آزمایشگاه فیزیک پیشرفته
مشاهده اثر ابررسانائی

هدف: ماده ابررساناها مقاومت الکتریکی ندارند و پدیده مایسنر را از خود نشان می‌دهند یعنی میدان مغناطیس در داخل ابررسانا همیشه صفر است. آزمایش شامل دو بخش است. در بخش اول اثر مایسنر مشاهده می‌شود و در بخش دوم برای قطعه ابررسانای موجود، دمای‌گذار را اندازه‌گیری می‌کنید.

نکات ایمنی

هنگام کار با نیتروژن مایع حتی‌المقدور از عینک محافظ و دستکش استفاده کنید و نهایت دقت و ایمنی لازم را ببرید زیرا نیتروژن مایع در تماس با اجسام سریعاً آنها را منجمد می‌کند و در تماس با پوست اثرات سوختگی دارد. مجموعه "مدول اندازه‌گیری" را از جعبه آلومینیومی خود خارج نکنید.

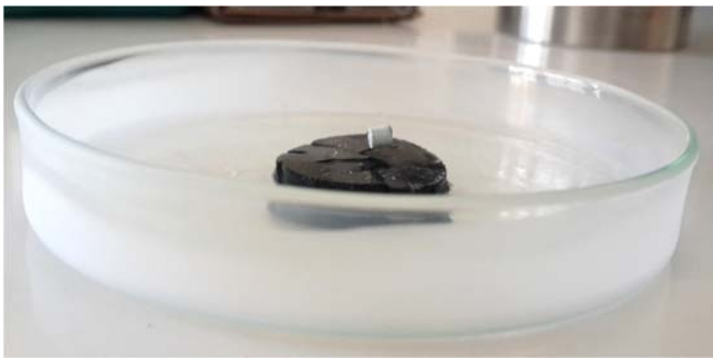
آزمایش 1

مشاهده اثر مایسنر

این اثر از این واقعیت ناشی می‌شود که شار مغناطیسی به داخل یک ابررسانا نمی‌تواند نفوذ کند. در نتیجه یک ماده مغناطیسی دائمی و یک ابررسانا همدیگر را دفع می‌کنند. اگر یک ماده مغناطیس دائمی دارای وزن به اندازه کافی کم باشد و آن را بر روی یک ابررسانا قرار دهیم در اثر نیروی دافعه آن ماده مغناطیسی بر روی فضای بالای ابررسانا شناور می‌شود.

-مشاهده اثر مایسنر: (یک مشاهده کیفی)

قطعه ابررسانا در وسط ظرف قرار دهید سپس ظرف را از نیتروژن مایع پر کنید دقت کنید که نیتروژن مایع در ابتدا می‌جوشد. پس از سرد شدن ابررسانا نمونه مغناطیس دائمی را روی قطعه ابررسانا قرار دهید. مشاهده می شود قطعه بصورت معلق در می‌آید. (نمونه باید حدودچند میلی‌متر بالاتر از ابررسانا باشد.)



شکل 1. مشاهده اثر مایسنر

آزمایش 2

اندازه‌گیری دمای‌گذار ابررسانای

وسایل کار مربوط به دمای‌گذار:

وسائل شامل 1- آداپتور 2- مجموعه مدول اندازه‌گیری 3- ظرف نیتروژن مایع 4- منبع تغذیه

ظروف نیتروژن مایع:

بلوک پلا ستیکی مانند ظرف عایقی برای نیتروژن مایع ا ست و علاوه بر آن بعنوان مجموعه‌ای برای اندازه‌گیری کل نمونه آزمایش بکار برده می‌شود.

