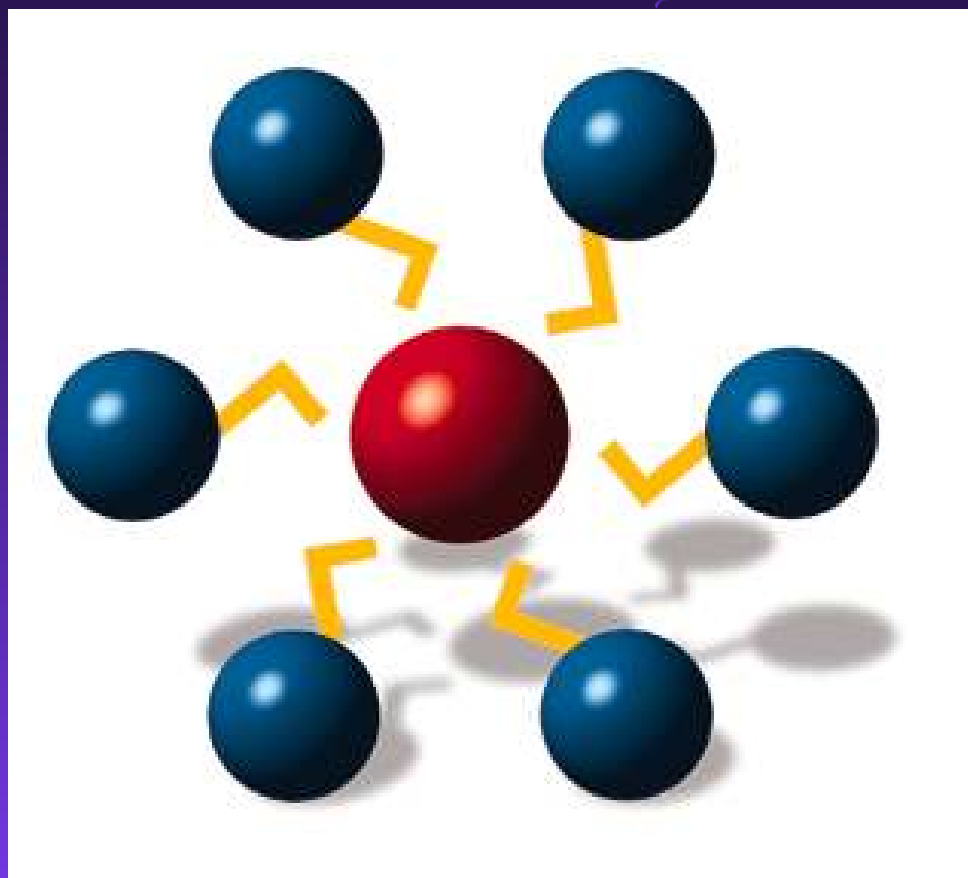


Lasrar

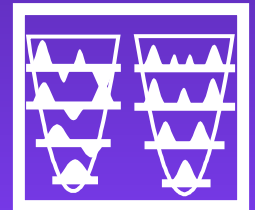
Matti Hotokka
Institutionen för fysikalisk kemi
Åbo Akademi



Lasrar

Förkortningnngen

- Light
- Amplification by
- Stimulated
- Emission of
- Radiation



Lasrar

Historia

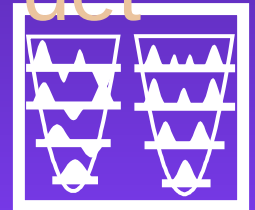
MASER (=Microwave ...)

