

Efecto fotoeléctrico.**1887**

Heinrich Hertz descubrió el efecto fotoeléctrico cuando llevaba a cabo experimentos para verificar la existencia de ondas electromagnéticas predichas por Maxwell.

1888

Wilhem Hallwachs mostró que solamente cargas negativas son emitidas en el efecto fotoeléctrico.

1890

Los maestros de escuela secundaria **Julius Elster** y **Hans Geitel** iniciaron el estudio del efecto fotoeléctrico en vacío y construyeron los primeros fototubos.

1899

Phillip Lenard y **J.J. Thompson** mostraron que la emisión fotoeléctrica era debida a electrones.

1900

Pierre Curie y **Sagnac** determinaron que el efecto fotoeléctrico puede ser producido por rayos X.

Efecto fotoeléctrico.

1902

Phillip Lenard descubrió la frecuencia umbral para la existencia del efecto fotoeléctrico y que la energía cinética de los fotoelectrones es independiente de la intensidad de la luz incidente.

1905

Albert Einstein introduce la explicación cuántica del efecto fotoeléctrico y anuncia la teoría especial de la relatividad.

PN 1921

"for his contributions to mathematical physics, and specially for his discovery of the law of the photoelectric effect".

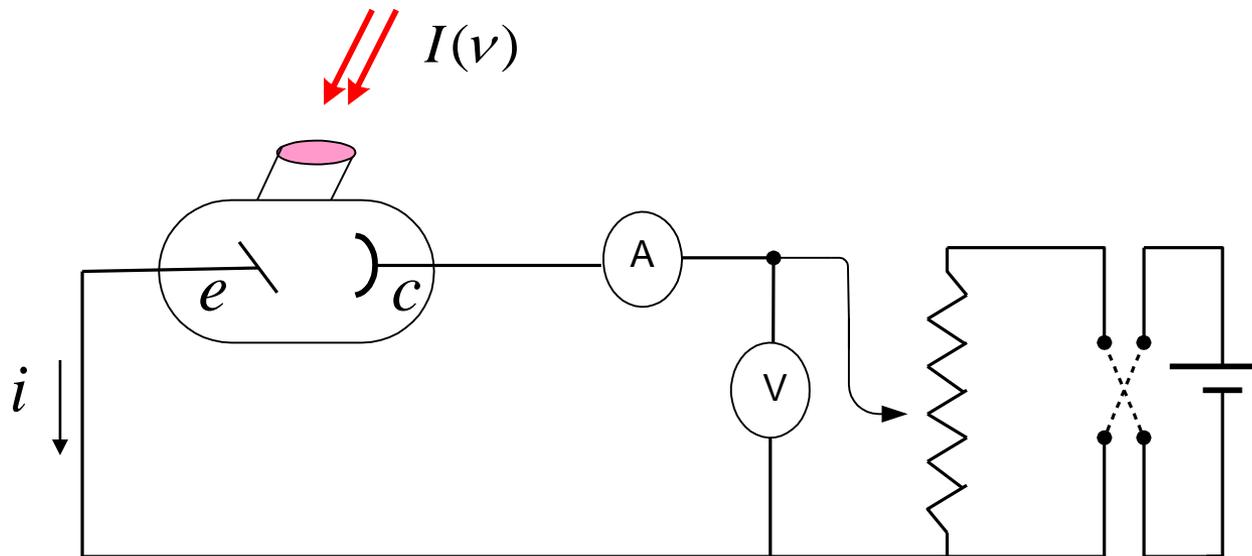
Efecto fotoeléctrico.

Los hechos más importantes en conexión con el efecto fotoeléctrico son los siguientes:

- si luz de una determinada longitud de onda es capaz de liberar electrones de una superficie , la corriente electrónica es directamente proporcional a la intensidad de la luz.**
- Para una dada superficie hay una longitud de onda máxima para la que se puede liberar electrones , luz con longitud de onda más larga no puede liberar electrones, no importa cuan intensa sea la radiación ni cuanto tiempo actúe.**
- Luz de longitud de onda menor que este valor umbral produce siempre electrones y el tiempo que transcurre entre que la superficie es iluminada y aparecen los fotoelectrones es menor que $3 \cdot 10^{-9}$ s.**
- La energía cinética de los electrones liberados se incrementa linealmente con la frecuencia de la luz que los libera.**

