آزمایشگاه فیزیک پیشرفته

آشنایی با پدیده فلورسانس و فسفرسانس

هدف:

مشاهده رخشانی مواد بر اثر تابش UV و باریکه الکترونی و بررسی اثر تابش مادون قرمز بر خاصیت آن‌ها.

وسایل آزمایش:

لامپ لومینوسانس و پایه، لامپ جیوه و پایه آن، فیلتر ماوراء بنفش، فیلتر مادون قرمز، لامپ ٦ ولتی ٣٠ واتی و منبع آن، منبع تغذیه HV و سیمهای HV، طیف‌سنجی جیبی و مولتی متر

توجه به نکات ایمنی:

- نگهدارنده لامپ جیوه در زمان روشن بودن لامپ بسیار گرم می‌شود.
- برای اتصالات الکتریکی حتماً از سیم‌های مخصوص HV استفاده شود و اتصالات مطابق شکل بوده و قبل از روشن کردن آن‌را به مسئول آزمایشگاه نشان دهید.
- هرگز بطور مستقیم به لامپ جیوه نگاه نکنید.

مشخصات لامپ لومینوسانس:

١- سوکت پین‌دار اتصالات الکتریکی

٢- کاتد گرمائی ٦/٣ ولت - جریان ١/٦ A

٣- آند با ولتاژ ماکزیمم ٥ kV

(I=٠/١٦ mA, UA=٤ kV, Vp=٦/٣ V)

٤- صفحه رخشان

٥- سیم برای اتصال صفحات رخشان

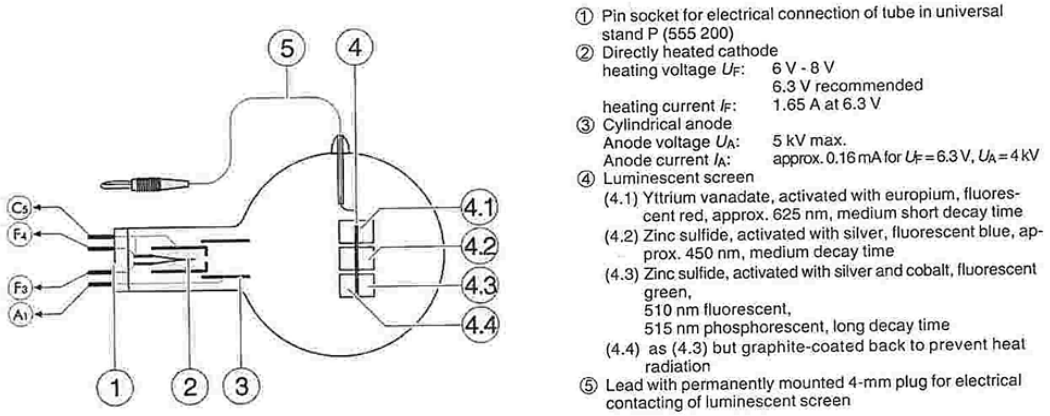
مقدمه

فسفرسانس و فلوئورسانس پدیده‌هایی هستند که در آنها یک ماده خاص که بطور عام به آن فسفر گفته می‌شود پس از قرار گرفتن در مقابل نور مرئی یا غیرمرئی یا حرارت، تحریک شده، این انرژی را در خود ذخیره می‌کند و سپس آن انرژی را بصورت طیفی از امواج مرئی در طول مدت زمانی منتشر می‌نماید. اگر این بعنوان شباهت این دو پدیده باشد تفاوت آنها در اختلاف زمانی بین این دو دریافت و تابش یا به عبارت دیگر دوام تابش است. اگر زمان تحریک کمتر از 10^{-8} ثانیه باشد، این پدیده را فلوئورسانس می نامیم و اگر زمان تحریک بیش از 10^{-8} ثانیه باشد آن را فسفرسانس می‌نامیم. به عبارتی در فسفرسانس تحریک طولانی‌تر و تشعشع طولانی‌تری داریم و در فلوئورسانس

