

Tytuł:

Spontaniczne naruszenie symetrii chiralnej w jądrze atomowym. 2026-2027 czas nowych możliwości badawczych.

Streszczenie:

Termin "chiralność" używany jest w wielu dziedzinach nauki. W ogólnym ujęciu, oznacza możliwość istnienia danego systemu czy obiektu w dwóch formach: lewo- lub prawo-skrętej. Przykładem są np. enancjomery, t.j. molekuly chemiczne o lustrzanej budowie geometrycznej. Chiralność często wiąże się z pojęciem śruby np. w optyce - kołowo spolaryzowane fotony, czy w teorii oddziaływań słabych – skrętność prądu słabego. Łącznikiem dwóch przeciwnych skrętności jest przekształcenie geometryczne - operacja inwersji przestrzennej. Chiralność jądrowa, o której traktuje niniejszy wykład, ma inną naturę. Tu łącznikiem między prawo- a lewo-skrętną postacią jest operacja odwrócenia czasu. Kluczową rolę odgrywa tu istnienie odpowiedniej dynamiki, rodzaju "mechanizmu zegarowego" zamiast statycznej budowy geometrycznej. Początkowo badania chiralności jądrowej obejmowały kilka ściśle charakterystycznych izotopów. Przełomem była pierwsza eksperymentalna obserwacja kompletu cech jądra chiralnego w wyniku prac przeprowadzonych 20 lat temu w Warszawie [1,2]. Niezaprzeczalnym testem stała się technika bezpośredniego pomiaru chiralności jądrowej za pomocą momentu magnetycznego [3]. Technika ta również została opracowana w Warszawie. Zastosowanie nowych metod eksperymentalnych być może przyniesie kolejny przełom dzięki współpracy Narodowego Centrum Badań Jądrowych oraz Institute of Modern Physics of the Chinese Academy of Sciences. Dzięki wykorzystaniu pola magnetycznego na poziomie kilo-Tesli pochodzącego od atomowych powłok elektronowych planuje się pomiary momentów magnetycznych krótko żyjących stanów jądrowych.

[1] E. Grodner et al., "128Cs as the Best Example Revealing Chiral Symmetry Breaking", Physical Review Letters 97, 172501 (2006)

[2] E. Grodner et al., "Partner bands of 126 Cs – first observation of chiral electromagnetic selection rules", Physics Letters B703, 46(2011)

[3] E. Grodner et al., "First Measurement of the g Factor in the Chiral Band: The Case of the 128Cs, Isomeric State", Physical Review Letters 120, 022502 (2018)

Title:

Spontaneous chiral symmetry breaking in atomic nuclei. 2026-2027: a time of new research opportunities.

Abstract:

The term "chirality" is used in a wide range of phenomena in various fields of science. Generally, it means a possibility of a system or object to exist in two equivalent forms: left- or right-handed one. Chemical molecules – enantiomers- with mirror geometric form are a well known example. Chirality is often associated with the concept of helicity: in optics these are circularly polarized photons or in the theory of weak interactions the handedness of the weak current serves as an example. The link between the two opposite handedness is a geometric transformation: spatial inversion. Nuclear chirality, the subject of this lecture, is of a different nature. Here, the time reversal is the link between the right-handed and left-handed forms. Thus an existence of a specific dynamics, a kind of "clockwork mechanism," instead of static geometry plays a key role here. Initially, studies of nuclear chirality involved a few specific isotopes. A breakthrough came with the first experimental observation of the complete set of predicted chiral features in a nucleus [1,2], as a result of research work conducted 20 years ago in Warsaw. Then a new technique allowed the direct measurement of nuclear chirality using nuclear magnetic dipole moment as an observable [3]. This technique was also developed in Warsaw and today is considered an ultimate experimental test for nuclear chirality. Application of new experimental methods may bring another breakthrough thanks to cooperation between the National Center for Nuclear Research and the Institute of Modern Physics of the Chinese Academy of Sciences. Magnetic moments measurement of short-lived excited states are planned utilizing a kilo-Tesla magnetic field originating from atomic electronic shells.

[1] E. Grodner et al., "128Cs as the Best Example Revealing Chiral Symmetry Breaking", Physical Review Letters 97, 172501 (2006)

[2] E. Grodner et al., "Partner bands of 126 Cs – first observation of chiral electromagnetic selection rules", Physics Letters B703, 46(2011)

[3] E. Grodner et al., "First Measurement of the g Factor in the Chiral Band: The Case of the 128Cs, Isomeric State", Physical Review Letters 120, 022502 (2018)