معرفی مجموعه آزمایش:

الف- مجموعه مدول اندازه‌گیری (شکل 2)

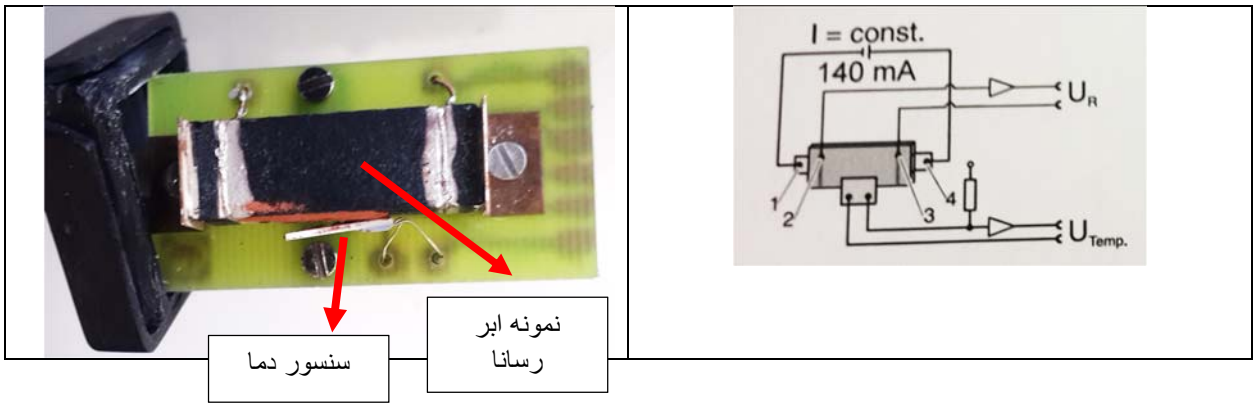
این مجموعه شامل ابررسانا و مقاومت گرمایی ایریدیوم است که در یک جعبه فلزی با پوشش سخت و نازک و طویل قرار دارد. این مجموعه در شکل 2 نشان داده شده است.

جریان ثابت در حدود 49/4 mA بین اتصالات 1و4 برقرار می‌شود و کاهش ولتاژ بین نقاط 2و3 قابل اندازه‌گیری است.

نوع ابررسانا: $123= Ya_2Cu_3O_{7-x}$

اندازه‌گیری دماها

مقاومت ایریدیوم $R=100\ \Omega$ در $T=0\ °C$



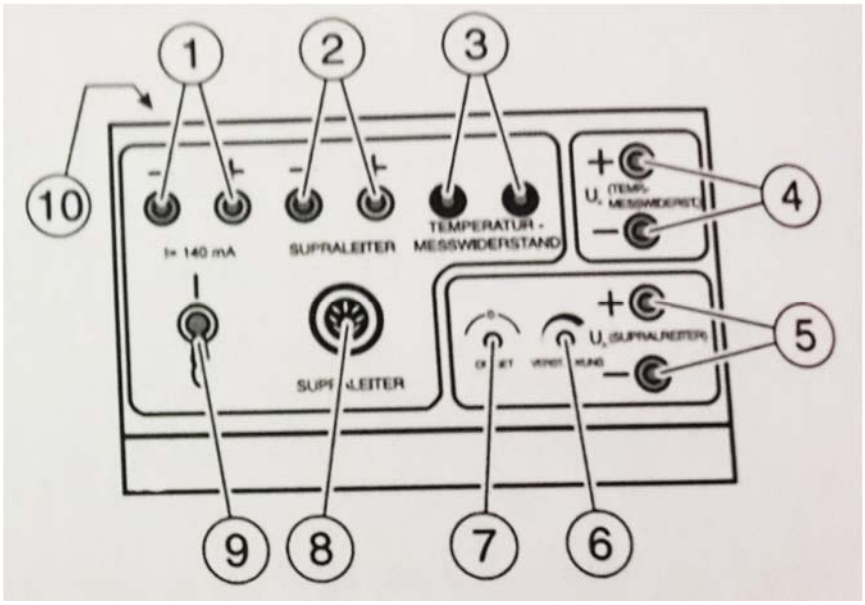
شکل 2. نمایش نمونه ابررسانا و اتصالات الکتریکی به همراه حسگر دما

ب- آداپتور اندازه‌گیری

شکل 3 نمایشی را برای آداپتور بیان می‌کند. این د ستگاه مانند یک د ستگاه اندازه‌گیری و منبع ولتاژ کار می‌کند. ولتاژ اندازه‌گیری شدهٔ دو سر مقاومت گرمایی ایریدیوم (U_{Temp}) را می‌توان از خروجی (4) آداپتور گرفت. این ولتاژ در محدودهٔ مورد اســـتفاده در آزمایش رابطه‌ای خطی با دما دارد. ولتاژ دو ســـر قطعهٔ ابررســـانا (U_a) از خروجی (5) آداپتور گرفته می‌شود. این ولتاژ بین صفر تا 0/37 تغییر می‌کند.

