

بررسی پراش اشعه X و اثر کامپتون

هدف آزمایش:

بررسی پراش اشعه X و تعیین ثابت پلانک

رسم منحنی عبور اشعه X از ورق مسی

مشاهده اثر کامپتون و اندازه گیری طول موج کامپتون

اعظم ایرجی زاد

بهار ۱۴۰۰

آز فیزیک جدید

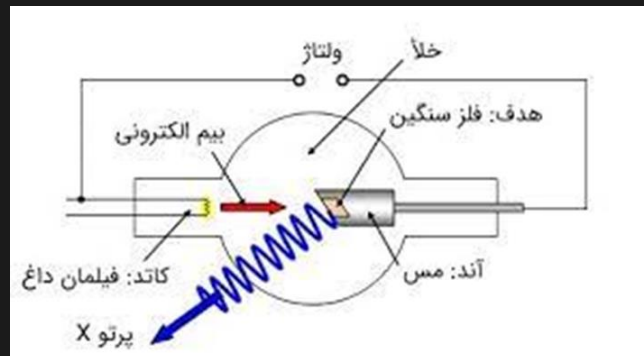
سوالات آزمایش بررسی پراش اشعه ایکس و اثر کامپتون

1- علت استفاده از بلور در اندازه گیری طول موج اشعه ایکس چیست؟ از کدام بلور در این آزمایش استفاده می شود؟

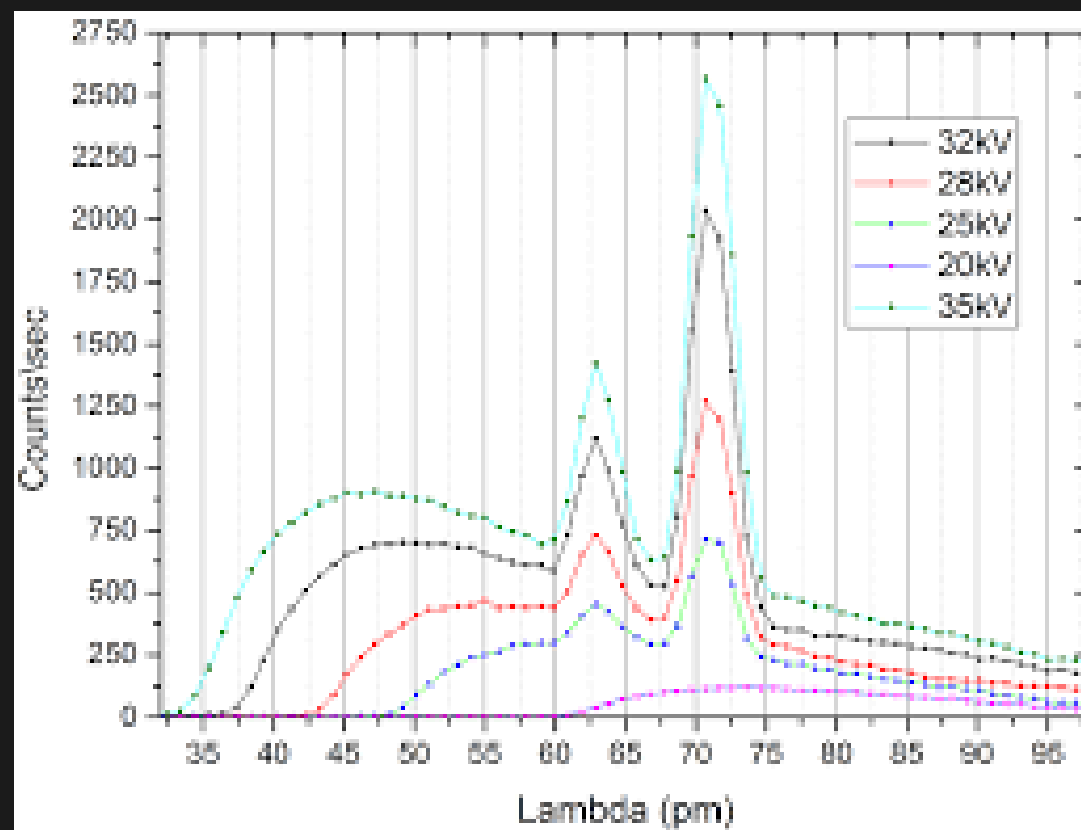
2- اثر کامپتون چیست؟ آیا با فیزیک کلاسیک قابل توجیه است؟ توضیح دهید.

