

Espectrometría

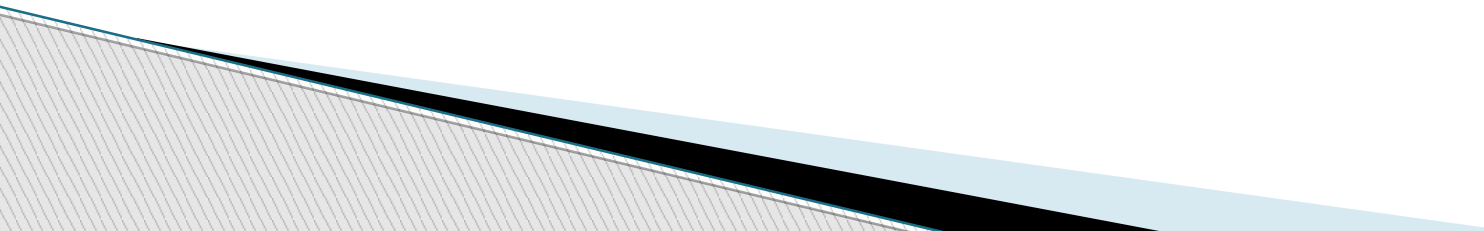
Laboratorio 4 - Física - FCEN

Universidad de Buenos Aires - 06/09/2017

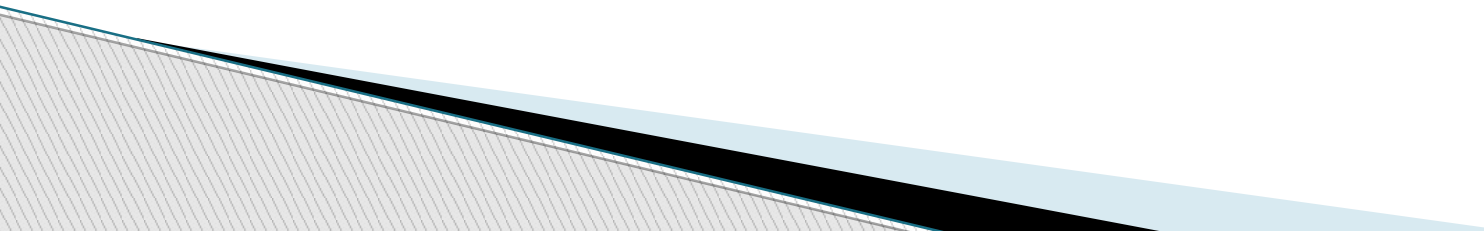
Matías Bayo y Agustín Rombolá



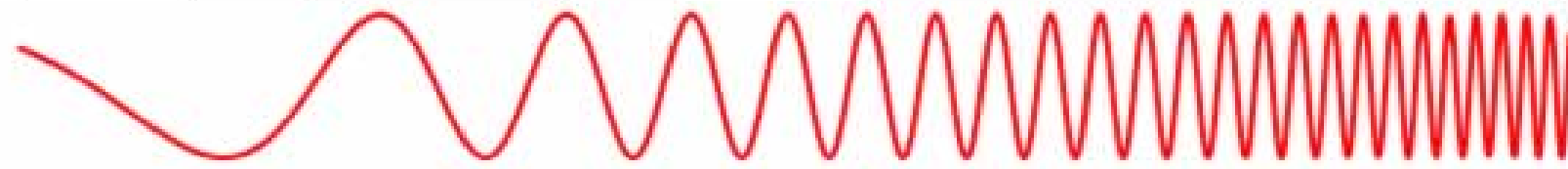
Esquema de la charla

- ▶ El espectro electromagnético, espectro de absorción y emisión
 - ▶ Espectrometría, conceptos generales
 - ▶ Tipos de espectrometría
 - ▶ Espectrógrafo
- 

Espectro Electromagnético

- ▶ Distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas.
 - ▶ Las ondas de **alta frecuencia** tienen **longitud de onda corta** y **energía alta**, las de **frecuencia baja** tienen **longitud de onda larga** y **energía baja**.
 - ▶ Referido a un objeto se denomina espectro a la radiación electromagnética que emite o absorbe una sustancia.
- 

¿Penetra la atmósfera terrestre?



