

PLASMAS a baja temperatura

Ramón J. Peláez

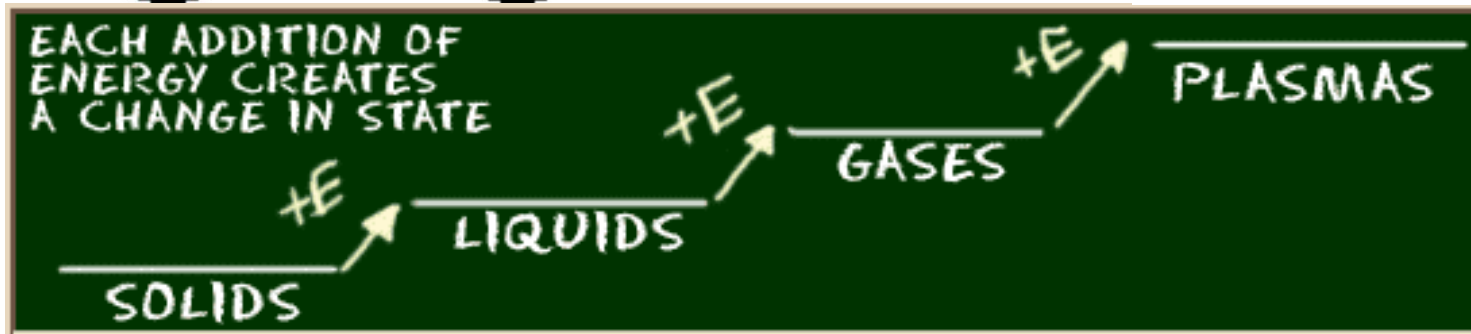
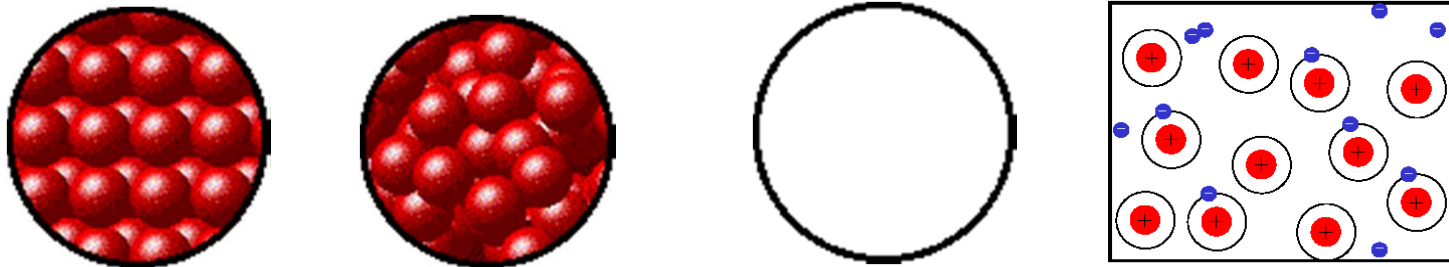
*Dept. de Física Molecular
ramon.pelaez@csic.es*

*20 Marzo 2018
Curso de Introducción
a la Investigación IEM-CSIC*



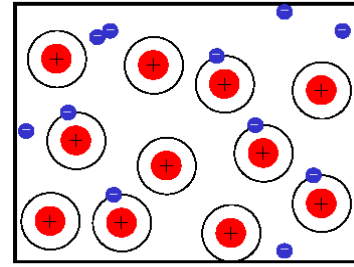
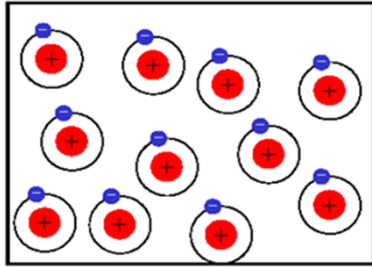
¿Qué es un plasma?

Estados de la materia



¿Qué es un plasma?

