



Elaboración y estudio de recubrimientos modulados por flujos de plasma

Fredy Fabián Parada Becerra

Valeriy Dugar-Zhabón & Petr Tsygankov

Marzo 01 del 2021

Escuela de Física

Universidad Industrial de Santander

#LaUISqueQueremos

Aeronáutica



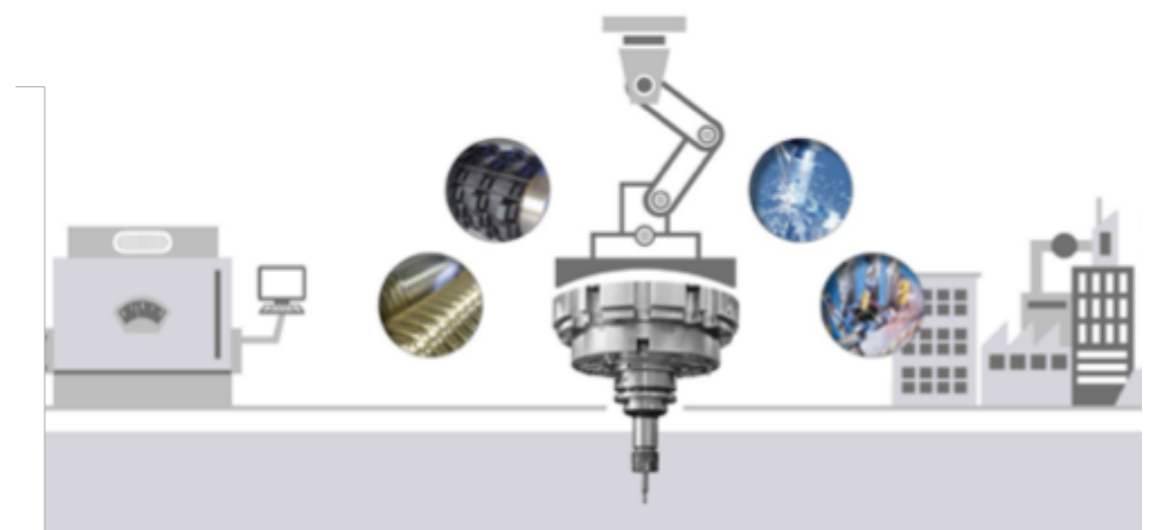
Automoción



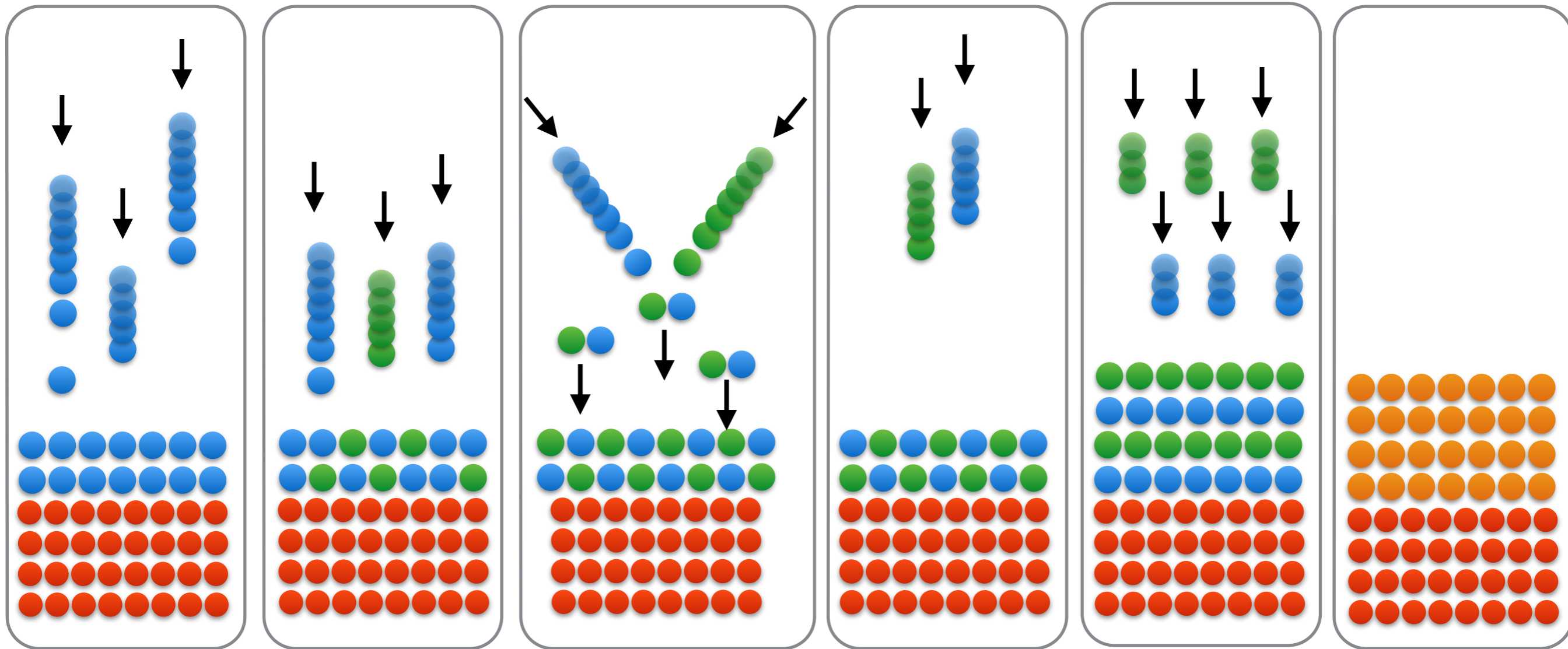
Petróleo/Gas/Aceite



Herramientas de corte



Procesos de producción de películas delgadas.



Una sola capa
Depósito de un componente

Una sola capa
Multicomponente

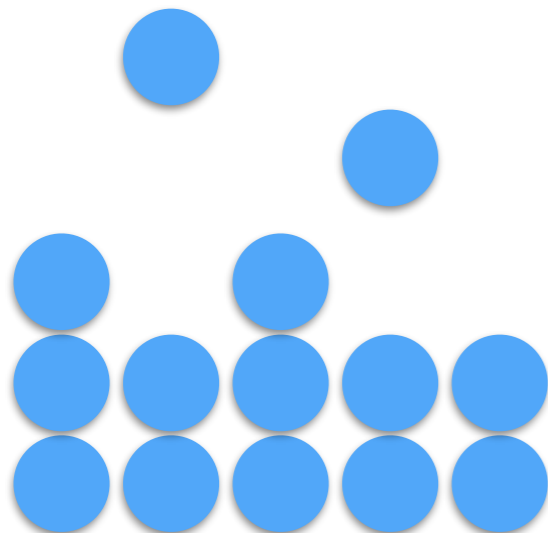
Deposición reactiva

Deposición con reacción superficial

Deposición de multicapas

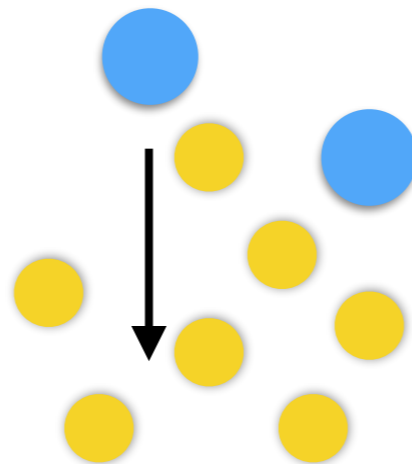
Deposición de multicapas con homogeneización

Producción de vapor



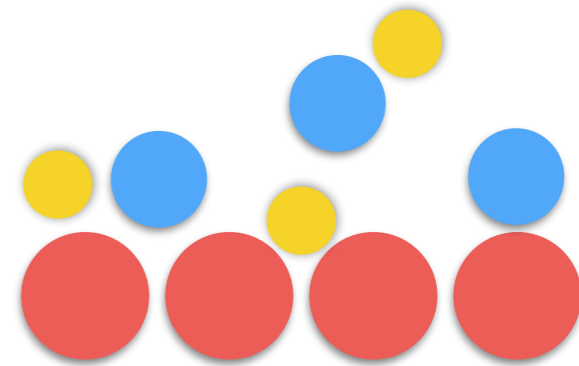
Atomización del material para hacer el recubrimiento

Transferencia de vapor



Dirigir el flujo de material hacia el sustrato

Condensación de vapor



Crecimiento atómico de una película sobre el sustrato

Dos métodos de tratamiento con plasma de capas subsuperficiales.

