

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Наумова Наталья Александровна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41  
Уникальный программный ключ:  
6b5279da4e034bff679172803da5b7b559fc69e2

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**  
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области  
**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
(МГОУ)

Физико-математический факультет  
Кафедра общей физики

УТВЕРЖДЕН на заседании кафедры  
Протокол от «21» мая 2020 г., № 10  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_/Барabanова Н.Н./

**ФОНД  
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине  
**Естествен/нонаучная картина мира**

Направление подготовки  
**44.03.01 - Педагогическое образование**

Профиль  
**Информатика**

Мытищи  
2020

Авторы - составители:

Барабанова Наталья Николаевна, к.ф.-м.н., доцент кафедры общей физики  
Васильчикова Елена Николаевна, к.ф.-м.н., доцент кафедры общей физики  
Геворкян Эдвард Вигенович, д.ф.-м.н., профессор кафедры общей физики  
Емельянов Владимир Анатольевич, к.ф.-м.н., доцент кафедры общей физики  
Жачкин Владимир Арефьевич, д.ф.-м.н., профессор кафедры общей физики

Рабочая программа дисциплины «Естественно/научная картина мира» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки «Информатика» 44.03.01 Педагогическое образование, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 22.02.2018 №121.

Дисциплина входит в обязательную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки 2020

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Изучение дисциплины «Естественно/научная картина мира» позволяет сформировать у бакалавров следующие компетенции:

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-8 – способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-8	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	<b>Знает:</b> - характеристику личностных, метапредметных и предметных результатов образовательной деятельности в контексте в предметной области <b>Умеет:</b> -оказывать адресную педагогическую помощь и поддержку обучающимся <b>Владеет:</b> - способностью и опытом применения в предметной области различных способов оказания адресной педагогической помощи и поддержки обучающимся	Посещение, конспект, доклад, презентация, решение задач, тесты, зачет.	41-60
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	<b>Знает:</b> - характеристику личностных, метапредметных и предметных результатов образовательной деятельности в контексте в предметной области; способы оказания индивидуальной педагогической помощи и поддержки обучающимся в зависимости от их способностей, образовательных возможностей и потребностей. <b>Умеет:</b> - оказывать адресную педагогическую помощь и поддержку обучающимся, в зависимости от их способностей, образовательных возможностей и потребностей, в процессе достижения метапредметных, предметных и личностных результатов. <b>Владеет:</b>	Посещение, конспект, доклад, презентация, решение задач, тесты, зачет.	61-100

			- способностью и опытом применения в предметной области различных способов оказания адресной педагогической помощи и поддержки обучающимся в зависимости от их способностей, образовательных возможностей и потребностей.		
--	--	--	---	--	--

### **3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **Тестовые задания для текущего контроля:**

#### **Примерные задания к текущему контролю**

1. Предмет и задачи естествознания.
2. Естественнонаучная и гуманитарная культуры. Их вклад в формирование естественнонаучной картины мира.
3. Уровни, формы и методы научного познания.
4. Классификация наук о природе.
5. Физическая картина мира.
6. Исторические типы физической картины мира.
7. Механическая картина мира.
8. Электромагнитная картина мира.
9. Современная квантово-полевая картина мира.
10. Экспериментальное обоснование специальной теории относительности.
11. Открытие радиоактивности.
12. Опыты Герца.
13. Открытие электрона.
14. Открытие нейтрино.
15. Энтропия и ее свойства.
16. Второе начало термодинамики и теория «тепловой смерти Вселенной».
17. Синергетика.

#### **Темы докладов**

1. Астрономическая картина мира и её творцы.
2. Вклад открытий Г. Галилея в естествознание.
3. Второе начало термодинамики и теория тепловой смерти Вселенной.
4. Детерминизм, индетерминизм, вероятность, случайность в классической, неклассической и постнеклассической картинах мира.
5. Закономерности развития естествознания: основные исторические стадии познания Природы.
6. Законы сохранения в принципы симметрии.
7. История открытия элементарных частиц.
8. Квантово-полевая картина мира: становление и основные принципы.
9. Структура и классификация элементарных частиц
10. Концепция пространства и времени: истоки, эволюция, перспективы.
11. Коперниковская революция и её методологическое значение.

12. Корпускулярная и континуальная концепции описания природы.
13. Космологическая модель расширения Вселенной.
14. Макс Планк и его квантово-механическая теория.
15. Мегамир: современные астрофизические и космологические концепции.
16. Микромир и макромир.
17. Научные революции в XVII - XX вв.
18. Общая теория относительности: основные идеи и философская интерпретация.
19. Основные идеи, принципы и понятия специальной теории относительности.
20. Основные принципы квантовой механики.
21. Открытия на рубеже 20-го века. Становление квантовой и релятивистской физики.
22. Понятие и принципы синергетики.
23. Понятия симметрии и асимметрии: их значение в естествознании.
24. Принцип дополнительности Гейзенберга.
25. Проблема происхождения Вселенной в современной космологии.
26. Пространство и время в классической и неклассической картине мира.
27. Развитие естественнонаучных представлений в античности.
28. Развитие представлений о материи в истории естествознания.
29. Роль Ньютона в естествознании.
30. Симметрия. Основные законы симметрии. Симметрия в неживой и живой природе.
31. Синергетика – наука о самоорганизующихся системах. Теория самоорганизации и ее основные принципы.
32. Слабое, сильное, электромагнитное и гравитационное взаимодействия.
33. Современные проблемы астрофизики.
34. Специальная теория относительности: возникновение, содержание, основные идеи и их значение.
35. Становление квантовых идей от М.Планка до Н.Бора.
36. Строение и эволюция Вселенной.
37. Строение и эволюция звёзд.
38. Теория хаоса и порядка. Энтропия.
39. Эволюция научной картины мира.
40. Волновые свойства частиц.
41. Энтропия и необратимость.
42. Фундаментальные взаимодействия.
43. Закономерности самоорганизации. Естественнонаучная и гуманитарная культуры.
44. Электромагнитная картина мира.
45. Коллайдер, устройство, характеристики и полученные результаты.
46. Экспериментальные основания специальной теории относительности.
47. Экспериментальные основы общей теории относительности.

### **Темы презентаций**

1. Методы научного познания окружающего мира. Эволюция взглядов на происхождение и строение Земли, Солнца, звезд, галактик и Вселенной.
2. Строение и эволюция Вселенной, галактик, двойных звезд, планет и спутников.
3. Основные составляющие мира – материя, пространство, время, энергия и информация. Их свойства. Единицы измерения и пределы измерения.
4. Микро, Макро, Мега миры их свойства.
5. Место и роль науки в общественной жизни современного человека.
6. Механическая картина мира. Законы Ньютона. Ограничение действия законов механики на термодинамические системы и объекты квантовой механики.
7. Электромагнитная картина мира. Вещество, излучение и физические поля. Формулы изменения массы, времени и энергии при субсветовых скоростях и их следствия.
8. Атомная и ядерная физика и новые источники энергии для человечества.

9. Квантовая физика и современная электроника.
10. Гипотезы возникновения жизни на Земле. Естественно- научные модели происхождения жизни.
11. Учение Дарвина, принципы эволюции в биологии, воспроизводства и развития живых систем.
12. Влияние самоорганизации Учение В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере.
13. Проблема сущности живого и его отличия от неживой материи.
14. Происхождение человека. Эволюция человека. Технологические и социальные кризисы в истории развития Человечества от неандертальца до 21-го века.
15. Единство человека и природы. Принципы коэволюции человека и Природы академика Н.Н.Моисеева, понятие запретной черты. Их жизненная необходимость для выживания Земной цивилизации.
16. Эволюция, эволюционизм. Современная теория эволюции.
17. Основы генетики. Достижения современной генной инженерии.
18. Проблема Внесемных цивилизаций, их закономерное возникновение и гибель. Молчание высокоразвитых цивилизаций и судьба Земной цивилизации.
19. Законы кибернетики важные для развития общественных систем и их следствия для общества 21-го века.
20. Законы синергетики. Самоорганизация и самоорганизующиеся системы. Их свойства и значение для мирового развития.
21. Значение синергетики для современного естественнонаучного познания.
22. Законы и заповеди жизни человека 21-го века для стабильного развития и выживания Человечества.
23. Технологические и природные угрозы существования Земной цивилизации.
24. Закономерности и взаимосвязь развития науки, технологий, экономики и общественного устройства от каменного века до наших дней.
25. Информация как фундаментальная составляющая окружающего мира. Свойства информации.
26. Современные технологии и методы информационного управления и информационной войны для человека и общественных систем.
27. Роль и значение естественных наук в истории человечества, их значение и назначение в 21-ом веке.

