

PRÁCTICA 2

EFFECTO FOTOELÉCTRICO

Física Moderna — Ingeniería en Nanotecnología



DATOS GENERALES

- **Duración:** 45 minutos
- **Modalidad:** Trabajo colaborativo en equipos de 3-4 estudiantes
- **Materiales:** Computadora/tablet con acceso a internet, calculadora, hoja de trabajo impresa

Objetivos

Al finalizar esta actividad, el estudiante será capaz de:

- Comprobar experimentalmente las relaciones del efecto fotoeléctrico mediante una simulación
- Determinar la constante de Planck y la función trabajo de diferentes materiales
- Analizar gráficamente la relación entre frecuencia y energía cinética de los fotoelectrones
- Contrastar las predicciones clásicas con los resultados cuánticos

INTRODUCCIÓN

El simulador PhET “Efecto Fotoeléctrico” permite explorar de manera virtual todas las características del efecto fotoeléctrico. En esta actividad, utilizaremos este simulador para verificar experimentalmente la ecuación de Einstein, determinar constantes físicas fundamentales y analizar el comportamiento de diferentes materiales.

Instrucciones

1. Formen equipos de 3-4 integrantes
2. Accedan al simulador PhET: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/photoelectric>
3. Completen cada una de las secciones siguientes, registrando sus observaciones y resultados
4. Discutan las preguntas de análisis en equipo
5. Preparen una breve presentación (2-3 minutos) con sus conclusiones principales

Índice

1. PARTE 1: VERIFICACIÓN DE LA ECUACIÓN DE EINSTEIN	3
1.1. Procedimiento:	3
1.2. Tabla de datos:	3
1.3. Análisis:	4
2. PARTE 2: EFECTO DE LA INTENSIDAD DE LA LUZ	5
2.1. Procedimiento:	5
2.2. Tabla de datos:	5
2.3. Análisis:	5
3. PARTE 3: COMPARACIÓN DE DIFERENTES MATERIALES	5
3.1. Procedimiento:	5
3.2. Tabla de datos:	6
3.3. Análisis:	6
4. PARTE 4: APLICACIÓN A UN PROBLEMA PRÁCTICO	7
4.1. Problema:	7
5. PARTE 5: INTERPRETACIÓN FÍSICA	7

1. PARTE 1: VERIFICACIÓN DE LA ECUACIÓN DE EINSTEIN

1.1. Procedimiento:

1. Seleccionen el material “Sodio” en el simulador
2. Configuren la intensidad al 50 % y el voltaje de la batería en 0 V
3. Para cada longitud de onda de la tabla, registren la corriente observada y la energía cinética máxima de los electrones (usando el voltaje de frenado)
4. Si no hay emisión de electrones para alguna longitud de onda, marcar con “N/A”

1.2. Tabla de datos:

Longitud de onda (nm)	Frecuencia (10^{14} Hz)	Corriente (nA)	Energía cinética máxima (eV)
400			
450			
500			
550			
600			
650			

1.3. Análisis:

1. Calculen la frecuencia correspondiente a cada longitud de onda usando $f = c/\lambda$
2. Representen gráficamente la energía cinética máxima frente a la frecuencia
3. Encuentren la ecuación de la recta de mejor ajuste
4. A partir de la pendiente, determinen el valor experimental de la constante de Planck
5. A partir del punto de corte con el eje X, determinen la frecuencia umbral y la función trabajo del sodio

Preguntas de Análisis

Preguntas:

1. ¿Cómo se compara su valor experimental de la constante de Planck con el valor aceptado ($h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$)?
2. ¿Cómo se compara la función trabajo obtenida con el valor teórico para el sodio (2.46 eV)?
3. ¿Existe algún caso donde se observe emisión por debajo de la frecuencia umbral?

2. PARTE 2: EFECTO DE LA INTENSIDAD DE LA LUZ

2.1. Procedimiento:

1. Mantengan seleccionado el material “Sodio”
2. Fijen la longitud de onda en 400 nm
3. Varíen la intensidad según los valores de la tabla y registren la corriente y la energía cinética máxima

2.2. Tabla de datos:

Intensidad (%)	Corriente (nA)	Energía cinética máxima (eV)
20		
40		
60		
80		
100		

2.3. Análisis:

1. Representen gráficamente la corriente frente a la intensidad
2. Representen gráficamente la energía cinética máxima frente a la intensidad

Preguntas de Análisis

Preguntas:

1. ¿Cómo afecta la intensidad de la luz a la corriente fotoeléctrica?
2. ¿Cómo afecta la intensidad de la luz a la energía cinética máxima de los fotoelectrones?
3. ¿Estos resultados son coherentes con la teoría clásica o con la teoría cuántica? Expliquen.

