



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(МИИГАиК)

Геодезический факультет
Кафедра физики



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 5387FD2AF5B17FED816FDE9A1D4973B1
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 21.07.2025 по 14.10.2026

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор
А. Л. Степанченко
15 мая 2026 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ И ИНФОРМАТИКА
«Б1.О.02.05 ВОЛНОВАЯ ФИЗИКА»**

Уровень высшего образования: специалитет

Специальность: 21.05.01 Прикладная геодезия

Направленность(профиль) подготовки: Инженерно-геодезическое обеспечение строительства и эксплуатации объектов нефтегазового и энергетического комплексов

Квалификация (степень) выпускника: инженер-геодезист

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2026

Срок получения образования: 5 лет

Объем:
в зачетных единицах: 3 з.е.
в академических часах: 108 ак.ч.

Москва, 2026

Разработчики:

Заведующий кафедрой Физики, к.н. Малинникова Е. В.

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.01 Прикладная геодезия, утвержденного приказом Минобрнауки от 11.08.2020 № 944

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Геодезический факультет	Председатель ученого совета факультета	Половнев О. В.	Рассмотрено	28.01.2026, № 14

1. Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи производственной деятельности на основе фундаментальных знаний в области геодезии

ОПК-1.1 Демонстрирует навыки физического и программного моделирования отдельных фрагментов процесса выбора оптимального варианта для конкретных условий

Знать:

ОПК-1.1/Зн2 Основные математические и естественные методы, позволяющие решать профессиональные задачи

ОПК-1.1/Зн3 Научные и методологические основы классической и современной физики, её значение и место как базовой науки. Общие физические принципы работы приборов и устройств, используемых в профессиональной деятельности.

Уметь:

ОПК-1.1/Ум1 Объяснять и доказывать с помощью математических методов качественных связей между изменениями геометрических и физических геодезических величин

ОПК-1.1/Ум3 Рассчитывать и определять основные физические параметры и характеристики устройств и систем, используемых при работе по профилю специальности. Использовать современные компьютерные и информационные технологии для поиска и обработки информации, используемой в профессиональной деятельности.

Владеть:

ОПК-1.1/Нв3 Навыками создания математических моделей, позволяющих наделять рассматриваемый объект необходимыми свойствами оригинала, для отладки процедуры решения задачи

ОПК-1.2 Использует фундаментальные знания для решения задач профессиональной деятельности в области геодезии

Знать:

ОПК-1.2/Зн3 О связи геодезии с фундаментальными науками, на которые опирается весь ее инструментарий

ОПК-1.2/Зн4 Основные понятия и законы физики

Уметь:

ОПК-1.2/Ум3 На основе законов и понятий физики рассчитывать решения профессиональных задач

Владеть:

ОПК-1.2/Нв3 Владение методами расчета профессиональных задач на основе физических законов

ОПК-1.3 Анализирует причины снижения качества технологических процессов и предлагает эффективные способы повышения качества производства работ при выполнении различных технологических операций

Знать:

ОПК-1.3/Зн3 Аппарат, применяемый для описания изменения объекта с течением времени

ОПК-1.3/Зн4 Методов оценки и анализа причин снижения качества технологических процессов на основе законов физики

Уметь:

ОПК-1.3/Ум2 Моделировать различные сценарии изменения объекта с течением времени

ОПК-1.3/Ум3 Уметь применять методы оценки и анализа причин снижения качества технологических процессов на основе законов физики

Владеть:

ОПК-1.3/Нв3 Способностью интерпретировать полученные численные значения характеристик, отражающих изменение объекта с течением времени

ОПК-1.3/Нв4 Владеет навыками оценки и анализа причин снижения качества технологических процессов на основе законов физики

ОПК-1.4 Демонстрирует навыки использования современных инструментов и методов планирования и контроля проектов, связанных с осложнениями, возникающими при производстве работ

Знать:

ОПК-1.4/Зн3 Знание основных физических методов оценки использования современных инструментов и методов выполнения работ

Уметь:

ОПК-1.4/Ум3 Умение применять физические законы при использовании современных инструментов и методов выполнения работ по контролю проектов

