


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кузько Андрей Евгеньевич  
Должность: Заведующий кафедрой  
Дата подписания: 08.07.2022 15:42:46  
Уникальный программный ключ:  
72581f52caba063db3331b3cc54ec107395c8caf

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой  
нанотехнологий, микроэлектроники,  
общей и прикладной физики

*(наименование кафедры полностью)*

  
\_\_\_\_\_ А.Е. Кузько

*(подпись)*

«16»  2022 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
для текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации обучающихся  
по дисциплине

Физика конденсированного состояния  
*(наименование дисциплины)*

28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
*(код и наименование ОПОП ВО)*

# **1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

## **1.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ УСТНОГО ОПРОСА**

### **1. Магнитные свойства вещества. Диамагнетики**

1. Диамагнетики.
2. Теорема Лармора.
3. Магнитная восприимчивость диамагнетиков.
4. Диамагнетизм газа свободных электронов металла.

### **2. Парамагнетики**

1. Классическая теория парамагнетизма. Закон Кюри.
2. Основы квантовой теории парамагнетизма.
3. Парамагнетизм электронного газа.
4. Адиабатное размагничивание парамагнитных тел как способ получения низких температур.

### **3. Ферромагнетики**

1. Ферромагнетики и их свойства.
2. Закон Кюри–Вейсса. Перестройка доменной структуры в процессе намагничивания ферромагнетика.
3. Классическая теория ферромагнетизма Вейсса и её затруднения.
4. Обменное взаимодействие и возникновение ферромагнитного состояния.

### **4. Диэлектрические свойства вещества. Виды диэлектриков**

1. неполярные диэлектрики и их поляризация в постоянном электрическом поле.
2. Формула Клаузиуса–Мосотти.
3. Полярные диэлектрики и температурная зависимость их поляризуемости.
4. Формула Дебая.
5. сегнетоэлектрики.

### **5. Взаимодействие света с диэлектриками**

1. Дисперсия электромагнитных волн.
2. Показатель преломления плоской монохроматической электромагнитной волны в неполярном диэлектрике.
3. Нормальная и аномальная дисперсия.

### **6. Кристаллическая решётка. Типы конденсированных сред, симметрия и структура кристаллов**

1. Межатомные и межмолекулярные взаимодействия.
2. Геометрия кристаллической решетки.

### **7. Динамика решетки, фононы**

1. Акустические и оптические колебания кристаллической решетки. Закон дисперсии.
2. Нормальные колебания решетки.
3. Распределение числа нормальных колебаний кристаллической решётки по частотам.

4. Фононы. Энергия нормальных колебаний.

### **8. Тепловые свойства твердых тел**

1. Теплоёмкость кристаллической решётки.
2. Закон Дюлонга и Пти.
3. Формула Дебая.
4. Тепловое расширение твердых тел.
5. Контактные явления.

### **9. Экспериментальные методы определения атомного состава и структуры кристалла**

1. Рентгенофлуоресцентный анализ.
2. Рентгенодифракционный анализ.
3. Бреговские плоскости.

### **10. Зонная теория твёрдых тел. Классическая теория электропроводности и её затруднения**

1. Кинетические процессы в электронном газе.
2. Теория металлов Друде.
3. Статическая электропроводность металла.
4. Высокочастотная электропроводность металла.
5. Плазмоны.

### **11. Свободный электронный газ**

1. Квантовый электронный газ.
2. Уравнение Шредингера, волновая функция, энергия, импульс, скорость, длина волны де Бройля.
3. Граничными условиями Борна - Кармана.
4. Ограничения для волнового вектора .
5. Подсчет числа разрешенных значений  $k$  внутри какой-либо области в  $k$ -пространстве.
6.  $N$ -электронное основное состояние.
7. Радиус Ферми или волновой вектор Ферми.
8. Электронная плотность, сфера Ферми, поверхность Ферми, импульс Ферми, энергия и скорость Ферми.
9. Энергия основного состояния  $N$  электронов.
10. Температура Ферми

### **12. Зонная теория**

1. Движение электрона в периодическом поле кристалла. Функция Блоха.
2. Доказательство теоремы Блоха.
3. Неоднозначность выбора волнового вектора.
4. Приближенное решение уравнения Шредингера в периодическом потенциале вблизи границы зоны Бриллюэна.
5. Зоны Бриллюэна.
6. Строение поверхности Ферми.

### **13. Проводимость твердых тел**

1. Дырки, эффективная масса.

2. Деление тел на диэлектрики, проводники и полупроводники с точки зрения зонной теории.
3. Статистика равновесных носителей заряда, особенности температурной зависимости концентрации носителей заряда в полупроводнике.
4. Элементы квантовой теории электропроводности металлов.

#### **14. Электрические и магнитные свойства твердых тел**

1. Электроны в металле (Распределение Ферми-Дирака).
2. Эффект Холла (полупроводники).
3. Магнитный резонанс.

#### **15. Сверхтекучесть**

1. Квантовая жидкость.
2. Жидкий гелий и его основные свойства.
3. Электронные возбуждения квантовой жидкости.
4. Закон дисперсии.
5. Фотоны и ротоны.
6. Сверхтекучесть жидкого He II.
7. Двухжидкостная модель He II.
8. Жидкий  $^3\text{He}$ .

#### **16. Сверхпроводимость**

1. Явление сверхпроводимости. Основные свойства сверхпроводящего состояния вещества.
2. Электронный газ в металле в нормальном состоянии.
3. Основы теории сверхпроводимости металлов.
4. Электромагнитные свойства сверхпроводников. Сверхпроводники «лондоновского» и «пиппардовского» типа. Квантование магнитного потока.
5. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода.
6. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение сверхпроводников.

**Шкала оценивания:** 5 балльная.

**Критерии оценивания:**

**5 баллов** (или оценка «отлично») выставляется обучающемуся, если он демонстрирует глубокое знание содержания вопроса; дает точные определения основных понятий; аргументированно и логически стройно излагает учебный материал; иллюстрирует свой ответ актуальными примерами (типовыми и нестандартными), в том числе самостоятельно найденными; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**4 балла** (или оценка «хорошо») выставляется обучающемуся, если он владеет содержанием вопроса, но допускает некоторые недочеты при ответе; допускает незначительные неточности при определении основных понятий; недостаточно аргументированно и (или) логически стройно излагает учебный материал; иллюстрирует свой ответ типовыми примерами.