Implantación iónica

Difusión térmica

Nitruración con plasma: Difusión térmica.

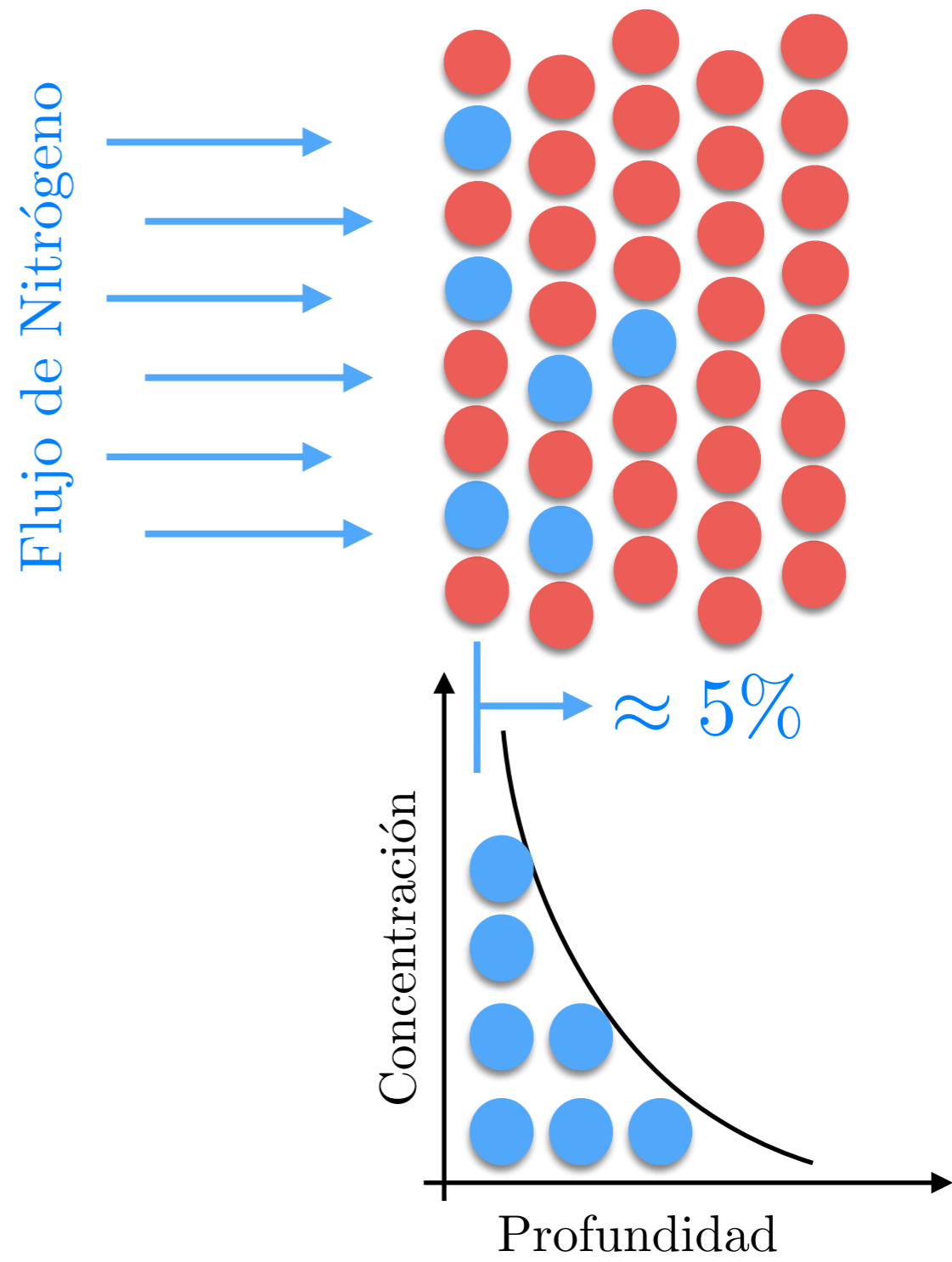
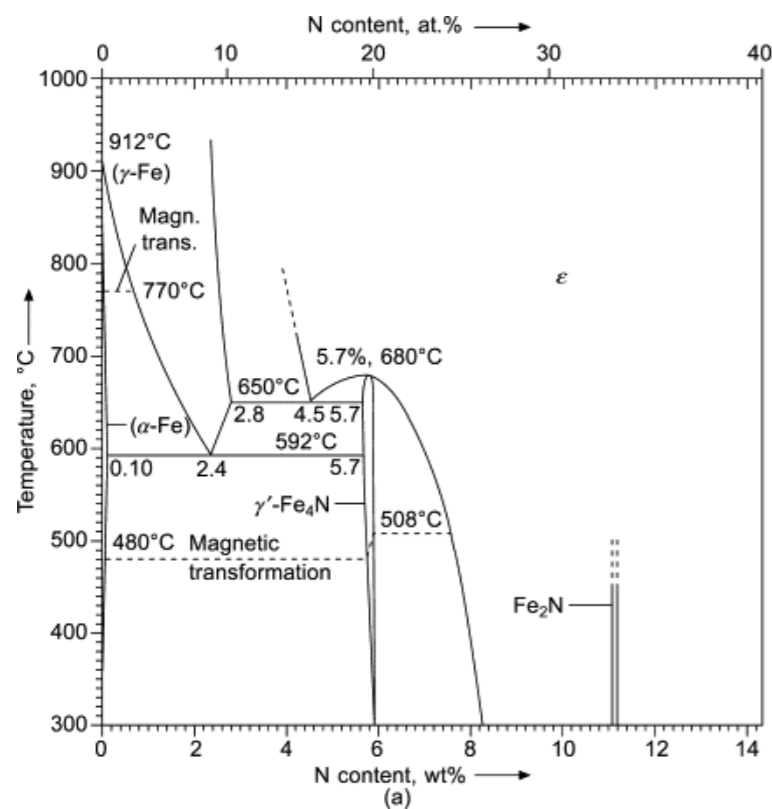
Ley de Fick

$$F = -D \frac{\partial C}{\partial x} \quad \longrightarrow \quad D = D_0 \exp\left(-\frac{E_A}{kT}\right)$$

F= flujo de átomos

D= coeficiente de difusión [cm^2/s]

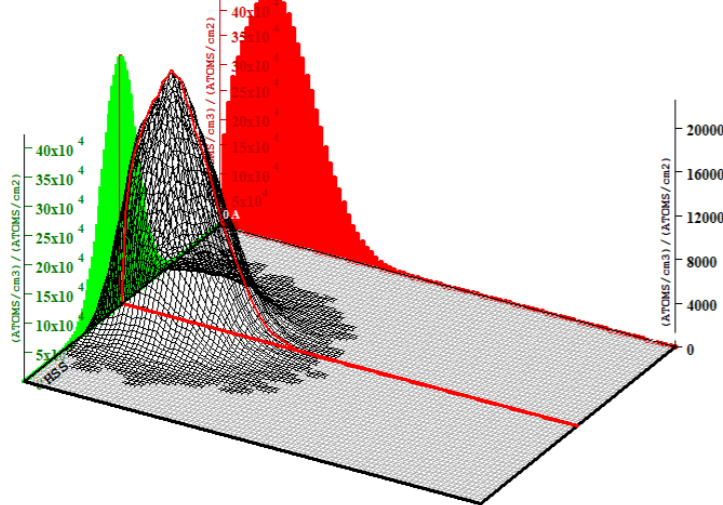
$\partial C/\partial x$ = gradiente de concentración



