

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

БИЛЕТ № 1

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Контактные явления в полупроводниках. P-n-переход, его вольтамперная характеристика.
2. До какой температуры нужно нагреть классический электронный газ, чтобы средняя энергия его электронов была равна средней энергии свободных электронов в серебре при  $T = 0$  K? Энергия Ферми серебра  $E_F = 5,51$  эВ.
3. Работа выхода электрона из металла, ее физический смысл.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.

(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

БИЛЕТ № 2

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Фотопроводимость полупроводников. Процессы генерации и рекомбинации носителей заряда.
2. Воспользовавшись распределением свободных электронов в металле по энергиям, найдите отношение средней скорости свободных электронов к их максимальной скорости при температуре  $T = 0$ .
3. Зонная структура в металлах, полупроводниках и диэлектриках.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.

(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»  
БИЛЕТ № 3  
К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Принцип неразличимости тождественных частиц в квантовой механике. Симметричные и антисимметричные состояния тождественных микрочастиц. Фермионы и бозоны. Принцип Паули.
2. Воспользовавшись распределением свободных электронов в металле по энергиям, найдите отношение средней кинетической энергии свободных электронов в металле при температуре  $T = 0$  к их максимальной энергии.
3. Красная граница фотопроводимости полупроводников.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»  
БИЛЕТ № 4  
К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Принцип тождественности одинаковых микрочастиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.
2. Найдите среднюю скорость свободных электронов в металле при температуре  $T = 0$ , если энергия Ферми для этого металла  $E_F(0) = 5,51$  эВ.
3. Зонная структура в металлах, полупроводниках и диэлектриках

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

БИЛЕТ № 5

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Статистика Бозе-Эйнштейна. Функция распределения Бозе-Эйнштейна. Свойства идеального газа бозе-частиц.
2. Воспользовавшись распределением свободных электронов в металле по энергиям при температуре  $T = 0$ , получите распределение электронов по скоростям.
3. Фотопроводимость полупроводников. Собственная и примесная фотопроводимость.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

БИЛЕТ № 6

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Статистика Ферми-Дирака. Функция распределения Ферми-Дирака.
2. Вырожденный электронный газ. Энергия Ферми.
2. Найдите ширину запрещенной зоны беспримесного полупроводника, проводимость которого возрастает в  $\eta = 4,0$  раза при увеличении температуры от  $T_1 = 300$  К до  $T_2 = 400$  К.
3. Уровень Ферми в чистых беспримесных полупроводниках.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

БИЛЕТ № 7

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Эффект Холла в полупроводниках, его практическое применение.
2. Определите отношение концентраций электронов проводимости при  $T = 0$  в литии и цезии, 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.
3. Уровень Ферми в примесных полупроводниках. Его зависимость от температуры.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

БИЛЕТ № 8

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Фотопроводимость полупроводников. Процессы генерации и рекомбинации носителей заряда.
2. Найдите угол наклона графика зависимости логарифма проводимости беспримесного полупроводника  $\ln \sigma$  от величины  $1/T$ , где  $T$  – температура, если ширина запрещенной зоны этого полупроводника составляет  $\Delta E_{запр} = 0,67$  эВ.
3. Принцип Паули для системы тождественных ферми-частиц.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»  
БИЛЕТ № 9  
К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ  
по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Зонная теория твердых тел. Структура зон в металлах, полупроводниках и диэлектриках.
2. Воспользовавшись распределением свободных электронов в металле по энергиям при температуре  $T = 0$ , получите распределение электронов по импульсам.
3. Симметричные и антисимметричные состояния тождественных микрочастиц. Фермионы и бозоны.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4 17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4 А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»  
БИЛЕТ № 10  
К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ  
по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Собственная проводимость полупроводников. Концентрация электронов и дырок в чистых полупроводниках. Температурная зависимость проводимости беспримесных полупроводников. Уровень Ферми в чистых полупроводниках.
2. Частица находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками в первом возбужденном состоянии. Найдите среднее значение квадрата импульса частицы  $\langle p^2 \rangle$  в этом состоянии.
3. Принцип Паули для системы тождественных ферми-частиц.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4 17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4 А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»  
БИЛЕТ № 11  
К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ  
по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Примесная проводимость полупроводников. Концентрация основных и неосновных носителей в полупроводнике  $p$  – типа. Уровень Ферми примесного полупроводника  $p$  - типа. Температурная зависимость проводимости примесного полупроводника  $p$  – типа.
2. Частица массой  $m_0$  находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками в основном состоянии. Найдите среднее значение кинетической энергии частицы  $\langle E_k \rangle$ .
3. Электроны в периодическом поле кристалла. Образование энергетических зон.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4 17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4 А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»  
БИЛЕТ № 12  
К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ  
по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Электроны в периодическом поле кристалла. Образование энергетических зон. Валентная зона и зона проводимости.
2. Пластина из германия  $n$ -типа длиной  $L = 10$  см и шириной  $b = 6$  мм помещена в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл перпендикулярно линиям магнитной индукции. При напряжении  $U = 250$  В, приложенном к концам пластины, холловская разность потенциалов  $U_H = 8,8$  мВ. Найдите постоянную Холла  $R_H$  этого германия, если его удельная проводимость  $\sigma = 80$  См/м.
3. Работа выхода электрона из металла, ее физический смысл.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4 17.04.2024г.

