

В. А. Плюйко^{1,2}, С. Горієлі³, О. М. Горбаченко¹, К. М. Солодовник^{1,*}

¹ Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

² Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

³ Інститут астрономії і астрофізики, Університет Брюсселя, Брюссель, Бельгія

*Відповідальний автор: e.solodovnyk@gmail.com

ТЕСТУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ФОТОННИХ СИЛОВИХ ФУНКЦІЙ ЕЛЕКТРИЧНОГО ДИПОЛЬНОГО ФОТОЗБУДЖЕННЯ

Тестуються аналітичні моделі Е1 фотонних силових функцій з опису перерізів фотопоглинання в області енергій гамма-випромінювання 5 - 30 МеВ для парно-парних ядер. Було побудовано експериментальну базу перерізів фотопоглинання із систематичною похибкою менше 10 % з даних EXFOR. Похибки оцінюються за допомогою теоретичних розрахунків перерізів з використанням коду TALYS 1.6. Теоретичні моделі порівнюються з експериментальними даними перерізів фотопоглинання. В якості критеріїв використовуються метод найменших квадратів та середньоквадратичний фактор відхилення. Показано, що проста модифікована модель Лоренца краще описує перерізи при енергіях гамма-випромінювання нижче від ~30 МеВ.

Ключові слова: моделі фотонних силових функцій, фотопоглинання, гігантський дипольний резонанс.

В. А. Плюйко^{1,2}, С. Горієлі³, А. Н. Горбаченко¹, Е. Н. Солодовник^{1,*}

¹ Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

² Институт ядерных исследований НАН Украины, Киев, Украина

³ Институт астрономии и астрофизики, Университет Брюсселя, Бельгия

*Ответственный автор: e.solodovnyk@gmail.com

ТЕСТИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ФОТОННЫХ СИЛОВЫХ ФУНКЦИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ДИПОЛЬНОГО ФОТОВОЗБУЖДЕНИЯ

Тестируются аналитические модели Е1 фотонных силовых функций для описания сечений фотопоглощения в области энергий гамма-излучения 5 - 30 МэВ для четно-четных ядер. Подготовлена экспериментальная база сечений фотопоглощения с систематической погрешностью менее 10 % из данных EXFOR. Погрешности оцениваются при помощи теоретических расчетов сечений с использованием кода TALYS 1.6. Теоретические модели сравниваются с экспериментальными данными сечений фотопоглощения. В качестве критериев используются метод наименьших квадратов и среднеквадратический фактор отклонения. Показано, что простая модифицированная модель Лоренца лучше описывает сечения фотопоглощения при энергиях гамма-излучения ниже ~30 МэВ.

Ключевые слова: модели фотонных силовых функций, фотопоглощение, гигантский дипольный резонанс.

V. A. Plujko^{1,2}, S. Goriely³, O. M. Gorbachenko¹, K. M. Solodovnyk^{1,*}

¹ Nuclear Physics Department, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

² Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

³ Institut d'Astronomie et d'Astrophysique, Université Libre de Bruxelles, Brussels, Belgium

*Corresponding author: e.solodovnyk@gmail.com

TEST OF MODELS FOR PHOTON STRENGTH FUNCTIONS OF ELECTRIC DIPOLE PHOTOEXCITATION

Closed-form models for photon strength functions for the description of photoabsorption cross section in the energy range 5 - 30 MeV for even-even nuclei are tested. The experimental database was prepared with systematic uncertainty less than 10 % from the EXFOR data. The uncertainties are estimated using the calculations of the photo cross sections within TALYS 1.6 code. The theoretical models are compared with experimental photoabsorption cross section data. The minimum of the least-square deviation and the root-mean-square deviation factor are used as a criteria comparison of the theoretical calculations with experimental data. It is shown that the simple modified Lorentzian model is the best approach for simulation of the photoabsorption cross section at the gamma-ray energies below ~ 30 MeV.

Keywords: models of photon strength functions, photoabsorption, giant dipole resonance.

