

Max Planck Institut za Gravitacijsku fiziku
Grupa za kontrolu kvantne kvalitete
Pregled optomehanike
Doktorski studij

Adrian Udovičić

Hannover, 2023

Sažetak

Key words:

SADRŽAJ

1 Osnovna svojstva

1.1 Osnovna svojstva optičkih rezonatora

Gledamo prvo klasični odziv jednostavne Fabry-Perot (FP) rezonirajuće komore. FP rezonantna šupljina sastoji se od dva visoko reflektivna zrcala udaljena L jedno od drugog, i niz rezonancija dane s kružnom frekvencijom $\omega_{cav,m} \approx \frac{m\pi c}{L}$. Ovdje je m cijeli broj koji označava vibracijski mod. Razmak između dva logitudinalna rezonantna moda je dan s

$$\delta\omega_{FSR} = \pi \frac{c}{L}, \quad (1.1)$$

gdje $\delta\omega_{FSR}$ označava slobodni spektralni raspon, odnosno raspon frekvencija kojim naš rezonator ne vibrira. Konačna transparentnost zrcala i interna absorpcija ili raspršenje van rezonantne šupljine dovode do konačnog fotonske stope istjecaja κ . Korisna je znati i optičku finesa (eng. *finess*) \mathfrak{F} naše šupljine koja obilježava srednji broj refleksija fotona prije nego izađe iz šupljine. Dana je s

$$\mathfrak{F} = \frac{\delta\omega_{FSR}}{\kappa}. \quad (1.2)$$

Optička finesa je bitna za određivanje snage unutar komore. Također možemo uvesti faktor kvalitete za optički rezonator dan pomoću

$$\mathfrak{Q}_{opt} = \omega_{cav}\tau. \quad (1.3)$$

Bilješka

Recimo da je snaga lasera za pumpanje komore prije ulaska u komoru 1W. Recimo da je reflektivnost visoko reflektivnih zrcala 0,99999. U komoru će ući $(1 - 1 \cdot 0,99999)$ W snage zračenja. Ako je $\mathfrak{F} = 100000$ snaga zračenja u komori će biti $(1 - 1 \cdot 0,99999) \cdot 100000 = 1W$ prije nego iscijedi zračenje iz komore u vremenu $\kappa^{-1} = \tau$, što je u ovom primjeru isto kao i snaga ulaznog zračenja.

Općenito stopa istjecanja κ može imati dva doprinosa: Od korisnog ulaznog (izlaznog) vezanja (κ_{ex}) i od unutar-njih gubitaka (κ_0). Tako da možemo pisati

$$\kappa = \kappa_{ex} + \kappa_0. \quad (1.4)$$

1.2 Ulazno-Izlazni formalizam optičke šupljine

Kvantno mehanički opis rezonantne šupljine vezane za vanjsko elektromagnetsko zračenje može se dati ili koristeći tzv. *Master* jednadžbe (ako nas zanima samo unutarnja dinamika) ili, ako želimo saznati EM polje emitiranog (reflektiranog) zračenja u šupljini, pomoću ulazno-izlaznog formalizma. Taj formalizam nam dopušta modeliranje kvantnih fluktuacija iz bilo kojeg terminala vezanja (npr. ulazno zrcalo) šupljine. Također se uzima u obzir koherentno zračenje kojim "guramo" sustav[‡].

[‡]Baciti oko na [?] i [?].

2 Mehanički rezonatori

2.1 Mehanički Normalni Modovi

2.2 Mehanička disipacija