

Лауреаты Нобелевской премии по физике 2016 года

*за теоретические открытия
топологических фазовых переходов и топологических фаз материи*



Майкл Костерлиц
John Michael Kosterlitz



Дэйвид Таулесс
David James Thouless



Данкан Холдейн
Frederick Duncan
Michael Haldane

Фазовые переходы

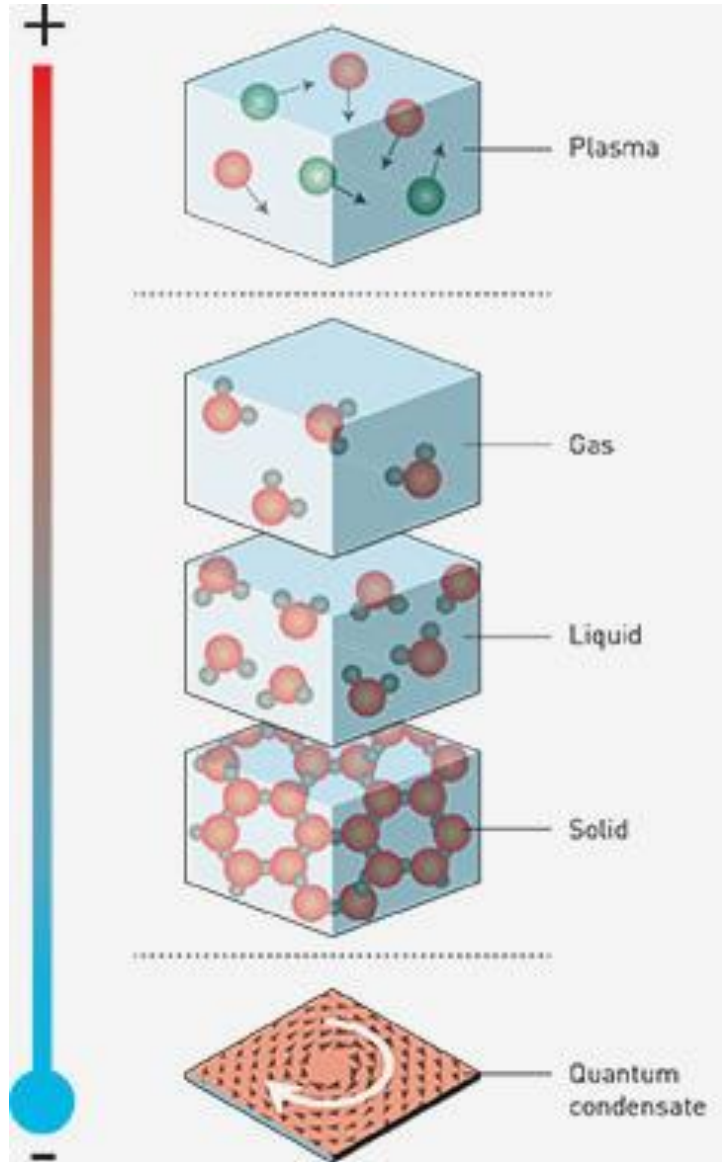


Illustration: ©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences



Топологические фазовые переходы

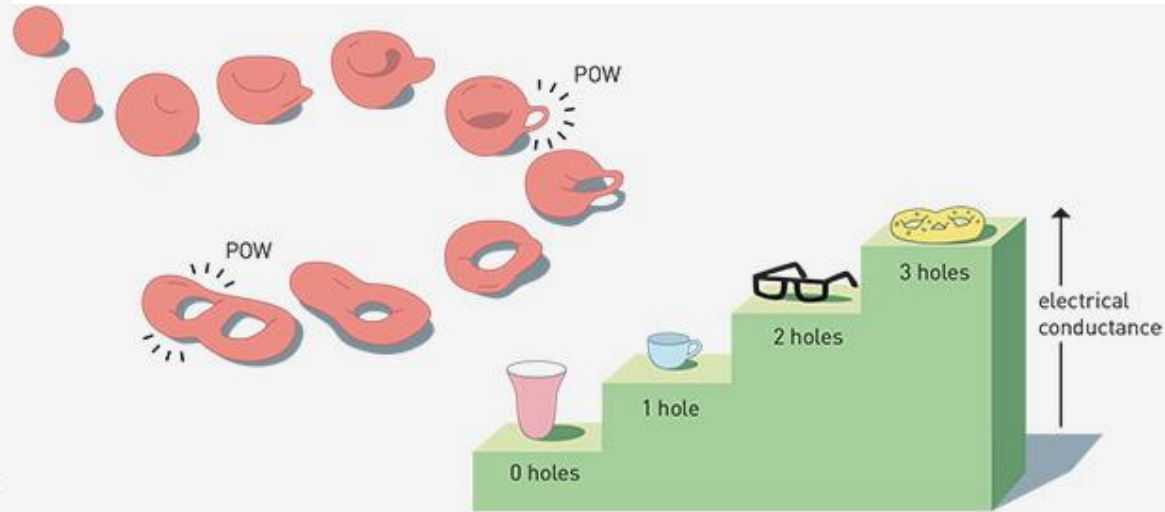
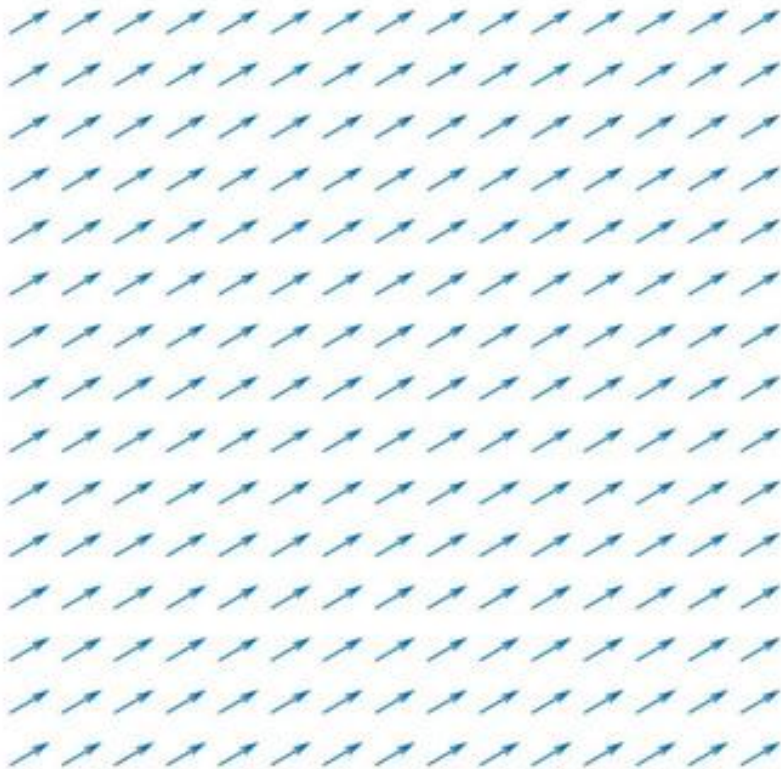
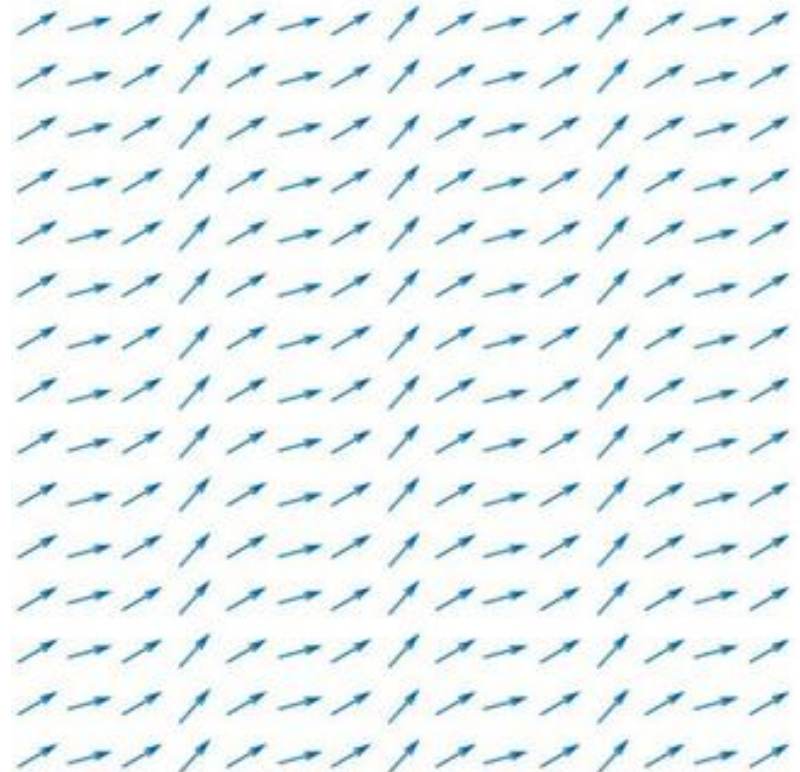


