

Олимпиада по теоретической физике в МФТИ

Воскресенье 12 мая 2019 г., 11:00–15:00, Б. Химическая аудитория ЛК МФТИ

1) Ф.И.О. (полностью):

2) ВУЗ:

3) Факультет:

4) Курс:

5) Группа:

6) e-mail:

7) телефон:

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

1 Обобщённый осциллятор (М. Г. Иванов)

Нерелятивистская частица с массой m совершает одномерные колебания в гладком потенциале $U(x)$, при этом период колебаний T не зависит от энергии частицы E . Найти общий вид потенциала $U(x)$.

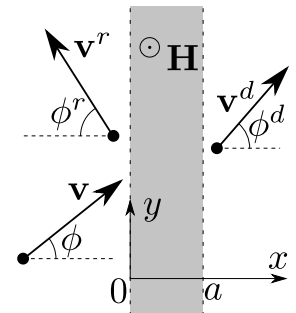
2 Электрон улетает от магнитного монополя (А. А. Пухов)

Монополь с магнитным зарядом g зафиксирован в начале координат. От него улетает нерелятивистский электрон с начальным расстоянием r_0 и скоростью v_0 , нормальная к радиусу компонента которой $v_{0\perp}$. Покажите, что электрон движется по поверхности конуса с вершиной в начале координат. Найдите угол раствора этого конуса θ . Исследуйте характер движения электрона по конусу. Чему равен θ при $r_0 = 1$ нм, $v_0 = 3 \cdot 10^{-4}$ с, $v_{0\perp} = 0,5v_0$? Масса электрона 10^{-27} г, заряд $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, скорость света $3 \cdot 10^{10}$ см/с, постоянная Планка 10^{-27} эрг · с.

3 Магнитное рассеяние 2.0 (Л. А. Мельниковский)

В плоском слое $0 < x < a$ создано однородное магнитное поле $\mathbf{H} = (0, 0, H)$, направленное по оси $0z$ (толщиной переходных областей можно пренебречь). Исследуйте рассеяние нерелятивистских α -частиц этим слоем: считая, что они падают со скоростью $\mathbf{v} = (v_x, v_y, 0)$ из области $x < 0$:

1. найдите скорость \mathbf{v}^r движения отразившихся частиц;
2. найдите скорость \mathbf{v}^d движения прошедших частиц;
3. предложите разумное определение коэффициентов отражения R и прохождения D ;
4. постройте (качественно) график зависимости $D(a)$;
5. найдите R при $a \ll \hbar/(mv)$, где m — масса протона.



4 Квази-связанный уровень в мелкой периодически-структурированной двумерной яме (С. С. Вергелес)

Двумерный потенциал имеет вид

$$U(x, y) = -\frac{\hbar^2}{ma} (\kappa_0 + \kappa_1 \cos(\Lambda y)), \quad |x| < a/2,$$

$$U(x, y) = 0, \quad |x| > a/2,$$

где m — масса частицы, параметры потенциала $\kappa_1 < \kappa_0$ положительны и малы, $\kappa_0 a \ll 1$, $\kappa_0/\Lambda \ll 1$, и, кроме того, $\Lambda a \ll 1$. Найдите глубину и ширину (скорость распада) квази-связанного в x -направлении состояния частицы, имеющего нулевой квази-импульс вдоль y -направления.

5 Резонанс Ферми (В. П. Крайнов)

В линейной молекуле углекислого газа имеются три нормальных колебания. Два из них являются линейными, когда атомы кислорода колеблются вдоль оси молекулы. Одно из них, при котором атомы кислорода колеблются в противофазе друг относительно друга, имеет высокую частоту. Другое, при котором атомы кислорода колеблются в фазе, имеет меньшую частоту (примерно $\frac{\nu_1}{c} = 1\,500\text{ см}^{-1}$). Она оказывается приблизительно в два раза больше, чем частота симметричных колебаний ν_2 атомов кислорода в направлении, перпендикулярном оси молекулы (то есть, $2\nu_2 \approx \nu_1$). Показать, что несмотря на малость взаимодействия колебаний ν_1 и $2\nu_2$, возникает так называемый резонанс Ферми, приводящий к сильному перемешиванию этих колебаний.