جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

۷ و ۸ اسفند ماه ۱۳۹۲
رشت– دانشگاه گیلان
بیستمین کنفرانس هسته‌ای ایران
Nuclear society of Iran
20th Iranian Nuclear Conference
26-27 February , 2014
University of Guilan Rasht - Iran

بررسی ساختار هسته ^{238}U و تابع برانگیختگی واکنش $^{238}U(D,p)^{239}U$

اعظم، رحمتی نژاد[۱]؛ فریبا، طاهری[۱]؛ روح اله، رضوی نژاد[۲]؛ طیب، کاکاوند[۱]

۱دانشگاه زنجان، دانشکده علوم، گروه فیزیک.

۲دانشگاه جامع امام حسین (ع) ، دانشکده علوم،گروه فیزیک

چکیده:

در این کار چگالی ترازهای هسته ^{238}U، با استفاده از داده‌های تجربی، در دو مدل هسته‌ای دمای ثابت (CTM) و گاز فرمی جابه‌جا شده(BSFGM)، محاسبه شده‌اند. سپس با استفاده از آنها، تابع برانگیختگی در واکنش $^{238}U(D,p)^{239}U$ به‌دست آمده است. با توجه به اینکه اخیرا گروه تجربی Oslo ، رفتار دمای ثابت را برای چگالی تراز هسته ^{238}U، در انرژی‌های پایین گزارش نموده‌اند [۱]، انتظار می‌رود چگالی ترازهای محاسبه شده در مدل‌های ماکروسکوپیک، در انرژی‌های پایین، سطح مقطع پراکندگی مناسبی را به‌دست بدهند. مقایسه محاسبات با داده‌های تجربی، نشان می‌دهد چگالی ترازهای محاسبه شده در ناحیه انرژی پایین، تابع برانگیختگی را در توافق خوبی با داده‌های تجربی به‌دست می‌دهند.

واژه‌های کلیدی:ساختار هسته، تابع برانگیختگی، مدل‌های هسته‌ای.

مقدمه:

مدل‌های هسته‌ای نقش مهمی را در گسترش مطالعاتی که در زمینه‌ی اندازه‌گیری سطح مقطع واکنش‌ها انجام می‌گیرد، بازی می‌کنند. سطح مقطع واکنش‌های هسته‌ای با استفاده از مدل‌های آماری پیش‌بینی می‌شوند. برای انجام این کار چگالی ترازهای هسته‌ای در انرژی‌هایی محاسبه می‌شوند که هیچ اطلاعاتی از ترازهای مجزا در چنین انرژی‌هایی در دست نیست. بنابراین محاسبه چگالی تراز دقیق و مناسب نقش مهمی را در محاسبه و پیش بینی سطح مقطع واکنش‌های هسته‌ای بازی می‌کند.

اولین باردر سال ۱۹۳۶، HansBethe به بررسی تئوری چگالی ترازهای هسته‌ای پرداخت[۲]. در محاسبات او هسته به صورت گازی متشکل از فرمیون‌های بدون برهمکنش که در مدارهای تک ذره‌ای با فاصله مساوی از هم قرار دارند، در نظر گرفته شده است. از مشخصه‌های مهم این سیستم وابستگی دمای ترمودینامیکی T به انرژی برانگیختگی U می‌باشد که به صورت $T \propto U^{\frac{1}{2}}$ بیان می‌شود. مدل گاز فرمی بعدها با تعریف یک جابه‌جایی انرژی E_1 کامل‌تر شد. این پارامتر افزایش انرژی بستگی حالت پایه، در اثر جفت شدگی فرمیون‌ها را وارد می‌کند. این فرمول بندی از مدل گاز فرمی را که تاکنون بسیار پرکاربرد بوده، فرمول گاز فرمی جابه‌جا شده (BSFGM) می‌نامند[۳].

