

### [Akceptuje](#)

W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej [Polityce Prywatności](#)

[Portal](#) [Informacje](#) [Katalog firm](#) [Praca](#) [Szkolenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)  
[Kontakt](#)



[Laboratoria](#)  
[.net](#)  
[Innowacje](#)  
[Nauka](#)  
[Technologie](#)

[Logowanie](#) [Rejestracja](#) [pl](#)

Newsletter

zapisz się



- [Nowe technologie](#)
- [Felieton](#)
- [Tygodnik "Nature"](#)
- [Edukacja](#)
- [Artykuły](#)
- [Przemysł](#)

[Strona główna](#) > [Artykuły](#)

## Klasyfikacja laserów pod względem ośrodka czynnego i ich praktyczne zastosowanie

Laser jest źródłem promieniowania elektromagnetycznego z zakresu od podczerwieni do nadfioletu (obecnie nawet do częstotliwości promieniowania X). Od klasycznego źródła światła różni się on zasadą działania i wynikającymi z niej właściwościami emitowanego promieniowania. Światło emitowane przez laser jest spójne - rozchodzi się wiązką o kącie promieniowania do kilku minut kątowych i prawie idealnie monochromatyczne - długości fal mogą zawierać się w bardzo wąskim zakresie wartości (nawet do kilkunastu kHz).

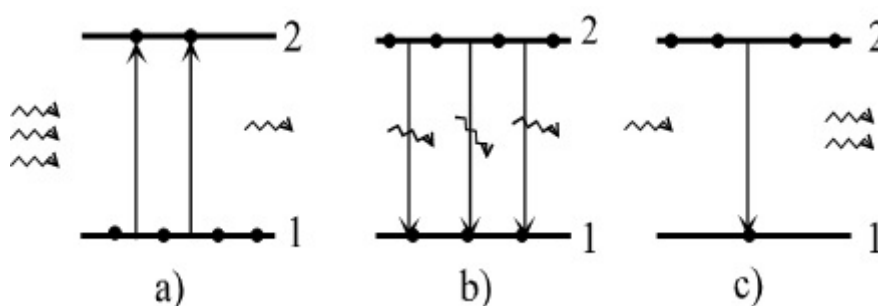
Nazwa LASER jest akronimem zdania w języku angielskim: *Light Amplification by Stimulation Emission of Radiation*, czyli wzmocnienie światła wskutek zjawiska emisji wymuszonej.

Emisja wymuszona jest jednym z trzech procesów oddziaływania światła z materią, w wyniku których zmienia się stan kwantowy atomu, jonu czy cząsteczki (Rys. 1). Dwa pozostałe procesy to absorpcja i emisja spontaniczna. Podstawy teoretyczne wymuszonej emisji lasera opisał A. Einstein w 1917.

Pierwszy laser (z prętem rubinowym) skonstruował amerykański fizyk T. Maiman w 1960, natomiast rok później, inny Amerykanin A. Javan zbudował laser gazowy, helowo-neonowy.

Kolor (częstotliwość) promieniowania zależy od rodzaju ośrodka czynnego, który określa rodzaj lasera.

Promieniowanie lasera może mieć charakter impulsowy lub ciągły [1].



Rysunek 1. Oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z materią reprezentowaną przez atom dwupoziomowy: a) absorpcja promieniowania, b) emisja spontaniczna, c) emisja wymuszona.

**W wyniku absorpcji fotonu (Rys. 1a) o częstotliwości  $\nu$  spełniającej równanie:**

$$E_2 - E_1 = h\nu$$

w którym  $E_2$  oznacza energię stanu wzbudzonego atomu,  $E_1$  - energię jego stanu podstawowego, zaś  $h$  - stałą Plancka, atom przechodzi ze stanu podstawowego do stanu wzbudzonego.

W procesie emisji spontanicznej (Rys. 1b), atom emituje foton o częstotliwości  $\nu$  spełniającej powyższe równanie i przechodzi ze stanu wzbudzonego do stanu podstawowego.

W procesie emisji wymuszonej (Rys. 1c), foton o częstotliwości  $\nu$  spełniającej to równanie nie ulega absorpcji (atom już jest w stanie wzbudzone), lecz wymusza emisję fotonu. Wymuszony foton jest spójny z fotonem wymuszającym. Oznacza to, że mają one tę samą częstotliwość oraz fazę i kierunek rozchodzenia się. W wyniku emisji wymuszonej atom przechodzi do stanu podstawowego.