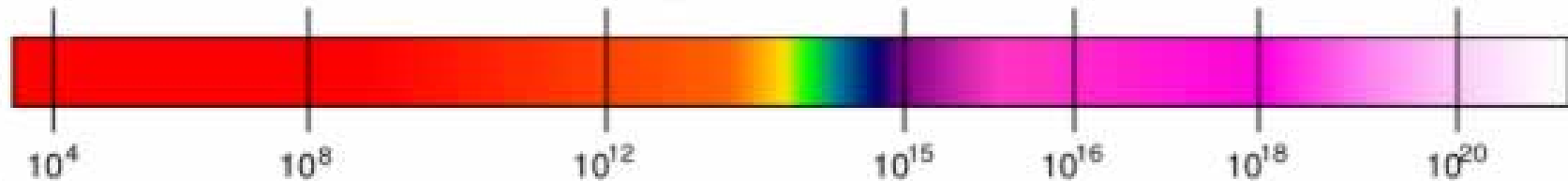
Tipo de radiación
Longitud de onda (m)

Radio 10^3	Microondas 10^{-2}	Infrarrojo 10^{-5}	Visible 0.5×10^{-6}	Ultravioleta 10^{-8}	Rayos X 10^{-10}	Rayos gamma 10^{-12}
------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--	----------------------------------	------------------------------	----------------------------------

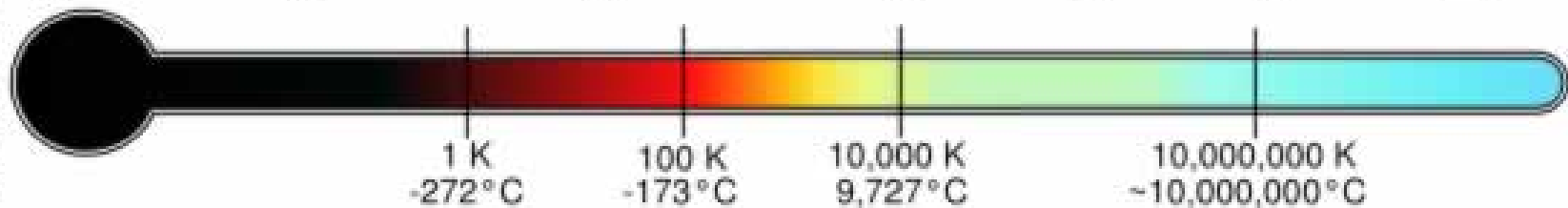
Escala aproximada de la longitud de onda



Frecuencia (Hz)



Temperatura de los objetos en los cuales la radiación con esta longitud de onda es la más intensa

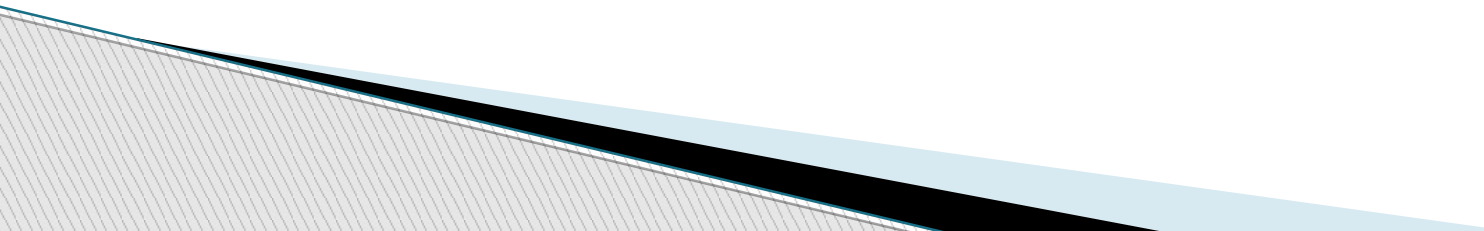


- ▶ El espectro se extiende desde las bajas frecuencias usadas para la radio moderna hasta los rayos gamma.
- ▶ El espectro cubre la energía de ondas electromagnéticas que tienen longitudes de onda diferentes.
- ▶ Esta energía electromagnética en una longitud de onda particular λ (en el vacío) tiene una frecuencia asociada ν y una energía fotónica E , dada por la siguiente ecuación