REFERENCES

1. S. Goriely, M. Wiedeking, P. Dimitriou, *Updating the Photonuclear Data Library and Generating a Reference Database for Photon Strength Functions, Summary Report from the First Research Coordination Meeting, INDC(NDS)-0712*, 2016.
2. M.B. Chadwick et al. *Handbook on Photonuclear Data for Applications: Cross Sections and Spectra*. Tech. Rep. IAEA-TECDOC-1178, (IAEA, Vienna, Austria, 2000).
3. R. Capote et al. RIPL – Reference Input Parameter Library for Calculation of Nuclear Reactions and Nuclear Data Evaluations. *Nucl. Data Sheets* 110 (2009) 3107.
4. M. Herman et al. EMPIRE: Nuclear Reaction Model Code System for Data Evaluation. *Nucl. Data Sheets* 108 (2007) 2655.
5. A.J. Koning, S. Hilaire, M.C. Duijvestijn, TALYS-1.0. In: *Proc. Intern. Conf. Nuclear Data for Science and Technology (ND2007), Nice, France, April 22 - 27, 2007*. Ed. by O. Bersillon et al. CEA, EDP Sciences, 2008, p. 211.
6. G.A. Bartholomew et al. Gamma-ray strength functions. *Adv. Nucl. Phys.* 7 (1973) 229.
7. V.A. Plujko et al. Giant Dipole Resonance Parameters of Ground-State Photoabsorption: Experimental Values with Uncertainties. *At. Data Nucl. Data Tables* 123 - 124 (2018) 1.
8. J. Kopecky, M. Uhl. Test of gamma-ray strength functions in nuclear reaction model calculations. *Phys. Rev. C* 41 (1990) 1941.
9. V. Plujko et al. Models for photoabsorption cross section estimates. In: *Proc. Intern. Conf. on Nuclear Data for Science and Technology (ND2007), Nice, France, April 22 - 27, 2007*. Ed. by O. Bersillon et al. CEA, EDP Sciences, 2008, p.235.
10. V. Plujko et al. Verification of models for calculation of E1 radiative strength. *Proc. of Science PoS(PSF07)002*.
11. V.A. Plujko et al. The simplified description of dipole radiative strength function. *Int. J. Mod. Phys. E* 17 (2008) 240.
12. V.A. Plujko, R. Capote, O.M. Gorbachenko. Giant dipole resonance parameters with uncertainties from photonuclear cross sections. *At. Data Nucl. Data Tables* 97 (2011) 567.
13. S. Goriely, V. Plujko. Simple empirical E1 and M1 strength functions for practical applications. *Phys. Rev. C* 99 (2019) 014303.
14. A.R. Junghans et al. Photon data shed new light upon the GDR spreading width in heavy nuclei. *Phys. Lett. B* 670 (2008) 200.
15. E. Grosse, A.R. Junghans, R. Massarczyk. Breaking of axial symmetry in excited heavy nuclei as identified in giant dipole resonance data. *Eur. Phys. J. A* 53 (2017) 225.
16. M.B. Chadwick et al. Pauli-blocking in the quasideuteron model of photoabsorption. *Phys. Rev. C* 44 (1991) 814.
17. T. Belgya et al. *Handbook for Calculations of Nuclear Reaction Data, Reference Input Parameter Library-2*. Tech. Rep. IAEA-TECDOC-1506 (IAEA, Vienna, Austria, 2006).
18. Y. Alhassid, B. Busch, S. Levit. Thermal Shape Fluctuations, Landau Theory, and Giant Dipole Resonances in Hot Rotating Nuclei. *Phys. Rev. Lett.* 61 (1988) 1926.
19. Y. Alhassid, B. Busch. Effects of thermal fluctuations on giant dipole resonances in hot rotating nuclei. *Nucl. Phys. A* 509 (1990) 461.
20. W.D. Myers et al. Droplet model of the giant dipole resonance. *Phys. Rev. C* 15 (1977) 2032.
21. J.M. Eisenberg, W.M. Greiner. *Nuclear Theory. Vol. I: Nuclear Models*. 3-rd ed. (North Holland, Amsterdam 1987).
22. B. Bush, Y. Alhassid. On the width of the giant dipole resonance in deformed nuclei. *Nucl. Phys. A* 531 (1991) 27.
23. R.W. Hasse, W.D. Myers. *Geometrical Relationships of Macroscopic Nuclear Physics* (Springer-Verlag, Heidelberg, 1988).
24. J.-P. Delaroche et al. Structure of even-even nuclei using a mapped collective Hamiltonian and the D1S Gogny interaction. *Phys. Rev. C* 81 (2010) 014303; tables available [here](#).
25. A.R. Junghans et al. A global study of the electric dipole strength in heavy nuclei. Poster 1481 at Intern. Conf. on Nuclear Data for Science and Technology, Island, Jeju, 2010.
26. E. Grosse et al. The energy dependence of the electric dipole strength in heavy nuclei. *AIP Conf. Proc.* 1090 (2009) 308.
27. E. Grosse et al. Photon strength in spherical and deformed heavy nuclei. *EPJ Web of Conf.* 8 (2010) 02006.
28. EXFOR, *Experimental Nuclear Reaction Data Library*.
29. H. Beil et al. A semi-phenomenological description of the giant dipole resonance width. *Nucl. Phys. A* 219 (1974) 61.
30. H. Utsunomiya et al. Photoneutron cross sections for Mo isotopes: A step toward a unified understanding of (γ , n) and (n, γ) reactions. *Phys. Rev. C* 88 (2013) 015805.
31. A. Gilbert, A.G.W. Cameron. A composite nuclear-level density formula with shell corrections. *Can. Jour. of Phys.* 43 (1965) 1446.
32. V.V. Varlamov, M.E. Stepanov, V.V. Chesnokov. New data on photoabsorption reaction cross sections. *Bull. Rus. Acad. Sci. Phys.* 67 (2003) 724. (*Izv. Ross. Akad. Nauk. Ser. Fiz.* 67 (2003) 656 (Rus)).
33. G.M. Gurevich et al. Giant resonance in the total photoabsorption cross section of $Z \approx 90$ nuclei. *Nucl. Phys. A* 273 (1976) 326.

Надійшла 20.06.2019
Received 20.06.2019