

نام و نام خانوادگی : حسین محمدی

شماره دانشجویی: ۴۰۱۲۰۸۷۲۹

تاریخ: ۹ اسفند ماه سال ۱۴۰۱

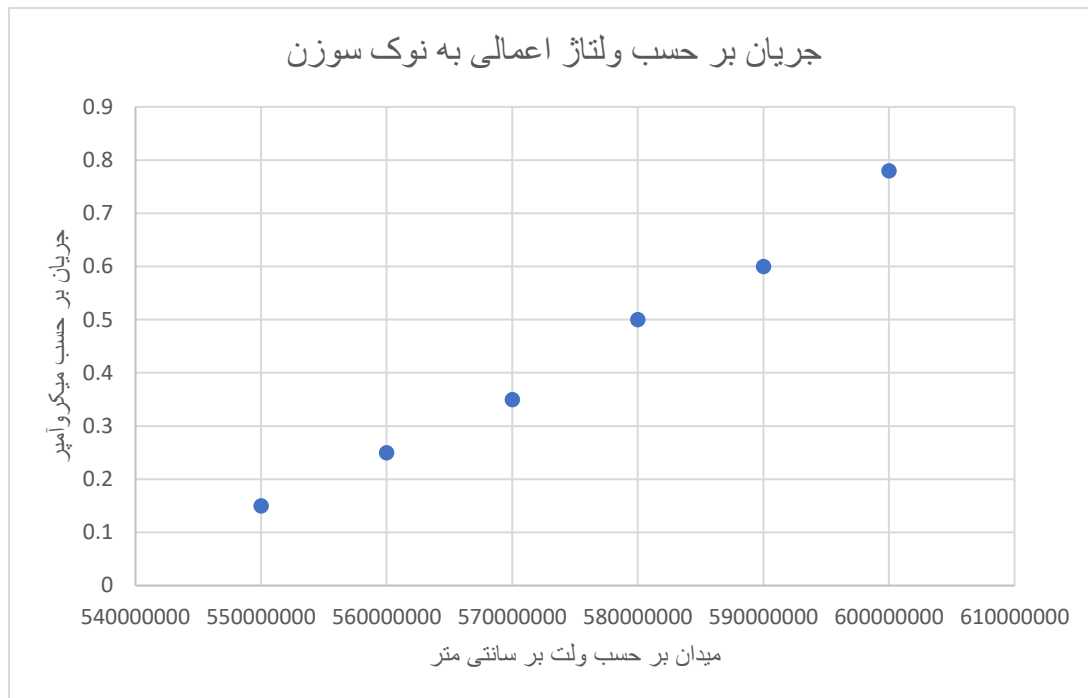
۱. نمودار جریان برحسب میدان الکتریکی اعمالی به نوک سوزن رسم کنید و تابع کار تنگستن را همراه با محاسبه خطا بدست آورید (شعاع نوک سوزن را 0.1 میکرومتر در نظر بگیرید).
۲. با توجه به مقدار تابع کار فلز تنگستن گزارش شده در بانک های اطلاعاتی درصد خطای نسبی تابع کار را بیابید.
۳. آیا با مشاهده طرح کریستالی می توانید ساختار کریستالی تنگستن را تشخیص دهید؟
۴. با استفاده از طرح به دست آورده شده و محاسبه به هم پیکیدگی (چگالی اتم ها در واحد سطح) برای صفحات (110) ، (100) و (111) در شبکه bcc تعیین کنید که هریک از نقاط تاریک و روشن دیده شده مربوط به چه صفحات بلوری می تواند می باشد (صفحات بلوری را بر روی یک تصویر واضح تری از طرح دیده شده مشخص نمایید).
۵. اگر نقاط تاریک و روشن متحرک مرتبط با حرکت کاتوره ای ناخالصی جذب شده باشد ابعاد ناحیه ای که تابع کار تغییر کرده چقدر است. اگر مدت زمان سوسو زدن t برابر 10 ثانیه باشد ضریب پخش ناخالصی بر روی سطح را تخمین بزنید.
۶. میکروسکوپ FIM چه فرقی با این میکروسکوپ دارد؟

۱. ابتدا جدول داده ها را ببینیم:

جدول ۱: ولتاژ اعمالی و جریان حاصله از میکروسکوپ بر حسب واحدهای داده شده.

