



FACULTAD DE INGENIERÍA
UAEMéx



UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México

Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Ingeniería

Ingeniería en Sistemas Energéticos Sustentables

Tecnología Ecológica

Dra. Liliana Ivette Ávila Córdoba

Marzo-Julio 2019

UNIDAD 3

RECURSOS RENOVABLES

Objetivo:

- Describir los diversos recursos renovables, sus potenciales de implementación y estado actual de utilización así como ventajas y desventajas

Contenido de la Unidad de Competencia

3.1 Energía solar y sus derivadas

3.2 Bioenergía

3.3 Alimentos orgánicos

3.4 Materiales lignocelulósicos

3.5 Plásticos biodegradables y con origen de biomasa

Justificación Académica y Guía de uso del material didáctico

El impacto ambiental negativo que desde hace algunos años está ocasionando el irracional uso de los recursos naturales, ha conducido a plantear tecnologías ecológicas encaminadas a su uso y consumo responsable, motivo por el que éstas resultan una alternativa viable para el desarrollo de bienes productos y servicios en pro de la satisfacción de las necesidades de los seres humanos, sin que ello implique un detrimento crítico del entorno.

Bajo dicho contexto, es de suma importancia que los Ingenieros en Sistemas Energéticos Sustentables se encuentren a la vanguardia en el conocimiento de materiales que garanticen la sostenibilidad en cuanto a la explotación adecuada de los recursos naturales y que al mismo tiempo, tengan la cualidad de ser “verdes” es decir, ambientalmente amigables.

Los profesionistas en esta área deben tomar conciencia del daño ecológico ya originado y por ende, ser capaces de realizar el análisis, diseño e implementación de tecnologías, enfocadas a la reducción, reuso, reciclaje u obtención de materiales alternativos para su óptimo aprovechamiento y aplicación en el sector energético.

Para acceder a ésta presentación únicamente es necesario contar con una computadora con Adobe Reader o cualquier visor de archivos PDF.

3.1 Materiales para aplicaciones optoelectrónicas

- Dispositivos que permiten convertir señales ópticas en electrónicas, o viceversa.
- También llamados opto aisladores o dispositivos de acoplamiento óptico.
 - Su funcionamiento está relacionado directamente con la luz



Electromagnetic Spectrum

Non-Ionizing

Ionizing

Low Frequency
Lower Energy

High Frequency
Higher Energy

Power Lines

Radio & TV Waves

Cell Phones

Microwaves

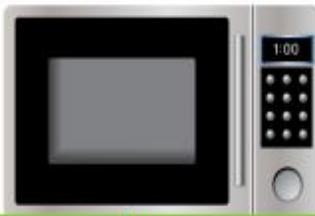
Infrared Devices

Visible Light

Ultraviolet Radiation

X-rays

Radioactive Waste



some States

FC

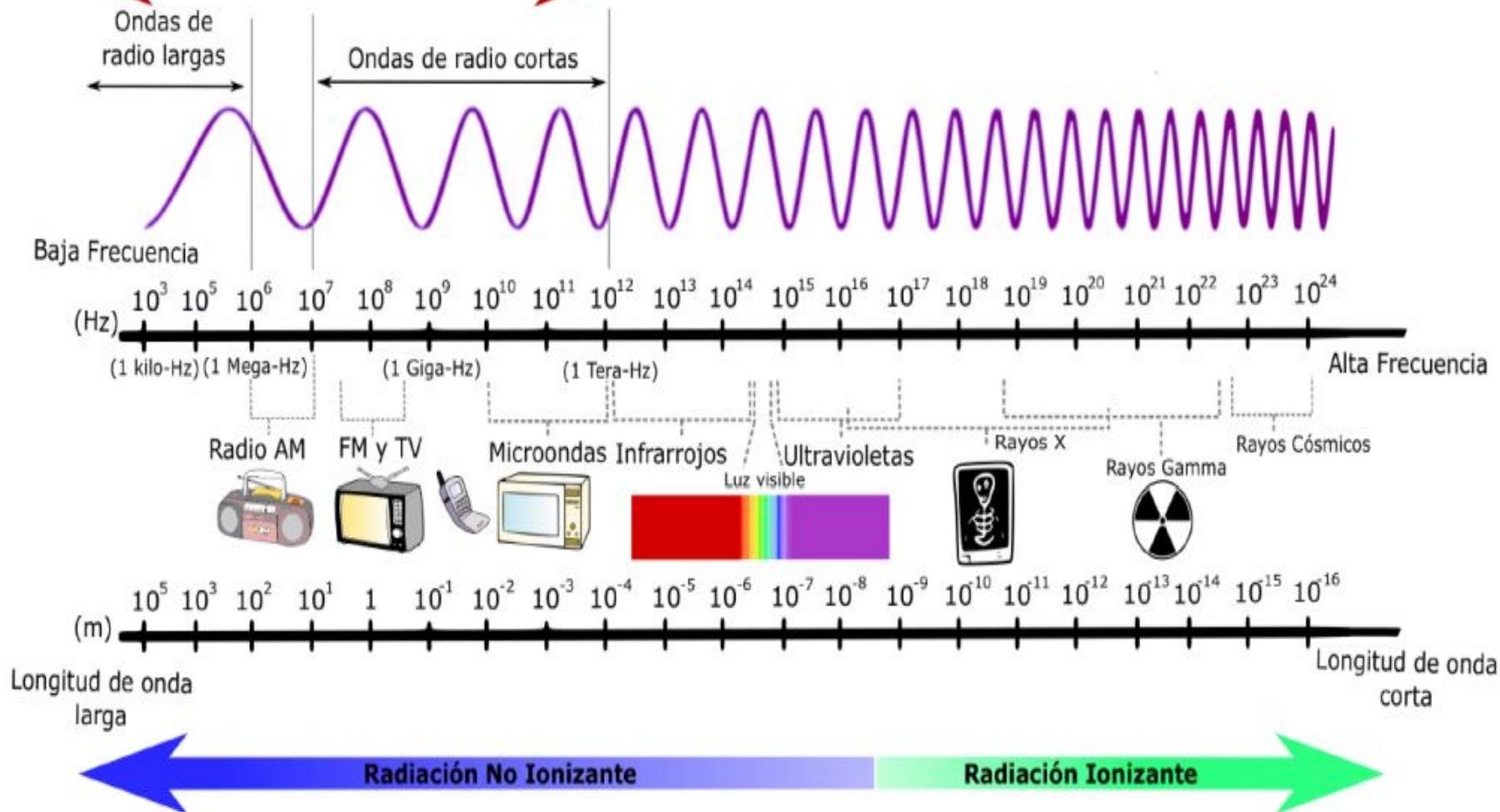
FDA U.S. FOOD & DRUG ADMINISTRATION

Regulated by:

FDA U.S. FOOD & DRUG ADMINISTRATION and States

EPA United States Environmental Protection Agency
U.S.NRC United States Nuclear Regulatory Commission
Protecting People and the Environment

