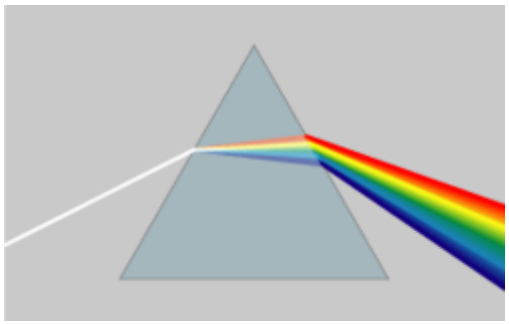
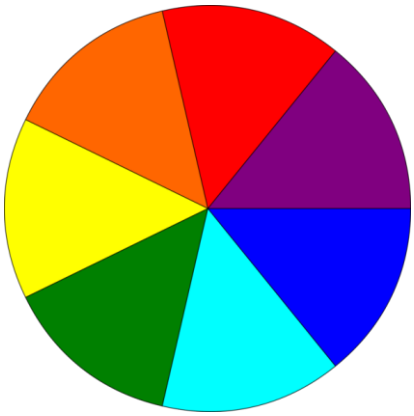
قرص نيوتن



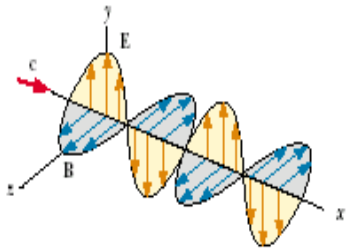
- الضوء الأبيض يتحلل بواسطة المنشور الثلاثي إلي سبعة ألوان طيف هي الأحمر والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والنيلي والبنفسجي.

- عند مزج ألوان الطيف السبعة فإنها تعطي اللون الأبيض.

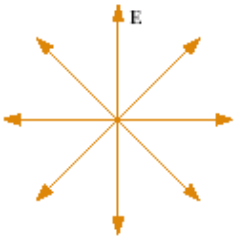


- قرص نيوتن عبارة عن قرص دائري يتكون من ألوان الطيف السبعة مترتبة، وعند دورانه بسرعة ينتج اللون الأبيض.

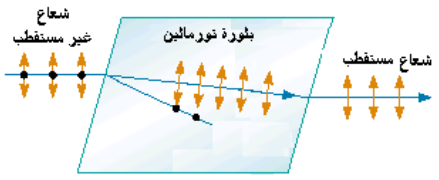
الاستقطاب



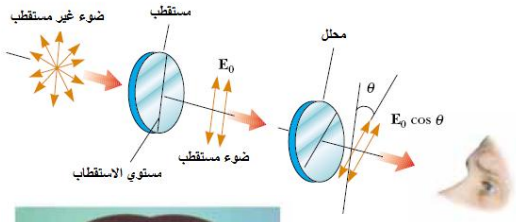
- الضوء عبارة عن موجات كهرومغناطيسية مستعرضة ولذبذبتها مركبتان متوافقتان ومتعامدتان على اتجاه انتشار الموجة، إحد اهما تمثل تغيراً دورياً في المجال الكهربي والأخرى تمثل تغيراً دورياً في المجال المغناطيسي.



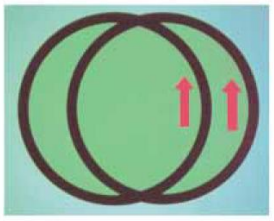
- ويتغير اتجاه هاتين الذبذبتين بمعدل 10^8 مرة في الثانية مما يجعل متوسط شدة الذبذبة في أي اتجاه حول محور انتشار الموجة مقداراً ثابتاً.



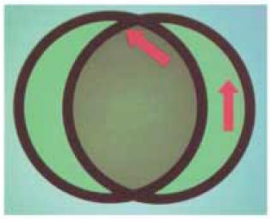
- عند مرور الضوء العادي في بعض البلورات مثل بلورة التورمالين يخرج منها مستقطباً استقطاب خطي أي يكون متوسط شدة الذبذبة في اتجاه ما أكبر ما يمكن وينعدم في بقية الاتجاهات، وتسمي تلك البلورات بالمستقطب.



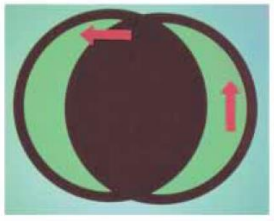
- إذا كان لدينا لوحي مستقطب فإن شدة الضوء المار من اللوح الثاني "المحلل" تتناسب مع $\cos^2\theta$ حيث θ الزاوية بين كل من مستوي استقطاب اللوحين.



- فإذا كانت الزاوية بين اللوحين 0^o أو 180^o تكون شدة الضوء المار أكبر ما يمكن.



- وإذا كانت الزاوية بين اللوحين ما بين 0^o و 90^o تقل شدة الضوء المار.

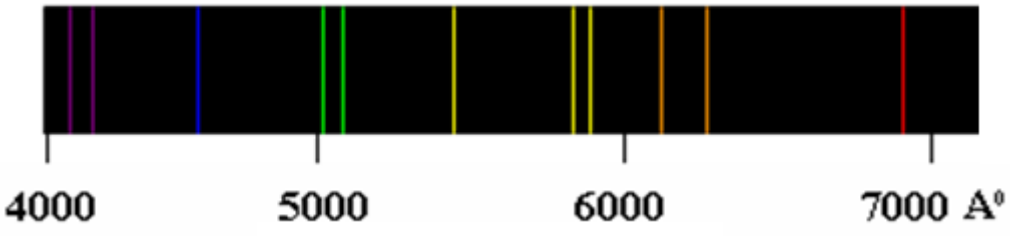


- أما إذا كانت الزاوية بين اللوحين 90^o أو 270^o لايمر الضوء من المحلل وتنعدم شدة الضوء المار.

مقياس الطيف "الاسبكترومتر"

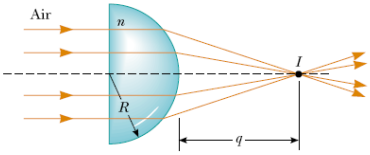
- يتكون جهاز الاسبكترومتر "مقياس الطيف" من ثلاثة أجزاء رئيسية "مجمع الضوء والمنشور الثلاثى والتلسكوب".

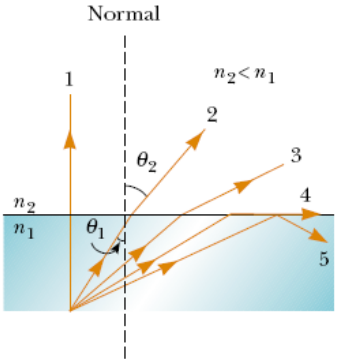
- عند سقوط ضوء مصباح الزئبق علي المنشور الثلاثى يتحلل ويظهر لنا طيف خطب يمثل طيف الإنبعاث لعنصر الزئبق.

