

Daugiakomponenčiai lėtieji poliaritonai šaltųjų atomų dujose

Julius Ruseckas

Vilniaus universiteto Teorinės fizikos ir astronomijos institutas

Rugsėjo 28, 2011

1 Įvadas

- Lėta šviesa
- Lėtos šviesos išsaugojimas ir atgaminimas
- Stacionari šviesa

2 Daugiakomponentė lėta šviesa

- Lėtos šviesos osciliacijos
- Dirac'o lygtis lėtai šviesai
- Optinio sūkurio perkėlimas
- Daugiakomponentė stacionari šviesa

3 Išvados

1 Įvadas

- Lėta šviesa
- Lėtos šviesos išsaugojimas ir atgaminimas
- Stacionari šviesa

2 Daugiakomponentė lėta šviesa

- Lėtos šviesos oscilacijos
- Dirac'o lygtis lėtai šviesai
- Optinio sūkurio perkėlimas
- Daugiakomponentė stacionari šviesa

3 Išvados

1 Įvadas

- Lėta šviesa
- Lėtos šviesos išsaugojimas ir atgaminimas
- Stacionari šviesa

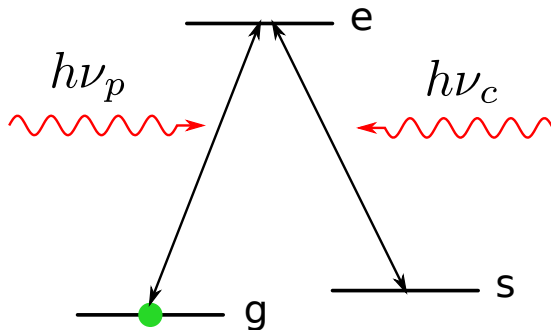
2 Daugiakomponentė lėta šviesa

- Lėtos šviesos oscilacijos
- Dirac'o lygtis lėtai šviesai
- Optinio sūkurio perkėlimas
- Daugiakomponentė stacionari šviesa

3 Išvados



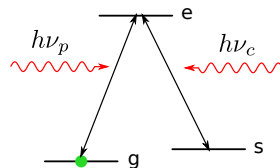
Trijų lygmenų Λ sistema



- Du šviesos pluoštai: zonduojantis ir valdantysis.

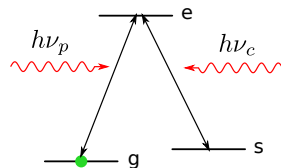
Trijų lygmenų Λ sistema

- Šuolių $g \rightarrow e$ ir $s \rightarrow e$ destruktvyvi interferencija
- Sugerties išnykimas
- Elektromagnetiškai sukeltas praskaidrėjimas
- Tamsi būseną
- Labai lengvai suardoma
- Labai siauras skaidrumo langas



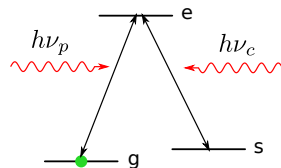
Trijų lygmenų Λ sistema

- Šuolių $g \rightarrow e$ ir $s \rightarrow e$ destruktvyvi interferencija
- Sugerties išnykimas
- Elektromagnetiškai sukeltas praskaidrėjimas
- Tamsi būseną
- Labai lengvai suardoma
- Labai siauras skaidrumo langas



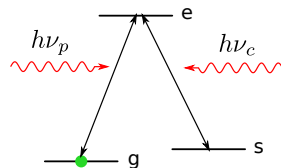
Trijų lygmenų Λ sistema

- Šuolių $g \rightarrow e$ ir $s \rightarrow e$ destruktvyvi interferencija
- Sugerties išnykimas
- Elektromagnetiškai sukeltas praskaidrėjimas
- Tamsi būseną
- Labai lengvai suardoma
- Labai siauras skaidrumo langas



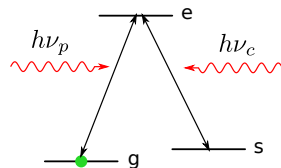
Trijų lygmenų Λ sistema

- Šuolių $g \rightarrow e$ ir $s \rightarrow e$ destruktvyvi interferencija
- Sugerties išnykimas
- Elektromagnetiškai sukeltas praskaidrėjimas
- Tamsi būsena
- Labai lengvai suardoma
- Labai siauras skaidrumo langas



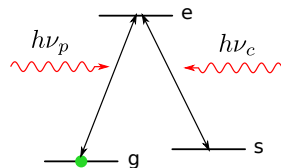
Trijų lygmenų Λ sistema

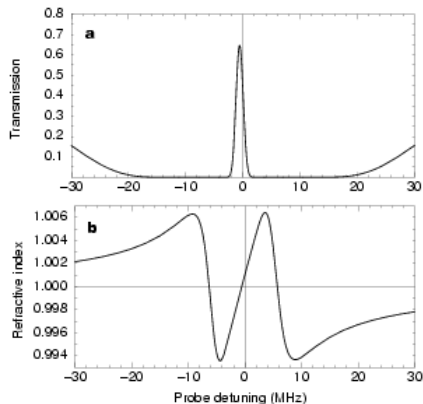
- Šuolių $g \rightarrow e$ ir $s \rightarrow e$ destruktvyvi interferencija
- Sugerties išnykimas
- Elektromagnetiškai sukeltas praskaidrėjimas
- Tamsi būsena
- Labai lengvai suardoma
- Labai siauras skaidrumo langas



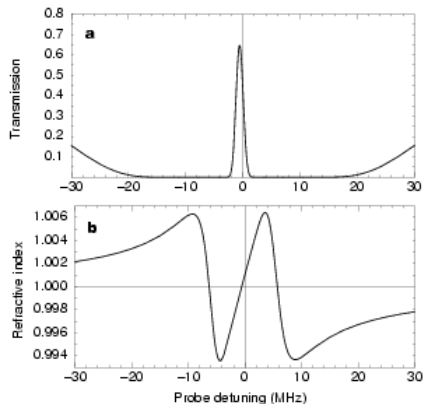
Trijų lygmenų Λ sistema

- Šuolių $g \rightarrow e$ ir $s \rightarrow e$ destruktvyvi interferencija
- Sugerties išnykimas
- Elektromagnetiškai sukeltas praskaidrėjimas
- Tamsi būsena
- Labai lengvai suardoma
- Labai siauras skaidrumo langas