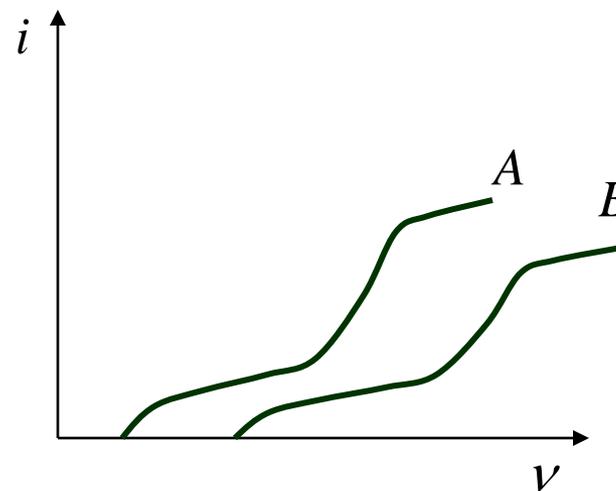
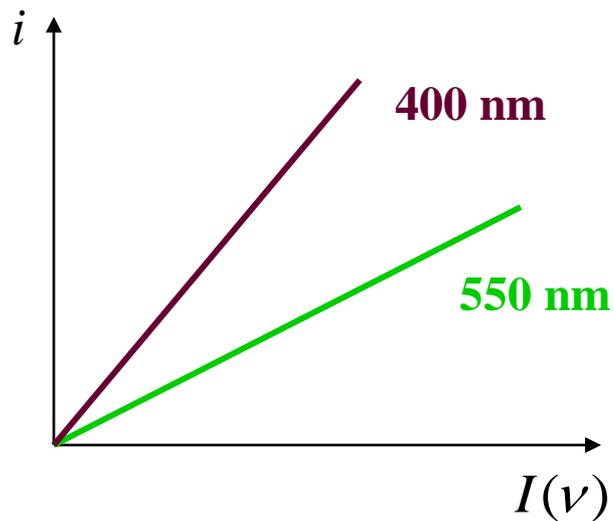
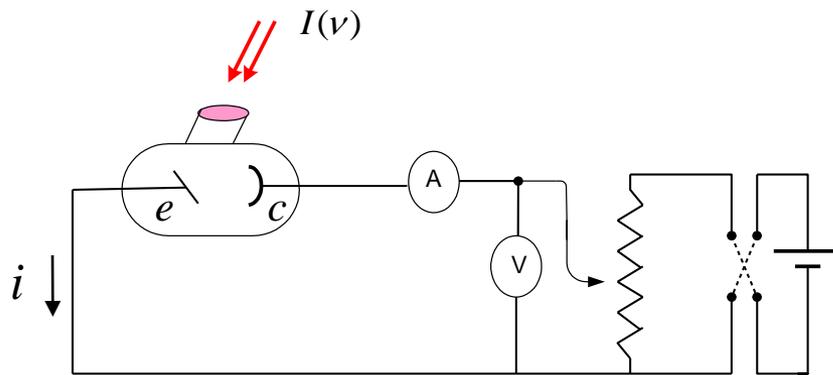
Elster y Geitel (1889 - 1892)

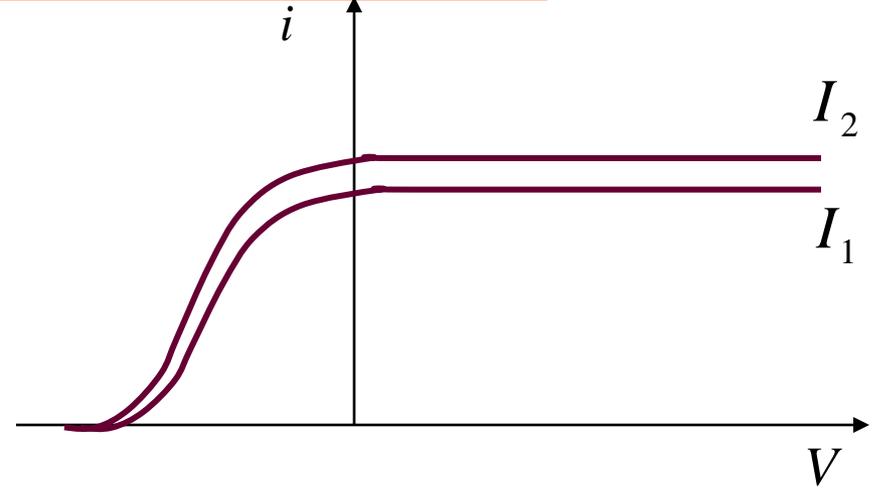
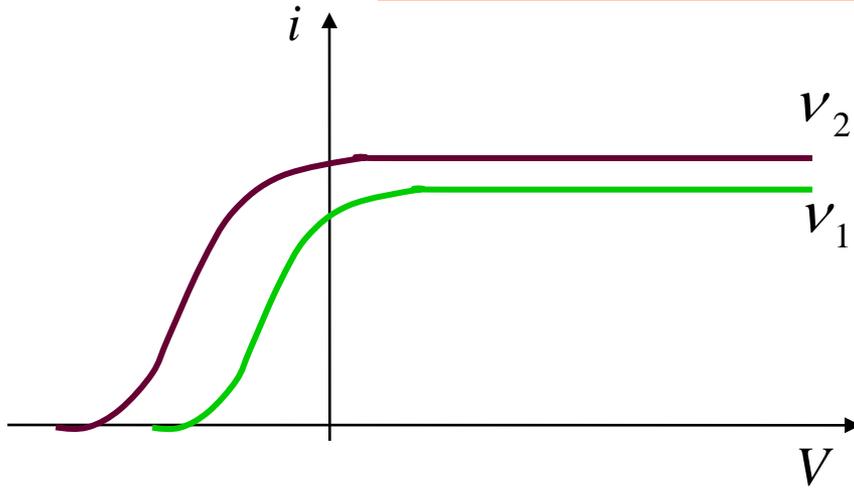
Un aparato adecuado para estudiar el efecto fotoeléctrico es el de la figura.



