1) عناصر $\vec{B}$: نقطة التأثير: المستقيم الواصل بين قرصي N-S للإبرة المغناطيسية
الشدة: تقاس بجهاز (مسعر اهتزازات الإبرة) وتقاس في الجملة الدولية بـ (T) تسلا
1- شدة الحقل المغناطيسي في الحديد أكبر من الهواء (أكثر نفاذية مغناطيسية) لخطوط الحقل المغناطيسي.
2- قطعة الحديد تمغنطت وشكلت بداخلها حقل مغناطيسي $\vec{B}'$ يضاف إلى الحقل المغناطيسي الأصلي $\vec{B}$ فيتشكل على حقل كلي $\vec{B}_{tot}$.
الفائدة: يتقاس من وضع هيرتقوس مغناطيس في زيادة شدة الحقل المغناطيسي.
1- شدة الحقل المغناطيسي المنتظم
2- قابلية المادة للتمغنط
$\mu = \frac{B_{tot}}{B}$ (B_{tot}: الكلي في الحديد، B: الحقل في الهواء) — عامل النفاذية المغناطيسية

* الحقل المغناطيسي الأرضي: تشبه الأرض إلى (شمال-جنوب) جغرافي. تتأثر بحقل مغناطيسي ناتج عن الأرض بسبب التيارات: تنشأ بسبب حركة الأيونات الموجبة والإلكترونات السالبة (الموجودة في باطن الأرض) تولد بمجموعها تيارات كهربائية تكسب الأرض خصائص مغناطيسية.
• عناصر شعاع الحقل المغناطيسي الأرضي: لتعيينه يعين بمعرفة زاويتين (الميل والانحراف):
1- مستوى زوال مغناطيسي: محدد بالخط الأفقي المار من (N-S) ومركز الأرض وهو مستوى شاقولي تستقر فيه الإبرة المغناطيسية دوماً.
2- مستوى زوال جغرافي: محدد بنقطة من سطح الأرض ومحور دوران الأرض.
3- زاوية الميل $\hat{i}$: تقع بين هذا الزوال المغناطيسي الأفقي المار من (N-S) مع مستوى الإبرة. $\hat{i}=0$ عند خط الاستواء، $\hat{i}=90°$ عند القطبين الجغرافيين.
4- زاوية الانحراف: الزاوية الكائنة بين مستوى الزوال المغناطيسي ومستوى الزوال الجغرافي ($0° \leftarrow 180°$).
① $\vec{B}_H$ مركبة أفقية: $B_H = B.\cos(i)$ ② $\vec{B}_V$ مركبة شاقولية: $B_V = B.\sin(i)$

$\frac{B}{I} = k =$ ثابت ⇒ $B = k.I$ ⇒ $B = k'.M_0.I$
k تتعلق بعاملين: (k' الحلزونية الهندسية للدارة) (M_0 عامل النفاذية المغناطيسية للهواء)
$M_0 = 4\pi \times 10^{-7}$
• الدارة المستقيمة: $k = \frac{1}{2\pi d}$ • الدارة الدائرية: $k' = \frac{N}{2r}$
• الدارة الحلزونية (الملفة): $k' = \frac{N}{\ell}$

2) عناصر $\vec{B}$ في مركز مستقيم: نشاط: محدد على المستوي العمودي على الدارة في النقطة المعتبرة.
الجهة: عملياً من (N-S) بتطبيق قاعدة اليد اليمنى: نظرياً: هي قاعدة اليد اليمنى: تضع اليد اليمنى بموازاة السلك بحيث يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع، تركب اليد اليمنى بحيث يصبح بطن الكف نحو النقطة المعتبرة.
الشدة: طردياً مع I وعكساً مع d (بعد الدارة عن مركز الحقل).
$B = 2\times10^{-7}.\frac{I}{d}$

3) عناصر $\vec{B}$ في ملف دائري: نشاط: مركز الملف الدائري: محدد على مستوي أو محور الملف.
الجهة: عملياً: (N-S) بتطبيق قاعدة اليد اليمنى، نظرياً: هي قاعدة اليد اليمنى: تضع اليد اليمنى بطن الكف في مركز الملف بحيث يدخل التيار من الساعد ويخرج من رؤوس الأصابع، فيشير الإبهام لجهة خطوط الحقل المغناطيسي.
الشدة: طردياً مع I و N (عدد اللفات) وعكساً مع نصف قطر الملف الدائري r.
$B = 2\pi\times10^{-7}.\frac{N.I}{r}$