## Budowa lasera

Laser składa się z trzech zasadniczych elementów, którymi jest ośrodek aktywny (czynny), czyli

zespołu atomów, jonów czy cząsteczek oraz rezonator, czyli układu optyczny, który sprzęga promieniowanie charakterystyczne dla danego ośrodka z tym ośrodkiem. W najprostszym przypadku rezonator stanowią dwie płaskie, doskonale odbijające zwierciadła, które są ustawione idealnie równoległe do siebie w odległości:

$$L = n\lambda/2$$

gdzie  $n$  jest liczbą całkowitą,  $\lambda$  jest długością fali światła laserowego. Odległość ta umożliwia powstanie w rezonatorze fal stojących. Częstości tych fal są częstościami modów podłużnych lasera. Liczba modów zależy od szerokości dopplerowskiej linii widmowej:

$$\Delta\nu_D$$

dla której zachodzi przejście laserowe w ośrodku aktywnym. Odległość w skali częstości między sąsiednimi modami wynosi:

$$\Delta\nu = c/2L$$

gdzie  $c$  jest prędkością światła w próżni.

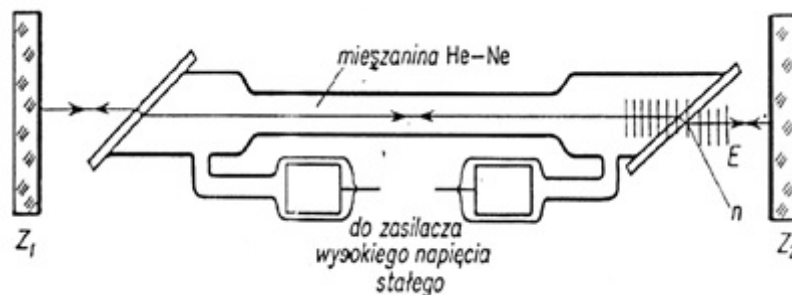
Zatem wzmocnieniu mogą ulec tylko te mody (drżania o określonej częstości), które mieszczą się w profilu linii emisyjnej.

Trzecim elementem budowy lasera jest układu pompującego, czyli układu, który wytwarza inwersję obsadzeń między stanami zaangażowanymi w przejście laserowe. Inwersja obsadzeń tych stanów jest warunkiem koniecznym do uzyskania wzmocnienia promieniowania.

## Zasada działania lasera helowo - neonowego

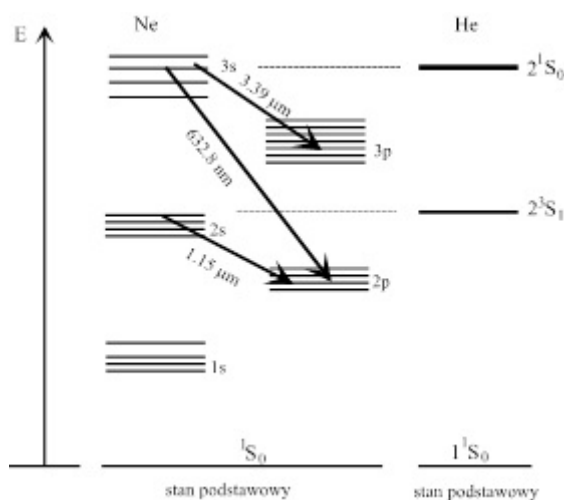
W laserze He-Ne ośrodkiem aktywnym jest neon, który wraz z helem znajduje się w szklanej rurze z elektrodami. Całkowite ciśnienie gazu w rurze wynosi 1 Tor. Proporcje helu do neonu są jak 10:1 (Rys. 2). Rura z dwóch stron jest zakończona tak zwanymi okienkami Brewstera. Są to szklane okienka nachylone pod kątem Brewstera do osi rury, co pozwala zminimalizować straty światła wskutek odbicia, a ponadto opuszczająca laser wiązka światła jest spolaryzowana liniowo.

Emitowane z katody elektrony są przyspieszane na drodze do anody przez różnicę potencjałów, jaka panuje między tymi elektrodami. W niesprężystych zderzeniach z atomami elektrony oddają im taką część swojej energii kinetycznej, która jest wystarczająca, by wzbudzić atomy do wyższych stanów energetycznych. W ten sposób atomy helu zostają wzbudzone do stanów metastabilnych  $2^3S$  i  $2^1S$ , z których promienisty powrót do stanu podstawowego jest wzbroniony przez reguły wyboru.



