

Теория конденсированного состояния: современные проблемы (курс по выбору)

Вопросы к экзамену

Лекция 5. Я.В.Фоминов

Нанозифизика и квантовый транспорт: электронов уже очень много, но для выполнения законов макромира - недостаточно

1. Кулоновская блокада в одноэлектронном транзисторе: объяснение кулоновских алмазов, вычисление тока вблизи точек вырождения.

- Yu.V. Nazarov, Ya.M. Blanter, "Quantum transport" (2009), глава 3.

- M. Tinkham, "Introduction to superconductivity" (2nd edition) (1996), глава 7.

- Н.М. Щелкачев, Я.В. Фоминов, "Электрический ток в наноструктурах: кулоновская блокада и квантовые точечные контакты", методическое пособие, МФТИ (2010).

2. Эффекты четности в сверхпроводящем электронном транзисторе: эксперименты [1,2] и их интерпретация.

[1] M.T. Tuominen, J.M. Hergenrother, T.S. Tighe, M. Tinkham, Phys. Rev. Lett. 69, 1997 (1992).

[2] M. Tinkham, J.M. Hergenrother, J.G. Lu, Phys. Rev. B 51, 12649 (1995).

- M. Tinkham, "Introduction to superconductivity" (2nd edition) (1996), глава 7.

3. Статистика переноса заряда: эксперимент [3].

[3] T. Choi, T. Ihn, S. Schon, K. Ensslin, Appl. Phys. Lett. 100, 072110 (2012).

- Yu.V. Nazarov, Ya.M. Blanter, "Quantum transport" (2009), главы 1

Лекция 6. И.С.Бурмистров

Квантовый эффект Холла и его «родственники»

1. Калибровочный аргумент Лафлина для целочисленного квантования холловской проводимости

- R.V. Laughlin, Phys. Rev. B 23, 5632 (1981)

2. Формализм Буттикера-Ландауэра для краевых состояний в целочисленном квантовом эффекте Холла

- Э.В. Девятков, УФН 177(2), 207 (2007)

- M. Buttiker, Phys. Rev. B 38, 9375 (1988)

3. Волновая функция Лафлина

- R.V. Laughlin, Phys. Rev. Lett. 50, 1395 (1983)

4. Иерархическая структура Джайна для состояний в дробном квантовом эффекте Холла

- J.K. Jain, Phys. Rev. Lett. 63, 199 (1989).

Лекция 7. Ю.Г.Махлин

Сверхпроводниковые квантовые биты: как построить квантовый компьютер

1. Зарядовый сверхпроводниковый квантовый бит, гамильтониан, одно-кубитные операции (RMP, IIA)
2. Экспериментальное наблюдение когерентных квантовых осцилляций (Накамура и др., 1999) (RMP, IID)
3. Магнитные сверхпроводниковые кубиты, гамильтониан, одно-кубитные операции (RMP, IIIA)

-Yu. Makhlin, G. Schön, A. Shnirman, Rev.Mod.Phys. 73, 357 (2001)

Лекция 8. М.В.Фейгельман

Графен и топологические изоляторы: причуды зонных структур и релятивистская физика на столе

1. Пусть есть двухслойный графен. Какой там спектр при низких энергиях ?
 2. Найти весь спектр графена в поперечном магнитном поле
 3. Вычислить коэффициент прохождения T в ситуации клейновского туннелирования, показанной на стр. 16 лекции
 4. Найти спектр поверхностных состояний ТИ в поперечном магнитном поле
 5. Найти щель в спектре поверхностных состояний из-за перекрытия волновых функций верхней и нижней поверхностей топологического изолятора
 6. Вывести формулу для спектра состояний в «туннеле» (стр. 36 лекции)
- A.H. Castro Neto, F. Guinea, N. M. R. Peres, K. S. Novoselov, A. K. Geim, [The electronic properties of graphene](#), Rev. Mod. Phys. 81, 109 (2009)
- Xiao-Liang Qi and Shou-Cheng Zhang, [Topological insulators and superconductors](#), Rev. Mod. Phys. 83, 1057 (2011)
- M. Z. Hasan and C. L. Kane, [Topological insulators](#), Rev. Mod. Phys. 82, 3045 (2010)

Лекция 9. А.С.Иоселевич

Фрактальные системы в природе и их необычные физические свойства

1. Структура и статистика конечных кластеров в задаче о смеси.
 - Б.И.Шкловский, А.Л.Эфрос, Электронные свойства легированных полупроводников, глава 5, Наука, М., 1979
 - Б.М.Смирнов, Физика фрактальных кластеров, Наука, М., 1991.
 - D. Stauffer and A. Aharony, Introduction to Percolation Theory (Taylor and Fransis, London, 1994).
2. Физические свойства бесконечного кластера в теории протекания. Проводимость и диэлектрическая проницаемость.

-Б.И.Шкловский, А.Л.Эфрос, Электронные свойства легированных полупроводников, глава 5, Наука, М., 1979;

- A. L. Efros and B. I. Shklovskii, Phys. Stat. Sol. b 76, 475 (1976);

- A. Bunde and S. Havlin, Percolation II, in Fractals and Disordered Systems, eds. A. Bunde and S. Havlin (Springer, Berlin, 1996).

3. Слипание частиц во фрактальные кластеры и образование геля.

- Kinetics of aggregation and gelation, eds. F. Family and D. P. Landau, (Elsevier, Amsterdam, 1984);

- R. Jullien and R. Botet, Aggregation and Fractal Aggregates, (World Scientific, Singapore, 1987).

4. Фрактальные свойства шероховатых поверхностей.

-J.C. Russ, Fractal surfaces, Plenum press, NY, 1994;

- R. Jullien, J. Kertesz, P. Meakin and D. Wolf (eds.) Surface Disordering: Growth, Roughening and Phase Transitions (Nova Science, NY, 1992);

- F. Family, T. Vicsek, Dynamics of fractal surfaces (World Scientific, Singapore, 1991).

Лекция 10. М.В.Фейгельман

Квантовые магнетики и спиновые жидкости: задачи о скрытом порядке

1. Рассмотреть цепочку XY спинов $\frac{1}{2}$ с числом узлов N и найти при помощи преобразования Йордана-Вигнера ее намагниченность как функцию поля h вдоль оси Z. Зависит ли ответ от знака обменного взаимодействия J?

2. Найти минимальную энергию в расчете на один спин для системы классических 2-компонентных «спинов» $S = (S_x, S_y)$ находящихся в узлах 3-угольной решетки и взаимодействующих как $J \sum_{\langle ij \rangle} S_i S_j$ при $J > 0$.

3. Сосчитать показатель α в числе димерных покрытий $\exp(\alpha N)$ на квадратной решетке из N узлов.

4. Найти число не переходящих друг в друга классов конфигураций димеров на треугольной решетке на цилиндре и на торе. Как изменится ответ для случая квадратной решетки ?

- Л.С.Левитов и А.В.Шитов, «Функции Грина», раздел 1.4

- A. Ioselevich, D. A. Ivanov, and M. V. Feigelman, [Ground-state properties of the Rokhsar-Kivelson dimer model on the triangular lattice](#), Phys. Rev. B 66, 174405 (2002)

- G. Misguich, Quantum spin liquids, [arXiv:0809.2257](#) Lectures given at the Les Houches summer school on "Exact Methods in Low-dimensional Statistical Physics and Quantum Computing" (July 2008)