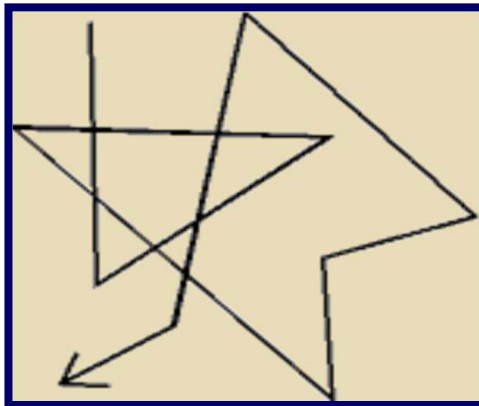
·Gas vs Plasma



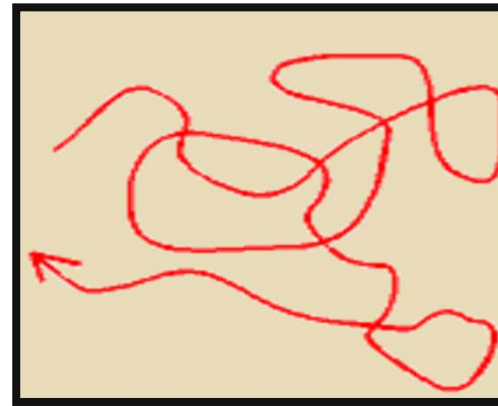
·Eléctricamente aislantes



·Conductores

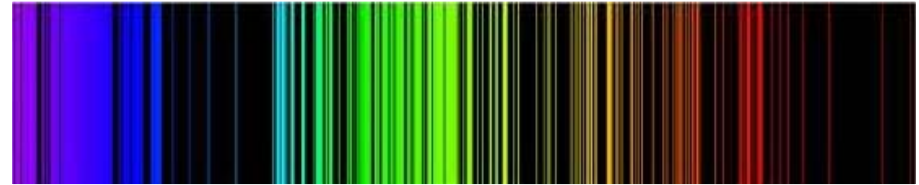
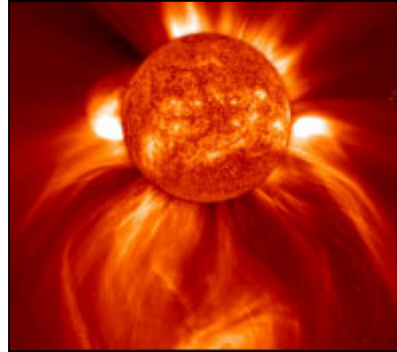


