

Олимпиада по теоретической физике в МФТИ

Воскресенье 13 мая 2018 г., 11:00–15:00, аудитория 202 «Нового корпуса» МФТИ

1) Ф.И.О. (полностью):

2) ВУЗ:

3) Факультет:

4) Курс:

5) e-mail:

6) телефон:

Оформляйте **каждую задачу на отдельном листе**, чтобы их можно было проверять параллельно!

1 Одномерные столкновения атомов (А.А. Пухов)

Два атома одномерного идеального газа с массами m_1 и m_2 расположены около стенки одномерного сосуда. Атомы испытывают между собой и стенкой абсолютно упругие столкновения. Каково максимальное число N столкновений атомов при их произвольных начальных скоростях? Для определённости будем считать, что $m_2 \gg m_1$, где m_1 - масса ближнего к стенке атома.

2 Испарение черной дыры (А.А. Пухов)

Площадь горизонта событий черной дыры A равна $4\pi r_g^2$, где $r_g = 2GM/c^2$ гравитационный радиус, M – масса черной дыры. Во всех процессах с незаряженной, невращающейся черной дырой величина A только возрастает (теорема Хокинга). Это позволяет считать A пропорциональной энтропии черной дыры S . Найдите температуру T и время испарения τ черной дыры за счет теплового излучения (эффект Хокинга). Чему равна теплоемкость черной дыры C , почему она отрицательна? Если черная дыра поглощает фоновое космическое излучение с температурой T_B , то ее испарение может стабилизироваться. Найдите массу M_* , при которой наступит равновесие и исследуйте его устойчивость.

3 Магнитное рассеяние (Л.А. Мельниковский)

Нейтрон с проекцией спина $s_z = 1/2$ и энергией E влетает в область однородного магнитного поля $\mathbf{H} = (H, 0, 0)$, направленного по оси Ox (шириной переходной области можно пренебречь). Для случая нормального падения

1. найдите коэффициент отражения R ;

2. найдите коэффициент прохождения D ;

3. найдите направление поляризации \mathbf{n} отраженного нейтрона (компоненты вектора $\mathbf{n} = (n_x, n_y, n_z) = (\langle \sigma_x \rangle, \langle \sigma_y \rangle, \langle \sigma_z \rangle)$) или азимутальный угол θ между \mathbf{n} и осью Oz и угол ϕ между проекцией \mathbf{n} на плоскость xy и осью Ox)

(а) при $H\mu \ll E$, (б) при $H\mu = E$, (с) при $H\mu \gg E$, (д) при произвольных H .

4 Тепловое равновесие трёх фермионов (Г.Б. Лесовик)

В осцилляторе, слабо связанном с тепловым резервуаром температуры T , находятся 3 частицы со спином $S = 1/2$. Найти вероятность того, что энергия системы равна энергии первого возбужденного состояния. Считать, что вероятность обнаружить систему в некотором состоянии экспоненциальным образом зависит от его энергии ($p_n \propto e^{-E_n/kT}$).

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ: модифицируйте условия задачи произвольным образом, но так, чтобы исходный смысл сохранялся. Максимальная оценка за новую версию задачи - 80% от оценки за решение задачи. Максимальная оценка за решение новой версии задачи - 70% от оценки за решение задачи.