|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |
| --- |
|  |
|  |

 |

|  |
| --- |
|  |
|  |
|

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **اسطورة الكهرومغناطيسية**  نشأ علم المغناطسية من ملاحظة أن بعض الأحجار وتسمى Magnetite Fe3O4 تجذب إليها جسيمات الحديد. وكلمة مغناطيسية Magnetism هي مشتقة من منطقة ماغنيسيا Magnesia في اسيا الصغرى حيث توجد هذه الاحجار. وكما هو معروف أن الكرة الأرضية نفسها هي مغناطيس دائم.  في عام 1820 لاحظ العالم اورستد Orested أنه إذا مر تيار في سلك فإنه ينشأ تأثير مغناطيسي متمثلاً في انحراف ابرة مغناطيسية موضوعة بجوار السلك، وكما سندرس لاحقاً أن المجال المغناطيسي ينشأ عن الشحنات في حالة حركة (تيار كهربي) وقد ربط اكشاف اورستد علاقة بين علم الكهربية وعلم المغناطيسية.  تعرف المنطقة المحيطة بمغناطيس دائم أو موصل يمر به تيار بمنطقة مجال مغناطيسي Magnetic field والمقصود بكلمة مجال field هو تأثير فيزيائي يأخذ قيم مختلفة في الفراغ. والمتجه الأساسي في التأثيرات المغناطيسية يسمى متجه الحث المغناطيسي Magnetic induction vector ويرمز له بالرمز B.  يمكن تمثل المجال المغناطيسي بخطوط القوى المغناطيسية بحيث يكون كثافة الخطوط لكل وحدة مساحات من عنصر مساحة عمودي على اتجاه خطوط القوى هو مقدار المجال المغناطيسي. ويكون اتجاه المماس لخط القوى عند أي نقطة عليه يعطي اتجاه المجال المغناطيسي B عند تلك النقطة.   http://arabelect.net/learns/magnetshapes.jpg    لتعريف المجال المغناطيسي سوف نستخدم التعريف الاجرائي Operational Definition والتي تعتمد على الطريقة العملية لقياس المجال المغناطيسي. **النتائج العملية**إذا وضعت شحنة اختبار ساكنة عند نقطة في منطقة مجال مغناطيسي وجد عملياً أن القوة الغناطيسية عليها تساوي صفر.  إذا اطلقت شحنة الاختبار qo بسرعة v خلال النقطة المراد قياس المجال المغناطيسي عندها فإنها تتأثر بقوة عمودية على اتجاه السرعة.  وجد عملياً أن القوة المغناطيسية تتناسب مع مقدار الشحنة qo واذا كانت الشحنة سالبة فإن القوة تكون في عكس اتجاه القوة على الشحنة الموجبة. تكون القوة المغناطيسية عمودية على اتجاه السرعة ويعتمد مقدرا القوة المغناطيسية على اتجاه سرعة الشحنة بحيث أن B تتناسب طردياً مع vsinq حيث q الزاوية بين السرعة والمجال المغناطيسي B.  وجد عملياً أن اتجاه القوة يكون دائماً عمودياً على اتجاه المجال المغناطيسي B.  وجد أن القوة المغناطيسية تصبح نهاية عظمى عندما تكون السرعة عمودية على المجال المغناطيسي.  F ^ v  F ^ B  F a qo v sinq  F = qo v B sinq  يعرف مقدار متجه المجال المغناطيسي B كما يلي  B = F / qo v sinq  F = qo v ´ B  ويكون اتجاه المجال المغناطيسي في اتجاه دوران بريمة تدور من v إلى B كما في الشكل التالي: http://arabelect.net/learns/lectur1.jpg  صورة تابعة للقسم الأخير  كما أن القوة المغناطيسية على الشحنة السالبة يكون في عكس القوة المغناطيسية على الشحنة السالبة.   