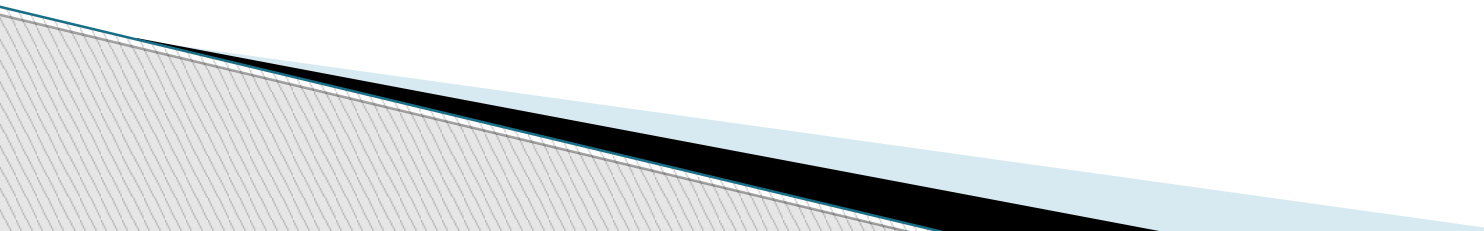
$$E = h \cdot \nu$$

donde $\nu = c/\lambda$

Espectro de Absorción y Emisión

- ▶ El **espectro de emisión** es un conjunto de frecuencias de las ondas electromagnéticas emitidas por átomos de un elemento.
 - ▶ Es único y puede ser usado para determinar si ese elemento es parte de un compuesto desconocido.
 - ▶ El **espectro de absorción** muestra la fracción de la radiación electromagnética incidente que un material absorbe dentro de un rango de frecuencias.
 - ▶ Se emplea para identificar los elementos componentes de algunas muestras y se puede emplear para determinar la estructura de compuestos orgánicos.
- 

Espectrometría

- ▶ La espectrometría surgió con el estudio de la interacción entre la radiación y la materia como función de **la longitud de onda (λ)**
 - ▶ Se usa en física y química analítica para la identificación de sustancias. Así como en astronomía y detección remota.
 - ▶ Técnica para tasar la concentración de especies determinadas.
 - ▶ El instrumento que realiza tales medidas es un espectrógrafo.
- 

Tipos de Espectrometría

Espectrometría de Absorción

Espectrometría de Rayos X

Espectrometría de Llama

Espectrometría de Chispa o Arco

► Espectrometría de Rayos X

Los electrones de las capas interiores del átomo se excitan a orbitales externos ionizándose el átomo.

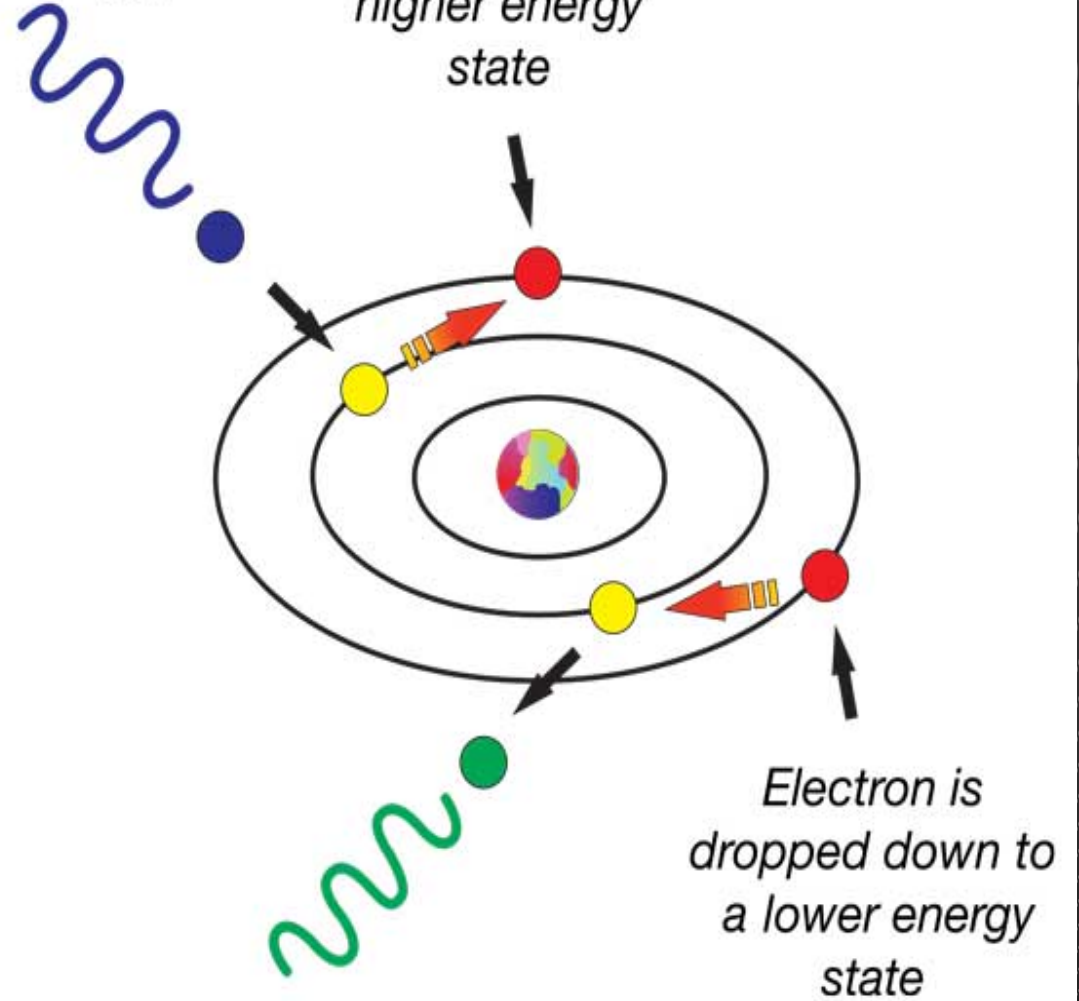
La energía disponible en este proceso se emite como radiación (fluorescencia) o quitará otros electrones menos enlazados del átomo (efecto Auger).