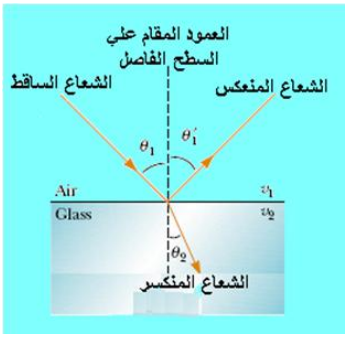


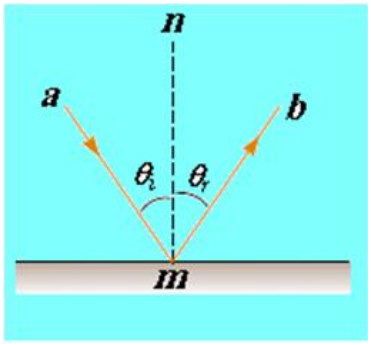
الضوء الهندسي

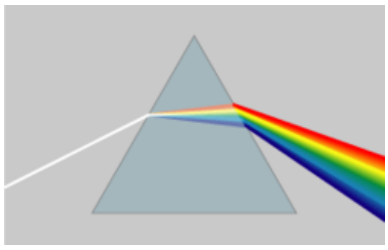
باستخدام جهاز هارتل يمكن تحقيق قوانين الإنعكاس والإنكسار والقانون العام للمرآيا والعدسات المحدبة والمقعرة.

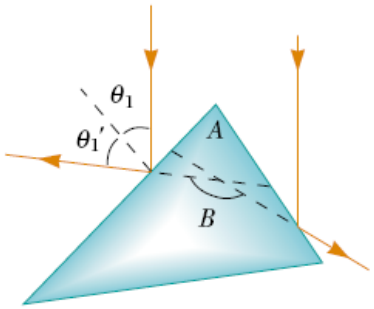


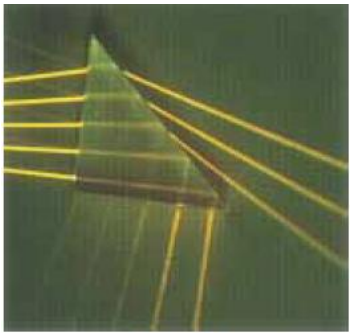


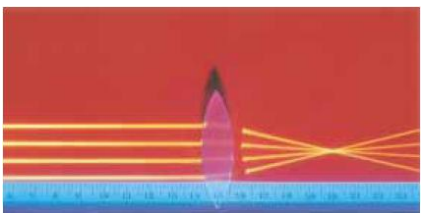


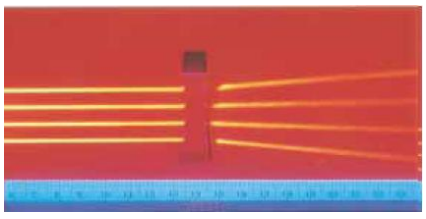


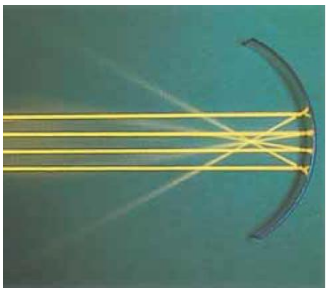




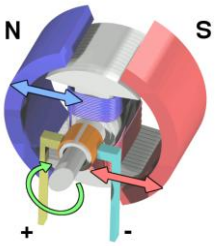






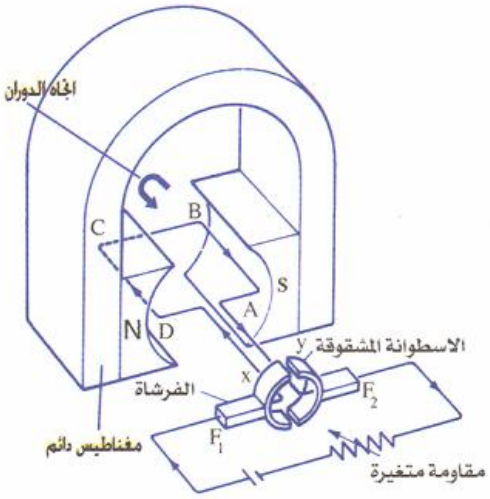


الموتور الكهربائي



- الموتور الكهربائي جهاز يستخدم لتحويل الطاقة الكهربية إلي طاقة ميكانيكية.

- ويتركب في أبسط صوره من ملف مستطيل (*ABCD*) يتكون من عدد كبير من لفات سلك نحاسي رفيع معزول ملفوفة حول قلب من الحديد المطاوع مكون من أقراص رقيقة معزولة عن بعضها للحد من التيارات الدوامية.



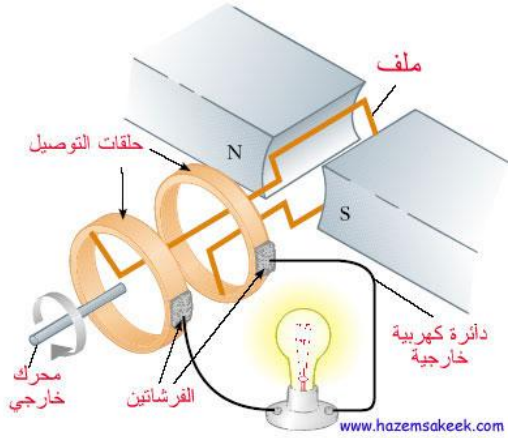
- والملف ومعه القلب الحديدي قابلان للدوران بين قطبي مغناطيس قوي علي شكل حذاء الفرس.

ويتصل طرفا الملف بنصفي أسطوانة معدنية مشقوقة بالطول وهما النصفان x,y وهما معزولان عن بعضهما، وقابلان للدوران حول نفس محور دوران الملف.

- عند تشغيل المحرك الكهربي توصل الفرشتان بقطبي بطارية، وعند مرور التيار الكهربي في الملف فإنه يخضع لازدواج يعمل علي دورانه.

المولد الكهربائي "الدينامو"

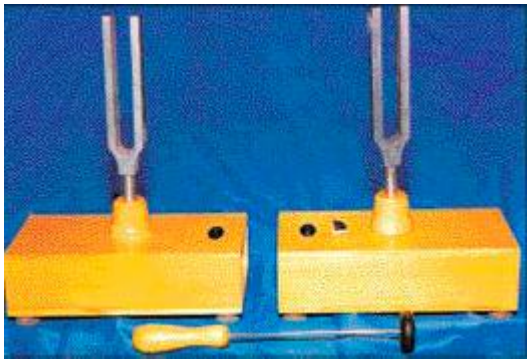
- المولد الكهربـائي جهاز يستخدم لتحويل الطاقة الحركية إلي طاقة كهربائية باستخدام الحث الكهرومغناطيسي.



