



MASARYKOVA UNIVERZITA  
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA



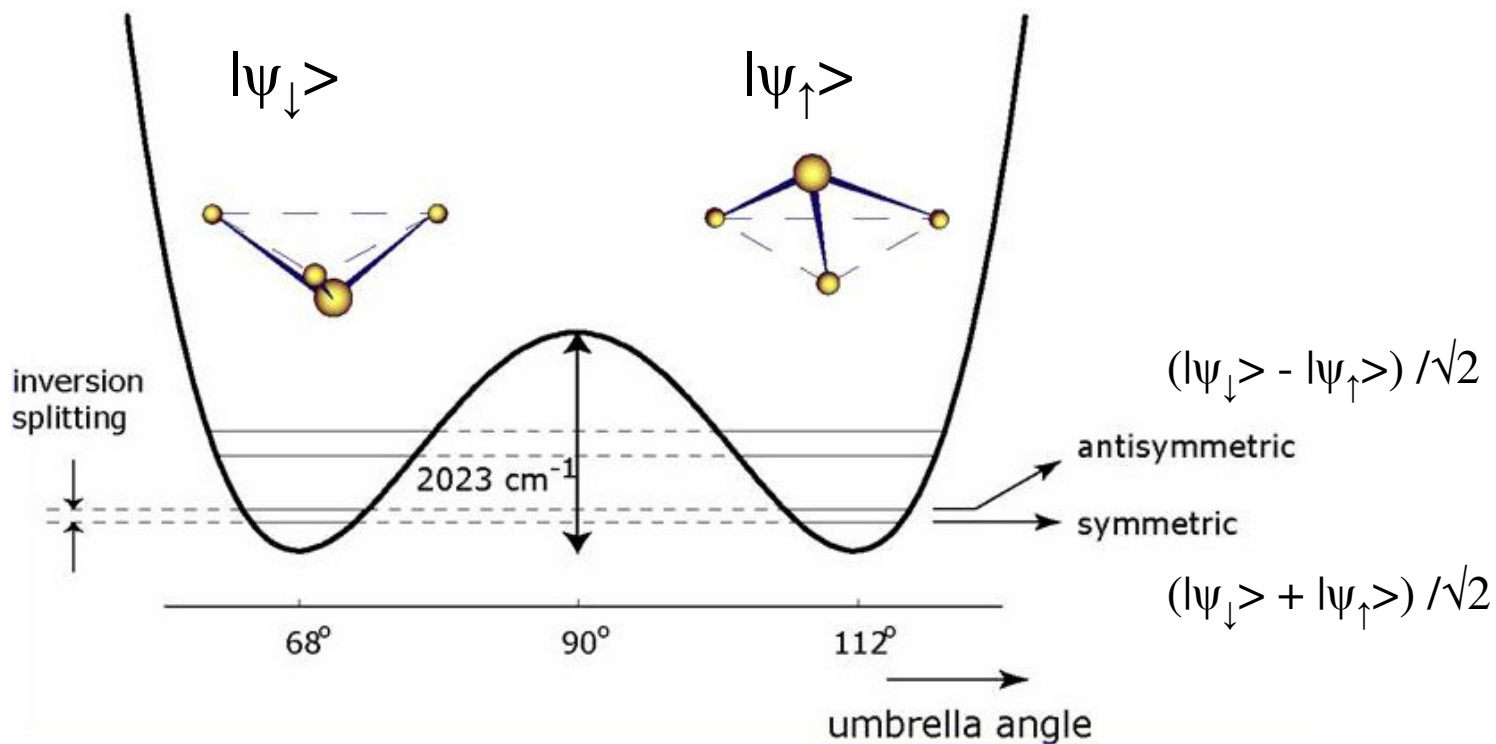
F4110

# Čpavkový maser Gordona a Townese

Brno, 12.6. 2013

Jakub Rozbořil

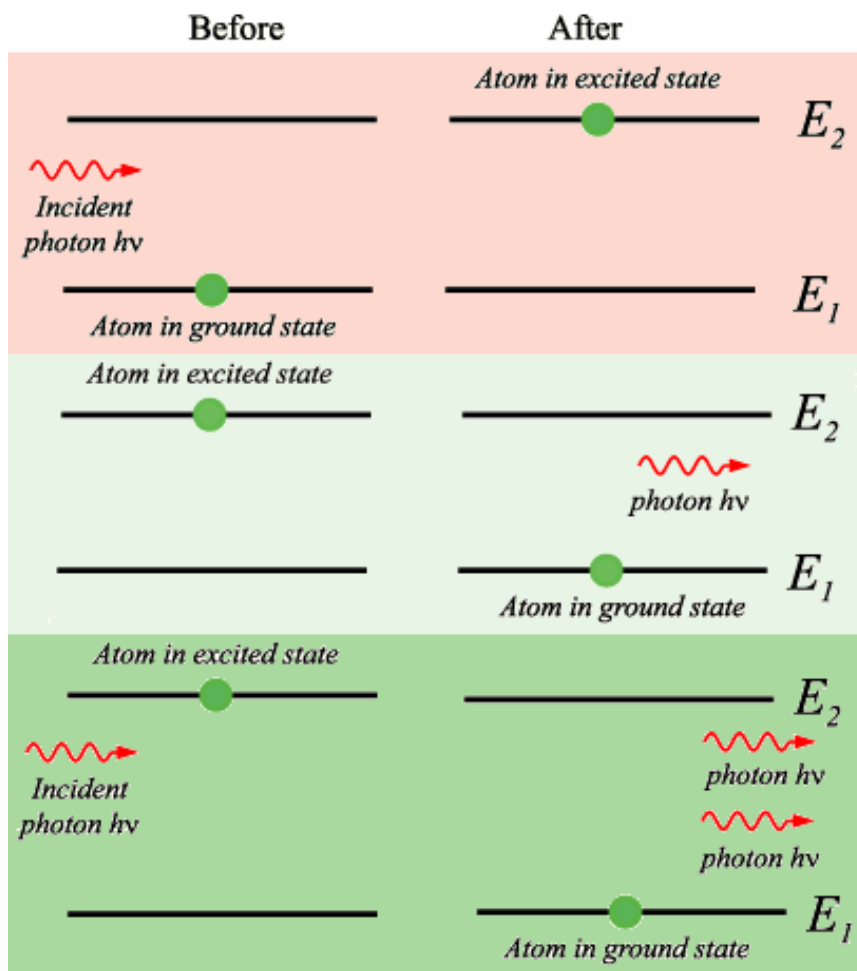
# Čpavek jako dvouhladinový systém



Možnost tunelování vede k rozštěpení degenerovaných hladin z důvodu parity stavů.

Rozdíl energií rozštěpených hladin 0,79 cm<sup>-1</sup>, odpovídající frekvence 23,8 GHz – mikrovlnná oblast