**3 балла** (или оценка «удовлетворительно») выставляется

обучающемуся, если он освоил основные положения контролируемой темы, но недостаточно четко дает определение основных понятий и дефиниций; затрудняется при ответах на дополнительные вопросы; приводит недостаточное количество примеров для иллюстрирования своего ответа; нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**2 балла** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием вопроса или допускает грубые ошибки; затрудняется дать основные определения; не может привести или приводит неправильные примеры; не отвечает на уточняющие и (или) дополнительные вопросы преподавателя или допускает при ответе на них грубые ошибки.

## **2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### ***2.1 БАНК ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ***

1. Что происходит с молярной теплоемкостью при НИЗКИХ температурах?  
Вариант 1: Изменяется как куб температуры  
Вариант 2: Не зависит от температуры и равна  $3R$   
Вариант 3: Пропорциональна температуре  
Вариант 4: Изменяется как квадрат температуры
2. Чем определяется сопротивление кристаллических проводников?  
Вариант 1: Рассеянием электронов на неоднородностях кристаллической решётки  
Вариант 2: Рассеянием электронов на узлах кристаллической решётки  
Вариант 3: Взаимодействием с дырками валентной зоны
3. Чему равно число атомов, приходящихся на элементарную объёмцентрированную ячейку кристалла?  
Вариант 1: Два  
Вариант 2: Один  
Вариант 3: Восемь  
Вариант 4: Девять
4. Чем являются фононы?  
Вариант 1: Бозонами  
Вариант 2: Фермионами  
Вариант 3: Барионами  
Вариант 4: Низкочастотными фотонами
5. Как ведёт себя молярная теплоёмкость кристалла при ВЫСОКИХ температурах?  
Вариант 1: Не зависит от температуры и равна  $3R$   
Вариант 2: Пропорциональна температуре

- Вариант 3: Изменяется как квадрат температуры
- Вариант 4: Изменяется как куб температуры
6. Чему пропорциональна интенсивность излучения с нагретой поверхности?
- Вариант 1: Пропорциональна  $T^4$
- Вариант 2: Не зависит от температуры
- Вариант 3: Пропорциональна температуре
- Вариант 4: Пропорциональна  $T^3$
7. Что одинаково у фононов и фотонов?
- Вариант 1: Статистика заполнения разрешённых состояний
- Вариант 2: Степень вырождения (количество возможных поляризаций).
- Вариант 3: Максимальная частота.
- Вариант 4: Скорость.
8. Какие показатели совпадают при вынужденном излучении у излучённого фотона и вынуждающего (налетающего) фотона?
- Вариант 1: Всё вышеперечисленное
- Вариант 2: Только частота и фаза
- Вариант 3: Только поляризация
- Вариант 4: Только направление распространения
9. Какой температуры НЕ бывает в пирометрии?
- Вариант 1: Фазовой
- Вариант 2: Яркостной
- Вариант 3: Цветовой
- Вариант 4: Радиационной
- Вариант 5: Термодинамической
10. Что происходит с сопротивлением примесного полупроводника n-типа при  $T=0$  К
- Вариант 1: Равно бесконечности
- Вариант 2: Равно нулю
- Вариант 3: Зависит от концентрации примеси
- Вариант 4: Зависит от положения уровня Ферми
11. Как электронная теплоёмкость металлов связана с температурой (при низких температурах)?
- Вариант 1: Пропорциональна  $T$
- Вариант 2: Пропорциональна  $T^2$
- Вариант 3: Пропорциональна  $T^3$
- Вариант 4: Постоянна и не зависит от температуры
12. Как электронная теплоёмкость металлов связана с температурой (при комнатной температуре)?
- Вариант 1: Много меньше теплоёмкости решётки
- Вариант 2: Равна половине теплоёмкости решётки
- Вариант 3: Равна теплоёмкости решётки согласно закону Делонга-Пти
- Вариант 4: Пропорциональна  $T^3$
13. Где расположена энергия Ферми у собственных полупроводников?

Вариант 1: Вблизи середины запрещённой зоны

Вариант 2: Вблизи валентной зоны

Вариант 3: Вблизи зоны проводимости

Вариант 4: Вблизи примесного уровня

14. Как действуют полупроводники?

Вариант 1: При нормальных температурах проводят электрический ток, а при низких являются изоляторами

Вариант 2: Выталкивают из себя магнитное поле при низких температурах

Вариант 3: Проводят ток только в одном направлении

Вариант 4: При нормальных температурах являются изоляторами

15. Что происходит с сопротивлением полупроводников при увеличении температуры?

- Вариант 1: Уменьшается
- Вариант 2: Увеличивается
- Вариант 3: Не изменяется
- Вариант 4: Зависит от типа полупроводника

16. Как связываются в куперовские пары электроны в сверхпроводниках типа свинца?

- Вариант 1: Посредством обмена виртуальными фононами
- Вариант 2: Посредством обмена виртуальными фотонами
- Вариант 3: За счёт магнитного взаимодействия электронных спинов
- Вариант 4: Посредством обмена парой экситонов

17. Какое из нижеприведённых утверждений является ЛОЖНЫМ?

Вариант 1: Аномальные магнитные свойства сверхпроводника 2-го рода можно качественно объяснить, если принять, что его поверхностная энергия положительна.

Вариант 2: В присутствии магнитного поля сверхпроводник ведёт себя как идеальный диамагнетик

Вариант 3: Существует критическое магнитное поле, разрушающее сверхпроводимость

Вариант 4: В случае сверхпроводника 2-го рода магнитное поле проникает в образец в виде отдельных нитей, окружённых линиями тока.

Вариант 5: Существует критический ток, разрушающий сверхпроводимость

18. Удельная проводимость металлов описывается формулой  $s = en\mu$ , где  $\mu$  – подвижность электронов. Что в данном случае  $n$ ?

Вариант 1: Полная концентрация электронов в металле:  $n = n_0$

Вариант 2: Концентрация неспаренных электронов вблизи поверхности Ферми:  $n = (3kT/\mu) * n_0$ , где  $\mu$  - энергия Ферми

Вариант 3: Концентрация электронов в зоне проводимости.

19. От чего зависит (как определяется) проводимость полупроводников?

Вариант 1: существенно зависит от наличия примесей

Вариант 2: не зависит от наличия примесей

Вариант 3: определяется только концентрацией электронов

Вариант 4: определяется только концентрацией дырок

20. Что такое ячейка Вигнера-Зейца для обратной решетки?