Movimiento Individual



Comportamiento Colectivo

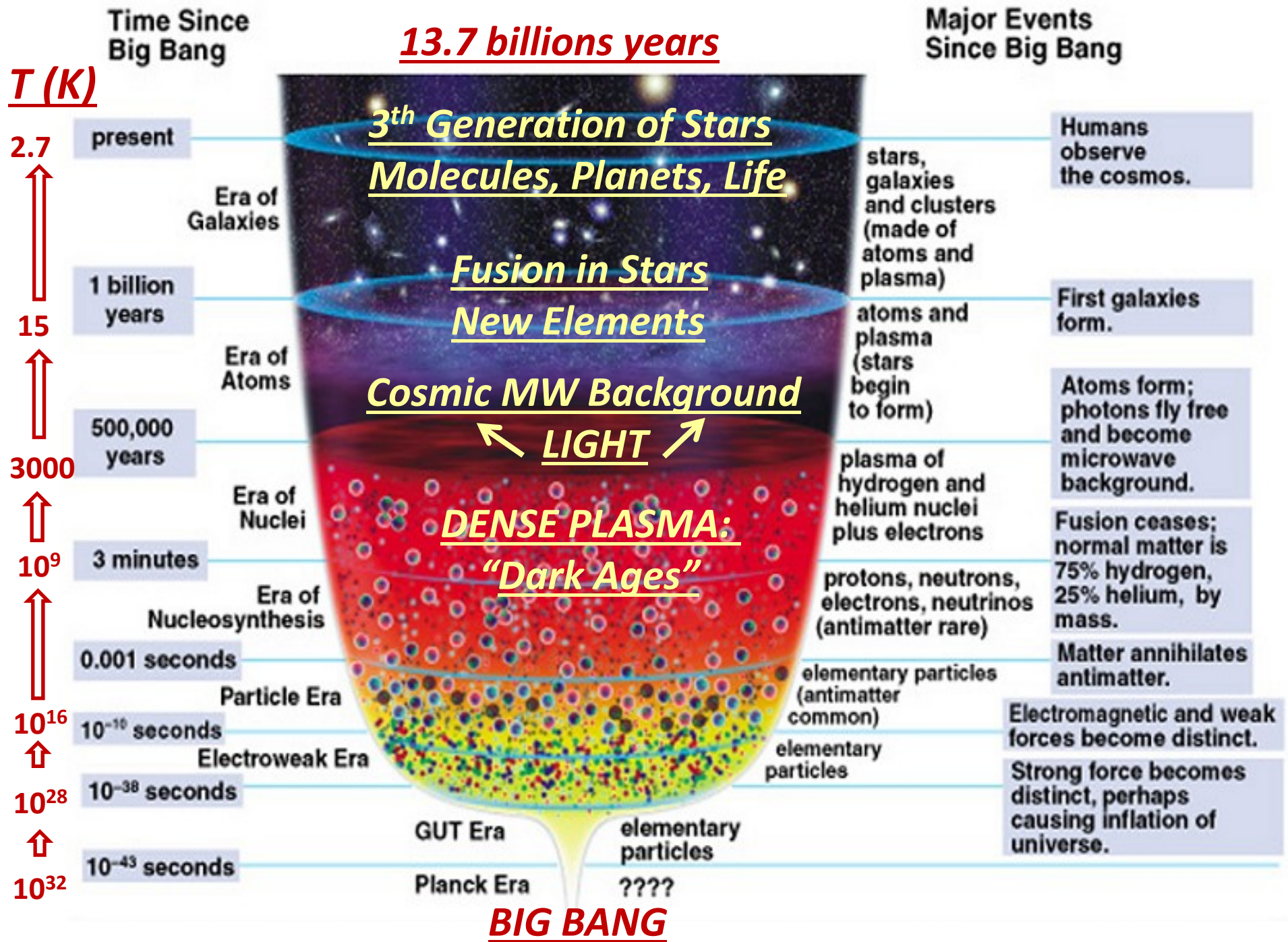
El PLASMA emite luz

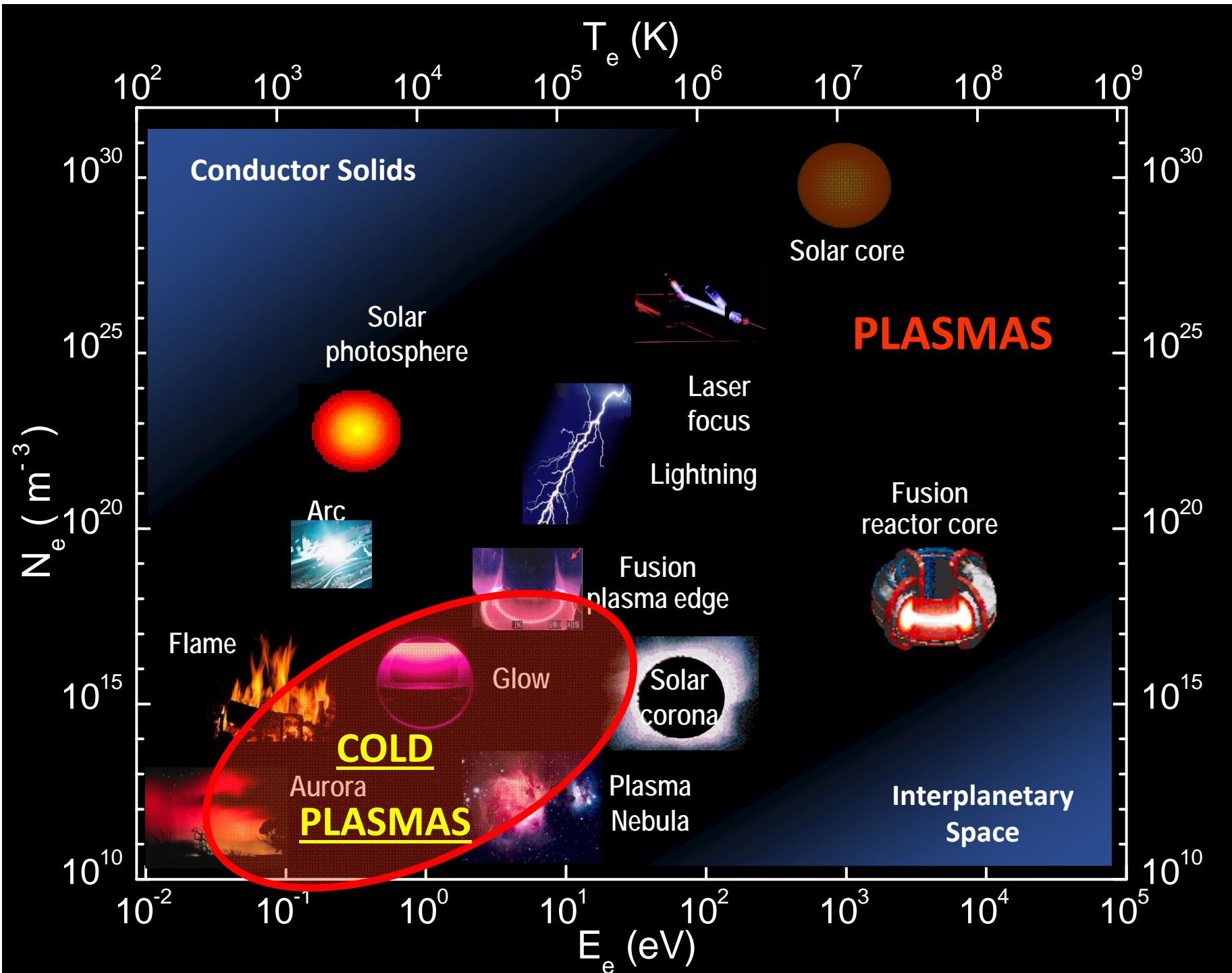


·Las técnicas de espectroscopía ópticas permiten analizar el plasma de forma no intrusiva a largas distancias.

·Magnitudes Plasmas *·Densidad de cargas libres (N_e).
·Temperatura electrónica (T_e).*

