المجال المغناطيسي

هو حيّز من الفراغ ، إذا وُضعت إبرة ممغنطة في نقطة من نقطه تأثرت .

ننمذج المجال المغناطيسي بشعاع ($\vec{B}$) .

حتى تفهم المجال المغناطيسي جيدا ، تخيل كمية من الحطب تشتعل ، فكلما إقتربت من النار تشعر بالحرارة وكلما ابتعدت تقلّ الحرارة ، وذلك في كل الاتجاهات . إذن مكان النار هو مصدر المجال والحرارة هي المجال المغناطيسي .

إذا كان هذا المجال ناتجا عن مغناطيس نسميه ببساطة مجال مغناطيسي (وهو مجال دائم) .

إذا كان هذا المجال ناتجا عن مرور تيار كهربائي في دارة نقول عنه أنه مجال كهرومغناطيسي .(وهو مجال مؤقت).

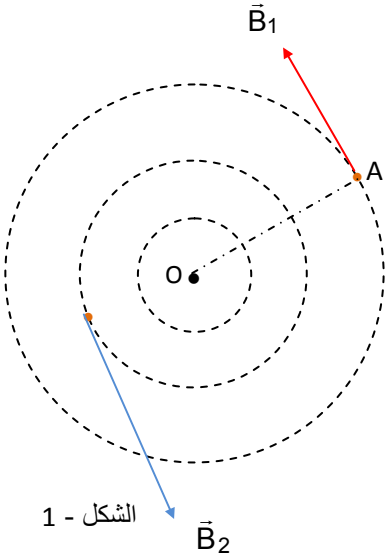
وهذا هو المجال الذي نتطرق له في هذا الموضوع .

خطوط المجال المغناطيسي (خطوط الطيف المغناطيسي) : هي منحنيات بصفة عامة ، يكون في كل نقطها شعاع المجال مماسيا لها . وإذا أصبحت هذه المنحنيات خطوطا مستقيمة متوازية نقول عن المجال المغناطيسي أنه **منتظم** .

1 - حالة تيار مستقيم : المقصود به مرور تيار في سلك مستقيم . في هذه الحالة تكون خطوط الطيف عبارة عن دوائر متمركزة حول السلك ، توجد هذه الدوائر في المستوي العمودي على السلك (الشكل – 1)

وهذه الدوائر نلاحظها عندما ننثر برادة الحديد بجوار السلك .

مثّلنا في الشكل السلك أفقيا عموديا على مستوي الورقة ، يمر من النقطة (O) .



الشكل - 1

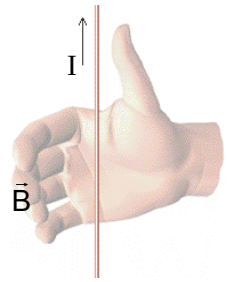
خصائص المجال المغناطيسي في النقطة (A) :

- **الحـامل** : مماس الدائرة في النقطة (A)
- **الجهة** : نعيّن الجهة بطريقتين :

الطريقة الأولى : اليد اليمنى (الشكل – 2) حيث نجعل الإبهام عموديا على الأصابع الأربعة في نفس المستوي معها ، ثم نجعل هذه الأخيرة على شكل قوس .

فالإبهام يمثل جهة التيار الكهربائي ، أما الأصابع الأربعة تمثل جهة شعاع الحقل .

الطريقة الثانية : طريقة إنسان أمبير ، يقف هذا الإنسان موازيا للسلك حيث يمر التيار الكهربائي من قدميه نحو رأسه وينظر نحو النقطة (A) ، ثم يمد يده اليسرى عمودية على جسده . هذه اليد اليسرى لو سحبناها إلى النقطة (A) تصبح تمثل جهة شعاع الحقل المغناطيسي .



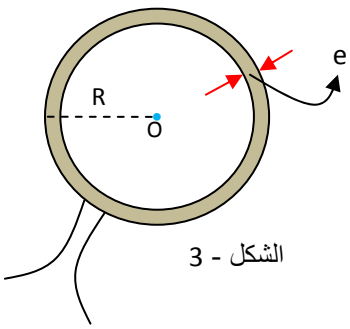
الشكل - 2

- **الشدة**: (خارج البرنامج)

2 - حالة تيار دائري :

نقصد بهذا مرور تيار كهربائي في وشيعة مسطحة تحتوي على حلقة واحدة أو أكثر .

حتى تكون الوشيعة مسطحة يجب أن يكون سمكها e (في حالة احتوائها على عدة حلقات) مهملا أمام نصف قطرها R (الشكل – 3) .