Владеть:

ОПК-1.4/Нв2 Способностью использовать современные научные разработки для анализа происходящих процессов и качественной оценки проведенных работ

ОПК-1.4/Нв3 Владеть навыками применения физических методов оценки использования современных инструментов и методов выполнения работ

2. Показатели и критерии оценивания компетенций

Планируемые результаты освоения программы	Уровень овладения	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ по уровням освоения)
---	-------------------	---

ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи производственной деятельности на основе фундаментальных знаний в области геодезии	Повышенный	ИДК ОПК-1.1 Демонстрирует навыки физического и программного моделирования отдельных фрагментов процесса выбора оптимального варианта для конкретных условий Знать: ОПК-1.1/Зн2 Основные математические и естественные методы, позволяющие решать профессиональные задачи ОПК-1.1/Зн3 Научные и методологические основы классической и современной физики, её значение и место как базовой науки. Общие физические принципы работы приборов и устройств, используемых в профессиональной деятельности. Уметь: ОПК-1.1/Ум1 Объяснять и доказывать с помощью математических методов качественных связей между изменениями геометрических и физических геодезических величин ОПК-1.1/Ум3 Рассчитывать и определять основные физические параметры и характеристики устройств и систем, используемых при работе по профилю специальности. Использовать современные компьютерные и информационные технологии для поиска и обработки информации, используемой в профессиональной деятельности. Владеть: ОПК-1.1/Нв3 Навыками создания математических моделей, позволяющих наделить рассматриваемый объект необходимыми свойствами оригинала, для отладки процедуры решения задачи ИДК ОПК-1.2 Использует фундаментальные знания для решения задач профессиональной деятельности в области геодезии Знать: ОПК-1.2/Зн3 О связи геодезии с фундаментальными науками, на которые опирается весь ее инструментарий ОПК-1.2/Зн4 Основные понятия и законы физики Уметь: ОПК-1.2/Ум3 На основе законов и понятий физики рассчитывать решения профессиональных задач Владеть: ОПК-1.2/Нв3 Владение методами расчета профессиональных задач на основе физических законов
--	-------------------	---

ИДК ОПК-1.3 Анализирует причины снижения качества технологических процессов и предлагает эффективные способы повышения качества производства работ при выполнении различных технологических операций

Знать:

ОПК-1.3/Зн3 Аппарат, применяемый для описания изменения объекта с течением времени

ОПК-1.3/Зн4 Методов оценки и анализа причин снижения качества технологических процессов на основе законов физики

Уметь:

ОПК-1.3/Ум2 Моделировать различные сценарии изменения объекта с течением времени

ОПК-1.3/Ум3 Умение применять методы оценки и анализа причин снижения качества технологических процессов на основе законов физики

Владеть:

ОПК-1.3/Нв3 Способностью интерпретировать полученные численные значения характеристик, отражающих изменение объекта с течением времени

ОПК-1.3/Нв4 Владеет навыками оценки и анализа причин снижения качества технологических процессов на основе законов физики

ИДК ОПК-1.4 Демонстрирует навыки использования современных инструментов и методов планирования и контроля проектов, связанных с осложнениями, возникающими при производстве работ

Знать:

ОПК-1.4/Зн3 Знание основных физических методов оценки использования современных инструментов и методов выполнения работ

Уметь:

ОПК-1.4/Ум3 Умение применять физические законы при использовании современных инструментов и методов выполнения работ по контролю проектов

Владеть:

ОПК-1.4/Нв2 Способностью использовать современные научные разработки для анализа происходящих процессов и качественной оценки проведенных работ

ОПК-1.4/Нв3 Владеть навыками применения физических методов оценки использования современных инструментов и методов выполнения работ

