

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

همه‌ی امتیازهای این پایان‌نامه به دانشگاه بوعلی‌سینا همدان تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب پایان‌نامه در مجلات، کنفرانس‌ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی‌سینا (یا استاد یا استادان راهنمای پایان‌نامه) و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.



دانشکده‌ی علوم
گروه فیزیک

پایان نامه:

برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی فیزیک (گرایش هسته‌ای)

عنوان:

معادله‌ی حالت ماده‌ی هسته‌ای در دمای معین با پتانسیل اسکرم

استاد راهنما:


دکتر سعیده زریونی

استاد مشاور:

دکتر فریدون سموات

پژوهشگر:

مسعود چوبکار



تقدیم به پدر و مادر فداکارم که مهرشان بنایی شد
برای تلاش پر شورم در کسب علم و دانش

و

همسر مهر بانم که شریک لحظه های تلخ و شیرینم بوده

است.



تشکر و قدردانی

سر برآستان جلال پروردگار بی‌همتا می‌نهم که دگر بار توفیق اندوختن دانشی هرچند اندک را روزیم فرمود. اینک که توفیق جمع آوری و تهیه این پایان‌نامه را یافته‌ام، بر خود واجب می‌دانم از تمامی عزیزان و سرورانی که در طی انجام این پژوهش بنده را یاری نموده‌اند، تشکر و قدردانی نمایم.

بی‌تردید انجام این تحقیق بدون راهنمایی و مساعدت استاد محترم سرکار خانم دکتر سعیده زریونی مقدور نبود. بر خود لازم می‌دانم تا از تلاش‌های بی‌شائبه ایشان در پایه‌ریزی و مشاورت در طول انجام این پروژه صمیمانه تقدیر و تشکر نمایم. همچنین از جناب آقای دکتر فریدون سموات که زحمت مشاوره این پایان‌نامه را بر عهده داشتند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از جناب آقای دکتر علیرضا درودی و جناب آقای دکتر بابک ژاله که زحمت قرائت و داوری این پایان‌نامه را بر عهده گرفتند کمال تقدیر و تشکر را دارم.

از پدر و مادر بزرگووارم که همواره تکیه‌گاه و حامی من در کلیه مراحل زندگی‌ام بوده‌اند کمال سپاس و تشکر را ابراز می‌نمایم. از همسر عزیزم که در تایپ و ویرایش این پایان‌نامه به من کمک کردند، قدردانی می‌نمایم. از خواهران عزیزم که همراه همیشگی من در کلیه مراحل زندگی بوده‌اند، کمال سپاس و تشکر را دارم. از تمام دوستانم که در طول مدت تحصیل مرا مورد لطف و عنایت خود قرار دادند صمیمانه سپاسگزارم.

نام خانوادگی دانشجو: چوبکار نام: مسعود		
عنوان پایان نامه: معادله‌ی حالت ماده‌ی هسته‌ای در دمای معین با پتانسیل اسکرم		
استاد راهنما: دکتر سعیده زریونی استاد مشاور: دکتر فریدون سموات		
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: فیزیک	گرایش: هسته‌ای
دانشگاه: بوعلی سینا- همدان	دانشکده: علوم	تاریخ دفاعیه: ۸۸/۰۴/۲۷
تعداد صفحه: ۱۰۹		
کلید واژه‌ها: معادله‌ی حالت، ماده‌ی هسته‌ای، پتانسیل اسکرم، ماده‌ی نوترونی قطبیده، نفوذپذیری		
<p style="text-align: right;">چکیده:</p> <p>معادله‌ی حالت و فشار ماده‌ی هسته‌ای را در دمای معین ($T \neq 0$)، با استفاده از چند پتانسیل اسکرم بدست آوردیم. رفتار پتانسیل‌های SkI3، SkM* و SLy6 تقریباً یکسان و با تجربه سازگار است. در حالی که پتانسیل‌های SkP، BSk1 و SKI4 به ناپایداری در ماده‌ی نوترونی قطبیده منجر می‌شوند. به‌همین دلیل پتانسیل‌های مناسبی در محاسبات مربوط به اختر فیزیک نیستند.</p>		