Espectro Radioeléctrico



Aplicaciones:



Dispositivos:

- Fotodetectores: (fotodiodo...)
- Sensores de imagen
- Celdas (fotoeléctrica o fotovoltaica)
- Dispositivos generadores de Luz: LED, diodo láser
- Displays LCD

TIPOS DE DIODOS



RECTIFICADOR DE SILICIO



EMISORES DE LUZ (LED)



ZENER



SCHOTTKY



RECTIFICADOR DE GERMANIO



FOTODIODOS



VARICAP



TÚNEL

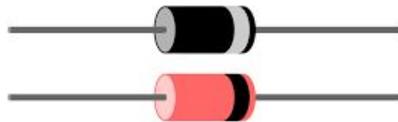


Tabla periódica de los elementos

grupo I																	18	
período 1	1 H Hidrógeno																	18 He Helio
2	3 Li Litio	4 Be Berilio											5 B Boro	6 C Carbono	7 N Nitrógeno	8 O Oxígeno	9 F Flúor	10 Ne Neón
3	11 Na Sodio	12 Mg Magnesio											13 Al Aluminio	14 Si Silicio	15 P Fósforo	16 S Azufre	17 Cl Cloro	18 Ar Argón
4	19 K Potasio	20 Ca Calcio	21 Sc Escandio	22 Ti Titanio	23 V Vanadio	24 Cr Cromo	25 Mn Manganeso	26 Fe Hierro	27 Co Cobalto	28 Ni Níquel	29 Cu Cobre	30 Zn Zinc	31 Ga Galio	32 Ge Germanio	33 As Arsénico	34 Se Selenio	35 Br Bromo	36 Kr Kriptón
5	37 Rb Rubidio	38 Sr Estroncio	39 Y Ytrio	40 Zr Zirconio	41 Nb Niobio	42 Mo Molibdeno	43 (98) Tc Tecnecio	44 Ru Rutenio	45 Rh Rodio	46 Pd Paladio	47 Ag Plata	48 Cd Cadmio	49 In Indio	50 Sn Estaño	51 Sb Antimonio	52 Te Telurio	53 I Yodo	54 Xe Xenón
6	55 Cs Cesio	56 Ba Bario	57 Lu Lutecio	71 Hf Hafnio	72 Ta Tantalio	73 W Wolframio	74 Re Renio	75 Os Osmio	76 Ir Iridio	77 Pt Platino	78 Au Oro	79 Hg Mercurio	80 Tl Talio	81 Pb Plomo	82 Bi Bismuto	83 Po Polonio	84 At Astato	85 Rn Radón
7	87 Fr Francio	88 Ra Radio	89 Lr Lawrencio	103 Rf Rutherfordio	104 Db Dubnio	105 Sg Seaborgio	106 Bh Bohrio	107 Hs Hassio	108 Mt Meitnerio	109 Ds Darmstadtio	110 Rg Roentgenio	111 Cn Copernicio	112 Uut Ununtrio	113 Fl Flerovio	114 Uup Ununpentio	115 Lv Livermorio	116 Uus Ununseptio	117 Uuo Ununoctio

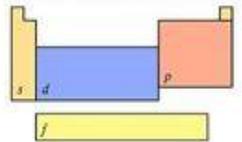
masa atómica o número másico del isótopo más estable
 $1.^\circ$ energía de ionización en kJ/mol
 símbolo químico
 nombre
 configuración electrónica

Fe
Hierro
 $[Ar] 3d^6 4s^2$

número atómico: 26
 electronegatividad: 1.83
 estados de oxidación más comunes están en negra: +6, +5, +4, +3, +2, +1, -1, -2

- metales alcalinos
- alcalinotérreos
- otros metales
- metales de transición
- lantánidos
- actínidos
- metaloides
- no metales
- halógenos
- gases nobles
- elementos desconocidos
- masas de elementos radiactivos entre paréntesis

bloques de configuración electrónica



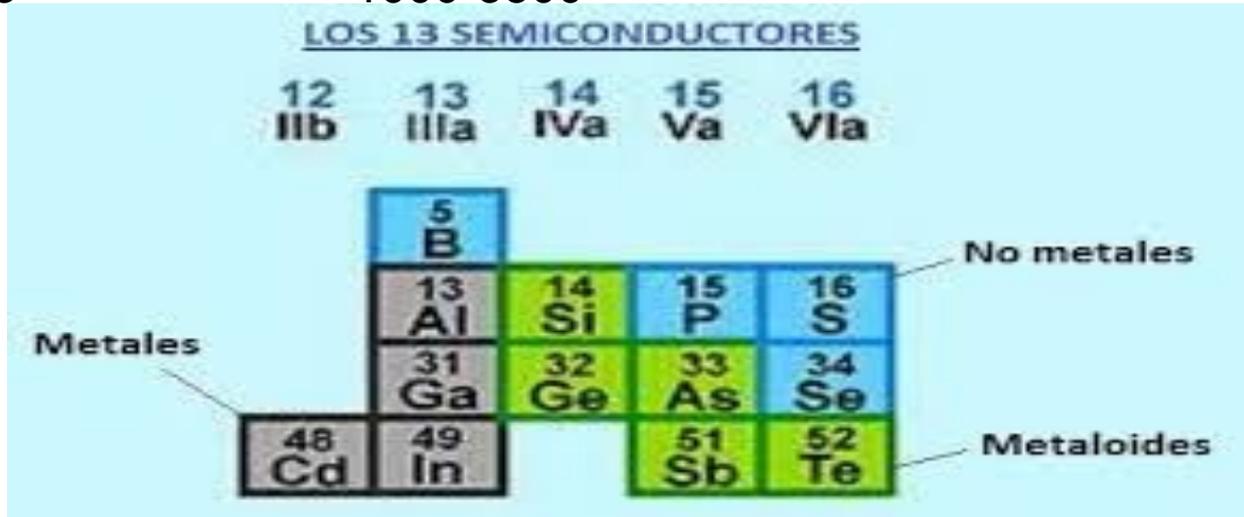
notas

- por ahora, los elementos 113, 115, 117 y 118 no tienen nombre oficial designado por la IUPAC.
- 1 kJ/mol = 96.485 eV.
- todos los elementos tienen un estado de oxidación implícito cero.

