دو فصلنامهٔ
علمی- تحقیقی **عینک** علمي- څېړنیزه شپږ میاشتنی مجله

د امتیاز خاوند: لوګر د لوړو زده کړو مؤسسه/ مؤسسهٔ تحصیلات عالی لوګر
تاریخ جواز مجله: ۱۴۴۴/۱۱/۱۴

اثر فوتوالکتریک : اصول، کاربرد و پیشرفت‌های اخیر

پوهنیارسیدانور سیرت [۱] نامزد پوهنیار ذبیح‌الله احمدی[۲]

[۱]دیپارتمنت فزیک، پوهنځی تعلیم وتربیه، مؤسسهٔ تحصیلات عالی دایکندی. افغانستان.

[۲]دیپارتمنت فزیک، پوهنځی تعلیم وتربیه، مؤسسهٔ تحصیلات عالی لوګر. افغانستان.

ایمیل آدرس: Anwarsirat7@gmail.com

خلاصه

بیان مسئله: اثرفوتوالکتریک یک پدیده مهم در فزیک است که نشان می‌دهد چگونه فوتون‌ها با برخورد با مواد، الکترون‌ها را از آن‌ها جدا می‌کنند. این پدیده اساسی در فهم و کاربردهای تکنالوژی‌های پیشرفته کمک میکند.

هدف: هدف اصلی در باره اثرفوتوالکتریک، درک چگونگی تولید جریان الکتریکی از طریق تابش نوری است. این پدیده بر اساس انتقال انرژی فوتون‌ها به الکترون‌های مواد است که منجر به جدا شدن الکترون‌ها و تشکیل جریان الکتریکی می‌شود. از این رو، هدف اصلی در بررسی اثرفوتوالکتریک، درک عملکرد و کاربردهای این پدیده در تکنالوژی های مختلف است.

روش تحقیق: روش که در این تحقیق صورت گرفته‌اند روش بررسی اسنادی (کتابخانه) بوده.

نتیجه: درگ وفهم حادثه فوتوالکتریک بسیار مهم و ضروری است زیرا این پدیده اساسی در فزیک کوانتوم و الکترونیک است.

نتیجه گیری: با توجه به اهمیت بالای اثرفوتوالکتریک، مطالعه و درک دقیق این پدیده می‌تواند به پیشرفت در زمینه‌های مختلف علمی و تکنالوژی منجر شود. از جمله کاربردهای مهم اثر فوتوالکتریک می‌توان به سلول‌های خورشیدی، دستگاه‌های تصویربرداری و سایر دستگاه‌های الکترونیکی اشاره کرد. به طور کلی، درک چگونگی عملکرد و کاربردهای فوتوالکتریک افکت می‌تواند به پیشرفت تکنالوژی و علم مدرن کمک کند.

کلمات کلیدی؛ تعامل فوتونی، تولید الکترون، حادثه فوتوالکتریک.

استناد: سیرت، سیدانور و احمدی ، ذبیح‌الله.(۱۴۰۳). اثرفوتوالکتریک : اصول، کاربرد و پیشرفت‌های اخیر، دوفصلنامهٔ علمی- تحقیقی عینک ، سال اول، شماره۲: ۹۳-۱۰۳.

ناشر: مؤسسهٔ تحصیلات عالی لوګر
حق‌مؤلف © نویسندگان

مقدمه

اثرفوتو الکتریک یک پدیده فزیکی است که اهمیت بسیاری در علوم فزیک و تکنالوژی دارد. این پدیده، واکنش الکترون‌های یک سطح فلزی به تابش نوری است که منجر به جدا شدن الکترون‌ها از سطح می‌شود. این پدیده توسط هاینری هرتز در دهۀ ۱۸۸۰ مشاهده شد و توسط البرت اینشتین در سال ۱۹۰۵ توضیح داده شد. با توجه به اهمیت اثر فوتوالکتریک در علوم فزیک و تکنالوژی، تحقیقات بسیاری در این زمینه انجام‌شده است . این تحقیقات به‌منظور درک بهتر از تعاملات بین نور و ماده، بررسی رفتار الکترون‌ها در محیط‌های مختلف و توسعه دستگاه‌های الکترونیکی صورت گرفته است(ستانکزی،۲۰۱۹).