- ▶ På 1950-talet
- ▶ Townes

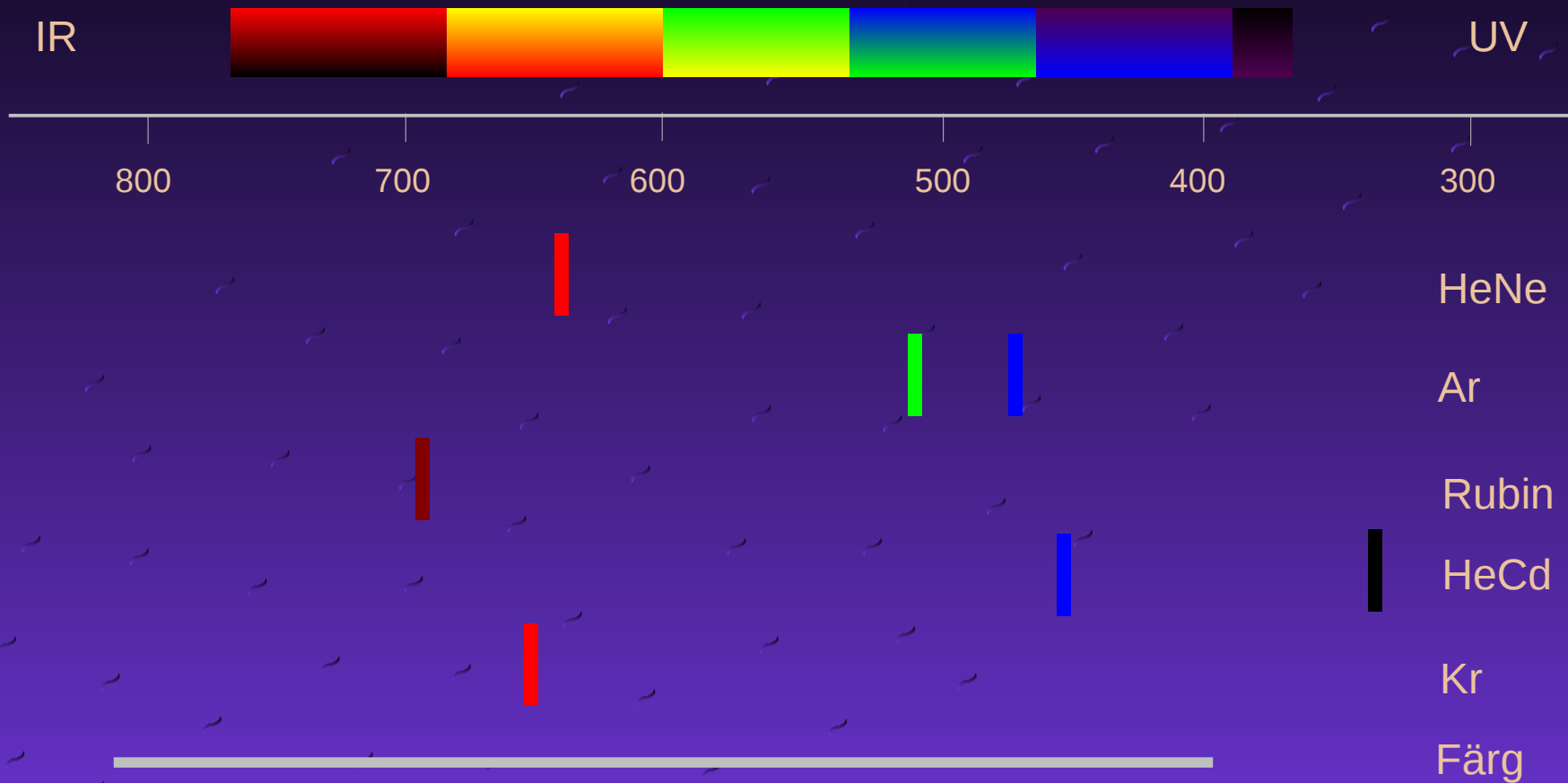
Första laser 1960 (Maiman, rubinlaser)

Första kontinuerligt emitterande laser 1961 (HeNe, ir ljus)

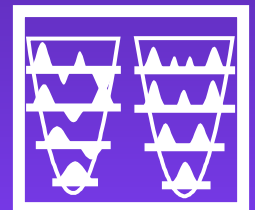
Första kontinuerligt emitterande laser i det synliga området 1962 (HeNe)



