Una esfera de **tungsteno (W)** de diámetro D_W **= 3,4 cm**, es calentada hasta una temperatura T_W **= 2878 K**. A esa temperatura T_W, la esfera de W irradia una potencia P_W que equivale a un **30 %** de la que irradiaría un cuerpo negro de iguales dimensiones.

Si la esfera fuese un cuerpo negro, ¿a qué temperatura irradiaría una potencia igual a P_W? Previamente al cálculo, justificar si debería ser mayor, menor o igual que T_W.

Si la esfera fuese un cuerpo negro a temperatura T_W, ¿qué diámetro debería tener para irradiar una potencia igual a P_W? Previamente al cálculo, justificar si debería ser mayor, menor o igual que D_W.

Comentario:
a) Justificación incompleta

b) Justificación incompleta

Nota: 9

Considerando un ion hidrogenoide con **Z = 2**:
¿Cuánta energía (en eV) se necesita para ionizar a un electrón desde el nivel fundamental?

Si un conjunto de dichos iones en su nivel fundamental absorben cada uno un fotón de **51 eV**, ¿de cuántas energías distintas podrían ser los fotones emitidos en las desexcitaciones?

¿Qué energías pueden tener los fotones emitidos en las desexcitaciones?

Si los fotones emitidos en las transiciones **n = 3** → **n = 2** y **n = 3** → **n = 1** del ion considerado son capaces de arrancar fotoelectrones de un metal desconocido, pero los emitidos en la transición **n = 4** → **n = 3** no logran arrancar electrones en el mismo metal. ¿En qué rango de energías (valores mínimo y máximo posibles) se encuentra la función de trabajo del metal?

Mínimo (en eV):

Máximo (en eV):

Nota: 7

Comentario:
3) La transición planteada no corresponde a ionización desde el estado fundamental

6 y 7) Si la energía del fotón iguala la función trabajo, hay efecto. Los extremos del intervalo van al revés: abierto para el mínimo y cerrado para el máximo

Un sistema de **8** electrones a T **= 0 K** se encuentra dentro de un prisma metálico de lados **a**, **b** y **c** tales que **a = 1,5 Å**, **b = a** y **c = 3a**.

Si se comprime el lado **c** hasta que todos los lados resulten iguales (**c = a**), ¿en qué porcentaje varía la energía del sistema? Responder tomando el caso original como base (100 %) y expresar como variación positiva si aumenta y negativa si disminuye.

Si se comprime el lado **c** hasta que todos los lados resulten iguales (**c = a**), ¿en qué porcentaje varía la energía media por electrón? Responder tomando el caso original como base (100 %) y expresar como variación positiva si aumenta y negativa si disminuye.

Si se comprime el lado **c** hasta que todos los lados resulten iguales (**c = a**), ¿en qué porcentaje varía la energía de Fermi? Responder tomando el caso original como base (100 %) y expresar como variación positiva si aumenta y negativa si disminuye.

Realizar el esquema de los niveles ocupados indicando su energía y su degeneración, en ambos casos (caja original y comprimida). Ubicar los electrones en dichos niveles identificando cada electrón con el conjunto de números cuánticos que le corresponda.

Comentario:
No interpreta que se piden las variaciones porcentuales, por ejemplo:

DE=Ef(sist1) -Ef(sist2)

La variación porcentual es DE*100/Ef (sist1).

Nota: 9

$\boxed{1}$ $D_m = 3{,}4 \cdot 10^{-2}\ m \rightarrow r_m = 1{,}7 \cdot 10^{-2}\ m$

a) $T_m = 2873\ K$

$P_m = 0{,}3\ P_{cn}$

La potencia es radiancia por ~~superficie~~ área.

$P = R \cdot A = R\, 4\pi r_m^2$

La radiancia en todo el espectro está dada por la ley de Stefann-Boltzman:

$R = \sigma T^4 e$

Entonces la potencia dada por radiación en todo el espectro para la esfera queda:

$P = \sigma T_m^4 e\, 4\pi r_m^2$

Para la esfera del enunciado, $e = 0{,}3$. lo que entiendo que se pregunta es para que T_x se cumple:

$\cancel{\sigma} T_m^4\, 0{,}3\, \cancel{4\pi r_m^2} = \cancel{\sigma} T_x^4 \cdot 1 \cdot \cancel{4\pi r_m^2}$

(siendo la emisividad 1 para un cuerpo negro).