- ويتركب في أبسط صورة من ملف كهربي ومغناطيس دائم ينشأ عنه مجال مغناطيسي قوي لتحويل الحركة الدورانية إلى نبضات من التيار المستمر وفقا لقانون فارادي.

الرنين

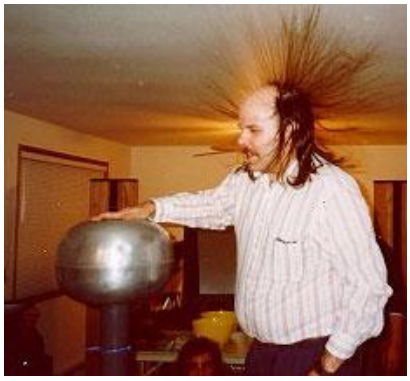
يهتز الجسم اهتزازاً زنينياً إذا اهتز جسم آخر مساوٍ له في التردد دون حدوث تلامس بينهما.



فعندما نضع شوكتين متساويتين في التردد علي صندوقي الرنين ونقرب الصندوقين من بعضهما دون أن يتلامسا، ونطرق إحدا الشوكتين ثم نوقف اهتزاز الشوكة التي طرقناها بلمسها باليد، نجد أن الشوكة الثانية تهتز أهتزازاً رنينياً.

إذا كررنا ماسبق مع شوكتين مختلفتين في التردد نجد أن الشوكة الثانية لن تهتز.

مولد فان دي جراف



مولد فان دي جراف جهاز مصمم لكي يولد فرق جهد كبير يسبب مجال كهربي قوي. وهذا المجال يقوم ببعض الأعمال التي تثير الدهشة والاستغراب ولكنه لا يستطيع الاستمرار بها بالنظر لأن فرق الجهد ينهار فجأة ويصل إلى الصفر. إن التيار الذي يتولد عن جهاز فان دي جراف هو تيار ضعيف جداً على الرغم من فرق الجهد العالي فيه.

عند تشغيل المحرك أو تحريك الجهاز يدوياً تبدأ الأسطوانات بالحركة فيتحرك الحزام المستعمل بهما ، وعند دوران الحزام فإن المشط المكون من مجموعة كبيرة من الأسنان الحادة يبدأ بنشر رذاذ من الشحنات الكهربائية على الحزام وينقلها الحزام إلى الجزء العلوي , حيث هناك مشط آخر متصل بالجزء الداخلي من قبة معدنية. تكتسب القبة المعدنية الشحنة فتتوزع على سطحها الخارجي وينتج عن هذا التجمع الهائل للشحنة فرق جهد عال جداً.

طاحونة الضوء "أنبوبة كروكس"

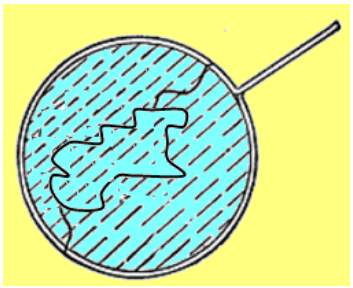
اخترع العالم وليام كروكس الطاحونة الضوئية عام 1873 وهي تتكون من قارورة زجاجية محكمة مفرغة جزئيا من الهواء، وبداخلها أربعة زعانف سوداء اللون من ناحية والناحية الأخرى لامعة أو بيضاء ومثبتة على محور في شكل الطاحونة. وعند سقوط الضوء عليها فإنها تدور بسرعة تتناسب مع شدة الضوء ويكون اتجاه الدوران بحيث يبتعد اللون الأسود عن شعاع الضوء.

ويمكن تفسير هذا الدوران كمياً بأن الضوء عبارة عن فيض من الجسيمات "فوتونات" لكل منها كمية حركة p ولأن السطح الأسود يمتص تلك الفوتونات أما السطح اللامع يعكسها فبالتالي تتعرض الطاحونة لقوة تساوي معدل التغير في كمية الحركة تسبب دورانها.

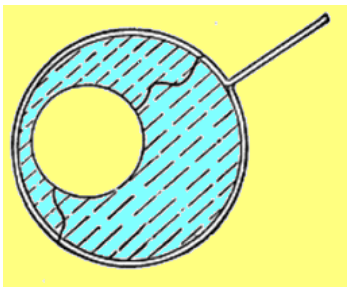
ويمكن تفسير هذا الدوران ثيرموديناميكياً بأن ناحية الزعانف المسودة تكون أكثر سخونة من السطح اللامع "لأن الجسم الأسود يمتص جميع الحرارة الساقطة عليه"، فعندما تصطدم جزيئات الغاز الموجودة في القارورة الحافظة بالسطح الساخن للزعنفة فإنها ترتد من عليه بسرعة أعلى عن الجزيئات المصطدمة على السطح البارد، لذلك تدور الطاحونة في الاتجاه من الأسود إلي اللامع.

التوتر السطحي

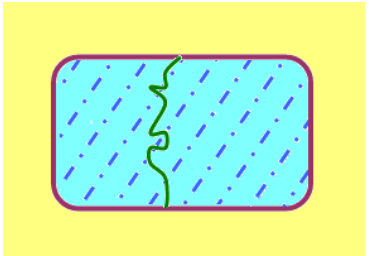
تنشأ ظاهرة التوتر السطحى عن قوى التماسك والتجاذب بين جزيئات السائل عند السطح، أى أنها خاصية سطحية لا وجود لها في داخل السائل.



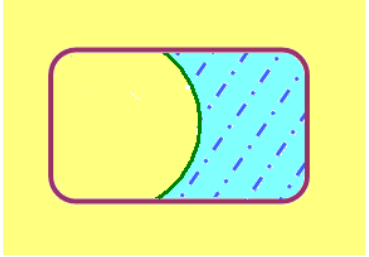
إذا أحضرنا سلكاً معدنياً على شكل حلقة، ونثبت بداخله خية من خيط خفيف، فعندما نغمر السلك في محلول صابون ثم نرفعه، يتكون غشاء رقيق من الصابون داخل الحلقة وتأخذ خية الخيط أى شكل.



فإذا قطعنا الغشاء داخل الخية فقط نجد أنها تأخذ في الحال الشكل الدائرى، وذلك لأن قوى التوتر السطحى تؤثر عمودياً على كل أجزاء الخية فتجعلها بذلك دائرية الشكل .



وفي تجربة مشابهه، إذا أحضرنا سلكاً علي هيئة مستطيل وثبتنا عليه خيط ثم غمرناه فى محلول الصابون ورفعناه بخفة نجد تكوين غشاء رقيق من محلول الصابون على هذا المستطيل ونشاهد أن الخيط يأخذ أي شكل.