پیشینۀ تحقیقات در زمینۀ اثر فوتوالکتریک شامل مطالعات نظری و تجربی بر روی سطوح فلزی مختلف، استفاده از لیزر، تجزیه‌وتحلیل طیف‌سنجی و بررسی تأثیر عوامل مختلف مانند شدت نور، طول‌موج و کتله الکترون می‌شود (Robinson،2010).

اهداف تحقیق در زمینۀ اثر فوتوالکتریک شامل بهبود فهم ما از این پدیده، استفاده بهینه از آن در تکنالوژی و پایش پیشرفت‌های جدید در علوم فزیک است(ساکورای، ۲۰۱٦).

سؤالات تحقیق در این زمینه شامل مواردی، مانند چگونگی تأثیر شدت نور بر اثر فوتوالکتریک؟ چگونگی تغییر رفتار الکترون‌ها در محیط‌های مختلف؟ چگونگی می‌توان از اثر فوتوالکتریک برای تولید الکترون‌ها استفاده کرد؟ با تحقیقات بیشتر در زمینۀ اثر فوتوالکتریک، قابلیت‌های جدید در حوزه تکنالوژی و علم فزیک به دست خواهد آمد که می‌تواند به پیشرفت‌های بزرگ در این زمینه منجر شود(جانوالتر،۲۰۱۵).

مواد و روش کار

این تحقیق به روش کتابخانه‌ی انجام‌گرفته و اطلاعات آن از کتاب‌ها و مقالات علمی که جدیداً نشر گردیده، جمع‌آوری‌شده است.

اصول اثر فوتوالکتریک

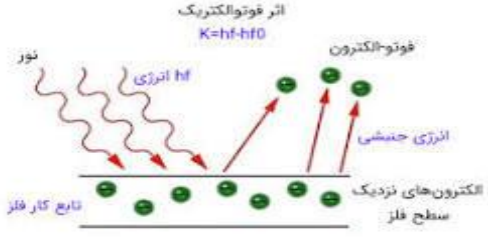
اثر فوتوالکتریک تأیید مستقیم برای کوانتش انرژی نور را فراهم می‌کند. هرتز در سال ۱۸۸۷ اثر فوتوالکتریک را کشف کرد؛ هنگام که نور به فلزات تابیده می‌شود، الکترون‌ها از آن‌ها خارج می شوند. علاوه بر این تا قبل از سال ۱۹۰۵ قانون‌های تجربی زیر کشف‌شده بود:

- اگر طول‌موج تابش ورودی کوچکتر از طول آستانه فلز باشد (طول‌موج که به ویژگی‌های فلز بستگی دارد) آنگاه صرف‌نظر از شدت تابش نمی‌توان الکترون را گسیل کرد(همان ،۲۵).
- پایین بودن شدت ورودی اهمیتی ندارد و الکترون‌ها بی‌درنگ پس ازآنکه طول نور ورودی از طول آستانه v_0تجاوز کند، خارج می‌شوند.

- در هر طول‌موج بالای ν_0تعداد الکترون‌های خارج‌شده با افزایش شدت نور افزایش می‌یابد اما به طول‌موج نور بستگی ندارد.
- انرژِی حرکی الکترون‌های خارج‌شده به طول موج چارچ های ورودی بستگی دارد اما به‌شدت چارج بستگی ندارد. انرژی حرکی الکترون‌های خارج‌شده به‌صورت خطی با طول موج چارجهای ورودی افزایش می‌یابد(زیتلی ،۲۰۱۰: ۲۵).

نمی‌توان این یافته‌های تجربی را صرفاً در چارچوب تصویر کلاسیکی تابش(به‌خصوص وابستگی اثر فوتوالکتریک به طول موج آستانه) توضیح داد. مطابق به فزیک کلاسیک هر مقدار انرژی می‌تواند با ماده مبادله شود. چون شدت یک موج الکترومقناطیسی متناسب با مجذور دامنه آن است، هر طول موج با شدت کافی می‌تواند انرژی لازم برای آزاد کردن الکترون از فلز را فراهم کند(ستانکزی ،۲۰۱۹). اما هنگام که از یک منبع نور ضعیف استفاده شود چه اتفاق می‌افتد؟ مطابق به فزیک کلاسیک، الکترون تا زمانی به جذب انرژی ادامه می‌دهد که مقدار انرژی کافی را به دست آورد و سپس فلز را ترک می‌کند(Wilson،۲۰۱۳).