Efecto fotoeléctrico.

Se pueden hacer varios experimentos:





Qué es lo que no se entiende?

Dependencia de la energía cinética de los fotoelectrones con la intensidad luminosa.

- **Predicción clásica.**

- Los electrones pueden absorber energía continuamente de las ondas electromagnéticas.

- Al aumentar la intensidad los electrones deben ser eyectados con más energía cinética.

- **Resultados experimentales .**

- La máxima energía cinética es independiente de la intensidad luminosa.

- La máxima energía cinética es proporcional al potencial de frenado V_s

Intervalo de tiempo entre la incidencia de la luz y la eyección de fotoelectrones.

- **Predicción clásica.**

- **A bajas intensidades luminosas debería existir un intervalo de tiempo medible desde que se comienza a iluminar el metal hasta que los electrones adquieren suficiente energía para ser eyectados.**

- **Resultados experimentales .**

- **La eyección de fotoelectrones ocurre simultáneamente con la iluminación.**

Dependencia de la eyección de electrones con la frecuencia de la luz.

- **Predicción clásica.**

- **Los electrones pueden ser emitidos a cualquier frecuencia si la intensidad es suficientemente alta.**

- **Resultados experimentales .**

- **No se emiten electrones si la frecuencia de la radiación incidente está debajo de un valor umbral .**

- **La frecuencia de corte es característica del material que es iluminado.**

Efecto fotoeléctrico.

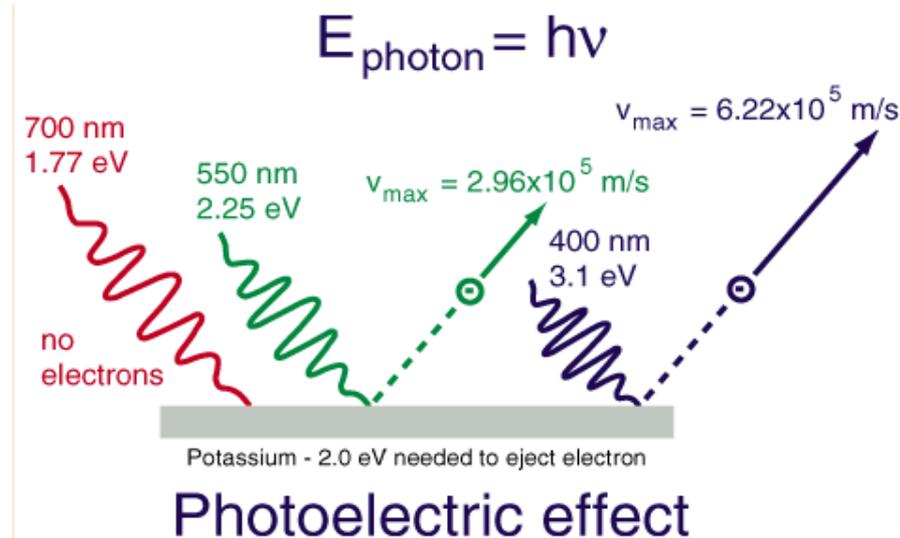
Dependencia de la energía cinética de los electrones de la frecuencia de la luz.

• Predicción clásica.