138.9054 57 La Lantano	140.116 58 Ce Cerio	140.9076 59 Pr Praseodimio	144.242 60 Nd Neodimio	(145) 61 Pm Prometio	150.36 62 Sm Samario	151.964 63 Eu Europio	157.25 64 Gd Gadolinio	158.9253 65 Tb Terbio	162.500 66 Dy Disprosio	164.9303 67 Ho Holmio	167.259 68 Er Erbio	168.9342 69 Tm Tulio	173.054 70 Yb Iterbio
(227) 89 Ac Actinio	232.0380 90 Th Torio	231.0358 91 Pa Protactinio	238.0289 92 U Uranio	(237) 93 Np Neptunio	(244) 94 Pu Plutonio	(243) 95 Am Americio	(247) 96 Cm Curcio	(247) 97 Bk Berkelio	(251) 98 Cf Californio	(252) 99 Es Einsteinio	(257) 100 Fm Fermio	(258) 101 Md Mendelevio	(259) 102 No Nobelio

El material empleado en la fabricación del fotodiodo define sus propiedades de absorción de luz:

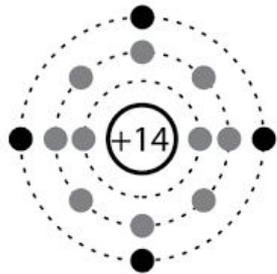
Semiconductor	Longitud de onda (nm)
Silicio	190–1100
Germanio	800–1700
Indio galio arsénico	800–2600 (InGaAs)
Sulfuro de plomo	1000-3500



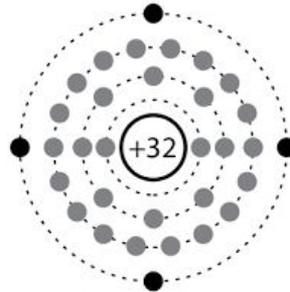
Materiales más empleados:



Silicio - Germanio - Galio



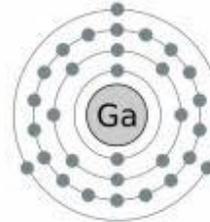
Silicio



Germanio

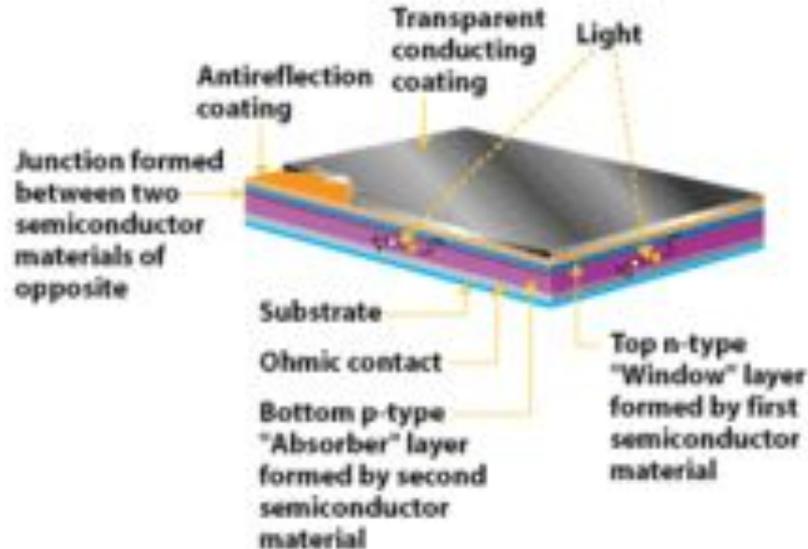
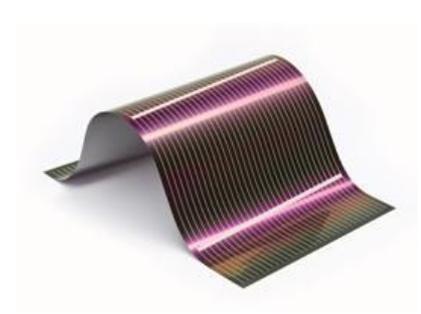
31: Gallium

2,8,18,3

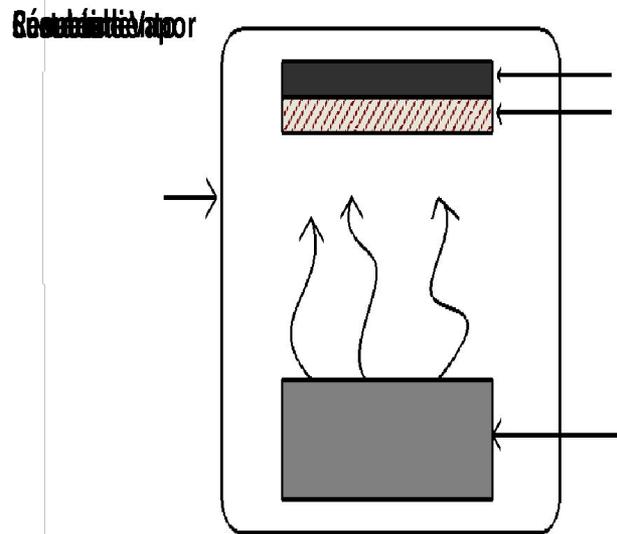


Pueden ser:

- Películas delgadas de semiconductores
Sólido que tiene un espesor inferior a una micra



Dentro de las técnicas que se utilizan para formar películas se encuentra la deposición en fase vapor físico y químico que consisten en evaporar el material a depositar. Después éste condensará y se depositará en la superficie del substrato formando un sólido en forma de película delgada.