http://arabelect.net/learns/lectur2.jpg    وحدة المجال المغناطيسي B هي Tesla ويرمز لها بالرمز T  ووحدة Tesla هي وحدة كبيرة ويمكن استخدام وحدة الجاوس في نظام جاوس للوحدات حيث أن  Tesla = 104 Gauss اشتقاق الوحدة   http://arabelect.net/learns/lectur3.gif**المغناطيسية والتيار المتردد**  **تأثير المجال المغناطيسي على موصل يمر به تيارThe Effect of magnetic field on current carrying conductor**  لاحظنا من المحاضرة السابقة أن القوة المغناطيسية تؤثر على الشحنة المتحركة بسرعة v في مجال مغناطيسي B. وحيث أن التيار الكهربي المار في سلك موصل هو حركة للشحنات في السلك، لذا سنقوم بدراسة تأثير المجال المغناطيسي على سلك يمر به تيار كهربي شدته i. افترض سلك من مادة موصلة طولها L ومساحة مقطعها A يمر بها تيار كهربي i، والسلك موجود في منطقة مجال مغناطيسي B كما في الشكل المرفق. تتحرك الشحنات داخل مادة الموصل بسرعة تسمى سرعة الانجراف Drift velocity Vdويكون تأثير المجال المغناطيسي على الشحنة المتحركة هوF = qo Vd X B  ولإيجاد القوة المغناطيسية التي تؤثر على السلك يجب أن نوجد عدد الشحنات المارة في السلك وسنفترض أن عدد تلك الشحنات هو nALحيث أن n هو عدد الشحنات لكل وحدة حجوم وعليه تكون القوة المغناطيسية الكلية تعطى بالمعادلة التالية:F = qo Vd X B (nAL)vd = i/nqAبالتعويض عن سرعة الانجراف نحصل على المعادلة التالية:  F = i L X Bوهذه المعادلة تمثل القوة المغناطيسية الكلية المؤثرة على سلك يمر به تيار في مجال مغناطيسي و Lهو متجه في اتجاه التيار   http://arabelect.net/learns/Flux1.jpg    في حالة سلك غير منتظم فإننا نقسم السلك إلى عناصر صغيرة طول كل منها ds كما في الشكل وتكون القوة المغناطيسية المؤثرة على العنصر ds هو:  dF = i ds X B http://arabelect.net/learns/Flux2.jpg  **حالة خاصة (1)**في حالة سلك منحني كما في الشكل ويمر به تيار في مجال مغناطيسي منتظم فإن القوة المغناطيسية في هذه الحالة هي:F = i L X B حيثL هي الازاحة بين نقطة البداية والنهاية للسلك.   http://arabelect.net/learns/Flux3.jpg  **حالة خاصة (2)**في حالة وجود حلقة متصلة من سلك يمر به تيار كهربي موضوع في مجال مغناطيسي منتظم فإن القوة المغناطيسية الكلية المؤثرة على الحلقة يساوي صفراً.  F = 0  وذلك لأن المجموع الاتجاهي للازاحات الصغيرة ds يساوي صفراً حيث ستكون نقطة البداية هي نقطة النهاية   http://arabelect.net/learns/Flux4.jpg    تأثير المجال المغناطيسي على حلقة يمر بها تيارTorque on a current loop  في الدرس السابق وجدنا أن قوة مغناطيسية تؤثر على سلك (1) يمر به تيار (2) وموضوع في مجال مغناطيسي خارجي. في وضعية مشابهة نجد أن القوة المغناطيسية تؤثر بقوة عزم ازدواج على حلقة يمر بها تيار موضوعة في مجال مغناطيسي خارجي. كيف؟؟  حالة خاصة المجال المغناطيسي يوازي مستوى الحلقةلنفرض حلقة من سلك موصل يمر به تيار i وموضوع في مجال مغناطيسي B موازي لمستوى الحلقة كما في الشكل   http://arabelect.net/learns/Flux5.jpg    يؤثر المجال المغناطيسي على طول الضلعين b بقوة مغناطيسية متساوية في المقدار F1 = F2 = IbB ومتعاكسة في الاتجاه ولكن خط عملهما مختلف مما ينتج عن ذلك ازدواج Torque.