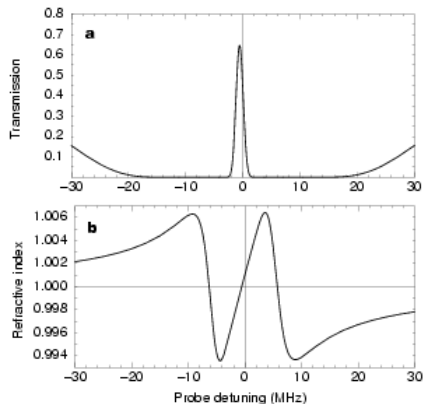




- Labai siauras skaidrumo langas
- Medžiaga su didele dispersija
- Mažas grupinis greitis - **lėta šviesa**



- Labai siauras skaidrumo langas
- Medžiaga su didele dispersija
- Mažas grupinis greitis - **lėta šviesa**



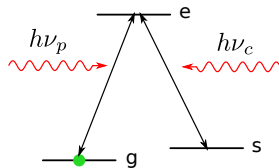
- Labai siauras skaidrumo langas
- Medžiaga su didele dispersija
- Mažas grupinis greitis - **lėta šviesa**

Lėtos šviesos išsaugojimas ir atgaminimas



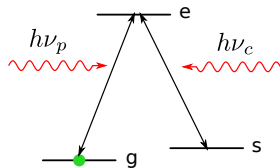
Lėtos šviesos išsaugojimas ir atgaminimas

- Informacija apie sklindančią šviesą yra elektroniniame sužadinyje
- Išjungus valdantį lazerį, informacija elektroniniame sužadinyje išlieka
- Vėl įjungus valdantįjį lazerį, zondojuojantis šviesos pluoštas atsigamina



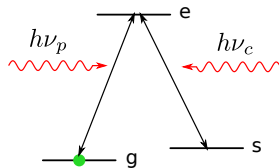
Lėtos šviesos išsaugojimas ir atgaminimas

- Informacija apie sklindančią šviesą yra elektroniniame sužadinyje
- Išjungus valdantį lazerį, informacija elektroniniame sužadinyje išlieka
- Vėl įjungus valdantįjį lazerį, zondojuojantis šviesos pluoštas atsigamina



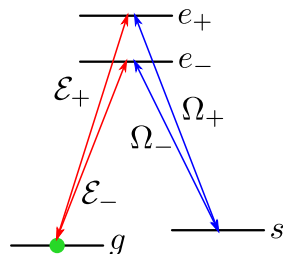
Lėtos šviesos išsaugojimas ir atgaminimas

- Informacija apie sklindančią šviesą yra elektroniniame sužadinyje
- Išjungus valdantį lazerį, informacija elektroniniame sužadinyje išlieka
- Vėl įjungus valdantįjį lazerį, zondojuojantis šviesos pluoštas atsigamina



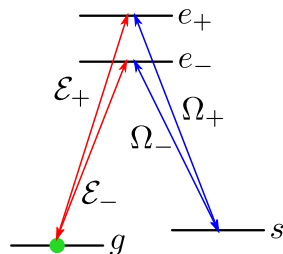
Stacionari šviesa

- Elektromagnetinis laukas sklinda kartu su sukinine banga
- Spinduliavimas stumia sukiningę bangą pirmyn
- Įjungus papildomą zondojuantį lazerį:
- Spinduliavimas stumia sukiningę bangą pirmyn ir atgal
- Stacionari šviesa



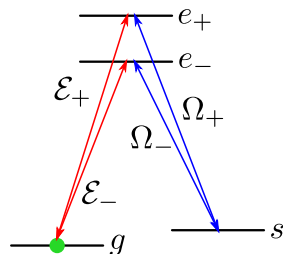
Stacionari šviesa

- Elektromagnetinis laukas sklinda kartu su sukinine banga
- Spinduliavimas stumia sukiningę bangą pirmyn
- Įjungus papildomą zondojuojantį lazerį:
- Spinduliavimas stumia sukiningę bangą pirmyn ir atgal
- Stacionari šviesa



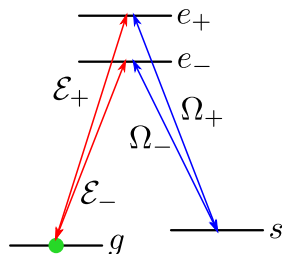
Stacionari šviesa

- Elektromagnetinis laukas sklinda kartu su sukinine banga
- Spinduliavimas stumia sukiningę bangą pirmyn
- Įjungus papildomą zondojuantį lazerį:
 - Spinduliavimas stumia sukiningę bangą pirmyn ir atgal
 - Stacionari šviesa



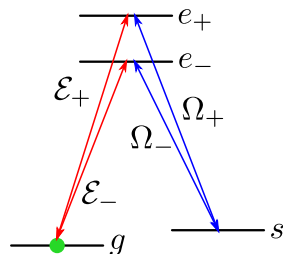
Stacionari šviesa

- Elektromagnetinis laukas sklinda kartu su sukinine banga
- Spinduliavimas stumia sukiningę bangą pirmyn
- Įjungus papildomą zondojuantį lazerį:
- Spinduliavimas stumia sukiningę bangą pirmyn ir atgal
- Stacionari šviesa

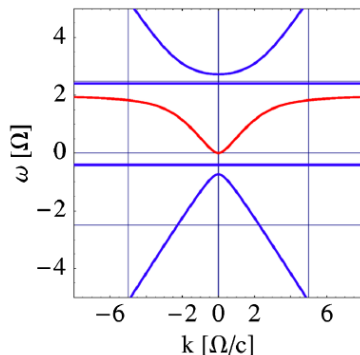
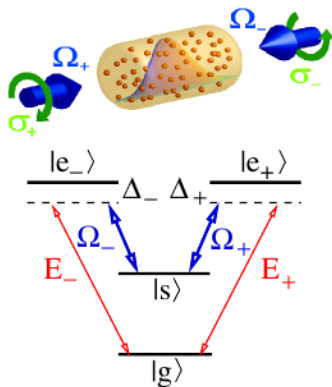


Stacionari šviesa

- Elektromagnetinis laukas sklinda kartu su sukinine banga
- Spinduliavimas stumia sukiningę bangą pirmyn
- Įjungus papildomą zondojuojantį lazerį:
- Spinduliavimas stumia sukiningę bangą pirmyn ir atgal
- **Stacionari šviesa**

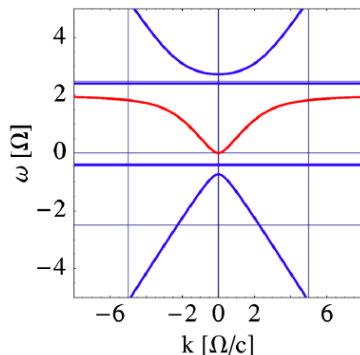
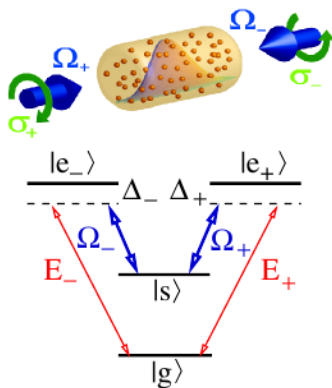