Deposición por condensación fase vapor

- Recubrimientos cerámicos y metálicos

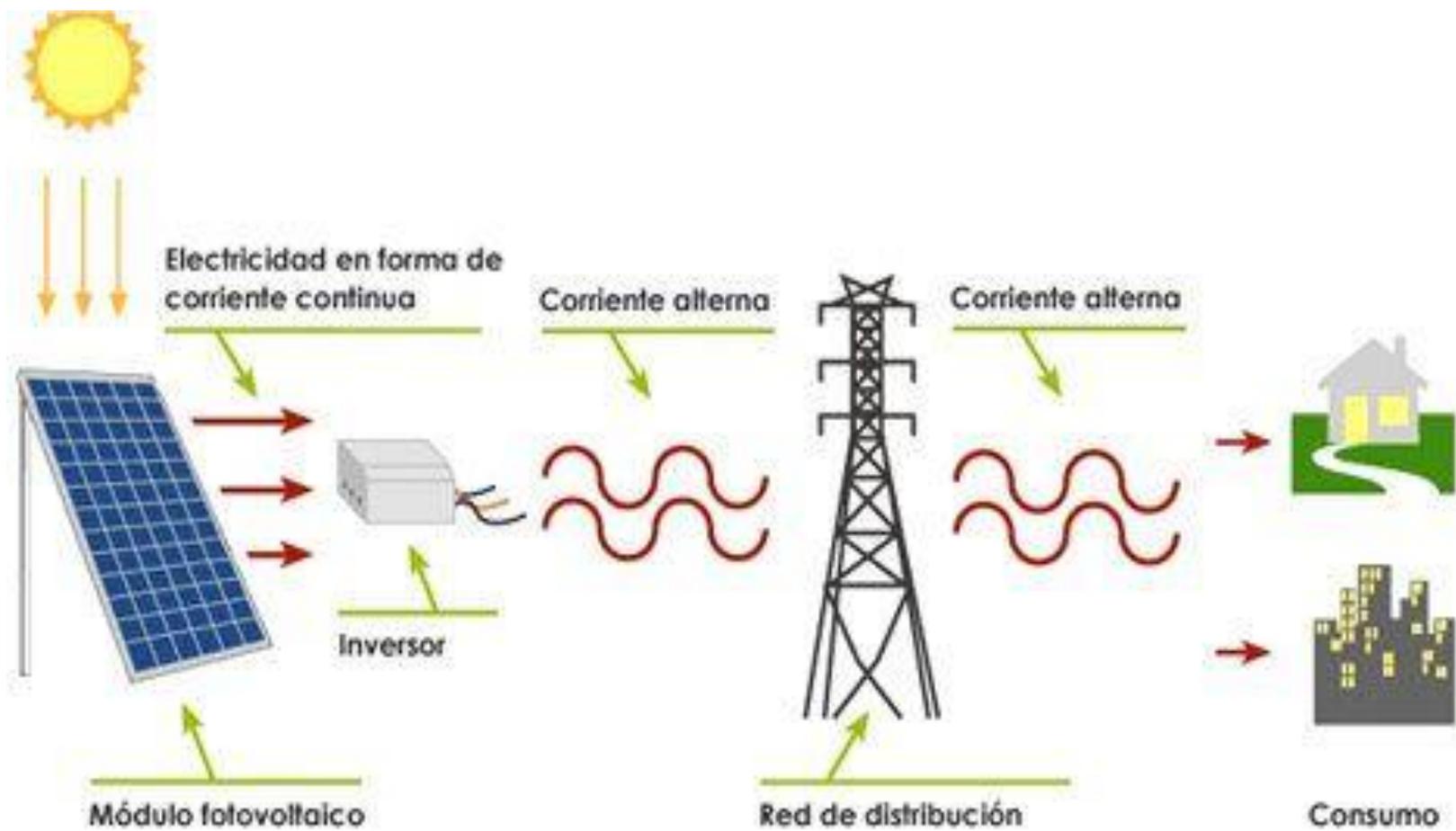


- Óxidos, dieléctricos y ferroeléctricos
- **Materiales compuestos e híbridos** (que tienen en su estructura un donador y un aceptor de electrones)
- Son sistemas prometedores para la conversión de energía fotovoltaica combinados con semiconductores

Las celdas solares fotovoltaicas son dispositivos que transforman la energía lumínica en eléctrica.

Normalmente están fabricadas por capas delgadas de material semiconductor (Si) que se unen a contactos metálicos, logrando un circuito eléctrico encapsulado en vidrios o plástico.



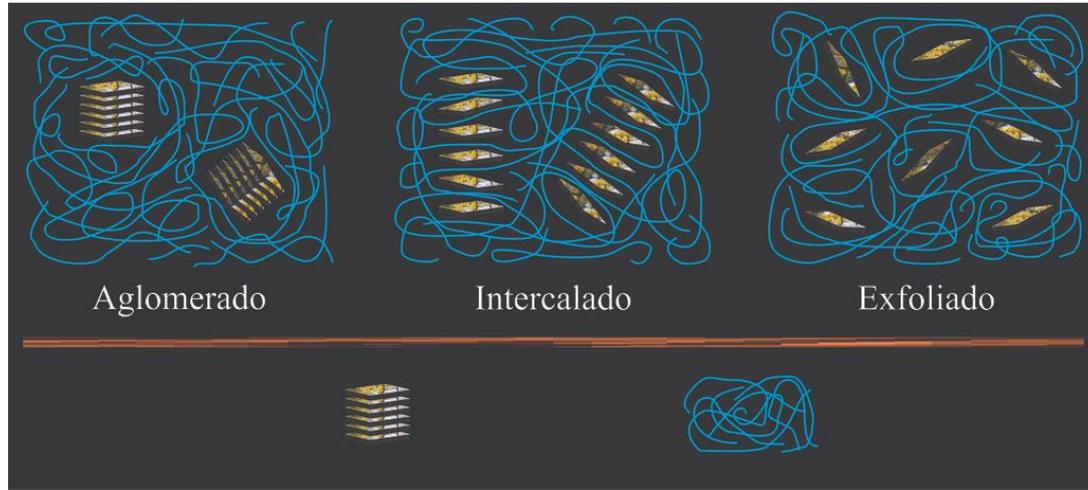


“NUEVOS MATERIALES”

Compuestos híbridos* a base de materiales orgánicos-inorgánicos:

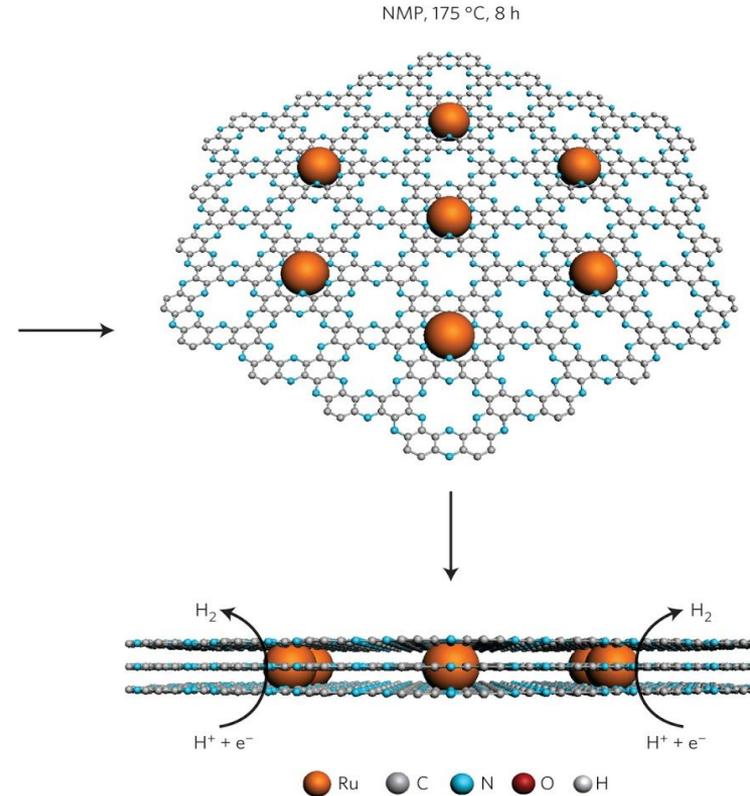
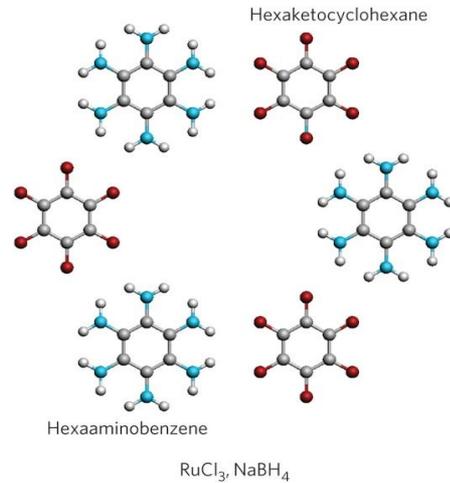
Combinación de dos o más materiales en una geometría y escala predeterminada con un óptimo desempeño en aplicaciones específicas.