يعطى بالعلاقة التالية:T = iABبينما تكون القوة المغناطيسية على طول الضلعين a تساوي صفر وذلك لأن الزاوية المحصورة بين المجال المغناطيسي والتيار تساوي صفراً للضلع السفلي و 180 درجة للضلع العلوي من الحلقة.   **حالة عامة المجال المغناطيسي يعمل زاوية مع مستوى الحلقة**  بنفس الطريقة السابقة سيكون تأثير المجال المغناطيسي على الحلقة هو ازدواج يتولد على طرفي الضلعين b ولحساب الازدواج نقوم بضرب القوة المؤثرة في المسافة العمودية على النحو التالي:T= F1 (a/2) sin o + F2 (a/2) sin oT = ibB (a/2) sin o + ibB(a/2) sin oT = iAB sin o   http://arabelect.net/learns/Flux6.jpg  والمعالدة السابقة تكتب في الصورة الاتجاهية كالتالي:T = i AX Bحيث A هو متجه المساحة ومقداره مقدار المساحة ويكون اتجاهه عمودي على المساحة. ويعرف حاصل ضرب متجه المساحة في التيار بعزم المجال المغناطيسيMagnetic Moment u:u= i A The Si unit of the magnetic moment is (A.m^2)يتم تحديد اتجاه عزم المجال المغناطيسي باستخدام قبضة اليد اليمنى كما في الشكل المقابل...ويكتب عزم الازدواج بالصورة التالية.T = u X B   http://arabelect.net/learns/Flux7.jpg    **خطوط المجال المغناطيسي لمغناطيس دائم** http://arabelect.net/learns/Flux8.jpg    **خطوط المجال المغناطيسي لحلقة يمر بها تيار** http://arabelect.net/learns/Flux9.jpg**تأثير المجال المغناطيسي على حركة جسيم مشحونThe Effect of magnetic field on moving charged particle**  درسنا في المحاضرة الأولى ان القوة المغناطيسية المؤثرة على جسم مشحون يتحرك في مجال مغناطيسي تكون دائماً عمودية على على سرعة الجسم. وهذا يعني أن الشغل المبذول بواسطة القوة المغناطيسية يساوي صفر وبالتالي فإن تأثير المجال المغناطيسي على حركة جسم مشحون هو تغير اتجاهه بحيث يسلك الجسم المشحون في مجال مغناطيسي مساراً دائرياً يكون مستوى هذا المسار الدائري عمودياً على المجال المغناطيسي. http://arabelect.net/learns/lectur15.jpg  بتطبيق قانون نيوتن لجسم يتحرك في مسار دائري لإيجاد القوة المؤثرة ومساواتها بالقوة المغناطيسية نجد أن نصف قطر المسار يعطى بالعلاقة التالية:  F=qvB=(mv^2/r)r=mv/qB وهذا يعني ان نصف قطر المسار الذي يسلكه الجسم المشحون في مجال مغناطيسي يتناسب طرديا مع كتلة وسرعة الجسم وعكسيا مع الشحنة وقيمة المجال المغناطيسي.  وتعطى قيمة التردد الزاوي Angular frequency والزمن الدوري Period للجسم المشحون بـw=v/r=qB/m http://arabelect.net/learns/lectur103.jpg  يعرف التردد الزاوي في العديد من التطبيقات بـ Cyclotron frequency.  