Nitruración iónica

Ion Distribution

Ion Range = 138 Å Skewness = 0.444
Straggle = 74 Å Kurtosis = 12.774

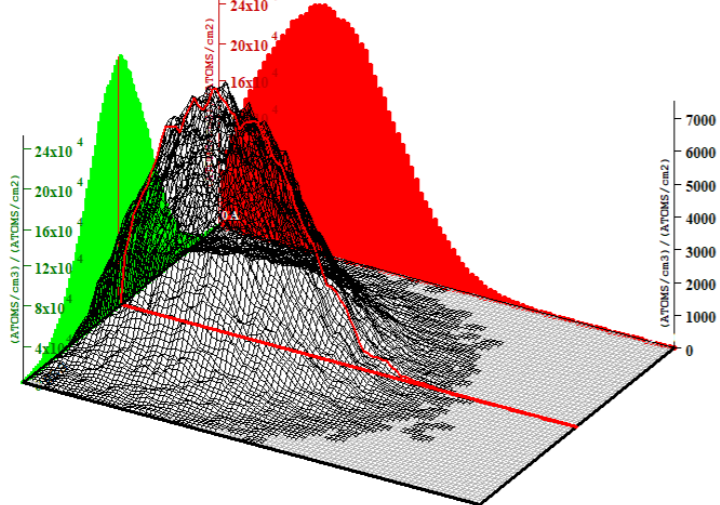


Plot Window goes from 0 Å to 1000 Å; cell width = 10 Å
Press PAUSE TRIM to speed plots. Rotate plot with Mouse.

Ion = N (10. keV)

Ion Distribution

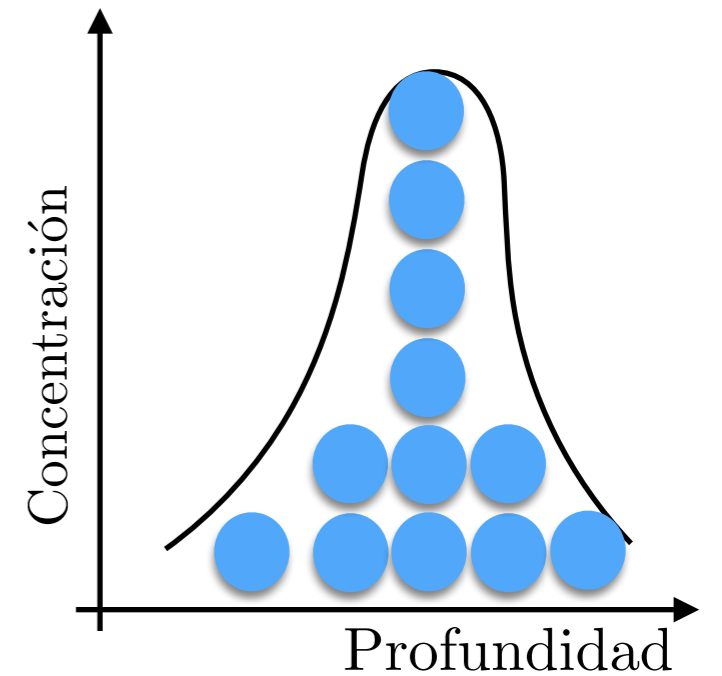
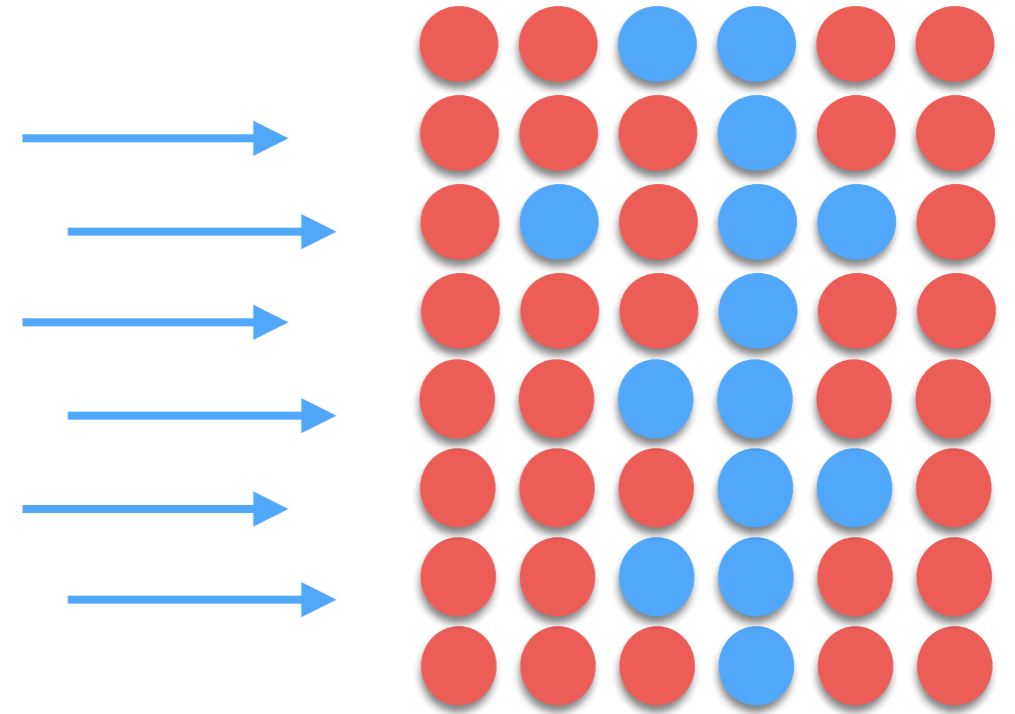
Ion Range = 251 Å Skewness = 0.299
Straggle = 127 Å Kurtosis = 2.599