أما إذا أنفذنا جسماً مدبباً فى أحد جانبي الغشاء لينقشع جزء من الغشاء فأننا نشاهد أن الخيط يأخذ شكلاً مقوساً .

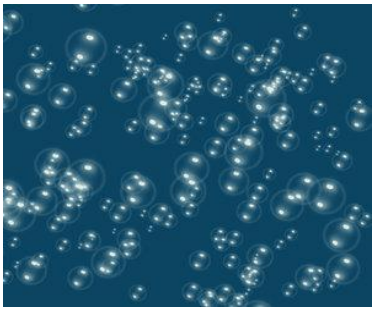
ظواهر شائعة فى حياتنا سببها التوتر السطحى

بعض الحشرات الخفيفة يمكنها الوقوف والسير فوق سطح الماء دون أن تبتل.

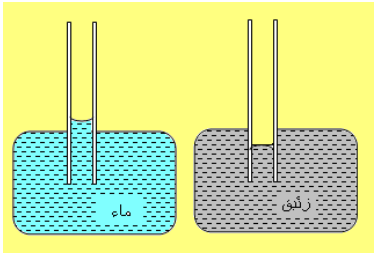
نستطيع أن نضع قطعة نقود أو إبرة فولاذية برفق لتطفو فوق سطح الماء

قطرة الماء تبقى معلقة في صنبور الماءوعندما تسقط القطرة من الصنبور تأخذ شكلاً كروياً

قطرات الندي فوق سطح أوراق النباتات يكون شكلها كروي .



إمكانية عمل فقاعات من الصابون بينما لا يمكن القيام بعمل فقاعات باستخدام الماء النقي وحده .



قوي التوتر السطحي تسبب الخاصية الشعرية التي تمكن جذور النبات من امتصاص الماء بما فيه من مواد مغذية ذائبة من التربة.
وكذلك يرتفع الكيروسين فى شريط مصباح الكيروسين بالخاصية الشعرية.

من الأدعية المأثورة عن الرسول عليه الصلاة والسلام

اللهم اغسل خطاياي بماء الثلج والبرد ونق قلبي من الخطايا كما نقيت الثوب الأبيض من الدنس.

معلوم الآن أن الماء والثلج والبرد هي حالات فيزيائية للماء لها قدرة كبيرة على التنظيف ولكل منها ميكانيكية خاصة في التنظيف.

والماء له قدرة كبيرة على إذابة المواد بسبب خاصية التوتر السطحي له، والتي تساعده في التغلغل داخل خيوط القماش بالخاصية الشعرية وبالتالي تجعله قادراً على تبليل القماش والإحاطة بالأوساخ لتسهل إزالتها.

أما إذا كانت البقع دهنية ولا تذوب في الماء فإن الماء يتقطع على شكل كرات ولا يبلل سطح النسيج لأن قوى التلاصق بين الماء و البقع أقل من قوى التماسك بين جزيئات الماء.

لذلك يمكن غسلها بالماء و الصابون حيث إن محلول الصابون يقلل التوتر السطحي للماء. فينتشر محلول الصابون على الدهون ويتفاعل معها مكوناً مستحلباً دهنياً وتزداد قوى التجاذب بين الماء والبقع فينزع الأوساخ من الأسطح العالقة بها.

هناك بعض الأوساخ التي لا تزول بالماء أو بالماء و الصابون و ذلك لان قوى الالتصاق بين هذه البقع و القماش تكون كبيرة مثل بقع الشمع أو العلك على القماش. فعند وضع قطعة من الثلج عليها فان البرودة تعمل على تقارب جزيئات هذه المادة "تنكمش" فتقل قوى الالتصاق بينها و بين القماش مما يؤدي إلى انفصالها.

أما البرد فهو يتكون عند درجة حرارة اقل من الصفر المئوي فإذا كانت هناك أوساخ مستعصية فإن البرد يعمل علي انكماش جزيئات هذه الأوساخ بدرجة اكبر من الثلج فتنفصل و تزول.

فسبحان من علم النبي الأمي هذه الحقيقة العلمية.

أسأل الله تعالى أن يغسلني وإياكم من خطايانا بالماء والثلج والبرد.

سحر التوتر السطحي

املأ طبق بلاستيكي إلى منتصفه بالماء.

انثر على وجه الماء مسحوق الفلفل الأسود.

المس سطح الماء بإصبعك ..تلاحظ عدم حدوث شيء.

المس سطح الماء بإصبعك بعد وضع نقاط من الصابون السائل عليه.

نلاحظ أن مسحوق الفلفل الأسود يبتعد عن المركز باتجاه محيط الطبق.

وذلك لأن الصابون يقلل من التوتر السطحي في الوسط بينما لا يتغير على الأطراف مما يدفع العيدان بذلك الاتجاه.

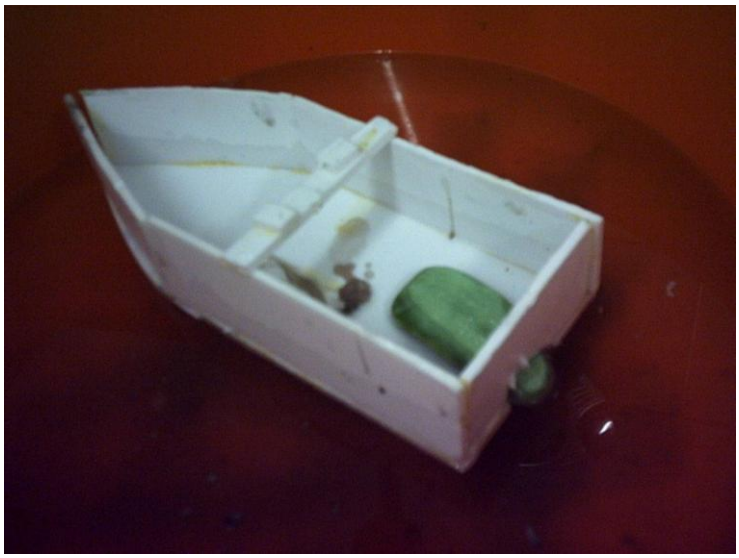
أعد التجربة مرة أخرى و المس سطح الماء في مركز الطبق بورقة نشاف.

تجد أن مسحوق الفلفل تحرك باتجاه المركز.

السبب في ذلك أن ورقة النشاف بخاصيتها الشعرية سحبت الماء المختلط بالصابون فزاد التوتر السطحي في المركز مما يشد مسحوق الفلفل باتجاهه مرة أخرى.

قارب لعبة يسير بدون محرك

بعد تجهيز وتجميع مكونات القارب ضع قطعة صابون مكان المروحة فتلاحظ أن القارب بدأ بالسير.