Pueden medirse estas frecuencias características.

Se usa para determinar la composición elemental y el enlace químico.

**Excitation
Energy**

*Electron is
kicked up to a
higher energy
state*



**Fluorescence
Emission**

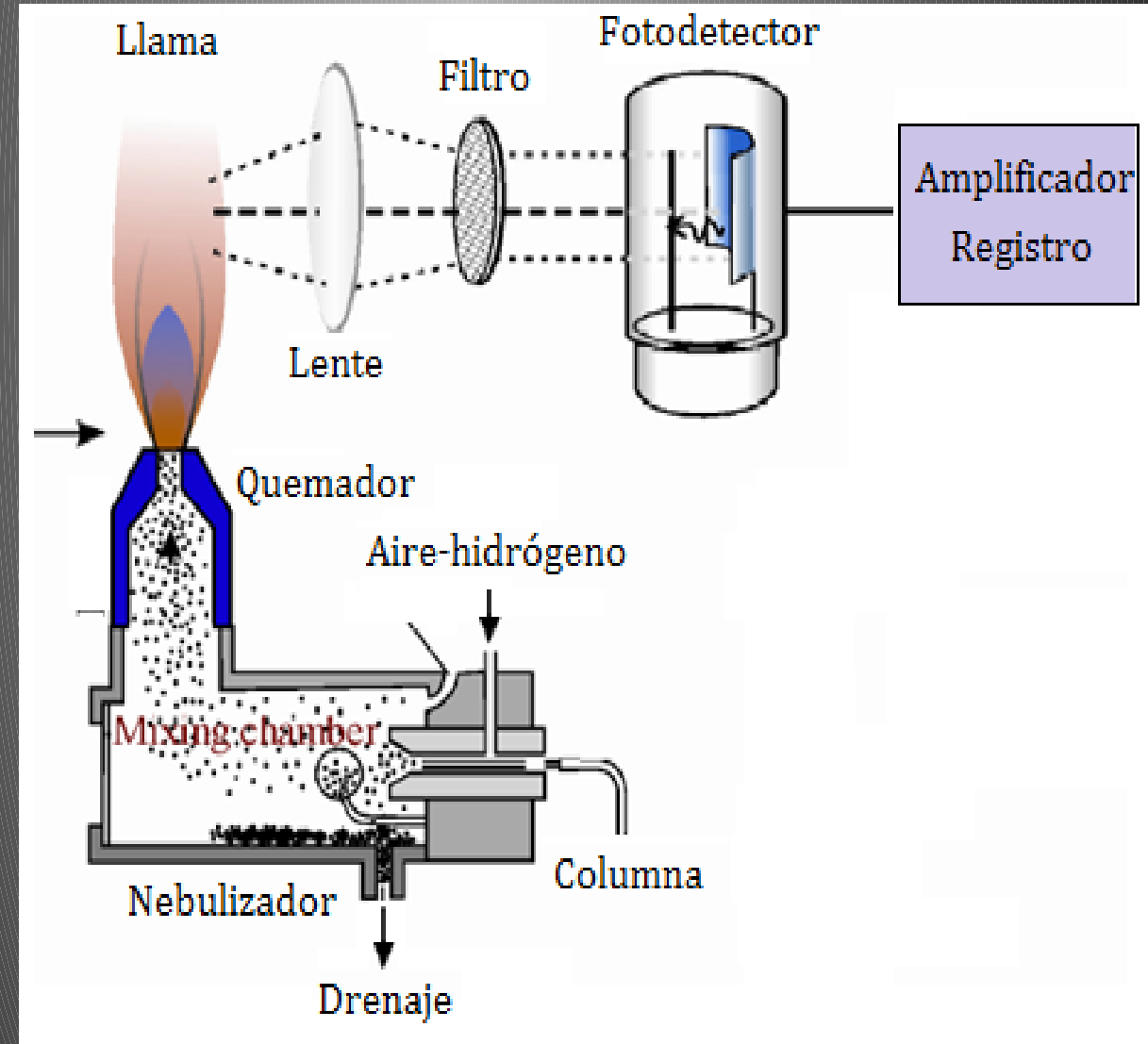
► Espectrometría de Llama

Las muestras de solución líquida son aspiradas en un quemador, desolvatadas, atomizadas, y excitadas a un estado electrónico de energía más alta.