Pueden ser un gas o simplemente espacio, esta característica los diferencia de los materiales compósitos



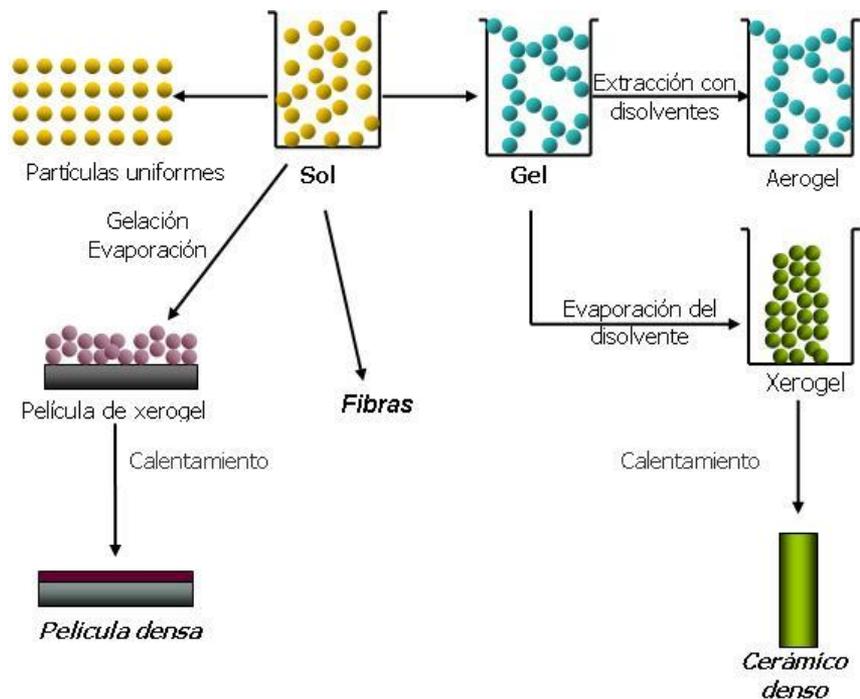
Propiedades:

- ✓ Homogeneidad molecular.
- ✓ Transparencia
- ✓ Flexibilidad.
- ✓ Durabilidad.



Fabricación:

Procesamiento por sol-gel:



Fuente: Alvarado, R. J. <http://gro.cinvestav.mx/~ceramics/hibridos.htm>. Consulta:

Julio 2019

Aplicaciones en óptica, microelectrónica, mecánica y biología.

Fabricación de fotoceldas con materiales híbridos:

Dos métodos:

1. Por formación de una película fina: a partir de un material orgánico y sobre él depositar una capa semiconductor de óxidos metálicos.

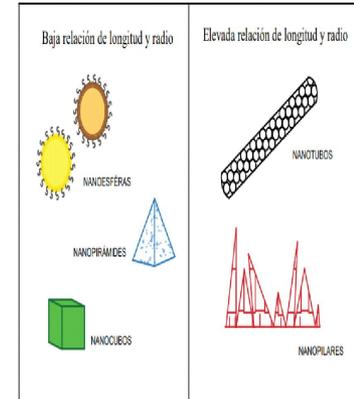
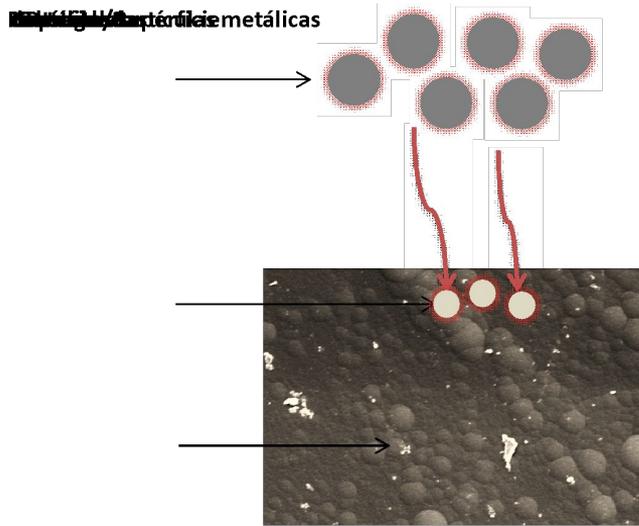
Legend:

- grupos
- periodos
- metales alcalinos
- metales alcalinoterreos
- metales vs. no metales
- halógenos
- gases nobles
- metaloides

1A	2A											3A	4A	5A	6A	7A	8A														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18														
1 H 1.01	2 He 4.00											3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 18.99	10 Ne 20.18		
3 Na 22.99	4 Mg 24.31											11 Al 26.98	12 Si 28.09	13 P 30.97	14 S 32.07	15 Cl 35.45	16 Ar 39.95														
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80														
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc 97.91	44 Ru 101.07	45 Rh 101.07	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.91	54 Xe 131.29														
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 La 138.91	58 Ce 140.91	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm 144.91	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.20	83 Bi 208.98	84 Po 209	85 At 210	86 Rn 222

De los últimos, los que han presentado mayor eficiencia de conversión son los de los grupos II y VI. Además, ofrecen propiedades ópticas que hacen posible mejorar la absorción de la radiación solar

2. Generación de materiales con morfología porosa que sirvan de soporte para el acondicionamiento de nanopartículas



Impregnación de partículas metálicas en un sustrato sólido.

¿Qué falta para una mayor implementación?

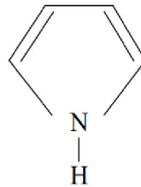
Aumentar la eficiencia de conversión de energía

Reducción de costos.



¿Cómo se ha tratado de resolver?

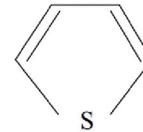
Uso de polímeros con estructura conjugada, ya que se facilita la transferencia de carga.



(a)



(b)



(c)

(a) Pirrol, (b) Furano, (c) Tiofeno

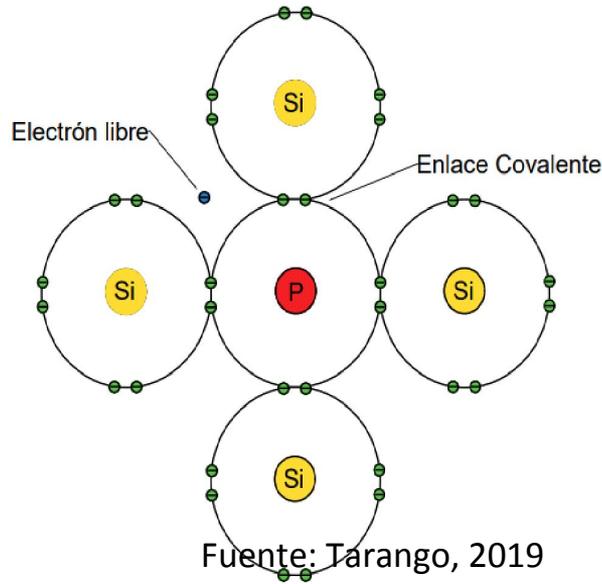
Dado que los polímeros se encuentran unidos por enlaces covalentes formando grandes cadenas pueden presentar interacciones intermoleculares débiles, por lo cual se requiere que el movimiento de los electrones sea de una cadena a otra.