Базовый	ИДК ОПК-1.1 Демонстрирует навыки физического и программного моделирования отдельных фрагментов процесса выбора оптимального варианта для конкретных условий Знать: ОПК-1.1/Зн2 Основные математические и естественные методы, позволяющие решать профессиональные задачи ОПК-1.1/Зн3 Научные и методологические основы классической и современной физики, её значение и место как базовой науки. Общие физические принципы работы приборов и устройств, используемых в профессиональной деятельности. Уметь: ОПК-1.1/Ум1 Объяснять и доказывать с помощью математических методов качественных связей между изменениями геометрических и физических геодезических величин ОПК-1.1/Ум3 Рассчитывать и определять основные физические параметры и характеристики устройств и систем, используемых при работе по профилю специальности. Использовать современные компьютерные и информационные технологии для поиска и обработки информации, используемой в профессиональной деятельности. ИДК ОПК-1.2 Использует фундаментальные знания для решения задач профессиональной деятельности в области геодезии Знать: ОПК-1.2/Зн3 О связи геодезии с фундаментальными науками, на которые опирается весь ее инструментарий ОПК-1.2/Зн4 Основные понятия и законы физики Уметь: ОПК-1.2/Ум3 На основе законов и понятий физики рассчитывать решения профессиональных задач ИДК ОПК-1.3 Анализирует причины снижения качества технологических процессов и предлагает эффективные способы повышения качества производства работ при выполнении различных технологических операций Знать: ОПК-1.3/Зн3 Аппарат, применяемый для описания изменения объекта с течением времени ОПК-1.3/Зн4 Методов оценки и анализа причин снижения качества технологических процессов на основе законов физики
---------	---

	Уметь: ОПК-1.3/Ум2 Моделировать различные сценарии изменения объекта с течением времени ОПК-1.3/Ум3 Уменьить применять методы оценки и анализа причин снижения качества технологических процессов на основе законов физики ИДК ОПК-1.4 Демонстрирует навыки использования современных инструментов и методов планирования и контроля проектов, связанных с осложнениями, возникающими при производстве работ Знать: ОПК-1.4/Зн3 Знание основных физических методов оценки использования современных инструментов и методов выполнения работ Уметь: ОПК-1.4/Ум3 Умение применять физические законы при использовании современных инструментов и методов выполнения работ по контролю проектов
Пороговый	ИДК ОПК-1.1 Демонстрирует навыки физического и программного моделирования отдельных фрагментов процесса выбора оптимального варианта для конкретных условий Знать: ОПК-1.1/Зн2 Основные математические и естественные методы, позволяющие решать профессиональные задачи ОПК-1.1/Зн3 Научные и методологические основы классической и современной физики, её значение и место как базовой науки. Общие физические принципы работы приборов и устройств, используемых в профессиональной деятельности. ИДК ОПК-1.2 Использует фундаментальные знания для решения задач профессиональной деятельности в области геодезии Знать: ОПК-1.2/Зн3 О связи геодезии с фундаментальными науками, на которые опирается весь ее инструментарий ОПК-1.2/Зн4 Основные понятия и законы физики ИДК ОПК-1.3 Анализирует причины снижения качества технологических процессов и предлагает эффективные способы повышения качества производства работ при выполнении различных технологических операций Знать: ОПК-1.3/Зн3 Аппарат, применяемый для описания изменения объекта с течением времени

		ОПК-1.3/Зн4 Методов оценки и анализа причин снижения качества технологических процессов на основе законов физики ИДК ОПК-1.4 Демонстрирует навыки использования современных инструментов и методов планирования и контроля проектов, связанных с осложнениями, возникающими при производстве работ Знать: ОПК-1.4/Зн3 Знание основных физических методов оценки использования современных инструментов и методов выполнения работ
--	--	--

