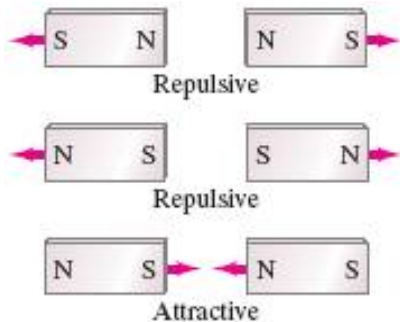


2-3-МАВЗУ: МАГНИТ МАЙДОНИ. ЎЗГАРМАС ТОКНИНГ МАГНИТ МАЙДОНИ.

Режа:

1. Магнит майдони.
2. Магнит индукция вектори.
3. Био-Савар-Лаплас қонуни.
4. Турли ўтказгичлар атрофидаги магнит майдон индукциясини ҳисоблаш.

Магнит майдони. Доимий магнитлар ва электр токи магнит майдони ҳосил қилади. Маълумки, магнитлар ўзларига темирдан ясалган буюмларни тортадилар. Жумладан, компаснинг ишлаши ҳам шу принципга асосланган. Компас стрелкаси - бу оддий магнит бўлиб, унинг оғирлик марказига таянч қўйилган ва у эркин айлана олади. Магнит иккита қутбга эга шимолий қутб (N) ва жанубий қутб (S) дейилади. Агар иккита магнитни бир-бирига яқинлаштирсак улар орасида куч пайдо бўлади улар тортишади ёки итаришади.



Агар бир магнитнинг шимолий қутбига иккинчи магнитнинг шимолий қутбини яқинлаштирсак, улар итаришади; худди шу ҳол улар жанубий қутблари яқинлаштирилса ҳам кузатилади. Аммо, агар бир магнитнинг шимолий қутбини иккинчисининг жанубий қутбига яқинлаштирсак, тортишиш пайдо бўлади (1-расм).

1-расм

Кучли магнит хоссалар фақат темир ва бошқа бир нечта моддаларда кузатилади, масалан кобальт, никел, гадолиний. Бу моддалар ферромагнит дейилади (лотинчадан феррум - темир). Қолган бошқа моддалар ҳам магнит хусусиятларига эга, аммо улар кучсиз, уларни сезгир асбоблар билан аниқлаш мумкин.

Магнитларнинг ўзаро таъсири уларнинг магнит майдонларининг ўзаро таъсири натижасидир. Магнит майдоннинг куч чизиқлари қуйидагича ўтказилади:

- 1) Магнит майдон йўналиши ҳар бир нуқтада куч чизиғига уринма бўйича йўналган.
- 2) Юза бирлигига тўғри келувчи чизиклар сони магнит майдон қийматига пропорционал.

Магнит майдон йўналишини аниқлаш учун, шу нуқтага магнит стрелкаси киритиш мумкин, унинг шимолий қутби қараган тараф магнит майдон йўналишига мос келади. Магнит майдонини фақат доимий магнитлар ҳосил қилмайди, балки электр токи ҳам магнит майдон ҳосил қилади. Магнит майдонининг энг оддий ҳоли нуқтадан нуқтага ўтганида ўзгармайдиган бир жинсли магнит майдонидир.

Магнит индукция вектори. Ҳар қандай токли ўтказгич атрофида магнит майдони ҳосил бўлади ва бу магнит майдон иккинчи токли ўтказгичга ёки магнит стрелкасига таъсир кўрсатади. Магнит майдонни текшириш учун, майдоннинг текширилаётган нуқтасига токли берк контур киритилади ва уни «синов контури» деб аталади.

Контурнинг микдорий характеристикаси сифатида контурдан ўқувчи ток кучи I ни контурнинг юзи S га кўпайтмасидан фойдаланилади. Бу кўпайтма контурнинг магнит моменти деб аталади ва P_m деб белгиланади.

$$P_m = I \cdot S$$

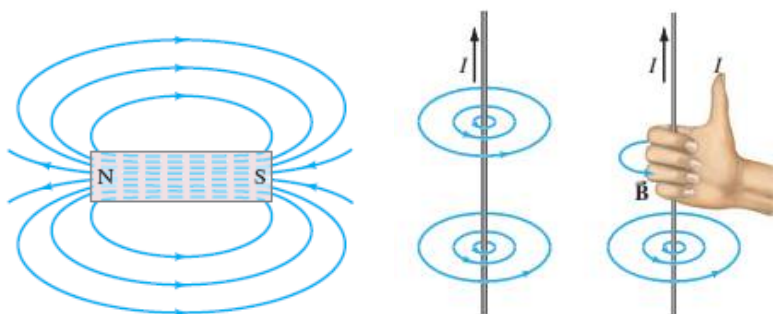
Агар магнит майдоннинг танлаб олинган нуқтасига магнит моментлари (P_m) турлича бўлган синов контурларини киритсак, уларга таъсир этувчи айланма моментларнинг максимал қийматлар (M_{max}) ҳам турлича бўлади. Лекин ҳар бир синов контурига таъсир этувчи максимал айланма моменти (M_{max}) нинг P_m га нисбати магнит майдоннинг шу нуқтаси учун ўзгармас катталиқ бўлади, яъни

