



Láseres de vapor de oro

Física de láseres

Nicté Yaxal Arenas Heredia

7 mayo 2009



Láseres de vapor de metal

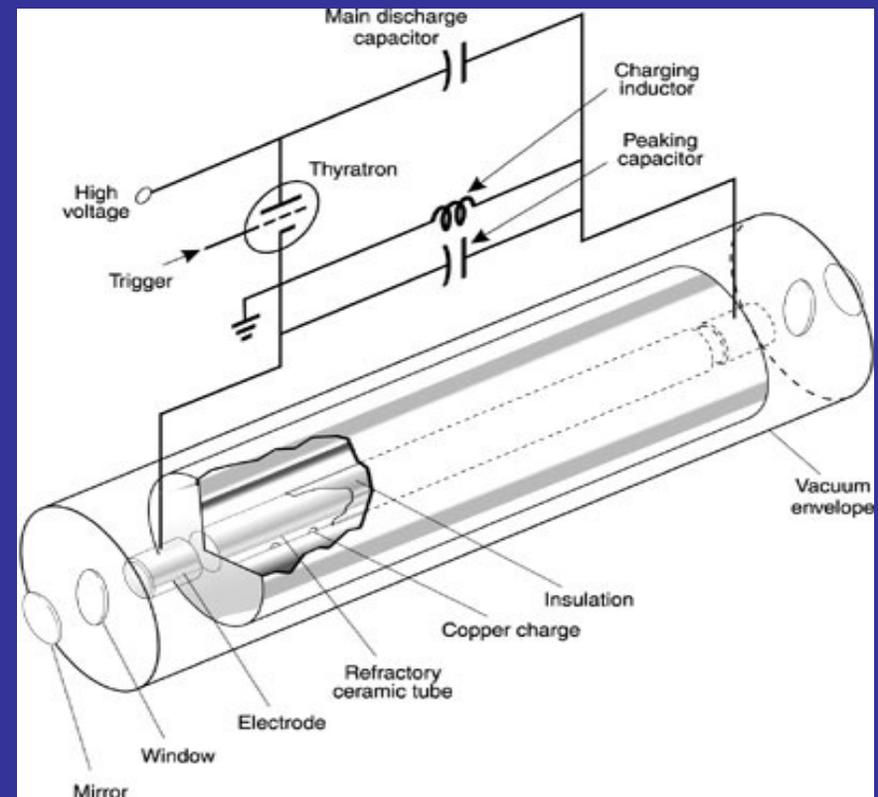
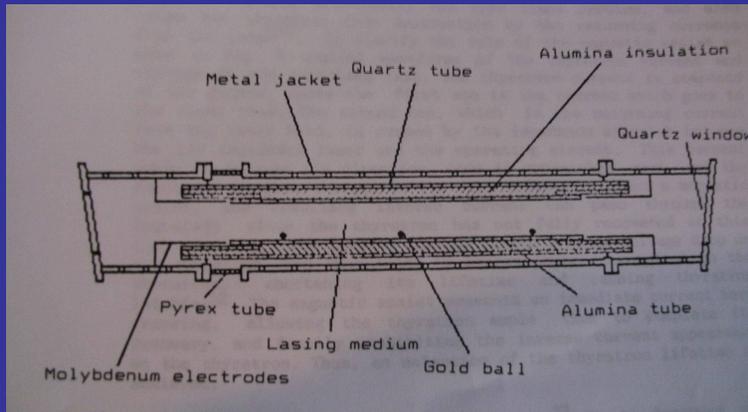
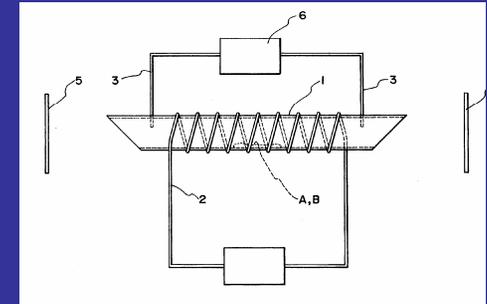
Se busca excitar los niveles de energía correspondientes para el “laseo” del metal.

- Medio activo: metal (vapor)
- Bombeo: descarga eléctrica -> intercambio de energía entre gas “amortiguador” y el metal.
- Cavity resonadora: espejos planos
- Extracción parcial: ventana de cuarzo
- Ganancias: (Inversión de población)
- Ingeniería: control de la temperatura y picos de corriente



Diseño mecánico

1. Tubo de descarga:
 - Ánodo, cátodo, tubo de cuarzo (contiene el gas), cubierta de metal
2. Cavidad resonadora dos espejos planos o una cavidad inestable
3. Circuito eléctrico
 - Para evitar picos de corriente





Medio activo

La densidad de metal y metal ionizado necesario se puede generar de dos maneras

- Vaporización del metal de forma térmica
- Pulverización: se bombardea con iones desde el cátodo pulverizándose el metal



Método de bombeo

Tres procesos pueden ocasionar la ionización del metal

- Colisiones “Penning”: colisiones entre el metal en estado base y el gas “amortiguador” en un estado con una energía mayor.
- Colisiones entre los átomos del metal y el gas “amortiguador” en estado base.
- Colisiones de electrones libres con átomos de metal.