Rysunek 2. Schemat budowy lasera helowo-neonowego [1].

Emisja z obsadzanych poziomów może zająć na trzech drogach, w wyniku czego może być wysłane promieniowanie o długościach fali 3.39  $\mu\text{m}$ , 1.152  $\mu\text{m}$  i 632.8 nm (Rys. 3).



Rysunek 3. Emisja promieniowania z obsadzonych poziomów energetycznych [1].

Najczęściej stosowana metoda uzyskania wzmocnienia promieniowania o jednej z tych długości fal polega na użyciu selektywnych zwierciadeł. Rezonator sprzęga promieniowanie z ośrodkiem aktywnym. Jeżeli zdolność odbijająca zwierciadeł jest bliska 100% dla światła o długości fali 632.8 nm, a dla promieniowania podczerwonego wynosi zaledwie kilkanaście %, to laser emituje światło czerwone, a nie podczerwone. Odbijane przez zwierciadła fotony wielokrotnie przebiegają przez ośrodek aktywny, wymuszając kolejne przejścia, przez co zwiększają natężenie emitowanego promieniowania. Kiedy wzmocnienie przewyższa straty, wtedy z jednej strony, przez zwierciadło o nieco mniejszej zdolności odbijającej, z lasera wychodzi wąska wiązka światła spójnego. Polaryzacja tego światła jest narzucona przez okienka Brewstera.

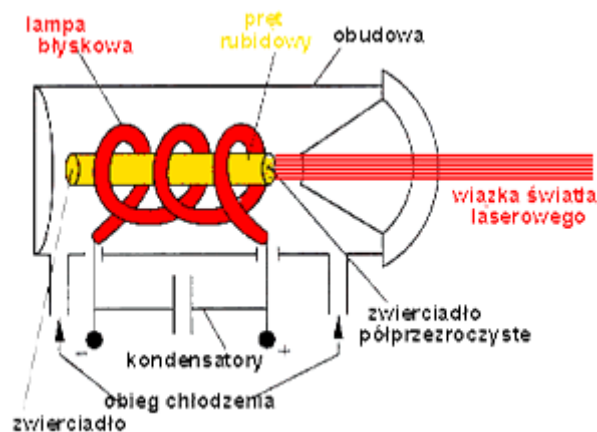
Lasery w zależności od rodzaju i budowy mogą emitować promieniowanie w sposób **ciągły** i mocy od kilkudziesięciu uW do kilku kW, w postaci pojedynczych impulsów o czasie trwania od ms do ps oraz mocy odpowiednio od kW do TW, a także w postaci **ciągu impulsów** o częstotliwości powtarzania od kilkudziesięciu Hz do kilkudziesięciu MHz.

## Rodzaje laserów

W zależności od rodzaju ośrodka czynnego rozróżnia się lasery gazowe (np. helowo-neonowy), gazowe molekularne ( $N_2$ - $CO_2$ -He), gazowe jonowe ( $Ar^+$ ), krystaliczne (rubinowy, YAG), szklane (neodymowy), półprzewodnikowe (GaAs-GaAlAs), barwnikowe (zawierające roztwór rodaminy) i chemiczne (lasery, w których wykorzystuje się reakcje syntezy wzbudzonego HF lub DF do pobudzenia ośrodka czynnego).

### Laser krystaliczny

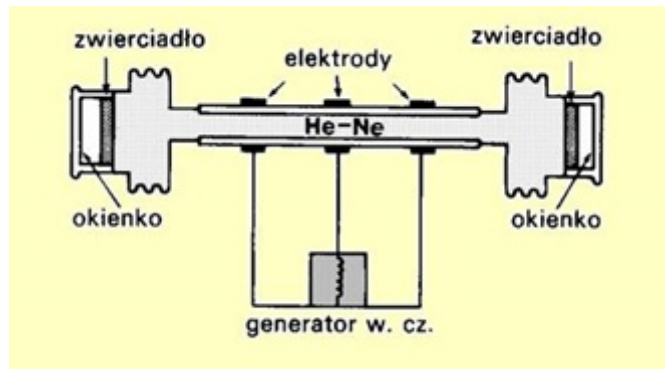
Laser krystaliczny generuje promieniowanie impulsowe. Są to najczęściej lasery rubinowe, pozwalające na uzyskanie największych mocy (w impulsie rzędu GW, przy czasie trwania rzędu ns), w których pompowanie optyczne odbywa się dzięki lampie błyskowej (flesz) (Rys. 4).



