

Física moderna

Cuestiones

1.
 - a) (12) Explique la teoría de Einstein del efecto fotoeléctrico y el concepto de fotón.
 - b) Razone por qué la teoría ondulatoria de la luz no permite explicar el efecto fotoeléctrico.
2.
 - a) (12) Analice la insuficiencia de la física clásica para explicar el efecto fotoeléctrico.
 - b) Si tenemos luz monocromática verde de débil intensidad y luz monocromática roja intensa, capaces ambas de extraer electrones de un determinado metal, ¿cuál de ellas produciría electrones con mayor energía? ¿Cuál de las dos extraería mayor número de electrones? Justifique las respuestas.
3.
 - a) (11) Explique la teoría de Einstein del efecto fotoeléctrico.
 - b) Razone si es posible extraer electrones de un metal al iluminarlo con luz amarilla, sabiendo que al iluminarlo con luz violeta de cierta intensidad no se produce el efecto fotoeléctrico. ¿Y si aumentáramos la intensidad de la luz?
4.
 - a) (11) Hipótesis de De Broglie.
 - b) Razone qué longitud de onda es mayor, la asociada a protones o a electrones de la misma energía cinética.
5.
 - a) (10) Explique la teoría de Einstein del efecto fotoeléctrico.
 - b) Razone cómo cambiarían el trabajo de extracción y la velocidad máxima de los electrones emitidos si se disminuyera la longitud de onda de la luz incidente.
6.
 - a) (10) Explique la hipótesis de de Broglie.
 - b) Considere un haz de protones y un haz de electrones de igual energía cinética. Razone cuál de ellos tiene mayor longitud de onda.
7.
 - a) (09) Explique qué se entiende por frecuencia umbral en el efecto fotoeléctrico.
 - b) Razone si al aumentar la intensidad de la luz con la que se ilumina el metal aumenta la energía cinética máxima de los electrones emitidos.
8. (09) Razone si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:
 - a) Cuando un electrón de un átomo pasa de un estado más energético a otro menos energético emite energía y esta energía puede tomar cualquier valor en un rango continuo.
 - b) La longitud de onda asociada a una partícula es inversamente proporcional a su masa.
9.
 - a) (09) Enuncie la hipótesis de De Broglie. ¿Depende la longitud de onda asociada a una partícula de su masa?
 - b) Enuncie el principio de incertidumbre y explique su origen.
10.
 - a) (08) Escriba la ecuación de De Broglie y comente su significado físico.
 - b) Considere las longitudes de onda asociadas a protones y a electrones, e indique razonadamente cuál de ellas es menor si las partículas tienen la misma velocidad. ¿Y si tienen el mismo momento lineal?
11.
 - a) (08) Enuncie y comente el principio de incertidumbre de Heisenberg.
 - b) Explique los conceptos de estado fundamental y estados excitados de un átomo y razone la relación que tienen con los espectros atómicos.
12. (08) Razone si las siguientes afirmaciones son ciertas o falsas:
 - a) “Los electrones emitidos en el efecto fotoeléctrico se mueven con velocidades mayores a medida que aumenta la intensidad de la luz que incide sobre la superficie del metal”.
 - b) “Cuando se ilumina la superficie de un metal con una radiación luminosa sólo se emiten electrones si la intensidad de luz es suficientemente grande”.
13.
 - a) (07) Explique, en términos de energía, el proceso de emisión de fotones por los átomos en un estado excitado.
 - b) Razone por qué un átomo sólo absorbe y emite fotones de ciertas frecuencias.
14. (07) Razone si la longitud de onda de de Broglie de los protones es mayor o menor que la de los electrones en los siguientes casos:
 - a) ambos tienen la misma velocidad.

