

Relación Nº 11: LA CRISIS DE LA FÍSICA CLÁSICA: INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA MODERNA (FÍSICA CUÁNTICA)

Cuestiones:

1. La temperatura aproximada de la superficie de una estrella es de 4.500 K, ¿qué color predominará cuando veamos la luz que emite? La constante de la Ley de Wien vale $2,9 \cdot 10^{-3}$ m K.
2.
 - a) ¿Cuál es la Hipótesis Cuántica de Planck?
 - b) ¿Qué cuantos de radiación son más energéticos, los infrarrojos o los visibles?
 - c) ¿Qué fotón es más energético, el de la luz verde o el de la luz ultravioleta?
3.
 - a) ¿Por qué la teoría ondulatoria no explica satisfactoriamente el efecto fotoeléctrico? En otras palabras, razone por qué la teoría ondulatoria de la luz no permite explicar el efecto fotoeléctrico.
 - b) Efecto fotoeléctrico. Teoría de Einstein (Explique la teoría de Einstein del efecto fotoeléctrico y el concepto de fotón).
4.
 - 4.1) Umbral fotoeléctrico es:
 - a) Una energía.
 - b) Una frecuencia.
 - c) Una longitud de onda.
 - d) Una radiación electromagnética.
 - e) Un trabajo de extracción.
 - 4.2) El valor del umbral fotoeléctrico depende:
 - a) De la radiación luminosa que llega al umbral.
 - b) Del valor del trabajo de extracción de los electrones.
 - c) Del peso atómico del metal.
 - d) Del número atómico del metal.
 - e) De los electrones de valencia del metal.
5.
 - a) Cuando se ilumina un metal con luz violeta no se produce el efecto fotoeléctrico. ¿Emitirá electrones el metal cuando se ilumina con luz amarilla?
 - b) Los metales alcalinos se emplean para las células fotoeléctricas con preferencia a los demás metales. ¿Por qué?
6.
 - 6.1) La corriente de los electrones desprendidos:
 - a) Aumenta con la iluminación que llega.
 - b) No varía con la iluminación.
 - c) Disminuye al aumentar la iluminación.
 - 6.2) La energía fotónica gastada en el efecto fotoeléctrico aumenta:
 - a) Con la longitud de onda de la radiación.
 - b) Con la frecuencia.
 - c) Con ninguna de las dos.
 - d) Con el flujo luminoso que llega al metal.
7.
 - 7.1) La energía cinética que poseen los electrones desprendidos del metal alcalino por los fotones de la luz procede:
 - a) De los átomos excitados del metal.
 - b) Del calor ambiental.
 - c) De la radiación luminosa.
 - 7.2) Si se duplica la frecuencia de la radiación que incide sobre la superficie de un metal, ¿se duplica la energía cinética máxima de los electrones extraídos?
8.
 - a) Explique la hipótesis de Luis De Broglie de dualidad onda corpúsculo.
 - b) Explique por qué no suele utilizarse habitualmente la idea de dualidad al tratar con objetos macroscópicos, como por ejemplo un coche. Aplique la ecuación de Luis De Broglie al siguiente caso: Un átomo de plomo se mueve con una energía cinética de 10^7 eV. Determine el valor de la longitud de onda asociada a dicho átomo.
Datos: $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s; $u = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg ; $M(\text{Pb}) = 207$ u.
 - c) Dos partículas no relativistas tienen asociada la misma longitud de onda de Luis De Broglie. Si la masa de una de ellas es el doble que la masa de la otra, determina:
 - a- i) La relación entre sus momentos lineales.
 - a- ii) La relación entre sus velocidades.
9. Las partículas α son núcleos de helio, de masa cuatro veces la del protón, aproximadamente. Si una partícula α y un protón, que poseen la misma energía cinética, se mueven a velocidades mucho menores que la luz, ¿qué relación existe entre las longitudes de onda de De Broglie correspondientes a las dos partículas?