Illustration: ©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

Основное состояние
квадратной решетки
со взаимодействующими спинами

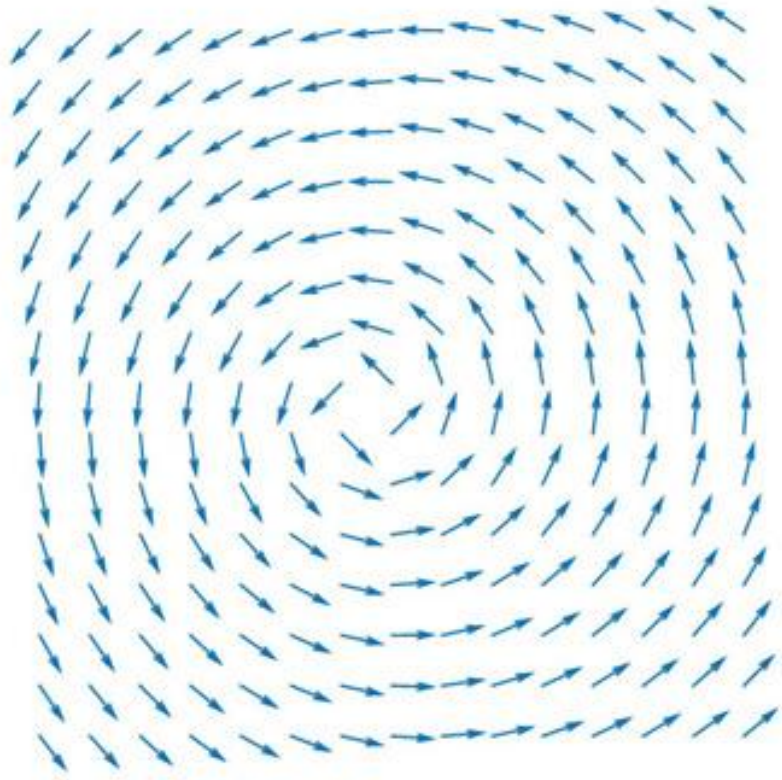


Спиновая волна – топологически
тривиальное возбуждение

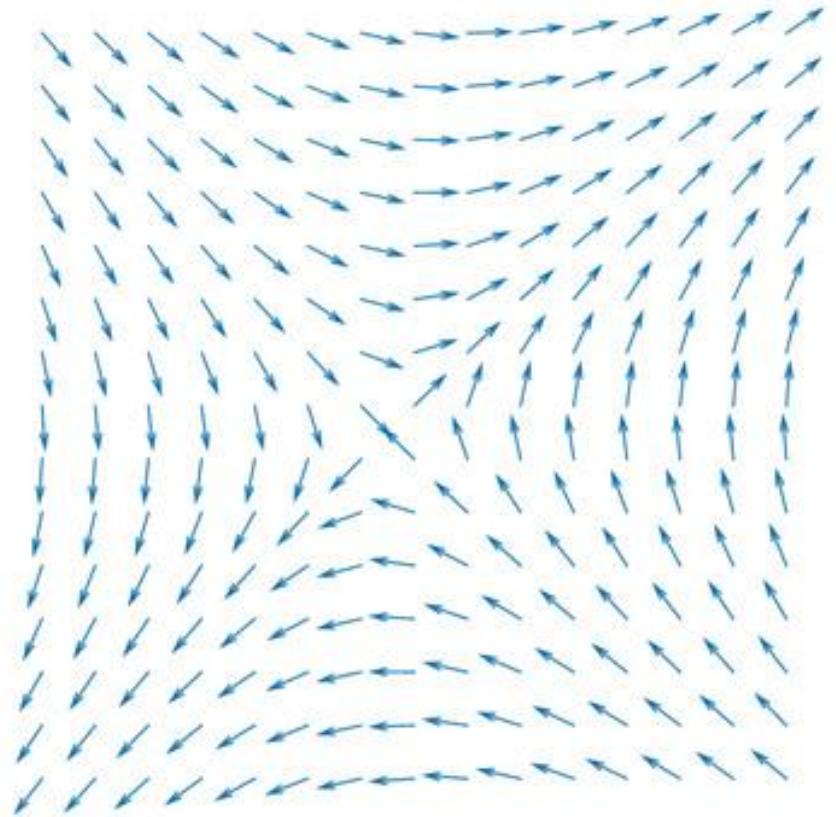


Топологически нетривиальные возмущения решётки
!только в двумерном состоянии!

