

# ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

## едра физики

Уравнение Шредингера, его свойства. Вероятностная интерпретация волновой функции.

Фотопроводимость полупроводников. Процессы генерации и рекомбинации носителей заряда.

Рассчитайте активность одного грамма  ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ , если период полураспада этого изотопа  $T_{1/2} = 1620$  лет.

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

### Кафедра физики

1. Стационарные состояния, их временная зависимость. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.
2. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Виды радиоактивных излучений. Активность.
3. Линейные размеры атома водорода составляют величину порядка  $10^{-10}$  м. используя соотношение неопределенностей, оцените минимальную кинетическую энергию  $E_k$  электрона в атоме.

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

Кафедра физики

1. Спонтанное и индуцированное вынужденное излучение. Коэффициенты “А” и “В” Эйнштейна.
2. Корпускулярно-волновой дуализм материи. Гипотеза де Бройля. Опыты по дифракции микрочастиц.
3. Температурный коэффициент сопротивления  $\alpha = \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dT}$  чистого

беспримесного германия при комнатной температуре равен  $\alpha = -0,05 \text{ K}^{-1}$ .  
Найдите ширину запрещенной зоны данного полупроводника.

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

### Кафедра физики

1. Примесная проводимость полупроводников. Полупроводники р- и n-типа. Уровень Ферми в примесных полупроводниках.
2. Основные постулаты квантовой механики. Вероятностный характер результатов измерений в квантовой механике.
3. Фотон с энергией  $E_1$  рассеялся на свободном электроне под углом  $\theta$ . Считая, что электрон до соударения покоился, найдите энергию  $E_2$  рассеянного фотона.

# ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

## Кафедра физики

1. Гипотеза де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм материи. Опыты по дифракции микрочастиц.
2. Собственная проводимость полупроводников. Уровень Ферми в чистых беспримесных полупроводниках. Зависимость проводимости полупроводника от температуры.
3. В некоторый момент времени частица находится в состоянии, описываемом волновой функцией, координатная часть которой имеет вид

$$\psi(x) = A \cdot \exp\left\{-\frac{x^2}{a^2} + ikx\right\}, \text{ где } A \text{ и } a - \text{некоторые постоянные, а } k -$$

заданный параметр, имеющий размерность обратной длины. Найдите для данного состояния среднее значение координаты частицы  $\langle x \rangle$ .

# ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

Кафедра физики

Волновая функция, ее вероятностный смысл и условия, которым она должна удовлетворять. Принцип суперпозиции в квантовой механике.

Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Виды радиоактивных излучений. Активность.

Во сколько раз изменится при повышении температуры от  $T_1 = 300$  К до  $T_2 = 320$  К удельное сопротивление  $\rho$  собственного полупроводника, ширина запрещенной зоны которого равна  $\Delta E = 0,330$  эВ ?

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

Федра физики

- Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект. Сканирующий туннельный микроскоп.
- Структура атомного ядра. Характеристики ядер: заряд, размеры, масса, энергия связи. Свойства и обменный характер ядерных сил.
- Узкий пучок моноэнергетических нерелятивистских электронов падает нормально на поверхность монокристалла. В направлении, составляющим угол  $\alpha = 60^\circ$  с нормалью к поверхности, наблюдается максимум отражения электронов третьего порядка. Определите ускоряющую разность потенциалов, которую прошли электроны, если расстояние между отражающими атомными плоскостями кристалла  $d = 0,2$  нм.

# ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

## Кафедра физики

1. Принцип работы лазера. Особенности лазерного излучения. Основные типы лазеров, их применение.
2. Эффект Комптона. Дуализм волновых и корпускулярных свойств излучения.
2. Найдите кинетическую энергию электрона, при которой его длина волны де Бройля равна его комptonовской длине волны  $\lambda_K$ .



## Кафедра физики

1. Тепловое излучение. Интегральные и спектральные характеристики излучения. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина.
2. Принцип неразличимости тождественных частиц в квантовой механике. Симметричные и антисимметричные состояния тождественных микрочастиц. Фермионы и бозоны. Принцип Паули.
3. Масс-спектрометрический анализ образцов лунной породы показал, что отношение количества атомов  $^{40}\text{Ar}$  и  $^{40}\text{K}$  в ней равно  $\eta = 10,3$ . Считая, что аргон целиком образовался из калия в результате радиоактивного распада, определите возраст лунной породы. Период полураспада  $^{40}\text{K}$  составляет  $T_{1/2} = 1,25 \cdot 10^9$  лет.

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13

Кафедра физики

- Частица в трехмерном потенциальном ящике. Энергетический спектр частицы. Понятие о вырождении энергетических уровней.
- Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Виды радиоактивных излучений. Активность.
- До какой температуры нужно нагреть классический электронный газ, чтобы средняя энергия его электронов была равна средней энергии свободных электронов в серебре при  $T = 0 \text{ K}$ ? Энергия Ферми серебра  $E_F = 5,51 \text{ эВ}$ .