# Dvouhladinový systém a elmg. záření



Absorpce

Spontánní emise

Stimulovaná emise

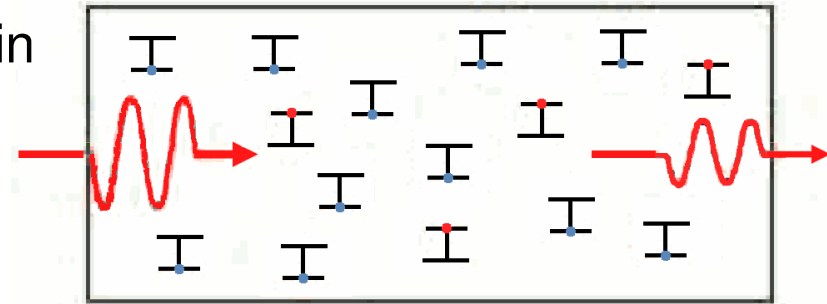
$$\frac{dI}{dt} = A_{ab} \cdot N_b - B_{ba} \cdot N_a \cdot I + B_{ab} \cdot N_b \cdot I \quad B_{ba} = B_{ab}$$

# Zesílení světla stimulovanou emisí

$$\frac{dI}{dt} = A \cdot N_b + B \cdot (N_b - N_a) \cdot I - \left( \frac{dI}{dt} \right)_{\text{ztráty}}$$

