

MATERIALES ELÉCTRICOS

TRABAJO PRÁCTICO N°3

Conducción Eléctrica en Gases, Uniones Químicas, Fermi y Conductores Ley Ohm

- 1) ¿Cuándo se dice que un átomo está en estado excitado y cuando en estado normal? 2) ¿Cuánto debe valer la energía externa que recibe un átomo para llevar un electrón del estado normal al excitado? ¿Puede en algunos casos haber energía sobrante para ser almacenada por el átomo o el electrón?
- 3) ¿Cuánto tiempo permanece un electrón en el estado excitado hasta retornar al estado normal?
- 4) ¿Cuántas alternativas posibles existen en los saltos del electrón para retornar al estado normal? ¿Cuántos fotones puede emitir?
- 5) ¿Cuál es la diferencia entre un átomo excitado y un átomo ionizado?
- 6) ¿A qué se llama energía de ionización? ¿Cuánto vale para el Hidrogeno, Helio, Argón y Mercurio? Si fuesen fotones los que ionizan ¿a qué parte del espectro electromagnético pertenecen?
- 7) Bajo la acción de un campo eléctrico ¿quién se mueve más fácilmente?
a) un átomo, b) Un átomo ionizado (ión) y c) un electrón
- 8) Cuando se ioniza un átomo con una energía mayor a la necesaria ¿dónde queda la energía sobrante?
- 9) ¿Por qué no puede haber energía sobrante cuando se excita un átomo con un Fotón y sí cuando se lo ioniza?
- 10) En un átomo poli electrónico ¿Cuáles son los electrones que pueden ser excitados o arrancados para ionizarlo?
- 11) ¿Las propiedades eléctricas y químicas de los materiales están determinada por los electrones de los orbitales más externo o los más internos y por qué?
- 12) ¿Cuáles son las diferentes maneras en que puede ser ionizado o excitado un átomo de gas?
- 13) ¿Cuál es la mínima energía necesaria para excitar un átomo de gas o primer potencial crítico? ¿Cuánto vale esta energía para el Hidrogeno? ¿A que parte del Espectro Electromagnético pertenece si fuesen Fotones los que excitan?
- 14) Analice el choque de un electrón con un átomo de gas:
a) Si la energía del electrón es mayor o igual que la energía crítica.
b) Si la energía del electrón es menor que la energía crítica.
c) Si la energía del electrón es mayor o igual que la energía de ionización.
En cada caso explicar que pasa con la energía sobrante después del choque.
En el caso de la ionización ¿cuántos electrones quedan después del choque?
- 15) Analice la incidencia de un fotón de energía radiante sobre un átomo de gas:
a) Si la energía del fotón es mayor o igual que la energía crítica.
b) Si la energía del fotón es menor que la energía crítica.
c) Si la energía del fotón es mayor o igual que la energía de ionización.
En cada caso explicar que pasa con la energía sobrante después de la interacción.
En el caso de la ionización ¿cuántos electrones quedan después de la interacción?
¿Qué pasa con el fotón incidente?
¿Normalmente a que frecuencia del espectro electromagnético pertenecen estos fotones capaces de excitar o ionizar un átomo de gas?
- 16) ¿Dentro de una ampolla de gas a que se llama recombinación y en qué lugar ocurre más frecuentemente?