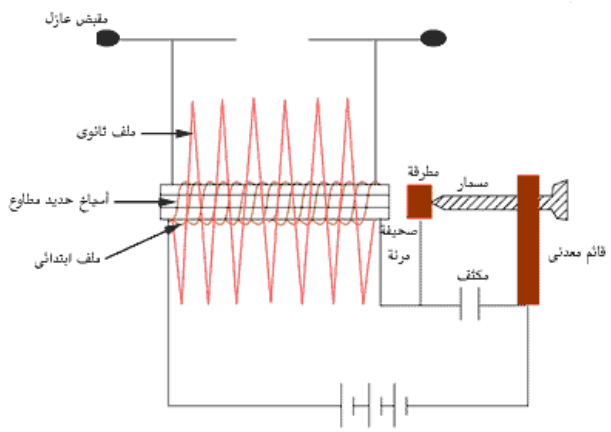


والتفسير العلمي لذلك هو أن قطعة الصابون تقلل من التوتر السطحي للماء خلف القارب بينما التوتر أمامه لا يتغير.

ملف رومكورف

ملف رومكورف جهاز الغرض منه الحصول على قوة دافعة كهربية مستحثة كبيرة جداً في اتجاه واحد تستطيع توليد شرارة كهربية طولها 5 سم باستخدام مصدر قوته الدافعة مستمرة وصغيرة.

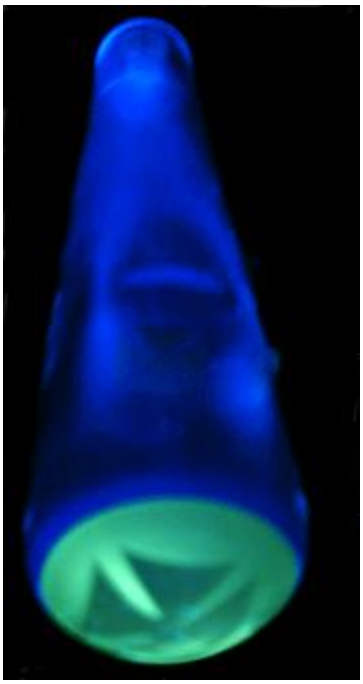
ويستخدم كملف إشعال في آلات الاحتراق الداخلي لإحداث شرارة كهربية تشعل الوقود في محركات السيارات والطائرات ، كما يستخدم في تشغيل أجهزة المهبط والأشعة السينية وإمرار شرارة كهربية في أنابيب بها غازات مخلخلة، و إرسال بعض الإشارات اللاسلكية.

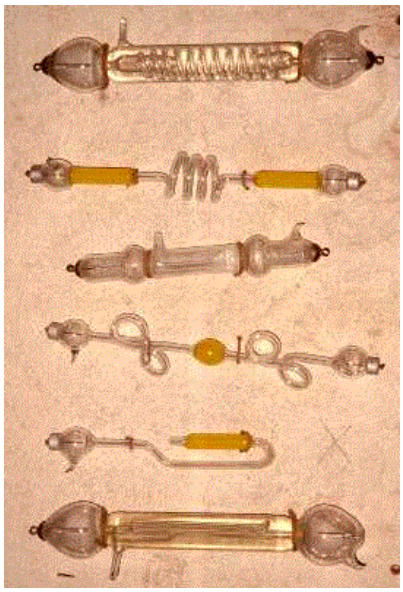


ويتركب من ملف إبتدائى "عدد لفاته قليلة ملفوف حول سيقان رفيعة من الحديد المطاوع ويتصل عن طريق قاطع التيار بمصدر الجهد ذات القوة الدافعة المستمرة والصغيرة" وملف ثانوي " عدد لفاته كبيراً جداً (عشرات الآلاف) ويتصل طرفيه بساقين من النحاس لكل منهما مقبض عازل للتحكم في اتساع الفجوة بينهما".

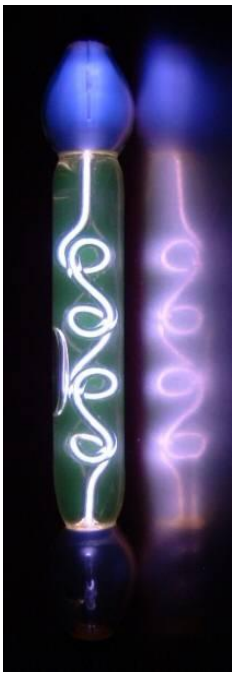
شرح عمل ملف رومكورف عند غلق الدائرة يمر التيار الكهربي في الملف الابتدائي فتتمغنط سيقان الحديد وتجذب المطرقة إليها فتبتعد عن سن المسمار وتفتح الدائرة فينقطع مرور التيار، فتفقد سيقان الحديد مغنطتها وترتد المطرقة لتعود وتلامس سن المسمار فتغلق الدائرة ويمر التيار في الملف الابتدائي . وهكذا يكون التيار المار في الملف الابتدائي تياراً متقطعاً، فيتولد في الملف الابتدائي تيار مستحث ذاتي عكسي يقاوم نمو التيار الأصلي فيكون معدل التغير في الفيض المغناطيسي الذي يقطع الملف الثانوي كبيراً جداً فتتولد بين طرفيه قوة دافعة كهربية مستحثة طردية كبيره جداً تسبب حدوث شرارة كهربية بين طرفي ساقي النحاس.

أنابيب جايسلر



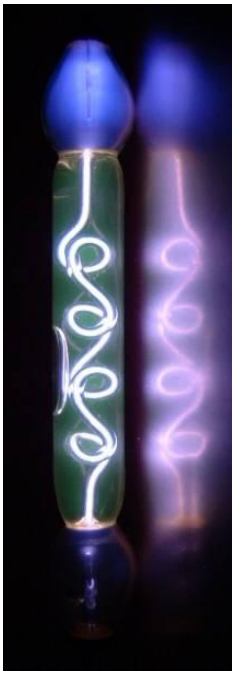


أنابيب جايسلر ابتكره ا العالم الألماني جايسلر لاستعراض ظاهرة التفريغ الكهربي، وهي عبارة عن أنابيب زجاجية تحتوي على غاز أو مخلوط غازات خاملة تحت ضغط أقل من الضغط الجوي. تضيء عند توصيلها بمصدر كهربائي بجهد عال (يكون عادة عدة آلاف فولت) ويسبب وهيجاً ناصعاً في الغاز.



وإعلانات النيون هي تطور لأنبوب جايسلر حيث تُشَكّل الأنابيب المضيئة لتكون كتابة أو صور مرسومة لعلامات تجارية وصناعية ، كما يمكن بتطبيق نظم البرمجة الإلكترونية الحصول على تتابع في الإضاء والإنطفاء للأجزاء بحيث تعطي الإعلان حيوية جذابة.

