INFORME N°9

***EFECTO FOTOELÉCTRICO***

Jennifer Gisel Miranda Encizo

Luisa Fernanda Corrales

Grupo: 2

Doc: Julieth Suárez

LABORATORIO DE FÍSICA

III

Universidad Tecnológica de Pereira

16/05/2021

**INTRODUCCIÓN.**

La emisión de electrones en un material alcalino por acción de la luz se denomina Efecto Fotoeléctrico. Por la explicación teórica de este fenómeno Albert Einstein, recibió el premio Nobel en 1921 y por su contribución experimental Robert Andrews Millikan lo obtuvo en 1923. En 1905 Albert Einstein propuso una explicación que relaciona la forma como depende la emisión fotoeléctrica de la frecuencia de radiación. Einstein sugirió que los electrones libres, en su interacción con la radiación electromagnética, se comportan en la forma propuesta por Max Planck, para los osciladores atómicos

en relación con la radiación de cuerpo negro, según la cual cada oscilador puede absorber o emitir una cantidad de energía discreta, o cuanto de energía posteriormente llamado Fotón. La ecuación que proporciona la energía de un cuanto es:

Flecha

Descripción generada automáticamente con confianza media

*Figura 1. Diagrama ilustrando la emisión de los electrones de una placa metálica, requiriendo de la energía que es absorbida de un fotón.*

En la cual, E es la energía absorbida o emitida en cada proceso, h una constante de proporcionalidad (posteriormente llamada constante de Planck, ), ν la frecuencia de radiación electromagnética. Por consiguiente, donde , es la velocidad de la radiación incidente y su longitud de onda correspondiente.

Para Einstein cuando un fotón incide sobre una superficie metálica alcalina puede transmitir energía suficiente a un electrón para que supere la barrera de energía potencial de la superficie y se libere del metal. La energía de fotón debe ser mayor o igual que la función de trabajo , la cual es la mínima energía que necesita un electrón para poder escapar del metal, es decir. En este caso, , es llamada la frecuencia umbral. Esta frecuencia mínima es incompatible con la teoría ondulatoria, pues, cualquiera que sea la frecuencia de la radiación siempre ha de ser posible una emisión electrónica con una iluminación suficientemente intensa, según la teoría clásica. De acuerdo con lo anterior,

Donde es la energía cinética del electr´on desprendido del metal. Esta ecuación es la célebre ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico. La Energía de los electrones emitidos aumenta linealmente

con la frecuencia, pero es independiente de la intensidad de la luz.

Para efectos experimentales se emplea una fotocélula que se compone de una placa foto emisiva llamada cátodo y un ánodo colector de carga. Cuando el cátodo se expone a una luz de frecuencia mayor que la frecuencia umbral se produce una corriente en el circuito de la fotocélula que puede ser anulada parcial o totalmente por un potencial de frenado , aplicado al ánodo, tal que:

De tal forma que cuando la corriente se hace igual a cero en el circuito de la fotocelda, la ecuación se transforma en la siguiente expresión:

El efecto fotoeléctrico es la base de la producción de energía solar fotovoltaica. Este principio se utiliza también para la fabricación de células utilizadas en los detectores de llama de las calderas de las grandes centrales termoeléctricas, así como para los sensores utilizados en las cámaras digitales. También se utiliza en diodos fotosensibles tales como los que se utilizan en las células fotovoltaicas y en electroscopios o electrómetros. En la actualidad los materiales fotosensibles más utilizados son, aparte de los derivados del cobre —ahora en menor uso—, el silicio, que produce corrientes eléctricas mayores.

El efecto fotoeléctrico también se manifiesta en cuerpos expuestos a la luz solar de forma prolongada. Por ejemplo, las partículas de polvo de la superficie lunar adquieren carga positiva debido al impacto de fotones. Las partículas cargadas se repelen mutuamente elevándose de la superficie y formando una tenue atmósfera. Los satélites espaciales también adquieren carga eléctrica positiva en sus superficies iluminadas y negativa en las regiones oscurecidas, por lo que es necesario tener en cuenta estos efectos de acumulación de carga en su diseño.

