

# Lézerfizika tételsor

Illés Gergő, Sarkadi Balázs

2023. május 30.

## 1. Mit rövidít a „laser” mozaikszó?

Light Amplification by Stimulated Emission Radiation.

## 2. Min alapszik a mátrixokkal való sugárkövetés (mátrixoptika)?

A mátrixoptikai leírásban a sugarakat 2 paraméterrel jellemezzük. Az optikai tengelytől való távolsággal és az optikai tengellyel bezárt szöggel. Továbbá paraxiális közelítésben vagyunk ami azt jelenti, hogy a szögek szinuszait magával a szög értékével közelítjük. Egyes optikai elrendezést úgynevezett sugártranszfer (ABCD) mátrixszal jellemezhetünk, ami a következő egyenletrendszert kódolja.

$$\begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ \varphi_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_2 \\ \varphi_2 \end{pmatrix} \quad (1)$$

## 3. Adja meg $f$ fókusz távolságú vékony lencse és $d$ távolságon való terjedés mátrixát!

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{f} & 1 \end{pmatrix} \text{ és } \begin{pmatrix} 1 & d \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

## 4. Adja meg az optikai rezonátor stabilitási feltételét!

$$0 \leq \left(1 - \frac{L}{R_1}\right) \left(1 - \frac{L}{R_2}\right) \leq 1 \quad (3)$$

5. Határozza meg a Gauss-nyalábok átmérőjét és görbületi sugarát adott helyen a nyalábnyak és a hullámhossz függvényében!

$$W(z) = w_0 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{z}{z_R}\right)^2} \quad (4)$$

$$R(z) = z \cdot \left[1 + \left(\frac{z_R}{z}\right)^2\right] \quad (5)$$

$$z_R = \frac{nw_0^2\pi}{\lambda} \quad (6)$$

6. Definiálja a Gauss nyalábokra felírható komplex nyaláb paramétert! Adja meg, hogy az 1-es számú síkban felvett  $q_1$  hogyan viszonyol a 2-es síkban felvett  $q_2$ -höz!

$$q(z) = z + iz_R \quad (7)$$

$$q_2 = \frac{Aq_1 + B}{Cq_1 + D} \quad (8)$$

7. Mekkora a frekvenciakülönbség egy  $L$  hosszúságú rezonátorban kialakuló módusok közötti frekvenciakülönbség?

$$\Delta f = \frac{c}{2L} \quad (9)$$

8. Mi az összefüggés a foton élettartama ( $\tau_p$ ), a körülfordulási idő( $\tau_{RT}$ ) és a „túlélési faktor” ( $S$ ) között? Mi az összefüggés a foton élettartam és ( $Q$ ) minőségi faktor között?

$$\tau_p = \frac{\tau_{RT}}{1 - S} \quad (10)$$

$$\tau_p = \frac{Q}{\omega_0} \quad (11)$$

9. Definiálja Einstein szerinti leírásban lévő  $B_{12}$  abszorpció,  $B_{21}$  kényszerített emisszió és  $A_{21}$  spontán emisszió együtthatót!

$$\left. \frac{dN_2}{dt} \right|_{sp.e.} = -A_{21} \cdot N_2 \quad (12)$$

$$\left. \frac{dN_2}{dt} \right|_{st.e.} = -B_{21} \cdot N_2 \cdot \rho(\nu) \quad (13)$$

$$\left. \frac{dN_2}{dt} \right|_{abs.} = B_{12} \cdot N_1 \cdot \rho(\nu) \quad (14)$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{B_{12} \cdot \rho(\nu)}{A_{21} + B_{21} \cdot \rho(\nu)} \quad (15)$$

10. Hogy viszonyulnak egymáshoz a kényszerített emisszió által kibocsátott és az azt kiváltó foton tulajdonságai?

Frekvencia, polarizáció és haladási irány megegyezik.

11. Definiálja a hatáskeresztmetszet empirikus jelentését!

A hatáskeresztmetszet a részecske olyan környezete ahol a fotonokkal interakcióba léphet.

12. Adja meg az összefüggést az erősítési együttható, az emissziós és abszorpciós hatáskeresztmetszetek és populációk közti összefüggést adott energiaszinten!

$$\gamma(\nu) = N_2 \sigma_{em}(\nu) - N_1 \sigma_{abs}(\nu) \quad (16)$$

13. Írja fel egy három szintű lézer populációváltozásának egyenleteit s hatáskeresztmetszetek segítségével!

Fasz se tudja

14. Mi a spektrális kiszélesedés két fajtája? Mi a különbség az abszorpciós vagy emissziós szaturációban?

1, Homogén kiszélesedés: 2, Inhomogén kiszélesedés: égethető

## 15. Mit jelent a Q-kapcsolás? Mekkora a Q-kapcsolt lézerek impulzushossza? Hogyan viszonyul ez a körülfutási időhöz?

A Q-kapcsolás lényege az, hogy pumpálás alatt megnöveljük a rezonátorban lévő veszteséget, így az erősítés alacsony lesz és nagyon sok részecskét tudunk gerjesztett állapotba juttatni, mivel a spontán kibocsátott fotonok nem erősödnek jelentősen. Ezután a veszteséget lecsökkentjük, ilyenkor a spontán emisszió jele nagyon gyorsan nagy mértékben megnő. Ezzel nagyenergiájú rövid impulzusokat hozhatunk létre. Könyv: körülfutási idő:  $\approx 1,75$  ns, impulzushossz:  $\approx 7,1$  ns tehát nagyjából 5 körülfutás.

## 16. Ugyan ez a mulatság módusszinkronizált lézerre!

## 17. Nevezzen meg két gázlézert és két szilárdtest lézert! Írja le az ezekre jellemző paramétereket!

Gázlézerek:

1. HeNe: 5:1-től egészen 20:1 arányban tartalmaz héliumot és neont. A tipikus belső nyomás 1 torr (133 Pa).  $\lambda=632.8$  nm. Folytonos üzemű. 50 mW optikai teljesítmény.
2. CO<sub>2</sub>:  $\lambda=10.6$   $\mu$ m, legrövidebb impulzushossz  $\sim 2$  ps. Folytonos teljesítménye maximum 100 kW nagyságrendű, impulzus üzem esetén GW nagyságrendű

Szilárdtest lézerek:

1. Ti:Sapphire: hangolható 650- és 1100 nm között. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Ti<sup>3+</sup> ionokkal szennyezve. Legrövidebb impulzushossz  $\sim 10$  fs. Folytonos teljesítménye max  $\sim 2.5$  W.