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

مدل دمای ثابت چگالی تراز بسیاری از هسته‌ها را بهتر از مدل گاز فرمی جابه‌جا شده، در ناحیه‌هایی که انرژی برانگیختگی پایین‌تر از حداقل انرژی لازم (E_M) برای جداسازی ذره است، توصیف می‌کند. در واقع در مدل دمای ثابت ناحیه انرژی برانگیختگی به دو قسمت تقسیم می‌شود: از ۰ تا E_M، که در این ناحیه بهترین مدل برای توصیف رفتار هسته، مدل دمای ثابت می‌باشد. دیگری ناحیه بالاتر از E_M را شامل می‌شود که در این ناحیه رفتار هسته بر اساس مدل گاز فرمی توصیف می‌شود[۴].

گروه Oslo در مطالعات اخیر خود روی چگالی ترازهای هسته‌ی ^{۲۳۸}U رفتار دمای ثابت را در ناحیه انرژی‌های پایین، برای این هسته گزارش نموده‌اند[۵]. با توجه به این مساله انتظار می‌رود که چگالی ترازهای محاسبه شده برای این هسته، در مدل‌های ماکروسکوپیک، در انرژی‌های پایین، تابع برانگیختگی مناسبی را به‌دست بدهند.

در این کار ابتدا پارامترهای موجود در روابط چگالی ترازهای هسته‌ی ^{۲۳۸}U در دو مدل ماکروسکوپیک گاز فرمی جابه‌جا شده و مدل دمای ثابت، محاسبه شده‌اند. این کار با استفاده از داده‌های تجربی گروه Oslo انجام شده‌است. سپس با استفاده از چگالی ترازهای به‌دست آمده، تابع برانگیختگی هسته ^{۲۳۸}U در *واکنش* $^{۲۳۸}U(D,p)^{۲۳۹}U$ محاسبه شده است. نتیجه محاسبات با داده‌های تجربی مربوط به سطح مقطع این واکنش مقایسه شده است.

فرمول‌های آماری:

دمای هسته‌ای T با استفاده از چگالی ترازهای هسته‌ای ρ(E)، طبق رابطه‌ی زیر تعریف می‌شود[۶] :

$$\frac{۱}{T} = \frac{d}{dE} \ln \rho(E) \qquad (۱)$$

انتگرال‌گیری از رابطه‌ی بالا فرمول گاز فرمی در دمای ثابت را به‌دست می‌دهد[۷]:

$$\rho(E) = \frac{۱}{T}\, Exp(\frac{E - E_۰}{T}) \qquad (۲)$$

دمای هسته‌ای T و جابه‌جایی انرژی $E_۰$ پارامترهای آزاد هستند. این پارامترها با استفاده از داده‌های تجربی مربوط به چگالی ترازها قابل محاسبه‌اند.

فرمول Bethe برای مدل گاز فرمی جابه‌جا شده طبق رابطه‌ی زیر تعریف می‌شود[۸،۹]:

$$\rho(E) = \frac{Exp(۲\sqrt{a(E - E_۱)})}{۱۲\sqrt{۲}\sigma\sqrt[۴]{a\,(E - E_۱)^۵}} \qquad (۳)$$

در رابطه‌ی بالا σ با استفاده از پارامتر قطع اسپین طبق رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود[۹]:

$$\sigma^۲ = ۰.۰۸۸۸\, A^{\frac{۲}{۳}} a(E - E_۱) \qquad (۴)$$

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

a پارامتر چگالی تراز نام دارد. پارامتر a و جابه‌جایی انرژی E_1، با برازش فرمول Bethe و داده‌های تجربی قابل محاسبه‌اند.

روش کار:

هر کدام از رابطه‌های مربوط به چگالی ترازها دو پارامتر آزاد دارند. در این کار ابتدا کوشیدیم پارامترهای آزاد را با کمک برازش داده‌های تجربی مربوط به هسته‌ی ^{238}U، با فرمول‌ها محاسبه کنیم. برای این کار از نتایج تجربی کارهای اخیر گروه Oslo استفاده شده است. بهترین مقدارهای به‌دست آمده در جدول ۱ آورده شده‌اند.

