$$

b- جهد البطارية ؟

$$V = I\,R = (0.20)\,(37) = 7.4\ v$$

c- القدرة المستنفدة في المقاومة 22 ؟

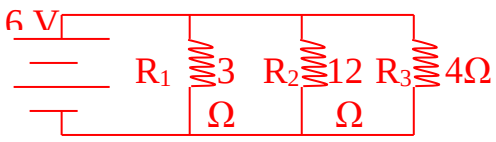
$$P = I^2\,R = (0.20)^2\ \ (22) = 0.88\ w$$

d- القدرة الناتجة عن البطارية ؟

$$P = I\,V = (0.20)\,(7.4) = 1.5\ w$$

## الاختبار المقنن ( الفصل 4 )

استخدم الرسم التوضيحي أدناه الذي يمثل دائرة كهربائية للإجابة عن الأسئلة 1-4 :




1) ما مقدار المقاومة المكافئة للدائرة ؟ توصيل توازي

$1/R_t = 1/3 + 1/12 + 1/4 = 8/12$

$\Rightarrow R_t = 3/2 = 1.5\ \Omega$

a- $1/19\Omega$ b- $1.0\ \Omega$ c- $1.5\Omega$ ☆ d- $19\ \Omega$

2) ما مقدار التيار الكهربائي المار في الدائرة ؟

$I_t = V / R_t = 6 / 105 = 60/15 = 4\ A$

a- $0.32\ A$ b- $0.80\ A$ c- $1.2\ A$ d- $4.0\ A$ ☆

3) ما مقدار التيار الكهربائي المار في المقاومة $R_3$ ؟

$I = V/R_3 = 6/4 = 3/2 = 1.5\ A$

a- $0.32\ v$ b- $1.5\ v$ ☆ c- $2.0\ v$ d- $4.0\ v$

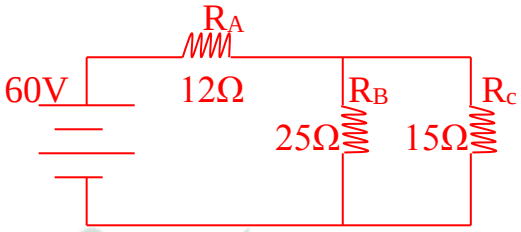
4) ما مقدار قراءة فولتمتر يوصل بين طرفي المقاومة $R_2$ ؟

في توصيل التوازي $V = V_1 = V_2 = V_3$

$\Rightarrow V = 6\ v$

a- $0.32\ v$ b- $1.5\ v$ c- $3.8\ v$ d- $6.0\ v$ ☆

استخدم الرسم التخطيطي أدناه الذي مثل دائرة كهربائية للإجابة عن السؤالين 5 و 6 .




5) ما مقدار المقاومة المكافئة للدائرة ؟ 1) المقاومات $R_B$و$R_c$

$1/R = 1/R_c + 1/R_B = 40/375$

$\Rightarrow R = 375/40 = 9.4$

$\Rightarrow (9.4) + 12 = 21.4\ \Omega$

a- $8.42\Omega$ b- $10.7\Omega$ c- $21.4\ \Omega$ ☆ d- $52.0\Omega$

6) ما مقدار التيار الكهربائي المار في الدائرة ؟

$I = V/R = 60 / (21.4) = 600/214 = 2.80\ A$

a- $1.15\ A$ b- $2.35\ A$ c- $2.80\ A$ ☆ d- $5.61\ A$

7) إذا وصل محمود ثمانية مصابيح مقاومة كل منها $12\ \Omega$ على التوالي فما مقدار المقاومة الكلية للدائرة ؟

$R = n\ R_1$

$R = 8\ (12) = 96\ \Omega$

a- $0.67\ \Omega$ b- $1.5\ \Omega$ c- $12\ \Omega$ d- $96\ \Omega$ ☆

8) أي العبارات التالية صحيحة ؟

a- مقاومة الأميتر المثالي كبيرة جداً .

b- مقاومة الفولتمتر المثالي صغيرة جداً .

c- مقاومة الأميترات تساوي صفراً .

d- ☆ تُسبب الفولتمترات تغيرات صغيرة في التيار .

# المـجـالات الـمـغـنـاطـيـسـيـة

## المغانط الدائمة و المؤقتة :

تعتمد بعض الأجهزة على الآثار المغناطيسية للتيارات الكهربائية ... مثل / المولدات الكهربائية ، المحركات الكهربائية ، أجهزة التلفاز ، أجهزة العرض التي تعمل بالأشعة المهبطية ، أشرطة التسجيل ، مشغلات الأقراص الصلبة بالحاسوب .

## الخصائص العامة للمغانط :

- المغناطيس مستقطب ... لأن له قطبين متمايزين متعاكسين ...
  القطب الشمالي => القطب الباحث عن الشمال .
  القطب الجنوبي => القطب الباحث عن الجنوب .
- الأقطاب المتشابهة تتنافر و الأقطاب المختلفة تتجاذب .
- جميع المغانط لها قطبان مختلفان و لا يمكن فصلهما للحصول على قطب مغناطيسي منفرد .

[ عند تقسيم المغناطيس إلى نصفين ينتج مغناطيسان جديدان أصغر منه ... كل منهما له قطبان .]
[ المغانط تتجه دائماً في اتجاه شمال – جنوب .. لأن الأرض تعتبر مغناطيسياً عملاقاً .]
[ القطب المغناطيسي الجنوبي للأرض يكون بالقرب من القطب الشمالي الجغرافي لها .]

## كيف تؤثر المغانط في المواد الأخرى ؟

المغانط تجذب مغانط أخرى و بعض الأجسام القريبة مثل المسامير و الدبابيس ومشابك الورق ...
المغناطيس عندما يلامس مسماراً يُصبح هذا المسمار مغناطيسياً علل
لأن المغناطيس يسبب تحفيزاً للمسمار ليصبح مستقطباً .
[المسمار يحوي معادن تتيح له الاحتفاظ ببعض مغناطيسيته بعد إبعاده عن المغناطيس .]
[ الحديد اللين ( حديد يحوي القليل من الكربون ) مغناطيس مؤقت ] علل
لأنه يفقد كل جاذبيته للأجسام الفلزية الأخرى مباشرة بعد إبعاده عن المغناطيس .

## المغناطيس الدائم :

يُصنع العديد من المغانط الدائمة من سبيكة حديد تحوي خليط من الألمنيوم و النيكل والكوبالت .
بعض العناصر الترابية النادرة مثل النيوديميوم و الجادولينيوم تنتج مغانط دائمة قوية جداً بالنسبة إلى حجمها .
[ في المغناطيس الدائم المغناطيسية المستحدثة تصبح دائمة ] علل
بسبب التركيب المجهري للمادة التي يتكون منها .

# المـجـالات الـمـغـنـاطـيـسـيـة حـول الـمـغـانـط الـدائـمـة

## المجالات المغناطيسية :

منطقة محيطة بالمغناطيس أو حول سلك أو ملف سلكي يتدفق فيه تيار حيث توجد قوة مغناطيسية .يقاس ب تسلا

## تمثيل المجال المغناطيسي :

يمكن تمثيل المجال المغناطيسي الموجود حول المغناطيس باستخدام برادة الحديد .
كل قطعة صغيرة من برادة الحديد تصبح مغناطيسياً بالحث تدور حتى تصبح موازية للمجال المغناطيسي .

## خطوط المجال المغناطيسي :

- خطوط وهمية تساعد في تصور المجال المغناطيسي .
- توفر القدرة على قياس شدة المجال المغناطيسي .

التدفق المغناطيسي :
عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق السطح .
[ التدفق المغناطيسي عبر وحدة المساحة يتناسب طردياً مع شدة المجال المغناطيسي .]
[ معظم التدفق المغناطيسي مركز عند القطبين ... حيث يكون المجال المغناطيسي عندهما أكبر ما يمكن .]

اتجاه خط المجال المغناطيسي :
الاتجاه الذي يشير إليه القطب الشمالي لإبرة البوصلة عند وضعها في المجال المغناطيسي .
- خارج المغناطيس تكون خارجة من القطب الشمالي و داخلة إلى القطب الجنوبي .
- داخل المغناطيس تنتقل من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي لتشكل حلقات مقفلة .

القوى المؤثرة في الأجسام الموضوعة في مجالات مغناطيسية :
تأثير المجالات المغناطيسية على مغناطيس :
- المجال المغناطيسي الناتج عن القطب الشمالي لمغناطيس يدفع القطب الشمالي لمغناطيس آخر بعيداً في اتجاه خط المجال .
- القوة الناتجة عن المجال المغناطيسي و المؤثر في قطب جنوبي لمغناطيس آخر تجذبه في عكس اتجاه خطوط المجال .

تأثير المجالات المغناطيسية على عينة :
- عند وضع عينة مصنوعة من الحديد أو الكوبالت أو النيكل في المجال المغناطيسي لمغناطيس دائم تصبح خطوط المجال مركزة أكثر خلال هذه العينة .
- تخرج الخطوط من القطب الشمالي للمغناطيس وتمر خلال العينة .
- يكون طرف العينة القريب من القطب الشمالي للمغناطيس قطباً جنوبياً فتنجذب العينة نحو المغناطيس .

## الكهرومغناطيسية

أجرى الفيزيائي الدنماركي هانزكريستيان أورستد تجارب على التيارات الكهربائية المارة في الأسلاك .
- وضع سلكاً فوق محور بوصلة صغيرة و أوصل نهايتي السلك بدائرة كهربائية مغلقة.
- لاحظ أن : إبرة البوصلة تدور لتصبح في اتجاه عمودي على السلك .
- استنتج أن : القوة المؤثرة في قطبي مغناطيس البوصلة تكون متعامدة مع اتجاه التيار داخل السلك .
[ في تجرة أورستد إذا لم يكن هناك تيار في السلك فإنه لا توجد قوة مغناطيسية ]
[ تنحرف إبرة البوصلة عند وضعها بالقرب من سلك يحمل تياراً ] علل
بسبب المجال المغناطيسي الذي ولده التيار الكهربائي .

**المجال المغناطيسي حول سلك يحمل تياراً :**

خطوط المجال المغناطيسي تُشكل حلقات مغلقة ( نفس شكل خطوط المجال المغناطيسي حول المغانط الدائمة )

شدة المجال المغناطيسي المتولد حول سلك مستقيم و طويل تتناسب ...

- طردياً مع مقدار التيار المار بالسلك ....  - عكسياً مع البعد عن السلك ...

$$B = \frac{2\times10^{-7}\ I}{a}$$

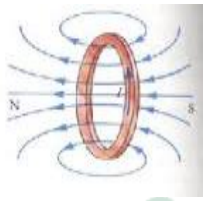
**تحديد اتجاهه :**

باستخدام القاعدة الأولى لليد اليمنى ...

- نجعل الإبهام في اتجاه التيار الاصطلاحي .
- تشير باقي الأصابع التي تدور حول السلك إلى اتجاه المجال المغناطيسي .

[ اتجاه المجال المغناطيسي ينعكس إذا عُكس اتجاه التيار في السلك ]

**المجال المغناطيسي بالقرب من ملف دائري :**




الملف الذي يحمل تيار يمثل مغناطيسياً له قطبان ... شمالي وجنوبي .

المجال المغناطيسي حلقات مغلقة حول جوانب الملف ومنتظم(خطوط) في مركز الملف .

$$B = \frac{2\pi\times10^{-7}\ n\ I}{r}$$

n:عدد اللفات . r: نصف قطر الملف .

**المغناطيس الكهربائي ( الملف اللولبي ) :**

المغناطيس الذي ينشأ عند تدفق تيار كهربائي خلال ملف لولبي

المجال المغناطيسي في الخارج حلقات والداخل منتظم (خطوط) .

شدة المجال المغناطيسي الناتج تتناسب طردياً مع ...

مقدار التيار المار فيه .... عدد اللفات ...

$$B = \frac{4\pi\times10^{-7}\ n\ I}{L}$$

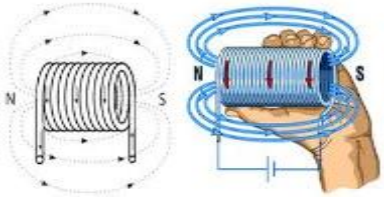
n:عدد اللفات . L: طول الملف .

يمكن زيادة قوة المغناطيس الكهربائي عن طريق وضع قضيب حديدي أو قلب داخل الملف .. حيث يدعم هذا القلب المجال المغناطيسي ويقويه ..

القلب داخل الملف اللولبي يعمل على زيادة المجال المغناطيسي علل

لأن مجال الملف اللولبي يُولد مجالاً مغناطيسياً مؤقتاً في القلب .

**تحديد اتجاه المجال المغناطيسي لملف لولبي :** باستخدام القاعدة الثانية لليد اليمنى ...




- نجعل دوران الأصابع حول الحلقات في اتجاه سريان التيار الاصطلاحي .
- يشير الإبهام نحو القطب الشمالي للمغناطيس الكهربائي .

**العلاقة بين شدة المجال الكهربائي وشدة المجال المغناطيسي :**

$$I = V \times B$$

## الصورة المجهرية للمواد المغناطيسية :

عند وضع قطعة حديد أو كوبالت أو نيكل بالقرب من مغناطيس فإن العنصر يصبح مغناطيساً له قطبان شمالي وجنوبي ... إلا أن هذه المغنطة تكون مؤقتة .

[ عناصر الحديد والنيكل و الكوبالت تتصرف كمغانط كهربائية ] لأن لها خاصية الفرومغناطيسية .

## المنطقة المغناطيسية :

مجموعة صغيرة جداً تتشكل عندما تترتب خطوط المجال المغناطيسي للإلكترونات في مجموعة الذرات المتجاورة في الاتجاه نفسه ...

## المغنطة المؤقتة لقطعة حديد :

- العينة الصغيرة من الحديد تحوي عدد هائل من المناطق المغناطيسية .
- عندما لا تكون قطعة الحديد داخل مجال مغناطيسي فإن المناطق المغناطيسية تكون في اتجاهات عشوائية وتلغي مجالاتها المغناطيسية بعضها بعضاً .
- عند وضع قطعة الحديد داخل مجال مغناطيسي فإن هذه المناطق المغناطيسية تترتب بفعل المجال الخارجي لتصبح متفقة معه في الاتجاه .
- بعد إزالة المجال المغناطيسي الخارجي تعود المناطق إلى عشوائيتها .

## المغنطة الدائمة :

يتم خلط الحديد مع مواد أخرى لإنتاج سبائك تحافظ على المناطق المغناطيسية مرتبة بعد إزالة تأثير المجال المغناطيسي الخارجي .

## التسجيل في الوسائط :

تتكون رؤوس التسجيل في المسجلات الصوتية و أجهزة الفيديو من مغانط كهربائية .

- رأس التسجيل تنتج فيه تيارات كهربائية تعمل على توليد مجالات مغناطيسية تمثل الصوت والصورة المراد تسجيلهما .
- عندما يمر شريط التسجيل المغناطيسي فوق رأس التسجيل تترتب المناطق المغناطيسية بواسطة المجالات المغناطيسية لرأس التسجيل .
- اتجاهات ترتيب واصطفاف المناطق المغناطيسية تعتمد على اتجاه التيار المار برأس التسجيل وتصبح تلك المناطق المغناطيسية تسجيلاً مغناطيسياً للصوت و الصورة .
- تسمح المادة المغناطيسية الموجودة على الشريط البلاستيكي للمناطق المغناطيسية بالمحافظة على ترتيبها .. إلى أن يتم تطبيق مجال مغناطيسي قوي بما يكفي لتغييرها مرة أخرى .

## تشغيل الشريط :

- عند تشغيل الشريط لقراءته تنتج إشارة بواسطة التيارات المتولدة عند مرور رأس التسجيل فوق الجسيمات المغناطيسية على الشريط ...
- ترسل الإشارة إلى مضخم وزوج من مكبرات الصوت أو سماعات الأذن .

[ عند استعمال شريط مسجل عليه سابقاً لتسجيل أصوات جديدة ينتج رأس المحور مجالاً مغناطيسياً متناوباً بصورة سريعة يعمل على بعثرة اتجاهات المناطق المغناطيسية على الشريط .]

## التاريخ المغناطيسي للأرض :

- الصخور التي تحوي الحديد تُسجل تاريخ اختلاف اتجاهات المجال المغناطيسي الأرضي .
- العلماء الذين فحصوا صخور قاع البحر وجدوا أن اتجاه المغنطة في الصخور المختلفة متغير ومتنوع .
- توصل العلماء أن القطبين المغناطيسيين للأرض تبادلا موقعيهما عدة مرات على مر العصور في تاريخ الأرض .

# القوى الناتجة عن المجالات المغناطيسية

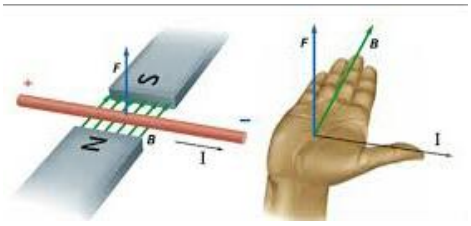
عندما درس أمبير سلوك المغانط لاحظ أن التيار الكهربائي يولد مجالاً مغناطيسياً مشابهاً للمجال المغناطيسي الناتج عن مغناطيس دائم ... ولأن المجال المغناطيسي يؤثر بقوة في المغانط الدائمة فقد افترض أمبير أنه توجد قوة تؤثر في السلك الذي يسري فيه تيار عند وضعه في المجال المغناطيسي .

## القوى المؤثرة في التيارات الكهربائية المارة في مجالات مغناطيسية :

اكتشف مايكل فاراداي أن القوة المؤثرة في سلك يسري فيه تيار وضع في مجال مغناطيسي تكون عمودية على اتجاه كل من التيار الكهربائي و المجال المغناطيسي .

## تحديد اتجاه القوة :

لتحديد اتجاه القوة المؤثرة في سلك يسري فيه تيار وموضوع في مجال مغناطيسي نستخدم القاعدة الثالثة لليد اليمنى .




- نجعل أصابع اليد اليمنى في اتجاه المجال المغناطيسي .
- نجعل الإبهام يشير نحو اتجاه التيار الاصطلاحي في السلك .
- يكون اتجاه القوة المؤثرة في السلك عمودياً على باطن الكف نحو الخارج

لرسم اتجاه القوة المؤثرة على السلك نستخدم الرمزين التاليين :

⊗ اتجاه القوة إلى داخل الورقة ( كأننا نشاهد ذيل السهم ) .

⊙ اتجاه القوة إلى الخارج من الورقة ( كأننا نُشاهد رأس السهم ) .

## مقدارها :

القوة المؤثرة في سلك يحمل تياراً وموضوع في مجال مغناطيسي تساوي حاصل ضرب شدة المجال المغناطيسي في مقدار التيار وطول السلك .

بعد فترة وجيزة من إعلان أورستد عن اكتشافه الذي ينص على أن اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار في سلك يكون متعامداً مع اتجاه سريان التيار فيه ... استطاع أمبير أن يبين أن الأسلاك التي يسري فيها تيارات كهربائية يؤثر بعضها في بعض بقوى ...

القوى المغناطيسية : القوة المؤثرة على سلك طوله L يسري فيه تياركهربائي I موضوع في مجال مغناطيسيB.

$$F = I\ L\ B \sin \&$$ ( قانون لابلاس )

F: القوة المغناطيسية (N) I: شدة التيار المار في سلك (A) L: طول السلك (m)

B: شدة المجال المغناطيسي (T) &: الزاوية بين السلك والمجال .

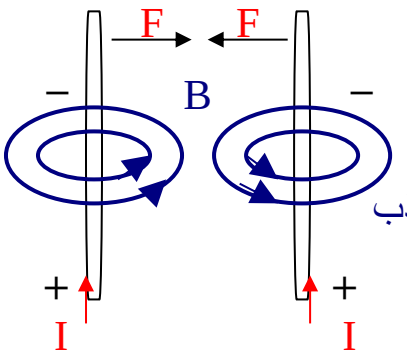
$F = I\ L\ B <= \sin 90 = 1 <= \& = 90$ ، $F = 0 <= \sin 0 = 0 <= \& = 0$

التسلا (T) تكافئ : $N / A.m$

القوة بين سلكين يمر فيهما تياران :

(1

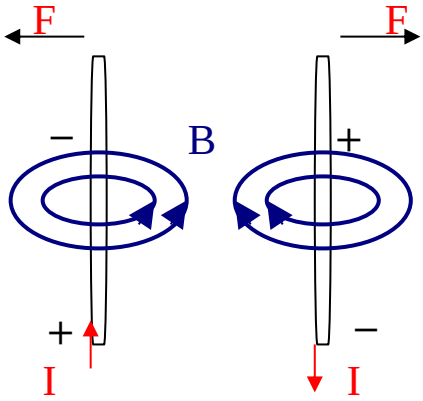
التياران يمران في في نفس الاتجاه .




تنشأ بينهما قوة تجاذب اتجاهها للداخل .

(2

التياران يمران في اتجاهين متعاكسين .




تنشأ بينهما قوة تنافر اتجاهها للخارج .

## مكبرات الصوت :

إحدى تطبيقات العملية على القوة المؤثرة في سلك يحمل تياراً كهربائياً في مجال مغناطيسي .

- السماعة تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة صوتية باستخدام ملف مثبت فوق مخروط ورقي وموضوع في مجال مغناطيسي .
- يرسل المضخم الذي يشغل السماعة تياراً كهربائياً خلال ملف ... ويتغير اتجاه هذا التيار بين 20و 20000 مرة في الثانية وفقاً لحدة الصوت .
- يتأثر الملف بقوة تدفعه نحو الداخل أو الخارج حسب اتجاه التيار المرسل من المضخم .
- حركة الملف تجعل المخروط الورقي يهتز محدثاً موجات صوتية في الهواء .

## الجلفانومتر :

يستخدم لقياس التيارات الكهربائية الصغيرة جداً .

مبدأ عمله : استخدام القوة المؤثرة في حلقة سلكية وضعت في مجال مغناطيسي لقياس التيار .

طريقة عمله :

- التيار المار يدخل خلال الحلقة من أحد طرفيها ويخرج من طرفها الآخر .
- أحد جانبي الحلقة يتأثر بقوة لأعلى ... بينما يتأثر الجانب الآخر بقوة لأسفل .
- محصلة العزم تعمل على تدوير الحلقة ، حيث يتناسب العزم المؤثر في الحلقة طردياً مع مقدار التيار .
- يؤثر النابض الصغير في الجلفانومتر بعزم في اتجاه معاكس لاتجاه العزم الناتج عن سريان التيار في الحلقة السلكية .

[ يعاير الجلفانومتر بمعرفة مقدار الدوران عند مرور تيار معلوم فيه ]

[ مقاومة ملف الجلفانومتر الحساس تساوي تقريباً 1000Ω ]

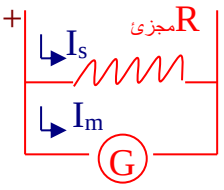
## يمكن تحويل الجلفانومتر إلى أميتر أو فولتمتر

### الأميتر

يُستخدم لقياس تيارات أكبر من التي يقيسها الجلفانومتر

للحصول عليه:

توصيل ملف الجلفانومتر على التوازي بمقاوم ذي مقاومة أقل من مقاومة الجلفانومتر (مجزئ)




فكرة عمله :

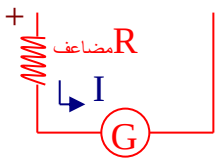
معظم التيار $I_s$ يمر خلال المقاوم (مجزئ التيار ) لأن مرور التيار يتناسب عكسياً مع المقاومة بينما يمر تيار $I_m$ صغير خلال الجلفانومتر .

### الفولتمتر

يُستخدم لقياس فرق الجهد الكهربائي V

للحصول عليه :

يوصل الجلفانومتر بمقاوم كبير على التوالي يسمى المضاعف حيث يقيس الجلفانومتر التيار المار خلال المقاوم الكبير الذي تمت إضافته .




$I = \frac{V}{R}$ ، I: شدة التيار المار خلال المضاعف(A)

V: فرق الجهد خلال الفولتمتر (v)

R: المقاومة الكلية للجلفانومترو المقاوم الكبير(Ω)

المحرك الكهربائي :

يستخدم لتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية دورانية .

تركيبه : - ملف سلكي : موضوع في مجال مغناطيسي .

- فرشاتين : شريحتان من الجرافيت تعملان على استمرار التوصيلات الكهربائية بين نقاط التلامس .

- حلقة معدنية : تتكون من جزأين تسمى عاكس التيار .

طريقة عمله :

- عند مرور تيار كهربائي في الملف يدور بتأثير القوة المؤثرة في السلك الموضوع في مجال مغناطيسي .

- عاكس التيار يعمل على تغيير اتجاه التيار في الملف كل نصف دورة في أثناء دورانه مما يؤدي إلى عكس اتجاه القوة المؤثرة في جانبي الحلقة السلكية فتواصل دورانها .

- الحلقة تستمر في الدوران في المجال المغناطيسي لتكمل دورة كاملة $360^o$ .

القوة الكلية المؤثرة في الملف ذي القلب الحديدي تتناسب طردياً مع $n\ I\ L\ B$

n: عدد لفات الملف. I: التيار الكهربائي. B: المجال المغناطيسي. L: طول السلك في كل لفة .

[ المحرك الكهربائي يتكون من لفات عديدة تثبت على محور دوران] علل لزيادة القوة الكلية المؤثرة في المحرك

يتم إنتاج المجال المغناطيسي في المحرك بإحدى طريقتين :

1) مغناطيس دائم .

2) مغناطيس كهربائي : عند تغيير التيار المار بالمحرك نتحكم في العزم المؤثر في الملف وبالتالي سرعة المحرك .

## القوة المؤثرة في جسيم مشحون

لا يقتصر وجود الجسيمات المشحونة في الأسلاك فقط بل تتحرك في الفراغ ... حيث يتم إزالة جزيئات الهواء لمنع حدوث التصادمات .

أنبوب الأشعة المهبطية : يُستخدم في شاشات الحاسوب و شاشات التلفاز .

مبدأ عمله :

- انحراف الإلكترونات بواسطة المجالات المغناطيسية لتشكيل صورة على الشاشة .

- المجالات الكهربائية تنزع الإلكترونات من الذرات في القطب السالب ( الكاثود ) .

- المجالات الكهربائية الأخرى تعمل على تجميع الإلكترونات وتسريعها وتركيزها في حزمة ضيقة .

- المجالات المغناطيسية تعمل على التحكم في حركة الحزمة إلى الأمام وإلى الخلف و أفقياً و رأسياً على الشاشة.

- تطلى الشاشة بطبقة فوسفورية تشع عندما تصطدم بها الإلكترونات فتنتج الصورة .

القوة المؤثرة في جسيم مشحون يتحرك داخل مجال مغناطيسي تساوي

حاصل ضرب شدة المجال المغناطيسي في كل من سرعة الجسيم وشحنته

$$F = q\ v\ B \sin\theta$$ ( قانون لورنتز )

F:القوة المؤثرة في جسيم مشحون (N) q: شحنة الجسيم (C) v: سرعة الجسيم (m/s) B:شدة المجال المغناطيسي (T)

[ اتجاه القوة دائماً عمودياً على كلٍ من اتجاه سرعة الجسيم واتجاه المجال المغناطيسي ]

*الجسيمات ذات الشحنة الموجبة => اتجاه القوة دائماً عمودياً على اتجاه سرعة الجسيم و اتجاه المجال المغناطيسي و الاتجاه الذي يحدد باستخدام القاعدة الثالثة لليد اليمنى يكون خاصاً بالجسيمات ذات الشحنة الموجبة

*الجسيمات ذات الشحنة السالبة => اتجاه القوة يكون عكس الاتجاه الناتج باستخدام القاعدة الثالثة لليد اليمنى .

## تخزين المعلومات عن طريق الوسائط المغناطيسية :

تخزن البيانات رقمياً في صورة وحدات صغيرة bits ... كل وحدة حددت إما بـ 0 أو بـ 1

## قرص التخزين في الحاسوب :

يغطى بجسيمات مغناطيسية موزعة بصورة متساوية على شريحة

## التسجيل على قرص التخزين :

- رأس (القراءة/الكتابة) الذي يُعد مغناطيساً كهربائياً مكوناً من سلك ملفوف على قلب حديدي يرسل تيار كهربائي .
- التيار المار بالسلك يولد مجالاً مغناطيسياً في القلب الحديدي .
- عندما يمر رأس (القراءة/الكتابة) فوق قرص التخزين الدوار تترتب ذرات المناطق المغناطيسية الموجودة على الشريحة المغناطيسية في صورة حِزم .
- اتجاهات المناطق المغناطيسية تعتمد على اتجاه التيار .
- شفرة كل حزمتين تمثل وحدة صغيرة bit واحدة من المعلومات ...

*الحزمتان الممغنطتان اللتان تشير أقطابهما إلى الاتجاه نفسه تمثل الرمز 0 .

* الحزمتان الممغنطتان اللتان تشير أقطابهما إلى اتجاهين متعاكسين تمثل الرمز 1 .

[ تيار التسجيل ينعكس عندما يبدأ رأس (القراءة/الكتابة) بتسجيل وحدة المعلومة اللاحقة ]

## استرجاع المعلومات من قرص التخزين :

- عندما يدور القرص تحت الرأس تعمل الحزم الممغنطة الموجودة على القرص على توليد تيار في الملف بطريقة الحث .
- تغيرات اتجاه التيار المتولد بالحث تستشعر بالحاسوب باستعمال النظام الثنائي في العد ( صفر ، واحد ) .

## التدفق المغناطيسي : ( Φ )

قطع خطوط المجال المغناطيس (B) عامودياً لمساحة (A) ما ... $\Phi = B A \cos\theta$

& : الزاوية بين المجال المغناطيسي و العمودي على السطح . وحدة قياس التدفق : ويبر .

## تجربة فاراداي لتوليد الكهرباء:

- عند إدخال المغناطيس بسرعة في الملف عمودياً على مستواه ينحرف مؤشر الجلفانومتر لحظياً في اتجاه معين
- عند إخراج المغناطيس بسرعة خارج الملف ينحرف مؤشر الجلفانومتر في الاتجاه المضاد .
- عند توقف المغناطيس عن الحركة يتوقف مؤشر الجلفانومتر .

استنتج : ( تتولد قوة محركة كهربائية لحظية) تسمى الظاهرة السابقة بالحث الكهرومغناطيسي .

[ تحريك سلك داخل مجال مغناطيسي أو تحريك مصدر المجال المغناطيسي في منطقة السلك ]

إذن يمكن توليد تيار كهربائي من ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي .

## نص قانون فاراداي :

عند حدوث تغير في التدفق المغناطيسي في دائرة كهربائية تتولد قوة محركة كهربائية تأثيرية يتناسب مقدارها طردياً مع معدل التغير في التدفق المغناطيسي بالنسبة للزمن .

