ЖУРНАЛ ФІЗИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
т. 2, №. 1 (1998) с. 1–2

JOURNAL OF PHYSICAL STUDIES
v. 2, No 1 (1998) p. 1–2

ЕРНСТ ІЗИНҐ — ФІЗИК ТА ПЕДАГОГ*

С. Кобе
Дрезденський технічний університет, Інститут теоретичної фізики, Дрезден, D–01062, Німеччина
(Отримано 8 квітня 1997)

Модель Ізинґа — одна з класичних моделей у статистичній фізиці. Починаючи з 1969 року з'явилося понад 13500 публікацій, що використовують цю модель. У 1997 році Ернст Ізинґ відсвяткував свій дев'яностосемирічний ювілей. У статті наведено деякі біографічні факти та основні віхи розвитку моделі Ізинґа.

Ключові слова: історія статистичної фізики, модель Ізинґа.

PACS number(s): 01.65.+g

Ернст Ізинґ народився 10 травня 1900 року в Кельні (Німеччина) у сім'ї купця Ґустава Ізинґа та його дружини Теклі, уродженої Льове. Згодом сім'я переїхала до м. Бохума (Вестфалія), де 1918 року Ернст Ізинґ закінчив гімназію. Невдовзі йому довелося відбути коротку військову службу. У 1919 році Ернст Ізинґ розпочав вивчення математики та фізики в Ґеттінґенському університеті. Пізніше він продовжив навчання у Бонні та Гамбурзі. Саме у Гамбурзі Вільгельм Ленц (1888–1957) запропонував Ізинґові зайнятися теоретичною фізикою. Під керівництвом Ленца молодий учений розпочав дослідження моделі феромагнетизму, яку його керівник увів у 1920 році [1]. У своїй дисертації Ернст Ізинґ дослідив випадок лінійного ланцюжка магнетних моментів, кожен з яких може перебувати в одному з двох можливих положень — "вверх" та "вниз", зв'язаних узаємодіями між найближчими сусідами. Він показав, що спонтанне намагнічення не можна пояснити одновимірною версією цієї моделі, проте помилково поширив цей висновок і на тривимірний випадок [3].

Після присвоєння докторського звання Ернст Ізинґ переїжджає до Берліна, де з 1925 року по 1926 рік працює у патентному відділі компанії Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft (AEG). Проте ця праця його не задовольняла, і він вирішив стати вчителем. Протягом року він працював у знаменитій школі–пансіонаті у місті Салемі (Південний Баден) поблизу Боденського озера. У 1928 році Ернст Ізинґ повертається до Берлінського університету, щоб вивчати філософію та педагогіку. У 1930 році він складає державні іспити перед педагогічною радою з вищої освіти. У цьому ж році молодий учений одружується з Йоганною Емер, доктором у галузі економіки. Подружжя переїжджає до Штраусберґа поблизу Берліна, де Ернст Ізинґ займає викладацьку посаду у середній школі як "Studienassessor" (у Німеччині державний службовець, що склав необхідні для своєї посади іспити, але ще не завершив випробувальний термін). Згодом Е. Ізинґа переводять до міста Кроссена на Одрі (тепер Кросно Оджаньскє в Польщі) на місце вчителя, який захворів.

Відразу після приходу до влади Гітлера у січні 1933 року всіх громадян єврейської національности звільнили з державної служби. Ернста Ізинґа викинули на вулицю 31 березня 1933 року. Упродовж року він був безробітним, якщо не брати до уваги короткотривалої праці у Парижі викладачем у школі для дітей імміґрантів. У 1934 році йому вдалося влаштуватися вчителем пансіону для єврейських дітей у Капуті недалеко від Потсдама. Цей заклад заснувала прогресивний діяч у галузі соціяльної педагогіки Ґертруда Файєртаґ (1890–1943?). Поруч із пасіоном розташувався літній будинок Альберта Айнштайна. У 1932 році після виїзду Айнштайна до США пансіон винайняв у нього цей будинок для проведення додаткових занять. Кількість учнів збільшувалася з кожним роком, оскільки єврейських дітей виключали з державних шкіл. У 1937 році Ізинґ стає директором цієї школи. За перебування Ізинґа на цій посаді 10 листопада 1938 року будівлю школи сплюндровали місцеві мешканці та діти, які долучилися до великого антиєврейського погрому в Німеччині.

На початку 1939 року Ернст та Йоганна Ізинґи їздили до Люксембурґа з наміром еміґрувати до Сполучених Штатів Америки, проте через чинні на той час у США імміґраційні квоти цьому планові не судилось здійснитися. У день сорокарічного ювілею вченого німецькі війська зайняли Люксембурґ. Консульство США закрилося саме у той час, коли Ізинґам уже підходила черга на виїзд. З квітня 1943 року до дня звільнення восени 1944 року вчений був змушений працювати на німецьку армію, розбираючи залізничну лінію Мажино у Лотаринґії.

Через два роки після закінчення війни Ізинґ залишив Європу на борту вантажного судна, що прямувало до США. Там він отримав посаду викладача

*Англійською мовою стаття опублікована в J. Stat. Phys. **88**, 991 (1997). Українською мовою стаття друкується з дозволу видавця.