Stacionari šviesa



- Kvadratinė dispersija
- Stacionarus poliaritonas (normalioji spinduliuotės moda) su nelygia nuliui m_{eff}

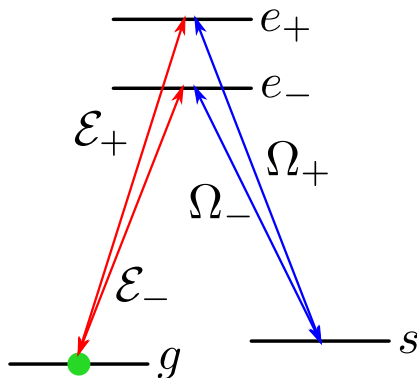
Stacionari šviesa



- Kvadratinė dispersija
- Stacionarus poliaritonas (normalioji spinduliuotės moda) su nelygia nuliui m_{eff}

Ar gali būti sukurta lėta šviesa sudaryta iš
keleto sąveikaujančių laukų?

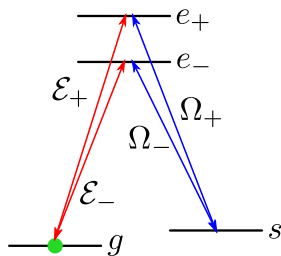
Pirmas bandymas: dviguba Λ schema



Naudojama **stacionariai šviesai**

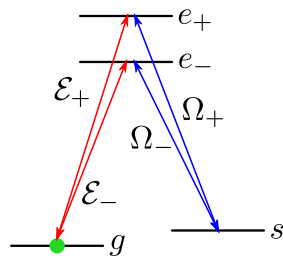
Dviguba Λ schema: netinkama mūsų tikslams

- Gali būti sudaryta tik **viena** tamsi būseną
- Gali būti tik **vienas** tamsios būsenos poliaritonai, sklindantis be sugerties.
- Daugiakomponentėi lėtai šviesai reikia **daugiau** lygmenų.



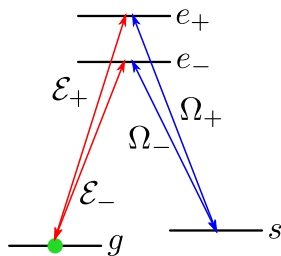
Dviguba Λ schema: netinkama mūsų tikslams

- Gali būti sudaryta tik **viena** tamsi būseną
- Gali būti tik **vienas** tamsios būsenos poliaritonas, sklindantis be sugerties.
- Daugiakomponentėi lėtai šviesai reikia **daugiau** lygmenų.



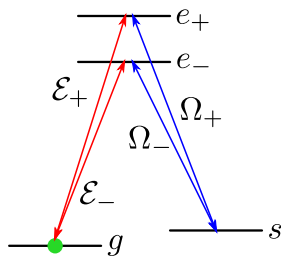
Dviguba Λ schema: netinkama mūsų tikslams

- Gali būti sudaryta tik **viena** tamsi būseną
- Gali būti tik **vienas** tamsios būsenos poliaritonai, sklindantis be sugerties.
- Daugiakomponentėi lėtai šviesai reikia įtaukti **daugiau** lygmenų.

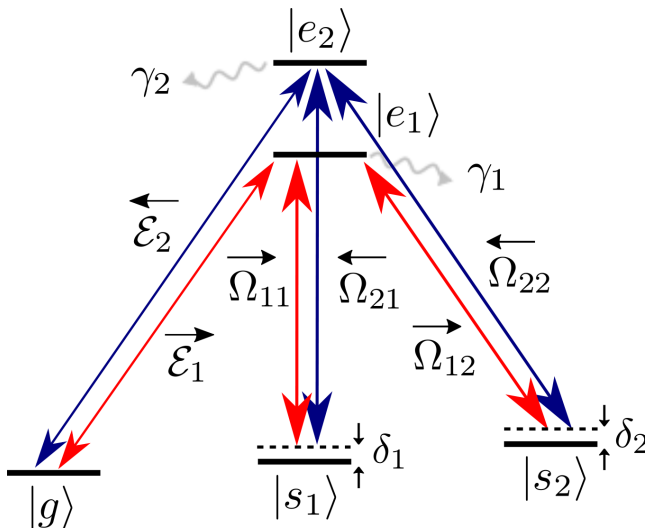


Dviguba Λ schema: netinkama mūsų tikslams

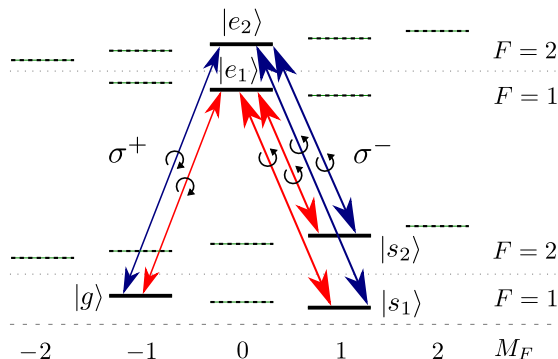
- Gali būti sudaryta tik **viena** tamsi būseną
- Gali būti tik **vienas** tamsios būsenos poliaritonai, sklindantis be sugerties.
- Daugiakomponentėi lėtai šviesai reikia įtaukti **daugiau** lygmenų.



Dviguba tripodo schema

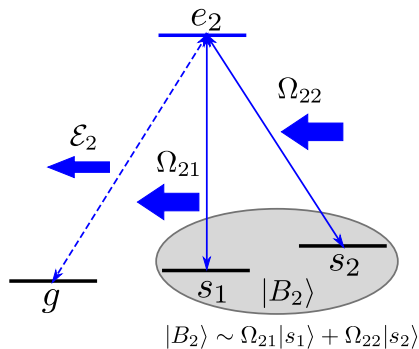
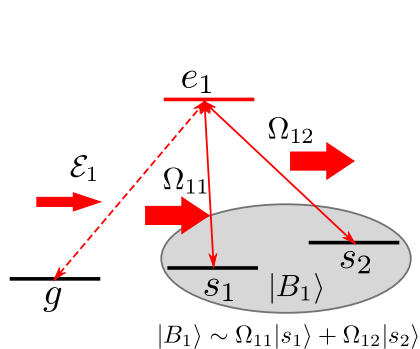


Galima eksperimentinė realizacija



- Atomai tokie kaip rubidis ar natrias.
- Šuoliai tarp hypersmulkių lygmenų su $F = 1$ ir $F = 2$ magnetinių būsenų.
- Abu zonduojantys pluoštai apskritimiškai σ^+ poliarizuoti, visi keturi valdantieji pluoštai apskritimiškai σ^- poliarizuoti.

