
EFFECTO FOTOELÉCTRICO

OBXECTIVOS

- Construír e interpretar a gráfica frecuencia da luz incidente – enerxía do electrón xerada no efecto fotoeléctrico
- Construír e interpretar a gráfica intensidade de luz incidente – intensidade de corrente xerada no efecto fotoeléctrico
- Obter a expresión da enerxía en función da frecuencia para os electróns.
- Obter o valor da constante de Planck, h .

FUNDAMENTO TEÓRICO

As primeiras observacións do efecto fotoeléctrico foron feitas por Hertz no 1887 cunha bobina como receptor. Nela podía producir unha faísca á recepción de ondas electromagnéticas. Ao encerrar o receptor nunha caixa negra, observou que a lonxitude de onda máxima da faísca reducíase. No 1889, Thomson investigaba os raios catódicos, que deduciu que consistían un fluxo de partículas cargadas negativamente (electróns). Thomson utilizaba como cátodo unha placa metálica encerrada nun tubo de baleiro, expoñéndoo a luz de diferente lonxitude de onda.

En 1902 Philipp von Lenard realizou observacións do efecto fotoeléctrico nas que se puña de manifesto a variación de enerxía dos electróns coa frecuencia da luz incidente, medida a partir da diferenza de potencial necesaria para frealos nun tubo de raios catódicos (se ben proporcionaban datos unicamente cualitativos).

No 1905 Albert Einstein propuxo unha descrición matemática deste fenómeno que parecía funcionar correctamente e na que a emisión de electróns era producida pola absorción de cuantos de luz (fotóns), cunha enerxía para o seu arrinque que dependía de cada metal (motivo da concesión do Premio Nobel de Física en 1921). A demostración experimental deste aspecto foi levada a cabo en 1915 por Millikan.

A luz compórtase como ondas, podendo producir interferencias e difracción como no experimento da dobre fenda de Thomas Young. O efecto fotoeléctrico mostra o carácter corpuscular da luz. Os corpúsculos son os fotóns, con $E = h \cdot f$ (onde h é a constante de Planck e f a frecuencia da radiación electromagnética).

$$\boxed{h \cdot f = W_e + E_c} \quad \text{ou} \quad \boxed{h \cdot f = h \cdot f_0 + \frac{1}{2} m_e \cdot v^2}$$

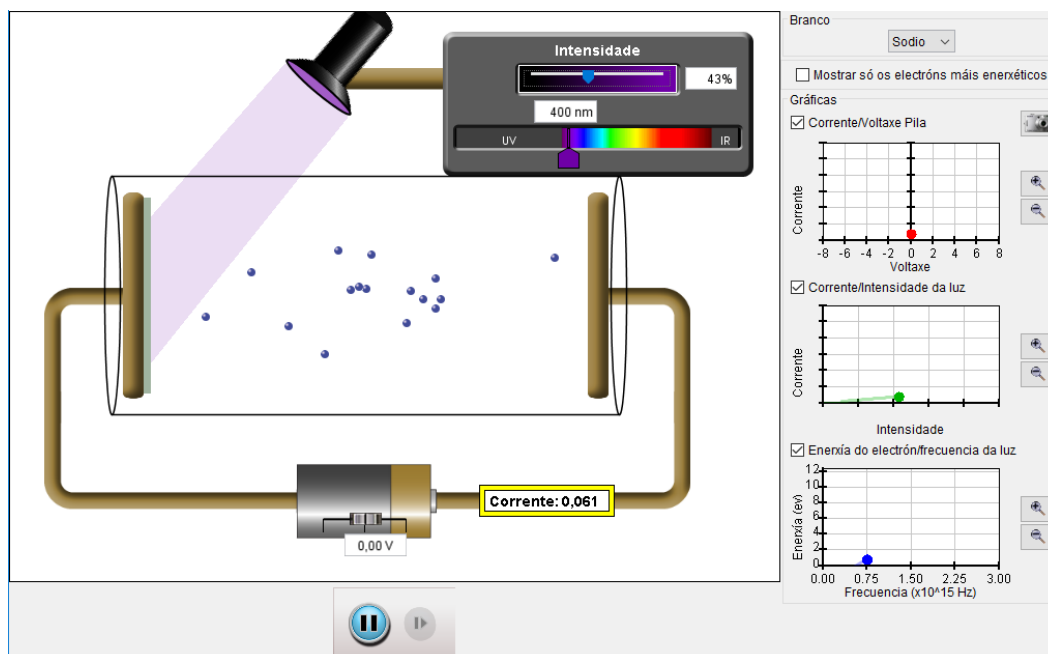
(Enerxía do fotón incidente = Traballo de extracción + enerxía cinética do electrón saínte)

O efecto fotoeléctrico é a base da produción de enerxía eléctrica por radiación solar e do seu aproveitamento enerxético, entre outros usos.

