



فیزیک ۳

(جلد دوم)

ویژه دانش آموزان ممتاز رشته های ریاضی و تجربی



مؤلف : علیرضا تنبانی



انتشارات خورشید

فهرست مطالب

۳۱	مسائل نمونه فصل ۴
۳۵	پاسخ مسائل نمونه فصل ۴
۴۴	تمرینات فصل ۴
۶۶	پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل ۴
۱۲۰	کلید پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل ۴

فصل ۵ القای الکترومغناطیسی ۱۲۳

۱۲۳	شار مغناطیسی
۱۲۳	تعریف شار مغناطیسی
۱۲۴	تعریف شار مغناطیسی
۱۲۵	آزمایش فارادی برای تولید جریان الکتریسته به وسیله میدان مغناطیسی
۱۲۶	روشهای تغییر شار گذرنده از یک حلقه بسته
۱۲۷	روش اول: تغییر اندازه میدان مغناطیسی (تغییر B)
	روش دوم: تغییر دادن سطح حلقه در میدان مغناطیسی
۱۲۷	ثابت: (تغییر A)
۱۲۸	روش سوم: تغییر جای پیچه در میدان مغناطیسی ثابت (تغییر θ)
۱۲۸	قانون القای فارادی
۱۲۹	قانون لنز
۱۳۲	اندازه نیروی محرکه القایی
۱۴۰	تحلیل حرکت یک رسانا در میدان مغناطیسی
۱۴۲	خودالقایی
۱۴۳	محاسبه اندازه نیروی محرکه خودالقایی
۱۴۶	پدیده خودالقایی در هنگام بستن کلید
۱۴۹	تحلیل جریان خودالقایی
۱۵۰	پدیده خودالقایی در هنگام باز کردن کلید
۱۵۳	مقایسه قطع و وصل کلید در مدار بدون سیم‌لوله با مدار دارای سیم‌لوله
۱۵۴	مقایسه بین ذخیره انرژی در سه عنصر مقاومت، خازن و سیم‌لوله
۱۵۴	جریان متناوب
۱۶۰	مسائل نمونه فصل ۵
۱۶۵	پاسخ مسائل نمونه فصل ۵
۱۷۶	تمرینات فصل ۵
۱۹۱	پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل ۵
۲۲۷	کلید پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل ۵

فصل ۴ مغناطیس ۱

۱	مفاهیم میدان مغناطیسی
۱	قطب‌های آهنربا
۲	نامگذاری قطب‌های آهنربا
۲	میدان مغناطیسی
۲	خطوط میدان مغناطیسی
۳	شدت میدان مغناطیسی یکنواخت
۳	عقربه مغناطیسی یا قطب‌نما
۴	میدان مغناطیسی کره زمین
۴	دو قطبی مغناطیسی
۵	محور مغناطیسی
۵	القای مغناطیسی (علت جذب هر جسم آهنی به آهنربا)
۵	مقایسه القای مغناطیسی با القای الکتریکی
۶	از بین بردن خاصیت مغناطیسی
۶	مواد مغناطیسی
۷	انواع مواد فرومغناطیس
۷	مقایسه خواص مغناطیسی آهن و فولاد
۸	روش‌های تولید میدان مغناطیسی
۹	(۱) میدان مغناطیسی حاصل از یک سیم راست حامل جریان
۱۱	میدان حاصل از دو سیم موازی در فضا
	(۲) میدان مغناطیسی حاصل از یک حلقه (یا پیچه مسطح) حامل
۱۴	جریان الکتریکی
۱۵	توجیه دو قطبی مغناطیسی مواد
۱۸	(۳) میدان مغناطیسی حاصل از سیم‌لوله حامل جریان
۱۹	آهنربای الکتریکی
۲۰	اثرهای میدان مغناطیسی
۲۰	الف) نیروی وارد بر ذره باردار متحرک در میدان مغناطیسی
۲۴	حرکت ذرات باردار در میدان مغناطیسی
۲۵	ب) نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی
۲۶	کاربرد
۲۹	نیروی بین دو سیم موازی حامل جریان
۳۰	تعریف آمپر

مغناطیس



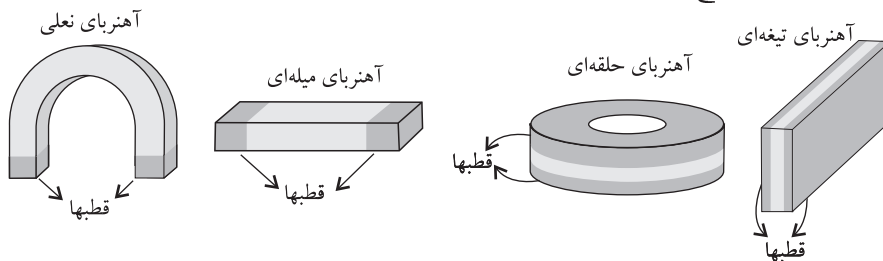
نزدیک سه هزار سال پیش یک نوع سنگ آهن طبیعی که امروز ماگنتیت (Magnetite) نامیده می‌شود کشف شد که می‌توانست براده‌های آهن را جذب کند این سنگ همان ماده‌ای است که آهنربای طبیعی نام دارد.