Dviguba tripodo schema

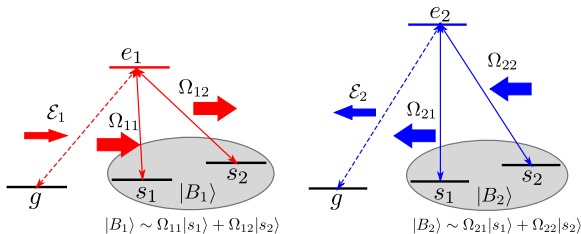


\mathcal{E}_1 ir \mathcal{E}_2 yra susieti jei $\langle B_1|B_2\rangle \neq 0$

Dviguba tripodo schema

Ribiniai atvejai:

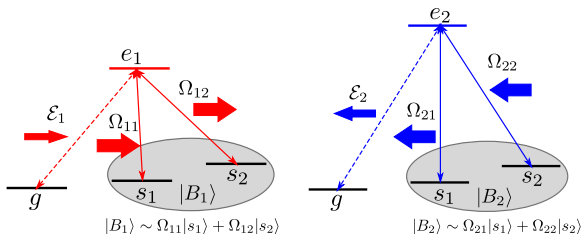
- $\langle B_1|B_2\rangle = 0$ — du nesusiję tripodai
- $\langle B_1|B_2\rangle = 1$ — dviguba Λ schema
- $0 < |\langle B_1|B_2\rangle| < 1$ — du susieti tripodai



Dviguba tripodo schema

Ribiniai atvejai:

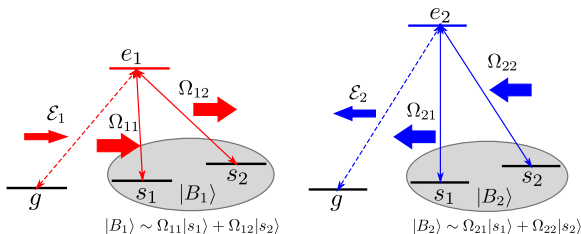
- $\langle B_1|B_2\rangle = 0$ — du nesusiję tripodai
- $\langle B_1|B_2\rangle = 1$ — dviguba Λ schema
- $0 < |\langle B_1|B_2\rangle| < 1$ — du susieti tripodai



Dviguba tripodo schema

Ribiniai atvejai:

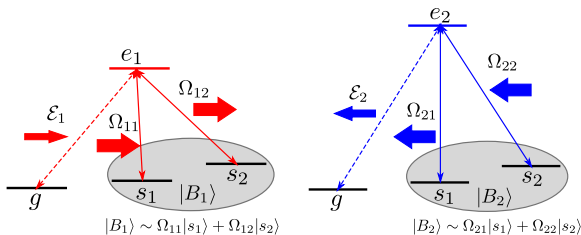
- $\langle B_1|B_2\rangle = 0$ — du nesusiję tripodai
- $\langle B_1|B_2\rangle = 1$ — dviguba Λ schema
- $0 < |\langle B_1|B_2\rangle| < 1$ — du susieti tripodai



Dviguba tripodo schema

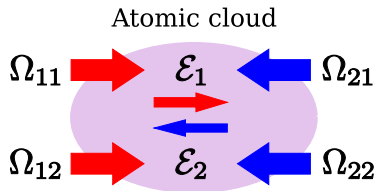
Ribiniai atvejai:

- $\langle B_1|B_2\rangle = 0$ — du nesusiję tripodai
- $\langle B_1|B_2\rangle = 1$ — dviguba Λ schema
- $0 < |\langle B_1|B_2\rangle| < 1$ — du susieti tripodai



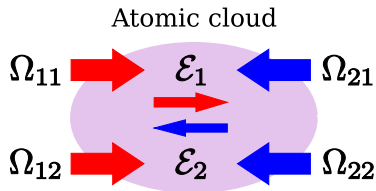
Lėtos šviesos oscilacijos

- Grupinis greitis aprašomas **nediagonalia matrica**
- Atskiri zonduojantys pluoštai **neturi apibrėžto grupinio greičio**
- Tik tam tikros abiejų zonduojančių pluoštų kombinacijos sklinda per atomų dujas su apibrėžtais (ir skirtingais) greičiais.
- Greičių skirtumas sukelia interferenciją tarp zonduojančių pluoštų.



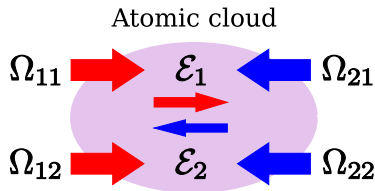
Lėtos šviesos oscilacijos

- Grupinis greitis aprašomas **nediagonalia matrica**
- Atskiri zonduojantys pluoštai **neturi apibrėžto grupinio greičio**
- Tik tam tikros abiejų zonduojančių pluoštų kombinacijos sklinda per atomų dujas su apibrėžtais (ir skirtingais) greičiais.
- Greičių skirtumas sukelia interferenciją tarp zonduojančių pluoštų.



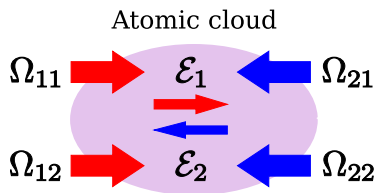
Lėtos šviesos oscilacijos

- Grupinis greitis aprašomas **nediagonalia matrica**
- Atskiri zondojuantys pluoštai **neturi apibrėžto grupinio greičio**
- Tik tam tikros abiejų zondojuančių pluoštų kombinacijos sklinda per atomų dujas su apibrėžtais (ir skirtingais) greičiais.
- Greičių skirtumas sukelia interferenciją tarp zondojuančių pluoštų.



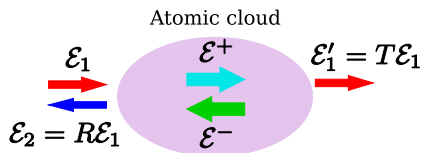
Lėtos šviesos oscilacijos

- Grupinis greitis aprašomas **nediagonalia matrica**
- Atskiri zondojuantys pluoštai **neturi apibrėžto grupinio greičio**
- Tik tam tikros abiejų zondojuančių pluoštų kombinacijos sklinda per atomų dujas su apibrėžtais (ir skirtingais) greičiais.
- Greičių skirtumas sukelia interferenciją tarp zondojuančių pluoštų.