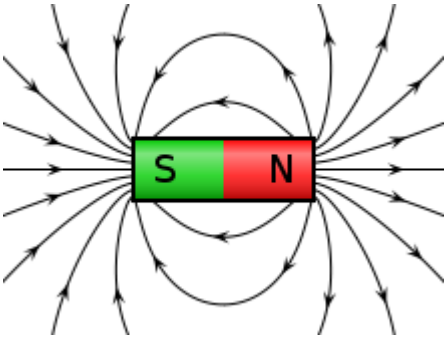
إعلانات النيون



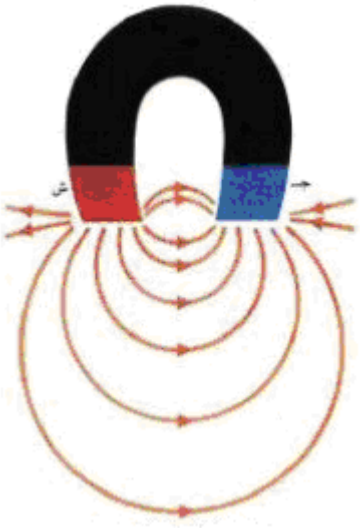
وإعلانات النيون هي تطور لأنبوب جايسلر حيث تُشَكّل الأنابيب المضيئة لتكون كتابة أو صور مرسومة لعلامات تجارية وصناعية ، كما يمكن بتطبيق نظم البرمجة الإلكترونية الحصول على تتابع في الإضاء والإنطفاء للأجزاء بحيث تعطي الإعلان حيوية جذابة.

خطوط الفيض المغناطيسي

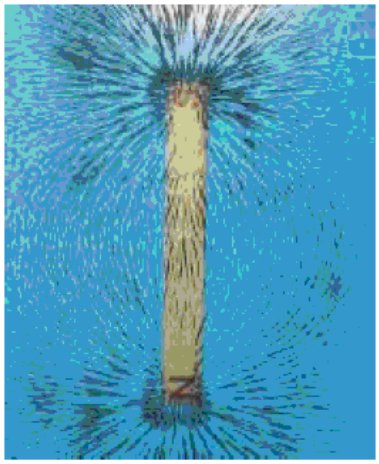
يتكون المغناطيس الدائم من أكسيد الحديد Fe_3O_4 وله قطبان أحدهما شمالي والآخر جنوبي، وللمغناطيس الدائم أشكال عدة.

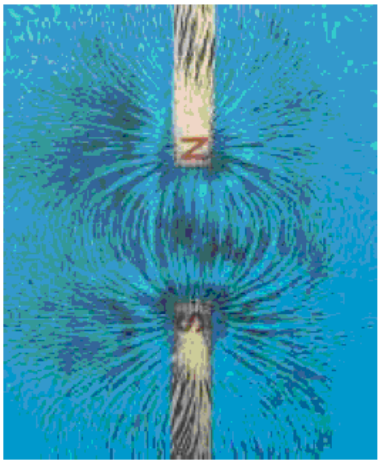


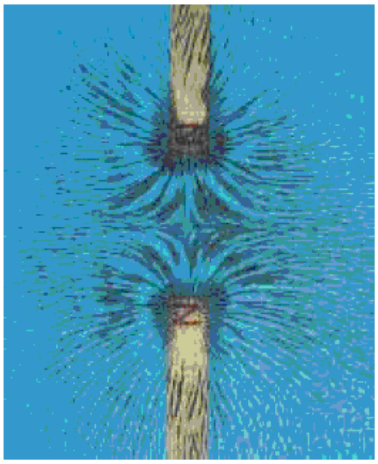
المجال المغناطيسي هو المنطقة المحيطة بهذا المغناطيس ويظهر فيها آثار مغناطيسيته.



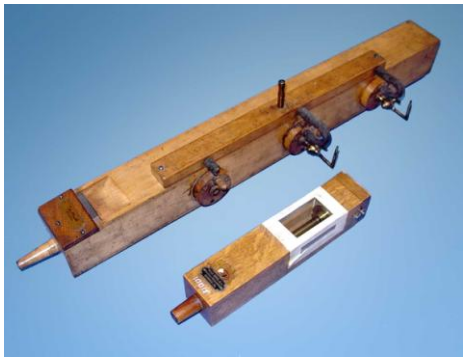
ويمثل المجال المغناطيسي بخطوط وهميه تسمي خطوط الحث المغناطيسي وتشكل بمجموعها ما يعرف بالطيف المغناطيسي، ويمكن مشاهدتها بواسطة برادة الحديد.



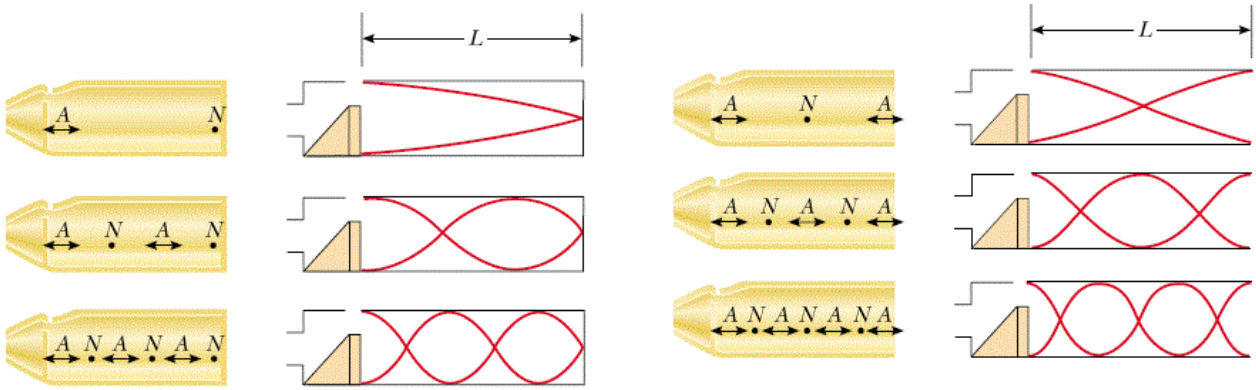




أنابيب الأرغون "الناى"



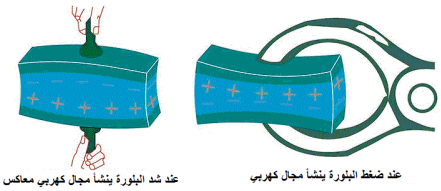
تعتبر أنابيب الأرغون "الناي" مثالاً للرنين في الأنابيب المفتوحة من طرفين أو الأنابيب المفتوحة من طرف واحد.