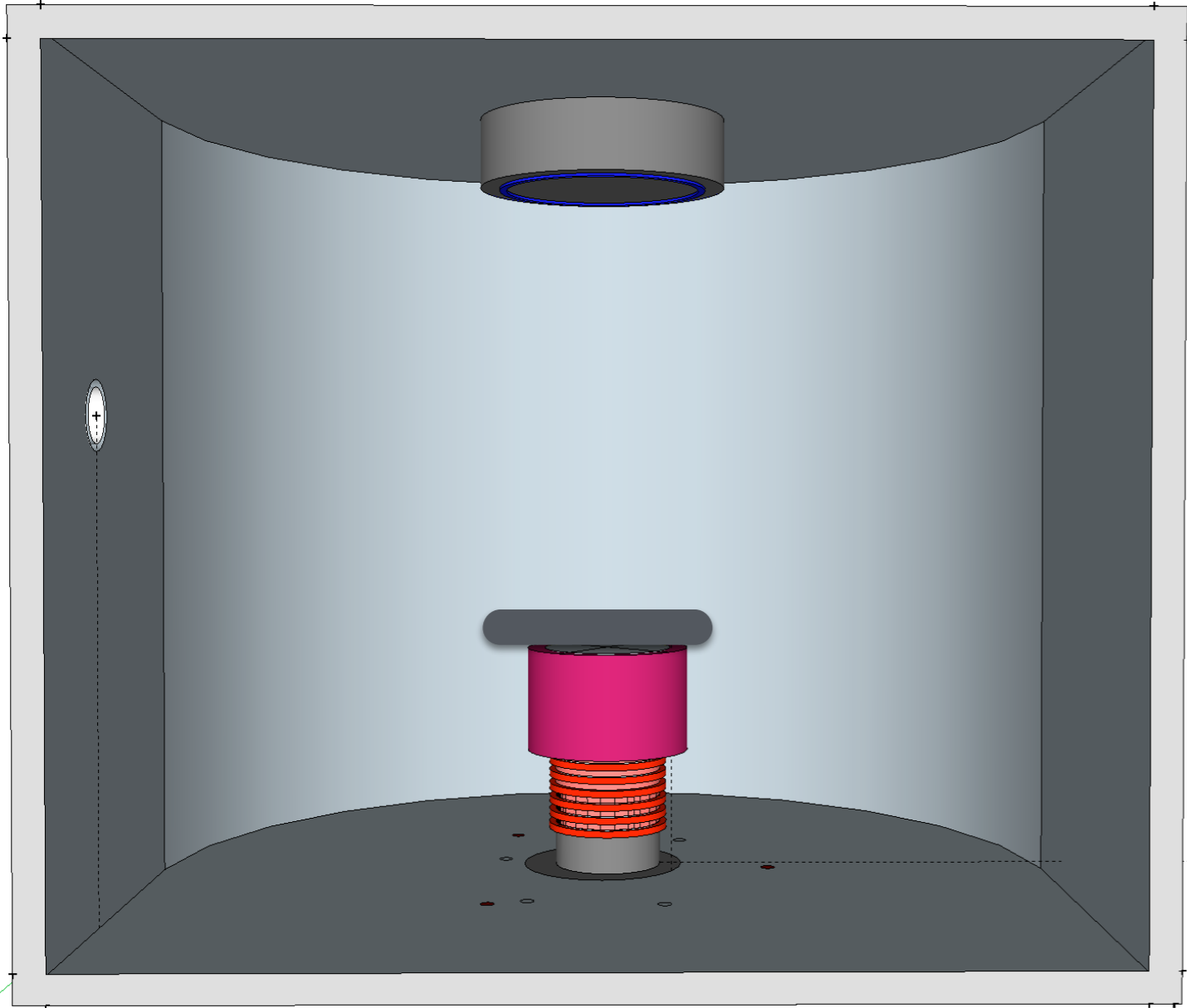


Plot Window goes from 0 Å to 1000 Å; cell width = 10 Å
Press PAUSE TRIM to speed plots. Rotate plot with Mouse.

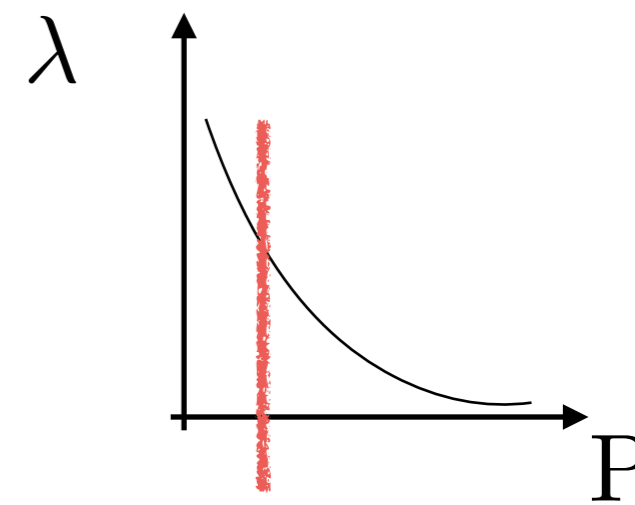
Ion = N (20. keV)