1. Уравнение Шредингера для гармонического осциллятора, свойства его решений.
2. Собственная проводимость полупроводников. Концентрация электронов и дырок в чистых беспримесных полупроводниках. Температурная зависимость собственной проводимости полупроводников. Уровень Ферми в собственных полупроводниках.
3. Воспользовавшись распределением свободных электронов в металле по энергиям, найдите отношение средней скорости свободных электронов к их максимальной скорости при  $T = 0$ .

Кафедра физики

1. Корпускулярно-волновой дуализм материи. Гипотеза де Бройля. Опыты по дифракции микрочастиц.
2. Основные постулаты квантовой механики. Представление физических величин операторами. Собственные функции и собственные значения операторов, их связь с результатами измерений.
3. Определите отношение концентраций электронов проводимости в литии (Li) и цезии (Cs), если известно, что уровни Ферми в этих металлах при  $T = 0$  имеют значения, равные  $E_F^{Li}(0) = 4,7$  эВ и  $E_F^{Cs}(0) = 1,5$  эВ.

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18

### Кафедра физики

1. Основные постулаты квантовой механики. Представление физических величин операторами. Вычисление средних значений физических величин.
2. Электроны в периодическом поле кристалла. Образование энергетических зон. Структура зон в металлах, полупроводниках, диэлектриках.
3. Воспользовавшись распределением свободных электронов в металле по энергиям, найдите отношение средней кинетической энергии свободных электронов в металле при  $T = 0$  к их максимальной энергии.

# ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 22

## Кафедра физики

1. Статистика Ферми-Дирака. Функция распределения Ферми-Дирака. Вырожденный электронный газ. Энергия Ферми.
2. Волновая функция, ее вероятностный смысл и условия, которым она должна удовлетворять. Принцип суперпозиции в квантовой механике.
3. Частица массой  $m_0$  находится в одномерной потенциальной яме с непроницаемыми стенками в первом возбужденном состоянии. Найдите среднее значение кинетической энергии частицы  $\langle E_k \rangle$ , если ширина ямы равна  $a$ .

на заседании кафедры 20 мая 2015 г.  
Морозов А.Н.

# ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 24

## Кафедра физики

1. Зонная теория твердых тел. Структура зон в металлах, полупроводниках и диэлектриках.
2. Ядерная модель атома Резерфорда-Бора. Постулаты Бора.
3. Найдите, с какой скоростью движется электрон, если длина волны де Бройля электрона  $\lambda_B$  равна его комптоновской длине волны  $\lambda_K$ .

...ции кафедры 20 мая 2015 г.

# ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 25

Кафедра физики

1. Частица в одномерной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Квантование энергии. Плотность вероятности нахождения частицы для различных состояний.
  2. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Виды радиоактивных излучений. Активность.
  3. Считая, что кинетическая энергия  $E$  нуклона (протона или нейтрона) в ядре равна 10 МэВ, оцените, исходя из соотношения неопределенностей, линейные размеры ядра.
-



## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 27

### Кафедра физики

1. Примесная проводимость полупроводников. Полупроводники р- и n-типа. Уровень Ферми в примесных полупроводниках.
2. Принцип работы лазера. Особенности лазерного излучения. Основные типы лазеров, их применение.
3. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с непроницаемыми стенками. Определите, при какой ширине ямы  $a$  минимальное энергетическое расстояние между уровнями электрона сравнимо с энергией теплового движения при температуре  $T$ .

# ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 28

## Кафедра физики

1. Структура атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи, свойства и обменный характер ядерных сил.
2. Движение микрочастицы в области одномерного потенциального порога. Случай “высокого” и “низкого” порога.
3. Волновая функция основного состояния электрона в атоме водорода имеет вид  $\psi(r) = 1/\sqrt{\pi a^3} \cdot \exp(-r/a)$ , где  $r$  - расстояние электрона до ядра,  $a$  - радиус первой боровской орбиты. Найдите вероятность того, что электрон находится в области  $r \leq a$ .

кафедры 20 мая 2015 г.

# ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 29

## Кафедра физики

1. Тепловое излучение. Интегральные и спектральные характеристики излучения. Закон Кирхгофа. Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана.
2. Собственная проводимость полупроводников. Уровень Ферми в чистых полупроводниках. Температурная зависимость собственной проводимости полупроводников.
3. Частица массой  $m_0$  падает на прямоугольный потенциальный порог высоты  $U_0$ . Энергия частицы равна  $E$ , причем  $E < U_0$ . Найдите эффективную глубину проникновения частицы в область порога, т.е. расстояние от границы порога до точки, в которой плотность вероятности нахождения частицы уменьшается в  $e$  раз.

# ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 30

## Кафедра физики

1. Частица в трехмерном потенциальном ящике. Энергетический спектр частицы. Понятие о вырождении энергетических уровней.
2. Принцип неразличимости тождественных частиц в квантовой механике. Симметричные и антисимметричные состояния тождественных микрочастиц. Фермионы и бозоны. Принцип Паули.
3. Покажите, что в атоме водорода на круговой стационарной боровской орбите укладывается целое число длин волн де Бройля электрона. Определите длину волны де Бройля электрона на круговой орбите с главным квантовым числом  $n$ .

кафедры 20 мая 2015 г.