El uso de una llama durante el análisis requiere combustible y oxidante, típicamente en forma de gases.

Estos métodos son a menudo capaces de analizar elementos metálicos.

Son necesarios detectores de luz para detectar la luz con información que viene de la llama.



► Espectrometría de Chispa o Arco

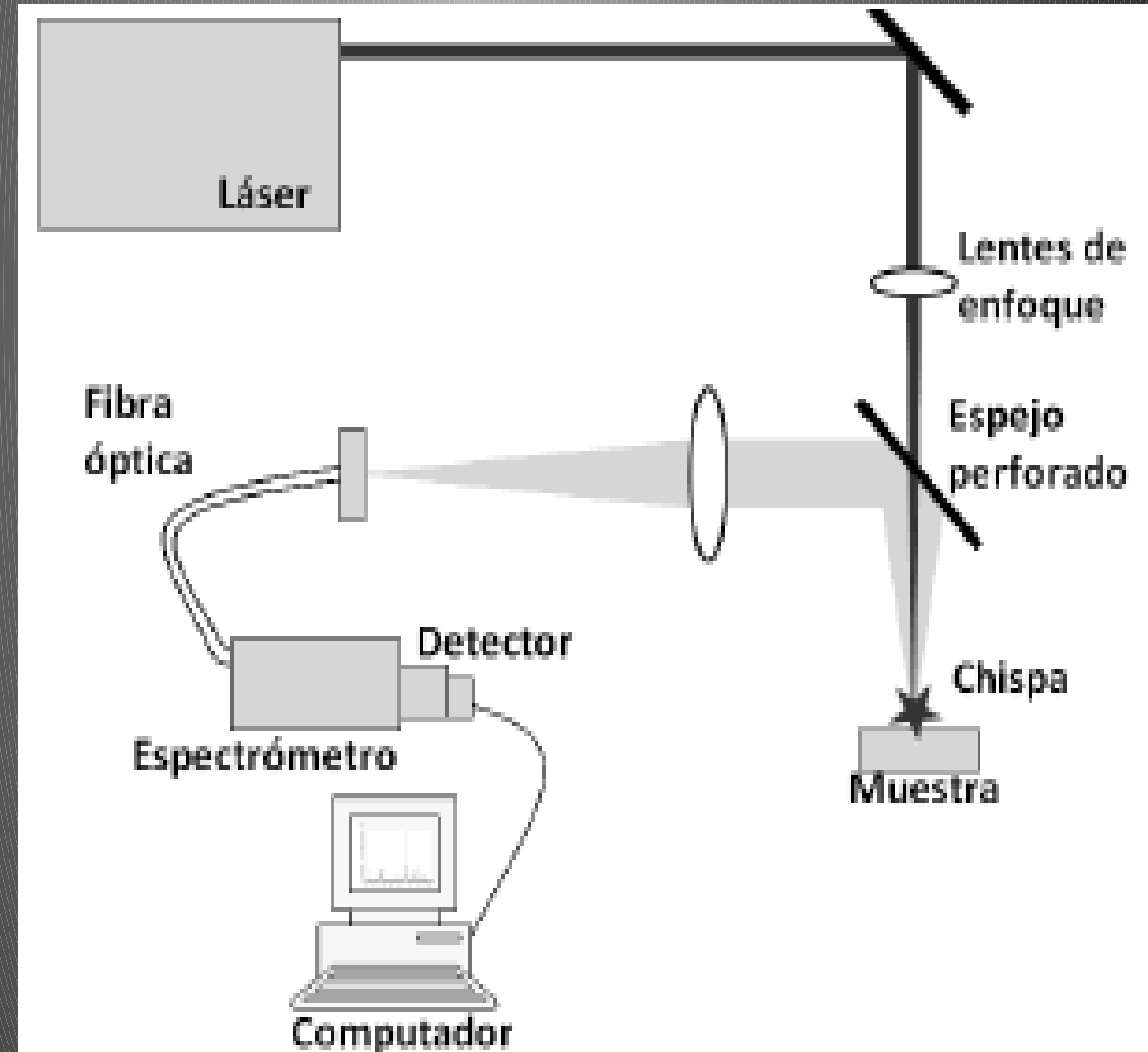
Se usa para el análisis de elementos metálicos en muestras sólidas.