Esto se reduce a:

$T_m^4\, 0{,}3 = T_x^4$

Esto se entiende esperable: como la emisividad de un cuerpo negro es máxima, a una $\boxed{\text{temperatura menor}}$ puede lograr la misma potencia.

[redacted]

$T_x = \sqrt[4]{0,3\, T_w^4} \cong \boxed{2130\ K}$ 0,2

b) Análogamente

$\cancel{\sigma}\, T_w^4 \cdot 1 \cdot \cancel{4\pi}\, r_x^2 = \cancel{\sigma}\, \cancel{T_w^4} \cdot 0,3 \cdot \cancel{4\pi}\, r_w^2$

$r_x^2 = 0,3\, r_w^2$

Del mismo modo, por tener mayor emisividad, el cuerpo negro necesita de $\boxed{\text{menor}}$ tamaño (diámetro en este caso) para lograr la misma potencia:

$r_x = \sqrt{0,3\, r_w^2} \cong 9,311 \cdot 10^{-3}\ m \rightarrow$

$D_x \cong \boxed{0,019\ m}$

[redacted]

$\boxed{2}$ a) Partiendo desde el nivel fundamental ($n_i = 1$), para excitar a un electrón al primer estado de excitación ($n_f = 2$), planteo la diferencia de energía entre ambos niveles a partir de la ecuación de energía del modelo de Bohr

$$E_f - E_i =$$

(no uso el postulado de Bohr $E_i - E_f = h\nu$ porque me interesa la energía que hay que entregarle al electrón)

$$-E_0\left(\frac{Z}{n_f}\right)^2 + E_0\left(\frac{Z}{n_i}\right)^2 =$$

$$-E_0 Z^2\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right) = \frac{-\hbar^2}{2a_0^2 m_e} 2^2\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{1^2}\right) \cong$$

$$6{,}54 \times 10^{-18}\ J \cong \boxed{40{,}817\ eV}$$

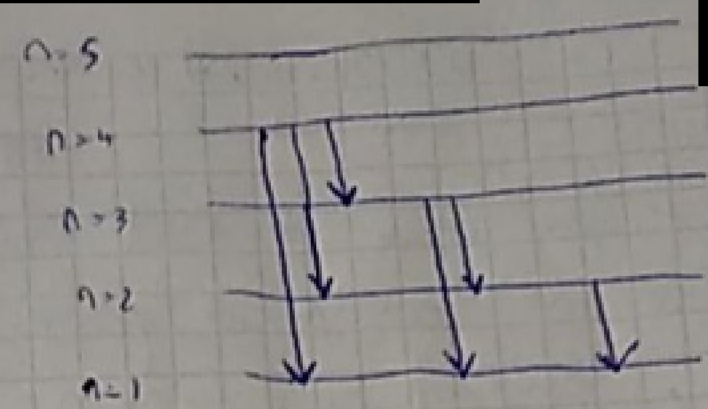
b) Los fotones entregan toda su energía, por lo que (si lo hay), existe un único estado de excitación al que esos iones pueden llevarse. Este parece ser el correspondiente al tercer estado de excitación, ya que:

$$\frac{-\hbar^2}{2a_0^2 m_e} 2^2\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{1^1}\right) \cong 51\ eV$$

Entonces, al absorber el fotón, el ion llega al tercer estado excitado. Para ver las posibles transiciones a partir de ese estado, planteo un diagrama de energías.