3- چرا در این آزمایش از ورقه زیرکونیم به عنوان فیلتر استفاده می شود؟

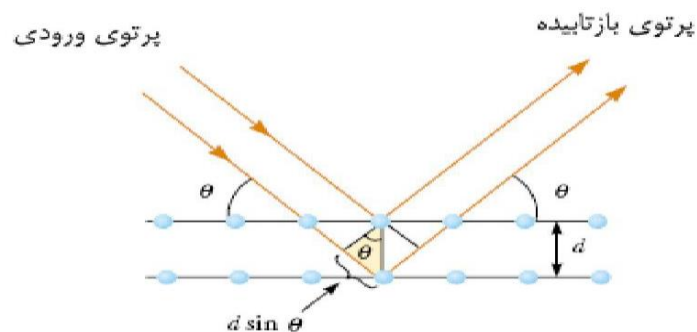
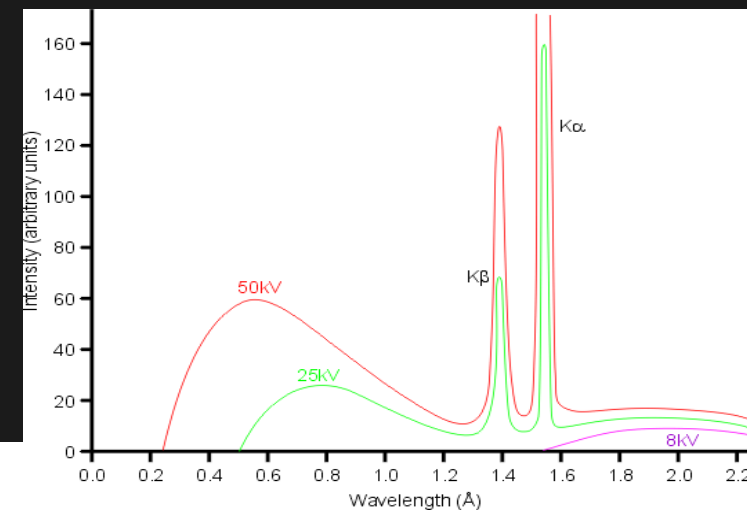
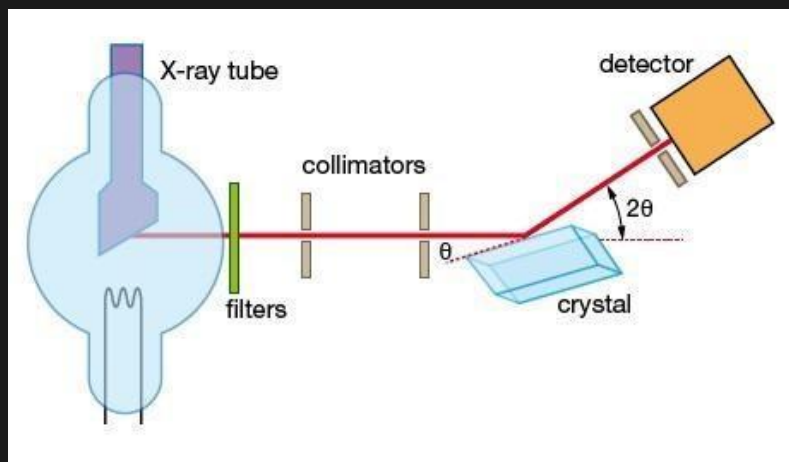
4- ورقه مسی در مشاهده اثر کامپتون چه کاربردی دارد؟ توضیح دهید.



X-ray spectra



جدا سازی فرکانسها با استفاده از توری پراش (بلور نمک LiF) که ساختار منظم از اتمها



شکل ۱. پرتوی ورودی که با زاویه θ بر سطح کریستالی با ثابت شبکه d فرود آمده است. دو پرتوی مختلف از دو صفحه پشت سر هم از کریستال بازتابیده شده‌اند. شرط تداخل سازنده این دو پرتو این است که اختلاف مسیر دو پرتو ضریب صحیحی از طول موج باشد، پس داریم

$$2 d \sin \theta = m \lambda$$

که به رابطه براگ معروف است.