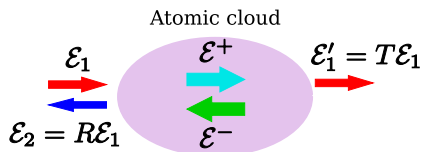
Lėtos šviesos oscilacijos

- Priešpriešais sklindantys pluoštai
- Dvifotoninis išderinimas lygus nuliui $\delta_1 = \delta_2 = 0$
- \mathcal{E}_1 yra atspindimas į \mathcal{E}_2
- R ir T oscilacijos pasireiškia jei turime dvi susijusias tripodo sistemas



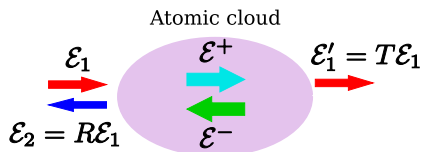
Lėtos šviesos oscilacijos

- Priešpriešais sklindantys pluoštai
- **Dvifotoninis išderinimas lygus nuliui** $\delta_1 = \delta_2 = 0$
- \mathcal{E}_1 yra **atspindimas** į \mathcal{E}_2
- R ir T **oscilacijos** pasireiškia jei turime dvi susijusias tripodo sistemas



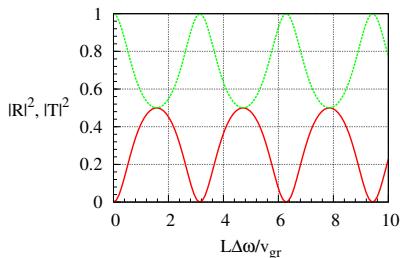
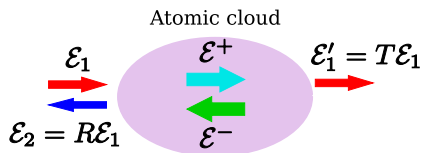
Lėtos šviesos oscilacijos

- Priešpriešais sklindantys pluoštai
- **Dvifotoninis išderinimas lygus nuliui** $\delta_1 = \delta_2 = 0$
- \mathcal{E}_1 yra **atspindimas** į \mathcal{E}_2
- R ir T **oscilacijos** pasireiškia jei turime dvi susijusias tripodo sistemas



Lėtos šviesos osciliacijos

- Priešpriešais sklindantys pluoštai
- Dvifotoninis išderinimas lygus nuliui $\delta_1 = \delta_2 = 0$
- \mathcal{E}_1 yra atspindimas į \mathcal{E}_2
- R ir T osciliacijos pasireiškia jei turime dvi susijusias tripodo sistemas



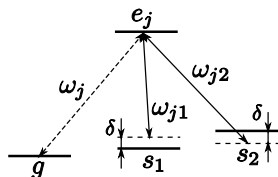
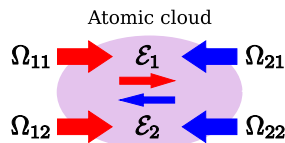
Dirac'o lygtis dvikomponentei lėtai šviesai

- Priešpriešais sklindantys pluoštai
- Dvifotoninis išderinimas nelygus nuliui
 $\delta_1 = -\delta_2 \equiv \delta \neq 0$
- Dirac'o tipo lygtis su nenuline mase dvikomponentei lėtai šviesai:

$$i \frac{\partial}{\partial t} \tilde{\mathcal{E}} = -i v_0 \sigma_z \frac{\partial}{\partial z} \tilde{\mathcal{E}} + \delta \sigma_y \tilde{\mathcal{E}}$$

Čia $v_0 = \frac{c\Omega^2}{g^2 n}$

- Plyšys dispersijoje



Dirac'o lygtis dvikomponentei lėtai šviesai

- Priešpriešais sklindantys pluoštai
- **Dvifotoninis išderinimas nelygus nuliui**

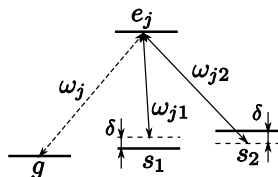
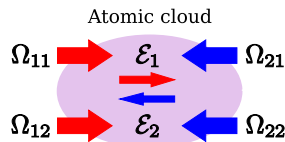
$$\delta_1 = -\delta_2 \equiv \delta \neq 0$$

- Dirac'o tipo lygtis su nenuline mase dvikomponentei lėtai šviesai:

$$i \frac{\partial}{\partial t} \tilde{\mathcal{E}} = -i v_0 \sigma_z \frac{\partial}{\partial z} \tilde{\mathcal{E}} + \delta \sigma_y \tilde{\mathcal{E}}$$

Čia $v_0 = \frac{c\Omega^2}{g^2 n}$

- **Plyšys dispersijoje**



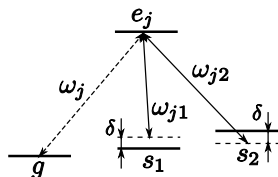
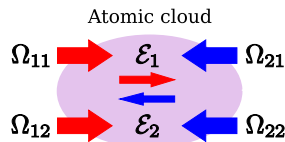
Dirac'o lygtis dvikomponentei lėtai šviesai

- Priešpriešais sklindantys pluoštai
- **Dvifotoninis išderinimas nelygus nuliui**
 $\delta_1 = -\delta_2 \equiv \delta \neq 0$
- **Dirac'o tipo lygtis** su nenuline mase dvikomponentei lėtai šviesai:

$$i \frac{\partial}{\partial t} \tilde{\mathcal{E}} = -i v_0 \sigma_z \frac{\partial}{\partial z} \tilde{\mathcal{E}} + \delta \sigma_y \tilde{\mathcal{E}}$$

Čia $v_0 = \frac{c\Omega^2}{g^2 n}$

- **Plyšys dispersijoje**



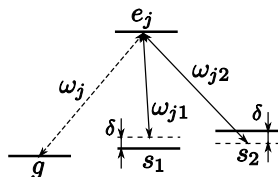
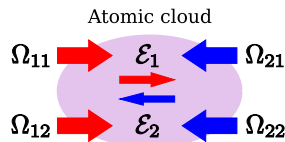
Dirac'o lygtis dvikomponentei lėtai šviesai

- Priešpriešais sklindantys pluoštai
- Dvifotoninis išderinimas nelygus nuliui
 $\delta_1 = -\delta_2 \equiv \delta \neq 0$
- Dirac'o tipo lygtis su nenuline mase dvikomponentei lėtai šviesai:

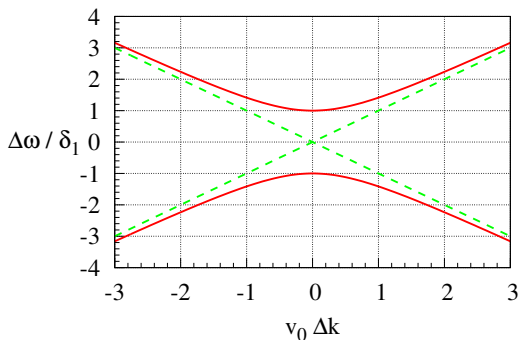
$$i \frac{\partial}{\partial t} \tilde{\mathcal{E}} = -i v_0 \sigma_z \frac{\partial}{\partial z} \tilde{\mathcal{E}} + \delta \sigma_y \tilde{\mathcal{E}}$$

Čia $v_0 = \frac{c\Omega^2}{g^2 n}$

- Plyšys dispersijoje



Dirac'o lygtis lėtai šviesai

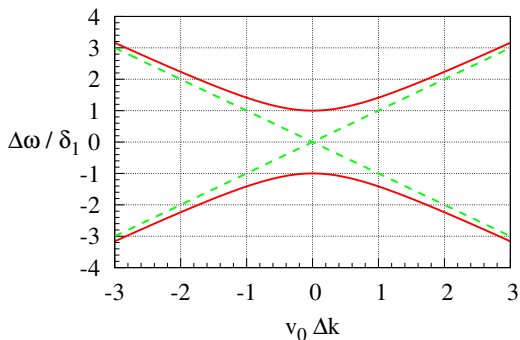


- Reliatyvistinė dalelės-antidalelės dispersija:

$$\Delta\omega^\pm = \pm \sqrt{v_0^2 \Delta k^2 + \delta^2}$$

- $\hbar\delta = mv_0^2$ — plyšio plotis, m — poliaritono efektyvioji masė

Dirac'o lygtis lėtai šviesai

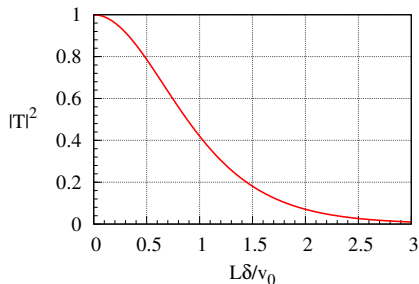


- Reliatyvistinė dalelės-antidalelės dispersija:

$$\Delta\omega^\pm = \pm \sqrt{v_0^2 \Delta k^2 + \delta^2}$$

- $\hbar\delta = mv_0^2$ — plyšio plotis, m — **poliaritono efektyvioji masė**

Dirac'o lygtis létai šviesai

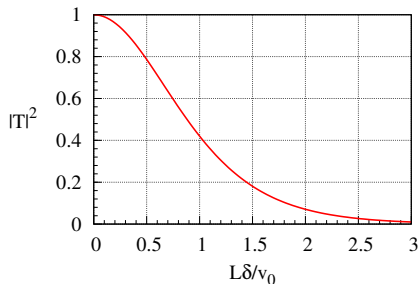


- Atspindžio ir praėjimo koeficientai plyšio centre ($\Delta\omega = 0$):

$$T = \cosh^{-1}(L/\lambda_C), \quad R = \tanh(L/\lambda_C)$$

- $\lambda_C = \hbar/mv_0 = v_0/\delta$ — poliaritono Compton'o bangos ilgis
- Compton'o bangos ilgis nusako poliaritono tuneliavimo nuotolį

Dirac'o lygtis létai šviesai

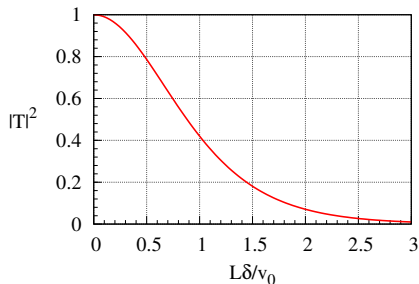


- Atspindžio ir praėjimo koeficientai plyšio centre ($\Delta\omega = 0$):

$$T = \cosh^{-1}(L/\lambda_C), \quad R = \tanh(L/\lambda_C)$$

- $\lambda_C = \hbar/mv_0 = v_0/\delta$ — poliaritono **Compton'o bangos ilgis**
- Compton'o bangos ilgis nusako poliaritono tuneliavimo nuotolį

Dirac'o lygtis létai šviesai



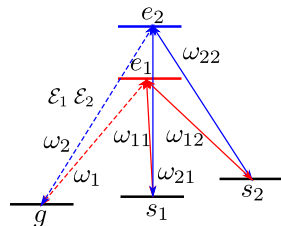
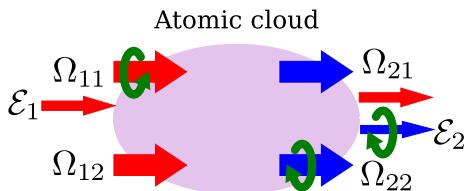
- Atspindžio ir praėjimo koeficientai plyšio centre ($\Delta\omega = 0$):

$$T = \cosh^{-1}(L/\lambda_C), \quad R = \tanh(L/\lambda_C)$$

- $\lambda_C = \hbar/mv_0 = v_0/\delta$ — poliaritono **Compton'o bangos ilgis**
- Compton'o bangos ilgis nusako poliaritono tuneliavimo nuotolį

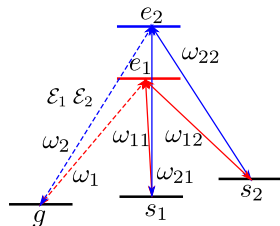
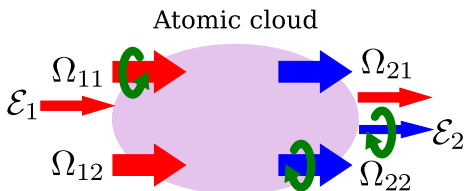
Optinio sūkurio perkėlimas į zondojuojančius pluoštus

- Ta pačia kryptimi sklindantys zondojuojantys pluoštai
- Valdantieji pluoštai su Rabi dažniais $\Omega_{11} \sim e^{il\varphi}$ ir $\Omega_{22} \sim e^{-il\varphi}$ turi optinius sūkurius su priešingais topologiniais krūviais
- Krentantis pluoštas \mathcal{E}_1 yra be sūkurio
- Zondojuojantis pluoštas \mathcal{E}_2 įgyja optinį sūkurį



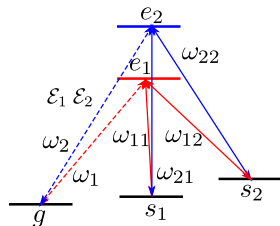
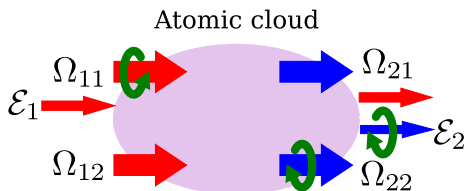
Optinio sūkurio perkėlimas į zonduojančius pluoštus