أي أن التردد الزاوي Angular frequency والزمن الدوري Period للجسم المشحون لا يعتمدان على السرعة أو نصف القطر. **تطبيقات عملية على حركة الجسيمات المشحونة في مجال مغناطيسيApplication of the motion of charged particle in magnetic field**    العديد من التطبيقات العلمية تعتمد على التأثير الفيزيائي للمجال الكهربي والمجال المغناطيسي على الأجسام المشحونة حيث انه عند تعريض جسم مشحون لكلا المجالين فإن هذا الجسم سيقع تحت تأثير القوتين الكهربية Fe=qE والمغناطيسية FB=qvxB ومحصلة القوتين تعرف باسم قوة لورنتز Lorentz ForceF = q E + q v x B Lorentz Forceوسنتعرض في هذه المحاضرة إلى دراسة تفصيلية لأربعة من هذه التطبيقات هي: The Velocity selectorThe mass SpectrometerThe Cyclotronand The Hall Effect    **The Velocity selector** يتبين من اسم هذا الجهاز أنه مرشح للسرعة حيث يمكن باستخدامه التحكم في اختيار حزمة من الجسيمات المشحونة ذات سرعة محددة. وذلك لأنه كما نعلم أن الجسيمات المنبعثة عند أية درجة حرارة لها توزيع إحصائي على نطاق واسع من السرعات ولاختيار سرعة محددة نستخدم جهاز مرشح السرعة Velocity selector.  **فكرة العمل:** يتكون جهاز مرشح السرعة من مصدر للجسيمات المشحونة Source تنطلق الجسيمات من المصدر بسرعات مختلفة لتمر من الشريحة التي تحدد حزمة من هذه الجسيمات لتمر في منطقة مجال كهربي متعامد مع مجال مغناطيسي كما في الشكل التالي: http://arabelect.net/learns/Fluxs1.jpg    http://arabelect.net/learns/Fluxs2.jpg  تتأثر الجسيمات المشحونة بالمجالين الكهربي والمغناطيسي بحيث يكون اتجاه القوة الكهربية للأسفل واتجاه القوة المغناطيسية للأعلى. وهذا سيؤدي إلى أن الجسيمات المتحركة بسرعة معينة هي التي ستتحرك في خط مستقيم لأن عند تلك السرعة تتساوى القوة الكهربية مع القوة المغناطيسية بينما الجسيمات المتحركة بسرعات أخري ستنحرف عن المسار المستقيم لتصطدم بحائل يمنع مرورها من الفتحة الموجودة على محور الجهاز. ولإيجاد هذه السرعة نستخدم قانون لورنتز.q E = q v x Bv = E/B  أي أن بتغيير قيمة أحد المجالين يمكن اختيار الجسيمات المشحونة بالسرعة المطلوبة ولهذا يسمى الجهاز بمرشح السرعة. **The mass Spectrometerجهاز مطياف الكتلة Mass spectrometer هو جهاز يستخدم لفصل الذرات أو الجزيئات أو الأيونات بناءً على نسبة كتلتها إلى شحنتها.** **فكرة العمل:** تعتمد فكرة عمل مطياف الكتلة أساسا على استخدام جهاز مرشح السرعة لاختيار وتحديد سرعة الأجسام المختلفة المراد فصلها.يوضح الشكل أدناه فكرة عمل الجهاز حيث يمرر شعاع من الأيونات في مرشح السرعة لتخرج جسيمات ذات سرعة تساوي E/B. تمر هذه الأيونات إلى مطياف الكتلة المكون من مجال مغناطيسي منتظم Bo تسلك الجسيمات خلال المجال المغناطيسي مسار دائري نصف قطره r لتصطدم بشاشة فوتوغرافية تعطي ومضة تشير إلى موقع اصطدام الأيون مع الشاشة نتيجة للمجال المغناطيسي المطبق في جهاز مطياف الكتلة.من المحاضرة السابقة وجدنا أن r تعطى بالعلاقة التالية: http://arabelect.net/learns/Fluxs3.jpg  وهنا شكل موضح: http://arabelect.net/learns/Fluxs4.jpg    إذا النسبة بين الكتلة إلى الشحنة تكون: http://arabelect.net/learns/Fluxs5.jpg    بالتعويض عن السرعة v بمعادلة مرشح السرعة نجد أن: http://arabelect.net/learns/Fluxs6.jpg    وبهذه الطريقة يمكن إيجاد النسبة بين الكتلة إلى الشحنة عن طريق قياس نصف قطر دوران الجسم المشحون في مطياف الكتلة. وقيم المجال الكهربي والمغناطيسي لمرشح السرعة والمجال المغناطيسي المستخدم في المطياف.   **The Cyclotronجهاز السنكلترون يعد جهاز حديث تم تصميمه في 1934 ويستخدم في تعجيل الجسيمات المشحونة إلى سرعات هائلة تستخدم في تجارب التصادمات النووية. وهنا أيضا يستخدم كلا من المجال الكهربي والمجال المغناطيسي لهذا الغرض.**  **فكرة العمل :**يتكون السنكلترون من وعائين منفصلين على شكل الحرف الإنجليزي D مفرغين من الهواء لتقليل احتكاك الجسيمات المعجلة مع جزيئات الهواء. يطبق فرق جهد متردد على طرفي الوعائين ويطبق مجال مغناطيسي عمودي على الوعائين كما هو موضح في الشكل   http://arabelect.net/learns/Fluxs7.jpg    يتم إطلاق الجسيمات المراد تعجيلها في وسط المنطقة الفاصلة بين الوعائين لتأخذ مسار دائري وتعود إلى الوسط الفاصل في فترة زمنية قدرها T/2 حيث T هو الزمن الدوي.   http://arabelect.net/learns/Fluxs8.jpg    وبضبط تردد فرق الجهد المطبق بين الوعائين لقلب قطبيتهما ليتوافق مع وصول الجسم المشحون للمنطقة الفاصلة حيث يكون مجالا كهربياً يكسب الشحنة دفعة لتزيد من سرعته وبالتالي يزداد نصف قطر الدوران للجسم المشحون تدريجياً حتى يصل إلى نصف قطر الوعاء وعندها يخرج الجسيم المشحون من المعجل (السنكلترون) بسرعة كبيرة تعتمد على المعادلة v = qBr/m   **The Hall Effectإن مرور تيار في موصل يمكن أن يعزى إلى حاملات شحنة موجبة تتحرك في اتجاه التيار أو سالبة تتحرك في عكس اتجاه التيار أو كلاهما معاً.** ولتحديد حاملات الشحنة قام العالم Edwin Hall في العام 1879 بتصميم تجربة عملية لتحديد نوع حاملات الشحنة في مادة الموصل وكذلك تمكن من ايجاد عدد حاملات الشحنة لكل وحدة حجوم. كما توفر هذه التجربة وسيلة لقياس شدة المجال المغناطيسي Hall Probe  **فكرة تجربة هول:** عند وضع قطعة من مادة موصلة في شكل شريحة يمر بها تيار كهربي في اتجاه محور x، في مجال مغناطيسي خارجي عمودي على مستوى الشريحة على المحور y كما في الشكل المرفق ، ينشئ على جانبي الشريحة على المحور z فرق جهد يدعى بفرق جهد هول Hall voltage.   http://arabelect.net/learns/Fluxs9.jpg  **كيف تولد فرق جهد هول؟** في الشكل المبين ادناه يوضح الفكرة العملية لتأثير هول وكما نلاحظ أن تيار كهربي يمر في الشريحة الموضوعة في مجال مغناطيسي عمودي على الشريحة للداخل ونفترض أن الشريحة تنقل التيار الكهربي من خلال شحنات موجبة، فيحدث ما يلي: تتأثر الشحنة الموجبة بالقوة المغناطيسية Fm الناشئة عن المجال المغناطيسي الخارجي. ويكون اتجاه القوة إلى الأعلى حسب قاعدة فليمنج لليد اليمنى.تنحرف الشحنات تحت تأثير القوة المغناطيسية للأعلى فتتراكم الشحنات الموجبة على الجانب العلوي للشريحة بينما تتراكم شحنات سالبة على الجانب السفلي للشريحة كما بالشكل   http://arabelect.net/learns/Fluxs10.jpg    يتولد مجال كهربي نتيجة وجود شحنات موجبة على جانب وشحنات سالبة على الجانب الآخر. تزداد شدة المجال الكهربي كلما ازدادت الشحنات المتراكمة.