Заведующий кафедрой ФН-4 А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»  
БИЛЕТ № 13  
К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ  
по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Примесная проводимость полупроводников. Концентрация основных и неосновных носителей в полупроводниках n-типа. Уровень Ферми примесного полупроводника n-типа. Температурная зависимость проводимости примесного полупроводника n-типа.
2. Определите отношение значений энергии Ферми при  $T = 0$  в литии и цезии, если известно, что отношение концентраций электронов проводимости в этих металлах  $n_{Li}/n_{Cs} = \eta$ .
3. Красная граница фотопроводимости полупроводников.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»  
БИЛЕТ № 14  
К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ  
по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Эффект Холла в полупроводниках, его практическое применение.
2. Определите результат измерения проекции импульса  $L_z$  и его вероятность для системы, находящейся в состоянии, описываемом волновой функцией  $\psi(\varphi) = Ae^{i\varphi}$ , где  $\varphi$  - азимутальный угол.
3. Симметричные свойства волновых функций систем тождественных бозонов и тождественных фермионов, их связь со спином частиц

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

БИЛЕТ № 15

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Фотопроводимость полупроводников. Процессы генерации и рекомбинации носителей заряда.
2. Исходя из того, что оператор азимутального угла имеет вид  $\hat{\phi} = \phi$ , а оператор проекции момента импульса на ось  $z$  —  $\hat{L}_z = \frac{\hbar}{i} \frac{\partial}{\partial \phi}$ , решите вопрос о возможности одновременного измерения в квантовой механике азимутального угла  $\phi$  и проекции момента импульса  $L_z$ .
3. Температура Ферми системы фермионов, ее физический смысл.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

БИЛЕТ № 16

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Контактные явления в полупроводниках. P-n-переход, его вольтамперная характеристика.
2. В момент времени  $t=0$  волновая функция частицы в одномерной потенциальной яме шириной  $a$  с бесконечно высокими стенками имеет вид  $\psi(x) = A \sin \frac{2\pi x}{a}$ . Найдите среднее значение импульса частицы в данном состоянии.
3. Энергия Ферми системы тождественных фермионов, ее физический смысл.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

БИЛЕТ № 17

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Уровень Ферми в чистых и примесных полупроводниках. Его зависимость от температуры.
2. Найдите максимальную кинетическую энергию свободных электронов в металле при  $T = 0$ , если их концентрация равна  $n$ .
3. Фермионы и бозоны. Принцип Паули.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.

(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

БИЛЕТ № 18

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Контактные явления в полупроводниках. P-n-переход, его вольтамперная характеристика и выпрямляющие свойства.
2. До какой температуры нужно нагреть классический электронный газ, чтобы средняя энергия его электронов была равна средней энергии свободных электронов в серебре при  $T = 0$  К? Энергия Ферми серебра  $E_F = 5,51$  эВ.
3. Зонная структура твердых тел, валентная зона, зона проводимости.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.

(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

БИЛЕТ № 19

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Распределение Ферми-Дирака. Энергия Ферми. Вырожденный электронный газ. Температура вырождения.
2. Температура чистого беспримесного полупроводника повысилась от  $T_1 = 300 \text{ К}$  до  $T_2 = 400 \text{ К}$ . Во сколько раз уменьшилось его удельное сопротивление  $\rho$ , если ширина запрещенной зоны этого полупроводника составляет  $\Delta E_{\text{запр}} = 1,11 \text{ эВ}$ ?
3. Эффект Холла в полупроводниках, его практическое применение.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