Olika lasertyper

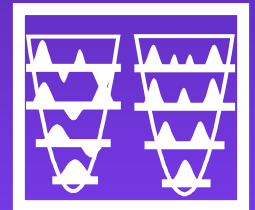


Färg

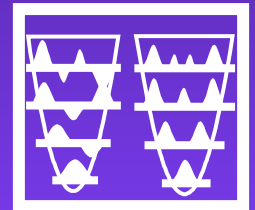
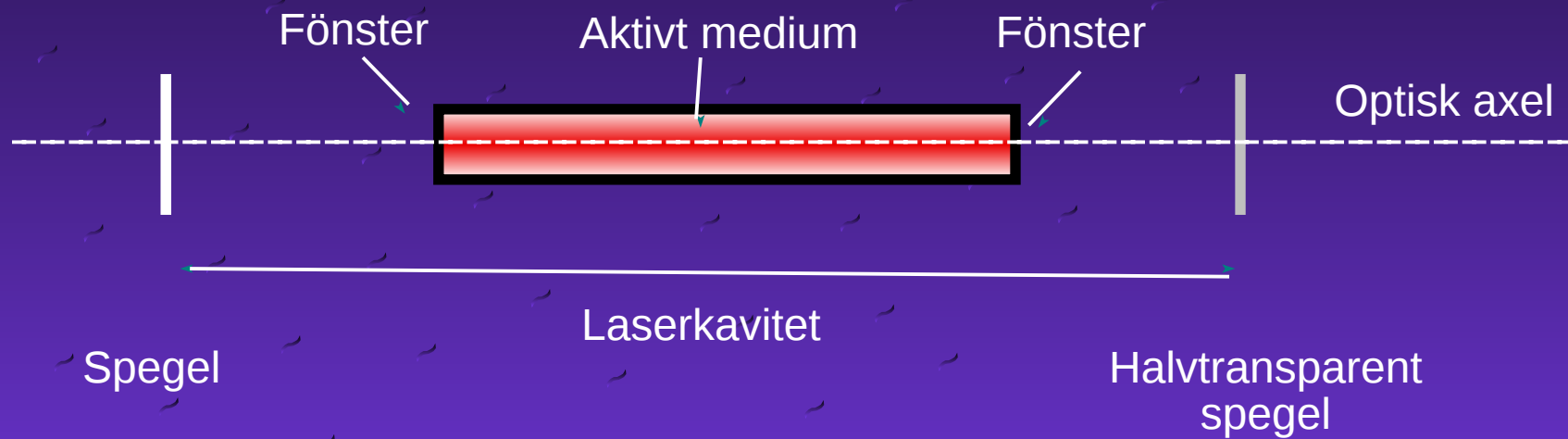


Lasrar

- ✎ Laserapparat
- ✎ Hur uppstår laserljuset
- ✎ Laserljusets egenskaper

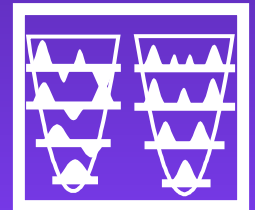


Laserapparaten



Lasrar

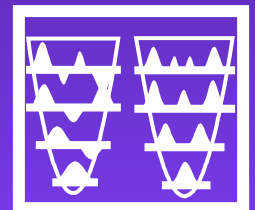
-  Laserapparat
-  Hur uppstår laserljuset
-  Laserljusets egenskaper



