



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Иркутский государственный университет»**  
**(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
Воелин А.И.



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**  
для поступающих по программам магистратуры на направление  
**03.04.02 Физика, профиль «Астрофизика высоких энергий»**

**Иркутск, 2024**

## 1. Пояснительная записка

Программа предназначена для абитуриентов, поступающих на направление 03.04.02 Физик», профили: «Астрофизика высоких энергий», «Медицинская физика», «Физика материалов твердотельной электроники и фотоники». Программа содержит описание процедуры проведения вступительного испытания, критерии его оценки, перечень тем и вопросов для подготовки абитуриента, список рекомендованной литературы, а также примерные вопросы для теста.

Поступление в магистратуру ИГУ по направлению 03.04.02 Физика проводится на конкурсной основе по результатам вступительного испытания в форме компьютерного тестирования.

Вступительные испытания для поступающих в магистратуру проводятся в объеме Государственного экзамена по физике для бакалавров физики. Программа вступительных испытаний составляется на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования бакалавриата по направлению 03.04.02 Физика и профессиональным стандартам. Она позволяет оценить качество знаний, необходимых для освоения программы подготовки магистра по избранному направлению.

К основным требованиям, предъявляемым к знаниям и умениям абитуриентов, относятся наличие у них личностных качеств, которые позволят им осуществлять следующие виды профессиональной деятельности: научно - исследовательская, научно - инновационная, организационно-управленческая и просветительская, а также сформированных универсальных, общепрофессиональных и профессиональных (общепрофессиональных, научно-исследовательских, научно-инновационных, организационно - управленческих, педагогических и просветительских) компетенций.

Кроме того, для успешного освоения данной образовательной программы подготовки магистра абитуриент должен обладать соответствующими компетенциями в области общей физики, математики, информатики в объеме государственных образовательных стандартов.

## **2. Структура вступительного испытания**

Испытание включает в себя 40 заданий по основам всех разделов курсов общей и теоретической физики, физике конденсированного состояния и проводится в форме тестирования. В программе представлен примерный вариант теста.

## **3. Система оценивания вступительного испытания**

При проведении теста используется 100-бальная система оценивания. Тест считается успешно пройденным, если абитуриент набрал 60 и более баллов. За каждый правильный ответ на вопрос теста абитуриенту начисляется 2,5 балла. За каждый неправильный ответ - 0.

## **4. Продолжительность вступительного испытания**

Продолжительность тестирования составляет 120 минут с момента объявления заданий вступительного испытания.

## **5. Вопросы для подготовки к вступительному испытанию**

### Раздел 1. МЕХАНИКА

1. Пространство и геометрия. Системы отсчета. Физические модели: материальная точка, система материальных точек, абсолютно твердое тело.
2. Законы Ньютона, Движение материальной точки в поле силы тяжести.
3. Момент силы, момент импульса. Уравнение моментов для материальной точки и системы материальных точек. Закон сохранения момента импульса.
4. Законы сохранения и симметрии пространства и времени.
5. Твердое тело. Уравнения движения твердого тела. Моменты инерции. Вычисление моментов инерции относительно оси. Теорема Гюйгенса.
6. Движение твердого тела, закрепленного в одной точке. Уравнение Эйлера.
7. Малые колебания. Гармоническое приближение. Собственные частоты, нормальные координаты. Колебания при внешних воздействиях. Вынужденные и затухающие колебания.
8. Проблема рассеяния. Сечение рассеяния.

### Раздел 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА, СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

1. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Основное уравнение кинетической теории газов. Уравнение Менделеева-Клапейрона.
2. Вычисление средних физических величин в классической физике.
3. Распределение Максвелла молекул по скоростям. Характерные скорости распределения Максвелла. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
5. Распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.
6. Распределение энергии по степеням свободы. Теплоемкость. Классическая теория теплоемкости.
7. Равновесные состояния и равновесные процессы. Работа. Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики.
8. Круговые процессы. Цикл Карно. Второе начало термодинамики.
9. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия. Физический смысл энтропии. Рост энтропии в процессах установления равновесия. Термодинамические неравенства.
10. Равновесие фаз. Фазовые переходы. Переход из газообразного состояния в жидкое. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовая диаграмма.
11. Кристаллизация, плавление, сублимация. Фазовые диаграммы. Тройная точка.