اگر این موضوع صادق باشد در هنگام استفاده از تابش بسیار ضعیف، اثر فوتوالکتریک برای مدت‌زمان طولانی رخ نمی‌دهد تا زمان که یک الکترون به‌تدریج مقدار انرژی لازم را ذخیره کند. این نتیجه، کاملاً با مشاهده تجربی در تضاد است. آزمایش‌ها با یک منبع نور که آن‌قدر ضعیف بود که ساعت‌ها طول می‌کشید تا یک الکترون انرژی لازم برای خروج از فلز را به دست آورد، بعد از تجربه مشاهده شد که برخی از الکترون‌ها به صورت آنی فلز را ترک کردند. آزمایش‌های بیشتر نشان داد که افزایش شدت به هیچ‌وجه به تنهای نمی‌تواند الکترون‌ها را از فلز خارج کند(زیتلی ،۲۰۱۰). اما با افزایش طول موج نور ورودی به بیش از یک حد معین مشخص گسیل الکترون‌ها بی‌درنگ آغاز می شود. در واقع این حقایق تجربی نشان می‌دهد که مفهوم انبارش تدریجی(تجذب پیوسته ای) انرژی به‌وسیلۀ الکترون‌ها نادرست است. انیشتین در سال ۱۹۰۵ با الهام از کوانتش تابش الکترومقناطیسی پلانک موفق شد تا توضیح نظری برای وابستگی گسیل فوتو الکترون به طول‌موج تابش ورودی ارائه دهد(ستانکزی ،۲۰۱۹).



شکل(۱): چگونگی تابش الکترون روی سطح

او فرض کرد که نور از بسته های که هر یک انرژی ν را حمل می‌کند(فوتون نامیده می‌شوند) تشکیل‌شده است. هنگام که یک نور چارچ دار با طول‌موج ν بر یک فلز وارد شود هر فوتون تمام انرژی ν ود را به یک الکترون انرژی را صرف‌نظر از شدت تابش ورودی، تنها به‌صورت کوانتم های انرژی νجذب می‌کند اگر ν بزرگ‌تر از تابع کار w فلز(انرژی لازم برای خارج ساختن الکترون از فلز- هر فلز الکترون‌های آزاد دارد که از یک اتوم به اتوم دیگر می‌روند(ستانکزی ،۲۰۱۹).

انرژی لازم برای آزاد کردن الکترون از فلز، تابع کار آن فلز نامیده می‌شوند) باشد آنگاه الکترون از فلز کنده می‌شود. بنابراین نمی‌توان الکترون را از سطح فلز گسیل کرد مگر آنکه $\nu < w$ باشد.

$$\nu = W + K \qquad (1)$$

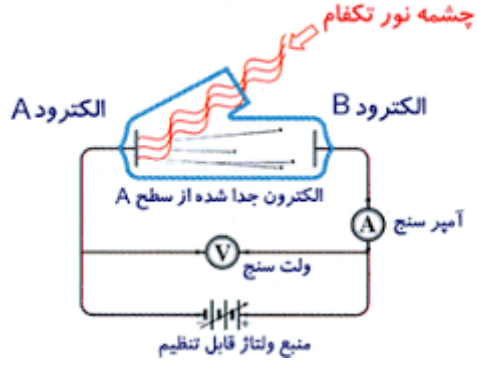
که در آن K انرژی حرکی الکترون است که فلز را ترک می‌کند(زیتلی ،۲۰۱۰).

معادله (۱) که انیشتین آن را به دست آورد توضیح درست برای این مشاهده تجربی است که انرژی حرکی الکترون خرج شده به‌صورت خطی با طول‌موج ورودی ν افزایش می‌یابد.

$$W = K - \nu = (\nu - \nu_0) \qquad (2)$$

که درآن $\nu_0 = \frac{W}{}$ طول‌موج آستانه یا طول‌موج قطع فلز نامیده می‌شود. علاوه به راین این رابطه به‌وضوح نشان می‌دهد که چرا نمی‌توان الکترون را از فلز خارج کرد مگر اینکه $\nu < \nu_0$ باشد. چون انرژی حرکی نمی‌تواند منفی باشد هنگام که $\nu > \nu_0$ است صرف‌نظر از شدت تابش، فوتوالکتریک افکت نمی‌تواند رخ دهد(زیتلی ،۲۰۱۰). الکترون‌های خارج‌شده انرژی حرکی خود را از انرژی اضافی $(\nu - \nu_0)$که به‌وسیله تابش ورودی تأمین می‌شود، به دست می‌آورد.