Вихрь



Антивихрь

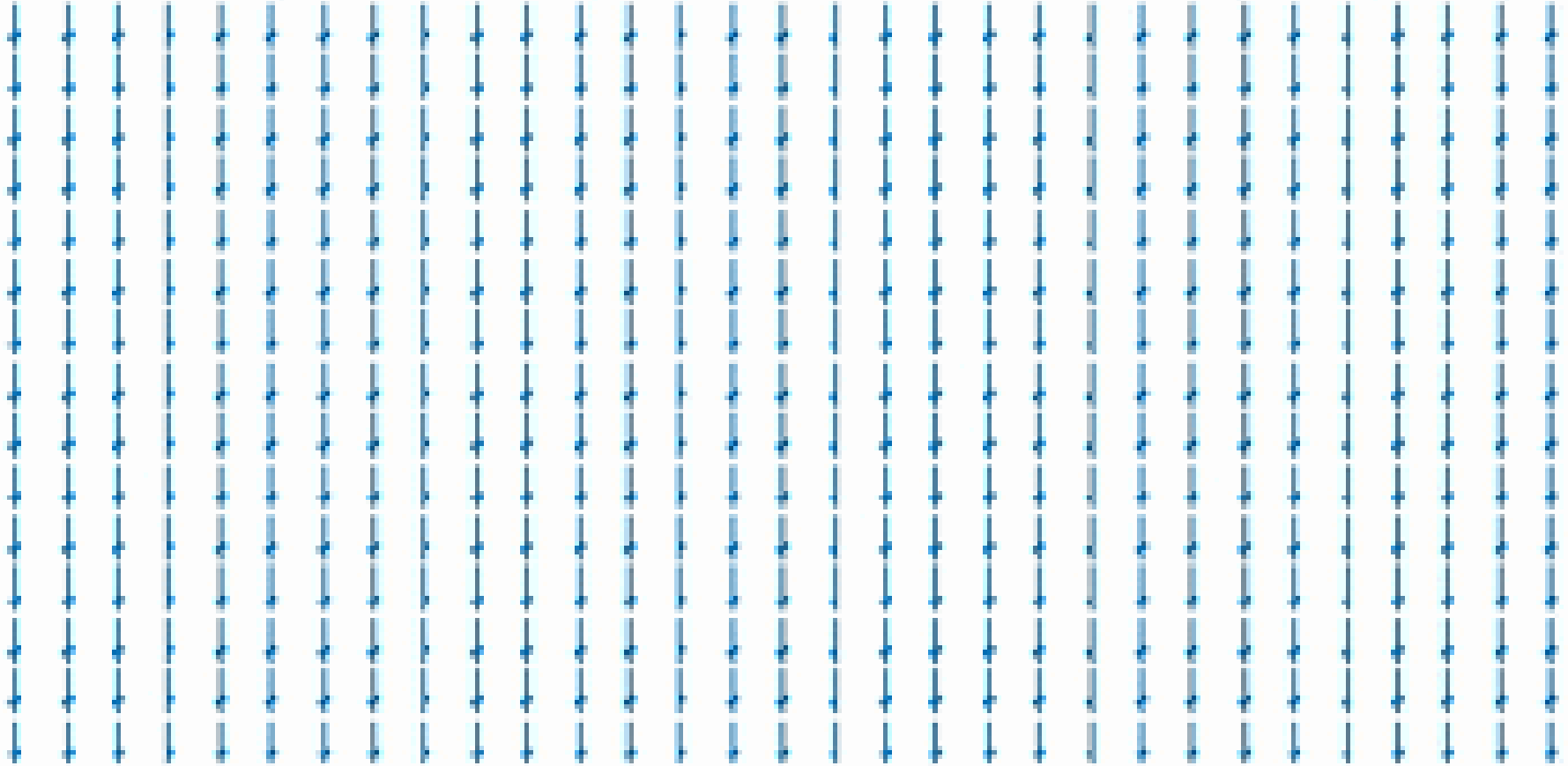


Требуется довольно большая энергия для рождения возмущения

Рождение и исчезновение пары вихрь-антивихрь
Затрачиваемая энергия очень мала

(Березинский Вадим Львович, 1935-1980)

В.Л. Березинский, ЖЭТФ 59, 907 (1970); ЖЭТФ 61, 1144 (1971);



Топологический фазовый переход при повышении температуры
от газа практически не взаимодействующих связанных пар вихрь-антивихрь
к газу взаимодействующих вихрей
(Майкл Костерлиц, Дэвид Таулесс)

J.M. Kosterlitz and D. Thouless, J.Phys. C 6, 1181 (1973);

D.R. Nelson and J.M. Kosterlitz, Phys. Rev. Lett. 39, 1201 (1977)

