

Олимпиада по теоретической физике

суббота 17 мая 2014 г.

Ф.И.О. (полностью):

ВУЗ:

Факультет:

Курс:

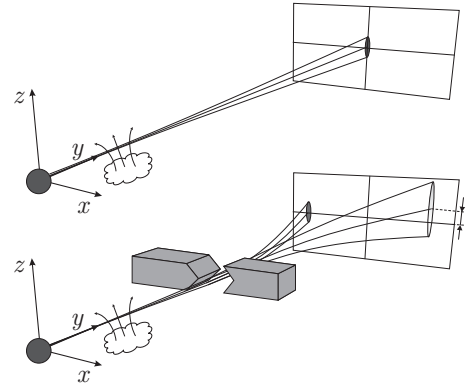
e-mail:

1 Когерентное состояние спина (А.Л. Барабанов)

Пусть Ω — это множество всех состояний частицы со спином $s = 1/2$, в которых $\langle s_x \rangle = \alpha/2$, где $0 < \alpha < 1$. Найдите спиноры ψ (нормированные на единицу) всех состояний из множества Ω , в которых произведение дисперсий $\langle (\Delta s_y)^2 \rangle$ и $\langle (\Delta s_z)^2 \rangle$ принимает наименьшее возможное значение.

2 Измерение слабых полей (С.Н. Филиппов)

Селективные квантовые измерения позволяют многократно повысить чувствительность приборов. Предположим, необходимо измерить неоднородность магнитного поля $b_z = \frac{\partial \mathcal{H}_z}{\partial z}$ вблизи некоторого объекта. Пролетая через эту неоднородность, пучок частиц со спином $s = \frac{1}{2}$ и магнитным моментом μ должен “расщепиться” так же, как в эксперименте Штерна-Герлаха. В случае слабой неоднородности b_z приобретаемая добавка к импульсу оказывается много меньше первоначального разброса по импульсу $\sqrt{\langle p_z^2 \rangle}$, и измерить расщепление экспериментально не удаётся (даже для достаточно медленных частиц и больших расстояниях до экрана). Однако, если на пути пучка после пролёта области неоднородности поставить “истинный” прибор Штерна-Герлаха, ориентированный в перпендикулярном направлении (с большим значением $b_x = \frac{\partial \mathcal{H}_x}{\partial x}$), то для одного из отклонённых пучков можно наблюдать существенное увеличение среднего значения проекции импульса на направление z , измеряя которое легко определить b_z (см. рис.). Рассчитайте нерелятивистскую динамику произвольного импульсно-спинового состояния $\psi(p_x, p_z)(\alpha|\uparrow\rangle + \beta|\downarrow\rangle)$ при распространении пучка до экрана и найдите увеличение разрешающей способности (отношение отклонений центров пучков во втором и первом случаях), если $\psi(p_x, p_z)$ – гауссовский волновой пакет и $\alpha/\beta = -1.1$. Покажите, что увеличение разрешающей способности достигается за счёт уменьшения интенсивности.



3 Мю-нуклонный водород (Ю.М. Белоусов)

Отрицательный мюон, попадая в среду, захватывается в связанное состояние с ядром, образуя «мюонный изотоп» с эффективным зарядом $Z - 1$. Определите энергию ионизации мюонного водорода μH , образовавшегося в результате такого захвата в ${}^4\text{He}$. Каково отличие от энергии ионизации обычного водорода ${}^1\text{H}$? Масса мюона $m_\mu \approx 207m_e$. Считать, что мюон находится в $1s$ -состоянии.

4 Белый карлик. Предел Чандрасекара (А.А. Пухов)

На финальной стадии эволюции, когда термоядерное “топливо” звезды уже выгорело, она превращается в белый карлик, состоящий из релятивистского вырожденного газа электронов и α -частиц. Из-за огромной разницы масс давление создают электроны, а гравитационное сжатие — α -частицы. Найдите (оцените) связь между равновесными радиусом R и массой M звезды. Найдите предельную массу звезды M_{ch} , сравните её с массой Солнца $M_\odot \approx 10^{33}$ г.