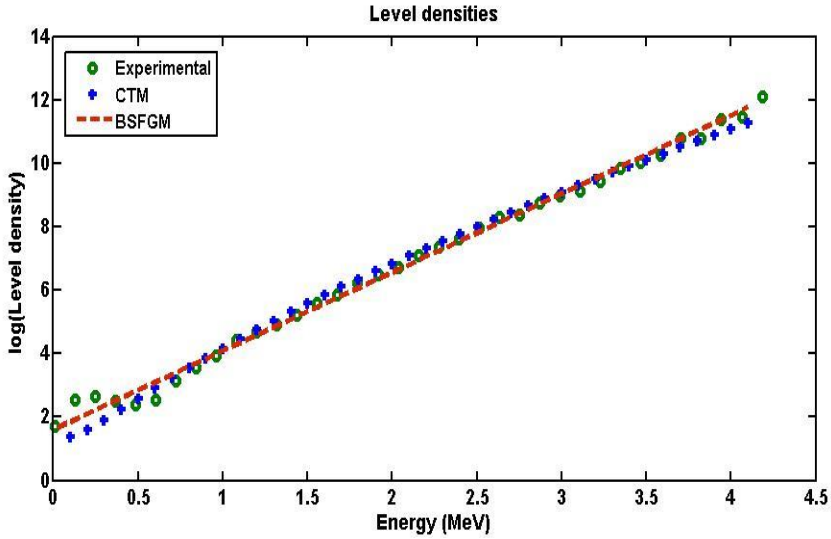
سپس تابع برانگیختگی هسته‌ی ^{238}U در *واکنش* $^{238}U(D,p)^{239}U$ ، با استفاده از چگالی ترازهای به‌دست آمده محاسبه شده است. تابع‌های به‌دست آمده همراه با داده‌های تجربی در نمودار شکل ۲ رسم شده‌اند.

نتایج:

در شکل ۱ چگالی ترازهای به‌دست آمده با استفاده از پارامترهای جدول ۱، به همراه داده‌های تجربی رسم شده‌اند. با توجه به این نمودار توافق خوبی بین مقدارهای تجربی و هر دو رابطه‌ی تئوری BSFGM و CTM وجود دارد.

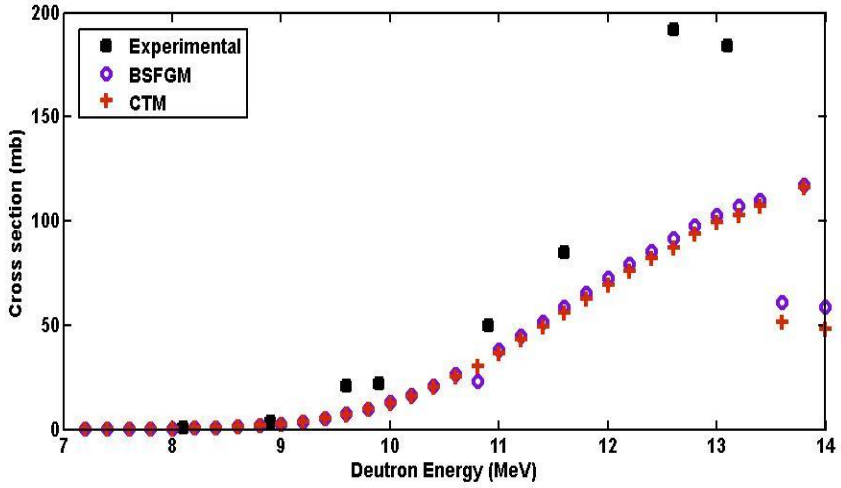
جدول ۱. بهترین مقدارهای به‌دست آمده برای پارامترهای موجود در فرمول‌های چگالی تراز هسته ^{238}U در دو مدل BSFGM و CTM

پارامترها / مدل‌ها	a [Mev^{-1}]	E۱ [MeV]	T [MeV]	E۰ [MeV]
BSFGM	۲۰,۳۳۹۶	-۰,۰۳۴۶		
CTM			۰,۴۰۴	-۰,۲۸۵



شکل۱. چگالی ترازهای هسته ^{238}U به صورت تابعی از انرژی برانگیختگی، در دو مدل CTM و BSFGM ، همراه با داده‌های تجربی به دست آمده توسط گروه Oslo.