از طرف دیگر می‌توان انرژی حرکی الکترون‌های گسیل‌شده را به‌صورت تجربی همانطوریکه ادامه می‌یابد تعین کرد. دستگاه (که به‌وسیلهٔ لنارد ابداع شد) از فلز فوتوالکتریکی تشکیل‌شده است که در نزدیکی آنود و درون یک لوله‌ی شیشه‌ای خلا قرار دارد(زیتلی ،۲۰۱۰).



شکل (۲):دستگاه تجربه اثر فوتوالکتریک

هنگام که نور به سطح کتود برخورد می‌کند. الکترون‌های خارج‌شده جذب انود می‌شوند و جریان فوتوالکتریک را تولید می‌کند. معلوم شده است که اندازه‌ی جریان فوتوالکتریک تولیدشده متناسب با شدت تابش ورودی است ولی سرعت الکترون‌ها به‌شدت تابش بستگی ندارد. بلکه به طول موج آن بستگی دارد(Davis،۲۰۱۰۴).

برای اندازه‌گیری انرژی حرکی الکترون‌ها تنها باید از یک منبع ولتاژ متغیر استفاده کرد و پایانه‌ها را معکوس نمود. هنگام که پوتانشیل Vدر لوله معکوس می‌شود، از رسیدن الکترون‌های آزادشده به آنود جلوگیری می‌شود. تنها الکترون‌های باانرژی حرکی بزرگ‌تر از $e|V|$ به صفحه‌ای منفی می‌رسد و در جریان سهیم‌اند. V را تغییر می‌دهیم با به مقدار که V_s پوتانشیل ترمزی نامیده می‌شود برسد و در این مقدار تمام الکترون‌ها پیش از رسیدن به جمع کننده برگردانده می‌شوند. بنابراین چارچ جریان فوتوالکتریک به‌طور کامل متوقف می‌شود. پوتانشیل ترمزی V_s با رابطه $e|V| = \frac{1}{2}m_e v^2 = K$ به انرژی حرکی الکترون مربوط می شود. بنابراین رابط (2) به‌صورت:

$eV_s = \nu - W$ و یا $V_s = \frac{h}{e}\nu - \frac{W}{e} - \frac{c}{e\lambda} - \frac{W}{e}$ درمی‌آید(زیتلی ،۲۰۱۰).

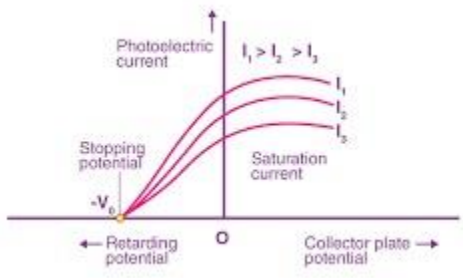
در شکل (3) V_s که بنام پوتانشیل Cat off یا پوتانشیل قطع کننده یاد می‌شود نشان داده‌شده است برحسب طول‌موج با شیبی که اکنون با $\frac{h}{e}$ داده می‌شود یک خط راست است. این نشان می‌دهد که پوتانشیل ترمزی به‌صورت خطی به طول‌موج تابش ورودی بستگی دارد(زیتلی ،۲۰۱۰).

انرژی حرکی فوتو الکترون‌های منتشره تابع فکتور های ذیل اند:

۱- شدت تشعشع وارده
۲- فریکونسی تشعشع وارده
۳- فلز فوتونی مورد استعمال.