$$\frac{M_{\max}}{P_m} = \text{const}$$

Бу нисбат магнит майдоннинг миқдорий характеристикасини ифодалайди ва магнит индукция (B) деб аталади. Магнит индукцияси вектор катталиқ бўлиб, унинг йўналиши майдоннинг текширилаётган нуқтасига киритилган «синов контури»нинг мувозанат вазиятдаги

$$\overline{B} = \frac{\overline{M}_{\max}}{P_m}$$

мусбат нормаларнинг йўналиши билан, қиймати эса синов контурига майдон томонидан таъсир этувчи айланма моментининг максимал қийматини синов контурининг магнит моментига бўлган нисбати билан аниқланади. СИ да магнит индукцияни ўлчов бирлиги Тесла.



2-расм

3-расм

Био-Савар-Лаплас қонуни. Майдонлар суперпозиция принципи: Агар магнит майдони бир неча тоқлар туфайли вужудга келаётган бўлса, шу майдоннинг бирор ихтиёрий нуқтадаги магнит индукцияси ($\vec{B}$) алоҳида тоқлар вужудга келтираётган майдонларнинг шу нуқтадаги магнит индукцияларининг вектор йиғиндисига тенг:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 + \dots + \vec{B}_n$$

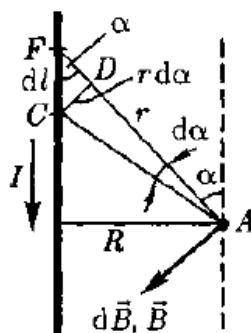
Био-Савар-Лаплас қонуни қуйидагича таърифланади: ихтиёрий тоқли ўтказгичдан бирор r масофадаги нуқтанинг магнит индукцияси ўтказгични элементар узунлигига, ўтказгичдан ўтувчи тоқ кучига, элементар ўтказгич ва ундан нуқтагача бўлган тўғри чизик орасидаги бурчак синусига тўғри пропорционал, оралиқ масофа квадратига тескари пропорционалдир:

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \cdot \sin \alpha}{r^2}; \quad d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I[d\vec{l} \cdot \vec{r}]}{r^3} \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Gn}}{\text{m}}$$

$d\vec{B}$ нинг йўналиши ўнг винт қонидаси асосида топилади. Магнит майдонни тавсифлашда магнит майдон индукцияси вектори $\vec{B}$ билан биргаликда магнит майдоннинг кучланганлик вектори деб аталувчи $\vec{H}$ физик катталиқдан ҳам фойдаланилади: $\vec{H} = \vec{B}/\mu\mu_0$ ёки $\vec{B} = \mu\mu_0\vec{H}$, бунда μ - муҳитни нисбий магнит сингдирувчанлиги.

Турли ўтказгичлар атрофидаги магнит майдон индукциясини ҳисоблаш. Био-Савар-Лаплас қонунидан фойдаланиб, турли шаклдаги тоқли ўтказгичлар майдонларининг магнит индукциясини ҳисоблаш мумкин.

1. Чексиз узун тўғри чизик шаклидаги ўтказгичдан ўтаётган I тоқ (тўғри тоқ) туфайли вужудга келган майдоннинг магнит индукциясини ҳисоблайлик. Танлаб олинган A нуқтанинг тўғри тоқдан узоклиги R бўлсин.



4-расм. Био-Савар-Лаплас қонунига асосан I ток ўтувчи ўтказгичнинг dl қисмидан $\vec{r}$ масофадаги нуктада магнит майдон индукцияси вектори модулини аниқлаш.