Вариант 1: первая зона Бриллюэна

Вариант 2: нулевая зона Бриллюэна



Вариант 3: концентрация электронов

Вариант 4: структура зон Бриллюэна

21. Стальной (серебристый) и графитовый (чёрный) стержни нагреты до одинаковой высокой температуры. Какой стержень будет светиться ярче?

Вариант 1: Графитовый

Вариант 2: Стальной

Вариант 3: Одинаково

22. Какое из перечисленных условий НЕ является необходимым для работы лазера непрерывного излучения?

Вариант 1: Наличие самопросветляющегося затвора

Вариант 2: Накачка среды до возникновения инверсной заселённости

Вариант 3: Наличие как минимум 3-х энергетических уровней активной среды

Вариант 4: Наличие высокодобротного интерферометра Фабри-Перо

23. В чем состоит модель Дебая?

Вариант 1: Линеаризации дисперсионной зависимости  $\omega(k)$

Вариант 2: Представлении акустических волн в кристаллической решётке в виде идеального газа фононов

Вариант 3: Ограничении максимальной частоты волн в кристаллической решётке значением, соответствующей температуре Дебая

24. Какое из перечисленных выражений является распределением Планка?

Вариант 1:  $r(\omega) \sim \omega^3 / [\exp(a\omega/T) - 1]$

Вариант 2:  $r(\omega) \sim \omega^{2kT/\pi^2 * c^3}$

Вариант 3:  $r(\omega) \sim \omega^3 * \exp(-a\omega/T)$

Вариант 4:  $r(\omega) \sim \omega^3 / (\exp(a\omega/T) + 1)$

25. В чем физический смысл температуры Дебая?

Вариант 1: Температура, соответствующая максимально возможной энергии фононов

Вариант 2: Температура, при которой в кристалле возбуждаются фононы

Вариант 3: Температура, при которой энергетический спектр фононов начинает сказываться на теплоёмкости кристалла

Вариант 4: Температура, соответствующая энергии Ферми в кристалле

26. Рассмотрим одномерный кристалл в виде бесконечной цепочки, содержащей в элементарной ячейке два атома массами  $m_1$  и  $m_2$  на среднем расстоянии  $a$  друг от друга. В каком случае атомы колеблются в противофазе, так, что их центр тяжести неподвижен?

Вариант 1: В оптической ветви дисперсионной кривой при  $k=0$ .

Вариант 2: В акустической ветви дисперсионной кривой при  $k=0$ .

Вариант 3: В оптической ветви дисперсионной кривой при  $k=\pi/a$ .

Вариант 4: В акустической ветви дисперсионной кривой при  $k=\pi/a$ .

27. Что меняет наличие легирующей донорной примеси в полупроводнике?

Вариант 1: Смещает уровень Ферми в сторону зоны проводимости

Вариант 2: Смещает уровень Ферми в сторону валентной зоны

Вариант 3: Не изменяет положение уровня Ферми

Вариант 4: Увеличивает количество дырок в валентной зоне

28. Как проявляется зависимость произведения концентрации электронов и дырок в полупроводнике?

Вариант 1: Не зависит от количества примесей в полупроводнике

Вариант 2: Зависит от положения уровня Ферми

Вариант 3: Не зависит от температуры

Вариант 4: Не зависит от ширины запрещённой зоны

29. Что происходит при приложении к p-n переходу напряжения в прямом направлении?

Вариант 1: Возрастает ток основных носителей заряда

Вариант 2: Возрастает ток неосновных носителей заряда

Вариант 3: Ток не меняется

Вариант 4: Ток основных носителей заряда компенсируется током неосновных носителей заряда

30. Чему равна средняя энергия  $E$ , приходящаяся на один электрон в металле при  $T=0$ ?

Вариант 1:  $E = 3E_f/5$  (где  $E_f$  - энергия Ферми)

Вариант 2:  $E = 3kT/2$

Вариант 3:  $E = E_f$  (где  $E_f$  - энергия Ферми)

Вариант 4:  $E = 5E_f/3$  (где  $E_f$  - энергия Ферми)

31. Какой из перечисленных ниже эффектов заключается в бессиловом воздействии магнитного поля на частицы?

Вариант 1: Эффект Ааронова-Бома

Вариант 2: Целочисленный квантовый эффект Холла

Вариант 3: Дробный квантовый эффект Холла

32. С чем связан целочисленный квантовый эффект Холла?

Вариант 1: Определённое число уровней Ландау полностью заполнены электронами, что сопровождается сверхпроводящим течением тока по образцу

Вариант 2: Кулоновское взаимодействие между электронами вызывает появление плато в холловском сопротивлении  $R_H = h/ie^2$ , где  $i$  - целое

Вариант 3: Интерференционные эффекты волновых функций электронов приводят к появлению набега фазы для петлевых траекторий

33. Для чего характерно перекрытие валентной зоны и пустой зоны проводимости?

Вариант 1: Металла

Вариант 2: Полупроводника

Вариант 3: Диэлектрика

Вариант 4: Сверхпроводника

34. Двухмерный электронный газ, созданный в кремниевой пластине, помещён в перпендикулярное магнитное поле. Что происходит с расстоянием между различными циклотронными подуровнями Ландау?

Вариант 1: Расстояние между различными циклотронными подуровнями Ландау больше расстояния между спиновыми подуровнями

Вариант 2: Расстояние между различными циклотронными подуровнями Ландау в точности равно расстоянию между спиновыми подуровнями

Вариант 3: Расстояние между различными циклотронными подуровнями Ландау меньше расстояния между спиновыми подуровнями

35. Что такое операция трансляции?

Вариант 1: сдвиг, при котором вся совокупность элементов системы смещается на целое число базисных векторов и совмещается сама с собой

Вариант 2: область пространства, лежащая ближе к этой точке, чем к какой-либо другой точке решетки

Вариант 3: структурная единица кристалла, например, атом (или ион) или фиксированная группа атомов, из которых состоит кристалл

Вариант 4: кристаллическая система, которой принадлежат от одного до четырех типов решеток, различающихся своими пространственными группами симметрии

36. В каких из указанных сингоний система координат НЕ является ортогональной?

Вариант 1: тригональная

Вариант 2: тетрагональная

Вариант 3: кубическая

Вариант 4: ромбическая

37. Что определяют индексы Миллера плоскости?

Вариант 1: семейство параллельных плоскостей

Вариант 2: конкретную плоскость

Вариант 3: векторы соединяющие структурные единицы (атомы, группы атомов) кристалла

38. Какая из указанных плоскостей параллельна ТОЛЬКО ОДНОЙ из координатных осей?