La mejora de las propiedades eléctricas en estos materiales, se realiza mediante la introducción de impurezas conocido como **dopado (tipo “n” y tipo “p”)**

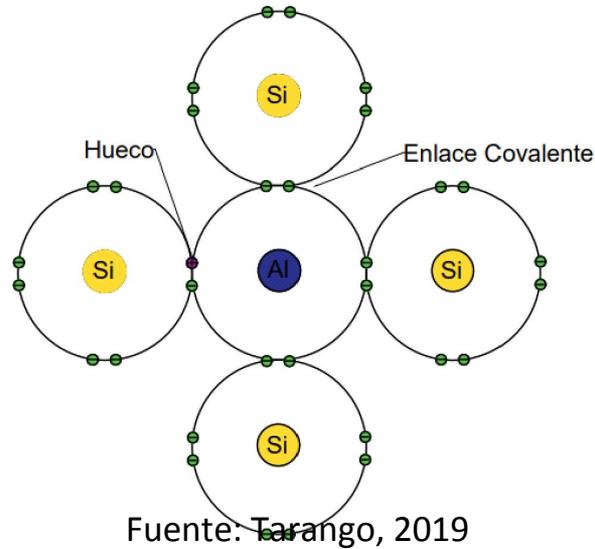
Dopado tipo “n”

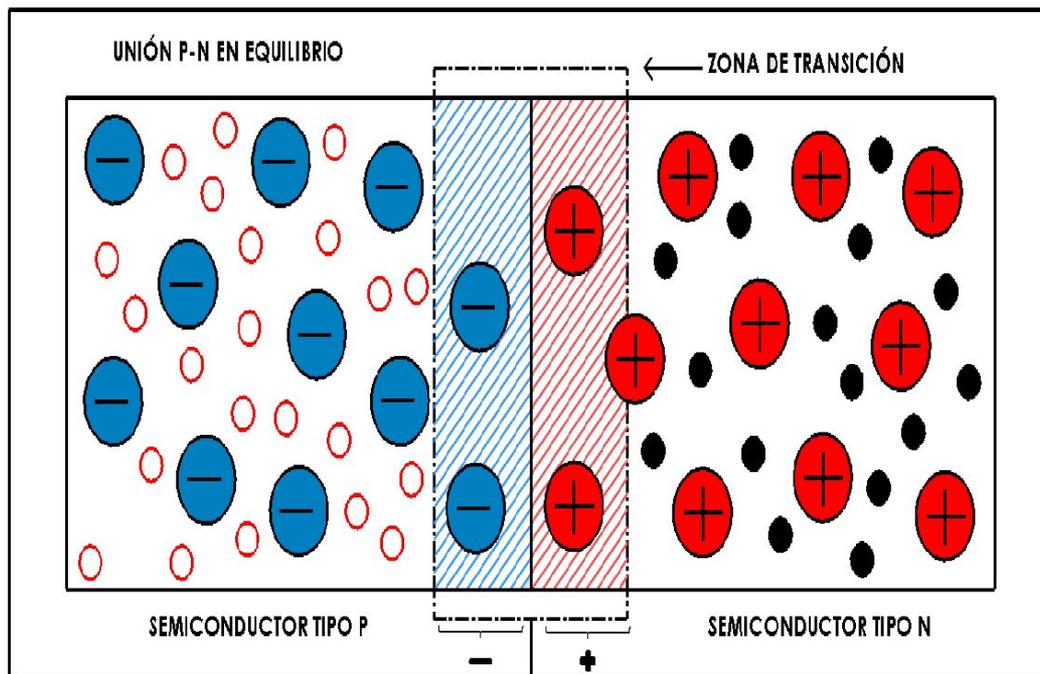
Consiste en generar un exceso de electrones en la molécula para que exista la menor cantidad de huecos:



Dopado tipo “p”

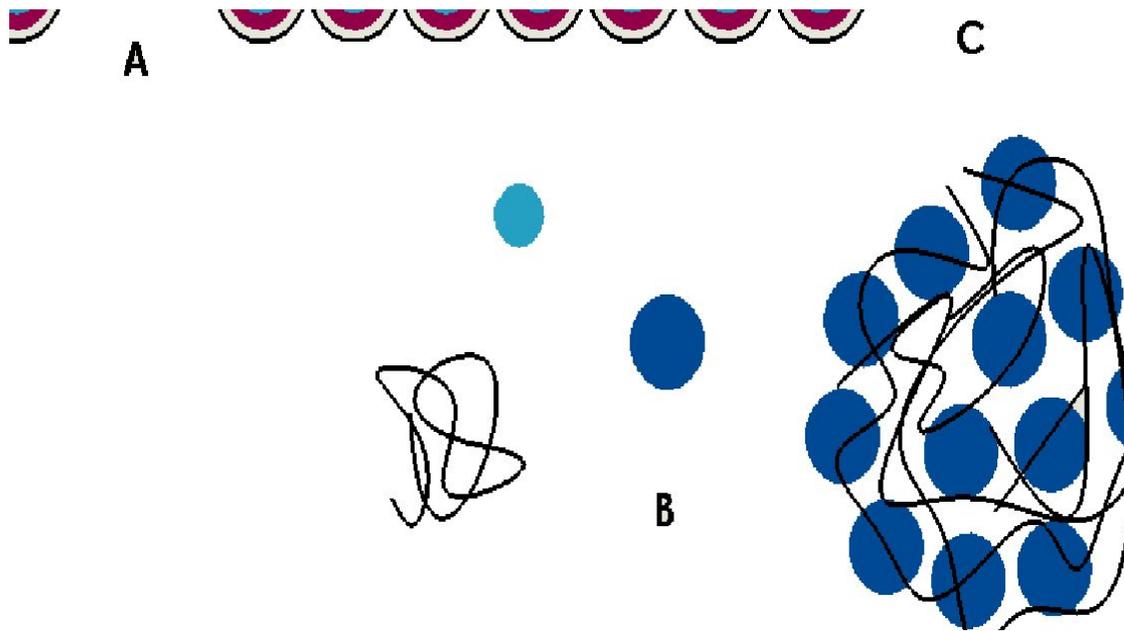
Se genera un exceso de huecos, dicha característica hace que este tipo de impureza sea la que más usada.





Fuente: Tarango, 2019

- La importancia de la unión $n-p$ en una celda fotovoltaica se debe a que absorbe la energía del sol y la transforma a energía eléctrica.
- Es por ello que la investigación en este tipo de materiales es de gran interés debido a que en el proceso de difusión de electrones y huecos existe aún pérdida de fotocorriente por una ineficiente absorción de luz de los materiales por separado.
- En este sentido, la conjugación entre polímero-metal presenta una serie de propiedades electrónicas y ópticas que se mejoran mediante la modificación de su estructura, por lo que los convierten en materiales adecuados para favorecer la absorción electromagnética en forma de película delgada.