الشكل - 3

في هذه الحالة نعيّن خصائص المجال فقط في مركز الوشيعة .

- **الحامل** : هو المستقيم العمودي على سطح الوشيعة ويمر من مركزها .
- **الجهة** :

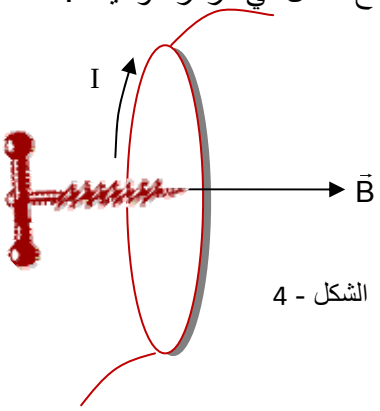
الطريقة الأولى : اليد اليمنى ، بحيث توضع الأصابع الأربعة فوق محيط الوشيعة في جهة التيار ، فيشير الإبهام لجهة الحقل المغناطيسي .

الطريقة الثانية : طريقة إنسان أمبير ، بحيث يمتد الإنسان فوق محيط الحلقة وينظر لمركزها والتيار الكهربائي يعبره من قدميه نحو رأسه . اليد اليسرى عمودية على جسده تمثل جهة شعاع الحقل في مركز الوشيعة .

الطريقة الثالثة : طريقة نازع السدادات (Tir bouchon) (الشكل – 4) .

تخيل الوشيعة هي فوهة زجاجة مسدودة بسدادة من الفلين ونريد نزع هذه السدادة . ندير نازع السدادة في جهة التيار ، وبالتالي تكون جهة شعاع الحقل في الجهة التي يتحرك فيها النازع .

الشدة : خارج البرنامج .

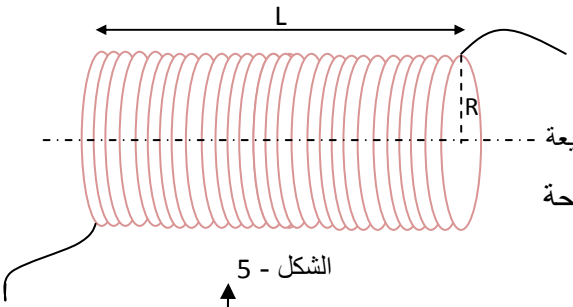


الشكل - 4

3 - حالة تيار حلزوني :

المقصود هو مرور تيار كهربائي في وشيعة حلزونية .

الوشيعة الحلزونية تحتوي على عدد من اللفات في طبقة واحدة أو أكثر من طبقة ، بحيث يكون طولها أكبر بكثير من نصف قطرها (الشكل – 5) .



الشكل - 5

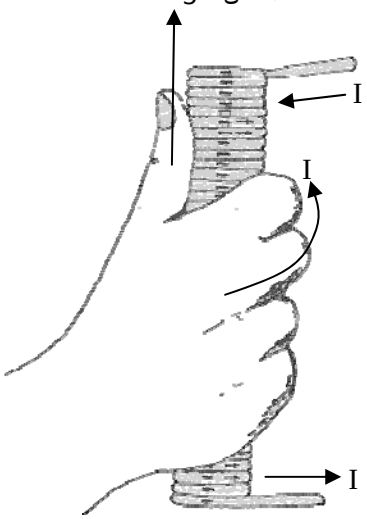
المجال المغناطيسي منتظم داخل الوشيعة بجوار محورها بعيدا قليلا عن الوجهين .

خصائص المجال المغناطيسي داخل الوشيعة :

الحامل : موازي لمحور الوشيعة .

الجهة : تُعيّن الجهة بنفس الطرق التي عيّنا بها جهة المجال في وشيعة مسطحة

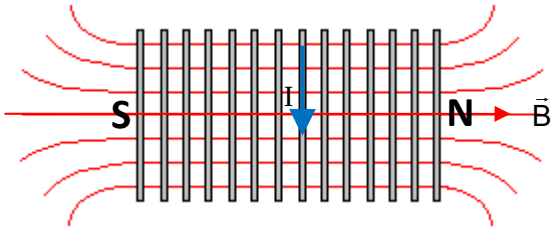
الشكل – 6 يبيّن طريقة اليد اليمنى .