Hur uppstår laserljus

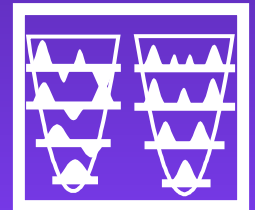
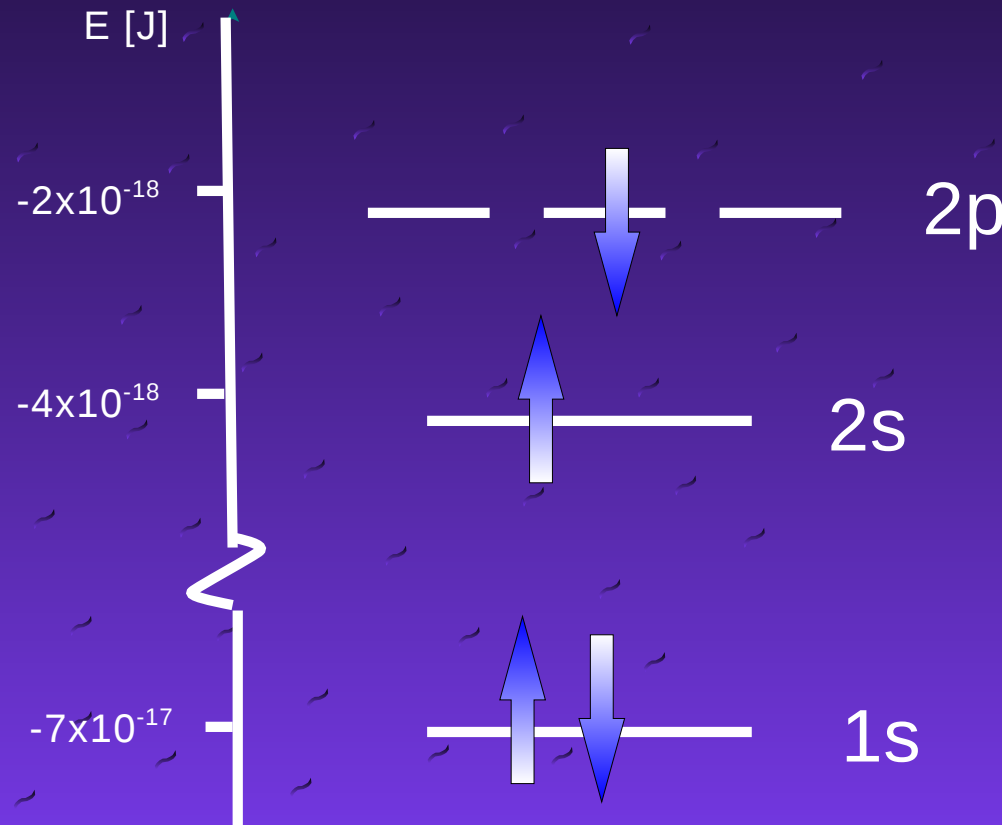
Tre krav

-  Aktivt medium
-  Populationsinversion
-  Resonant feedback



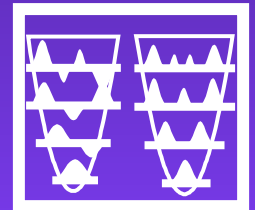
Populationsinversion

Populationsinversion betyder, att tillräckligt många atomer exciteras så att det finns atomer, som kan emittera.



Pumpning

Populationsinversion skapas genom att pumpa molekyler till exciterat tillstånd.



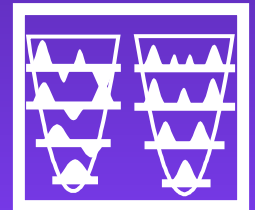
Resonant feedback

$$N(\frac{1}{2}\lambda) = D$$

D = Avståndet mellan speglarna

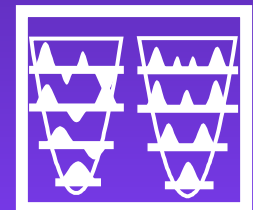
N = Heltal

λ = Laserljusets våglängd



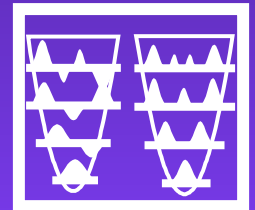
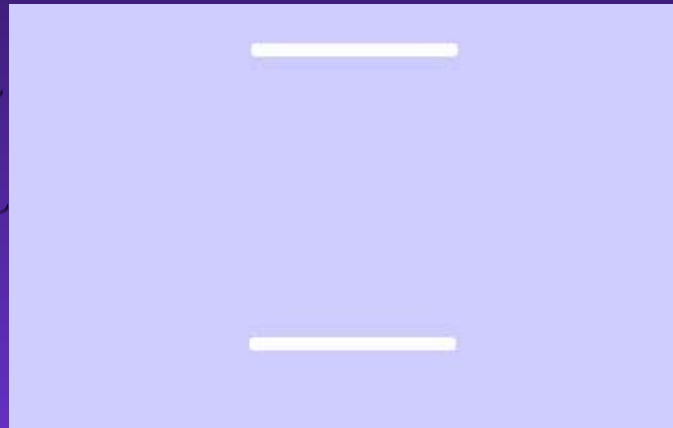
Hur uppstår laserljuset?