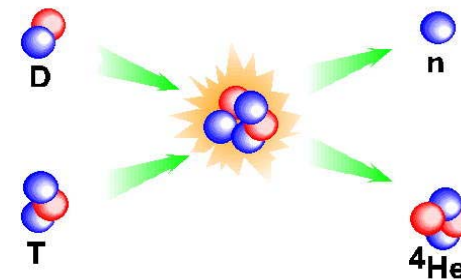
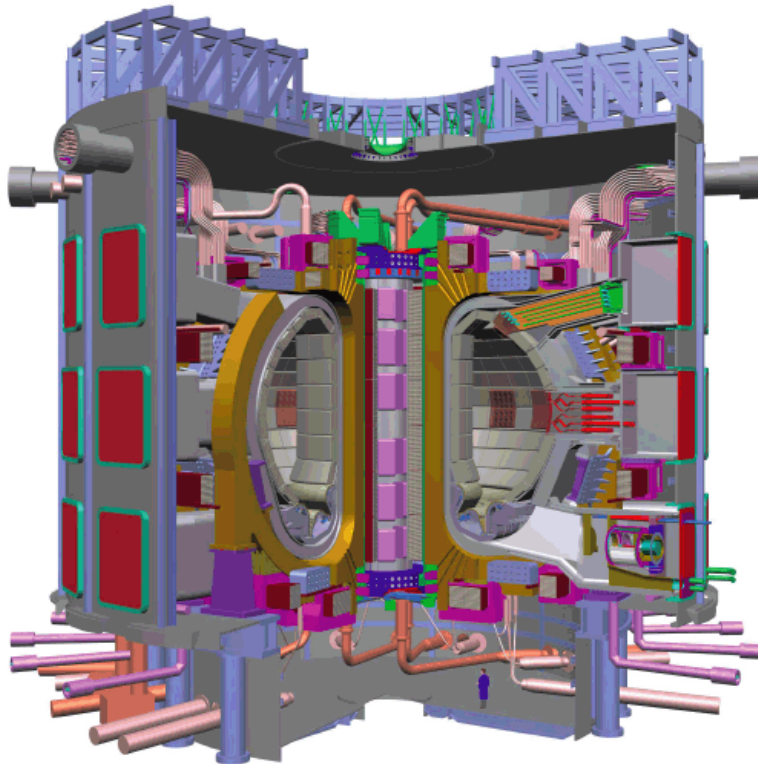
·¿Hay mucho? *·El 99% de la materia conocida
·¿El cuarto estado de la materia o el primero?*





Plasmas “En equilibrio termodinámico”

- Las diferentes funciones de distribución están parametrizadas con una misma temperatura.
- Ejemplo ‘extemo’ en la tierra: ITER, ¿la “futura” fuente energética ?

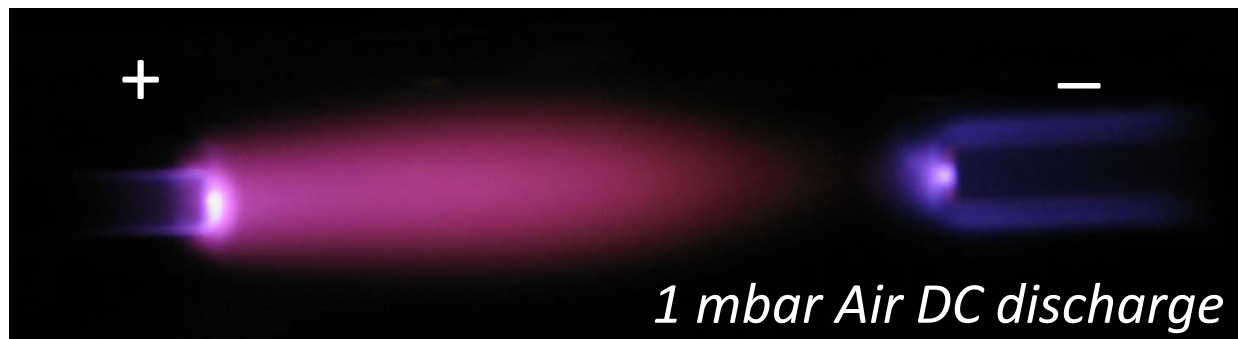


$$T_{\text{plasma}} \sim 10^8 \text{ K !}$$

Figure 1.14 – Schéma en coupe d'ITER (Source : ITER Organization)

Plasmas Fríos

- Suelen ser generados con descargas eléctricas a baja presión.
- Grado de ionización muy bajo ($N_e/N_{\text{gas}} \sim 10^{-3} - 10^{-6}$)
- Los electrones se aceleran eficazmente en el campo eléctrico ($\Rightarrow T_e \sim 30000 \text{ K}$) pero ceden poca energía por choques elásticos a las partículas más pesadas ($\Rightarrow T_{\text{gas}} \sim 300 \text{ K}$).



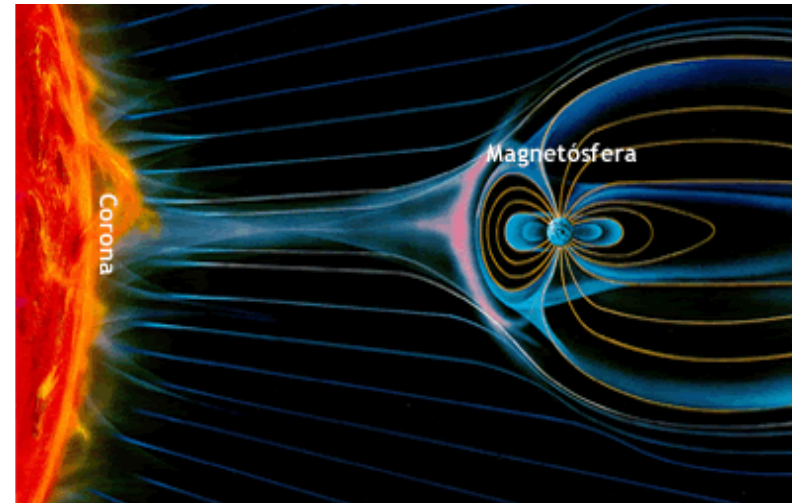
- Es un sistema muy alejado del equilibrio termodinámico