Flujo de Nitrógeno



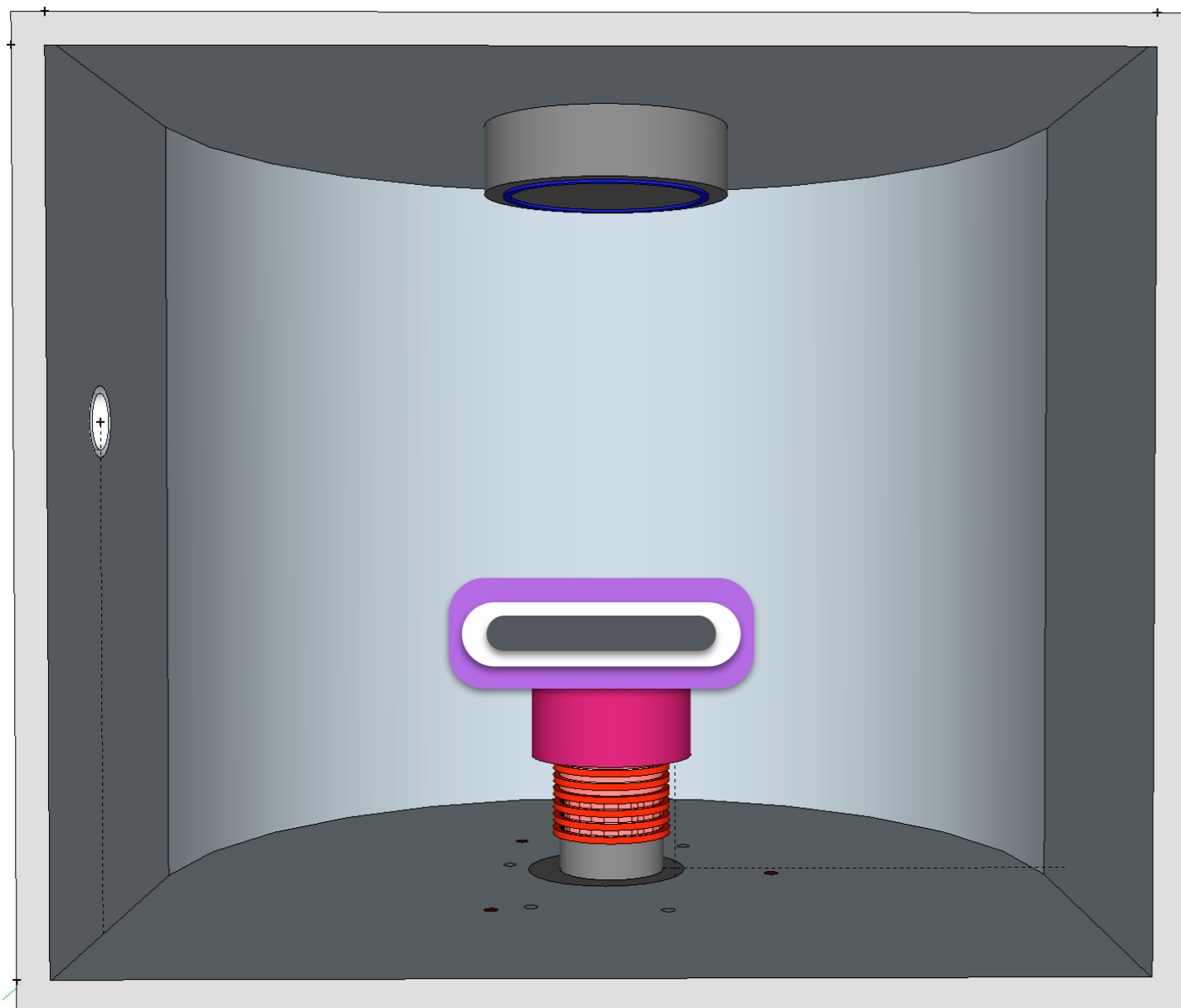


P = Presión
 λ = Camino libre medio

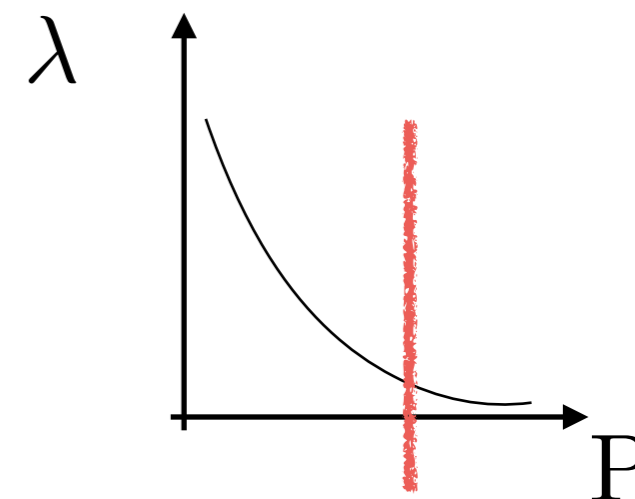


$$P = 2Pa$$

$$\lambda \approx 1mm$$

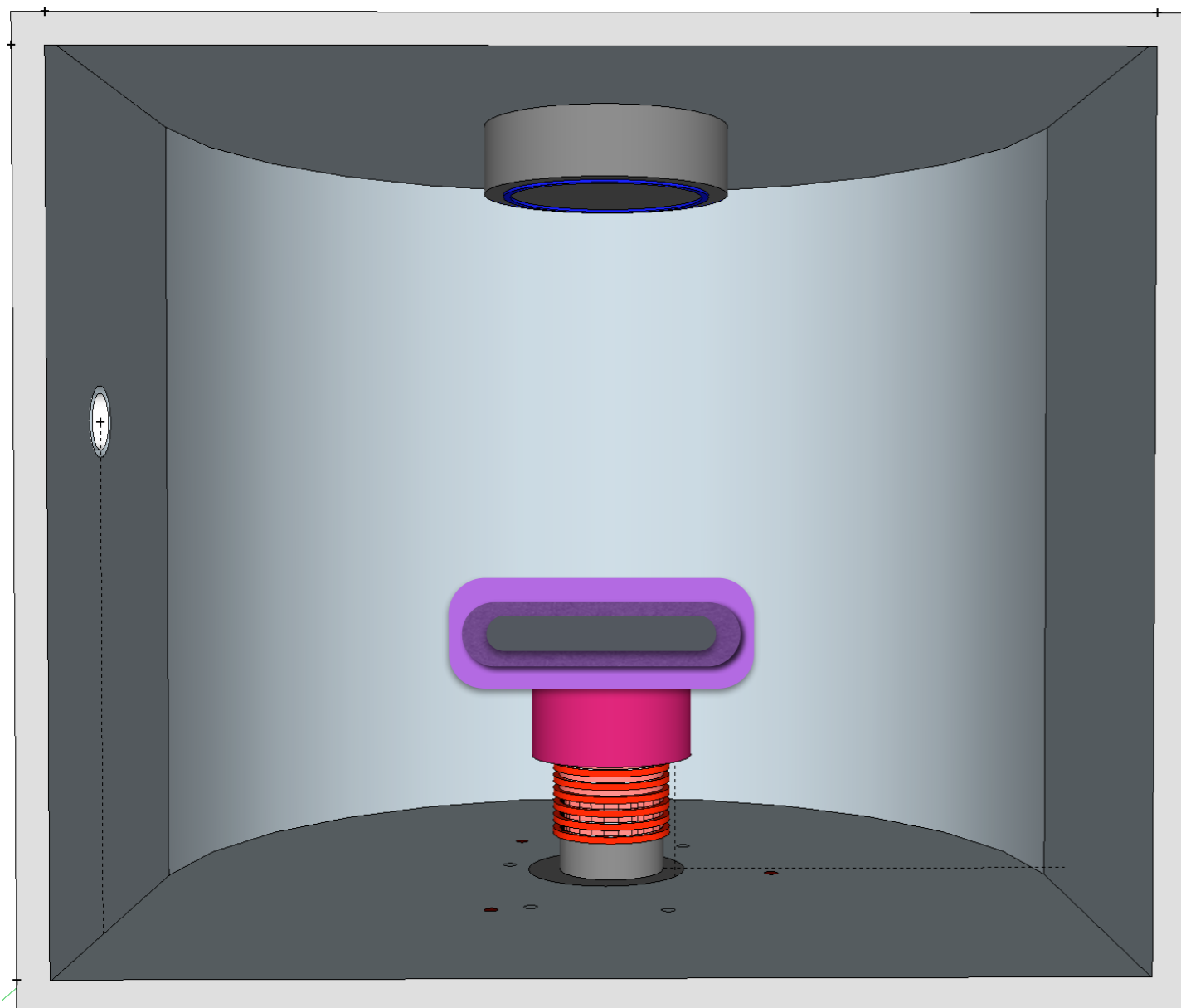


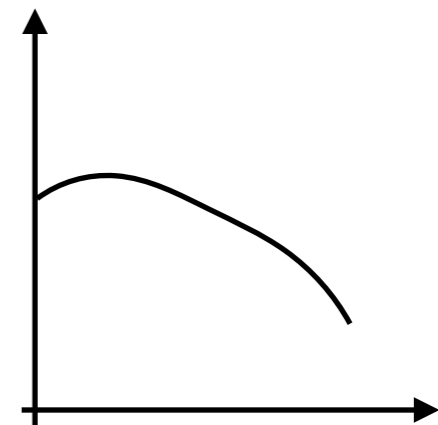
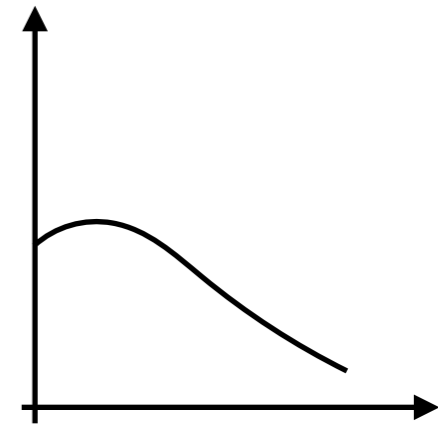
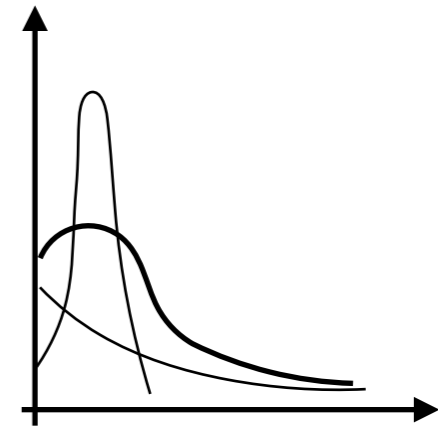
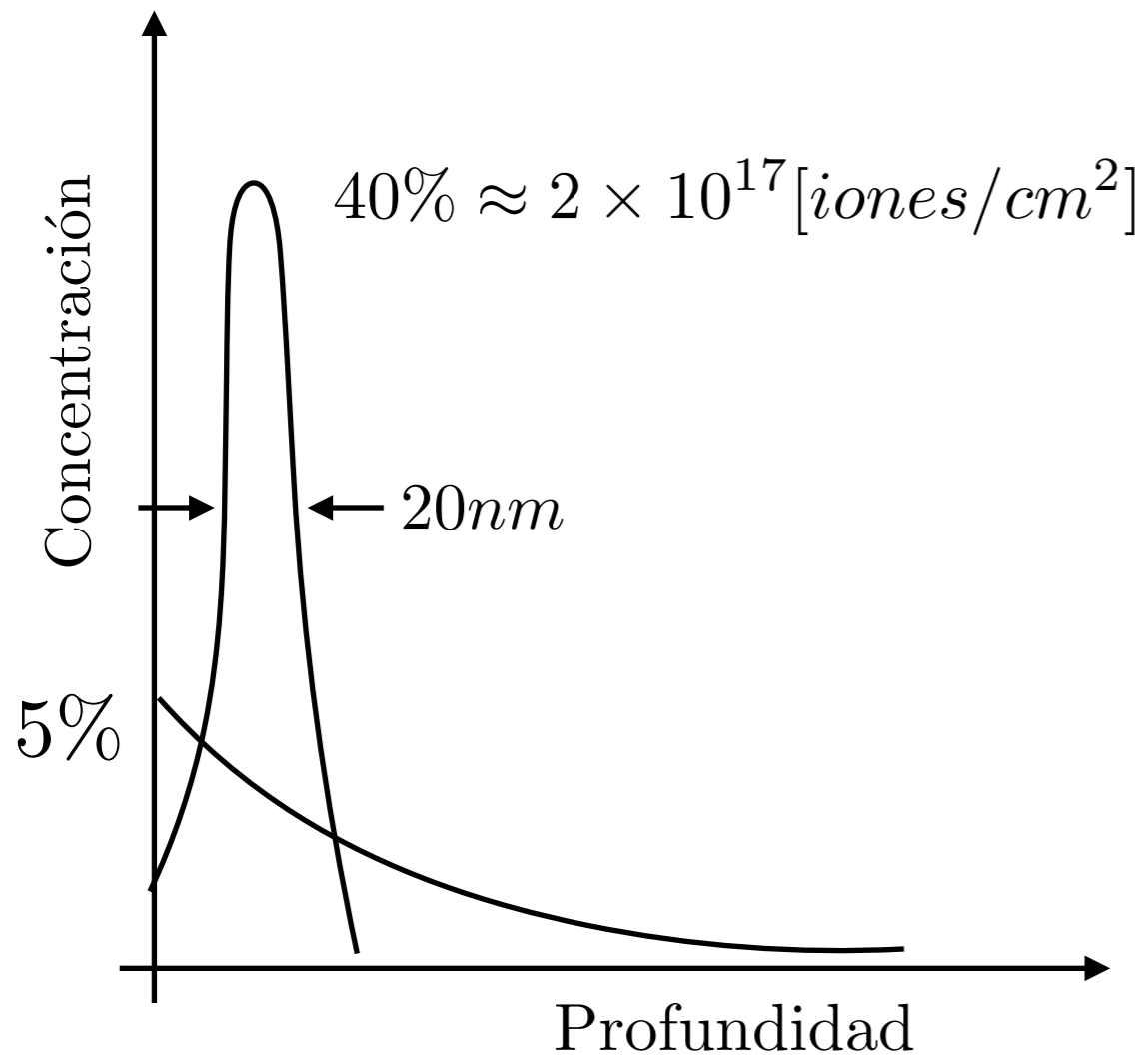
$P =$ Presión
 $\lambda =$ Camino libre medio