Interacción polímero-partículas metálicas

Fuente: Tarango, 2019

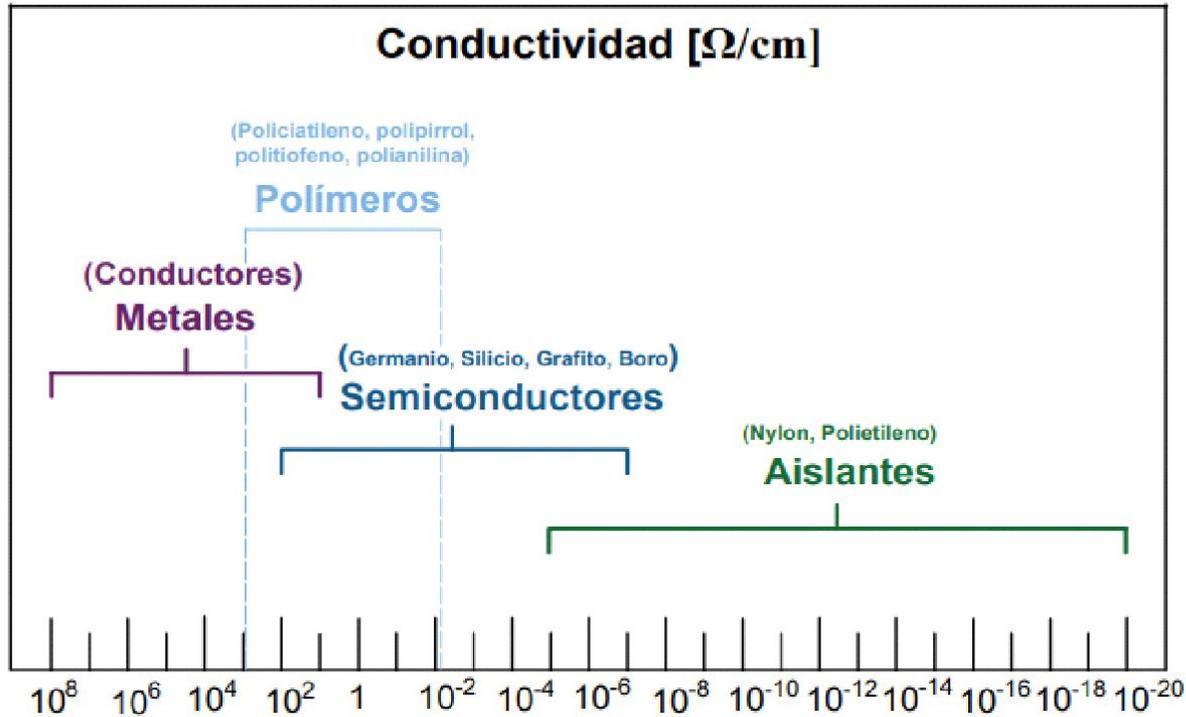


Diagrama de intervalo de conductividad de un metal, polímero y semiconductor

Fuente: González, 2018

Caso particular:

Caracterización Eléctrica de Polipirrol dopado con nanopartículas de Óxido de Zinc, Cobre y Plata (Tarango, B. C. Colín, O. E. y Ávila, C. L., 2019)

Objetivo General:

Caracterizar eléctricamente el polipirrol dopado con partículas de óxidos de zinc, cobre y plata.

Objetivos Específicos:

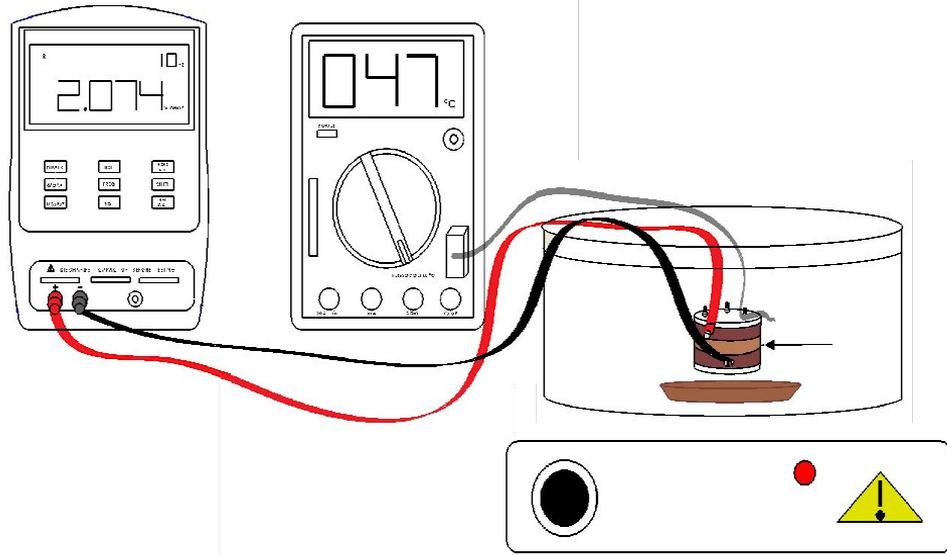
- Establecer las condiciones de síntesis de los coloides de zinc, cobre y plata
- Determinar las condiciones de impregnación de los óxidos de zinc, cobre, y plata sobre la película polimérica de polipirrol para obtener los compuestos PPy/AgO_x, PPy/CuO_x y PPy/ZnO_x.
- Estudiar la morfología y estructura los compuestos de PPy/AgO_x, PPy/CuO_x y PPy/ZnO_x con Espectroscopía Infrarroja con ATR y Microscopía Electrónica de Barrido.
- Caracterizar eléctricamente los compuestos de PPy/AgO_x, PPy/CuO_x y PPy/ZnO_x a diferentes valores de temperatura mediante calentamiento de cada uno de los materiales.

Hipótesis

Con la impregnación de partículas de óxidos metálicos sobre la superficie de Polipirrol se mejora la conductividad eléctrica hasta 2.0 S/m.

La **metodología** se realizó en cuatro etapas:

- 1) Electrosíntesis de partículas de óxido de plata, y cobre,
- 2) Síntesis de partículas de óxido de zinc mediante reducción química
- 3) Impregnación de partículas de Cu, Ag y Zn sobre el polipirrol (PPy).
- 4) Caracterización del material y medición de conductividad



Arreglo experimental utilizado para la medición de conductividad eléctrica

Fuente: Tarango, 2019

Resultados:

La conductividad eléctrica del polipirrol aumentó con las partículas metálicas hasta 2 órdenes de magnitud y se vio favorecida a pH=5.