$EMF = BLv \sin\theta$ , $EMF = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t}$ ( القوة الدافعة الكهربائية)

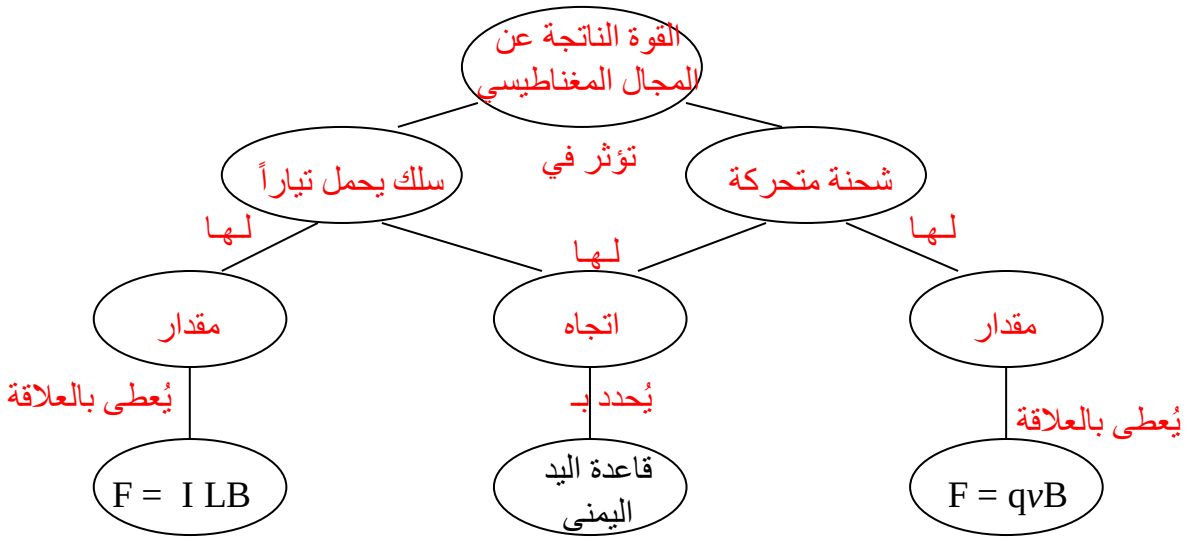
## قانون لنز :

اتجاه التيار التأثيري المتولد في ملف يقاوم السبب الذي أحدثه . ( وضع لنز الإشارة السالبة في القانون)

( درس أثر التيار )

# حل بعض أسئلة التقويم

1) أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية : قاعدة اليد اليمنى ، $F = qvB$ ، $F = I\,LB$ .




2) اكتب قاعدة التنافر و التجاذب المغناطيسي .

الأقطاب المتشابهة تتنافر و الأقطاب المختلفة تتجاذب .

3) صف كيف يختلف المغناطيس الدائم عن المغناطيس المؤقت .

يشبه المغناطيس المؤقت المغناطيس الدائم إذا كان تحت تأثير مغناطيس آخر فقط ، والمغناطيس الدائم لا يحتاج إلى مؤثرات خارجية ليجذب الأجسام .

4) أُخفي مغناطيس صغير في موقع محدد داخل كرة تنس . صف تجربة يمكنك من خلالها تحديد موقع كل من القطب الشمالي والقطب الجنوبي للمغناطيس .

استخدم البوصلة ، سينجذب القطب الشمالي لإبرة البوصلة إلى القطب الجنوبي للمغناطيس والعكس صحيح .

5) انجذبت قطعة فلزية إلى أحد قطبي مغناطيس كبير . صف كيف يمكنك معرفة ما إذا كانت القطعة الفلزية مغناطيساً مؤقتاً أم مغناطيساً دائماً ؟

انقلها إلى القطب الآخر . فإذا انجذب الطرف نفسه فالقطعة مغناطيس مؤقت ، وإذا تنافر الطرف نفسه مع المغناطيس فهي مغناطيس دائم .

6) في أي اتجاه بالنسبة للمجال المغناطيسي يمكنك إمرار تيار كهربائي في سلك بحيث تكون القوة المؤثرة فيه صغيرة جداً أو صفراً ؟

اجعل السلك موازياً للمجال المغناطيسي .

7) كيف يتغير أقصى تدريج للفولتمتر إذا زادت قيمة المقاومة ؟

سيزداد أقصى تدريج للفولتمتر .

8) يمكن للمجال المغناطيسي أن يؤثر في جسيم مشحون ، فهل يمكن للمجال أن يغير الطاقة الحركية للجسيم ؟ وضح إجابتك ؟

لا ، القوة دائماً متعامدة مع اتجاه السرعة ، فلا يُبذل شغل ولذلك لا تتغير الطاقة الحركية .

9) سلكان متوازيان يسري فيهما تياران متساويان .

a- إذا كان التياران متعاكسين فأين يكون المجال المغناطيسي الناتج عن السلكين أكبر من المجال الناتج عن أي منهما منفرداً ؟

سيكون المجال المغناطيسي أكبر في أي نقطة بين السلكين .

b- أين يكون المجال المغناطيسي الناتج عن السلكين مساوياً ضعف المجال الناتج عن سلك منفرد ؟

سيكون المجال المغناطيسي أكبر في أي نقطة بين السلكين .

c- إذا كان التياران في الاتجاه نفسه فأين يكون المجال الكلي صفراً ؟

يكون المجال المغناطيسي صفراً على الخط المنصف للمسافة بين السلكين .

10) سلك طوله 1.50 m يسري فيه تيار مقداره 10.0 A، وضع عمودياً في مجال مغناطيسي منتظم ، فكانت القوة المؤثرة فيه 0.60 N. ما مقدار المجال المغناطيسي المؤثر ؟

$$F = I\,L\,B$$

$$B = \frac{F}{I\,L} = \frac{0.60}{(10)(1.5)} = 0.040\ N/A.m$$

11) يسري تيار مقداره 6.0 A في سلك طوله 25cm، فإذا كان السلك موضوعاً في مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.30T عمودياً عليه فما مقدار القوة المؤثرة فيه ؟

$$F = I\,L\,B = (5)(0.80)(0.60) = 2.4\ N$$

12) يسري تيار مقداره 4.5 A في سلك طوله 35cm، فإذا كان السلك موضوعاً في مجال مغناطيسي مقداره 0.53 T وموازياً له فما مقدار القوة المؤثرة فيه ؟

إذا كان السلك موازياً للمجال فلا يوجد أي تأثير ، ولذلك لا توجد قوة مؤثرة .

13) مامقدار المقاومة الكلية للجلفانومتر ليصبح أقصى تدريج له 10V عند انحرافه بالكامل ؟

$$V = I\,R$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{10}{50\times10^{-6}} = 2\times10^{5}\ \Omega = 2\times10^{2}\ k\,\Omega$$

14) إذا كانت القوة المؤثرة في جسيم أحادي التأين تساوي $4.1\times10^{-13}$ N عندما تحرك عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره 0.61 T فما مقدار سرعة هذا الجسيم ؟

$$F = q\,v\,B$$

$$v = \frac{F}{B\,q} = \frac{4.1\times10^{-13}}{(0.61)(1.60\times10^{-19})} = 4.2\times10^{6}\ m/s$$

# الاختبار المقنن ( الفصل 5 )

1) يسري تيار مقداره 7.2 A في سلك مستقيم موضوع في مجال مغناطيسي منتظم $8.9\times10^{-3}$ T وعمودي عليه ... ماطول جزء السلك الموجود في المجال الذي يتأثر بقوة مقدارها 2.1 N ؟

$F = I\,LB \Rightarrow L = F / I\,B$

$L = (2.1) / (7.2)(8.9\times10^{-3}) = 32.77 = 3.3\times10^{1}$m

a- $2.6\times10^{-3}$ m  b- $3.1\times10^{-2}$ m  c- $1.3\times10^{-1}$ m  d- $3.3\times10^{1}$ m ☆

2) افترض أن جزءًا طوله 19 cm من سلك يسري فيه تيار متعامد مع مجال مغناطيسي مقداره 4.1 T .. ويتأثر بقوة مقدارها 7.6 mN ، ما مقدار التيار المار في السلك ؟ نحول الطول والقوة ...

$F = I\,LB \Rightarrow I = F / LB$

$I = (7.6\times10^{-3}) / (19\times10^{-2})(4.1) = 9.75\times10^{-3} = 9.8\times10^{-3}$

a- $3.4\times10^{-7}$ A  b- $9.8\times10^{-3}$ A ☆  c- $1.0\times10^{-2}$ A  d- 9.8 A

3) تتحرك شحنة مقدارها 7.12 µC بسرعة الضوء في مجال مغناطيسي مقداره 4.02 mT .. ما مقدار القوة المؤثرة فيه ؟

$F = q\,v\,B = (7.12\times10^{-6})(3\times10^{8})(4.02\times10^{-3})$

$= 8.59$ N

a- 8.59 N ☆  b- $2.90\times10^{1}$ N  c- $8.59\times10^{12}$ N  d- $1.00\times10^{16}$ N

4) إذا تحرك إلكترون بسرعة $7.4\times10^{5}$ m/s عمودياً على مجال مغناطيسي وتأثر بقوة مقدارها 18 N فما شدة المجال المغناطيسي المؤثرة ؟ $q$ للالكترون $= 106\times10^{-19}$ ، $F = q\,v\,B$

$B = F/qv = 18/(1.6\times10^{-19})(7.4\times10^{5})$

$= 1.5\times10^{14}$ T

a- $6.5\times10^{-15}$ T  b- $2.4\times10^{-5}$ T  c- $1.3\times10^{7}$ T  d- $1.5\times10^{14}$ T ☆

5) أي العوامل التالية لا يؤثر في مقدار المجال المغناطيسي لملف لولبي ؟

a- عدد اللفات .
b- مقدار التيار .
c- مساحة مقطع السلك . ☆
d- نوع قلب الملف .

6) أي العبارات التالية المتعلقة بالأقطاب المغناطيسية المفردة غير صحيحة ؟

a- القطب المغناطيسي المفرد قطب افتراضي شمالي مفرد .
b- استخدامها علماء البحث في تطبيقات التشخيص الطبي الداخلي . ☆
c- القطب المغناطيسي المفرد قطب افتراضي جنوبي مفرد .
d- غير موجودة .

7) مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.25 T يتجه رأسياً إلى أسفل ، دخل فيه بروتون بسرعة أفقية مقدارها $4.0\times10^{6}$ m/s ... ما مقدار القوة المؤثرة في البروتون واتجاهها لحظة دخوله المجال ؟

$F = q\,v\,B$

$= (1.6\times10^{-19})(4\times10^{6})(0.25)$

$= 1.6\times10^{-13}$ N ( القوة عامودية على المجال المغناطيسي)

a- $1.6\times10^{-13}$ N إلى اليسار ☆  b- $1.6\times10^{-13}$ N إلى الأسفل .  c- $1.0\times10^{6}$ N إلى أعلى .  d- $1.0\times10^{6}$ N إلى اليمين .

# الحث الكهرومغناطيسي

## التيار الكهربائي الناتج عن تغير المجالات المغناطيسية :

### مساهمات العلماء في دراسة الحث الكهرومغناطيسي :

أورستد : اكتشف أن التيار الكهربائي يُولد مجالاً مغناطيسياً .

فاراداي : اكتشف أن المجال المغناطيسي يولد تياراً كهربائياً عند تحريك سلك داخل مجال مغناطيسي .

هنري : وجد أن تغير المجال المغناطيسي يمكن أن يولد تياراً كهربائياً .

### الحث الكهرومغناطيسي :

توليد التيار الكهربائي في دائرة كهربائية مغلقة عن طريق حركة السلك خلال المجال المغناطيسي أو حركة المجال المغناطيسي خلال السلك .

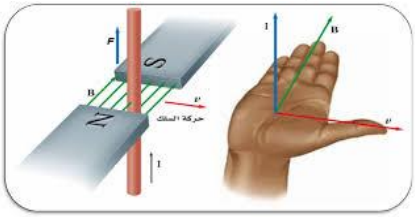
تجربة فاراداي : وضع جزءاً من سلك حلقة لدائرة مغلقة داخل مجال مغناطيسي ... لاحـــظ :

- عدم توليد التيار الكهربائي في السلك : عندما كان السلك ساكناً أو متحركاً بموازاة المجال المغناطيسي .
- توليد التيار الكهربائي في اتجاه معين : عند تحريك السلك لأعلى .
- توليد التيار الكهربائي في الاتجاه المعاكس : عند تحريك السلك للأسفل .

استنتج : الحركة النسبية بين السلك والمجال المغناطيسي تولد تياراً كهربائياً .

### تحديد اتجاه التيار الاصطلاحي :

لتحديد اتجاه القوة المؤثرة في الشحنات داخل السلك ( اتجاه التيار الاصطلاحي ) نستخدم القاعدة الرابعة لليد اليمنى ....




- نجعل الإبهام يُشير إلى اتجاه حركة السلك .
- نجعل الأصابع تشير إلى اتجاه المجال المغناطيسي .
- العمود على باطن الكف نحو الخارج يُشير إلى اتجاه التيار الاصطلاحي .

# القوة الدافعة الكهربائية EMF

تعمل FME على تدفق التيار من الجهد الأقل إلى الجهد الأعلى ...

[ مصادر الطاقة الكهربائية تُستخدم في توليد تيار مستمر مثل البطارية ]

## القوة الدافعة الكهربائية الحثية :

حاصل ضرب مقدار المجال المغناطيسي في كلٍ من طول السلك المتأثر بالمجال ومركبة سرعة السلك العمودية على المجال المغناطيسي .

$$EMF = B\ L\ v \sin\&$$

EMF: القوة الدافعة الكهربائية الحثية (v) B: شدة المجال المغناطيسي (T) L: طول السلك (m)

$v$: سرعة السلك (m/s) &: الزاوية بين اتجاه سرعة السلك و المجال .

إذا تحرك السلك بسرعة عمودية على المجال المغناطيسي $\sin 90 = 1$ ، $EMF = BLv$

الميكروفون : يشبه السماعة من حيث التركيب يحوي غشاءً رقيقاً يتصل بملف سلكي حر الحركة موضوع داخل مجال مغناطيسي .. [ يعد الميكرفون تطبيقاً بسيطاً على القوة الدافعة الكهربائية الحثية EMF ] ..

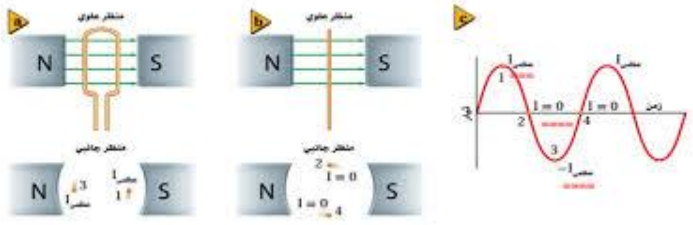
مبدأ عمله:

- الموجات الصوتية تعمل على اهتزاز الغشاء الرقيق الذي سيحرك الملف داخل المجال المغناطيسي .
- حركة الملف تُولد EMF بين طرفي الملف .
- تتغير EMF الحثية وفق تغير ترددات الصوت ، فتتحول موجات الصوت إلى نبضات كهربائية .
- فرق الجهد المتولد يكون صغيراً $10^{-3}$ v ويمكن زيادته أو تضخيمه باستخدام أدوات إلكترونية .

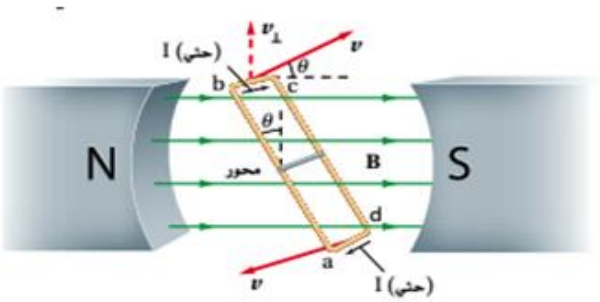
# المـولـدات الـكـهـربـائـيـة

**المولد الكهربائي (الدينامو) :** اخترعه مايكل فاراداي ...
يحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية .
**تركيبة :** - عدد من الحلقات السلكية التي توضع داخل مجال مغناطيسي قوي .
- حلقات سلك المولد تُلف حول قلب من الحديد علل لزيادة شدة المجال المغناطيسي .
**مبدأ عمله :**
- عند دوران الملف ذو القلب الحديدي تقطع حلقاته السلكية خطوط المجال المغناطيسي فتتولد قوة دافعة كهربائية حثية .
- القوة الدافعية الكهربائية المتولدة تعتمد على طول السلك الذي يدور في المجال .
[ عند زيادة عدد لفات الملف يزداد طول السلك فتزداد EMF الحثية المتولدة ]
[ القوة الدافعة الكهربائية الحثية تتولد من جزء من طول السلك الموجود داخل المجال المغناطيسي ]
**التيار الناتج :**
يمكن تحديد اتجاه التيار الحثي باستخدام القاعدة الثالثة لليد اليمنى .
عند دوران الحلقة يتغير مقدار التيار الكهربائي واتجاهه .

## قيم و اتجاه التيار الناتج من المولد الكهربائي




**a- أكبر قيمة للتيار:** - تكون الحلقة في وضع أفقي .
- تنتج عندما تكون حركة الحلقة عمودية على اتجاه المجال المغناطيسي (الوضع 1و الوضع 3 ) .
- مركبة سرعة الحلقة العمودية على المجال المغناطيسي تكون أكبر ما يمكن .
**b- أقل قيمة للتيار:**
- عند دوران الحلقة من الوضع الأفقي إلى الوضع الرأسي تزيد الزاوية التى تصنعها مع خطوط المجال المغناطيسي فتقطع عدداً أقل من خطوط المجال المغناطيسي لكل وحدة زمن .
- عندما تصبح الحلقة في وضع رأسي تتحرك قطع السلك بصورة موازية لخطوط المجال فيتناقص التيار الكهربائي المتولد حتى يصبح صفراً ( الوضع 2و الوضع 4) .
**c- تغير اتجاه التيار :**
- مع استمرار دوران الحلقة فإن الجزء الذي كان يتحرك إلى الأعلى سيتحرك إلى الأسفل فينعكس اتجاه التيار المتولد في الحلقة .
- التغير في الاتجاه يحدث كلما دارت الحلقة زاوية مقدارها $180^{o}$ .
- يتغير التيار باستمرار من صفر إلى قيمة عظمى كل نصف دورة ، ثم ينعكس اتجاهه .
**توليد التيار الحثي في الحلقة :**




- يتولد تيار حثي في الضلعين ab و bc لأن اتجاه التيار يكون في اتجاه طوليهما .
- لا يتولد تيار في الضلعين ab و bc لأن اتجاه التيار الحثي يكون في اتجاه نصف قطر كل منهما أي عمودياً عل طوليهما .

القوة الدافعة الكهربائية للمولد الكهربائي :

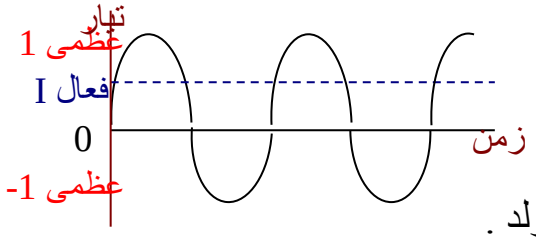
$$EMF = B\ L\ v \sin\theta$$

توليدها :

- المولدات الكهربائية تحول طاقة وضع الماء المحجوز خلف السد إلى طاقة حركية تعمل على إدارة توربينات .
- التوربينات تعمل على تدوير الملفات السلكية داخل مغناطيسي ، فتتولد قوة دافعة كهربائية .

## مولدات التيار المتناوب

التيار المتناوب AC : معظم الأدوات و الأجهزة الكهربائية في الدول العربية تعمل بتيار تردده 60 Hz حيث ينعكس اتجاه التيار 60 مره في الثانية الواحدة .




انتقال التيار المتناوب إلى أجزاء الدائرة :

- ترتيب مجموعة الفرشاتين و الحلقتين الفلزيتين الزلقتين يسمح للملف بالدوران بحرية وبالتالي عبور التيار الكهربائي إلى الدائرة الخارجية .
- يتغير التيار المتناوب بين الصفر والقيمة العظمى أثناء دوران ملف المولد .

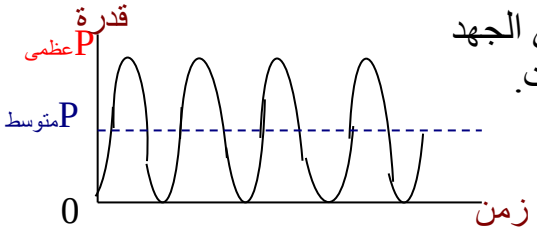
القدرة المرافقة للتيار المتناوب :

القدرة المرافقة للتيار المتناوب تساوي حاصل ضرب التيار الكهربائي في الجهد

[ القدرة المرافقة للتيار المتناوب متغيرة ] علل لان التيار والجهد متغيرات.

[ القدرة المرافقة للتيار المتناوب دائماً موجبة ] علل

لأن I و V يكونان إما موجبين أو سالبين معاً .




متوسط القدرة : متوسط القدرة $P_{Ac}$ يمثل نصف القدرة العظمى ...

$$P_{Ac} = ½\ P_{Ac عظمى}$$

التيار الفعال والجهد الفعال : يستعمل التيار و الجهد الفعالان لوصف التيار المتناوب و الجهد المتناوب .

التيار الفعال يساوي $\sqrt{2}/2$ مضروباً في القيمة العظمى للتيار ...

$$I_{فعال} = \frac{\sqrt{2}}{2} I_{عظمى} = 0.707\ I_{عظمى}$$

الجهد الفعال يساوي $\sqrt{2}/2$ مضروباً في القيمة العظمى للجهد ...

$$V_{فعال} = \frac{\sqrt{2}}{2} V_{عظمى} = 0.707\ V_{عظمى}$$

يشار للجهد الفعال بمتوسط الجذر التربيعي للجهد RMS ...

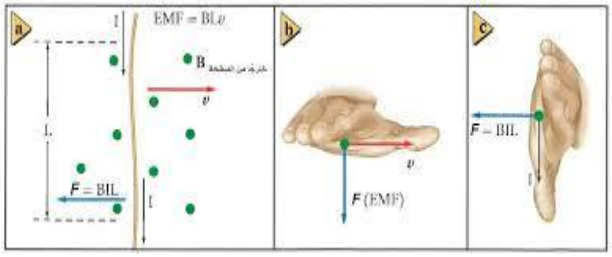
[ بعض المقابس تزود بجهد مقداره 120V وتزود مقابس أخرى بجهد مقداره 220V وتمثل هذه المقادير الجهد الفعال و ليس القيمة العظمى للجهد . ]

## تغير المجالات المغناطيسية يولج قوة دافعة كهربائية حثية

يتولد تيار مولد عندما يدور ملف داخل مجال مغناطيسي ونتيجة لتوليد التيار في الملف تؤثر قوة في أسلاكه ؟
ما اتجاه القوة المؤثرة في أسلاك الملف ؟

قانون لنز : اتجاه التيار الحثي يعاكس التغير في المجال المغناطيسي الذي يسبب ذلك التيار الحثي ...

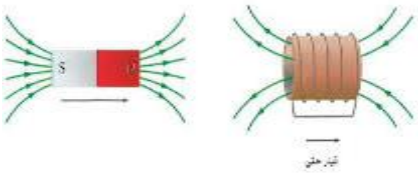
في الشكل المجاور ...




- عند تحرك السلك L عمودياً على المجال B بسرعة $v$ يتولد تيار حثي I اتجاهه لأسفل (حسب القاعدة الرابعة لليد اليمنى).
- التيار الحثي المتولد I المار في السلك L والموضوع في المجال المغناطيسي B يتأثر بقوة F اتجاهها لليسار ( حسب القاعدة الثالثة لليد اليمنى ) .
- تعمل القوة F على إبطاء حركة السلك $v$ ( تعاكس اتجاه الحركة ) .

ممانعة التغير وقانون لنز :

تقريب مغناطيس من ملف :



- عند تقريب القطب الشمالي لمغناطيس من الطرف الأيسر لملف تتولد قوة تمانع اقتراب القطب الشمالي للمغناطيس .
- يصبح الطرف الأيسر للملف قطباً شمالياً تخرج منه خطوط المجال المغناطيسي .
- باستخدام القاعدة الثانية لليد اليمنى نجد أن التيار الحثي في عكس اتجاه حركة عقارب الساعة عند النظر إلى الملف من جهة الطرف الذي اقترب منه المغناطيس .

[ إذا عكس المغناطيس بحيث يقترب القطب الجنوبي للمغناطيس إلى الملف فيكون مرور التيار الحثي في اتجاه حركة عقارب الساعة . ]

التيار الناتج عن المولد :

التيار الناتج عن المولد الكهربائي صغير : تكون القوة المعاكسة المؤثرة في ملف المحرك صغيرة ويدور الملف بسهولة .

التيار الناتج عن المولد الكهربائي كبير : تكون القوة المؤثرة في الملف كبيرة ويدور بصعوبة .

[ المولد الذي يولد تياراً كبيراً ينتج مقداراً كبيراً من الطاقة الكهربائية ويجب تزويده بطاقة ميكانيكية كبيرة ( بما يحقق قانون حفظ الطاقة ) . ]

### المحركات وقانون لنز

القوة الدافعة الكهربائية العكسية :توليدها : تتولد عندما يتحرك سلك يحمل تياراً كهربائياً داخل مجال مغناطيسي .
اتجاهها : يعاكس اتجاه التيار .

تطبيق قانون لنز على المحركات :

- لحظة دوران المحرك يتولد تيار كبير بسبب المقاومة الصغيرة للمحرك .
- حركة أسلاك الملف عبر المجال المغناطيسي تعمل على توليد قوة دافعة كهربائية عكسية EMF تعاكس التيار فيقل التيار الكلي في المحرك .
- عند رفع المحرك حملاً ميكانيكياً تقل سرعة دورانه فتقل القوة الدافعة الكهربائية العكسية مما يسمح بمرور تيار أكبر خلال ملف المحرك .

[ تزداد القدرة المعطاة للمحرك بزيادة التيار ]

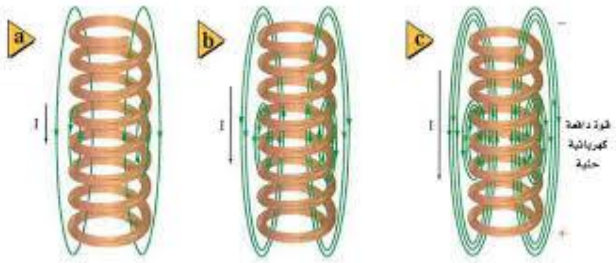
[ تسخن أسلاك المحرك إذا أوقفه حمل ميكانيكي ] علل لأن التيار يصبح كبيراً .
[ تضعف إضاءة مصابيح المنزل لحظياً عند بدء تشغيل جهاز كهربائي له محرك كبير ] علل
بسبب تغير التيار المسحوب بتغير سرعة المحرك الكهربائي مما يؤدي لهبوط الجهد في مقاومة أسلاك المحرك.
[ تحدث شرارة خلال المفتاح الكهربائي عند قطع التيار عن المحرك ] علل
لأن التغير المفاجئ في المجال المغناطيسي يُولد قوة دافعة كهربائية عكسية .

الميزان الحساس :-
يستخدم الميزان الحساس قانون لنز لإيقاف التذبذب عند وضع جسم في كفته .

طريقة عمله:
- عندما يتأرجح ذراع الميزان تتحرك قطعة الفلز داخل المجال المغناطيسي ، فتتولد تيارات تسمى تيارات دوامية خلال الفلز .
- تنتج التيارات الدوامية مجالاً مغناطيسياً يؤثر في عكس الحركة المسببة لتلك التيارات مما يسبب تباطؤ حركة القطعة الفلزية .
- القوة الناتجة تعاكس حركة قطعة الفلز في الاتجاهين إلا أنها لا تؤثر إذا كانت القطعة ساكنة فلا تغير قراءة الكتلة في الميزان .
- هذا التأثير يسمى التأثير الدوامي المخامد .

التيارات الدوامية :
- تتولد عندما تتحرك قطعة فلزية داخل مجال مغناطيسي .
- تتولد إذا وضعت حلقة فلزية داخل مجال مغناطيسي متغير .
[ يتركب قلب المحرك أو المحول من صفائح حديدية رقيقة معزول بعضها عن بعض ] علل
للتقليل من دوران التيارات الدوامية .
[تتولد تيارات دوامية عندما تتحرك حلقة فلزية كاملة داخل مجال مغناطيسي .] علل
لأن التغير في المجال يُولد قوة دافعة كهربائية حثية .
[ لا تتولد تيارات دوامية عندما تتحرك حلقة فلزية مقطوعة داخل مجال مغناطيسي] علل لعم اكتمال المسار .

## الحث الذاتي




حث قوة دافعة كهربائية EMF في سلك يتدفق فيه تيار متغير .
- عند زيادة التيار المار في الملف من اليسار إلى اليمين يزداد المجال المغناطيسي.
- الزيادة في المجال المغناطيسي تولد قوة دافعة كهربائية EMF تعاكس اتجاه التيار .

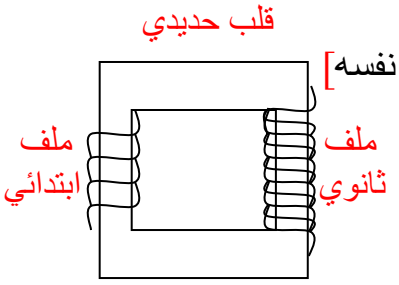
العوامل المؤثرة في مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية :
مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية يتناسب مع المعدل الزمني الذي تتقاطع فيه خطوط المجال المغناطيسي مع الأسلاك .
كلما كان التغير في التيار أسرع كانت القوة الدافعة الكهربائية المعاكسة أكبر .
إذا بلغ التيار قيمة ثابتة يصبح المجال المغناطيسي ثابتاً وتكون قيمة القوة الدافعة الكهربائية صفراً .

[ إذا قل التيار تتولد دافعية كهربائية EMF تعمل على منع النقصان في المجال المغناطيسي و التيار .]

المحول : وظيفته : رفع أو خفض الجهد الكهربائي المتناوب AC

تركيبه : ملف ابتدائي ... ملف ثانوي .... قلب حديدي ...

[ملفا الحول معزولان كهربائياً أحدهما عن الأخر وملفوفان حول القلب الحديدي نفسه]




يوصل الملف الابتدائي بمصدر جهد متناوب فيولد تغير التيار مجالاً مغناطيسياً متغيراً .

التغير في المجال المغناطيسي يُنقل عبر القلب الحديدي إلى الملف الثانوي .

تتولد في الملف الثانوي قوة دافعة كهربائية متغيرة EMF بسبب التغير في المجال ويسمى هذا التأثير الحث المتبادل .

الجهد الثانوي للمحول :

القوة الدافعة الكهربائية EMF المتولدة في الملف الثانوي للمحول .

العوامل المؤثرة فيه :

- الجهد الثانوي يتناسب طردياً مع الجهد الابتدائي .
- الجهد الثانوي يعتمد على النسبة بين عدد لفات الملف الثانوي و عدد لفات الملف الابتدائي .

$$\frac{\text{الجهد الثانوي}}{\text{الجهد الابتدائي}} = \frac{\text{عدد لفات الملف الثانوي}}{\text{عدد لفات الملف الابتدائي}}$$

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{V_s}{V_p}$$

$N_s$: عدد لفات الملف الثانوي ، $V_s$: الجهد الثانوي (v) $N_p$: عدد لفات الملف الابتدائي ، $V_p$: الجهد الابتدائي (v)

المحول المثالي :

المحول الذي لايُضيع أو يُبدد أي جزء من القدرة ... أي أن كفاءته 100% ...

قدرة المحول :

$$V_p I_p = V_s I_s \quad ، \quad P_p = P_s$$

$P_p$: القدرة الداخلة (w) $P_s$: القدرة الناتجة (w).

معادلة المحول :

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

$I_s$: التيار الثانوي(A) $I_p$:التيار الابتدائي(A) $V_s$: الجهد الثانوي(v) $V_p$:الجهد الابتدائي(v)

$N_s$:عدد لفات الملف الثانوي $N_p$: عدد لفات الملف الابتدائي .

نوعا المحول :

المحول الرافع :
الجهد الثانوي أكبر من الجهد الابتدائي .
التيار الثانوي أقل من التيار الابتدائي .
عدد لفات الملف الثانوي أكبر من عدد لفات الملف الابتدائي .

