

### Atomok gerjesztett állapota, indukált emisszió, lézer:

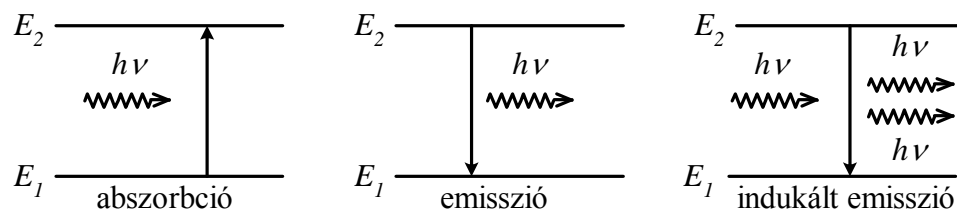
Az atomokban az elektronok diszkrét energiákkal rendelkeznek, és az elektronok energiaminimumra törekszenek.

Mint ismeretes, abszorpció során az atom elnyel egy fotont, és egy elektronja egy alacsonyabb energiájú állapotból egy magasabb állapotba kerül. A gerjesztett állapot élettartama általában  $\sim 10^{-8}$  s az ún. metastabil állapotoké  $\sim 10^{-3}$  s.

A fordított folyamatot spontán emisszióknak nevezzük, ekkor az elektron magától egy alacsonyabb energiaállapotba kerül, és kibocsát egy ennek megfelelő energiájú fotont:

$$E_2 - E_1 = h\nu$$

Einstein 1916-ban megjósolt egy harmadik folyamatot, az indukált emissziót. Ilyenkor az atom gerjesztett állapotban van, és elhalad mellette egy olyan energiájú foton, amit ő maga is ki tudna bocsátani. Ez a foton indukálhatja, hogy az atom gerjesztettsége megszűnjön emisszió révén.



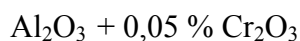
A keletkező foton tulajdonságai: eredetivel megegyező frekvenciájú, vele azonos irányban halad, polarizációs síkjuk megegyezik, fázisuk azonos.

Az ilyen tulajdonságú fotonok koherensek! Az indukált emisszió segítségével lehetővé válik tehát az ún. fényerősítés.

**Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation**, ami azt jelenti, hogy fényerősítés indukált emisszió révén, az első betűkből származik a LASER, magyarul már lézer.

Belátható, hogy amennyiben a gerjesztett állapotú atomok száma nagyobb, mint az alapállapotúaké - ezt inverz populációnak, vagy populáció inverzióknak nevezik - akkor az indukált emisszió valószínűsége nagyobb, mint az abszorpcióé (ez nem egyensúlyi eloszlás)!

### **Rubinlézer (szilárdtest lézer):**



mesterségesen növesztett egykristályból csiszolt henger

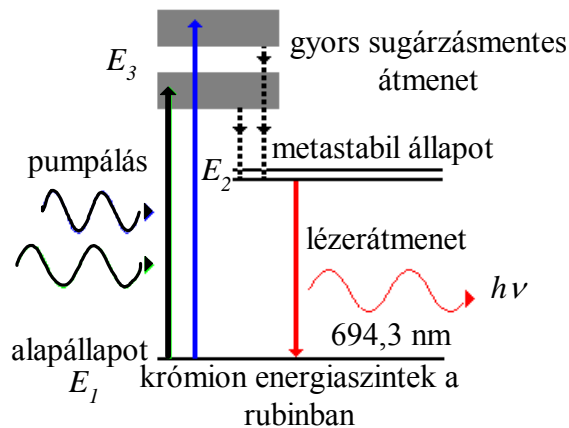
nagyintenzitású fényimpulzussal gerjesztik az  $E_3$  nivót

ún. sugárzásmentes átmenet az  $E_2$  nivóra  $10^{-7}$  s alatt

mivel az  $E_2$  egy metastabil nivó és élettartama  $\sim 10^{-3}$  s, így létrejön a populáció inverzió