- La energía cinética debería estar relacionada con la intensidad de la luz.

• Resultados experimentales .

- La energía cinética máxima de los electrones depende linealmente de la frecuencia de la luz.



Efecto fotoeléctrico.

En 1905 Einstein extendió las ideas de Planck respecto de la cuantificación de la energía emitida por los osciladores.

Planck había propuesto que la energía electromagnética era emitida o absorbida en cuantos de energía $h\nu$.

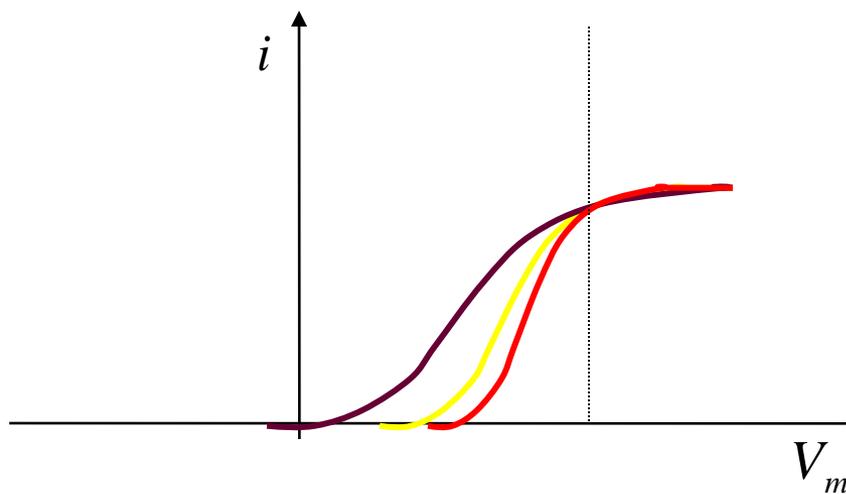
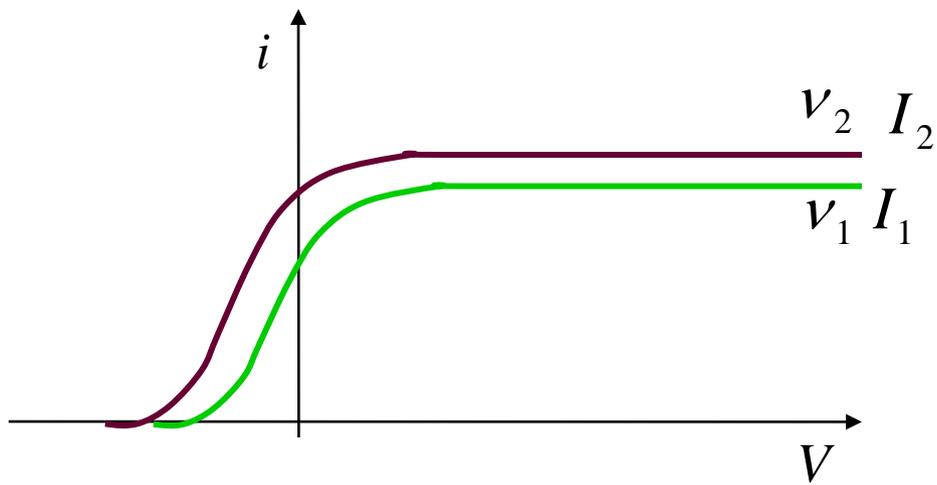
Einstein postuló que la radiación electromagnética existía siempre en estos paquetes de energía, que conservaban su identidad toda la vida y que interactuaban con la materia como un todo.

$$h\nu - e\phi_0 = \frac{1}{2}mv_{\max}^2$$

Millikan, en 1916 hizo mediciones precisas de como dependía la energía cinética máxima de los electrones de la frecuencia de la radiación.

Lo hizo midiendo el potencial necesario para frenar a los electrones:

$$eV_s = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 \quad \longrightarrow \quad \frac{h\nu}{e} - \phi_0 = V_s$$

