

توری‌های پراش I (طیف سنجی)

آزمایش شماره [۵]

هدف آزمایش: اندازه‌گیری طول موج با استفاده از منحنی پاشندگی توری و بررسی طیف لامپ هیدروژن

وسایل مورد نیاز: اسپکترومتر، توری پراش، لامپ هلیوم و منبع تغذیه، لامپ کادمیم و منبع تغذیه، چراغ رومیزی

مبانی نظری آزمایش

آرایه‌ای با N شکاف به فواصل a و پهنای b یکسان را توری پراش می‌نامند. توری‌های پراش که یکی از ابزار مهم در طیف سنجی هستند به دو روش مختلف اپتیکی و مکانیکی ساخته می‌شوند. روش مکانیکی که ایجاد خطوط روی سطوح سخت و برگردان آن روی سطوح شفاف است و روش اپتیکی که همانا استفاده از تمام نگاری لیزری است و به علت نداشتن عیوب توری‌ها، معمول‌تر است. اگر یک دسته شعاع موازی با طول موج λ به طور عمود به این توری‌ها بتابند می‌توان نشان داد که تغییرات شدت روی پرده در جلوی توری از رابطه‌ی زیر پیروی می‌کند:

$$I = I_0 \left(\frac{\sin \beta}{\beta} \right)^2 \left(\frac{\sin N\gamma}{\sin \gamma} \right)^2 \quad (1)$$

که در آن I_0 شدت نور در $(\gamma = 0, \beta = 0)$ است و داریم:

$$\beta = \left(\frac{\pi b}{\lambda} \right) \sin \alpha \quad (2)$$

$$\gamma = \left(\frac{\pi a}{\lambda} \right) \sin \alpha \quad (3)$$

که در آن‌ها، a فاصله دو شکاف متوالی و b پهنای هر شکاف و α زاویه پراش است.

در رابطه (۱)، $\frac{\sin \beta}{\beta}$ جمله‌ی پراش و $\frac{\sin N\gamma}{\sin \gamma}$ جمله‌ی مربوط به تداخل است که m امین ماکزیمم اصلی تحت زاویه α و طبق رابطه زیر

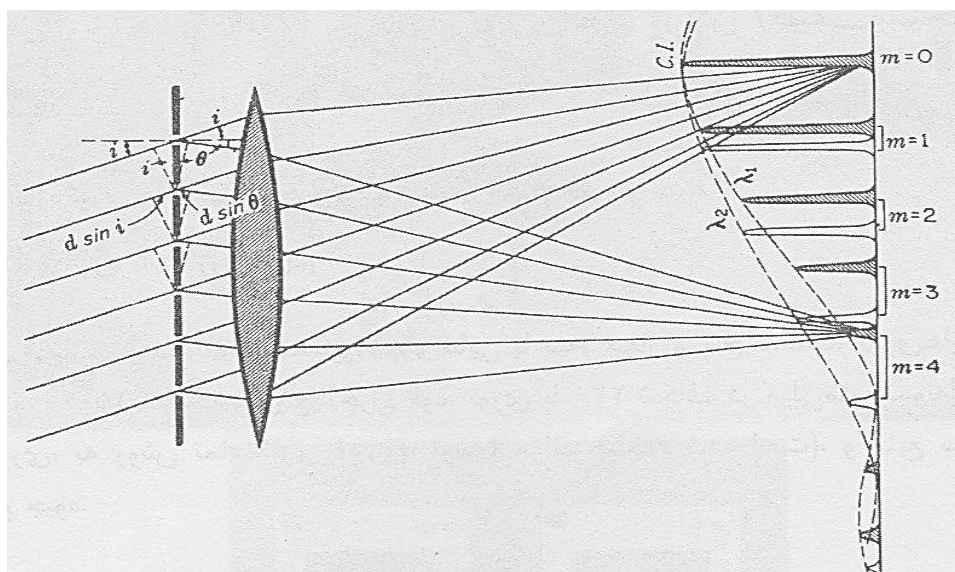
$$a \sin \alpha_m = m\lambda \quad , \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots \quad (4)$$

تشکیل می‌شود که در آن m رتبه طیف است. اگر نور مرکبی به طور عمودی به توری بتابد، یک سری خطوط طیف را می‌توان در دو طرف رتبه‌ی مرکزی ($m = 0$) مشاهده کرد و هر خط طیف با طول پرتو λ تحت زاویه α و طبق رابطه

(۴) مشاهده می‌شود. اگر یک دسته پرتو نور موازی تحت زاویه i به توری بتابد ماکزیمم‌های اصلی طبق رابطه‌ی (۵)

$$a(\sin i + \sin \alpha) = m\lambda \quad (5)$$

مشاهده می‌شوند (شکل ۵-۱). a فاصله دو شکاف متوالی، i زاویه تابش، α زاویه پراش. اما در طیف‌سنجی معمولاً



توری را باید طوری قرار داد که بر امتداد شعاع تابش عمود باشد.

شکل ۵-۱

($i = 0^\circ$) که به این عمل، عمود کردن توری می‌گویند. توان تفکیک توری‌ها از رابطه‌ی (۶)

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = Nm \quad (6)$$

به دست می‌آید که در آن، N تعداد شکاف توری و m رتبه طیف است.