المحول الخافض :
الجهد الثانوي أقل من الجهد الابتدائي .
التيار الثانوي أكبر من التيار الابتدائي .
عدد لفات الملف الثانوي أقل من عدد لفات الملف الابتدائي .

استعمالات المحولات :
[ المحولات الرافعة تُستخدم عند مصادر القدرة للحصول على جهود كهربائية تصل إلى 480000V] علل لتقلل من الطاقة الضائعة في المقاومات الكهربائية للأسلاك .

[ تستخدم محولات خافضة عند أماكن استخدام الكهرباء ] علل لتزويد المستهلك بجهود منخفضة تناسب الأجهزة الكهربائية المنزلية .

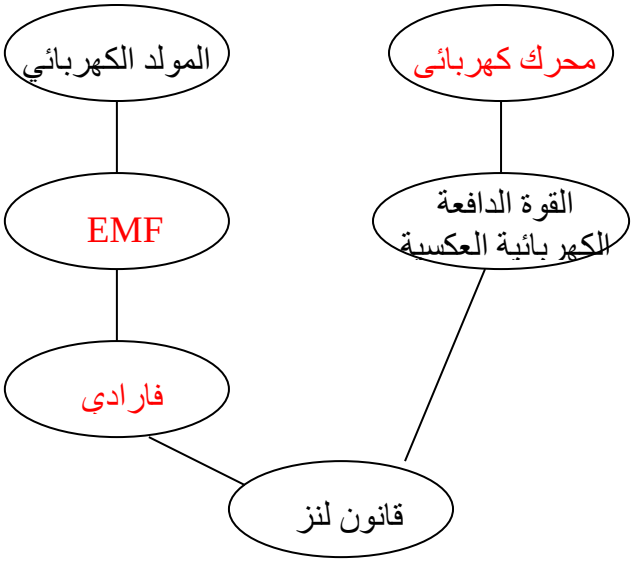
[ المحولات الموجودة في الأجهزة المنزلية تضبط الجهود الكهربائية إلى مستويات قابلة للاستعمال ]

[ تُستخدم المحولات لعزل دائرة عن أخرى ] علل لأن سلك الملف الابتدائي لا يتصل بسلك الملف الثانوي .

[ عملية نقل الطاقة الكهربائية لمسافات طويلة تكون اقتصادية إذا استخدمت تيارات صغيرة وفروق جهد كبيرة جداً ]

## حل بعض أسئلة التقويم

1) أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية : المولد الكهربائي ، القوة الدافعة الكهربائية العكسية ، قانون لنز .




2) لماذا يستخدم الحديد في الملف الكهربائي ؟

يستخدم الحديد في الملف ذو القلب الحديدي لزيادة تركيز المجال المغناطيسي .

3) لديك ملف سلكي وقضيب مغناطيسي . صف كيف يمكنك استخدامهما في توليد تيار كهربائي

إما بتحريك المغناطيس إلى داخل الملف أو خارجه أو بتحريك الملف إلى أعلى أو إلى أسفل فوق طرف المغناطيس .

4) ما الذي ترمز إليه EMF ؟ وما سبب عدم دقة الاسم ؟

ترمز إلى القوة الدافعة الكهربائية الحثية ، وهي ليست قوة وإنما فرق جهد ( طاقة لكل وحدة شحنة ) .

5) لماذا تكون القيمة الفعّالة للتيار المتناوب أقل من القيمة العظمى له ؟

تتغير القدرة المتولدة بين صفر وقيمة عظمى في مولد التيار المتناوب عند دوران الملف ، والتيار الفعّال أو القيمة الفعّالة للتيار هي القيمة الثابتة التي تسبب تبديد القدرة المتوسطة في مقاومة الحمل .

6) استخدم الوحدات لإثبات أن الفولت هو وحدة قياس للمقدار $B\,L\,v$ ...

وحدات $BLv$ هي : $(T)\,(m)\,(m/s)$ لكن : $T = N / A.m$ و $A = C/s$ لذلك فإن وحدة $BLv$ هي :

$$(N.s / C\,.m\,)\,(m)\,(m/s) = N.m/C$$

و لأن $J = N.m$ و $V = J / C$ فوحدة $B\,L\,v$ هي : V فولت .

7) عندما يتحرك سلك داخل مجال مغناطيسي ، فهل تؤثر مقاومة الدائرة المغلقة في التيار فقط ، أم في القوة الدافعة الكهربائية فقط ، أم في كليهما ، أم أن أيّاً منهما لا يتأثر ؟

تؤثر في التيار فقط .

8) محول مثالي رافع يتكون ملفه الابتدائي من 80 لفة ، ويتكون ملفه الثانوي من 1200لفة ، إذا زوّدت دائرة الملف الابتدائي بفرق جهد متناوب مقداره 120V، فأجب عما يلي :

a- ما مقدار فرق الجهد في الملف الثانوي ؟

$$V_p / V_s = N_p / N_s$$

$$V_s = V_p N_s / N_p = (120)(1200) / 80 = 1.8 \text{ kV}$$

b- إذا كان تيار الملف الثانوي 2.0 A فما مقدار تيار الملف الابتدائي ؟

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = V_s I_s / V_p = (1.8\times10^3)(2) / 120 = 30 \text{ A}$$

c- ما مقدار القدرة الداخلة و القدرة الناتجة عن المحول ؟

$$V_p I_p = (120)(30) = 3.6 \text{ kw}$$

$$V_s I_s = (1800)(2) = 3.6 \text{ kw}$$

9) ما مقدار السرعة التي يجب أن يتحرك بها موصل طوله 50 cm عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره 0.2T لكي تتولد فيه قوة دافعة كهربائية حثية مقدارها 1.0 V ؟

$$EMF = B L v$$

$$v = EMF / B L = (1) /(0.20)(0.5) = 10 \text{ m/s}$$

10) دائرة إنارة منزلية تعمل على جهد فعّال مقداره 120V، ما أكبر قيمة متوقعة للجهد في هذه الدائرة ؟

$$V_{\text{فعال}} = (0.707)\, V_{\text{عظمى}}$$

$$V_{\text{عظمى}} = \frac{V_{\text{فعال}}}{0.707} = \frac{120}{0.707} = 170 \text{ V}$$

11) محمصة الخبز تعمل محمصة خبز بتيار متناوب مقداره 2.5 A، ما أكبر قيمة للتيار في هذا الجهاز ؟

$$I_{\text{فعال}} = (0.707)\, I_{\text{عظمى}}$$

$$I_{\text{عظمى}} = \frac{I_{\text{فعال}}}{0.707} = \frac{2.5}{0.707} = 3.5 \text{ A}$$

## الاختبار المقنن ( الفصل 6 )

1) أي تحليل للوحدات يعد صحيحاً لحساب القوة الدافعة الكهربائية EMF ؟

EMF=BL$v$ => (T)(m)(m/s) , T=N/A.m

a- (N.A.m)(J)
b- J.C
c- (N/A.m)(m)(m/s) ☆
d- (N.m.A/s)(1/m)(m/s)
=> (N/A.m)(m)(m/s)

2) تولدت قوة دافعة كهربائية حثية مقدارها $4.20\times10^{-2}$ V في سلك طوله 427 mm يتحرك بسرعة 18.6cm/s عمودياً على مجال مغناطيسي ... ما مقدار هذا المجال ؟ نحول الطول والسرعة .

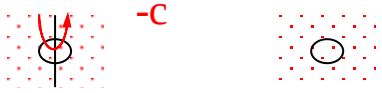
EMF = B L $v$

$B = EMF/Lv = (4.2\times10^{-2})/(427\times10^{-3})(18.6\times10^{-2})$

$= 0.529 \text{ T} = 5.29\times10^{-1}$ T

a- 5.29 T
b- 1.89 T
c- $3.34\times10^{-3}$ T
d- $5.29\times10^{-1}$ T ☆

3) في أي الأشكال التالية لا يتولد تيار حثي في السلك ؟

a-


c-


b-

d- ☆

4) يتحرك سلك طوله 15cm بسرعة 0.12 m/s عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره 1.4 T. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية EMF المتولدة فيه ؟ نحول الطول $L = 15\times10^{-2}$ ،

EMF = B L $v$

$= (1.4)(15\times10^{-2})(0.12) = 0.025$ V

a- 0 V
b- 0.018 V
c- 0.025 V ☆
d- 2.5 V

5) يستخدم محول مثالي مصدراً للجهد مقداره 91 V لتشغيل جهاز يعمل بجهد مقداره 13 V ... فإذا كان عدد لفات ملفه الابتدائي 130 لفة والجهاز يعمل على تيار مقداره 1.9A فما مقدار التيار المعطى للملف الابتدائي ؟

$V_p I_p = V_s I_s$

$I_p = V_s I_s / V_p = (13)(1.9)/91 = 0.27$ A

a- 0.27 A ☆
b- 0.70 A
c- 4.8 A
d- 13.3 A

6) مولد تيار متناوب يعطي جهداً مقداره 202 V بوصفه قيمة عظمى لسخان كهربائي مقاومته 480أوم ... مامقدار التيار الفعال في السخان ؟

$I = V / R = 202/480 = 0.42$ A

$I_{\text{فعال}} = 0.707\ I_{\text{عظمى}}$

$= 0.707\ (0.42) = 0.298$ A

a- 0.298 A ☆
b- 1.68 A
c- 2.38 A
d- 3.37 A

# الكهرومغناطيسية

## تفاعلات المجالات الكهربائية و المغناطيسية و المادة :

لعلنا سمعنا أو استخدمنا بعض الرموز و المصطلحات مثل موجات الراديو القصيرة وموجات الميكروويف وإشارات التلفاز UHF و VHF ... فكل منها يستخدم لوصف أحد أنواع الموجات الكهرومغناطيسية التي ثبت عبر الهواء لتزودنا بأشكال مختلفة من الاتصالات منها المذياع و التلفاز .

وجميع هذه الموجات تتكون من مجالات كهربائية و مغناطيسية تنتشر في الفضاء .

الموجات الكهرومغناطيسية تنتج عن مسارعة الإلكترونات ...

فشحنة الالكترون تنتج مجالات كهربائية ... وتنتج حركته مجالات مغناطيسية ... تُبث هذه الموجات وتلتقط بالهوائيات ... لذا يعد تعرف خصائص الإلكترون الخطوة المنطقية الأولى لفهم الموجات الكهرومغناطيسية .

## كتلة الإلكترون :

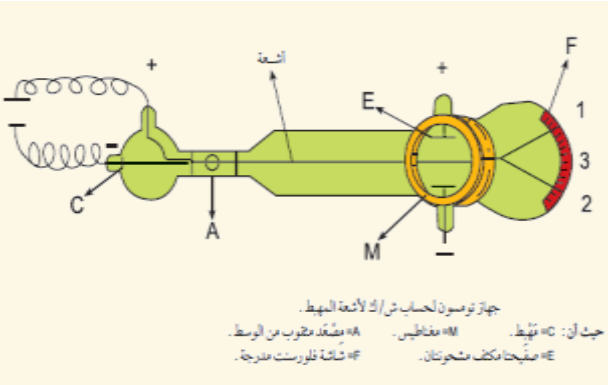
- تمكن روبرت مليكان من قياس شحنة الإلكترون .
- تمكن تومسون من تحديد نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته .
- بمعرفة شحنة الإلكترون ونسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته أمكن حساب كتلة الإلكترون .

## تجارب تومسون مع الالكترونات

### توليد حزمة ضيقة من الإلكترونات باستخدام أنبوب أشعة المهبط :

- يتم إنتاج مجال كهربائي داخل أنبوب أشعة المهبط باستخدام فرق جهد كبير بين المهبط ( الكاثود) والمصعد ( الأنود ) فتنبعث الإلكترونات من المهبط .
- تتسارع الإلكترونات نحو المصعد بفعل المجال الكهربائي وعند مرورها من خلال شقوق في المصعد تُشكل حزمة ضيقة من الإلكترونات .

[ في تجارب تومسون مع الإلكترونات فرغ تومسون أنبوب أشعة المهبط من الهواء ] علل لتقليل التصادمات بين الإلكترونات وجزيئات الهواء .




جهاز تومسون لحساب ش/ك لأشعة المهبط.
حيث أن: C= مَهْبط. M= مغناطيس. A= مِصْعَد مثقوب من الوسط.
E= صفيحتا مكثف مشحونتان. F= شاشة فلورست متدرجة.

### تحديد نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته :

- استخدم تومسون أنبوب أشعة المهبط لتوليد حزمة ضيقة من الإلكترونات .
- استخدم مجالاً كهربائياً لتوليد قوة تحرف الإلكترونات نحو الأعلى .
- استخدم مجالاً مغناطيسياً لتوليد قوة تحرف الإلكترونات نحو الأسفل .
- عدّل المجالين الكهربائي و المغناطيسي بحيث تسلك حزمة الإلكترونات مساراً مستقيماً دون انحراف (القوة الكهربائية تساوي وتعاكس القوة المغناطيسية) وبذلك أمكن حساب سرعة الالكترونات $v$ .
- فصل المجال الكهربائي فتحركت الإلكترونات في مسار دائري تحت تأثير القوة المغناطيسية (قوة مركزية) وبذلك تم حساب نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته .

$$v = \frac{E}{B} \quad , \quad \frac{q}{m} = \frac{v}{B\,r}$$

$v$ : سرعة الإلكترونات (m/s)  E: شدة المجال الكهربائي(N/C)  B: شدة المجال المغناطيسي(T)
r: نصف قطر مسار الإلكترون (m)  q/m: نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته (C/kg)

## تجارب تومسون مع البروتونات :

[ الجسيمات الموجبة تخضع لانحرافات معاكسة للا نحرافات التى تعانيها الإلكترونات المتحركة في المجالات الكهربائية أو المغناطيسية ]

## توليد الأيونات الموجبة في أنبوب أشعة المهبط :

- يتم إضافة كمية قليلة من غاز الهيدروجين إلى أنبوب أشعة المهبط .
- يعمل المجال الكهربائي داخل أنبوب أشعة المهبط على انتزاع الإلكترونات من ذرات الهيدروجين فيحولها إلى أيونات موجبة .
- تتسارع حزمة البروتونات بفعل المجال الكهربائي من خلال شق ضيق في المصعد فتمر حزمة البروتونات خلال المجالين الكهربائي و المغناطيسي نحو نهاية الأنبوب .

[ حسب تومسون كتلة البروتون بنفس طريقة حساب كتلة الإلكترون ]

## مطياف الكتلة :

استخدامه : - قياس النسبة بين شحنة الايون وكتلته . - دراسة وتحليل النظائر .

- فصل الأيونات ذات الكتل المختلفة بعضها عن بعض .
- التقاط وتحديد أثر كميات الجزيئات في عينة ما (في علوم البيئة والعلوم الجنائية) .

طريقة عمله:

- يُنتج مشغل مطياف الكتلة حزمة من الايونات تُسرع بواسطة فرق في الجهد .
- لاختيار أيونات بسرعة محددة تمرر الايونات داخل مجالات كهربائية ثم مغناطيسية تحرف مسارها .
- الأيونات التي تعبر المجالين دون حدوث انحراف لمسارها تدخل منطقة تتعرض فيها لمجال مغناطيسي منتظم فتتحرك في مسارات دائرية .
- تصطدم الايونات بالفيلم الفوتوغرافي تاركة نقطة (علامة) .
- نصف قطر المسار هو نصف المسافة بين النقطة على الفيلم والشق الموجود في القطب .

## النظائر :

أشكال مختلفة للذرة نفسها ، لها الخصائص الكيميائية نفسها ولكنها مختلفة الكتل .

## مصدر الأيون:

يقصد به المادة التي تكون قيد البحث و الاستقصاء في مطياف الكتل .

أهميته: إنتاج الايونات الموجبة .

حالته: - غاز... - مادة يمكن تسخينها لتشكل بخاراً ....

## إنتاج الايونات الموجبة :

اصطدام الإلكترونات المسرعة في مطياف الكتلة بالغاز أو بذرات البخار يؤدي إلى تحرير إلكترونات من الذرات فتتشكل الأيونات الموجبة .

## نسبة شحنة الايون إلى كتلته من مطياف الكتلة :

$$\frac{q}{m} = \frac{2V}{B^2 r^2}$$

q/m: نسبة شحنة الايون إلى كتلته (C/kg) V: فرق الجهد الكهربائي (v)

B:شدة المجال المغناطيسي(T) r:نصف قطر مسار الايون .

# المجالات الكهربائية و المغناطيسية في الفضاء

**العالم أورستد :**

- لاحظ العالم أورستد انحراف إبرة البوصلة عند اقترابها من سلك يسري فيه تيار كهربائي .
- استنتج أن :- التيار المار في موصل يولد مجالاً مغناطيسياً . - التيار المتغير يولد مجالاً مغناطيسياً متغيراً .

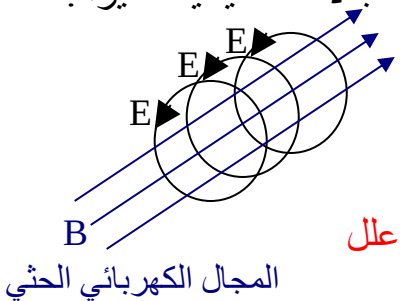
**الحث الكهرومغناطيسي :**

هو إنتاج مجال كهربائي متغير بسبب مجال مغناطيسي متغير .

مكتشفه: العالمان مايكل فارادي و جوزيف هنري كل على حده .

[ المجال الكهربائي الحثي يتولد حتى لو لم يكن هناك أسلاك ]

[خطوط المجال الكهربائي الحثي تُشكل حلقات مغلقة خلافاً للمجال الكهروسكوني] علل لأنه لا توجد شحنات عند النقاط التى تبدأ منها أو تنتهي فيها خطوط المجال .



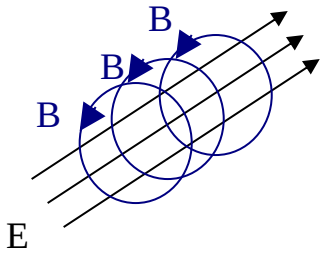
المجال الكهربائي الحثي

**العالم جيمس ماكسويل :** أفترض أن :

- المجال الكهربائي المتغير يولد مجالاً مغناطيسياً متغيراً .
- الشحنات المتسارعة والمجالات المغناطيسية المتغيرة تولد مجالات كهربائية

[ أثبت الفيزيائي هنريش هيرتز عملياً صحة نظرية ماكسويل .]

[ أدت نظرية ماكسويل إلى وضع تصور كامل للكهرباء والمغناطيس ]



المجال المغناطيسي

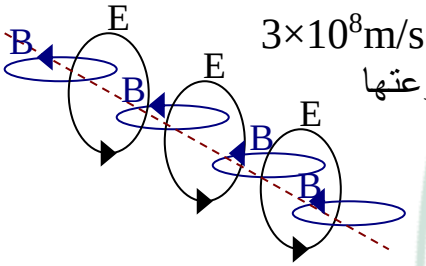
## الموجات الكهرومغناطيسية

هي الموجات الناتجة عن التغير المزدوج في المجالين الكهربائي و المغناطيسي وتنتقل في الفضاء .

**خصائصها :**

- تنتشر الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ أو الهواء بسرعة الضوء $3\times10^8 m/s$
- تنتشر الموجات الكهرومغناطيسية في المواد العازلة بسرعة أقل من سرعتها في الفراغ .
- حاصل ضرب الطول الموجي في التردد لأي موجة كهرومغناطيسية مقدار ثابت .

( بزيادة الطول الموجي يقل التردد و العكس صحيح ).



المجال الكهرومغناطيسي

**العوازل الكهربائية :**

مواد غير موصلة تنتقل خلالها الموجات الكهرومغناطيسية بسرعة أقل من سرعة الضوء في الفراغ .

**العلاقات الرياضية :**

**العلاقة بين الطول الموجي والتردد :**

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$\lambda$ :الطول الموجي (m) $c$:سرعة الضوء (m/s) $f$: التردد (Hz)

**العلاقة بين سرعة انتشار الموجة في العازل وسرعة الضوء :**

$$v = \frac{c}{\sqrt{k}}$$

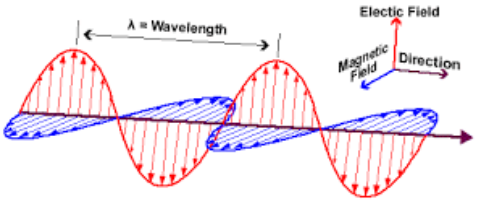
$v$:سرعة الموجة في العازل (m/s) $c$: سرعة الضوء (m/s) $k$: ثابت العزل الكهربائي النسبي .

# انتشار الموجات الكهرومغناطيسية في الفضاء

**توليد الموجات الكهرومغناطيسية :**
- الموجات الناتجة من ملف و مكثف كهربائي .
- الموجات الناتجة من مصدر متناوب .
- الموجات الناتجة باستخدام الكهرباء الإجهادية .

**الموجات الكهرومغناطيسية الناتجة من مصدر متناوب :**
الهوائي : سلك مصمم لنقل أو استقبال الموجات الكهرومغناطيسية .

**تكون الموجة الكهرومغناطيسية في الهوائي :**
- مصدر التيار المتناوب الموصول بالهوائي يولد فرق جهد متغير في الهوائي فيهتز بتردد مساوٍ لتردد مصدر التيار .
- التغير في فرق الجهد المتناوب يولد مجالاً كهربائياً متغيراً منتشراً مبتعداً عن الهوائي .
- المجال الكهربائي المتغير يولد مجالاً مغناطيسياً ،والمجال المغناطيسي المتغير يولد مجالاً كهربائياً متغيراً .
- ترابط المجالات الكهربائية و المغناطيسية ينشأ عنه موجات كهرومغناطيسية ترددها مساوٍ لتردد دوران مصدر التيار المتناوب وتنتشر في الفضاء بسرعة الضوء .



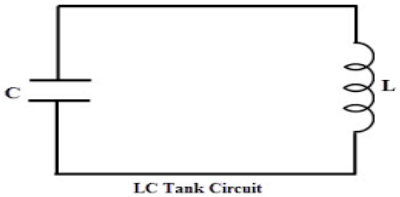

**تمثيل الموجات الكهرومغناطيسية :**
- المجال المغناطيسي يتذبذب بزوايا قائمة مع المجال الكهربائي .
- المجالان الكهربائي و المغناطيسي متعامدان وعموديان على اتجاه انتشار الموجة .

[ الموجة الكهرومغناطيسية الناتجة بواسطة الهوائي تكون مستقطبة ] علل
لأن المجال الكهربائي يكون موازياً لموصل الهوائي .

**الطيف الكهرومغناطيسي :**
مدى الترددات و الأطوال الموجية التي تُشك جميع أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي .

## الموجات الكهرومغناطيسية الناتجة من دائرة ملف و مكثف

**دائرة المكثف و الملف :** دائرة كهربائية مكونة من ملف (محث) ومكثف كهربائي متصلان معاً على التوالي .
**تستخدم لـ** توليد الموجات الكهرومغناطيسية .




[ تردد الموجة الكهرومغناطيسية الناتجة عن دائرة المكثف و الملف يعتمد على حجم كل من المكثف و الملف ]

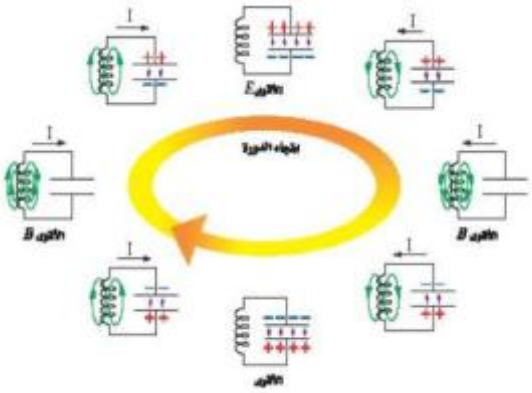
**الطاقة في دائرة المكثف و الملف :**
مقدار الطاقة الكلية في الدائرة ثابت ويساوي مجموع طاقتي المجالين الكهربائي و المغناطيسي والطاقة الحرارية الضائعة في الأسلاك و الطاقة المحمولة بعيداً بواسطة الموجات الكهرومغناطيسية المتولدة .

**العلاقة بين التيار والطاقة المختزنة في الملف و المكثف :**

| التيار | الطاقة المختزنة في الملف | الطاقة المختزنة في المكثف |
|---|---|---|
| قيمة عظمى | قيمة عظمى | صفراً |
| صفراً | صفراً | قيمة عظمى |

**الإشعاع الكهرومغناطيسي :** الطاقة التي تُحمل أو تُشع على موجات كهرومغناطيسية .

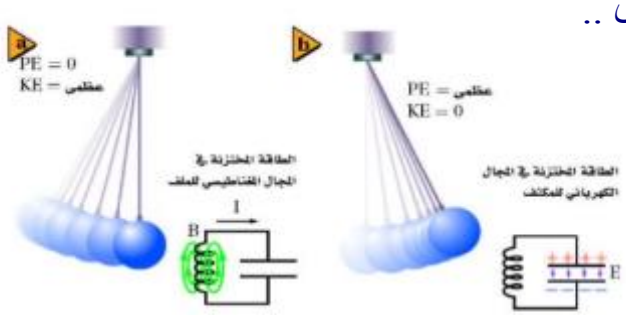
## الموجات الناتجة من ملف و مكثف كهربائي :



### دورة اهتزازية كاملة لدائرة مكثف كهربائي وملف

- نشحن المكثف بالبطارية فيُنتج فرق الجهد بين طرفي المكثف مجالاً كهربائياً .
- نفصل البطارية فتتدفق الإلكترونات المختزنة في المكثف خلال الملف مولدة مجالاً مغناطيسياً في الملف .
- عندما يفقد المكثف شحنة ينهار المجال المغناطيسي فتتولد قوة دافعة كهربائية حثية عكسية ويعاد شحن المكثف في الاتجاه المعاكس .
- تتكرر العملية وعند توصيل المكثف بهوائي تُبث مجالات المكثف في الفضاء .

### يمكن مقارنة العملية التي تحدث في دائرة الملف و المكثف بالدورات الاهتزازية لبندول متأرجح ...




افترض أن الالكترونات في الملف و المكثف تمثل بكرة البندول ..

a- يكون لكرة البندول المتحركة أكبر سرعة عند أخفض نقطة في مسارها .. حيث تكون طاقتها الحركية KE أكبرما يمكن .
أما طاقة وضعها PE الناتجة عن الجاذبية فتساوي صفراً .
تمثل تماماً القيمة العظمى للتيار المار في الملف عندما تبلغ شحنة المكثف صفراً .

b- عندما تصل الكرة البندول إلى قيمة مسار تأرجحها تصبح كل من إزاحتها الرأسية وطاقة وضعها PE قيماً عظمى ..
في حين تكون طاقتها الحركية صفراً .. لأن سرعتها صفر ...

## الطاقة في دائرة المكثف و الملف :

### 1) للبندول :

- تكون طاقة الوضع PE لبندول أكبر ما يمكن عندما تكون إزاحته الرأسية أكبر ما يمكن .
- تكون طاقته الحركية KE أكبر ما يمكن عندما تصبح سرعته المتجهة أكبر ما يمكن .
- يكون مجموع KE وPE ( الطاقة الكلية) ثابتاً خلال حركة البندول .

### 2) في دائرة الملف و المكثف :

يحتوي كل من المجال المغناطيسي المتولد في الملف و المجال الكهربائي المتولد في المكثف على طاقة ...

- عندما يكون للتيار قيمة عظمى يكون للطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي قيمة عظمى .
- عندما يصبح التيار صفراً يكون للمجال الكهربائي في المكثف قيمة عظمى .. وتصبح الطاقة جميعها ممثلة في المجال الكهربائي .
- تكون الطاقة الكلية للدائرة (مجموع طاقتي المجالين الكهربائي و المغناطيسي و الطاقة الحرارية الضائعة في الأسلاك والطاقة المحمولة بعيداً بواسطة الموجات الكهرومغناطيسية المتولدة ) مقداراً ثابتاً .

تسمى الطاقة التي تحمل أو تشع على شكل موجات كهرومغناطيسية الإشعاع الكهرومغناطيسي .

## تخامد الذبذبات الناتجة عن دائرة الملف و المكثف :

[ تخامد الذبذبات الناتجة عن دائرة الملف و المكثف بعد فترة من الزمن ] علل
بسبب مقاومة الدائرة حيث يُستهلك جزء من الطاقة على شكل حرارة

المحافظة على استمرار الاهتزازات دون تخامد :
إضافة مصدر للطاقة في الدائرة .
إضافة ملف آخر إلى الدائرة لتشكيل محول كهربائي ( في المحول تكون الذبذبة المكبرة الناتجة عن الملف الثانوي في حالة رنين مع دائرة الملف و المكثف وتحافظ على استمرار حدوث الاهتزازات ) .
التجويف الرنان :
صندوق على شكل متوازي مستطيلات يعتمد عمله على الملف و المكثف معاً ...
التجويف الرنان في أفران الميكروويف يولد موجات ميكروويف تستخدم في طهي الطعام .
[ حجم صندوق التجويف الرنان يحدد تردد الاهتزاز ]
[ لتوليد أعلى تردد للموجات تحت الحمراء نجعل حجم التجويف الرنان بحجم الجزيء ]

## الكهرباء الإجهادية و استقبال الموجات الكهرومغناطيسية

الكهرباء الإجهادية :
خاصية للبلورة تسبب انحناءها أو تشوهها لتولد تذبذبات كهربائية عند تطبيق فرق جهد عليها .
( العلاقة بين سمك البلورة و تردد الاهتزازة علاقة خطية عكسية )
[ تستخدم بلورات الكوارتز في الساعات ] علل لأن ترددات اهتزازاتها ثابتة تقريباً .

توليد الموجات باستخدام الكهرباء الاجهادية :
تُقطع بلورة الكوارتز ويطبق جهد كهربائي عليها فتتشوه وتبدأ بالاهتزاز بترددات محددة .
تتولد قوة دافعة كهربائية ترددها يساوي تردد البلورة نفسها .
يتم تضخيم القوة الدافعة الكهربائية وإعادتها إلى البلورة للمحافظة على استمرار الاهتزاز .

استقبال الموجات الكهرومغناطيسية :
طريقته : يوجه الهوائي في اتجاه استقطاب الموجة نفسه وذلك بجعله موازياً لاتجاه المجالات الكهربائية للموجة لكي تسارع الإلكترونات في مادة الهوائي أكبر ما يمكن .

هوائي الاستقبال :
- طول الهوائي يتناسب طردياً مع طول الموجة .
- طول الهوائي يساوي نصف طول الموجة التي نريد التقاطها ليكون للجهد قيمة عظمى .
- فرق الجهد بين طرفي الهوائي يتذبذب بتردد الموجة الكهرومغناطيسية نفسه .
[ الهوائي المصمم لالتقاط موجات الراديو و التلفاز أطول كثيراً من الهوائي المصمم لالتقاط موجات الميكروويف ] علل لأن طول موجات الراديو و التلفاز أكبر من موجات الميكروويف .
[ للكشف عن الموجات الكهرومغناطيسية نستخدم هوائي مكون من عدة أسلاك ] علل حتى يكون الهوائي أكثر فاعلية .

هوائي التلفاز :
يتكون من سلكين أو أكثر المسافة بينهما تُعادل ربع الطول الموجي للموجة ...
الموجات الكهربائية الناتجة عن كل سلك تُكوّن أنماط تداخل بناء تزيد من قوة الإشارة .