O efecto fotoeléctrico tamén se manifesta na natureza en corpos expostos á luz solar de xeito prolongado, como nas partículas de po da superficie lunar, que collen carga positiva debido ao impacto de fotóns. Os satélites espaciais tamén adquiren carga eléctrica positiva nas súas superficies iluminadas e negativa nas partes sombreadas, polo que é necesario ter en conta estes efectos de acumulación de carga no seu deseño.

PROCEDEMENTO

Úsase o physlet, descargable en galego de <https://phet.colorado.edu/gl/simulation/photoelectric>, ou tamén en <https://applets.kcvs.ca/photoelectricEffect/PhotoElectric.html>. A descarga permite a súa apertura e uso no navegador.



O manexo do programa permite a variación da intensidade de luz incidente, a súa frecuencia e o potencial de freado para diversos metais. Asemade, permite amosar ou non gráficas de funcionamento, a máis de contabilizar 'electróns' a ollo nu.

Nun primeiro momento, debe deixarse que o alumnado xogue e descubra por de seu as posibilidades do aparello, facéndose un primeiro esquema mental do seu funcionamento e do efecto fotoeléctrico.

A gráfica frecuencia da luz incidente – enerxía do electrón xerada no efecto fotoeléctrico e a gráfica intensidade de luz incidente – intensidade de corrente xerada no efecto fotoeléctrico poden ser visualizadas directamente na pantalla, mais é convinte que sexan construídas segundo os datos que aparecen como elixidos (variables independentes) ou consecuencia (variables dependentes) ao facer unha táboa con varios conxuntos de datos (cando menos, 5) para un determinado metal.

Unha vez construídas as gráficas, trátase de analízalas para tirar delas a ecuación que as rexe, de xeito independente a cada unha, e en conxunto.

Debe observarse ademais que non todos os electróns teñen a mesma enerxía cinética, servindo para explicar mellor o significado da ecuación de Einstein. Asemade, a construción de táboas correspondentes a metais diferentes debe facer pensar en cal é a diferenza entre eles.

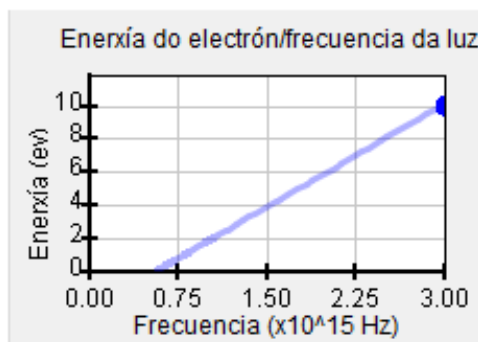
CUESTIÓNS

A partir da representación das gráficas $f_{\text{luz}} - E_{\text{electrón}}$ e/ou $I_{\text{luz}} - I_{\text{corrente}}$ poderase:

- Determinar o traballo de extracción e a frecuencia limiar.
- Calcular a velocidade máxima coa que son emitidos os electróns e o potencial de freado, para unha lonxitude de onda dada.
- Determinar a lonxitude de onda máxima capaz de producir efecto fotoeléctrico nun metal.
- Xustificar como varía, se é que o fai, a velocidade dos electróns coa intensidade da luz incidente e coa frecuencia.
- Calcular o valor da constante de Planck.
- Describir as variacións do observado fronte a unha montaxe ideal.

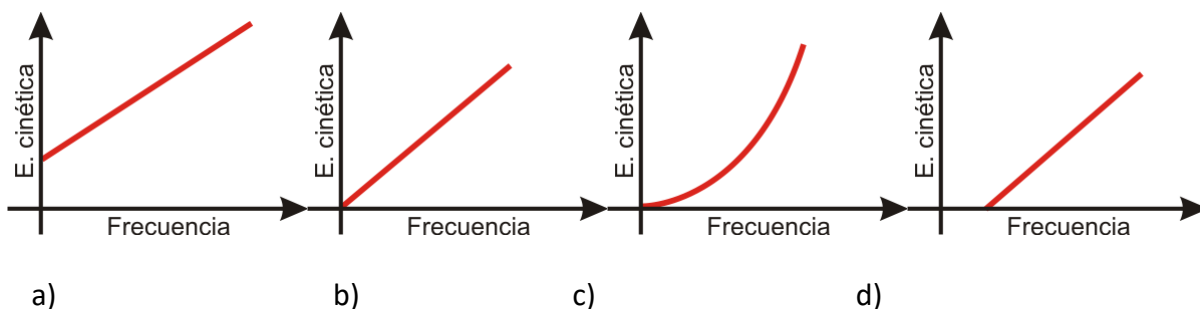
EXEMPLOS DE CUESTIÓNS

1. Na seguinte gráfica represéntase a variación da enerxía do electrón(eV) en función da frecuencia de irradiación. Determina o traballo de extracción, sabendo que $h=6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$.