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۲ مقدمه

فصل اول: مکانیک آماری و ترمودینامیک

۸ مقدمه

۹ ۱-۱- مکانیک آماری

۱۲ ۲-۱- مکانیک آماری کوانتومی

۱۵ ۳-۱- آمار فرمی-دیراک

۱۸ ۴-۱- آمار بوز-انیشتین

۲۰ ۵-۱- چگالش بوز-انیشتین

۲۱ ۶-۱- مکانیک آماری و روابط ترمودینامیکی

فصل دوم: پتانسیل‌های دو نوکلئونی

۲۴ مقدمه

۲۵ ۱-۲- نیروی هسته‌ای

۲۵ ۲-۲- پتانسیل هسته‌ای و خواص آن

۲۶ ۳-۲- پتانسیل یوکاوا

۲۷ ۴-۲- انواع پتانسیل هسته‌ای

۲۷ ۱-۴-۲- پتانسیل‌های حقیقی دو نوکلئونی

۲۹ ۲-۴-۲ پتانسیل‌های دو نوکلئونی پدیده‌شناختی
----	--

فصل سوم: ماده‌ی هسته‌ای

۳۶	..... مقدمه
۳۷	..... ۱-۳- ماده‌ی هسته‌ای
۳۹	..... ۲-۳- نوکلئون‌ها بعنوان گاز فرمی
۴۳	..... ۳-۳- مدل ذره‌ی مستقل
۴۴	..... ۴-۳- مدل جفت مستقل
۴۵	..... ۵-۳- تئوری هارتری-فوک

فصل چهارم: معادله‌ی حالت ماده‌ی هسته‌ای

۴۸	..... مقدمه
۴۹	..... ۱-۴- محاسبه‌ی انرژی ماده‌ی هسته‌ای
۴۹	..... ۲-۴- معادله‌ی حالت ماده‌ی هسته‌ای
۴۹	..... ۱-۲-۴- ماده‌ی هسته‌ای متقارن
۶۱	..... ۲-۲-۴- ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن
۸۱	..... ۳-۲-۴- ماده‌ی نوترونی
۸۷	..... ۴-۲-۴- ماده‌ی نوترونی قطبیده
۱۰۲	..... ۳-۴- بحث و نتیجه‌گیری

مراجع	.....	۱۰۵
چکیده انگلیسی	.....	۱۰۹

فصل دوم: پتانسیل‌های دو نوکلئونی

شکل ۱-۲: پتانسیل یوکاوا..... ۲۷

فصل چهارم: معادله‌ی حالت ماده‌ی هسته‌ای

شکل ۱-۴: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای متقارن بر حسب چگالی

برای دماهای مختلف و پتانسیل اسکرم SKM^* ۵۶

شکل ۲-۴: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای متقارن بر حسب چگالی

برای دماهای مختلف و پتانسیل اسکرم $Sly6$ ۵۷

شکل ۳-۴: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای متقارن بر حسب چگالی

برای دماهای مختلف و پتانسیل اسکرم $SKI3$ ۵۷

شکل ۴-۴: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای متقارن بر حسب چگالی

برای پتانسیلهای مختلف اسکرم و دمای $T = 5$ ۵۸

شکل ۵-۴: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای متقارن بر حسب چگالی

برای پتانسیلهای مختلف اسکرم و دمای $T = 15$ ۵۸

شکل ۶-۴: نمودار فشار ماده‌ی هسته‌ای متقارن بر حسب چگالی

برای دماهای مختلف و پتانسیل اسکرم SKM^* ۵۹

شکل ۷-۴: نمودار فشار ماده‌ی هسته‌ای متقارن بر حسب چگالی

برای دماهای مختلف و پتانسیل اسکرم $Sly6$ ۵۹

- شکل ۴-۸: نمودار فشار ماده‌ی هسته‌ای متقارن بر حسب چگالی
 ۶۰ برای دماهای مختلف و پتانسیل اسکرم SKI3
- شکل ۴-۹: نمودار فشار ماده‌ی هسته‌ای متقارن بر حسب چگالی
 ۶۰ برای پتانسیلهای مختلف اسکرم و دمای $T = 5$
- شکل ۴-۱۰: نمودار فشار ماده‌ی هسته‌ای متقارن بر حسب چگالی
 ۶۱ برای پتانسیلهای مختلف اسکرم و دمای $T = 15$
- شکل ۴-۱۱: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای SKM*
 ۶۴ در دماهای مختلف، به ازای $r = 0.2$
- شکل ۴-۱۲: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای SKM*
 ۶۵ در دماهای مختلف، به ازای $r = 0.6$
- شکل ۴-۱۳: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای SLY6
 ۶۵ در دماهای مختلف، به ازای $r = 0.2$
- شکل ۴-۱۴: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای SLY6
 ۶۶ در دماهای مختلف به ازای $r = 0.6$
- شکل ۴-۱۵: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای SKI3
 ۶۶ در دماهای مختلف به ازای $r = 0.2$
- شکل ۴-۱۶: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای نیروی SKI3
 ۶۷ در دماهای مختلف به ازای $r = 0.6$
- شکل ۴-۱۷: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای نیروهای
 ۶۷ اسکرم مختلف به ازای $T = 5$ و $r = 0.2$