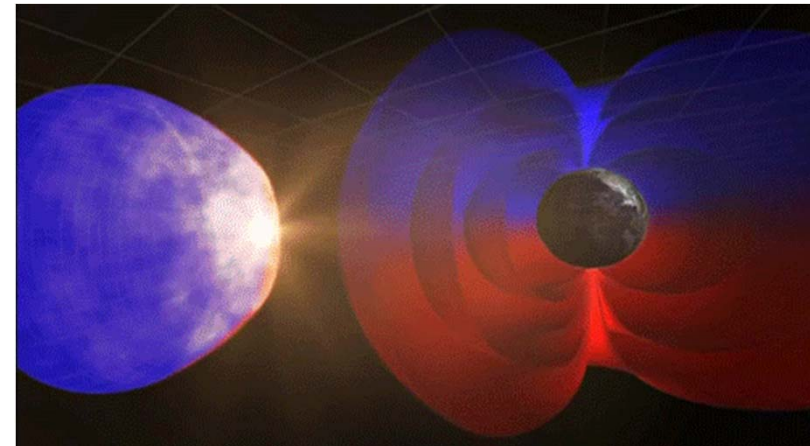
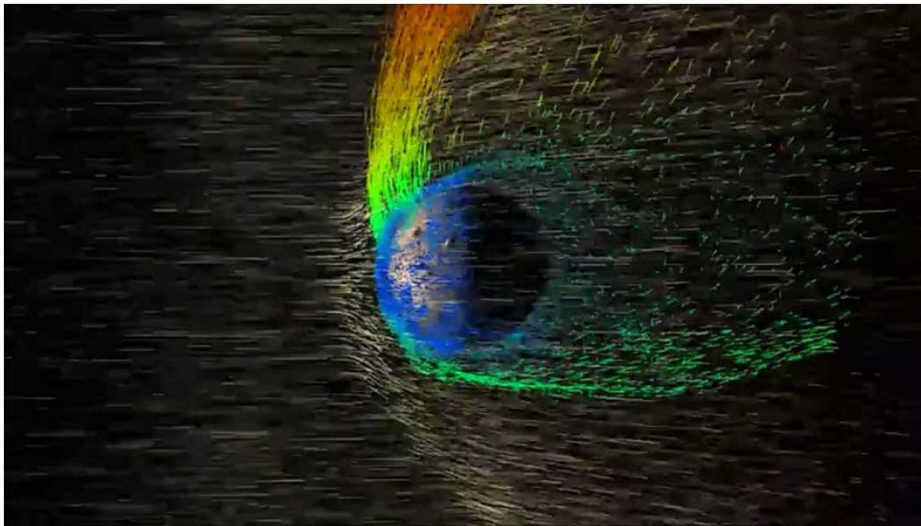
¿Son tan inofensivos los plasmas fríos?

LA TIERRA

- La Magnetosfera nos protegé del viento solar



MARTE



Simulación de la pérdida de atmósfera marciana por viento solar

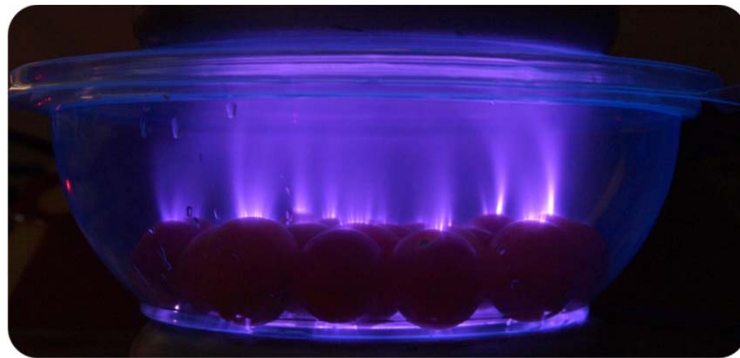
https://www.nasa.gov/mission_pages/maven/main/index.html



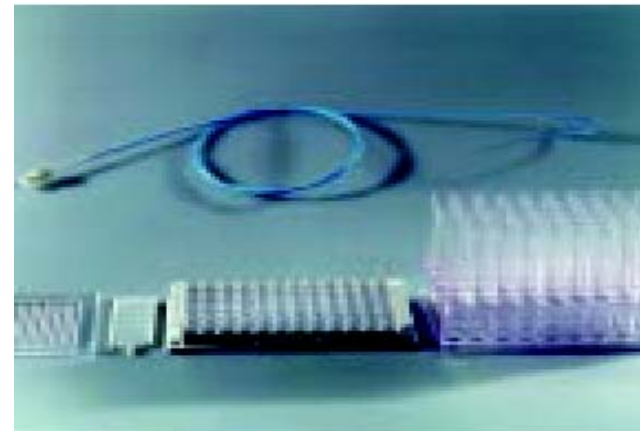
¿Son tan inofensivos los plasmas fríos?

