

## Pytania na egzamin ustny

Zaliczenie egzaminu odbywa się poprzez odpowiedzenie na jedno wybrane pytanie.

1. Kwantowanie swobodnego pola elektromagnetycznego
  - (a) Energia swobodnego klasycznego pola
  - (b) Kwantowanie przez dostawienie daszów
  - (c) Przypadek jednomodowy
  - (d) operatory kreacji i anihilacji
2. Stany koherentne
  - (a) Definicja
  - (b) Własności
  - (c) Operator przesunięcia
3. Stany ściśnięte
  - (a) Definicja
  - (b) Operator ściskania
  - (c) Operatory kwadratur i reprezentacja stanu w przestrzeni fazowej
  - (d) Wariancja kwadratur w stanie ściśniętym
4. Metody przestrzeni fazowej I
  - (a)  $P$ -reprezentacja Glaubera-Sudarshana
  - (b) Uporządkowanie normalne
  - (c) Przykłady dla stanu Focka, termicznego i koherentnego
5. Metody przestrzeni fazowej II
  - (a)  $Q$ -reprezentacja Husimiego
  - (b) Związek z  $P$ -reprezentacją
  - (c) Przykłady dla stanu Focka, termicznego i koherentnego
6. Metody przestrzeni fazowej III
  - (a)  $W$ -reprezentacja Wignera
  - (b) Uporządkowanie symetryczne
  - (c) Funkcja tworząca

## 7. Funkcje korelacji

- (a) Definicja funkcji korelacji  $n$ -tego rzędu
- (b) Widzialność prążków a spójność pierwszego rzędu
- (c) Łamanie Nierówności Cauchy-Schwarza a nieklasyczność pola elektromagnetycznego

## 8. Interferometria

- (a) Płytki światłodzielnice, detekcja homodynowa, generacja stanu NOON
- (b) Interferometr Macha-Zehndera: schemat i operator ewolucji
- (c) Precyzja estymacji fazy  $\Delta\theta$  — propagacja błędów
- (d) Granica szumu śrutowego i jej łamanie przy użyciu stanów ściśniętych

## 9. Oddziaływanie światła z materią — półklasycznie

- (a) Hamiltonian minimalnego sprzężenia
- (b) Przybliżenie dipolowe i hamiltonian  $\mathbf{r} \cdot \mathbf{E}$
- (c) Ewolucja atomu dwupoziomowego w polu fali monochromatycznej

## 10. Oddziaływanie światła z materią — kwantową

- (a) Hamiltonian oddziaływania pola kwantowego z atomem dwupoziomowym
- (b) Ewolucja stanu atom+pole
- (c) "Collapse & revival"

## 11. Nierówności Bella

- (a) Stan singletowy, lokalne pomiary
- (b) Funkcja korelacji  $E(\vec{a}, \vec{b})$
- (c) Lokalny realizm, wyprowadzenie nierówności Bella (w wersji CHSH)
- (d) Dowód na łamanie tej nierówności przez stan singletowy