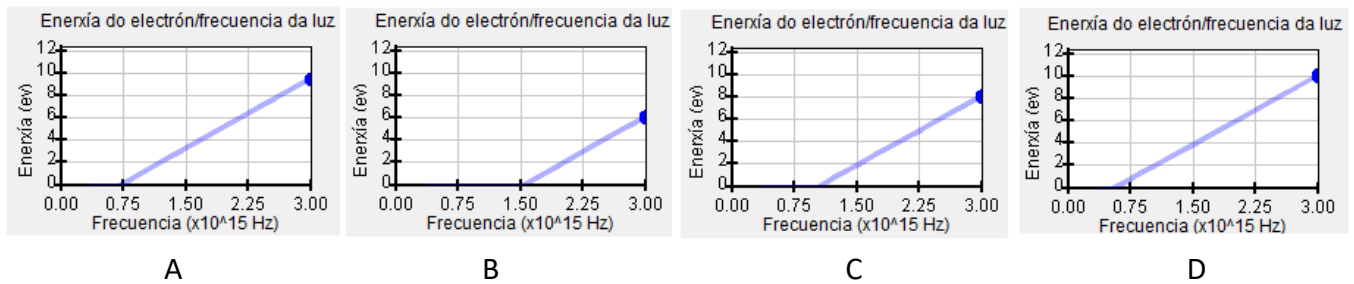


2. Nunha experiencia para calcular h , ao iluminar unha superficie metálica cunha radiación de $\lambda = 200 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, o potencial de freado para os electróns é de 1V. Se $\lambda = 175 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, o potencial de freado é 1,86V. Representa o valor absoluto do potencial de freado fronte á frecuencia e deduce de dita representación o valor da constante de Planck.
Datos: $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

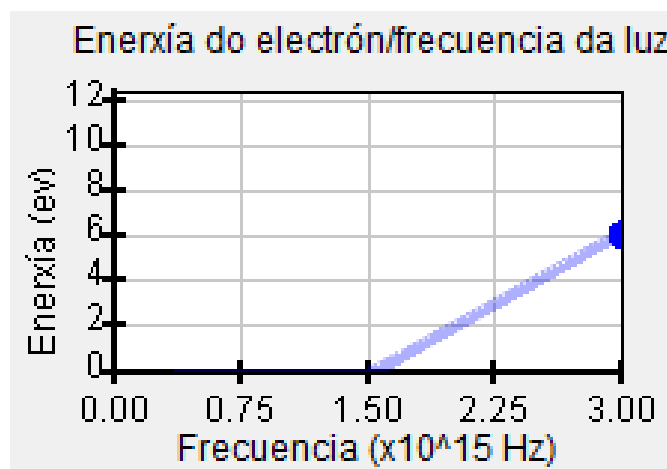
3. Das seguintes gráficas que representan os valores obtidos de enerxía cinética dos electróns emitidos por efecto fotoeléctrico en función da radiación incidente, indica cal ten a forma correcta e xustifica a túa resposta.



4. Indica e xustifica cal das seguintes gráficas corresponde ao metal con maior traballo de extracción.



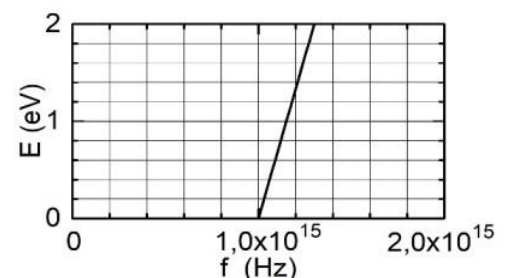
5. Determina, a partir da gráfica seguinte, o valor da constante de Planck, h , e indica a imprecisión relativa da súa medida, tendo en conta o valor teórico de $h=6,63 \cdot 10^{-34}$ J s.



6. Pódese medir experimentalmente a enerxía cinética máxima dos electróns emitidos ao facer incidir luz de distintas frecuencias sobre unha superficie metálica. Determina o valor da constante de Planck a partir dos resultados que se mostran na gráfica axunta.

DATO: $1\text{eV} = 1,6 \times 10^{-19}$ J

(ABAU. Setembro-2018)



ANEXO TEORÍA

$$h \cdot f = h \cdot f_0 + \frac{1}{2} m_e \cdot v^2$$

$$\phi = h \cdot f_0 \quad h = \frac{E_c}{(f - f_0)}$$