Вариант 1: плоскость (110)

Вариант 2: плоскость (111)

Вариант 3: плоскость (121)

Вариант 4: плоскость (100)

39. Как называют квант колебаний плотности заряда?

Вариант 1: плазмон

Вариант 2: экситон

Вариант 3: поляритон

Вариант 4: магнон

40. Как называют квант колебаний спина в магнитоупорядоченных системах?

Вариант 1: магнон

Вариант 2: плазмон

Вариант 3: экситон

Вариант 4: поляритон

41. Какие из указанных дефектов относятся к точечным?

Вариант 1: дефект Шоттки

Вариант 2: винтовая дислокация

Вариант 3: краевая дислокация двойник

42. Что такое дефект Френкеля?

Вариант 1: частица в междуузлии и вакансия

Вариант 2: частица в междуузлии

Вариант 3: вакансия

43. Что связывает между собой закон дисперсии?

Вариант 1: циклическую частоту и волновой вектор

Вариант 2: показатели преломления в двух разных средах

Вариант 3: импульс и длину волны

44. Что является причиной дискретности спектра колебаний частиц решетки?

Вариант 1: наличие трансляционной симметрии

Вариант 2: квантово-механический характер движения частиц

Вариант 3: конечность массы частиц

45. Что НЕ учитывает теория Эйнштейна?

Вариант 1: наличие спектра частот колебаний

Вариант 2: колебательного движения частиц

Вариант 3: что атомы в кристалле ведут себя как гармонические осцилляторы

46. Что при температурах много меньших температуры Дебая надо использовать для расчета теплоемкости?

Вариант 1: теорию Дебая

Вариант 2: теорию Эйнштейна

Вариант 3: соотношение Дюлонга –Пти

47. Что такое фонон?

Вариант 1: квант энергии теплового движения

Вариант 2: квант энергии света

Вариант 3: квант энергии электрона

48. Следствием чего является квантованность уровней энергии?

Вариант 1: волновой природы электрона и ограничения области его движения

Вариант 2: волновой природы электрона

Вариант 3: ограничения области его движения

49. От чего зависит энергия уровня Ферми?

Вариант 1: только концентрации электронов

Вариант 2: только от температуры

Вариант 3: от концентрации и от температуры

50. При каком условии электронный газ подчиняется закону Ферми-Дирака?

Вариант 1: если  $kT \ll$  энергии уровня Ферми

Вариант 2: если  $kT \gg$  энергии уровня Ферми

Вариант 3: в любом случае

51. Что такое функция распределения энергетических состояний по энергиям?

Вариант 1: число энергетических состояний, лежащих в интервале энергии от  $E$  до  $E+dE$

Вариант 2: число энергетических состояний, приходящихся на интервал энергии  $dE$

Вариант 3: плотность состояний в пространстве энергий

52. Что участвует в проводимости полупроводника?

Вариант 1: электроны и дырки

Вариант 2: электроны

Вариант 3: дырки

Вариант 4: ионизованные доноры

Вариант 5: ионизованные акцепторы

53. Что происходит с элементами третьей группы для кремния?

Вариант 1: будут являться акцепторами

Вариант 2: будут являться донорами

Вариант 3: не повлияют на его проводимость

54. Какая проводимость будет преобладать в собственном германии?

Вариант 1: электронная

Вариант 2: дырочная

Вариант 3: электронно-дырочная

55. Чем отличается зонная структура у диэлектрика и собственного полупроводника?

Вариант 1: шириной запрещенной зоны

Вариант 2: наличием примесных уровней в запрещенной зоне

Вариант 3: наличием частично заполненной зоны

56. Какой из отмеченных собственных полупроводников при 300 К имеет большую проводимость?

Вариант 1: германий

Вариант 2: кремний

Вариант 3: арсенид галлия

57. Что такое куперовская пара?

Вариант 1: два связанных электрона

Вариант 2: два связанных фонона

Вариант 3: два связанных магнона

58. Где имеют место Вихри Абрикосова?

Вариант 1: в сверхпроводниках 2-го рода

Вариант 2: в сверхпроводниках 1-го рода

Вариант 3: в сверхпроводниках 1-го и 2-го рода

59. У каких веществ с повышением температуры падает проводимость?

Вариант 1: металлов

Вариант 2: полупроводников в области собственной проводимости

Вариант 3: диэлектриков

60. Чем в основном определяется температурная зависимость проводимости полупроводников в области собственной проводимости?

Вариант 1: шириной запрещенной зоны

Вариант 2: энергией ионизации примеси

Вариант 3: механизмом рассеяния носителей зарядов

61. Какой из видов поляризации является самым медленным?

Вариант 1: ориентационная (дипольная)

Вариант 2: электронная

Вариант 3: ионная

62. Какой из видов поляризации наиболее сильно зависит от температуры?

Вариант 1: ориентационная (дипольная)

Вариант 2: электронная

Вариант 3: ионная

63. С чем связан нагрев диэлектриков в переменном поле?

Вариант 1: с наличием замедленных видов поляризации

Вариант 2: с протеканием токов проводимости

Вариант 3: с наличием куперовских пар

64. Какие вещества выталкиваются из области более высокого магнитного поля?

Вариант 1: диамагнетики

Вариант 2: парамагнетики

Вариант 3: ферромагнетики

Вариант 4: ферримагнетики

Вариант 5: антиферромагнетики

65. Что такое магнон?

Вариант 1: квант энергии спиновой волны

Вариант 2: квант световой энергии

Вариант 3: квант тепловой энергии решетки

66. Все ли вещества обладают магнитными свойствами?

Вариант 1: да

Вариант 2: все, за исключением парамагнетиков

Вариант 3: все, за исключением ферритов и ферромагнетиков

67. Является ли отсутствие спонтанной намагниченности доказательством того, что вещество НЕ является ферромагнетиком?

Вариант 1: да

Вариант 2: нет

Вариант 3: в зависимости от условий намагничивания материала

68. Какие из указанных классов могут иметь доменную структуру?

Вариант 1: ферромагнетики и сегнетоэлектрики

Вариант 2: парамагнетики и диамагнетики

Вариант 3: жидкости и газы



69. Волновую функцию электрона (в одномерном случае) как и любую функцию  $f(x)$  с периодом  $a$  можно разложить в ряд Фурье, как при этом будет выглядеть разложение?