·Esterilización de materiales orgánicos que no soportan a altas temperaturas.

Industria alimenticia



Instrumentación médica



Química en Plasmas Fríos

- Los plasmas fríos son sistemas químicamente muy reactivos.
- Procesos químicos en plasmas fríos:

PRIMARIOS

- Ionización $AB + e^- \rightarrow AB^+ + 2e^-$
- Excitación $AB + e^- \rightarrow AB^* + e^-$
- Disociación $AB + e^- \rightarrow A + B + e^-$

SECUNDARIOS

- Neutralización
- Desexcitación (Emisión de luz)
- Recombinación: Reacciones en fase gas y en superficie
- Efectos en Pared \Rightarrow Recubrimientos, “Sputtering” & “Etching”

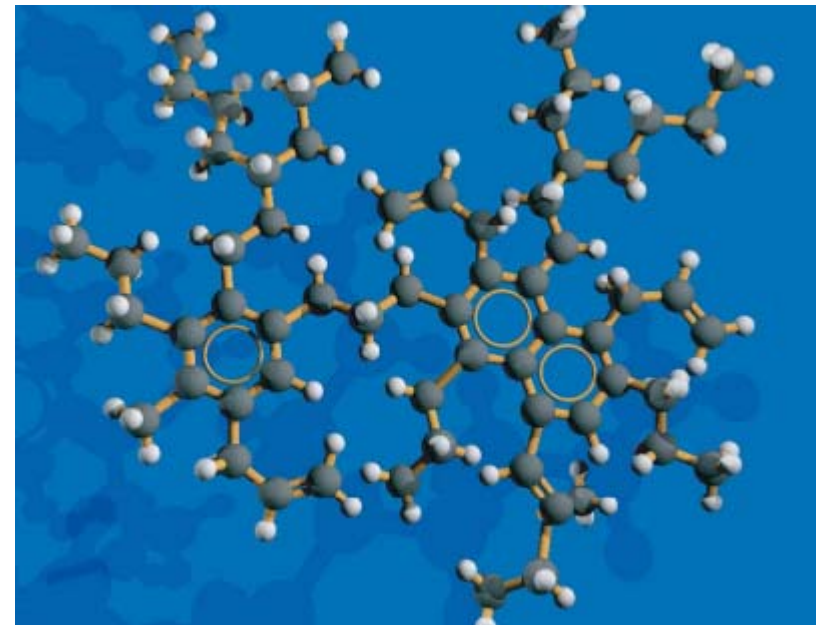
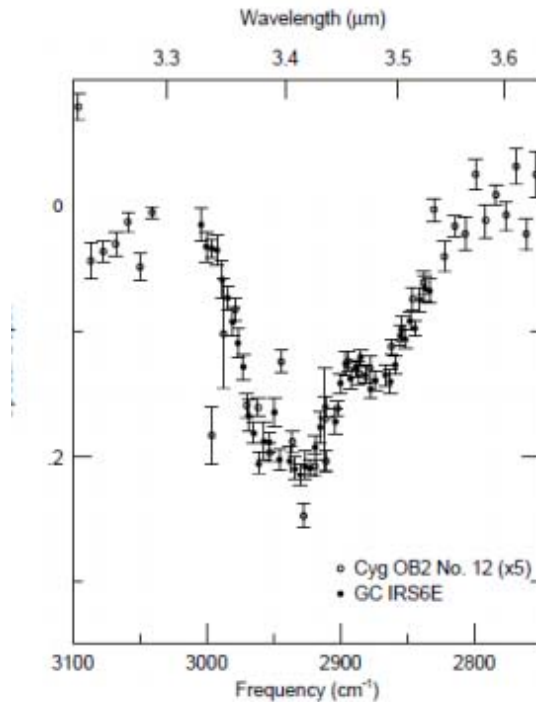
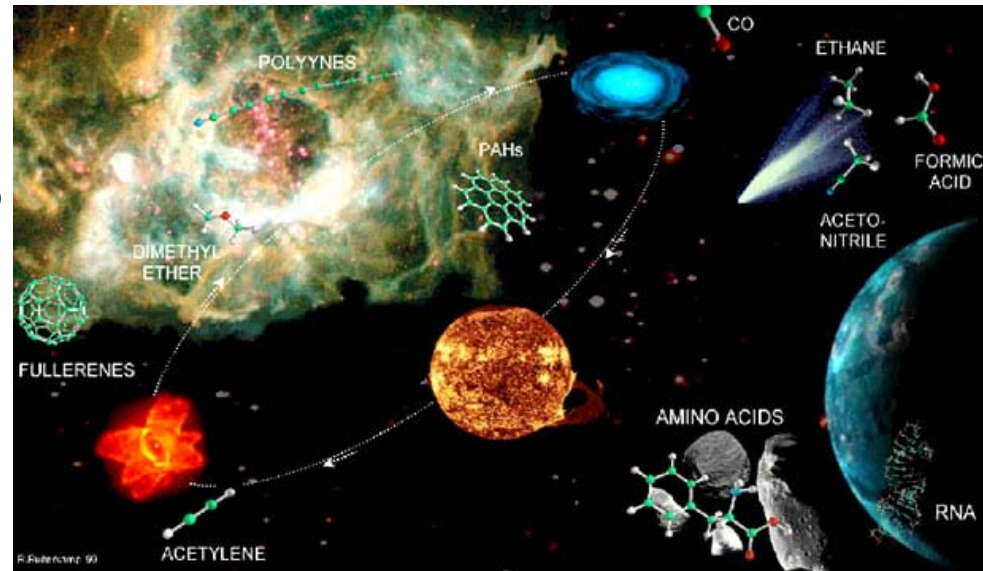
Química en Plasmas Fríos