### **Контрольные тесты для проведения текущего контроля по итогам освоения дисциплины**

(Типовые тесты составлены по материалам Федерального интернет-экзамена в сфере высшего образования)

Квантово-механическая система, образованная в результате взаимодействия электронов и ядра, представляет собой:	1.	атом
	2.	ядро атома
	3.	элементарную частицу
	4.	молекулу
У самоорганизующейся системы отсутствует такая характеристика как ....	1.	открытость
	2.	термодинамическое равновесие
	3.	нелинейность
	4.	диссипативность
Системообразующий фактор, который был взят за основу Д.И.Менделеевым при разработке им периодической системы химических элементов, это ....	1.	Атомная масса
	2.	Заряд ядра
	3.	Масса ядра атома
	4.	Заряд ядра атома
Векторная величина, характеризующая быст-	1.	инерция

роту и направление движения в данный момент времени, это ...	2.	скорость
	3.	гравитация
	4.	ускорение
	1.	скачок, переход от одной научной картины мира к другой
Научной революцией называют ....	2.	трансформацию средств и инструментов научного познания
	3.	переворот в государственном управлении наукой
	4.	изменение в научной структуре общества
	1.	трёхмерное единство
Согласно специальной теории относительности, пространство и время – это ...	2.	многомерное множество
	3.	единый четырёхмерный континуум
	4.	одномерная протяженность
	1.	идеальное движение
Совокупность последовательных положений, занимаемых телом в процессе его движения, - это	2.	траектория
	3.	равновесие
	4.	равноускоренное движение
	1.	информация и сознание
Способом существования материи является ...	2.	пространство и время
	3.	движение и взаимодействие
	4.	вещественные частицы и поля

Движение в электромагнитной картине мира – это ...	1.	распространение электромагнитного поля и перемещение зарядов
	2.	распространение информации
	3.	перемещение материальной точки
	4.	перемещение тел в пространстве
В процессе развития энтропия организма ...	1.	может увеличиваться и уменьшаться
	2.	уменьшается
	3.	увеличивается
	4.	не изменяется
Одной из характеристик абсолютного ньютоновского времени является его ....	1.	однаправленность
	2.	неоднородность
	3.	неравномерность
	4.	обратимость
Процесс взаимодействия молекул и атомов – это _____ форма движения	1.	гравитационная
	2.	химическая
	3.	электромагнитная
	4.	механическая
Антропогенными источниками электромагнитного излучения являются ....	1.	радары
	2.	полярные сияния
	3.	магнитные бури
	4.	молнии
Процессы дифференциации и интеграции в современной науке ...	1.	исключают друг друга
	2.	заменяют друг друга
	3.	дополняют друг друга

	4.	ограничивают друг друга
Корпускулярная концепция света была впервые выдвинута:	1.	Декартом
	2.	Лейбницем
	3.	Гюйгенсом
	4.	Ньютоном
Физика относится к наукам:	1.	гуманитарным
	2.	точным
	3.	естественным
	4.	социальным
Среди теоретических методов исследования <b>отсутствует</b> :	1.	логический
	2.	исторический
	3.	экспериментальный
	4.	дедуктивный
В. Взаимодействие заряженных частиц представляет собой _____ форму движения	1.	гравитационную
	2.	электромагнитную
	3.	химическую
	4.	механическую
Р. Образ направленного линейного движения характерен для _____ картины мира	1.	неклассической квантовополевой
	2.	классической механической
	3.	постнеклассической эволюционной
	4.	электромагнитной
Д. Трактовка времени в классической механике включает в себя представление о (об) _____ стрелы времени	1.	наличии космологической
	2.	отсутствии объективной
	3.	наличии психологической
	4.	наличии термодинамической
Для гравитации <b>не является</b> характерным:	1.	дальнодействие
	2.	силы отталкивания
	3.	универсальность
	4.	малая интенсивность
После прохождения точки бифуркации система ....	1.	возвращается в исходное положение
	2.	случайно выбирает путь нового развития
	3.	не подчиняется законам детерминизма
	4.	прекращает взаимодействие с другими системами
Главная особенность науки – это её .....	1.	зависимость от личности исследователя
	2.	объективность
	3.	регулирование со стороны идеологического руководства
	4.	подчиненное религиозным догмам положение
Среди эмпирических методов исследования имеется:	1.	логический
	2.	наблюдение
	3.	индуктивный
	4.	аналитический
Сильное взаимодействие испытывают:	1.	электроны
	2.	протоны
	3.	нейтрино

	4.	фотоны
--	----	--------

б. Укажите неверное утверждение ...	1.	Скорость света в вакууме зависит от движения системы отсчёта
	2.	Скорость света в вакууме одна и та же в любой инерциальной системе отсчёта
	3.	Скорость света в вакууме не зависит от движения системы отсчёта и источника света
	4.	Предельная скорость распространения взаимодействия одинакова в разных инерциальных системах отсчёта
Суть метода интерпретации в гуманитарной деятельности состоит в .....	1.	раскрытии целей, мотиваций, смысла действий и поступков отдельных людей
	2.	установлении анатомических, физиологических психологических оснований человеческих действий
	3.	раскрытии законов, устойчивых повторяющихся связей в обществе
	4.	раскрытии законов, устойчивых повторяющихся связей в природе
Законы сохранения физических величин – утверждения, согласно которым ...	1.	Мир в целом сохраняет своё существование бесконечно долго
	2.	Существуют такие свойства объектов, которые не изменяются никогда
	3.	Все физические величины сохраняют свои значения
	4.	Значения некоторых физических величин не изменяются при определённых преобразованиях
Время в понимании теории относительности – это ....	1.	последовательность изменений, происходящих в материальных средах
	2.	способность человека переживать и упорядочивать события одно за другим
	3.	доопытная форма восприятия, получаемая человеком при рождении
	4.	четвертая координата движения тела
Научная революция – это ...	1.	бунт научных работников против условий работы и оплаты труда
	2.	глубинные преобразования способов познания
	3.	коренная перестройка промышленного производства
	4.	преобразование государственных и административных структур

Примечание: для ответа поставьте галочку в средней колонке около цифры 1, 2, 3 или 4.

### Задачи для контрольных заданий

#### *Поток вектора магнитной индукции. Контур с током в магнитном поле*

1. Кольцо диаметром  $D = 10$  см находится в однородном магнитном поле ( $B = 200$  мТл). Определить магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий кольцо, если его плоскость составляет угол  $\beta = 30^\circ$  с направлением линий индукции.

2. Магнитный момент соленоида, витки которого плотно прилегают друг к другу, равен  $p_m = 2 \text{ А}\cdot\text{м}^2$ . Длина соленоида равна  $l = 0,4 \text{ м}$ . Найти магнитный поток  $\Phi$  сквозь сечение соленоида.
3. В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,3 \text{ мТл}$  находится плоский квадратный контур со стороной  $a = 10 \text{ см}$ , в котором поддерживается постоянная сила тока  $I = 6 \text{ А}$ . Плоскость контура перпендикулярна линиям магнитной индукции. Определить работу, необходимую для перемещения контура из магнитного поля в область пространства, где поле отсутствует.
4. В однородном магнитном поле с индукцией  $B$  находится плоский квадратный контур со стороной  $a = 10 \text{ см}$ , в котором поддерживается постоянная сила тока  $I = 6 \text{ А}$ . Плоскость контура перпендикулярна линиям магнитной индукции. Определить магнитную индукцию поля  $B$ , если при перемещении контура из магнитного поля в область пространства, где поле отсутствует, была совершена работа  $A = 0,03 \text{ Дж}$ .
5. Плоский контур помещен в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 20 \text{ мТл}$ . При пропускании через контур тока  $I$  он приобретает магнитный момент  $p_m = 0,05 \text{ А}\cdot\text{м}^2$ , ориентированный в направлении магнитного поля. Сохраняя неизменной силу тока контур повернули таким образом, что его магнитный момент оказался развернутым на  $180^\circ$ . Определить, на сколько при этом изменилась потенциальная энергия контура  $W$ .
6. Плоский контур площадью  $S = 100 \text{ см}^2$ , через который пропускают постоянный ток силой  $I = 12 \text{ А}$  помещен в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 20 \text{ мТл}$ . Плоскость контура перпендикулярна линиям магнитной индукции. Какая работа будет совершена при повороте плоскости контура на  $45^\circ$ .
7. Виток, в котором поддерживается постоянная сила тока  $I = 50 \text{ А}$ , помещен в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,3 \text{ Тл}$  таким образом, что линии магнитной индукции составляют угол  $\alpha = 45^\circ$  с плоскостью кольца. Диаметр витка  $d = 10 \text{ см}$ . Какую работу  $A$  нужно совершить для того, чтобы изменить конфигурацию контура с кольцевой на квадратную при неизменной длине провода.
8. Рамка с током  $I = 12 \text{ А}$ , содержащая 50 витков провода, помещена в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 200 \text{ мТл}$  таким образом, что плоскость рамки перпендикулярна линиям магнитной индукции. При повороте плоскости рамки на  $90^\circ$  была совершена работа  $A = 6 \text{ Дж}$ . Найти площадь рамки.
9. Рамка с током  $I = 12 \text{ А}$ , содержащая 50 витков провода, помещена в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,4 \text{ Тл}$  таким образом, что плоскость рамки перпендикулярна линиям магнитной индукции. Площадь рамки  $100 \text{ см}^2$ . Какую работу нужно совершить, чтобы повернуть плоскость рамки на  $60^\circ$ .
10. Рамка с током  $I = 12 \text{ А}$ , содержащая 50 витков провода, помещена в однородное магнитное поле с индукцией  $B$  таким образом, что плоскость рамки перпендикулярна линиям магнитной индукции. Площадь рамки  $100 \text{ см}^2$ . При повороте плоскости рамки на  $30^\circ$  требуется совершить работу в  $3 \text{ Дж}$ . Определить величину магнитной индукции поля.