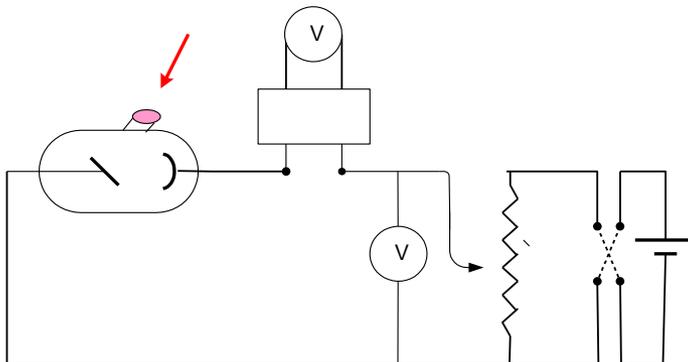
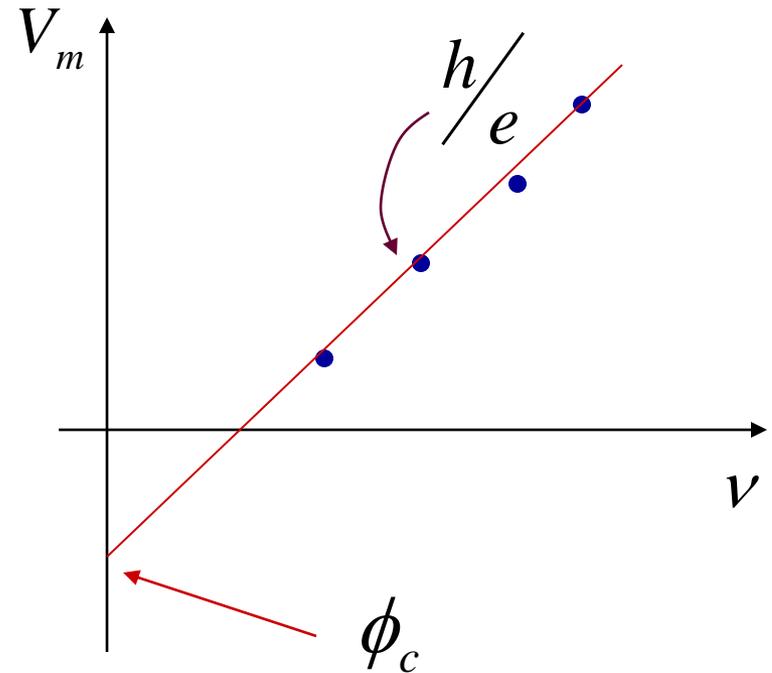
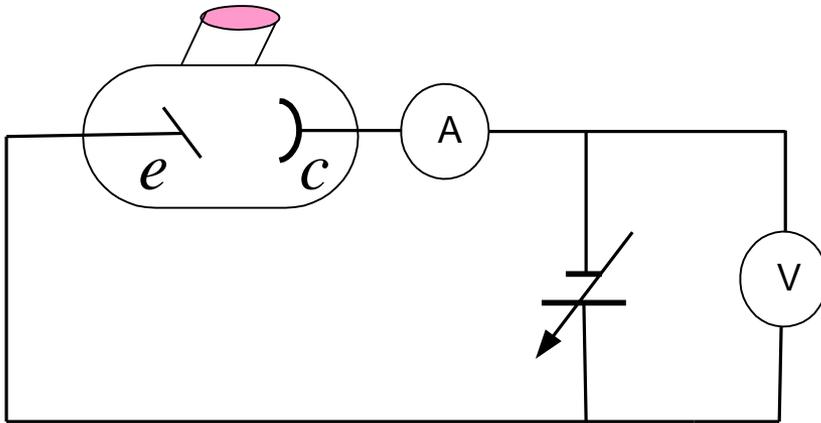
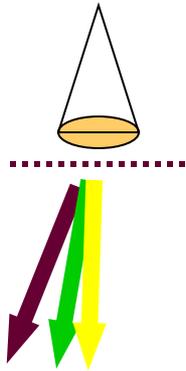


Efecto fotoeléctrico.