در صـورتی که در حالت اتصـال کوتاه (ابررسـانائی) ولتاژ خروجی (5) صـفر نشـود بایسـتی با تغییر offset آنرا به صـفر برســانید. برای تنظیم offset از ورودی (2) اســتفاده کنید، به این ترتیب که مدول اندازه‌گیری که به ورودی (8) وارد می‌شود را قطع کرده و ورودی (2) را اتصال کوتاه کنید. بایستی خروجی (5) ولتاژ صفر را نشان دهد. که حال می‌توانید با تنظیم offset آنرا دقیقاً صفر کنید.

تذکر: فاکتور بهره که در شکل 1 با شمارهٔ (6) مشخص شده است را تغییر ندهید. در صورت نیاز به تغییر فاکتور بهره این کار را می‌توانید در نرم‌افزار اندازه‌گیری انجام دهید.



شکل 3: آداپتور

1- خروجی منبع تغذیه

2- ورودی ولتاژ قابل اندازه‌گیری (خروجی ابررسانا)

3- ورودی سنسور حرارتی (خروجی ابررسانا)

4- خروجی اندازه‌گیری دما

5- خروجی ولتاژ قابل اندازه‌گیری U_a

6- فاکتور بهره
7- offset
8- ورودی مدول اندازه‌گیری
9- کلید
10- سوکت اتصال به منبع تغذیه

روش آزمایش

ابرر سانای موجود در مدول و یا یک ابرر سانای ساخته شده می‌تواند به عنوان ماده ابرر سانا ا ستفاده شود. برای بد ست آوردن نتایج خوب و قابل مقایسه، همیشه از سنسور دمایی استفاده کنید که این سنسور دارای ساختار شبیه ساختاری که در واحد اندازه‌گیری ا ست با شد. اندازه‌گیریها تو سط یک X/Y یا PC ثبت می شوند. سی ستم CASSY بعنوان تبدیلگر A/D بسیار مناسب است.

نرم‌افزار"LHW/N22" موجود می باشـــد که برای آزمایش ابررســـانائی، supercon.lhw را باز کنید و آزمایش را به صورت زیر آغاز کنید.

1- خروجی مجموعه واحد اندازه‌گیری (شکل 2، مورد 2) را به آداپتور وصل کنید (سوکت 8)
2- منبع تغذیه را وصل کنید.
3- CASSY را به کامپیوتر وصل کنید.
4- خروجی دما از آداپتور را (سوکت 4) به ورودی CASSY,A وصل کنید.
5- خروجی ولتاژ ابررسانا (سوکت 5) را به ورودی CASSY,B وصل کنید.
6- نرم‌افزار supercon.lhw را فعال کنید. در این نرم‌افزار چند پنجره بایستی فعال باشد U_B و U_A و t که در صورت نبودن آنرا بسـازید. سـه پنجره برای نمودارهای U_A-t , U_B-t و T-t و جدولی که T وU و t را به طول لحظه‌ای در آن می‌ریزد.

U_A و U_B: مقادیر آزمایش را نشـان می‌دهد. T : دما می‌باشـد که بایسـتی بر حسـب U_B تعریف شـود. T بر حسـب سانتیگراد و بر حسب ولت است. $T=1000U_B+23$

7- واحد اندازه‌گیری را در بلوک پلی‌اورتان قرار دهید و نیتروژن مایع را در آن بریزید.
8- نمودار تغییراتU بر حسب t (زمان) را اندازه بگیرید.

بررسی نتایج و سئوالات

1- منحنی مقاومت بر حسب دما (بر حسب) را اندازه‌گیری و دمای‌گذار را تعیین نمایید.
2- عامل اصلی پدیده ابررسانائی در مواد معمولی چیست؟
3- به چه موادی ابررسانای گرم گویند.
5- ابررساناها چه کاربردی دارند.