آزمایش ۱: بررسی طیف و پراش اشعه X



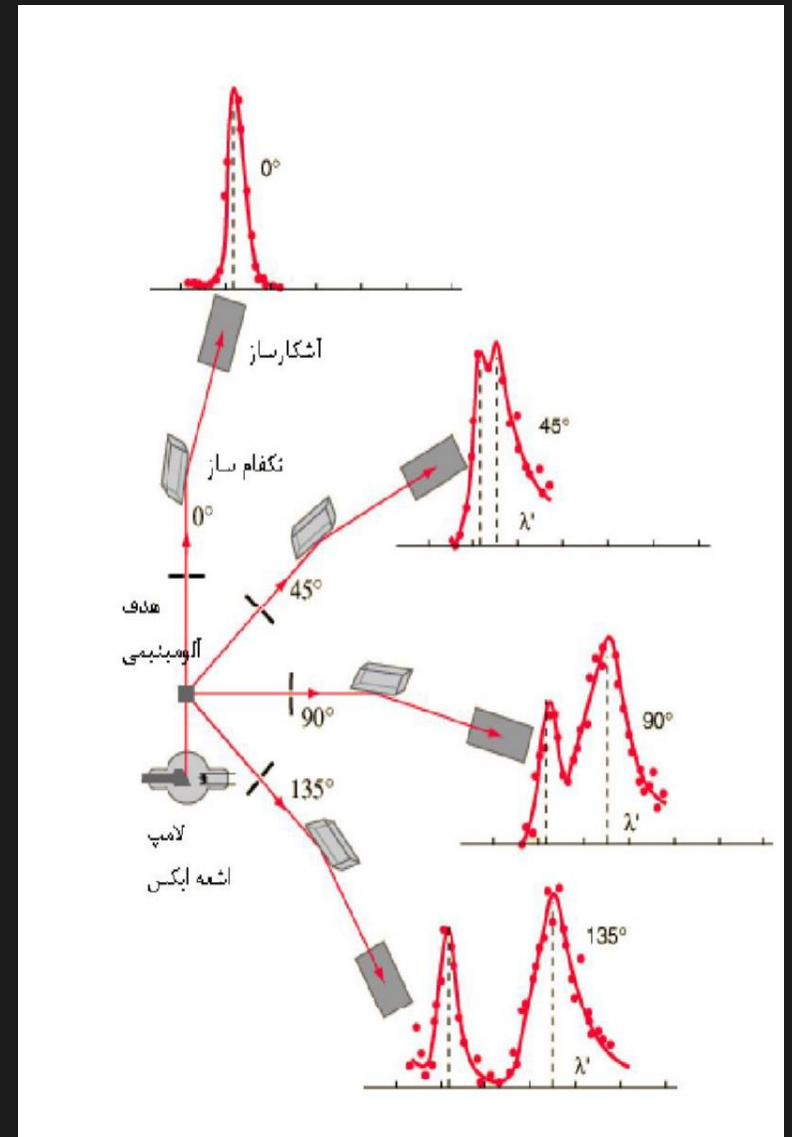
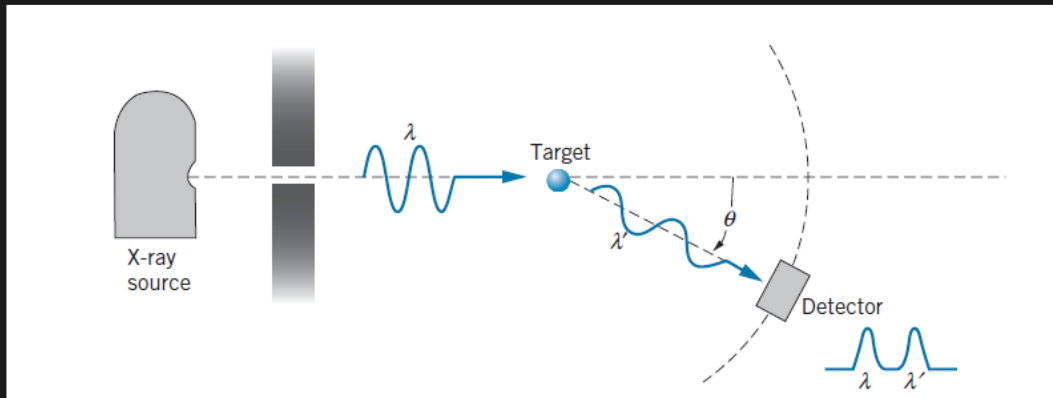
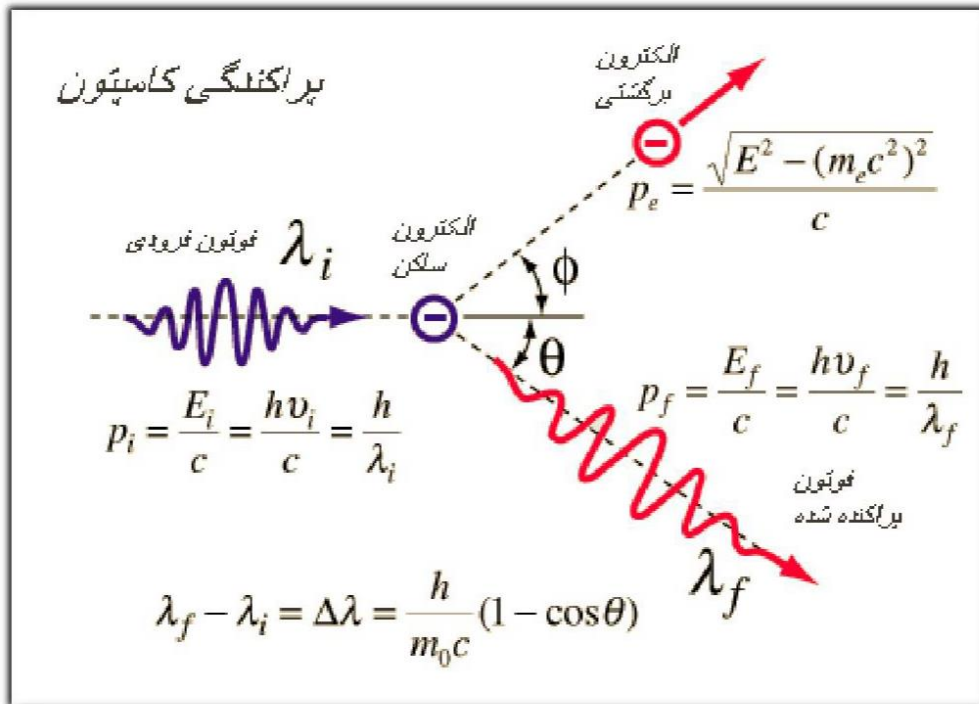
جدول 1. اندازه گیری پالس زمینه