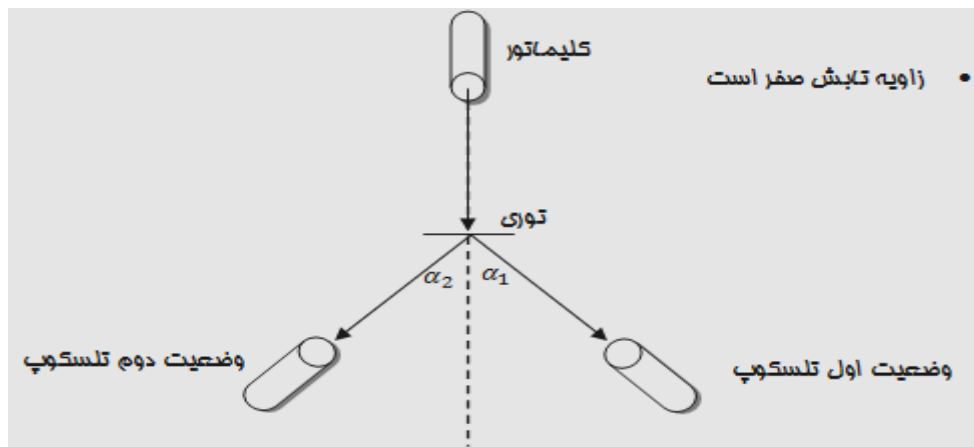
روش انجام آزمایش

اسپکترومتری توری

طرز کار این اسپکترومتر شبیه اسپکترومتر منشوری است با این تفاوت که به جای منشور از توری استفاده می‌شود.

تنظیم اسپکترومتر توری

ابتدا توری مورد نظر را روی صفحه‌ی حامل اسپکترومتر قرار دهید و با احتیاط در گیره‌های مخصوص نصب کنید. در حین کار با توری سعی کنید از تماس انگشتان با قسمت‌های شفاف توری خودداری کنید. برای این منظور سعی کنید که توری را از لبه‌های آن با دو انگشت گرفته و در محل نصب کنید. جهت نصب توری بایستی به گونه‌ای باشد که نور تابشی از لامپ بر صفحه‌ی آن عمود باشد. مطابق شکل ۲-۵.



شکل ۲-۵

تلسکوپ دستگاه را در حالتی قرار دهید که محل آن مقابل صفر ورنیه باشد و سپس با چرخش به راست، در وضعیت اول تلسکوپ، تصویر یکی از خطوط پر رنگ و واضح لامپ هلیوم (مثلاً قرمز) روی خط مرئی منطبق کنید و زاویه‌ی α_1 را یادداشت کنید.

با چرخاندن تلسکوپ به سمت دیگر یعنی وضعیت دوم تصویر همین خط را بر تار موئی منطبق کرده و α_2 را بخوانید. اگر زوایای α_1 و α_2 باشند تلسکوپ را به اندازه $\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}$ به جهتی مناسب بچرخانید، در این حالت زاویه تابش نور برابر صفر است یعنی نور به صفحه توری عمود می‌تابد.

آزمایش اول: اندازه‌گیری زاویه پراش توری در مرتبه اول

پس از تنظیم محل توری زاویه پراش را برای طیف لامپ هلیوم (رنگ‌های مختلف) در مرتبه اول $k = 1$ خوانده و نتایج را در جدول شماره ۱ یادداشت کنید.

$k = 1$			
رنگ	λ	α	$\sin \alpha$

جدول شماره ۱

از آنجا که $N = \frac{1}{a}$ ، فرمول توری عبوری در رابطه (۵) را می توان به صورت زیر نوشت :

$$(\sin i + \sin \alpha) = Nk\lambda \quad (7)$$

که در آن i و α به ترتیب زوایای تابش و پراش هستند، λ طول موج پراشیده، k مرتبه پراش و مقدار N تعداد شیارهای توری در میلی متر است. با رسم نمودار $\sin \alpha$ بر حسب $k\lambda$ مقدار N را محاسبه و با مقدار واقعی مقایسه کنید.

* به همه رنگها در مرتبه اول دقت کنید. کدام رنگ در مرتبه های بالاتر شکافته و به دو طیف تبدیل می شود؟ اختلاف طول موج آن دو را محاسبه کنید.

* با توری پراش مورد استفاده در این آزمایش حداقل و حداکثر مرتبه پراش را محاسبه کنید. (منظور از حداقل مرتبه، دیدن همه رنگها و حداکثر دیدن یک رنگ است).

آزمایش دوم : اندازه گیری زاویه پراش برای مرتبه های دوم و سوم

طبق آزمایش قبل زاویه پراش طول موج های مختلف برای مرتبه های دوم و سوم را پیدا کرده و نتایج را در جدول های ۲ و ۳ یادداشت کنید. با توجه به نتایج جداول ۱، ۲ و ۳ تغییرات α را بر حسب طول موج رسم کنید (نمودار پاشندگی توری).

$k = 3$	λ	α

جدول شماره ۳

$k = 2$	λ	α

جدول شماره ۲

آزمایش سوم : تعیین طول موج های لامپ کادمیم

حال به جای لامپ هلیوم از لامپ کادمیم استفاده کنید و برای دو رنگ آن در مرتبه اول زوایای پراش را پیدا کنید و به دو روش:

۱- با استفاده از فرمول مربوط به توری

۲- با استفاده از نمودار پاشندگی یاد شده

λ را بدست آورده و مقایسه کنید (طول موج دو رنگ فوق).

	λ_1	λ_2
محاسبه		
منحنی		

جدول شماره ۴