Rysunek 4. Budowa lasera krystalicznego (rubinowego) [2].

### Laser gazowy

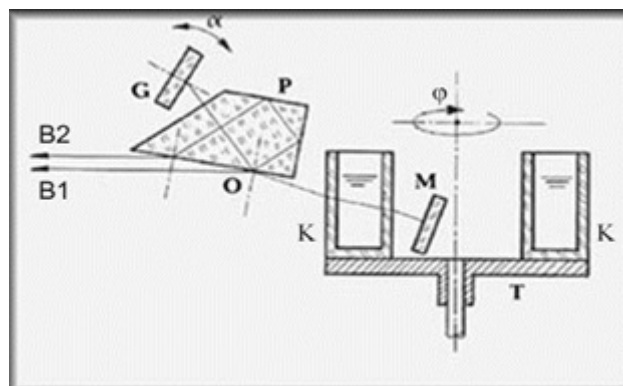
Lasery gazowe (ciągłe lub impulsowe) tworzą grupę, w której ośrodkiem czynnym jest czysty gaz (argon, azot), mieszanina gazów (He-Ne), molekuly ditlenku węgla lub pary metali zamknięte w szklanej rurce ze zwierciadłami na końcach. Lasery te pompowane są promieniami ultrafioletowymi lub strumieniem elektronów (Rys. 5).



Rysunek 5. Budowa lasera gazowego (He-Ne) [3].

## Lasery barwnikowe

Lasery barwnikowe (impulsowe lub ciągłe) są grupą laserów, w których ośrodkiem czynnym są związki organiczne (fluoresceina lub rodamina), a które pompowane są błyskami światła (impulsowe) lub promieniowaniem lasera gazowego (ciągłe) (Rys. 6).



Rysunek 6. Budowa lasera barwnikowego. Na rysunku: **G** - siatka dyfrakcyjna, **P** - pryzmat rozszerzający wiązkę, **K** - kuweta z roztworem barwnikowym, **M** - zwierciadło płaskie, **T** - obrotowy stół z sześcioma kuetami [4].

## Podsumowanie

Liczne zastosowania laserów wynikają z wyjątkowej koncentracji skupienia energii w bardzo wąskiej wiązce spójnego promieniowania.

Wiązka lasera wykorzystywana jest do cięcia najtwardszych materiałów (stalową blachę o grubości kilku cm można ciąć z prędkością 1m/min). Stosowana jest również do wykonywania bardzo precyzyjnych otworów o mikroskopijnych wymiarach, np. przy wytwarzaniu siatek zwanych filierami, wykorzystywanych przy produkcji włókien syntetycznych, a także przy precyzyjnej obróbce niewielkich elementów w mikromechanice, czy przemyśle zegarmistrzowskim.

Zwiększanie częstotliwości promieniowania lasera umożliwiło produkcję układów scalonych o coraz większym stopniu scalenia. Ogromne energie impulsowych laserów wykorzystywane są do syntezy nowych materiałów i w próbach nad kontrolowaną reakcją termojądrową - nadzieją energetyki.

**Autor: Karolina Wójciuk**

### **Literatura:**

1.<http://kochamyfizyke1594.republika.pl/temat0307.html>

2.[http://fizyka.net.pl/aktualnosci/aktualnosci\\_t.html](http://fizyka.net.pl/aktualnosci/aktualnosci_t.html)

3.<http://www.astrofiz.pl/PwN/S-15-10-10/strona.html>

4.<http://ichf.edu.pl/zd-9/lasbarw.htm>

<https://laboratoria.net/arttykul/20865.html>

**Informacje dnia:** [Mity na temat epilepsji](#) [Marzec był drugim najcieplejszym miesiącem w Europie](#) [Sporadyczne picie dużych ilości alkoholu](#) [W nagłych przypadkach ChatGPT Health często uspokaja](#) [Dieta bogata w warzywa i owoce zmniejsza ryzyko demencji nawet u seniorów](#) [Nie kompromitujcie nas, czyli jak chronić dane biometryczne](#) [Mity na temat epilepsji](#) [Marzec był drugim najcieplejszym miesiącem w Europie](#) [Sporadyczne picie dużych ilości alkoholu](#) [W nagłych przypadkach ChatGPT Health często uspokaja](#) [Dieta bogata w warzywa i owoce zmniejsza ryzyko demencji nawet u seniorów](#) [Nie kompromitujcie nas, czyli jak chronić dane biometryczne](#)

### **Partnerzy**