تحریک کوتاهترتر و تشعشع کوتاه‌تری داریم. در فلوئورسانس که نمونه آن نور مهتابی یا صفحه تلویزیون است تابش آنی است و تقریبا بلافاصله بعد از قطع نور تمام می‌شود. در حالی که در فسفرسانس ماده بعد از قطع نور نیز تا مدتی به تابش ادامه می‌دهد که مقدار آن بسته به ماده مورد استفاده می‌تواند از چند ثانیه تا چندین روز طول بکشد. در فلوئورسانس برانگیختگی میان دو تراز انرژی اصلی با انرژی‌های E_1 و E_2 اتفاق می‌افتد که جابجایی بین آنها کاملا آزاد است .الکترون با دریافت انرژی بر انگیخته شده و به تراز E_2 می رود و پس از ۸ تا ۱۰ ثانیه دوباره به تراز اول بر می‌گردد و فتونی با انرژی E_2-E_1 تابش می‌کند. اما در فسفرسانس ماجرا به‌دلیل وجود یک تراز میانی کمی پیچیده‌تر است، این تراز که مابین تراز پایه و برانگیخته قرار دارد تراز نیمه‌پایدار می باشد و مانند یک دام برای الکترون‌ها عمل می‌کند. به خاطر شرایط خاص این تراز انتقال الکترون از آن به سایر ترازها ممنوع و احتمال آن بسیار کم است، بنابراین چنانچه الکترونی پس از برانگیختگی از تراز E_2 در دام تراز نیمه‌پایدار بیافتد، تا زمانی که به طریقی دیگر مجدداً برانگیخته شود و به تراز E_2 برگردد آنجا خواهد ماند. این اتفاق می‌تواند تحت تاثیر جنبش‌های گرمایی اتم‌ها یا مولکول‌های مجاور و یا برانگیختگی نوری روی دهد اما احتمال وقوع آن بسیار کم است. به همین دلیل چنین الکترونهایی تا مدتها در تراز میانی می‌مانند (بسته به ساختار اتمی ماده و شرایط محیطی) وهمین عامل تاخیر در باز تابش بخشی از انرژی دریافت شده است. تحریک این ماده‌ها به گونه‌های مختلف انجام می‌شود :بمباران‌هایی از جنس فوتونی، الکترونی، یونهای مثبت و واکنشهای شیمیایی، گرما و گاهی اوقات (مخصوصاً در جانداران) تنش‌های مکانیکی. راز کرمهای شب تاب در فسفرسانس است. برای ساختن مواد درخشنده در تاریکی باید فسفری وجود داشته باشد که با استفاده از نور معمولی انرژی بگیرد و طول تابش آن زیاد باشد. برای مثال دو فسفری که این ویژگی‌ها را دارند (Zinc Sulfide)و (Strontium Aluminate) است که این مواد را با پلاستیک مخلوط می‌کنند و موادی می‌سازند که در تاریکی درخشنده هستند.بعضی مواقع ممکن است شما موادی را ببینید که می‌درخشند ولی به انرژی احتیاجی ندارند! مثلا روی عقربه ساعتهای گران قیمت. در آنها فسفر با یک عنصر رادیواکتیو مخلوط شده مثل رادیوم که آن عنصر با انتشار رادیواکتیو مرتباً فسفر را با انرژی می‌کند[۱].

- **آشنایی با قسمتهای مختلف لامپ لومینوسانس**

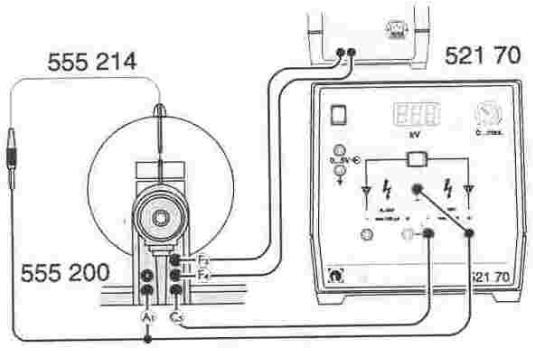
شکل (۱) معرفی اجزا لامپ لومینوسانس و نمایش آن می‌باشد.



شکل (۱)

آزمایش۱: مشاهده اثر رخشانی ناشی از تابش باریکه الکترونی

در حالیکه همه دستگاه‌ها خاموش هستند مدار زیر بسته شود: پیچ‌تنظیم دستگاه‌ها حتماً روی مقدار صفر باشد. قطب مثبت HV به زمین HV متصل شود.



