

آزمایشگاه فیزیک حالت جامد

شماره آزمایش: ۴

مشاهده تاثیر میدان مغناطیسی ناهمگن بر روی مواد

دیامغناطیس، پارامغناطیس و فرومغناطیس

هدف: مشاهده اثر میدان مغناطیسی بر روی فلزات نیکل (فرومغناطیس)، آلومینیوم (پارامغناطیس) و بیسموت (دیامغناطیس)

مغناطیس واژه‌ای است که برای نشان دادن پاسخ میکروسکوپی ماده به میدان مغناطیسی بکار می‌رود؛ و فاز مغناطیسی ماده را نسبت به این پاسخ دسته‌بندی می‌نماید. برای نمونه، شناخته‌شده‌ترین فاز مغناطیس، فرومغناطیس است که در آن ماده میدان پایدار مغناطیسی را در خود ایجاد می‌کند. نیکل، کروم، آهن و آلیاژهایشان ازین دسته‌اند. البته همه مواد پاسخی در برابر میدان مغناطیسی از خود نشان می‌دهند. برخی مانند پارامغناطیس جذب میدان می‌شوند و برخی دیگر مانند دیامغناطیس از میدان رانده می‌شوند. برخی دیگر هم رفتارهای پیچیده‌تری دارند. اثر میدان بر برخی مواد قابل چشم‌پوشی است که آنها را نامغناطیس می‌نامند. آلومینیوم، مس، آب و گازها ازین دسته‌اند.

• دیامغناطیس

دیامغناطیس ویژگی است که در آن، ماده پذیرفتاری مغناطیسی منفی (اما کوچک) دارد. دیامغناطیس مخالفت ماده با میدان است و این رفتار در همه مواد هست اما تنها در دیامغناطیس‌های خالص دیده می‌شود زیرا در دیگر مواد ویژگی پارامغناطیس چیرگی دارد. چون در ماده دیامغناطیس الکترون جفت‌نشده نداریم، مغناطیس در اثر اربیتالی پدیدار می‌گردد. بر پایه فیزیک کلاسیک هنگامی که ماده‌ای در میدان قرار می‌گیرد، نیروی لورنس بر رویشان اثر می‌گذارد (سوی نیروی جاذبه کولمب). بسته به سوی چرخش الکترون، نیروی لورنس می‌تواند با افزایش نیروی هسته (نیروی که الکترون را به دور هسته می‌چرخاند) الکترون را از هسته دور و یا با کاهش این نیرو الکترون را به هسته نزدیک سازد. این اثر ممان‌های مغناطیسی اوربیتال را اگر موازی میدان باشند کاهش و اگر ناموازی میدان باشند افزایش می‌دهد (بر پایه قانون لنز). که این باعث ایجاد ممان‌های کوچک بر خلاف میدان می‌شود.

• پارامغناطیس

پارامغناطیس ویژگی است که در آن، ماده پذیرفتاری مغناطیسی مثبت (اما کوچک) دارد. ماده پارامغناطیس دارای دقیقاً یک الکترون جفت نشده است و در نتیجه الکترون‌های جفت نشده خود را با میدان همسو کرده و آن را تقویت می‌کند.

• فرومغناطیس

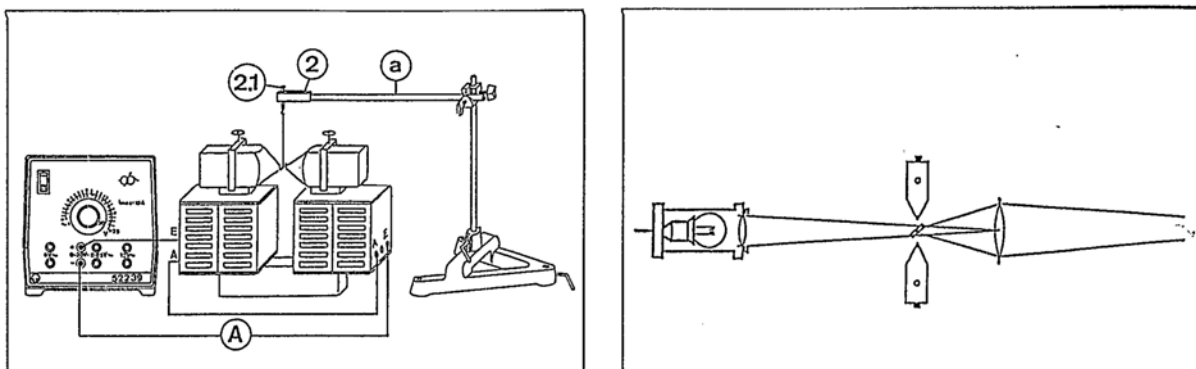
ماده فرومغناطیس مانند پارامغناطیس دارای الکترون جفت نشده است. ممان‌های مغناطیسی این مواد تمایل به موازی شدن با همدیگر و با میدان دارند. ازین رو هنگامی که میدان بیرونی برچیده شود ماده همچنان مغناطیسی می‌ماند.