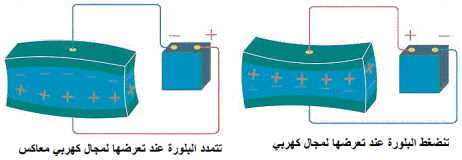
يتكون الناي من تسع عُقَل بها ستة ثقوب على استقامة واحدة وثقب آخر من الخلف يتحكم به، ويتوقف تردد النغمة علي طول أنبوبة الرنين ولذل ك يستخدم العازف أكثر من آلة ناي لتغطية ما تحتاجه المقطوعة الموسيقية من نغمات مختلفة قد لا يكفي ناي واحد لإصدارها.

الكهرباء الإنضغاطية "بلورات البيزوكهربية"

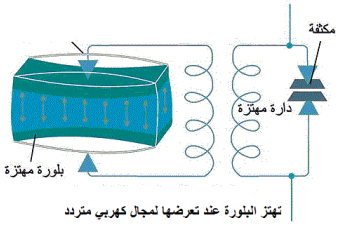
أكتشفت ظاهرة الكهرباء الانضغاطية في العام 1880 بواسطة الأخوين بيار كوري وجاك كوري. حيث وجدا انه عند تطبيق جهد ميكانيكي على بلورات بعض المواد مثل (الكوارتز أو التورمالين أو تيتانات الباريوم) تظهر بعض الشحنات الكهربائية على السطح أي يتولد جهد كهربائي.



وبالعكس فإن تطبيق جهد كهربائي على هذه البلورات سيؤدي إلى توليد جهد ميكانيكي يؤدي إلي تمدد أو انكماش البلورة.



وعند تعرض البلورة لجهد متردد فإنها ستهتز.
وبالتالي نستطيع القول أن البلورات البيزوكهربية هي محولات للطاقة حيث تحول الإجهاد الميكانيكي إلي جهد كهربائي.

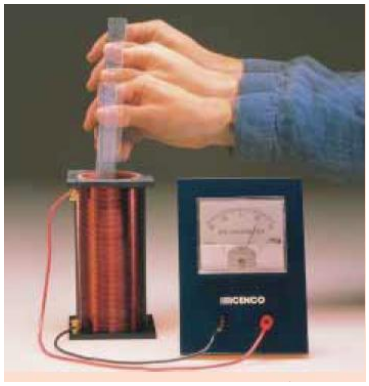


هذه الظاهرة لها تطبيقات مفيدة جداً فمنها تصنع أ جهز ة السونار sonar التي تستخدم بكثرة في الطب كما تستخدم في السفن والغواصات لتحديد أعماق البحار.
وتستخدم في صنع مكبرات ومجسمات الصوت. كما إنها تستخدم في صناعة ساعات الكوارتز وصناعة الموازين الحساسة، هذا بالإضافة إلى استخدامها في العاب الأطفال وأيضا في الولاعات لتوليد الشرارة الكهربية.

وتستخدم البلورات البيزوكهربية في أحدث ابتكار ل شركة Nokia وهو هاتف جديد يعيد شحن نفسه بحصد الطاقة من حركة المستخدم، وقد بنيت الفكرة على تثبيت المكونات الثقيلة داخل الهاتف، مثل دارة مستقبل الراديو والبطارية، على إطار قابل للحركة على مجموعتين من السكك في الاتجاهين الرأسي والأفقي، حيث تقوم شرائط من البلورات البيزوكهربية عند نهاية كل سكة بتوليد تيار عند انضغاطها بواسطة الإطار. و يسمح هذا الأسلوب للهاتف بتوليد كهرباء عند مشي المستخدم أو حركته بأي شكل مما يؤدي لشحن مكثف يقوم بتسريب الشحنة إلى البطارية.

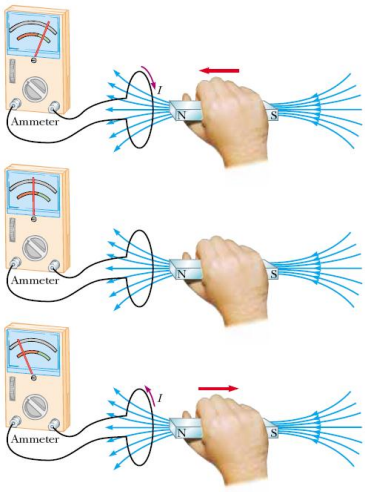
الحث الكهرومغناطيسي

"قانون فاراداي وقاعدة لنز"



لاحظ فاراداي عام 1831 أن المجال المغناطيسي ينشئ تياراً كهربياً.
وهذا عكس ما لاحظه أورستيد عام 1820 أن التيار الكهربي ينشئ مجالاً مغناطيسياً.
ينص قانون فاراداي علي انه عندما يتغير الفيض المغناطيسي الذي يخترق ملفاً كهربائياً يتولد علي طرفي الملف قوة دافعة كهربية تأثيرية يتناسب مقدارها مع معدل تغير الفيض المغناطيس بالنسبة للزمن.

وباستخدام الدائرة الموضحة يمكن إثبات أن مقدار القوة الدافعة الكهربية التأثيرية يتناسب مع كل من شدة القطب المغناطيسي الذي نحركه داخل الملف، ومع سرعة حركة القطب.



ثم وضح لينز أن اتجاه التيار الكهربائي المستحث المتولد في ملف أو موصل يعاكس التغير المسبب له.

وباستخدام الدائرة الموضحة يمكن ملاحظة أن اتجاه انحراف الفولتميتر يتغير بتغير كل من اتجاه الحركة ونوع القطب المتحرك.

جهاز أورستيد

عام 1820 لاحظ العالم اورستد Orested أنه إذا مر تيار في سلك فإنه ينشأ تأثير مغناطيسي متمثلاً في انحراف إبرة مغناطيسية موضوعة بجوار السلك.

وقد ربط اكتشاف اورستد علاقة بين علم الكهربية وعلم المغناطيسي، ووثق تلك العلاقة العالم فاراداي عام 1831 عندما لاحظ أن المجال المغناطيسي ينشئ تياراً كهربياً.

جهاز أورستيد عبارة عن حلقة من الألمونيوم "تمثل ملف من لفة واحدة" يوجد في مركزها إبرة مغناطيسية. يهيأ الجهاز في حالة عدم وجود تيار كهربائي بحيث تكون الإبرة والسلك باتجاه خط الزوال المغناطيسي "اتجاه الشمال والجنوب الجغرافي". عندما يمر تيار كهربائي في السلك تنحرف الإبرة ويكون انحرافها مقياساً لشدة التيار الكهربائي.

يعتبر جهاز أورستيد أول شكل لجهاز الجلفانوميتر.

الثيرموبيل

الثيرموبيل جهاز يستخدم للكشف عن وجود إشعاع حراري ويتكون كما في الشكل من عدد من المزدوجات الحرارية موصولة مع بعضها على التوالي.

