SYRIAN ARAB REPUBLIC

DAMASCUS UNIVERSITY

Higher Institute For Laser Research
and Applications

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق

المعهد العالي لبحوث الليزر وتطبيقاته

مفردات مقرر الضوء اللاخطي في المعهد العالي لبحوث الليزر وتطبيقاته في جامعة دمشق

القسم الاول

Course name: Nonlinear and Quantum Optics
Higher Institute for Laser Research and Applications
Damascus University

Course description:

The course covers the basics of quantization of light, interaction of quantized light with matter and introduction to quantum Information an d quantum optical states like coherent states and squeezed states.

The lectures include:

1- Review of operators in quantum mechanics
2- Operator formalism for Simple Harmonic Oscillator in Quantum Mechanics.
3- Two state systems spins and photons
4- Density matrix and Bloch optical equations.
5- Harmonic oscillators and photons
6- Coherent states in SHO and in Electromagnetic radiation
7- Interaction of atom with quantized electromagnetic radiation.
8- Introduction to quantum information.

Text Books:

1- Quantum Mechanics for Engineers, D. Miller.
2- Introduction to Quantum Optics: Grynberg , Aspect and Fabre.

SYRIAN ARAB REPUBLIC
DAMASCUS UNIVERSITY
Higher Institute For Laser Research and Applications

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
المعهد العالي لبحوث الليزر
وتطبيقاته

مفردات مقرر الضوء اللاخطي في المعهد العالي لبحوث الليزر وتطبيقاته في جامعة دمشق

القسم الثاني

1 من الضّوء الخطي الى الضّوء اللّاخطي

1.1 النموذج المبسط للطواعية الخطية

1.2 الامتصاص وقرينة الانكسار

1.3 مدخل إلى الضوء اللاخطي

2 الظواهر اللّاخطية من الرتبة الثانية

2.1 المنشأ الرياضي للظواهر اللاخطية من الرتبة الثانية

2.2 التوافقي الثاني (تضاعف التواتر) في مجال التحويل الضعيف

2.3 دراسة تضاعف التواتر بتقنية شبه التوافق في الطور

3 الظّواهر اللّاخطية من الرتبة الثالثة

3.1 المنشأ الرياضي للظواهر اللاخطية من الرتبة الثالثة

المراجع

Coursera, Optique non-linéaire par École polytechnique,
https://www.coursera.org/learn/physique-optique/home/welcome

المواضيع التي تم عرضها في عملي مقرر بصريات كمومية وضوء لاخطي

اكتب مقالة علمية لا تتجاوز الخمس صفحات أو قم بعرض تقديمي مختاراً أحد المواضيع التالية مع ذكر المراجع التي استندت اليها واضعاً رقم كل مرجع في موضعه .

- **مضاعفة التواتر Frequency Doubling or Second Harmonic Generation**

تمت الملاحظة التجريبية لظاهرة تولد التوافقي الثاني أو ما يسمى بمضاعفة التواتر بعد اختراع الليزر بوقت قصير. حيث قام الباحثون بمحرقة ليزر الياقوت النبضي في بلورة الكوارتز وباعتبار الكوارتز وسطاً غير متناظر مركزياً فهو طواع لتوليد التواترالتوافقي الثاني بشكل فعال . يتم تولد التوافقي الثاني عن طريق التأثير المتبادل بين فوتونين لهما نفس التواتر $\omega_1 = \omega_2 = \omega$ مع وسط لاخطي ويتولد فوتون جديد بتواتر 2ω . تمثل هذه الظاهرة حالة خاصة من ظاهرة جمع التواترات Frequency Sum Generationالتي يكون فيها $\omega_1 \neq \omega_2$ ويكون فيها تواتر الفوتون الجديد المتولد $\omega_1 + \omega_2 = \omega_3$ [1].