ولتاژ (کیلوولت)	۵.۵	۵.۶	۵.۷	۵.۸	۵.۹	۶.۰
جریان (میکروآمپر)	۰.۱۵	۰.۲۵	۰.۳۵	۰.۵۰	۰.۶۰	۰.۷۸

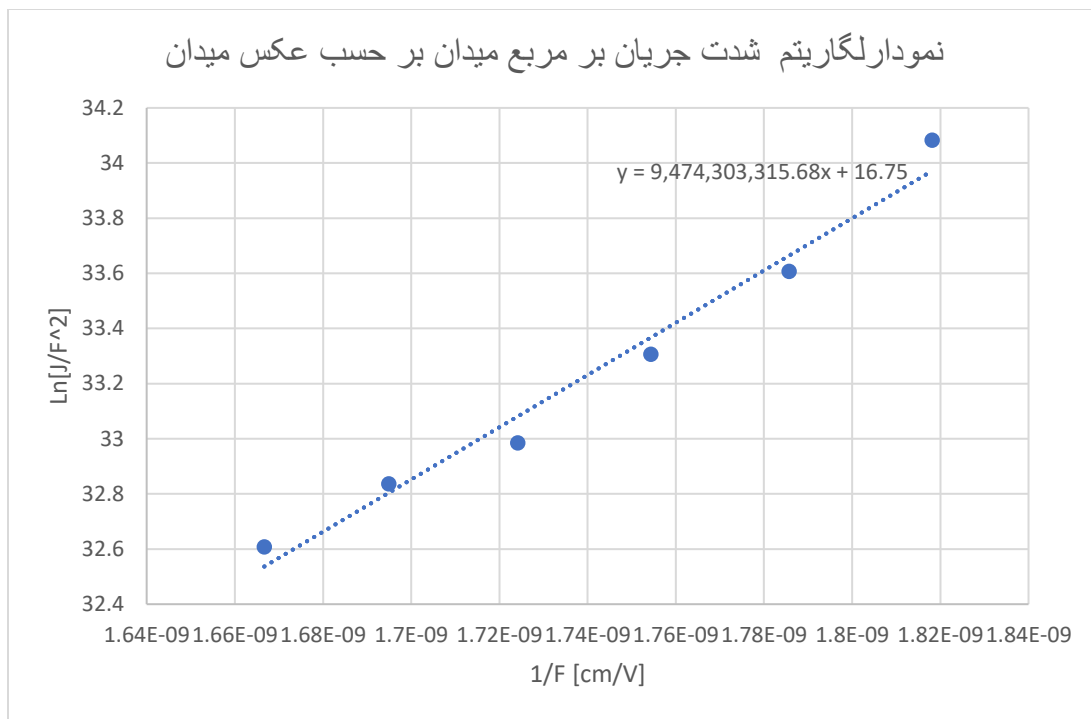
نمودار جریان بر حسب میدان اعمالی اینطور است:



نمودار ۱: جریان بر حسب ولتاژ اعمالی به نوک سوزن

کاری که قرار است بکنیم این است، از رابطه ی $J = DF^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{B}{F} \phi^{\frac{1}{2}}}$ استفاده کنیم، از طرفین در پایه ی طبیعی لگاریتم می گیریم و بازنویسی می کنیم تا برسیم به $\ln\left(\frac{J}{F^{\frac{1}{2}}}\right) = \ln(D) - \frac{B}{F} \phi^{\frac{1}{2}}$ که در این رابطه خود D تابع ϕ هست و به همین دلیل ما مقدار $\ln\left(\frac{J}{F^{\frac{1}{2}}}\right)$ را بر حسب $\frac{1}{F}$ ترسیم می کنیم که تابعی خطی است، از شیب این تابع می توانیم مقدار تابع کار را بخوانیم.

تمامی کارهای مربوط به تحلیل داده روی فایل اکسل انجام شده و نمودارنهایی این است:



نمودار ۱: جریان بر حسب ولتاژ اعمالی به نوک سوزن

مقدار ϕ بدست می آید (با داشتن ضریب B در دستورکار) :

$$\phi = \left(\frac{9/47 * 10^9}{7/12 * 10^8} \right)^{\frac{2}{3}} = 7.26 \text{ eV}$$

اما برای مقدار خطاها از روابط زیر بهره می بریم:

$$\delta F = \sqrt{\left(\frac{\delta V}{r} \right)^2}$$

$$\delta J = \sqrt{\left(\frac{\delta I}{A} \right)^2}$$

$$\frac{2}{3} \sqrt{\phi} \delta \phi = \left| \frac{\delta F}{B} \ln \left(\frac{F^2}{J} \right) \right| + \left| \frac{2}{B} \delta F \right| + \left| \frac{F}{B} * \frac{\delta J}{J} \right|$$

همگی روابط به سادگی از مشتق گیری حاصل می شوند و خطای مقدار B را صفر در نظر گرفتیم چرا که از قبل در دستورکار داده شده بود و روشی برای محاسبه اش نداشتیم ؛ همچنین خطای شعاع نمونه تنگستن را هم نداریم چون نمونه روی نوک سوزن لایه نشانی شده است، هیچ اطلاعاتی در مورد خطای این لایه نشانی در دسترس نبود، پس خطای آن را هم در نظر نمی گیریم.