- 17) ¿A qué se llama estados metaestables? Un electrón en un estado metaestable ¿qué es más probable? a) que salte a un nivel superior, b) que ionice al átomo o c) que salte a un nivel inferior de energía.
- 18) ¿Cuánto es el tiempo promedio que puede estar un átomo en un estado metaestable?
- 19) ¿A qué se llama recorrido libre medio? ¿Cuánto vale en relación a los parámetros internos de gas? ¿Cómo depende de la Presión y temperatura?
- 20) Tomando el circuito serie formado por una fuente de Tensión de CC variable, una resistencia limitadora y una ampolla de vidrio con gas en su interior.
¿Cómo puede aparecer corriente en el circuito? Explique la circulación de la corriente eléctrica en el cable, en la fuente y dentro de la ampolla con gas. Distinguir sentido de la corriente y movimiento real de los electrones e iones
¿A qué se llama descarga disruptiva? Explicar la Ley de Paschen Grafica de potencial de descarga disruptiva en función de la presión interna del gas para una distancia interelectrodica fija (por ejemplo 1mm).
- 21) Explicar la curva (tensión versus corriente) de descarga gaseosa en un circuito como el del punto anterior cuando se varía el potencial de la fuente desde cero hasta tensiones altas. Zona de descarga no autosostenida o de Townsend. Zona de luminiscencia normal y anormal y zona de arco. En todos los casos justificar el proceso de conducción eléctrica ¿Por qué en un caso se dice que la descarga no es autosostenida y en otro sí? ¿A qué se llama electrones secundarios? Analice las dos zonas de ruptura ¿por qué aparece una pendiente negativa en la curva?
- 22) ¿Cuáles son los posibles tipos de arco que se pueden producir?
- 23) ¿Por qué se producen los fenómenos luminiscentes cerca del Cátodo más que del ánodo?
- 24) Describir las uniones químicas que conoce y enunciar las principales características. Enlace Covalente, Iónico y metálico.
- 25) ¿Por qué se dice que el enlace covalente es “saturado”?
- 26) ¿Por qué se llama “covalente no saturado” al enlace metálico? ¿Cuál es el origen de las fuerzas de cohesión en este enlace?
- 27) ¿Qué es un “electrón libre”? ¿Hay “electrones libres” en los cristales con enlace covalente? ¿Y en los con enlace Iónico? Explique.
- 28) ¿Que son las bandas en los sólidos? ¿Qué es el eje vertical y horizontal? ¿Cómo son las bandas en los materiales conductores, semiconductores y aisladores?
- 29) ¿Cuál es la diferencia entre la estructura de bandas de un aislante y la de un semiconductor?
- 30) ¿Qué relación hay entre la separación entre banda de valencia y banda de conducción (EG) y las características de conducción eléctrica del material?
- 31) Demostrar que el número de átomos por cm^3 de un sólido está dado por $N = N_A \cdot \delta / PA$ con: N_A : Nro. de Avogadro, PA : Peso atómico del elemento que constituye el sólido, δ : densidad del sólido en g/cm^3 .
- 32) La densidad del tungsteno es 18.8 g/cm^3 y su peso atómico es 184; supóngase que hay dos electrones libres por átomo. Calcular el nro. de electrones libres por cm^3 y la Energía de Fermi del tungsteno.
- 33) La densidad del cobre es 8.96 g/cm^3 . Suponiendo que hay un electrón libre por átomo, estimar el número de electrones libres por m^3 y la máxima energía de los electrones libres a 0 K.
- 34) La energía de Fermi de la Plata es de 5.5 eV. Calcular la probabilidad de ocupación de estados con energía: 4.4 eV, 5.4 eV, 5.5 eV, 5.6 eV, 6.4 eV, a $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$. Representar gráficamente los resultados.
- 35) Analizar cualitativamente como cambia la curva cuando aumenta la temperatura.
- 36) ¿A qué temperatura (Kelvin) la probabilidad de ocupación de un estado con $E = 5.6 \text{ eV}$ es igual a 0.16?