ينشئ عن المجال الكهربي قوة كهربية في الأتجاه المعاكس للقوة المغناطيسية. عندما تصبح قيمة القوة الكهربية تساوي القوة المغناطيسية تسير الشحنات الباقية في خط مستقيم بدون انحراف.يتم قياس فرق الجهد بين طرفي الشريحة بتوصيل النقطتين a&c بجلفانوميتر حساس لقياس فرق الجهد والذي يعرف بفرق جهد هول VH. إذا كانت حاملات الشحنة سالبة فإن مؤشر الجلفانوميتر سينحرف في الاتجاه المعاكس وذلك لأن الشحنات السالبة تتحرك في عكس اتجاه التيار وستنحرف إلى الأعلى والشحنات الموجبة تتراكم في الأسفل.  **كيف يمكن حساب قيمة فرق جهد هول؟** في حالة توازن القوة الكهربية مع القوة المغناطيسية تتحقق المعادلة التالية: q vd B = q EHEH = vd B إذا كان عرض الشريحة (المسافة بين طرفي الشريحة) d ومن علاقة فرق الجهد والمجال الكهربي ينتجVH = EH d = vd B d \*\*\*\* من المعادلة السابقة نلاحظ أنه بقياس جهد هول في المختبر يمكن حساب سرعة الانجراف للشحنات إذا علمنا عرض الشريح وشدة المجال المغناطيسي المستخدم.  **كيف يستخدم تأثير هول في ايجاد كثافة حاملات الشحنة؟** عدد حاملات الشحنة لكل وحدة حجوم n يعرف بكثافة الشحنة. ويمكن حسابه من العلاقة بين التيار الكهربي وسرعة الانجراف I = nqvdA ولاحظنا من قياس جهد هول يمكن إيجاد سرعة الانجراف وبالتعويض في المعادلة التالية نحصل على   http://arabelect.net/learns/Fluxs11.gif  حيث A مساحة مقطع الشريحة المستخدمة والتي يمر من خلالها التيار الكهربي I. بالتعويض عن سرعة الانجراف vd في المعادلة \*\*\* نحصل على   http://arabelect.net/learns/Fluxs12.gif  حيث أن A=td و t هو سمك الشريحة المستخدمة تكون صورة المعادلة هي http://arabelect.net/learns/Fluxs13.gif  بقياس فرق جهد هول عمليا ومن أبعاد الشريحة والتيار المار بها يمكن باستخدام المعادلة السابقة حساب كثافة حاملات الشحنة.  هذه المعادلة تعطينا فكرة عمل مجس هول المستخدم في المختبر لقياس المجال المغناطيسي، حيث يتم معايرة شريحة قياسية يمر بها تيار معلوم وسمكها محدد وكثافة الشحنة محسوبة مسبقا يتم قياس فرق جهد هول الذي يتناسب طرديا مع قيمة المجال المغناطيسي المراد قياسه في المختبر. ومن هنا نستنتج أن مجس هول يقوم بقياس المجال المغناطيسي من خلال قياس فرق جهد هول.تعرف الكمية الفيزيائية RH بمعامل هول Hall Coefficient. RH = 1/nq  **مصادر المجال المغناطيسيSources of the magnetic field**  درسنا في المحاضرات السابقة تعريف المجال المغناطيسي وخصائصه وتأثيره على الشحنة المتحركة الذي يجعل الشحنة تأخذ مساراً دائرياً وتأثيره على سلك يمر به تيار كهربي بقوة وعلى ملف يمر به تيار مما يؤثر عليه بازدواج، ولم نتعرض إلى دراسة مصدر المجال المغناطيسي وكيفية حسابه وفي هذه المحاضرة سوف ندرس قانونين من القوانين التي تتعامل مع هذه الاموضوع القانون الأول يدعى قانون بيوت سافارت Biot Savart Law والقانون الثاني هو قانون امبير Ampere's Law. وهذين القانونين يناظران قانونين سبق وان درست في الفيزياء العامة 2 وهما قانون كولوم وقانون