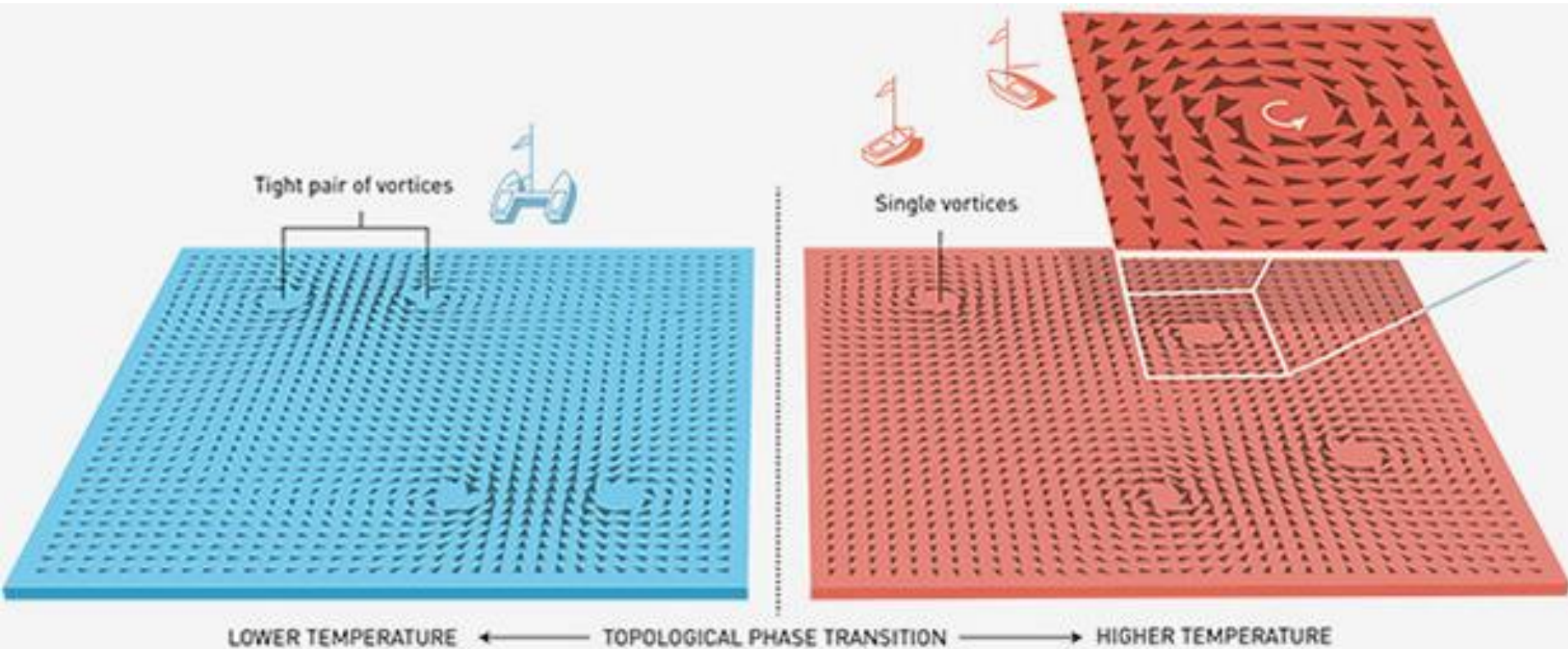


Illustration: © Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

Топологический фазовый переход Березинского-Костерлица-Таулесса

Энергия взаимодействия вихрей:

$$U = E_0 \ln (R / r_0)$$

Энтропия:

$$S = 2k_B \ln (R / r_0)$$

(r_0 - размер ядра вихря)

Свободная энергия:

$$F = U - TS = E_0 \ln (R / r_0) - 2k_B T \ln (R / r_0)$$

Переход ВКТ при $T = T_{ВКТ} = E_0 / 2k_B$

Необходимо логарифмическое взаимодействие между элементами.

Двумерные кристаллы (плавление через гексатическую фазу)

Сверхтекучесть гелия в тонких пленках

Сверхпроводимость и сверхизоляция в плоских слоях сверхпроводящих материалов

Сверхпроводимость и сверхизоляция в решетках из сверхпроводящих элементов

Магнетизм в слоистых материалах

Ступенчатое изменение проводимости очень тонких электропроводящих слоев

Целочисленный квантовый эффект Холла (F. D. M. Haldane)

Цепи цепей маленьких магнитов в некоторых материалах (F. D. M. Haldane)

и многое другое...