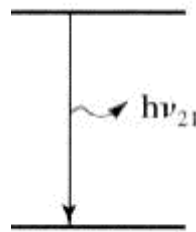


4.4 MATERIALES OPTICOS.

LA EMISIÓN DE LUZ

4.4.1 EL PROCESO DE EMISIÓN

- Proceso opuesto a la absorción.
- Una vez excitado el e-, este regresa a un estado desocupado de menor energía.



- Esto se acompaña de la emisión de un fotón y/o por la disipación de calor (fonones):
 - $\Delta t \approx$ de segundos: **brillo**.
 - $\Delta t \approx$ fracciones de segundo: **luminiscencia**.
 - $\Delta t \approx \mu s - ms$: **fosforescencia**.
 - $\Delta t < ns$: **fluorescencia**.
- **Fotoluminiscencia**: fotones inciden sobre material que reemite luz a una energía menor.
 - **Ejemplo**: Si KCl dopado con iones de Tl^+ ($E_g=9,4$ eV) absorbe luz de 5 eV y muestra un peak de fotoluminiscencia a 4 eV cuando se relajan estos centros.
 - **Ejemplo**: Si ZnS dopado con iones de Cu^+ absorbe luz de 3,68 eV y exhibe luminiscencia a 2,4 eV y 2,8 eV.

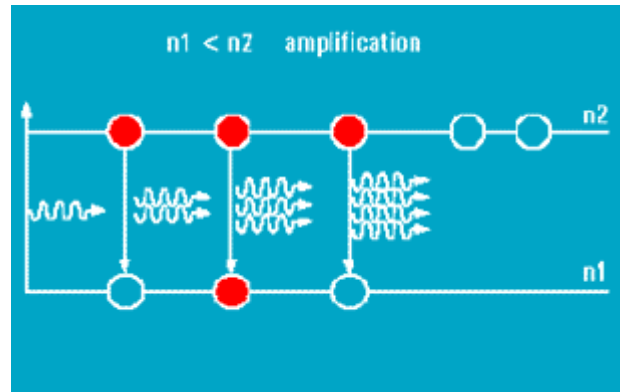
- **Cátodoluminiscencia:** emisión de luz desde material bombardeado por lluvia de e^- de alta energía.

4.4.2 APLICACIONES

- Estos efectos tienen aplicaciones comerciales:
 - Aplicación. Interior de tubos catódicos de TV: ZnS genera luz cuando le llegan e^- (generados por filamento caliente (rayo catódico)).
 - Aplicación. Lámparas fluorescentes: interior de tubo de vidrio está cubierto por tungstenatos o silicatos, los que emiten luz al ser bombardeados con luz UV (generada por descarga de mercurio).
- Se distingue entre:
 - **Emisión espontánea de luz:** velas, ampolletas incandescentes, etc.
 - Propiedades:
 - Radiación a amplia región angular del espacio.
 - Normalmente es policromática (más de una frecuencia)
 - Incoherente (fase)
 - Normalmente ocurre cuando los materiales son altamente calentados (emisión térmica): la t° excita los e^- de valencia a $>$ energías, desde las cuales regresan.

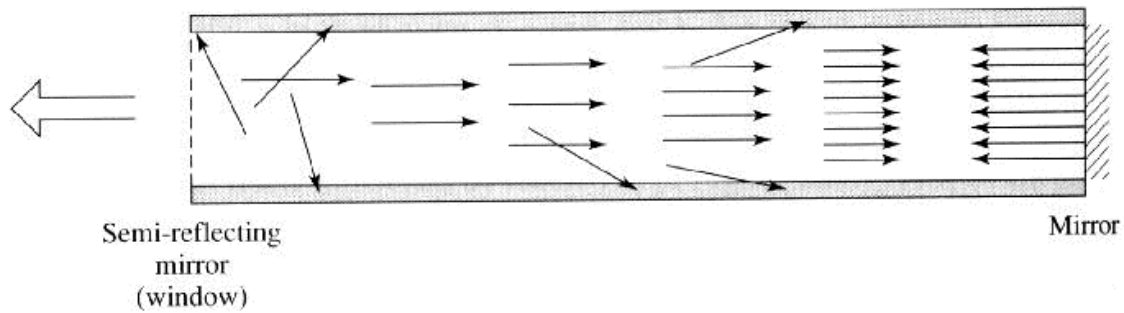
4.4.2 LÁSER

- Emisión estimulada de luz: láseres.



