

انتشار پالس لیزر در پلاسمای مغناطیده غیر خطی

پاک نژاد، علیرضا^۱^۱ دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر

چکیده

در این مقاله برهمکنش پالس لیزر با پلاسمای مغناطیده در حالت غیرخطی و نسبیته بررسی شده و با استفاده از روش اختلالی رابطه پاشندگی برای موج الکترومغناطیسی در پلازما بدست آمده است. سرعت فاز و سرعت گروه نیز محاسبه شده و نشان داده می شود که سرعت فاز و سرعت گروه پالس لیزر در گذر از پلاسمای مغناطیده و غیرخطی نسبت به حالت غیرمغناطیده و خطی، به ترتیب کاهش و افزایش می یابد.

Propagation of laser pulse in nonlinear magnetized plasma

^۱Paknejhad, Alireza^۱Islamic Azad University, Shabestar

Abstract

In this paper we considered the nonlinear and relativistic regime of laser-plasma interaction in a uniformly magnetized plasma. The plasma is embedded in a uniform magnetic field perpendicular to both the direction of propagation and electric vector of the radiation field. With use of perturbation theory we calculated nonlinear dispersion relation for a laser beam propagating in magnetized plasma. With calculation of phase and group velocity of laser pulse, it is shown that these velocities are decreased and increased respectively in comparison with linear and nonmagnetic regime.

PACS.NO (41)

مقدمه

برای موج الکترومغناطیسی در پلازما بدست آورده شده و از آنجا سرعت فاز و سرعت گروه محاسبه می شود.

معادلات اساسی

فرض می کنیم یک میدان مغناطیسی ثابت خارجی B_0 در جهت محور \hat{z} به پلازما اعمال شود. میدان الکتریکی و بردار انتشار پالس لیزر نیز به ترتیب در جهت \hat{x} و \hat{z} می باشد. بنابراین الکترونها در پلازما تحت تاثیر میدان الکتریکی و مغناطیسی قرار می گیرند. میدان الکتریکی موج عبارت است از:

$$\vec{E} = \hat{e}_x E(z, t) \cos(kz - \omega t)$$

معادله موج نیز عبارت است از:

$$\left[\nabla^2 - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right] \vec{E} = \frac{4\pi}{c^2} \frac{\partial \vec{J}}{\partial t}$$

در این رابطه \vec{J} چگالی جریان الکترونها در حضور میدان الکتریکی می باشد.

معادله حرکت الکترونها در حضور میدان الکترومغناطیسی و معادله پیوستگی به ترتیب عبارتند از:

برهمکنش امواج الکترومغناطیسی و پالس لیزر با شدت بالا با محیط پلازما باعث ایجاد پدیده های غیرخطی و تولید ناپایداری های مختلف همچون ناپایداری بریلیون و ناپایداری رامان در پلازما می شود که در تولید ذرات پراثرژی در شتابدهنده ها حائز اهمیت هستند. شناسایی نحوه رفتار موج الکترومغناطیسی در پلازما بدون استفاده از رابطه پاشندگی امکان پذیر نیست. رابطه پاشندگی موج الکترومغناطیسی در حالت خطی عبارت است از:

$$\omega^2 = \omega_p^2 + c^2 k^2$$

که در این رابطه ω_p فرکانس نوسانات پلازما و ω فرکانس موج الکترومغناطیسی و \vec{k} بردار انتشار موج در پلازما می باشد. در صورتی که یک پالس لیزر با فرکانس بالا وارد پلازما شود، به علت رفتار غیرخطی محیط پلازما، رابطه پاشندگی فوق تغییر یافته و یک سری جملات غیرخطی به آن اضافه می شود.

در این مقاله با در نظر گرفتن نیروهای الکترومغناطیسی وارد بر ذرات پلازما و نیروی پاندروتیو و با لحاظ کردن جرم نسبیته الکترونها، با استفاده از تقریب اختلالی رابطه پاشندگی غیرخطی