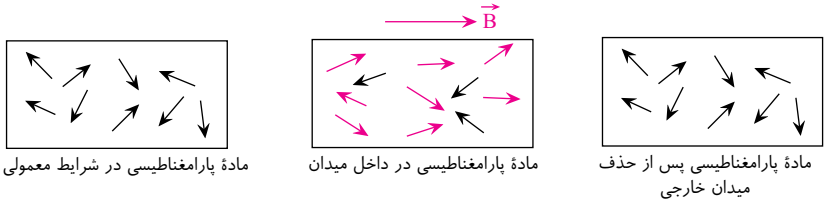
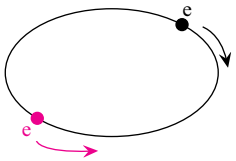
پ. با حذف یا ضعیف‌کردن میدان مغناطیسی خارجی، دوقطبی‌ها به حالت اولیهٔ خود (کاتوره‌ای) بازمی‌گردند و ماده خاصیت مغناطیسی خود را از دست می‌دهد.



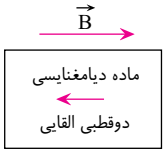
توجه: موادی مانند اورانیوم، پلاتین، آلومینیوم، سدیم، اکسیژن و اکسید نیتروژن از جمله مواد پارامغناطیسی هستند.

۲. مواد دیامغناطیسی:

الف. در مواد دیامغناطیسی به دلیل وجود الکترون‌هایی که در جهت‌های مخالف یکدیگر می‌چرخند، خاصیت مغناطیسی وجود ندارد. بنابراین در حالت عادی این مواد فاقد دو قطبی مغناطیسی هستند.



ب. در مواد دیامغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی خارجی، یک گشتاور مغناطیسی القایی در خلاف جهت میدان خارجی ایجاد می‌شود. این موضوع سبب تضعیف میدان مغناطیسی خارجی می‌گردد.



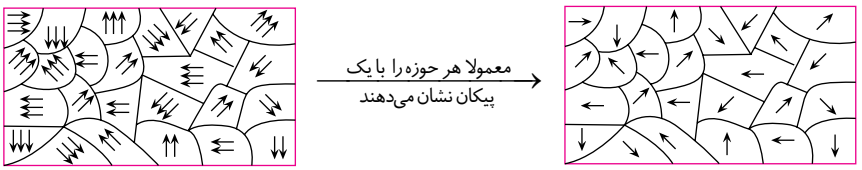
نکتهٔ مهم آن است که مواد دیامغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی خارجی (آهنربا) دفع می‌شوند.

پ. پس از حذف میدان خارجی، مادهٔ دیامغناطیس به حالت اولیه خود که فاقد خاصیت مغناطیسی بود، باز می‌گردد.

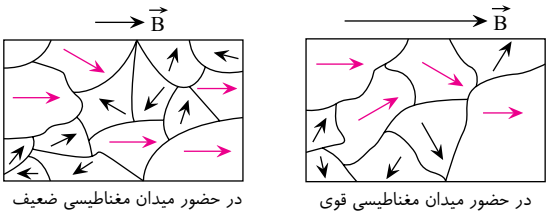
توجه: گازهای نجیب، هیدروژن، فلوئور و ... از جمله مواد دیامغناطیسی هستند.

۳. مواد فرومغناطیسی:

الف. دوقطبی‌ها در مواد فرومغناطیسی با دوقطبی‌های اطراف خود هم‌جهت می‌شوند و مناطقی به نام حوزه‌های مغناطیسی به‌وجود می‌آورند. به بیان دیگر حوزه‌های مغناطیسی، مناطقی از یک مادهٔ فرومغناطیسی هستند که دوقطبی‌ها در آن هم‌جهت‌اند.



ب. در میدان مغناطیسی خارجی حجم حوزه‌هایی که هم‌جهت با میدان هستند، رشد می‌کند و هرچه میدان قوی‌تر باشد، این هم‌سوشدن افزایش می‌یابد.