$$\frac{h\nu}{e} - \phi_e = V_s$$

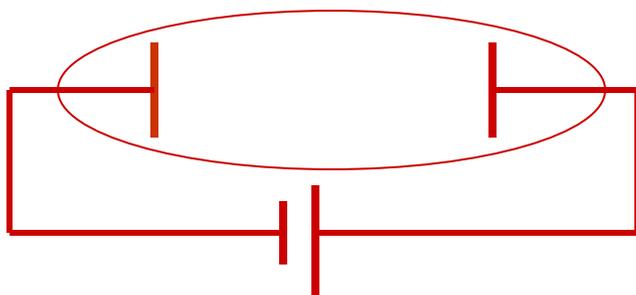
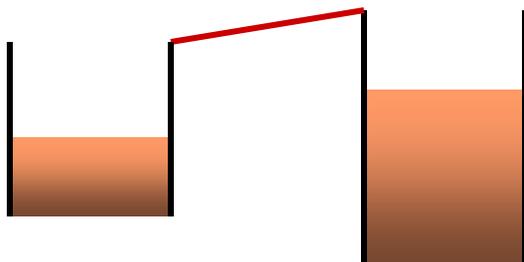
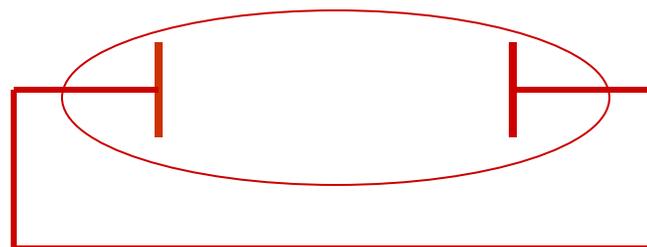
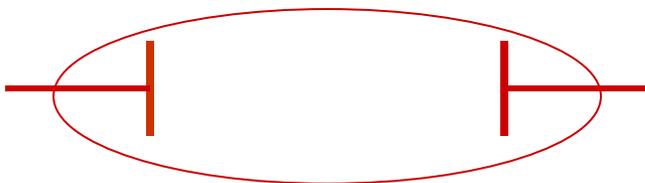
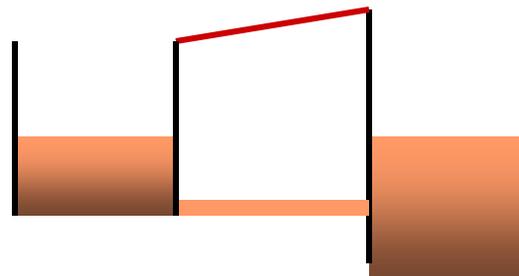
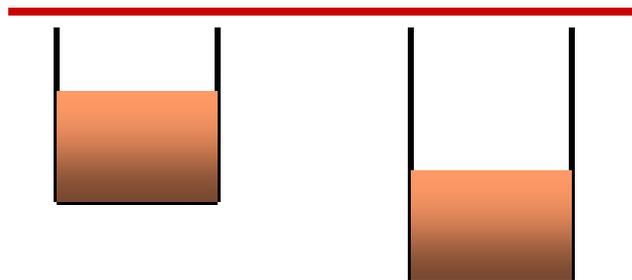
$$eV_m = -e\phi_c + eV_s + e\phi_e$$

$$V_m = \frac{h\nu}{e} - \phi_c$$

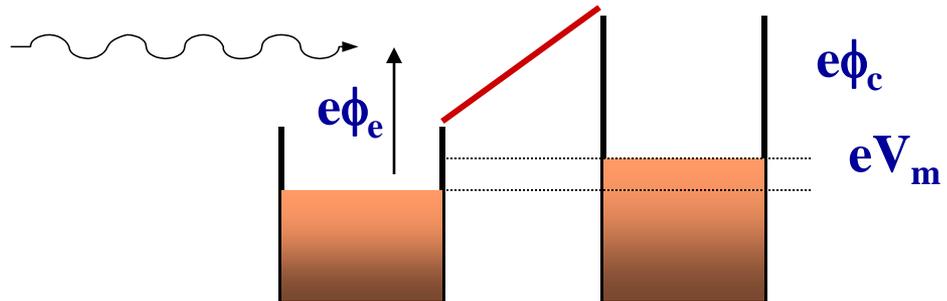
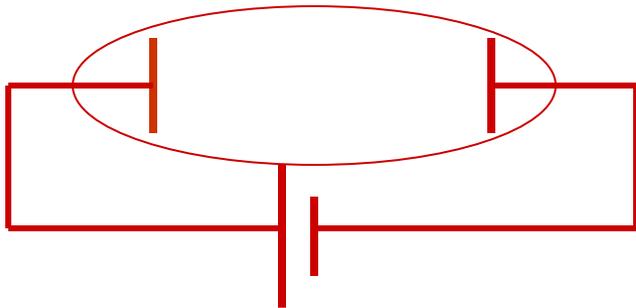
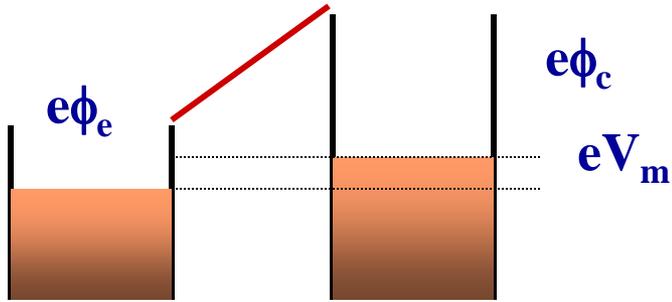


Efecto fotoeléctrico.