متوسط	بار سوم	بار دوم	بار اول
	0.31	0.25	0.24

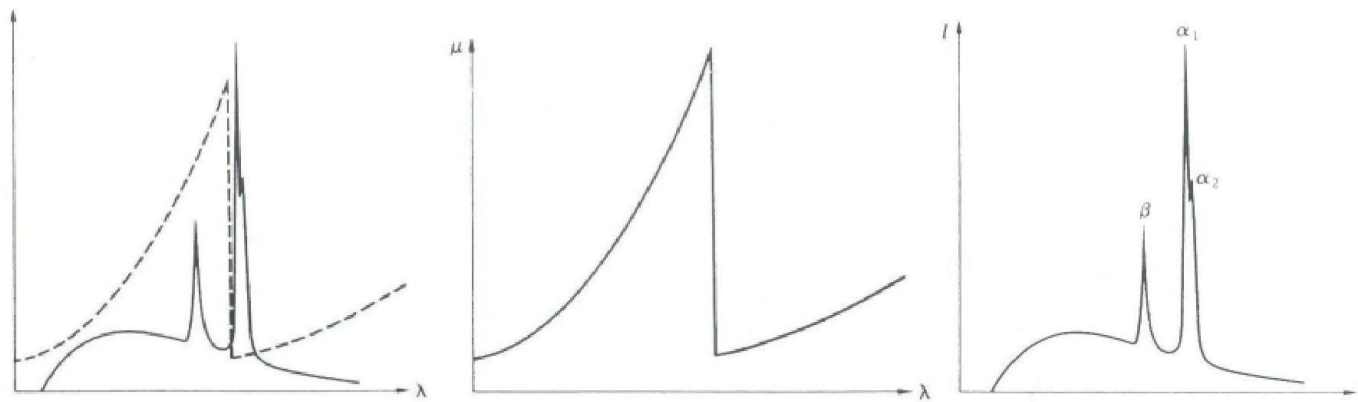
جدول 2. شدت دریافتی آشکارساز پس از پراش در زاویه های مختلف برای سه مقدار ولتاژ مختلف دستگاه.