А)  $\psi(x) = \sum_n D_n \sin\left(2\pi n \frac{x}{a}\right);$

Б)  $\psi(x) = \sum_n A_n e^{i2\pi n \frac{x}{a}};$

В)  $\psi(x) = \sum_n B_n \cos\left(2\pi n \frac{x}{a}\right);$

Г)  $\psi(x) = \sum_n H_n x^{y2\pi n};$

Д)  $\psi(x) = \sum_n C_n \arctg\left(2\pi n \frac{x}{a}\right).$

Вариант 1: Б

Вариант 2: А

Вариант 3: В

Вариант 4: Г

Вариант 5: Д

70. Что такое дырки?

Вариант 1: фиктивные частицы с положительным зарядом, заполняющие все те уровни в зоне, которые не заняты электронами

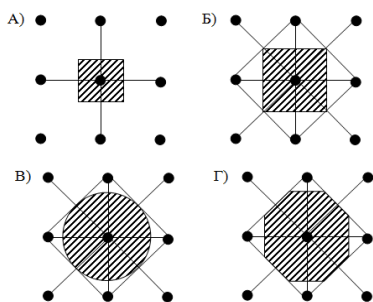
Вариант 2: позитроны

Вариант 3: электроны атомов примеси

Вариант 4: протоны

Вариант 5: альфа-частицы

71. На каком рисунке изображена примитивная элементарная ячейка Вигнера-Зейтца для двумерной кубической решетки?



Вариант 1: Б

Вариант 2: А

Вариант 3: В

Вариант 4: Г

Вариант 5: А и Б

72. Являются ли сегнетоэлектрики пьезоэлектриками?

Вариант 1: Да

Вариант 2: Нет

Вариант 3: Это зависит от величины приложенного внешнего электрического поля

Вариант 4: Это зависит от температуры плавления

73. Как связаны объем элементарной ячейки обратной решетки и объем элементарной ячейки прямой решетки?

Вариант 1: Объем элементарной ячейки обратной решетки обратно пропорционален объему элементарной ячейки прямой решетки

Вариант 2: Объем элементарной ячейки обратной решетки равен объему элементарной ячейки прямой решетки

Вариант 3: Объемы элементарных ячеек обратной и прямой решеток не связаны друг с другом

74. Чему равно расстояние между плоскостями (100) в кубической решетке с параметром  $a$ ?

$$\text{А) } a; \text{ Б) } \frac{a\sqrt{2}}{2}; \text{ В) } \frac{a\sqrt{3}}{3}; \text{ Г) } \frac{a\sqrt{4}}{4}; \text{ Д) } \frac{a\sqrt{6}}{6}.$$

Вариант 1: А

Вариант 2: Б

Вариант 3: В

Вариант 4: Г

Вариант 5: Д

75. Как выглядит формула для расчета радиуса Ферми при известной электронной плотности (концентрации) свободных электронов?

$$\text{А) } \frac{E}{N} = \frac{3}{5} E_F;$$

$$\text{Б) } T_F = \frac{E_F}{k_B};$$

$$\text{В) } k_x = \frac{2\pi n_x}{L};$$

$$\text{Г) } k_F = \sqrt[3]{3\pi^2 n};$$

$$\text{Д) } \frac{k_F^3}{6\pi^2} V.$$

Вариант 1: Г

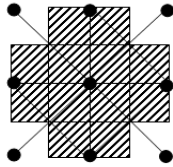
Вариант 2: А

Вариант 3: Б

Вариант 4: В

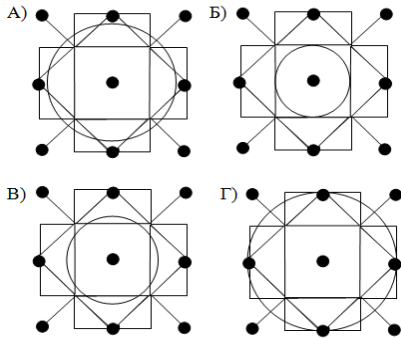
Вариант 5: Д

76. Какие зоны Бриллюэна для двумерной кубической решетки заштрихованы на рисунке?



- Вариант 1: Три первые зоны  
Вариант 2: Вторая и четвертая  
Вариант 3: Первая и третья  
Вариант 4: Вторая и третья  
Вариант 5: Это не зоны Бриллюэна, а примитивная ячейка Вигнера-Зейца

77. Как выглядит поверхность Ферми для свободных электронов в схеме приведенных зон, которая находится только в первой и второй зонах Бриллюэна (для кубической решетки в двумерном случае)?



- Вариант 1:     Б  
 Вариант 2:     А и В  
 Вариант 3:     Г  
 Вариант 4:     А  
 Вариант 5:     Б

78. Какой формулой представлено соотношение для плазменной частоты?

- А)  $\omega = e \sqrt{\frac{n}{m\epsilon_0}}$ ;  
 Б)  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ;  
 В)  $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$ ;  
 Г)  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ ;  
 Д)  $\omega = \frac{k^2}{\hbar} (2JSa^2)$ .

- Вариант 1:     А  
 Вариант 2:     Б  
 Вариант 3:     В  
 Вариант 4:     Г  
 Вариант 5:     Д

79. Чему равно расстояние между плоскостями (110) в кубической решетке с параметром  $a$ ?

А)  $a$ ; Б)  $\frac{a\sqrt{2}}{2}$ ; В)  $\frac{a\sqrt{3}}{3}$ ; Г)  $\frac{a\sqrt{4}}{4}$ ; Д)  $\frac{a\sqrt{6}}{6}$ .

Вариант 1: Б

Вариант 2: А

Вариант 3: В

Вариант 4: Г

Вариант 5: Д

80. Чему равно расстояние между плоскостями (111) в кубической решетке с параметром  $a$ ?

А)  $a$ ; Б)  $\frac{a\sqrt{2}}{2}$ ; В)  $\frac{a\sqrt{3}}{3}$ ; Г)  $\frac{a\sqrt{4}}{4}$ ; Д)  $\frac{a\sqrt{6}}{6}$ .

Вариант 1: В

Вариант 2: Г

Вариант 3: Д

Вариант 4: А

Вариант 5: Б

81. Сколько  $n$  узлов, приходящихся на одну элементарную ячейку в гранецентрированной кубической решетке?

Вариант 1: 4 узла

Вариант 2: 2 узла

Вариант 3: 8 узлов

Вариант 4: 3 узла

82. Чему равна собственная концентрация свободных носителей заряда в кремнии (Si) при комнатной температуре  $T = 300\text{K}$  ( $N_C = 2,8 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ ;  $N_V = 1,13 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ ;  $E_g = 1,21 \text{ эВ}$ )?