La muestra es destruida durante el análisis.

Un arco eléctrico se pasa por la muestra, calentándola a alta temperatura para excitar los átomos.

Los átomos excitados emiten luz en varias longitudes de onda que pueden ser detectadas mediante métodos espectroscópicos comunes.

El análisis de los elementos es cualitativo.

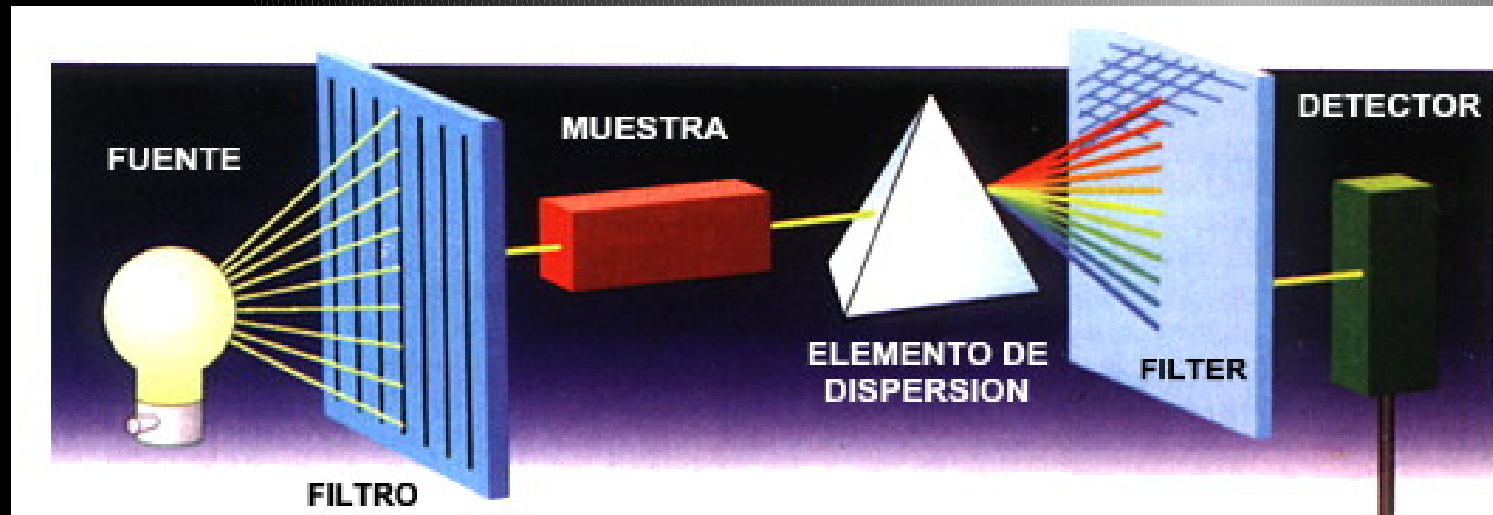


► Espectrometría de Absorción

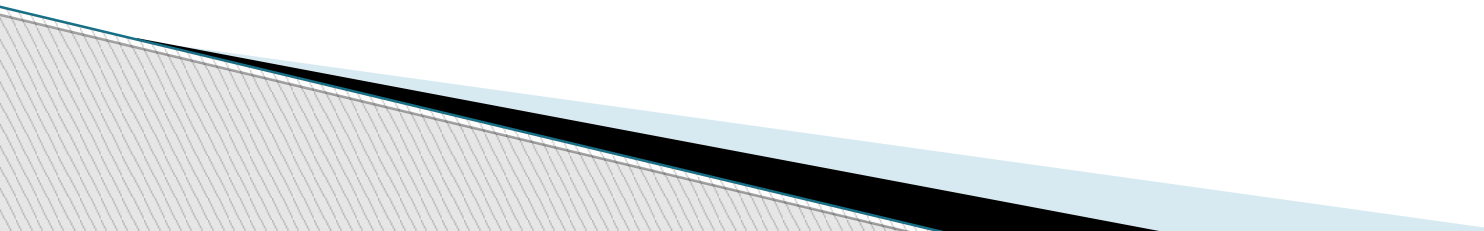
Técnica en la cual la energía de un haz de luz se mide antes y después de la interacción con una muestra.