مفاهیم میدان مغناطیسی



قطب‌های آهنربا

در هر آهنربا مکان‌هایی وجود دارد که در آنها اثر نیروی جاذبه مغناطیسی بیش از جاهای دیگر ظاهر می‌شود این مکان‌ها را قطب‌های آهنربا می‌گویند. معمولاً شدت میدان مغناطیسی در دو سر آهنربا شدیدتر بوده و در وسط آن کم‌تر است بنابراین دو سر آهنربا، همان قطب‌های آهنربا می‌باشد. میزان جذب براده‌های آهن در قطب‌های آهنربا بیش‌تر از سایر نقاط آهنربا است. در شکل زیر قطب‌های چند نوع آهنربا، نشان داده شده است.



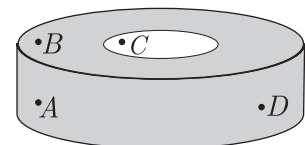
شکل ۱

در یک آهنربای حلقه‌ای همانند شکل ۲، در کدامیک از نقاط نشان داده شده، شدت میدان مغناطیسی بیش‌تر است؟

- A (۱) B (۲) C (۳) D (۴)

حل: آهنربای حلقه‌ای شبیه استوانه بوده و قطب N و S آن در دو قاعده (وجه) آن می‌باشد و چون قدرت آهنربایی در دو قطب آهنربا بیش‌تر است، نقطه B بیش‌ترین شدت را داراست و گزینه «۲» صحیح است.

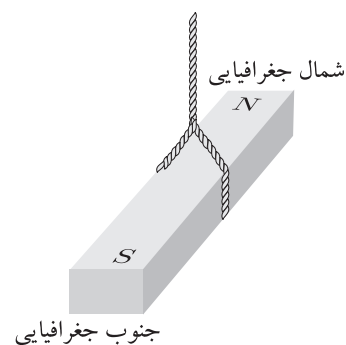
مثال ۱



شکل ۲

نامگذاری قطب‌های آهنربا

هرگاه یک آهنربای میله‌ای از نخ‌ی آویخته شود به‌طوری‌که بتواند آزادانه بچرخد، پس از چند نوسان در راستای تقریبی شمال و جنوب قرار می‌گیرد. قطبی از آهنربا که به سوی شمال است را قطب شمال N و قطبی که به سوی جنوب متوجه است را قطب جنوب S می‌نامیم.



شکل ۳

✓ **نکته ۱.** قطب‌های مغناطیسی همنام یکدیگر را می‌رانند و قطب‌های ناهمنام، یکدیگر را می‌ربایند.

میدان مغناطیسی

برای بررسی خاصیت مغناطیسی در فضا، از کمیتی برداری بنام میدان مغناطیسی استفاده می‌شود که آن را با حرف B نشان می‌دهند. یکای اصلی این کمیت تسلا نام دارد و با T نشان می‌دهند. واحد دیگر این کمیت گaus می‌باشد و آنرا با نماد G نشان می‌دهند. که رابطه‌ی این دو واحد به‌صورت زیر می‌باشد.

$$1G = 10^{-4}T$$

خطوط میدان مغناطیسی

همان‌طور که در فصل ۲، میدان الکتریکی را با یک سری خطوط نشان دادیم، برای نشان دادن میدان مغناطیسی نیز از خطوطی استفاده می‌کنیم که دارای خواص زیر هستند:

۱. خطوط میدان مغناطیسی هم در درون و هم در بیرون آهنربا وجود دارد. و جهت آنها در خارج از آهنربا از قطب N به سمت S بوده و در داخل آهنربا از قطب S به N می‌باشند.

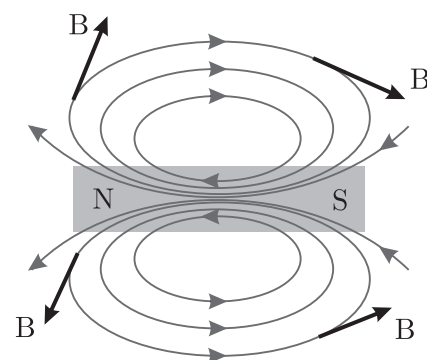
۲. خطوط میدان مغناطیسی خطوط بسته‌ای می‌باشند (برخلاف خطوط میدان الکتریکی) علت آن این است که تک قطب مغناطیسی وجود ندارد.

۳. تراکم خطوط میدان در هر ناحیه نمایانگر اندازه میدان مغناطیسی در آن ناحیه است (بنابراین چون میدان مغناطیسی در قطب‌های آهنربا قوی‌تر است پس تراکم خطوط در آن نواحی بیش‌تر است)

۴. خطوط میدان مغناطیسی هیچگاه هم‌دیگر را قطع نمی‌کنند.

۵. میدان مغناطیسی یک کمیت برداری است که با حرف B نشان داده می‌شود و بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه در راستای مماس بر خط میدان در آن نقطه است.

موارد بالا در (شکل ۴) نشان داده شده است.



شکل ۴

چون مطابق شکل، تراکم خطوط میدان در دو سر آهنربا و درون آن بیش‌تر است، لذا اندازه میدان مغناطیسی در دو سر آهنربا و درون آهنربا قوی‌تر است و برعکس، برای نقاط میانی در بیرون آهنربا، میدان ضعیف‌تر است.