### *Электромагнитная индукция*

1. Проводник длиной  $l = 1 \text{ м}$  движется со скоростью  $v = 5 \text{ м/с}$  перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля. Определить магнитную индукцию  $B$ , если на концах проводника возникает разность потенциалов  $U = 0,02 \text{ В}$ .
2. Квадратная рамка сечением  $S = 60 \text{ см}^2$  помещена в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,6 \text{ Тл}$ . Найти ЭДС индукции  $\epsilon_i$  в рамке, возникающую при уменьшении магнитного поля в 2 раза в течение 1 мс.
3. Проводящее кольцо площадью  $S = 40 \text{ см}^2$  равномерно вращается с частотой  $n = 50 \text{ с}^{-1}$  в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,5 \text{ Тл}$ . Определить максимальную ЭДС индукции  $\epsilon_i$ , возникающую в кольце.

4. В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 300$  мТл равномерно с частотой  $\omega = 50$  рад/с вращается проводящий стержень длиной  $l = 0,6$  м. Плоскость вращения стержня перпендикулярна линиям магнитной индукции, а ось вращения проходит через один из его концов. Определить индуцируемую на концах стержня ЭДС индукции  $\varepsilon_i$ .
5. Квадратная рамка со стороной  $a = 10$  см из провода сопротивлением  $R = 0,02$  Ом помещена в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,6$  Тл таким образом, что линии магнитной индукции перпендикулярны плоскости рамки. Определить величину электрического заряда  $Q$ , который протечет по рамке при ее повороте на  $90^\circ$  вокруг оси, проходящей через одну из сторон рамки.
6. Кольцо из медного провода радиусом  $5$  см помещено в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,3$  Тл таким образом, что плоскость кольца составляет угол  $\beta = 60^\circ$  с линиями магнитной индукции. Сопротивление кольца  $R = 0,2$  Ом. Определить заряд  $Q$ , который пройдет по кольцу, если выключить магнитное поле.
7. В однородном магнитном поле со скоростью  $v = 25$  м/с, перпендикулярной направлению магнитной индукции, движется проводник длиной  $1$  м. На концах проводника возникает разность потенциалов  $U$ , равная  $0,01$  В. Определить величину магнитной индукции  $B$  поля.
8. Проводящее кольцо площадью  $S = 100$  см<sup>2</sup> и сопротивлением  $R = 0,03$  Ом равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 400$  мТл. Ось вращения лежит в плоскости кольца, проходит через его центр и перпендикулярна линиям магнитной индукции. Определить максимальную мощность  $P_{\max}$ , необходимую для вращения контура с частотой  $n = 400$  с<sup>-1</sup>.
9. Рамка электрогенератора, содержащая  $200$  витков провода, вращается с частотой  $n = 50$  Гц в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл. Ось вращения лежит в плоскости рамки, проходит через ее центр и перпендикулярна линиям магнитной индукции. Площадь рамки  $S = 50$  см<sup>2</sup>. Определить максимальную ЭДС индукции  $\varepsilon_{\max}$ , которая индуцируется в рамке.
10. На концах автомобильной антенны длиной  $1$  м, установленной вертикально, при движении автомобиля со скоростью  $100$  км/час возникает разность потенциалов, достигающая максимального значения  $U_{\max} = 0,1$  мВ. Определить горизонтальную составляющую напряженности магнитного поля Земли.

#### **Свободные гармонические колебания в колебательном контуре**

1. Колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивности. Вычислить энергию контура, если максимальная сила тока в катушке  $1,2$  А. Максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора составляет  $1200$  В, частота колебаний контура  $1 \cdot 10^5$  с<sup>-1</sup>. Потерями энергии пренебречь.
2. Вычислить энергию колебательного контура, если максимальная сила тока в катушке индуктивности  $1,2$  А, а максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора  $1200$  В. Период колебаний контура  $1 \cdot 10^{-6}$  с.
3. Максимальная энергия магнитного поля колебательного контура  $1$  мДж при силе тока  $0,8$  А. Чему равна частота колебаний контура, если максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора  $1200$  В?
4. Максимальная энергия магнитного поля колебательного контура  $5$  мДж при силе тока  $4$  А. Чему равен период колебаний, если максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора  $500$  В?
5. Период колебаний контура, состоящего из индуктивности и емкости, составляет  $1 \cdot 10^{-5}$  с. Чему равна максимальная сила тока в катушке, если максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора  $900$  В, максимальная энергия электрического поля  $9 \cdot 10^{-4}$  Дж.
6. В колебательный контур входит катушка с индуктивностью  $5$  мГн и плоский конденсатор с диэлектриком из стекла. Расстояние между обкладками конденсатора  $6$  мм, пло-

- щадь обкладки  $90 \text{ см}^2$ . На сколько изменится частота и период колебаний контура, если стеклянную прослойку конденсатора заменить воздушной?
7. В колебательном контуре с периодом  $1 \cdot 10^{-5} \text{ с}$  напряжение на конденсаторе в момент времени  $2,5 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  (начальное напряжение равно нулю) составляет  $500 \text{ В}$ . Найти емкость конденсатора при общей энергии контура  $1 \text{ мДж}$ .
  8. Напряжение на конденсаторе в колебательном контуре изменяется в соответствии с уравнением  $U = 1000 \sin 2\pi \cdot 10^6 t$ . Во сколько раз максимальная энергия конденсатора больше энергии для момента времени  $1/6 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ , считая от максимального напряжения?
  9. Сила тока в катушке колебательного контура изменяется по закону  $I = I_0 \cos 2\pi ft$ . Частота колебательного контура  $1 \text{ МГц}$ . В какой ближайший момент времени энергия магнитного поля катушки станет равной энергии электрического поля конденсатора?
  10. Сила тока в катушке колебательного контура изменяется по закону  $I = I_0 \cos 2\pi ft$ . Период колебаний контура  $1 \cdot 10^{-5} \text{ с}$ . В какой ближайший момент времени энергия магнитного поля катушки станет равной энергии электрического поля конденсатора?

