آزمایش اثر مغناطیسی مواد

آزمایش شماره شش (بخش اول) – آزمایشگاه فیزیک حالت جامد

گروه ۲: پارسا رنگریز – عرفان ریاضی – ابراهیم خالقیان

۲۰ اردیبهشت ۱۴۰۱

چکیده

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

مقدمه

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 مغناطیسی، فرومغناطیس است که در آن ماده میدان پایدار مغناطیسی را در خود ایجاد می‌کند. نیکل، کروم، آهن و آلیاژهایشان از این دسته‌اند. البته همه مواد در برابر میدان مغناطیسی از خود پاسخی نشان می‌دهند. برخی مانند پارامغناطیس جذب میدان می‌شوند و برخی دیگر دیامغناطیس از میدان رانده می‌شود. برخی دیگر هم رفتارهای پیچیده‌تری دارند. اثر میدان بر برخی مواد قابل چشم‌پوشی است که آن‌ها را نامغناطیس می‌نامند. آلومینیوم، مس، آب و گازها از این 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 است اما تنها در دیامغناطیس‌های خالص دیده می‌شود؛ زیرا در دیگر مواد ویژگی پارامغناطیس چیرگی دارد. چون در ماده دیامغناطیس الکترون جفت‌شده نداریم، مغناطیس در اثر اوربیتالی پدیدار می‌گردد. بر پایه فیزیک کلاسیک هنگامی که ماده‌ای در میدان قرار می‌گیرد، نیروی لورنتس بر آن‌ها اثر می‌گذارد (سوای نیروی جاذبه کولن). بسته به سوی چرخش الکترون، نیروی لورنتز می‌تواند با افزایش نیروی هسته (نیرویی که الکترون را به دور هسته می‌چرخاند) الکترون را از هسته دور و یا با کاهش این نیرو الکترون را به هسته نزدیک می‌سازد. 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 مغناطیس دارای دقیقا یک الکترون جفت نشده است و در نتیجه الکترون‌های جفت نشده خود را با یک میدان هم‌سو کرده و آن را تقویت می‌کند.

- ***فرومغناطیس***

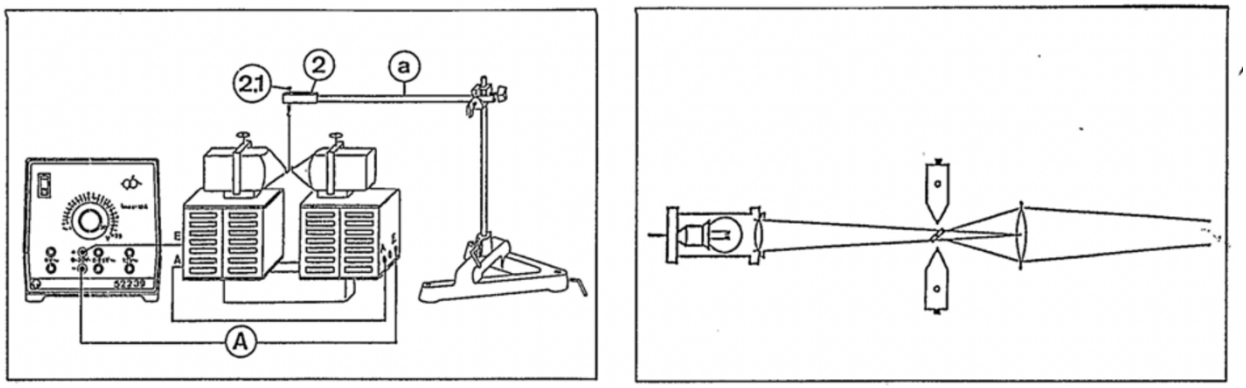
ماده فرومغناطیس مانند پارامغناطیس دارای الکترون جفت نشده است. ممان‌های مغناطیسی این مواد تمایل به موازی شدن با همدیگر و با میدان دارند. از این رو هنگامی که میدان بیرونی پرچیده شود ماده همچنان مغناطیسی می‌ماند.

وسایل آزمایش

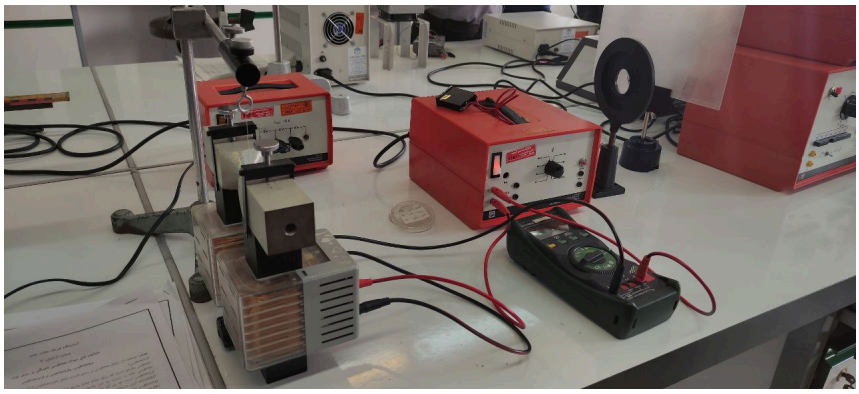
سیم‌پیچ‌های ۲۵۰ دوری، هسته U شکل، منبع جریان، کفشک‌های هسته، پایه و میله نگهدارنده، لامپ ۶ ولت، دیافراگم و عدسی ۱۰۰ سیم رابط

شرح آزمایش

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



شکل ۱: شکلی شماتیک از آرایش آزمایشگاه



شکل ۲: اجزای آزمایش

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.

نتیجه‌گیری

جهت تشخیص مواد فرومغناطیس، دیامغناطیس و پارامغناطیس می‌توان از خاصیت مغناطیسی آن‌ها استفاده کرد. یکی از این مواد با روشن کردن میدان، زاویه θ افزایش می‌یابد. در این شرایط است که می‌توان گفت این حتما بیسموت است که خاصیت دیامغناطیسی دارد. همچنین یکی دیگر از مواد با روشن کردن میدان، زاویه آن کاهش می‌یابد. بنابراین این ماده حتما آلومینوم است که خاصیت پارامغناطیسی دارد و در نهایت ماده آخری آهن است که قبل از تغییرات در قبال میدان، به دلیل آهن‌ربایی بودن به فلزهای تولید کننده میدان می‌چسبد و اجازه انجام آزمایش را نمی‌دهد.