

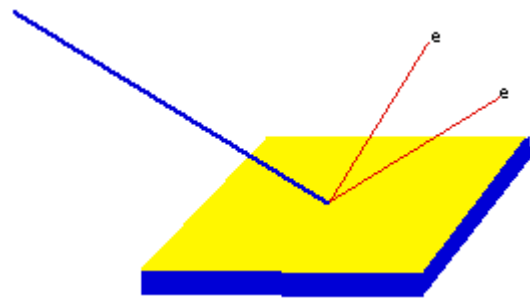


پدیده فتوالکتریک



هانریش هرتر

در اواخر قرن ۱۹ هانریش هرتر مشاهده نمود که هرگاه نور فرابنفش به کلاهی فلزی الکتروسکوپ باردار با بار منفی بتابد الکتروسکوپ خنثی می شود یعنی نور فرودی توانسته است الکترونها را از الکتروسکوپ جدا کند.



مطابق شکل فوق :

به جدا شدن الکترونها از سطح خارجی یک جسم در اثر تابش نور پدیده فتوالکتریک و به الکترونها آزاد شد فتوالکتریک گفته می شود.

در سال ۱۹۰۵ میلادی انیشتین با استفاده از نظریه کوانتمی نور توانست چگونگی وقوع پیوستن فتوالکتریک را توضیح

دهد:

وقتی به صفحه فلزی نور با طول موج کوتاه بتابانیم تعدادی از کوانتومهای انرژی نور فرودی جذب صفحه فلزی می شود که می تواند انرژی خودشان را به الکترونها منفرد اتمهای فلز بدهند و آنها را از محل خودشان جدا سازند.

اگر انرژی (E) نور تابیده شده بیشتر از انرژی مقیدالکترون (انرژی که تحت آن در مدار قرار گرفته) باشد پس از جدا

کردن الکترون بقیه انرژی فوتون تبدیل به انرژی جنبشی الکترون می شود.

در فرمول زیر می بینیم که انرژی فوتونهای فرودی (نور تابیده شده به صفحه) کمی صرف آزاد کردن الکترون مقید و

مقداری هم صرف جنبش الکترونها می شود.

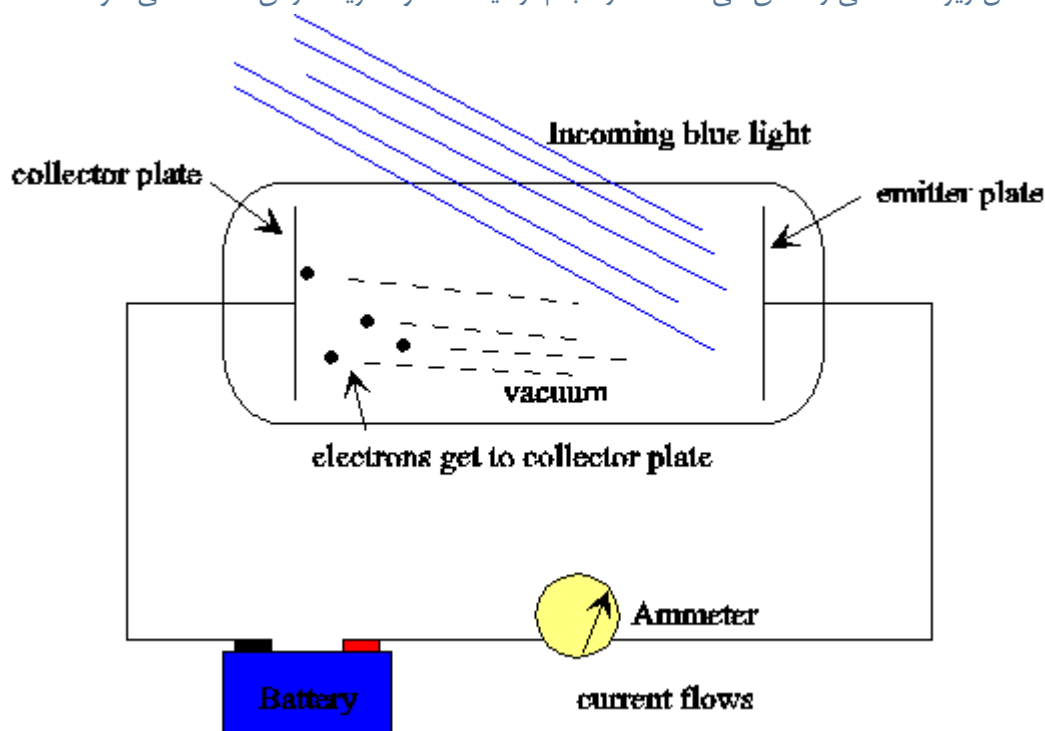
$$E = hf + k$$

$$E = \text{انرژی فوتون فرودی}$$

$$hf = \text{انرژی مقید الکترون در فلز}$$

$$K = \text{انرژی جنبشی الکترون}$$

بررسی تجربی پدیده فتوالکتريک با نظريه انيشين هماهنگی دارد:
 شکل زیر دستگاهی را نشان می‌دهد که در انجام آزمایشات فتوالکتريک از آن استفاده می‌شود:



اجزای دستگاه:

- ۱- لامپ کوارتز (خالی شده از هوا)
- ۲- ولت‌متر
- ۳- گالوانومتر
- ۴- مقاومت
- ۵- باطری
- ۶- دو الکترود از جنس فلز سدیم

مشاهدات آزمایش :

- ۱- تا زمانیکه نور بر الکترود **A** که کاتد انتخاب شده نتابد با وجود ولتاژ بالا هیچ جریانی از لامپ عبور نمی‌کند.
- ۲- در اثر تابش نور بر سطح فلز سدیم آمپر متر عبور جریان در کمتر از ۱۰ نانو ثانیه نشان می‌دهد.
- ۳- اگر ولتاژ مثبت را زیاده‌تر کنیم فتوالکترون‌های بیشتری از **A** به **B** شارش می‌یابند و گالوانومتر عدد بیشتری را نشان می‌دهد.