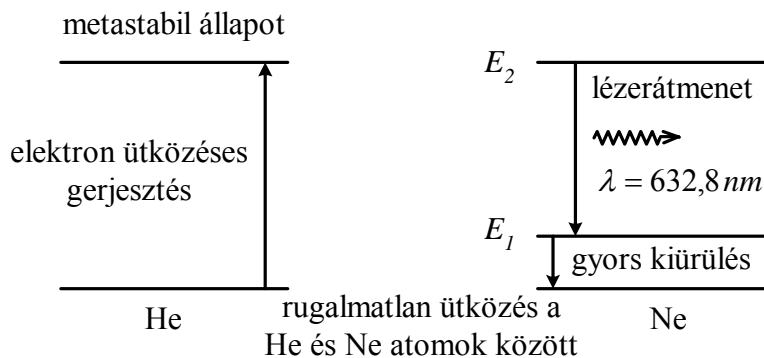
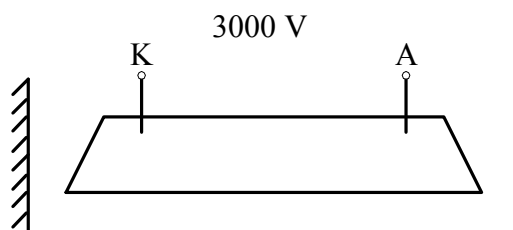
az  $E_2$  és  $E_1$  közötti lézerátmenet során  $\lambda = 694,3$  nm-es sugárzás jelenik meg

a rubinlézer impulzusüzemű lézer



**He-Ne gázlézer:**

1 mbar nyomású He-Ne gázkeverék, amiben a gázok aránya: He : Ne = 9 : 1  
 a He atomokat kb. 3000 V feszültségen felgyorsított elektronok gerjesztik



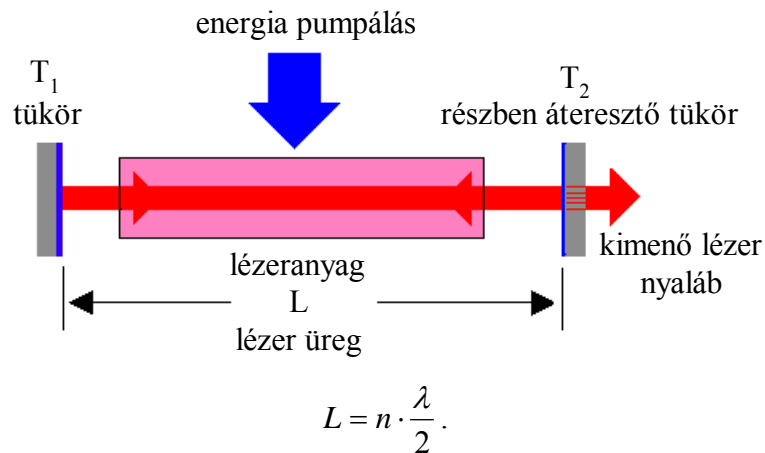
a He és Ne atomok közötti rugalmatlan ütközés egy ún. másodfajú gerjesztést okoz (a\* az atom gerjesztettségét jelenti):  $A^* + B \rightarrow A + B^*$

az  $E_2$  és  $E_1$  energiaszintek között folyamatos populáció inverzió valósul meg, ezért ez egy folytonos üzemi lézer

**Félvezető lézer:**

egy félvezető p-n átmenete is felhasználható lézersugárzás előállítására, szintén folytonos üzemmódu, előnye a kis méret, hátránya a nagy nyaláb divergencia

A lézerekben az intenzitás növelésére és a nyalábminőség javítására ún. tükrörezonátort alkalmaznak. A  $T_1$  és  $T_2$  tükröket olyan távolságra helyezik el egymástól, hogy állóhullám alakuljon ki.



A lézerfény egy tengelyirányban kibocsátott, és spontán emisszióból származó fotonnal indul. Ezt sokszorozódik fel a tükrörezonátorban az indukált emisszió révén. A rossz irányban haladó fotonok kiszóródnak a lézernyalábbból. A tükrörezonátor miatt  $\Delta \nu_{\text{lézer}} \sim 10^3 \text{ Hz}$  (ez kisebb, mint a természetes vonalszélesség).

#### ***A lézerfény tulajdonságai:***

- nagyfokú monokromatikusság,
- kismértékű divergencia (széttartás),
- nagyfokú térbeli és időbeli koherencia,
- nagy felületi teljesítménysűrűség (lencsével  $10^{-8} \text{ m}^2$  -es felületre fókuszálható),
- nagy spektrális teljesítménysűrűség.

#### ***Lézerek alkalmazásai:***

- megmunkálás, fúrás, ponthegesztés,
- műtéti beavatkozás, sebészet retina ponthegesztés,
- gén sebészet,
- vonalkód leolvasó berendezés,
- Cd lemezjátszó lézer olvasófej,
- interferencián alapuló hosszúság, és sebességmérés,
- iránykitűzés,
- holográfiára alkalmas fényforrás, (Gábor Dénes holográf = teljes kép).