۱- اثر شدت

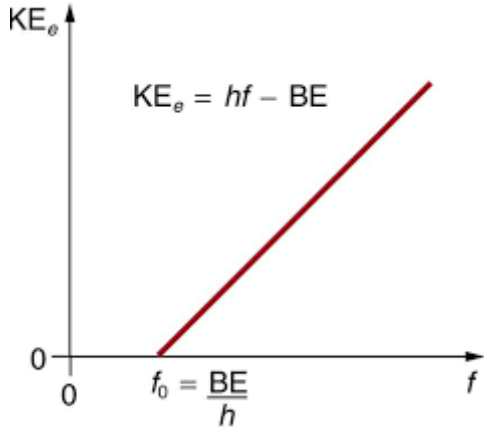
اثر شدت در حادثه فوتوالکتریک به واکنش الکترون‌ها با فوتون‌های نوری با انرژی بالا در یک سطح فلزی اشاره دارد. در این حادثه، فوتون‌های نوری با انرژی بالا بر سطح فلزی برخورد می‌کنند و الکترون‌هایی که به سطح ماده متصل هستند، از اثر فوتون‌ها به انرژی بالا دست می‌یابند و از سطح جدا می‌شوند (Martinez،۲۰۱۲). این پدیده به‌عنوان افکت فوتوالکتریک شناخته می‌شود. اثرفوتوالکتریک به‌شدت فوتون‌ها، یعنی تعداد فوتون‌هایی که بر سطح ماده برخورد می‌کنند، نیز وابسته است. اگر شدت نور افزایش یابد، تعداد بیشتری الکترون از سطح جدا می‌شوند و جریان الکتریکی بیشتری تولید می‌شود(Lee،۲۰۱۹). به‌عبارت دیگر، شدت نور مستقیماً به تعداد الکترون‌های جداشده و جریان الکتریکی تولیدشده وابسته است. بنابراین، افزایش شدت نور منجر به افزایش تعداد الکترون‌های جداشده و افزایش جریان الکتریکی خروجی می‌شود(white،۲۰۱۶).



شکل(۳):گراف توزیع جریان نظر به پتانشیل

۲- اثرفریکونسی

اثر فرکانسی در حادثه فوتوالکتریک به فرکانس فوتون‌های نوری بر سطح فلزی اشاره دارد. فرکانس فوتون‌ها به انرژی آن‌ها مرتبط است و انرژی هر فوتون برابر با ضربه توانی از فرکانس آن است، به‌صورت $E = hf$ که در آن E انرژی فوتون، h ثابت پلانک و f فرکانس فوتون است(Brown،۲۰۱۷). به‌عنوان‌مثال، فوتون‌های با فرکانس بالاتر دارای انرژی بیشتری هستند. در حادثه فوتوالکتریک، اگر فرکانس فوتون‌ها بیشتر شود، انرژی آن‌ها نیز افزایش می‌یابد. این به معنای افزایش احتمال جدا شدن الکترون‌ها از سطح ماده است(Smith،۲۰۱۵). به‌عبارت‌دیگر، افزایش فرکانس فوتون‌ها منجر به افزایش انرژی الکترون‌ها و بالا رفتن حداقل انرژی لازم برای جدا شدن الکترون‌ها از سطح ماده می‌شود بنابراین، افزایش فرکانس فوتون‌ها منجر به افزایش احتمال جدا شدن الکترون‌ها و درنتیجه افزایش جریان الکتریکی تولیدشده در اثر فوتوالکتریک می‌شود(Johnson،۲۰۱۸).



شکل(٤):گراف تغیرات فریکونسی نظر به انرژی

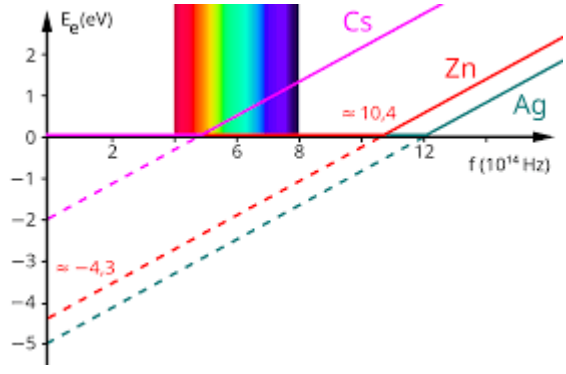
۳- اثرفلز فوتونی

فلزاتی که برای استفاده در اثرفوتوالکتریک مناسب هستند، باید دارای ویژگی‌های خاصی باشند که انتقال الکترون‌ها به‌خوبی امکان‌پذیر باشد. برخی از ویژگی‌های مهم فلزات برای استفاده در حادثه فوتوالکتریک عبارت‌اند از:

۱- نقطه ذوب پایین: فلزات با نقطه ذوب پایین معمولاً به‌عنوان مواد مناسب برای اثر فوتوالکتریک استفاده می‌شوند زیرا الکترون‌های آن‌ها به راحتی از سطح جدا می‌شوند(مارکل ،۲۰۱٤).

۲- خواص الکتریکی مناسب: فلزات باید خواص الکتریکی مناسبی داشته باشند تا الکترون‌ها به‌خوبی از سطح آن‌ها جدا شوند و جریان الکتریکی تولید شود(مارکل ،۲۰۱٤).