جاوس لحساب المجال الكهربي. **قانون بيوت سافارت Biot Savart Law** بعد اكتشاف التأثير المغناطيسي عام 1819 بواسطة العلم اوستد Oersted لسلك يمر به تيار كهربي ويؤثر على ابرة مغناطيسية موضوعة بالجوار. قام العالمين بيوت وسافارت بعدة تجارب لايجاد العلاقة بين التيار المار في سلك والمجال المغناطيسي الناتج عنه عند اية نقطة في الفراغ. وقد توصلو إلى الحقائق العملية التالية:  أن متجه المجال المغناطيسي dB لعنصر صغير من السلك طوله ds عند نقطة P في الفراغ تكون دائما عمودية على كلاً من العنصر ds ومتجه الإزاحة r الذي يتجه من عنصر السلك ds إلى النقطة P.  يتناسب مقدار المجال المغناطيسي dB عكسيا مع مربع المسافة r2.  يتناسب مقدار المجال المغناطيسي dB طرديا مع مقدار التيار المار في السلك.  يتناسب مقدار المجال المغناطيسي dB طرديا مع sinq حيث أن الزاوية q هي الزاوية المحصورة بين متجه الازاحة r والعنصر من السلك ds.  هذه النتائج العملية يمكن تلخيصها في قانون بيوت سافارت   القانون http://arabelect.net/learns/lectur25.jpg    توضيح للقانون http://arabelect.net/learns/lectur24.jpg    where the constant km = 10-7Wb/A.m (km=mo /4p)  mo is the permeability of the free space. mo = 4p´10-7Wb/A.m  قانون بيوت سافارت للمجال المغناطيسي النتاج عن عنصر صغير ds من سلك   القانون http://arabelect.net/learns/lectur26.jpg    لاحظ أن القانون السابق يعطي قيمة المجال المغناطيسي الناشئ عن عنصر صغير من السلك ds ولذلك يجب اجراء عملية التكامل للحصول على قيمة المجال المغناطيسي الناتج من السلك كله...  قانون بيوت سافارت للمجال المغناطيسي الكلي الناتج عن سلك طوله l   http://arabelect.net/learns/lectur27.jpg    **قانون امبير Ampere's Law**قانون أمبير هو صياغة أخرى للعلاقة بين التيار والمجال المغناطيسي الناشئ عنه في صورته التكاملية ويستخدم في حل المسائل التي تحتوي على درجة عالية من التماثل ويأخذ قانون امبير الصورة التالية:    http://arabelect.net/learns/lectur33.gif   وهذا يعني أن التكامل على مسار مغلق يحيط بالسلك الذي بمر له التيار يساوي قيمة التيار في ثابت السماحية في الفراغ mo.   **القوة المعغناطيسية المتبادلة بين موصلين يمر بهما تيار كهربي** تعلمنا من المحاضرات السابقة أن كل سلك موصل يمر به تيار ينشئ حوله مجالاً مغناطيسياً وأن لكل مجال مغناطيسي قوة مغناطيسية تؤثر على سلك يمر به تيار ولهذا اذا وجد سلكين موصلين كما في الشكل المقابل ويمر بكل منهما تيار كهربي I1 و I2 فإن المجال المغناطيسي B2 الناشئ عن التيار الثاني يؤثر بقوة مقدارها F1. يمكن التعبير عن القوة التي يؤثر بها موصل على اخر كما في الخطوات التالية:  لنعتبر المجال المغناطيسي الناشئ ن السلك 2 والتي تعطى قيمته بالمعادلة التالية: http://arabelect.net/learns/lectur134.jpg |
|  |
|  |
|  |
|  |  |

 |

 |
|  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|

|  |  |
| --- | --- |
|   |  |

 |
|  |
|

|  |  |
| --- | --- |
|   |  |

 |