مطابق شکل ۵، P و P' دو قطب از دو آهنربای تیغه‌ای است اگر میدان مغناطیسی در نقطه‌ی O روی عمود منصف PP' به صورت بردار B باشد در این صورت P و P' به ترتیب از راست به چپ عبارتند از:

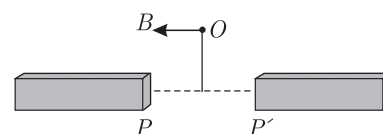
(۲) S و N

(۱) N و N

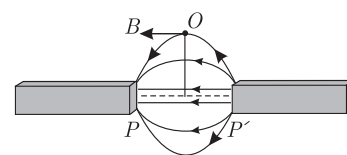
(۴) S و S

(۳) N و S

مثال ۲



شکل ۵ مثال ۲



شکل ۶ حل مثال ۲

سراسری ریاضی - ۷۲

حل:

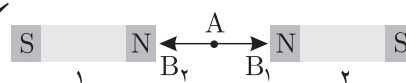
همان‌طور که در بالا گفته شده بردار میدان مغناطیسی B ، همواره مماس بر خطوط میدان است و جهت آن هم‌جهت با خطوط میدان است. حال خطوط میدان مغناطیسی را رسم می‌کنیم. از آنجا که خطوط میدان مغناطیسی در بیرون از آهنربا از قطب N به S می‌باشند، پس P' قطب N و P قطب S می‌باشد. بنابراین گزینه «۲» صحیح است.



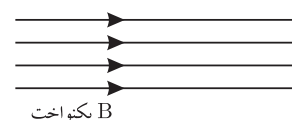
نکته ۲. شدت میدان مغناطیسی در اطراف یک آهنربا هیچ‌گاه صفر نمی‌باشد اما هنگامی که از آهنربا فاصله می‌گیریم، رفته رفته میدان ضعیف‌تر می‌شود.

شدت میدان مغناطیسی در نقطه‌ای از اطراف دو آهنربا ممکن است صفر شود. (مطابق شکل ۷)

$$\vec{B}_A = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 0$$



شکل ۷ شکل نکته ۲



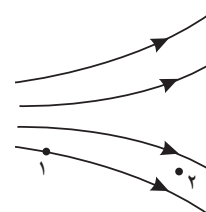
شکل ۸ میدان مغناطیسی یک‌نواخت

شدت میدان مغناطیسی یک‌نواخت

میدان مغناطیسی یک‌نواخت، میدانی است که در آن، خطوط میدان با هم موازی و متساوی‌الفاصله از یکدیگر قرار می‌گیرند به عبارت دیگر اندازه میدان مغناطیسی در تمام نقاط مقدار ثابتی است. (چرا؟) شکل ۸ نمونه‌ای از یک میدان یک‌نواخت را نشان می‌دهد.

میدان شکل ۹ غیر یک‌نواخت است زیرا آرایش خطوط منظم نمی‌باشد. و در جایی که تراکم خطوط بیش‌تر است میدان نیز قوی‌تر است.

$$B_1 > B_2$$

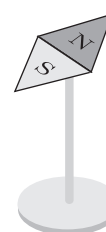


شکل ۹ میدان مغناطیسی غیر یک‌نواخت

برای تمرین بیشتر در مورد خطوط میدان مغناطیسی لطفاً تست‌های (۱) تا (۱۶) را حل نمایید.

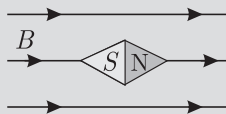
عقربه مغناطیسی یا قطب‌نما

عقربه مغناطیسی یک تیغه آهنربایی نازک است که بر روی پایه‌ای قرار داشته و می‌تواند آزادانه بچرخد. شکل ۱۰ یک عقربه مغناطیسی (قطب‌نما) را نشان می‌دهد.



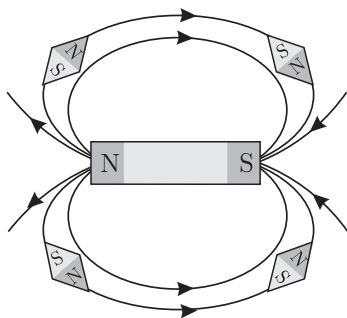
شکل ۱۰

✓ **نکته ۳.** قطب نما در یک میدان مغناطیسی بگونه‌ای قرار می‌گیرد که خطوط میدان مغناطیسی در داخل آن، از قطب S به N باشد در شکل زیر جهت‌گیری یک قطب نما در میدان مغناطیسی نشان داده شده است.



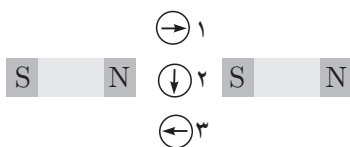
شکل ۱۱ شکل نکته ۳. جهت‌گیری قطب نما در میدان مغناطیسی

در شکل ۱۲، جهت‌گیری قطب نما در میدان مغناطیسی یک آهنربا در نقاط مختلف نشان داده شده است.