### *Интерференция света*

1. На кристаллическую пластинку кварца, вырезанную параллельно оптической оси, нормально падает свет с длиной волны  $\lambda = 600 \text{ нм}$ . Показатели преломления обыкновенного  $n_o$  и необыкновенного  $n_e$  лучей равны  $n_o = 1,544$ ,  $n_e = 1,553$ . Какова должна быть толщина  $d$  пластинки, чтобы произошел сдвиг фаз  $\Delta\varphi$  этих лучей на  $\pi/2$ ?
2. В опыте Юнга расстояние  $d$  между двумя щелями, являющимися источниками желтого света ( $\lambda = 600 \text{ нм}$ ), равно  $0,1 \text{ мм}$ . Определить расстояние  $\Delta x$  между соседними светлыми интерференционными полосами, если источники удалены от экрана на  $1 \text{ м}$ . Каким будет  $\Delta x$ , если источники и экран поместить в среду с показателем преломления  $n = 1,3$ ?
3. Плоская световая волна длины  $\lambda = 500 \text{ нм}$  падает по нормали на стеклянную пластинку ( $n = 1,5$ ), покрытую с обеих сторон пленкой прозрачного вещества ( $n_1 = 1,25$ ). При какой минимальной толщине  $d$  пленок свет будет проходить через пластинку практически без потерь на отражение?
4. На пленку ( $n = 1,5$ ) толщины  $d = 0,1 \text{ мкм}$  падает параллельный пучок белого света под углом  $\alpha$ . В какой цвет будет окрашен свет, отраженный пленкой, если угол падения равен  $\alpha_1 = 30^\circ$  и  $\alpha_2 = 60^\circ$ ?
5. В опыте Юнга одну из щелей перекрывают прозрачной пластинкой ( $n = 1,5$ ) толщиной  $d = 13 \text{ мкм}$ . Интерференционная картина изменяется. На какое число полос  $N$  она сместится, если щели освещены красным светом ( $\lambda = 650 \text{ нм}$ )?
6. Между двумя плоскопараллельными стеклянными пластинками образуется воздушный клин с углом  $\theta = 0,01^\circ$ . По нормали к поверхности клина падает свет длины волны  $\lambda = 6800 \text{ нм}$ . Определить, какое число темных интерференционных полос образуется на участке клина длиной  $l = 2 \text{ см}$  в отраженном свете?
7. На тонкий стеклянный клин ( $n = 1,5$ ) нормально падает монохроматический свет длины волны  $\lambda = 440 \text{ нм}$ . Определить ширину интерференционной полосы, если угол между поверхностями клина  $\theta = 0,5'$ .
8. Радиус четвертого светлого кольца Ньютона в проходящем свете ( $\lambda = 500 \text{ нм}$ ) равен  $r_4 = 4 \text{ мм}$ . Определить радиус  $R$  кривизны линзы и ее оптическую силу  $\Phi$  ( $n = 1,5$ ). Каким будет радиус  $r_4$ , если пространство между линзой и пластинкой заполнить водой ( $n = 1,3$ )?
9. Определить наименьшую толщину  $d$  и показатель преломления  $n_2$  поверхностного слоя на стекле ( $n_3 = 1,5$ ), который максимально снижает отражение световых лучей ( $\lambda = 500 \text{ нм}$ ), нормально падающих из воздушной среды ( $n_1 = 1,0$ ). Указание: интенсивность лучей, отраженных от верхней и нижней границ слоя считать одинаковыми.

10. Какой вид будут иметь кольца Ньютона, если пластинка, на которой лежит плосковыпуклая линза из крона, состоит из двух частей, сделанных из крона ( $n_k = 1,5$ ) и флинта ( $n_f = 1,75$ ), а пространство между линзой и пластинками заполнено сероуглеродом ( $n_c = 1,6$ )? Определить радиусы  $r_3$  третьего светлого и темного колец Ньютона в отраженном свете, если длина волны света  $\lambda = 760$  нм, а радиус кривизны линзы  $R = 1$  м.

### *Дифракция света*

1. На непрозрачный экран с отверстием диаметра  $d = 1,8$  мм нормально падает плоская световая волна длиной  $\lambda = 0,5$  мкм. Точка наблюдения расположена на осевой линии и удалена от экрана на расстояние  $l = 0,4$  м. Определить число зон Френеля, которые укладываются в отверстие, и результат дифракции света на оси. Какие произойдут изменения, если  $l$  увеличить до  $0,8$  м?
2. На узкую щель шириной  $0,05$  мм падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 0,6$  мкм. Найти ширину центрального дифракционного максимума на экране, расположенном в  $0,5$  м от щели.
3. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет длины волны  $\lambda = 500$  нм. В дифракционном спектре два главных смежных максимума наблюдаются при  $\sin \varphi_k = 0,3$  и  $\sin \varphi_{k+1} = 0,4$ . Определить постоянную  $d$  дифракционной решетки.
4. Свет от разрядной трубки с неоном падает на дифракционную решетку длиной  $l = 2$  см с периодом  $d = 5$  мкм. Определить, на какую длину волны  $\lambda_1$  в спектре пятого порядка накладывается зеленая линия длиной  $\lambda_2 = 5330$  нм в спектре шестого порядка? Какую разность длин волн  $\Delta\lambda$  может разрешить решетка в спектре второго порядка для лучей света длины волны  $\lambda_1$ ?
5. На дифракционную решетку с периодом  $d = 2$  мкм нормально падает свет с длиной волны  $\lambda = 0,7$  мкм. Определить угол  $\varphi$  отклонения лучей, соответствующих максимуму наибольшего порядка. Как изменится угол  $\varphi$ , если пространство между решеткой и экраном заполнить водой ( $n = 1,3$ )?
6. Параллельный пучок света ( $\lambda = 450$  нм) нормально падает на дифракционную решетку. Линза расположена непосредственно за решеткой и проецирует спектр на экран, удаленный от нее на  $0,5$  м. В дифракционном спектре расстояние между максимумами первого порядка равно  $12$  см. Определить постоянную дифракционной решетки  $d$ , общее число  $N$  максимумов в спектре, угол  $\varphi$  отклонения лучей, соответствующих последнему дифракционному максимуму.
7. Длины волн D-линий в спектре натрия равны  $\lambda_1 = 5890$  нм и  $\lambda_2 = 5896$  нм. Какую длину  $l$  должна иметь дифракционная решетка, содержащая  $100$  штрихов на  $1$  мм, чтобы разрешить эти линии в спектре первого порядка?
8. Дифракционная решетка длиной  $l = 3$  см имеет период  $d = 3$  мкм. Какова ее разрешающая способность во втором порядке? Какова разность различимых длин волн для зеленых лучей света ( $\lambda = 540$  нм) в этом порядке? Каков максимальный порядок спектра и угол  $\varphi$  отклонения лучей, соответствующих наибольшему дифракционному максимуму?
9. Определить длину волны  $\lambda$  монохроматического рентгеновского излучения, падающего на грань кристалла, если дифракционный максимум первого порядка наблюдается при угле падения  $\alpha = 87^\circ$ . Расстояние  $d$  между атомными плоскостями равно  $0,3$  нм.
10. Параллельный пучок монохроматического света ( $\lambda = 7500$  нм) нормально падает на щель шириной  $a = 0,15$  мм. Линза расположена непосредственно за щелью и проецирует спектр на экран, удаленный от нее на  $1$  м. Определить расстояние между минимумами первого порядка в спектре.

### *Поляризация света. Закон Брюстера. Закон Малюса.*

1. На диэлектрик с показателем преломления  $n = 1,54$  падает естественный свет. Найти угол падения лучей, при котором отраженный свет полностью поляризован.

2. Пучок естественного света распространяется в воде ( $n_1 = 1,3$ ) и отражается от поверхности стеклянной пластины ( $n_2 = 1,54$ ), лежащей на дне. Найти углы падения и преломления света, если отраженный свет полностью поляризован. Какая доля падающего излучения отражается?
3. Определить угол Брюстера для луча света, падающего из воздуха на поверхность жидкости, если предельный угол полного внутреннего отражения света на границе раздела между жидкостью и воздухом равен  $43^\circ$ .
4. Естественный свет проходит через два николя, плоскости пропускания которых образуют угол  $\alpha$ , равный  $45^\circ$ . Определить, во сколько раз уменьшается интенсивность  $I$  света, выходящего из анализатора, по сравнению с интенсивностью  $I_0$  света, падающего на поляризатор, если коэффициент пропускания света в каждом николе равен  $\tau = 0,9$ .
5. На поляризатор нормально падает параллельный пучок естественного света. Освещенность  $E_0$  поляризатора равна 100 лк. Определить освещенность экрана, расположенного за анализатором, если угол  $\alpha$  между плоскостями поляризации поляризатора и анализатора равен  $\alpha = 60^\circ$ , а коэффициент пропускания света поляризатором и анализатором равен  $\tau = 0,9$ .
6. При прохождении естественного света через два николя, коэффициент пропускания света  $\tau$  в каждом из которых равен 0,85, интенсивность света уменьшается в 5 раз. Определить угол  $\alpha$  между плоскостями пропускания николей.
7. Трубку длиной  $d = 0,1$  м с оптически активной жидкостью поместили в сахариметр между двумя скрещенными николями. В результате поле зрения стало максимально светлым. Определить удельное вращение  $[\alpha]$  жидкости, если ее плотность  $\rho = 0,3 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.
8. При прохождении монохроматического света через пластинку кварца толщиной  $d_1 = 2$  мм плоскость поляризации света поворачивается на угол  $\varphi = 30^\circ$ . Найти, при какой толщине  $d_2$  кварцевой пластинки, помещенной между скрещенными николями, поле зрения станет максимально светлым? Какой длины  $d$  трубку с раствором сахара с массовой концентрацией  $C = 500$  кг/м<sup>3</sup> надо поместить между николями, чтобы получить тот же результат? Удельное вращение раствора сахара  $[\alpha] = 0,6$  град·м<sup>2</sup>/кг.
9. Монохроматический свет проходит через стеклянную пластинку длиной  $l = 2$  см. Постоянная вращения Верде (удельное магнитное вращение) равна  $V = 1,34 \cdot 10^3$  град/м·Тл. На какой угол  $\varphi$  повернется плоскость поляризации в магнитном поле с индукцией  $B = 0,5$  Тл?
10. Через трубку с дистиллированной водой длиной  $l = 0,1$  м проходит монохроматический свет. В магнитном поле с индукцией  $B = 3,2 \cdot 10^2$  Тл происходит поворот плоскости поляризации на угол  $\varphi = 2,4^\circ$ . Определить постоянную Верде.