- Caso $n_2 > n_1$: inversión de la población de e-
- Un e- estimula la caída de otro e- con la misma fase (son coherentes).
- Estos 2 e- estimulan la caída de 2 e-, etc.
- ... avalanchaaa...!
- En resumen, la emisión estimulada de luz sucede cuando la radiación incidente fuerza a los e- a entregar más fotones al haz incidente.
- LASER**: *light amplification by stimulated emission of radiation*
Amplificación de luz mediante emisión estimulada de radiación.
- Propiedades:
 - Altamente monocromático (transiciones entre 2 niveles energéticos angostos).
 - Consecuencia: puede enfocarse a punto de $\approx 1 \mu\text{m}$

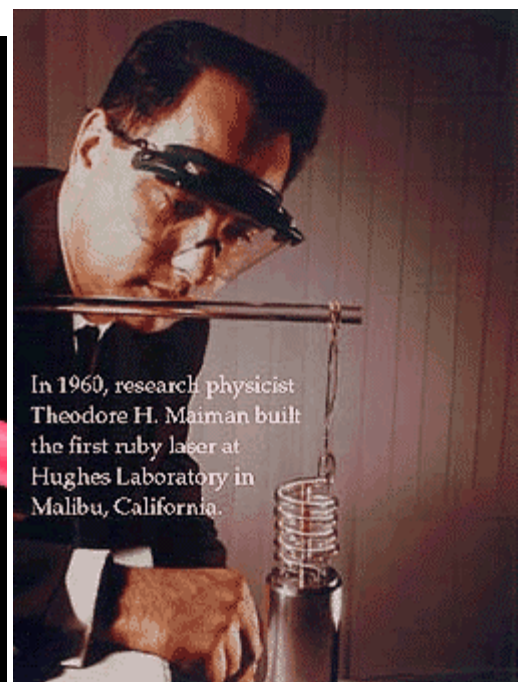
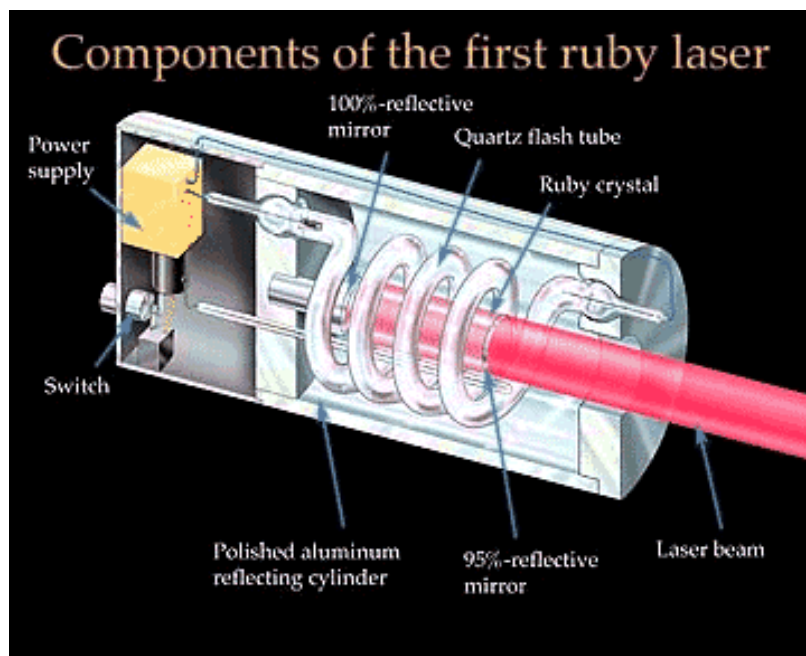
- Fuertemente colimada: sale paralelo de la ventana láser
 - e.g., sección de láser transmitido a la Luna: $\phi 3$ km
- Montaje:
 - El material que genera el láser está embebido en un contenedor largo y angosto: la **cavidad**.
 - Las caras opuestas de la cavidad deben ser absolutamente paralelas entre si.
 - Una de las caras está plateada (Ag) y sirve de espejo perfecto.
 - La otra cara sólo tiene una película delgada de Ag: transmite algo de luz.
 - Estos espejos reflejan una y otra vez la luz láser, aumentando el N^o de fotones en cada pasada.
 - Los e- que sobreviven son los que viajan paralelos a paredes de la cavidad. Los demás, serán absorbidos por las paredes.
 - Una fracción escapa por la ventana y constituyen en haz emergente.