شکل ۱۲ جهت‌گیری قطب نما در اطراف یک آهنربا

کدام عقربه مغناطیسی درست رسم شده است؟

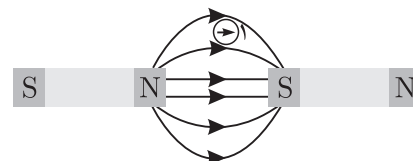


- ۱ (۱)
۲ (۲)
۳ (۳)
۱ و ۴ (۴)

حل: با توجه به خطوط میدان مغناطیسی در شکل ۱۴، گزینه «۱» صحیح است.

مثال ۳

شکل ۱۳ شکل مثال ۳



شکل ۱۴ شکل حل مثال ۳

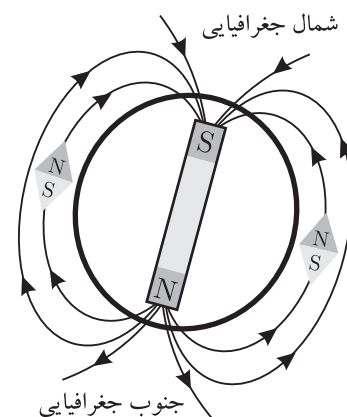
برای تمرین بیشتر در مورد عقربه مغناطیسی لطفاً تست‌های (۱۷) تا (۲۶) را حل نمایید.

میدان مغناطیسی کره زمین

کره زمین دارای خاصیت مغناطیسی است و می‌توان زمین را به صورت یک آهنربای بسیار بزرگ فرض کرد که قطب N آهنربای زمین در جنوب جغرافیایی و قطب S آهنربای زمین در شمال جغرافیایی زمین قرار دارد (به عبارت دیگر قطب‌های آهنربای زمین، برعکس شمال و جنوب جغرافیایی زمین می‌باشند). در شکل ۱۵ میدان مغناطیسی زمین و جهت‌گیری یک قطب نما در آن نشان داده شده است (اندازه میدان مغناطیسی زمین 5×10^{-5} گاوس است)

دو قطبی مغناطیسی

آزمایش نشان می‌دهد که اگر یک آهنربا را به دو تکه تقسیم کنیم باز هم هر کدام از تکه‌ها دارای دو قطب N و S خواهند بود. حال هرچه تکه‌ها را کوچک‌تر کنیم باز هم دارای دو قطب خواهند بود. (شکل ۱۶) پس می‌توان نتیجه گرفت برخلاف بارهای الکتریکی که بار مثبت تنها و یا منفی



شکل ۱۵ میدان مغناطیسی کره زمین

تنها داریم، تک قطب مغناطیسی (N تنها و S تنها) نداریم، و قطب N از قطب S جداشدنی نیست. کوچک‌ترین ذره‌های تشکیل دهنده یک آهنربا (مولکول‌ها یا اتم‌ها)، نیز آهنربا هستند. این آهنرباهای کوچک را دو قطبی مغناطیسی می‌گویند.

محور مغناطیسی

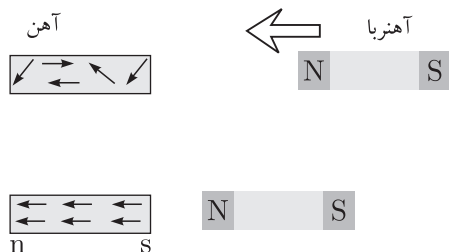
خطی است که دو قطب یک دو قطبی مغناطیسی را به هم وصل می‌کند (شکل ۱۷)

از این پس مطابق شکل ۱۸ هر دو قطبی مغناطیسی را با یک فلش نشان می‌دهیم که هم راستا با محور مغناطیسی بوده و جهت آن از قطب S به قطب N است.

تمام اجسام موجود در طبیعت از دو قطبی‌های مغناطیسی بی‌شماری تشکیل شده‌اند اگر این دو قطبی‌های مغناطیسی مطابق شکل (۱۹ - الف) به‌طور منظم در حالت طبیعی کنار هم قرار گرفته باشند، جسم خاصیت مغناطیسی از خود نشان می‌دهد (مانند یک آهنربا). ولی اگر این دو قطبی‌ها به‌صورت شکل (۱۹ - ب) به‌صورت کاتوره‌ای (نامنظم) کنار هم قرار بگیرند، جسم در مجموع از خود خاصیت مغناطیسی نشان نمی‌دهد، زیرا نامنظم قرار گرفتن دو قطبی‌ها باعث می‌شود اثر مغناطیسی یکدیگر را خنثی کنند.

القای مغناطیسی (علت جذب هر جسم آهنی به آهنربا)

وقتی آهنربا به یک جسم آهنی نزدیک شود، دو قطبی‌های نامنظم آهن، در میدان مغناطیسی آهنربا واقع شده در جهت این میدان منظم می‌شوند، به عبارت دیگر جسم آهنی، برای لحظه‌ای، آهنربا می‌گردد و جذب آهنربا می‌شود. به این عمل القای مغناطیسی می‌گویند.