θ	4	5	6	7	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11	12
u												
3=17.58 (V)	0.5	0.7	0.9	1.3	5	9.9	19.1	13.7	16.9	15.1	12.6	9.3
6=23.33 (V)	4.7	5.2	18	34.6	41.8	42.3	92.1	43.5	100.9	35.6	26	20.7
7=25.33 (V)	6.2	10.1	35.3	50.9	51.9	53.6	125.8	49.6	161.1	39.3	35.5	25.4

اثر کامپتون بر هم کنش نور با الکترون موجود در هدف فلزی



تکفام نمودن با فیلتر کردن اشعه سفید ایکس با ورقه زیر کونیوم



شکل ۶

شکل ۵

شکل ۴

دو سوال مهم

۱- مقدار تفاوت دو طول موج پراکندگی برای شرایط گذاشتن فیلتر زیرکونیوم محاسبه کنید؟

۲- اگر با استفاده از یک بلور این دو طول موج را بخواهیم تفکیک شده مشاهده کنیم، با آشکار ساز موجود دو زاویه مرتبط را محاسبه و تفاوت دو زاویه را با زاویه مرتبط با دهانه آشکار ساز که حدود یک سانت است و در فاصله ۲۰ سانتی از بلور قرار دارد مقایسه کنید.

۳- با لحاظ عدم وجود امکانات مناسب روش پیشنهادی چگونه است.

روش آزمایش کامپتون: استفاده از منحنی بستگی جذب اشعه ایکس به طول موج در ورقه مس

پس از برخورد به هدف آلومینیومی، دو نوع پراکندگی کامپتون (غیرالاستیک) و تامسون (الاستیک) رخ می‌دهد. برای تشخیص دادن این دو دسته اشعه، از منحنی بستگی جذب یک ورقه فلزی (مثل ورقه مسی) به طول موج که تغییرات شدیدی دارد، استفاده می‌کنیم. زیرا مجموعه موجود در آزمایشگاه قادر به تشخیص دادن دو قله مربوط به λ و λ' نیست. چنانچه منحنی مقدار درصد عبور ورقه مس نسبت به طول موج را داشته باشیم، با اندازه‌گیری عبور اشعه برای طول موج تکفام شده قبل (یا بعد) از پراکندگی و انتقال آن به منحنی عبور ورقه مسی، می‌توانیم طول موج اولیه (یا طول موج کامپتون) را از طریق تجربی به دست آوریم. توجه به این نکته ضروری است که احتمال پراکندگی کامپتون و پراکندگی تامسون، همزمان در هر زاویه وجود دارد (چرا؟). به همین منظور، خواهید دید که درصد عبور $T'_2 = \frac{3}{2} \frac{T_2 - T_1}{2}$ را بجای T_2 ، برای یافتن طول موج کامپتون بر روی منحنی می‌بریم.



شکل ۷. هدف در زاویه ۲۰ درجه آشکارساز در زاویه ۱۲۵ درجه

آزمایش ۲- یافتن منحنی عبور اشعه X از ورق مسی

برای ولتاژ ۷ ورقه جاذب مسی را جلو گایگر قرار داده و شمارش پالس (M') را عیناً مانند آزمایش اول تکرار کرده و مقادیر فوق را وارد جدول ۳ نمایید.