En atom emitterar en foton.



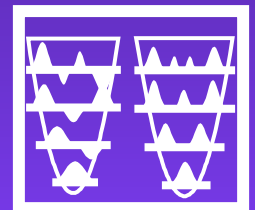
Hur uppstår laserljus?

Den första fotonen orsakar en annan atom att emittera. Båda fotonerna fortsätter tillsammans.



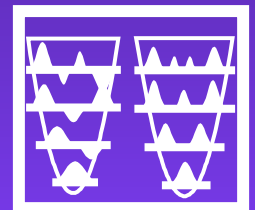
Lasrar

- ✎ Laserapparat
- ✎ Hur uppstår laserljuset
- ✎ Laserljusets egenskaper



Laserljusets egenskaper

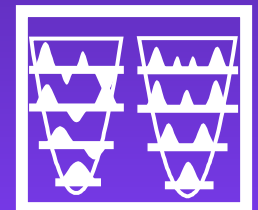
-  Monokromatiskt
-  Koherent
-  Kollimerat
-  Kan ha hög energi



Monokromatiskt

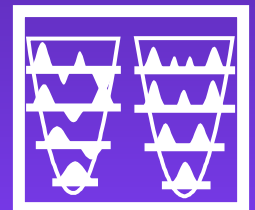
Laserljusets färg bestäms av energinivåerna i de atomer, som emitterar laserljus. Således består laserljuset av en enda våglängd (färg).

T. ex. Ljuset från en helium-neon laser är rött och har våglängden 632.8 nm.



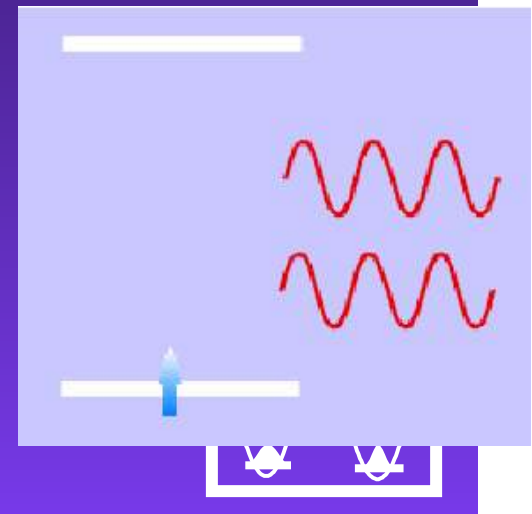
Laserljusets egenskaper

-  Monokromatiskt
-  Koherent
-  Kollimerat
-  Kan ha hög energi



Koherent

Koherent betyder, att alla fotoner rör på sig på samma sätt.



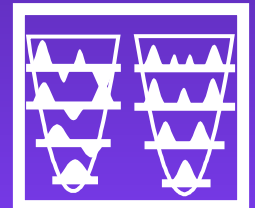
Koherens

Möjliggör

 Kommunikation

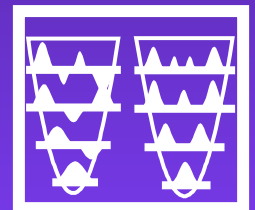
 Holografi

 Interferometri



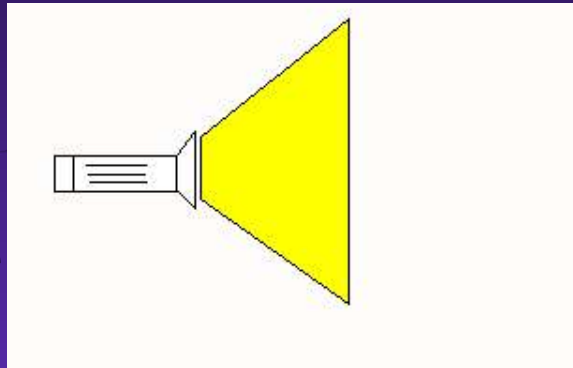
Laserljusets egenskaper

-  Monokromatiskt
-  Koherent
-  Kollimerat
-  Kan ha hög energi

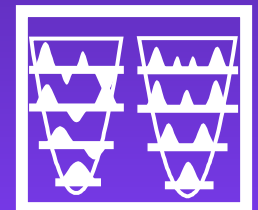


Kollimerat

Kollimering betyder, att ljuskonen öppnar sig mycket litet.