### *Квантовая природа излучения.*

#### *Законы Стефана-Больцмана и смещения Вина*

1. В электропечи мощностью  $P = 20$  кВт доля тепловых потерь через стенки составляет  $\eta = 0,3$ . Внутренняя поверхность печи (площадь  $S = 1,0$  м<sup>2</sup>) выложена огнеупором, поглощательная способность которого равна  $A_T = 0,35$ . Определить, на какую длину волны при номинальном режиме работы приходится максимум энергии излучения, и найти максимальную спектральную плотность излучательности  $(R_{\lambda, T})_{\max}$ , рассчитанную на интервал длин волн  $\Delta\lambda = 1$  нм вблизи  $\lambda_{\max}$ .
2. Энергетическая светимость (излучательность) абсолютно черного тела  $R_e = 3,0 \cdot 10^5$  Вт/м<sup>2</sup>. На какую длину волны  $\lambda_{\max}$  приходится максимум спектральной плотности излучательности этого тела?
3. Диаметр вольфрамовой спирали электролампы  $d = 0,05$  мм, а ее длина  $l = 6$  см. При включении лампы в сеть с постоянным напряжением 110 В через спираль течет ток 0,55 А. Чему равна температура спирали лампы? Считать, что при установившемся режиме все выделяющееся в спирали тепло теряется лучеиспусканием. Поглощательная способность вольфрама  $A_T = 0,31$ .

4. Определить величину солнечной постоянной, то есть количество лучистой энергии, посылаемой Солнцем каждую секунду через площадку в  $1 \text{ м}^2$ , перпендикулярную солнечным лучам и находящуюся на границе земной атмосферы. Температуру поверхности Солнца принять равной  $T_0 = 5800 \text{ К}$ , радиус Солнца  $R_C = 6,95 \cdot 10^8 \text{ м}$ , расстояние от Солнца до Земли  $R_{C-З} = 1,49 \cdot 10^{11} \text{ м}$ . Считая, что Солнце излучает как абсолютно черное тело, а Земля является серым телом с поглотительной способностью  $A_T = 0,75$  и находится с ним в состоянии теплового равновесия, оценить температуру Земли.
5. Поверхность Солнца близка по своим свойствам к абсолютно черному телу. Максимум спектральной плотности излучательности приходится на длину волны  $\lambda_{max} = 0,5 \text{ мкм}$ . Определить температуру солнечной поверхности и примерное время, за которое масса электромагнитных волн (всех длин, излучаемых Солнцем) составила бы 1 % его массы, если бы температура Солнца не менялась. Принять массу и радиус Солнца равными, соответственно,  $M_C = 1,98 \cdot 10^{30} \text{ кг}$  и  $R_C = 6,95 \cdot 10^8 \text{ м}$ .
6. Определить длину волны  $\lambda_{max}$ , на которую приходится максимум спектральной плотности излучательности абсолютно черного тела при температурах жидкого гелия ( $4,2 \text{ К}$ ) и жидкого азота ( $77 \text{ К}$ ), при нормальной температуре ( $300 \text{ К}$ ) и температуре Солнца ( $5800 \text{ К}$ ). В какую спектральную область электромагнитного излучения попадают рассчитанные длины волн?
7. На корпусе космической лаборатории, летящей вокруг Солнца по круговой орбите радиусом  $R$ , равным среднему расстоянию от Земли до Солнца  $R_{C-З} = 1,49 \cdot 10^{11} \text{ м}$ , установлено устройство, моделирующее абсолютно черное тело. Наружная поверхность оболочки этого устройства отражает идеально, а отверстие в ней все время обращено к Солнцу. Пренебрегая теплообменом через крепление устройства, определить равновесную температуру, которая установится внутри него. Температуру солнечной поверхности принять равной  $5800 \text{ К}$ , а радиус Солнца  $R_C = 6,95 \cdot 10^8 \text{ м}$ .
8. При измерении температуры вольфрамовой спирали лампы накаливания радиационный пирометр показал температуру  $2,5 \text{ кК}$ . Приняв, что для вольфрама поглотительная способность не зависит от частоты теплового излучения и равна  $A_T = 0,31$ , определить, на какую длину волны приходится максимум энергии излучения лампы. Найти также спектральную плотность излучательности лампы, рассчитанную на интервал длин волн  $\Delta\lambda = 1 \text{ нм}$  вблизи длины волны, соответствующей максимуму чувствительности человеческого глаза ( $\lambda = 0,55 \text{ мкм}$ ).
9. Поверхность Солнца представляет собой абсолютно черное тело. Максимум спектральной плотности излучательности приходится на длину волны  $\lambda_{max} = 0,5 \text{ мкм}$ . Найти: а) температуру  $T$  солнечной поверхности; б) мощность солнечного электромагнитного излучения; в) массу, теряемую Солнцем в 1 секунду за счет электромагнитного излучения. Радиус Солнца принять равным  $R_C = 6,95 \cdot 10^8 \text{ м}$ .
10. При измерении температуры жидкой стали в конверторе пирометр с исчезающей нитью показал температуру  $T_n = 2,1 \text{ кК}$ . Зная, что спектральная плотность поглотительности поверхности расплавленного металла не зависит от длины волны и равна  $A_T = 0,22$ , определить истинную температуру металла и поток излучения через круглое смотровое отверстие диаметром  $d = 2 \text{ см}$ .

#### **Фотоэлектрический эффект. Эффект Комптона**

1. На фотоэлемент с катодом из лития падает свет с длиной волны  $\lambda = 200 \text{ нм}$ . Найти наименьшее значение задерживающей разности потенциалов  $U_{min}$ , которую нужно приложить к фотоэлементу, чтобы прекратить фототок. Работа выхода электронов  $A = 2,3 \text{ эВ}$ .
2. Фотон с энергией  $\varepsilon = 10 \text{ эВ}$  падает на серебряную пластину и вызывает фотоэффект. Определить импульс  $p$ , полученный пластиной, если принять, что направления движения фотона и фотоэлектрона лежат на одной прямой, перпендикулярной поверхности пластины. Работа выхода электронов  $A = 4,7 \text{ эВ}$ .