### Раздел 3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

1. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца и их следствия.
2. Свойства электрических зарядов. Закон Кулона.
3. Тензор электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме.
4. Плотность силы и тензор энергии - импульса электромагнитного поля.
5. Вектор Пойнтинга и законы сохранения для полей и частиц.
6. Электрическое поле в диэлектриках. Виды диэлектриков и механизмы поляризации.

7. Электрический ток. Плотность и сила тока. Законы Ома и Джоуля-Ленца. Правила Кирхгофа.

8. Магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Ампера.

9. Магнитное поле в веществе. Парамагнетики, диамагнетики, ферромагнетики и их свойства.

10. Полупроводники, Собственная и примесная проводимость. Контакт полупроводников с разным типом проводимости.

11. Электромагнитная индукция. Опыты Фарадея. Основной закон электромагнитной индукции. Самоиндукция. Взаимоиндукция.

12. Переменный ток. Квазистационарные токи. Цепь с емкостью, индуктивностью и сопротивлением. Резонанс Напряжений. Резонанс токов.

13. Волновое уравнение. Его решение в виде плоских электромагнитных волн. Монохроматическая плоская волна и ее поляризация.

15. Потенциалы и поля произвольно движущегося заряда.

#### Раздел 4. ОПТИКА

1. Излучение световых волн. Спектральный состав излучения. Ширина спектральной линии. Причины уширения спектральной линии.

2. Интерференция света. Когерентность волн. Метода получения когерентных волн в оптике. Интерферометры и их применения.

3. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция от круглого отверстия и непрозрачного экрана.

4. Дифракция в параллельных лучах. Дифракционная решетка. Дифракция на пространственных структурах. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Вульфа-Брэггов.

5. Тепловое излучение. Законы излучения абсолютно черного тела. Формула Рэлея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа. Формула Планка.

6. Световые кванты. Фотоэффект. Эффект Комптона. Вынужденное излучение. Формула Эйнштейна. Прохождение света через вещество. Закон Бугера.

7. Понятие активной среды, способы ее получения. Принцип работы лазера.

## Раздел 5. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА, АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

1. Математический аппарат квантовой механики. Линейное векторное пространство, базис, операторы. Собственные векторы и собственные значения. Коммутирующие операторы. Вырожденные собственные значения.

2. Основания квантовой механики. Волновая функция, среднее значение физической величины. Операторы координаты и импульса, коммутационные соотношения. Гамильтониан, стационарное уравнение Шредингера. Дискретный и непрерывный спектр, связанные и несвязанные состояния квантовых систем.

3. Временная эволюция физической системы. Временное уравнение Шредингера. Зависимость средних значений физических величин от времени.

4. Одномерное движение. Гамильтониан свободного движения в одном измерении, волновая функция, энергия и импульс. Длина волны де Бройля. Квантовая частица в одномерной потенциальной яме, энергии и волновые функции.

5. Квантовый гармонический осциллятор. Гамильтониан, операторы рождения и уничтожения, коммутационные соотношения.

6. Оператор углового момента. Коммутационные соотношения для оператора момента импульса  $L$ . Собственные функции и собственные значения операторов  $L^2$  и  $L_z$ .

7. Движение в поле центральных сил. Гамильтониан атома водорода. Радиальная и угловая части волновой функции. Уровни энергии атома водорода. Квантовые числа и диапазон их изменения. Распределение электронной плотности для  $s$  и  $p$  состояний.

8. Спин. Свойства операторов  $S^2$ ,  $S_z$  для частицы со спином  $\frac{1}{2}$ , собственные векторы и собственные значения. Значения проекции спина на выделенную ось. Оператор спин-орбитального взаимодействия.

