

آزمایش ۷: طیف های جذبی ونشری (فیزیک جدید)

نخستین بار نیوتن با گذراندن نور خورشید از منشور، طیف نور سفیدی را تشکیل داد. نیوتن نشان داد که نور سفید آمیزه ای از رنگ های مختلف است. اکنون میدانیم نور سفید از طول موجهای مختلفی، از نور بنفش با طول موج حدود 400\AA تا نور قرمز با طول موج حدود 700\AA ، تشکیل شده است. طیف نور سفید که یک طیف پیوسته میباشد متشکل از ۷ رنگ میباشد.

اکنون به بررسی نوع دیگری از تابش میپردازیم. این تابش توسط لامپهای حاوی بخار بسیار رقیق عنصرها گسیل میشود. این لامپها بصورت لوله های باریک شیشه ای هستند که درون آنها یک گاز رقیق در فشار کم وجود دارد. دو الکترود بنامهای کاتد و آند در دو انتهای لوله قرار دارند. اگر بین این دو الکترود ولتاژ بالایی برقرار شود، اتمهای گاز درون لامپ شروع به گسیل نور میکنند. نوری که از لامپهای حاوی بخار عنصرهای متفاوت گسیل میشود، با یکدیگر تفاوت دارند. برای مثال نوری که اتمهای بخار جیوه گسیل میکنند، به رنگ نیلی- آبی است. اگر این نور را از منشور بگذرانیم و طیف آن را تشکیل دهیم، میبینیم که این طیف پیوسته نیست، بلکه تنها از چند خط رنگی جدا از هم با طول موجهای معین تشکیل شده است. اگر درون لامپ، به جای بخار عنصر دیگری باشد، باز هم طیف حاصل خطهای رنگی جدا از هم دیده میشود، ولی این خط ها هم از نظر تعداد و هم از نظر طول موج با خطهای طیف حاصل از لامپ بخار جیوه تفاوت دارد. طیف نور گسیل شده از بخار هر عنصر را طیف اتمی آن عنصر مینامند. پس میتوان گفت که طیف اتمی عنصرهای مختلف با هم تفاوت دارد. طیف اتمی حاصل از نور گسیل شده از بخار عنصرها را طیف گسیلی (یا نشری) آن اتمها مینامند.

طیف جذبی:

در سال ۱۸۱۴ میلادی فرانیهوفر، فیزیکدان آلمانی، کشف کرد که اگر به دقت به طیف خورشید بنگریم، خطهای تاریکی در طیف پیوسته آن مشاهده خواهیم کرد.

این مطلب نشان میدهد که بعضی از طول موجها در نوری که از خورشید به زمین میرسد، وجود ندارد و به جای آنها، در طیف پیوسته خورشید خط های تاریک (یا سیاه) دیده میشود. اکنون میدانیم که گازهای عنصرهای موجود در جو خورشید، بعضی از طول موجهای گسیل شده از خورشید را جذب میکنند و نبود آنها در طیف پیوسته خورشید بصورت خط های تاریک ظاهر میشود. طیف نور سفیدی را که بعضی از خطها با طول موجهای آن جذب شده، طیف جذبی مینامیم.

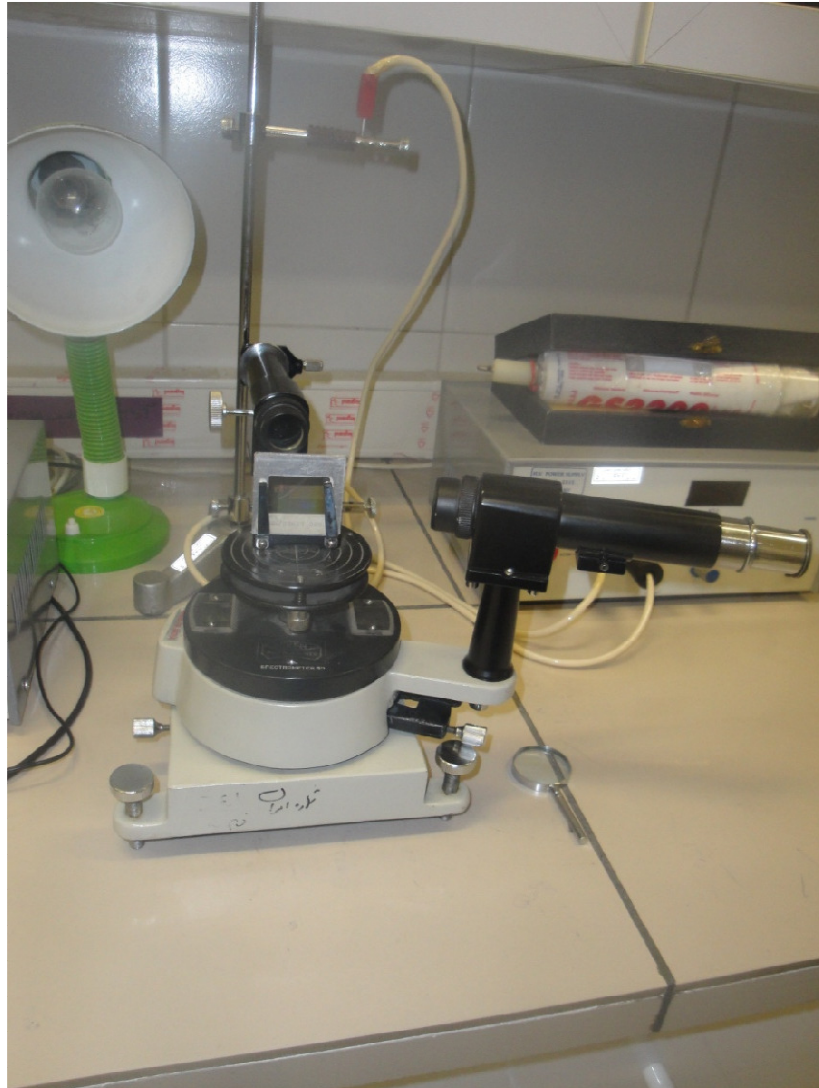
در اواسط سده نوزدهم معلوم شد که اگر نور سفید از داخل بخار عنصری عبور کند و سپس طیف آن، خط های تاریکی ظاهر میشود. این خطها (طول موجها) توسط اتمهای بخار عنصر جذب شده اند. مطالعه طیف های گسیلی و جذبی عنصرهای مختلف نشان میدهد که:

- ۱) در طیف گسیلی و هم در طیف جذبی هر عنصر طول موجهای معنی وجود دارد که از ویژگی های مشخصه آن عنصر است. یعنی طیف های گسیلی و جذبی هیچ دو عنصری مثل هم نیست.
- ۲) اتم هر عنصر دقیقاً همان طول موجهایی را از نور سفید جذب میکند که اگر دمای آن به اندازه کافی بالا رود و یا به هر صورت دیگر برانگیخته شود، آنها را تابش میکند.

تئوری:

هر منبع دارای ساز و کار بخصوصی است که طی این ساز و کار انرژی را از صورتی به صورت دیگر (در اینجا از صورت الکتریکی بصورت نورانی) تبدیل میکند.

منبع نوری که در اینجا از آن استفاده میشود منبع گاز نئون، جیوه و آرگون میباشد. در این نوع منبعها اتمهای گاز توسط یک اختلاف پتانسیل شتاب دهنده بسیار بالا در حدود چند (۴۰۰۰-۶۰۰۰) هزار ولت برانگیخته میشوند و الکترونها لایه ظرفیت آنها یک گذار به ترازهای انرژی بالا انجام میدهد این گذار در کمتر از یک صدم میکرو ثانیه رخ میدهد. در بازگشت اتم به حالت اولیه یک تک فوتون گسیل میشود که انرژی آن به اختلاف انرژی دو حالت اتم قبل و بعد از برانگیختگی بستگی دارد. در منابع مورد استفاده به دلیل وجود ترازهای مختلف برانگیختگی و نیز انتخابی بودن تراز برانگیختگی برای اتم در مقابل اختلاف پتانسیل اعمال شده، یک فوتون با یک تک انرژی گسیل نمیشود بلکه چندین نوع تابش با طول موجهای گسیل میشود. یک هدف ما در این آزمایش یافتن طول موجهای موجود در لامپ آرگون، نئون و جیوه و در نتیجه شناسایی خطوط طیفی هر یک از این گازها میباشد. خطوط طیفی هر گاز خالصی یکی از خواص ویژه آن گاز میباشد بطوریکه طیف نگاری و طیف شناسایی یکی از راههای شناخت عناصر میباشد.



ابزار و وسایل لازم:

- (۱) اسپکترومتر
- (۲) منبع انرژی الکتریکی با ولتاژ بالا
- (۳) لامپ نئون
- (۴) لامپ جیوه
- (۵) لامپ آرگون

آشنایی با ابزار:

اسپکترومتر: وسیله ای است که برای تولید و مطالعه طیف ناشی از چشمه های مختلف استفاده میشود و شامل قسمتهای اصلی زیر میباشد:

کلیماتور: کلیماتور یا موازی کننده شامل لوله اصلی که عدسی محدب بنام L_1 در انتهای لبه داخلی آن قرار دارد و شکاف S که در مقابل آن قرار دارد که با لغزش لوله قابل تنظیم است. لغزش لوله، لوله اصلی را بوسیله چرخ دنده به طرف داخل حرکت میدهد. شکاف در سطح کانونی عدسی که به فاصله L_1 قرار گرفته تنظیم میشود شکاف توسط طیفی که باید بررسی شود روشن میشود و پرتوهای عبوری از کلیماتور شامل پرتوهای هم سو و موازی میباشند.