3. Определить красную границу  $\lambda_0$  фотоэффекта для металла, если при облучении его поверхности фиолетовым светом с длиной волны  $\lambda = 400$  нм максимальная скорость  $V_{max}$  фотоэлектронов равна 650 км/с.
4. Для прекращения фотоэффекта, вызванного облучением платиновой пластинки ультрафиолетовым светом, нужно приложить задерживающую разность потенциалов  $U_1 = 3,7$  В. Если платиновую пластинку заменить другой, то задерживающую разность потенциалов нужно увеличить до  $U_2 = 6$  В. Определить работу выхода электронов  $A_2$  с поверхности этой пластинки. Работа выхода электронов из платины  $A_1 = 6,3$  В.
5. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта  $\lambda_0 = 311$  нм, а максимальная кинетическая энергия  $T_{max}$  фотоэлектрона равна 1 эВ?
6. При эффекте Комптона фотон был рассеян на свободном электроне под углом  $\theta = 2\pi/3$ . Определить импульс  $p$ , приобретенный электроном, если энергия фотона до рассеяния была  $\epsilon_1 = 1,53$  МэВ. Какую долю первоначальной энергии потерял фотон при рассеянии.
7. Сопоставить результаты рассеяния фотонов под углом  $\theta = 90^\circ$  на покоящемся свободном электроне в монохроматическом пучке света ( $\lambda_1 = 700$  нм) и в рентгеновских лучах ( $\lambda_2 = 0,1$  нм). Определить в обоих случаях: а) какую долю первоначальной энергии теряет фотон? б) какую скорость приобретает электрон?
8. Узкий пучок монохроматического излучения рентгеновского диапазона падает на рассеивающее вещество. При этом длины волн смещенных составляющих излучения, рассеянного под углами  $\theta_A = 50^\circ$  и  $\theta_B = 100^\circ$ , отличаются в 2,5 раза. Считая, что рассеяние происходит на свободных электронах, найти частоту падающего излучения. Для компоненты, рассеянной под углом  $\theta_B = 100^\circ$ , определить импульс, полученный электроном.
9. Фотон с энергией, в 3 раза превышающей энергию покоя электрона, испытал «лобовое» столкновение с покоящимся свободным электроном. Найти радиус кривизны траектории электрона отдачи в магнитном поле с индукцией  $B = 0,12$  Тл, если он начал двигаться перпендикулярно направлению поля.
10. Фотон с энергией, равной энергии покоя электрона, испытал лобовое столкновение с покоящимся свободным электроном. Найти энергию рассеянного фотона и кинетическую энергию электрона отдачи.

#### *Атом Бора. Спектр атома водорода*

1. Определить радиус первой боровской орбиты  $r_1$  в атоме водорода и скорость движения электрона  $v_1$  на этой орбите. Электрон считать нерелятивистским.
2. Потенциал ионизации атома водорода  $\phi_i = 13,6$  В. Исходя из этого значения, найти значение постоянной Ридберга.
3. Определить энергию фотона  $\epsilon$  (в эВ), соответствующего первым трем линиям серии Бальмера.
4. Определить длины волн первых четырех линий в серии а) Лаймана, б) Бальмера.
5. Определить длины волн первых четырех линий в серии а) Бальмера, б) Пашена.
6. Потенциал ионизации атома водорода  $\phi_i = 13,6$  В. Определить, сколько линий серии Бальмера попадают в видимую часть спектра (0,4-0,8 мкм).
7. Фотон с энергией 20 эВ выбивает электрон из покоящегося атома водорода, находящегося в основном состоянии. С какой скоростью движется вылетевший электрон?
8. Определить магнитный момент  $\mu_1$  электрона, находящегося на первой боровской орбите атома водорода.
9. Определить отношение магнитного момента  $\mu_1$  к механическому для электрона, находящегося на первой боровской орбите атома водорода.
10. Какую скорость приобретает первоначально находившийся в покое атом водорода при испускании фотона, соответствующего первой линии серии Лаймана?

#### *Корпускулярно-волновой дуализм. Длина волны де Бройля*

1. Какую энергию необходимо дополнительно сообщить электрону, чтобы его дебройлевская длина волны уменьшилась от 0,1 нм до 0,05 нм?
2. При каких значениях кинетической энергии электрона ошибка в определении дебройлевской длины волны  $\lambda_B$  по нерелятивистской формуле не превышает 10%?
3. Электрон, начальной скоростью которого можно пренебречь, прошел ускоряющую разность потенциалов  $U$ . Найти длину волны де Бройля для двух случаев: 1)  $U_1 = 51$  В; 2)  $U_2 = 510$  кВ.
4. Кинетическая энергия электрона равна удвоенному значению его энергии покоя ( $T = 2m_e c^2$ ). Вычислить длину волны де Бройля  $\lambda_B$  для такого электрона.
5. Протон обладает кинетической энергией  $T = 1$  кэВ. Определить дополнительную энергию  $\Delta T$ , которую необходимо сообщить протону для того, чтобы длина волны де Бройля  $\lambda_B$  уменьшилась в три раза.
6. Найти длину волны де Бройля  $\lambda_B$  для молекулы водорода, движущейся при температуре 20 °С с наиболее вероятной скоростью.
7. Какую ускоряющую разность потенциалов  $U$  должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля  $\lambda_B$  была равна 0,1 нм?
8. Найти длину волны де Бройля  $\lambda_B$  для электрона, кинетическая энергия которого равна: 1)  $T_1 = 10$  кэВ; 2)  $T_2 = 1$  МэВ.
9. Электрон движется по окружности радиусом  $r = 0,6$  см в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 8$  мТл. Определить длину волны де Бройля  $\lambda_B$  электрона.
10. Найти длину волны де Бройля  $\lambda_B$  для электрона, движущегося по круговой орбите атома водорода, находящегося в основном состоянии.

#### *Соотношения неопределенностей*

1. Определить неточность  $\Delta x$  в определении координаты электрона, движущегося в атоме водорода со скоростью  $v = 1,5 \cdot 10^6$  м/с, если допускаемая неточность  $\Delta v$  в определении его скорости составляет 10 % ее величины. Диаметр атома водорода принять равным удвоенному значению боровского радиуса  $a_0$ . Применимо ли понятие траектории в данном случае?
2. Оценить с помощью соотношения неопределенностей минимальную кинетическую энергию электрона, движущегося внутри сферической области диаметром  $d = 0,1$  нм. Оценку произвести в предположении, что неопределенность  $\Delta r$  радиуса сферы  $r$  и неопределенность  $\Delta p$  импульса  $p$  электрона на такой орбите связаны соотношениями:  $\Delta r \sim r$  и  $\Delta p \sim p$ .
3. Оценить с помощью соотношения неопределенностей минимально возможную энергию электрона в атоме водорода. Принять, что неопределенность  $\Delta r$  радиуса  $r$  электронной орбиты и неопределенность  $\Delta p$  импульса  $p$  электрона на такой орбите связаны соотношениями:  $\Delta r \sim r$  и  $\Delta p \sim p$ .
4. Используя соотношение неопределенностей, оценить ширину энергетического уровня в атоме водорода, находящегося: 1) в основном состоянии; 2) в возбужденном состоянии. Время жизни атома в возбужденном состоянии равно  $1 \cdot 10^{-10}$  с.
5. Среднее время жизни атома водорода в возбужденном состоянии составляет  $\sim 1 \cdot 10^{-10}$  с. При переходе атома в основное состояние испускается квант света со средней длиной волны 650 нм. Оценить ширину  $\Delta \lambda$  излучаемой спектральной линии.
6. Используя соотношение неопределенностей, оценить минимальную скорость движения электрона в атоме водорода, исходя из того, что радиус атома имеет величину порядка 0,1 нм. (Принять, что неопределенность  $\Delta r$  радиуса  $r$  электронной орбиты и неопределенность  $\Delta p$  импульса  $p$  электрона на такой орбите связаны соотношениями:  $\Delta r \sim r$  и  $\Delta p \sim p$ .)

7. При движении вдоль оси  $x$  скорость оказывается определенной с точностью  $\Delta v_x = 1$  м/с. Оценить неопределенность координаты  $\Delta x$ : а) для электрона; б) для протона; в) для частицы массы  $m \approx 1 \cdot 10^{-12}$  г.
8. Оценить с помощью соотношения неопределенностей минимальную кинетическую энергию электрона, движущегося в области, размер которой  $l \sim 0,1$  нм. (Принять, что неопределенность координаты  $\Delta x$  и неопределенность  $\Delta p$  импульса  $p$  связаны соотношениями:  $\Delta x \sim l/2$  и  $\Delta p \sim p$ .)
9. Во сколько раз дебройлевская длина волны  $\lambda_v$  частицы меньше неопределенности  $\Delta x$  ее координаты, которая соответствует относительной неопределенности импульса в 1 %.
10. Ширина резонансной линии для первой спектральной линии в серии Лаймана для атома водорода  $\Delta \lambda = 1,0$  пм. Оценить время жизни атома водорода на соответствующем возбужденном уровне атома водорода.