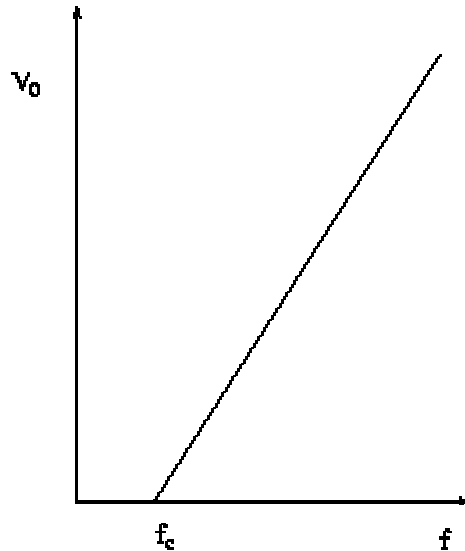
۴- وقتی ولتاژ مثبت به حدی زیاد شود که بتواند تمام فتوالکترون‌ها را به سمت الکترود **B** (سمت چپ شکل بالا) بکشد بیشترین جریان فتوالکتريکی را گالوانومتر از خود عبور می‌دهد که به آن جریان اشباع گفته می‌شود و پس از آن مقدار جریان ثابت خواهد ماند.

۵- اگر جای قطبین باطری را عوض کنیم بطوریکه الکترود **B** ولتاژ منفی شود ($V < 0$) خواهیم دید جریان فتوالکترون از مقدار بیشینه رو به کاهش می‌گذارد و در یک ولتاژ معین $-V$ که به آن ولتاژ متوقف کننده گویند جریان فتوالکترون صفر می‌شود و اگر ولتاژ کمتر از $-V$ شود جریان صفر خواهد ماند.

۶- اگر از فلزات دیگری به جای الکترود A (سمت راست شکل) استفاده شود به ازای بعضی از آنها گالوانومتر هیچ جریانی را نشان نمی‌دهد.

۷- مقدار ولتاژ متوقف کننده تابع جنس الکترود فلز A نیست و به شدت نور فرودی وابسته است.

$$W - hf = eV_{\text{stop}}$$

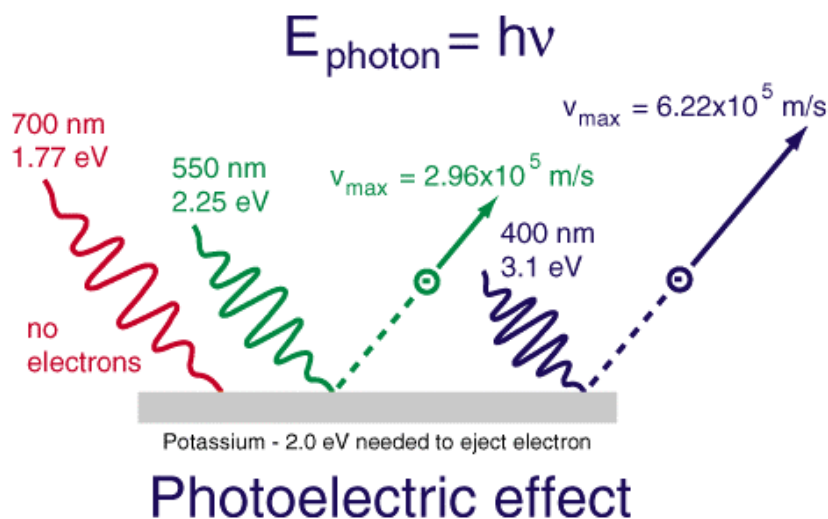


اگر شدت نور فرودی بزرگتر باشد الکترونها با انرژی بیشتری از سطح فلز A جدا خواهند شد. و اگر شدت موج فرودی کم باشد زمان بیشتری طول می‌کشد تا اینکه الکترونها به اندازه کافی انرژی کسب نمایند.

۸- اگر نور قرمز با شدت زیاد به الکترود فلز سدیم بتابانیم اگر چه تعداد بیشتری الکترون آزاد می‌سازد ولی نسبت به نور آبی با شدت کم، الکترونها با انرژی کمتر تولید می‌کند. در این رابطه به شکل زیر توجه نمایید.

بطور خلاصه نتایج حاصل از نظریه انیشتین:

۱- برای جدا کردن یک الکترون مقید به فلز باید انرژی نور فرودی بزرگتر و یا مساوی با بسامد الکترون مقید به فلز باشد.



همانطور که در شکل می‌بینیم نور قرمز چون طول موجش بلندتر و در نتیجه بسامد و انرژی کوچکتری نسبت به نور سبز و بنفش دارد نمی‌تواند الکترون مقید فلز پتاسیم را جدا کند در مقایسه نور سبز و بنفش می‌بینیم که چون طول موج نور بنفش کمتر و بسامد آن بیشتر است و انرژی بیشتری دارد نه تنها الکترون را از سطح فلز جدا می‌کند بلکه سرعت بیشتری هم به آن می‌دهد.

انرژی فوتون فرودی را می‌توان به صورت زیر هم نوشت. f همان فرکانس یا بسامد فرودی نورهای قرمز و سبز و بنفش است:

$$E_{\text{photon}} = h \cdot f$$

۲- هر چقدر شا رنور فرودی مناسبت بیشتر باشد تعداد الکترونهاى بیشتری از سطح فلز آزاد خواهد شد.

با تشکر

fpa.4t.com