تتعرض مجموعة الالتصاق الساخنة (A) للإشعاع الحراري فتتأثر به بينما مجموعة الالتصاق الباردة (B) بعيدة ومحمية من هذا الإشعاع بواسطة حاجز.

يستقبل الإشعاع الحراري بواسطة مخروط معدني جداره الداخلي أملس ولامع جداً لتركيز الإشعاع على مجموعة الالتصاق (A) المغطاة بطبقة رقيقة من السناج لزيادة كفاءة امتصاص الإشعاع الحراري. وتزداد حساسية الجهاز بزيادة عدد المزدوجات الحرارية، وغالباً ما تصنع من الأنتيمون والبزموت.

الآلة الحرارية

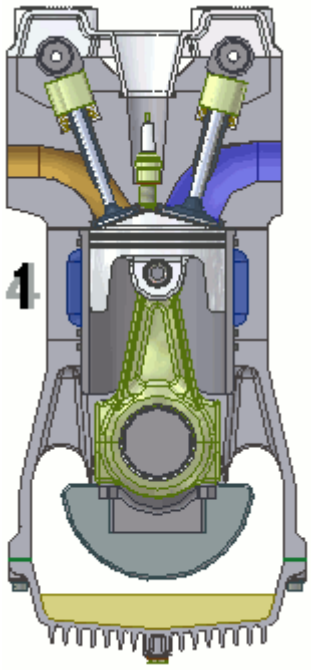
الآلة الحرارية هي الآلة التي تتحول بواسطتها الطاقة الحرارية الناتجة عن إحتراق الوقود (سواء كان هذا الوقود صلباً أو سائلاً أو غازيا) إلى شغل ميكانيكي يمكن الاستفادة به فى إدارة الآلات المستخدمة سواء فى الصناعة أو فى النقل.

أنواع المحركات الحرارية

تنقسم المحركات الحرارية من حيث موضع احتراق الوقود إلى نوعين رئيسيين:

1- محركات الاحتراق الخارجي:

فى هذا النوع يتم احتراق الوقود خارج اسطوانة المحرك فى مراجل خاصة و الحرارة الناتجة عن احتراق الوقود تستخدم فى تحويل ماء المرجل إلى بخار يمكن استخدامه فى إدارة المحركات والتربينات البخارية.

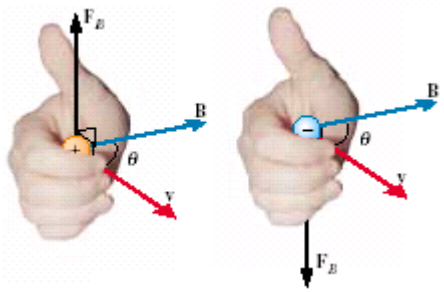


2- محركات الاحتراق الداخلي:

فى هذا النوع يتم احتراق الوقود داخل اسطوانة المحرك وتقوم الغازات الناتجة عن هذا الاحتراق بتحريك المكبس مباشرة .

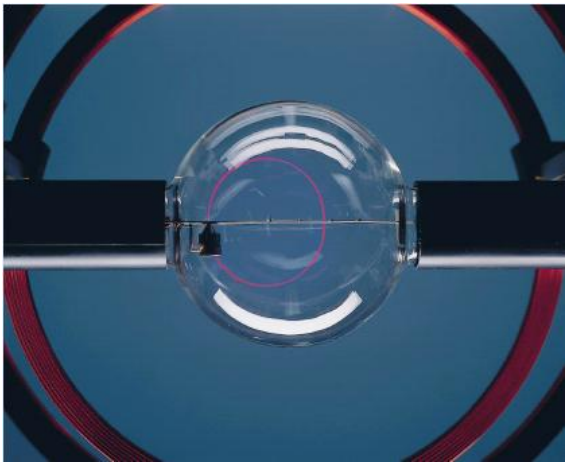
تعيين الشحنة النوعية للإلكترون e/m

بطريقة كوفمان



عندما يتحرك الإلكترون بسرعة $\mathbf{v}$ عمودياً علي المجال المغناطيسي المنتظم $\boldsymbol{B}$ فإنه يتأثر بقوة لورنتز $\boldsymbol{F_B}$:

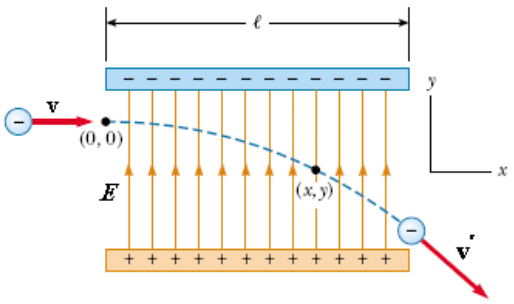
$$\vec{F}_B = -e\,\vec{v}\times\vec{B}$$



ولما كانت القوة $\boldsymbol{F_B}$ دائماً عمودية على مسار الإلكترون فإن الإلكترون سيتحرك في مسار دائري.

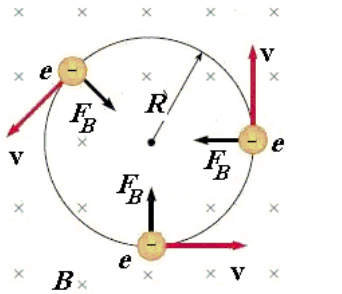
تعيين الشحنة النوعية للإلكترون e/m

بطريقة طومسون



المسار الذي يتخذه إلكترون يتحرك عمودياً علي مجال كهربي منتظم عبارة عن قطع مكافئ. فالمجال الكهربي المنتظم $\boldsymbol{E}$ سيؤثر علي الإلكترون بقوة $\boldsymbol{F_E}$ تسمي بقوة كولوم:

$$\vec{F}_E = -e\,\vec{E}$$



يمثل مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه B عمودياً علي مستوي الصفحة ويتجه إلي الداخل

عندما يتحرك الإلكترون بسرعة $\mathbf{v}$ عمودياً علي المجال المغناطيسي المنتظم $\boldsymbol{B}$ فإنه يتأثر بقوة لورنتز $\boldsymbol{F_B}$:

$$\vec{F}_B = -e\,\vec{\mathbf{v}} \times \vec{B}$$

وعند ضبط كل من شدة المجال الكهربي والمجال المغناطيسي واتجاهَهما بحيث يتلاشي انحراف الشعاع الإلكتروني "أي يعود مساره خطاً مستقيماً موازياً لمحور أنبوبة أشعة الكاثود" فإن قوة تأثير المجال الكهربي $\boldsymbol{F_E}$ في هذه الحالة تعادل القوة الناشئة عن المجال المغناطيسي $\boldsymbol{F_B}$ وتضادها في الاتجاه و خط عملهما واحد أي أن:

$$\left|\vec{F}_B\right| = \left|\vec{F}_E\right|$$