پ. بسته به رفتاری که فرومغناطیس، در حضور و پس از حذف میدان خارجی نشان می‌دهند، آنها را به دو دستهٔ فرومغناطیسی نرم و فرومغناطیس سخت تقسیم‌بندی می‌کنیم:

فرومغناطیس نرم: در این نوع از مواد فرومغناطیس، دوقطبی‌ها در حضور میدان مغناطیسی خارجی به سهولت با میدان هم‌جهت می‌شوند و البته پس از حذف میدان خاصیت مغناطیسی خود را به سهولت از دست می‌دهند. از این نوع از مواد فرومغناطیسی در ساخت هستهٔ سیملوله‌ها و آهنربای موقت استفاده می‌شود.

توجه: آهن، کبالت و نیکل خالص، فرومغناطیس نرم محسوب می‌شوند.

فرومغناطیس سخت: در این نوع از مواد فرومغناطیس، حجم حوزه‌ها به سختی تغییر می‌کند و دوقطبی‌ها تنها در اثر حضور میدانی قوی می‌توانند خود را با میدان هم‌جهت کنند. همچنین پس از حذف میدان خارجی، جهت‌گیری دوقطبی‌ها تغییری نمی‌کند و این مواد همچنان خاصیت آهنربایی خود را حفظ می‌کنند.

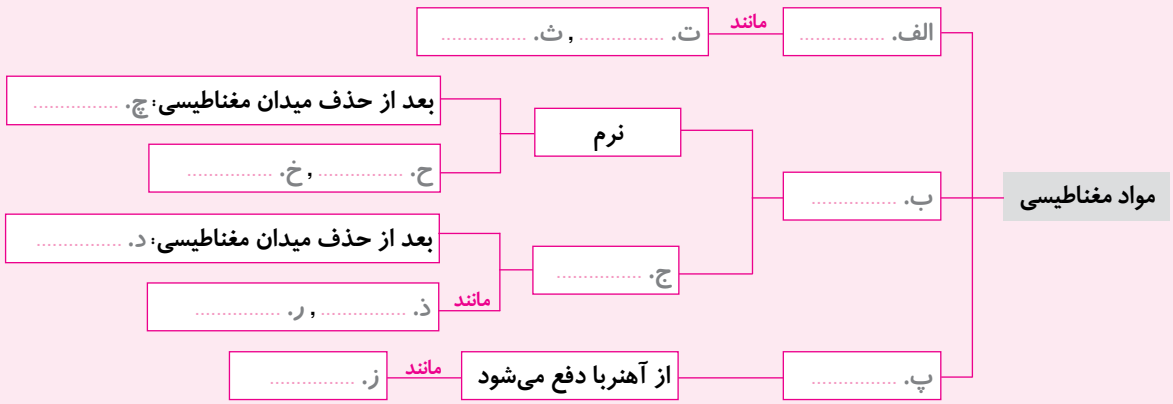
توجه: فولاد (آهن به اضافهٔ ۳درصد کربن)، آلیاژهای آهن، کبالت و نیکل فرو مغناطیس سخت محسوب می‌شوند.

نکتهٔ مهمی که در مورد مواد فرومغناطیسی وجود دارد، این است که برای خاصیت آهنربایی آنها یک مقدار بیشینه یا اشباع وجود دارد و زمانی که دوقطبی‌ها به طور کامل هم‌جهت شدند، به این مقدار بیشینه خواهیم رسید.

خاصیت آهنربایی فرومغناطیس‌ها از مقدار بیشینه فراتر نخواهد رفت.

مثال:

۱. جاهای خالی را در جدول زیر پر کنید.

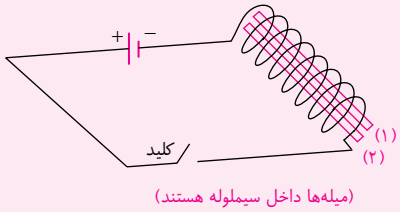


پاسخ: الف. پارامغناطیس — ب. فرومغناطیس — پ. دیامغناطیس — ت. پلاتین — ث. سدیم — ج. سخت — چ. خاصیت آهنربایی را از دست می‌دهند. — ح. آهن خالص — خ. کبالت خالص — د. خاصیت آهنربایی را از دست نمی‌دهد. — ذ. فولاد — ر. آلیاژ کبالت — ز. گازهای نجیب

۲. دو میلهٔ فلزی بلند مطابق شکل زیر، درون سیملولهٔ درازی قرار دارند. با بستن کلید و عبور جریان از این سیملوله، مشاهده می‌شود که دو میله از یکدیگر دور می‌شوند و هنگامی که کلید باز و جریان قطع می‌شود، میله‌ها به محل اولیه باز می‌گردند.

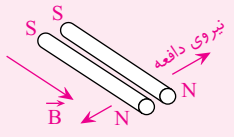
الف. چرا با عبور جریان، میله‌ها از همدیگر دور می‌شوند؟

ب. با دلیل توضیح دهید میله‌های فلزی از نظر مغناطیسی چه نوعی هستند؟



(میله‌ها داخل سیملوله هستند)

پاسخ: الف. با عبور جریان از سیملوله، در داخل سیملوله میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود. این میدان مغناطیسی سبب القای خاصیت آهنربایی در داخل میله‌ها می‌شود و چون قطب همنام دو میله در کنار هم قرار می‌گیرند، سبب دفع آنها از یکدیگر می‌شوند.



ب. چون با ایجاد میدان مغناطیسی، میله‌ها تبدیل به آهنربای نسبتاً خوبی شدند و پس از قطع میدان، خاصیت آهنربایی خود را از دست دادند، میله‌ها باید از نوع فرومغناطیس نرم باشند.

تمرین‌های امتحانی

۱. به کمک کلمات داده شده، عبارت‌های زیر را کامل کنید.

فرومغناطیس - مواد مغناطیسی - فرومغناطیس نرم - فرومغناطیس سخت - دیامغناطیس - پارامغناطیس

الف. موادی را که اتم‌ها یا مولکول‌های سازندهٔ آنها خاصیت مغناطیسی دارند، ..... می‌نامند.

ب. دوقطبی مغناطیسی در یک مادهٔ ..... دارای جهت‌گیری مشخص و منظمی نیست.

پ. دوقطبی‌های مغناطیسی کوچک به طور خودبه‌خود با دوقطبی‌های مجاور خود هم‌خط می‌شوند. این مواد را ..... گویند.

ت. پس از برداشتن میدان مغناطیسی خارجی، مادهٔ ..... خاصیت آهنربایی خود را حفظ می‌کند.

ث. مواد ..... در مجاورت آهنربا دفع می‌شوند.

۲. عبارت‌های ستون سمت راست به کدام‌یک از عبارت‌های ستون سمت چپ مرتبط است؟ وصل کنید.

الف. اتم‌ها در این ماده به‌طور طبیعی خاصیت مغناطیسی ندارند.	دوقطبی مغناطیسی
ب. با حذف میدان، خاصیت آهنربایی خود را از دست می‌دهند.	فرومغناطیسی سخت
پ. مناطقی از مواد فرومغناطیس که دوقطبی‌ها در آن هم‌جهت‌اند.	فرومغناطیسی نرم
ت. کوچک‌ترین ذرات سازندهٔ آهنربا را گویند.	دیامغناطیسی
ث. برای ساختن آهنربای دائمی به‌کار می‌روند.	حوزه‌های مغناطیسی

۳. در جدول زیر، نوع مادهٔ مغناطیسی را در خانهٔ مربوطه با علامت ✓ مشخص نمایید.

نوع ماده	پارامغناطیس	دیامغناطیس	فرومغناطیس نرم	فرومغناطیس سخت
پلاتین				
سرب				
فولاد				
اکسیژن				
کبالت خالص				

۴. در شکل زیر تک‌الکترونی به دور هسته می‌چرخد.

الف. جهت میدان مغناطیسی ناشی از حرکت الکترون به دور هسته (حلقهٔ کوچک جریان فرضی) به کدام سو است؟

ب. اگر این اتم، زوج‌الکترونی داشته باشد که در جهت‌های مخالف یکدیگر بچرخند، آهنربای قوی‌تری به وجود می‌آید یا ضعیف‌تر؟

۵. دو تفاوت برای فرومغناطیس‌های نرم و سخت بنویسید.

۶. می‌خواهیم یک آهنربای دائمی بسازیم.