- Ta pačia kryptimi sklindantys zonduojantys pluoštai
- Valdantieji pluoštai su Rabi dažniais $\Omega_{11} \sim e^{il\varphi}$ ir $\Omega_{22} \sim e^{-il\varphi}$ turi optinius sūkurius su priešingais topologiniais krūviais
- Krentantis pluoštas \mathcal{E}_1 yra be sūkurio
- Zonduojantis pluoštas \mathcal{E}_2 įgyja optinį sūkurį



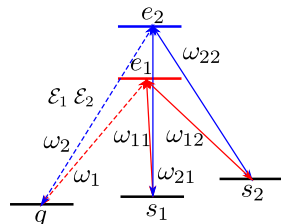
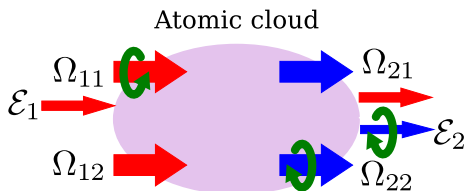
Optinio sūkurio perkėlimas į zonduojančius pluoštus

- Ta pačia kryptimi sklindantys zonduojantys pluoštai
- Valdantieji pluoštai su Rabi dažniais $\Omega_{11} \sim e^{il\varphi}$ ir $\Omega_{22} \sim e^{-il\varphi}$ turi optinius sūkurius su priešingais topologiniais krūviais
- Krentantis pluoštas \mathcal{E}_1 yra be sūkurio
- Zonduojantis pluoštas \mathcal{E}_2 įgyja optinį sūkurį

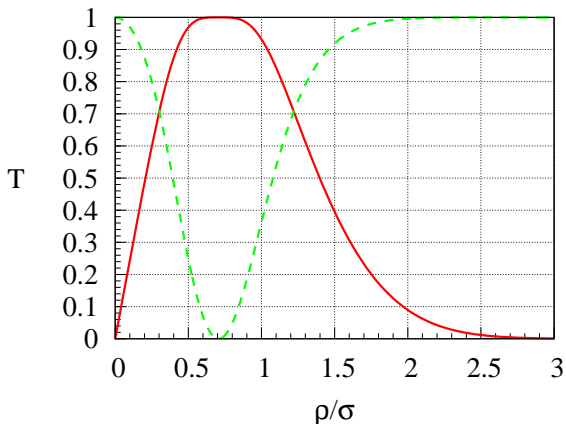


Optinio sūkurio perkėlimas į zondojuojančius pluoštus

- Ta pačia kryptimi sklindantys zondojuojantys pluoštai
- Valdantieji pluoštai su Rabi dažniais $\Omega_{11} \sim e^{il\varphi}$ ir $\Omega_{22} \sim e^{-il\varphi}$ turi optinius sūkurius su priešingais topologiniais krūviais
- Krentantis pluoštas \mathcal{E}_1 yra be sūkurio
- Zondojuojantis pluoštas \mathcal{E}_2 įgyja optinį sūkurį



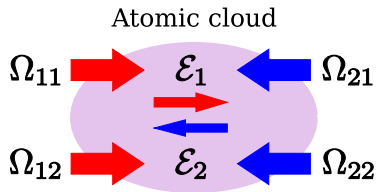
Optinio sūkurio perkėlimas



Praėjimo amplitudės antram (raudona) ir pirmam (žalia) šviesos pluoštams.

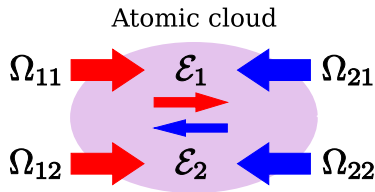
Daugiakomponentė stacionari šviesa

- Konfigūracija su priešpriešais sklindančiais pluoštais.
- Pradžioje dvifotonis išderinimas δ lygus nuliui
- tik vienas zondojoantis pluoštas \mathcal{E}_1 turintis centrinį dažnį $\Delta\omega = 0$ krenta į atomų dujas
- kuriose sklinda grupiniu greičiu v_0



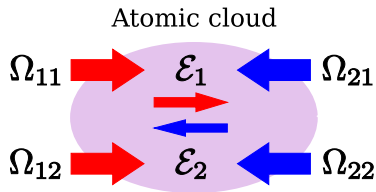
Daugiakomponentė stacionari šviesa

- Konfigūracija su priešpriešais sklindančiais pluoštais.
- Pradžioje dvifotonis išderinimas δ lygus nuliui
- tik vienas zondojoantis pluoštas \mathcal{E}_1 turintis centrinį dažnį $\Delta\omega = 0$ krenta į atomų dujas
- kuriose sklinda grupiniu greičiu v_0



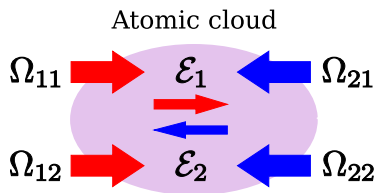
Daugiakomponentė stacionari šviesa

- Konfigūracija su priešpriešais sklindančiais pluoštais.
- Pradžioje dvifotonis išderinimas δ lygus nuliui
- tik vienas zondojuojantis pluoštas \mathcal{E}_1 turintis centrinį dažnį $\Delta\omega = 0$ krenta į atomų dujas
- kuriose sklinda grupiniu greičiu v_0



Daugiakomponentė stacionari šviesa

- Konfigūracija su priešpriešais sklindančiais pluoštais.
- Pradžioje dvifotonis išderinimas δ lygus nuliui
- tik vienas zondojoantis pluoštas \mathcal{E}_1 turintis centrinį dažnį $\Delta\omega = 0$ krenta į atomų dujas
- kuriose sklinda grupiniu greičiu v_0



Daugiakomponentė stacionari šviesa

- Kai pluošto \mathcal{E}_1 bangų paketas yra atomų debesėlyje, dvifotonis išderinimas **staigiai padidinamas** nuo 0 iki δ
- Susiformuoja plyšys dispersijoje
- Jei bangų paketo plotis dažnių erdvėje yra mažesnis už plyšio plotį 2δ
- sukuriama dvikomponentė **stacionari** šviesa

Daugiakomponentė stacionari šviesa

- Kai pluošto \mathcal{E}_1 bangų paketas yra atomų debesėlyje, dvifotonis išderinimas **staigiai padidinamas** nuo 0 iki δ
- Susiformuoja plyšys dispersijoje
- Jei bangų paketo plotis dažnių erdvėje yra mažesnis už plyšio plotį 2δ
- sukuriama dvikomponentė **stacionari** šviesa