الأطباق اللاقطة :
يعمل الطبق اللاقط على عكس الموجات التي يستقبلها و تركيزها على جهاز يسمى اللاقط .
[ مساحة سطح الطبق اللاقط كبيرة ] علل ليكون قادراً على التقاط موجات الراديو الضعيفة .
اللاقط : يُثبت بواسطة ثلاث قوائم فوق الطبق ، يحتوي على هوائي قصير ثنائي القطب ،يعمل على إرسال الإشارات إلى المستقبل .
المستقبل : جهاز يتكون من هوائي ودائرة ملف ومكثف وكاشف لفك شفرة الإشارة وتحليلها ومضخم .

جهاز الموالف : عبارة عن دائرة ملف ومكثف متصل بالهوائي .
يستخدم لـ اختيار موجات ذات تردد معين ورفض باقي الموجات .
عمله : تعدل سعة المكثف حتى يصبح تردد اهتزازات الدائرة مساوياً لتردد الموجة المطلوبة و عندها تعمل الموجات ذات التردد المطلوب اهتزازات محددة للإلكترونات في الدائرة .

الطاقة من الموجات :
[ الموجات تحمل الطاقة و المعلومات ]

عمل الميكروويف :
- الموجات التي ترددتها ضمن منطقة الأشعة تحت الحمراء و أشعة الميكروويف تعمل على مسارعة الإلكترونات في الجزيئات .
- تتحول طاقة الموجات إلى طاقة حرارية في الجزيئات لذلك يسخن الطعام .
[ موجات الضوء تنتقل الطاقة إلى الالكترونات ]

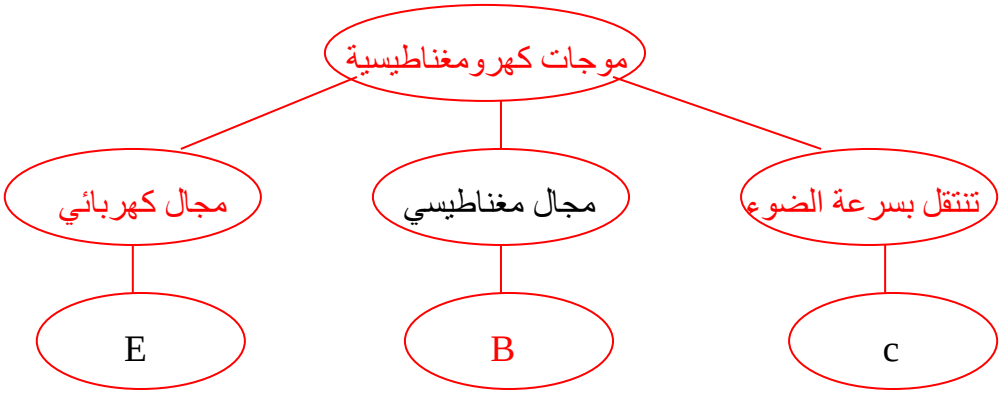
عمل الأفلام الفوتوغرافية :
الطاقة في موجات الضوء تعمل على إحداث تفاعلات كيميائية داخل الفيلم فنحصل على تسجيل دائم للضوء القادم من الجسم و الساقط على الفيلم .

الأشعة فوق البنفسجية :
أشعة ذات ترددات عالية تُحدث تفاعلات كيميائية في الخلايا الحية مسببة الحروق وسمرة الجلد وأحياناً أمراضاً خطيرة .

الأشعة السينية : مكتشفها : رونتجن .
خصائصها :
- تؤثر على الألواح الفوتوغرافية فتصبح معتمة .
- موجات كهرومغناطيسية ذات تردد كبير .
- نفاذيتها كبيرة .
- تنفذ من أنسجة الجسم اللينة ولا تنفذ من العظام .
توليد الأشعة السينية في أنبوب الأشعة السينية :
تُسرع الالكترونات في أنبوبة الأشعة السينية بواسطة فرق جهد كبير لإكسابها سرعات كبيرة جداً .
تصطدم الإلكترونات بالمصعد فتتحول طاقتها الحركية الكبيرة إلى أشعة سينية .
يمكن تغيير مادة المصعد لانتاج أشعة سينية بأطوال موجية مختلفة .
الأشعة السينية في أنبوب تكون الصور بالتلفاز :
عندما تصطدم الالكترونات بالسطح الداخلي لشاشة التلفاز تتوقف فجأة مسببة توهج الفسفور الملون ... التوقف المفاجئ للإلكترونات يمكن أن يسبب توليد أشعة سينية ..
[ السطح الداخلي لشاشة التلفاز يحوي مادة الرصاص ] علل لإيقاف الأشعة السينية وحماية المشاهدين .

## حل بعض أسئلة التقويم

1) أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات الآتية : E ، c ، مجال مغناطيسي .




2) ما الزاوية بين اتجاه المجال المغناطيسي الحثي واتجاه المجال الكهربائي المتغير دائماً ؟
الزاوية بين اتجاه المجال المغناطيسي الحثي واتجاه المجال الكهربائي المتغير دائماً قائمة .

3) لماذا يجب استخدام مولد تيار متناوب لتوليد الموجات الكهرومغناطيسية ؟ وإذا استخدم مولد مستمر فمتى يمكنه توليد موجات كهرومغناطيسية ؟
يُعطى مولد AC مجالاً كهربائياً متغيراً وهو بدوره يولد مجالاً مغناطيسياً متغيراً ، أما مولد DC فيولد مجالاً كهربائياً متغيراً لحظة تشغيله أو إطفائه فقط .

4) أي من موجات الراديو ، وموجات الضوء ، و الأشعة السينية له قيمة عظمى من :
a- الطول الموجي .
موجات الراديو .
b- التردد .
الأشعة السينية .
c- السرعة .
جميعها تنتقل بالسرعة نفسها .

5) أفترض أن عين شخص ما أصبحت حساسة لموجات الميكروويف ، فهل تتوقع أن تكون عينه أكبر أم أصغر من عينك ؟ ولماذا ؟
ستكون عيني الشخص أكبر ، لأن الطول الموجي لموجات الميكروويف أكبر كثيراً من الطول الموجي للضوء المرئي .

6) تحرك إلكترونات بسرعة $3.6\times10^{4}$ m/s خلال مجال كهربائي مقداره $5.8\times10^{3}$ N/C . ما مقدار المجال المغناطيسي الذي يجب أن يتعرض له مسار الإلكترونات حتى لا تنحرف ؟

$$v = E / B$$

$$\Rightarrow B = E / v = (5.8\times10^{3}) / (3.6\times10^{4}) = 0.16 \text{ T}$$

7) دخل بروتون مجالاً مغناطيسياً مقداره $0.6\times10^{-2}$ T بسرعة $5.4\times10^{4}$ m/s . ما مقدار نصف قطر المسار الدائري الذي يسلكه ؟

$$r = m v / Bq = (1.67\times10^{-27})(5.4\times10^{4}) / (6\times10^{-2})(1.6\times10^{-19}) = 9.4\times10^{-3} \text{ m}$$

8) حصلنا على المعلومات الآتية من مطياف الكتلة حول ذرات صوديوم ثنائية التأين (+2) :
$B = 8\times10^{-2}$ T , $q = 2(1.6\times10^{-19})$ , $r = 0.077$ m , $V = 156$ V . احسب كتلة ذرة الصوديوم .

$$q / m = 2V / B^2 r^2$$

$$m = \frac{q B^2 r^2}{2 V} = \frac{(2)(1.6\times10^{-19})(8\times10^{-2})^2 (0.077)^2}{(2)(156)} = 3.9\times10^{-26} \text{kg}$$

9) ما طول الهوائي اللازم لاستقبال إشارة راديو ترددها 101.3 MHz؟

طول الهوائي المناسب يساوي :

$$½ \lambda = (½) c / f$$

$$= \frac{3\times10^{8}}{(2)(101.3\times10^{6})} = 1.48 \text{ m}$$

10) موجة كهرومغناطيسية EM ترددها 100MHz تبث خلال كابل محوري ثابت العزل الكهربائي له 2.30.
ما مقدار سرعة انتشار الموجات ؟

$$v = \frac{c}{\sqrt{;2.3}} = \frac{3\times10^{8}}{\sqrt{;k}} = 1.98\times10^{8} \text{ m/s}$$

## الاختبار المقنن ( الفصل 7 )

1) عدما يتحرك جسيم مشحون في مسار دائري فإن :

a- القوة المغناطيسية تكون موازية للسرعة المتجهة وموجهة نحو مركز المسار الدائري .

b- القوة المغناطيسية قد تكون متعامدة مع السرعة المتجهة وموجهة بعيداً عن مركز المسار الدائري .

c- القوة المغناطيسية تكون دائماً موازية للسرعة المتجهة وموجهة بعيداً عن مركز المسار الدائري .

d- القوة المغناطيسية تكون دائماً عمودية على السرعة المتجهة وموجهة نحو مركز المسار الدائري . ☆

2) إذا كان نصف قطر مسار حركة بروتون يتحرك داخل مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.01T يساوي 66cm فما مقدار السرعة المتجهة للبروتون ؟

$q/m = v / Br$

$\Rightarrow v = qBr / m = (1.6\times10^{-19})(0.01)(66\times10^{-2})/(1.6\times10^{-27}) = 6.3\times10^{5}$ m/s

a- $6.3\times10^{5}$ m/s ☆ b- $2.0\times10^{6}$ m/s c- $6.3\times10^{7}$ m/s d- $2.0\times10^{12}$ m/s

3) إذا كان ثابت العزل الكهربائي للميكا 5.4 فما مقدار سرعة الضوء في الميكا ؟

$v = c / \sqrt{;k} = (3\times10^{8}) / \sqrt{;5.4} = 1.3\times10^{8}$ m/s

a- $3.2\times10^{3}$ m/s b- $9.4\times10^{4}$ m/s c- $5.6\times10^{7}$ m/s d- $1.3\times10^{8}$ m/s ☆

4) تبث محطة راديوية موجاتها بطول موجي 2.87 m ما مقدار تردد هذه الموجات ؟

$f = c / \lambda = (3\times10^{8}) / (2.87) = 1.04\times10^{8}$ Hz

a- $9.57\times10^{-9}$ Hz b- $3.48\times10^{-1}$ Hz c- $1.04\times10^{8}$ Hz ☆ d- $3.00\times10^{8}$ Hz

5) في أي الحالات الأتية لا تتولد موجة كهرومغناطيسية ؟

a- فولتية تيار مستمر DC يطبق على بلورة كوارتز لها خاصية الكهرباء الإجهادية . ☆

b- تيار يمر في السلك داخل أنبوب بلاستيكي .

c- تيار يمر في دائرة ملف و مكثف يعد تجويفاً رنانا في حجم الجزئ .

d- إلكترونات ذات طاقة كبيرة تصطدم بالهدف الفلزي في أنبوب أشعة سينية .

6) تتحرك حزمة بروتونات عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره 0.45T في مسار دائري نصف قطره 0.52m فإذا كانت كتلة كل بروتون تساوي $1.67\times10^{-27}$ kg فما مقدار سرعة البروتونات المكونة للحزمة ؟

$q/m = v / Br$

$v = qB\,r / m = (1.6\times10^{-19})(0.45)(0.52)/(1.67\times10^{-27}) = 2.2\times10^{7}$ m/s

a- 1.2 m/s b- $4.7\times10^{3}$ m/s c- $2.2\times10^{7}$ m/s ☆ d- $5.8\times10^{8}$ m/s

# نــظـريــة الـكـم

النموذج الجسيمي للموجات :

الأجسام المتوهجة : مثل ( الشمس – المصباح الكهربائي المتوهج ) .

الإشعاع المنبعث منها :

- الأشعة تحت الحمراء (غير مرئي ) . - الأشعة فوق البنفسجية ( غير مرئي ) . - الضوء المرئي .

[ ينبعث إشعاع من الأجسام التي تسخن إلى درجة التوهج ] علل بسبب اهتزازات الجسيمات الموجودة في ذراتها

الألوان التي نراها من الجسم المتوهج تعتمد على ...

- الشدة النسبية للموجات الكهرومغناطيسية المنبعثة ذات الترددات المختلفة .
- حساسية العين لهذه الموجات .

أثر زيادة الجهد المطبق على المصباح المتوهج :

بزيادة الجهد المطبق على المصباح تزداد درجة حرارة الفتيلة المتوهجة فيتغير اللون من الأحمر الداكن إلى البرتقالي ثم إلى الأصفر و أخيراً إلى الأبيض .

[ تغير اللون المنبعث من فتيلة المصباح المتوهج عند زيادة درجة حرارتها ] علل لأن الفتيلة ذات درجة الحرارة الأعلى تبعث إشعاعاً بتردد أعلى .

[ عند النظر إلى فتيلة المصباح المتوهجة من خلال محزز حيود نرى ألوان قوس المطر ( الأحمر الداكن ، البرتقالي ، الأصفر ، الأخضر ، الأزرق ، النيلي ، البنفسجي ) ]

طيف الانبعاث :

ضوء ينبعث من الأجسام المتوهجة في نطاق محدد من الترددات .

مداه : طيف الأجسام المتوهجة يغطي مدى واسعاً من الأطوال الموجية .

يعتمد على : درجة حرارة الأجسام المتوهجة .

- النظرية الكهرومغناطيسية لماكسويل غير قادرة على تفسير شكل الطيف .
- عند كل درجة حرارة هناك تردد تنبعث عنده كمية عظمى من الطاقة .
- بازدياد درجة الحرارة يزداد التردد المنبعث عنده كمية الطاقة العظمى .

القدرة الكلية المنبعثة من جسم ساخن :

- القدرة الكلية المنبعثة من جسم ساخن تزداد بازدياد درجة الحرارة .
- الأجسام الأسخن تشع قدرة أكبر من الأجسام الأبرد .
- قدرة الموجات الكهرومغناطيسية تتناسب طردياً مع درجة حرارة الجسم الساخن بوحدة الكلفن مرفوعة للقوة الرابعة ( $T^4$ ) .

فرضية بلانك : الذرات غير قادرة على تغيير طاقتها بشكل مستمر .

بين بلانك أن طاقة اهتزاز الذرات في الجسم الصلب لها ترددات محددة ..

$$E = n\,h\,f$$

E: طاقة الذرة المهتزة(J) n: عدد صحيح 0, 1, 2, 3,... h: ثابت بلانك(J/Hz) f: تردد اهتزاز الذرة(Hz)

تكميه الطاقة :

الطاقة توجد على شكل حزم أو كميات معينة فهي مضاعفات صحيحة للمقدار $hf$ .

- طاقة الذرة المهتزة يمكن أن تكون لها المقادير .... $0, hf, 2hf$
- طاقة الذرة المهتزة لا يمكن أن تكون لها المقادير .... $4/5hf, 3/4hf, 2/3hf$

[لا يمكن ملاحظة مراحل تغير الطاقة في الأجسام العادية] علل لأن الثابت h له قيمة صغيرة جداً .

اقتراحات بلانك :

- الذرات لا تشع موجات كهرومغناطيسية عندما تكون في حالة اهتزاز و إنما تبعث إشعاعاً فقط عندما تتغير طاقة اهتزازها .
- الطاقة المنبعثة من الذرات تساوي التغير في طاقة اهتزاز الذرة .

[ إذا تغيرت طاقة اهتزاز ذرة من $2hf$ إلى $3hf$ فإن الطاقة المنبعثة تساوي الفرق بينهما $3hf-2hf=hf$ ]

## التأثير الكهروضوئي

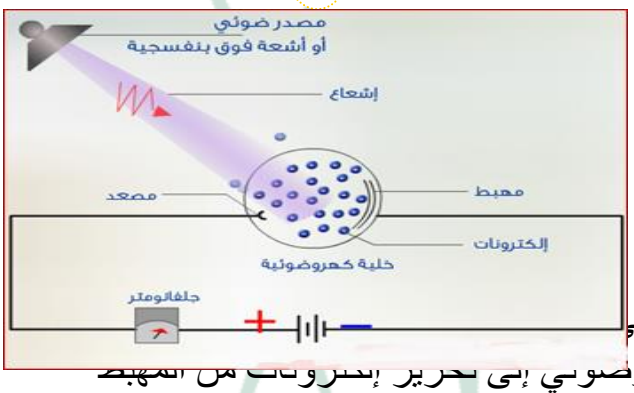
ظاهرة التأثير الكهروضوئي :

انبعاث إلكترونات عند سقوط إشعاع كهرومغناطيسي على جسم .

الجهاز المستخدم لدراستها : الخلية الكهروضوئية .

الخلية الكهروضوئية :

مكوناتها :




- أنبوب من الكوارتز: مفرغ من الهواء محكم الإغلاق .
- المهبط: القطب الفلزي الأكبر(السالب) ويطلى بمادة السيزيوم أو أي فلز قلوي آخر .
- المصعد: القطب الفلزي الأصفر ( الموجب) ويصنع من سلك رفيع .

عملها :

- لا يسري تيار كهربائي في الدائرة إذا لم يسقط إشعاع مناسب على
- عند سقوط ضوء بتردد مناسب على المهبط يؤدي التأثير الكهروضوئي إلى تحرير إلكترونات من المهبط ( إلكترونات ضوئية ) .
- الإلكترونات الضوئية تتدفق في اتجاه المصعد بتأثير فرق الجهد بين القطبين (المصعد و المهبط) فيسري تيار كهربائي في الدائرة .

[ أنبوب الخلية الكهروضوئية مصنوع من الكوارتز ] علل

لكي يسمح للأطوال الموجية للأشعة فوق البنفسجية بالنفاذ من خلاله .

[ أنبوب الخلية الكهروضوئية مفرغ من الهواء ] علل

لمنع تأكسد سطوح الفلزين ومنع الألكترونات من التباطؤ أو التوقف نتيجة تفاعلها مع الجسيمات الموجودة في الهواء .

[ مصعد الخلية الكهروضوئية يصنع من سلك رفيع ] علل ليحجب القليل فقط من الإشعاع .

مقياس الضوء اليدوي :

يعتمد على التأثير الكهروضوئي .

يستخدم مصور الفوتوجرافيا مقياس الضوء اليدوي لقياس مستويات الضوء .

تردد العتبة : أقل تردد للأشعة الساقطة يمكنه تحرير إلكترونات من العنصر .

تردد العتبة يتغير بتغير نوع الفلز .

[ الإشعاع الذي تردده أقل من تردد العتبة للفلز غير قادر على تحرير إلكترونات من الفلز مهما كانت شدة هذا الإشعاع . ]

[ الإشعاع الذي تردده يساوي أو أكبر من تردد العتبة للفلز يحرر إلكترونات من الفلز ويزداد تدفق الإلكترونات الضوئية بزيادة شدة الإشعاع . ]

# النظرية الكهروضوئية لاينشتاين

**نظرية الموجات الكهرومغناطيسية :** هل تفسر نظرية الموجات الكهرومغناطيسية التأثير الكهروضوئي ؟

عجزت هذه النظرية عن تفسير التأثير الكهروضوئي فحسب هذه النظرية فإن :

- المجال الكهربائي يحرر الإلكترونات من الفلز ويُسرعها .
- شدة المجال الكهربائي ترتبط مع شدة الإشعاع وليس مع تردده .
- أي ضوء مهما كانت شدته قادر على تحرير إلكترونات من الفلز حيث تمتص طاقة من مصدر الضوء لفترة من الزمن لتكتسب طاقة كافية لتحررها .

**نظرية اينشتاين الكهروضوئية :**

- الضوء و الأشكال الأخرى من الإشعاع الكهرومغناطيسي مُكون من حزم مكماة ومنفصلة من الطاقة تدعى الفوتون .
- طاقة الفوتون تعتمد على تردده .

**الفوتون :**

حزمة مكماة منفصلة من الإشعاع الكهرومغناطيسي لا كتلة له و تتحرك بسرعة الضوء ولها طاقة وكمية تحرك

$$E = h f$$

$E$: طاقة الفوتون (J)  $h$: ثابت بلانك (J.s)=(J/Hz)  $f$: تردد الفوتون (1/s)=(Hz)

**الإلكترون فولت :**

طاقة إلكترون يتسارع عبر فرق جهد مقداره فولت واحد .

$$1ev = 1.6\times10^{-19}\ J$$

$$E = \frac{1240}{\lambda}$$

$E$: طاقة الفوتون (ev).  $\lambda$ : الطول الموجي (n.m).

لتذكير

$$KE = \tfrac{1}{2}\, m\, v^2$$

$KE$: طاقة حركة الإلكترون(J)  $m$: كتلة الإلكترون (kg)  $v$: سرعة الإلكترون (m/s)

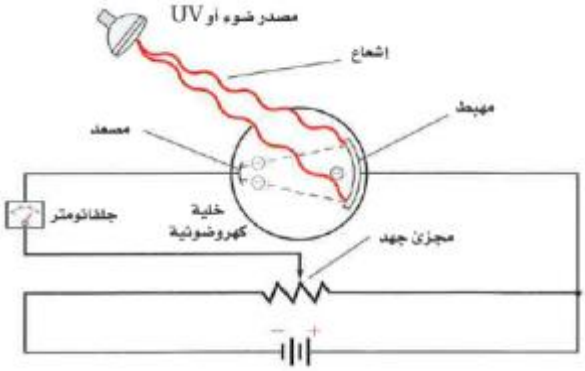
**مقارنة بين نظرية اينشتاين و نظرية بلانك :**

- نظرية اينشتاين للفوتون أعم و أشمل من نظرية بلانك للإشعاع المنبعث من الأجسام الساخنة فهي تعيد تفسير نظرية بلانك وتوسعها .
- توقع بلانك أن الذرات المهتزة تبعث إشعاعاً كهرومغناطيسياً بطاقة $nhf$ إلا أنه لم يتوقع أن الإشعاع الكهرومغناطيسي يسلك سلوك الجسيمات .

**تفسير التأثير الكهروضوئي حسب نظرية اينشتاين الكهروضوئية :**

**تفسير وجود تردد العتبة :**

- كل فوتون يتفاعل فقط مع إلكترون واحد ويعطيه كامل طاقته .
- يلزم فوتون أقل تردد له $f_o$ وأقل طاقة له $hf_o$ ليحرر إلكتروناً من فلز .
- إذا كان تردد الفوتون الساقط أقل من $f_o$ فإنه ليس له الطاقة الكافية لتحرير الإلكترون . $f < f_o$
- إذا كان تردد الفوتون الساقط يساوي $f_o$ فإن له الطاقة الكافية لتحرير الإلكترون فقط ولا يمتلك الإلكترون طاقة حركية . $KE = 0\ ,\ f = f_o$
- إذا كان تردد الفوتون الساقط أكبر من $f_o$ فإن له طاقة أكبر من الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون و الطاقة الزائدة تتحول إلى طاقة حركية للإلكترون المتحرر . $f > f_o$




## جهاز اختبار نظرية اينشتاين الكهروضوئية :

### طريقة عمله :

- نختار ضوء مناسب لإضاءة المهبط (تردد أعلى من تردد العتبة لمادة المهبط ) .
- باستخدام مجزئ الجهد نزيد فرق الجهد المعاكس تدريجياً حيث يصبح المصعد أكثر سالبية لذا يقل عدد الإلكترونات الواصلة إلى المصعد .
- نستمر بزيادة فرق الجهد المعاكس إلى أن يصبح التيار المار في الدائرة يساوي صفراً ويسمى فرق الجهد عندها جهد الإيقاف أو القطع ($V_o$).
- نحسب الطاقة الحركية العظمى الممكنة للإلكترونات المتحررة و التي تساوي الشغل المبذول من المجال لإيقافها .

$$KE = - q\ V_o$$

KE: طاقة حركة الإلكترون المتحرر(J) q: شحنة الإلكترون (C) $V_o$: جهد الإيقاف (v)

## تطبيقات التأثير الكهروضوئي :

**الألواح الشمسية** : تستخدم التأثير الكهروضوئي لتحويل ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية .

**فاتحات أبواب مواقف السيارات** : تحوي حزماً من الأشعة تحت الحمراء تُنشئ تياراً في المستقبل من خلال التأثير الكهروضوئي فإذا قطعت حزمة الضوء بجسم أثناء إغلاق باب الموقف فإن التيار يتوقف في المستقبل مما يؤدي إلى فتح الباب .

**التحكم في إضاءة المصابيح**:باستخدام التأثير الكهروضوئي يتم التحكم في إضاءة مصابيح الشوارع و إطفائها آلياً اعتماداً على ماإذا كان الوقت نهاراً أو ليلاً .

## علاقة طاقة حركة الإلكترون الضوئي بتردد الفوتون :

الرسم البياني لطاقة حركة الإلكترونات الضوئية مقابل تردد الفوتونات الساقطة ...

- خط مستقيم .. ميل الخط يمثل ثابت بلانك ... $h = KE / f$
- نقطة تقاطعه مع محور x تمثل تردد العتبة للفلز .. $f_o$

[ الرسوم البيانية للفلزات المختلفة تختلف فقط في تردد العتبة .]

[ تجارب مليكان التي أجراها لدحض نظرية أينشتاين الكهروضوئية أثبتت صحة معادلة اينشتاين الكهروضوئية .]

## اقتران الشغل لفلز :

الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون الأضعف ارتباطاً من الفلز .

اقتران الشغل بوحدة جول : $W = h f_o = h c / \lambda_o$ , W: اقتران الشغل (J)

$$f_o = c / \lambda_o$$

$KE = qV_o$ , $E = 1240/\lambda_o$ حيث : $KE = E - W$

اقتران الشغل بوحدة الإلكترون فولت :

$$W = \frac{1240}{\lambda_o}$$

W: اقتران الشغل(ev) $\lambda_o$:طول موجة العتبة(nm)

[ سقوط فوتون تردده $f_o$ على فلز يُحرر إلكترون دون تزويده بطاقة حركة .]

# تـأثـيـر كـومـبـتـون

## زخم الفوتون :

حاصل قسمة ثابت بلانك على الطول الموجي للفوتون .

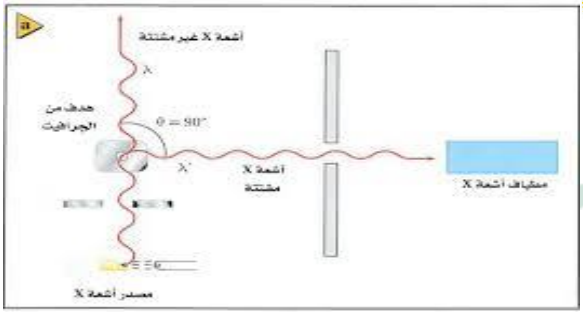
$$P = \frac{h f}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

P: زخم الفوتون (kg.m/s) h:ثابت بلانك (J.s) $f$: تردد الفوتون (Hz) c: سرعة الضوء(m/s) $\lambda$: طول موجة الفوتون (m)

## تأثير كومبتون :

الإزاحة في طاقة الفوتونات المشتتة .

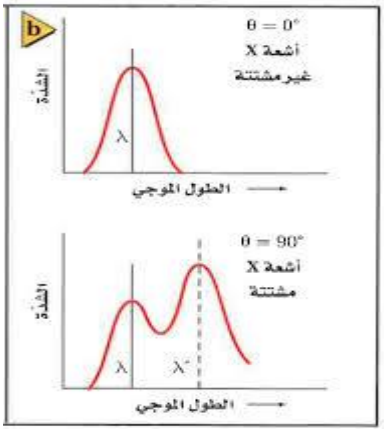
[ الإزاحة في طاقة الفوتونات المشتتة صغيرة جداً ولها تأثير قابل للقياس فقط عند استخدام أشعة x بأطوال موجية في حدود $10^{-2}$ nm أو أقل .]




## تجربة كومبتون :

- سلط كومبتون أشعة x ذات طول موجي معلوم على هدف من الجرافيت.
- قاس كومبتون الأطوال الموجية لأشعة x التي شتتها الهدف

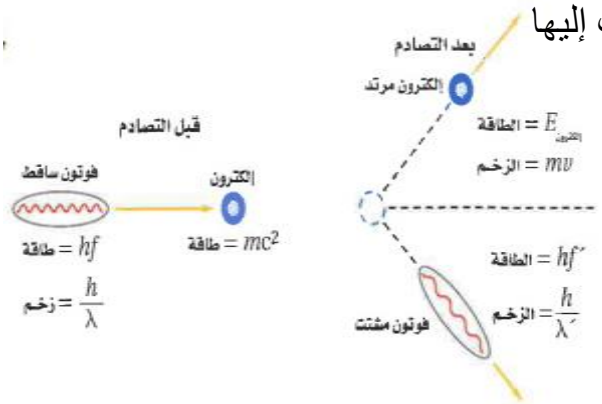
## لاحظ كومبتون:




- أشعة x غير المشتتة لم يتغير طولها الموجي .
- أشعة x المشتتة أصبح طولها الموجي أكبر من الطول الموجي للإشعاع الساقط.
- تحرر إلكترونات من حاجز الجرافيت .

## تفسير ملاحظات كومبتون :

- طاقة الفوتون تتناسب عكسياً مع الطول الموجي $E = h c / \lambda$.
- الزيادة في الطول الموجي يعني أن فوتونات أشعة x قد فقدت طاقة وزخماً .
- فوتونات أشعة x اصطدمت بالإلكترونات في هدف الجرافيت ونقلت إليها الطاقة و الزخم فتحررت .




[الفوتونات تحقق قانوني حفظ الزخم و الطاقة عندما تصطدم بجسيمات أخرى ]

[ في تأثير كومبتون الطاقة والزخم اللذان تكتسبهما الإلكترونات يساويان الطاقة والزخم اللذان تفقدهما الفوتونات .]

## مقارنة بين التأثير الكهروضوئي وتأثير كومبتون :

### التأثير الكهروضوئي

- الفوتون يعطي طاقته كاملة للإلكترون عند الاصطدام به .
- ينطلق إلكترون من الهدف ولا ينبعث أي إشعاع آخر .

### تأثير كومبتون

- الفوتون يعطي جزء من طاقته و زخمه للإلكترون عند الاصطدام به .
- ينطلق إلكترون من الهدف وتنبعث فوتونات طاقتها وزخمها أقل مما للفوتونات الساقطة .

# مـوجـات الـمـــادة

## موجات دي برولي :

توقع دي برولي أن الجسيمات المادية لها خصائص موجية .

طول موجة دي برولي طول الموجة الملازمة للجسم المتحرك .

$$\lambda = \frac{h}{P} = \frac{h}{m v}$$

حيث : $-q V = \frac{1}{2} m v^2$

$\lambda$: طول موجة دبرولي (m) h:ثابت بلانك (J.s) P: زخم الجسيم (kg.m/s) m: كتلة الجسيم (kg)

v: سرعة الجسيم (m/s) q: شحنة الجسيم (c) V: فرق الجهد (v)

حيود الإلكترونات : أثبت أن للجسيمات المادية خصائص موجية .

تجربة تومسون : - سلط حزمة من الإلكترونات على بلورة رقيقة جداً .

- كونت الالكترونات الأنماط نفسها التي تكونها أشعة x التي لها نفس الطول الموجي .

[ تكون أنماط الحيود أثبت أن للالكترونات طبيعة موجية ]

[استخدم تومسون في تجربة حيود الالكترونات بلورة رقيقة جداً] علل

لأن ذرات البلورات مرتبة بنمط منتظم يجعلها تعمل عمل محزوز حيود .

تجربة دافيسون وجيرمر :حصلا على أنماط حيود للإلكترونات انعكست وحادت عن بلورات سميكة .

[لا يمكن ملاحظة الطبيعة الموجية للأجسام التي نراها ونتعامل معها يومياً ] علل

لأن كتلتها كبيرة نسبياً و أطوالها الموجية قصيرة جداً .

## الـجـسيـمـات و الـمـوجـات

الطبيعة المزدوجة للضوء : للضوء طبيعة مزدوجة موجية وجسيمية .