- b) ambos tienen la misma energía cinética.
15. (07) Cuando se ilumina un metal con un haz de luz monocromática se observa emisión fotoeléctrica.
- a) Explique, en términos energéticos, dicho proceso.
- b) Si se varía la intensidad del haz de luz que incide en el metal, manteniéndose constante su longitud de onda, ¿variará la velocidad máxima de los electrones emitidos? ¿Y el número de electrones emitidos en un segundo? Razone las respuestas.
16. a) (06) Explique la conservación de la energía en el proceso de emisión de electrones por una superficie metálica al ser iluminada con luz adecuada.
- b) Razone qué cambios cabría esperar en la emisión fotoeléctrica de una superficie metálica:
- 1) al aumentar la intensidad de la luz incidente;
 - 2) al aumentar el tiempo de iluminación;
 - 3) al disminuir la frecuencia de la luz.
17. a) (06) Explique el proceso de emisión fotoeléctrica por una superficie metálica y las condiciones necesarias para que se produzca.
- b) Razone por qué la teoría clásica no puede explicar el efecto fotoeléctrico.
18. a) (06) Enuncie el principio de incertidumbre y explique cuál es su origen.
- b) Razone por qué no tenemos en cuenta el principio de incertidumbre en el estudio de los fenómenos ordinarios.

Problemas

19. (12) Iluminamos con luz de longitud de onda $\lambda = 3 \cdot 10^{-7}$ m la superficie de un metal alcalino cuyo trabajo de extracción es de 2 eV.
- a) Explique qué ocurre y calcule la energía cinética máxima de los electrones emitidos.
- b) Calcule la longitud de onda de De Broglie asociada a dichos electrones.
- $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹ ; $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J s ; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C ; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg
20. (11) El espectro de luz visible (luz blanca) incluye longitudes de onda comprendidas entre $3,8 \cdot 10^{-7}$ m (violeta) y $7,8 \cdot 10^{-7}$ m (rojo).
- a) Enuncie la hipótesis de Planck y calcule la energía de los fotones que corresponden a las luces violeta y roja indicadas.
- b) ¿Cuántos fotones de luz roja son necesarios para acumular una energía de 3 J? $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹ ; $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J s
21. (11) Una lámina metálica comienza a emitir electrones al incidir sobre ella luz de longitud de onda menor que $5 \cdot 10^{-7}$ m.
- a) Analice los cambios energéticos que tienen lugar en el proceso de emisión y calcule con qué velocidad máxima saldrán emitidos los electrones si la luz que incide sobre la lámina tiene una longitud de onda de $2 \cdot 10^{-7}$ m.
- b) Razone qué sucedería si la frecuencia de la radiación incidente fuera de $5 \cdot 10^{14}$ s⁻¹.
- $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J s ; $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹ ; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg
22. a) (10) Calcule la energía cinética de un electrón cuya longitud de onda de De Broglie es $5 \cdot 10^{-10}$ m
- b) Razone si un protón con la misma longitud de onda asociada tendría la misma energía cinética.
- $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J s ; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C ; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg ; $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg.
23. (10) Al iluminar potasio con luz amarilla de sodio de $\lambda = 5890 \cdot 10^{-10}$ m se liberan electrones con una energía cinética máxima de $0,577 \cdot 10^{-19}$ J y al iluminarlo con luz ultravioleta de una lámpara de mercurio de $\lambda = 2537 \cdot 10^{-10}$ m, la energía cinética máxima de los electrones emitidos es $5,036 \cdot 10^{-19}$ J.
- a) Explique el fenómeno descrito en términos energéticos y determine el valor de la constante de Planck.
- b) Calcule el valor del trabajo de extracción del potasio.
- $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹

24. (09) Sobre un metal cuyo trabajo de extracción es 3 eV se hace incidir radiación de longitud de onda $2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$.
- Calcule la velocidad máxima de los electrones emitidos, analizando los cambios energéticos que tienen lugar.
 - Determine la frecuencia umbral de fotoemisión del metal.
- $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.
25. a) (09) Un haz de electrones se acelera bajo la acción de un campo eléctrico hasta una velocidad de $6 \cdot 10^5 \text{ m s}^{-1}$. Haciendo uso de la hipótesis de De Broglie calcule la longitud de onda asociada a los electrones.
- La masa del protón es aproximadamente 1800 veces la del electrón. Calcule la relación entre las longitudes de onda de De Broglie de protones y electrones suponiendo que se mueven con la misma energía cinética.
- $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.
26. (08) Al incidir un haz de luz de longitud de onda $625 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ sobre una superficie metálica, se emiten electrones con velocidades de hasta $4,6 \cdot 10^5 \text{ m s}^{-1}$
- Calcule la frecuencia umbral del metal.
 - Razone cómo cambiaría la velocidad máxima de salida de los electrones si aumentase la frecuencia de la luz ¿Y si disminuyera la intensidad del haz de luz?
- $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
27. a) (08) Un haz de electrones se acelera bajo la acción de un campo eléctrico hasta una velocidad de $6 \cdot 10^5 \text{ m s}^{-1}$. Haciendo uso de la hipótesis de De Broglie calcule la longitud de onda asociada a los electrones.
- La masa del protón es aproximadamente 1800 veces la del electrón. Calcule la relación entre las longitudes de onda de De Broglie de protones y electrones suponiendo que se mueven con la misma energía cinética.
- $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
28. (07) Un haz de electrones se acelera con una diferencia de potencial de 30 kV .
- Determine la longitud de onda asociada a los electrones.
 - Se utiliza la misma diferencia de potencial para acelerar electrones y protones. Razone si la longitud de onda asociada a los electrones es mayor, menor o igual a la de los protones. ¿Y si los electrones y los protones tuvieran la misma velocidad?
- $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
29. (07) Sobre una superficie de sodio metálico inciden simultáneamente dos radiaciones monocromáticas de longitudes de onda $\lambda_1 = 500 \text{ nm}$ y $\lambda_2 = 560 \text{ nm}$. El trabajo de extracción del sodio es $2,3 \text{ eV}$.
- Determine la frecuencia umbral de efecto fotoeléctrico y razone si habría emisión fotoeléctrica para las dos radiaciones indicadas.
 - Explique las transformaciones energéticas en el proceso de fotoemisión y calcule la velocidad máxima de los electrones emitidos.
- $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
30. (07) Un fotón incide sobre un metal cuyo trabajo de extracción es 2 eV . La energía cinética máxima de los electrones emitidos por ese metal es $0,47 \text{ eV}$.
- Explique las transformaciones energéticas que tienen lugar en el proceso de fotoemisión y calcule la energía del fotón incidente y la frecuencia umbral de efecto fotoeléctrico del metal.
 - Razone cuál sería la velocidad de los electrones emitidos si la energía del fotón incidente fuera 2 eV .
- $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
31. a) (06) En un microscopio electrónico se aplica una diferencia de potencial de 20 kV para acelerar los electrones. Determine la longitud de onda de los fotones de rayos X de igual energía que dichos electrones.

b) Un electrón y un neutrón tienen igual longitud de onda de De Broglie. Razone cuál de ellos tiene mayor energía.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; m(e) = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}; m(n) = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

32. (06) Al incidir luz de longitud de onda 620 nm en la superficie de una fotocélula, la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos es 0,14 eV.

a) Determine la función trabajo del metal y el potencial de frenado que anula la fotoemisión.

b) Explique, con ayuda de una gráfica, cómo varía la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos al variar la frecuencia de la luz incidente.

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

33. (06) 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 V.

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

b) Cuando la superficie del metal se ha oxidado, el potencial de frenado para la misma luz incidente es de 0,7 V. Razone cómo cambian, debido a la oxidación del metal: i) la energía cinética máxima de los fotoelectrones; ii) la frecuencia umbral de emisión; iii) la función trabajo.

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

34. a) (05) Cuál es la energía de un fotón cuya cantidad de movimiento es la misma que la de un neutrón de energía 4 eV.

b) ¿Cómo variaría la longitud de onda asociada al neutrón si se duplicase su energía?

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; m_n = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

35. a) (05) ¿Cuál es la energía cinética de un electrón cuya longitud de onda de De Broglie es de 10^{-9} m?

b) Si la diferencia de potencial utilizada para que el electrón adquiriera la energía cinética se reduce a la mitad, ¿cómo cambia su longitud de onda asociada? Razone la respuesta.

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

36. (05) El trabajo de extracción del aluminio es 4,2 eV. Sobre una superficie de aluminio incide radiación electromagnética de longitud de onda $200 \cdot 10^{-9}$ m. Calcule razonadamente:

a) La energía cinética de los fotoelectrones emitidos y el potencial de frenado.

b) La longitud de onda umbral para el aluminio.

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}; 1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$