3. Шкала оценивания

Оценка	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ)
Отлично	ОПК-1.1 Демонстрирует навыки физического и программного моделирования отдельных фрагментов процесса выбора оптимального варианта для конкретных условий ОПК-1.1/Зн2 Основные математические и естественные методы, позволяющие решать профессиональные задачи ОПК-1.1/Зн3 Научные и методологические основы классической и современной физики, её значение и место как базовой науки. Общие физические принципы работы приборов и устройств, используемых в профессиональной деятельности. ОПК-1.1/Ум1 Объяснять и доказывать с помощью математических методов качественных связей между изменениями геометрических и физических геодезических величин ОПК-1.1/Ум3 Рассчитывать и определять основные физические параметры и характеристики устройств и систем, используемых при работе по профилю специальности. Использовать современные компьютерные и информационные технологии для поиска и обработки информации, используемой в профессиональной деятельности. ОПК-1.1/Нв3 Навыками создания математических моделей, позволяющих наделить рассматриваемый объект необходимыми свойствами оригинала, для отладки процедуры решения задачи ОПК-1.2 Использует фундаментальные знания для решения задач профессиональной деятельности в области геодезии ОПК-1.2/Зн3 О связи геодезии с фундаментальными науками, на которые опирается весь ее инструментарий ОПК-1.2/Зн4 Основные понятия и законы физики ОПК-1.2/Ум3 На основе законов и понятий физики рассчитывать решения профессиональных задач ОПК-1.2/Нв3 Владение методами расчета профессиональных задач на основе физических законов

	ОПК-1.3 Анализирует причины снижения качества технологических процессов и предлагает эффективные способы повышения качества производства работ при выполнении различных технологических операций ОПК-1.3/Зн3 Аппарат, применяемый для описания изменения объекта с течением времени ОПК-1.3/Зн4 Методов оценки и анализа причин снижения качества технологических процессов на основе законов физики ОПК-1.3/Ум2 Моделировать различные сценарии изменения объекта с течением времени ОПК-1.3/Ум3 Уменьшить применять методы оценки и анализа причин снижения качества технологических процессов на основе законов физики ОПК-1.3/Нв3 Способностью интерпретировать полученные численные значения характеристик, отражающих изменение объекта с течением времени ОПК-1.3/Нв4 Владеет навыками оценки и анализа причин снижения качества технологических процессов на основе законов физики ОПК-1.4 Демонстрирует навыки использования современных инструментов и методов планирования и контроля проектов, связанных с осложнениями, возникающими при производстве работ ОПК-1.4/Зн3 Знание основных физических методов оценки использования современных инструментов и методов выполнения работ ОПК-1.4/Ум3 Умение применять физические законы при использовании современных инструментов и методов выполнения работ по контролю проектов ОПК-1.4/Нв2 Способностью использовать современные научные разработки для анализа происходящих процессов и качественной оценки проведенных работ ОПК-1.4/Нв3 Владеть навыками применения физических методов оценки использования современных инструментов и методов выполнения работ
Хорошо	ОПК-1.1 Демонстрирует навыки физического и программного моделирования отдельных фрагментов процесса выбора оптимального варианта для конкретных условий ОПК-1.1/Зн2 Основные математические и естественные методы, позволяющие решать профессиональные задачи ОПК-1.1/Зн3 Научные и методологические основы классической и современной физики, её значение и место как базовой науки. Общие физические принципы работы приборов и устройств, используемых в профессиональной деятельности. ОПК-1.1/Ум1 Объяснять и доказывать с помощью математических методов качественных связей между изменениями геометрических и физических геодезических величин ОПК-1.1/Ум3 Рассчитывать и определять основные физические параметры и характеристики устройств и систем, используемых при работе по профилю специальности. Использовать современные компьютерные и информационные технологии для поиска и обработки информации, используемой в профессиональной деятельности. ОПК-1.2 Использует фундаментальные знания для решения задач профессиональной деятельности в области геодезии ОПК-1.2/Зн3 О связи геодезии с фундаментальными науками, на которые опирается весь ее инструментарий ОПК-1.2/Зн4 Основные понятия и законы физики ОПК-1.2/Ум3 На основе законов и понятий физики рассчитывать решения профессиональных задач

