دراسة تأثير المعاملات الغير أيكونية على مساحة مقطع التفاعل النووي لزوج من الأنوية المشوهة الكرية

مقدمة من

أحمد لطفي عبد الفتاح أحمد

للحصول على درجة الماجيستير في العلوم

في

الفيزياء النظرية

(فيزياء نووية)

لجنة الإشراف العلمي

أ.د/ محمود يحيى إسماعيل

أستاذ الفيزياء النظرية بكلية العلوم جامعة القاهرة

أ.د/ محمود محمد عثمان

أستاذ الفيزياء النظرية بكلية العلوم جامعة القاهرة

أ.د/ نبيلة محمد حسن

أستاذ الفيزياء النظرية بكلية العلوم جامعة الفيوم

قسم الفيزياء - كلية العلوم

جامعة الفيوم

٢٠٠٨

الملخص العربي

لا شك أن مساحة مقطع التفاعل النووي من أهم الكميات الفيزيائية التي تصف خصائص واحتمالات حدوث التفاعل النووي ، حيث أنها تفيد في جمع المعلومات حول حجم النواة وتوزيع البروتونات والنيوترونات بداخلها. بالإضاقة لذلك فإن حساب مساحة المقطع التفاعلي له تطبيقات عديدة، تبدأ من أساسيات الفيزياء النووية ومدى خطورة تأثير الإشعاع النووي على الخلايا الحية إلى تطبيقات الحماية من الإشعاع النووي في المركبات الفضائية.

يتناول موضوع الرسالة دراسة تأثير المعاملات غير الأيكونية على مساحة المقطع التفاعلي لزوج من الأنوية إحداهما كرية الشكل وهي القذيفة والأخرى مشوهة الشكل وهي الهدف. ويهتم الفصل الأول بدراسة تأثير تشوه النواة المستخدمة كهدف على العمليات الفيزيائية المختلفة مثل الاندماج النووي ، الانشطار النووي ومساحة مقطع التفاعل النووي، لذلك درسنا شكل السطح للنواة مع الأخذ في الاعتبار معاملات التشوه المختلفة.

تم صياغة معادلة لحساب مساحة المقطع التفاعلي باستخدام نظرية الحد الضوئي لجلاوبر. ونظراً لأن تشوه النواة يؤدي إلى تعقيد العمليات الحسابية وصياغتها، فقد تم افتراض صيغة جاوس لكي تعبر عن توزيع الكثافة داخل النواة المشوهة بدلاً من صيغة فيرمي.

إن استخدام صيغة جاوس لحساب الكثافة لنواة مشوهة يؤدي إلى اختصار التكامل الذي يدخل في حساب مساحة مقطع التفاعل النووي من تكامل سداسي أو خماسي إلى تكامل أحادي، مما يؤدي إلى تبسيط عمليات التكامل والحساب وبالتالي إجرائها في وقت قصير. أما معاملات كثافة جاوس فقد تم حسابها عن طريق الملائمة بينها وبين نظيراتها في صيغة فيرمي، وتم اقتراح أربعة طرق لحساب معاملات صيغة جاوس من تلك التي تناظرها في توزيع فيرمي وفي كل طريقة تم حساب مساحة المقطع التفاعلي باستخدام كلاً من صيغة فيرمي وصيغة جاوس وتعيين نسبة الخطأ بينهما وذلك عند سبعة قيم مختلفة من الطاقة الساقطة لكل نيوكليون (من ١٠٠ إلى ١٠٠٠ مليون إلكترون فولت لكل نيوكليون) مع الأخذ في الاعتبار، أولاً تأثير الوسط بالنيوكليونات المحيطة، ثانياً عندما يتم إهمال تأثير الوسط. وذلك في حالة أنوية مشوهة ذات عدد كتلي صغير مثل النتروجين ١٧ وأخرى ذات عدد كتلي كبير مثل اليورانيوم ٢٣٨.

وجد أن أفضل الطرق لاختيار صيغة جاوس بدلاً من صيغة فيرمي نتج عنها نسبة خطأ أقل من ٦% عند طاقات مختلفة للنواة القذيفة وأيضاً توجيه مختلف للنواة الهدف في حالة النتروجين ١٧ وأقل من ٢% في

حالة اليورانيوم ٢٣٨ وقد استخدمت تلك الطريقة في إيجاد معاملات جاوس من نظيراتها في فيرمي في الفصل الثاني من الرسالة.

يناقش الفصل الثاني تأثير المعاملات غير الأيكونية على مساحة مقطع التفاعل لزوج من الأنوية الكرية - كرية وأيضاً الكرية – المشوهة عند نطاق من الطاقات ما بين ١٠ إلى ٣٠٠ مليون إلكترون فولت لكل نيوكليون، تم حساب دالة التغير في الطور والرتبة الأولى لها عن طريق كلا الشقين التخيلي والحقيقي لجهد النموذج الضوئي وحساب جهد النموذج الضوئي عن طريق التكامل الحجمي لحاصل ضرب كثافتي النواتين المتفاعلتين.

تم عمل دراسة لتأثير الرتبة الأولى للمعاملات غير الأيكونية على مساحة مقطع التفاعل لأزواج من الأنوية الكرية – الكرية مختلفة الحجوم عند طاقات مختلفة ما بين ١٠ إلى ٣٠٠ مليون إلكترون فولت لكل نيوكليون، وجد أن النسبة المئوية للزيادة في مساحة مقطع التفاعل نتيجة إضافة الرتبة الأولى من المعاملات غير الأيكونية تتزايد كلما قلت حجوم الأنوية المتفاعلة وتتزايد أيضاً كلما قلت قيمة الطاقة الساقطة. وقد تحقق هذا أيضاً عندما استبدلنا النواة الهدف الكرية بأخرى مشوهة. بالإضافة لذلك فإن النسبة المئوية للخطأ نتيجة إضافة الرتبة الأولى تعتمد اعتماداً وثيقاً على مدى توجيه النواة المشوهة، فقد وجد أن أقصى نسبة خطأ هي ٨.٤% لتفاعل الليثيوم ٦ مع النتروجين ١٧ وذلك عند درجة التوجيه $(\theta, \varphi) = (90^o, 0^o)$ لمحور تماثل الأخير، أما عند درجة توجيه $(\theta, \varphi) = (90^o, 90^o)$فقد قلت هذه النسبة إلى ١.٧%، وعند زيادة الطاقة من ١٠ إلى ٣٠٠ مليون إلكترون فولت لكل نيوكليون لنفس التفاعل فقد قلت نسبة الخطأ السابقة إلى ١.٦% و ٠.٧% لكلاً من التوجيهين على الترتيب. وجد أيضاً أن نسب الخطأ هذه قد قلت عندما استبدلنا نواة ذرة الليثيوم ٦ بنواة أثقل منها وهي نواة ذرة الكربون ١٢ وقد قلت تلك النسب أكثر عنما استبدلنا نواة ذرة النتروجين ١٧ بأخرى أثقل منها وهي نواة ذرة اليورانيوم ٢٣٨.