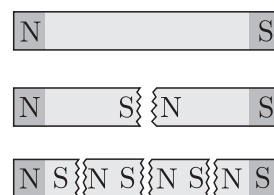


شکل ۲۰

شکل ۲۱ چند میخ را نشان می‌دهد که به دنبال هم جذب قطب N یک آهنربا شده و یک زنجیر مغناطیسی تشکیل داده‌اند. هر یک از میخ‌ها که در زنجیر مغناطیسی قرار دارد بنابه خاصیت القای مغناطیسی، آهنربا شده و میخ‌های دیگر را جذب می‌کند. نیروی جاذبه بین میخ‌ها به علت قطب‌های غیرهمنامی است که مجاور هم قرار می‌گیرند. بنابراین علت جذب شدن یک قطعه آهن یا فولاد به آهنربا این است که در اثر نزدیک شدن به آهنربا نخست در آن بوسیله القا، خاصیت مغناطیسی به وجود می‌آید سپس جذب آهنربا می‌شود.

مقایسه القای مغناطیسی با القای الکتریکی

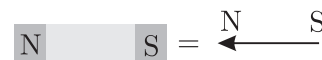
در اینجا جالب است که خاصیت القای مغناطیسی را با القای الکتریکی که در فصل ۲ داشتیم، مقایسه کنیم. در آنجا دیدیم که اگر یک میله با بار الکتریکی مشخصی را به یک کره فلزی



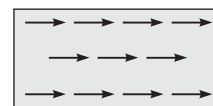
شکل ۱۶ دو قطبی مغناطیسی



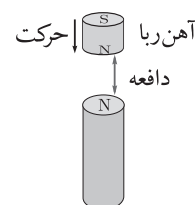
شکل ۱۷



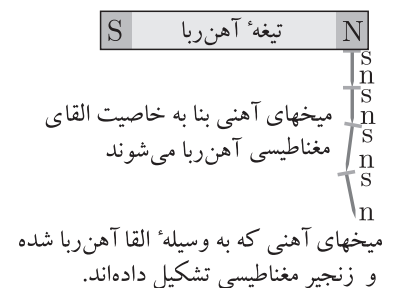
شکل ۱۸



الف) جسم مغناطیسی با دو قطبی‌های منظم

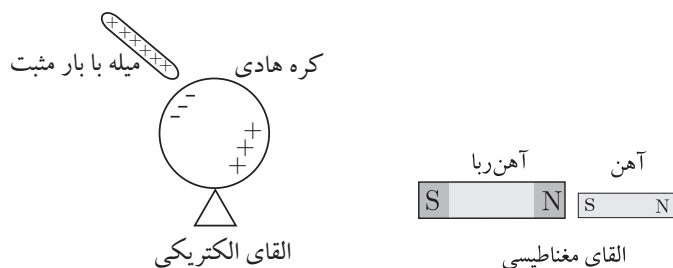


شکل ۱۹



شکل ۲۱

(که روی پایه عایقی قرار دارد) نزدیک کنیم در آن طرف کره که در نزدیکی میله باردار قرار دارد، الکتروسیته از نوع مخالف پیدا می‌شود و این درست مانند چیزی است که در القای مغناطیسی پیش می‌آید. یعنی آن سر میله که نزدیک به قطب آهنربای القاکننده است دارای قطب مخالف می‌شود ولی بین این دو پدیده فرق اساسی وجود دارد و آن این است که دوبار الکتریکی القا شده مثبت و منفی را می‌توان از هم جدا کرد در صورتی‌که مجزا کردن دو قطب آهنربا از هم غیر ممکن است.



شکل ۲۲ مقایسه القای مغناطیسی با القای الکتریکی

برای تمرین بیشتر در مورد القای مغناطیسی لطفاً تست‌های (۲۷) تا (۳۷) را حل نمایید.

از بین بردن خاصیت مغناطیسی

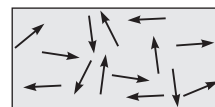
اگر آهنربایی را حرارت دهند یا چکش کاری کنند از شدت خاصیت مغناطیسی آن کاسته می‌شود. هر نوع ضربه شدید مانند افتادن آهنربا یا چکش کاری آن، به‌ویژه اگر در راستای مشرق و مغرب قرار داده شود، سبب تضعیف خاصیت مغناطیسی می‌شود. (علت اینکه باید آهنربا را در راستای مشرق و مغرب قرار داد برای این است که تحت اثر میدان مغناطیسی زمین که در راستای شمال و جنوب است خاصیت مغناطیسی پیدا نکند). بهترین روش برای از بین بردن خاصیت مغناطیسی در یک جسم این است که آن را درون سیم‌پیچی در راستای مشرق و مغرب قرار دهند و از سیم‌پیچ برق متناوب عبور دهند و در این حال جسم را در راستای مشرق و مغرب از سیم‌پیچ دور کنند.