Se puede realizar con láser de diodo ajustable.

Se combina a menudo con una técnica de modulación, como la espectrometría de modulación de longitud de onda, y de vez en cuando con la espectrometría de modulación de frecuencia a fin de reducir el ruido en el sistema.



Espectrógrafo

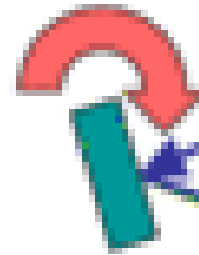
- ▶ Es un aparato capaz de analizar el espectro de frecuencias característico de un movimiento ondulatorio.
 - ▶ **Espectrógrafo con prisma**
 - ▶ **Espectrógrafo con rejilla de difracción**
- 

Espectrógrafo utilizando una red de difracción

fuente

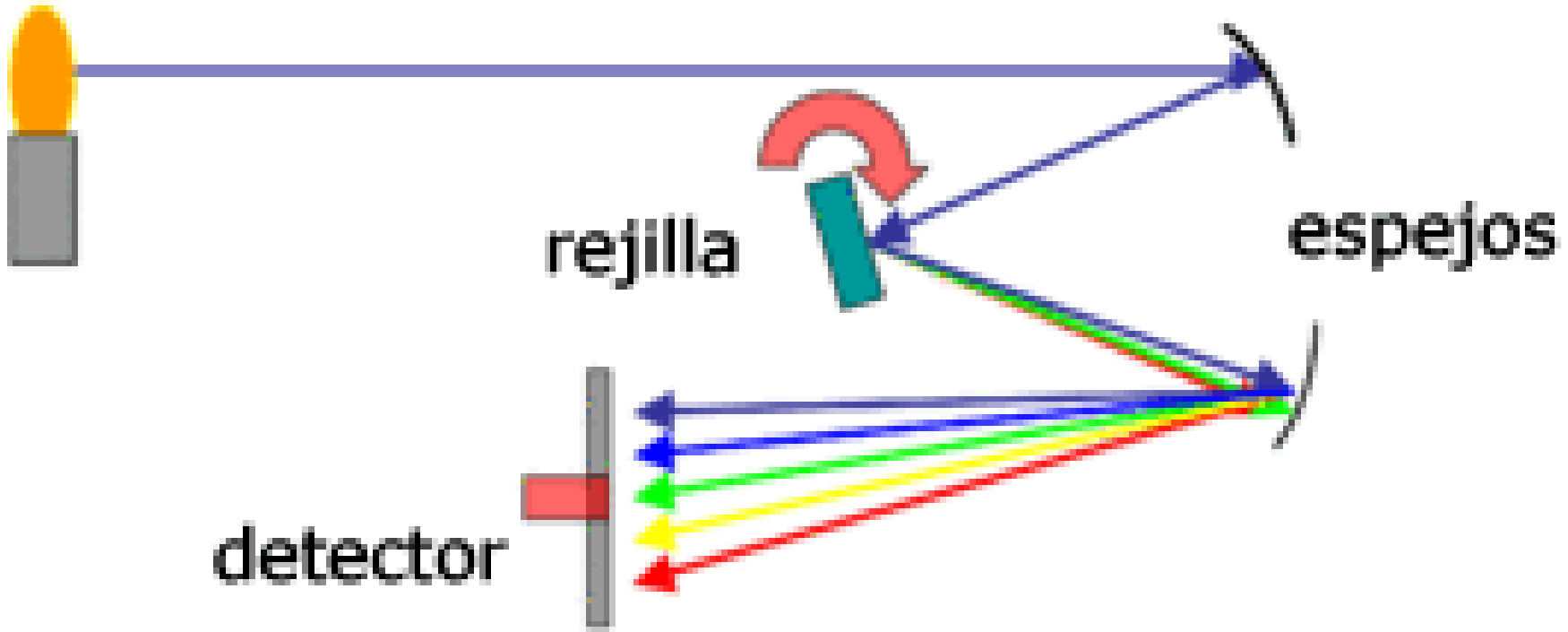
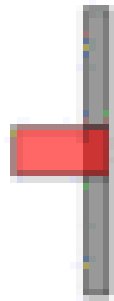