4) عناصر $\vec{B}$ في ملف حلزوني (وشيقة): نشاط: مركز الوشيقة. نشاط: عملياً: من (N-S) بتطبيق قاعدة اليد اليمنى. نظرياً: هي قاعدة اليد اليمنى نفس الملف الدائري. الشدة: طردياً مع I و N وعكساً مع ℓ (طول الوشيقة)
$B = 4\pi\times10^{-7}.\frac{N.I}{\ell}$ أو $B = 4\pi\times10^{-7}\times n.I$
$n = \frac{N}{\ell}$ عدد اللفات في واحدة الأطوال

إذا $\vec{B} \perp \vec{B}_H$ ⟸ تنحرف الإبرة بزاوية (α) وتستقر عند محصلة الحقلين $\vec{B}$

$\tan(\alpha) = \frac{B_{مقابل}}{B_{H\ مجاور}}$ حيث: $\vec{B}$ المحصلة، $\vec{B}_H$ المركبة الأفقية

* في الوشيعة: الجهة التي يخرج منها $\vec{B}$ يسمى فيه الوجه الجنوبي، $\vec{B}$ يعاكس عقارب الساعة.
الوجه الجنوبي: يدخل فيه $\vec{B}$ ، $\vec{B}$ يعاكس عقارب الساعة.

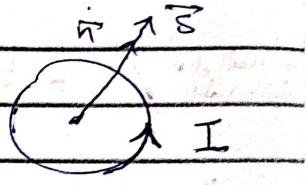
- N عدد لفات الملف الدائرية.
- N' متراصة في طبقة واحدة.

$N = \frac{\text{طول سلك الملف}}{\text{طول اللفة الواحدة}} = \frac{l'}{2\pi r}$

$N' = \frac{\text{طول الوشيعة}}{\text{قطر السلك}} = \frac{l}{2r}$

- عدد طبقات الوشيعة: $= \frac{\text{العدد الكلي للفات } (N)}{\text{عدد اللفات المتراصة في الطبقة}}$

عدد طبقات الوشيعة $= \frac{N}{N'}$



- عناصر سطح السطح:

$S = \pi . r^2$

$\vec{S} = S . \vec{n}$

الحامل: هو حامل $\vec{n}$ ، الجهة: جهة $\vec{n}$ ، الشدة: تؤدي مساحة السطح (S) وحدته m^2

* التدفق المغناطيسي: عدد خطوط الحقل المغناطيسي التي تجتاز سطح الإطار. وحدته weber

$\phi = \vec{B} . \vec{S}$

$\Rightarrow \phi = B . S . \cos\alpha$ ، $\alpha = (\vec{n} \wedge \vec{B}) = (\vec{S} \wedge \vec{B})$

* خواص التدفق:

1- من أجل ملف أو وشيعة تحوي (N) لفة: $\phi = N . B . S . \cos\alpha$

2- التدفق (ϕ جبري) تتعلق قيمته بـ ($\cos\alpha$):

$\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = 1 \Rightarrow \phi_{max} > 0$ تدفق أعظمي موجب، تدخل خطوط الحقل من S

$0 < \alpha < \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\alpha > 0 \Rightarrow \phi > 0$ تدفق موجب، تدخل من S

$\alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\alpha = 0 \Rightarrow \phi = 0$ تدفق معدوم

$\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi \Rightarrow \cos\alpha < 0 \Rightarrow \phi < 0$ تدفق سالب، تدخل من N

$\alpha = \pi \Rightarrow \cos\alpha = -1 \Rightarrow \phi_{min} < 0$ تدفق أصغري سالب، تدخل خطوط الحقل من N

* الفرق الكمون (التوتر الكهربائي): $U = R . I$ ← U بالفولت (Volt)، I بالأمبير (A)، R مقاومة الأقل (Ω)

* مقاومة الناقل: $R = \rho . \frac{l}{S}$

ρ المقاومة النوعية للمعدن $\Omega . m$، l طول السلك، S مساحة مقطع السلك

* ملاحظات:

1- إن تدفق الحقل المغناطيسي المتولد عن تيار كهربائي في ملف أو وشيعة هو تدفق أعظمي دوماً