у педагогічному коледжі Мінота (штат Північна Дакота). З 1948 року по 1976 рік Ернст Ізинґ був професором фізики в університеті Бредлі, Пеорія, штат Іллінойс. Тут у 1968 році йому присвоїли ступінь почесного доктора, а згодом звання “Видатний педагог 1971 року”. З 1953 року Ернст Ізинґ — громадянин США. Як до, так і після виходу на пенсію професор багато подорожував. Він відвідав усі штати США та багато країн світу.

Тепер професор Ернст Ізинґ проживає у Пеорії. Нещодавно він відсвяткував ряд ювілеїв, серед них сімдесятиріччя присвоєння йому ступеня доктора і виходу у світ його праці [3] та шістдесят п’яту річницю одруження.

Ізинґ довідався, що перший поклик на його дослідження зробив у своїй статті [4] Гайзенберґ, який запровадив поняття квантово–механічної обмінної взаємодії для опису феромагнетизму. Пізніше Ізинґ був надовго виключеним з наукового життя та спілкування. Лише у 1949 році він дізнався з наукової літератури, що його дослідження стало широко відомим.

Сама назва “модель Ізинґа” походить, здається, з праці Р. Пайєрлса (R. Peierls) “Про Ізинґову модель феромагнетизму” [5]. Пайєрлс розглядав розмежувальні лінії, які відокремлюють спінові області “вверх” та “вниз” у двовимірній квадратній ґратці Ізинґа. Оцінюючи верхню межу повної довжини замкнених контурів, дослідник зумів показати, що при достатньо низьких температурах лише незначна частина усіх спінів оточена контурами. Як наслідок цього більшість спінів повинна мати протилежний знак, що веде до спонтанної намагнічености системи. Ван Кампен (N. G. van Kampen), Фішер (M. E. Fisher), Шерман (S. Sherman) та інші згодом установили, що у роботі [5] сумування довжин контурів для скінченних систем було неправильно розширено до безмежности, порівн. [6, 7]. У 1964 році цей недолік усунув Ґріффітс (Griffiths) модифікацією доведення Пайєрлса [7]. Проте, як зауважував Пайєрлс у 1966 році, знайдена помилка не спростовує його арґументації, оскільки вона веде лише до завищеної оцінки довжини контурів, а все решта залишається правильним [8].

Найбільш разючим успіхом моделі було те, що вона дала поштовх до пошуку фазового переходу між феромагнетним та парамагнетним станами, порівн. [6]. Справжній прорив було зроблено тоді, коли в ряді робіт установили, що матричне зображення задачі можна ввести таким чином, що статистична сума буде пов’язана з найбільшим власним значенням введеної матриці [9–11]. Крамерс та Ван’є (Kramers and Wannier) [9] обчислили значення температури Кюрі двовимірної моделі Ізинґа, тоді як точний і повний розв’язок уперше запропонував Онзаґер (Onsager) [12].

Сьогодні модель Ізинґа є стандартною моделлю, яку широко застосовують у статистичній фізиці. Щорічно з’являється близько 800 робіт, де цю модель використовують для опису різних систем, серед яких є нейронні сітки, білкові сполуки, біологічні мембрани та суспільні явища.

У цій статті подано лише деякі факти з біографії Ернста Ізинґа та ранню історію моделі Ізинґа. Інші бібліографічні джерела можна знайти у [6], [13–17].

Автор висловлює щиру подяку Й. Ізинґ за дозвіл користуватися її неопублікованими мемуарами [17].

[1] W. Lenz, Phys. Z. **21**, 613 (1920).
[2] E. Ising, *Beitrag zur Theorie des Ferro– und Paramagnetism* (Thesis, Hamburg, 1924).
[3] E. Ising, Z. Phys. **31**, 253 (1925).
[4] W. Heisenberg, Z. Phys. **49**, 619 (1928).
[5] R. Peierls, Proc. Cambridge Philos. Soc. **32**, 477 (1936).
[6] S. G. Brush, Rev. Mod. Phys. **39**, 883 (1967).
[7] R. B. Griffiths, Phys. Rev. **136**, A437 (1964).
[8] R. E. Peierls, Math. Rev. **32**, No 7103, 1206 (1966).
[9] H. A. Kramers, G. H. Wannier, Phys. Rev. **60**, 252 (1941).
[10] E. Montroll, J. Chem. Phys. **9**, 706 (1941); **10**, 61 (1942).
[11] R. Kubo, Busseiron Kenkyu **1**, 1 (1943).
[12] L. Onsager, Phys. Rev. **65**, 117 (1944).
[13] L. Fry, *The Isings and the 20th Century* (Hilltopics, Bradley University, Peoria, October 1991), p. 4.
[14] H. Feidel–Mertz, A. Paetz, *Ein verlorenes Paradies* (dipa, Frankfurt/M., 1994).
[15] S. Kobe, Physikalische Blätter **51**, 426 (1995).
[16] S. M. Bhattacharjee, A. Khare, Current Science (India) **69**, 816 (1995).
[17] J. Ising, *Walk on a Tightrope or Paradise Lasted a Year and a Half* (1986, unpublished).

ERNST ISING — PHYSICIST AND TEACHER

S. Kobe
Technische Universität Dresden, Institut für Theoretische Physik, D–01062 Dresden, Germany

The Ising model is one of the standard models in statistical physics. Since 1969 more than 13500 publications using this model have appeared. In 1997 Ernst Ising celebrated his 97th birthday. Some biographical notes and milestones of the development of the Ising model are given.