rejilla



espejos

detector



Espectrógrafo utilizando una red de difracción y un goniómetro

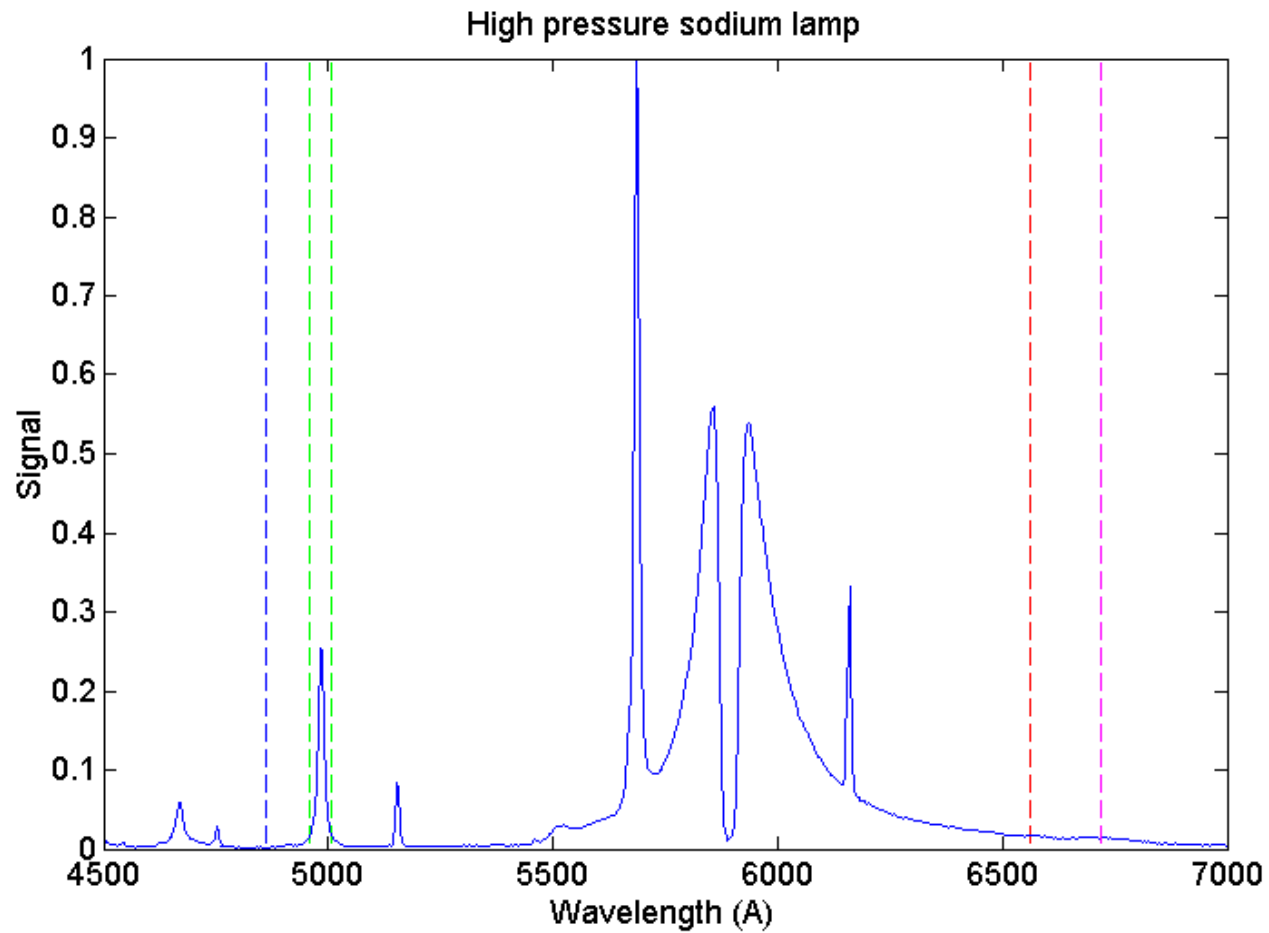
- ▶ Se debe calibrar el goniómetro para medir el ángulo correcto

$$\lambda = \frac{d \cdot (\text{sen}\theta_m - \text{sen}\theta_0)}{m}$$

Donde el entero m ($m = 0, 1, 2, \dots$) indica el orden de los diversos máximos principales de interferencia; la constante d es la distancia entre cada rendija, el ángulo m corresponde al ángulo de transmisión y ángulo 0 corresponde al ángulo de incidencia.



Espectro del Na(sodio)



¿De qué depende la precisión de la medición?

- ▶ Cantidad de rendijas de la red de difracción
 - ▶ Precisión del fotosensor
- 