V rovnovážném stavu se populace hladin řídí Boltzmannovým rozdělením

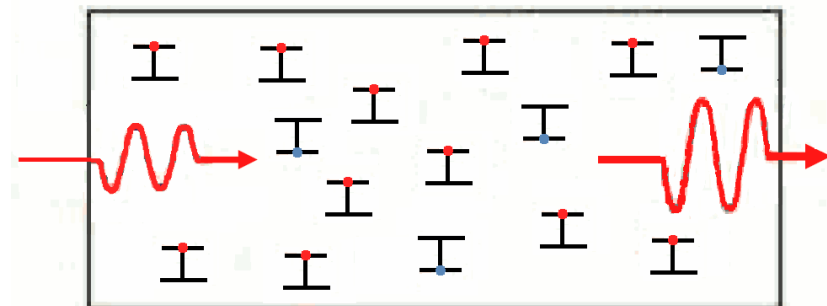
$$N_b = N_a \cdot e^{-\beta \Delta E}$$



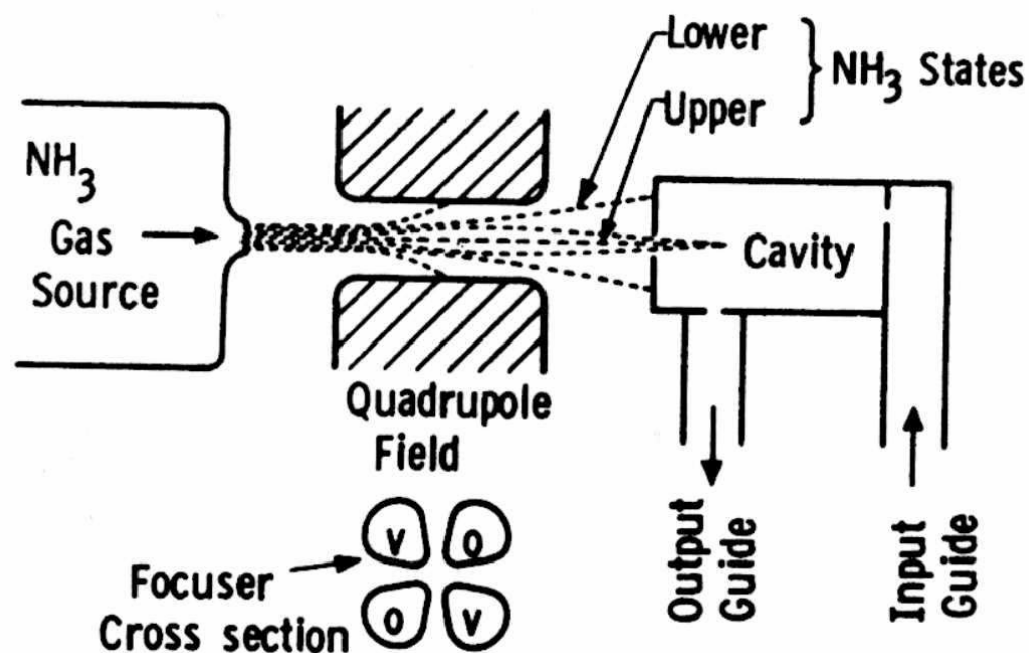
Převládá tedy absorpce a dochází ke snížení intenzity záření

Navozením inverzní populace, tj.  $N_a < N_b$ , převládne stimulovaná emise a dochází k zesílení.

Inverzní populaci je třeba obnovovat.



# Konstrukce maseru - 1954



Zdroj dává směs molekul NH<sub>3</sub> se zhruba stejnou populací hladin

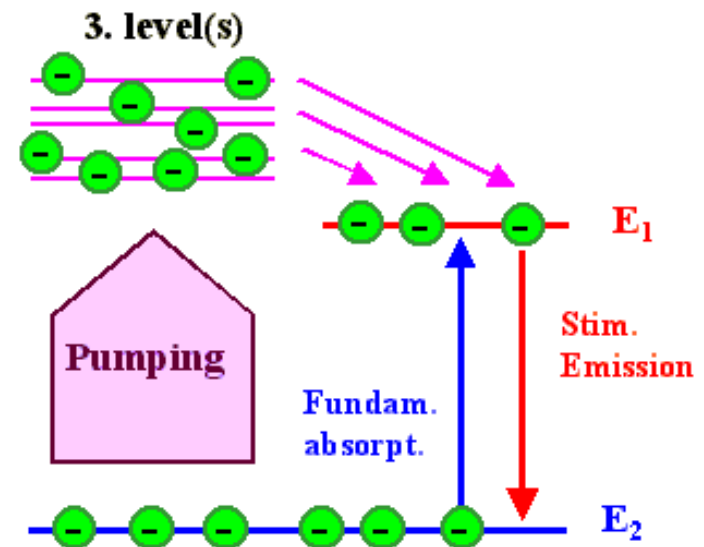
V nehomogenním poli kvadrupólových elektrod jsou molekuly v základním stavu vypuzeny

Inverzní populace v rezonátoru je udržována průtokově, klystron zajišťuje budící záření

# Výsledky experimentu

- Zesílení mikrovlnného signálu
- Při průtoku nad kritickou hodnotou systém fungoval jako generátor, zářil i bez stimulace vnějším polem
- Velmi ostrá čára – šířka 2kHz při 23,8 GHz, záření koherentní
- Mimořádně malý šum
- Nobelova cena 1964

- Později přechod k trojhladinovému systému – snazší kontinuální provoz, průtok nahrazen čerpáním
- Odtud již vývoj pokračuje směrem k laserům



# Děkuji za pozornost