Вариант 1:  $1,6 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-3}$

Вариант 2:  $1,6 \cdot 10^{10} \text{ м}^{-3}$

Вариант 3:  $1,6 \cdot 10^{10} \text{ км}^{-3}$

Вариант 4:  $1,6 \text{ см}^{-3}$

83. Чему равно количество теплоты  $Q$ , необходимое для нагревания кристалла NaCl массой  $m = 20\text{г}$  на  $\Delta T = 2\text{K}$ , если нагревание происходит от температуры  $T_0 = 2\text{K}$ ?

Вариант 1: 1,22 мДж

Вариант 2: 0,8 мДж

Вариант 3: 1,22 эВ

Вариант 4: 0,8 эВ

84. Чему равен коэффициент объемного расширения для анизотропного кристалла, коэффициенты линейного расширения которого по трем взаимно перпендикулярным направлениям составляют  $\alpha_1 = 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ;  $\alpha_2 = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ;  $\alpha_3 = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ?

- Вариант 1:  $3,40 \cdot 10^{(-5)} \text{ K}^{(-1)}$
- Вариант 2:  $5 \cdot 10^{(-5)} \text{ K}^{(-1)}$
- Вариант 3:  $6,70 \cdot 10^{(-5)} \text{ K}^{(-1)}$
- Вариант 4:  $1,20 \cdot 10^{(-5)} \text{ K}^{(-1)}$
- Вариант 5:  $2,30 \cdot 10^{(-5)} \text{ K}^{(-1)}$

85. Кусок металла объёма  $V=20 \text{ см}^3$  находится при температуре  $T=0\text{К}$ . Чему равно число  $\Delta N$  свободных электронов, импульсы которых отличаются от максимального импульса  $p_{\text{max}}$  не более чем на  $0,1 p_{\text{max}}$ ? Энергия Ферми  $E_f=5\text{эВ}$ .

- Вариант 1:  $2,9 \cdot 10^{23}$  электронов
- Вариант 2:  $1,9 \cdot 10^{23}$  электронов
- Вариант 3:  $3,9 \cdot 10^{23}$  электронов
- Вариант 4:  $4,9 \cdot 10^{23}$  электронов

86. Пользуясь классической теорией вычислить удельную теплоемкость кристалла  $\text{CaCl}_2$ . Чему она будет равна?

- Вариант 1:  $675 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
- Вариант 2:  $825 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
- Вариант 3:  $225 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
- Вариант 4:  $625 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

87. Пользуясь классической теорией вычислить удельную теплоемкость кристалла  $\text{NaCl}$ . Чему она будет равна?

- Вариант 1:  $825 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
- Вариант 2:  $675 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
- Вариант 3:  $625 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
- Вариант 4:  $225 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

88. Чему равна средняя энергия линейного одномерного квантового осциллятора, при температуре  $T=200\text{К}$ ?

- Вариант 1:  $2,99 \cdot 10^{(-21)} \text{ Дж}$
- Вариант 2:  $3,99 \cdot 10^{(-21)} \text{ Дж}$
- Вариант 3:  $2,99 \cdot 10^{(-21)} \text{ эВ}$
- Вариант 4:  $4,01 \cdot 10^{(-21)} \text{ эВ}$

89. Исходя из законов сохранения энергии и импульса при испускании фотона движущимся атомом, получить формулу доплеровского смещения для нерелятивистского случая. Какая формула получается?

- Вариант 1:  $(v/c)\cos\theta$
- Вариант 2:  $\cos\theta$
- Вариант 3:  $(v/c)$
- Вариант 4:  $v \cdot c \cdot \cos\theta$

90. Чему равна концентрация  $n$  свободных электронов в металле при температуре  $T=0\text{К}$ ? Энергию Ферми принять равной  $1\text{эВ}$ .

- Вариант 1:  $4,57 \cdot 10^{27} \text{ м}^{(-3)}$
- Вариант 2:  $1,57 \cdot 10^{27} \text{ м}^{(-3)}$
- Вариант 3:  $2,57 \cdot 10^{27} \text{ м}^{(-3)}$
- Вариант 4:  $3,57 \cdot 10^{27} \text{ м}^{(-3)}$

91. В чем состоит основное отличие антиферромагнетиков от ферромагнетиков?

Вариант 1: их обменный интеграл отрицателен, магнитные подрешетки компенсируют магнитные моменты друг друга

Вариант 2: их обменный интеграл положителен, магнитные подрешетки компенсируют магнитные моменты друг друга

Вариант 3: магнитные подрешетки частично компенсируют магнитные моменты друг друга

Вариант 4: их обменный интеграл положителен, все магнитные моменты параллельны друг другу

92. Что такое сверхтекучесть?

Вариант 1: способность вещества в особом состоянии (квантовой жидкости), возникающем при понижении температуры к абсолютному нулю (термодинамическая фаза), протекать через узкие щели и капилляры без трения.

Вариант 2: второй элемент периодической системы химических элементов Д. И. Возглавляет группу инертных газов.

Вариант 3: ток текущий в материале, который при определенных условиях приобретает сверхпроводящие свойства

Вариант 4: свойство некоторых материалов обладать строго нулевым электрическим сопротивлением при достижении ими температуры ниже определённого значения (критическая температура).

93. Что представляет собой выражение, представленное на рисунке?

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = \frac{1}{3} \alpha n$$

Вариант 1: уравнение Клаузиуса-Моссоти

Вариант 2: закон дисперсии диэлектрической проницаемости

Вариант 3: зависимость напряженности локального поля от поляризуемости вещества

Вариант 4: расчетную формулу для показателя преломления

94. Чему равна намагниченность  $J$  тела при насыщении, если магнитный момент каждого атома равен магнетону Бора и концентрация атомов  $6 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$ ?

Вариант 1: 556 кА/м

Вариант 2:  $0,927 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}/(\text{Тл} \cdot \text{м}^3)$

Вариант 3: 52,9 пм

Вариант 4:  $7,5 \text{ м}^3/\text{моль}$

Вариант 5: 556 Тл

95. Молярная магнитная восприимчивость  $\chi$  оксида хрома  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  равна  $5,8 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3/\text{моль}$ . Чему будет равен магнитный момент молекулы  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (в магнетонах Бора), если температура  $T=300 \text{ К}$ ?

