

## ОТЗЫВ

### НЕОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу А.М. Сарры “ТОЧНОЕ ВЫЧИСЛЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ НЕКОТОРЫХ МОДЕЛЬНЫХ СИСТЕМ”, представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – “теоретическая физика”. Диссертационная работа состоит из двух частей, связанных единой тематикой – получение аналитически точных результатов для термодинамических функций, используя точные аналитические свойства их потенциальных функций (первая часть диссертации), и модель “вложенного атома” – модель L.G. Caron, G.W. Pratt (вторая часть диссертации), которая имеет широкое распространение в расчётах физических свойств кристаллических квантовых систем.

Основной результат *первой* части диссертации – установление точного аналитического вида свободной энергии классических систем (см. выражение (3) в автореферате), который получен в статистической физике Ландау-Лифшица путём масштабных преобразований всех величин, фигурирующих в точном выражении для статистической суммы классической системы. В этом выражении, однако, фигурирует *неизвестная* функция  $\varphi$  от сложного аргумента. Поэтому это выражение фактически невозможно использовать в каких-либо расчётах. В диссертации поставлена цель – установить точный явный вид этой функции на основе точного решения двух точных дифференциальных уравнений в частных производных – *уравнения термодинамической согласованности* (см. выражение (4) в автореферате) и *теоремы вириала* (выражение (5)). Решение этих уравнений позволяет найти, с одной стороны, явный вид для давления (что стало возможным благодаря специального вида потенциальной энергии этой классической системы – её *однородности*), а с другой стороны, это же давление можно получить дифференцированием свободной энергии (3), в котором и будет фигурировать неизвестная функция  $\varphi$ . Приравниванием этих выражений для давления, диссертант получает искомое уравнение для нахождения явного вида неизвестной функции  $\varphi$  (см. выражение (6)).

*Однородность* потенциальной энергии здесь сыграла решающую роль – она позволила использовать теорему вириала в качестве *второго* точного уравнения для замыкания первого точного – уравнения термодинамической согласованности (см. (4)). Однако, в прикладных расчётах уравнения состояния однородные функции не встречаются, и поэтому диссертант рассмотрел некий аналог теоремы вириала для *неоднородных* потенциальных функций, который позволяет замкнуть уравнение (4), приводя, к более или менее, разумным физическим результатам.

Основные результаты *второй* части диссертации – явное и точное вычисление всех корреляционных функций рассматриваемой им модельной системы, *модели вложенного атома*, – её энергии, средних чисел заполнения, мацубаровских функций Грина (запаздывающих, опережающих, нулевых), развита теория возмущений для мацубаровской функции Грина в уравнении Дайсона (то есть для её собственно-энергетической части, которая для этой модели, как показано в диссертации, вычисляется точно, поскольку здесь, обычно бесконечный ряд для неё, обрывается уже на члене IV-го порядка). Все корреляционные функции этой модели вычислены ещё и для случая нулевой температуры, то есть для её основного состояния. Кстати, спектральная плотность (она обычно обозначается в литературе как  $A(\omega)$ ) одноэлектронных состояний в этом случае совпадает с выражением для неё, вычисленным Хаббардом методом Боголюбова-Тябликова (то есть

методом двухвременных температурных функций Грина). В случае нулевой температуры даже модель вложенного атома приводит к антиферромагнетизму Нагаоки. Таким образом, в случае основного состояния системы эта модель подтверждает уже известные результаты.

Вывод по всей диссертации:

полученные диссертантом А.М. Сарры результаты являются оригинальными, новыми и вполне обоснованными; они достаточно широко опубликованы в центральных физических журналах (ФТТ, ЖТФ). Диссертация удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям в отношении актуальности, новизны, достоверности, научной и прикладной ценности.

Диссертант А.М. Сарры безусловно заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – "теоретическая физика".

Главный научный сотрудник теоретического отдела РФЯЦ-ВНИИЭФ, доктор физико-математических наук, профессор С.А. Холин.

Подпись Холина С.А. удостоверяю:

Учёный секретарь РФЯЦ-ВНИИЭФ Хижняков В.В.