- Los plasmas fríos son sistemas químicamente muy reactivos.
- Posibles aplicaciones

Name	Reactions	Description
Etching	$AB + C_{solid} \rightarrow A + BC_{vapour}$	Material erosion.
Adsorption	$M_g + S \rightarrow M_s$ $R_g + S \rightarrow R_s$	Molecules or radicals from a plasma come in contact with a surface exposed to the plasma and are adsorbed on surfaces.
Deposition	$AB \rightarrow A + B_{solid}$	<u>Thin film formation.</u>
Recombination	$S - A + A \rightarrow S + A_2$ $S - R + R_1 \rightarrow S + M$	Atoms or radicals from the plasma can react with the species already adsorbed on the surface to combine and form a <u>compound.</u>
Metastable de-excitation	$S + A^* \rightarrow A$	Excited species on collision with a solid surface return to the ground state.
Sputtering	$S - B + A^+ \rightarrow S^+ + B + A$	Positive ions accelerated from the plasma towards the surface with sufficient energy can remove an atom from the surface.
Polymerization	$R_g + R_s \rightarrow P_s$ $M_g + R_s \rightarrow P_s$	Radicals in the plasma can react with radicals adsorbed on the surface and form <u>polymers.</u>

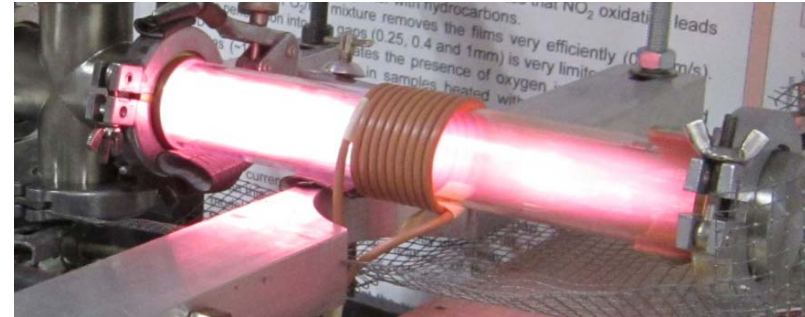
Polvo carbonaceo en el ISM

- Fuerte banda absorción en $3.4 \mu\text{m}$ asociado a CH alifáticos.
- El mejor candidato es carbón amorfo hidrogenado HAC (Pendelton & Allamandola AJSS 2002)
- Este material puede generarse con plasmas fríos!!

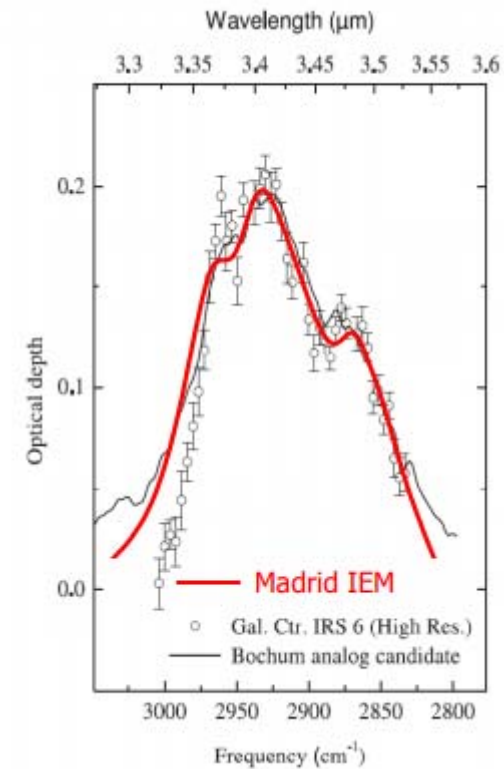
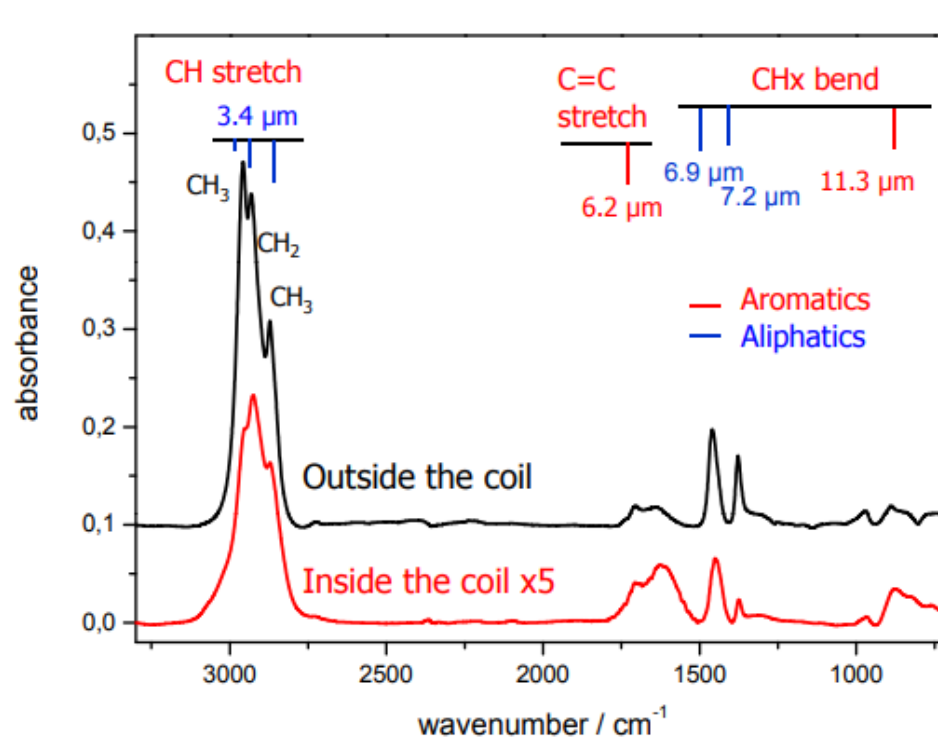


