

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский университет дружбы народов»

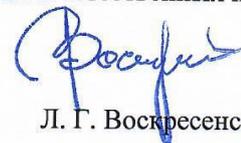
*Факультет физико-математических и естественных наук*

Институт физических исследований и технологий

*Рекомендовано МССН*

Принято  
Ученым советом  
факультета физико-математических  
и естественных наук  
Протокол № 0201-08/11  
от 18.05.2021 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета физико-  
математических и естественных наук



Л. Г. Воскресенский

ПРОГРАММА  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

**Рекомендуется для направления подготовки**

03.03.02 «ФИЗИКА»

**Направленность программы (профиль)**

**Квалификация выпускника**

БАКАЛАВР

Москва

## **Общие положения**

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **03.03.02 «Физика»** (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.08.2015 № 913.

- Образовательными стандартами высшего образования, самостоятельно устанавливаемыми РУДН;
- Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 27 марта 2020 № 490 «О внесении изменений в некоторые приказы Министерства образования и науки Российской Федерации, касающиеся проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования»;
- Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14 марта 2020 г. № 397 «Об организации образовательной деятельности в организациях, реализующих образовательные программы высшего образования и соответствующие дополнительные профессиональные программы, в условиях предупреждения распространения новой коронавирусной инфекции на территории Российской Федерации»;

Ответственность и порядок действий по подготовке и проведению государственных итоговых испытаний в РУДН, а также перечень, очередность, сроки прохождения документов, необходимых для осуществления государственной итоговой аттестации, между структурными подразделениями определяет Порядок проведения итоговой государственной аттестации обучающихся.

Государственная итоговая аттестация по направлению 03.03.02 «Физика» включает междисциплинарный государственный экзамен и защиту выпускной квалификационной работы.

В Блок 3 «Государственная итоговая аттестация» входят:

- подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена 6 ЗЕ (216 час.)
- оформление, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы 6 ЗЕ (216 час.)

### **Порядок проведения междисциплинарного государственного экзамена**

Междисциплинарный государственный экзамен проводится в виде компьютерного тестирования.

Компьютерное тестирование решает задачу выявления общей необходимой компетентности студента в рамках требований ОС ВО РУДН и соответствующей образовательной программы данного направления подготовки.

#### **Общие требования**

Объем государственного экзамена:

Государственный междисциплинарный экзамен содержит необходимое число тестовых вопросов из основных разделов программы государственного экзамена для выявления общей необходимой компетентности студента в рамках требований ОС ВО РУДН и соответствующей образовательной программы данного направления подготовки.

На экзамене обучающиеся должны:

- продемонстрировать знание основных физических законов в объеме базовых курсов общей и теоретической физики;
- продемонстрировать владение профессиональными знаниями, соответствующими выбранной специализации;
- уметь решать задачи, соответствующие квалификации (степени) «бакалавр»;

- владеть аппаратом и уметь использовать математические и численные методы в практике решения задач по специальности.

Список вопросов для подготовки к тестированию (приложение №1.).

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

### Общие требования

К защите ВКР допускается обучающийся, освоивший образовательную программу в полном объеме, допущенный к прохождению государственной итоговой аттестации.

Государственная итоговая аттестация проводится в виде устного представления ВКР, с последующими устными ответами на вопросы членов ГЭК в соответствии с Положением Университета о ВКР. Доклад и/или ответы на вопросы членов ГЭК могут быть на иностранном языке.

Выпускная работа должна быть связана с разработкой конкретных теоретических вопросов, являющихся частью научно-исследовательских работ, проводимых Институтом, с экспериментальными исследованиями или с решением прикладных задач. При выполнении ВКР студент должен показать способности и умения, опираясь на полученные знания, решать на современном уровне задачи профессиональной деятельности, грамотно излагать специальную информацию, докладывать и отстаивать свою точку зрения перед аудиторией.

Этапы выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР), условия допуска обучающегося к процедуре защиты, требования к структуре, объему, содержанию и оформлению, а также перечень обязательных и рекомендуемых документов, представляемых к защите, указаны в методических указаниях, утвержденных в установленном порядке:

1. Федеральный закон Российской Федерации № 272-ФЗ от 29.12.2012 г. «Об образовании в Российской Федерации».

2. Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 636 от 29 июня 2015 г.).

3. Методические указания «Порядок и критерии оценки результатов итоговой государственной аттестации» (приняты Ученым советом факультета физико-математических и естественных наук протокол № 201-08/04 от 23.12.2014 г.).

4. Порядок проведения итоговой государственной аттестации обучающихся по программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры в Российском университете дружбы народов (утвержден приказом Ректора № 767 от 14.12.2015 г.).

5. Регламент проведения государственной аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры в РУДН (утвержден приказом Ректора № 768 от 14.12.2015 г.).

### Оценочные средства

При оценивании выпускных квалификационных работ студентов применяются следующие критерии:

Критерии начисления баллов	максимальный балл
Публикации по теме ВКР ( <i>проверяется наличие научных трудов, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, приравненных к публикациям перечня ВАК (в том числе в изданиях, входящих в одну из международных реферативных баз данных и систем цитирования Web of Science, Scopus, MathSciNet, zbMATH, Springer), а также зарегистрированных патентов и программных продуктов, алгоритмов</i> )	5

ЭВМ)	
Апробация ВКР (результаты работы доложены на научном семинаре или конференции с публикацией тезисов доклада)	15
Оригинальность ВКР (набранный балл исчисляется как определенная системой «Антиплагиат» степень оригинальности основной части ВКР с коэффициентов 0,1)	10
Оформление ВКР (степень аккуратности оформления работы, наличие в ней необходимого иллюстративного материала, а также оформленные должным образом ссылки на литературные источники)	10
Содержание ВКР (проверяется, что содержание работы соответствует направлению подготовки и утвержденной теме, представлен аналитический обзор, сделан достаточно обстоятельный анализ теоретических аспектов проблемы и различных подходов к ее решению, список литературных источников в достаточной степени отражает информацию по теме исследования)	20
Представление ВКР перед ГАК (оценивается качество представленного доклада, и иллюстративного материала по теме исследования, а также то, что содержание выпускной работы доложено последовательно и логично, проблема раскрыта достаточно глубоко и всесторонне, с четкими и убедительными выводами по результатам исследования и доклад не вышел за пределы установленного лимита времени)	20
Защита представленных результатов (оценивается умение вести полемику по теоретическим и практическим вопросам выпускной работы, глубина и правильность ответов на вопросы членов ГАК и замечания рецензентов)	20
Максимально возможная сумма баллов:	100

Выпускная работа, без уважительной причины не представленная к защите в установленные сроки или не прошедшая проверку в системе «Антиплагиат», оценивается на оценку «неудовлетворительно».

Окончательная оценка выпускной квалификационной работы дается ГЭК, которая вправе учесть все факторы и обстоятельства защиты выпускной работы.

Установлено следующее соответствие между набранными баллами, европейской системой ECTS и российской системой оценок:

Набранные баллы	Оценка ECTS	Оценка
95-100	A	Отлично
86-94	B	
69-85	C	Хорошо
61-68	D	Удовлетворительно
51-60	E	
0-50	F	Неудовлетворительно

Неудовлетворительная оценка за выпускную работу выставляется в случае, если:

- выпускная работа не подготовлена в установленные сроки;
- тема работы не соответствует направлению подготовки;
- содержание работы не соответствует обозначенной теме;

- работа содержит существенные ошибки и поверхностную аргументацию основных положений;
- работа не является оригинальной или имеет большой процент заимствований без ссылок на источники;
- отзывы руководителя и рецензента отрицательные;
- при защите студент не знает теории вопроса, затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме работы или при ответе допускает существенные ошибки.

Основными качественными критериями оценки выпускной работы являются:

- актуальность и новизна темы;
- достаточность использованной отечественной и зарубежной литературы по теме;
- полнота и качество собранных эмпирических данных;
- обоснованность привлечения тех или иных методов решения поставленных задач;
- глубина и обоснованность анализа и интерпретации полученных результатов;
- четкость и грамотность изложения материала, качество оформления работы;
- умение вести полемику по теоретическим и практическим вопросам выпускной работы, глубина и правильность ответов на вопросы членов ГЭК и замечания рецензентов.

3.1. Выпускник бакалавриата по направлению 03.03.02 Физика должен обладать следующими универсальными компетенциями:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде

УК-4. Способен к коммуникации в межличностном и межкультурном взаимодействии на русском как иностранном и иностранном(ых) языке(ах) на основе владения взаимосвязанными и взаимозависимыми видами репродуктивной и продуктивной иноязычной речевой деятельности, такими как аудирование, говорение, чтение, письмо и перевод в повседневной, социокультурной, учебно-профессиональной, официально-деловой и научной сферах общения.

УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах.

УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.

УК-9. Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах.

УК-10. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности.

УК-11. Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению.

УК-12. Способен:

искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач;

проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных.

Выпускник программы бакалавриата должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и(или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;

ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;

ОПК-3. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности;

ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):  
научно-исследовательская деятельность:

способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);

способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН

## МЕХАНИКА

### 1) Какие силовые поля называются потенциальными?

1. Поля, для которых сила не зависит от времени.
2. Поля, для которых сила не зависит от координат.
3. Поля, для которых работа не зависит от формы пути.

### 2) Какие величины сохраняются при движении материальной точки в потенциальном поле?

1. Импульс.
2. Полная энергия.
3. Момент импульса.

### 3) Как связана сила, действующая на материальную точку в потенциальном поле с ее потенциальной энергией?

1.  $F_x = -\frac{dU}{dx}$ .
2.  $F_x = \frac{dU}{dx}$ .
3.  $F_x = \int U(x)dx$ .

### 4) Чему равен момент импульса материальной точки?

1.  $\vec{L} = m\vec{v} \times \vec{r}$ .
2.  $\vec{L} = [\vec{r}, \vec{p}]$ .
3.  $\vec{L} = [\vec{p}, \vec{r}]$ .

### 5) Какова размерность момента инерции?

1. кг·м·сек.
2. кг<sup>2</sup>·м<sup>2</sup>.
3. кг·м<sup>2</sup>.

### 6) Основной закон вращательного движения для случая фиксированной оси.

1.  $I\omega = M_z$ .
2.  $I \frac{d\omega}{dt} = M_z$ .
3.  $I = mr^2$ .

### 7) Что происходит с угловой скоростью вынужденной прецессии при увеличении угловой скорости вращения гироскопа вокруг собственной оси?

1. Возрастает.
2. Уменьшается.
3. Остается неизменной.

### 8) Как изменяется резонансная частота при увеличении силы трения?

1. Увеличивается.
2. Не изменяется.
3. Уменьшается.

### 9) Собственная частота системы равна $\omega_0$ , а частота изменения ее параметра равна $\omega$ .

#### При каком условии возникнет параметрический резонанс?

1.  $\omega_0 = 2\omega$ .
2.  $\omega_0 = \frac{1}{2}\omega$ .
3.  $\omega_0 = \omega$ .

### 10) Чему равна скорость звука в упругой среде с модулем Юнга $E$ и плотностью $\rho$ ?

1.  $v_s = \sqrt{\frac{\rho}{E}}$ .
2.  $v_s = \sqrt{\gamma \frac{E}{\rho}}$ .

$$3. v_s = \sqrt{\frac{E}{\rho}}.$$

11) Как изменяется частота, воспринимаемая неподвижным приемником при удалении от него источника звука по сравнению с частотой при неподвижных источнике и приемнике?

1. Уменьшается.
2. Увеличивается.
3. Остается неизменной.

12) Чему равен релятивистский импульс тела?

$$1. \vec{p} = m_0 \vec{v} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

$$2. \vec{p} = \frac{m_0 \vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

$$3. \vec{p} = m_0 \vec{v}.$$

13) Как направлена сила Кориолиса по отношению к вектору скорости тела  $\vec{v}'$  во вращающейся системе отсчета и к вектору угловой скорости  $\vec{\omega}$  этой системы?

1. В направлении векторного произведения  $[\vec{v}'\vec{\omega}]$ .
2. В направлении  $[\vec{\omega}\vec{v}']$ .
3. Перпендикулярно направлению  $[\vec{v}'\vec{\omega}]$ .

14) При каком значении полной энергии движение тела в поле тяготения другого тела является финитным?

1.  $E > 0$ .
2.  $E = 0$ .
3.  $E < 0$ .

15) В каких точках ламинарного потока жидкости выполняется уравнение Бернулли?

1. В любых точках.
2. В точках, лежащих на одной линии тока.
3. В точках, где направление скорости горизонтально.

## МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

1) Чему равна молярная теплоемкость одноатомного идеального газа при постоянном давлении?

$$1. C_p = \frac{7}{2} R.$$

$$2. C_p = \frac{5}{2} R.$$

$$3. C_p = \frac{3}{2} R.$$

2) Как изменяется температура идеального газа при его адиабатическом расширении?

1. Увеличивается.
2. Остается неизменной.
3. Уменьшается.

3) Как с помощью функции распределения  $f(v_x)$  вычислить вероятность найти молекулу в интервале скоростей от  $v_x$  до  $v_x + dv_x$ ?

$$1. P = f(v_x) dv_x.$$

$$2. P = f(v_x).$$

$$3. P = \frac{df}{dv_x}.$$

4) Как зависит длина свободного пробега молекул идеального газа от концентрации?

1.  $\sim n$ .

2.  $\sim \sqrt{n}$ .

3.  $\sim \frac{1}{n}$ .

**5) Какова размерность коэффициента теплопроводности?**

1. град·м·сек.
2. Джоуль/(м·сек·град)
3. Джоуль/град

**6) Неравенство Клаузиуса для необратимого кругового процесса.**

1.  $\oint \frac{\delta Q}{T} > 0$ .
2.  $\oint \delta Q < 0$ .
3.  $\oint \frac{\delta Q}{T} < 0$ .

**7) Термодинамическое определение энтропии для бесконечно малого обратимого теплового процесса.**

1.  $dS = \frac{\delta Q}{T}$ .
2.  $dS = \frac{dQ}{dT}$ .
3.  $dS = \frac{dU}{T}$ .

**8) Как изменяется энтропия замкнутой термодинамической системы в необратимых процессах?**

1. Возрастает.
2. Не изменяется.
3. Убывает.

**9) Уравнение Ван-дер-Ваальса для одного моля реального газа.**

1.  $(p - \frac{a}{V})(V^2 - b) = RT$ .
2.  $(p + \frac{a}{V^2})(V - b) = RT$ .
3.  $(p + b)(V - \frac{a}{V^2}) = RT$ .

**10) Размерность коэффициента поверхностного натяжения жидкости.**

1. Ньютон/метр.
2. Ньютон·метр.
3. Джоуль·метр<sup>2</sup>.

**11) Как изменяется коэффициент поверхностного натяжения жидкости при ее нагревании?**

1. Увеличивается.
2. Уменьшается.
3. Остается неизменным.

**12) Как изменяется температура кипения жидкости при увеличении внешнего давления?**

1. Уменьшается.
2. Остается неизменной.
3. Увеличивается.

**13) Почему при повторных пластических деформациях (наклеп) увеличивается предел прочности кристалла?**

1. Потому что сближаются узлы кристаллической решетки.
2. Потому что увеличивается число дислокаций.
3. Потому что возрастает температура.

**14) Как изменяется внутренняя энергия вещества при фазовом переходе первого рода?**

1. Изменяется скачком.
2. Не изменяется ни внутренняя энергия, ни ее производная по температуре.

3. Изменяется скачком только ее производная по температуре.

15) Как изменяется молярная теплоемкость твердого тела при стремлении температуры к абсолютному нулю ?

1. Стремится к значению  $3R$ .
2. Стремится к бесконечности.
3. Стремится к нулю.

# ФИЗИКА АТОМА И АТОМНЫХ ЯВЛЕНИЙ

## 1. Классический радиус электрона.

$$r_c = e / m^2 c^2$$

$$r = h / mc$$

$$r = h / mc$$

$$r_c = e^2 / m_e c^2$$

## 2. Определение спектроскопического волнового числа.

$$\bar{\nu} = 1 / \lambda;$$

$$\bar{\omega} = 2\pi c / \lambda;$$

$$k = \omega / c;$$

$$\bar{\nu} = kc$$

## 3. Комбинационный принцип Ритца.

$$\bar{\nu}_{n n_1} = T_n - T_{n_1};$$

$$\bar{\nu}_{n n_1} = R_{n_1} - R_n;$$

$$\omega_{n n_1} = R_{n_1} - R_n;$$

$$\bar{\nu}_{n n_1} = R_{n_1} - T_n$$

## 4. Как определяются термы для атома водорода.

$$T_n = R / n^2$$

$$T_n = R n^2:$$

$$R_n = T n^2$$

$$R_n = n^2 / T$$

## 5. Второй постулат Бора.

$$h\nu_{nm} = E_n - E_m$$

$$h\omega = E$$

$$h\lambda = E_n - E_m$$

$$hp = E_n - E_m$$

## 6. Условие квантования круговых орбит по Бору.

$$mvr = nh;$$

$$p = nh;$$

$$mvr = n\pi;$$

$$mvr = n^2 h.$$

## 7. Комптоновская длина волны для электрона.

$$\lambda = h / m_e c$$

$$\lambda = h m_e c$$

$$\lambda = \eta c / m_e$$

$$\lambda = p / m_e c$$

## 8. Как определяется импульс фотона.

$$p = mv$$

$$p = hk$$

$$p = mc$$

$$p = \eta v$$

## 9. Энергия фотона.

$$E = pc^2$$

$$E = h\omega$$

$$E = hc$$

$$E = hmc$$

## 10. Длина волны де Бройля.

$$\lambda = h / p$$

$$\lambda = hc$$

$$\lambda = mc^2$$

$$\lambda = hmc^2$$

**11. Соотношение неопределенностей для координаты и импульса.**

$$\Delta p \Delta x \geq hc$$

$$\Delta p_x \Delta x \approx h$$

$$\Delta p \Delta x \leq h/2$$

$$\Delta p \Delta x \geq h\nu/2$$

**12. Смысл обозначения  $\Delta x$ .**

$$\Delta x = \sqrt{(x - \bar{x})^2}$$

$$\Delta x = x - \bar{x}$$

$$\Delta x = \bar{x}$$

$$\Delta x = (x - \bar{x})$$

**13. Определение среднего значения функции  $F(\vec{r})$ .**

$$\overline{F(\vec{r})} = \int F(\vec{r}) |\psi(\vec{r})|^2 dV$$

$$\overline{F(\vec{r})} = \int F(\vec{r}) |\psi(\vec{r})| dV$$

$$\overline{F(\vec{r})} = \int F(\vec{r}) \psi^2(\vec{r}) dV$$

$$\overline{F(\vec{r})} = \int F(\vec{r}) \psi(\vec{r}) dV$$

**14. Условие нормировки волновой функции.**

$$\int |\psi|^2 dV = 1$$

$$\int |\psi| dV = 1$$

$$\int \psi^2 dV = 1$$

$$\int |\psi|^2 dV = 2\pi .$$

**15. Оператор импульса в координатном представлении.**

$$\hat{p} = -h\nabla$$

$$\hat{p} = -ih\nabla$$

$$\hat{p} = -i\eta\nabla$$

$$\hat{p} = -\frac{i\eta}{2}\nabla$$

**16. Оператор Гамильтона в координатном представлении.**

$$\hat{H} = -\frac{\eta}{2}\Delta + U(\vec{r}, t)$$

$$\hat{H} = -\frac{\eta^2}{2m}\nabla + U(\vec{r}, t)$$

$$\hat{H} = -\frac{\eta}{2m}\nabla + U(\vec{r}, t)$$

$$\hat{H} = -h\Delta + U(\vec{r}, t)$$

**17. Нестационарное уравнение Шредингера.**

$$i\eta \frac{\partial \Psi}{\partial t} = \hat{H}\Psi$$

$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} = \hat{H}\Psi$$

$$\frac{i\eta}{2} \frac{\partial \Psi}{\partial t} = \hat{H}\Psi$$

$$\frac{\eta}{2} \frac{\partial \Psi}{\partial t} = \hat{H}\Psi$$

**18. Волновая функция стационарных состояний.**

$$\Psi_n(\vec{r}, t) = \psi(\vec{r}) e^{-iE_n t / \eta}$$

$$\Psi_n(\vec{r}, t) = \psi(\vec{r}) e^{-E_n t}$$

$$\Psi_n(\vec{r}, t) = \psi(\vec{r}) e^{-iE_n t \hbar}$$

$$\Psi_n(\vec{r}, t) = \psi(\vec{r}) e^{-iE_n t \hbar}$$

19. **Условие ортонормировки собственных волновых функций.**

$$\int \psi_n(\vec{r}) \psi_m(\vec{r}) dV = \delta_{nm}$$

$$\int \{\psi_n^*(\vec{r}) + \psi_m(\vec{r})\} dV = \delta_{nm}$$

$$\int \{\psi_n^*(\vec{r}) + \psi_m(\vec{r})\}^2 dV = \delta_{nm}$$

$$\int |\psi_n \psi_m|^2 dV = \delta_{nm}.$$

20. **Энергетический спектр квантового гармонического осциллятора.**

$$E_n = n \hbar \omega$$

$$E_n = \hbar \omega (n + 1/2)$$

$$E_n = \hbar \omega (n + 1)$$

$$E_n = \hbar \omega (n + 1/2)$$

21. **Собственные значения оператора проекции момента импульса.**

$$\lambda_z = \hbar m_\lambda$$

$$\lambda_z = \hbar m_\lambda$$

$$\lambda_z = \hbar \lambda$$

$$\lambda_z = \hbar m_\lambda^2$$

22. **Собственные значения оператора квадрата момента импульса.**

$$|\lambda|^2 = \hbar^2 \lambda^2$$

$$|\lambda|^2 = \hbar^2 l(l + 1)$$

$$|\lambda|^2 = \hbar^2 \lambda(\lambda + 1/2)$$

$$|\lambda|^2 = \hbar^2 \lambda(\lambda + 1/2)$$

23. **Энергетический спектр квантового ротатора.**

$$E_l = \hbar^2 l^2 / 2I$$

$$E_l = \hbar^2 l(l + 1)$$

$$E_l = \hbar l(l + 1) / I$$

$$E_l = \hbar^2 l / 2I$$

24. **Спиновое квантовое число электрона**

$$s = 1/2$$

$$s = \hbar$$

$$s = \hbar / 2$$

$$s = \sqrt{2}$$

25. **Правила отбора для магнитного орбитального квантового числа.**

$$\Delta m_\lambda = 0, \pm 1$$

$$\Delta m_\lambda = \pm 2$$

$$\Delta m_\lambda = 0, \pm 2$$

$$\Delta m_\lambda = 0, \pm 1, \pm 2$$

26. **Правила отбора для орбитального квантового числа.**

$$\Delta \lambda = \pm 1$$

$$\Delta \lambda = 0, \pm 1$$

$$\Delta \lambda = \pm 2$$

$$\Delta \lambda = 0, \pm 2$$

**ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЧАСТИЦ**

1. Какие три типа радиоактивных излучений открыл Резерфорд?

$\beta, \gamma, \rho$

$\alpha, \beta, \gamma$

$\gamma$ ,  $n$ ,  $p$

$\alpha$ ,  $p$ ,  $n$

2. Какие лучи  $\beta$  или  $\gamma$  обладают наибольшей проникающей способностью при равных энергиях?  
Проникающие способности одинаковы  
 $\beta$   
 $\gamma$   
зависит от материала
3. Из чего состоит ядро?  
Электроны, протоны, нейтроны  
Альфа-частицы, нейтроны, протоны  
Протоны, нейтроны  
Электроны, протоны, нейтроны, фотоны
4. Протоны, альфа-частицы и ядра лития, ускоренные одной и той же разностью потенциалов, проходят через тонкую фольгу. Какие из этих частиц рассеиваются всего сильнее?  
Протоны  
Альфа-частицы  
Одинаково  
Ядра лития
5. Каково характерное время сильных взаимодействий в ядре?  
 $10^{-15}$ сек  
 $10^{-18}$ сек  
 $10^{-21}$ сек  
 $10^{-23}$ сек.
6. Каков характерный радиус сильных взаимодействий?  
 $10^{-8}$ см  
 $10^{-10}$  см  
 $10^{-13}$  см  
 $10^{-15}$  см  
 $10^{-14}$  см
7. Каково отношение комптоновских длин волн для электрона и протона.  
 $m_e / m_p$   
 $m_p / m_e$   
 $(m_p / m_e)^{1/2}$   
 $(m_e / m_p)^{1/2}$
8. Каков характерный радиус слабых взаимодействий?  
 $10^{-8}$ см  
 $10^{-10}$  см  
 $10^{-13}$  см  
 $10^{-15}$  см  
 $10^{-16}$  см
9. Как изменится величина импульса фотона, если длина волны увеличилась в три раза?  
Увеличится в три раза  
Уменьшится в три раза  
Уменьшится в  $3\pi$  раз.  
Увеличится в  $3\pi$  раз.
10. Как изменится длина волны де Бройля для электрона, если его импульс уменьшился в три раза?  
Увеличится в три раза  
Уменьшится в три раза  
Уменьшится в  $3\pi$  раз.  
Увеличится в  $3\pi$  раз.
11. Какой формулой определяется энергия связи альфа-частицы в ядре?

$$E_{\alpha} = E_{\text{св}}(Z, A) - E_{\text{св}}(Z, A-4) + E_{\text{св}}(2, 4)$$

$$E_{\alpha} = E_{\text{св}}(Z, A) - E_{\text{св}}(Z-2, A-2) - E_{\text{св}}(2, 4)$$

$$E_{\alpha} = E_{\text{св}}(Z, A) - E_{\text{св}}(Z-2, A-4) - E_{\text{св}}(2, 4)$$

$$E_{\alpha} = E_{\text{св}}(Z, A) - E_{\text{св}}(Z-4, A-4) - E_{\text{св}}(2, 2)$$

12. Каков дефект массы атома гелия  $2\text{He}^4$ :  $\delta(2, 4) = \Delta_p + m_e$  ?

- 1,3 МэВ
- 1,8 МэВ
- 2,42 МэВ
- 2,5 МэВ
- 2,63 МэВ

13. Какова формула для радиуса ядра?

- $R = r_0 A^{1/2}$
- $R = r_0 A^{1/3}$
- $R = r_0 A^{2/3}$
- $R = r_0 A^2$

14. Какова удельная энергия связи для стабильных, не слишком легких ядер?

- 6 МэВ
- 7 МэВ
- 8 МэВ
- 10 МэВ

15. Какой вид радиоактивности имеют ядра с избыточным числом протонов или нейтронов?

- $\gamma$ -радиоактивность
- $\alpha$ -радиоактивность
- $\beta$ -радиоактивность
- n-радиоактивность

16. Ядро урана  $^{238}\text{U}_{92}$  делится на два одинаковых осколка. Удельные энергии связи: до деления 7.6 МэВ, после деления 8.5 МэВ. Оценить энергию, высвобождающуюся при одном акте деления.

- 100 МэВ
- 150 МэВ
- 200 МэВ
- 250 МэВ

17. Длина волны де Бройля для ультрарелятивистских электронов  $\lambda = h c / E$ . При каких энергиях они эффективно взаимодействуют с ядром радиуса  $2 \cdot 10^{-12}$  см?  $E > \dots\dots$  МэВ

- 40 МэВ
- 60 МэВ
- 80 МэВ
- 100 МэВ
- 120 МэВ

18. Что предложил Паули для объяснения сверхтонкой структуры спектральных линий излучения атомов

- Взаимодействие протонов и нейтронов в ядре
- Учет теплового движения атомов
- Наличие спина ядра
- Учет спина электронов в атомной оболочке

19. Максимальный спин ядра равен  $9/2$ . О чем это свидетельствует?

- Нейтрон – это протон с  $\pi$ -мезонной оболочкой
- О спаривании нуклонов в ядре
- О несимметрии ядерных сил
- В составе ядра есть электроны

20. Как влияет спин ядра на эффект Зеемана?

- Подавляет его
- Приводит к сверхтонкому расщеплению зеемановских линий

- Сдвигает энергетические уровни атомов  
Возникает прецессия протонов ядра в магнитном поле
21. Как измерить сверхтонкое расщепление спектральных линий излучения атомов?  
Полупроводниковым детектором  
Методом магнитного резонанса  
Интерферометром  
Используя эффект Мессбауэра  
Снизив доплеровский сдвиг частот, обусловленный тепловым движением
22. В каких взаимодействиях элементарных частиц сохраняется четность?  
сильных  
слабых  
электромагнитных  
электромагнитных и слабых  
при рассеянии частиц под  $90^\circ$
23. Имеют ли фотоны момент импульса?  
Не имеют  
Имеют  
Зависит от поляризации фотона  
Имеют при распространении вдоль магнитного поля