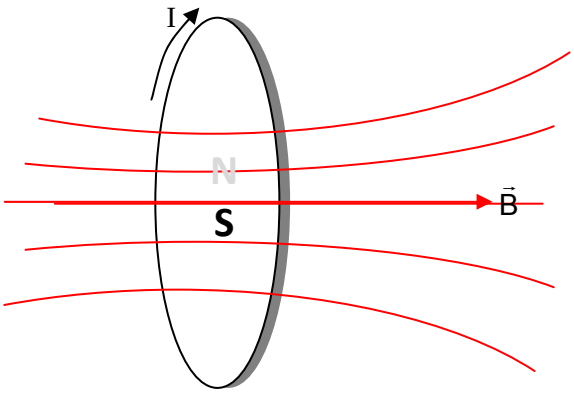
الشكل - 6

خطوط المجال في وشيعة :

تخرج خطوط المجال من الوجه الشمالي للوشيعة سواء كانت مسطحة أو حلزونية . الشكل – 7 و الشكل – 8



الشكل - 7

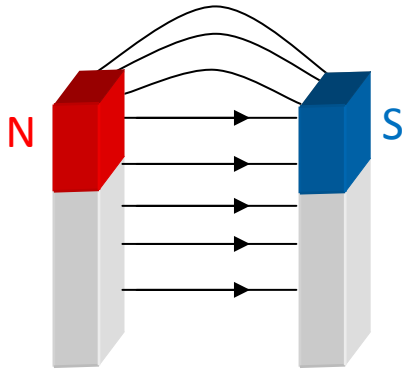


الشكل - 8

الوجه الشمالي لوشيعة هو الوجه الذي ننظر إليه ونلاحظ التيار في عكس جهة عقارب الساعة .

خطوط المجال بين فكي مغناطيس على شكل حرف U (نعل الفرس) هي خطوط متوازية ، وبالتالي المجال منتظم بين الفكين أما خارج الفكين فيصبح غير منتظم . الشكل – 9 .

مغناطيس على شكل حرف U



خطوط المجال بين الفكين

الشكل - 9

القوة الكهرومغناطيسية

قوة لابلاص (Laplace)

تنشأ هذه القوة عندما نمرر تيارا كهربائيا في دارة وتكون هذه الدارة مغمورة في مجال مغناطيسي .

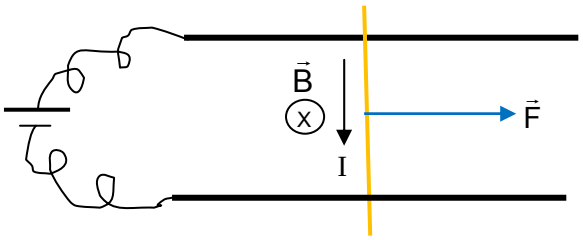
تجربة السكتين :

سكتان متوازيتان من النحاس مربوطتان لقطبي مولد كهربائي . يمكن لساق من النحاس أن تتحرك عليهما ، وهي التي تسبب غلق الدارة حول المولد .

مصطلحات :

نمثل شعاعا بالشكل ⊙ إذا كان متجها نحونا ، مثلا عموديا على الورقة ومتجها نحو الأعلى .

نمثل شعاعا بالشكل ⊗ إذا كان يبتعد عنا ، مثلا عموديا على الورقة ومتجها نحو الأسفل .



التجربة :

- نمرر التيار في الساق ، نلاحظ أن الساق تبقى ثابتة .
- نغمر الساق في مجال مغناطيسي (نحقق هذا المجال بواسطة مغناطيس على شكل حرف U) ، بدون أن نمرر التيار فيها ، نلاحظ أن الساق تبقى ثابتة .
- نمرر التيار في الساق وهي مغمورة في المجال المغناطيسي ، نلاحظ أنها تتحرك بحيث تبقى أثناء حركتها عمودية على السكتين .

النتيجة :

لا تتحرك الساق إلا إذا وجدت في مجال مغناطيسي ويمر فيها تيار كهربائي ، ومن هنا جاءت تسمية القوة التي تخضع لها بالقوة الكهرومغناطيسية ، أي قوة **كهربائية – مغناطيسية** .

خصائص القوة الكهرومغناطيسية :

- **نقطة التأثير** : منتصف الجزء من الساق المغمور في المجال المغناطيسي .
- **الحامل** : المستقيم العمودي على الساق .
- **الجهة** : تُعيّنُ الجهة بعدة طرق ، منها :

الطريقة الأولى : إنسان أمبير ، بحيث يمتد هذا الإنسان فوق الساق ويمر فيه التيار الكهربائي من قدميه نحو رأسه ، ثم ينظر في جهة انطلاق شعاع المجال (أي أن شعاع المجال يخرج من صدره) ، ثم يمد يده اليسرى عمودية على جسده ، فتلك هي جهة القوة الكهرومغناطيسية .