مواد مغناطیسی

موادی که مولکول‌ها یا اتم‌های آنها خاصیت مغناطیسی دارند مواد مغناطیسی می‌نامند. می‌دانید علاوه بر آهن، دو فلز نیکل و کبالت نیز جذب آهنربا می‌شوند. سه عنصر آهن، کبالت و نیکل و بعضی از آلیاژهای آنها که به‌شدت جذب آهنربا می‌شوند مواد مغناطیسی نامیده می‌شوند و موادی مانند مس، برنج، شیشه، چوب که جذب آهنربا نمی‌شوند مواد غیر مغناطیسی نام دارند. مواد مغناطیسی، به دو دسته تقسیم می‌شوند: پارامغناطیس و فرومغناطیس

الف) مواد پارامغناطیس

در این مواد دو قطبی‌های مغناطیسی به‌طور نامنظم پخش شده‌اند (شکل ۲۳) و وضعیت پایداری دارند حال اگر این مواد را در کنار یک میدان مغناطیسی قوی قرار دهیم اندکی از دو قطبی‌های آن در راستای خطوط میدان مغناطیسی خارجی، منظم می‌شوند. در نتیجه ماده، خاصیت مغناطیسی ناچیزی از خود نشان می‌دهد و با برداشتن میدان مغناطیسی، دو قطبی‌ها دوباره به‌وضعیت نامنظم قبلی برمی‌گردند هر چه میدان خارجی قوی‌تر باشد، خاصیت مغناطیسی ماده بیش‌تر می‌شود.



شکل ۲۳ ماده پارامغناطیسی

منگنز، پلاتین، آلومینیوم، فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی، اکسیژن و اکسید ازت از جمله مواد پارامغناطیس هستند.

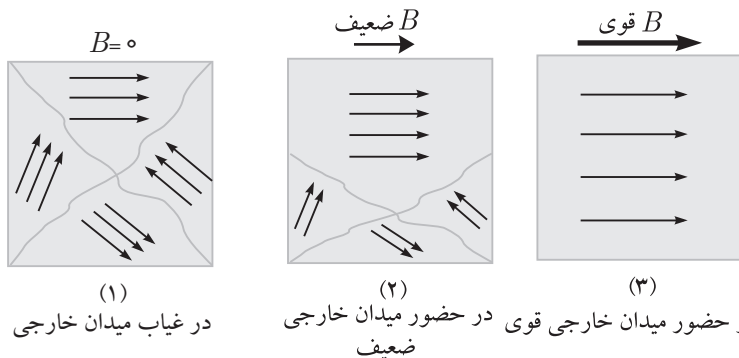
(ب) مواد فرومغناطیس

در برخی از مواد مغناطیسی، دو قطبی‌های مغناطیسی در نواحی کوچکی هم‌جهت می‌باشند (شکل ۲۴) به این‌گونه مواد، فرومغناطیس گویند. و هر ناحیه را یک **حوزه مغناطیسی** می‌نامند. جهت میدان مغناطیسی در هر ناحیه یا حوزه، ممکن است به‌گونه‌ای باشد که ماده در کل از خود اثر مغناطیسی نشان ندهد. (ماده خنثی باشد)



شکل ۲۴ ماده فرومغناطیس

هنگامی که یک ماده فرومغناطیس در یک میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد اندازه آن حوزه‌ای که دو قطبی‌هایش هم‌جهت با میدان مغناطیسی خارجی است بزرگ‌تر می‌شود (مرز حوزه‌ها جابه‌جا می‌شود) و هر چه میدان مغناطیسی خارجی را قوی‌تر کنیم دو قطبی‌های بیش‌تری با آن هم‌سو می‌شوند.



شکل ۲۵ اثر میدان مغناطیسی بر مواد فرومغناطیس

انواع مواد فرومغناطیس

(الف) **ماده فرومغناطیس نرم:** ماده‌ای است که در حضور میدان مغناطیسی خارجی، زود آهنربا شده در غیاب آن نیز، زود خاصیت آهنربایی خود را از دست می‌دهد. از این‌گونه مواد در ساخت آهنرباهای الکتریکی (آهنرباهای غیر دائم) استفاده می‌شود مانند آهن، کبالت و نیکل.

(ب) **ماده‌ی فرومغناطیس سخت:** در این مواد حجم حوزه‌ها به سختی تغییر می‌کند و برای آهنربا شدن این مواد به میدان خارجی بسیار قوی‌تری نیاز است. اما بعد از آهنربا شدن و در غیاب میدان خارجی، خاصیت آهنربایی خود را می‌توانند برای مدت طولانی حفظ کنند. به همین دلیل از آنها در ساخت آهنرباهای دائم استفاده می‌شود مانند آلیاژ آهن (فولاد) و آلیاژهای کبالت و نیکل. برای تمرین بیشتر در مورد مواد مغناطیسی لطفاً تست‌های (۳۸) تا (۵۱) را حل نمایید.

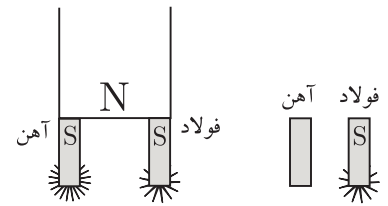


مقایسه خواص مغناطیسی آهن و فولاد

با توجه به مطالب بالا، تاکنون دریافته‌ایم که آهن جزء مواد فرومغناطیس نرم و فولاد جزء مواد فرومغناطیس سخت می‌باشد. حال می‌خواهیم به بررسی دقیق‌تر خواص آنها با انجام یک آزمایش بپردازیم.