**Волновая функция. Уравнение Шредингера.**

**Частица в одномерной прямоугольной “потенциальной яме”**

1. Частица в бесконечно глубоком одномерном прямоугольном потенциальном ящике шириной  $l$  находится в возбужденном состоянии. Определить, в каких точках интервала ( $0 < x < l$ ) плотность вероятности нахождения частицы максимальна и минимальна.
2. Частица находится в основном состоянии в прямоугольной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной  $l$ . Найти вероятность нахождения этой частицы в области  $l/3 < x < 2l/3$ .
3. Электрон находится в бесконечно глубоком одномерном прямоугольном потенциальном ящике шириной  $l$ . В каких точках в интервале  $0 < x < l$  плотность вероятности нахождения на первом и втором энергетических уровнях одинакова? Вычислить плотность вероятности для этих точек. Решение пояснить графически.
4. Электрон находится в бесконечно глубокой одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной  $l$ . Определить среднее значение координаты  $\langle x \rangle$  электрона.
5. Электрон находится в бесконечно глубоком одномерном прямоугольном потенциальном ящике шириной  $l = 0,5$  нм. Определить в электрон-вольтах разность  $\Delta E$  наинизших энергетических уровней электрона.
6. Зная, что нормированная собственная волновая функция, описывающая основное состояние электрона в атоме водорода, имеет вид  $\Psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-r/a_0}$  ( $a_0$  - первый боровский радиус), найти среднее расстояние  $\langle r \rangle$  электрона от ядра.

7. Нормированная собственная волновая функция, описывающая движение электрона в основном состоянии атома водорода, имеет вид: 
$$\Psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-r/a_0}$$
 ( $a_0$  - первый боровский радиус). Найти для основного состояния атома водорода среднее значение  $\langle U \rangle$  потенциальной энергии.

8. Нормированная собственная волновая функция, описывающая движение электрона в основном состоянии атома водорода, имеет вид: 
$$\Psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-r/a_0}$$
 ( $a_0$  - первый боровский радиус). Определить расстояние  $r$ , на котором вероятность нахождения электрона максимальна.

9. Зная, что нормированная собственная волновая функция, описывающая движение электрона в основном состоянии атома водорода, имеет вид 
$$\Psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-r/a_0}$$
 ( $a_0$  - первый боровский радиус), вычислить вероятность того, что электрон находится внутри области, ограниченной сферой радиуса  $a_0$ .

10. Зная, что нормированная собственная волновая функция, описывающая движение электрона в основном состоянии атома водорода, имеет вид  $\Psi(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a_0^3}} e^{-r/a_0}$

( $a_0$  - первый боровский радиус), вычислить вероятность того, что электрон находится вне области, ограниченной сферой радиуса  $a_0$ .

### Проверочная работа по дисциплине (домашнее задание)

#### Вариант 1.

1. Кольцо диаметром  $D = 10$  см находится в однородном магнитном поле ( $B = 200$  мТл). Определить магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий кольцо, если его плоскость составляет угол  $\beta = 30^\circ$  с направлением линий индукции.
2. Проводник длиной  $l = 1$  м движется со скоростью  $v = 5$  м/с перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля. Определить магнитную индукцию  $B$ , если на концах проводника возникает разность потенциалов  $U = 0,02$  В.
3. Колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивности. Вычислить энергию контура, если максимальная сила тока в катушке  $1,2$  А. Максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора составляет  $1200$  В, частота колебаний контура  $1 \cdot 10^5$  с<sup>-1</sup>. Потерями энергии пренебречь.
4. На кристаллическую пластинку кварца, вырезанную параллельно оптической оси, нормально падает свет с длиной волны  $\lambda = 600$  нм. Показатели преломления обыкновенного  $n_o$  и необыкновенного  $n_e$  лучей равны  $n_o = 1,544$ ,  $n_e = 1,553$ . Какова должна быть толщина  $d$  пластинки, чтобы произошел сдвиг фаз  $\Delta\varphi$  этих лучей на  $\pi/2$ ?
5. На непрозрачный экран с отверстием диаметра  $d = 1,8$  мм нормально падает плоская световая волна длиной  $\lambda = 0,5$  мкм. Точка наблюдения расположена на осевой линии и удалена от экрана на расстояние  $l = 0,4$  м. Определить число зон Френеля, которые укладываются в отверстие, и результат дифракции света на оси. Какие произойдут изменения, если  $l$  увеличить до  $0,8$  м?
6. На диэлектрик с показателем преломления  $n = 1,54$  падает естественный свет. Найти угол падения лучей, при котором отраженный свет полностью поляризован.
7. В электропечи мощностью  $P = 20$  кВт доля тепловых потерь через стенки составляет  $\eta = 0,3$ . Внутренняя поверхность печи (площадь  $S = 1,0$  м<sup>2</sup>) выложена огнеупором, поглощательная способность которого равна  $A_T = 0,35$ . Определить, на какую длину волны при номинальном режиме работы приходится максимум энергии излучения, и найти максимальную спектральную плотность излучательности  $(R_{\lambda, T})_{\max}$ , рассчитанную на интервал длин волн  $\Delta\lambda = 1$  нм вблизи  $\lambda_{\max}$ .
8. На фотоэлемент с катодом из лития падает свет с длиной волны  $\lambda = 200$  нм. Найти наименьшее значение задерживающей разности потенциалов  $U_{\min}$ , которую нужно приложить к фотоэлементу, чтобы прекратить фототок. Работа выхода электронов  $A = 2,3$  эВ.
9. Определить радиус первой боровской орбиты  $r_1$  в атоме водорода и скорость движения электрона  $v_1$  на этой орбите. Электрон считать нерелятивистским.
10. Какую энергию необходимо дополнительно сообщить электрону, чтобы его дебройлевская длина волны уменьшилась от  $0,1$  нм до  $0,05$  нм?
11. Определить неточность  $\Delta x$  в определении координаты электрона, движущегося в атоме водорода со скоростью  $v = 1,5 \cdot 10^6$  м/с, если допускаемая неточность  $\Delta v$  в определении его скорости составляет 10 % ее величины. Диаметр атома водорода принять равным удвоенному значению боровского радиуса  $a_0$ . Применимо ли понятие траектории в данном случае?
12. Частица в бесконечно глубоком одномерном прямоугольном потенциальном ящике шириной  $l$  находится в возбужденном состоянии. Определить, в каких точках интервала ( $0 < x < l$ ) плотность вероятности нахождения частицы максимальна и минимальна.

## Вариант 2.

1. Магнитный момент соленоида, витки которого плотно прилегают друг к другу, равен  $p_m = 2 \text{ А} \cdot \text{м}^2$ . Длина соленоида равна  $l = 0,4 \text{ м}$ . Найти магнитный поток  $\Phi$  сквозь сечение соленоида.
2. Квадратная рамка сечением  $S = 60 \text{ см}^2$  помещена в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,6 \text{ Тл}$ . Найти ЭДС индукции  $\varepsilon_i$  в рамке, возникающую при уменьшении магнитного поля в 2 раза в течение 1 мс.
3. Вычислить энергию колебательного контура, если максимальная сила тока в катушке индуктивности 1,2 А, а максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора 1200 В. Период колебаний контура  $1 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ .
4. В опыте Юнга расстояние  $d$  между двумя щелями, являющимися источниками желтого света ( $\lambda = 600 \text{ нм}$ ), равно 0,1 мм. Определить расстояние  $\Delta x$  между соседними светлыми интерференционными полосами, если источники удалены от экрана на 1 м. Каким будет  $\Delta x$ , если источники и экран поместить в среду с показателем преломления  $n = 1,3$ ?
5. На узкую щель шириной 0,05 мм падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$ . Найти ширину центрального дифракционного максимума на экране, расположенном в 0,5 м от щели.
6. Пучок естественного света распространяется в воде ( $n_1 = 1,3$ ) и отражается от поверхности стеклянной пластины ( $n_2 = 1,54$ ), лежащей на дне. Найти углы падения и преломления света, если отраженный свет полностью поляризован. Какая доля падающего излучения отражается?
7. Энергетическая светимость (излучательность) абсолютно черного тела  $R_e = 3,0 \cdot 10^5 \text{ Вт/м}^2$ . На какую длину волны  $\lambda_{max}$  приходится максимум спектральной плотности излучательности этого тела?
8. Фотон с энергией  $\varepsilon = 10 \text{ эВ}$  падает на серебряную пластину и вызывает фотоэффект. Определить импульс  $p$ , полученный пластиной, если принять, что направления движения фотона и фотоэлектрона лежат на одной прямой, перпендикулярной поверхности пластины. Работа выхода электронов  $A = 4,7 \text{ эВ}$ .
9. Потенциал ионизации атома водорода  $\varphi_i = 13,6 \text{ В}$ . Исходя из этого значения, найти значение постоянной Ридберга.
10. При каких значениях кинетической энергии электрона ошибка в определении дебройлевской длины волны  $\lambda_B$  по нерелятивистской формуле не превышает 10%?
11. Оценить с помощью соотношения неопределенностей минимальную кинетическую энергию электрона, движущегося внутри сферической области диаметром  $d = 0,1 \text{ нм}$ . Оценку произвести в предположении, что неопределенность  $\Delta r$  радиуса сферы  $r$  и неопределенность  $\Delta p$  импульса  $p$  электрона на такой орбите связаны соотношениями:  $\Delta r \sim r$  и  $\Delta p \sim p$ .
12. Частица находится в основном состоянии в прямоугольной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной  $l$ . Найти вероятность нахождения этой частицы в области  $l/3 < x < 2l/3$ .