- شکل ۴-۱۸: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای نیروهای
 اسکرم مختلف به ازای $T = 5$ و $r = 0.6$ ۶۸
- شکل ۴-۱۹: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای نیروهای
 اسکرم مختلف به ازای $T = 10$ و $r = 0.2$ ۶۸
- شکل ۴-۲۰: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای نیروهای
 اسکرم مختلف به ازای $T = 10$ و $r = 0.6$ ۶۹
- شکل ۴-۲۱: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای نیروهای
 اسکرم مختلف به ازای $T = 15$ و $r = 0.2$ ۶۹
- شکل ۴-۲۲: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای نیروهای
 اسکرم مختلف به ازای $T = 15$ و $r = 0.6$ ۷۰
- شکل ۴-۲۳: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای نیروهای
 اسکرم مختلف به ازای $T = 20$ و $r = 0.2$ ۷۰
- شکل ۴-۲۴: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای نیروهای
 اسکرم مختلف به ازای $T = 20$ و $r = 0.6$ ۷۱
- شکل ۴-۲۵: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای ضرایب
 r مختلف به ازای $T = 5$ و SKM^* ۷۱
- شکل ۴-۲۶: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای ضرایب
 r مختلف به ازای $T = 15$ و SKM^* ۷۲
- شکل ۴-۲۷: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای ضرایب
 r مختلف به ازای $T = 5$ و $SKI3$ ۷۲

۷۳	شکل ۴-۲۸: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای ضرایب r مختلف به ازای $T = 15$ و SKI3.....
۷۳	شکل ۴-۲۹: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای ضرایب r مختلف به ازای $T = 5$ و SLY6.....
۷۴	شکل ۴-۳۰: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای ضرایب r مختلف به ازای $T = 15$ و SLY6.....
۷۴	شکل ۴-۳۱: نمودار فشار ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای SKM* در دماهای مختلف، به ازای $r = 0.2$
۷۵	شکل ۴-۳۲: نمودار فشار ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای SKM* در دماهای مختلف، به ازای $r = 0.8$
۷۵	شکل ۴-۳۳: نمودار فشار ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای SLY6 در دماهای مختلف، به ازای $r = 0.2$
۷۶	شکل ۴-۳۴: نمودار فشار ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای SLY6 در دماهای مختلف، به ازای $r = 0.8$
۷۶	شکل ۴-۳۵: نمودار فشار ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای SKI3 در دماهای مختلف، به ازای $r = 0.2$
۷۷	شکل ۴-۳۶: نمودار فشار ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای SKI3 در دماهای مختلف، به ازای $r = 0.8$
۷۷	شکل ۴-۳۷: نمودار فشار ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای نیروهای اسکریم مختلف و $T = 5$ ، به ازای $r = 0.2$

۷۸	شکل ۴-۳۸: نمودار فشار ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای نیروهای اسکریم مختلف و $T = 5$ ، به ازای $r = 0.6$
۷۸	شکل ۴-۳۹: نمودار فشار ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای نیروهای اسکریم مختلف و $T = 15$ ، به ازای $r = 0.2$
۷۹	شکل ۴-۴۰: نمودار فشار ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای نیروهای اسکریم مختلف و $T = 15$ ، به ازای $r = 0.6$
۷۹	شکل ۴-۴۱: نمودار فشار ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای SKM* و $T = 15$ و ضرایب r مختلف.....
۸۰	شکل ۴-۴۲: نمودار فشار ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای SLY6 و $T = 15$ و ضرایب r مختلف.....
۸۰	شکل ۴-۴۳: نمودار فشار ماده‌ی هسته‌ای نامتقارن برای SKI3 و $T = 15$ و ضرایب r مختلف.....
۸۲	شکل ۴-۴۴: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی بر حسب چگالی برای دماهای مختلف و پتانسیل اسکریم SKM*.....
۸۳	شکل ۴-۴۵: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی بر حسب چگالی برای دماهای مختلف و پتانسیل اسکریم SLY6.....
۸۳	شکل ۴-۴۶: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی بر حسب چگالی برای دماهای مختلف و پتانسیل اسکریم SKI3.....
۸۴	شکل ۴-۴۷: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی بر حسب چگالی برای دمای $T = 5$ و پتانسیل‌های اسکریم مختلف.....