Polvo carbonaceo en el IEM

·Muestra depositada con plasma de $\text{CH}_4 + \text{He}$ en descarga de RF inductivo.



IR spectra of the deposits

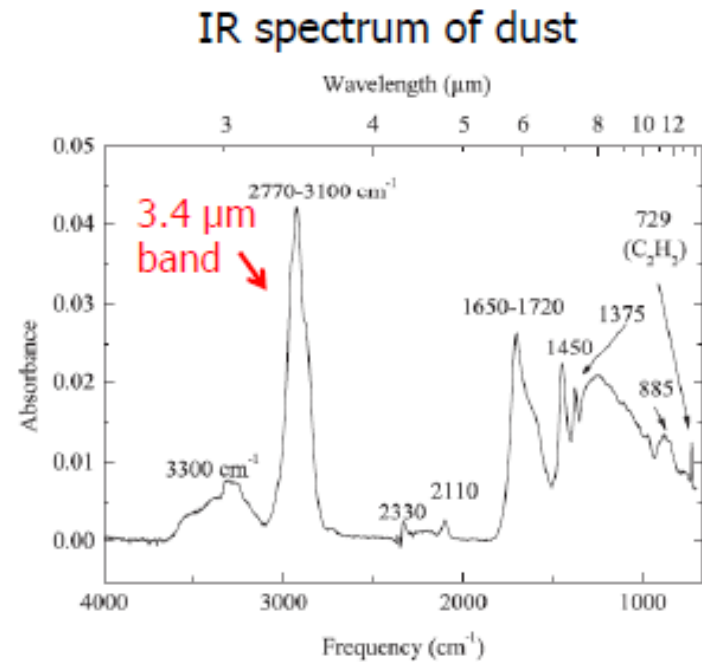
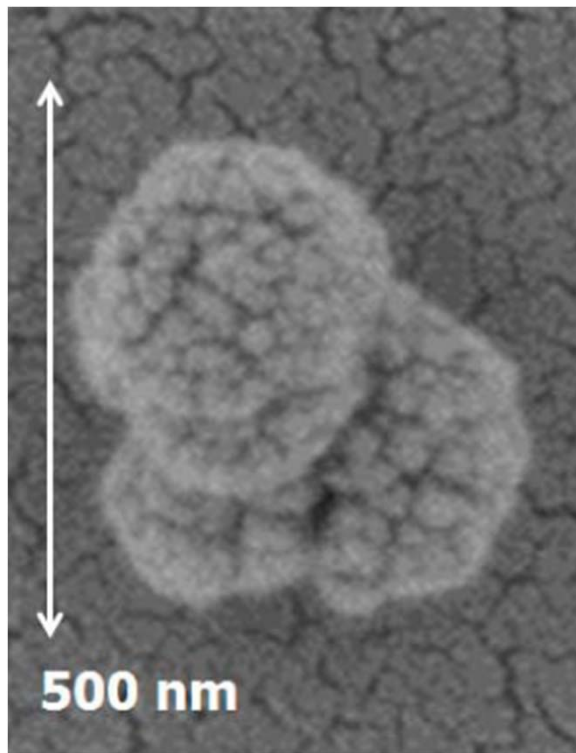


Polvo carbonaceo en el IEM



Polvo carbonaceo en el IEM

- Muestra depositada con plasma de $C_2H_2 + He$.
- También posibles candidatos para explicar el polvo cósmico



E. Kovacevic et al. ApJ 2005

nanocosmos

Gas and dust from the Stars to the Laboratory: Exploring the Nanocosmos

Muchas Gracias



Más en el laboratorio de Plasmas Fríos.