

Полусеместровая контрольная работа

группа	Ф.И.	Т	1	2	3	Σ

тестовая часть — максимум 2 балла, каждая задача по 3 балла

Задача 1

Для определения температуры используется пирометр с двумя фильтрами на длины волн $\lambda_1=750$ нм с шириной полосы пропускания 20 нм и $\lambda_2=550$ нм с шириной полосы пропускания 10 нм. Фильтры попеременно меняются перед фотодетектором, сигнал которого пропорционален числу попавших в него фотонов (считаем, что эффективность детектора одинакова для обоих диапазонов). Пирометр направлен на вольфрамовую нить, температура которой равна 1500 К.

Найти отношение сигналов детектора при использовании «синего» и «красного» светофильтров.

Задача 2

В трехмерной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками

$$U(x, y, z) = \begin{cases} 0, & \text{для } 0 \leq x, y, z \leq a \\ \infty & \text{иначе} \end{cases}$$

шириной $a=5\text{Å}$ находится четыре частицы со спином

$$S=1/2 \text{ массой } m=3 \times 10^{-27} \text{ г}$$

Найти полную энергию этих частиц, пренебрегая взаимодействием частиц друг с другом

Задача 3

Современные технологии электроники приближаются к нанометровым масштабам элементов, а технологии роста полупроводниковых кристаллов позволяют создавать практически произвольный профиль эффективного потенциала, действующего на электрон, создавая «разрешенные» области для электронов любой формы (например «дорожки» для протекания тока между элементами).

1. Оценить вероятность перехода электрона из одной «дорожки» в другую, находящуюся на расстоянии $d=5$ нм. Эффективная масса электрона в полупроводнике равна $0.2m_0$, где m_0 — масса свободного электрона, высота потенциального барьера между дорожками, отсчитанная от энергии электрона на «дорожке», равна $U=0.3$ эВ.
2. Электрон движется по «дорожке» с поперечным размером $d=5$ нм, энергия электрона превышает минимальную, необходимую для распространения по «дорожке» на $E_0=0.1$ эВ. Из-за дефекта изготовления, дорожка стала резко шире на 1 нм. Оценить вероятность отражения электрона от этой неоднородности. Для оценки можно считать задачу двумерной. Эффективная масса электрона в полупроводнике равна $0.2m_0$, где m_0 — масса свободного электрона.

1. В квантовой механике
 - a) можно одновременно измерить и координату, и импульс частицы с абсолютной точностью
 - b) нельзя измерить ни координату, ни импульс частицы с абсолютной точностью
 - c) точность одновременного определения координаты и импульса связана соотношением неопределенности Гейзенберга
2. Электроны в атоме
 - a) являются точечными частицами, находящимися в положительно заряженной среде («желе Томсона»)
 - b) движутся по орбитам произвольного радиуса
 - c) движутся по орбитам с радиусами, квантованными в соответствии с постулатами Бора
 - d) делокализованы, дискретные орбиты не могут быть определены, плотность вероятности описывается волновой функцией, определяемой из уравнения Шредингера
3. В каком опыте проявляется наличие импульса у фотона
 - a) фотоэффект
 - b) эффект Комптона
 - c) дискретный спектр излучения атома
 - d) излучение абсолютно чёрного тела
4. В глубоком космосе (далеко от звёзд) летят два космических аппарата одинаковой формы и размера, приборы внутри них выделяют постоянную одинаковую мощность. Один из аппаратов имеет зеркальную поверхность, второй — практически не отражающую. Что можно сказать о температурах аппаратов:
 - a) температуры равны
 - b) температуры равны температуре реликтового излучения
 - c) температура зеркального выше
 - d) температура зеркального ниже
5. Выпишите квантовые числа, определяющие состояние электрона в атоме

6. Выпишите соотношение неопределённостей Гейзенберга

7. Напишите стационарное уравнение Шредингера

8. Чему равны энергии стационарных состояний гармонического осциллятора с собственной частотой ω