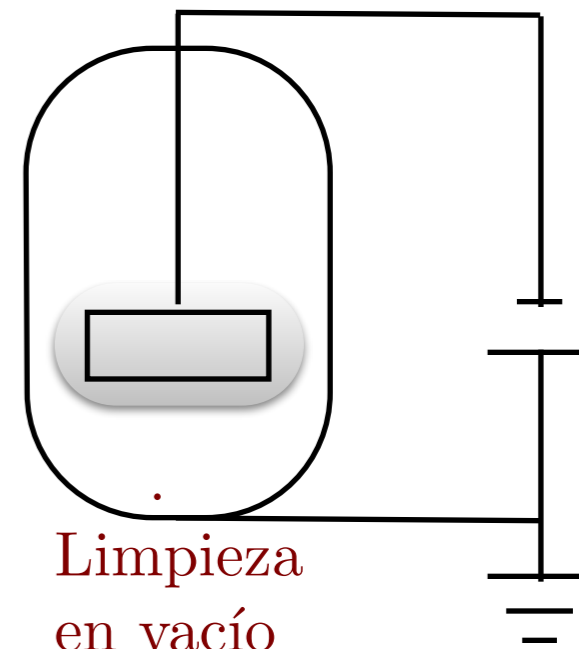
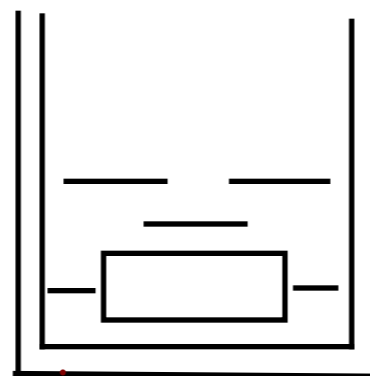
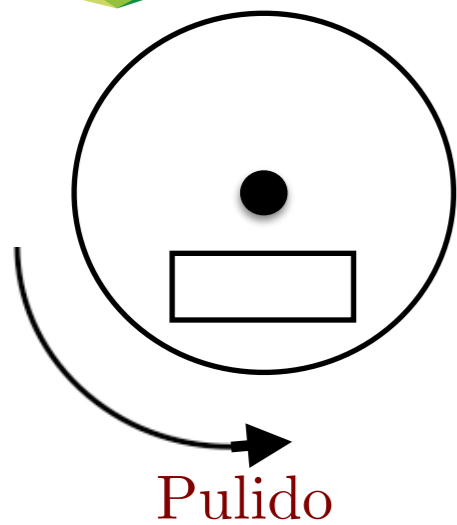


$$P = 5Pa$$

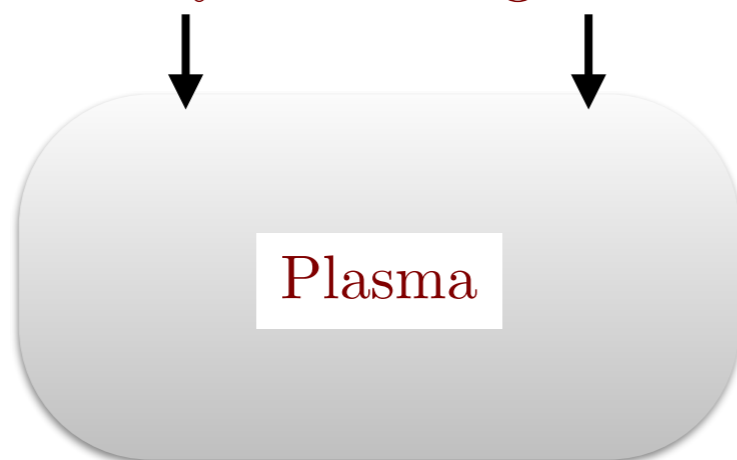
$$\lambda \approx 0.1mm$$





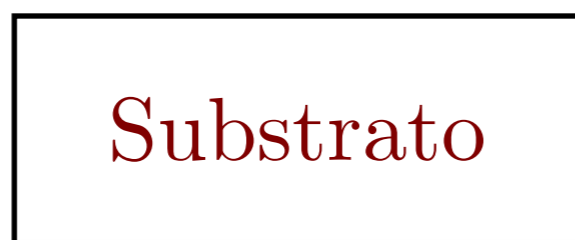


Inyección de gases



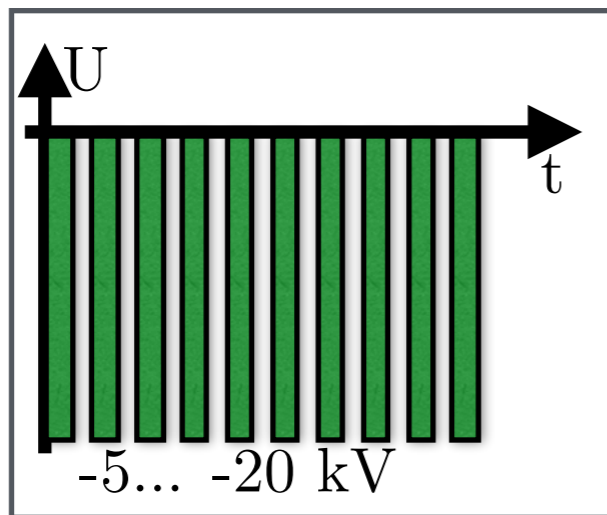
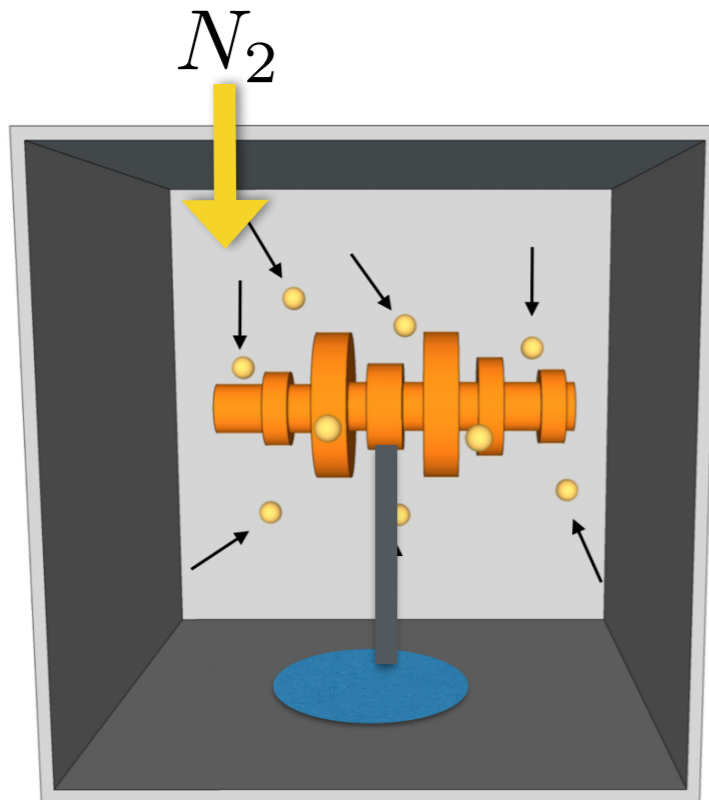
Formación de especies activadas resultantes de colisiones inelásticas de especies pesadas con los electrones libres del plasma

Transporte de especies activadas

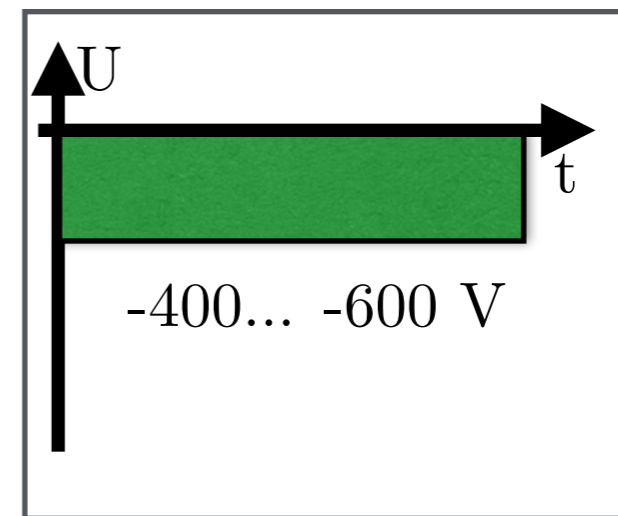
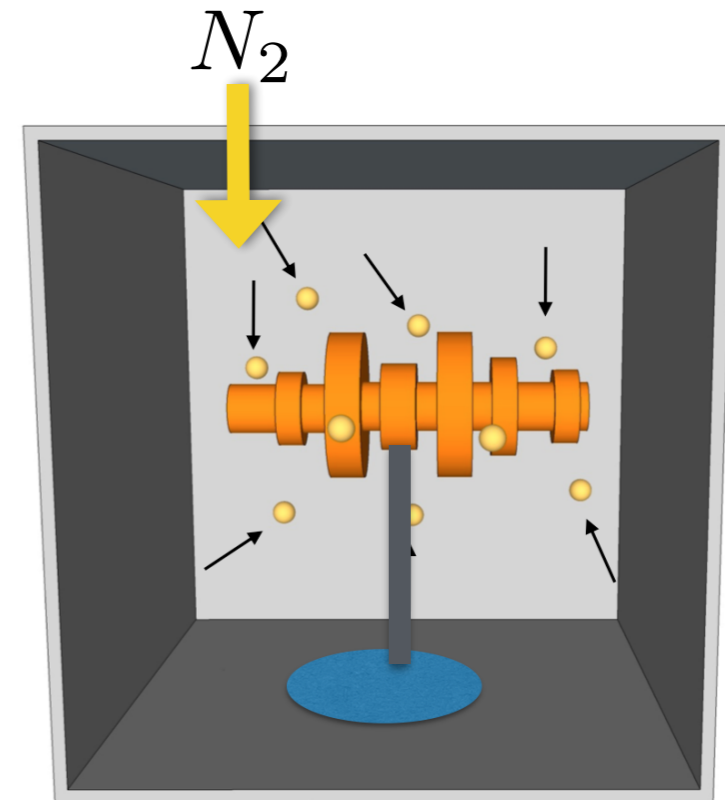