جدول 3. میزان عبور اشعه X از ورقه مسی در هر طول موج

0	4	5	6	7	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11	12
N	6.2	10.1	35.3	50.9	51.9	53.6	125.8	49.6	161.1	39.3	35.5	25.4
M	2.13	3.83	20.13	22.13	15.73	14.63	28.33	10.53	29.53	7.93	6.83	5.33

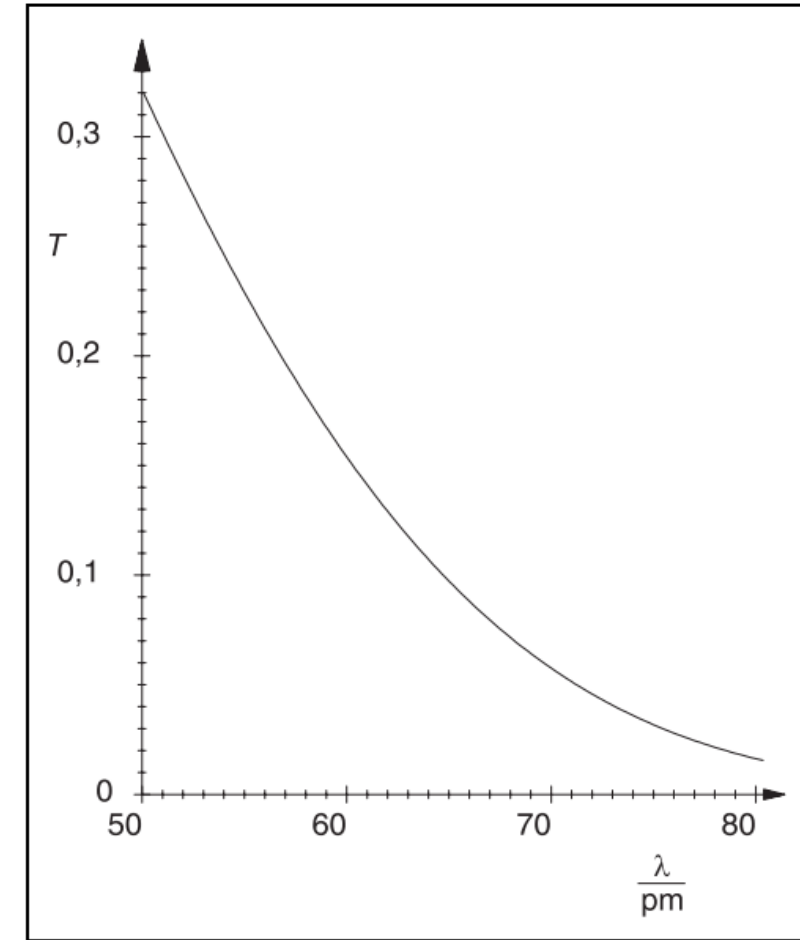
عبور اشعه ایکس از فیلتر مس

The evaluation is facilitated by the fact that the wavelength dependency of the transmission of the copper foil can be formulated as

$$T_{\text{Cu}} = e^{-a \cdot \left(\frac{\lambda}{100 \text{ pm}}\right)^n}$$

with $a = 7.6$ and $n = 2.75$.

Fig. 2 Transmission of copper foil ($d = 0.07 \text{ mm}$) in the wavelength range from 50 to 80 pm, measured at the LD DIDACTIC laboratories



آزمایش ۳

قسمت اول: قطعه آلومینیومی و فیلتر زیرکونیم را در مکان مناسب خود قرار دهید. سپس دستگاه اشعه ایکس را روشن کرده، U را بر روی درجه 15 kV $I_e m = 1$ قرار دهید.

زاویه هدف با خط افق را بر روی $\theta = 20^\circ$ و زاویه آشکارساز گایگر را 125° قرار دهید (شکل ۷).