Relación Nº 11: LA CRISIS DE LA FÍSICA CLÁSICA: INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA MODERNA (FÍSICA CUÁNTICA)

Problemas:

10. Sobre una lámina de cobre incide una radiación ultravioleta de longitud de onda $\lambda = 240 \cdot 10^{-9} \text{ m}$. Si el umbral fotoeléctrico del cobre corresponde a una longitud de onda $\lambda_0 = 320 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, calcule:

a) El trabajo de extracción.

b) La velocidad máxima de los fotoelectrones liberados.

Datos: $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$.

Soluciones: a) $W_0 = 6,21 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 3,87 \text{ eV}$. b) $v_{\text{máx.}} = 673.963 \text{ m/s}$.

11. Al iluminar un metal con luz de frecuencia $2,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ se observa que emite electrones que pueden detenerse al aplicar un potencial de frenado de $7,2 \text{ V}$. Si sobre el mismo metal incide una luz cuya frecuencia es de $1,7 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$, el potencial de frenado pasa a ser de $3,8 \text{ V}$. Calcula:

a) El valor de la constante de Planck.

b) La función de trabajo del metal.

Soluciones: a) $h = 6,7 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$. b) $W_0 = 3,3 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 3,31 \text{ eV}$.

12. Al iluminar la superficie de un metal con luz de longitud de onda 280 nm , la emisión de fotoelectrones cesa para un potencial de frenado de $1,3 \text{ V}$.

a) Determina la función trabajo del metal y la frecuencia umbral de emisión fotoeléctrica.

b) Cuando a superficie del metal se ha oxidado, el potencial de frenado para la misma luz incidente es de $0,7 \text{ V}$. Razone cómo cambian, debido a la oxidación del metal:

b- i) la energía cinética máxima de los fotoelectrones;

b- ii) la frecuencia umbral de emisión;

b- iii) la función trabajo.

Datos: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Soluciones: a) $W_0 = 5,02 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 3,13 \text{ eV}$; $\nu_0 = 7,57 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

b- i) Disminuye $E_{c_{\text{máx.}}} = 1,12 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0,7 \text{ eV}$;

b-ii) Aumenta $\nu_0 = 9,02 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$; b-iii) Aumenta $W_0 = 5,98 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 3,73 \text{ eV}$.

13. a) Si el trabajo de extracción de la superficie de un determinado material es de $2,07 \text{ eV}$: ¿En qué rango de longitudes de onda del espectro visible puede utilizarse este material en células fotoeléctricas?

b) Las longitudes de onda de la luz visible están comprendidas entre 380 nm y 775 nm .

Calcula la velocidad de extracción de los electrones emitidos para una longitud de onda de 400 nm .

Datos: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Soluciones: a) Entre 380 nm y 600 nm . b) $V = 6,04 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-1}$.

14. Un protón que parte del reposo es acelerado por una diferencia de potencial de 10 V .

Determina:

a) La energía que adquiere el protón expresada en eV y su velocidad.

b) La longitud de onda de De Broglie asociada al protón con la velocidad anterior.

Datos: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$; $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Soluciones: a) $E_c = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 10 \text{ eV}$. $V = 4,38 \cdot 10^5 \text{ m/s}$. b) $\lambda = 9,06 \cdot 10^{-3} \text{ m}$.

15. Al incidir luz de longitud de onda $\lambda = 620 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ sobre una fotocélula se emiten electrones con una energía cinética de $0,14 \text{ eV}$.

a) Calcule el trabajo de extracción y la frecuencia umbral de la fotocélula.

b) ¿Qué diferencia cabría esperar en los resultados del apartado a) si la longitud de onda incidente fuera doble?

Datos: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Soluciones: a) $W_0 = 2,98 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,86 \text{ eV}$; $\nu_0 = 4,50 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. b) El trabajo de extracción y la frecuencia umbral sería el mismo, ya que no cambiamos de fotocélula.