Ток ўтаётган ўтказгични dl узунлидаги элементларга ажратамиз. Бу ток элементлари вужудга келтирган барча dB ларнинг йўналишлари бир хил бўлиб, улар чизманинг орқа томонига йўналган. Натижавий магнит майдон индукцияси B dB лар модулларининг йиғиндисидан иборат. А нуктадан r масофа узоқликдаги ток элементи вужудга келтирган магнит майдон индукциясининг модули Био-Савар-Лаплас қонунидан топилиши лозим бўлганлиги учун B нинг модули қуйидаги интеграллашга келтирилади:

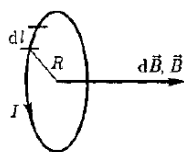
$$B = \int dB = \frac{\mu_0}{4\pi} I \int \frac{dl}{r^2} \sin \alpha; \quad r = \frac{R}{\sin \alpha}; \quad dl = \frac{r d\alpha}{\sin \alpha} = \frac{R d\alpha}{\sin^2 \alpha};$$

Шунинг учун:

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} I \int_0^\pi R \frac{d\alpha \cdot \sin \alpha}{\sin^2 \alpha \cdot \frac{R^2}{\sin^2 \alpha}} = \frac{\mu_0}{4\pi R} \int_0^\pi \sin \alpha d\alpha = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$$

Шундай қилиб, чексиз узун тўғри ток туфайли вужудга келаётган майдоннинг ихтиёрий нуктасидаги магнит индукцияси ўтказгичдан ўтаётган ток кучига тўғри пропорционал ва индукцияси ўлчанаётган нуктанинг ўтказгичдан узоқлигига тескари пропорционалдир.

2. Радиуси R бўлган айлана шаклидаги ўтказгичдан I ток ўтаётган бўлсин. Шу айлананинг марказидаги магнит майдон индукциясини аниқлайлик.



Айлананинг ҳар бир dl элементи ва радиуси R орасидаги бурчак $\pi/2$ га тенг бўлганлиги учун Био-Савар-Лаплас қонунига асосан:

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl}{R^2}. \text{ Барча } dB \text{ лар айнан бир хил йўналишда, яъни айлана}$$

марказидан ўтувчи мусбат нормал бўйлаб йўналган. Шунинг учун натижавий майдоннинг айлана марказидаги магнит индукцияси:

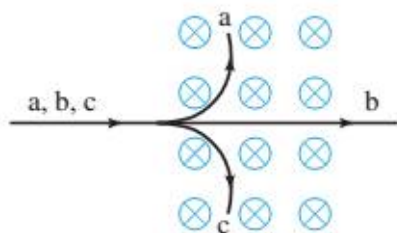
$$B = \int dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{R^2} \int_0^{2\pi R} dl = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{R^2} 2\pi R = \frac{\mu_0}{2} \frac{I}{R}.$$

Соленоид ва тороид марказидаги майдонининг магнит индукцияси:

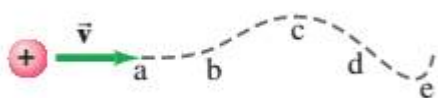
$$B = \mu_0 I \frac{N}{l}; \quad \text{N-ўрамлар сони } B = \mu_0 I n; \quad n = \frac{N}{l}$$

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. a , b ва c заррачалар магнит майдонда ҳаракатланади (расмга қаранг). Ҳар бирининг заряди ҳақида нима дея оласиз? Тушунтиринг.



2. Доимий бўлмаган магнит майдонда мусбат зарядланган заррача расмдаги траекторияда ҳаракатланади. Нуқталардаги магнит майдон йўналишини аниқланг, йўл саҳифа текислигида жойлашган, ҳар бир қисмдаги майдон нисбий қийматини аниқланг. Жавобларингизни тушунтиринг.



3. Зарядланган заррача фазонинг айнан бир қисмида тўғри чизик бўйлаб ҳаракатланыпти. Ушбу чегарада нолга тенг бўлмаган магнит майдони бўлиши мумкинми? Шундай бўлса, мисоллар келтиринг.
4. Узун соленоид ичида B га қанақа таъсир бўларди, агар (а) барча ҳалкаларнинг диаметри икки баробар ошса, (b) ҳалкалар орасида бўшлиқ икки баробар ошса, ёки (c) соленоиднинг узунлиги умумий ҳалкалар сони билан биргаликда икки баробар ошса?
5. Био-Савар-Лаплас қонунини таърифланг.

АДАБИЁТЛАР

1. Douglas C. Giancoli, Physics: Principles with Applications, Prentice Hall; 6 th edition January 17, 2014, USA
2. Султанов Н.А. “Физика курси” Т. “Фан ва технология” 2007 йил
3. Детлаф А.А., Яворский Б.М., Курс физики. Учебник -М.: “Академия”, 2007
4. Трофимова Т.И. Курс физики. Учебник. -М.: «Академия», 2007
5. google.com