- شکل ۴-۴۸: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی بر حسب چگالی برای دمای
 ۸۴ $T = 10$ و پتانسیل‌های اسکرم مختلف
- شکل ۴-۴۹: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی بر حسب چگالی برای دمای
 ۸۵ $T = 15$ و پتانسیل‌های اسکرم مختلف
- شکل ۴-۵۰: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی بر حسب چگالی برای دمای
 ۸۵ $T = 20$ و پتانسیل‌های اسکرم مختلف
- شکل ۴-۵۱: نمودار فشار ماده‌ی نوترونی بر حسب چگالی برای دماهای
 ۸۶ مختلف و پتانسیل اسکرم *SKM
- شکل ۴-۵۲: نمودار فشار ماده‌ی نوترونی بر حسب چگالی برای دماهای
 ۸۶ مختلف و پتانسیل اسکرم SLY6
- شکل ۴-۵۲: نمودار فشار ماده‌ی نوترونی بر حسب چگالی برای دماهای
 ۸۷ مختلف و پتانسیل اسکرم SKI3
- شکل ۴-۵۳: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی قطبیده در دماهای مختلف
 ۹۰ برای *SKM، به ازای $r = 0.2$
- شکل ۴-۵۴: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی قطبیده در دماهای مختلف
 ۹۰ برای *SKM، به ازای $r = 0.6$
- شکل ۴-۵۵: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی قطبیده در دماهای مختلف
 ۹۱ برای SLY6، به ازای $r = 0.2$
- شکل ۴-۵۶: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی قطبیده در دماهای مختلف
 ۹۱ برای SLY6، به ازای $r = 0.6$

- شکل ۴-۵۷: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی قطبیده در دماهای مختلف
 ۹۲ برای SKI3 ، به ازای $r = 0.2$
- شکل ۴-۵۸: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی قطبیده در دماهای مختلف
 ۹۲ برای SKI3 ، به ازای $r = 0.6$
- شکل ۴-۵۹: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی قطبیده برای نیروهای اسکرم
 ۹۳ مختلف به ازای $r = 0.4$ و $T = 5$
- شکل ۴-۶۰: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی قطبیده برای نیروهای اسکرم
 ۹۳ مختلف به ازای $r = 0.4$ و $T = 10$
- شکل ۴-۶۱: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی قطبیده برای نیروهای اسکرم
 ۹۴ مختلف به ازای $r = 0.4$ و $T = 15$
- شکل ۴-۶۲: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی قطبیده برای نیروهای اسکرم
 ۹۴ مختلف به ازای $r = 0.4$ و $T = 20$
- شکل ۴-۶۳: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی قطبیده برای SKM* ، به ازای
 ۹۵ ضرایب r مختلف در دمای $T = 5$
- شکل ۴-۶۴: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی قطبیده برای SKM* ، به ازای
 ۹۵ ضرایب r مختلف در دمای $T = 15$
- شکل ۴-۶۵: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی قطبیده برای SLY6 ، به ازای
 ۹۶ ضرایب r مختلف در دمای $T = 5$
- شکل ۴-۶۶: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی قطبیده برای SLY6 ، به ازای
 ۹۶ ضرایب r مختلف در دمای $T = 15$

