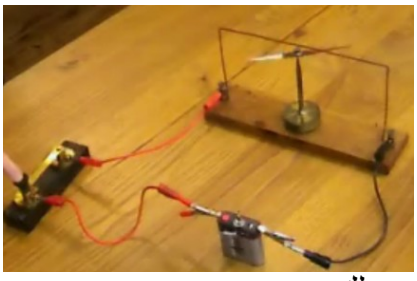
العمل التطبيقي الرابع :كهرومغناطيسية

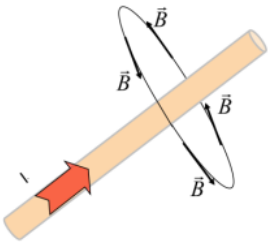
I. الهدف:

1. ملاحظة خطوط الحقل المغناطيسي B_z في منتصف محور حلقتين (لفتين) في تركيبة هلمهولتز يمر بهما تيار كهربائي I .
2. ملاحظة تأثير حقل مغناطيسي على اتجاه البوصلة
3. حساب شدة الحقل المغناطيسي للأرض $\|\overrightarrow{B_T}\|$.



II. مقدمة:

في عام 1820، و لتسليط الضوء على فرضيته التي بموجبها تعتبر المغناطيسية "*شكلاً مخفيا للكهرباء*" ،قام ***هانز كريستيان أورستد*** في درس "*الكهرباء، الجلفانية و المغناطيسية*" في جامعة كوبنهاغن أمام طلابه بتمرير تيار عبر سلك ممدود فوق إبرة مغناطيسية وفق زاوية قائمه ،لكن لم يلاحظ أي تأثير. بعد الدرس أعاد التجربة ولكن هذه المرة وضع الخيط موازيا للإبرة المغناطيسية. هذه المرة الإبرة انحرفت على نطاق واسع؛ وعندما عكس التيار، انحرفت في الاتجاه الآخر! وبهذا أثبت تجريبيا أن التيار الكهربائي ينتج حقل مغناطيسيا.



III. الدراسة النظرية

قانون ***بيو و سافار*** يجعل من الممكن حساب الحث المغناطيسي $\vec{B}$ الناتج عن التيار الكهربائي I و ذلك بحساب $\overrightarrow{dB}$ ثم نكامل من أجل الحصول على $\vec{B}$ وفق العلاقتين :

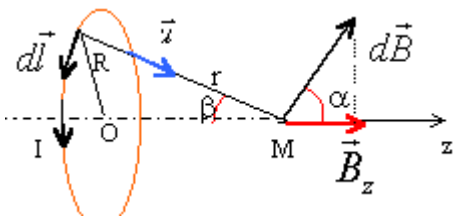
$$\overrightarrow{dB} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} . \frac{\overrightarrow{dl} \wedge \vec{r}}{r^3} \qquad (1)$$

$$\vec{B} = \oint \overrightarrow{dB} \qquad (2)$$

حيث μ_0 النفادية المغناطيسية $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T.m/A$

III. 1. الحقل المغناطيسي الناتج عن لفة:

إذا اعتبرنا حلقة دائرية نصف قطرها R يجتازها تيار شدته I. فإن المجال المغناطيسي الناتج عند نقطة M على محورها ذو شدة، تعطى بالعبارة:



$$B_z(z) = \frac{\mu_0 I R^3}{2r^3} \qquad (3)$$

حيث $r = \sqrt{R^2 + z^2}$ و R نصف قطر الحلقة و z البعد بين نقطة قياس التحريض M و منتصف الحلقة و منه

$$B_z(z) = \frac{\mu_0 I\, R^2}{2(R^2+z^2)^{3/2}} \qquad (4)$$

في حالة حلقة تتألف من n لفة و حسب مبدأ التراكب يعطى $B_z(z)$ بالعلاقة

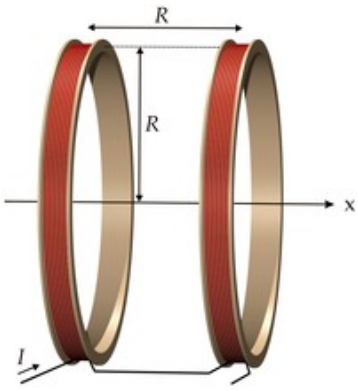
$$B_z(z) = n\frac{\mu_0 I\, R^2}{2(R^2+z^2)^{3/2}} \qquad (5)$$

عند منتصف الحلقة حيث $z=0$

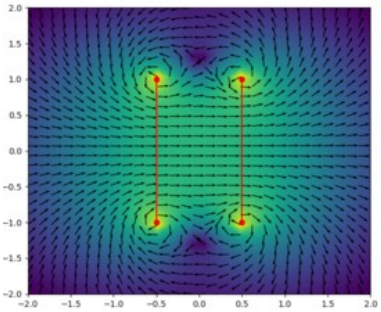
$$B_z(z) = n\frac{\mu_0 I}{2R} \qquad (6)$$

III. 2. تركيب هلمهولتز

يتكون تركيب هلمهولتز من حلقتين يبعدان عن بعضهما بمسافة R تساوي نصف قطرهما لكل منهما n لفة فيكون الحقل المغناطيسي في الوسط B_z الناتج عن شدة التيار I المار باللفتين موازي لمحور التركيب x (أنظر الشكل الاخير) و يعطى بالعلاقة



تركيب هلمهولتز



$$B_z = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \mu_0 \frac{n}{R} I \qquad (7)$$

شكل خطوط الحقل المغناطيسي