- 37) Para un alambre de Cu de 1mm^2 de sección y un metro de largo por el que pasa una corriente de 5 A, considerando la conductibilidad σ como dato, calcular:
- Velocidad de deriva de los electrones libres dentro del Cu.
 - Tiempo medio entre choques de los electrones libres en el Cu.
 - Caída de tensión y campo eléctrico en el conductor.
- 38) Un alambre de cobre de 1mm^2 se funde cuando circula una corriente de 98 A. Suponiendo que para el 95 % de esta corriente todavía no se fundió, calcule para esa corriente (la del 95%) el campo eléctrico E_{max} que soporta antes de fundirse. Compare este campo con el calculado en el problema 37.c).
- 39) Calcular el aumento de temperatura necesario para que un alambre de cobre aumente su resistencia un 10% sobre el valor a la temperatura inicial. Coeficiente térmico del Cu igual a $4\text{E}3$ por grado C ¿Cuánto debería aumentar la temperatura para que se duplique la resistencia inicial?
- 40) Un haz de luz monocromática de longitud de onda $488 \times 10^{-9}\text{m}$ incide sobre un material cuya Energía de extracción es de $3.2 \times 10^{-19}\text{J}$ (Energía de extracción = Energía para sacar un electrón del material). Calcular:
- La longitud de onda umbral.
 - La velocidad de los electrones emitidos.
- 41) El trabajo de extracción fotoeléctrico de la superficie del sodio metálico es 2.0 eV. Determinar:
- La velocidad máxima con que son emitidos los electrones de una superficie de sodio, cuando se ilumina con luz de longitud de onda $\lambda=400\text{nm}$.
 - La longitud de onda de De Broglie asociada al electrón liberado.
 - La mínima longitud de onda, correspondiente a la frecuencia umbral, necesaria para que sean emitidos los electrones de la superficie metálica

Guía de estudio

- Analizar la función de probabilidad de Fermi-Dirac para el caso $E - E_F \gg kT$
- ¿Cómo es el movimiento de los electrones en un conductor, sin campo eléctrico aplicado?
- ¿Cómo se modifica el movimiento descrito en el punto anterior cuando se aplica un campo eléctrico?
- Explicar conceptualmente que es camino libre medio, tiempo medio entre choques, velocidad de deriva o arrastre y velocidad media entre choques.
- ¿Cómo varía el tiempo medio entre choques con el aumento de la temperatura en un conductor? ¿Por qué?

Problemas adicionales

- Calcular la energía de Fermi del potasio haciendo la hipótesis de que cada átomo contribuye con un electrón libre. La densidad es de 851kg/m^3 y la masa de un átomo de potasio es de $6.49\text{E}-26\text{kg}$.
- Calcular la máxima energía de los electrones libres en el aluminio, en el cero absoluto. Suponer que hay 3 electrones libres por átomo. La densidad del aluminio es 2.7g/cm^3 .
- La energía de Fermi del Litio es de 4.72 eV, su densidad es 0.534g/cm^3 .
 - Estimar el número de electrones libres por unidad de volumen.
 - Comparar con el número de átomos por unidad de volumen. Conclusiones
- Calcular el N° de electrones libres por unidad de volumen para el Cu, Al, Ag y Au.
 - Repetir a), b) y c) del problema 4 para Al, Ag. y Au.

Metal	Nº Atómico	Peso Atómico	Densidad gr./cm ³	σ [1/ Ω m]	Coefficiente temperatura α [1/ °C]
Cu	29	63,5	8,96	5,9 E+7	4,3 E-03
Al	13	26,98	2,69	3,7 E+7	4,4 E-03
Ag.	47	107,7	10,49	6,1 E+7	4,1 E-03
Au.	79	197,6	19,32	4,5 E+7	

- 5) Calcule la velocidad térmica o la velocidad entre choques. Suponga una energía cinética de 7eV. Estime cuantas veces mayor es con respecto a la velocidad de deriva calculada en 4a). Compare con la velocidad de propagación de la energía electromagnética
- 6) ¿Cuál es la velocidad de arrastre para una corriente de 1 A en un conductor de Cu de calibre nro. 14 (Diámetro 0.064 pulgadas = 0.163 cm.)?
- 7) ¿Cuánto pesa un rollo de 100 metros de conductor cilíndrico sólido de cobre desnudo (sin aislamiento) de 1 mm² de sección?