الطبيعتان الجسيمية و الموجية للضوء تتكامل لوصف الطبيعة الكاملة للمادة والطاقة ...

كلا النموذجين الجسيمي و الموجي يلزمان لتفسير سلوك الضوء ...

استخدامات المجهر النفقي الماسح : - ضروري للباحثين المهتمين بدراسة الحمض النووي DNA .

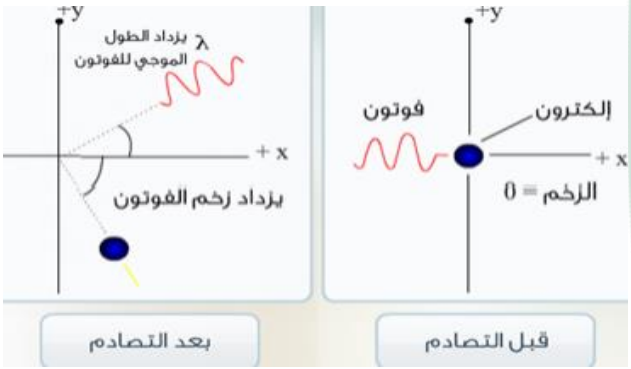
- دراسة ميكانيكا التفاعل الكيميائي . - الحصول على صور على المستوى الذري .

- تطوير أجهزة الحاسوب الأصغر حجماً و الأكبر سرعة .

تحديد الموقع والزخم :

- بسبب تأثيرات الحيود ينتشر الضوء العادي المستخدم في تحديد موقع الجسم مما يجعل من المستحيل تحديد موقعه بدقة .

- للتقليل من الحيود نستخدم إشعاعاً طوله الموجي قصير مما يسمح بتحديد موقع الجسيم بدقة أكبر .




نتيجة تأثير كومبتون فإنه عند اصطدام إشعاع طوله الموجي قصير وطاقته عالية بجسم فإن زخم الجسيم يتغير وطول موجة الفوتون تزداد .

مبدأ عدم التحديد لهيزنبرج : $(\Delta x)(\Delta P) \geq h$

من غير الممكن قياس زخم الجسيم وتحديد موقعه بقة في الوقت نفسه ... أي أنه :

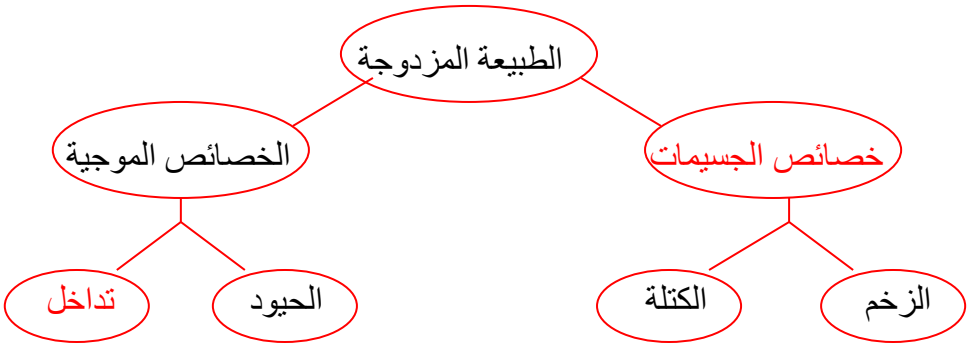
- إذا تم تحديد موقع الجسيم بدقة يتغير زخمه ويصبح أقل تحديداً .

- إذا تم قياس زخم الجسيم بدقة يتغير موقعه ويصبح أقل تحديداً .

[مبدأ عدم التحديد لهيزنبرج نتيجة للطبيعة المزدوجة للضوء والمادة ].

# حل بعض أسئلة التقويم

1) أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية : الطبيعة المزدوجة ، الكتلة ، الخصائص الموجية ، الزخم ، الحيود .




2) وضح مفهوم تكميته الطاقة ؟

تكميم الطاقة يعني أن الطاقة توجد على شكل مضاعفات صحيحة لكمية ما .

3) ما الذي تم تكمية في تفسير ماكس بلانك لإشعاع الأجسام المتوهجة ؟

إن الطاقة الاهتزازية للذرات المتوهجة مكمّمة .

4) ماذا تسمى كمّات الضوء؟

الفوتونات .

5) سُلط ضوء على مهبط خلية ضوئية ، وكان تردد الضوء أكبر من تدد العتبة لفلز المهبط . كيف تفسر نظرية أينشتاين للتأثير الكهروضوئي حقيقة زيادة تيار الإلكترونات الضوئية كلما زادت شدة الضوء ؟

كل فوتون يحرر إلكتروناً ضوئياً ، والضوء ذو الشدة العالية يحتوي على عدد فوتونات أكثر لكل ثانية ، لذا يسبب تحرير عدد إلكترونات ضوئية أكثر لكل ثانية .

6) وضح كيف فسّرت نظرية أينشتاين حقيقة أن الضوء الذي تردده أقل من تردد العتبة لفلز لا يحرر إلكترونات ضوئية منه ، بغض النظر عن شدة الضوء ؟

الفوتونات ذات التردد الأقل من تردد العتبة ليس لها طاقة كافية لتحرير إلكترون . أما إذا ازدادت شدة الضوء فإن عدد الفوتونات يزداد ولكن طاقتها لا تزداد ، وتبقى الفوتونات غير قادرة على تحرير إلكترون .

7) وضح كيف يمكن قياس الخصائص التالية للإلكترون :

a- الشحنة .

وازن بين قوة الجذب مع قوة المجال الكهربائي المؤثرتين في الشحنة .

b- الكتلة .

وازن بين قوة المجال الكهربائي مع قوة المجال المغناطيسي لإيجاد m/q ، ثم استخدم قيمة q المقيسة .

c- الطول الموجي .

شتت الإلكترونات عن سطح الكريستال وقم بقياس زوايا الحيود .

8) وضح كيف يمكن قياس الخصائص التالية للفوتون :

a- الطاقة .

قس الطاقة الحركية KE للإلكترونات المتحررة من الفلز بطولين موجيين مختلفين على الأقل . أو قس الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة من معدن معلوم عند طول موجي واحد فقط .

b- الزخم .

قس التغير في الطول الموجي لأشعة X المشتتة بواسطة المادة .

c- الطول الموجي .

قس زاوية الحيود عندما ينفذ الضوء خلال شقين أو محزوز حيود ' وقس عرض نمط الحيود للشق المفرد ، أو قس الزاوية التي ينحرف الضوء عندها عند نفاذه خلال المنشور .

9) اعتماداً على نظرية بلانك ، كيف يتغير تردد اهتزاز ذرة إذا بعثت طاقة مقدارها $5.44\times10^{-19}$ J عندما تغيّرت قيمة n بمقدار 1 ؟

$$E = n\,h\,f$$

$$f = \frac{E}{n\,h} = \frac{5.44\times10^{-19}}{(1)(6.63\times10^{-34})} = 8.21\times10^{14}\ \text{Hz}$$

10) ما مقدار فرق الجهد اللازم لإيقاف إلكترونات طاقتها الحركية العظمى $4.8\times10^{-19}$ J ؟

$$KE = -\,q\,V_o$$

$$V_o = \frac{KE}{-\,q} = \frac{4.8\times10^{-19}}{-(-1.60\times10^{-19})} = 3\ \text{v}$$

11) مازخم فوتون الضوء البنفسجي الذي طوله الموجي $4.0\times10^{2}$ nm؟

$$P = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63\times10^{-34}}{4\times10^{-7}} = 1.7\times10^{-27}\ \text{kg.m/s}$$

12) تردد العتبة لفلز معين $3.00\times10^{14}$Hz . ما مقدار الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة إذا أضيء الفلز بضوء طوله الموجي $6.50\times10^{2}$ nm ؟

$$KE = hf - hf_o$$

$$KE = h\left(\frac{c}{\lambda} - f_o\right) = (6.63\times10^{-34})\left(\frac{3\times10^{8}}{6.50\times10^{-7}} - 3\times10^{14}\right) = 1.07\times10^{-19}\ \text{J}$$

13) ما مقدار طول موجة دبرولي المصاحبة لإلكترون يتحرك بسرعة $3.0\times10^{6}$ m/s ؟

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63\times10^{-34}}{(9.11\times10^{-31})(3\times10^{6})} = 2.4\times10^{-10}\ \text{m} = 0.24\ \text{nm}$$

14) إذا كان تردد العتبة لفلز ما $8.0\times10^{14}$ Hz ، فما اقتران الشغل له ؟

$$W = hf_o = (6.63\times10^{-34})(8.0\times10^{14}) = 5.3\times10^{-19}\ \text{J}$$

# الاختبار المقنن ( الفصل 8 )

1) يتغيرمستوى الطاقة لذرة عندما تمتص وتبعث طاقة أي الخيارات الآتية لايمكن أن يمثل مستوى طاقة لذرة ؟

a- $3/4\ hf$ ☆ c- $3\ hf$

b- $hf$ d- $4\ hf$

2) كيف يرتبط تردد العتبة مع التأثير الكهروضوئي ؟

a- أنه أقل تردد للإشعاع الساقط اللازم لتحرير الذرات من مصعد الخلية الضوئية .

b- أنه أكبر تردد للإشعاع الساقط اللازم لتحرير الذرات من مصعد الخلية الضوئية .

c- أنه تردد الإشعاع الساقط ، والذي يحرر الإلكترونات من الذرة عند ترددات أقل منه .

d- أنه أقل تردد للإشعاع الساقط اللازم لتحرير إلكترونات من الذرة . ☆

3) ما الطاقة فوتون ترددة $1.14\times10^{15}$ Hz؟

$E = hf$

$= (6.63\times10^{-34})(1.14\times10^{15})$

$= 7.55\times10^{-19}$ J

a- $5.82\times10^{-49}$ J c- $8.77\times10^{-16}$ J

b- $7.55\times10^{-19}$ J ☆ d- $1.09\times10^{-12}$ J

4) يسقط إشعاع طاقته 5.17 ev على خلية ضوئية ، إذا كان اقتران الشغل لمادة المهبط 2.31 ev فما مقدار طاقة الإلكترون المتحرر ؟

$KE = E - W$

$= (5.17) - (2.31)$

$= 2.86ev$

a- 0.00 ev c- 2.86 ev ☆

b- 2.23 ev d- 7.48 ev

5) يتسارع إلكترون خلال فرق جهد 95.0V، كما هو في الشكل أدناه ... ما مقدار طول موجة دي برولي المصاحبة للإلكترون ؟

$v^2 = 2qV/m = -2(1.6\times10^{-19})(95) / (9.11\times10^{-31})$

$\Rightarrow v = 5.7\times10^{6}$ m/s

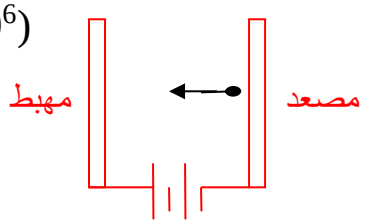
$\lambda = h/mv$

$= (6.63\times10^{-34})/(9.11\times10^{-31})(5.7\times10^{6})$

$= 1.26\times10^{-10}$ m

a- $5.02\times10^{-22}$ m c- $2.52\times10^{-10}$ m

b- $1.26\times10^{-10}$ m ☆ d- $5.10\times10^{6}$ m




6) ما مقدار طول موجة دي برولي المصاحبة لإلكترون يتحرك بسرعة 391km/s( كتلة الإلكترون $9.11\times10^{-31}$ kg)

$\lambda = h/mv$

$\lambda = (6.63\times10^{-34})/(9.11\times10^{-31})(391\times10^{3})$

$\lambda = 1.86\times10^{-9}$ m

a- $3.5\times10^{-26}$ m c- $4.8\times10^{-15}$ m

b- $4.79\times10^{-15}$ m d- $1.86\times10^{-9}$ m ☆

7) اقتران الشغل لفلز هو :

a- مقياس مقدار الشغل الذي يستطيع أن يبذله إلكترون متحرر من الفلز .

b- يساوي تردد العتبة .

c- مقدار الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون الداخلي لذرة فلز .

d- مقدار الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون الأضعف ارتباطاً في الذرة . ☆

# الـــذرة

## الـنـمـوذج النووي:

نموذج توميسون : اعتقد أن المادة الثقيلة موجبة الشحنة تملأ الذرة و الإلكترونات السالبة تتوزع خلال هذه المادة موجبة الشحنة .

جسيمات ألفا :

جسيمات موجبة الشحنة وثقيلة تتحرك بسرعات عالية عند اصطدامها بشاشة فلورية مطلية بطبقة من كبريتات الزنك تنبعث منها ومضات ضوئية .

## نـمـوذج رذرفـورد :

تجربة رذرفورد: قذف حزمة من جسيمات ألفا على صحيفة رقيقة من الذهب وسمح للجسيمات بالقوط عى شاشة دائرية فلورية .

توقع رذرفورد:حدوث انحرافات بسيطة جداً لجسيمات ألفا عندما تعبر خلال الشحنة الموجبة الموزعة بانتظام في صفيحة الذهب الرقيقة .

ملاحظات رذرفورد: - معظم جسيمات ألفا عبرت صفيحة الذهب دون انحراف أومع انحراف قليل عن مسارها .

- بعض جسيمات ألفا ارتد بزوايا كبيرة جداً .

نتائج رذرفورد: - معظم حجم الذرة فراغ ...

- جميع شحنة الذرة متمركزة في حيز صغير و ثقيل سُمي بالنواة ...

نموذج رذرفورد: (النموذج النووي)

النواة : في مركز الذرة تتركز فيها شحنة الذرة الموجبة وكتلتها .

الإلكترونات : موزعة خارجاً وبعيداً عن النواة و الفراغ الذي تشغله الإلكترونات يحدد الحجم الكلي للذرة .

[ سُمي نموذج رذرفورد للذرة بـ النموذج النووي ] علل

لأنه يُبين أن جميع شحنة الذرة متمركزة في حيز صغير جداً وثقيل يدعى النواة .

طـيـف الانـبـعـاث الـذري : مجموعة الأطوال الكهرومغناطيسية التي تنبعث من الذرة .

( سلسلة من الخطوط ذات ألوان مختلفة )

طريقة الحصول على طيف الانبعاث :

- يوضع الغاز في أنبوب تفريغ الغاز تحت ضغط منخفض .
- عند تطبيق فرق جهد عالٍ على عينة الغاز يبعث الغاز ضوءاً إذا توهج خاص به .
- يمرر الضوء المنبعث من الغاز خلال منشور المطياف فيتشتت وتعمل عدسة المطياف على تجميع الضوء المتشتت على شاشة فوتوغرافية أو كاشف إلكتروني .

استخداماته :

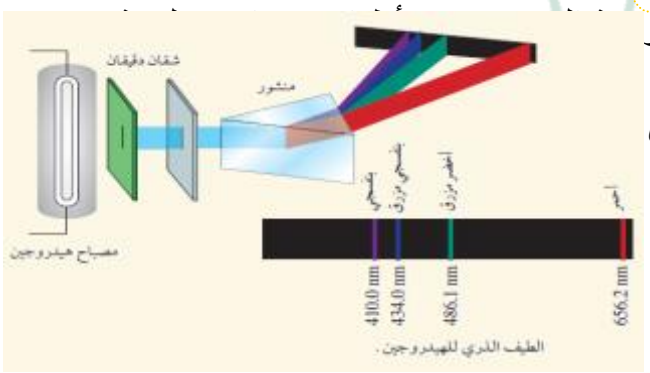
تحديد نوع عينة غاز مجهولة : بمقارنة الأطوال الموجية في طيف انبعاث الغاز مع الأطوال المو

تحليل خليط من الغازات :

تصوير طيف الانبعاث للخيط وتحليل الخطوط في الصورة يمكن التراكيز النسبية لها .

أنواعه :

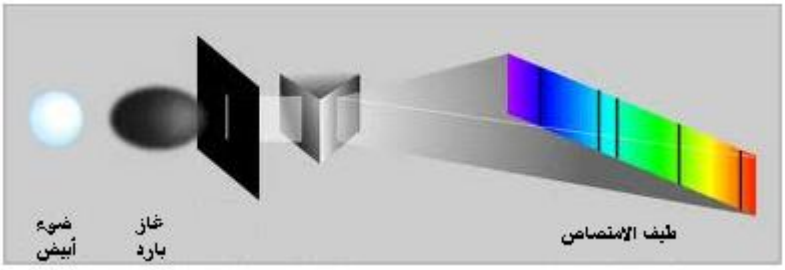
- طيف انبعاث خطي ... - طيف انبعاث متصل ...



الطيف الذري للهيدروجين.

## طيف الامتصاص :

مجموعة مميزة من الأطوال الموجية تنتج عند امتصاص الغاز جزء من الطيف وتستخدم للتعرف على نوع الغاز.




### طريقة الحصول عليه :

- نمرر ضوءاً خلال عينة غاز ومطياف .
- يمتص الغاز أطوالاً محددة من الضوء الأبيض .
- يظهر الطيف المستمر للضوء الأبيض يتخلله خطوط معتمة وهي طيف الامتصاص .

### استخداماته :

- التعرف على نوع الغاز .
- تحديد مكونات غاز ما : من خلال معرفة الأطوال الموجية للخطوط المعتمة في طيف الامتصاص لهذا الغاز .

[ العناصر الغازية الباردة تمتص الأطوال الموجية نفسها التي تبعثها عندما تثار .]

## خطوط فرنهوفر :

خطوط معتمة تتخلل طيف ضوء الشمس .

### أهميتها :

أمكن تحديد مكونات الغلاف الشمسي و النجوم بمقارنة الخطوط المفقودة في الطيف المرئي مع طيف الانبعاث المعلوم للعناصر المختلفة .

[ ظهور خطوط معتمة تتخلل طيف ضوء الشمس ] علل

لأن ضوء الشمس يعبر خلال الغلاف الغازي المحيط بالشمس فتمتص الغازات أطوالاً موجية مميزة ومحددة .

## التحليل الطيفي :

- له أهمية بالغة في الصناعة و البحوث العلمية ... - أداة فعالة لتحليل الفلزات الموجودة على الأرض ...
- الأداة الوحيدة المتوفرة لدراسة مكونات النجوم ....

يستخدم لـ تحليل وتحديد وحساب كمية المواد المجهولة بملاحظة الأطياف التي تبعثها أو تمتصها .

# طيف الانبعاث

## طيف الانبعاث لذرة الهيدروجين :

أبسط طيف من بين جميع العناصر .

يتكون من أربعة خطوط ( الأحمر ، الأخضر ، الأزرق ، البنفسجي ) .

[ استخدام ذرة الهيدروجين لتحديد مكونات الذرة ] علل لأنه أخف عنصر وله أبسط طيف .

## سلبيات النموذج النووي ( نموذج رذرفورد ) :

- تسارع الإلكترون مع استمرار دورانه حول النواة يفقد طاقته ويصبح مساره لولبياً ويسقط في النواة وهذا لا يحدث ... لذلك لا يتفق النموذج النووي مع قوانين الكهرومغناطيسية .
- يتوقع النموذج أن الإلكترونات المتسارعة سوف تُشع طاقتها عند كل الأطوال الموجية ولكن الضوء المنبعث من الذرات يشع عند أطوال موجية محددة فقط .

## نموذج الكواكب لبور :

يعتمد على أن الإلكترونات تدور في مدارات ثابتة حول النواة .

[ الإلكترونات في المدار المستقر لا تشع طاقة رغم أنها تتسارع ]

## نظرية بور:

القوانين الكهرومغناطيسية لا تطبق داخل النواة .

افتراضات بور: - حالة الاستقرار للذرات تكون فقط عندما تكون كميات الطاقة فيها محددة .

- اعتبر بور أن مستويات الطاقة في الذرة مكماة .

## تكمية الطاقة في الذرات :

مستويات الطاقة : كمية محددة من الطاقة توجد في كل مستوى للذرة .

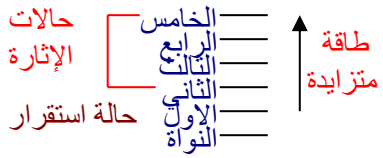
حالة الاستقرار: حالة الذرة التي تمتلك أقل مقدار مسموح به من الطاقة .

حالة الإثارة : أي مستوى طاقة أعلى من مستوى الاستقرار .

## مستويات طاقة الذرة :

طاقة الذرةلايمكن أن تكون لها قيمة بين طاقتي مستويين من مستويات الطاقة المسموح بها .

الذرات في حالة اثارة عندما تكون إلكتروناتها عند مستوى طاقة أعلى (مستوى أبعد عن النواة ) .



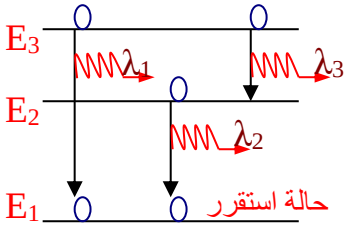

## طاقة الذرة :

- طاقة الذرة مجموع طاقة حركة الإلكترونات وطاقة الوضع الناتجة عن قوة التجاذب بين الإلكترونات والنواة .

- طاقة الإلكترون في المستويات القريبة من النواة أقل من طاقتة في المستويات البعيدة عنها ... لانه يجب بذل شغل لنقل الإلكترونات بعيداً عن النواة .

## نموذج بور الذري : - نواة مركزية . - إلكترونات لها مستويات طاقة مكماة تدور حول النواة .

## تفسير بور لطيف الانبعاث :




- تمتص الذرة فوتوناً وتزداد طاقتها بمقدار طاقة ذلك الفوتون فتصبح مثارة .

- عند انتقال الذرة المثارة إلى مستوى طاقة أقل تشع فوتوناً وتقل طاقة الذرة بمقدار طاقة الفوتون المنبعث .

- طاقة الفوتون تساوي الفرق في الطاقة بين مستويات الطاقة الابتدائية والنهائية للذرة .

$$\Delta E = E_f - E_i$$

$\Delta E$: التغير في طاقة الذرة (ev) $E_f$: طاقة المستوى النهائي (ev) $E_i$: طاقة المستوى الابتدائي (ev)

## عيوب نموذج بور: - لا ينطبق إلا على ذرة الهيدروجين (لم يستطيع توقع طيف العناصر الأخرى) .

- النموذج لم يقدم تفسيراً لبعض المسائل مثل : لماذا لاتطبق القوانين الكهرومغناطيسية داخل الذرة .

## أهمية نموذج بور: - يعتبر الأساس الذي مكن العلماء من فهم تركيب الذرة .

- اتفاق قيم طاقة التأين التي حسبها بور مع النتائج العلمية . - قدم توضيحاً لبعض الخصائص الكيميائية للعناصر.

## تطور نموذج بور : طور بور نموذجه من خلال ...

- تطبيق قانون نيوتن الثاني في الحركة على الإلكترون .

- تطبيق القوة المحصلة المحسوبة بقانون كولوم للتفاعل بين البروتون و الإلكترون .

[ تسارع الإلكترون في مدار دائري حول البروتون مقدار سالب ] علل لأن اتجاه تسارع الإلكترون نحو الداخل .

**الزخم الزاوي للإلكترون :** افترض بور أن :

- الزخم الزاوي للإلكترون له قيم محددة .
- قيم الزخم الزاوي المسموح بها للإلكترون هي مضاعفات صحيحة للمقدار $h / 2\pi$ .

**حساب نصف قطر مستوى إلكترون ذرة الهيدروجين :**

$$r_n = 5.3 \times 10^{-11}\ n^2$$

$r_n$ : نصف قطر مدار بور (m). $n$ : عدد الكم الرئيس ..... , 3 , 2 , 1

**نصف قطر مستوى ذرة الهيدروجين** كمية مكماة .... يزداد بزيادة مربع n ...

**طاقة ذرة الهيدروجين :**

$$E_n = -13.6 \times \frac{1}{n^2}$$

$E_n$ : طاقة مدار بور (ev) $n$ : عدد الكم الرئيس .... , 3 , 2 , 1

**طاقة ذرة الهيدروجين** كمية مكماة ... قيمتها سالبة دائماً ... تعتمد على $1/n^2$ ...

**الطاقة الصفرية :** طاقة الذرة عندما يكون الإلكترون بعيداً جداً عن الذرة و ليس له طاقة حركة .
تحدث عندما يُنزع إلكترون من الذرة وتصبح الذرة متأينة .
[ لتأيين الذرة يجب بذل شغل لنقل الإلكترون من مستوى طاقة ما إلى مستوى اللانهاية .]

**طاقة التأين :**
الطاقة اللازمة لتحرير إلكترون بصورة كاملة من الذرة .

**انتقال الالكترون :**

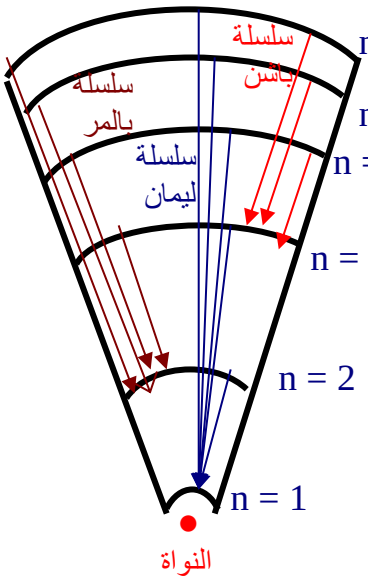
**مستوى حالة الإثارة لذرة الهيدروجين :** عند انتقال الإلكترون من مستوى طاقة أقل إلى مستوى طاقة أعلى فإن :

- الطاقة الممتصة تعادل فرق الطاقة بين مستويي الطاقة النهائي و الأولي للذرة .
- الطاقة الكلية في هذا المستوى أقل سالبية ومجموع تغير الطاقة الكلي يبقى موجباً .

$$\Delta E = E_f - E_i \Rightarrow hf = E_f - E_i$$

حيث : $\lambda(nm) = \frac{1240}{\Delta E}$ ,

$\Delta E$: التغير في طاقة الذرة (ev) $E_f$: طاقة المستوى النهائي (ev)
$E_i$: طاقة المستوى الأولي (ev) $\lambda$: طول موجة الفوتون (nm)




**سلاسل ذرة الهيدروجين :**

**سلسلة ليمان:** انتقال الإلكترون من مستوى حالة الإثارة إلى مستوى الطاقة الأول.
تنبعث الأشعة فوق البنفسجية ... ( UV)

**سلسلة بالمر:** انتقال الإلكترون من مستوى حالة الإثارة إلى مستوى الطاقة الثاني.
تنبعث الخطوط الأربعة المرئية في طيف الهيدروجين .

**سلسلة باشن :** انتقال الإلكترون من مستوى حالة الإثارة إلى مستوى الطاقة الثالث.
تنبعث الأشعة تحت الحمراء ... (IR)

# النموذج الكمي للذرة و إثارة الذرات

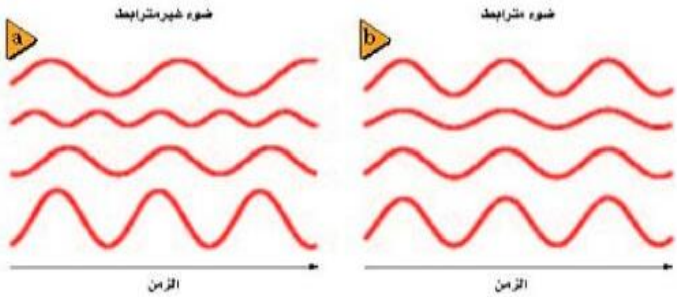
**شرط بور لتواجد الالكترون حول النواة :**
يتواجد الإلكترون في المستوى الذي محيطه يساوي العدد الصحيح n مضروباً في طول موجة دي برولي λ

$$2 \pi r = n \lambda$$

**النموذج الكمي للذرة :** شرودنجر تنبأ بأن المسافة الأكثر احتمالية بين الإلكترون ونواة ذرة الهيدروجين هي نصف القطر الذي توقعه بور .
**السحابة الالكترونية :** المنطقة ذات الاحتمالية العالية لوجود الإلكترون فيها .

**مكيانيكا الكم :** دراسة خصائص المادة باستخدام خصائصها الموجية .
- ميكانيكا الكم توقعت الكثير من المعلومات التفصيلية لتركيب الذرة .
- ميكانيكا الكم جعلت تراكيب بعض الجزيئات قابلة للحساب مما أتاح للكيميائين القدرة على تحديد ترتيب الذرات في جزيئات .

**استخداماتها :** - استطاع الكيميائيون تحضير جزيئات جديدة ومفيدة لم تكن موجودة في الطبيعة .
- ميكانيكا الكم تُستخدم لتحليل تفاصيل امتصاص و انبعاث الضوء من الذرات .
- نتيجة لميكانيكا الكم تم تطوير مصدر جديد للضوء وهو الليزر .

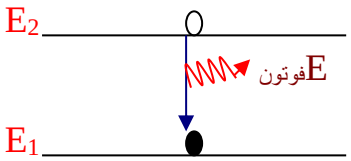



**الضوء المترابط :**
ضوء من مصدرين أو أكثر يولد موجة ذات مقدمات منتظمة أو موجات ضوء تكون متطابقة عند القمم والقيعان ...
**الضوء غير المترابط :**
ضوء بمقدمات موجية غير متزامنة تضيء الأجسام بضوء أبيض منتظم ...

**إثارة الذرات :**
- الإثارة الحرارية. - تصادم الذرات مع فوتونات ذات طاقة محددة . - تصادم الالكترون .
**ينتج عنها :** انبعاث الضوء من الذرات المثارة عند عودتها من حالة الإثارة إلى حالة الاستقرار .

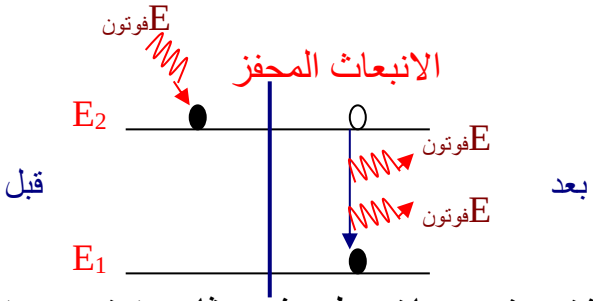
## أنـــواع الانـبـعـاث

### الانبعاث التلقائي




انتقال الالكترون من حالة الإثارة إلى حالة الاستقرار فينبعث تلقائياً فوتون طاقته تساوي الفرق بين طاقتي المستويين ...
**طاقة الفوتون المنبعث تساوي الطاقة التي كانت الذرة قد امتصتها ...**

### الانبعاث المحفز



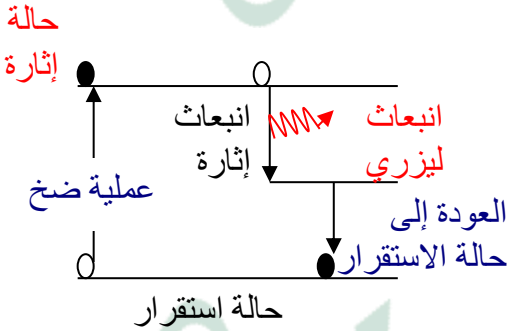

عملية تحدث عندما تصطدم ذرة مثارة بفوتون محفز طاقته تساوي الفرق بين طاقتي مستوى الإثارة ومستوى الاستقرار فتعود الذرة إلى حالة الاستقرار وينبعث فوتون طاقته تساوي الفرق بين طاقتي المستويين ...

الفوتون المحفز و الفوتون المنبعث :
إذا اصطدم أي منهما بذرات أخرى مثارة ينتج فوتونات أخرى مماثلة وتستمر العملية منتجة ميلاً من الفوتونات المتماثلة التي تكون ...
لها تردد نفسه ... لها الطول نفسه ... لها الطول الموجي نفسه ... مترابطة ...