سپس به از $T = 10$ تعداد پالس رسیده به گایگر را تعیین کنید. (این مقدار را N_1' بنامید)

قسمت دوم: ورقه جذب کننده مسی را قبل از آلومینیوم و بعد از فیلتر زیرکونیوم قرار داده، آنگاه تعداد پالس رسیده به گایگر R به از $T = 10$ تعیین کنید. (آن را N_2' بنامید)

قسمت سوم: ورقه جذب کننده مسی را بعد از آلومینیوم و جلو گایگر قرار داده و تعداد پالس رسیده به گایگر را به مدت $T = 10$ تعیین کنید. (آن را N_3' بنامید)

و مقادیر زیر را محاسبه کنید. مقدار زمینه را از شمارش‌ها کم کنید. یعنی:

N_1	N_2	N_3
1.54	0.31	0.18

$$N_i = N_i' - N_0 \quad i = 1 \text{ و } 2 \text{ و } 3$$

$T_1 = \frac{N_2}{N_1}$	$T_2 = \frac{N_3}{N_1}$	$T_2' = \frac{3T_2 - T_1}{2}$
-------------------------	-------------------------	-------------------------------

- داده های دستگاه با قرار دادن آشکارساز در زاویه 145 درجه.

N_1'	3.88 s^{-1}	$\Delta t=60 \text{ s}$
N_2'	0.669 s^{-1}	$\Delta t=600 \text{ s}$
N_3'	0.496 s^{-1}	$\Delta t=600 \text{ s}$
N_0	0.218 s^{-1}	$\Delta t=600 \text{ s}$

۱- با استفاده از جدول ۲ منحنی شدت رسیده به آشکارساز را بر حسب طول موج، برای ولتاژهای مختلف آند رسم کنید. از طریق قطع دادن هر منحنی با محور افقی $\lambda_{mi\ n}$ را برای هر ولتاژ تعیین کنید.

۲- منحنی $\lambda_{mi\ n}$ بر حسب $1 / AU$ را رسم کنید. ثابت پلانک را از روی منحنی با تقریب کمترین مربعات بدست آورید و منحنی را تفسیر کنید.

۳- در منحنی طیف‌ها چند نقطه بیشینه وجود دارد؟ هر کدام معرف چیست؟

۴- عوامل خطا را ذکر کنید و خطای سیستماتیک را وارد نتیجه آزمایش نمایید.

۵- تئوری الکترومغناطیس چه پیش‌بینی در مورد موج پراکنده شده می‌کند؟

۶- روابط ۱ و ۲ را بدست آورید.

۷- علت استفاده از بلور و ورقه مسی را در آزمایش دوم شرح دهید.

۸- در مورد T'_2 در جدول ۲ توضیح دهید. اگر از پراکندگی تامسون صرفه نظر می‌شد ($T'_2 = T_2$)، $\Delta \lambda$ چقدر می‌شود؟

۹- با استفاده از نتیجه آزمایش سوم مقادیر طول موج اولیه عبور کرده از فیلتر زیرکونیم، λ_0 و طول موج پراکنده شده کامپتون، λ_c را بیابید.

۱۰- $\Delta \lambda$ نظری را به ازای $\theta = 12^\circ$ محاسبه کرده و با مقدار آزمایشگاهی مقایسه کنید و در صد خطای نسبی را بیابید.

۱۱- با استفاده از بلورهای LiF به عنوان توری پراش ($d = 2/\sqrt{3} \text{ \AA}$) و استفاده از رابطه $\lambda = 2d \sin \theta$ مقدار θ در طول موج 0.71 \AA آنگستروم و $\Delta \theta$ برای $\Delta \lambda$ محاسبه شده، بدست آورید. آیا می‌توان با دستگاه موجود این $\Delta \theta$ را مشاهده کرد.

۱۲- چرا مشاهده اثر کامپتون با اشعه X امکان پذیر است ولی برای نور مرئی دشوار می‌باشد؟

سوالات آزمایش یونیزاسیون اشعه ایکس

- 1- هدف آزمایش یونیزاسیون بررسی چه مواردی است؟
- 2- یک نمونه از کاربردهای این آزمایش را توضیح دهید؟
- 3- برای اندازه گیری جریان یونیزاسیون نیاز به تقویت کننده است، چرا؟ از چه نوع کابلی برای اتصال خازن به تقویت کننده باید استفاده شود؟
- 4- چرا برای اندازه گیری جریان یونیزاسیون در هر مرحله باید مکث نمود؟