۳- خواص اپتیکی: فلزات باید خواص اپتیکی مناسبی داشته باشند تا بتوانند فوتون‌ها را به‌خوبی جذب کرده و الکترون‌ها را از سطح جدا کنند. برخی از فلزات معمولاً برای استفاده در اثرفوتوالکتریک شامل فلزاتی مانند پوتاشیم، سودیم، جست، تنگستن، پلاتین، نیکل و آلومینیم هستند. این فلزات به دلایل مختلف ازجمله ویژگی‌های الکترونی و اپتیکی مناسب، مناسب برای استفاده در اثر فوتوالکتریک هستند(مارکل ،۲۰۱٤).



شکل(۵): طیف عناصر

٤- در سال ۱۹۱٦ میلیکان نظریه اثرفوتو الکتریک تجربی و سیستماتیک که انیشتین ارائه نموده بود تأیید کرد. وی مجموعۀ گسترده‌ای از داده‌های فوتوالکتریک را با استفاده از فلزات گوناگون به وجود آورد و ثابت کرد که رابط انیشتین دقیقاً با داده‌هایش همخوانی دارد. همچنین میلیکان دریافت که مقدار تجربی و با خطای تجربی برابر با ثابت پلانگ است(ستانکزی ،۲۰۱۹).

کاربرد اثر فوتوالکتریک

در این بخش، کاربردهای گسترده فوتوالکتریک اثر در زمینه‌های مختلف ازجمله تکنولوژی نورپردازی، تولید انرژی خورشیدی، علوم پزشکی و صنعت فضایی بررسی می‌شود. همچنین نقش

این پدیده در بهبود روش‌های تولید انرژی پاک، تصویربرداری پزشکی و تکنولوژی الکترونیک نیز بحث می‌شود(ستانکزی،۲۰۱۹). برخی از کاربردهای فوتوالکتریک افکت عبارت‌اند از:

۱- سلول‌های خورشیدی: در سلول‌های خورشیدی، اثرفوتوالکتریک برای تبدیل نور خورشید به الکتریسیته استفاده می‌شود.

۲- دستگاه‌های تصویربرداری: دستگاه‌های تصویر برداری مانند دوربین‌ها و فلش‌ها از فوتوالکتریک افکت برای ثبت تصاویر و روشنایی مناسب استفاده می‌کنند(همان، ٦٧).

۳- اسکنرها و فکس‌ها: در دستگاه‌های اسکنر و فکس، اثر فوتوالکتریک برای تبدیل تصاویر و متن به سیگنال الکتریکی استفاده می‌شود

۴- لامپ‌های نشانگر: در لامپ‌های نشانگر LED وOLED ، اثرفوتوالکتریک برای تولید نور و نمایش تصاویر استفاده می‌شود.

۵- ابزارهای آزمایشگاهی: در آزمایشگاه‌ها، فوتوالکتریک افکت برای اندازه‌گیری شدت نور، تحلیل طیف نور و سایر آزمایشات فیزیکی استفاده می‌شود. به‌طورکلی، اثر فوتوالکتریک یک پدیده مهم در علم و تکنالوژی است که در بسیاری از زمینه‌ها و صنایع مختلف به کار می‌رود(Robinson, 2010).

پیشرفت‌های اخیر

پیشرفت‌های اخیر در زمینهٔ اثر فوتوالکتریک در حوزه‌های مختلفی ازجمله فناوری، علم مواد، نورپردازی و پزشکی مشاهده شده است. در زیر به برخی از این پیشرفت‌ها اشاره می‌کنیم(ستانکزی،۲۰۱۹).

۱- توسعه سلول‌های خورشیدی با کارایی بالا: تحقیقات اخیر در زمینهٔ سلول‌های خورشیدی با استفاده از اثر فوتوالکتریک ، بهبود مواد و ساختارهای نوآورانه این سلول‌ها را فراهم کرده است. این پیشرفت‌ها منجر به افزایش بهره‌وری و کارایی سلول‌های خورشیدی شده است (گریفیث،۲۰۱۸).

۲- تکنولوژی‌های نورپردازی پیشرفته: استفاده از اثر فوتوالکتریک در تکنولوژی‌های نورپردازی مانند LED وOLED ، بهبود قابل توجهی در کیفیت نور و کارایی دستگاه‌های نورپردازی ایجاد کرده است (تورنر،۲۰۱۷).