**PROCEDIMIENTO.**

Se ingresó al simulador en el link <http://www.varpa.org/recursos-educativos/efecto-fotoelectrico/index.html>, para efecto Fotoeléctrico (Figura 2)

Diagrama

Descripción generada automáticamente

*Figura 2. Simulador efecto fotoeléctrico.*

En los que se seleccionó tres elementos a analizar de la lista superior izquierda, en las que variamos las condiciones para generar efecto fotoeléctrico para dos diferentes configuraciones de longitud de onda y potencial en un solo material con un valor de corriente específico. Al utilizar las ecuaciones anteriores y con las dos configuraciones se generó un sistema de ecuaciones 2 ×2 y se determinó la constante de Planck para casa caso y consigne los datos en el Tabla 1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Elemento*** | ***Variables*** | | ***h (Experimental)*** | ***h (Teórico)*** | ***Error absoluto*** |
| **Sodio** |  |  |  |  | 0,14 |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| **Cesio** |  |  |  |  | 0,1 |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| **Mercurio** |  |  |  |  | 0,4 |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

*Tabla 1. Cálculo de la constante de Planck a partir del efecto fotoeléctrico de tres materiales distintos*

Después se halló los valores de trabajo de extracción para tres diferentes elementos y de nuevo se calculó el error absoluto para los datos obtenidos. Utilizando la ecuación 2, se asumió que el valor de la constante de Planck, para obtener la función de trabajo y completar la Tabla 2.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Elemento*** |  |  |  |  | ***Error absoluto*** |
| ***Sodio*** |  |  | 2,28 | 2,26 | 0,02 |
| ***Cesio*** |  |  | 2,1 | 2,22 | 0,12 |
| ***Mercurio*** |  |  | 4,5 | 4,69 | 0,19 |

Análisis

* En una célula fotoeléctrica, el cátodo metálico se ilumina con una radiación de λ = 175nm y el potencial de frenado es de 1V. Cuando usamos una luz de 250nm, el potencial de frenado será:

El potencial de frenado es mayor es

* Si se duplica la frecuencia de la radiación que incide sobre un metal:

La energía de los electrones extraídos cuando iluminamos una lámina metálica con una determinada radiación es: Si duplicamos la frecuencia de la radiación la energía cinética de los electrones será:

Efectivamente la energía cinética de los electrones extraídos es mayor, pero no es el doble.

* Al irradiar un metal con luz roja (682nm) se produce efecto fotoeléctrico. Si irradiamos el mismo metal con luz amarilla (570nm):

La energía asociada a un haz luminoso es directamente proporcional a la frecuencia e inversamente proporcional a la longitud de onda:

De la expresión anterior llegamos a la conclusión de que cuanto menor es la longitud de onda mayor es la energía de esa radiación. Por lo tanto, la luz amarilla (570 nm) es más energética que la luz roja (682 nm) y como consecuencia si la primera produce efecto fotoeléctrico, la segunda también lo producirá. El exceso de energía necesaria para arrancar electrones (trabajo de extracción) se emplea es para acelerar los electrones extraídos: . Por eso los electrones que se extraen con la luz amarilla se moverán con más velocidad que los extraídos con luz roja.

* Una radiación monocromática, de longitud de onda 300nm, incide sobre Cesio. Si la longitud de onda umbral del cesio es 622nm, el potencial de frenado es:

El potencial de frenado lo podemos calcular

Pero para poder hallarlo, necesitamos primero la energía cinética máxima de los electrones arrancados:

Ahora como ya tenemos una expresión para calcular la energía cinética podemos calcular el potencial de frenado

* Se produce efecto fotoeléctrico cuando fotones de frecuencia ν, superior a una frecuencia umbral ν0, inciden sobre ciertos metales. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

El efecto fotoeléctrico se produce cuando se ilumina un metal con una luz que tiene una frecuencia superior a la frecuencia mínima, propia del metal, llamada frecuencia umbral. Si esto es así, el número de electrones emitidos es proporcional a la intensidad de la radiación incidente. Pero en cualquier caso lo que se arrancan del metal son electrones.