شروط حدوث سلسلة الانبعاثات المحفزة :
- وجود ذرات مثارة ... بقاء الذرات مثارة فترة زمنية كافية حتى يحدث التصادم .
- السيطرة على الفوتونات وتوجيهها لتكون قادرة على إحداث تصادم مع الذرات المثارة .

## الـلـيـزرات

الليزر : تضخيم الضوء بواسطة الانبعاث المحفز للإشعاع .
خصائصه : - مترابط . - أحادي اللون . - موجه بدقة عالية . - مُركز (عالي الكثافة ) .
الذرة الليزرية : الذرة التي تبعث الضوء عندما تكون مثارة في الليزر .




إثارة أو ضخ الذرات الليزرية :
- باستخدام ومضة كثيفة من الضوء ذات طول موجي أقصرمن الليزر.
- عن طريق تصادم الذرات المثارة مع ذرات مستقرة أخرى .
من أمثلتها :
في أجهزة ليزر هيليوم- نيون ،ذرات الهيليوم المثارة بالتفريغ الكهربائي تصطدم مع ذرات النيون فتصبح مثارة وتتحول إلى ذرات ليزرية ...
[ ضوء الليزر الناتج في أجهزة ليزر هيليوم – نيون يكون مستمراً وليس على شكل نبضات ]

انتاج الليزر :
وصف الجهاز:- أنبوب زجاجي على طرفيه المتقابلين مرايا مستوية متوازية وسطوحها العاكسة متقابلة وموجهة بدقة عالية جداً ...
- إحدى هاتين المرآتين عاكسة بنسبة 99.9%وتعكس كل الضوء الساقط عليها تقريباً و المرآة الأخرى عاكسة جزئياً تسمح لـ 1%من الضوء الساقط عليها بالمرور من خلالها ...
انتاج الليزر:
- الفوتونات المنبعثة من الذرات الليزرية تبقى محتواه عن طريق حصر تلك الذرات في الأنبوب الزجاجي .
- تنعكس الفوتونات التي تنبعث في اتجاه نهايتي الأنبوب بالمرايا مرتدة إلى الغاز .
- تصطدم الفوتونات المنعكسة بذرات أكثر محررة فوتونات أكثر عند كل عبور بين المرايا .
- باستمرار العملية تتكون كثافة أكبر من الفوتونات .
- تخرج الفوتونات من الأنبوب خلال المرآة جزئية الانعكاس منتجة شعاع ليزر .
[ ضوء الليزر يكون مترابطاً ] علل
لأن جميع فوتونات الإثارة تنبعث في الطور نفسه مع الفوتونات التي تصطدم بالذرات .
[ ضوء الليزر له الطول الموجي نفسه أي أحادي اللون ] علل
بسبب انتقال الإلكترونات بين زوج واحد فقط من مستويات الطاقة وفي نوع واحد من الذرات .
[ ضوء الليزر لا ينحرف مهما ابتعد عن مصدره ] علل
لان ضوء الليزر عالي الكثافة .
[ يمكن تصنيع بعض المواد الصلبة والسائلة والغازية لتصبح مواد ليزرية ]
[ يمكن إعادة ضبط الضوء الصادر من بعض مصادر الليزر على مدى معين من الأطوال الموجية ]

# تطبيقات الليزر

## تطبيقات الليزر في مجال الطب :

جراحة العين بالليزر: - الليزر المثار يستخدم في جراحة العين لأن طاقة الفوتونات التي تبعثها قادرة على تدمير النسيج غير الطبيعي دون حدوث أذي بالأنسجة السليمة المحيطة ... - إعادة تشكيل قرنية العين ...

في الجراحة : فوتونات الأشعة فوق البنفسجية المنبعثة من جهاز الليزر قادرة على نزع إلكترونات من ذرات أنسجة الهدف فتحطم الفوتونات الروابط وتبخر الأنسجة .

[ الليزر يستخدم بدلاً من السكين لتقطيع اللحم => فقدان اليسير من الدم ]

## تطبيقات الليزر في مجال الحاسب الآلي : جهاز تشغيل القرص المدمج :

مصدر الليزر المستخدم فيه مصنوع من طبقات من مواد صلبة شبه موصلة منها زرنيخات الجاليوم GaAs وجاليوم ألومنيوم وزرنيخات GaALAs .

## تطبيقات الليزر في مجال الصناعة :

قطع المعادن وتلحيم المواد ... دراسة اهتزازات المعدات الحساسة ومكوناتها ...

[ أشعة الليزر تُستخدم في اختبار استقامة الأنفاق و الأنابيب ] علل

لأن حزمة أشعة الليزر ضيقة وموجهة بدقة كبيرة ولا تشتت على مدى المسافات الكبيرة .

## تطبيقات الليزر في مجال الفضاء :

المرايا التي ثبتها رواد الفضاء على سطح القمر استخدمت لعكس حزم الليزر التي ترسل من الأرض وبذلك أمكن:

- حساب المسافة بين الأرض والقمر.... - قياس حركة الصفائح التكوينية الأرضية....
- تتبع مواقع القمر على سطح الأرض...

## تطبيقات الليزر في مجال اتصالات الألياف البصرية :

مبدأعملها: تعتمد على ظاهرة الانعكاس الكلي الداخلي لنقل الضوء داخل الليف البصري .

أهميتها : تنقل الضوء عدة كيلومترات بخسارة بسيطة لطاقة الإشارة .

استخداماتها : الألياف البصرية حلت محل الأسلاك النحاسية لنقل المكالمات التلفونية وبيانات الحاسوب والصور التلفزيونية .

[ جهاز الليزر يتصل وينفصل بتتابع سريع جداً فينقل المعلومات كسلسلة من النبضات خلال الليف ]

## تطبيقات الليزر في جهاز المطياف :

- يستخدم ضوء الليزر لإثارة ذرات أخرى ثم تعود الذرات المثارة إلى حالة الاستقرار وتبعث طيفاً مميزاً .
- تحليل العينات ذات عدد الذرات الصغير .
- الكشف عن ذرات مفردة وتثبيتها بلا حراك عن طريق الإثارة بالليزر .

[ استخدام الضوء الصادر عن أجهزة الليزر في مطياف الكتلة ] علل

بسبب الطول الموجي الأحادي للضوء الصادر عن أجهزة الليزر ...

## تطبيقات الليزر في مجال الطاقة النووية :

من المحتمل أن يستخدم الليزر لإنتاج اندماج نووي لإيجاد مصدر للطاقة لا ينضب ...

## جهاز الهولوجرام :

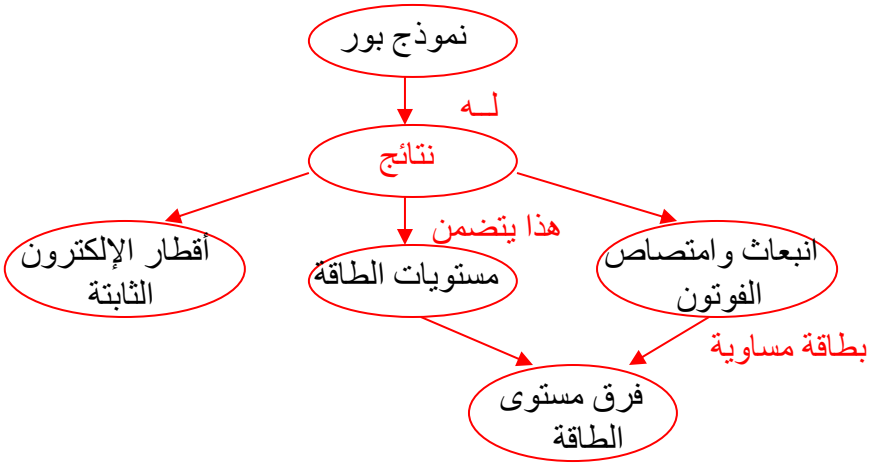
عبارة عن مسجل فوتوجرافي لكل من كثافة وطور الضوء .

استخداماته:

تكوين صوراً ثلاثية الأبعاد ...

# حل بعض أسئلة التقويم

1) أكمل خريطة المفاهيم التالية مستخدماً مايلي : مستويات الطاقة ، أقطار الإلكترون الثابتة ، نموذج بور ، انبعاث وامتصاص الفوتون ، فرق مستوى الطاقة .




2) وضح كيف حدد رذرفورد أن الشحنة الموجبة في الذرة متمركزة في منطقة صغيرة جداً ، وليست منتشرة في الذرة .

وجه رذرفورد شعاع من جسيمات ألفا في اتجاه صفيحة فلزية رقيقة وقاس عدد الجسيمات المنحرفة بزوايا مختلفة . فوجد أن عدداً صغيراً انحرف بزوايا كبيرة مما يدل على أمر هام ألا وهو أن الشحنة الموجبة في الذرة متمركزة في منطقة صغيرة جداً هي النواة .

3) كيف فسر نموذج بور لماذا يتضمن طيف الامتصاص للهيدروجين نفس ترددات طيف الانبعاث ؟

إن طاقة الفوتون المنبعث أو الفوتون الممتص تساوي التغير في الطاقة والتي يمكن فقط أن يكون لها قيم محددة .

4)جهاز مشابه لليزر يبعث إشعاع موجات ميكروويف يسمى الميزر . ماالكلمات المرجعية التي تكوّن هذا الاختصار ؟

تضخيم الموجات الميكروية باستعمال الانبعاث المحفز بالإشعاع .

5) ما الخصائص ضوء الليزر التي أدت إلى استخدامه في أجهزة العرض الضوئية ؟

الليزر موجات ضوئية موجّهة ومركزة وذات أطوال موجية موحدة وأحادية اللون .

6) إذا انبعث ضوء أبيض من سطح الأرض وشاهده شخص من الفضاء ، فهل يظهر الطيف بحيث يكون متصلاً ؟ فسر .

لا، طاقات معينة سوف تمتص بواسطة الغازات في الغلاف الغازي،لذلك سوف يحتوي الطيف على خطوط امتصاص .

7) قارن بين نظرية الكم الميكانيكية للذرة ونموذج بور .

لنوذج بور أقطار محددة ثابتة ويسنح بالحسابات فقط لذرات الهيدروجين ، في حين يعطي النموذج الحالي (نظرية الكم الميكانيكية) احتمالية وجود إلكترون في موقع ما ، ويمكن أن يستخدم لجميع الذرات .

8) إذا دخل فوتون ضوءبرتقالي طوله الموجي $6\times10^{2}$ nm في ذرة كالسيوم مثارة عند مستوى الطاقة $E_6$ فتأينت الذرة ، فما مقدار طاقة حركة الإلكترون المنبعث من الذرة ؟

طاقة الفوتون

$$E = h\,c\,/\lambda$$
$$= (6.63\times10^{-34})(3\times10^{8}) / 6\times10^{-7} = 3.314 \text{ J}$$
$$= (3.314) / (1.60\times10^{-19}) = 2.07 \text{ ev}$$

الطاقة اللازمة للتأين $E_6$

$$6.08 - 5016 = 0.92 \text{ ev}$$

الطاقة الحركية = طاقة الفوتون – طاقة التأين

$$2.07 - 0.92 = 1.15 \text{ ev}$$

9) ذرة هيدروجين مثارة إلى n = 3 وفق نموذج بور ، أوجد كلاً مما يلي :

a- نصف قطر المستوى .

$$r = \frac{h^2\,n^2}{4\pi^2\,k\,m\,q^2} = \frac{(6.63\times10^{-34})^2\,(3)^2}{4\pi^2(9\times10^{9})(9.11\times10^{-31})(1.6\times10^{-19})^2} = 4.77\times10^{-10} \text{ m}$$

b- القوة الكهربائية بين البروتون و الإلكترون .

$$F = \frac{k\,q^2}{r^2} = \frac{(9\times10^{9})\,(1.60\times10^{-19})^2}{(4.77\times10^{-10})^2} = 1.01\times10^{-9} \text{ N}$$

c- التسارع المركزي للإلكترون .

$$F = ma$$
$$a = \frac{F}{m} = \frac{1.01\times10^{-9}}{9.11\times10^{-31}} = 1.11\times10^{21} \text{ m/s}^2$$

d- السرعة الدورانية للإلكترون ( قارن بين هذه السرعة وسرعة الضوء ) .

$$a = v^2 / r$$
$$v = \sqrt{ar} = \sqrt{(1.11\times10^{21})(4.77\times10^{-10})} = 7.28\times10^{5} \text{ m/s}$$

0.24% من سرعة الضوء

10) أوجد عدد الفوتونات لكل ثانية في ليزر قدرته 5.0 mW وطوله الموجي 840 nm .

$$P = (\text{عدد الفوتونات/s})\,(\text{E/فوتون}) = nE$$
$$n = P / E$$

لحساب طاقة الفوتون بالجول نستخدم العلاقة :

$$E = hc/\lambda = (1.60\times10^{-19})\,(1240) / 840 = 2.4\times10^{-19} \text{ J}$$

$$\Rightarrow n = \frac{5\times10^{-3}}{2.4\times10^{-19}} = 2.1\times10^{16} \text{ فوتون/ s}$$

## الاختبار المقنن ( الفصل 9 )

1) أي نماذج الذرة الآتية تعتمد على تجربة صفيحة الذهب الرقيقة لراذرفورد ؟

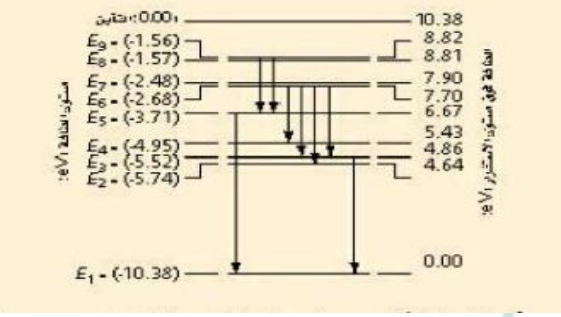
a- نموذج بور .
b- النموذج النووي .
c- نموذج فطيرة الخوخ .
d- النموذج الكمي الميكانيكي .

2) تبعث ذرة زئبق ضوءاً طول موجته 405 nm .. ما مقدار فرق الطاقة بين مستويي الطاقة في هذا الانبعاث؟

$$\Delta E = \frac{1240}{\lambda} = \frac{1240}{405} = 3.06 \text{ ev}$$

a- 0.22 ev
b- 2.14 ev
c- 3.06 ev
d- 4.05 ev

3) يبين الرسم أدناه مستويات طاقة ذرة الزئبق .. ماطول موجة الضوء المنبعث عندما تحدث تحولات في الذرة من مستوى الطاقة $E_7$ إلى المستوى $E_4$ ؟




$$\Delta E = 7.90 - 5.43 = 2.47 \text{ ev}$$

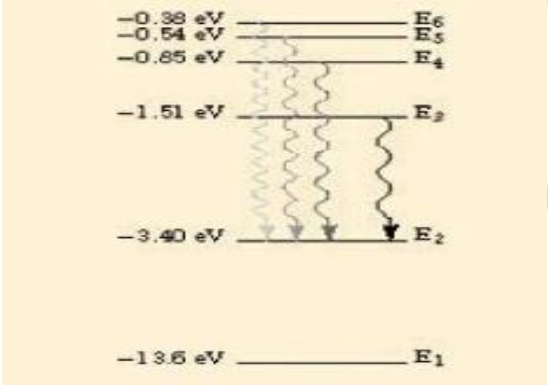
$$\lambda = \frac{1240}{\Delta E} = \frac{1240}{2.47} = 502.02 \text{ nm}$$

a- 167 nm
b- 251 nm
c- 500 nm
d- 502 nm

4) أي الجمل الآتية عن النموذج الكمي للذرة غير صحيحة ؟

a- مستويات الطاقة المسموح بها للذرة مكماة .
b- مواقع الإلكترونات حول النواة معروفة بدقة .
c- تحدد سحابة الإلكترون المساحة التي يحتمل أن يوجد فيها الإلكترون .
d- ترتبط مستويات الإلكترون المستقرة مع طول موجة دي برولي .

لحل المسألتين 5و6 ارجع إلى الرسم التوضيحي الذي يبين سلسلة بالمر لانتقال الالكترون في ذرة الهيدروجين .




5) أي تحول مسؤول عن انبعاث ضوء بأكبر تردد ؟

a- $E_6$ إلى $E_2$
b- $E_2$ إلى $E_3$
c- $E_6$ إلى $E_3$
d- $E_2$ إلى $E_6$

6) ما مقدار تردد خط سلسلة بالمر المرتبط بتحول مستوى الطاقة من $E_4$ إلى $E_2$ ؟ ( $1 \text{ ev} = 1.6\times10^{-19} \text{J}$ ) .

$$(-0.85) + (3.40) = 2.55 \text{ ev}$$

$$E = h f$$

$$f = \frac{E}{h} = \frac{2.55\times1.6\times10^{-19}}{(6.63\times10^{-34})} = 6.15\times10^{14} \text{ Hz}$$

a- $2.55\times10^{14}$ Hz
b- $4.32\times10^{14}$ Hz
c- $6.15\times10^{14}$ Hz
d- $1.08\times10^{15}$ Hz

# إلكترونات الحالة الصلبة

أشباه الموصلات : ( السيليكون – الجرمانيوم )
تعمل على تضخم الإشارات الكهربائية الضعيفة جداً وضبطها من خلال حركة الإلكترونات داخل منطقة بلورية صغيرة .
تمتاز الادوات المصنوعة منها بأنها :
- أدوات صغيرة جداً.
- لا تولد حرارة كبيرة.
- كلفة صناعتها قليلة.
- يقدر عمرها الافتراضي بأكثر من عشرين عاماً.
[ تعمل الأدوات المصنوعة من أشباه الموصلات بقدرة كهربائية صغيرة جداً ] علل
بسبب قلة عدد الإلكترونات المتدفقة خلالها إضافة لعدم احتوائها على فتائل .

الموصلات والعوازل :
حركة الشحنات: تتحرك الشحنات بسهولة في الموصلات ولا تتحرك بسهولة في العوازل حيث أن مقدرة الموصلات على نقل الشحنات أكبر من العوازل .
المواد الصلبة البلورية: تتكون من ذرات مرتبطة معاً بترتيبات منتظمة .
حزم الطاقة :
حزم التكافؤ :
حزم الطاقة ذات مستويات الطاقة الدنيا في الذرة وتكون مملوءة بإلكترونات مرتبطة في البلورة.
حزم التوصيل:
حزم الطاقة ذات المستويات العليا في الذرة ويكون متاحاً فيها للإلكترونات الانتقال من ذرة إلى أخرى .
فجوات الطاقة :
المنطقة التي تفصل بين حزم التوصيل وحزم التكافؤ والتي لا يوجد فيها مستويات طاقة متاحة للإلكترونات .
[ موصلية المواد تزداد بنقصان فجوة الطاقة بين حزم التوصيل وحزم التكافؤ ]
[ فجوات الطاقة تسمى مناطق الطاقة الممنوعة أو المحظورة ] علل
لأنه لا يوجد في فجوات الطاقة مستويات طاقة متاحة للإلكترونات .
[ يحتاج الكربون البلوري (التركيب الماسي) إلى طاقة أكبر لنقل إلكترونات التكافؤ إلى حزمة التوصيل مقارنة مع السيليكون ] علل
لأن للسيليكون البلوري فجوة طاقة صغيرة مقارنة مع فجوة طاقة الماس ..
[ الكربون الجرافيتي موصل جيد بعكس الكربون الماسي ] علل
لأن ترتيب الذرات في الجرافيت يمنحه فجوة طاقة أقل مقارنة بحالة الماس .

نظرية الأحزمة للمواد الصلبة :
وصف لحزمتي التكافؤ و التوصيل المنفصلين بواسطة فجوات الطاقة الممنوعة ..
- عندما تكون الفراغات بين الذرات كبيرة يكون مستويي الطاقة في الذرة منفصلين .
- تبدأ البلورة الصلبة في التشكل بتقريب ذرات إلى الذرة الأولى .
- تتجزأ مستويات الطاقة في حالة الاستقرار في كل ذرة في البلورة الصلبة إلى مستويات طاقة متعددة بسبب المجالات الكهربائية للذرة المجاورة لها .
- تنشأ حزم طاقة للمستويات ذات الطاقة الدنيا (حزم التكافؤ) و أخرى للمستويات ذات الطاقة العليا ( حزم التوصيل ) وبينهما فجوة طاقة .

السيليكون: عند درجة الصفر المطلق: - حزمة التكافؤ مملوءة كلياً بالإلكترونات. - حزمة التوصيل فارغة تماماً.
عند درجة حرارةالغرفة: عدد من إلكترونات التكافؤ تمتلك طاقة حرارية كافية لتقفز عن فجوة الطاقة 1.1ev لتصل إلى حزمة التوصيل وتكون نواقل للشحنة .
[ تزداد موصلية السيليكون عندما تزداد درجة الحرارة ] علل
لأن المزيد من الإلكترونات تكتسب طاقة كافية للقفز عن فجوة وتكوين نواقل للشحنة .
الجرمانيوم : أثر درجة الحرارة : الجرمانيوم حساس جداً للحرارة في معظم التطبيقات الإلكترونية .
التغيرات الطفيفة في درجة الحرارة تسبب تغيرات كبيرة في موصلية الجرمانيوم .
[ الجرمانيوم أكثر موصلية من السيليكون عند أي درجة حرارة ] علل
لأن فجوة الطاقة للجرمانيوم أقل من فجوة الطاقة للسيليكون .
[ صعوبة ضبط دوائر الجرمانيوم الكهربائية واستقرارها ] علل
لأن التغيرات الطفيفة في درجة الحرارة تسبب تغيرات كبيرة في موصلية الجرمانيوم .

الرصاص :
تداخل الحزم :
- المواد التي يوجد فيها تداخل بين حزم التوصيل وحزم التكافؤ المملوءة جزئياً بالإلكترونات تعد مواداً موصلة مثل الرصاص .
- في مخطط (الحزم – الفجوة ) للرصاص تتداخل حزمة التوصيل وحزمة التكافؤ علل
لأن الفراغات بين ذراته صغيرة 0.27 nm

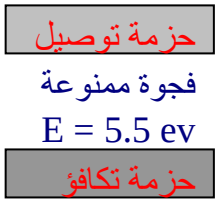
## الموصلات الكهربائية و العوازل

حركة الإلكترونات :
حركة الإلكترونات في الموصلات سريعة وعشوائية حيث تتغير اتجاهها عندما تصطدم بالذرات .
أثر المجال الكهربائي عليها :
- بتطبيق فرق جهد عبر مادة سيؤثر المجال الكهربائي الناتج بقوة تدفع الإلكترونات في اتجاه واحد .
- تتسارع الإلكترونات وتكتسب طاقة نتيجة الشغل الذي يبذله عليها المجال وبذلك تتحرك الإكترونات التي اكتسبت طاقة من ذرة إلى الذرة التالية .
[ الفلزات كالألمنيوم و النحاس توصل الكهرباء بسهولة ] علل لأن حزمها مملوءة جزئياً بالإلكترونات .
نموذج إلكترون – غاز :
نموذج من الموصلات تتحرك فيه الإلكترونات حركة سريعة باتجاهات عشوائية وتتحرك ببطء شديد في اتجاه النهاية الموجبة للسلك بتأثير المجال الكهربائي .

الموصلية :
علاقتها بالمقاومية : - الموصلية مقلوب المقاومية . - كلما قلت موصلية المادة ازدادت مقاوميتها .
[تقل موصلية الفلز عندما ترتفع درجة حرارته] علل لأن سرعة الإلكترونات تزداد فتزداد تصادماتها بالذرات.
كثافة الإلكترونات الحرة في موصل : عدد الإلكترونات الحرة في وحدة الحجم من المادة .

$$\frac{\text{Free } e^-}{cm^3} = \left(\frac{\text{free } e^-}{\text{atom}}\right)(N_A)\left(\frac{1}{M}\right)(\rho)$$

العوازل : حزم الطاقة: - حزمة التكافؤ في العوازل مملوءة وحزمة التوصيل فارغة .
- متوسط الطاقة الحركية للإلكترونات في درجة حرارة الغرفة لاتكفيها لتقفز عن الفجوة الممنوعة.. وإذا طبق مجال كهربائي صغير على العازل فإن الإلكترونات غالباً لا تكتسب طاقة تكفي للوصول إلى حزمة التوصيل .
[المادة العازلة لا توصل التيار الكهربائي ] علل لأن إلكتروناتها تميل إلى البقاء في أماكنها .



# أشـبـاه الـمـوصـلات

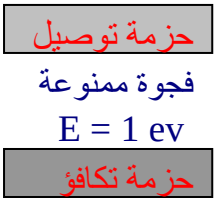
أنواعها : - أشباه الموصلات النقية . - أشباه الموصلات المعالجة .(السيليكون والجرمانيوم )

إلكترونات تكافؤها :

- تمتلك أربعة إلكترونات تكافؤ تساهم في ربط الذرات معاً في المادة الصلبة البلورية .
- الإلكترونات في أشباه الموصلات تتحرك بحرية أكبر من العوازل و أقل من الموصلات .

تركيبها :

- إلكترونات التكافؤ في أشباه الموصلات تشكل حزمة مملوءة كما في العوازل .
- الفجوة الممنوعة بين حزمة التكافؤ و حزمة التوصيل أصغر بكثير مقارنة مع العوازل .




حزم الطاقة :

- في درجة حرارة الغرفة متوسط الطاقة الحركية للإلكترونات تكفيها لتقفز عن الفجوة الممنوعة التى مقدارها 1ev .
- الحركة العشوائية للذرات و الإلكترونات تزود بعض الإلكترونات بطاقة كافية للتحرر من ذراتها الأصلية و التجول حول بلورة السيليكون .

أثر المجال الكهربائي :

إذا طبق مجال كهربائي على مادة شبه موصلة فإن إلكترونات حزمة التوصيل تتحرك خلال المادة الصلبة حسب اتجاه المجال المطبق .

[ تزداد موصلية أشباه الموصلات بزيادة درجة الحرارة ] علل

لأن زيادة درجة الحرارة يزيد من عدد الإلكترونات القادرة على الوصول إلى حزمة التوصيل فتزداد الموصلية.

الفجوات : مستوى طاقة فارغ في حزمة التكافؤ .

تكونها : عندما يتحرك إلكترون من ذرة يترك مكانه فجوة فتصبح الشحنة الكلية للذرة موجبة .

اتجاه حركة الفجوات : تتحرك الفجوات الموجبة في الاتجاه المعاكس لاتجاه حركة الإلكترونات الحرة السالبة .

[ عند اتحاد الفجوة مع الإلكترون الحر فإن شحنتيهما المختلفتين تعادل كل منهما الأخرى]

أشباه الموصلات النقية : أشباه موصلات توصل نتيجة تحرير الإلكترونات و الفجوات حرارياً .

[ مقاومة أشباه الموصلات النقية كبيرة و التوصيل فيها منخفض جداً ] علل

لان عدد قليل جداً من الإلكترونات والفجوات متوافرة لحمل الشحنة .

## أشباه الموصلات المعالجة

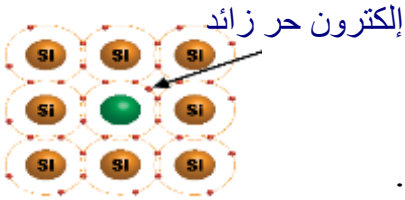
الشوائب : ذرات مانحة أو مستقبلة للإلكترونات تضاف بتراكيز قليلة إلى أشباه الموصلات النقية .

تعمل على : زيادة موصلية أشباه الموصلات وذلك بتوفير إلكترونات أو فجوات إضافية .

أشباه الموصلات المعالجة : أشباه الموصلات التي تعالج بإضافة شوائب .

أنواعها : 1) أشباه الموصلات من النوع السالب n . 2) أشباه الموصلات من النوع الموجب P .

أشباه الموصلات من النوع n :

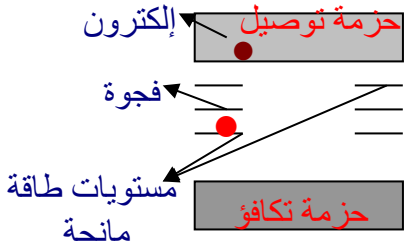



طريقة الحصول عليها :

- إضافة مادة معالجة خماسية التكافؤ إلى بلورة السيليكون .
- الذرة المعالجة (الزرنيخ As) تحل محل إحدى ذرات السيليكون في البلورة .
- ترتبط أربعة من إلكترونات التكافؤ الخمسة مع ذرات السيليكون المجاورة والخامس يسمى بالإلكترون المانح .

الإلكترون المانح :

- طاقة الإلكترون المانح قريبة جداً من طاقة حزمة التوصيل لذلك يمكن نقل الإلكترون المانح بسهولة من الذرة المعالجة إلى حزمة التوصيل .
- بتوافر عدد أكبر من الإلكترونات المانحة وانتقالها إلى حزمة التوصيل يزداد توصيل أشباه الموصلات من النوع n .



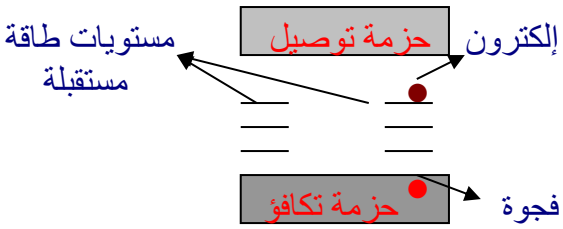
## أشباه موصلات من النوع P :

طريقة الحصول عليها :

- إضافة مادة الجاليوم ثلاثية التكافؤ إلى بلورة السيليكون .
- ذرة الجاليوم Ga تحل محل إحدى ذرات السيليكون .
- ترتبط إلكترونات التكافؤ الثلاثية مع ذرات السيليكون المجاورة فينقص إلكترون واحد مما يُحدث فجوة في بلورة السيليكون .

[ الإلكترونات في حزمة التكافؤ يمكن أن تسقط بسهولة في هذه الفجوات محدثة فجوات جديدة . ]

[ بتوافر عدد أكبر من الفجوات التي تنتجها ذرات الجاليوم يزداد توصيل أشباه الموصلات من النوع P . ]




## معالجة السيليكون بالشوائب :

- توضع بلورة نقية من السيليكون في الفراغ من عينة من المادة المعالجة .
- يُسخن المعالج حتى يتبخر وتتكاثف ذراته على السيليكون الباردة حيث ينتشر المعالج في السيليكون بالتسخين.
- تبخر طبقة رقيقة من الألمنيوم أو الذهب على البلورة المعالجة ويلحم سلك بطبقة الفلز مما يسمح للمستخدم بتطبيق فرق جهد على السيليكون المعالج بالشوائب .

## المجسمات الحرارية :

أجهزة شبه موصلة تعتمد مقاومتها بدرجة كبيرة على درجة الحرارة .

استخداماتها : - مقياس حساس لدرجة الحرارة .

- الكشف عن تغيرات درجة الحرارة للمكونات الأخرى للدائرة الكهربائية .
- الكشف عن موجات الراديو والأشعة تحت الحمراء و الأنواع الأخرى من الإشعاع .

الموصلية الكهربائية لأشباه الموصلات النقية وغير النقية حساسة لكل من :

- درجة الحرارة .
- الضوء .

[ تزداد موصلية أشباه الموصلات وتقل مقاومتها بزيادة درجة حرارتها ] علل

لأن زيادة درجة حرارة أشباه الموصلات يسمح بوصول المزيد من الإلكترونات إلى حزمة التوصيل .

## مقاييس الضوء :

مبدأ عمل مقاييس الضوء يعتمد على حساسية أشباه الموصلات للضوء .

استخداماتها :

- يستخدمها مهندسو الإضاءة في إنارة المحال التجارية و المكاتب و المنازل .
- يستخدمها المصورون الفوتوجرافيون لتعديل آلات التصوير لالتقاط أفضل الصور .

