



اثر صحیح کوانتومی هال در حضور ناخالصی گوسی و کوانتوم دات

جواد سوری لکی^۱، محمد معرفی رمیله^۲

^۱ گروه فیزیک، دانشگاه پیام نور، مرکز اهواز ، javadsori@gmail.com

^۲ گروه فیزیک، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران، mohammadmoarrefi@yahoo.com

چکیده

در این پژوهش اثر صحیح کوانتومی هال برای نانو نوار برن نیتريد در حضور ناخالصی ها مورد بررسی قرار می گیرد. ابتدا یک ناخالصی که به صورت تابع دلتای دیراک است به سیستم اعمال می کنیم. در حضور این ناخالصی، ترازهای لاندائو به دو سطح ترازهای گسترده و جایگزیده تقسیم شده و پله هال ایجاد می گردد. سپس یک ناخالصی دیگر که به صورت نقطه کوانتومی است به سیستم قبلی نیز اعمال می شود که با افزایش پهنا و ارتفاع نقطه کوانتومی پله هال از بین رفته و اثر کوانتومی هال محو می شود. هرچقدر دامنه ی ناخالصی نقطه کوانتومی افزایش یابد، پله هال و از این رو اثر کوانتومی سریعتر از بین می رود.

واژه های کلیدی

اثر کوانتومی هال - تراز های لاندائو - کوانتوم دات - رسانایی هال

مقدمه

اثر هال از حرکت ذرات باردار در دو میدان توام الکتریکی و مغناطیسی ناشی می شود. حدود صد سال پس از کشف اثر کلاسیک هال، اثر کوانتومی هال کشف شد. در این اثر تغییرات مقاومت هال به صورت پله ای است و مقدار مقاومت مربوط به هر یک از این پله ها ثابت است [1].

تحقیقات زیادی در رابطه با اثر کوانتومی هال و تاثیرات آن انجام شده است. در بسیاری از این تحقیقات، در حضور ناخالصی ها انجام شده اند. در حضور ناخالصی ها ، ترازهای لاندائو به دو دسته گسترده و جایگزیده تقسیم و پله هال ایجاد می گردد [2, 3].

اعمال یک نقطه کوانتومی بر سیستمی که اثر هال در آن دیده می شود، باعث از بین رفتن پله هال می گردد و هر چه دامنه ناخالصی

نقطه کوانتومی بیشتر گردد، اثر کوانتومی سریعتر از بین می رود. این رفتار بیشتر در سیستم های همسانگرد دیده می شود [2]. طبق اثر کوانتومی هال چنانچه در یک رسانا یا نیم رسانا به شکل مکعب مستطیل و به سطح مقطع ab جریان الکتریکی به شدت I در راستای محور X برقرار باشد، پس از برقراری جریان الکتریکی، حاملهای بار یک سرعت پیشروی V_d پیدا خواهند کرد که در مورد الکترون ها V_d در خلاف جهت میدان الکتریکی است. در غیاب میدان مغناطیسی اختلاف پتانسیل بین دیواره های جانبی صفر است. اگر یک میدان مغناطیسی B در جهت محور Z عمود بر جهت جریان و عمود بر سطح تیغه بر این تیغه اعمال شود، نیروی لورنتسی ناشی از میدان مغناطیسی حامل های بار را به سمت دیواره های جانبی منحرف می کند در نتیجه یک اختلاف پتانسیل فزاینده بین دیواره های جانبی به وجود می آید که نتیجه آن تولید یک میدان الکتریکی E_H در جهت Y می باشد. این اختلاف پتانسیل به پتانسیل هال معروف است [1].

جولیانی^۱ و همکاران در سال ۱۹۸۳ دو نوع ناخالصی به صورت تابع دلتای دیراک و تابع گوسی به سیستم اضافه نمودند و پاسخ زیر ترازهای لاندائو به تغییر شار در حضور این ناخالصی ها را بررسی کردند. در حضور ناخالصی ها مشاهده شد که در دماهای پایین و در میدان های مغناطیسی بالا مقاومت هال به صورت پله ای رفتار می کند. هم زمان با ثابت بودن مقاومت هال در پله ها، مقاومت الکتریکی طولی نمونه نیز به شدت افت می کند و به مقداری به مراتب کمتر از مقاومت بهترین فلزات معمولی می رسد [2]. اثر کوانتومی هال تحت شرایطی مشاهده شده است که در مقایسه با شرایط اثر کلاسیک هال غیر عادی است، بدین معنی که در این

¹ Giuliani