3. PARTE 3: COMPARACIÓN DE DIFERENTES MATERIALES

3.1. Procedimiento:

1. Fijen la longitud de onda en 500 nm y la intensidad al 50 %
2. Para cada material disponible en el simulador, determinen si hay emisión fotoeléctrica
3. Si hay emisión, registren la energía cinética máxima usando el voltaje de frenado

3.2. Tabla de datos:

Material	¿Hay emisión? (Sí/No)	Energía cinética máxima (eV)	Función trabajo estimada (eV)
Sodio			
Zinc			
Cobre			
Platino			
Otro			

3.3. Análisis:

1. Para cada material donde hay emisión, calculen la función trabajo experimental
2. Ordenen los materiales según su función trabajo, de menor a mayor

Preguntas de Análisis

Preguntas:

1. ¿Qué relación existe entre la función trabajo y la facilidad con que un material emite fotoelectrones?
2. ¿Por qué algunos materiales no presentan efecto fotoeléctrico con la longitud de onda utilizada?
3. Si quisieran diseñar un detector fotoeléctrico muy sensible a luz visible, ¿qué material elegirían y por qué?

4. PARTE 4: APLICACIÓN A UN PROBLEMA PRÁCTICO

4.1. Problema:

Se está diseñando un sensor fotoeléctrico para un sistema de seguridad que debe activarse únicamente con luz ultravioleta ($\lambda < 400 \text{ nm}$) y no con luz visible.

Preguntas de Análisis

Preguntas:

1. ¿Qué material entre los disponibles sería más adecuado para este sensor? Justifiquen su respuesta.
2. Calculen la frecuencia de corte y la longitud de onda de corte para el material seleccionado.
3. Si el sensor se expone accidentalmente a luz visible intensa (por ejemplo, un flash fotográfico), ¿se activaría?
4. Diseñen un experimento con el simulador para verificar su respuesta al punto 3.

5. PARTE 5: INTERPRETACIÓN FÍSICA

Preguntas de Análisis

Preguntas de reflexión:

1. Expliquen cómo el efecto fotoeléctrico evidencia la naturaleza corpuscular de la luz.
2. ¿Por qué la emisión fotoeléctrica es instantánea, incluso a intensidades muy bajas?
3. ¿Cómo se relaciona la ecuación de Einstein ($K_{\text{máx}} = hf - \phi$) con el principio de conservación de la energía?
4. ¿Qué implicación tiene el efecto fotoeléctrico para el debate histórico sobre si la luz es onda o partícula?

CONCLUSIONES FINALES

Basándose en sus resultados y análisis, elaboren un párrafo de conclusiones que resuma:

1. Las principales características del efecto fotoeléctrico verificadas experimentalmente
2. La validez de la ecuación de Einstein para explicar el fenómeno
3. Las implicaciones conceptuales para la física cuántica

4. Posibles aplicaciones tecnológicas basadas en este fenómeno

ENTREGABLES

Al finalizar la actividad, cada equipo debe entregar:

1. Esta hoja de trabajo completada con todos los datos y respuestas
2. Gráficas elaboradas (pueden ser hechas a mano o en computadora)
3. Un breve reporte con sus conclusiones (máximo una página)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterio	Puntuación máxima
Recolección precisa de datos	20 puntos
Cálculos y análisis correctos	25 puntos
Gráficas bien elaboradas	15 puntos
Respuestas a preguntas de análisis	25 puntos
Conclusiones y reflexiones	15 puntos
Total	100 puntos

RECURSOS DE APOYO

- Simulador PhET: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/photoelectric>
- Valores de referencia para funciones trabajo: [tabla proporcionada en clase]
- Constantes físicas:
 - Constante de Planck: $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} = 4,136 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$
 - Velocidad de la luz: $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$
 - Carga del electrón: $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
- Conversión útil: $hc \approx 1240 \text{ eV}\cdot\text{nm}$