	ОПК-1.3 Анализирует причины снижения качества технологических процессов и предлагает эффективные способы повышения качества производства работ при выполнении различных технологических операций ОПК-1.3/Зн3 Аппарат, применяемый для описания изменения объекта с течением времени ОПК-1.3/Зн4 Методов оценки и анализа причин снижения качества технологических процессов на основе законов физики ОПК-1.3/Ум2 Моделировать различные сценарии изменения объекта с течением времени ОПК-1.3/Ум3 Уменьшить применять методы оценки и анализа причин снижения качества технологических процессов на основе законов физики ОПК-1.4 Демонстрирует навыки использования современных инструментов и методов планирования и контроля проектов, связанных с осложнениями, возникающими при производстве работ ОПК-1.4/Зн3 Знание основных физических методов оценки использования современных инструментов и методов выполнения работ ОПК-1.4/Ум3 Умение применять физические законы при использовании современных инструментов и методов выполнения работ по контролю проектов
Удовлетворительно	ОПК-1.1 Демонстрирует навыки физического и программного моделирования отдельных фрагментов процесса выбора оптимального варианта для конкретных условий ОПК-1.1/Зн2 Основные математические и естественные методы, позволяющие решать профессиональные задачи ОПК-1.1/Зн3 Научные и методологические основы классической и современной физики, её значение и место как базовой науки. Общие физические принципы работы приборов и устройств, используемых в профессиональной деятельности. ОПК-1.2 Использует фундаментальные знания для решения задач профессиональной деятельности в области геодезии ОПК-1.2/Зн3 О связи геодезии с фундаментальными науками, на которые опирается весь ее инструментарий ОПК-1.2/Зн4 Основные понятия и законы физики ОПК-1.3 Анализирует причины снижения качества технологических процессов и предлагает эффективные способы повышения качества производства работ при выполнении различных технологических операций ОПК-1.3/Зн3 Аппарат, применяемый для описания изменения объекта с течением времени ОПК-1.3/Зн4 Методов оценки и анализа причин снижения качества технологических процессов на основе законов физики ОПК-1.4 Демонстрирует навыки использования современных инструментов и методов планирования и контроля проектов, связанных с осложнениями, возникающими при производстве работ ОПК-1.4/Зн3 Знание основных физических методов оценки использования современных инструментов и методов выполнения работ
Неудовлетворительно	Результаты обучения не сформированы на достаточном уровне

4. Контрольные мероприятия по дисциплине

Вид контроля	Форма контроля/Оценочное средство
Текущий контроль	Контрольная работа
Промежуточная аттестация	Контрольная работа Зачет с оценкой

№ п/п	Наименование раздела	Контролируем ые ИДК	Вид контроля/ используемые оценочные материалы	
			Текущий	Промежут. аттестация
4	Оптика	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4	Контрольная работа	Зачет с оценкой
5	Основы атомной, ядерной и квантовой физики	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4	Контрольная работа	Зачет с оценкой

5. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:

- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

Промежуточная аттестация: Зачет с оценкой, 4 семестр.

6. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 4. Оптика

Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4

Тема 4.1. Волновая оптика

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Вопросы/Задания:

1. Пучок параллельных световых лучей падает из воздуха на толстую стеклянную пластину под углом 60°, преломляясь, переходит в стекло. Ширина пучка в воздухе 10 см. Определите ширину пучка в стекле. Показатель преломления стекла 1,51.

2. На поверхность стеклянной призмы нанесена тонкая пленка с показателем преломления $n_{пл} < n_{ст}$ толщиной 112,5 нм. На пленку по нормали к ней падает свет с длиной волны 630 нм. При каком значении показателя преломления $n_{пл}$ пленка будет «просветляющей»?

Тема 4.2. Квантовая оптика

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Вопросы/Задания:

1. Параллельный пучок света длиной волны $\lambda = 500$ нм падает нормально на зачерненную поверхность, производя давление $p = 10$ мкПа. Определите: 1) концентрацию n фотонов в пучке, 2) число n_1 фотонов, падающих на поверхность площадью 1 м^2 за время 1 с .

2. При фотоэффекте работа выхода электрона из металла зависит от

- 1) частоты падающего света
- 2) интенсивности падающего света
- 3) химической природы металла
- 4) кинетической энергии вырываемых электронов.

Раздел 5. Основы атомной, ядерной и квантовой физики

Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4

Тема 5.1. Квантовая механика.