وسایل آزمایش:

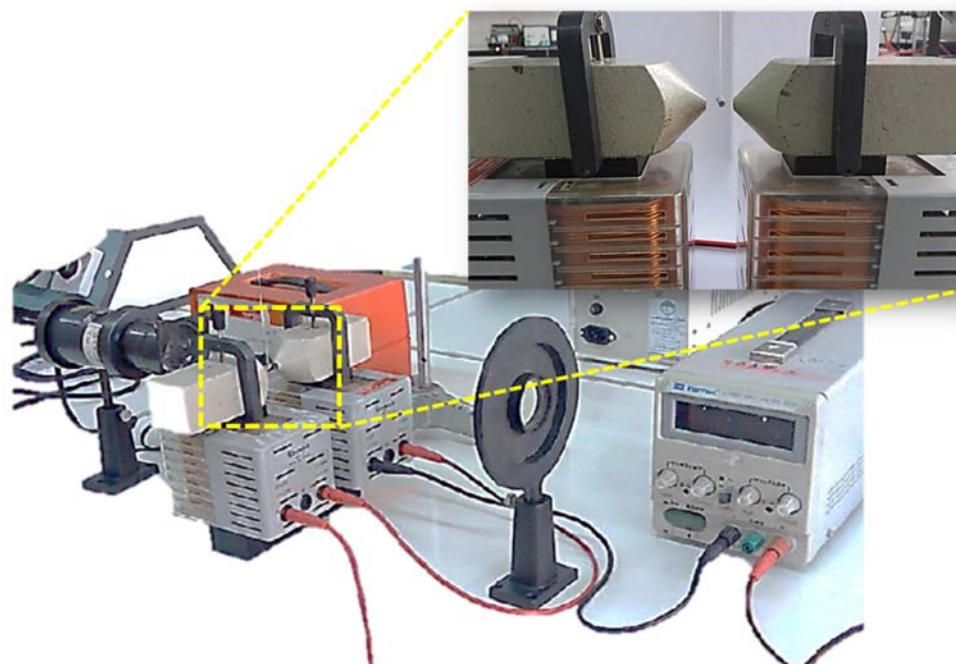
سیم پیچ‌های ۲۵۰ دوری، هسته یو شکل، منبع جریان، کفشک‌های هسته، پایه و میله نگهدارنده، لامپ ۶ ولت، دیافراگم و عدسی ۱۰۰+، سیم رابط

روش آزمایش:

مطابق شکل شماتیک (۱) و عکس نمایش داده شده در شکل (۲)، اجزای آزمایش را سوار کنید. فاصله بین کفشک‌های مغناطیسی را ۱۲ میلی‌متر قرار دهید.



شکل (۱)



شکل (۲)

میله‌های کوچک از جنس مختلف را توسط نخ مطابق شکل (۲) در فاصله بین دو کفشک آویزان کنید. در حالت عدم وجود میدان میله‌ها زاویه ۴۵ درجه نسبت به راستای میدان دارند. جریان عبوری از هسته مغناطیسی را با کمک منبع جریان تا ۱۰ آمپر سریع افزایش دهید در این حالت میله‌های کوچک بر حسب جنس‌شان در جهاتی در میدان ناهمگن ایجاد شده، چرخش می‌کنند. برای مشاهده بهتر چرخش میله‌ها تصویر بزرگ‌نما شده آنها را به کمک لامپ و عدسی ۱۰۰+ بر روی پرده نمایش می‌دهیم. برای این کار لامپ را به منبع جریان مربوطه متصل کنید.

خواسته‌های آزمایش:

۱. چگونه می‌توان مواد فرو، پارا و دیامغناطیس را از هم تشخیص داد؟
۲. ساختمان داخلی مواد فرو، پارا و دیامغناطیس را بطور خلاصه شرح دهید؟