- شکل ۴-۶۷: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی قطبیده برای SKI3، به ازای
 ۹۷ ضرایب r مختلف در دمای $T = 5$
- شکل ۴-۶۸: نمودار انرژی آزاد ماده‌ی نوترونی قطبیده برای Ski3، به ازای
 ۹۷ ضرایب r مختلف در دمای $T = 15$
- شکل ۴-۶۹: نمودار فشارماده‌ی نوترونی قطبیده در دماهای مختلف برای
 ۹۸ SKM*، به ازای $r = 0.4$
- شکل ۴-۷۰: نمودار فشارماده‌ی نوترونی قطبیده در دماهای مختلف برای
 ۹۸ SLY6، به ازای $r = 0.4$
- شکل ۴-۷۱: نمودار فشارماده‌ی نوترونی قطبیده در دماهای مختلف برای
 ۹۹ SKI3، به ازای $r = 0.4$
- شکل ۴-۷۲: نمودار فشارماده‌ی نوترونی قطبیده برای اسکریمهای مختلف
 ۹۹ در دمای $T = 5$ ، به ازای $r = 0.2$
- شکل ۴-۷۳: نمودار فشارماده‌ی نوترونی قطبیده برای اسکریمهای مختلف
 ۱۰۰ در دمای $T = 15$ ، به ازای $r = 0.2$
- شکل ۴-۷۴: نمودار فشارماده‌ی نوترونی قطبیده برای پتانسیل اسکریم SKM* در
 ۱۰۰ دمای $T = 5$ ، به ازای مقادیر مختلف r
- شکل ۴-۷۵: نمودار فشارماده‌ی نوترونی قطبیده برای پتانسیل اسکریم SLY6 در
 ۱۰۱ دمای $T = 5$ ، به ازای مقادیر مختلف r
- شکل ۴-۷۶: نمودار فشارماده‌ی نوترونی قطبیده برای پتانسیل اسکریم SKI3 در
 ۱۰۱ دمای $T = 5$ ، به ازای مقادیر مختلف r

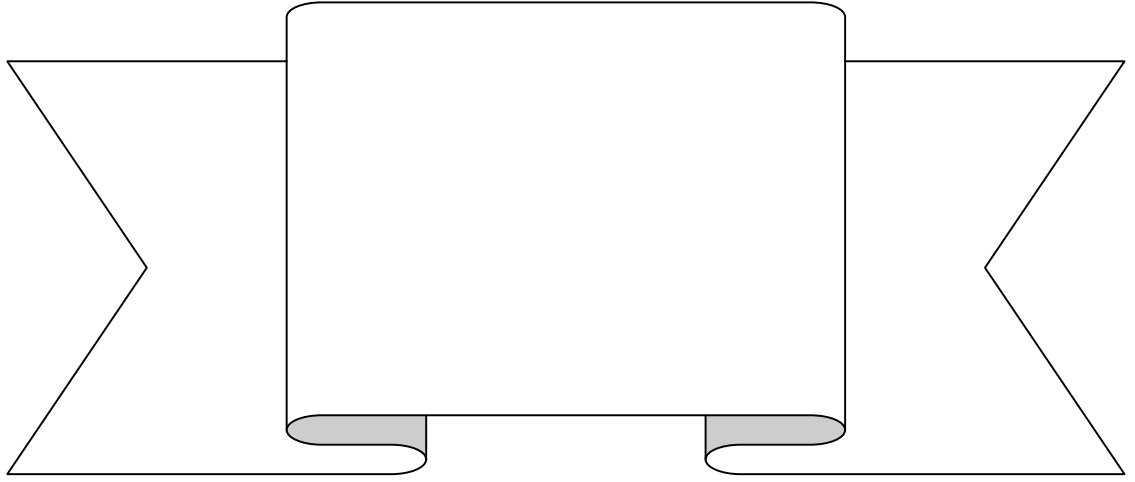
فهرست جداول

صفحه

عنوان

فصل دوم: پتانسیل‌های دو نوکلئونی

جدول ۱-۲: پارامترهای نیروهای مختلف اسکرم..... ۳۴



مقدمه

بررسی خواص سیستم‌های بس‌ذره‌ای به علت داشتن تعداد زیاد ذرات و برهم‌کنش‌های مختلف بین آنها، مسئله‌ای پیچیده است. در بسیاری از موارد که با ساختار هسته‌ای ماده سروکار داریم، زمان دخالتی ندارد و باید معادله‌ی مستقل از زمان شرودینگر را حل نمود. برهم‌کنش نوکلئون نوکلئون با پتانسیل اسکرم^۱ که بر اساس تئوری هارتری-فوک مورد استفاده قرار می‌گیرد برای تعیین ویژگی‌های

^۱ Skyrme