

**Экзаменационные билеты
по спецкурсу «Методы мессбауэровской спектроскопии»**

Билет №1

1. Общая схема ядерных превращений в эффекте Мессбауэра. Схема ядерных превращений для мессбауэровского изотопа ^{57}Fe . Основные характеристики мессбауэровских изотопов (название, обозначение, порядки величин, на что и как влияет).

2. Электрическое монопольное взаимодействие и сдвиг мессбауэровской линии (формулы, схема уровней, изомерный сдвиг, калибровочная константа, вид спектра).

3. Найти отношение расстояний между крайними и внутренними компонентами мессбауэровского спектра ядер ^{119}Sn (g -факторы основного и возбужденного состояний $g_{\text{gr}} = -2.0922$, $g_{\text{ex}} = +0.422$).

Билет №2

1. Потеря энергии свободно покоящимся ядром на отдачу. Энергия отдачи (порядок величины, сравнение со временем жизни возбужденного состояния). Доплеровское уширение линии испускания ядра, участвующего в тепловом движении (форма и интегральная ширина линии, порядки величин).

2. Квадрупольное взаимодействие и сверхтонкая структура ядерных уровней (квадрупольный момент ядра, константа квадрупольного взаимодействия, гамильтониан, собственные значения, ядерные переходы, мессбауэровский спектр).

3. Нарисовать вид мессбауэровского спектра ядер ^{57}Fe при наличии в области расположения ядра:

- а) однородного электрического поля,
- б) однородного электрического и магнитного полей.

Билет №3

1. Вероятность эффекта Мессбауэра и колебательный спектр ядра (формула, физический смысл входящих в формулу величин, определение). Температурная зависимость вероятности эффекта Мессбауэра (рисунок).

2. Магнитный момент и спин ядра (орбитальный и спиновый моменты нуклонов, g -факторы, величина магнитного момента ядра).

3. Нарисовать вид мессбауэровского спектра ядер ^{57}Fe при наличии в области расположения ядра:

- а) однородного электрического поля,
- б) однородного электрического и магнитного полей.

Билет №4

1. Схема проведения Мессбауэровского эксперимента. Мессбауэровский спектрометр (составные части спектрометра, основные режимы работы, схемы регистрации спектра).

2. Определение и свойства тензоров квадрупольного момента ядра и градиента электрического поля (квадрупольный момент ядра, градиент электрического поля, параметр асимметрии).

3. На сколько изменится температурный сдвиг мессбауэровской линии δ_T ядер ^{57}Fe в единицах доплеровской шкалы скоростей при увеличении дебаевской температуры ϑ_D колебательного спектра ядер на 100 К в области низких температур ($T \ll \vartheta_D$)? ($k_B \cong 1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К, $1 \text{ а.е.м.} \cong 1.66 \cdot 10^{-27}$ кг).

Билет №5

1. Линии испускания и поглощения ядрами в твердом теле (рисунки, форма и ширина линий, порядки величин). Вероятность эффекта Мессбауэра (формула, определение).

2. Комбинированное сверхтонкое взаимодействие (гамильтониан, собственные значения, схема уровней, ядерные переходы, мессбауэровский спектр).

3. На сколько изменится температурный сдвиг мессбауэровской линии δ_T ядер ^{57}Fe в единицах доплеровской шкалы скоростей при увеличении температуры на 100 К в области классического приближения? ($k_B \cong 1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К, $1 \text{ а.е.м.} \cong 1.66 \cdot 10^{-27}$ кг).

Билет №6

1. Вероятность эффекта и площадь мессбауэровской линии. Случай тонкого образца (формулы, физический смысл входящих в формулы величин).

2. Феноменологический подход в описании изомерного сдвига мессбауэровской линии (электронная конфигурация атома Sn, электронный слой, электронная оболочка, орбиталь, внутренние и валентные электронные оболочки, общая формула и формула для ядер ^{119}Sn).

3. Оценить скорость движения источника $^{119\text{m}}\text{Sn}$ относительно поглотителя Δv_r , при которой энергия γ -кванта $E_0 \cong 23.88$ кэВ изменится на естественную ширину уровня возбужденного состояния, время полураспада которого $t_{1/2} \cong 0.18 \cdot 10^{-7}$ с ($1\text{эВ} \cong 1.6 \cdot 10^{-19}$ Дж, $\hbar \cong 1.055 \cdot 10^{-34}$ Дж·с).

Билет №7

1. Мессбауэровский спектр (определение, рисунок). Огибающая мессбауэровского спектра (формула, физический смысл входящих в формулу величин). Видимая и относительная величины эффекта, стандартное отклонение статистических ошибок интенсивности счета, эффективная толщина образца (формулы).

2. Энергия электростатического взаимодействия (центр распределения заряда и электрический дипольный момент ядра, разложение электростатического потенциала и энергии электростатического взаимодействия, интерпретация членов разложения).

3. Определить характер и мультипольность излучения γ -квантов для мессбауэровского перехода ядер ^{151}Eu : $\frac{7^+}{2} \rightarrow \frac{5^+}{2}$.

Билет №8

1. Сечение резонансного поглощения, его зависимость от энергии. Максимальное сечение резонансного поглощения (определения, формулы, физический смысл входящих в формулы величин).

2. Магнитное дипольное взаимодействие и сверхтонкая структура ядерных уровней (гамильтониан, собственные значения, константа сверхтонкого магнитного дипольного взаимодействия, схема уровней, ядерные переходы, мессбауэровский спектр).

3. Оценить в эВ величину энергии отдачи R свободного покоящегося ядра ^{119}Sn массы $m = 119 \text{ а. е. м.}$ и энергии мессбауэровского перехода $E_0 \cong 23.88 \text{ кэВ}$ ($1 \text{ эВ} \cong 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$, $1 \text{ а. е. м.} \cong 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$, $\hbar \cong 1.055 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$).

Билет №9

1. Температурный сдвиг и колебательный спектр ядра (формула, физический смысл входящих в формулу величин, определение).

2. Феноменологический подход в описании изомерного сдвига мессбауэровской линии (электронная конфигурация атома Fe, электронный слой, электронная оболочка, орбиталь, внутренние и валентные электронные оболочки, общая формула и формула для ядер ^{57}Fe).

3. Оценить в единицах доплеровской скорости естественную ширину линии излучения Γ_τ для ядер ^{57}Fe , время полураспада которого в возбужденном состоянии $t_{1/2} \cong 0.98 \cdot 10^{-7} \text{ с}$ с энергией $E_0 \cong 14.41 \text{ кэВ}$ ($1 \text{ эВ} \cong 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$, $\hbar \cong 1.055 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$).