۳- پزشکی و دستگاه‌های تصویربرداری پیشرفته: استفاده از فوتوالکتریک افکت در دستگاه‌های تصویربرداری پزشکی مانند MRI وCT Scan ، بهبود در تصاویر تولیدشده و دقت تشخیص بیماری‌ها را افزایش داده است (تورنر،۲۰۱۷).

٤- تحقیقات در زمینۀ مواد نانو: استفاده از اثر فوتوالکتریک در تحقیقات مواد نانو، به دست گرفتن مواد با خصوصیات منحصربه‌فرد و کاربرد جدید در فناوری‌های پوشش دهی، الکترونیک و حسگر سازی را ممکن ساخته است (تورنر،۲۰۱۷).

۵- تحقیقات بنیادین در زمینۀ اثر فوتوالکتریک: پژوهش‌های بنیادین بر روی اثر فوتوالکتریک، به فهم عمق‌تر این پدیده و کاربردهای جدید آن منجر شده است (ساکورای،۲۰۱٦). با توجه به پیشرفت‌های گسترده در زمینۀ اثر فوتوالکتریک ، انتظار می‌رود که این پدیده به‌طور فزاینده در صنایع مختلف و زمینه‌های علمی مورداستفاده قرار بگیرد و به تولید فناوری‌های نوآورانه و پیشرفته کمک کند (ساکورای،۲۰۱٦).

اثر فوتوالکتریک در قرن بیست و یکم، به‌عنوان یکی از حوادث مهم و تأثیرگذار در تاریخ علم و فزیک شناخته می‌شود. این حادثه در سال ۱۹۰۵ توسط فیزیک دان برجستۀ آلمانی، آلبرت اینشتین، با معرفی تیوری نسبیت خاص توضیح داده شد.

تیوری نسبیت خاص، که اینشتین آن را در مقاله‌ای با عنوان "پیرامون الکترودینامیکی اجسام درحرکت" (On the Electrodynamics of Moving Bodies) معرفی کرد، به چالش کشیدن دیدگاه‌های کلاسیک فزیک پیرامون زمان و فضا پرداخت. این نظریه با اثبات معادله $E = mc^2$ که نشان می‌دهد که انرژی و کتله به‌صورت معکوس تبدیل می‌شوند، به یک انقلاب در علم فزیک منجر شد. حادثه فوتوالکتریک به‌عنوان یکی از مدارک قوی برای تأیید نظریه نسبیت خاص اینشتین شناخته‌شده است و نقش مهمی در توسعه فزیک کوانتومی نیز داشته است. این حادثه به‌وضوح نشان داد که نور به‌عنوان پارتیکل (فوتون) عمل می‌کند و این باور را که نور تنها یک موج است را به چالش کشید.

نتیجه‌گیری

اصول اثر فوتوالکتریک بر اساس تعامل فوتون‌ها با مواد و تولید الکترون‌ها یا حفره‌ها است. این پدیده بر اساس اثر فوتوالکتریک که توسط هاینری بکرلی در سال ۱۸۸۷ کشف شد، توضیح داده می‌شود. در این پدیده، فوتون‌های نور با مواد تعامل دارند و الکترون‌ها یا حفره‌ها تولید می‌شوند که باعث ایجاد جریان الکتریکی می‌شود. کاربردهای اثر فوتوالکتریک در زمینه‌های مختلف شامل سلول‌های خورشیدی، تکنولوژی نورپردازی، پزشکی، مواد نانو و تحقیقات بنیادین است. این پدیده بهبود کارایی و کاربرد دستگاه‌ها و فناوری‌های مختلف را فراهم می‌کند و در تولید محصولات نوآورانه و پیشرفته نقش اساسی دارد. پیشرفت‌های اخیر در زمینۀ اثر فوتوالکتریک شامل توسعه سلول‌های خورشیدی با کارایی بالا، تکنولوژی‌های نورپردازی پیشرفته، دستگاه‌های تصویربرداری پزشکی پیشرفته، تحقیقات در زمینۀ مواد نانو و پژوهش‌های بنیادین بر روی این پدیده است. این پیشرفت‌ها

بهبود کارایی و کاربرد اثر فوتوالکتریک را در صنایع و علوم مختلف ترویج می‌دهند و به تولید فناوری‌های نوآورانه و پیشرفته کمک می‌کنند .بنابراین، فوتوالکتریک افکت به‌عنوان یک پدیده مهم در علم و فناوری با کاربردهای گسترده و پتانسیل بالای توسعه، در حال جذب توجه بسیاری از پژوهشگران و صنعتگران است و منجر به پیشرفت‌های بزرگ در زمینه‌های مختلف می‌شود.