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Вопросы/Задания:

1. Определите импульс частицы (кг•м)/с, длина волны которой $4,41 \cdot 10^{-7} \text{ м}$? ($h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$)

Тема 5.2. Атомная физика

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Вопросы/Задания:

1. Выберите верное утверждение:

1. электроны в атоме движутся по определенным орбитам, при этом не излучают энергию;
2. электроны в атоме покоятся на определенных орбитах, при этом излучают энергию;
3. электроны в атоме покоятся на определенных орбитах, при этом не излучают энергию;
4. электроны в атоме движутся по определенным орбитам, при этом излучают энергию

Тема 5.3. Ядерная физика

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Вопросы/Задания:

1. В опыте Резерфорда большая часть альфа- частиц свободно проходит сквозь фольгу, практически не отклоняясь от прямолинейных траекторий, так как

1. ядро атома имеет положительный заряд;
2. ядро атома имеет малые (по сравнению с атомом) размеры
3. альфа-частицы имеют большую (по сравнению с ядрами атомов) массу
4. электроны имеют отрицательный заряд;

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

4 семестр, Зачет с оценкой

Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4

Вопросы/Задания:

1. Что такое фронт волны? В каком направлении распространяется волна вида: $E = E_0 \cos(t + ky)$. С какой скоростью распространяется радиоволна в воде, диэлектрическая проницаемость которой в радиодиапазоне равна 81?

2. Разность хода двух когерентных волн в некоторой точке оказалась равной $8/7$. Чему равна разность фаз у этих волн? При сложении этих волн происходит усиление или ослабление электромагнитного поля в этой точке?

3. На установке для наблюдения колец Ньютона в отражённом свете пространство между линзой и нижним стеклом заполнилось водой. Что изменится в изображении колец? Изобразить ход интерферирующих лучей.

4. Что такое зона Френеля? Зависит ли размер первой зоны Френеля от формы волнового фронта (плоский, сферический, цилиндрический)? Ответ обосновать.

5. На щель шириной $b=2\text{ мкм}$ падает монохроматический свет. Чему равна длина волны этого света, если третий min в дифракционной картине наблюдается под углом 40° ?

6. На дифракционную решётку падает белый свет. Изобразить распределение интенсивности в полученной на экране дифракционной картине, указать углы дифракции для синей и красной частей спектра.

7. В чём заключается явление фотоэффекта? Напишите формулу Эйнштейна и поясните все величины, входящие в неё. Что такое красная граница фотоэффекта?

8. Гипотеза де Бройля, формула де Бройля. В чём разница между длиной волны де Бройля для частицы ($\lambda = h/p$) и длиной волны фотона ($\lambda = h/p$)?

9. Какие условия необходимо обеспечить для создания источника лазерного излучения?

10. Для электрона в атоме водорода вид волновой функции $\psi(x, y, z)$ определяется значениями:

1. только потенциальной энергией взаимодействия электрона с ядром
2. значениями квантовых чисел n, l, m
3. только кинетической энергией электрона
4. полной энергией электрона в поле ядра

11. В каких явлениях проявляется корпускулярная природа света?

1. интерференция
2. дифракция
3. тепловое излучение
4. поляризация

12. В атоме водорода наибольшей длиной волны обладают фотоны, излучаемые при переходах электрона:

1. с 3 энергетического уровня на 2
2. с 4 уровня на 3
3. с 4 уровня на 2
4. с 2 уровня на 1

13. Фотоны с энергией $7,5\text{ эВ}$ выбивают электроны из металла. Работа выхода из металла $A = 3,5\text{ эВ}$. Найти максимальный импульс, получаемый поверхностью металла при выходе электрона.

14. Черное тело находится при температуре $T_1 = 2000\text{ К}$. При остывании тела длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на $\Delta\lambda = 2\text{ мкм}$. Определите температуру T_2 , до которой охладилось тело.

15. Параллельный пучок световых лучей с интенсивностью $I=1,37 \text{ кВт/м}^2$ падает на шарик радиуса $r=1,00 \text{ см}$, обладающий идеально гладкой поверхностью. Определить, исходя из корпускулярных представлений, силу F , которую испытывает шарик, если поверхность его обладает:

а) коэффициентом поглощения, равным 1, б) коэффициентом отражения, равным 1.