- PPy/ZnOx en medio ácido fue de 3 órdenes de magnitud a 100 °C de 3.3×10^{-3} S/m.
- PPy/AgOx en medio ácido y básico con la solución de NaOH aumentaron la conductividad eléctrica en 2 órdenes de magnitud (en medio ácido la más alta fue de 82° C de 3.75×10^{-4} S/m y en medio básico la más alta fue a 100°C de 1.6×10^{-4} S/m)
- PPy/CuOx con NaCl y NaOH en medio ácido fue de 1 orden de magnitud alcanzando un máximo para NaOH a 82 °C de 4.6×10^{-5} S/m, mientras que con NaCl y NaOH en medio básico y fue de aproximadamente medio orden de magnitud alcanzando un máximo para NaOH a 99°C de 9.3×10^{-6} S/m.

Lectura complementaria

Síntesis de materiales a escala nanométrica para su aplicaciones en energía y medio ambiente.

Descripción : Síntesis de materiales a escala nanométrica para su aplicación en: i) Celdas de combustible de hidrógeno y compuestos orgánicos líquidos ii) Celdas fotovoltaicas de bajo costo y alta eficiencia del tipo TiO/P3H1/grafeno/nanoestructuras de metales nobles/Al, superestrato del tipo Vidrio/TCO/CdS/CdTe/contacto metálico y celdas foto-electroquímicas sensibilizadas con tintas , iii) Películas delgadas para aplicaciones optoelectrónicas , iv) fotocatalisis para la degradación de compuestos orgánicos volátiles precursores de cáncer; presentes en el medio ambiente ya sea en espacios abiertos o laborales, con alta eficiencia fotocatalítica.

- Obtención de películas de óxidos metálicos por la técnica de sol-gel y su caracterización estructural, óptica, eléctrica y morfológica; para aplicación como electrodos transparentes en dispositivos opto-electrónicos y en procesos de fotocatalisis. Crecimiento y caracterización de películas semiconductoras por la técnica de erosión catódica, spray pirolisis, baño químico y sublimación a corta distancia, con el objetivo de aplicarlas en dispositivos fotovoltaicos. Celdas solares del tipo óxido conductor/CdS /CdTe/contacto trasero y óxido conductor/capa ventana/ óxidos de Cu/contacto trasero. Crecimiento de películas semiconductoras del grupo III-V por Epitaxia en Fase Líquida. II) Crecimiento de películas delgadas semiconductoras del grupo II-VI por el método de erosión catódica, sublimación, spray pirolisis y baño químico. III) Obtención de óxidos conductores transparentes mediante la técnica de Sol-Gel. IV) Obtención y caracterización de óxidos de Ti, Zn, Cd y Sn con aplicación foto-catalítica para degradación de compuestos orgánicos en fase líquida y gaseosa. V) Obtención y estudio de celdas solares de superestrato "óxido conductor transparente/CdS/CdTe/contacto trasero". Celdas solares sensibilizadas con tintas (celdas fotoquímicas). VI) Técnicas de caracterización óptica eléctrica y estructural de materiales y en dispositivos fotovoltaicos y fotocatalíticos: Espectroscopía UV-Vis, Raman, eficiencia cuántica de dispositivos fotovoltaicos, fotoluminiscencia, reflectancia, fotoconductividad, Efecto Hall, difracción de rayos X, espectroscopia de masas acoplado a cromatografía de gases. VII) Diseño y fabricación de dispositivos para el crecimiento de materiales, reactores fotocatalíticos y para la caracterización de materiales.
- Procesamiento de materiales compuestos susceptibles a emplearse en la industria Aeronáutica y automotriz. Funcionalización de cerámicos verdes "geopolímeros" para degradación de Volátiles Orgánicos y Microorganismos. Purificación y Funcionalización de nano-tubos de carbono. Síntesis y procesamiento de nanocompuestos de matriz polimérica (empleando nanomateriales como GRAFENO, Nano Tubos de carbono y Nanoparticulas ó nanofibras de metales NOBLES), para Diseño y Optimización de capas activas de celdas solares orgánicas y/ transistores orgánicos.
- Desarrollo de nuevos materiales catalíticos y electrolíticos para celdas de combustible de membrana polimérica. Desarrollo de materiales basados en óxidos metálicos por la técnica de Sol-Gel, para su aplicación en tecnologías de energías alternas. Obtención y caracterización de películas delgadas semiconductoras por diferentes técnicas físicas y químicas, para su aplicación en dispositivos optoelectrónicos. Investigador SNI Nivel III. Miembro de la American Chemical Society.
- Desarrollo de materiales novedosos para aplicaciones fotovoltaicas. Celdas solares de película delgada elaboradas por erosión catódica. Modelaje, por teoría funcional de densidad, de materiales novedosos para aplicaciones en celdas solares de alta eficiencia. Estudio de propiedades ópticas y eléctricas de películas delgadas de materiales semiconductores para aplicaciones en celdas solares. <http://www.gro.cinvestav.mx/materiales-optoelectronicos>

Bibliografía (parte 1)

Albella, J. M. Sánchez, I. Jiménez. 2003. Láminas delgadas y recubrimientos (preparación, propiedades y aplicaciones). Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.

Alvarado, R. J. Procesamiento y caracterización de recubrimientos híbridos cerámico-polímero. Cerámicos multifuncionales. CINVESTAV. IPN. México.
<http://qro.cinvestav.mx/~ceramics/hibridos.htm>. Consulta: julio 2019

González, V. 2018. Polímeros Conductores. Universidad Autónoma de Madrid, pp. 1-79.

Handbook of Biopolymers and Biodegradable Plastics: Properties, Processing, and Applications. 2013. PDL Handbook Series. Edited by Sina Ebnesajjad. USA. Elsevier.

Handbook of Biodegradable Polymers. 2005 Edited by: Catia Bastioli. Rapra Technology Limited. United Kingdom.

Heeger, A. 2011. Semiconducting and metallic polymers: the fourth generation of polymeric materials (Nobel Lecture). Angewandte Chemie International Edition, 40(14): 2591–2611. Stockholm.

Bibliografía (parte 2)

Mattox, D. M. 2010. Handbook of physical vapor deposition (PVD) processing. pp. 878. William Andrew. Elsevier. USA.

Nieto, J.F. Fernández, Duran, P y Moure, C. 1994. Películas delgadas: Fabricación y aplicaciones. Instituto de Cerámica y Vidrio. Madrid, pp. 245- 258.

Tarango, B. C. 2019. Caracterización Eléctrica de Polipirrol dopado con partículas de Óxido de Zinc, Cobre y Plata. Tesis de Licenciatura. ISES. Facultad de Ingeniería. UAEM. Julio 2019.

Vega de Kuyper, A. y Ramírez, M. S. 2014. Energía de la biomasa. En: Fuentes de energía renovables y no renovables, aplicaciones. Alfaomega. México. p.p 309-378.

https://es.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1stico_biodegradable. Consulta: mayo 2019

<http://www.qro.cinvestav.mx/materiales-optoelectronicos>. Consulta: mayo 2019



muchas gracias