آهن خالص را معمولاً **آهن نرم** می‌گویند زیرا آهن نرم سرخ شده در اثر گرما، را می‌توان به آسانی چکش‌کاری کرده و به شکل دلخواه در آورد. فولاد، آلیاژی از آهن نرم و مقدار درصد کمی

کربن است و از آهن خالص خیلی سخت‌تر و محکم‌تر است. برای بررسی خواص مغناطیسی آهن و فولاد دو تیغه یکسان، یکی از آهن و دیگری از فولاد را که از پیش خاصیت مغناطیسی نداشته باشند (مطابق شکل ۲۶) به یکی از قطبهای یک آهنربا وصل می‌کنیم. هر دو تیغه بوسیله القا آهنربا می‌شوند. هرگاه انتهای آزاد آنها را در براده آهن فرو ببریم، تیغه آهن اندکی بیش از تیغه فولادی براده آهن جذب می‌کند. بنابراین اگر نیروی آهنرباکننده برای آهن و فولاد یکی باشد شدت خاصیت مغناطیسی القایی در آهن خالص اندکی بیش از فولاد است.



شکل ۲۶

هرگاه دو تیغه را بین انگشتان دست محکم نگاه داشته و آهنربا را از آنها دور کنیم، تمام براده‌های آهن چسبیده به تیغه آهنی فرو می‌ریزند در صورتی که از براده‌های چسبیده به تیغه فولادی فقط مقدار کمی می‌ریزد این پدیده نشان می‌دهد که خاصیت مغناطیسی القایی در آهن موقتی و در فولاد دائمی است (با توجه به مطلبی که در بالا در مورد مواد فرومغناطیس نرم و فرومغناطیس سخت بیان شد نتیجه می‌گیریم که آهن فرومغناطیس نرم و فولاد فرومغناطیس سخت می‌باشد)

پرسش با یک آهنربا و چند سنجاق که به دنبال هم به آن جذب شده‌اند یک زنجیر مغناطیسی تشکیل داده‌ایم. اگر سنجاق بالایی را با دست نگهداشته و آهنربا را از آن جدا و دور کنیم بقیه سنجاقها از هم جدا شده و فرو می‌ریزند. علت را توضیح دهید؟



پاسخ: سنجاقها از جنس آهن تقریباً خالصند و به سرعت خاصیت مغناطیسی خود را از دست می‌دهند.

روش‌های تولید میدان مغناطیسی



بار الکتریکی: کمیتی است کوانتیده (قابل شمارش) و از حرکت بار الکتریکی در یک سیم، جریان الکتریکی به وجود می‌آید.

$$\left. \begin{array}{l} q = ne \\ q = It \end{array} \right\} It = ne$$

۱. ساکن: اطراف بار ساکن میدان الکتریکی ایجاد می‌شود.
۲. متحرک: اطراف بار الکتریکی متحرک، هم میدان الکتریکی و هم میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود.

- به دو طریق می‌توان میدان مغناطیسی ایجاد کرد:

۱. به وسیله آهنربا

۲. به وسیله حرکت بار الکتریکی (جریان الکتریکی)

- تنها آهنربا نیست که می‌تواند میدان مغناطیسی ایجاد کند در سال ۱۸۲۰ میلادی شخصی به نام اورستد این واقعیت را کشف کرد که اگر یک عقربه مغناطیسی در مجاورت یک سیم حامل جریان برق قرارگیرد از راستای خود منحرف می‌شود. پس می‌توان توسط جریان الکتریسته، میدان مغناطیسی ایجاد کرد که روش‌های ایجاد میدان مغناطیسی را به صورت زیر دسته‌بندی می‌کنیم.

♣ برای تمرین بیشتر در مورد مفاهیم میدان مغناطیسی لطفاً مسائل نمونه (۱) تا (۵)، تمرین‌های (۱) تا (۴) و تست‌های (۱) تا (۵) را حل نمایید.

۱) میدان مغناطیسی حاصل از یک سیم راست حامل جریان



ابتدا آزمایشی را مطابق شکل ۲۷ انجام می‌دهیم اگر یک صفحه مقوایی که روی آن براده‌های آهن ریخته شده را در نظر بگیریم و یک سیم راست را از وسط آن صفحه عبور دهیم با وصل کردن کلید براده‌های آهن روی صفحه، به صورت دایره هم مرکزی آیند بنابراین نتیجه می‌گیریم که به براده‌های آهن نیرو وارد شده است و این نیرو تنها ناشی از یک میدان مغناطیسی می‌باشد بنابراین در اطراف یک سیم حامل جریان میدان مغناطیسی پدید می‌آید.

اندازه این میدان مغناطیسی در یک نقطه اولاً به مقدار جریان گذرنده از سیم بستگی دارد ثانیاً به فاصله‌ی آن نقطه تا سیم بستگی دارد به طوری که با افزایش جریان سیم، میدان B قوی‌تر می‌شود و با دور شدن از سیم میدان B ضعیف‌تر می‌شود.