## Вопросы к зачету (проводится в устной форме)

1. Исторические типы физической картины мира.
2. Уровни научного познания.
3. Формы и методы научного познания.
4. Развитие представлений о строении материи.
5. Динамические закономерности.
6. Статистические закономерности в природе. Энтропия.
7. Второе начало термодинамики и теория «тепловой смерти Вселенной».

8. Закономерности самоорганизации.
9. Синергетика.
10. Опыты по исследованию ядерной модели атома.
11. Принципы общей теории относительности.
12. Теория Бора атома водорода.
13. Волновые свойства частиц. Волны де Бройля.
14. Элементарные частицы, их свойства и классификация.
15. Фундаментальные физические взаимодействия.
16. Тэватрон.
17. Опыты Девиссона, Джермера.
18. Специальная теория относительности.
19. Открытие электрона.
20. Современная космология.
21. Эксперименты Рейнеса – Коуэна. Открытие нейтрино.
22. Коллайдер и бозон Хиггса.
23. Пространственное квантование. Эксперимент Штерна и Герлаха.
24. Развитие представлений о материи, движении, взаимодействии.
25. Принципы симметрии, законы сохранения.
26. Эволюция представлений о пространстве и времени.
27. Специальная теория относительности.
28. Общая теория относительности.

**4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценивание степени освоения обучающимися дисциплины осуществляется на основе «Положение о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов МГОУ».

Шкала соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам

Оценка по 5-балльной системе		Оценка по 100-балльной системе
5	отлично	81 – 100
4	хорошо	61 - 80
3	удовлетворительно	41 - 60
2	неудовлетворительно	21 - 40
1	необходимо повторное изучение	0 - 20

В зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по пятибалльной шкале и рейтинговые оценки в баллах.

При получении студентом на зачёте неудовлетворительной оценки в ведомость выставляется рейтинговая оценка в баллах (<40 баллов), соответствующая фактическим знаниям (ответу) студента.

Общее количество баллов по дисциплине - 100 баллов.

Максимальное количество баллов, которое можно набрать в течение семестра за посещаемость, выполнение лабораторных, практических и домашних работ, тестирование и реферат и др.д. – 60 баллов.

*За посещение лекционных занятий и написание конспектов обучающийся может набрать максимально 10 баллов.*

*За выполнение домашних контрольных заданий обучающийся может набрать максимально 15 баллов (2 задания по 7,5 балла).*

За доклад по дисциплине обучающийся может набрать максимально 10 баллов.

За выполнение курсовой работы (презентации) обучающийся может набрать максимально 15 баллов.

За тестирование обучающийся может набрать максимально 10 баллов (10 тестовых вопросов по 1 баллу за каждый).

Максимальная сумма баллов, которые обучающийся может набрать при сдаче зачета, составляет 40 баллов.

Для сдачи зачета по дисциплине необходимо выполнить все требуемые лабораторные работы (получить допуск к зачету у преподавателя, проводившего лабораторные работы). Существенным моментом является посещаемость занятий (в случае пропусков занятий предполагается более подробный опрос по темам пропущенных занятий). На зачет выносятся материал, излагаемый в лекционном курсе и рассматриваемый на практических и лабораторных занятиях. Для получения зачета надо правильно ответить на несколько поставленных вопросов.

#### *Критерии и шкала оценивания конспекта*

Критерий	Баллы
Текст конспекта логически выстроен и точно изложен, ясен весь ход рассуждения	0,5
Даны ответы на все поставленные вопросы, изложены научным языком, с применением терминологии	0,5
Ответ на каждый вопрос заканчиваться выводом, сокращения слов в тексте отсутствуют (или использованы общепринятые)	0,5
Оформление соответствует образцу. Представлены необходимые таблицы и схемы	0,5

По результатам оценивания обучающийся может получить:

Пороговый уровень – до 1 балла;

Продвинутый уровень – 1,5-2 балла.

#### *Критерии и шкала оценивания реферата (доклада)*

Критерий	Баллы
Обзор источников информации	2,5
Логика изложения материала	2,5
Убедительность сформулированных выводов	2,5
Качество оформления	2,5

По результатам оценивания обучающийся может получить:

Пороговый уровень – до 5 баллов;

Продвинутый уровень – 8-10 баллов.

#### **Структура оценивания зачета**

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Зачтено</i>	Полные и точные ответы на вопросы Свободное владение основными терминами и понятиями курса; последовательное и логичное изложение материала курса	11-40

	са; законченные выводы и обобщения по теме вопросов; исчерпывающие ответы на вопросы при сдаче зачета с оценкой.	
	Полные и точные ответы вопросы. Знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала курса; умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче зачета с оценкой.	
	Полный и точный ответ на один вопрос. Удовлетворительное знание основных терминов и понятий курса; удовлетворительное знание и владение методами и средствами решения задач; недостаточно последовательное изложение материала курса; умение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов.	
<i>Не зачтено</i>	неполный и неточный ответ на один вопрос билета и менее.	0-10

*Шкала оценивания теста, проверочной работы*

Показатель	отметка
Выполнено до 40% заданий	4
Выполнено 41-60% заданий	6
Выполнено 61-80% заданий	8
Выполнено более 81% заданий	10

*Критерии и шкала оценивания работы студентов на лекциях и практических занятиях*

Шкала	Показатели степени обученности
3,5 балла	Присутствовал на занятии, слушал, смотрел, записывал под диктовку, переписывал с доски и т.п. Отличает какой-либо процесс, объект и т.п. от их аналогов только тогда, когда ему их предъявляют в готовом виде.
1 балл	Запомнил большую часть текста, правил, определений, формулировок, законов и т.п., но объяснить ничего не может (механическое запоминание). Демонстрирует полное воспроизведение изученных правил, законов, формулировок, математических и иных формул и т.п., однако затрудняется что-либо объяснить.
1,5 балла	Объясняет отдельные положения усвоенной теории, иногда выполняет такие мыслительные операции, как анализ и синтез. Отвечает на большинство вопросов по содержанию теории, демонстрируя осознанность усвоенных теоретических знаний, проявляя способность к самостоятельным выводам и т.п.
2 балла	Четко и логично излагает теоретический материал, свободно владеет понятиями и терминологией, способен к обобщению изложенной теории, хорошо видит связь теории с практикой, умеет применить ее в простейших случаях. Демонстрирует полное понимание сути изложенной теории и свободно применяет ее на практике. Выполняет почти все практические задания, иногда допус-

<p>кая незначительные ошибки, которые сам и исправляет.  Легко выполняет практические задания на уровне переноса, свободно оперируя усвоенной теорией в практической деятельности.  Оригинально, нестандартно применяет полученные знания на практике, формируя самостоятельно новые умения на базе полученных ранее знаний и сформированных умений и навыков.</p>
--

*Шкала оценивания решения задач*

Показатель	Отметка, балл
Выполнено до 80% заданий	8
Выполнено более 81% заданий	15

*Критерии оценивания презентаций (баллы)*

Параметры оценивания презентации	баллы
Связь темы презентации с программой и учебным планом	1
Содержание презентации.	1
Заключение презентации	1
Подача материала проекта – презентации	1
Графическая информация (иллюстрации, графики, таблицы, диаграммы и т.д.)	3
Наличие импортированных объектов из существующих цифровых образовательных ресурсов и приложений Microsoft Office	2
Графический дизайн	2
Техническая часть	2
Эффективность применения презентации в учебном процессе	2
Итоговое количество баллов:	15

*Курсовая работа* рассматривается как самостоятельный вид учебной работы и оценивается по 100-бальной рейтинговой шкале.