- **التضخيم البارمتري Optical Parametric Amplification**

تمثل هذه الظاهرة العملية المعاكسة لظاهرة جمع التواترات، حيث يولد فوتون طاقته $\hbar\omega_3$ فوتونين طاقة أحدهما $\hbar\omega_1$ وطاقة الآخر $\hbar\omega_2$ وذلك في وسط لا خطي [2] . ويمكن لهذه الظاهرة أن تحدث عندما تجتمع موجتان ضعيفة وشديدة تواترهما على الترتيب ω_1 و ω_3 عندها يمكن تضخيم الموجة التي تواترها ω_1 و في نفس الوقت يتولد التواتر ω_2 الذي يحقق العلاقة $\omega_2 = \omega_3 - \omega_1$.كما تسمى هذه الظاهرة بظاهرة طرح التواترات Difference Frequency Generation. يمكن ملاحظة ظاهرة التضخيم البارمتري بوجود موجة ضوئية شديدة وحيدة ω_3 في هذه الحالة تتولد التواترات الجديدة ω_1 و ω_2من الضجيج وتسمى هذه الظاهرة حينها بالتولد البارمتري الضوئي Optical Parametric Generation

- **مفعول كير الضوئي Optical Kerr Effect**

يمثل مفعول كير واحداً من المفاعيل اللاخطية من الرتبة الثالثة . هذه المفاعيل لا تتعلق بالتناظر الانقلابي للوسط اللاخطي . يتم من خلال هذا المفعول تعديل قرينة انكسار وسط لاخطي بشكل متناسب مع شدة الموجة الضوئية [3]. هذا التعديل في قرينة الانكسار يعتبر مسؤولاً على سبيل المثال عن التمحرق الذاتي Self-Focusing وعن التعديل الذاتي للطور Self-Phase Modulation وغيرها من التأثيرات.

- **الضوء البطيء Slow Light**

المميزات التبدديّة لوسط هي من بين البارمترات الأساسية التي ينتج عنها تأخر ضوئي. من أجل التحكم بسرعة المجموعة لإشارة ضوئية، نحتاج لوجود طنين طيفي في المادة. هذا الطنين يحفّز على التغيّر السريع في قرينة الانكسار بتابعيّة التواتر الضوئي. هذا التغير يمكن توليده من خلال عصابة الربح أو عصابة الامتصاص للمادة التي تظهر تابع تحويل عقدي. وفقاً لعلاقات كرامرز كرونيغ فإن الامتصاص الضيّق طيفياً يميل إلى إحداث انتقال مفاجئ لقرينة الانكسار في المادة (n_r) الذي من شأنه أن يقود إلى تبدد شاذ شديد $dn/d\omega < 0$ بحيث تتناقص قرينة المجموعة n_g عند قمة عصابة الامتصاص (أوتزداد سرعة المجموعة) محرضة بذلك على التقدّم ضوئي أو الضوء السريع (FL). على العكس، فإن عصابة الربح تحفّز على التبدد الطبيعي ($dn/d\omega > 0$)في المادة بحيث تزداد قرينة المجموعة n_g عند قمة عصابة الربح (أو تتناقص سرعة المجموعة) محرّضة بذلك على التأخّر الضوئي أو الضوء البطيء(SL) [4] .

المراجع العلمية

[1] « Generation of Optical Harmonics » Franken, P. A. and Hill, A. E. and Peters, C. W. and Weinreich, G., Phys. Rev. Lett.7, 118 (1961)

[2] « Optical harmonics and nonlinear phenomen » Optical harmonics and nonlinear phenomen. Franken, P. A. and Word, J. F. Mod. Phys. 35, 23, (1963).

[3] « Optique non-linéaire en régimes continu et femtoseconde». Manuel Joffre. Master's thesis, Ecole Polytechnique - Ecole Normale Supérieure - Université Pierre et Marie Curie - Université Paris Sud, 2009.

[4] « Superluminal and slow light propagation in a room temperature solid». Matthew S. Bigelow, Nick N. Lepeshkin, and Robert W. Boyd. *Science*, 301:200, 2003.

عدد الساعات الاسبوعية		
نظري	عملي	المجموع
3	-	3