- میدان حاصل از یک سیم راست در نقاط اطرافش از رابطه زیر به دست می‌آید. (شکل ۲۸)

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r}$$

در رابطه بالا B میدان مغناطیسی برحسب تسلا T و I جریان الکتریکی برحسب آمپر A و r فاصله‌ی سیم تا نقطه‌ای است که می‌خواهیم میدان را در آنجا به دست آوریم و واحد آن متر m می‌باشد. در این رابطه μ_0 قابلیت گذردهی مغناطیسی خلأ نام دارد و مقدار آن در دستگاه SI برابر است با:

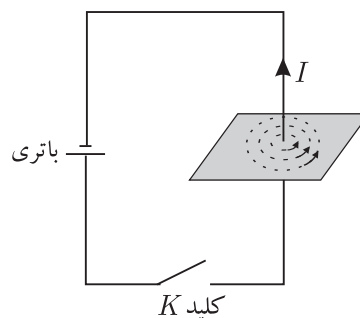
$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \left(\frac{Tm}{A} \right)$$

بنابراین رابطه میدان مغناطیسی را می‌توان به صورت زیر نوشت:

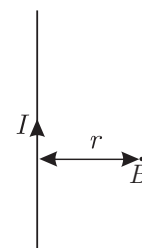
$$B = 2 \times 10^{-7} \frac{I}{r}$$

همان‌طور که گفتیم میدان مغناطیسی یک کمیت برداری است بنابراین علاوه بر اندازه دارای جهت نیز می‌باشد که جهت میدان مغناطیسی با قانون دست راست مشخص می‌شود به این صورت که اگر انگشت شست دست راست را در جهت جریان نگهداریم جمع شدن سایر انگشتان، وضعیت خطوط میدان را مجسم خواهد کرد. همان‌طور که در شکل ۲۹ می‌بینید خطوط میدان به صورت دایره هم مرکزی در اطراف یک سیم راست می‌باشند (دقیقاً مانند دایره هم مرکز براده‌های آهن در آزمایش بالا).

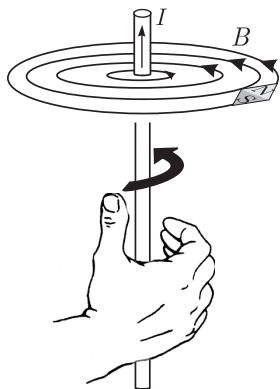
- اگر سیم در صفحه کاغذ قرار گیرد این دایره بر صفحه عمود می‌باشند که قسمتی از آنها به صورت ممتد در جلو صفحه و قسمت دیگر به صورت خط چین در پشت صفحه می‌باشند.



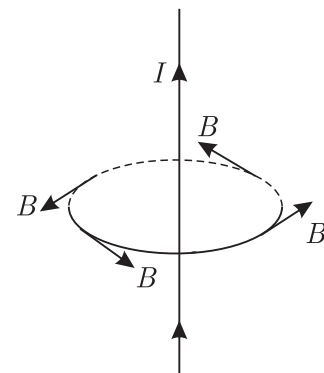
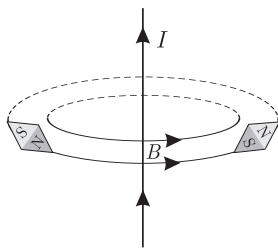
شکل ۲۷



شکل ۲۸ میدان مغناطیسی حاصل از یک سیم راست حامل جریان

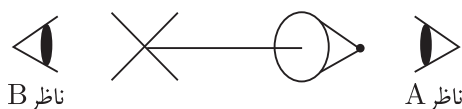


شکل ۲۹ قانون دست راست



شکل ۳۰ بردار B مماس بر خطوط میدان مغناطیسی

فرض کنید از دو طرف به پیکان (فلش) شکل ۳۱ نگاه می‌کنیم در هر حالت شکل‌های دیده شده را رسم کرده‌ایم.



شکل ۳۱

$\odot \Rightarrow$ شکلی که ناظر A می‌بیند.

$\otimes \Rightarrow$ شکلی که ناظر B می‌بیند.

از این به بعد ما نیز برای نمایش بردارها از دو شکل بالا استفاده می‌کنیم.
(الف) بردار برونسو: برداری است که عمود بر صفحه کاغذ بوده و جهت آن به طرف بیرون صفحه کاغذ باشد این بردار همانند پیکانی است که عمود بر صفحه کاغذ به سمت بیرون آن حرکت می‌کند بنابراین:

$\odot =$ علامت بردار برونسو

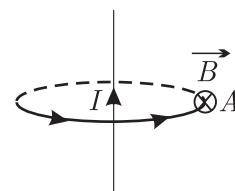
(ب) بردار درونسو: برداری است که عمود بر صفحه کاغذ بوده و جهت آن به طرف داخل صفحه کاغذ باشد این بردار همانند پیکانی است که عمود بر صفحه کاغذ و به سمت داخل آن حرکت می‌کند بنابراین

$\otimes =$ علامت بردار درونسو

در شکل ۳۲ جهت بردار میدان مغناطیسی (\vec{B}) حاصل از سیم حامل جریان را در نقطه A نشان دهید.

مثال ۴

شکل ۳۲ شکل مثال ۴



شکل ۳۳ شکل حل مثال ۴

حل: بردار مغناطیسی در نقطه A ، برداری مماس بر خطوط میدان مغناطیسی در نقطه A می‌باشد که اگر در نقطه A بر خطوط میدان مغناطیسی مماس رسم کنیم برداری عمود بر صفحه کاغذ به دست می‌آید که جهت آن به سمت داخل است بنابراین، میدان مغناطیسی در نقطه A یک بردار درونسو است. همچنین در نقطه متناظر A در سمت چپ سیم، بردار B یک بردار برونسو می‌شود.