$E=0$



Efecto fotoeléctrico.

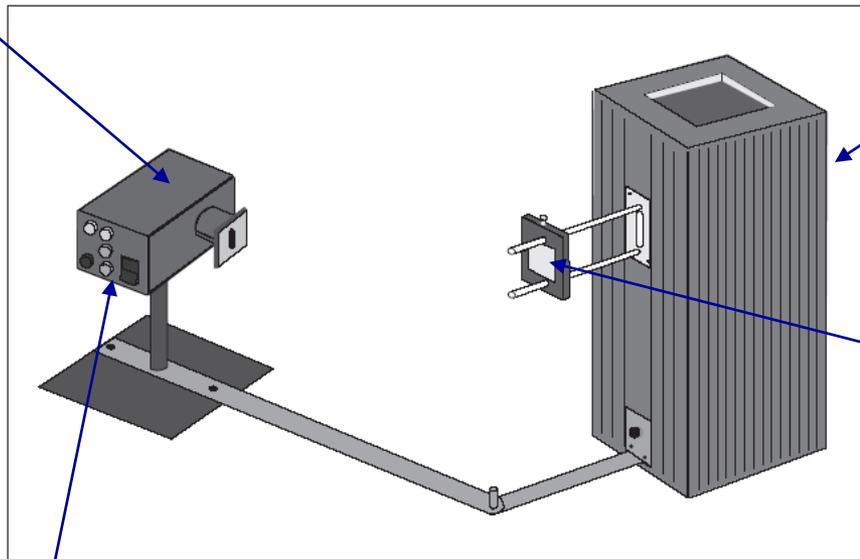


$$V_m = \frac{h\nu}{e} - \phi_c$$

Aparato PASCO para determinación de h/e

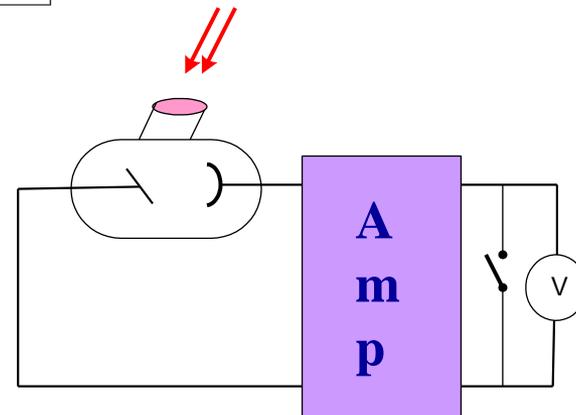
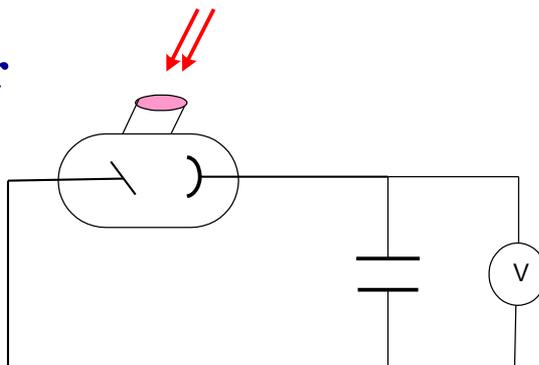
Fotocelda