Vanlig ficklampa: Ljusfläckets diameter på två meters avstånd är en meter.

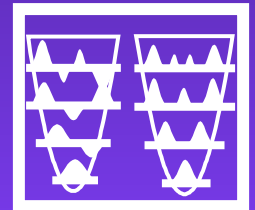


Kollimerat

Kollimering betyder, att ljuskonen öppnar sig mycket litet.



Laser: Ljusfläckets diameter på 20 km avstånd är en meter.



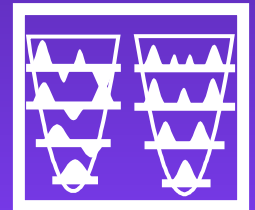
Kollimering

$$\theta = 2.44 \lambda / d$$

d = Apertur

HeNe laser med $\lambda = 632.8$ nm och strålens diameter 1.5 mm divergerar på $5 \cdot 10^{-4}$ rad vinkel.

Kan kollimeras vidare med ett teleskop.



Fokusering

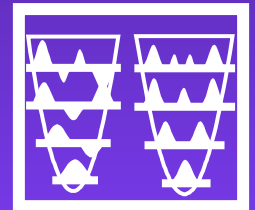
Laserljus kan fokuseras i en punkt med diametern

$$D_m = F\theta$$

F = Linsens fokaldistans

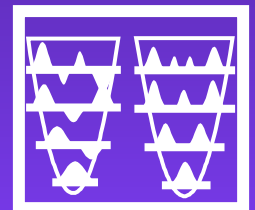
θ = Laserljusets divergensvinkel

Laserljus kan fokuseras i en punkt med diametern $\approx \lambda$.



Laserljusets egenskaper

-  Monokromatiskt
-  Koherent
-  Kollimerat
-  Kan ha hög energi



Laserjuset energi

Solljuset energi en solig sommardag är ca.
1000 W per kvadratmeter.

Detta motsvarar 1 mW per kvadratmillimeter.



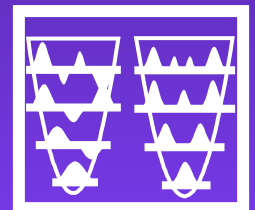
Solen



Brännglas

Ca. 2,5 W i brännpunkten
förmår tända pappret.

Ögat fungerar på samma sätt. Man
skall inte titta rakt i solen.

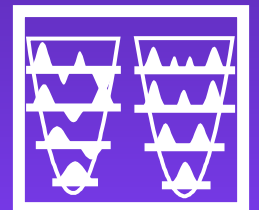


Laserljusets energi

En pekpinnelaser, som folk leker med, ger en energi på en halv milliwatt per kvadratmillimeter. Om den strålen träffar ögat är risken stor, att näthinnan bränns.

ÄVEN LEKSAKSLASRAR ÄR FARLIGA!

Många lasrar alstrar energier på åtskilliga tiotals watt.



Lasertyper

Diodlasrar

- ▶ CD spelare

Gaslasrar

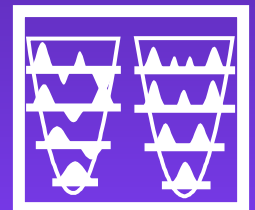
- ▶ Helium-neon, argon
- ▶ Koldioxidlaser

Fasta tillståndets lasrar

- ▶ YAG

Färgämneslasrar

Speciallasrar



Tillämpningar

- ✎ Star war
- ✎ Tändning av fusionsreaktioner
- ✎ Svetsning, skärning
- ✎ Avståndsmätning, inriktning
- ✎ Holografi
- ✎ Medicin (kirurgi, ögonoperationer, ...)
- ✎ Spektrometri (Raman, fluorescens, picosec, plasma, ...)
- ✎ Fotokemi
- ✎ Isotopseparering