* Con un rayo de luz de longitud de onda λ no se produce efecto fotoeléctrico en un metal. Para conseguirlo se debe aumentar:

Cuando la luz interacciona con el metal de la célula fotoeléctrica lo hace como si fuese un chorro de partículas llamadas fotones (paquetes de energía). Cada fotón choca con un electrón y le transmite toda su energía. Para que ocurra efecto fotoeléctrico, los electrones emitidos deben tener energía suficiente para llegar al anticátodo, lo que ocurre cuando la energía del fotón es mayor que el trabajo de extracción, que es una característica del metal. La ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico puede escribirse:

En la ecuación, representa la energía del fotón incidente, el trabajo de extracción del metal y la energía cinética máxima de los electrones (fotoelectrones) emitidos. La energía que lleva un fotón de frecuencia es:

En esta ecuación, h es la constante de Planck y tiene un valor muy pequeñoCuanto mayor sea la frecuencia, mayor será la energía del fotón. Si no se produce efecto fotoeléctrico con el rayo de luz original, habrá que emplear otro de mayor energía, o sea, de mayor frecuencia.

* Para producir efecto fotoeléctrico no se usa luz visible, sino ultravioleta, y esto es porque la luz UV:

Para producir efecto fotoeléctrico no se usa luz visible, sino ultravioleta, y esto es porque la luz UV: Calienta más la superficie metálica; Tiene mayor frecuencia; Tiene mayor longitud de onda

* Se produce efecto fotoeléctrico cuando fotones más energéticos que los visibles, por ejemplo, luz ultravioleta, inciden sobre la superficie limpia de un metal. ¿De qué depende que haya o no emisión de electrones?

Para que se produzca un efecto fotoeléctrico depende de la frecuencia de la luz y de la naturaleza del metal; El número de electrones que arranca la luz incidente (es decir, la corriente eléctrica que se produce) depende de la intensidad de la luz y no depende de la longitud de onda. La energía de los electrones arrancados depende de la longitud de onda de la luz y no depende de la intensidad. Este efecto descubierto por Hertz y estudiado por Lenard recibió el nombre de efecto fotoeléctrico por razones evidentes.

* Un metal cuyo trabajo de extracción es 4,25eV, se ilumina con fotones de 5,5eV. ¿Cuál será la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos?

La ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico puede escribirse:

En la ecuación, representa la energía del fotón incidente, el trabajo de extracción del metal y la energía cinética máxima de los electrones (fotoelectrones) emitidos. Sustituyendo valores queda:

* En el efecto fotoeléctrico: La energía cinética de los electrones emitidos depende de la intensidad de la luz incidente;

Hay una frecuencia mínima para la luz incidente; Por lo tanto, la energía de los fotoelectrones emitidos es independiente de la intensidad de la luz incidente y depende de la frecuencia de la luz incidente y por lo tanto de la longitud de onda.

**CONCLUSIONES**

* Gracias al simulador se pudo determinar que cada elemento tiene una longitud de onda máxima, en la cual puede emitir fotoelectrones (definición básica para efecto fotoeléctrico). Se pudo determinar de manera experimental (claro está, mediante la simulación) que cuanto mayor sea la función trabajo, menor será la longitud de onda máxima necesaria para emitir fotoelectrones. Mediante los cálculos realizados durante el informe, se demostró que, para valores menores a la máxima longitud de onda, existe un potencial de frenado, el cual es inversamente proporcional a la longitud de onda incidente.
* Mediante la simulación del efecto fotoeléctrico se determinó la contante de Planck mediante los valores de longitud de onda incidente en los diferentes metales en uso, el potencial de frenado que presentaba cada uno de los materiales, así como la función de trabajo del metal, propio de cada uno de ello, en la que los valores calculados fueron muy aproximados error absoluto.
* Además, la función de trabajo experimental de los metales en los que se observó el efecto fotoeléctrico presentaron un error para Sodio, Cesio y Mercurio respectivamente en comparación con la función de trabajo teórico de cada uno de estos materiales.
* A partir del análisis, se aclaran conceptos del efecto fotoeléctrico. El cuál es un fenómeno que se produce cuando las partículas de luz (fotones, portadores de radiación electromagnética) impactan sobre un material y movilizan sus electrones. En otras palabras: la luz se comporta como una onda cuando viaja, pero, al colisionar con un electrón, los fotones ceden toda su energía e impulsan estas partículas hacia otros átomos, produciendo así una corriente eléctrica.