[ مقاومة أشباه الموصلات المعالجة تتناقص مع زيادة شدة الضوء ] علل

لأن الضوء يعمل على إثارة إلكترونات حزمة التكافؤ فتنتقل إلى حزمة التوصيل .

# الأدوات الإلكترونية

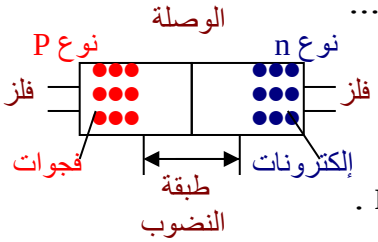
## الدايودات :

شبه موصل بسيط يوصل الشحنات باتجاه واحد ويتكون من قطعة صغيرة من أشباه الموصلات من النوع P موصلة بقطعة أخرى من النوع n ...

من استخداماتها : تحويل الجهد المتناوب AC إلى جهد مستمر DC ( مقوّم ) ...

تصنيعها :

- عينة السيليكون النقي تعالج بالمعالج P ثم بالمعالج n .
- منطقة الوصل الفلزية في كل منطقة تطلى بحيث يمكن وصل الأسلاك بها .



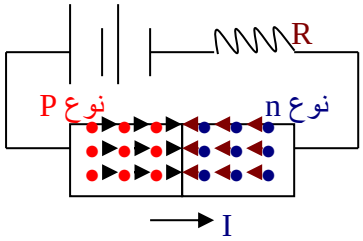

الوصلة : الحد الفاصل بين شبه الموصل من نوع P وشبه الموصل من نوع n .

طبقة النضوب :

المنطقة المحيطة بالطبقة الفاصلة Pn لا يوجد فيها فجوات أو إلكترونات حرة فتنضب فيها ناقلات الشحنة وتصبح موصل ضعيف جداً .

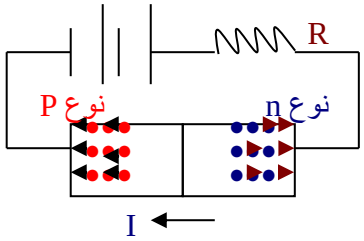
توصيل الدايود في الدارة الكهربائية :

الدايود المنحاز أمامياً




- يوصل طرف الدايود n مع القطب السالب للبطارية والطرف P مع القطب الموجب لها .
- ناقلات الشحنة(الفجوات والإلكترونات) تُدفع باتجاه طبقة النضوب فتضمحل ويعبر التيار من خلال الدايود ...

الدايود المنحاز عكسياً




- يصل طرف الدايود مع القطب السالب للبطارية والطرف n مع القطب الموجب لها .
- ناقلات الشحنة (الفجوات والإلكترونات) تنجذب نحو البطارية فيزداد عرض طبقة النضوب ويعمل الدايود عمل مقاوِم كبير جداً فلا يمر تيار من خلاله .

## الدايودات المشعة للضوء :

مصنوعة من مزيج الجاليوم والألمنيوم مع الزرنيخ والفسفور .

من استخداماتها:

- بعث الضوء عندما تكون منحازة أمامياً .
- استشعار الضوء و الكشف عنه عندما تكون منحازة عكسياً .

## دايود الليزر :

- تستخدم في مشغلات الأقراص المدمجة .
- تستخدم في مؤشرات الليزر .
- تستخدم في الماسحات الضوئية لأشرطة الترميز في الأسواق التجارية .

## الهبوط في جهد الدايود :

$$V_b = I\,R + V_d$$

$V_b$: جهد مصدر القدرة (v) I : التيار الكهربائي (A) R: مقاومة مقاوِم (Ω) $V_d$: الهبوط في جهد الدايود (v)

## الترانزستورات :

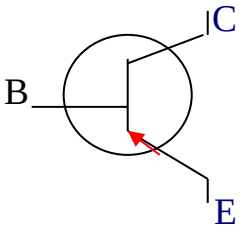
أداة بسيطة مصنوعة من مادة شبه موصلة معالجة بالشوائب يعمل كمضخم ومقوي للإشارات الضعيفة .

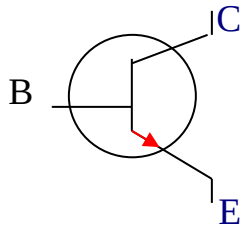
أجزاؤها : الباعث E ، القاعدة B ، الجامع C

أنواعها :

- ترانزستور npn .  - ترانزستور pnp .

[ السهم المرسوم على الباعث يوضح اتجاه التيار الاصطلاحي ]




## استخداماتها :

### 1)مضخات :

- في جهاز السجيل : التغيرات الصغيرة في الجهد الحثي في الملف الناتجة عن المناطق الممغنطة الموجوة على الشريط تُضخم لتحريك ملف السماعة .

- في الحاسوب : التيارات الصغيرة في دائرة القاعدة – الباعث تعمل على تشغيل وايقاف التيارات الكبيرة في دائرة الجامع – الباعث .

### 2) مفاتيح تحكم سريعة الأداء :

العديد من الترانزستورات توصل معاً ...

- لتنفيذ عمليات منطقية ....  - لإضافة أرقام معاً ....

## كسب التيار :

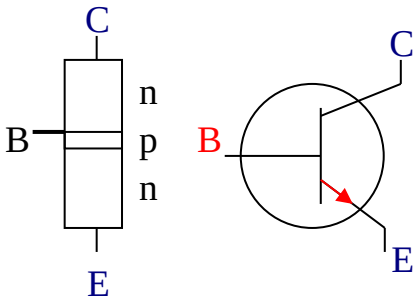
كسب التيار من دائرة القاعدة إلى دائرة الجامع مؤشر على أداء الترانزستور ..

$$I_E = I_B + I_C$$

$$\text{كسب التيار} = \frac{I_C}{I_B}$$

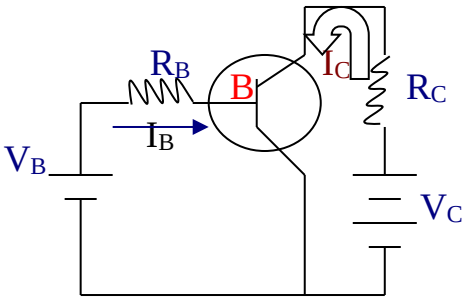
$I_E$: تيار الباعث (mA)  $I_B$: تيار القاعدة (mA)  $I_C$: تيار الجامع (mA)

## الترانزستور npn :



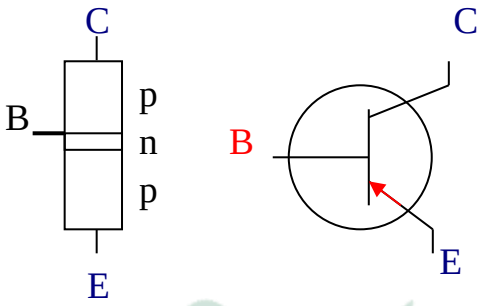

يتكون من طبقتين من مادة شبه موصلة من النوع n على طرفي طبقة مركزية رقيقة مصنوعة من مادة شبه موصلة من النوع p ...
[ يمكن اعتبار وصلتي pn تشكيلاً مبدئياً لدايودين موصلين معاً بصورة عكسية الأول دايود موجود بين القاعدة و الجامع والثاني دايود موجود بين القاعدة والباعث . ]

عمله :




- البطارية $V_C$ تعمل عمل إبقاء الجامع ذي شحنة موجبة أكبر من شحنة الباعث لذا فالديود الموجود بين القاعدة والجامع منحازاً عكسياً وطبقة النضوب عريضة فلا يسري تيار من الجامع إلى القاعدة ....
- وصل البطارية $V_B$ يجعل القاعدة ذات شحنة موجبة أكبر من شحنة الباعث لذلك يكون الدايود الموجود بين القاعدة والباعث منحازاً أمامياً فيمر تيار من القاعدة إلى الباعث ...
- التغير القليل في التيار $I_B$ يُنتج تغيراً كبيراً في التيار $I_C$ لأن تدفق الشحنات بواسطة التيار $I_B$ يقلل من الانحياز العكسي للدايود سامحاً للشحنة بالتدفق من الجامع إلى الباعث ...
- الترانزستور يضخم التغيرات الصغيرة في الجهد $V_B$ إلى تغيرات جهد أكبر في تيار الجامع مما يؤدي إلى تغيرات في الهبوط في الجهد عبر المقاوم $R_C$ ...

## الترانزستور pnp:




يتكون من طبقتين من مادة شبه موصلة من النوع p على طرفي طبقة مركزية رقيقة مصنوعة من مادة شبه موصلة من النوع n ...
[ الترانزستور pnp يعمل بطريقة مماثلة لطريقة عمل الترانزستور npn ماعدا أن قطبي البطاريتين معكوسان .]

## الرقائق الميكروية :

دوائر متكاملة تتكون من آلاف الترانزستورات والدايودات و المقاومات و الموصلات ...

صناعتها :

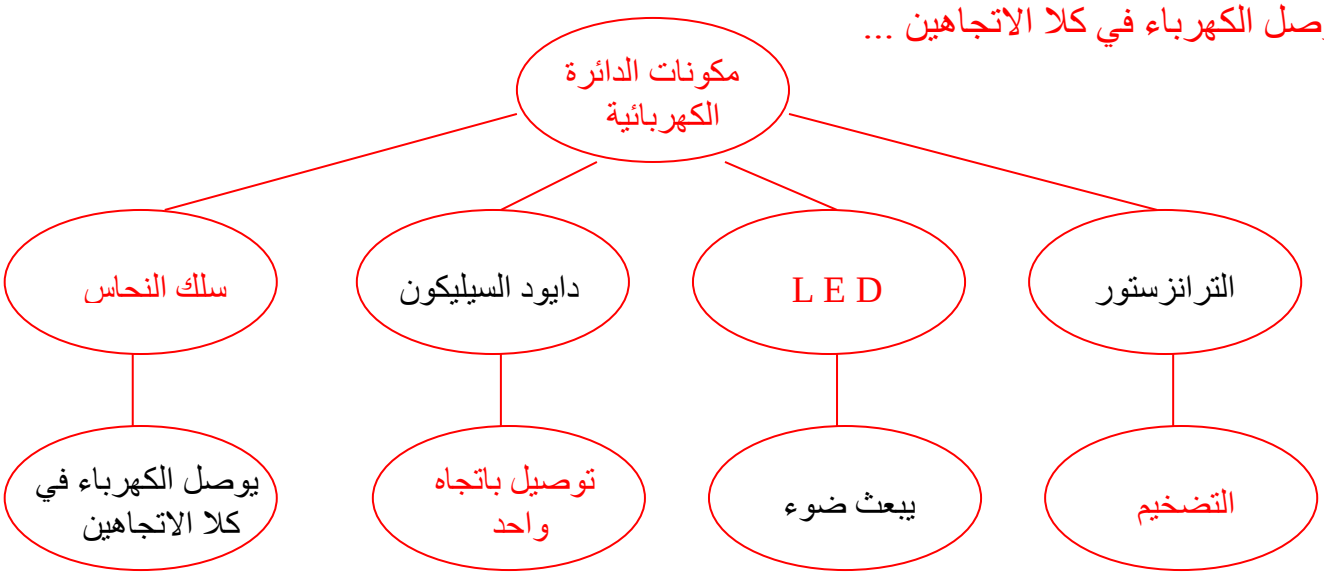
- تبدأ الرقاقة الميكروية ببلورة واحدة من السيليكون عالية النقاوة حيث يتم معالجة السيليكون وتشويبه بذرات مانحة أو مستقبلة .
- يقطع السيليكون بمنشار مطلي بالماس إلى شرائح سمكها أقل من 1mm .
- تبني الدائرة طبقة بعد أخرى على سطح الشريحة .
- تُنتج آلاف الدوائر المتماثلة في شريحة واحدة (الرقاقة) ثم تُفحص وتقطع إلى شرائح منفردة ثم توصل الأسلاك بوصلاتها .
- عند التجميع النهائي يُغلف المنتج بإحكام بواسطة مواد بلاستيكية حافظة .

استخداماتها :

- تستخدم في الحواسيب حيث تُشكل قلب وحدة المعالجة المركزية في الحاسوب .
- تستخدم في الأجهزة الكهربائية .
- تستخدم في السيارات .

# حل بعض أسئلة التقويم

1) أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات الآتية : الترانزستور ، دايود السيليكون ، يبعث ضوءاً ، يوصل الكهرباء في كلا الاتجاهين ...




2) لماذا يؤدي تسخين أشباه الموصلات إلى زيادة موصليتها ؟

تعطى كمية الحرارة العالية طاقة إضافية للإلكترونات مما يسمح بوصول المزيد من الإلكترونات إلى حزمة التوصيل .

3) ما الناقل الرئيس للتيار في المادة شبه الموصلة من النوع p ؟

ثقوب ذات شحنة موجبة .

4) يطبق جهاز الأوميتر فرق الجهد عبر الأداة لفحصها ، ويقيس التيار ، ويبيّن مقاومة الأداة . إذا قمت بتوصيل الأوميتر عبر الدايود ، فهل يعتمد التيار الذي يقيسه على أي طرف للدايود يوصل مع القطب الموجب لجهاز الأوميتر ؟ وضح إجابتك .

نعم ، هناك طريقة واحدة لجعل الدايود منحازاً أمامياً ، أما الطريقة الأخرى فتجعله منحازاً عكسياً .

5) ما معنى رأس السهم على الباعث في رمز دائرة الترانزستور؟

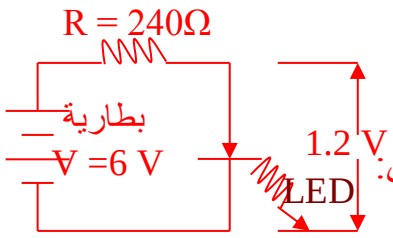
رأس السهم هو الذي يوضح اتجاه التيار الاصطلاحي .

6) أي من المواد الآتية تعمل كعوازل جيدة : مادة تمتلك فجوة ممنوعة عرضها 8 ev ، أم مادة تمتلك فجوة ممنوعة عرضها 3ev أم مادة لا تمتلك فجوة ممنوعة ؟

مادة تمتلك فجوة ممنوعة عرضها 8 ev .

7) بالنسبة لذرات المواد الثلاث الواردة في السؤال السابق ، أي من هذه المواد الأكثر صعوبة عند انتزاع إلكترون منها ؟

مادة تمتلك فجوة ممنوعة عرضها 8 ev .




8) إذا كان هبوط الجهد عبر الدايود المشع للضوء المتوهج يساوي 1.2V تقريباً وفي الشكل فإن هبوط الجهد عبر المقاومة هو الفرق بين جهد البطارية وهبوط الجهد عبر الدايود المشع للضوء . ما مقدار التيار الكهربائي المار خلال كل مما يلي:

a- الدايود المشع للضوء LED

$$V_b = IR + V_d$$

$$I = \frac{V_b - V_d}{R} = \frac{6 - 1.2}{240} = 20\ mA$$

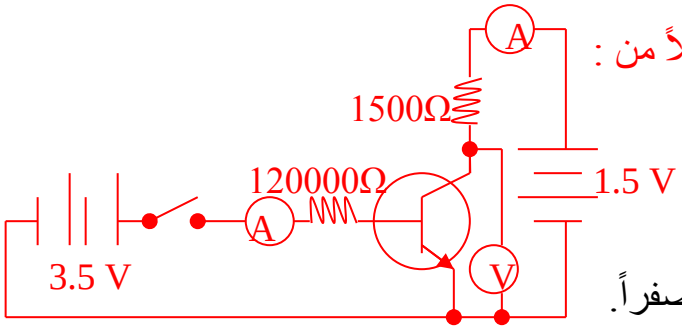
b- المقاومة

$$I = 20\ mA$$

9) وصل دايود من السيليكون ذو الخصائص 1/V الموضحة في الشكل السابق مع بطارية من خلال مقاومة مقداره 270Ω ، إذا كان الدايود منحازاً إلى الأمام بواسطة بطارية ، وكان تيار الدايود يساوي 15 mA. فما مقدار جهد البطارية ؟

$V_d = 0.70\ V$ من الشكل $V_b = IR + V_d$

$$V_b = (15)\ (270) + 0.70 = 4.8\ V$$




10) افترض أن المفتاح الموضح في الشكل مفتوح ، حدد كلاً من :

a- تيار القاعدة .

من خلال معاينة الشكل فإن دائرة القاعدة مفتوحة لذا يكون تيار القاعدة صفراً .

b- تيار الجامع .

من التعريف إذا كان تيار القاعدة صفراً فكذلك تيار الجامع صفراً.

c- قراءة الفولتمتر .

15 V، فعندما لا يكون هناك تدفق للتيار ، فإن الهبوط عبر المقاومة يكون صفراً ويكون هبوط الـ 15V عبر الترانزستور .

11) افترض أن المفتاح الموضح في الشكل السابق مغلق ، وهبوط الجهد عبر وصلة القاعدة – الباعث يساوي 0.70 V، وكسب التيار من القاعدة للجامع يساوي 220 ، حدد كل من :

a- تيار القاعدة .

$$I = \frac{V}{R} = \frac{3.5 - 0.70}{120000} = 2.3 \times 10^{-5}\ A$$

b- تيار الجامع .

$$I_C / I_B = 220 \quad , \quad I_C = 220\ I_B$$

$$I_C = (220)\ (2.3\times10^{-5}) = 5.1\times10^{-3}\ A$$

c- قراءة الفولتمتر .

نجد الهبوط عبر المقاومة 1500Ω: $V = IR = (5.1\times10^{-3})(1500) = 7.7\ V$

وبما أن الأميتر متصل عبر الترانزستور فإن :

$V_{ترانزستور} + V_{مقاومة} = V_{بطارية}$ ، $V_{ترانزسنور} = V_{أميتر}$

$$V_{أميتر} = V_{بطارية} - V_{مقاومة} = 15 - 7.7 = 7.3\ V$$

# الاختبار المقنن ( الفصل 10 )

1) أي العبارات الآتية الخاصة بالدايود تعد غير صحيحة ؟ يمكن للدايود ...

a- تضخيم الجهد .
b- الكشف عن الضوء .
c- أن يبعث ضوءاً .
d- تقويم التيار المتردد .

2) تحتوي كل ذرة كادميوم على إلكترونين حرين ما عدد الإلكترونات الحرة الموجودة في $1\ cm^3$ لعنصر الكاديوم علماً أن كثافة الكاديوم تساوي $8650\ kg/m^3$ ؟ $\rho=8.65g/cm$ , $M=112.4g/mol$ ,$Ne_{atom}=2$

$$Ne_{cm^3} = \frac{\rho\ N_A\ Ne_{atom}}{M} = \frac{(8.65)(6.02\times10^{23})(2)}{112.411} = 9.26\times10^{22}\ e/cm^3$$

a- $1.24\times10^{21}$
b- $9.26\times10^{22}$
c- $9.26\times10^{24}$
d- $1.17\times10^{27}$

3) إذا كان تيار القاعدة في دائرة الترانزستور يساوي $45\mu A$ وتيار الجامع يساوي $8.5\ mA$، فما مقدار كسب التيار من القاعدة إلى الجامع ؟

$$\text{كسب التيار} = \frac{I_C}{I_B} = \frac{8.5\ mA}{45\times10^{-3}\ mA} = 188.8 = 189\ mA$$

a- 110
b- 190
c- 205
d- 240

4) في المسألة السابقة إذا زاد تيار القاعدة بمقدار $5\mu A$ ، فما مقدار الزيادة في تيار الجامع ؟

$I_B = 45\mu A + 5\mu A = 50\mu A = 50\times10^{-3}mA$

$I_B\ (190) = I_C \Rightarrow I_C = (50\times10^{-3})(190) = 9.5$

الزيادة $\Leftarrow$ 1mA

a- $5\mu A$
b- 1 mA
c- 10 mA
d- 190 µA

5) تبين دائرة ترانزستور أن تيار الجامع $4.75\ mA$وكسب التيار من القاعدة إلى الجامع 250، فما مقدار تيار القاعدة ؟

$$\text{كسب التيار} = \frac{I_C}{I_B} \Rightarrow I_B = \frac{I_C}{\text{كسب التيار}} = \frac{4.75\times10^3\mu A}{250} = 19$$

a- $1.19\mu A$
b- $18.9\mu A$
c- 4.75mA
d- 1190 mA

6) أي الصفوف في الجدول الآتي تمثل الوصف الأفضل لاشباه موصلات السيليكون لكل من النوع n و النوع p

| | النـــوع n | النـــوع p |
|---|---|---|
| a- | معالج بالجاليوم . | إلكترونات مضافة . |
| b- | إلكترونات مضافة. | معالج بالزرنيخ . |
| c- | معالج بالزرنيخ . | فجوات مضافة . |
| d- | فجوات مضافة . | معالج بالجليوم . |

7) أي الصفوف الآتية تمثل أفضل وصف لسلوك أشباه الموصلات النقية-سيليكون نقي-عند زيادة درجة الحرارة

| | الموصلية | المقاومة |
|---|---|---|
| a- | تزداد | تزداد . |
| b- | تزداد | تقل . |
| c- | تقل | تزداد . |
| d- | تقل | تقل . |

8)يتضاعف إنتاج الإكترون حرارياً في السيليكون لكل ارتفاع في درجة الحرارة مقداره 8˚C يظهر صمام السيليكون تياراً 2.0 nA عند درجة حرارة 0˚C عندما يكون منحازاً عكسياً ... كم يكون مقدار التيار عند 112˚C إذا كان جهد القاعدة العكسي ثابتاً ؟

$$I_{\circ C} = I_{0^\circ} \times 2^{(Ic/8)}$$

$$112/8 = 14$$

$$I_{112^\circ C} = 2 \times 2^{14}\ 32768\ nA = 33\mu A$$

a- 11µA

b- 33µA

c- 44µA

d- 66 µA

# الـــــنـــــواة

وصف النواة :

مكوناتها : - البروتونات $_1^1H$ : الجسيم الوحيد المشحون داخل النواة وشحنته موجبة .

- النيوترونات $_0^1n$ : مكتشفها شادويك وهي غير مشحونة .

شحنتها :

شحنة النواة = Ze ، Z:العدد الذري (عدد البروتونات). e: الشحنة الاساسية ( C ).

[ كتلة النيوترون تساوي كتلة البروتون تقريباً وتساوي وحدة الكتلة الذرية 1u]

العدد الكتلي : يساوي مجموع عدد البروتونات وعدد النيوترونات في النواة .

كتلة النواة : الكتلة التقريبية للنواة تساوي حاصل ضرب العدد الكتلي في وحدة الكتل الذرية .

[وحدة الكتلة الذرية تساوي 1/12 من كتلة ذرة الكربون 12 ]

كتلة النواة = A (u) ، A: العدد الكلي .. u: وحدة الكتلة الذرية .

حجم النواة :أظهرت نتائج رذرفورد القياسات الأولى لحجم النواة و أن نصف قطرها $10^{-14}$ m.

[ الكتل الذرية للعناصر لا تساوي عدداً صحيحاً ] علل

لأنه يمكن أن يكون لذرات العنصر الواحد كتلاً مختلفة .

النظائر :أشكال مختلفة للذرة نفسها لها كتل مختلفة ولها الخصائص الكيميائية نفسها .

النويدة :تعريفها :جزء صغير جداً في مركز الذرة موجب الشحنة وتتركز فيه معظم كتلة الذرة .

- جمع نويدات العنصر (نواة النظير) لها عدد البروتونات نفسه و أعداد نيوترونات مختلفة .

- جميع نظائر العنصر المتعادل كهربائياً لها نفس العدد من الإلكترونات حول النواة .

عدد النيوترونات = A – Z ، A: العدد الكتلي ... Z:العدد الذري ...

نظائر النيون : $_{10}^{20}Ne$ ، $_{10}^{22}Ne$ رمز العنصر $_Z^AX$ A العدد الكلي Z العدد الذري

القوة النووية القوية :

قوة كبيرة جداً تربط مكونات النواة وهي نفس القوة بين البروتونات والبروتونات أو البروتونات و النيوترونات أو النيترونات و النيوترونات ...

مداها : القوة النووية القوية مداها قصير و يساوي نصف قطر البروتون .

أهميتها : قوة تجاذب تحافظ على بقاء النيوكليونات ( البروتونات و النيوترونات ) في النواة .

[ يجب بذل شغل لإخراج النيوكليون خارج النواة ] علل لتغلب على قوة التجاذب .

[ الشغل المبذول لإخراج النيوكليون خارج النواة يضاف إلى النظام لتفتيت النواة ]

طاقة الربط النووية : الطاقة المكافئة لنقص كتلة النواة .

$$E\ (\mu ev) = \Delta m(u) \times 931$$

$$E\ (J) = m(kg)\ c^2$$

نقص الكتلة : الفرق بين مجموع كتل مكونات النواة منفردة وكتلتها الكلية مشتملة .

العلاقة الرياضية :

$$\Delta\ m = M^{-} - (m_p \cdot n_p + m_n \cdot n_n)$$

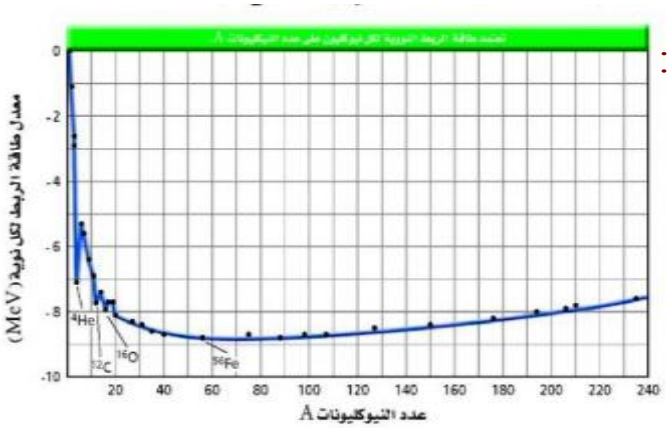
نقص الكتلة = كتلة النظير – ( كتلة البروتونات والإلكترونات + كتلة النيوترونات )

[ طاقة الربط النووية جميعها تكون سالبة ] علل

لأن طاقة النواة المجموعة أقل من مجموع طاقات البروتونات والنيوترونات المنفردة التى تتكون منها النواة .

[ جهاز مطياف الكتلة يقيس كتل النويدات مع جميع إلكتروناتها ..]

# طاقة ربط النوية وكتلة النواة




## علاقة طاقة ربط النوية بكتلة النواة :

التمثيل البياني لمعدل طاقة الربط لكل نوية و عدد النيوكليونات :

- معظم الأنوية الثقيلة ترتبط بقوة أكبر من الأنوية الخفيفة .
- طاقة الربط النووية لكل نواة تصبح أكثر سالبية كلما ازداد العدد الكتلي حتى القيمة 56 ( العدد الكتلي للحديد ) .
- نواة الحديد $Fe^{56}$ من أكثر الأنوية ترابطاً .
- تصبح الأنوية أكثر استقراراً كلما اقترب عددها الكتلي من العدد الكتلي للحديد .
- الأنوية التي أعدادها الكتلية أكبر من الحديد تكون أقل ترابطاً أو أقل استقراراً .

## التفاعل النووي الطبيعي :

يحدث اضمحلالاً طبيعياً تلقائياً عند الأعداد الكتلية الأكبر من 56 .

ينتج عنه : - تحول النواة إلى نواة أخرى أصغر و أكثر استقراراً .

- تحرر طاقة على شكل جسيم مشع ذي كتلة وطاقة حركية .

[ عند اضمحلال اليورانيوم 238 إلى الثوريوم 234 فإن نواة الثوريوم الناتجة تكون أكثر استقراراً من نواة اليورانيوم .]

[ لا يتحول الثوريوم تلقائياً إلى اليورانيوم ] علل لأنه يجب أن تضاف طاقة إلى النواة لحدوث ذلك .

عندما تكتسب الأنوية الصغيرة نيوكليونات فإن النواة الناتجة ...

- لها طاقة ربط نووية أكثر سالبية ... - أكثر استقراراً ...

## تطبيقات في مجال الفيزياء النووية :

- استخدام عنصر الراديوم المشع في الطب .
- استخدام مسارعات البروتون في التطبيقات الطبية .
- استخدام الانشطار النووي في التطبيقات العسكرية .
- استخدام الانشطار النووي في التطبيقات السلمية .

## المواد المشعة :

المواد التي تنبعث منها إشعاعات تلقائياً وهذه الإشعاعات لها قدرة على النفاذ ...

[ لاحظ بيكرل أن لون الصفائح الفوتوجرافية التي تغطي اليورانيوم وتحجب الضوء عنه أصبح ضبابياً ] علل لأن نوعاً من الأشعة المنبعثة من اليورانيوم قد نفذت من الصفائح ...

[ تضمحل النواة عند انتقالها من حالة أقل استقراراً إلى حالة أكثر استقراراً تلقائياً ]

# الاضمحلال النووي

## الاضمحلال الإشعاعي :

اكتشافات رذرفورد ورفاقه : - عنصر الرادون يتحول تلقائياً إلى نواة أخف و إلى نواة هيليوم خفيفة .

- مركبات اليورانيوم تنتج في أنواع من الإشعاع سميت : ألفا $\alpha$ ، بيتا $\beta$ ، جاما $\gamma$ ...

الفصل بين الإشعاعات ألفا و بيتا وجاما :تم الفصل بين الإشعاعات اعتماداً على قدرتها على اختراق المواد ...

- يلزم صفيحة رقيقة من الورق لإيقاف جسيمات ألفا ...
- يلزم سمك 6 mm من الألمنيوم لايقاف معظم جسيمات بيتا ...
- يلزم سمك عدة سنتمترات من الرصاص لايقاف إشعاع جاما ...

## اضمحلال أو انبعاث ألفا :

عملية اضمحلال إشعاعي ينبعث فيها جسيم ألفا من النواة ...

$$^{226}_{88}Ra \rightarrow ^{222}_{86}Rn + ^{4}_{2}He \quad , \quad ^{236}_{92}U \rightarrow ^{234}_{90}Th + ^{4}_{2}He$$

[ جسيمات ألفا $^{4}_{2}\alpha$ عبارة عن أنوية ذرات الهيليوم $^{4}_{2}He$ ]

## تحولات نواة العنصر عند بعث ألفا :

| التحول | قبل التحول | بعد التحول |
|---|---|---|
| يقل عدده الكتلي بمقدار 4 | A | A – 4 |
| يقل عدده الذري بمقدار 2 | Z | Z – 2 |
| يقل عدد نيوتروناته بمقدار 2 | N | N – 2 |
| يقل عدد بروتوناته بمقدار 2 | P | P – 2 |
| يتحول العنصر إلى عنصر جديد | $^{238}_{92}U$ | $^{234}_{90}Th$ |

## اضمحلال أو انبعاث بيتا :

عملية اضمحلال إشعاعي يتحول فيها نيوترون إلى بروتون يبقى في النواة وجسيم بيتا وضديد النيوترينو ...

$$^{14}_{6}C \rightarrow ^{14}_{7}N + ^{0}_{-1}e + ^{0}_{0}\acute{\upsilon} \quad , \quad ^{234}_{90}Th \rightarrow ^{234}_{91}Pa + ^{0}_{-1}e + ^{0}_{0}\acute{\upsilon}$$

[ جسيمات بيتا $^{0}_{-1}\beta$ عبارة عن إلكترونات $^{0}_{-1}e$ ]

## تحولات نواة العنصر عند بعث بيتا :

| التحول | قبل التحول | بعد التحول |
|---|---|---|
| لا يتغير العدد الكتلي | A | A |
| يزداد عدده الذري بمقدار1 | Z | Z + 1 |
| يقل عدد النيوترونات بمقدار1 | N | N – 1 |
| يزداد عدد البروتونات بمقدار 1 | P | P + 1 |
| يتحول العنصر إلى عنصر جديد | $^{234}_{90}Th$ | $^{234}_{91}Pa$ |

## اضمحلال أو انبعاث جاما :

عملية اضمحلال إشعاعي يتم فيها إعادة توزيع الطاقة داخل النواة لكن دون تغير في العدد الكتلي أومقدار الشحنة

- ينتج انبعاث جاما نتيجة إعادة توزيع الطاقة داخل النواة بعد انبعاث ألفا أو بيتا منها ...

$$^{60}_{27}Co \rightarrow ^{60}_{28}Nl + ^{0}_{1}\beta + ^{0}_{0}\acute{\upsilon} + ^{0}_{0}\gamma \quad , \quad ^{238}_{92}U \rightarrow ^{234}_{90}Th + ^{4}_{2}He + ^{0}_{0}\gamma$$

- أشعة جاما عبارة عن فوتونات ذات طاقة عالية .
- لا يحدث أي تغيير على النواة التي تشع أشعة جاما .