[redacted] [redacted]

(No a escala)



Entonces, se tiene $\boxed{6}$ transiciones posibles. Para hallar los valores, planteo el postulado de Bohr sobre la energía emitida en la desexcitación $E_i - E_f = h\nu$

$$-E_0 Z^2 \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{1^2}\right) \cong \boxed{51{,}021 \text{ eV}}$$

$$-E_0 Z^2 \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{2^2}\right) \cong \boxed{10{,}204 \text{ eV}}$$

$$-E_0 Z^2 \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{3^2}\right) \cong \boxed{2{,}646 \text{ eV}}$$

$$-E_0 Z^2 \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{1^2}\right) \cong \boxed{48{,}376 \text{ eV}}$$

$$-E_0 Z^2 \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{2^2}\right) \cong \boxed{7{,}559 \text{ eV}}$$

$$-E_0 Z^2 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{1^2}\right) \cong \boxed{40{,}817 \text{ eV}}$$

c) Entiendo que el dato que se da es que para fotones con energías 7,559 eV y 48,376 eV (asumiendo que los valores anteriores están bien calculados) se puede lograr efecto fotoeléctrico sobre un metal, pero no es así con fotones

[redacted]

Empiezo por plantear el choque fotón/electrón del metal, considerando la conservación de la energía por no haber fuerzas no conservativas.

$$E_{i\,foton} + E_{i\,electron} = E_{f\,electron} \quad \text{(el fotón se absorve)}$$

$$E_{i\,foton} + \cancel{m_e c^2} = \cancel{m_e c^2} + E_L + E_c$$

$$E_{i\,foton} = Q + W_0 + E_c$$

$$E_{i\,foton} - Q - W_0 = E_c$$

Entonces, los datos del enunciado serían:

$$E_{i\,foton} = \begin{cases} 2{,}646 \text{ eV} \longrightarrow E_c \leq 0 & (1) \\ 7{,}559 \text{ eV} \longrightarrow E_c > 0 & (2) \\ 48{,}376 \text{ eV} \longrightarrow E_c > 0 & (3) \end{cases}$$

Para electrones en la superficie del metal, no hay calor emitido para llegar hasta la superficie

$$E_{i\,foton} - W_0 = E_c$$

De (1) y (2):

$$\begin{cases} W_0 \geq 2{,}646 \text{ eV} \\ W_0 < 7{,}559 \text{ eV} \end{cases}$$

$$W_0 \in [2{,}646 \text{ eV} ; 7{,}559 \text{ eV})$$

[redacted]

e) 3

$\boxed{3}$ Pozo infinito tridimensional $\begin{cases} a = 1,3\,\text{Å} \\ b = a \\ c = 3a \end{cases}$

~~[illegible]~~

a) Planteo la ecuación de energía para el pozo infinito tridimensional, sin campo magnético

$$E = \frac{h^2}{8\,m_e}\left(\frac{n_x^2}{a^2} + \frac{n_y^2}{b^2} + \frac{n_z^2}{c^2}\right) =$$

$$\frac{h^2}{8\,m_e}\left(\frac{n_x^2}{a^2} + \frac{n_y^2}{a^2} + \frac{n_z^2}{9a^2}\right) =$$

$$\frac{h^2}{8\,m_e\,a^2}\left(n_x^2 + n_y^2 + \frac{n_z^2}{9}\right) = E_a\left(n_x^2 + n_y^2 + \frac{n_z^2}{9}\right)$$

Para hallar la energía del sistema, tengo que verificar cómo están distribuidos los electrones. Para eso, planteo ~~los~~ valores posibles de números cuánticos, y a partir del ~~estado~~ nivel de degeneración de cada uno, puedo buscar los niveles con menos energía (sabiendo que los electrones no fueron excitados) para ver la distribución de electrones.

3

b)

(no se explicitan los valores de spines para evitar redundancia)

[redacted]

n_x	n_y	n_z	degeneración	E
1	1	1	2	$\frac{19}{9} E_a \cong 2,11 E_a$
1	1	2	2	$\frac{22}{9} E_a \cong 2,44 E_a$
1	1	3	2	$3 E_a$
1	1	4	2	$\frac{34}{9} E_a \cong 3,78 E_a$
1	1	5	2	$\frac{43}{9} E_a \cong 4,78 E_a$
1	1	6	2	$6 E_a$
1	2	1	4	$\frac{46}{9} E_a \cong 5,11 E_a$
2	1	1		
1	3	1	4	$\frac{91}{9} E_a \cong 10,4 E_a$
3	1	1		
2	2	2	2	$\frac{76}{9} E_a \cong 8,44$

[redacted]

5/6
ej 3

Entonces, considerando qe no hubo omisiones, los niveles menores de energía para qe quepan 8 electrones son (1 1 1), (1 1 2), (1 1 3) y (1 1 4).