تابع‌های برانگیختگی محاسبه شده با چگالی ترازهای به‌دست آمده برای هسته^{238}U، در *واکنش* $^{238}U(D,p)^{239}U$ در شکل۲ به همراه داده‌های تجربی، برحسب انرژی برانگیختگی رسم شده‌اند.



شکل۲. تابع برانگیختگی هسته ^{238}U در *واکنش* $^{238}U(D,p)^{239}U$، محاسبه شده با پارامترهای به‌دست آمده با برازش داده‌های تجربی در دو مدل CTMو BSFGM، همراه با مقدارهای تجربی تابع برانگیختگی در این واکنش.

با توجه به شکل۲ مشاهده می‌شود که چگالی ترازهای محاسبه شده در مدل‌های ماکروسکوپیک، در انرژی‌های پایین، تابع برانگیختگی را در توافق خوبی با داده‌های تجربی به‌دست می‌دهند.

بحث و نتیجه‌گیری:

هدف از انجام این کار محاسبه‌ی چگالی ترازهای هسته ^{۲۳۸}U با استفاده از مدل گاز فرمی بوده است. چگالی ترازها با کمک داده‌های تجربی گروه Oslo طبق فرمول‌های گاز فرمی جابه‌جا شده (BSFGM) و گاز فرمی در دمای ثابت (CTM) محاسبه شده‌اند. با استفاده از چگالی ترازهای به‌دست آمده تابع برانگیختگی هسته مورد نظر در واکنش $^{۲۳۸}U(D,p)^{۲۳۹}U$ به‌دست آمده است. تابع‌های به دست آمده همراه با داده‌های تجربی، بر حسب انرژی برانگیختگی رسم شده و با هم مقایسه شده‌اند.

مقایسه نشان می‌دهد که تابع‌های محاسبه شده در این کار با استفاده از چگالی تراز مدل‌های ماکروسکوپیک، در ناحیه انرژی‌های پایین، تابع برانگیختگی را در توافق خوبی با داده‌های تجربی به‌دست می‌دهد. این نتیجه‌گیری در توافق با مشاهده رفتار دمای ثابت در چگالی تراز هسته ^{۲۳۸}U توسط گروه Oslo می‌باشد.

مراجع:

[۱]. M. Guttormsen, R. Chankova, M. Hjorth-Jensen, J. Rekstad,S. Siem, A. Schiller, and D.J. Dean, Phys. Rev. C ٦٨, ٠٣٤٣١١(٢٠٠٣).

[۲]. H.A. Bethe, Phys. Rev. ٥٠, ٣٣٢ (١٩٣٦).

[۳]. R. Capote et al., Nucl. Data Sheets ١١٠ (٢٠٠٩) ٣١٠٧.

[٤]. A. V. Voinov, et.al, Phys. Rev, ٧٩ ٠٣١٣٠١(٢٠٠٩)

[٥]. M. Guttormsen, et.al,Phys. Rev,٨٨,٠٢٤٣٠٧(٢٠١٣)

[٦]. Ericson, T., A Statistical Anal y sis of Ex cited Nu clearStates, Nucl. Phys.,١١ (١٩٥٩), ١, pp. ٤٨١-٤٩١

[٧]. Gilbert, A., Cameron, A. G. W., A Composite Nu clear-Level Density Formula with Shell Corrections,Can. J. Phys., ٤٣ (١٩٦٥), ١, pp. ١٤٤٦-١٤٩٦

[٨]. R. Razavi and T. Kakavand, *LEVEL STUDIES OF ^{٩٣}Mo VIA $^{٩٣}Nb(P, n\gamma)$ ^{٩٣}Mo REACTION AND DENSITY OF DISCRETE LEVELS IN ^{٩٣}Mo*, Nuclear Technology & Radiation protection, ٢٦(١), ٦٩ (٢٠١١).

[٩] Egidy, T. von, Schmidt, H. H., Behkami, A. N., NuclearLevel Densities and Level Spacing Distributions, Part II, Nucl. Phys. A, ٤٨١ (١٩٨٨), ٢, pp. ١٨٩-٢٠٦