الطريقة الثانية : قاعدة اليد **اليمنى** (الإبهام والسبابة والوسطى) .

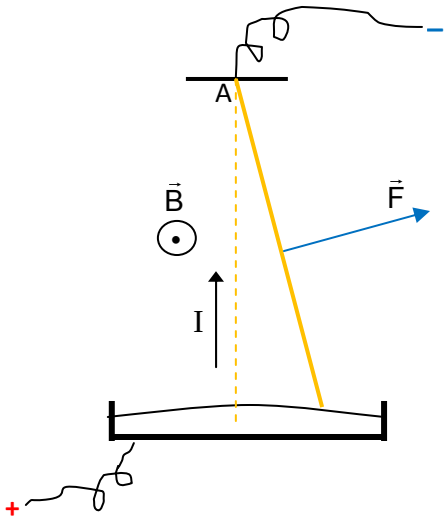
هذه القاعدة	أو هذه	أو هذه
الإبهـام : التيار الكهربائي **السبابة** : شعاع المجال **الوسطى** : القوة	**الإبهـام** : القوة **السبابة** : التيار الكهربائي **الوسطى** : شعاع المجال	**الإبهـام** : شعاع المجال **السبابة** : القوة **الوسطى** : التيار الكهربائي

تطبيقات أخرى لقوة لابلاص :

1 - سلك نحاسي خفيف معلق بحرية شاقوليا في نقطة ثابتة (A) ، ونهايته السفلى مغمورة في حوض من الزئبق .

نمرر التيار بواسطة سلك ناقل في الزئبق ثم يمر في السلك ويصل النقطة (A)

نغمر السلك النحاسي كله في مجال مغناطيسي . فعندما نغلق الدارة يخضع لقوة كهرومغناطيسية عمودية عليه وتؤثر في منتصفه ، فنلاحظ أنه ينحرف عن الشاقول .



ملاحظة :

استعملنا الزئبق لسببين : - ينقل التيار الكهربائي

- تتحرك فيه الساق بحرية (معدن سائل)

2- انحراف حزمة إلكترونية داخل مجال مغناطيسي منتظم :

الدائرة تمثل الحيّز الذي يشمل المجال المغناطيسي .

فرضا أن إلكترون يصل إلى النقطة (A) بسرعة كبيرة .

(نعلم أن سرعة الإلكترون تصل إلى الرتبة (10^7 m/s) . ماذا يحدث له عندما يدخل للمجال المغناطيسي ؟

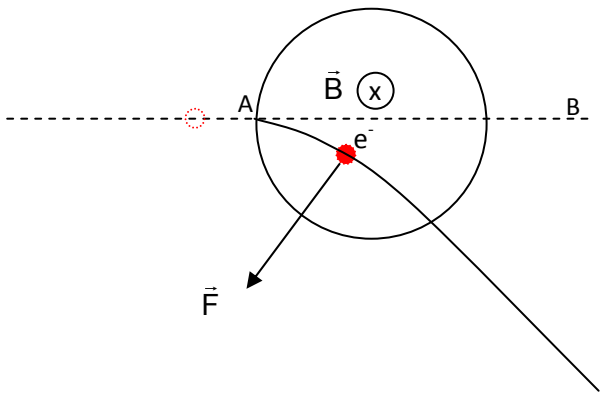
مرور إلكترون نحو اليمين معناه مرور تيار كهربائي نحو اليسار ، إذن في هذه الحالة تحققت شروط وجود قوة لابلاص .

يمكن بطريقة من الطرق السابقة تعيين جهة ومنحى قوة لابلاص ($\vec{F}$) . هذه القوة هي التي جعلت الإلكترون ينحرف عن مساره الذي كان من المفروض (AB) لولا وجود المجال المغناطيسي .

ملاحظة :

ما يحدث لإلكترون واحد يحدث كذلك لحزمة إلكترونية ، وهذا ما جعل الحزمة الإلكترونية تنحرف داخل أنبوب (Crooks) .

أنبوب كروكس مفرّغ من الهواء لتجنّب اصطدام الإلكترونات بجزيئات الهواء وتغيير مسارها فتتعقّد الأمور !



GUEZOURI Abdelkader : abdekka78@yahoo.fr