منشورگردان: منشورگردان یک سطح دایره ای است که شامل دو دیسک که توسط سه پیچ ارتفاع یاب به هم متصل شده میباشد که میتواند مستقل از کلیماتور یا تلسکوپ دوران کند و دو ورینه V_1 و V_2 روی دایره مندرج شده است قرار دارد. ارتفاع دریچه منشور میتواند بوسیله پیچی تنظیم شود. دو پیچ نیز برای تثبیت وضعیت میز و برای تنظیم حالت های نهایی تعبیه شده است.

تلسکوپ: تلسکوپ میتواند حول محور قائم بچرخد و از سراسر میز منشور عبور کرده و همیشه به هر طرف هدایت شود و دایره مقیاس درجه بندی شده، با آن حرکت میکند. دو پیچ به بازوی تلسکوپ متصل شده اند. یک پیچ وضعیت تلسکوپ را ثابت میکند و پیچی دیگر برای تنظیم و دقیق وضعیت تلسکوپ به کار میرود. تلسکوپ دارای جفت سیم عمود برهم (تارورتیکال) است که بر امتداد تلسکوپ عمود میباشد.

موارد استفاده اسپکترومتر:

- ۱- برای مطالعه پرتوهای خالص ناشی از چشمه های مختلف نور
- ۲- برای تعیین ضریب شکست ماده شفاف
- ۳- برای تعیین طول موج یک نور تکنام
- ۴- برای تجزیه مخلوط رنگها (به خاطر منشوری که داخل اش است).
- ۵- برای اندازه گیری درجه حرارت ستارگان و برای تعیین سرعت نسبی ستارگان

شرح آزمایش:

ابتدا یکی از لامپهای جیوه، آرگون یا نئون را در جایگاه مخصوص لامپ قرار دهید. سپس سر و ته لامپ را محکم کنید. بعد ترانس ولتاژ را به برق شهر وصل کنید تا لامپ روشن شود. لامپ را در مقابل شکاف کلیماتور قرار داده و توری پراش را بر روی میز اسپکتروفوتومتر در جای خود قرار دهید. تلسکوپ را طوری قرار دهید که با کلیماتور در یک امتداد قرار بگیرد و با نگاه کردن از عدسی چشمی تلسکوپ تصویر شفافی از شکاف را مشاهده نمایید. با تنظیم عدسی چشمی تلسکوپ تصویر واضحی از شکاف را به صورت یک خط عمودی مشاهده نمایید. با تنظیم عدسی شیئی تلسکوپ و نیز تنظیم پهنای شکاف، آن را در حالتی تنظیم کنید که شکاف در باریکترین حالت و شدت نور بیشینه باشد. حال تلسکوپ را طوری تنظیم کنید که خط عمودی تارورتیکال درست بر روی تصویر (نور مرکزی) منطبق شود. در این حالت درجه اسپکتروفوتومتر را یادداشت کنید (T_0). سپس تلسکوپ را بچرخانید تا خط طیفی دیگر مشاهده شود. این کار را به آهستگی انجام دهید چون ممکن است خطوط طیفی بسیار به هم نزدیک باشند. به این ترتیب با هر بار چرخاندن تلسکوپ و تنظیم تارورتیکال بر روی تصویر طیف مربوطه زاویه ای که اسپکتومتر نشان میدهد را یادداشت کنید (T_1 و T_2 و ...)

$$\theta_3 = \theta_3 - \theta_0, \quad \theta_2 = \theta_2 - \theta_0, \quad \theta_1 = \theta_1 - \theta_0, \quad \dots$$

در این آزمایش طیف مرتبه اول مدنظر است. پس $d \sin \theta = n\lambda$

که n مرتبه طیف است و λ طول موج طیف مربوطه است و d فاصله دو شکاف مجاور روی توری پراش میباشد که از روی تعداد خطوط در واحد طولی توری بدست می آید.

با استفاده از رابطه بالا طول موجهای کلیه خطوط طیفی را اندازه گیر کنید. سپس لامپ را عوض کرده و آزمایش را تکرار کنید.

طرز خواندن عدد از روی دستگاه:

هر یک از خطوط خط کش بالایی $0/5$ درجه میباشد و مقیاس خط کش پایینی (ورنیه) 0 تا 30 قسمت مساوی میباشد. پس هر درجه خط کش بالایی $\frac{1}{60}$ درجه است.

سؤالات:

(۱) آیا میتوانید روشی برای تعیین ضریب شکست یک ماده شفاف مانند شیشه توسط اسپکتروفوتومتر پیشنهاد کنید؟

(۲) در مورد تفاوت و شباهت منشور و توری پراش تحقیق کنید.

۳) آیا می‌توانید عوامل ایجاد خطا را در این آزمایش برشمارید؟