9. Системы из одинаковых частиц. Фермионы и бозоны. Свойства волновой функции. Координатная и спиновая части для невзаимодействующих фермионов. Синглетное и триплетное состояния.

10. Многоэлектронные системы. Одночастичные и многочастичные состояния электронов. Приближение среднего поля. Уравнения Хартри и Хартри-Фока, обменное взаимодействие.

11. Спектры атомов и молекул. Виды спектров. Спектры поглощения и спектры излучения. Применение спектров при изучении структуры и состава вещества.

12. Определение понятия "плазма". Параметры плазмы, модели плазмы. Способы получения плазмы.

13. Квантовые свойства твердых тел. Одноэлектронное приближение. Зонная структура энергетических спектров. Зонные модели проводников, полупроводников и изоляторов.

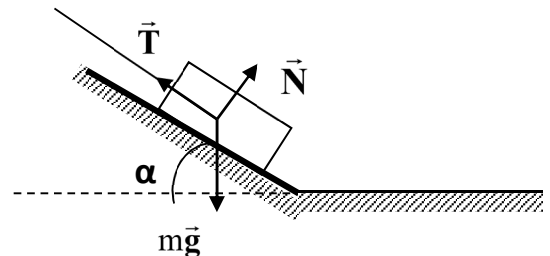
14. Состав и характеристики атомного ядра. Изотопы. Изобары. Энергия и устойчивость ядер.

15. Модели атомных ядер. Капельная модель. Оболочечная модель.

16. Радиоактивность. Законы радиоактивного распада.  $\alpha$ ,  $\beta$  -распады. Спонтанное деление ядер.

## 6. Образец фонда оценочных средств

1. Брусок лежит на гладкой наклонной опоре (см. рисунок). На него действуют три силы: сила тяжести  $m\vec{g}$ , сила упругости опоры  $\vec{N}$  и сила натяжения нити  $\vec{T}$ . Если брусок неподвижен, то модуль равнодействующей сил  $\vec{N}$  и  $\vec{T}$  равен:



- 1)  $N + T$     2)  $(2N + T)\cos\alpha$     3)  $m\vec{g}$     4)  $mg \sin\alpha$

2. Если на вагонетку массой  $m$ , движущуюся по горизонтальным рельсам со скоростью  $v$ , сверху вертикально опустить груз, масса которого равна половине массы вагонетки, то скорость вагонетки с грузом станет равной

- 1)  $\frac{3}{2}v$     2)  $\frac{2}{3}v$     3)  $\frac{1}{2}v$     4)  $\frac{1}{4}v$

3. Летящая горизонтально со скоростью  $v = 20$  м/с пластилиновая пуля массой  $m = 9$  г попадает в неподвижно висящий на нити длиной  $l = 2$  м груз, в результате чего груз с прилипшей к нему пулей начинает совершать колебания. Максимальная высота подъёма груза от положения равновесия при этом  $h = 20$  см. Какова масса груза?

- 1) 27г                      2) 64г                      3) 81г                      4) 100г

4. Два шарика, массы которых  $m_1 = 200$  г и  $m_2 = 600$  г, висят, соприкасаясь, на одинаковых нитях длиной  $l = 80$  см. Первый шар отклонили на угол  $90^\circ$  и отпустили. На какую высоту поднимутся шарики после удара, если этот удар абсолютно неупругий?

- 1) 15 см                      2) 10 см                      3) 5 см                      4) 1 см

5. К ободу однородного диска радиусом  $R=0,2$  м приложена постоянная касательная сила  $F=98$  Н. При вращении на диск действует момент сил трения  $M_{тр} = 4,9$  Н·м. Найти вес  $P$  диска, если известно, что он вращается с постоянным угловым ускорением  $\varepsilon = 100$  рад/с. Момент инерции однородного диска  $\frac{1}{2} mR^2$

- 1) 7,35 кг    2) 72 Н    3) 5,6 кг    4) 98 Н

6. Груз массой 2 кг, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания. Максимальное ускорение груза при этом равно  $10$  м/с<sup>2</sup>. Какова максимальная скорость груза?

- 1) 4 м/с                      2) 2 м/с                      3) 1 м/с                      4) 0,5 м/с

7. Материальная точка массой 50 г колеблется по закону  $x = 0,05 \sin 0,2 \pi t$

Найдите максимальную силу действующую на точку.

- 1)  $2 \cdot 10^{-3}$  Н                      2)  $2 \cdot 10^{-2}$  Н                      3)  $10^{-2}$  Н                      4)  $10^{-3}$  Н

8. Как записывается формула Штейнера для определения момента инерции тела относительно оси вращения, находящейся вне тела на расстоянии  $a$ ?

**A.**  $I = ma^2$ ; **B.**  $I = I_0 + ma^2$ ; **C.**  $I = \frac{2}{5} mR^2 + ma^2$ ; **D.**  $I = \frac{1}{2} mR^2 + ma^2$ ;



9. Какая из формул НЕ работает для релятивистской частицы (E - полная энергия частицы, p - импульс частицы, m - масса) :

1.  $E = mc^2 + mv^2/2$
2.  $E^2 = (mc^2)^2 + p^2c^2$
3.  $E = mc^2/(1-v^2/c^2)^{1/2}$
4.  $p = mv/(1-v^2/c^2)^{1/2}$

10. Какое из утверждений ниже неправильное?

1. Все допустимые микросостояния замкнутой системы равновероятны
2. Энтропия изолированного тела остаётся постоянной
3. Энтропия тела в равновесном состоянии максимальна
4. Энтропия с точностью до постоянного множителя равна логарифму числа допустимых микроскопических состояний тела.

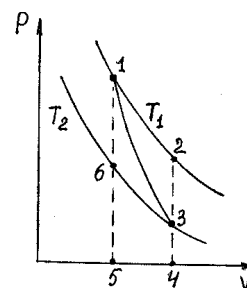
11. Какой процесс называется адиабатным? Как записывается уравнение и первое начало термодинамики для этого процесса? Площадь какой фигуры на рисунке изображается работа при адиабатном расширении газа?

А. изотермический процесс без теплообмена с окружающей средой,  $PV = \text{const}$ ,  $A = -\Delta U$ , фигура 1-2-3-4-5-6-1;

В. термодинамический процесс в изолированной системе без теплообмена с окружающей средой  $PV^\gamma = \text{const}$ ;  $A = -\Delta U$ , фигура 1-3-4-5-6-1;

С. термодинамический процесс в изолированной системе,  $PV^\gamma = \text{const}$ ;  $A = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R \Delta T < 0$ , фигура 1-2-4-5-1;

Д. процесс, протекающий без теплообмена с окружающей средой,  $TV^\gamma = \text{const}$ ;  $-A = \Delta U$ , фигура 1-3-4-5-6-1



12. Какая формулировка и формула второго начала

термодинамики справедлива для реальных необратимых процессов?

А. Для обратимых процессов изменение энтропии не происходит  $\Delta S = 0$ ;

В. Энтропия системы, совершающей необратимый цикл, возрастает  $\Delta S > 0$ ;

С. КПД теплового двигателя всегда меньше единицы  $\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} < 1$ ;

**D.** В макроскопической системе возможны лишь такие самопроизвольные процессы, которые ведут к увеличению энтропии (нагревание и расширение газа)

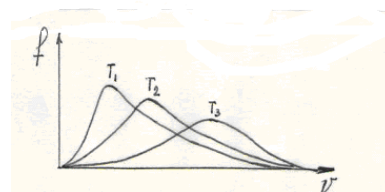
$$\Delta S = S_2 - S_1 = \frac{m}{M} \left( C_v \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{V_2}{V_1} \right)$$

**13.** На рисунке представлена зависимость функции распределения числа частиц по скоростям для трёх значений температур идеального газа (распределение Максвелла). Как соотносятся между собой

величины этих температур

**A.**  $T_1 > T_2 > T_3$ ; **B.**  $T_1 < T_2 < T_3$ ;

**C.**  $T_1 = T_2 = T_3$ ; **D.**  $T_1 < T_2 > T_3$ ;



**14.** Какое из уравнение ниже неприменимо для произвольной термодинамической системы в квазистатическом процессе ( $U$ - внутренняя энергия,  $S$  – энтропия):

1.  $C_p = T(\partial S/\partial T)_v$

2.  $dU = TdS - PdV$

3.  $C_p = (\partial U/\partial T)_p + P(\partial V/\partial T)_p$

4.  $(\partial U/\partial V)_T = 0$

**15.** Какое из утверждений ниже неправильное?

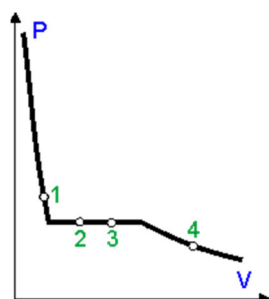
1. Все допустимые микросостояния замкнутой системы равновероятны

2. Энтропия изолированного тела остаётся постоянной

3. Энтропия тела в равновесном состоянии максимальна

4. Энтропия с точностью до постоянного множителя равна логарифму числа допустимых микроскопических состояний тела.

**16.** На рисунке изображена изотерма пара воды, подвергающегося конденсации. В



какой из точек на этой изотерме масса жидкости в 2 раза больше массы пара?

1. Точка 1

2. Точка 2

3. Точка 3

4. Точка 4

**17.** Какое утверждение справедливо для определения внутренней энергии тела?

**А.** Внутренняя энергия может изменяться двумя способами: за счёт совершения работы над телом внешних сил и за счёт теплообмена  $\Delta U = Q + A$ ;

**В.** Внутренняя энергия одноатомного идеального газа есть сумма

кинетических энергий всех его  $N$  молекул  $U = \sum_{i=1}^N \frac{mv_i^2}{2}$ ;

**С.** Внутренняя энергия макроскопического тела равна сумме кинетических энергий хаотического движения всех молекул (или атомов) и потенциальных

энергий их взаимодействия  $U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} RT$ ;

**Д.** Внутренняя энергия системы, изолированной от любых взаимодействий с внешней средой, не изменяется при любых взаимодействиях внутри системы  $U = \text{Const}$ .

**18.** Температура гелия в запаянном сосуде повысилась с  $20^\circ\text{C}$  до  $60^\circ\text{C}$ , масса гелия равна  $0,3$  кг. Какое количество теплоты получил гелий?

Универсальная газовая постоянная  $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$

1)  $74,8$  кДж      2)  $62,4$  кДж      3)  $31,2$  кДж      4)  $37,4$  кДж

**19.** Как изменяется внутренняя энергия идеального газа при адиабатическом уменьшении его объема?

А) увеличивается; В) уменьшается; С) увеличивается или уменьшается - в зависимости от количества газа; Д) не изменяется

**20.** Газ при температуре  $112$  К и давлении  $1,66 \cdot 10^5$  Па имеет плотность

$5 \text{ кг/м}^3$ . Что это за газ? Универсальная газовая постоянная  $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$

А) водород  $\text{H}_2$ ; В) неон  $\text{Ne}$ ; С) кислород  $\text{O}_2$ ; Д) азот  $\text{N}_2$

**21.** Температура нагревателя идеальной тепловой машины Карно равна  $327^\circ\text{C}$ , а температура холодильника  $17^\circ\text{C}$ . Работа двигателя за цикл равна  $15$  МДж. Какое количество теплоты получает рабочее тело от нагревателя?

1)  $15,8$  кДж      2)  $29$  кДж      3)  $15,8$  МДж      4)  $29$  МДж

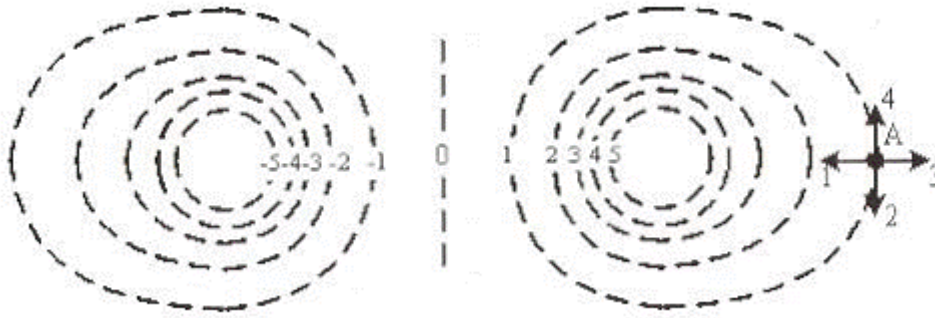
**22.** Отсоединенный от источника тока плоский конденсатор, заполненный диэлектриком с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ , имеет энергию  $W$ . Если удалить диэлектрик, то энергия электрического поля конденсатора станет равной...

Выберите один ответ.

А.  $\epsilon W$ ; В.  $W$ ; С.  $W/(\epsilon-1)$ ; Д.  $W/\epsilon$ ; Е.  $(\epsilon-1) W$

**23.** На рисунке показаны эквипотенциальные линии системы зарядов и значения потенциала на них. Вектор напряженности электрического поля в точке  $A$

ориентирован в направлении...



Выберите один ответ.

A-1; A-2; A-3; A-4

24. Как и почему изменяется электрическое сопротивление полупроводников при увеличении температуры? (Напряжение на концах полупроводника - постоянно.)

- A) Увеличивается, так как увеличивается средняя скорость направленного движения электронов.
- B) Уменьшается, так как увеличивается средняя скорость направленного движения электронов.
- C) Увеличивается, так как увеличивается амплитуда колебаний положительных ионов, в узлах кристаллической решетки.
- D) Уменьшается, так как увеличивается концентрация свободных носителей электрического заряда.
- E) Увеличивается, так как увеличивается концентрация свободных носителей электрического заряда.

25. Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \int_{\Gamma} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{\Sigma} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S} \\ \int_{\Gamma} \vec{H} d\vec{l} = \int_{\Sigma} \left( \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) \cdot d\vec{S} \\ \int_{\Sigma} \vec{D} \cdot d\vec{S} = - \int_V \rho dV \\ \int_{\Sigma} \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0 \end{array} \right.$$

Следующая система уравнений:

$$\begin{cases} \int_L \vec{E} d\vec{l} = 0 \\ \int_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \vec{j} d\vec{S} \\ \int_S \vec{D} d\vec{S} = - \int_V \rho dV \\ \int_S \vec{B} d\vec{S} = 0 \end{cases}$$

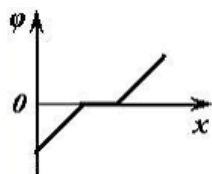
справедлива для...

Выберите один ответ.

- A) стационарного электромагнитного поля при наличии заряженных тел и токов проводимости
- B) стационарных электрических и магнитных полей
- C) стационарного электромагнитного поля в отсутствие токов проводимости
- D) стационарного электромагнитного поля в отсутствие заряженных тел

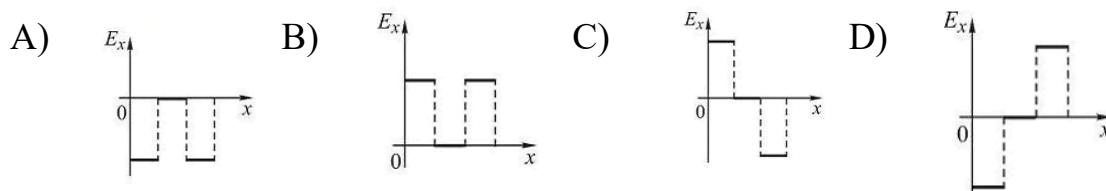
26. Зависимость потенциала электростатического поля от координаты  $x$  показана

на рисунке.



Проекция вектора напряженности  $E_x$  этого поля зависит от координаты  $x$ , как показано на графике ...

Выберите один ответ.



27. Интерференция от двух когерентных источников не наблюдается, если они испускают волны

1. круговой поляризации
2. линейно поляризованные в перпендикулярных плоскостях
3. поляризованные в одной плоскости
4. с разностью фаз  $\pi$

28. Плоская монохроматическая волна интенсивностью  $I_0$  падает на непрозрачный диск. В центре дифракционной картины интенсивность равна

1. 0

2.  $I_0$
3.  $4I_0$
4.  $2I_0$

**29.** Естественный свет падает под углом Брюстера на границу раздела двух сред.

Отраженный луч полностью поляризован

5. в плоскости падения
6. перпендикулярно плоскости падения
7. не поляризован
8. его интенсивность равна 0

**30.** На дифракционную решетку (период  $d$  число щелей  $N$ ) нормально падает плоская волна (длина волны  $\lambda$ ). Максимально возможная разрешающая способность дифракционной решетки равна

1.  $R = N\lambda/d$
2.  $R = Nd/\lambda$
3.  $R = d/\lambda$
4.  $R = N$

**31.** Функция распределения Ферми-Дирака  $f(E)$  описывает статистику

- a) ансамбля частиц с целым спином.
- b) ансамбля частиц с полуцелым спином.
- c) ансамбля классических частиц.
- d) Вообще не относится к описанию статистических ансамблей.

**32.** Функция распределения Бозе-Эйнштейна  $n(E)$  описывает статистику

- a) ансамбля частиц с целым спином.
- b) ансамбля частиц с полуцелым спином.
- c) ансамбля классических частиц.
- d) Вообще не относится к описанию статистических ансамблей.

**33.** В собственном полупроводнике уровень Ферми расположен

- a) в валентной зоне.
- b) в зоне проводимости.
- c) в середине запрещенной зоны.
- d) для собственного полупроводника понятие уровня Ферми не имеет смысла.

**34.** Распределение Планка, это

1.  $\rho(\omega) \sim \omega^3 \exp(-a\omega/T)$

2.  $\rho(\omega) \sim \omega^2 kT/\pi^2 c^3$

3.  $\rho(\omega) \sim \omega^3/(\exp(a\omega/T)-1)$

4.  $\rho(\omega) \sim \omega^3/(\exp(a\omega/T)+1)$

**35.** При исследовании структуры мономолекулярного слоя вещества пучок электронов, имеющих одинаковую скорость, направляется перпендикулярно исследуемому слою. В результате дифракции на молекулах, образовавших периодическую структуру, часть электронов отклоняется на определённые углы, образуя дифракционные максимумы. С какой скоростью движутся электроны, если первый дифракционный максимум соответствует отклонению электронов на угол  $50^\circ$  от первоначального направления, а период молекулярной решётки составляет  $0,215 \text{ нм}$ ?  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ ,  $\sin 50^\circ = 0,766$ ,  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ .

1)  $2,2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ ; 2)  $2,2 \cdot 10^5 \text{ м/с}$ ; 3)  $4,4 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ ; 4)  $4,4 \cdot 10^7 \text{ м/с}$

**36.** Какое из нижеприведённых соотношений является уравнением Шрёдингера для стационарных состояний?

**A.**  $-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \psi + U(x, y, z, t) \psi = i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t}$ ; **B.**  $\Delta \psi = \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2}$  ;

**C.**  $\Delta \psi + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U) \psi = 0$ ; **D.**  $W = \int_V dW = \int |\psi|^2 dV$

**37.** Какая доля от большого количества радиоактивных атомов распадается через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

1) 100%                      2) 75%                      3) 50%                      4) 25%

**38.** По какой формуле можно оценить максимальное число электронов, находящихся в n-ой электронной оболочке?

**A.**  $N_e = n$ ; **B.**  $N_e = 2(1+n)$ ; **C.**  $N_e = 2n^2$ ; **D.**  $N_e = (2l+1)n$ ;

**39.** Укажите необходимые и достаточные условия распределения электронов по основным энергетическим состояниям в многоэлектронных атомах:

**A.** 3 квантовых числа  $n, l, m$ ;

**B.** 4 квантовых числа и принцип Паули;

С. 4 квантовых числа  $n, l, m, s$ ;

Д. 4 квантовых числа, принцип Паули, принцип минимума энергии.

**40.** Как формулируется принцип Паули?

А. В атоме не может быть более одного электрона с одинаковым набором четырёх квантовых чисел  $n, l, m, s$ ;

В. Два электрона, связанные в одном и том же атоме, различаются значениями по крайней мере одного квантового числа;

С. Количество электронов в подоболочке определяется магнитным ( $m$ ) и спиновым ( $s$ ) квантовыми числами;

Д. Совокупность электронов в многоэлектронном атоме, имеющих одно и то же главное квантовое число ( $n$ ) называется электронной оболочкой.

### 7. Ключ к образцу фонда оценочных средств

Номер	Вариант ответа
1	3
2	2
3	3
4	3
5	2
6	3
7	4
8	В
9	1
10	2
11	В
12	С
13	В
14	1
15	2
16	2
17	С
18	4
19	А
20	Д
21	4
22	Д
23	3
24	Д
25	С
26	А



27	2
28	2
29	2
30	2
31	b
32	a
33	c
34	3
35	3
36	c
37	2
38	c
39	B
40	B

### 8. Рекомендуемая литература

1. Батыгин В.В., Топтыгин И.Н. Современная электродинамика. Часть I. Микроскопическая теория. –Москва - Ижевск:ИКИ, 2003.Матвеев А.Н. Механика в теории относительности. - М.: Высшая школа, 1986.
2. Бутиков Е.И. Оптика.- М.: Высшая школа, 1986.Сивухин Д.В. Общий курс физики (в 5 томах) – М.:ФИЗМАТЛИТ/МФТИ, 2002-2005.
3. Давыдов А.С. Квантовая механика. - М., 1976.
4. Коткин Г.Л., Сербо В.Г. Сборник задач по классической механике. - М.: 1977.
5. Кубо Р. Статистическая физика. - М.: Мир, 1967.
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. "Теоретическая физика: Учебное пособие в 10-ти томах» Год выпуска 2002-2007. Т.1 – 5
7. Матвеев А.Н. Атомная физика. - М.: Высшая школа, 1969.
8. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. - М.: Высшая школа, 1985.
9. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. М.: Высшая школа. 1983.
10. Терлецкий Я.П., Рыбаков Ю.П. Электродинамика. М.: Высшая школа, 1980.
11. Яковлев В.И.Классическая электродинамика. Часть I. Электричество и магнетизм.- Новосибирск:НГУ,2003

## 9. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

При подготовке к вступительному испытанию рекомендуется использование электронных библиотек:

<http://e.lanbook.com> – книги Издательства “Лань”

<http://www.iqlib.ru> - Электронно - библиотечная система образовательных и просветительских изданий

<http://lib.tusur.ru> – электронная библиотека Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники

<http://ibooks.ru> - электронная библиотечная система учебной и научной литературы

<http://www.biblioclub.ru> - электронная библиотечная система “Университетская библиотека онлайн”

## 10. Разработчики программы вступительного испытания

Паперный В.Л., заведующий кафедрой общей и космической физики физического факультета ИГУ, доктор физико-математических наук.

*Данная программа соответствует методическим рекомендациями «О порядке разработки и требованиях к структуре, содержанию и оформлению программ вступительных испытаний», утвержденные ректором от 22 января 2024 г.*