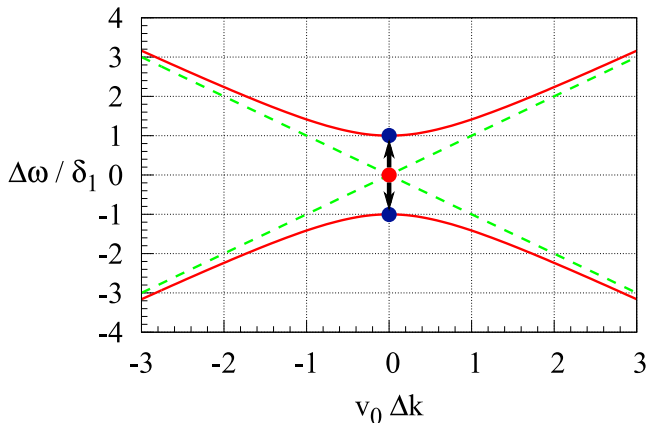
Daugiakomponentė stacionari šviesa

- Kai pluošto \mathcal{E}_1 bangų paketas yra atomų debesėlyje, dvifotonis išderinimas **staigiai padidinamas** nuo 0 iki δ
- Susiformuoja plyšys dispersijoje
- Jei bangų paketo plotis dažnių erdvėje yra mažesnis už plyšio plotį 2δ
- sukuriama dvikomponentė **stacionari** šviesa

Daugiakomponentė stacionari šviesa

- Kai pluošto \mathcal{E}_1 bangų paketas yra atomų debesėlyje, dvifotonis išderinimas **staigiai padidinamas** nuo 0 iki δ
- Susiformuoja plyšys dispersijoje
- Jei bangų paketo plotis dažnių erdvėje yra mažesnis už plyšio plotį 2δ
- sukuriama dvikomponentė **stacionari** šviesa

Daugiakomponentė stacionari šviesa



Šviesa pereina į tikrinių būsenų su teigiamais ir neigiamais dažniais superpoziciją.

- Vietoj sklidimo šviesa **osciliuoja** tarp dviejų zonduojančių pluoštų:

$$\begin{pmatrix} \mathcal{E}_1 \\ \mathcal{E}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\delta t) \\ \sin(\delta t) \end{pmatrix}$$

- Vėlesniu laiko momentu $t = t_r$, dvifotonis išsderinimas δ vėl sumažinamas iki nulio, stacionari šviesa pereina į lėtą šviesą

- Vietoj sklidimo šviesa **osciliuoja** tarp dviejų zonduojančių pluoštų:

$$\begin{pmatrix} \mathcal{E}_1 \\ \mathcal{E}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\delta t) \\ \sin(\delta t) \end{pmatrix}$$

- Vėlesniu laiko momentu $t = t_r$, dvifotonis išderinimas δ vėl sumažinamas iki nulio, stacionari šviesa pereina į lėtą šviesą

- Panaudojant atomus su dvigubo tripodo lygmenų schema gali būti sukurta dvikomponentė lėta šviesa.
- Dvikomponentė lėta šviesa pasižymi osciliacijomis tarp zonduojančių pluoštų.
- Esant tam tikroms sąlygoms, dvikomponentė lėta šviesa gali būti aprašoma Dirac'o tipo lygtimi atitinkancia baigtinės masės dalelę. Tokiu atveju dispersijos šakos yra atskirtos plyšio.
- Zonduojantis pluoštas gali būti sustabdytas atomų terpėje suformuojant dvikomponentę stacionarią šviesą.
- Dvigubo tripodo schema gali būti panaudoto optinio sūkurio perkėlimui iš valdančiųjų pluoštų į lėtą šviesą.

- Panaudojant atomus su dvigubo tripodo lygmenų schema gali būti sukurta dvikomponentė lėta šviesa.
- Dvikomponentė lėta šviesa pasižymi osciliacijomis tarp zonduojančių pluoštų.
- Esant tam tikroms sąlygoms, dvikomponentė lėta šviesa gali būti aprašoma Dirac'o tipo lygtimi atitinkancia baigtinės masės dalelę. Tokiu atveju dispersijos šakos yra atskirtos plyšio.
- Zonduojantis pluoštas gali būti sustabdytas atomų terpėje suformuojant dvikomponentę stacionarią šviesą.
- Dvigubo tripodo schema gali būti panaudoto optinio sūkurio perkėlimui iš valdančiųjų pluoštų į lėtą šviesą.

- Panaudojant atomus su dvigubo tripodo lygmenų schema gali būti sukurta dvikomponentė lėta šviesa.
- Dvikomponentė lėta šviesa pasižymi osciliacijomis tarp zonduojančių pluoštų.
- Esant tam tikroms sąlygoms, dvikomponentė lėta šviesa gali būti aprašoma Dirac'o tipo lygtimi atitinkancia baigtinės masės dalelę. Tokiu atveju dispersijos šakos yra atskirtos plyšio.
- Zonduojantis pluoštas gali būti sustabdytas atomų terpėje suformuojant dvikomponentę stacionarią šviesą.
- Dvigubo tripodo schema gali būti panaudoto optinio sūkurio perkėlimui iš valdančiųjų pluoštų į lėtą šviesą.

- Panaudojant atomus su dvigubo tripodo lygmenų schema gali būti sukurta dvikomponentė lėta šviesa.
- Dvikomponentė lėta šviesa pasižymi osciliacijomis tarp zonduojančių pluoštų.
- Esant tam tikroms sąlygoms, dvikomponentė lėta šviesa gali būti aprašoma Dirac'o tipo lygtimi atitinkancia baigtinės masės dalelę. Tokiu atveju dispersijos šakos yra atskirtos plyšio.
- Zonduojantis pluoštas gali būti sustabdytas atomų terpėje suformuojant dvikomponentę stacionarią šviesą.
- Dvigubo tripodo schema gali būti panaudoto optinio sūkurio perkėlimui iš valdančiųjų pluoštų į lėtą šviesą.

- Panaudojant atomus su dvigubo tripodo lygmenų schema gali būti sukurta dvikomponentė lėta šviesa.
- Dvikomponentė lėta šviesa pasižymi osciliacijomis tarp zonduojančių pluoštų.
- Esant tam tikroms sąlygoms, dvikomponentė lėta šviesa gali būti aprašoma Dirac'o tipo lygtimi atitinkancia baigtinės masės dalelę. Tokiu atveju dispersijos šakos yra atskirtos plyšio.
- Zonduojantis pluoštas gali būti sustabdytas atomų terpėje suformuojant dvikomponentę stacionarią šviesą.
- Dvigubo tripodo schema gali būti panaudoto optinio sūkurio perkėlimui iš valdančiųjų pluoštų į lėtą šviesą.

Ačiū už dėmesį!