- Вариант 1:  $3,34 \mu\text{В}$
- Вариант 2:  $1200 \mu\text{В}$
- Вариант 3:  $0,927 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}/(\text{Тл} \cdot \text{м}^3)$
- Вариант 4:  $5,27 \mu\text{В}$
- Вариант 5:  $5 \cdot 0,927 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}/(\text{Тл} \cdot \text{м}^3)$

96. Кусок стали внесли в магнитное поле напряженностью  $H=1600 \text{ А/м}$  при этом величина магнитной индукции стала равной  $1,25 \text{ Тл}$ . Чему равна намагниченность  $J$  стали?

- Вариант 1:  $991 \text{ кА/м}$
- Вариант 2:  $1,02 \text{ Тл}$
- Вариант 3:  $9913 \text{ Тл}$
- Вариант 4:  $1,05 \text{ Вб}$
- Вариант 5:  $1200 \text{ А/м}$

97. Криптон находится под давлением  $p=10 \text{ МПа}$  при температуре  $T=200 \text{ К}$ . Чему равна диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$  криптона, если поляризуемость  $\alpha$  криптона равна  $4,5 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3$ ?

- Вариант 1:  $1,17$
- Вариант 2:  $1,20 \text{ В/м}$
- Вариант 3:  $1 \text{ МВ/м}$
- Вариант 4:  $81$
- Вариант 5:  $1,5 \text{ В}$

98. Жидкий бензол ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) имеет плотность  $\rho=899 \text{ кг/м}^3$  и показатель преломления  $n=1,50$ . Чему равна электронная поляризуемость  $\alpha$  молекул бензола при нормальных условиях?

- Вариант 1:  $1,27 \cdot 10^{-28} \text{ м}^3$
- Вариант 2:  $1,00342 \text{ м}^3$
- Вариант 3:  $3 \text{ м}^3$
- Вариант 4:  $0,004 \text{ м}^3$
- Вариант 5:  $7 \text{ м}^3$

99. На рисунке представлено выражение. Для расчета какой величины оно используется?

$$\alpha = \frac{p^2 E}{3k_B T}$$

- Вариант 1: дипольной поляризуемости
- Вариант 2: электронной поляризуемости
- Вариант 3: ионной поляризуемости



100. При наличии какой величины можно рассчитать диэлектрическую проницаемость, если воспользоваться формулой, указанной на рисунке?

$$\varepsilon = n^2$$

Вариант 1: электронной поляризуемости

Вариант 2: ионной поляризуемости

Вариант 3: дипольной поляризуемости

**Шкала оценивания результатов тестирования:** в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 баллов (установлено положением П 02.016).

Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной формы обучения (36 или 60) и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6).

Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале следующим образом:

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

**Критерии оценивания результатов тестирования:**

Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по дихотомической шкале: выполнено – **2 балла**, не выполнено – **0 баллов**.

## 2.2 КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ

### *Компетентностно-ориентированная задача № 1*

Собственный полупроводник (германий) имеет при некоторой температуре удельное сопротивление  $\rho=0,480\text{м}\cdot\text{м}$ . Определить концентрацию  $n$  носителей заряда, если подвижности  $b_n$  и  $b_p$  электронов и дырок соответственно равны  $0,36$  и  $0,16\text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ .

### *Компетентностно-ориентированная задача № 2*

Удельная проводимость  $\gamma$  кремния с примесями равна  $112\text{См}/\text{м}$ . Определить подвижность  $b_p$  дырок и их концентрацию  $n_p$ , если постоянная Холла  $R_H=3,66\cdot 10^{-4}\text{м}^3/\text{Кл}$ . Принять, что полупроводник обладает только дырочной проводимостью.

### *Компетентностно-ориентированная задача № 3*

В германий часть атомов замещена атомами сурьмы. Рассматривая дополнительный электрон примесного атома по модели Бора, оценить его энергию  $E$  связи и радиус  $r$  орбиты. Диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$  германия равна  $16$ .

### *Компетентностно-ориентированная задача № 4*

Тонкая пластина из кремния шириной  $l=2\text{см}$  помещена перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля ( $B=0,5\text{Тл}$ ). При плотности тока  $j=2\text{мкА}/\text{мм}^2$ , направленного вдоль пластины, холловская разность потенциалов  $U_H$  оказалась равной  $2,8\text{В}$ . Определить концентрацию  $n$  носителей заряда.

### *Компетентностно-ориентированная задача № 5*

Свободный электрон находится в постоянном магнитном поле ( $B_0=1\text{Тл}$ ). Определить частоту  $\nu_0$  переменного магнитного поля, при которой происходит резонансное поглощение энергий электроном ( $g$ -фактор для свободного электрона равен  $2$ ).

### *Компетентностно-ориентированная задача № 6*

Определить отношение  $\omega_{\text{эпр}}/\omega_{\text{цик}}$  резонансной частоты электронного парамагнитного резонанса к циклотронной частоте ( $g$ -фактор равен  $2,00232$ ).

### *Компетентностно-ориентированная задача № 7*

Стандартные спектрометры для наблюдения электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) имеют на одном из диапазонов

фиксированную частоту  $\nu_0=9,9\text{ГГц}$ . Определить магнитную индукцию поля  $B_0$ , при которой происходит резонансное поглощение энергии радиочастотного поля свободным электроном (g-фактор равен 2).

*Компетентностно-ориентированная задача № 8*

Определить гиромагнитное отношение  $\gamma$  для свободного протона.

*Компетентностно-ориентированная задача № 9*

Свободный протон находится в постоянном магнитном поле ( $B_0=1\text{Тл}$ ). Определить частоту  $\nu_0$  переменного магнитного поля, при котором происходит резонансное поглощение энергии протоном (g – фактор равен 5,58).

*Компетентностно-ориентированная задача № 10*

В опытах по изучению магнитным резонансным методом магнитных свойств атомов  $^{25}\text{Mg}$  в основном состоянии обнаружено резонансное поглощение энергии при магнитной индукции  $B_0$  поля, равной 0,54Тл, и частотой  $\nu_0$  переменного магнитного поля, равной 1,4МГц. Определить ядерный g – фактор.

*Компетентностно-ориентированная задача № 11*

Длина  $l$  чугунового (см. рис.) тороида по средней линии равна 1,2 м, сечение  $S=20\text{ см}^2$ . По обмотке тороида течет ток, создающий в узком вакуумном зазоре магнитный поток  $\Phi=0,5\text{ мВб}$ . Длина  $l_0$  зазора равна 8 мм. Какова должна быть длина зазора, чтобы магнитный поток в нем при той же силе тока увеличился в два раза?