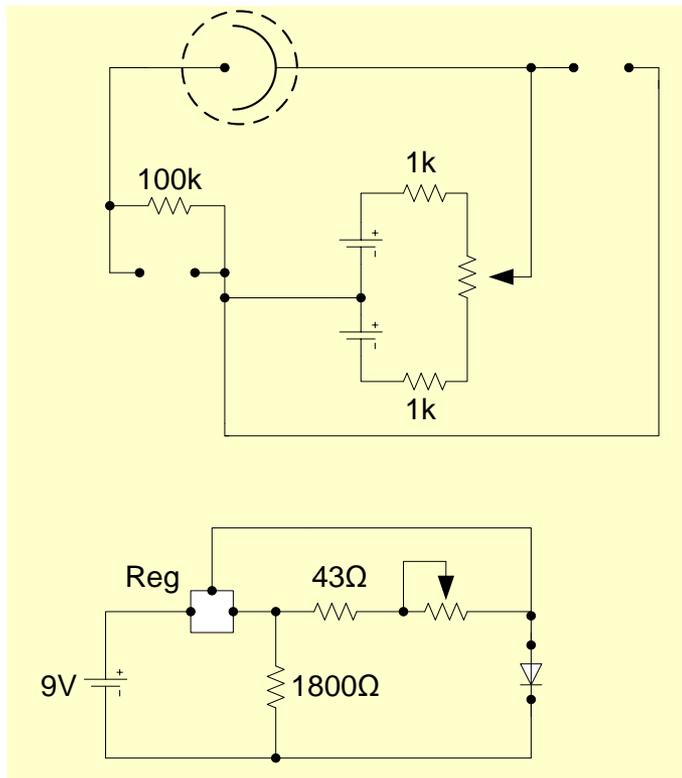
Lámpara de Hg



Red de difracción

Amplificador





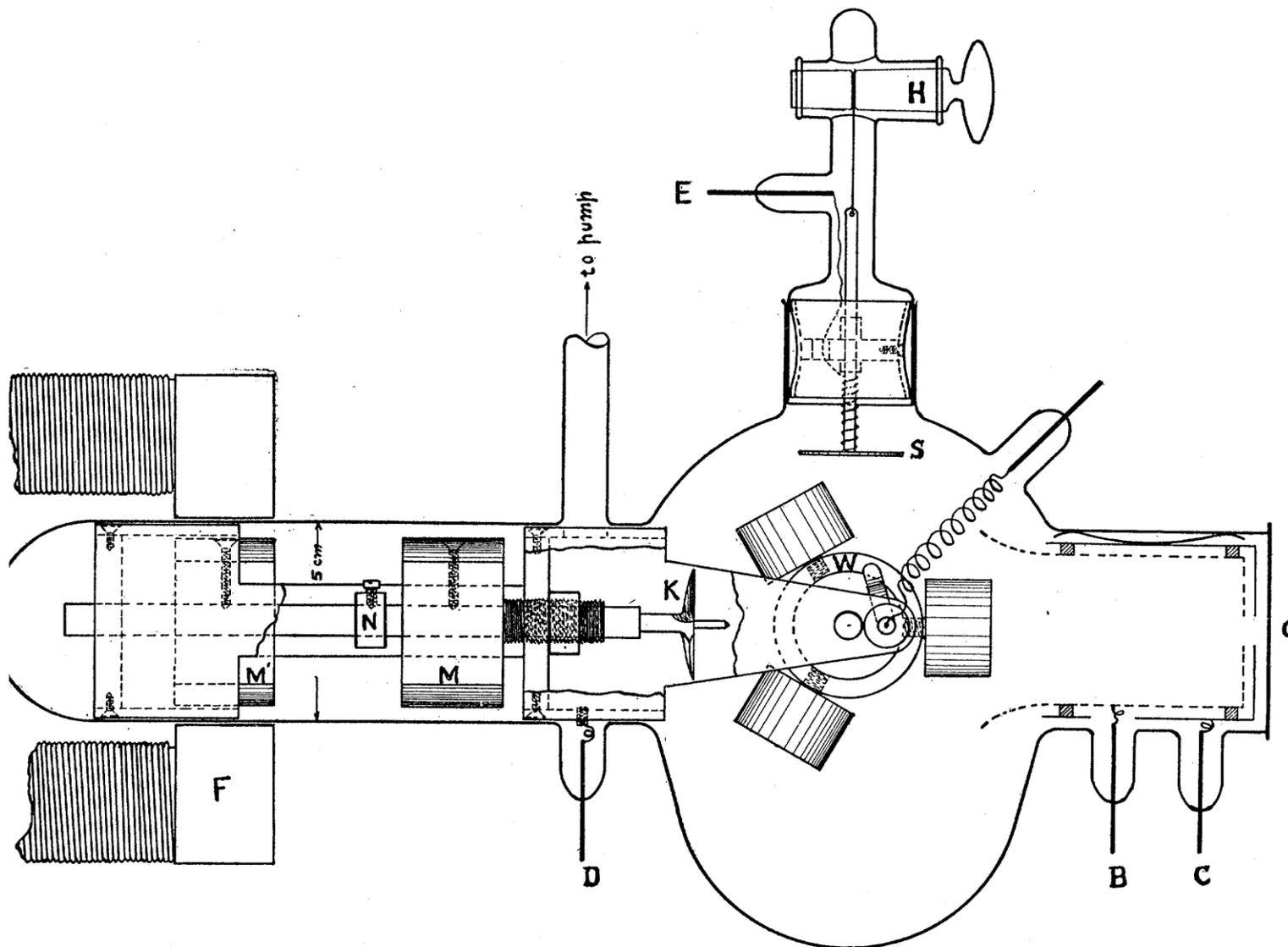


Fig. 2.

Planck con Leds