منابع

جی -گریفیث، دیوید. ۲۰۱۸،آشنای با فزیک کوانتومی. دانشگاه کامبریج ، ۵(۲)، ۶۷-۷۹

تورنر ،رابرت. ۲۰۱۷، فزیک مدرن. Wiley . ۱۲(۳)، ۴۵-۵۸

ساکورای. جی جی. ۲۰۱۶، فزیک کوانتومی McGraw-Hill Education .٤(۱۰)، ٥٦-٦۰.

والتر، جان. ۲۰۱۵، فزیک کوانتومی و هسته‌ای. Oxford University. ۸(٤)، ۱۰۲-۱۱۵.

مارکل، رابرت . ۲۰۱٤، پدیده‌های نوری و الکترونیک کوانتومی .Springer . ۷(۵)، ۷۸-۸٤.

ستانیزی، ۲۰۱۳، عبدالظاهر و همکار ،میخانیک کوانت. انتشارات سعید. ۱۵(۸)، ۲۰-۲۷.

زتیلی، نورالدین. ۲۰۱۲، مکانیک کوانتومی مفاهیم و کاربردآنها .Pearson . ۱۹(۷)، ۱۷-۲۰

Adams, Jennifer. 2011. Electric Field Photography for Beginners. HarperCollins, 8(21), 178-190.

Brown, Michael. 2017. Electric Field Photography. Techniques and Applications. Cambridge University, 15(3), 112-125.

Davis, Jessica. 2014 .The Art of Electric Field Photography. Oxford University Press, 10(2), 45-58.

Johnson, Sarah. 2018. Understanding Electric Field Photography. Wiley, *21*(5), 483.

Martinez, Laura. 2012. Mastering Electric Field Photography. Routledge, 45(11), 120-135.

Robinson, Thomas. 2010. Electric Field Photography: Principles and Practice, Thomas Robinson. Palgrave Macmillan, 89(45), 56-60.

Smith, John. 2015. Electric Field Photographic Effects. Journal of Springer, 10(2), 45-58.

White, Emily. 2016. Advanced Topics in Electric Field Photography. McGraw-Hill Education, 7(4), 89-102.

Lee, David. 2019. Electric Field Photography. Handbook, *86*(3), 372–378.

Wilson, Richard. 2013 .Electric Field Photography. A Comprehensive Guide. Pearson, 8(12), 23-29.

Two quarterly
Ainak Academic- Research Journal
Logar Higher Education Institute
Journal license date: June/2023

Photoelectric effect: principles, applications and recent developments

Sayed Anwar Sirat [1] and Zabihullah Ahmadi [2]
[1] Department of Physics, Education Faculty, Daikundi Institute of Higher Education.
[2]Department of Physics, Education Faculty, Logar Institute of Higher Education.
Anwarsirat7@gmail.com

ABSTRACT

Problem statement: The photoelectric effect is an important phenomenon in physics that shows how photons collide with materials and separate electrons from them. This basic phenomenon helps in the understanding and application of advanced technologies.

Objective: The main goal of the photoelectric effect is to understand how electric current is produced through light radiation. This phenomenon is based on the energy transfer of photons to the electrons of the material, which leads to the separation of electrons and the formation of an electric current. Therefore, the main goal in investigating the photoelectric effect is to understand the performance and applications of this phenomenon in different technologies.

Methods: The method used in this research is document review (library).

Conclusion: Understanding the photoelectric event is very important and necessary because it is a fundamental phenomenon in quantum physics and electronics. Considering the high importance of the photoelectric effect, the study and accurate understanding of this phenomenon can lead to progress in various scientific and technological fields. Among the important applications of photoelectric effect are solar cells, imaging devices and other electronic devices. In general, understanding how the photoelectric effect works and its applications can contribute to the advancement of technology and modern science.

Keywords: Photon interaction, electron production, photoelectric incident.

Cite this article: Sirat, Sayed Anwar & Ahmadi, Zabihullah.(1403). Photoelectric effect: principles, applications and recent developments, Ainak Academic – Research Journal (Two Quarterly). 1(2): 93-103.
Logar Higher Education Institute © The Author(s)