خطاهای اندازه گیری از روی دقت دستگاه ها حاصل می شوند:

$$\delta I = 0.01 \mu A \quad , \quad \delta V = 0.1 \text{ kV}$$

حال در فایل اکسل و در سربرگ خطاها این ها را دقیق بررسی کرده ایم.

نتیجه نهایی این است که مقدار میانگین خطای آزمایش ۲,۵ الکترون ولت است و از سوال ۲ هم می فهمیم که این مقدار خطا، مقبول است و مقدار دقیق تابع کار در بازه ای به مرکز ۶.۲۶ و شعاع ۲.۵ می افتد.

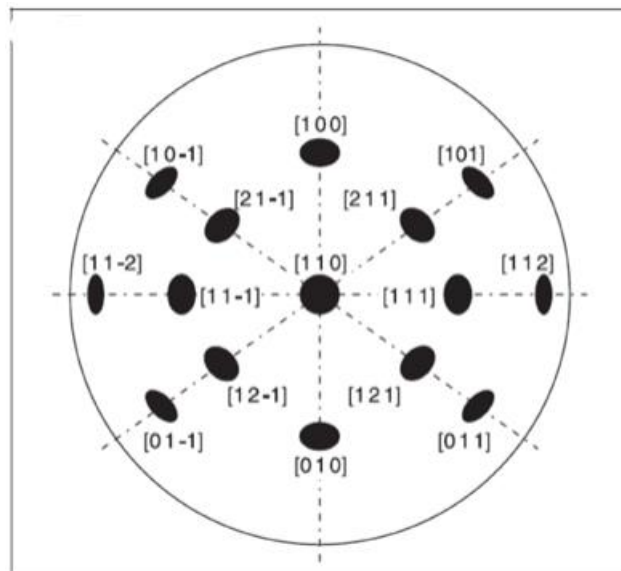
۲. در منابع علمی مقدار تابع کار تنگستن ۴.۵ الکترون ولت گزارش شده است؛ پس درصد خطای نسبی ما برابر است با:

$$\text{درصد خطا} = \frac{6.26 - 4.5}{4.5} * 100 = 39\%$$

که درصد خطای بالایی است و برای یک آزمایش علمی قابل قبول است.

۳. با توجه به این که زاویه ی صفحات براگ با هم برابر ۴۵ درجه است فقط می شود گفت که شبکه مکعبی است ولی نمیتوان تشخیص داد که آیا از نوع BCC است یا FCC ولی شکل کلی آن حاصل شده است.

۴. اتمها در صفحات با اندیس کوچک به هم پکیدهتر و فاصله بین اتمها کوچکتر از نمونه صفحات با اندیسهای بزرگتر میباشد. در نتیجه در صفحات با اندیسهای کوچکتر الکترونها تحت پتانسیل بزرگتری از اتمهای شبکه نسبت به صفحات با اندیسهای بزرگتر میباشد. در نتیجه صفحات با اندیسهای کوچک تابع کار بزرگتری نسبت به صفحات با اندیسهای میلر بزرگتر دارند. اما چون پکیدگی به ترتیب $(100) < (110) < (111)$ است پس تاریک ترین نقطه (یعنی مربوط به صفحه با بالاترین تابع کار) مربوط به صفحه (100) بود که در بالای لامپ مشاهده شد، صفحه (110) در وسط لامپ بود و صفحه (111) در سمت راست لامپ؛ در تصویر زیر این چینش را مشاهده می کنید.



شکل ۱: صفحات براگ منعکس شده روی صفحه فلوئوروسانس و اندیسهای میلر مربوط به آنها.

۵. راستش ما فاصله ی بین نقاطی را که سوسو می زدند اندازه نگرفتیم ولی می توان نوعا گفت که در حد سانتی متر این نقاط تغییر مکان می دادند، پس با توجه به بزرگنمایی ۵۰۰۰۰۰ این میکروسکوپ، ابعاد ناحیه ای که تابع کار تغییر کرده است برابر با $200A = \frac{10^{-2}}{500000}$ ، دویست آنگستروم است.

و همانطور که در رابطه (۶) دستور کار داریم ضریب پخش برابر با $\frac{<(\Delta x)^2>}{4t}$ است که برای این نمونه $\frac{1000A^2}{s}$ بدست می آید... در واحد مربع آنگستروم بر ثانیه.

۶. ساختار کلی دو میکروسکوپ یکسان است و در FIM از یونها برای تصویربردای استفاده می کنیم، اما:

- در FIM جای کاتد و آند دقیقا برعکس میکروسکوپ نشر میدانی است.
- به جای خلاء ما بخار گازی مانند آرگون را داریم که بدلیل قرار گرفتن در میدان یونیزه شده اند و بعد از یونیزه شدن به طرف صفحه فلوئور سنت میروند و باعث روشن شدن آن می شوند.