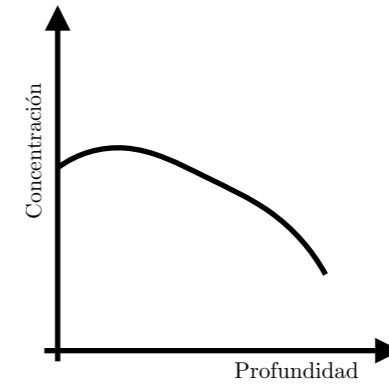
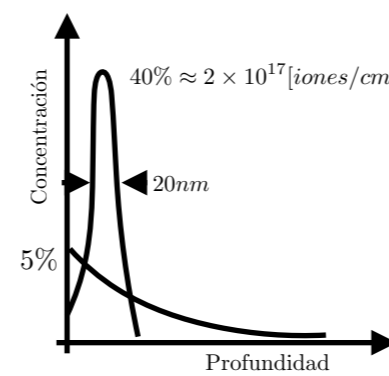
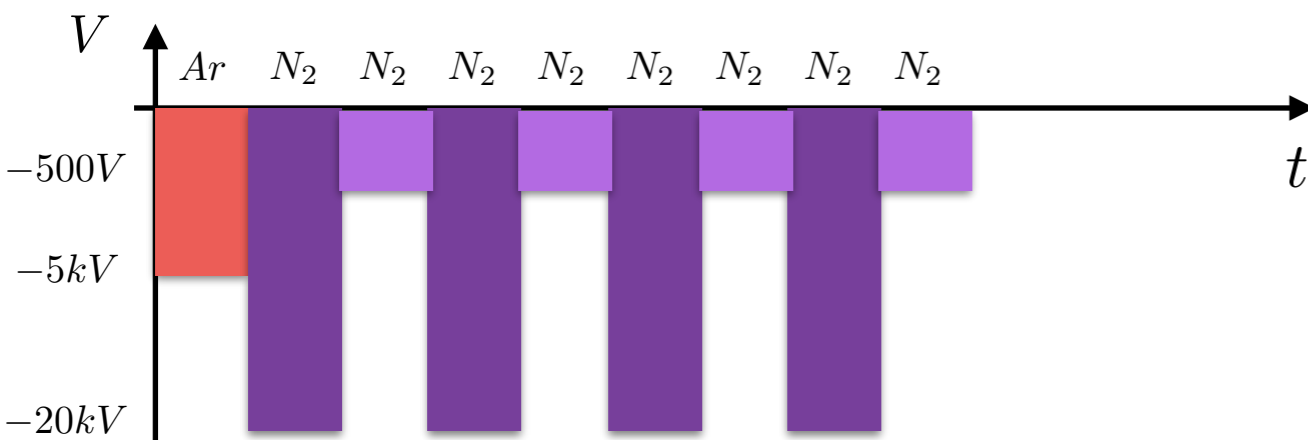
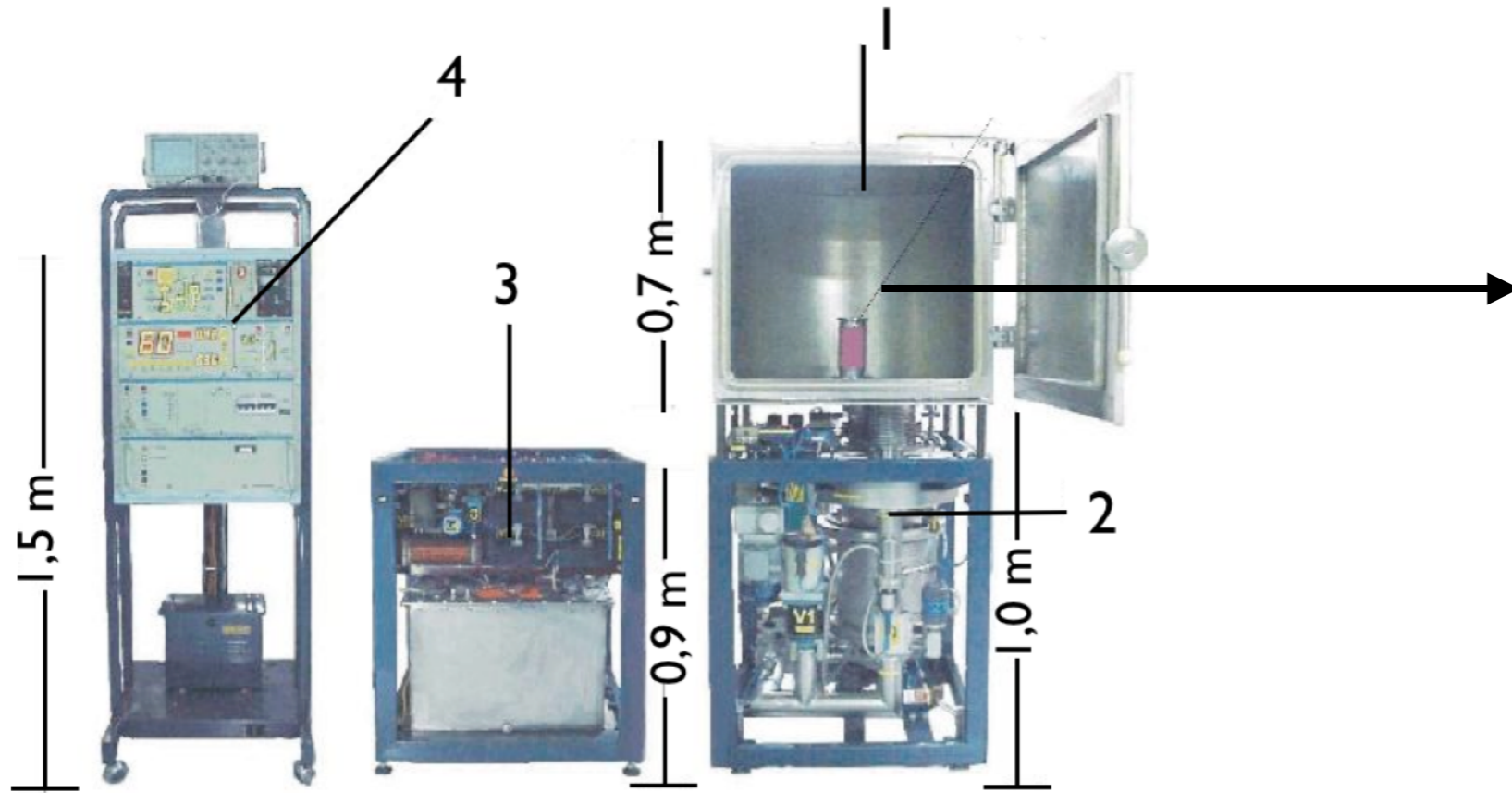
Deposición de especies activadas seguida de reacciones químicas, nucleación y crecimiento del recubrimiento

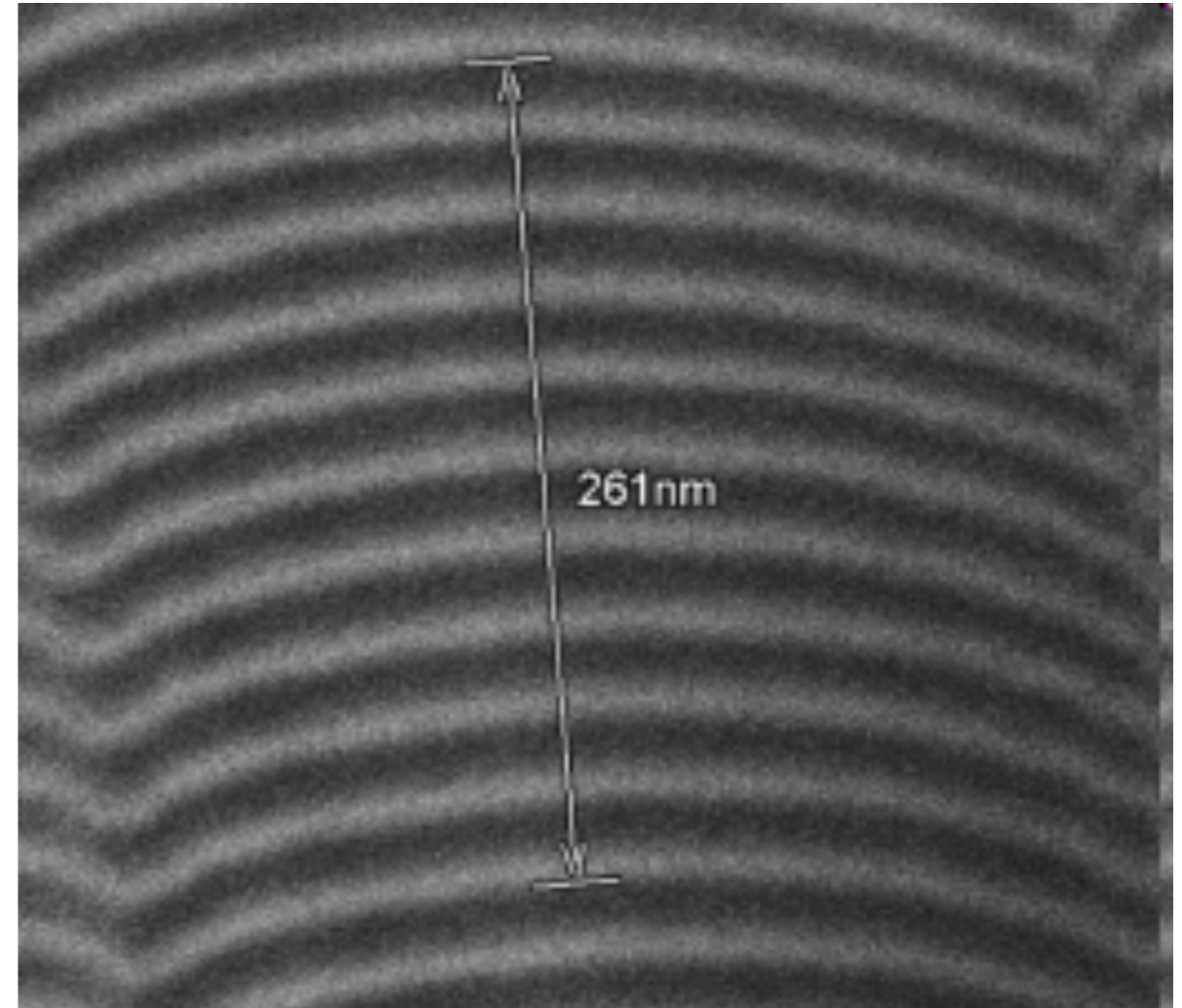
Nitruración iónica



Nitruración con plasma







Elaboración y estudio de recubrimientos modulados por flujos de plasma

¡Gracias!

Escuela
de Física

Facultad
de Ciencias



Universidad
Industrial de
Santander

#LaUISqueQueremos