شکل (۲)

دو سیم مربوط به فیلامان به خروجی ٦/٣ V پشت منبع HV وصل شود. سیمی که به نمونه‌های لومینوسانس متصل است به قطب مثبت HV وصل شود. حتماً پیش از روشن کردن دستگاه‌ها، مدار را به کمک مسئول آزمایشگاه چک کنید. منبع HV را روشن کنید و به آرامی ولتاژ را افزایش دهید. بوسیله میکروآمپرمتر جریان الکترونی را اندازه‌گیری کنید. توجه جریان الکترونی نباید از μA ۳۰۰ تجاوز کند.

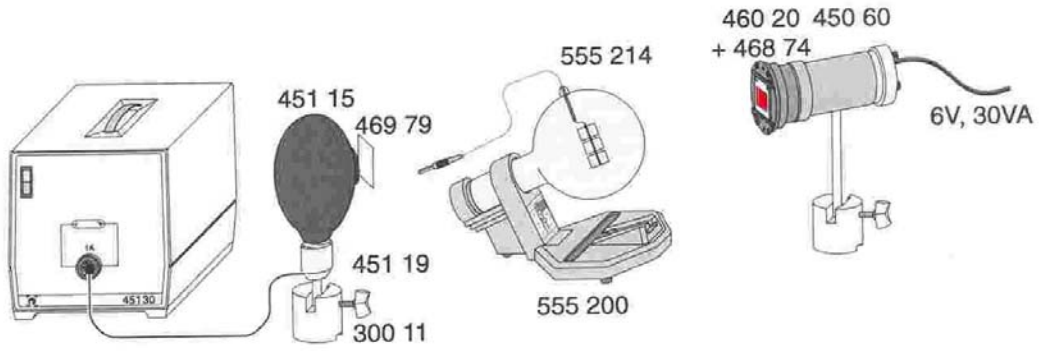
توجه: در هر صورت نباید جریان فیلامان از A ۱/۵ یا ولتاژ دو سر آن از V۷ تجاوز کند. به آرامی ولتاژ فیلامان را از صفر افزایش دهید و همزمان متوجه درخشندگی نمونه‌های لومینوسانس و جریان الکترونی کاتد- آند باشد. ویژگی نور فلورسانس نمونه‌ها را در جدول (۱) ثبت کنید. با قطع جریان فیلامان در محیط کاملاً تاریک، اثر فسفرسانس نمونه‌ها را بررسی کنید و از مشاهدات خود عکس بگیرید.

جدول (۱)

V(kV)									
I (μA)									

آزمایش۲: مشاهده اثر رخشانی ناشی از تابش UV

وسایل را مطابق شکل زیر ببندید.



شکل (۳)

فیلتر B۱ را در جلو لامپ مرئی و فیلتر UV را در جلوی لامپ جیوه قرار دهید. پس از تاریک کردن محیط، نمونه‌ها را تحت تابش UV قرارداده، آن‌گاه رنگ نمونه‌ها را با دقت مشاهده و ثبت کنید. سپس لامپ جیوه (UV) را خاموش کرده و تغییرات رخشانی نمونه‌ها را مشاهده و یادداشت کنید. دوباره لامپ جیوه را روشن کرده و بلافاصله پس از خاموش کردن لامپ جیوه، لامپ ٦ ولتی را که فیلتر مادون قرمز در جلوی آن قرار داده شده روشن و نمونه‌ها را مورد تابش قرار دهید. اثر حرارت بر رخشانی نمونه‌ها را مشاهده و با عکس گرفتن ثبت کنید.

بررسی نتایج و سئوالات

۱. اصول فیزیک مشاهدات را تشریح کنید.

۲. چه موادی خاصیت فلورسنت و فسفرسانس دارند.

۳. چگونه می‌توان طیف رخشانی را اندازه‌گیری کرد.

٤. چند نمونه از کاربردهای پدیده فلورسنت و فسفرسانس را ذکر کنید.

مرجع

[۱] Valeur,B.,*Molecular Fluoresence: Principles and Applications*, Willey-VCH, ۲۰۰۲. (https://fa.wikipedia.org)