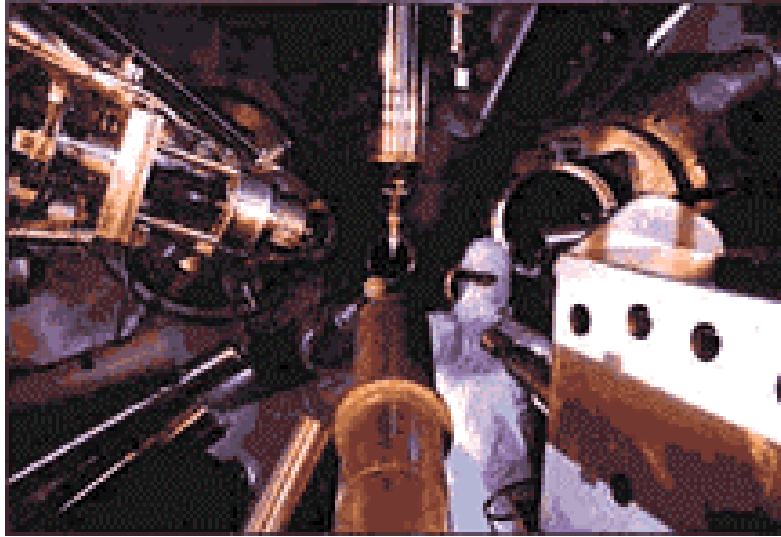


- Falta describir cómo los e- son bombeados desde el nivel E_1 al E_2 ($E_2 > E_1$)
- Un método: bombeo óptico.
Absorción de luz proveniente de fuente policromática.
- Lámparas de Xe para láseres pulsados
- Lámparas de tungsteno-yodo para láseres continuos
- Más métodos: colisiones e-gas en una descarga eléctrica, reacciones químicas, reacciones nucleares, inyección externa de un haz de e-.
- Los materiales:
 - Cristales: rubí
 - Vidrios: vidrio dopado con neodimio
 - Gases: He, Ar, Xe
 - Vapores metálicos: Cd, Zn, Hg
 - Moléculas: CO_2

- Líquidos: solventes con moléculas colorantes

Tipo de láser	Longitud de onda (nm)	Divergencia del haz (mrad)	Peak de potencia (W)
Rubí (Al ₂ O ₃ dopado con Cr ³⁺)	694,3	10 5	≈5 (continuo) 10 ⁶ -10 ⁸ (pulsado 1-3 ms)
Neodimio (Vidrio o YAG dopado con Nd ³⁺)	1,064	3-8	≈10 ³ (continuo) ≈10 ⁴ (pulsado 0,1-1 μs)
HeNe	632,8	1	10 ⁻³ -10 ⁻²
CO₂	10600 9600	2	≈10-1,5x10 ⁴ (continuo) ≈10 ⁵ (pulsado 0,1-1 μs)
Semiconductor GaAs GaAlAs	≈870 ≈850	250 500	≈10-30 (pulsado 0,1 μs) ≈0,1-0,4 (continuo)
Colorantes (Colorantes orgánicos en solventes)	350-1000	3 10	≈0,1 (continuo) ≈10 ⁵ (pulsado 6 ns)