Luego, la energía antes de la compresión es:

$$\left(\frac{19}{9}+\frac{22}{9}+3+\frac{34}{9}\right)\times 2\times E_a = \frac{68}{3}E_a =$$

$$\frac{68}{3}\times\frac{h^2}{8 m_e a^2}$$

Luego, de la compresión: $E = E_a\,(n_x^2+n_y^2+n_z^2)$.

Planteo análogamente los estados del sistema:

n_x	n_y	n_z	degeneración	E
1	1	1	2	$3E_a$
1	1	2	6	$6E_a$
1	2	1		
2	1	1		

Entonces la nueva energía del sistema es:

$$(3\times 2+6\times 6)\,E_a = 42E_a = 42\times\frac{h^2}{8 m_e a^2}$$

Luego, la variación porcentual es:

$$\frac{42\,E_a}{\frac{68}{3}\,E_a}\times 100 \cong \boxed{185\ \%}$$

b) La energía media por electrón originalmente era: [redacted]

$$\left(\frac{19}{9}+\frac{22}{9}+3+\frac{34}{9}\right)\times\frac{2\,E_a}{8}=\frac{17}{6}E_a$$

Luego de la compresión:

$$(3\times 2+6\times 6)\,\frac{E_a}{8}=\frac{21}{4}E_a$$

La variación porcentual es:

$$\frac{\frac{21}{4}E_a}{\frac{17}{6}E_a}\times 100\cong\boxed{185\%}$$

c) Al estar a 0K, la energía de Fermi se toma como la del ~~electrón~~ nivel más energético ocupado.
En el caso previo a la compresión, esto es $\frac{34}{9}E_a$
En el caso posterior a la compresión, esto es: $6\,E_a$
La variación porcentual es:

$$\frac{6\,E_a}{\frac{34}{9}E_a}\times 100\cong\boxed{159\%}$$

d) Primero calculo la energía de cada nivel para el caso inicial:

$$\frac{19}{9}E_a\cong 5{,}653\times10^{-18}\ \text{J}$$

$$\frac{22}{9}E_a\cong 8{,}628\times10^{-18}\ \text{J}$$

$$3\times E_a\cong 8{,}033\times10^{-18}\ \text{J}$$

$$\frac{34}{9}\times E_a\cong 1{,}012\times10^{-17}$$

[redacted]

6/6
ej 3

Entonces, el diagrama de energías queda (no a escala):

$1,017 \times 10^{-17}$ J ——↓↑—— $(1\ 1\ 4\ \pm\frac{1}{2})$ degeneración: 2

$8,033 \times 10^{-18}$ J ——↓↑—— $(1\ 1\ 3\ \pm\frac{1}{2})$ degeneración: 2

$8,628 \times 10^{-18}$ J ——↓↑—— $(1\ 1\ 2\ \pm\frac{1}{2})$ degeneración: 2

$5,653 \times 10^{-18}$ J ——↓↑—— $(1\ 1\ 1\ \pm\frac{1}{2})$ degeneración: 2

Hago lo análogo para el caso posterior.

$3 E_a \cong 8,033 \times 10^{-18}$ J $\qquad 6 E_a \cong 1,607 \times 10^{-17}$ J

Y el diagrama de energías posterior es:

$1,607 \times 10^{-17}$ J ——↓↓↓↑↑↑—— $\begin{cases} (2\ 1\ 1\ \pm\frac{1}{2}) \\ (1\ 2\ 1\ \pm\frac{1}{2}) \\ (1\ 1\ 2\ \pm\frac{1}{2}) \end{cases}$ degeneración: 6

$8,033 \times 10^{-18}$ J ——↓↑—— $(1\ 1\ 1\ \pm\frac{1}{2})$ degeneración: 2

(cuando se indica $\pm$ para el valor de los spines de los electrones, se referencia a que son estados distintintos correspondiente a una diferencia en un número cuántico, pero que se indican así por una cuestión de espacio).