الف. از میان اجزای الکتریکی زیر، کدام وسیله‌ها را باید انتخاب کنیم؟

وسیله‌ها: سیملوله ـ میلهٔ آهنی ـ میلهٔ فولادی ـ منبع مولد الکتریکی ـ سیم

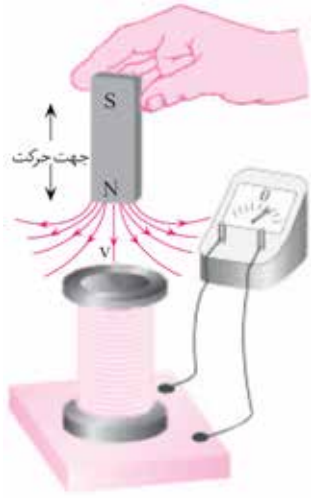
ب. چگونگی عملیات را توضیح دهید.

درس پنجم: پدیده القای الکترومغناطیسی

مقدمه

پیش‌تر دیدید که با روش القای الکتریکی می‌توان در اجسام رسانا بار الکتریکی و هم‌چنین به کمک پدیدهٔ القای مغناطیسی می‌توان در مواد فرومغناطیس و پارامغناطیس خاصیت مغناطیسی ایجاد کرد. در این فصل با پدیدهٔ القایی دیگری نیز آشنا می‌شوید که به کمک آن می‌توان در یک رسانا جریان الکتریکی ایجاد نمود. این پدیده را القای الکترومغناطیسی نامیده‌اند. در سال ۱۸۳۱ میلادی مایکل فاراده دانشمند انگلیسی و جوزف هانری دانشمند آمریکایی تقریباً به‌طور هم‌زمان با انجام آزمایش‌هایی به بررسی پدیدهٔ القای الکترومغناطیسی پرداختند. ما نیز در این فصل با انجام آزمایشاتی مشابه به بررسی این پدیده خواهیم پرداخت.

آزمایش بررسی پدیده الکترومغناطیسی



مرحلهٔ اول: دو سر یک سیملوله یا پیچه را مانند شکل به گالوانومتر (میکرو یا میلی آمپرسنج) می‌بندیم.

مرحلهٔ دوم: در این مرحله یکی از قطب‌های آهنربا را به فضای درون سیملوله یا پیچه وارد و سپس خارج می‌کنیم و مشاهدات خود را یادداشت می‌نماییم.

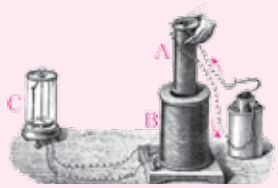
مرحلهٔ سوم: مراحل فوق را برای قطب دیگر آهنربا تکرار می‌کنیم.

مرحلهٔ چهارم: آزمایش را درحالی‌که آهنربا ثابت باشد و سیملوله یا پیچه نسبت به آن دور یا نزدیک شود، انجام می‌دهیم.

آزمایش فوق نشان می دهد که هنگام دور یا نزدیک‌کردن آهنربا نسبت به پیچه یا سیملوله و برعکس، عقربه گالوانومتر منحرف می‌شود و عبورجریانی از مدار را نشان می‌دهد، درست مانند وقتی که در مدار مولدی وجود داشته باشد. این پدیده را القای الکترومغناطیسی و جریان الکتریکی ایجادشده را جریان الکتریکی القایی می‌نامند.

مثال:

شکل زیر آزمایش فاراده را برای پی‌بردن به پدیده القای الکترومغناطیسی نشان می‌دهد. این آزمایش چه تفاوتی با آزمایش فوق دارد؟



پاسخ: همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، فاراده برای پی‌بردن به پدیدهٔ القای الکترومغناطیس به جای آهنربای دائم از آهنربای الکتریکی (سیم‌لولهٔ A که به باتری وصل شده است) استفاده کرد و مشاهده کرد که مشابه با آزمایش فوق، با عبور آهنربا از درون سیملولهٔ B عقربهٔ گالوانومتر منحرف خواهد شد و عبور جریانی را از مدار نشان خواهد داد.

روش‌های ایجاد جریان الکتریکی القایی در یک مدار بسته (پیچه یا سیملوله)

۱. دور یا نزدیک‌کردن آهنربا به سیملوله سبب برقراری جریان الکتریکی القایی در مدار می‌شود.