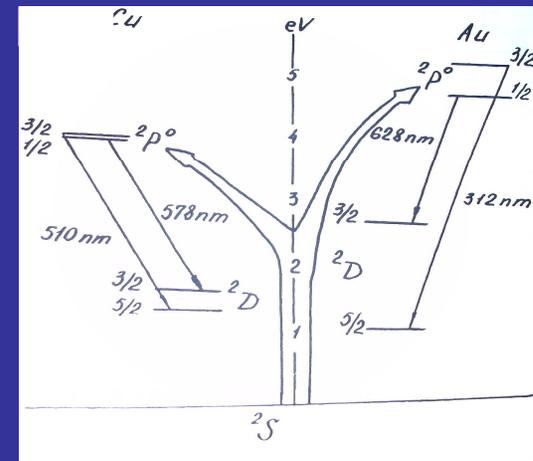


Método de bombeo

Descarga tiene dos etapas:

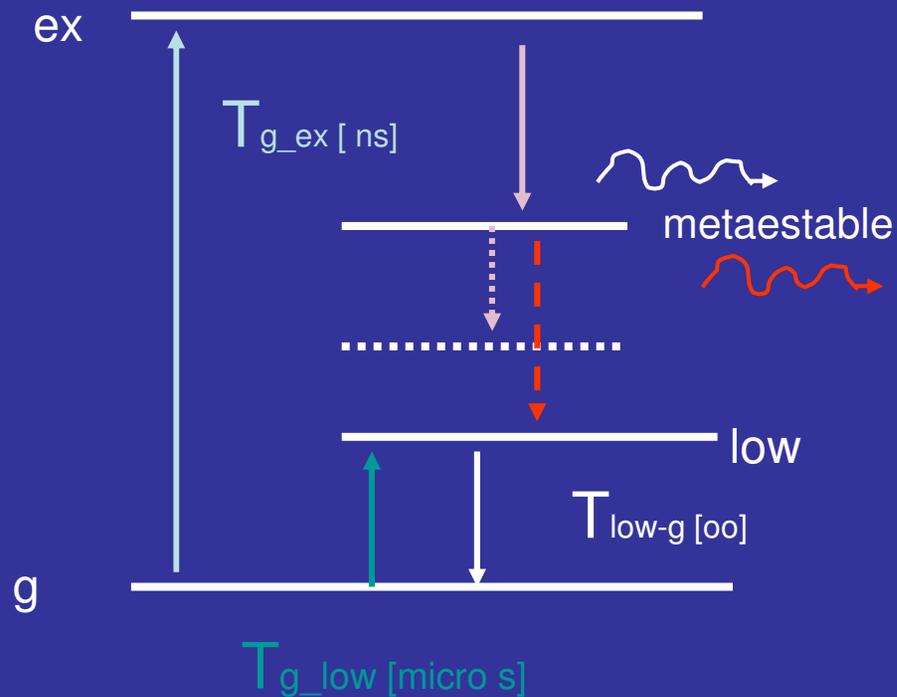
1. Aumento de la corriente eléctrica (current stage)
2. Afterglow, y “laseo”

-
1. Se producen átomos de metal doblemente ionizados
 2. El plasma generado comienza a decaer. Ocurre una recombinación entre los átomos doblemente ionizados debido a colisiones con electrones. Mientras se llenan diferentes niveles de átomos ionizados.





Método de bombeo



La descarga eléctrica en el vapor de metal causa una transición a estados excitados por resonancia

Algunos decaen a estados meta estables o a estado base produciendo fluorescencia.

Cuando se logra la inversión de población la emisión de fluorescencia de los átomos del metal produce un haz que se amplifica por medio de emisión estimulada dentro de la cavidad.

Si T_{low-g} disminuye se aumenta la duración del pulso



Características

Continuous Wave (CW) and Quasi-CW Metal Vapor Lasing

Element	Number of Lines	Spectral Range, nm
Be	2	467–1203
Cu	52	248–2000
Zn	15	491–5084
Se	49	447–1259
As	8	538–710
Ag	33	224–2080
Cd	24	325–3288
Te	35	484–938
I	30	448–888
Au	24	226–887
Hg	3	615–1555
Tl	13	474–1175
Mg	2	922–924
Al	5	358–747
Ga	2	633–720
Sn	2	1062–1074
Pb	3	537–1322
Ca	2	1183–1195
Sr	4	1087–1245

Source: From Ivanov, I.G., Latush, E.L., and Sem, M.F., in *Metal Vapour Ion Lasers—Kinetic Processes and Gas-Discharges*, John Wiley, Chichester, 1996. With permission.



Características

- Láseres de vapor de oro máxima potencia en visible 9W

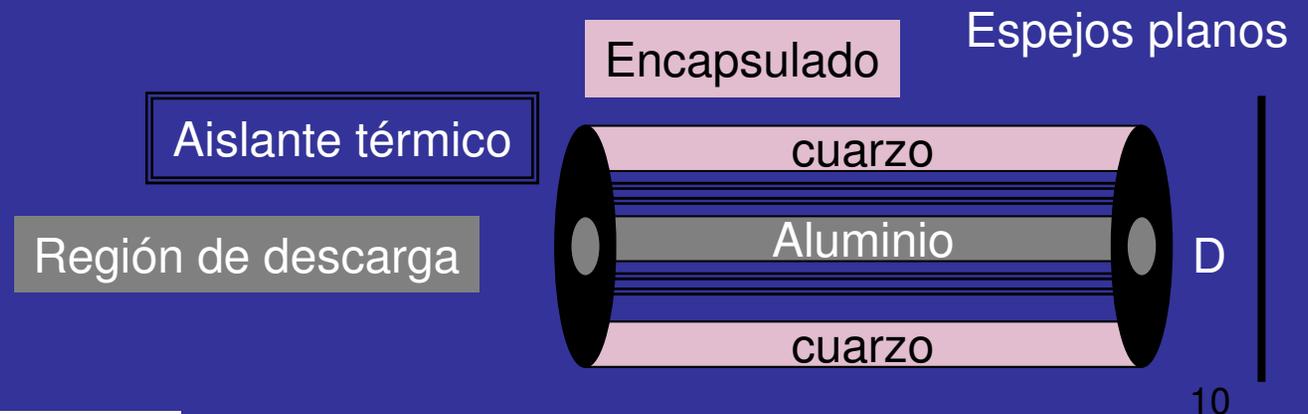
Ref.	f , kHz	\bar{P}_r W	\bar{P}_{uv} W	η_r %	η_{uv} %	\varnothing , cm	l , cm
4	10	2.1	0.2	0.15	0.01	1.6, 0.8	65
5	9	6.0	1.2	0.20	0.03	1.6	65
6	15	7.2	0.5	0.10	0.01	1.5	40
7	5-20	1.0-5.0	$0.1\bar{P}_r$	0.10-0.30	-	0.7	50
9	4-8	9.0	1.0	0.10	0.01	6.0	150
13*	6	8.0	-	0.13	-	3.0	100

*Ne-H₂ buffer gas, f - frequency, \bar{P}_r and \bar{P}_{uv} - average power at $\lambda_{627.8}$ nm and $\lambda_{312.2}$ nm transitions;
 η_r and η_{uv} - efficiencies on red and uv - lines ;
 \varnothing and l - bore diameter and active length of gas discharge tube.



Características

- Usando dos espejos planos
- Tubo de aluminio $D=55\text{mm}$
- Potencia entrada 15.7 kW ($9.5\text{kV}, 1.65\text{ A}$)
- Potencia de salida 20W
- Línea espectral 627.8nm
- Pulsos 50ns , repetición 5.5kHz
- Temperatura 1730°C
- Periodo de precalentamiento 12 horas





Características

- Gas: neón
- Tubo de aluminio $d=2\text{cm}$ $L=80\text{ cm}$
- Potencia de salida 300 mW
- Línea espectral 312.2 nm
- Pulsos 0.1-1ns, repetición 4kHz crecimiento inverso a L
- Presión de neón 14Torr

UV

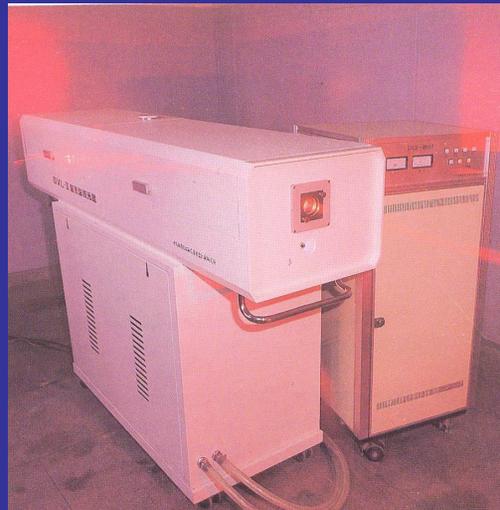
Región de descarga D

L



Ventajas y desventajas del Láser de vapor de Au respecto de Cu

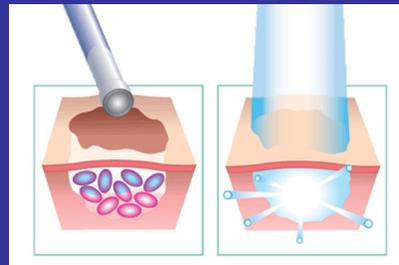
- Au tiene líneas espectrales pequeñas respecto de Cu
- Se pueden combinar metales y tener varias líneas espectrales
- Au es metal precioso (costo)
- Tiempo de calentamiento mayor que para Au (ingeniería)
- Gap entre niveles de energía mayor que Cu (bombeo)
- Divergencia del haz en la salida es grande (2-3mrad) -> resonador inestable





Aplicaciones

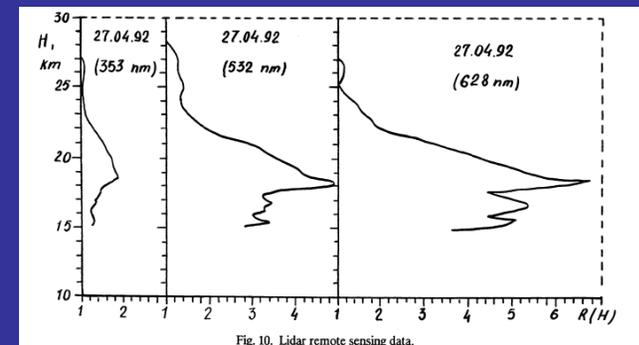
1. Médicas



- Banda de absorción de piel se centra en 627.8nm
- Terapia fotodinámica para tratamiento de cáncer
- Sirugía para remover tejido (adenoidectomy)

2. Monitoreo atmosférico

Coeficiente de Aerosol backscattering

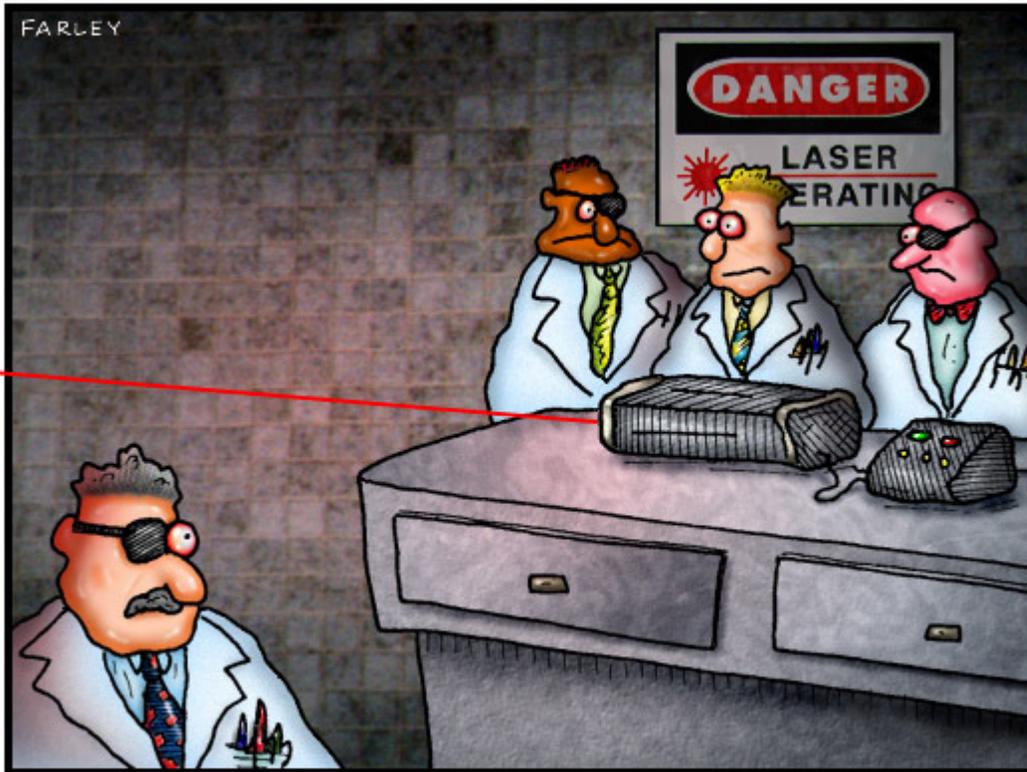


Se producen comercialmente en Inglaterra (Oxford Lasers Ltd.) USA
(Metalaser Technology), Australia

Gracias por su atención

DOCTOR FUN

26 June 97



Copyright © 1997 David Farley, d-farley@tezcat.com
<http://sunsite.unc.edu/Dave/drfun.html>

This cartoon is made available on the Internet for personal viewing only.
Opinions expressed herein are solely those of the author.

Peer pressure in the laser lab