## سلسلة الاضمحلالات الإشعاعية :

سلسلة من انبعاثات ألفا وبيتا وجاما تتحول بعدها النواة إلى نواة مستقرة .

تحول اليورانيوم المشع $^{238}_{92}U$ إلى نظير الرصاص المستقر $^{209}_{82}Pb$

# التفاعلات والمعادلات النووية

التفاعلات النووية : عملية تحدث عندما يتغير عدد النيوترونات أو عدد البروتونات في النواة وقد تحدث عندما تُقذف النواة بأشعة جاما أو بروتونات أو نيوترونات أو جسيمات ألفا أو إلكترونات .

التفاعلات النووية تصنف من حيث الطاقة إلى :

- تفاعلات نووية ينتج عنها طاقة .... - تفاعلات نووية تحدث عندما تزود بالطاقة ....

أنواعها : - انبعاث جسيمات عند اصطدام جسيم مع النواة المشعة .

- الاضمحلال . - الانشطار النووي . - الاندماج النووي .

وصفها : بالكلمات ، بالتمثيل البياني ، بالمعادلات النووية .

المعادلة النووية :

$$^{234}_{92}U \rightarrow ^{230}_{90}Th + ^{4}_{2}He$$

حفظ العدد الكتلي : مجموع الأعداد الكتلية (الأعداد العلوية) في طرفي المعادلة النووية متساوي ...

في المعادلة السابقة مجوع الأعداد العلوية للطرف الأيسر 234 ومجموع الأعداد العلوية للطرف الأيمن 234= 230+4

حفظ العدد الذري : مجموع الأعداد الذرية (الأعداد السفلية) في طرفي المعادلة النووية متساوي ...

في المعادلة السابقة مجموع الأعداد السفلية للطرف الأيسر 92 ومجموع الأعداد السفلية للطرف الأيمن 92 = 90+2

## عمر النصف للنظائر المشعة :

هو الفترة الزمنية لاضمحلال نصف ذرات أي كمية من نظير عنصر مشع .

استخدامه لتحديد عمر الأجسام : - إيجاد عمر عينة من مادة عضوية بقياس كمية الكربون 14المتبقية .

- حساب عمر الأرض اعتماداً على اضمحلال اليورانيوم إلى الرصاص .

[ لكل نضير مشع عمر نصف خاص به ]

الكمية المتبقية = الكمية الأصلية $\times (½)^t$ ، $t = \frac{\text{الفترة الزمنية}}{\text{عمر النصف}}$

$N = N_o (½)^t$

$\text{عمر النصف} = \frac{\ell n\ 2}{\lambda}$

$N = N_o\ e^{-\lambda t}$

## النشاطية (معدل الاضمحلال ) :

عدد انحلالات المادة المشعة كل ثانية وحدة قياسها : اضمحلال / ثانية (البيكرل Bq )

$A = \lambda . N$ ، N:عدد الأنوية المتبقية عند تلك اللحظة . λ:ثابت الانحلال ($s^{-1}$) .

## العوامل المؤثرة فيها :

- عدد الذرات المشعة الموجودة في العينة : تتناسب النشاطية طردياً مع عدد الذرات .
- عمر النصف للمادة المشعة : عمر النصف الأقصر يعني نشاطية أكبر .

يمكن تحديد عمر النصف لمادة بمعرفة :

- نشاطية المادة . - كتلة المادة .

## النشاط الإشعاعي الاصطناعي :

### النظائر المشعة المنتجة اصطناعياً :

إنتاجها :

يمكن إنتاج نظائر مشعة من النظار المستقرة بقذفها بجسيمات ألفا أو ببروتونات أو إلكترونات أو أشعة جاما .

الإشعاعات الصادرة :

-جسيمات ألفا . - جسيمات بيتا . - إشعاع جاما. - نيوترينو. - ضديد النيوترينو . - بوزترون(ضديد الإلكترون)

من استخداماتها :

- في البحوث الدوائية والطبية : يُعطى المريض نظائر مشعة تمتصها أعضاء محددة من الجسم ثم باستخدام عداد الإشعاع يتم مراقبة الإشعاع في ذلك العضو .

- التصوير الطبقي للدماغ PET :

- يُحقن الدماغ بسائل يحوي نظائر مشعة مثل $^{18}F$ترتبط مع الجزئ الذي سوف يتركز في الأنسجة تحت العلاج .
- يضمحل $^{18}F$ منتجاً بوزترونات تفنى عندما تتحد مع الإلكترونات $^{9}$ منتجة أشعة جاما .
- يكشف جهاز المسح PET عن أشعة جاما وبعدها يُكون الحاسوب خريطة ثلاثية الأبعاد لتوزيع النظير .

- تدمير الخلايا السرطانية : - معالجة مرضى السرطان بأشعة جاما المنبعثة من الكوبالت .

- يُحقن نظير اليود المشع في الغدة الدرقية المصابة بالسرطان .
- الجسيمات الناتجة في مسارع الجسيمات تُوجه على شكل شعاع إلى داخل النسيج المصاب بالسرطان بطريقة معينة بحيث تضمحل فيه فتدمر خلاياه .

## الانشطار النووي :

عملية تنقسم فيها النواة إلى نواتين أو أكثر ونيوترونات وطاقة ...

$$^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{82}_{36}kr + {}^{141}_{56}Ba + 3\,{}^{1}_{0}n + 200Mev$$

## الطاقة المحررة من التفاعل :

- فرق الكتلة بين النواتج والتفاعلات في تفاعل الانشطار النووي يتحول إلى طاقة .
- الطاقة المحررة تظهر على شكل طاقة حركية لنتائج الانشطار .

## التفاعل المتسلل :

عملية مستمرة ومتكررة من تفاعلات الانشطار سببها تحرير نيوترونات من تفاعل الانشطار الأول .

## النيوترونات المحررة نتيجة انشطار اليورانيوم :

- معظم النيوترونات المحررة نتيجة انشطار اليورانيوم $^{236}U$ سريعة جداً .
- اليورانيوم $^{238}_{92}U$ يمتص النيوترونات السريعة ولا ينشطر و إنما يتحول إلى $^{239}U$ .
- امتصاص $^{238}U$ للنيوترونات يمنع معظمها من الوصول إلى ذرات $^{238}_{92}U$ الانشطارية لذا فمعظم النيوترونات المحررة غير قادرة على إحداث انشطار لذرة أخرى من $^{235}_{92}U$
- [ يجيب إبطاء سرعة النيوترونات المحررة نتيجة انشطار اليورانيوم $^{238}_{92}U$] علل

لأن اليورانيوم $^{235}_{92}U$ يمتص النيوترونات البطيئة بسهولة فيحدث التفاعل المتسلسل .

المهدئ : وصفه : مادة يمكن أن تبطئ النيوترونات السريعة .

عمله : يبطئ الكثير من النيوترونات السريعة عند اصطدامها بذرات المهدئ حيث ينقل عزم وطاقة النيوترون إلى تلك الذرة .

## السيطرة على التفاعل المتسلسل :

الهدف منه :إمكانية استخدام الطاقة الناتجة منه .

آلية عمله :تفتيت اليورانيوم إلى قطع صغيرة ووضعها في المهدئ .

تخصيب اليورانيوم : عملية زيادة نظير اليورانيوم القابل للانشطار بإضافة كمية أكبر من اليورانيوم $^{235}_{92}U$
الهدف منها : زيادة إمكانية حدوث التفاعل المتسلسل .

## المفاعلات النووية

مفاعل الماء المضغوط :
الوقود النووي:200طن متري من اليورانيوم مغلقة بمئات من القضبان الفلزية مغمورة في الماء .
وظائف الماء في المفاعل : - يعمل كمهدئ (إبطاء سرعة النيوترونات) .
- ينقل الطاقة الحرارية بعيداً عن انشطار اليورانيوم .
[ يسخن الماء المحيط بقضبان اليورانيوم نتيجة الطاقة المتحررة من الانشطار دون أن يغلي ] علل
لأن الماء تحت ضغط كبير جداً يزيد من درجة غليانه .
قضبان التحكم : قضبان كادميوم توضع بين قضبان اليورانيوم تتحرك إلى داخل وخارج المفاعل النووي .
وظيفتها : التحكم في معدل التفاعل المتسلسل .
عملها :- عندما يتم إدخال قضبان التحكم كلياً داخل المفاعل فإنها تمتص عدداً كافياً من النيوترونات المتحررة نتيجة التفاعلات الانشطارية وبذلك تمنع حدوث التفاعل المتسلسل .
- عندما ترفع قضبان التحكم من المفاعل فإن معدل الطاقة المتحررة يزداد بسبب توافر نيوترونات حرة أكثر كافية لاستمرار حدوث المفاعل المتسلسل .
توليد الطاقة الكهربائية :
- الطاقة المتحررة من الانشطار تسخن الماء .
- يُضخ الماء الساخن إلى مبدل الحرارة فيسبب غليان ماء آخر خارج المبدل منتجاً بخاراً .
- البخار الناتج يعمل على إدارة التوربينات الموصولة بمولدات الطاقة الكهربائية .
الاندماج النووي :عملية تتم فيها اندماج أنوية صغيرة لإنتاج نواة أكبر وتحرير طاقة ...
اندماج الديوتيريوم والتريتيوم لإنتاج الهيليوم $^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$
[ لا يحدث تفاعل الاندماج النووي إلا عندما يكون للأنوية كميات هائلة من الطاقة الحرارية ] علل
لأنه يجب أن تكون طاقة النوى المندمجة عالية جداً للتغلب على قوة التنافر بينهما .
عملية الاندماج النووي : أهمها : سلسلة بروتون – بروتون ...

$$^{1}_{1}H + {}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{2}_{1}H + {}^{0}_{1}e + {}^{0}_{0}\upsilon$$

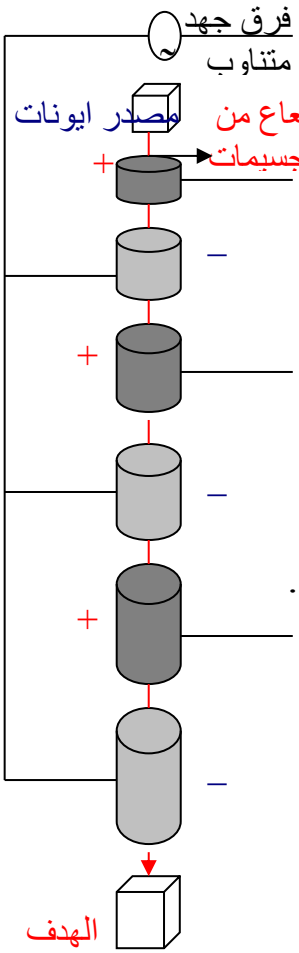
$$^{1}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{2}He + \gamma$$

$$^{3}_{2}He + {}^{3}_{2}He \rightarrow {}^{4}_{2}He + 2\ {}^{1}_{1}H$$

أماكن حدوثها : في الشمس والقنبلة الهيدروجينية و القنبلة الحرارية النووية .
[انشطار اليورانيوم أو القنبلة الذرية يوفر درجة الحرارة العالية الضرورية لإحداث التفاعل الاندماجي في القنبلة الهيدروجينية .]

## وحدات بناء المادة

المسارع الخطي : يستخدم لمسارعة الجسيمات المشحونة (البروتونات ، الالكترونات) لتكسبها طاقة كبيرة .
مكوناته : - سلسلة من الأنابيب المجوفة داخل حجرة طويلة (مفرغة) .
- الأنابيب موصولة بمصدر جهد متناوب عالي التردد كي يتكون مجال كهربائي في الفجوة بين الأنابيب ولا يكون هناك مجال كهربائي داخل الأنبوب نفسه .




عمله : - تنتج البروتونات في مصدر أيوني في مقدمة المسارع .
- يطبق جهد سالب عند الأنبوب الأول فتتسارع البروتونات الداخلة له .
- تتحرك البروتونات بسرعة ثابتة داخل أنبوب المسارع الخطي (علل)
لعدم وجود مجال كهربائي داخل الأنبوب .
- يعدل كل من طول الأنبوب وتردد الجهد بحيث يصبح جهد الأنبوب الثاني سالباً بالنسبة للأنبوب الأول عندما تصل البروتونات إلى نهايته .
- المجال الكهربائي المتكون في الفجوة بين الأنابيب يعمل على مسارعة البروتونات إلى داخل الأنبوب .
- تستمر هذه العملية وفي نهاية المسارع تكون البروتونات قد اكتسبت طاقة عالية جداً .

السنكروترون : مسارع دائري تستخدم فيه المغانط لضبط المسار وتسارع الجسيمات .
[ يُصنع السنكروترون ليكون أصغر باستخدام المجال المغناطيسي ] علل
لأن المجال المغناطيسي يعمل على ثني مسار الجسيمات فيصبح دائراً .

مناطق التسارع :
المناطق المستقيمة : يعمل الجهد المتناوب عالي التردد على مسارعة الجسيمات .
مناطق الثني المغناطيسي : تفصل بينهما مناطق تسارع .

ضديد البروتون : جسيم له كتلة البروتون نفسها لكن شحنة معاكسة .
ينتقل شعاع البروتون وضديد البروتون في اتجاهات متعاكسة في المسار الدائري في السنكروترون .

## كواشف الجسيمات

الكشف عن الإشعاع :طرقه : - باستخدام الفيلم الفوتوغرفي الكاشف .
- عن طريق تأيين المادة ... - باستخدام المواد الفلورية ....
الأجهزة المستخدمة : - عداد جايجر- مولر - حجرة غيمة ولسون .
- الكاشف التصادمي . - حجرة الفقاعة . - حجرات سلك .

عداد جايجر : يستخدم للكشف عن الجسيمات المشحونة و أشعة جاما .
محتوياته : - أسطوانة نحاسية ذات شحنة سالبة . - سلك شبك موجب الشحنة يوضع أسفل الاسطوانة .
عمله :
- عندما يدخل جسيم مشحون أو أشعة جاما إلى الأنبوب يؤين ذرة غاز بين أسطوانة النحاس و السلك .
- يتسارع الأيون الموجب الناتج في اتجاه الاسطوانة تحت تأثير فرق الجهد و يتسارع إلكترون في اتجاه السلك الموجب .
- حركة الجسيمات المشحونة في اتجاه الأقطاب تولد نبضة التيار خلال الأنبوب .
[ في عداد جايجر يوضع سلك شبك موجب الشحنة أسفل الاسطوانة ذات الشحنة السالبة ] علل
حتى يبقى فرق الجهد المطبق على السلك والاسطوانة دون النقطة التي يحدث عندها التفريغ التلقائي للشحنات .

حجرة غيمة ولسون : عبارة عن حجرة تحوي منطقة مشبعة ببخار الماء أو بخار الإيثانول .
استخدامها : الكشف عن الجسيمات المشحونة .
عملها :
- عندما تنتقل الجسيمات المشحونة خلال الحجرة تترك أثراً من الايونات في مسارها .
- يتكاثف البخار على شكل قطرات صغيرة على تلك الايونات فتتكون مسارات مرئية من القطرات أو الضباب .

حجرة الفقاعة :
عملها : - تعبر الجسيمات المشحونة خلال سائل تبقى درجة حرارته فوق الغليان .
- مسار الايونات يسبب تكون فقاعات بخار تحدد مسارات الجسيمات .

حجرات السلك :
وصفها:
- حجرة تشبه أنابيب جايجر – مولر العملاقة .
- تُفصل الصفائح الكبيرة بواسطة فجوة صغيرة مملوءة بغاز ذي ضغط منخفض .
عملها :
عند عبور جسيم الحجرة يحدث التفريغ الكهربائي في مسار الجسيم فيكشف الحاسوب عن التفريغ ويسجل موقعه

الكاشف التصادمي : يستخدم للكشف عن الجسيمات المتعادلة كهربائياً .
مبدأ عمله : الكشف عن الجسيمات المتعادلة باستخدام قوانين حفظ الطاقة وحفظ الزخم في التصادمات ، ويعمل كآلة تصوير لحالات التصادم ...

## ضـديـد الــمـــادة

ضديد الجسيم : من أمثلته :البوزترون (الإلكترون الموجب)
- للإلكترون و البوزترون الكتلة نفسها ومقدار الشحنة نفسها .
- الإلكترون سالب الشحنة أما البوزترون موجب الشحنة .
- عند تصادمهما يفني كل منهما الآخر وتنتج طاقة على شكل أشعة جاما .
[ العالم ديراك أول من توقع وجود ضديد جسيم خاص بكل نوع من الجسيمات ]

## الجسيمات النووية

جسيمات ألفا: تنبعث من النواة المشعة بطاقات أحادية تعتمد على النواة المضمحلة .
جسيمات بيتا : تنبعث بمدى واسع من الطاقات .
توقع العالمان باولي وفيرمي وجود جسيم متعادل غير مرئي ينبعث مع جسيم بيتا سمي ضديد النيوترينو تمت ملاحظته مباشرة عام 1956 ...
الميون :جسيم في النواة يبدو كإلكترون ثقيل .
البيون : افترض يوكاوا وجوده على أنه يستطيع حمل القوة النووية خلال الفراغ .

## النموذج المعياري

نموذج بناء وحدات المادة تتوزع فيه الجزيئات على ثلاث مجموعات هي الكواكارت و اللبتونات وحاملات القوة
الكواركات :جسيمات صغيرة تُكون البروتونات والنيوترونات والبيونات .
اللبتونات : مجموعة من الجسيمات تُكون الالكترونات والنيوترينات .
حاملات القوة : جسيمات تنقل أو تحمل القوى في المادة .
الباريونات : جسيمات تتكون من ثلاثة كواركات من أمثلتها : البروتونات و النيوترونات .
الميزونات : جسيمات تتكون من زوج من الكوارك وضديد الكوارك من أمثلته : البيون .
البنتاكوارك :جسيمات تتكون من أربعة كواركات وضديد كوارك واحد .

الجلونات : - الجلونات الثمانية تحمل القوى النووية القوية التي تربط الكواركات في الباريونات و الميزونات .
- جلونات البوزونات الثلاثة الضعيفة متضمنة في إشعاع بيتا .
الجرافيتون : اسم يطلق على حامل قوة الجاذبية الأرضية الذي لم يكتشف بعد .

## البروتونات و النيوترونات

نموذج الكوارك : - كل نيوكليون مكون من ثلاثة كواركات . - البيون مكون من اثنين من الكواركات .
أنواع الكواركات :- الكوارك العلوي u: شحنته $+\frac{2}{3}e$ - الكوارك السفلي d: شحنته $-\frac{1}{3}e$
[ لا يمكن مشاهدة الكواركات الحرة المنفردة ] علل
لأن القوة القوية التي تبقيها مجتمعة معاً تصبح أكبر كلما اندفعت الكواركات ليبتعد بعضها عن بعض .
انتقال القوة : القوة القوية في نموذج الكوارك تنتقل بواسطة الجلونات .

القوة القوية بين الكواركات : تصبح أقوى كلما اندفعت الكواركات لتبتعد بعضها عن بعض .
القوة الكهربائية : تصبح أضعف كلما تحركت الجسيمات ليبتعد بعضها عن بعض .
البروتون : يتكون من اثنين من الكواركات العلوية u وكوارك واحد سفلي d

$$P = u\ u\ d$$

شحنته : $(\frac{2}{3}e) + (-\frac{1}{3}e) + (-\frac{1}{3}e) = 0$

التحولات بين الكتلة والطاقة :
معادلة اينشتاين لتكافؤ الطاقة و الكتلة :

$$E = m c^2$$

E: الطاقة المكافئة لكتلة الجسيم (J) m: الكتلة (kg) c: سرعة الضوء (m/s)

إنتاج الزوج : تحول الطاقة إلى الجسيمات الزوج (مادة وضديد المادة) .
من أمثلته :الالكترون $e^0$ والبوزترون $e^0$ النيوترينو $\upsilon^0$ وضديد النيوترينو $\upsilon^0$
[ الجسيم وضديده متماثلان تماماً ... شحنة ضديد الجسيم معاكسة لشحنة الجسيم ... ]

اصطدام الجسيم وضديده :
عند اصطدامها يفني كل منهما الآخر ويتحولان إلى فوتونات أو إلى جسيم وضديد جسيم أخف و طاقة .
[ لايمكن حدوث التفاعل $e^- + e^+ \rightarrow \gamma$ بروتون ] علل لأن الزوج يجب أن يكون الجسيم وضديد الجسيم الخاص به.
[ الطاقة اللازمة لإنتاج الجسيم وضديدة تساوي ضعف الطاقة المكافئة لكتلة الجسيم ]

زوج الإلكترون – البوزترون :
إنتاجه : عبور شعاع جاما بطاقة 1.02Mev أو أكثر قرب نواة قد يُنتج زوج البوزترون – الالكترون و فائض الطاقة يظهر على شكل طاقة حركة للبوزترون و الإلكترون ... $\gamma \rightarrow e^- + e^+$
اتجاه حركته :
الجسيم وضديد الجسيم يتحركان في اتجاهين متعاكسين بفعل المجال المغناطيسي حول حجيرة الفقاعة .
فناءه :
البوزترون يتصادم مع الإلكترون ويفنى كل منهما الأخر وينتج إشعاعان أو ثلاثة من جاما طاقتها الكلية لا تقل عن 102 Mev .
[التفاعلات المنفردة $\gamma \rightarrow e^-$ أو $\gamma \rightarrow e^+$ لا تحدث لأنها لا تحقق قانون حفظ الشحنة .]

# اضمحلال بيتا و التفاعل الضعيف

القوى النووية الضعيفة : قوة ضعيفة تؤثر في انبعاث بيتا داخل النواة .
حاملاتها: البوزون $w^-$ ، البوزون $w^+$ ،البوزون $z^-$ ...

اضمحلال النيوترون : $_{0}^{1}n \rightarrow {}_{1}^{1}p + {}_{-1}^{0}e + {}_{0}^{0}\upsilon$
تفسيره حسب نموذج الكوارك :
الخطوة الأولى : كوارك d في النيوترون يتحول إلى كوارك u وينبعث بوزون $w^-$ .
الخطوة الثانية : البوزون $w^-$ يتحول إلى إلكترون وضديد النيوترينو .
[ انطلاق إلكترونات من النواة بالرغم من عدم احتوائها على إلكترونات ] علل
لأن النيوترون في النواة يضمحل إلى بروتون وينبعث جسيم بيتا .

اضمحلال البروتون : $_{1}^{1}p \rightarrow {}_{0}^{1}n + {}_{1}^{0}e + {}_{0}^{0}\upsilon$
تفسيره حسب نموذج الكوارك :
الخطوة الأولى : كوارك u في البروتون يتحول إلى كوارك d وينبعث بوزون $w^+$.
الخطوة الثانية : البوزون $w^+$ يتحول إلى بوزترون ونيوترينو .

اختبار النموذج المعياري :
عائلات الكواركات و اللبتونات :
- عائلة اليد اليسرى : تتكون من البروتونات و النيوترونات و الإلكترونات .
- المجموعة الوسطى :توجد في الأشعة الكونية وتنتج في مسارعات الجسيمات .
- عائلة اليد اليمنى :تنتجت عن تصادمات عالية الطاقة .

بوزون هيج : جسيم ( لم يكتشف بعد) يحدد كتل اللبتونات و الكواركات .
النموذج المعياري ليس نظرية لأنه لا يفسر ...
- كتل الجسيمات ... - لماذا توجد ثلاث عائلات من الكواركات و اللبتونات ...

| القوى الكهربائية و التفاعلات الكهرومغناطيسية | التفاعل الضعيف |
|---|---|
| تُحمل بواسطة الفوتونات ... | تُحمل بواسطة البوزونات ... |
| تؤثر في مدى واسع لأن كتلة الفوتونات صفراً ... | تؤثر في مدى قصير لأن كتلة البوزونات كبيرة نسبياً... |

التركيب الرياضي لنظريات التفاعل الضعيف والتفاعل الكهرومغناطيسي متماثلان .

النظريات الفلكية الفيزيائية للنجم فوق المستعر:
النظرية القديمة : تشير إلى حدوث تفاعلين متماثلين خلال الإنفجارات النجمية الهائلة .
النظرية الحالية : تتوقع أن القوى الكهرومغناطيسية و القوى الضعيفة كانتا متماثلتين خلال اللحظات المكبرة للكون وكانتا متحدتين في قوة واحدة تسمى قوة كهربائية ضعيفة .

# حل بعض أسئلة التقويم

1) ما القوة التي تدفع النيوكليونات داخل النواة ليبتعد بعضها عن بعض ؟ ما القوة التي تعمل على ربط مكونات النواة معاً داخل النواة ؟

القوة التي تدفع النيوكليونات داخل النواة ليبتعد بعضها عن بعض هي قوة التنافر الكهربائية ، والقوة التي تعمل على ربط مكونات النواة معاً داخل النواة هي القوة النووية القوية .

2) أي الأنوية أكثر استقراراً عموماً : الصغيرة أم الكبيرة ؟

تكون الانوية الثقيلة غير مستقرة بصورة عامة لأن الأعداد الكبيرة من البروتونات يجعل قوة التنافر الكهربائية تتغلب على القوة النووية القوية .

3) ما الجسيمات التي تكون ذرة $^{109}_{47}Ag$ ؟ وما عدد كل منه ؟

47 إلكتروناً ، 47 بروتوناً ، 62 نيوتروناً .

4) نظير الكبريت $^{32}_{16}S$ له كتلة نووية مقدارها 31.97207 u ما مقدار .

a- فرق الكتلة للنظير .

نقص الكتلة = (كتلة النظير) – ( كتلة البروتونات و الإلكترونات ) – ( كتلة النيوترونات )

$\Delta m = 31.97207 - (16)(1.007825) - (16)(1.008665) = -0.29177\ u$

b- طاقة الربط النووية لنواة الكبريت ؟

طاقة الربط النووية = (نقص الكتلة) (طاقة الربط النووية لـ 1u)

$E = \Delta m \times 931.5 = (-0.29177) \times (931.5) = -271.78\ Mev$

c- طاقة الربط لكل نيوكليون ؟

طاقة الربط لكل نيوكليون تساوي : $\frac{-271.8}{32_{\text{نيوكليون}}} = -8.498\ Mev$

5) عمر النصف للرادون $^{211}_{86}Rn$ 15h . ما الكمية المتبقية من العينة بعد مرور 60 h؟

أعمار انصاف $60 / 15 = 4$

أي يتبقى من العينة الأصلية : $(½)^4 = 1/16$

6) ما شحنة الجسيم الذي يتكون من ثلاثة كواركات علوية ؟

كل كوارك علوي u شحنته $+⅔$ أي أن شحنة ثلاث كواركات علوية :

u u u = 3 (+⅔) = + 2 شحنة أولية

## الاختبار المقنن ( الفصل 11 )

1) ماعدد البروتونات ، النيوترونات ، الإلكترونات في نظير النيكل 60 $^{60}_{28}Ni$

| | البروتونات | النيوترونات | الإلكترونات |
|---|---|---|---|
| ☆a- | 28 | 32 | 28 |
| b- | 28 | 28 | 32 |
| c- | 32 | 32 | 28 |
| d- | 32 | 28 | 28 |

2) ما الذي يحدث في التفاعلات التالية ؟ $^{212}_{82}Pb \rightarrow {}^{212}_{83}Bi + e^- + \upsilon^-$

a- اضمحلال ألفا . c- اضمحلال جاما .

☆b- اضمحلال بيتا . d- فقد بروتون .

3) ما الناتج عندما يخضع البولونيوم – 210 $^{210}_{84}Po$ لاضمحلال ألفا ؟

☆a- $^{206}_{82}Pb$ c- $^{210}_{86}Pb$

b- $^{208}_{82}Pb$ d- $^{210}_{80}Pb$

4) تنبعث عينة من اليود – 131 المشع جسيمات بيتا بمعدل $2.5\times10^8 Bq$ إذا كان عمر النصف لليود 8أيام .. فما النشاطية بعد مرور 16 يوماً ؟

$t = 16/8 = 2$

$A_C = A_0\,(½)^t = 2.5\times10^8\,(½)^2$

$= 6.3\times10^7 Bq$

a- $1.6\times10^7 Bq$ c- $1.3\times10^8 Bq$

☆b- $6.3\times10^7 Bq$ d- $2.5\times10^8\ Bq$

5) حدد النظير المجهول في هذا التفاعل : $^{14}_{7}N \rightarrow {}^{14}_{6}C + ?$ + نيوترون

☆a- $^{1}_{1}H$ c- $^{3}_{1}H$

b- $^{2}_{1}H$ d- $^{4}_{2}H$

6) أي نوع من الاضمحلال لا يغير عدد البروتونات أو النيوترونات في النواة ؟

a- البوزترون . c- بيتا .

b- ألفا . ☆d- جاما .

7) نظير البولونيوم – 210 له عمر نصف 138 يوماً .. ما مقدار الكمية المتبقية من عينة 2.34 kg بعد مرور أربعة أعوام ؟

4 Years = 4×365 = 1460 days

$t = 1460/1380 = 10.57$

$m = m_o\,(½)^t = 2.34(½)^{10.57} = 1053\times10^{-3}\ kg$

$= 1.53\times10^{-3}\times1000 = 1.539\ g$

a- 0.644 mg ☆c- 1.15 g

b- 1.50 mg d- 10.6 g

8) يتصادم إلكترون و بوزترون فيفني كل منهما الآخر و يطلقان طاقتهما على شكل أشعة جاما ... ما أقل طاقة لأشعة جاما ؟ ( الطاقة المكافئة لكتلة الالكترون 0.51Mev ) ..

a- 0.51 Mev  c- 931.49 Mev  E = 2 ×0.51 = 1.02 Mev

b- 1.02 Mev ☆  d- 1863 Mev

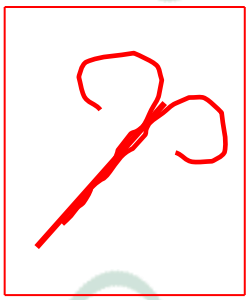
9) يبين الرسم التوضيحي لمسارات في حجرة الفقاعة التي تنتج عند اضمحلال أشعة جاما إلى بوزترون و إلكترون ، لماذا لا تغادر أشعة جاما المسار ؟

a- تنتقل أشعة جاما بسرعة عالية جداً خلال مساراتها لكي يتم اكتشافها .

b- أزواج من الجسيمات فقط يمكن أن تغادر المسارات في حجرة الفقاعة .

c- يجب أن يكون للجسيم كتلة حتى يتفاعل مع السائل ويغادر المسار ، وأشعة جاما عديمة الكتلة فعلياً .

d- أشعة جاما متعادلة كهربائياً ، لذلك فلا تؤين السائل . ☆



@thameralh Th