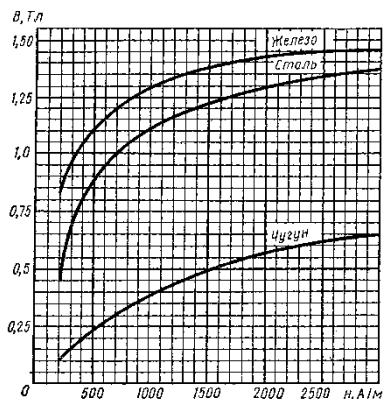
*Компетентностно-ориентированная задача № 12*

Электромагнит изготовлен в виде тороида. Сердечник тороида со средним диаметром  $d=51\text{ см}$  имеет вакуумный зазор длиной  $l_0=2\text{мм}$ . Обмотка тороида равномерно распределена по всей его длине. Во сколько раз уменьшится индукция магнитного поля в зазоре, если, не изменяя силы тока в обмотке, зазор увеличить в  $n=3$  раза? Рассеянием магнитного поля вблизи зазора пренебречь. Магнитную проницаемость  $\mu$  сердечника считать постоянной и принять равной 800

*Компетентностно-ориентированная задача № 13*

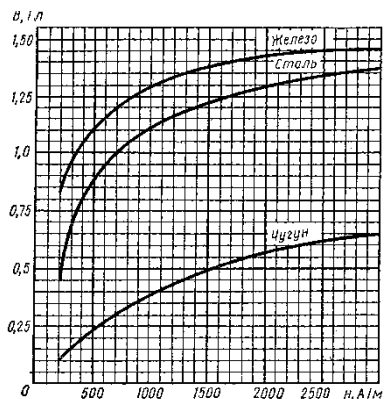
Определить магнитодвижущую силу  $F_m$  необходимую для создания магнитного поля индукцией  $B=1,4\text{ Тл}$  в электромагните с железным (см. рис.)

сердечником длиной  $l=90$  см и воздушным промежутком длиной  $l_0=5$  мм. Рассеянием магнитного потока в воздушном промежутке пренебречь.



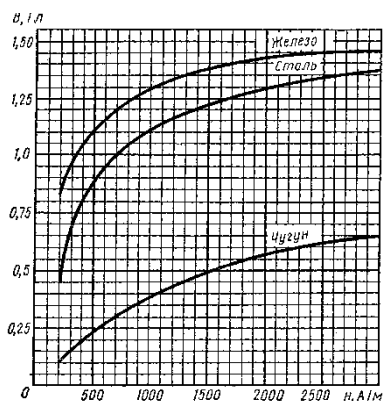
*Компетентностно-ориентированная задача № 14*

В железном (см. рис.) сердечнике соленоида индукция  $B=1,3$  Тл. Железный сердечник заменили стальным. Определить, во сколько раз следует изменить силу тока в обмотке соленоида, чтобы индукция в сердечнике осталась неизменной.



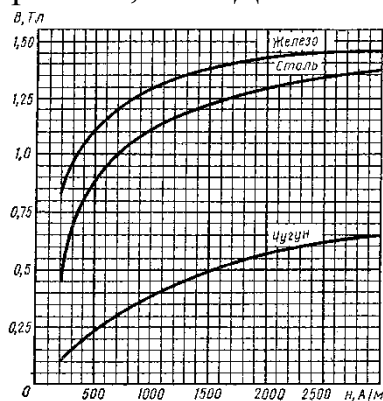
*Компетентностно-ориентированная задача № 15*

Стальной (см. рис.) сердечник тороида, длина  $l$  которого по средней линии равна 1 м, имеет вакуумный зазор длиной  $l_0=4$  мм. Обмотка содержит  $n=8$  витков на 1 см. При какой силе тока  $I$  индукция  $B$  в зазоре будет равна 1 Тл?



### Компетентностно-ориентированная задача № 16

Обмотка тороида, имеющего стальной (см. рис.) сердечник с узким вакуумным зазором, содержит  $N=1000$  витков. По обмотке течет ток  $I=1$  А. При какой длине  $l_0$  вакуумного зазора индукция  $B$  магнитного поля в нем будет равна  $0,5$  Тл? Длина  $l$  тороида по средней линии равна  $1$  м.



### Компетентностно-ориентированная задача № 17

Определить магнитодвижущую силу, при которой в узком вакуумном зазоре длиной  $l_0=3,6$  мм тороида с железным (см. рис.) сердечником, магнитная индукция  $B$  равна  $1,4$  Тл. Длина  $l$  тороида по средней линии равна  $0,8$  м.

### Компетентностно-ориентированная задача № 18

Методом магнитного резонанса определяют магнитный момент нейрона. Резонансное поглощение наблюдается при магнитной индукции  $B_0$  поля, равной  $0,682$  Тл, и частоте  $\nu_0$  переменного поля, равной  $1969$  МГц. Вычислить ядерный  $g$  – фактор и магнитный момент  $\mu_0$  нейрона. Известно, что направления спинового механического и магнитного моментов противоположны. Спин нейрона  $I=1/2$ .

**Шкала оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:** в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 (установлено положением П 02.016).

Максимальное количество баллов за решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Балл, полученный обучающимся за решение компетентностно-ориентированной задачи, суммируется с баллом, выставленным ему по результатам тестирования.

Общий балл промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по 5-балльной шкале по следующей таблице:

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100-85	отлично
84-70	хорошо
69-50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

***Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:***

**6-5 баллов** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует глубокое понимание обучающимся предложенной проблемы и разностороннее ее рассмотрение; свободно конструируемая работа представляет собой логичное, ясное и при этом краткое, точное описание хода решения задачи (последовательности (или выполнения) необходимых трудовых действий) и формулировку доказанного, правильного вывода (ответа); при этом обучающимся предложено несколько вариантов решения или оригинальное, нестандартное решение (или наиболее эффективное, или наиболее рациональное, или оптимальное, или единственно правильное решение); задача решена в установленное преподавателем время или с опережением времени.

**4-3 балла** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует понимание обучающимся предложенной проблемы; задача решена типовым способом в установленное преподавателем время; имеют место общие фразы и (или) несущественные недочеты в описании хода решения и (или) вывода (ответа).

**2-1 балла** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует поверхностное понимание обучающимся предложенной проблемы; осуществлена попытка шаблонного решения задачи, но при ее решении допущены ошибки и (или) превышено установленное преподавателем время.

**0 баллов** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует непонимание обучающимся предложенной проблемы, и (или) значительное место занимают общие фразы и голословные рассуждения, и (или) задача не решена.