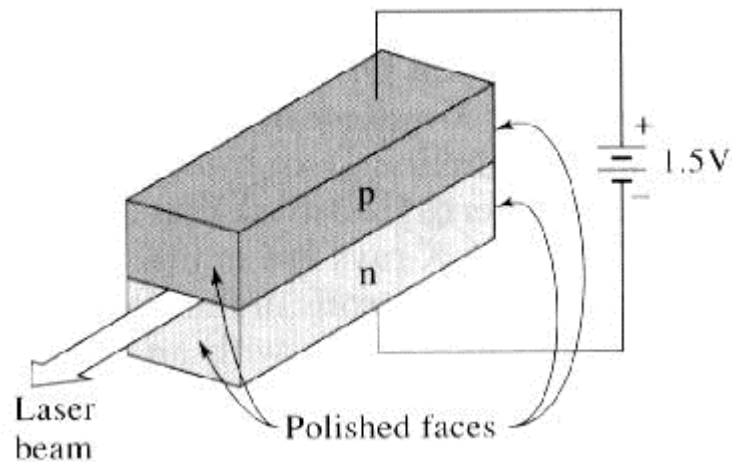
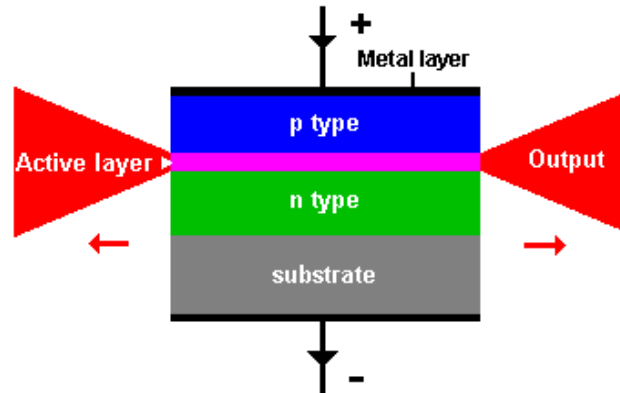




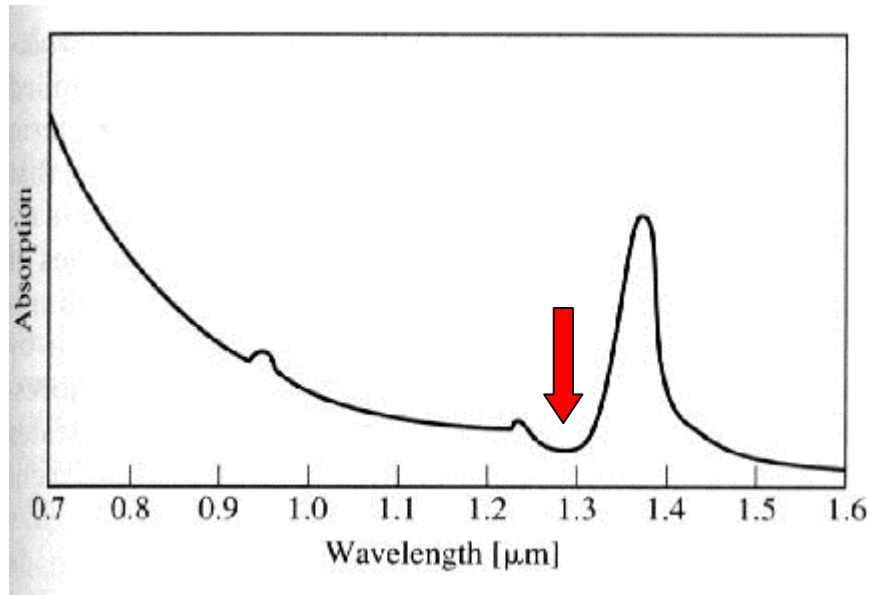
Láser YAG

- Láseres de semiconductores
 - Aplicaciones:
 - Impresoras láser y fotocopadoras
 - Medición de distancias (topografía)
 - Telecomunicación óptica.
 - La cavidad está constituida por una combinación de semiconductores tipo n y tipo p altamente dopados.
 - La juntura p-n funciona con voltaje hacia delante
 - ⇒ e- de banda de valencia son a BC excitados si $E > E_g$
 - ⇒ se observa una inversión de población de e- en la zona de la juntura entre p y n.

- Normalmente no se requiere una película reflectante, ya que el semiconductor ya lo es ($R \approx 35\%$).



- Ventajas: pequeños y eficientes.
- E_g puede ajustarse con aleaciones ternarias y cuaternarias:
 - $1,3 \mu\text{m}$ es la frecuencia deseable en telecomunicaciones: mínimo de absorción



- $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{As}_y\text{P}_{1-y}$ puede ajustarse entre 0,886-1,55 μm (\Leftrightarrow 1,4 - 0,8 eV).

4.4.2 LEDs

- *Light emitting diodes* (diodos de emisión de luz)
- Fuentes de luz baratas, duraderas y pequeñas
- Juntura p-n con voltaje hacia delante.
- No opera en el modo láser: se omiten caras paralelas, etc., durante proceso de fabricación
 \Rightarrow Luz no es coherente ni colimada.
- Se desea que emita en rango visible.

Aplicaciones del láser en procesamiento de materiales

Aplicaciones	Láser	Comentarios
Soldadura	YAG	Láser de potencia alta. Usado para: <ul style="list-style-type: none"> • Perforaciones profundas • Soldaduras de alto rendimiento
Perforación	YAG CWCO ₂	Densidades de potencia peak altas. Usado para perforaciones de precisión con: <ul style="list-style-type: none"> • mínima zona de afectación térmica, • baja conicidad y • máxima profundidad
Corte	YAG CWCO ₂	Corte de precisión de formas 2D y 3D complejas a grandes velocidades en plásticos y cerámicas.
Tratamiento superficial	CWCO ₂	Endurecimiento de superficies aceradas con haz de barrido desenfocado y permitiendo autotemplado.
Trazado	YAG CWCO ₂	Trazado de grandes áreas de cerámicas completamente cocidas.
Fotolitografía	Excimer	Proceso fotolitográfico en la fabricación de circuitos impresos

4.5 MATERIALES OPTICOS.

DISPOSITIVOS DE ALMACENAMIENTO OPTICO

- Libro: de **acceso aleatorio**: se puede acceder a cualquier página sin mirar todas las páginas anteriores.
- RAM (random access memory): memoria de acceso aleatorio
- Películas de cine o microfilms: **acceso secuencial**
- ROM (read-only memory): memoria que no puede ser modificada por el usuario; solo lectura.
- Disco óptico: información digital
 - CD: memoria de acceso aleatorio y solo lectura
 - Es WORM: *"write once, read many"*
 - Información se almacena en protuberancias de altura $\lambda/4$ de la luz incidente.
 - ⇒ luz que se refleja de la base viaje $\lambda/2$ más que la luz reflejada de la protuberancia
 - ⇒ se produce interferencia destructiva: cero
 - Para fines de audio se usa 44,1 kHz (\approx doble de frecuencia)
 - La señal de "cuantiza" en números binarios de 16 dígitos ($2^{16}=65.534$ valores distintos)

- CD de $\phi 120$ mm
 - 5,7 km de largo
 - 22.188 pistas a $1,6 \mu\text{m}$ entre si
 - La lectura se hace con láser de $1,2 \mu\text{m}$
 - Densidad de información: 800 kbits/mm^2 (CD completo puede almacenar 7×10^9 kbits)
 - Mismo disco almacena 600 Mbytes de datos computacionales ≈ 3 enciclopedias completas de 24 volúmenes.
- DVD (digital video disk): 4,7 Gbytes \Rightarrow video.