БИЛЕТ № 20

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Фотопроводимость полупроводников. Процессы генерации и рекомбинации носителей заряда.
2. Ширина запрещенной зоны чистого беспримесного полупроводника составляет  $\Delta E_{\text{запр}} = 0,67 \text{ эВ}$ . Найдите температурный коэффициент сопротивления  $\alpha = \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dT}$  данного полупроводника при комнатной температуре.
3. Симметричные свойства волновых функций систем тождественных бозонов и фермионов, их связь со спином частиц.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»  
БИЛЕТ № 21  
К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ  
по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Распределение Ферми-Дирака. Функция распределения частиц по энергиям. Энергия Ферми.
2. 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.
3. Носители тока в собственных полупроводниках.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»  
БИЛЕТ № 22  
К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ  
по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Р-п –переход. Его вольтамперная характеристика и выпрямляющие свойства.
2. Удельное сопротивление чистого беспримесного полупроводника при понижении температуры от  $T_1$  до  $T_2$  увеличилось в  $\eta = 2$  раза. Найдите отношение  $T_1/T_2$ .
3. Фермионы и бозоны. Принцип Паули.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»  
БИЛЕТ № 23  
К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ  
по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Примесная проводимость полупроводников n-типа. Уровень Ферми примесного полупроводника n-типа. Температурная зависимость проводимости примесного полупроводника n-типа.
2. Найдите концентрацию свободных электронов в металле при  $T = 0$ , если их максимальная кинетическая энергия равна  $E$ .
3. Температура Ферми системы тождественных фермионов, ее физический смысл

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4 17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4 А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»  
БИЛЕТ № 24  
К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ  
по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Принцип неразличимости тождественных частиц в квантовой механике. Симметричные и антисимметричные состояния тождественных микрочастиц. Фермионы и бозоны. Принцип Паули.
2. Найдите, чему равен коммутатор операторов проекции импульса  $\hat{p}_x = \frac{\hbar}{i} \frac{\partial}{\partial x}$  и координаты  $\hat{x} = x$ .
3. Температурная зависимость проводимости собственных полупроводников.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4 17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4 А.Н. Морозов

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»  
БИЛЕТ № 25  
К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ  
по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Принцип неразличимости тождественных частиц в квантовой механике. Симметричные и антисимметричные состояния тождественных микрочастиц. Фермионы и бозоны. Принцип Паули.
2. Найдите минимальную энергию образования пары электрон-дырка в чистом беспримесном полупроводнике, проводимость которого возрастает в  $\eta = 5,0$  раз при увеличении температуры от  $T_1 = 300\text{K}$  до  $T_2 = 400\text{K}$ .
3. Красная граница фотопроводимости полупроводников.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»  
БИЛЕТ № 26  
К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ  
по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Статистика Бозе-Эйнштейна. Функция распределения Бозе-Эйнштейна. Свойства идеального газа бозе-частиц.
2. Красная граница фотопроводимости чистого беспримесного германия при очень низких температурах соответствует длине волны  $\lambda_{ep} = 1,7$  мкм. Найдите ширину запрещенной зоны этого полупроводника.
3. Зонная структура твердых тел, валентная зона, зона проводимости.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»  
БИЛЕТ № 27  
К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ  
по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Квантовые распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Их предельный переход в классическое распределение Максвелла-Больцмана.
2. Частица массой  $m$  находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной  $a$  с бесконечно высокими стенками в основном состоянии. Найдите среднее значение импульса  $\langle p \rangle$  в этом состоянии.
3. Вырожденный электронный газ, температура вырождения.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»  
БИЛЕТ № 28  
К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ  
по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Симметричные и антисимметричные состояния тождественных микрочастиц. Фермионы и бозоны. Принцип Паули.
2. Воспользовавшись распределением свободных электронов в металле по энергиям, найдите отношение средней скорости свободных электронов к их максимальной скорости при температуре  $T = 0$ .
3. Проводимость собственных полупроводников. Носители тока в собственных полупроводниках.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.  
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

БИЛЕТ № 29

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Эффект Холла в полупроводниках, его практическое применение.
2. Воспользовавшись распределением свободных электронов в металле по энергиям, найдите отношение средней кинетической энергии свободных электронов в металле при температуре  $T = 0$  к их максимальной энергии.
3. Вырожденный электронный газ. Энергия Ферми.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.

(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

БИЛЕТ № 30

К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ

по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 6

1. Контактные явления в полупроводниках. P-n-переход, его вольтамперная характеристика.
2. В некоторый момент времени частица находится в состоянии, описываемом волновой функцией, координатная часть которой имеет вид  $\psi(x) = A \cdot \exp\left\{-\frac{x^2}{a^2} + ikx\right\}$ , где  $A$  и  $a$  - некоторые постоянные, а  $k$  - заданный параметр, имеющий размерность обратной длины. Найдите для данного состояния среднее значение координаты частицы  $\langle x \rangle$ .
3. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, его физический смысл.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

17.04.2024г.

(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов