

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т.Ф.ГОРБАЧЕВА»  
Филиал КузГТУ в г. Белово



УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала

*И.К. Костинцев*

И.К. Костинцев

« 31 » 08 20 21 г.

Подписано цифровой подписью: Долганова Жанна Александровна  
DN: cn=Долганова Жанна Александровна, o=Кузбасский  
государственный технический университет имени Т.Ф.Горбачева,  
ou=Филиал КузГТУ в г.Белово, email=dolganovaja@kuzstu.ru, c=RU  
Дата: 2023.11.21 11:13:02 +07'00'

**Фонд оценочных средств по дисциплине**

**Физика**

Направление подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика»  
Профиль 01 «Прикладная информатика в экономике»

Присваиваемая квалификация "Бакалавр"

Белово 2021

ФОС составил ст. преподаватель Белов С.В.Белов

ФОС обсужден на заседании кафедры горного дела и техносферной безопасности

Протокол № 10 от « 15 » 06 2021 г.

Зав. кафедрой горного дела и техносферной безопасности Белов В.Ф. Белов

Согласовано учебно-методическим советом филиала КузГТУ в г. Белово

Протокол № 11 от « 22 » 06 2021 г.

Председатель учебно-методического совета Долганова Ж.А. Долганова



## СОДЕРЖАНИЕ

Паспорт компетенций дисциплины (модуля)	4
Паспорт фонда оценочных средств	6
Спецификация опроса обучающихся по темам дисциплины	7
Спецификация лабораторного практикума по дисциплине	13
Спецификация компьютерного тестирования курс 1/семестр 2	33
Спецификация компьютерного тестирования курс 2/семестр 3	61
Спецификация домашних индивидуальных заданий по дисциплине	81
Спецификация промежуточного контроля по дисциплине курс 1/семестр 2	136
Спецификация промежуточного контроля по дисциплине курс 2/семестр 3	141
Спецификация промежуточного контроля по дисциплине (зачет, экзамен в форме итогового компьютерного тестирования)	146

## ПАСПОРТ КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Определение, содержание и основные существенные характеристики компетенций

**УК-1**

Дисциплина: Физика

### Результаты изучения дисциплины

Компетенции из ФГОС	Индикатор(ы) достижения компетенции	Показатели компетенций			Уровень
		Знать	Уметь	Владеть	
1	2	3	4	5	6
<b>УК-1 -</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Использует знание физических законов для решения поставленных задач.	основные законы механики, молекулярной физики и термодинамики, электростатики и электромагнетизма, волновой и квантовой оптики, ядерной физики и элементарных частиц; физический смысл и математическое изображение основных физических законов.	самостоятельно анализировать физические явления, происходящие в природе и различных устройствах; самостоятельно работать со справочной литературой; выполнять необходимые расчеты и определять параметры процессов.	современным и методами решения физических задач и измерения параметров различных процессов в технических устройствах и системах.	Высокий или средний

**Высокий уровень результатов обучения** – знания, умения и навыки соотносятся с индикаторами достижения компетенции, рекомендованные оценки: отлично; хорошо; зачтено.

**Средний уровень результатов обучения** – знания, умения и навыки соотносятся с индикаторами достижения компетенции, рекомендованные оценки: хорошо; удовлетворительно; зачтено.

**Низкий уровень результатов обучения** – знания, умения и навыки не соотносятся с индикаторами достижения компетенции, оценивается неудовлетворительно или не зачтено.

**В результате освоения дисциплины обучающийся в целом по дисциплине должен**

**Знать:**

- основные законы механики, молекулярной физики и термодинамики, электростатики и электромагнетизма, волновой и квантовой оптики, ядерной физики и элементарных частиц; физический смысл и математическое изображение основных физических законов.

- методы сбора, обработки, анализа и систематизации информации.

**Уметь:**

- самостоятельно анализировать физические явления, происходящие в природе и различных устройствах; самостоятельно работать со справочной литературой; выполнять необходимые расчеты и определять параметры процессов.

- самостоятельно получать знания, используя различные источники информации;

- выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты.

**Владеть:**

- современными методами решения физических задач и измерения параметров различных процессов в технических устройствах и системах.
- инструментарием для решения физических задач в своей предметной области, методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах.

### Паспорт фонда оценочных средств

№	Наименование разделов дисциплины	Содержание (темы) раздела	Код компетенции	Форма текущего контроля знаний, умений, навыков, необходимых для формирования соответствующей компетенции
				Очная форма обучения
<b>Курс 1 / Семестр 2</b>				-
1	Механика	1. 1. Кинематика 1. 2. Динамика 1. 3. Энергия и работа 1.4. Специальная теория относительности 1.5. Механика сплошных сред	УК-1	- опрос; - отчеты по лабораторным работам - тестирование. - проверка домашних задач.
2.	Молекулярная физика и термодинамика	2.1 Термодинамические параметры 2.2. Энтропия 2.3. Молекулярно-кинетическая теория		
3.	Электромагнитные явления	3.1.Электростатика 3.2.Постоянный электрический ток 3.3 Магнитное поле.		
<b>Курс 2/ Семестр 3</b>				
4.	Физика колебаний и волн	4.1.Механические и электромагнитные колебания. 4.2. Волны		
5.	Волновая и квантовая оптика.	5.1 Волновая оптика 5.2 Квантово оптические явления		
6.	Элементы квантовой механики	6.1.Волновые свойства частиц 6.2. Решение стационарного уравнения Шредингера.		
7.	Элементы современной теории атомов и молекул	7.1 Атом и его строение		
8.	Зонная теория твердых тел	8.1 Энергетические зоны в кристалле.		
9.	Атомное ядро	9.1 Состав атомных ядер. 9.2. Реакция деления и синтеза.		
10.	Элементарные частицы	10.1.Классификация элементарных частиц. 10.2. Фундаментальные взаимодействия		

**СПЕЦИФИКАЦИЯ**  
**опроса обучающихся по темам дисциплины**  
**«Физика»**  
**для студентов по направлению подготовки**  
**09.03.03 «Прикладная информатика»**

**Время проведения** Курс – 1, 2 Семестр – 2, 3

**1. Цель контролирующего мероприятия.**

Мониторинг эффективности усвоения пройденного материала, оценка теоретических знаний. Результаты опроса определяют **уровень знания** материала обучающимся по разделам курса.

**2. Подходы к отбору содержания.**

На опросе проверяются знания, умения и навыки применения знаний лекционного материала.

**3. Система оценивания.**

**Шкала оценивания.**

За каждый правильно данный ответ обучающийся получает до 20 баллов в зависимости от правильности и полноты данного ответа.

Количество баллов	0...64	65...74	75...99	100
Шкала оценивания	Не зачтено		Зачтено	

<b>Баллы</b>	<b>Степень удовлетворения критериям</b>
100 баллов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знает термины и определения, может сформулировать их самостоятельно</li> <li>– обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями</li> <li>– обладает глубоким пониманием материала дисциплины</li> <li>– студент исчерпывающим образом отвечает на вопросы.</li> <li>– логически, грамотно и точно излагает материал дисциплины, интерпретируя его самостоятельно, способен самостоятельно его анализировать и делать выводы</li> <li>– способен ответить как на обычные вопросы, так и на вопросы повышенной сложности, выходящие за запланированный объём</li> <li>– не испытывает трудности при выполнении поставленных задач</li> <li>– выполняет трудовые действия быстро и</li> </ul>

	качественно
75-99 баллов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знает термины и определения</li> <li>– знает материал дисциплины в запланированном объёме</li> <li>– понимает суть материала дисциплины</li> <li>– грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос</li> <li>– правильно применяет знания при ответе на вопросы в рамках запланированного объёма</li> <li>– испытывает затруднения при выполнении некоторых поставленных задач</li> <li>– выполняет трудовые действия на среднем уровне по скорости и качеству</li> </ul>
60-74 балла	<ul style="list-style-type: none"> <li>– знает термины и определения, но допускает неточности формулировок</li> <li>– знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей</li> <li>– не вникает в суть материала дисциплины</li> <li>– допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала, неточности в изложении и интерпретации знаний</li> <li>– испытывает затруднения в применении теоретических положений на практике, при ответе на некоторые вопросы</li> <li>– испытывает трудности при выполнении отдельных поставленных задач</li> <li>– выполняет трудовые действия медленно и некачественно</li> </ul>
0-64 баллов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– не знает терминов и определений</li> <li>– не знает значительной части материала дисциплины,</li> <li>– не понимает сути материала дисциплины</li> <li>– допускает грубые ошибки при изложении и интерпретации знаний</li> <li>– не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы</li> <li>– не обладает навыками выполнения поставленных задач</li> <li>– не выполняет трудовые действия</li> </ul>

#### 4. Процедура выполнения и проверки.

При проведении текущего контроля в форме опроса в конце лекционного занятия обучающиеся убирают все личные вещи с учебной мебели, достают листок чистой бумаги и ручку. На листке бумаги записываются Фамилия, Имя, Отчество, номер группы и дата проведения опроса. Далее преподаватель задает пять вопросов, которые могут быть, как записаны на листке бумаги, так и нет. В течение пяти-семи минут обучающиеся должны дать ответы на заданные вопросы, при этом использовать любую печатную и рукописную продукцию, а также любые технические средства не допускается. По истечении указанного времени листы с ответами сдаются преподавателю на проверку. Результаты оценивания ответов на вопросы доводятся до сведения обучающихся не позднее трех учебных дней после даты проведения опроса.

Если обучающийся воспользовался любой печатной или рукописной продукцией, а также любыми техническими средствами, то его ответы на вопросы не принимаются и ему выставляется 0 баллов.

Оценка выставляется по 100 бальной системе согласно шкале оценки.

## **5. Вопросы для опроса по разделам.**

### ***Перечень вопросов ко 2 семестру:***

#### **1. Механика**

1. Траектория, длина пути и вектор перемещения материальной точки.
2. Скорости: мгновенная, в момент времени  $t$ , средняя, средняя путевая.
3. Ускорение: мгновенное, в момент времени  $t$ , среднее, тангенциальное и радиальное.
4. Угловая скорость и угловое ускорение.
5. . Связь линейных и угловых кинематических характеристик..
6. Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона.
7. Второй закон Ньютона.
8. Основное уравнение динамики поступательного движения твердого тела, системы материальных точек, закон движения центра инерции механической системы.
9. Закон сохранения импульса и условия его выполнения.
10. Момент силы относительно неподвижной точки и оси. Момент импульса материальной точки относительно некоторого центра.
11. Закон сохранения момента импульса системы материальных точек и условия его выполнения.
12. Момент импульса твердого тела относительно начала координат.
13. Момент инерции твердого тела.
14. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела.
15. Вычисление момента инерции твердых тел: кольца, диска, стержня, цилиндра. Теорема Штейнера.
16. Элементарная работа.
17. Кинетическая энергия поступательного и вращательного движения.

18. Потенциальная энергия упруго деформированного тела и тела в поле тяготения

19. Закон сохранения механической энергии.
20. Принцип относительности Галилея.
21. Постулаты СТО.
22. Следствия из преобразований Лоренца.
23. Релятивистский закон сложения скоростей.
24. Взаимосвязь массы и энергии.
25. Закон Гука.
26. Теорема неразрывности.\
27. Теорема Бернулли.
28. Ламинарное и турбулентное течения.
29. Формула Стокса.

## **2. Молекулярная физика и термодинамика**

30. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
31. Распределение молекул по высоте (распределение Больцмана).  
Барометрическая формула.
32. Распределение Максвелла.
33. Экспериментальное доказательство распределения молекул по скоростям.
34. Термодинамические параметры.
35. Первое начало термодинамики.
36. Теплоемкость.
37. Термодинамические процессы идеального газа.
38. Второе начало термодинамики. Статистический смысл.
39. Энтропия.
40. Цикл Карно.
41. КПД цикла Карно.

## **3. Электромагнитные явления**

42. Закон Кулона
43. Напряженность электростатического поля.
44. Потенциал электростатического поля.
45. Эквипотенциальные поверхности
46. Связь силовой и энергетической характеристик электрического поля.
47. Теорема Остроградского – Гаусса для поля в вакууме.
48. Теорема Остроградского – Гаусса для электрического поля в среде.
49. Распределение зарядов в проводнике. Граничные условия на границе с диэлектриком.
50. Электроемкость. Электроемкость уединенного проводника.
51. Конденсаторы. Емкость конденсаторов.
52. Соединения конденсаторов. Энергия конденсатора.
53. Законы Ома в дифференциальной и интегральной форме.
54. Закон Джоуля – Ленца в дифференциальной форме.

55. Правила Кирхгофа.
56. Индукция магнитного поля.
57. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Сила Лоренца.
58. Закон Ампера.
59. Магнитный поток
60. Закон Био – Савара – Лапласа.
61. Расчёт магнитного поля прямолинейного и кругового тока.
62. Магнитный поток.
63. Работа по перемещению проводника и контура током в магнитном поле.
64. Диа-, пара- и ферромагнетики.
65. Законы электромагнитной индукции.
66. Самоиндукция, индуктивность.
67. Ток смещения.
68. Уравнение Максвелла.

***Перечень вопросов к 3 семестру:***

**4. Физика колебаний и волн.**

1. Характеристики гармонических колебаний..
2. Способы изображения гармонических колебаний.
3. Сложение колебаний.
4. Биения.
5. Затухающие колебания.
6. Вынужденные колебания. Резонанс.
7. Электромагнитные колебания в колебательном контуре.
8. Поперечные и продольные волны.
9. Уравнение плоской волны.
10. Плотность и поток энергии. Вектор Умова.
11. Поляризация света.
12. Закон Малюса.
13. Закон Брюстера.

**5. Волновая и квантовая оптика**

14. Интерференция света. Условия наблюдения.
15. Условия максимумов и минимумов при интерференции света.
16. Способы получения когерентных волн.
17. Принцип Гюйгенса – Френеля.
18. Дифракция Френеля на круглом отверстии и непрозрачном круглом экране.
19. Дифракция Фраунгофера на щели.
20. Поглощение света.
21. Дисперсия света
22. Особенности теплового излучения.
23. Закон Кирхгофа и правило Прево.
24. Законы Стефана – Больцмана, Вина.
25. Формула излучения Планка.

26. Фотоэлектрический эффект.
27. Законы фотоэлектрического эффекта.
28. Уравнение Эйнштейна. Красная граница фотоэффекта.
29. Внутренний фотоэффект.
30. Явление Комптона и его теория.
31. Корпускулярно-волновая двойственность свойств света.

#### **6. Элементы квантовой механики**

32. Волн де Бройля и их свойства.
33. Фазовая и групповая скорости волн де Бройля.
34. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
35. Уравнение Шредингера. Стационарное и временное
36. Решение стационарного уравнения Шредингера для частицы в потенциальной яме и для свободной частицы

#### **7. Элементы современной теории атомов и молекул**

37. Атом и его строение
38. Постулаты Бора
39. Квантовые числа.
40. Спин частицы.
41. Атом водорода в квантовой механике
42. Принцип Паули. Периодический закон Менделеева

#### **8. Зонная теория твердых тел**

43. Металлы, диэлектрики и полупроводники по зонной теории твердых тел.
44. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Энергия связи ядер..

45. Валентная зона и зона проводимости.
46. Контакт металл-полупроводник
47. Явление Зеебека.
48. Эффект Пельтье.

#### **Раздел 9. Атомное ядро**

49. Строение ядра.
50. Радиоактивность.
51. Ядерные силы.
52. Законы радиоактивного распада
53. Дефект масс.
54. Энергия связи.
55. Ядерные реакции

#### **Раздел 10. Элементарные частицы.**

56. Классификация электронных частиц.
57. Фундаментальные взаимодействия.
58. Переносчики и участники взаимодействий.
59. Кварки.
60. Кварковый состав адронов.
61. Бозоны.

**СПЕЦИФИКАЦИЯ**  
**лабораторного практикума по дисциплине «Физика»**  
**для студентов по направлению подготовки**  
**09.03.03 «Прикладная информатика»**

**1. Цель контролирующего мероприятия.**

Проверка готовности выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты, готовности выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способность привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат, способности принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива.

**2. Подходы к отбору содержания.**

Тематика и последовательность лабораторных работ практикума изложены в Рабочей программе. Кроме того, преподаватель, как правило, в конце каждого занятия называет тему следующей работы.

**3. Система оценивания.**

**Критерии оценки лабораторной работы**

- способность измерять физические величины, представляя результаты измерений с учетом их погрешностей;
- способность самостоятельно оценивать, сравнивать, анализировать полученные результаты и делать выводы на основе этих результатов;
- аргументированность выбора методов измерений физических величин;
- умение формулировать, воспроизводить физические законы и увидеть их проявление в природе и технике, и способность приводить примеры этих проявлений
- владение материалом при защите и сдаче выполненных лабораторных работ при собеседовании с преподавателем:
  - способность свободно объяснять, обосновывать, правильно излагать и истолковывать физические явления и свойства тел (Для каждого явления по возможности нужно уметь: а) привести название явления, сформулировать его определение и указать, что происходит в результате этого явления; б) указать необходимые условия для возникновения и наблюдения явления; в) объяснить явление согласно той или иной теории; г) привести примеры осуществления явления в природе и примеры применения в технике);
  - способность свободно объяснять, обосновывать, правильно излагать и истолковывать научные теории, различать эти теории и устанавливать связь между ними (Студен должен уметь находить примеры,

показывающие, что: наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления; указывать причины расхождения теории с экспериментом);

- соблюдение правил техники безопасности;
- своевременность сдачи отчетов.

Правильное выполнение лабораторной работы, оформление отчета и успешная защита лабораторной работы оценивается максимум до 100 баллов за каждую работу.

Количество баллов	0-64	65-100
Шкала оценивания	Не зачтено	Зачтено

#### 4. Процедура выполнения и проверки лабораторной работы.

На лабораторных занятиях учебная группа 25–30 студентов делится на две подгруппы по 12–15 студентов. Для выполнения лабораторных работ каждая подгруппа делится на 4 бригады по 3–4 студента, которые выполняют по 6 лабораторных работ в каждом семестре.

Если теоретический материал и даже методы решения задач студент при необходимости может освоить по учебникам и учебным пособиям, то лабораторный практикум не только помогает закрепить изученный материал, но и призван дать студентам навыки работы с приборами, выполнения измерений, оценки их результатов. Поэтому лабораторные работы должны быть выполнены непременно в аудитории, в отведенное для этого время. **Не выполнившие лабораторные работы в полном объеме не допускаются к промежуточной аттестации.**

*Подготовка к выполнению лабораторной работы* начинается с прочтения описания лабораторной работы и учебников по изучаемой теме. Это необходимо, чтобы получить представление о явлениях, закономерностях и порядках измеряемых величин, а также о методе измерения и используемых приборах, последовательности действий при проведении измерений.

До начала выполнения работы бригада, выполняющая работу, должна получить у преподавателя *допуск* к ее выполнению. Для чего им необходимо предоставить преподавателю *шаблон отчета* (пример приводится ниже) и ответить на следующие вопросы:

- Цель работы.
- Какое явление изучается в работе.
- Какие законы изучаются в работе.
- Какие физические величины определяются в работе.
- Вывод рабочей формулы.
- Порядок выполнения работ.
- Методика проведения измерений.

– Описание экспериментальной установки.

### **Критерии оценивания:**

– 68-100 баллов - при полных ответах на поставленные вопросы;

– 0-64 балла - при неверных или неполных ответах.

Количество баллов	0-64	65-100
Шкала оценивания	Не допуск	Допуск

После получения допуска бригада может приступать к выполнению работы.

*В начале выполнения работы* студент должен ознакомиться с экспериментальной установкой, проверить приборы (разобраться, как они регулируются, включаются и выключаются).

Все сведения о приборах (класс точности, максимальное значение на шкале, по которой производятся измерения, и цена деления) и условиях эксперимента необходимо записать в *рабочую тетрадь*. Первые измерения должны быть контрольными, чтобы убедиться, что все работает нормально, диапазон и точность измерений выбраны правильно.

*При проведении измерений* все записи результатов должны быть сделаны в *рабочей тетради* четко и подробно, с нужными пояснениями. Если выясняется, что разброс результатов измерений очень большой, то нужно поискать и устранить причину этого, но не выполнять большое количество измерений для получения необходимой точности результата.

*Проведение расчетов* удобно проводить в той же *рабочей тетради*. Для измеряемых величин окончательные результаты должны быть представлены в виде среднего значения, погрешности (абсолютной и относительной) количества проведенных измерений. После проведения расчетов *в отчете* по лабораторной работе привести *примеры расчетов* и заполнить *таблицы*.

*Представление результатов* в виде таблиц и графиков для оценки качества полученных результатов измерений позволит сравнить их с данными, приводимыми в справочниках.

*Вывод* по работе должен содержать ответы на следующие вопросы:

➤ что изучали (какое явление, процесс, закон) и каким способом проводили изучение (каким методом, прибором)?

➤ что и как измеряли (какие параметры), какие характеристики рассчитали и с какой погрешностью?

➤ каково расхождение экспериментально полученных данных с теоретическими значениями, чем можно объяснить расхождение результатов (какая физическая причина)?

➤ какие зависимости установлены (по графикам)?

Студент должен уметь быстро и грамотно строить необходимые графики.

*При построении графиков* необходимо пользоваться следующими правилами:

➤ Построить координатные оси с учетом выбранного удобного масштаба. Если результаты измерений далеко за пределами нулевых отметок и если не

требуется привязки к нулевой отметке по условиям задачи, то совсем необязательно, чтобы пересечение осей координат совпадало с началом отсчета по каждой оси.

➤ Возле каждого конца осей координат указывается измеряемая физическая величина с множительным коэффициентом и единицами измерений.

➤ Через экспериментальные точки проводится плавная линия таким образом, чтобы сумма квадратов расстояний от экспериментальных точек до линии принимала минимальное значение (причем она может проходить не через все отмеченные точки, а близко к ним, так чтобы эти точки находились по обе стороны кривой на одинаковом от нее расстоянии, не превышающем абсолютные погрешности данного измерения). В программе Microsoft Excel этой линией является линия тренда, для которой определяется уравнение кривой и коэффициент достоверности аппроксимации.

По результатам работы оформляется отчет. Отчет представляется в бумажном виде. Отчет должен содержать:

- Титульный лист по образцу.
- Цель лабораторной работы.
- Приборы и принадлежности.
- Схему или рисунок установки, а также рисунки, поясняющие вывод рабочих формул.
- Основные расчетные формулы с обязательным пояснением величин, входящих в формулу.
- Таблицы.
- Примеры расчета.
- Если требуется по заданию - графики и диаграммы.
- Вывод по лабораторной работе.

После оформления отчета (пример оформления приведен ниже) лабораторной работы студент обязан защитить работу, ответив на пять контрольных вопросов, приводящихся в описаниях лабораторных работ.

За каждый правильно данный ответ обучающийся получает до 20 баллов в зависимости от правильности и полноты данного ответа.

Количество баллов	0-64	65-100
Шкала оценивания	Не зачтено	Зачтено

В случае наличия учебной задолженности, обучающийся самостоятельно выполняет лабораторные работы, оформляет по ним отчет.

## **5. Дополнительные материалы.**

Все методические указания по лабораторным работам есть в электронной обучающей системе КузГТУ в г. Белово в электронном варианте. При подготовке отчетов по лабораторным работам можно пользоваться отдельными таблицами и формулами из электронных пособий, однако не следует оформлять в виде отчета полные «Методические указания».

## **6. Пример оформления шаблона к лабораторной работе.**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования

"Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева"  
в г. Белово

Отчет

по лабораторной работе

«ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ  
ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ СТОКСА»

Выполнил ст. группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Преподаватель

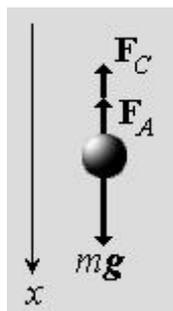
\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

	дата	подпись
допуск		
результаты		
отчет		

Цель работы: а) познакомиться с основными понятиями и законами гидродинамики;  
 б) изучить движение тела в вязкой среде и определить коэффициент внутреннего трения жидкости методом Стокса.

Приборы и принадлежности: сосуд с жидкостью, секундомер, микрометр, масштабная линейка, шарики.

Схема экспериментальной установки



Расчетные формулы

$$\eta = CD^2t$$

где

$$C = \frac{g(\rho_{ш} - \rho_{ж})}{18l}$$

$g$  – ускорение свободного падения;

$l$  – расстояние между метками;

$D$  – диаметр шарика;

$\rho_{ш}$  - плотность шарика ;

$\rho_{ж}$  - плотность жидкости;

$\rho_{ж} =$

$\rho_{ш} =$

$l =$

Расчет константы C

$C =$

Номер опыта	$D, \text{мм}$	$t, \text{с}$	$\eta, \text{Па}\cdot\text{с}$	$\Delta\eta, \text{Па}\cdot\text{с}$	$(\Delta\eta)^2, (\text{Па}\cdot\text{с})^2$
1	$D_1 =$				
	$D_2 =$				
	$D_3 =$				
	$D =$				
2	$D_1 =$				
	$D_2 =$				
	$D_3 =$				
	$D =$				
3	$D_1 =$				
	$D_2 =$				
	$D_3 =$				
	$D =$				
4	$D_1 =$				
	$D_2 =$				
	$D_3 =$				
	$D =$				
5	$D_1 =$				
	$D_2 =$				
	$D_3 =$				
	$D =$				
		$\Sigma =$		$\Sigma =$	

## 7. Пример оформления отчета по лабораторной работе

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования

"Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева"  
в г. Белово

Отчет

по лабораторной работе № \_\_\_\_\_

***«ИЗУЧЕНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ УСКОРЕНИЯ***

***СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА»***

(название лабораторной работы)

Выполнил ст. группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

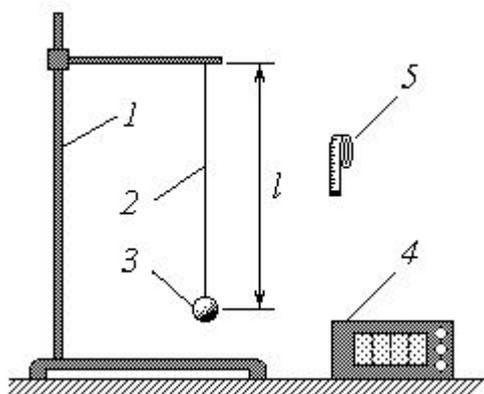
Преподаватель

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

	дата	подпись
допуск		
результаты		
отчет		

- Цель работы:** 1) изучение колебаний математического маятника: измерение периода его колебаний и определение ускорения свободного падения;
- 2) оценка случайной и приборной погрешностей измерения; изучение зависимости ширины доверительного интервала от числа опытов и доверительной вероятности.

Схема экспериментальной установки



- 1 – штатив;
- 2 – нить длиной  $l$ ;
- 3 – груз;
- 4 – секундомер;
- 5 – сантиметровая лента

Расчетные формулы

$$g = \frac{C}{t^2},$$

где

$$C = (2\pi N)^2 \cdot l;$$

$g$  – ускорение свободного падения;

$l$  – длина нити;

$N$  – число колебаний за время  $t$ .

Результат измерения длины нити:  $l = 70,5 \text{ см} = 0,705 \text{ м}$ .

Согласно рекомендациям  $N = 5$ .

Расчет константы  $C$

$$C = (2\pi \cdot 5)^2 \cdot 0,705 = 695,807 \approx 696 \text{ (м)}.$$

**Задание 1. ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ  
РЕЗУЛЬТАТА 25 ИЗМЕРЕНИЙ**

Таблица 1

Номер опыта	t, с	g, м/с <sup>2</sup>	Δg, м/с <sup>2</sup>	(Δg) <sup>2</sup> , (м/с <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>	
1	8,16	10,46	0,69	0,4761	
2	8,23	10,26	0,49	0,2401	
3	8,30	10,10	0,33	0,1089	
4	8,10	10,60	0,83	0,6889	
5	8,75	9,09	-0,68	0,4624	
6	8,05	10,75	0,98	0,9604	
7	8,19	10,37	0,60	0,3600	
8	8,32	10,05	0,28	0,0784	
9	8,16	10,46	0,69	0,4761	
10	8,29	10,13	0,36	0,1296	
11	8,95	8,69	-1,08	1,1664	
12	8,30	10,10	0,33	0,1089	
13	8,43	9,79	0,02	0,0004	
14	8,27	10,18	0,41	0,1681	
15	8,58	9,44	-0,33	0,1089	
16	8,64	9,32	-0,45	0,2025	
17	8,60	9,42	-0,35	0,1225	
18	8,55	9,51	-0,26	0,0676	
19	8,54	9,54	-0,23	0,0529	
20	8,33	10,02	0,25	0,0625	
21	8,74	9,11	-0,66	0,4356	
22	8,45	9,73	-0,04	0,0016	
23	8,71	9,18	-0,59	0,3481	
24	8,86	8,87	-0,90	0,8100	
25	8,79	9,00	-0,77	0,5929	
Σ =		244,17	Σ =		8,2298

Пример расчета

$$g = \frac{C}{t^2} = \frac{696}{8,16^2} = 10,4571 \approx 10,46 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

**Расчет случайной ошибки**

1) среднее значение:

$$\bar{g} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n g_i = \frac{1}{25} \cdot 244,17 = 9,7668 \approx 9,77 \text{ (м/с}^2\text{)};$$

2) *среднеквадратичная ошибка:*

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (\Delta g_i)^2} = \sqrt{\frac{1}{25 \cdot 24} \cdot 8,2298} \approx 0,117 \text{ (м/с}^2\text{)};$$

3) *коэффициент Стьюдента для  $\alpha = 0,95$  и  $n = 25$ :*

$$t_{n,\alpha} = 2,06;$$

4) *случайная ошибка:*

$$\Delta_s g = t_{n,\alpha} \cdot \sigma = 2,06 \cdot 0,117 \approx 0,241 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

### Расчет приборной ошибки

1) *абсолютные ошибки прямых измерений:*

*длины*

$$\delta l = \frac{Ц}{2} = \frac{0,5}{2} = 0,25 \text{ (см)} = 0,0025 \text{ м},$$

где  $Ц = 0,5$  см – цена деления сантиметровой ленты;

*времени*

$$\delta t = Ц = 0,01 \text{ с},$$

где  $Ц = 0,01$  с – цена деления секундомера;

2) *относительные ошибки прямых измерений:*

*длины*

$$E_l = \frac{\delta l}{l} = \frac{0,0025}{0,705} \approx 0,00355;$$

*времени*

$$E_t = \frac{\delta t}{t} = \frac{0,01}{8} \approx 0,00125;$$

3) *абсолютная ошибка косвенного измерения:*

$$\delta g = \bar{g} \cdot \sqrt{(E_l)^2 + (2E_t)^2} = 9,77 \cdot \sqrt{0,00355^2 + (2 \cdot 0,00125)^2} \approx 0,0424 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

### **Полная ошибка**

1) *абсолютная:*

$$\Delta_s g = 0,241 \gg \delta g = 0,0424 \Rightarrow \Delta \approx \Delta_s g \approx 0,24 \text{ (м/с}^2\text{)};$$

2) *относительная:*

$$E = \frac{\Delta}{\bar{g}} \cdot 100\% = \frac{0,241}{9,77} \cdot 100\% \approx 2,5\%.$$

Окончательный результат для 25 измерений

$$g = (9,77 \pm 0,24) \text{ м/с}^2 \quad \text{при } \alpha = 0,95;$$

$$E = 2,5\%.$$

**Задание 2. ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ РЕЗУЛЬТАТА 5 ИЗМЕРЕНИЙ**

Из табл. 1 выбраны результаты №№ 11, 12, 13, 14 и 15.

Таблица 2

Номер опыта	$g,$ $\text{м/с}^2$	$\Delta g,$ $\text{м/с}^2$	$(\Delta g)^2,$ $(\text{м/с}^2)^2$
1	10,46	-0,95	0,9025
2	10,26	0,46	0,2116
3	10,10	0,15	0,0225
4	10,60	0,54	0,2916
5	9,09	-0,20	0,0400
$\Sigma =$	48,20	$\Sigma =$	1,4682

**Расчет случайной ошибки**

1) среднее значение:

$$\bar{g} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n g_i = \frac{1}{5} \cdot 48,20 = 9,64 (\text{м/с}^2);$$

2) среднеквадратичная ошибка:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (\Delta g_i)^2} = \sqrt{\frac{1}{5 \cdot 4} \cdot 1,4682} \approx 0,271 (\text{м/с}^2);$$

3) коэффициент Стьюдента для  $\alpha = 0,95$  и  $n = 5$ :

$$t_{n,\alpha} = 2,78;$$

4) случайная ошибка:

$$\Delta_s g = t_{n,\alpha} \cdot \sigma = 2,78 \cdot 0,271 \approx 0,753 (\text{м/с}^2).$$

**Полная ошибка**

1) абсолютная:

$$\Delta_s g = 0,753 \gg \delta g = 0,0424 \Rightarrow \Delta \approx \Delta_s g \approx 0,75 \text{ (м/с}^2\text{)};$$

2) относительная:

$$E = \frac{\Delta}{\bar{g}} \cdot 100\% = \frac{0,753}{9,64} \cdot 100\% \approx 7,8\%.$$

Окончательный результат для 5 измерений

$$g = (9,64 \pm 0,75) \text{ м/с}^2 \quad \text{при } \alpha = 0,95;$$

$$E = 7,8\%.$$

### Расчеты для $n=5$ и $\alpha = 0,90$

1) коэффициент Стьюдента для  $\alpha = 0,90$  и  $n = 5$ :

$$t_{n,\alpha} = 2,13;$$

2) случайная ошибка:

$$\Delta_s g = t_{n,\alpha} \cdot \sigma = 2,13 \cdot 0,271 \approx 0,577 \text{ (м/с}^2\text{)};$$

3) полные ошибки:

абсолютная:

$$\Delta_s g = 0,577 \gg \delta g = 0,0424 \Rightarrow \Delta \approx \Delta_s g \approx 0,58 \text{ (м/с}^2\text{)};$$

относительная:

$$E = \frac{\Delta}{\bar{g}} \cdot 100\% = \frac{0,577}{9,64} \cdot 100\% \approx 6,0\%.$$

Окончательный результат

$$g = (9,64 \pm 0,58) \text{ м/с}^2 \quad \text{при } \alpha = 0,90;$$

$$E = 6,0\%.$$

### ВЫВОДЫ

1. Экспериментальное определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника сопряжено со значительными погрешностями.
2. Расчеты показывают, что при использовании данного метода случайная ошибка на порядок превышает приборную.
3. Полученные доверительные интервалы во всех случаях содержат в себе истинное значение величины  $g \approx 9,81 \text{ м/с}^2$ .
4. При одном и том же значении доверительной вероятности ( $\alpha = 0,95$ ) ошибка измерений тем меньше, чем больше их число  $n$ .
5. Для одного и того же количества измерений ( $n = 5$ ) снижение доверительной вероятности (надежности) приводит к уменьшению ширины доверительного интервала.

## 8. Темы лабораторных работ и контрольные в поросы к защите.

Время проведения Курс – 1/Семестр – 2

**1. Тема:** Определение объема тела правильной формы и расчет погрешностей измерений

**Цель работы:** определить объем цилиндра, конуса или другого тела (по указанию преподавателя); освоить методику расчета погрешностей прямых и косвенных измерений.

### Контрольные вопросы:

1. В чем заключаются прямые и косвенные измерения физических величин?
2. Какие погрешности допускаются при измерениях?
3. Как рассчитать абсолютную погрешности при прямых измерениях.
4. . Как рассчитать относительную погрешности при прямых измерениях.
5. Как рассчитать абсолютную и относительную погрешности при косвенных измерениях

**2. Тема:** Определение коэффициента внутреннего трения жидкости методом Стокса

**Цель работы:** а) изучить особенности движения тела в вязкой среде; б) познакомиться с методами определения коэффициента внутреннего трения; в) определить коэффициент внутреннего трения жидкости методом Стокса.

### Контрольные вопросы:

1. Какое движение жидкости называется ламинарным, турбулентным?
2. По какому параметру можно оценить является ли движение ламинарным или турбулентным?
3. Какое явление называют внутренним трением?
4. В чём состоит метод определения коэффициента внутреннего трения жидкости методом Стокса?
5. Каков физический смысл коэффициента внутреннего трения?
6. В каких единицах измеряется коэффициент внутреннего трения?
7. Что понимается под градиентом скорости? В каких единицах он измеряется?
8. Какие силы действуют на шарик, движущийся внутри жидкости?
9. Сформулируйте закон Архимеда.
10. От чего и как зависит сила сопротивления, действующая на шарик, движущийся в жидкости?
11. Изменяется ли сила Стокса в процессе движения шарика? Каков характер этого изменения, если начальная скорость непосредственно после погружения: а) равна нулю; б) равна скорости, которую приобретает шарик, падая с высоты  $h$ ?
12. Как и почему влияют стенки сосуда на движение шарика?
13. Как зависит коэффициент внутреннего трения от температуры?
14. Зависит ли коэффициент внутреннего трения от диаметра шарика?
15. Что такое динамическая и кинематическая вязкость жидкости? В каких единицах измеряется кинематическая вязкость?

**3. Тема:** Изучение поступательного и вращательного движения с помощью маятника Обербека.

**Цель работы:** а) изучить законы поступательного и вращательного движения тел; б) определить экспериментально кинематические и динамические характеристики поступательного и вращательного движений тел; в) проверить основной закон динамики вращательного движения.

**Контрольные вопросы:**

1. Назовите кинематические характеристики поступательного движения тела, дайте их определение.
2. Виды поступательного движения тела и их уравнения.
3. Дайте определение кинематических характеристик вращательного движения. Запишите уравнения разных видов вращательного движения тела относительно неподвижной оси.
4. Сформулируйте второй закон Ньютона для поступательного движения и динамическое уравнение движения. Примените этот закон к движению груза в данной лабораторной работе.
5. Дайте определение динамических характеристик вращательного движения тела относительно оси вращения – момента силы, момента инерции и момента импульса.
6. Сформулируйте основной закон динамики вращательного движения и примените его к движению маятника Обербека. В чем состоит экспериментальная проверка основного закона динамики?
7. Закон сохранения механической энергии. Изменение механической энергии. Примените закон сохранения механической энергии к системе тел груз – маятник. Приведите экспериментальное подтверждение этого закона по результатам данной работы.

**4. Тема:** Изучение явлений переноса

**Цель работы:** 1) изучение явления внутреннего трения в газах; 2) экспериментальное определение коэффициента вязкости воздуха; 3) оценка средней длины свободного пробега молекул и их эффективного диаметра.

**Контрольные вопросы:**

1. Перечислите явления переноса. При каких условиях они возникают?
2. Запишите уравнения диффузии, внутреннего трения и теплопроводности. Что переносится в каждом из указанных явлений?
3. Каков физический смысл коэффициентов диффузии, внутреннего трения и теплопроводности?
4. Какова причина возникновения внутреннего трения? В чем отличие механизма возникновения силы внутреннего трения в газах и жидкостях?

5. Выведите формулу Пуазейля для определения объема жидкости, протекающей по трубе за единицу времени.
6. От каких параметров зависит коэффициент внутреннего трения? Каков характер зависимости коэффициента внутреннего трения жидкости от температуры?
7. Какое течение жидкости называют ламинарным? Турбулентным?
8. Назовите критерий определения характера течения жидкости.
9. Как зависит коэффициент теплопроводности от температуры?

**5. Тема:** Измерение сопротивления методом амперметра – вольтметра.

**Цель работы:** а) Экспериментальная проверка закона Ома для участка электрической цепи. б) Измерить методом вольтметра – амперметра неизвестное сопротивление и оценить погрешность измерения; в) Выработка умения построения вольтамперных характеристик. г) Ознакомление с расчётом погрешностей электроизмерительных приборов.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое сопротивление? От чего оно зависит и что определяет в цепи постоянного тока?
2. Какие существуют способы определения сопротивления?
3. Запишите закон Ома для пассивного и активного участков цепи.
4. Каким образом, зная класс точности прибора, можно найти абсолютную погрешность прибора.
5. Дан многопредельный амперметр на 30 мА, 150 мА и 300 мА. Класс точности прибора 0,2. Определите абсолютную погрешность прибора для каждого предела измерения.
6. Какова природа сопротивления?
7. Как записывается закон Ома в дифференциальной форме?
8. В чём заключается классическая теория электропроводности металлов?
9. Сформулируйте недостатки классической теории электропроводности металлов.

**6. Тема:** Определение горизонтальной составляющей индукции магнитного поля земли.

**Цель работы:** а) практическое изучение магнитного поля кругового тока и принципа суперпозиции полей; б) экспериментальное определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли.

### **Контрольные вопросы:**

1. При каких условиях возникает и существует магнитное поле?
2. Как можно обнаружить магнитное поле в рассматриваемой области пространства?
3. Какая величина характеризует магнитное поле? От чего она зависит?

4. Введите понятие линии магнитной индукции, потока вектора магнитной индукции. Сформулируйте теорему Гаусса для магнитного поля. Каков характер магнитного поля?
5. Какие элементы введены для описания магнитного поля Земли?
6. Что вы знаете о силовых линиях магнитного поля Земли? О положении магнитных полюсов Земли?
7. Сформулируйте закон Био-Савара-Лапласа.
8. Найдите вектор магнитной индукции в центре кругового тока.
9. Выведите рабочую формулу.

## **Время проведения Курс – 2/Семестр – 3**

**1. Тема:** Изучение затухающих электромагнитных колебаний

**Цель работы:** а) изучение характеристик затухающих электромагнитных колебаний; б) экспериментальное определение параметров колебательного контура.

### **Контрольные вопросы:**

1. Электромагнитные колебания. Идеальный колебательный контур. Амплитуда и частота собственных колебаний. Формула Томсона.
2. Реальный колебательный контур. Затухающие колебания.
3. Чем отличается реальный колебательный контур от идеального?
4. Записать дифференциальное уравнение затухающих колебаний и его решение.
5. Что называется коэффициентом затухания?
6. Как определить частоту и период затухающих колебаний, частоту собственных колебаний контура?
7. Что называется логарифмическим декрементом затухания? Как его определить?
8. Энергия электрического поля конденсатора и магнитного поля катушки. Превращения энергии при затухающих электромагнитных колебаниях.
9. Определение коэффициентов линейной зависимости.

**2. Тема:** Интерференция света. Опыт Юнга.

**Цель работы:** а) наблюдение интерференционной картины от двух параллельных щелей в монохроматическом свете; б) определение длины волны лазерного излучения.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое интерференция света и каковы условия ее наблюдения?
2. Какие источники света называются когерентными и какими способами их можно получить?
3. Что такое оптическая длина пути, оптическая разность хода?

4. Запишите условие максимума и минимума интенсивности света при интерференции.
5. Почему щели в опыте Юнга можно считать когерентными источниками света?
6. Что такое ширина интерференционной полосы? От чего она зависит?
7. Как рассчитать ширину полосы в интерференционной картине от двух источников?
8. Будет ли наблюдаться интерференция в белом свете? Опишите ее особенности.
9. Как зависит вид интерференционной картины от расстояния между щелями?
10. Расскажите о практическом применении интерференции.

### 3. Тема: Изучение дифракции света на одиночной щели и дифракционной решетке

**Цель работы:** а) наблюдение картины дифракции Фраунгофера от одиночной щели и дифракционной решетки в монохроматическом свете; б) экспериментальное определение ширины щели и периода дифракционной решетки

#### Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте принцип Гюйгенса-Френеля.
2. Каков критерий разделения дифракции Фраунгофера и дифракции Френеля?
3. Как зависит характер дифракции световых волн от размеров отверстий и частиц?
4. Как Вы представляете себе дифракционную картину от прямоугольного отверстия?
5. Каково распределение интенсивности при дифракции на щели?
6. Приведите примеры дифракции механических волн?
7. Какой взгляд на природу света лежит в основе объяснения явления дифракции света?
8. Что такое зона Френеля?
9. Как можно получить условие главных максимумов дифракционной решетки?
10. Чем отличаются спектральные картины от решетки и от стеклянной призмы?
11. Найти минимальный период решетки, в спектре какого-либо порядка которой был бы разрешен спектральный дублет:  $\lambda_1 = 500$  нм,  $\lambda_2 = 500,1$  нм. Ширина решетки 4 см.
12. Как найти максимальный порядок спектра дифракционной картины от решетки?
13. Как разбивается фронт плоской волны на зоны Френеля для описания дифракционной картины от узкой щели?
14. Чем определяется число линий в дифракционном спектре?
15. Сколько линий наблюдается в дифракционной картине монохроматического света от решетки, у которой на 1 мм приходится 200 штрихов?

16. Какова разность фаз между световыми волнами, исходящими от соседних зон Френеля?

**4. Тема:** Изучение законов внешнего фотоэффекта.

**Цель работы:** проверить законы внешнего фотоэффекта, освоить экспериментально-аналитический метод определения "красной границы" фотоэффекта, определить постоянную Планка.

**Контрольные вопросы:**

1. Каковы основные положения квантовой теории света?
2. Определите частоту, энергию, импульс и массу фотона зеленого света ( $\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$  м).
3. Вычислите длину волны фотона, энергия которого равна энергии покоя электрона.
4. Определите максимальную скорость электронов, вылетающих из металла под действием  $\gamma$ -излучения, длина волны которого  $\left( \lambda = 3 \cdot 10^{-2} \text{ \AA}, 1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м} \right)$ .
5. Как проявляется взаимодействие фотонов с электронами вещества?
6. Дайте характеристику внутреннего фотоэффекта.
7. Какое явление называется внешним фотоэффектом? Каковы его закономерности?
8. Объясните законы внешнего фотоэффекта с точки зрения квантовой природы света.
9. Каков принцип действия вакуумного фотоэлемента?
10. Проанализируйте вольт-амперную характеристику вакуумного фотоэлемента.
11. Внешний фотоэффект – практически безынерционное явление. Как это доказать?
12. Каково практическое использование явления внешнего фотоэффекта?

**5. Тема:** Изучение спектров испускания атома водорода.

**Цель работы:** а) ознакомление с устройством и принципом работы спектроскопа; б) наблюдение линейчатых спектров испускания и градуировка спектроскопа; в) анализ спектра излучения атома водорода на основе теории Бора.

**Контрольные вопросы:**

1. Способы разложения некогерентного света на спектр.
2. Отличия дисперсионных спектров от дифракционных.
3. Устройство и принцип действия спектроскопа.
4. Градуировка спектроскопа (спектрографа): ее назначение и порядок проведения.
5. Спектр излучения атома водорода.
6. Формула Бальмера. Серии Лаймана, Бальмера, Пашена и др.
7. Постулаты Бора. Объяснение линейчатого характера спектра с помощью правила квантования орбит.

8. Вывод формулы Бальмера на основе теории Бора.
9. Недостатки теории Бора.

**6. Тема:** Изучение полупроводникового диода

**Цель работы:** а) изучение контактных явлений в полупроводниках; б) снятие вольтамперной характеристики р–n-перехода.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие вещества называются полупроводниками?
2. Что такое запрещенные и разрешенные энергетические зоны?
3. Какова структура зон и их заполнение в полупроводнике?
4. Чем обусловлена собственная проводимость полупроводников?
5. Что такое уровень Ферми? Где он расположен в собственном полупроводнике? В примесном?
6. Каков механизм электронной примесной проводимости полупроводников? Дырочной примесной проводимости?
7. В чем причины возникновения контактной разности потенциалов?
8. Какое направление в полупроводниковом диоде является пропускным для тока?

**СПЕЦИФИКАЦИЯ**  
**компьютерного тестирования по дисциплине**  
**«Физика»**  
**для студентов по направлению подготовки**  
**09.03.03 «Прикладная информатика»**  
**Время проведения: Курс – 1, Семестр – 2**

**1. Цель контролирующего мероприятия.** Мониторинг эффективности усвоения пройденного материала, оценка умения решения практических задач. Результаты теста определяют **уровень умения** использовать пройденный материал студентом по разделам «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электромагнитные явления» готовность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способность привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

**2. Подходы к отбору содержания, разработке структуры теста.**

Тест состоит из 14-20 заданий с выбором одного или нескольких правильных ответов. Тест содержит вопросы из базы, сформированной в электронной системе обучения филиала КузГТУ (900 заданий по всем темам курса). В зависимости от количества вопросов содержащихся в базе по определенной теме, в тест включается от 2 до 5 заданий по этой теме. Формирование теста происходит случайным образом, поэтому у каждого студента свой набор заданий.

В процессе выполнения теста проверяется способность студентов применять полученные теоретические и практические знания для решения задач по темам курса.

**3. Система оценивания отдельных заданий и работы в целом.**

Максимальное количество баллов (верное выполнение всех заданий) теста – **100 баллов (100% заданий)**. Минимальный пороговый балл теста соответствует **65 баллам (65% заданий)**

Количество баллов	0...64	65...74	75...84	85...100
Шкала оценивания	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

**4. Процедура выполнения и проверки теста.**

При проведении текущего контроля в форме компьютерного тестирования, обучающиеся в обозначенное преподавателем время, проходят с использованием технических средств электронного обучения тест, по результатам которого сразу же оценивается результат.

В процессе выполнения теста студенты могут делать черновые записи. Черновые записи при проверке не рассматриваются.

Время выполнения теста от 30 до 45 минут в зависимости от раздела. Инструктаж, предшествующий выполнению теста, не входит в указанное время.

## 5. Дополнительные материалы.

В процессе выполнения теста использование дополнительной методической литературы, мобильных устройств связи и других источников информации не допускается.

**Структурированная база контрольных учебных заданий для компьютерного тестирования по темам разделов  
(Пример. Полная база заданий находится в электронной обучающей системе филиала КузГТУ в г. Белово)**

### Раздел 1. Механика.

#### 1.1. Кинематика

##### Задание 1

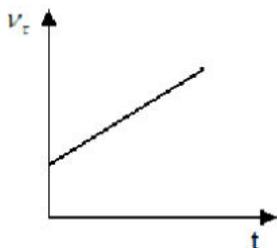
Точка  $M$  движется по окружности с постоянным ускорением. Если проекция тангенциального ускорения на направление скорости положительна, то величина нормального ускорения...

Варианты ответов:

- 1) уменьшается; ●
- 2) увеличивается;
- 3) не изменяется

##### Задание 2

Материальная точка  $M$  движется по окружности со скоростью  $V$ . На рисунке показан график зависимости проекции скорости  $V_\tau$  от времени ( $\tau$ -единичный вектор положительного направления,  $V_\tau$  – проекция вектора  $V$  на это направление). При этом для нормального  $a_n$  и тангенциального  $a_\tau$  ускорения выполняются условия...

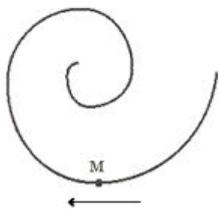


Варианты ответов:

- 1)  $a_n > 0$ ;  $a_\tau = 0$ ;
- 2)  $a_n = 0$ ;  $a_\tau = 0$ ;
- 3)  $a_n > 0$ ;  $a_\tau > 0$ ; ●
- 4)  $a_n = 0$ ;  $a_\tau > 0$ ;

### Задание 3

Точка М движется по спирали с постоянной по величине скоростью в направлении, указанном стрелкой.



При этом величина полного ускорения...

Варианты ответов:

- 1) уменьшается;
- 2) увеличивается; ●
- 3) не изменяется

### Задание 4

Тело брошено с поверхности Земли со скоростью 20 м/с под углом 60° к горизонту. Определите радиус кривизны его траектории в верхней точке. Сопротивлением воздуха пренебречь, принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

Варианты ответов:

- 1) 80 м;
- 2) 20 м;
- 3) 30 м;
- 4) 10 м. ●

### Задание 5

Уравнение вращения твердого тела:  $\varphi = 4t^3 + 3t$  (рад). Угловая скорость через 2 с после начала вращения равна...

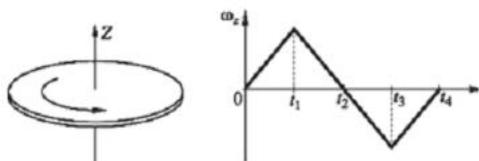
Варианты ответов:

- 1) 51 рад/с; ●
- 2) 12 рад/с;
- 3) 48 рад/с;
- 4) 19 рад/с

### Задание 6

Диск вращается вокруг своей оси, изменяя проекцию своей угловой скорости

$\omega_z(t)$  так, как показано на рисунке.



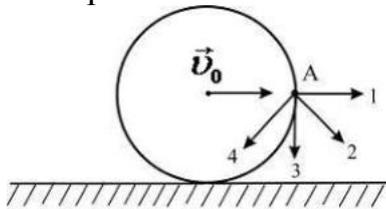
Вектор угловой скорости  $\vec{\omega}$  направлен против оси  $z$ , а вектор углового ускорения  $\vec{\varepsilon}$  направлен по оси  $z$  в интервале времени...

Варианты ответов:

- 1) от 0 до  $t_1$ ;
- 2) от  $t_2$  до  $t_3$ ;
- 3) от  $t_1$  до  $t_2$ ;
- 4) от  $t_3$  до  $t_4$ ; ●

### Задание 7

Диск катится равномерно по горизонтальной поверхности со скоростью  $v_0$  без проскальзывания. Вектор скорости точки  $A$ , лежащей на ободу диска, ориентирован в направлении ...



Варианты ответов:

- 1) 1
- 2) 2 \*
- 3) 3
- 4) 4

### Задание 8

Материальная точка  $M$  движется по окружности со скоростью  $\vec{V}$ . На рис. 1 показан график зависимости проекции скорости  $V_\tau$  от времени ( $\vec{\tau}$  – единичный вектор положительного направления,  $V_\tau$  – проекция  $\vec{V}$  на это направление). При этом вектор полного ускорения на рис. 2 имеет направление ...

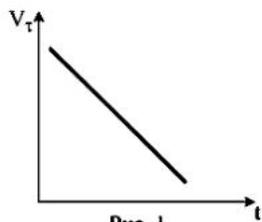


Рис. 1

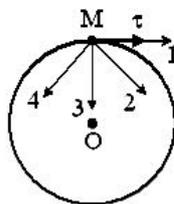


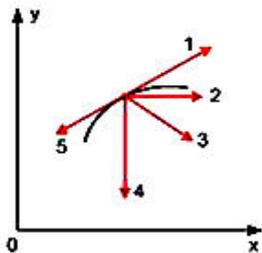
Рис. 2

Варианты ответов:

- 1) 2
- 2) 4\*
- 3) 1
- 4) 3

### Задание 9

Тело брошено под углом к горизонту и движется в поле силы тяжести Земли. На рисунке изображён восходящий участок траектории данного тела.

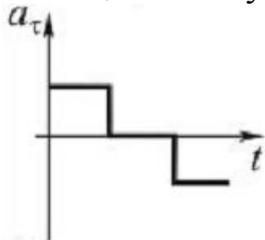


Правильно изображает полное ускорение вектор ...

- 1) 4\*
- 2) 1
- 3) 2
- 4) 3
- 5) 5

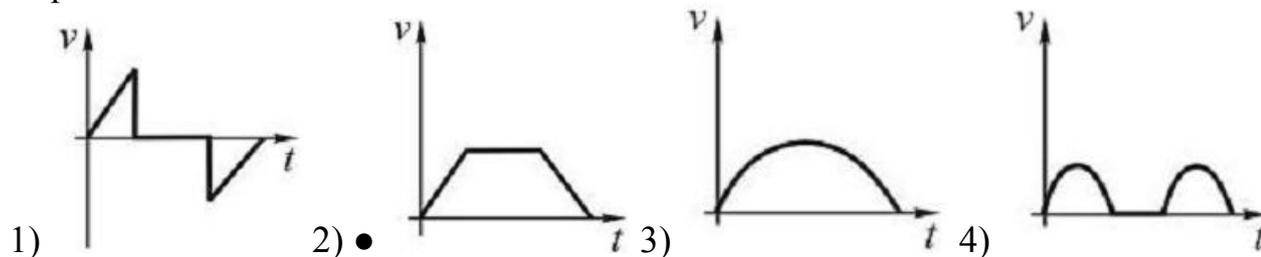
### Задание 10

Тангенциальное ускорение точки меняется согласно графику:



Такому движению соответствует зависимость скорости от времени...

Варианты ответов:



## 1.2. Динамика

Динамика поступательного движения

### Задание 11

$$m\vec{a} = \sum_i \vec{F}_i$$

Второй закон Ньютона в                      где  $\vec{F}_i$  - силы, действующие на тело со стороны других тел ...

Варианты ответов:

- 1) справедлив для тел, как с постоянной, так и с переменной массой;
- 2) справедлив только в инерциальной системе отсчета; ●
- 3) справедлив в любой системе отсчета

### Задание 12

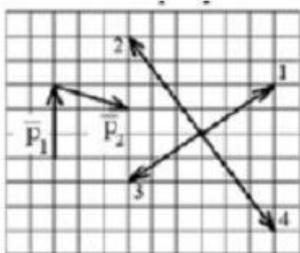
Сила трения колёс поезда меняется по закону  $F(s) = \frac{1}{5}s$ . Работа сил трения на пути 1 км равна ...

Варианты ответов:

- 1) 1 МДж
- 2) 10 кДж
- 3) 200 Дж
- 4) 100 кДж\*
- 5) 200 кДж

### Задание 13

Импульс тела  $\vec{P}_1$  изменился под действием кратковременного удара и стал равным  $\vec{P}_2$  как показано на рисунке.



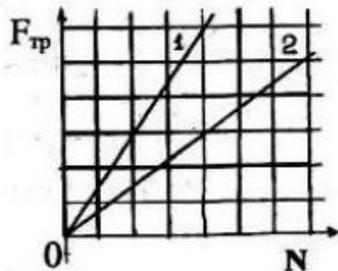
В момент удара сила действовала в направлении...

Варианты ответов:

- 1) 3;
- 2) 2;
- 3) 4; ●
- 4) 1

### Задание 14

На рисунке представлены графики 1 и 2 зависимостей силы трения  $F_{\text{тр}}$  от силы реакции опоры  $N$ . Отношение коэффициентов трения скольжения равно...



Варианты ответов:

- 1) 2; ●
- 2) 1;
- 3) 0,5;
- 4)  $\sqrt{2}$  .

### Задание 15

Шарик падает вертикально вниз в жидкости. Если на него действуют :  $mg$  – сила тяжести;  $F_A$  – сила Архимеда и  $F_c$  – сила сопротивления, то при равномерном движении шарика...

Варианты ответов:

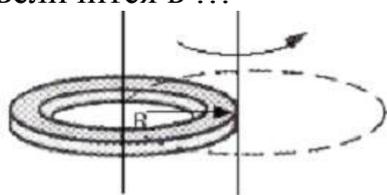
1)  $mg + F_A + F_c = 0$  ;      3)  $mg - F_A + F_c = 0$  ;

2)  $mg + F_A - F_c = 0$  ;      4)  $-mg + F_A + F_c = 0$  •

### Динамика вращательного движения

#### Задание 16

При расчете моментов инерции тела относительно осей, не проходящих через центр масс, используют теорему Штейнера. Если ось вращения тонкого кольца перенести из центра масс на край (рис.), то момент инерции относительно новой оси увеличится в ...



Варианты ответов:

- 1) 4 раза;
- 2) 1,5 раза;
- 3) 2 раза; •
- 4) 3 раза

#### Задание 17

Четыре маленьких шарика одинаковой массы, жестко закрепленные невесомыми стержнями, образуют квадрат. Отношение моментов инерции системы  $J_1/J_2$ , если ось вращения совпадает со стороной квадрата  $J_1$  или с его диагональю  $J_2$ , равно...

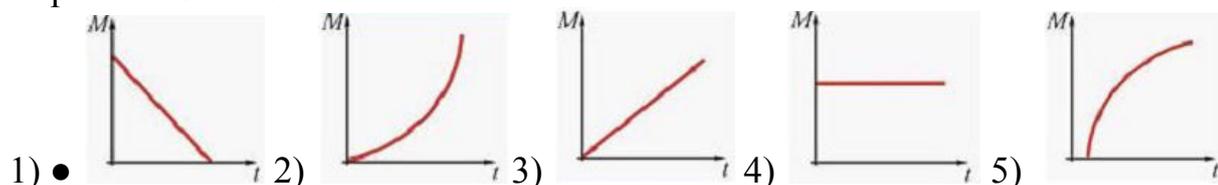
Варианты ответов:

- 1) 2; •      3)  $1/4$ ;
- 2)  $1/2$ ;      4) 4

#### Задание 18

Абсолютно твердое тело вращается с угловым ускорением, изменяющимся по закону  $\beta = \beta_0 - \alpha t$ , где  $\alpha$  – некоторая положительная константа. Момент инерции тела остается постоянным в течение всего времени вращения. Зависимость от времени момента сил, действующих на тело, определяется графиком

Варианты ответов:



### Задание 19

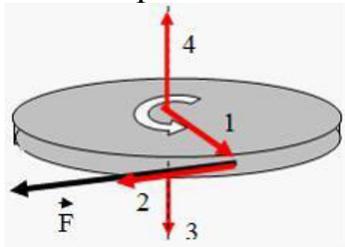
Момент импульса тела относительно неподвижной оси изменяется по закону  $L = A\sqrt{t}$ .  
Зависимость момента сил от времени имеет вид ...

Варианты ответов:

- 1)  $M = \frac{2A}{\sqrt{t}}$
- 2)  $M = \frac{A}{2\sqrt{t}} \bullet$
- 3)  $M = \frac{2}{3}A\sqrt{t^3}$
- 4)  $M = \frac{A}{\sqrt{t}}$

### Задание 20

Диск вращается вокруг вертикальной оси в направлении, указанном на рисунке белой стрелкой. К ободу диска приложена сила  $\vec{F}$ , направленная по касательной.



Правильно изображает направление момента силы  $\vec{F}$  вектор ...

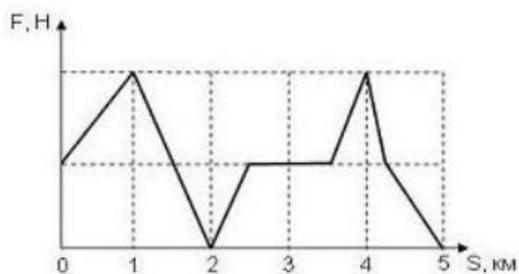
Варианты ответов:

- 1) 2
- 2) 3  $\bullet$
- 3) 1
- 4) 4

## 1.3. Энергия и работа

### Задание 21

Изменение силы тяги на различных участках пути представлено на графике. Работа максимальна на участке...



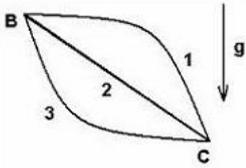
Варианты ответов:

- 1) 3-4;
- 2) 1-2;
- 3) 4-5;

- 4) 0-1; ●  
 5) 2-3

### Задание 22

Соотношение работ силы тяжести при движении тела из точки В в точку С по разным траекториям имеет вид...

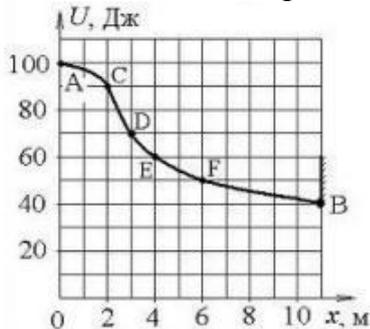


Варианты ответов:

- 1)  $A_1 = A_2 = A_3 = 0$ ;  
 2)  $A_1 < A_2 < A_3$ ;  
 3)  $A_1 = A_3 > A_2$ ;  
 4)  $A_1 > A_2 > A_3$ ;  
 5)  $A_1 = A_2 = A_3 \neq 0$  ●

### Задание 23

Небольшая шайба начала движение без начальной скорости по гладкой ледяной горке из точки А. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Зависимость потенциальной энергии шайбы от координаты  $x$  изображена на графике  $U(x)$ .



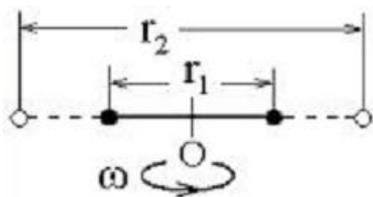
На участке АF сила тяжести совершила работу...

Варианты ответов:

- 1) в 1,4 раза больше, чем на участке AD;  
 2) в 1,6 раза больше, чем на участке AC;  
 3) в 5 раз больше, чем на участке AC; ●  
 4) в 1,2 раза больше, чем на участке AE

### Задание 24

Два маленьких массивных шарика закреплены на невесомом длинном стержне на расстоянии  $r_1$  друг от друга. Стержень может вращаться без трения в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси, проходящей посередине между шариками. Стержень раскрутили из состояния покоя до угловой скорости  $\omega$ , при этом была совершена работа  $A_1$ . Шарика раздвинули симметрично на расстояние  $r_2 = 3r_1$  и раскрутили до той же угловой скорости.



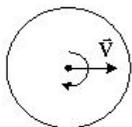
При этом была совершена работа...

Варианты ответов:

- 1)  $A_2 = \frac{1}{9} A_1$ ;
- 2)  $A_2 = \frac{1}{3} A_1$ ;
- 3)  $A_2 = 9A_1$ ; ●
- 4)  $A_2 = 3A_1$

### Задание 25

Обруч массой  $m=0,3$  кг и радиусом  $R=0,5$  м привели во вращение, сообщив ему энергию вращательного движения 1200 Дж, и опустили на пол так, что его ось вращения оказалась параллельной плоскости пола. Если сила трения совершила работу 800 Дж, то обруч начал движение без проскальзывания, обладая кинетической энергией поступательного движения, равной...



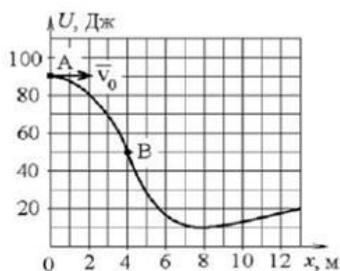
Варианты ответов:

- 1) 200 Дж\*
- 2) 400 Дж
- 3) 600 Дж
- 4) 2000 Дж

### Законы сохранения.

#### Задание 26

Тело массы  $m = 10$  кг начинает движение со скоростью  $v_0=2$  м/с по гладкой ледяной горке из точки А. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Зависимость потенциальной энергии этого тела от координаты  $x$  изображена на графике  $U(x)$ .



Кинетическая энергия тела в точке В ...

Варианты ответов:

- 1) в 3 раза больше, чем в точке А; ●
- 2) в 2 раза больше, чем в точке А;
- 3) в 1,8 раза больше, чем в точке А;
- 4) в 2,1 раз больше, чем в точке А

### Задание 27

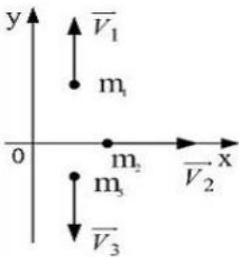
Человек стоит на краю горизонтальной платформы, вращающейся вокруг неподвижной вертикальной оси с частотой  $n$ . Отношение момента инерции платформы к моменту инерции человека равно  $J_{\text{плат}} / J_{\text{чел}} = 4$ . Если человек перейдет к центру платформы, то частота ее вращения будет равна ...

Варианты ответов:

- 1)  $0,25n$  ;
- 2)  $4n$  ;
- 3)  $0,8n$  ;
- 4)  $1,25n$  ●

### Задание 28

Система состоит из трех шаров с массами  $m_1 = 1\text{кг}$ ,  $m_2 = 2\text{кг}$ ,  $m_3 = 3\text{кг}$ , которые движутся так, как показано на рисунке.



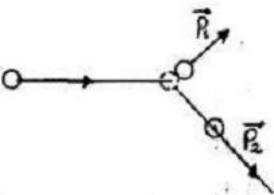
Если скорости шаров равны  $V_1 = 3\text{м/с}$ ,  $V_2 = 2\text{м/с}$ ,  $V_3 = 1\text{м/с}$ , то вектор импульса центра масс этой системы направлен ...

Варианты ответов:

- 1) вдоль оси  $+OX$ ; ●
- 2) вдоль оси  $+OY$ ;
- 3) вдоль оси  $-OY$

### Задание 29

На неподвижный бильярдный шар налетел другой такой же. После удара шары разлетелись под углом  $90^\circ$  так, что импульс одного равен  $p_1 = 0,3\text{кг}\cdot\text{м/с}$ , а другого  $p_2 = 0,4\text{кг}\cdot\text{м/с}$ .



Налетающий шар имел импульс, равный ...

Варианты ответов:

- 1) 0,1 кг · м/с;
- 2) 0,25 кг · м/с;
- 3) 0,7 кг · м/с;
- 4) 0,5 кг · м/с. ●

**Задание 30**

Сплошной и полый (трубка) цилиндры, имеющие одинаковые массы и радиусы, скатываются без проскальзывания с горки высотой  $h$ . Тогда верным утверждением относительно времени скатывания к основанию горки является следующее...

Варианты ответов:

- 1) оба тела скатятся одновременно;
- 2) быстрее скатится полый цилиндр;
- 3) быстрее скатится сплошной цилиндр ●

**1.4. Специальная теория относительности и релятивистская динамика**

**Задание 31**

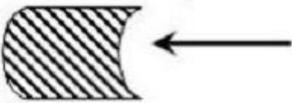
Инвариантной величиной является...

Варианты ответов:

- 1) импульс частицы;
- 2) скорость света в вакууме; ●
- 3) длина предмета;
- 4) длительность события.

**Задание 32**

На борту космического корабля нанесена эмблема в виде геометрической фигуры.



Из-за релятивистского сокращения длины эта фигура изменяет свою форму. Если корабль движется в направлении, указанном на рисунке стрелкой, со скоростью, сравнимой со скоростью света, то в неподвижной системе отсчета эмблема примет форму, указанную на рисунке...

Варианты ответов:

- 1) ●
- 2)
- 3)

**Задание 33**

Относительно неподвижного наблюдателя тело движется со скоростью  $v$ , близкой к скорости света  $c$ . Зависимость массы этого тела от скорости при массе покоя  $m_0$  выражается соотношением...

Варианты ответов:

- 1)  $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$  ; 2)  $m = m_0 \sqrt{1 - (v/c)^2}$  ; 3)  $m = m_0 \frac{v}{c}$  ; 4)  $m = m_0 \frac{c}{v}$  ; 5)  $m = m_0$
- 1) 1 ● 2) 2 3) 3 4) 4 5) 5

### Задание 34

Космический корабль летит со скоростью  $V=0,8c$  ( $c$  – скорость света в вакууме). Один из космонавтов медленно поворачивает метровый стержень из положения 1, перпендикулярного направлению движения корабля, в положение 2, параллельное этому направлению. Тогда длина этого стержня с точки зрения наблюдателя, находящегося на Земле ...

Варианты ответов:

- 1) изменится от 1,0 м в положении 1 до 0,6 м в положении 2 ●
- 2) равна 1,0 м при любой его ориентации
- 3) изменится от 1,0 м в положении 1 до 1,67 м в положении 2
- 4) изменится от 0,6 м в положении 1 до 1,0 м в положении 2

### Задание 35

Космический корабль с двумя космонавтами на борту, один из которых находится в носовой части ракеты, другой – в хвостовой, летит со скоростью  $v = 0,8c$ .

Космонавт, находящийся в хвостовой части ракеты, производит вспышку света и измеряет промежуток времени  $t_1$ , за который свет проходит расстояние до зеркала, укрепленного у него над головой, и обратно к излучателю. Этот промежуток времени с точки зрения другого космонавта ...

Варианты ответов:

- 1) равен  $t_1$ ; ●
- 2) больше, чем  $t_1$  в 1,67 раз;
- 3) меньше, чем  $t_1$  в 1,67 раз;
- 4) меньше, чем  $t_1$  в 1,25 раз;
- 5) больше, чем  $t_1$  в 1,25 раз

## 1.5 Механика сплошных сред

### Задание 36

Вязкость газа с ростом температуры

Варианты ответов:

- 1) растёт; ●
- 2) падает;
- 3) остаётся неизменной.

### Задание 37

Вязкость жидкости с ростом температуры

Варианты ответов:

- 1) растёт;
- 2) падает; ●
- 3) остаётся неизменной.

### Задание 38

Способность тел полностью восстанавливать свою форму после снятия внешних напряжений это проявление

Варианты ответов:

- 1) пластичности;
- 2) текучести;
- 3) прочности;
- 4) упругости. ●

## Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика

### 2.1. Термодинамические параметры.

#### Задание 39

Среди приведённых формул к изотермическому процессу имеют отношение

Варианты ответов:

- 1)  $Q = A$  ●
- 2)  $PV^\gamma = const$
- 3)  $A = P(V_2 - V_1)$
- 4)  $0 = \Delta U + A$
- 5)  $A = \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$  ●

#### Задание 40

Если  $\Delta U$  – изменение внутренней энергии идеального газа,  $A$  – работа газа,  $Q$  – количество теплоты, сообщаемое газу, то для адиабатного сжатия газа справедливы соотношения...

Варианты ответов:

- 1)  $Q = 0; A < 0; \Delta U > 0$  ●
- 2)  $Q = 0; A > 0; \Delta U < 0$
- 3)  $Q > 0; A > 0; \Delta U = 0$
- 4)  $Q < 0; A < 0; \Delta U = 0$

#### Задание 41

Идеальный газ, расширяясь, переходит из одинакового начального состояния с объемом  $V_1$  в другое состояние с объемом  $V_2$  тремя способами: 1) изобарически; 2) изотермически; 3) адиабатически. Совершаемые в этих процессах работы соотносятся между собой следующим образом:

Варианты ответов

- 1)  $A_1 > A_2 > A_3$  ●
- 2)  $A_1 = A_2 = A_3$
- 3)  $A_1 > A_2 < A_3$
- 4)  $A_1 < A_2 > A_3$

### 2.2. Энтропия

#### Задание 42

Энтропия изолированной термодинамической системы при поступлении в неё тепла в ходе обратимого процесса...

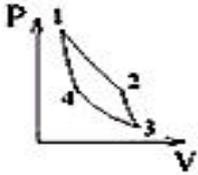
Варианты ответов:

- 1) только убывает;
- 2) только увеличивается; ●

3) только остается постоянной

### Задание 43

Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно (две изотермы 1-2 и 3-4 и две адиабаты 2-3 и 4-1).



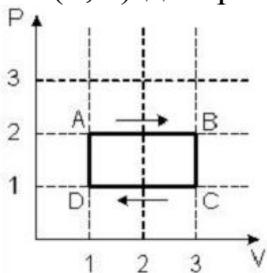
За один цикл работы тепловой машины энтропия рабочего тела ...

Варианты ответов:

1. не изменится ●
2. уменьшится
3. возрастёт

### Задание 44

На (P,V)-диаграмме изображен циклический процесс.



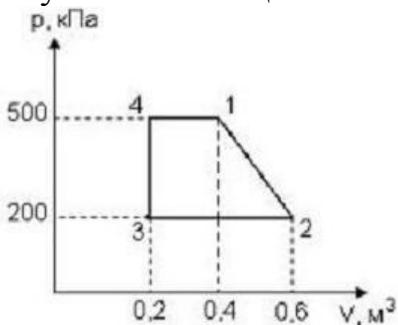
На участках BC и CD температура...

Варианты ответов:

- 1) повышается;
- 2) понижается; ●

### Задание 45

Диаграмма циклического процесса идеального одноатомного газа представлена на рисунке. Работа циклического процесса равна...

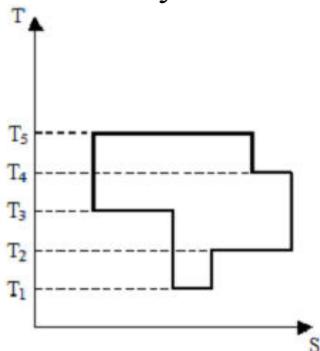


Варианты ответов:

- 1) 30 кДж;
- 2) 15 кДж;
- 3) 20 кДж;
- 4) 90 кДж ●

### Задание 46

На рисунке представлен цикл тепловой машины в координатах  $T, S$ , где  $T$ -термодинамическая температура,  $S$ -энтропия. Укажите нагреватели и холодильники с соответствующими температурами.



Варианты ответов:

- 1) нагреватели –  $T_4, T_5$ ; холодильники –  $T_1, T_2, T_3$ ; ●
- 2) нагреватели –  $T_3, T_4, T_5$ ; холодильники –  $T_1, T_2$ ;
- 3) нагреватели –  $T_2, T_4, T_5$ ; холодильники –  $T_1, T_3$ ;
- 4) нагреватели –  $T_3, T_5$ ; холодильники –  $T_1, T_2, T_4$

### 2.3. Молекулярно-кинетическая теория.

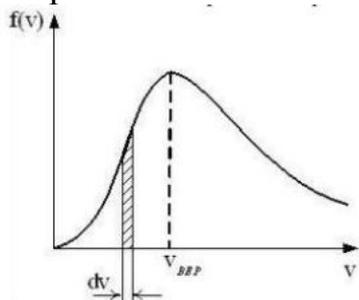
#### Распределения Максвелла и Больцмана

### Задание 47

На рисунке представлен график функции распределения молекул идеального газа по скоростям (распределение Максвелла), где

$$f(v) = \frac{dN}{Ndv}$$

- доля молекул, скорости которых заключены в интервале скоростей от  $v$  до  $v+dv$  в расчёте на единицу этого интервала.



Верным утверждением является...

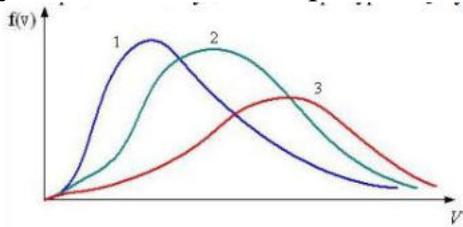
Варианты ответов:

- 1) площадь заштрихованной полоски при понижении температуры будет уменьшаться;
- 2) при любом изменении температуры площадь под кривой изменяется;
- 3) при понижении температуры максимум кривой смещается влево. ●

### Задание 48

В трех одинаковых сосудах находится одинаковое количество газа, причем

$T_1 > T_2 > T_3$ . Распределение молекул по скоростям в сосуде с температурой  $T_3$  будет описываться кривой...

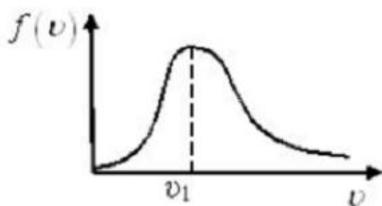


Варианты ответов:

- 1) 3;
- 2) 2;
- 3) 1 ●

### Задание 49

На рисунке приведен график распределения молекул идеального газа по скоростям (распределение Максвелла) при температуре  $T$ . При увеличении температуры в 4 раза положение максимума кривой по оси  $v$  ...

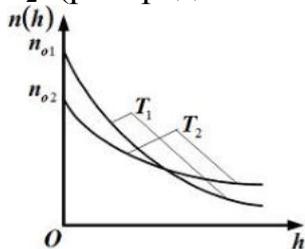


Варианты ответов:

- 1) сместится в точку  $v=4v_1$ ;
- 2) сместится в точку  $v = v_1/2$ ;
- 3) сместится в точку  $v = 2v_1$ ; ●
- 4) не изменится

### Задание 50

На рисунке представлены графики зависимости концентрации молекул идеального газа от высоты над уровнем моря для двух разных температур –  $T_1$ ,  $T_2$  (распределение Больцмана).



Для графиков этих функций верными являются утверждения, что ...

Варианты ответов:

- 1) температура  $T_2$  выше температуры  $T_1$  ●
- 2) концентрация молекул газа на «нулевом уровне» с повышением температуры уменьшается ●
- 3) температура  $T_2$  ниже температуры  $T_1$

4) концентрация молекул газа на «нулевом уровне» с повышением температуры увеличивается

### Средняя энергия молекул

#### Задание 51

Средняя кинетическая энергия молекулы идеального газа при температуре  $T$

равна  $\varepsilon = \frac{i}{2} kT$ . Здесь  $i = n_n + n_{вр} + 2n_k$ , где  $n_n, n_{вр}, n_k$  – число степеней свободы поступательного, вращательного и колебательного движений молекулы. Для атомарного водорода число  $i$  равно...

Варианты ответов:

- 1) 1;
- 2) 7;
- 3) 3; ●
- 4) 5

#### Задание 52

Средняя кинетическая энергия молекул газа при температуре  $T$  зависит от их структуры, что связано с возможностью различных видов движения атомов в молекуле. При условии, что имеют место только поступательное и вращательное движение, средняя энергия молекул азота ( $N_2$ ) равна...

Варианты ответов:

- 1)  $5/2kT$ ; ●
- 2)  $7/2kT$ ;
- 3)  $1/2kT$ ;
- 4)  $3/2kT$

#### Задание 53

Кинетическая энергия (в Дж) всех молекул в 2 г неона при температуре 300 К равна ...

Варианты ответов:

- 1) 374 ●
- 2) 831
- 3) 249
- 4) 748

### Кинетические явления

#### Задание 54

Явление внутреннего трения имеет место при наличии градиента

Варианты ответов:

- 1: скорости слоев жидкости или газа ●
- 2: концентрации
- 3: температуры

4: электрического заряда

### Задание 55

Явление диффузии характеризует перенос...

Варианты ответов:

- 1: массы ●
- 2: энергии
- 3: импульса направленного движения
- 4: электрического заряда

### Задание 56

Температура газа возрастает вдоль положительного направления оси  $Z$ . Если концентрация молекул газа всюду одинакова, перенос тепла осуществляется...

Варианты ответов:

- 1: в отрицательном направлении оси  $Z$  ●
- 2: в положительном направлении оси  $Z$
- 3: в положительном направлении оси  $Y$
- 4: в отрицательном направлении оси  $Y$

## Раздел 3. Электромагнитные явления

### 3.1. Электростатика

#### Задание 57

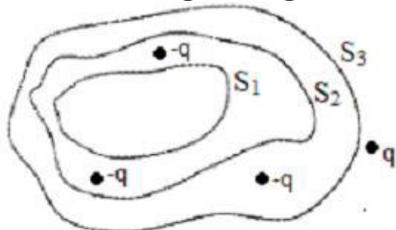
Относительно статических электрических полей справедливы утверждения:

Варианты ответов:

- 1) поток вектора напряженности электростатического поля сквозь произвольную замкнутую поверхность всегда равен нулю;
- 2) электростатическое поле является потенциальным; ●
- 3) электростатическое поле действует как на неподвижные, так и на движущиеся электрические заряды. ●

#### Задание 58

Дана система точечных зарядов в вакууме и замкнутые поверхности  $S_1, S_2, S_3$ . Поток вектора напряженности электростатического поля равен нулю через...



Варианты ответов:

- 1) поверхность  $S_2$ ;
- 2) поверхность  $S_1$ ; ●
- 3) поверхности  $S_1$  и  $S_2$ ;
- 4) поверхность  $S_3$

### Задание 59

Поле создано точечным зарядом  $+q$ . Укажите направление вектора градиента потенциала в точке А.

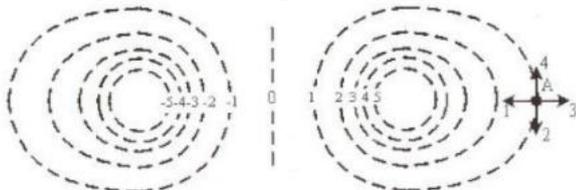


Варианты ответов:

- 1) А – 1;
- 2) А – 3;
- 3) А – 2;
- 4) А – 4 ●

### Задание 60

На рисунке показаны эквипотенциальные линии системы зарядов и значения потенциала на них. Вектор напряженности электрического поля в точке А ориентирован в направлении...

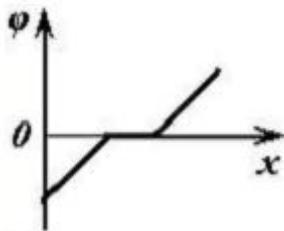


Варианты ответов:

- 1) А – 3; ●
- 2) А – 2;
- 3) А – 1;
- 4) А – 4

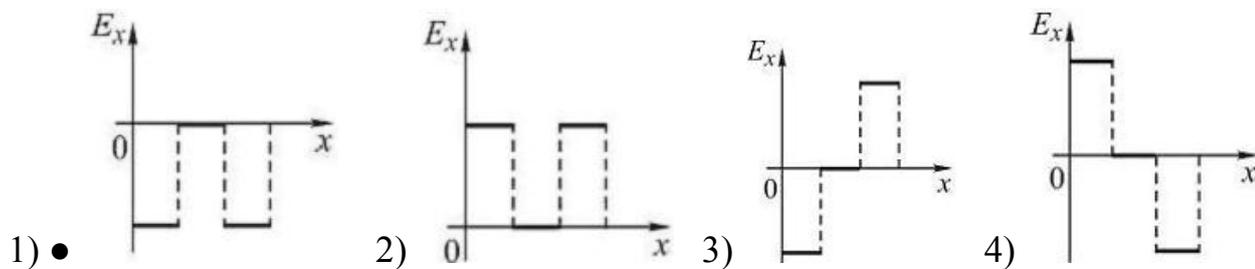
### Задание 61

Зависимость потенциала электростатического поля от координаты  $x$  показана на рисунке.



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

Варианты ответов:



### 3.2. Постоянный электрический ток

#### Задание 62

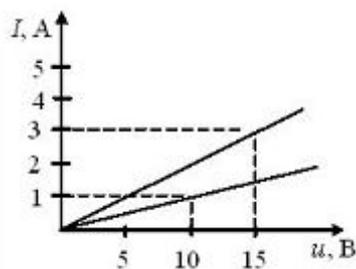
Сила тока в проводнике в течение интервала времени  $t$  равномерно увеличивается от 0 до  $I$ , затем в течение такого же промежутка времени остается постоянной, а затем за тот же интервал времени равномерно уменьшается до нуля  $t$ . За все время через проводник прошел заряд  $q$ , равный...

Варианты ответов:

- 1)  $q = It$ ;
- 2)  $q = 2It$ ; ●
- 3) 0;
- 4)  $q = 4It$

#### Задание 63

Вольт-амперные характеристики двух нагревательных спиралей изображены на рисунке.



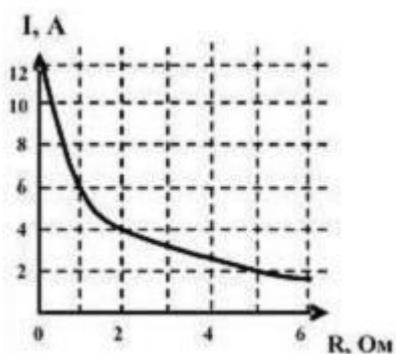
Из графиков следует, что сопротивление одной спирали больше сопротивления другой на ...

Варианты ответов:

- 1) 10 Ом;
- 2) 0,1 Ом;
- 3) 25 Ом;
- 4) 5 Ом ●

#### Задание 64

К источнику тока с ЭДС 12В подключили реостат. На рисунке показан график зависимости силы тока в реостате от его сопротивления. Внутреннее сопротивление этого источника тока равно...

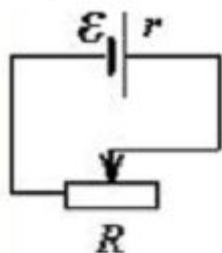


Варианты ответов:

- 1) 0,5 Ом;
- 2) 6 Ом;
- 3) 1 Ом; ●
- 4) 2 Ом;
- 5) 0 Ом

### Задание 65

Реостат сопротивлением 1,5 Ом подключен к источнику тока с внутренним сопротивлением 1 Ом, как показано на рисунке.



Если движок реостата перемещать из среднего положения влево, то мощность тока в реостате будет...

Варианты ответов:

- 1) непрерывно уменьшаться ●
- 2) непрерывно увеличиваться
- 3) сначала уменьшаться, а затем увеличиваться
- 4) сначала увеличиваться, а затем уменьшаться

### Задание 66

Сила тока за 10 с равномерно возрастает от 1 А до 3 А. За это время через поперечное сечение проводника переносится заряд, равный ...

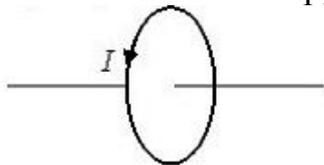
Варианты ответов:

- 1) 30 Кл
- 2) 40 Кл
- 3) 10 Кл
- 4) 20 Кл ●

### 3.3. Магнитное поле

#### Задание 67

Магнитный момент кругового тока, изображенного на рисунке, направлен...

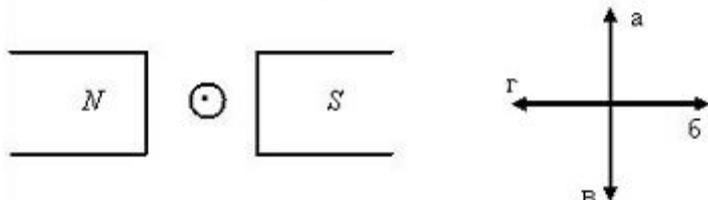


Варианты ответов:

- 1) по оси контура вправо; ●
- 2) по направлению тока;
- 3) по оси контура влево;
- 4) против направления тока

#### Задание 68

Сила, действующая на проводник с током в магнитном поле, имеет направление...

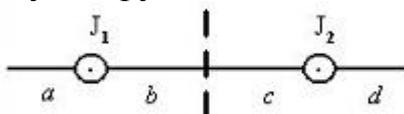


Варианты ответов:

- 1) г;
- 2) а; ●
- 3) в;
- 4) б

#### Задание 69

На рисунке изображены сечения двух параллельных прямолинейных длинных проводников с одинаково направленными токами, причем  $J_1 < J_2$ . Индукция результирующего магнитного поля равна нулю в некоторой точке интервала...

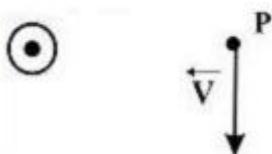


Варианты ответов:

- 1) d; 2) b; ● 3) c; 4) a

#### Задание 70

Вблизи длинного проводника с током (ток направлен к нам) пролетает протон со скоростью  $\vec{v}$ . Сила Лоренца...



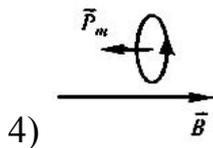
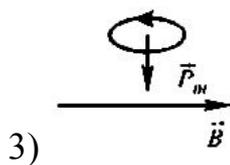
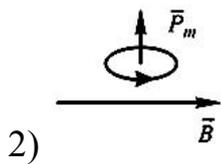
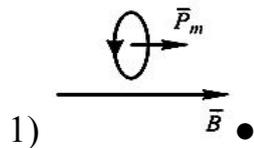
Варианты ответов:

- 1) направлена вправо;
- 2) равна нулю; ●
- 3) направлена от нас;
- 4) направлена влево;
- 5) направлена к нам

### Задание 71

Магнитный момент  $\vec{P}_m$  контура с током ориентирован во внешнем магнитном поле  $\vec{B}$  так, как показано на рисунках. Положение рамки устойчиво и момент сил, действующих на нее, равен нулю в случае...

Варианты ответов:



### Явление электромагнитной индукции

#### Задание 72

Через контур, индуктивность которого  $L=0,02$  Гн, течет ток, изменяющийся по закону  $I=0,5 \sin 500t$ . Амплитудное значение ЭДС самоиндукции, возникающей в контуре, равно...

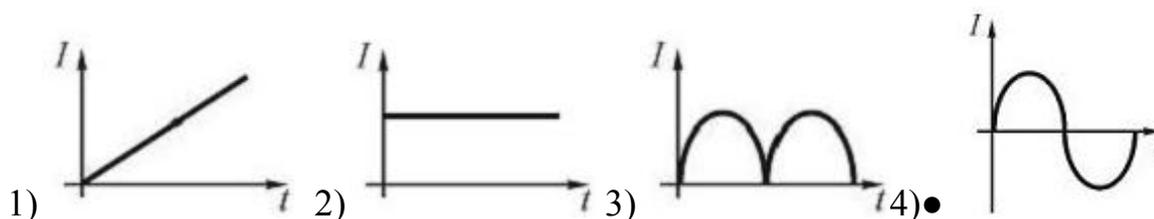
Варианты ответов:

- 1) 500 В;
- 2) 5 В; ●
- 3) 0,5 В;
- 4) 0,01 В

#### Задание 73

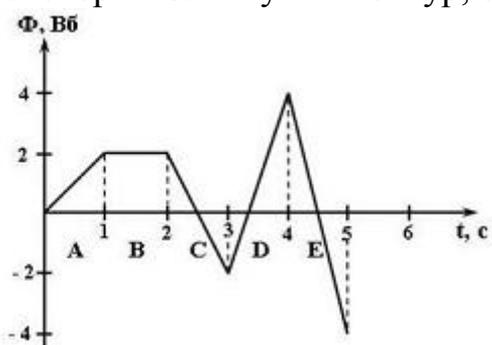
Проволочная прямоугольная рамка вращается с постоянной скоростью в магнитном поле. Зависимости силы тока, индуцируемого в рамке, от времени соответствует график ...

Варианты ответов:



### Задание 74

На рисунке представлена зависимость магнитного потока, пронизывающего некоторый замкнутый контур, от времени.



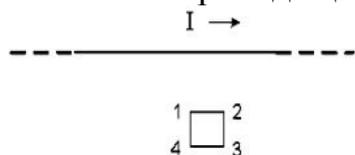
ЭДС индукции в контуре не возникает в интервале...

Варианты ответов:

- 1)D; 2)C; 3)A; 4)B;● 5)E

### Задача 75

На рисунке показан длинный проводник с током, около которого находится небольшая проводящая рамка.



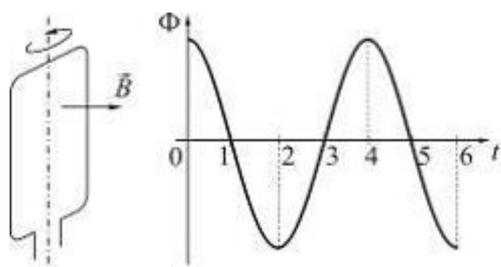
При выключении в проводнике тока заданного направления, в рамке ...

Варианты ответов:

1. возникнет индукционный ток в направлении 4-3-2-1
2. индукционного тока не возникает
3. возникнет индукционный ток в направлении 1-2-3-4●

### Задача 76

Проводящая рамка вращается с постоянной угловой скоростью в однородном магнитном поле вокруг оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярной вектору индукции  $B$  (см. рис.). На рисунке также представлен график зависимости от времени потока вектора магнитной индукции, пронизывающего рамку.



Если максимальное значение магнитного потока  $\Phi_m = 2 \text{ мВб}$ , а время измерялось в секундах, то закон изменения со временем ЭДС индукции имеет вид ...

Варианты ответов:

- 1)  $\varepsilon_i = \pi \cdot 10^{-3} \sin 0,5\pi t$  ●
- 2)  $\varepsilon_i = \pi \cdot 10^{-3} \cos 0,5\pi t$
- 3)  $\varepsilon_i = 2 \cdot 10^{-3} \cos \pi t$
- 4)  $\varepsilon_i = 2 \cdot 10^{-3} \sin \pi t$

## Электрические и магнитные свойства вещества

### Задание 77

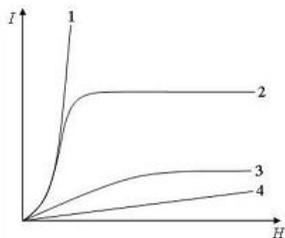
При помещении диэлектрика в электрическое поле напряженность электрического поля внутри бесконечного однородного изотропного диэлектрика с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon$ ...

Варианты ответов:

- 1) увеличивается в  $\varepsilon$  раз;
- 2) остается неизменной;
- 3) остается равной нулю;
- 4) уменьшается в  $\varepsilon$  раз ●

### Задание 78

На рисунке представлены графики, отражающие характер зависимости величины намагниченности  $I$  вещества (по модулю) от напряженности магнитного поля  $H$ .



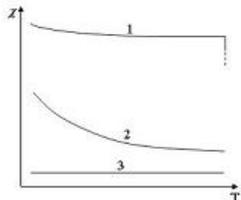
Укажите зависимость, соответствующую диамагнетикам.

Варианты ответов:

- 1) 2;
- 2) 3;
- 3) 4; ●
- 4) 1

### Задание 79

На рисунке представлены графики, отражающие характер температурной зависимости магнитной восприимчивости  $\chi$ . Укажите зависимость, соответствующую ферромагнетикам.



Варианты ответов:

- 1) 1; ●
- 2) 2;
- 3) 3

### Задание 80

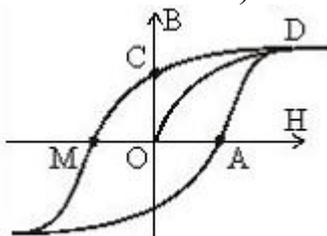
Для сегнетоэлектрика справедливы утверждения:

Варианты ответов:

- 1) В определенном температурном интервале имеет место самопроизвольная поляризация в отсутствие внешнего электрического поля. ●
- 2) Диэлектрическая проницаемость зависит от напряженности поля. ●
- 3) В отсутствие внешнего электрического поля дипольные электрические моменты доменов равны нулю.

### Задание 81

На рисунке приведена петля гистерезиса ( $B$  – индукция,  $H$  – напряженность магнитного поля). Остаточной индукции на графике соответствует отрезок...



Варианты ответов:

- 1) OC; ●
- 2) OA;
- 3) OD;
- 4) OM

## Основы теории Максвелла

### Задание 82

Следующая система уравнений Максвелла:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$$

$$\oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = \int_{(S)} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} d\vec{S}$$

$$\int_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = \int_{(V)} \rho dV$$

$$\int_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0$$

справедлива для переменного электромагнитного поля...

Варианты ответов:

- 1) в отсутствие заряженных тел;
- 2) в отсутствие заряженных тел и токов проводимости;
- 3) при наличии заряженных тел и токов проводимости;
- 4) в отсутствие токов проводимости •

**СПЕЦИФИКАЦИЯ**  
**компьютерного тестирования по дисциплине**  
**«Физика»**  
**для студентов по направлению подготовки**  
**09.03.03 «Прикладная информатика»**  
**Время проведения: Курс – 2, Семестр – 3**

**1. Цель контролирующего мероприятия.** Мониторинг эффективности усвоения пройденного материала, оценка умения решения практических задач. Результаты теста определяют **уровень умения** использовать пройденный материал студентом по разделам «Физика колебаний и волн», «Волновая и квантовая оптика», «Элементы квантовой механики», «Элементы современной теории атомов и молекул», «Зонная теория твердых тел», «Атомное ядро», «Элементарные частицы» готовность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способность привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

**2. Подходы к отбору содержания, разработке структуры теста.**

Тест состоит из 14-20 заданий с выбором одного или нескольких правильных ответов. Тест содержит вопросы из базы, сформированной в электронной системе обучения филиала КузГТУ (900 заданий по всем темам курса). В зависимости от количества вопросов содержащихся в базе по определенной теме, в тест включается от 2 до 5 заданий по этой теме. Формирование теста происходит случайным образом, поэтому у каждого студента свой набор заданий.

В процессе выполнения теста проверяется способность студентов применять полученные теоретические и практические знания для решения задач по темам курса.

**3. Система оценивания отдельных заданий и работы в целом.**

Максимальное количество баллов (верное выполнение всех заданий) теста – **100 баллов (100% заданий)**. Минимальный пороговый балл теста соответствует **65 баллам (65% заданий)**

Количество баллов	0...64	65...74	75...84	85...100
Шкала оценивания	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

**4. Процедура выполнения и проверки теста.**

При проведении текущего контроля в форме компьютерного тестирования, обучающиеся в обозначенное преподавателем время, проходят с использованием технических средств электронного обучения тест, по результатам которого сразу же оценивается результат.

В процессе выполнения теста студенты могут делать черновые записи. Черновые записи при проверке не рассматриваются.

Время выполнения теста от 30 до 45 минут в зависимости от раздела. Инструктаж, предшествующий выполнению теста, не входит в указанное время.

## 5. Дополнительные материалы.

В процессе выполнения теста использование дополнительной методической литературы, мобильных устройств связи и других источников информации не допускается.

**Структурированная база контрольных учебных заданий для компьютерного тестирования по темам разделов**  
**(Пример. Полная база заданий находится в электронной обучающей системе филиала КузГТУ в г. Белово)**

## Раздел 4. Физика колебаний и волн

### 4.1. Механические и электромагнитные колебания

#### Гармонические колебания

#### Задание 1

Материальная точка совершает гармонические колебания по закону

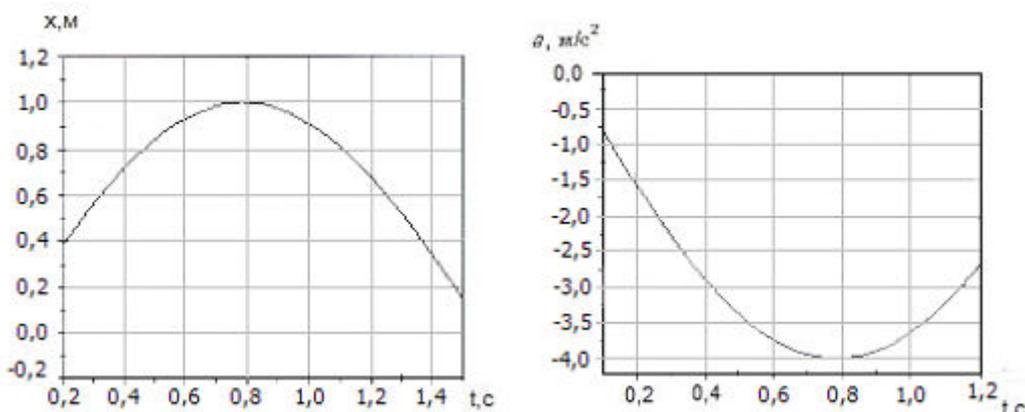
$$x = 0.9 \cos\left(\frac{2\pi}{3}t + \frac{\pi}{4}\right). \text{ Максимальное значение ускорения точки равно...}$$

Варианты ответов:

- 1)  $4\pi^2 \text{ м/с}^2$ ;
- 2)  $2/3 \pi \text{ м/с}^2$ ;
- 3)  $0,4\pi^2 \text{ м/с}^2$ ; ●
- 4)  $0,6 \pi \text{ м/с}^2$

#### Задание 2

На рисунке изображены зависимости от времени координаты и ускорения материальной точки, колеблющейся по гармоническому закону.



Циклическая частота колебаний точки равна...

Варианты ответов:

- 1)  $4\text{ с}^{-1}$ ;

- 2)  $3\text{с}^{-1}$ ;
- 3)  $1\text{с}^{-1}$ ;
- 4)  $2\text{с}^{-1}$  ●

### Задание 3

Уравнение движения пружинного маятника  $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{b}{m} \times \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m} x = 0$  является дифференциальным уравнением...

Варианты ответов:

- 1) вынужденных колебаний;
- 2) свободных незатухающих колебаний;
- 3) свободных затухающих колебаний ●

### Задание 4

Уменьшение амплитуды колебаний в системе с затуханием характеризуется временем релаксации. Если при неизменном омическом сопротивлении в колебательном контуре увеличить в 2 раза индуктивность катушки то время релаксации...

- 1) увеличится в 2 раза\*
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) уменьшится в 4 раза

### Сложение гармонических колебаний

#### Задание 5

Складываются два гармонических колебания одного направления с одинаковыми периодами. Результирующее колебание имеет минимальную амплитуду при разности фаз, равной...

Варианты ответов:

- 1) 0;
- 2)  $\pi/2$ ;
- 3)  $\pi$ ; ●
- 4)  $\pi/4$

#### Задание 6

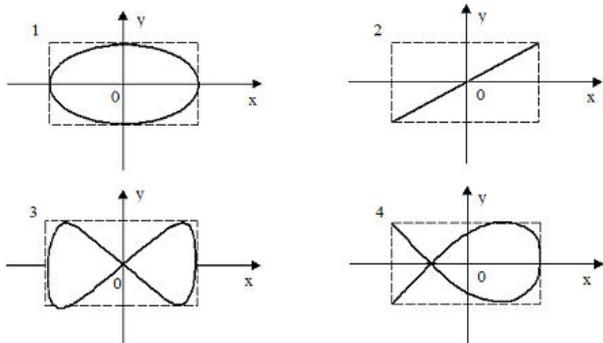
Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях:  $x=2\cos(\omega t)$ ,  $y=2\sin(\omega t)$ . Траектория точки представляет собой...

Варианты ответов:

- 1) прямую;
- 2) окружность; ●
- 3) эллипс;
- 4) часть параболы;
- 5) восьмерку

### Задание 7

Точка М колеблется по гармоническому закону одновременно вдоль осей координат ОХ и ОУ с различными амплитудами, но одинаковыми частотами. При разности фаз  $\pi/2$  траектория точки М имеет вид...



Варианты ответов:

- 1) 2;
- 2) 1; ●
- 3) 4;
- 4) 3

## 4.2. Волны

### Механические волны.

#### Задание 8

Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси ОХ со скоростью 500 м/с, имеет вид:  $\xi = 0,01 \sin(10^3 t - kx)$ . Волновое число  $k$  (в  $\text{м}^{-1}$ ) равно...

Варианты ответов:

- 1) 0,5;
- 2) 2; ●
- 3) 5;
- 4) 4

#### Задание 9

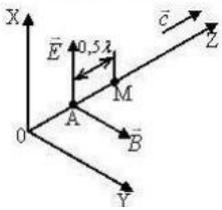
Для продольной волны справедливо утверждение ...

Варианты ответов:

1. Частицы среды колеблются в направлениях, перпендикулярных направлению распространения волны.
2. Частицы среды колеблются в направлении распространения волны. ●
3. Возникновение волны связано с деформацией сдвига.

#### Задание 10

В пространстве распространяется плоская электромагнитная волна. В некоторый момент времени в точке А векторы напряженности электрического  $E$  и индукции  $B$  магнитного поля максимальны и направлены, как показано на рисунке.



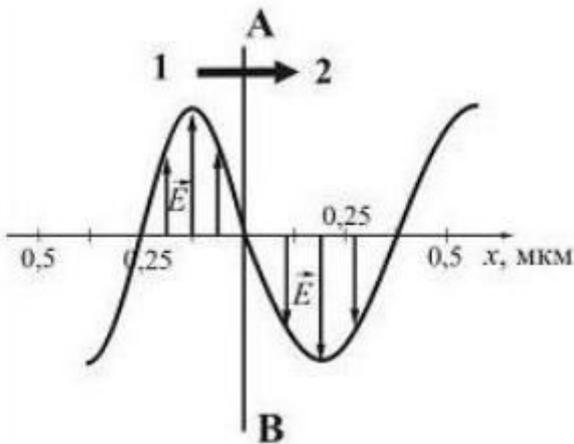
В тот же момент времени в точке М, находящейся на расстоянии  $0,5\lambda$  от А, правильным является расположение векторов...

Варианты ответов:

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <p>1) <math> \vec{B}  = 0</math><br/><math> \vec{E}  = 0</math></p> | <p>2) ● <math> \vec{B}  =  \vec{E}_{\max} </math><br/><math> \vec{E}  =  \vec{E}_{\max} </math></p> | <p>3) <math> \vec{B}  =  \vec{E}_{\max} </math><br/><math> \vec{E}  =  \vec{E}_{\max} </math></p> |
|---|---|---|

### Задание 11

На рисунке представлена мгновенная фотография электрической составляющей электромагнитной волны, проходящей из среды 1 в среду 2 перпендикулярно границе раздела АВ.



Если среда 2 – вакуум, то скорость света в среде 1 равна ...

Варианты ответов:

- 1)  $2,4 \cdot 10^8$  м/с;
- 2)  $2,0 \cdot 10^8$  м/с; ●
- 3)  $1,5 \cdot 10^8$  м/с;
- 4)  $2,8 \cdot 10^8$  м/с

### Задание 12

Сейсмическая упругая волна с частотой 0,5 Гц и длиной волны 2,9 км, падающая под углом  $45^\circ$  на границу раздела между двумя слоями земной коры с различными свойствами, испытывает преломление, причем угол преломления равен  $30^\circ$ . Во второй среде волна будет распространяться со скоростью...

Варианты ответов:

- 1) 1,45 км/с;
- 2) 1,0 км/с; ●
- 3) 2,9 км/с;
- 4) 0,7 км/с

## Энергия волны. Перенос энергии волной

### Задание 13

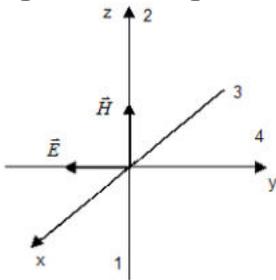
При увеличении в два раза амплитуды колебаний векторов напряженности электрического и магнитного полей плотность потока энергии ...

Варианты ответов:

- 1) останется неизменной;
- 2) увеличится в 4 раза; ●
- 3) увеличится в 2 раза

### Задание 14

На рисунке показана ориентация векторов напряженности электрического  $\vec{E}$  и магнитного  $\vec{H}$  полей в электромагнитной волне. Вектор плотности потока энергии электромагнитного поля ориентирован в направлении...



Варианты ответов:

- 1) 2;
- 2) 4;
- 3) 1;
- 4) 3 ●

## Раздел 5 Волновая и квантовая оптика

### 5.1. Волновая оптика

#### Интерференция и дифракция света

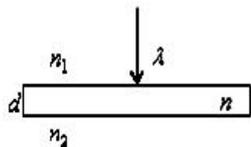
### Задание 15

Когерентные волны с начальными фазами  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  и разностью хода  $\Delta$  при наложении максимально усиливаются при выполнении условия ( $k = 0, 1, 2$ ) ...

Варианты ответов:

- 1)  $\Delta = (2k + 1) \lambda/2$  ;
- 2)  $\varphi_1 - \varphi_2 = 2k\pi$ ; ●
- 3)  $\varphi_1 - \varphi_2 = \pi/2$ ;
- 4)  $\varphi_1 - \varphi_2 = (2k + 1)\pi$

### Задание 16

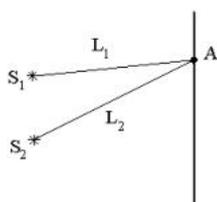


Тонкая стеклянная пластинка с показателем преломления  $n$  и толщиной  $d$  помещена между двумя средами с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  причем  $n_1 > n > n_2$ . На пластинку нормально падает свет с длиной волны  $\lambda$ . Оптическая разность хода интерферирующих отраженных лучей равна ...

Варианты ответов:

- 1)  $2dn + \frac{\lambda}{2}$
- 2)  $2dn$  ●
- 3)  $2dn_1$
- 4)  $2dn_2$

### Задание 17



Если  $S_1$  и  $S_2$  – источники когерентных волн, а  $L_1$  и  $L_2$  – расстояния т. А до источников, то в т. А наблюдается *минимум* интерференции в воздухе при условии...

Варианты ответов:

- 10)  $L_2 - L_1 = (2m - 1) \frac{\lambda}{2} \quad m = 1, 2, 3, \dots *$
- 2)  $L_2 - L_1 = 2m \frac{\lambda}{2} \quad m = 0, 1, 2, \dots$
- 3)  $L_2 - L_1 = m \frac{\lambda}{2} \quad m = 0, 1, 2, \dots$
- 4)  $L_2 - L_1 = m \frac{\lambda}{4} \quad m = 0, 1, 2, \dots$

### Задание 18

Дифракционная решетка освещается зеленым светом. При освещении решетки красным светом картина дифракционного спектра на экране ...

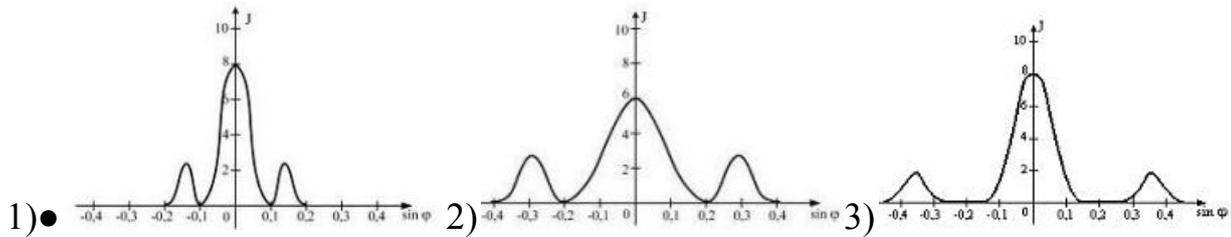
Варианты ответов:

- 1) не изменится;
- 2) исчезнет;
- 3) расширится; ●
- 4) сузится;

### Задание 19

Одна и та же дифракционная решетка освещается различными монохроматическими излучениями с разными интенсивностями. Какой рисунок соответствует случаю освещения светом с наименьшей длиной волны? ( $J$  – интенсивность света,  $\varphi$  – угол дифракции)

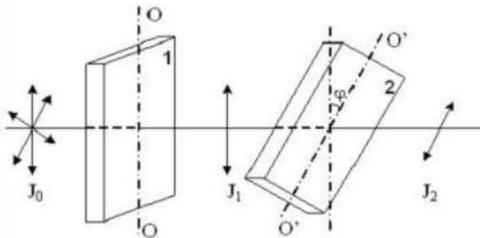
Варианты ответов:



## Поляризация и дисперсия света

### Задание 20

На пути естественного света помещены две пластинки турмалина. После прохождения пластинки 1 свет полностью поляризован.



Если  $J_1$  и  $J_2$  – интенсивности света, прошедшего пластинки 1 и 2 соответственно, и  $J_2 = J_1$ , то угол между направлениями  $OO$  и  $O'O'$  равен...

Варианты ответов:

- 1)  $60^\circ$ ;
- 2)  $0^\circ$ ; ●
- 3)  $30^\circ$ ;
- 4)  $90^\circ$

### Задание 21

При падении света из воздуха на диэлектрик отраженный луч полностью поляризован. Если угол преломления  $30^\circ$ , то угол падения равен...

Варианты ответов:

- 1)  $60^\circ$ ; ●
- 2)  $30^\circ$ ;
- 3)  $90^\circ$ ;
- 4) 45

### Задание 22

Радуга на небе объясняется...

Варианты ответов:

- 1: дисперсией света\*
- 2: интерференцией света
- 3: дифракцией света
- 4: поляризацией света

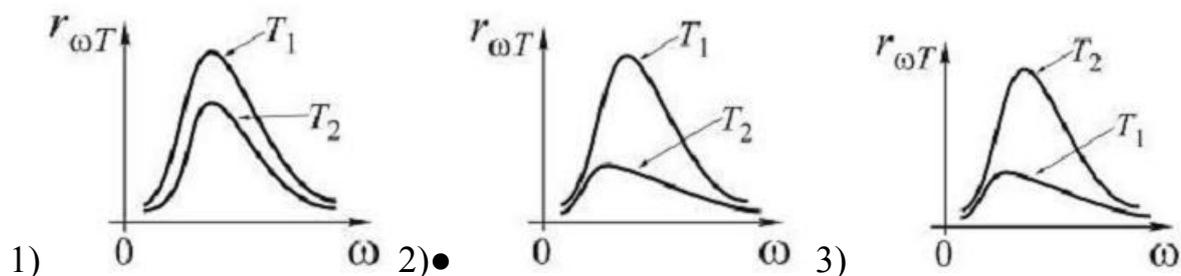
## 5.2 Квантово оптические явления

### Квантовая физика.

#### Задание 23

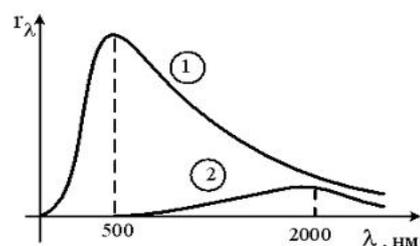
Распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела в зависимости от частоты излучения для температур  $T_1$  и  $T_2$  ( $T_1 > T_2$ ) верно представлено на рисунке...

Варианты ответов:



#### Задание 24

На рисунке показаны кривые зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от длины волны при разных температурах. Если кривая 2 соответствует спектру излучения абсолютно черного тела при температуре 1500 К, то кривая 1 соответствует температуре (в К) ...



Варианты ответов:

- 1) 6000\*
- 2) 3000
- 3) 1000
- 4) 750

#### Задание 25

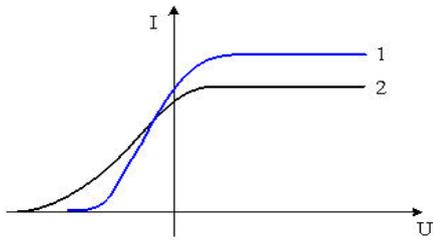
Величина фототока насыщения при внешнем фотоэффекте зависит...

Варианты ответов:

- 1) от интенсивности падающего света; ●
- 2) от работы выхода облучаемого материала;
- 3) от величины задерживающего потенциала;
- 4) от частоты падающего света

#### Задание 26

На рисунке представлены две вольтамперные характеристики вакуумного фотоэлемента. Если  $E$  – освещенность фотокатода, а  $\lambda$  – длина волны падающего на него света, то справедливо следующее утверждение...

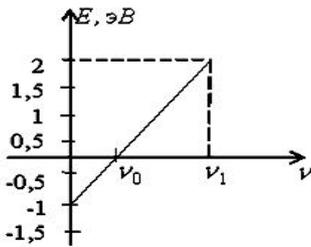


Варианты ответов:

- 1)  $\lambda_1 > \lambda_2, E_1 > E_2$  \*
- 2)  $\lambda_1 < \lambda_2, E_1 > E_2$
- 3)  $\lambda_1 > \lambda_2, E_1 < E_2$
- 4)  $\lambda_1 < \lambda_2, E_1 < E_2$

### Задание 27

На графике представлена зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Из графика следует, что для частоты  $\nu_1$  энергия падающего фотона равна ...



Варианты ответов:

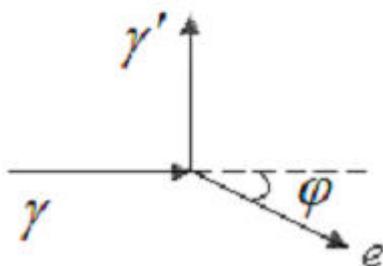
- 1) 1 эВ
- 2) 3 эВ\*
- 3) 4 эВ
- 4) 2 эВ

### Эффект Комптона. Световое давление.

#### Задание 28

На рисунке показаны направления падающего фотона  $\gamma$ , рассеянного фотона  $\gamma'$ , и электрона отдачи (e). Угол рассеяния  $90^\circ$ , направление движения электрона отдачи составляет с направлением падающего фотона угол

$\varphi = 30^\circ$ . Если импульс рассеянного фотона  $p'_\phi$  то импульс электрона отдачи равен...



Варианты ответов:

- 1)  $2\sqrt{3}p'_\phi$  ;
- 2)  $\sqrt{3}p'_\phi$  ;
- 3)  $2p'_\phi$  ; ●
- 4)  $p'_\phi$

### Задание 29

Максимальное изменение длины волны при комптоновском рассеянии фотона на свободных электронах равно ( $\theta$ - угол рассеяния)...

Варианты ответов:

- 1)  $\frac{h}{m_0c}(1 + \cos \theta)$  ;
- 2)  $\frac{\cos \theta}{m_0c}$  ;
- 3)  $\frac{2h}{m_0c}(1 + \cos \theta)$  ;
- 4)  $\frac{2h}{m_0c}$  ●

### Задание 30

На зеркальную пластинку падает поток света. Если число фотонов, падающих на единицу поверхности в единицу времени, уменьшить в 2 раза, а зеркальную пластинку заменить черной, то световое давление...

Варианты ответов:

- 1) уменьшится в 2 раза;
- 2) уменьшится в 4 раза; ●
- 3) увеличится в 2 раза

### Задание 31

Параллельный пучок света, падающий на зеркальную плоскую поверхность под углом  $60^\circ$  по отношению к нормали к поверхности, производит давление 3 мкПа. Если этот же пучок света направить на зачерненную поверхность, то световое давление будет равно ...

Варианты ответов:

- 1) 1,5 мкПа; ●
- 2) 6 мкПа;
- 3) 12 мкПа;
- 4) 3 мкПа

## Раздел 6. Элементы квантовой механики

### 6.1. Волновые свойства частиц..

#### Задание 32

Два источника излучают свет с длиной волны 375 нм и 750 нм. Отношение импульсов фотонов, излучаемых первым и вторым источником, равно...

Варианты ответов:

- 1)  $\frac{1}{2}$ ;
- 2) 4;
- 3)  $\frac{1}{4}$ ;
- 4) 2●

#### Задание 33

Де Бройль обобщил соотношение  $p = \frac{h}{\lambda}$  для фотона на любые волновые процессы, связанные с частицами, импульс которых равен  $p$ . Тогда, если скорость частиц одинакова, то наименьшей длиной волны обладают ...

Варианты ответов:

- 1) нейтроны
- 2) электроны
- 3)  $\alpha$ -частицы\*
- 4) протоны

#### Задание 34

Протон локализован в пространстве в пределах  $\Delta x = 10 \text{ мкм}$ . Учитывая, что постоянная Планка  $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ , а масса протона  $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$  неопределенность скорости  $\Delta v_x$  движения (в м/с) составляет не менее...

Варианты ответов:

- 1)  $1,59 \cdot 10^{-2}$ ;
- 2)  $6,29 \cdot 10^{-2}$ ;
- 3)  $6,29 \cdot 10^{-3}$ ●
- 4)  $1,59 \cdot 10^{-5}$

#### Задание 35

Высокая монохроматичность лазерного излучения обусловлена относительно большим временем жизни электронов в метастабильном состоянии, равном  $10^{-3} \text{ с}$ .

Учитывая, что постоянная Планка  $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ , ширина метастабильного уровня будет не менее ...

Варианты ответов:

- 1) 0,66 пЭв ●
- 2) 66 пЭв
- 3) 1,52 ТЭв
- 4) 0,66 нЭв

## 6.2. Уравнение Шредингера

### Задание 36

Нестационарным уравнением Шредингера является уравнение...

Варианты ответов:

- 1)  $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} E\psi = 0$  ;
- 2)  $\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left( E + \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) \psi = 0$  ;
- 3)  $\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \left( E - \frac{m\alpha_0^2 x^2}{2} \right) \psi = 0$  ;
- 4)  $-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta\psi + U(x, y, z, t)\psi = i\hbar \frac{\partial\psi}{\partial t}$  •

### Задание 37

Стационарное уравнение Шредингера имеет вид  
Это уравнение описывает ...

$$\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} \left( E + \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \right) \psi = 0$$

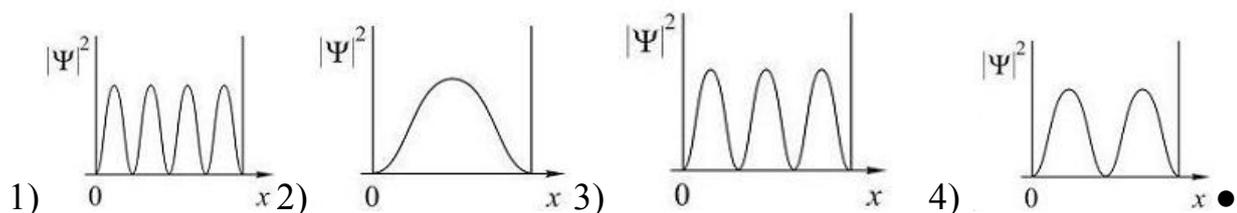
Варианты ответов:

- 1) электрон в водородоподобном атоме •
- 2) движение свободной частицы
- 3) электрон в трехмерном потенциальном ящике
- 4) линейный гармонический осциллятор

### Задание 38

На рисунках приведены картины распределения плотности вероятности нахождения микрочастицы в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Состоянию с квантовым числом  $n=2$  соответствует распределение...

Варианты ответов:

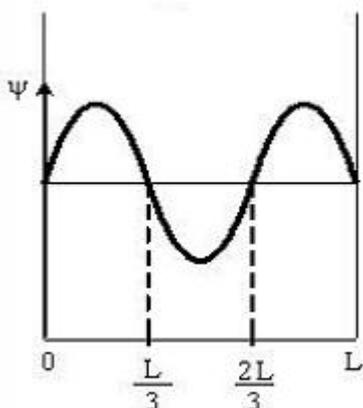


### Задание 39

Вероятность обнаружить электрон на участке (a,b) одномерного потенциального

ящика с бесконечно высокими стенками вычисляется по формуле  $W = \int_a^b \omega dx$ , где  $\omega$  - плотность вероятности, определяемая  $\Psi$ -функцией. Если  $\Psi$ -функция имеет вид,

указанный на рисунке, то вероятность обнаружить электрон на участке  $\frac{L}{6} < x < L$  равна...

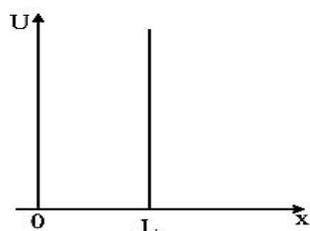


Варианты ответов:

- 1) 1/2;
- 2) 2/3;
- 3) 1/3;
- 4) 5/6●

#### Задание 40

Волновая функция частицы в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками шириной  $L$  имеет вид:  $\psi = A \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)$ .



Если величина импульса частицы равна  $\frac{2\hbar\pi}{L}$ , то частица находится на энергетическом уровне с номером...

Варианты ответов:

- 1)  $n=2$ ●
- 2)  $n=1$
- 3)  $n=3$
- 4)  $n=4$

## Раздел 7. Элементы современной теории атомов и молекул

### 7.1. атом и его строение.

#### Задание 41

Установить соответствие квантовых чисел, определяющих волновую функцию электрона в атоме водорода, их физическому смыслу.

1	$n$
2	$l$
3	$m$

А	определяет ориентацию электронного облака в пространстве
Б	определяет форму электронного облака
В	определяет размеры электронного облака
Г	собственный механический момент импульса

Варианты ответов:

- 1) 1-Г, 2-Б, 3-А;
- 2) 1-В, 2-А, 3-Г;
- 3) 1-А, 2-Б, 3-В;
- 4) 1-В, 2-Б, 3-А●

### Задание 42

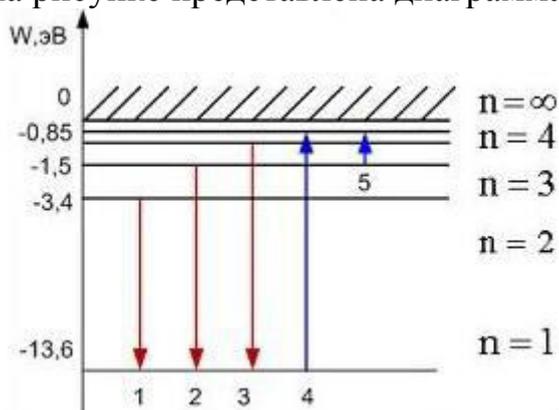
В атоме К и L оболочки заполнены полностью. Общее число электронов в атоме равно...

Варианты ответов:

- 1) 6; 2) 18; 3) 10;● 4) 28; 5) 8

### Задание 43

На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома водорода.



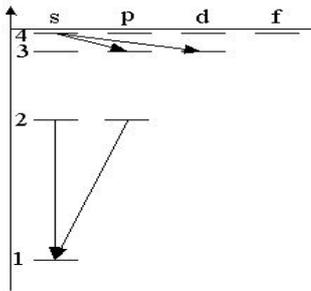
Поглощение фотона с наибольшей длиной волны происходит при переходе, обозначенном стрелкой под номером...

Варианты ответов:

- 1) 1;
- 2) 5;●
- 3) 2;
- 4) 4;

### Задание 44

При переходах электрона в атоме с одного уровня на другой закон сохранения момента импульса накладывает определенные ограничения (правило отбора). Если система энергетических уровней атома водорода имеет вид, представленный на рисунке, то запрещенными переходами являются...

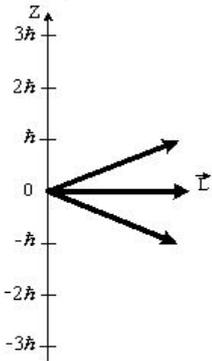


Варианты ответов:

- 1)  $2s - 1s$  ●
- 2)  $4s - 3d$  ●
- 3)  $4s - 3p$
- 4)  $2p - 1s$

**Задание 45**

На рисунке приведены некоторые из возможных ориентаций момента импульса для электронов в  $d$ -состоянии. Какие еще значения может принимать проекция момента импульса на направление  $Z$  внешнего магнитного поля?



Варианты ответов:

- 1)  $2\hbar$  ●
- 2)  $-2\hbar$  ●
- 3)  $3\hbar$
- 4)  $-3\hbar$

**Раздел 8. Зонная теория твердых тел.**

**8.1. Энергетические зоны в кристалле**

**Задание 46**

Выберите правильное утверждение

В соответствии с принципом Паули на любом энергетическом уровне одновременно может находиться не более двух электронов. В результате электроны не скапливаются на отдельных энергетических уровнях, а равномерно заполняют разрешенные энергетические зоны, начиная с нижних

Варианты ответов:

- 1) На любом энергетическом уровне одновременно может находиться несколько электронов. Заполнение разрешенных энергетических зоны неравномерное, более насыщены верхние зоны

- 2) На любом энергетическом уровне одновременно может находиться несколько электронов. Электроны равномерно заполняют разрешенные энергетические зоны, начиная с нижних.
- 3) На любом энергетическом уровне одновременно может находиться не более двух электронов. Электроны равномерно заполняют разрешенные энергетические зоны, начиная с нижних. ●
- 4) На любом энергетическом уровне одновременно может находиться несколько электронов. Заполнение разрешенных энергетических зон неравномерное, более насыщены нижние зоны

#### **Задание 47**

Выберите правильное утверждение

Варианты ответов:

- 1) Валентная зона-нижняя из заполненных энергетических зон.
- 2) Валентная зона-средняя из заполненных энергетических зон.
- 3) Валентная зона-верхняя из заполненных энергетических зон. ●

#### **Задание 48**

Выберите правильное утверждение

Варианты ответов:

- 1) Валентная зона всегда свободна от электронов
- 2) Валентная зона может быть заполнена полностью или частично. ●
- 3) Валентная зона всегда заполнена полностью

#### **Задание 49**

Выберите правильное утверждение

Варианты ответов:

- 1) Зона проводимости — разрешенная энергетическая зона, расположенная под валентной зоной
- 2) Зона проводимости — запрещенная энергетическая зона, расположенная непосредственно над валентной зоной
- 3) Зона проводимости — разрешенная энергетическая зона, расположенная непосредственно над валентной зоной ●

#### **Задание 50**

НЕ полностью занятая валентная зона характерна для

Варианты ответов:

- 1) проводников ●
- 2) изоляторов
- 3) полупроводников

#### **Задание 51**

С увеличением температуры

Варианты ответов:

- 1) сопротивление проводника увеличивается, а полупроводников уменьшается. ●
- 2) сопротивление проводника уменьшается, а полупроводников увеличивается.

### **Задание 52**

Новые энергетические уровни в кристаллах полупроводников могут образовываться

Выберите один или несколько ответов:

Варианты ответов:

- 1) воздействием электрического поля
- 2) при дефектах кристаллической решетки ●
- 3) введением других элементов в кристаллическую решетку ●
- 4) воздействием излучения

### **Задание 53**

Атомы германия и кремния имеют на внешних валентных оболочках

Варианты ответов:

- 1) по 4 электрона ●
- 2) по 2 электрона
- 3) 1 электрон
- 4) 3 электрона

### **Задание 54**

В качестве примесей используют

Выберите один или несколько ответов:

Варианты ответов:

- 1) пятивалентные элементы ●
- 2) двухвалентные элементы
- 3) четырехвалентные элементы
- 4) трехвалентные элементы ●

### **Задание 55**

В чистом полупроводнике переход электрона из валентной зоны в зону проводимости сопровождается

Варианты ответов:

- 1) появлением дырки в запрещенной зоне
- 2) появлением дырки в валентной зоне ●
- 3) появление дырки в зоне проводимости

### **Задание 56**

Для изготовления полупроводниковых кристаллов используют германий и .....

**Ответ: кремний**

## Раздел 9. Атомное ядро.

### 9.1. Состав атомного ядра.

#### Задание 57

Из перечисленных ниже частиц считается нуклоном ...

Варианты ответов:

- 1) фотон
- 2) электрон
- 3) мюон
- 4) нейтрон ●

#### Задание 58

Установить соответствие процессов взаимопревращения частиц:

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| 1. $\beta^-$ - распад | А. ${}_{-1}^0e + {}_{+1}^0e \rightarrow 2\gamma$          |
| 2. К-захват           | Б. ${}_1^1p \rightarrow {}_0^1n + {}_{+1}^0\nu_e + \nu_e$ |
| 3. $\beta^+$ - распад | В. ${}_1^1p + {}_{-1}^0e \rightarrow {}_0^1n + \nu_e$     |
| 4. аннигиляция        | Г. ${}_0^1n \rightarrow {}_1^1p + {}_{-1}^0e + \nu_e$     |
|                       | Д. ${}_0^1n + {}_{-1}^0e \rightarrow {}_1^1p + \nu_e$     |

Варианты ответов:

- 1) 1-Г, 2-Б, 3-В, 4-А ●
- 2) 1-Б, 2-В, 3-А, 4-Д
- 3) 1-А, 2-Б, 3-Г, 4-Д
- 4) 1-Б, 2-Г, 3-А, 4-Д

#### Задание 59

Чем больше энергия связи ядра, тем ...

Варианты ответа:

- 1) больше энергии выделится в реакции термоядерного синтеза этого ядра с другими ядрами
- 2) меньше энергии выделится при распаде этого ядра на отдельные нуклоны  
меньше у него дефект масс
- 3) большую работу нужно совершить, чтобы разделить это ядро на отдельные нуклоны ●
- 4) больше у него энергия покоя

#### Задание 60

Дан элемент  ${}_{6}^{14}\text{C}$ . Сколько протонов и сколько нейтронов ...

Варианты ответа:

- 1) 8 протонов и 6 нейтронов
- 2) 14 протонов и 8 нейтронов
- 3) 6 протонов и 14 нейтронов
- 4) 6 протонов и 8 нейтронов ●
- 5) 14 протонов и 6 нейтронов

## 9.2. Реакция деления и синтеза

### Задание 61

Сколько  $\alpha$  – и  $\beta$ – распадов должно произойти, чтобы америция  ${}_{95}^{241}\text{Am}$  превратился в стабильный изотоп висмута  ${}_{83}^{209}\text{Bi}$ .

Варианты ответа:

- 1) 8  $\alpha$  – распадов и 4  $\beta^-$  – распадов ●
- 2) 7  $\alpha$  – распадов и 3  $\beta^-$  – распадов
- 3) 6  $\alpha$  – распадов и 5  $\beta^-$  – распадов
- 4) 9  $\alpha$  – распадов и 3  $\beta^-$  – распадов

### Задание 62

При бомбардировке ядер изотопа азота  ${}_{7}^{14}\text{N}$  нейтронами образуется новый изотоп бора  ${}_{5}^{11}\text{B}$ . Вторым продуктом реакции образуется...

Варианты ответа

- 1) протон;
- 2) нейтрон;
- 3)  $\alpha$ -частица ●
- 4) 2 протона;
- 5) 2 нейтрона;

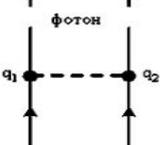
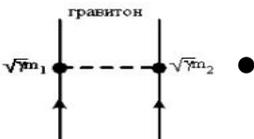
## Раздел 10. Элементарные частицы.

### 10.2. Фундаментальные взаимодействия

#### Задание 63

Укажите квантовую схему, соответствующую гравитационному взаимодействию.

Варианты ответов:

- 1) 
- 2) 
- 3) 

#### Задание 64

В сильном взаимодействии не принимают участие ...

Варианты ответов:

- 1) фотоны ●
- 2) электроны ●
- 3) протоны
- 4) нейтроны

**СПЕЦИФИКАЦИЯ**  
**домашних индивидуальных заданий по дисциплине**  
**«Физика»**  
**для студентов по направлению подготовки**  
**09.03.03 «Прикладная информатика»**

**1. Цель контролирующего мероприятия.**

Мониторинг эффективности усвоения пройденного материала, оценка готовности самостоятельно выявить естественно-научную сущность проблем, и способности привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат

**2. Подходы к отбору содержания.**

Тематика и последовательность практических занятий изложены в Рабочей программе. Кроме того, преподаватель, как правило, в конце каждого занятия называет тему следующего занятия. В зависимости от темы количество домашних индивидуальных задач может варьироваться от 1 до 4. Задачи выбираются студентом по вариантам, номер которого выдается преподавателем на первом занятии. Соответствие задач номеру варианта по каждой теме дана в таблицах ниже.

**3. Система оценивания задач.**

Верное выполнение всех задач темы, своевременная сдача задач, а так же успешная защита оценивается максимум 100 баллов за каждую тему.

**Шкала оценивания умения решать физические задачи**

Баллы	Критерии
100	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Правильно установлено происходящее физическое явление и выбраны соответствующие законы и формулы при решении задачи;</li> <li>– алгоритм решения в общем виде составлен правильно;</li> <li>– соблюдены все рекомендации по оформлению рисунка и решению задачи;</li> <li>– по требованию преподавателя задача объяснена с указанием всех используемых физических явлений, законов, выявлены связи между физическими явлениями и законами, получены размерности всех вычисляемых величин;</li> <li>– задачи сданы своевременно.</li> <li>– <i>Решены все из предложенных задач.</i></li> </ul>
75-99	<ul style="list-style-type: none"> <li>– задачи решены не в общем виде, хотя решение соответствует алгоритму, но не соблюдены все требования по оформлению рисунка и решению задачи;</li> <li>– получены размерности не всех вычисляемых величин;</li> <li>– задачи сданы не своевременно.</li> <li>– <i>Частично отсутствует решение одной из задач.</i></li> </ul>

65-74	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выбрано правильное направление решения, решение задачи доведено до конца, но отсутствует графическое оформление решения, есть неточности в формулах.</li> <li>– не может обосновать выбор метода решения задач, не осознаёт связи теории с практикой.</li> <li>– <i>Правильно и полно решена половина из предложенных задач</i></li> </ul>
0-64	<ul style="list-style-type: none"> <li>– не понимает сути методики решения задач;</li> <li>– допускает грубые ошибки при решении задач, нарушающие логику решения;</li> <li>– отсутствуют формулы и рисунок к решению задачи</li> <li>– <i>Задачи решены частично или решение отсутствует</i></li> </ul>

Количество баллов	0...64	65...74	75...100
Шкала оценивания	не зачтено	зачтено	

#### 4. Процедура выполнения и проверки.

Домашние индивидуальные задания решаются студентами самостоятельно в неаудиторное время и оформляются в отдельной тетради для индивидуальных заданий. Задачи предыдущей темы должны быть выполнены к следующему занятию. При несвоевременном выполнении заданий общий балл понижается.

Проверка правильности выполнения заданий производится преподавателем в аудитории на практических занятиях или во время контроля самостоятельной работы. Во время проверки преподаватель вправе потребовать студента объяснить решение одной из задач с указанием всех используемых физических явлений, законов. В случае отказа студента общий балл понижается. Общий балл сообщается студенту непосредственно после проверки заданий.

#### 5. Методические рекомендации по решению задач.

Для эффективной подготовки к практическому занятию следует, прежде всего, основательно проработать теоретический материал: терминологию, основные законы, формулы. Кроме того, необходимо выполнить индивидуальные задания, данные на предыдущем занятии. Индивидуальные задания требуют понимания материала того занятия, на котором они были даны, или нескольких последовательных предыдущих занятий. Следует стремиться к самостоятельному выполнению индивидуальных заданий. Если задание не получается, полезнее получить консультацию у преподавателя, чем найти решение в Интернете.

**При решении задач** целесообразно придерживаться следующей схемы:

- по условию задачи представьте себе физическое явление, о котором идет речь. Сделайте краткую запись условия, выразив исходные данные в единицах системы СИ;
- сделайте, где это необходимо, чертеж, схему или рисунок, поясняющие описанный в задаче;

- напишите уравнения или систему уравнений, отображающих физический процесс;
- используя чертежи и условие задачи, преобразуйте уравнения так, чтобы в них входили лишь исходные данные и табличные величины;
- решив задачу в общем виде, проверьте ответ по равенству размерностей величин, входящих в расчетную формулу;
- осуществите вычисления и, получив числовой ответ, оцените его реальность.

В процессе выполнения заданий рекомендуется использование дополнительной методической литературы.

**Время проведения:** Курс – 1, семестр – 2

### 1. Кинематика поступательного движения

Вариант	Номера задач		
1	1(1)	2(1)	3(1)
2	1(2)	2(2)	3(2)
3	1(3)	2(3)	3(3)
4	1(4)	2(4)	3(4)
5	1(5)	2(5)	3(5)
6	1(6)	2(6)	3(6)
7	1(7)	2(7)	3(7)
8	1(8)	2(8)	3(8)
9	1(9)	2(9)	3(9)
10	1(10)	2(10)	3(10)
11	1(11)	2(11)	3(11)
12	1(12)	2(12)	3(12)
13	1(13)	2(13)	3(13)
14	1(14)	2(14)	3(14)

### 2. Кинематика вращательного движения

Вариант	Номера задач	
1	1(1)	2(1)
2	1(2)	2(2)
3	1(3)	2(3)
4	1(4)	2(4)
5	1(5)	2(5)
6	1(6)	2(6)
7	1(7)	2(7)
8	1(8)	2(8)
9	1(9)	2(9)
10	1(10)	2(10)
11	1(11)	2(11)
12	1(12)	2(12)

13	1(13)	2(13)
14	1(14)	2(14)

### 3. Динамика поступательного движения

Вариант	Номера задач	
1	1	15
2	2	16
3	3	17
4	4	18
5	5	19
6	6	20
7	7	21
8	8	15
9	9	16
10	10	17
11	11	18
12	12	19
13	13	20
14	14	21

### 4. Динамика вращательного движения

Вариант	Номера задач	
1	1	19
2	2	20
3	3	21
4	4	22
5	5	23
6	6	24
7	7	25
8	8	26
9	9	27
10	10	19
11	11	20
12	12	21
13	13	22
14	14	23

### 5. Законы сохранения в механике

Вариант	Номера задач	
1	1	9
2	2	10
3	3	11

4	4	12
5	5	13
6	6	14
7	7	17
8	8	18
9	1	19
10	2	20
11	3	21
12	4	22
13	5	15
14	6	16

### 6. Преобразования Лоренца

Вариант	Номера задач
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14

### 7. Основное уравнение МКТ. Явления переноса.

Вариант	Номера задач	
1	1	11
2	2	12
3	3	13
4	4	14
5	5	15
6	6	16
7	7	17
8	8	18
9	9	19
10	1	18
11	2	17
12	3	16

13	4	15
14	5	14

**8. I начало термодинамики. Расчет изменения энтропии в равновесных термодинамических процессах.**

Вариант	Номера задач		
1	1	13	23
2	2	14	24
3	3	15	25
4	4	16	26
5	5	17	27
6	6	18	27
7	7	19	26
8	8	20	25
9	9	21	24
10	10	22	23
11	11	16	24
12	12	15	25
13	3	14	26
14	4	13	27

**9. Расчет напряженности электрического поля от одного и нескольких источников**

Вариант	Номера задач
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14

**10. Расчет потенциала электрического поля**

Вариант	Номера задач
---------	--------------

1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	9
12	8
13	7
14	6

### 11. Энергия заряженного проводника, конденсатора, электрического поля

Вариант	Номера задач
1	11
2	20
3	19
4	18
5	17
6	16
7	15
8	14
9	13
10	12
11	11
12	13
13	16
14	15

### 12. Законы постоянного тока

Вариант	Номера задач	
1	1	11
2	2	20
3	3	19
4	4	18
5	5	17
6	6	16
7	7	15
8	8	14
9	9	13

10	10	12
11	9	11
12	8	13
13	7	16
14	6	15

**13. Расчёт индукции магнитного поля. Применение законов Био-Савара-Лапласа и закона полного тока.**

Вариант	Номера задач	
1	1	11
2	2	15
3	3	19
4	4	18
5	5	17
6	6	16
7	7	15
8	8	14
9	9	13
10	10	12
11	9	11
12	8	13
13	7	16
14	6	15

**14. Силы в магнитном поле**

Вариант	Номера задач
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	6
9	5
10	4
11	3
12	2
13	1
14	7

## Индивидуальные задачи по темам

### Курс 1 Семестр 2

#### 1. Кинематика поступательного движения

1. Прямолинейное движение тела вдоль оси  $X$  описывается уравнениями:

1)  $x = A \sin \beta t$ ;  $A = 2 \text{ м}$ ;  $\beta = \pi \text{ с}^{-1}$ ;

2)  $x = A \cos \beta t$ ;  $A = 1 \text{ м}$ ;  $\beta = \frac{\pi}{2} \text{ с}^{-1}$ ;

3)  $x = A + Bt^3$ ;  $A = 2 \text{ м}$ ;  $B = 0,5 \text{ м/с}^3$ ;

4)  $x = A \sin \beta t$ ;  $A = 3 \text{ м}$ ;  $\beta = \frac{\pi}{4} \text{ с}^{-1}$ ;

5)  $x = At + Bt^4$ ;  $A = 2 \text{ м/с}$ ;  $B = -0,2 \text{ м/с}^4$ ;

6)  $x = At^3$ ;  $A = 2 \text{ м/с}^3$ ;

7)  $x = At^2 + Bt^3$ ;  $A = 2 \text{ м/с}^2$ ;  $B = -0,1 \text{ м/с}^3$ ;

8)  $x = At + B \sin \omega t$ ;  $A = 1 \text{ м}$ ;  $B = 2 \text{ м}$ ;  $\omega = \frac{\pi}{2} \text{ с}^{-1}$ ;

9)  $x = A \cos\left(Bt + \frac{\pi}{6}\right)$ ;  $A = 1 \text{ м}$ ;  $B = \frac{\pi}{12} \text{ с}^{-1}$ ;

10)  $x = At^2 + Bt^4$ ;  $A = 2 \text{ м/с}^2$ ;  $B = 0,25 \text{ м/с}^4$ ;

11)  $x = A \sin\left(Bt + \frac{\pi}{3}\right)$ ;  $A = 1 \text{ м}$ ;  $B = \frac{\pi}{24} \text{ с}^{-1}$ ;

12)  $x = At + Bt^3$ ;  $A = 3 \text{ м/с}$ ;  $B = 0,6 \text{ м/с}^3$ ;

13)  $x = A + Bt^2$ ;  $A = 4 \text{ м}$ ;  $B = -0,25 \text{ м/с}^2$ ;

14)  $x = At^2 + Bt^5$ ;  $A = -4 \text{ м/с}^2$ ;  $B = 0,02 \text{ м/с}^5$ .

Для момента времени  $t = 4 \text{ с}$  определить координату, мгновенную скорость и мгновенное ускорение тела. Найти среднюю скорость и среднее ускорение за первые четыре секунды движения.

2. Заданы начальная координата точки  $x_0$ , ее начальная скорость  $v_{x0}$  и переменное ускорение  $a_x = a_x(t)$ . Совпадают ли путь и модуль перемещения для момента времени  $t = 2 \text{ с}$ ? Совпадают ли направления векторов скорости и перемещения в этот момент времени? Записать уравнение движения точки и определить координату  $X$  точки через первые 2 с движения.

1)  $x_0 = 2 \text{ м}$ ;  $v_{x0} = 5 \text{ м/с}$ ;  $a_x = At$ ;  $A = -2 \text{ м/с}^3$ ;

2)  $x_0 = 1 \text{ м}$ ;  $v_{x0} = 3 \text{ м/с}$ ;  $a_x = At + B$ ;  $A = 1 \text{ м/с}^3$ ;  $B = 5 \text{ м/с}^2$ ;

- 3)  $x_0 = 3 \text{ м}; v_{x0} = -2 \text{ м/с}; a_x = A + Bt^2; A = -8 \text{ м/с}^2; B = 2 \text{ м/с}^4;$   
 4)  $x_0 = 2 \text{ м}; v_{x0} = -1 \text{ м/с}; a_x = At^2; A = 0,5 \text{ м/с}^4;$   
 5)  $x_0 = 4 \text{ м}; v_{x0} = 5 \text{ м/с}; a_x = At + Bt^2; A = 5 \text{ м/с}^3; B = -6 \text{ м/с}^4;$   
 6)  $x_0 = 3 \text{ м}; v_{x0} = 2 \text{ м/с}; a_x = At^3; A = -0,6 \text{ м/с}^5;$   
 7)  $x_0 = 1 \text{ м}; v_{x0} = 1 \text{ м/с}; a_x = A + Bt; A = -8 \text{ м/с}^2; B = -5 \text{ м/с}^3;$   
 8)  $x_0 = 5 \text{ м}; v_{x0} = -3 \text{ м/с}; a_x = At; A = -2 \text{ м/с}^2;$   
 9)  $x_0 = 6 \text{ м}; v_{x0} = -2 \text{ м/с}; a_x = A + Bt^2; A = 2 \text{ м/с}; B = -0,6 \text{ м/с}^3;$   
 10)  $x_0 = 1 \text{ м}; v_{x0} = 6 \text{ м/с}; a_x = At^2 + Bt^3; A = 3 \text{ м/с}^4; B = 2 \text{ м/с}^5;$   
 11)  $x_0 = 0; v_{x0} = 0; a_x = At + Bt^2; A = 3 \text{ м/с}^3; B = -6 \text{ м/с}^4;$   
 12)  $x_0 = -5 \text{ м}; v_{x0} = 2 \text{ м/с}; a_x = A + Bt; A = 2 \text{ м/с}^2; B = -4 \text{ м/с}^3;$   
 13)  $x_0 = -2 \text{ м}; v_{x0} = 10 \text{ м/с}; a_x = At; A = 4 \text{ м/с}^3;$   
 14)  $x_0 = -3 \text{ м}; v_{x0} = -5 \text{ м/с}; a_x = Bt^2; B = 0,6 \text{ м/с}^3.$

3. Записать кинематические уравнения движения тела и уравнение траектории для каждого из случаев, представленных на рис. 1–14. На каждой позиции рисунков изображены координатные оси, указаны начальное положение (*точка А*) тела, его начальная скорость  $\vec{v}_0$  и ускорение свободного падения  $\vec{g}$ . Найти нормальное и тангенциальное ускорение тела в начальный момент времени и через 1 с после начала движения для каждого из случаев, представленных на рис. 1–14.

Начальные условия:  $g = 10 \text{ м/с}^2;$

рис. 3.1.  $v_0 = 10 \text{ м/с};$

рис. 3.2.  $v_0 = 5 \text{ м/с}; \alpha = 30^\circ;$

рис. 3.3.  $v_0 = 20 \text{ м/с}; \alpha = 45^\circ;$

рис. 3.4.  $v_0 = 10 \text{ м/с}; \alpha = 60^\circ;$

рис. 3.5.  $v_0 = 15 \text{ м/с};$

рис. 3.6.  $v_0 = 20 \text{ м/с}; \alpha = 30^\circ;$

рис. 3.7.  $v_0 = 5 \text{ м/с}; \alpha = 45^\circ;$

рис. 3.8.  $v_0 = 10 \text{ м/с}; \alpha = 45^\circ;$

рис. 3.9.  $v_0 = 8 \text{ м/с}; \alpha = 30^\circ;$

рис. 3.10.  $v_0 = 5 \text{ м/с};$

рис. 3.11.  $v_0 = 12 \text{ м/с}; \alpha = 30^\circ;$

рис. 3.12.  $v_0 = 10 \text{ м/с}$ ;  $\alpha = 45^\circ$ ;

рис. 3.13.  $v_0 = 10 \text{ м/с}$ ;  $\alpha = 30^\circ$ ;

рис. 3.14.  $v_0 = 10 \text{ м/с}$ ;  $\alpha = 30^\circ$ ;  $\beta = 15^\circ$ .

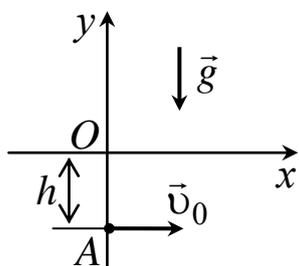


Рис. 1

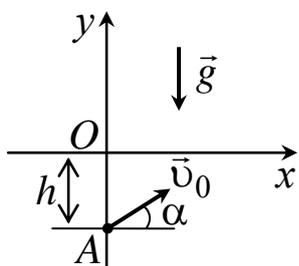


Рис. 2

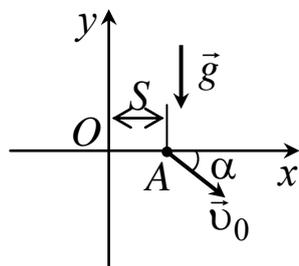


Рис. 3

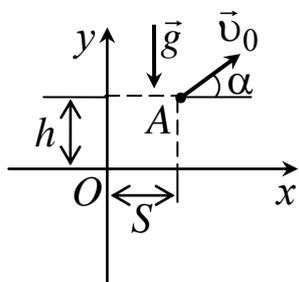


Рис. 4

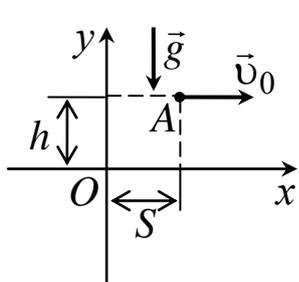


Рис. 5

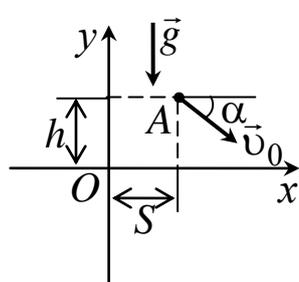


Рис. 6

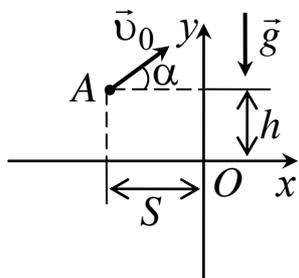


Рис. 7

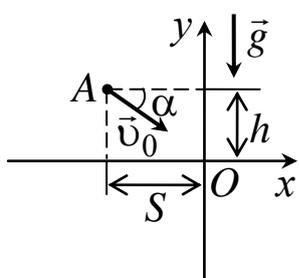


Рис. 8

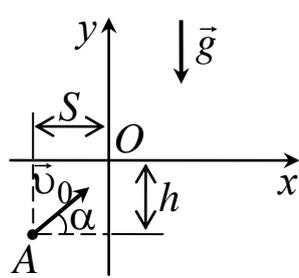


Рис. 9

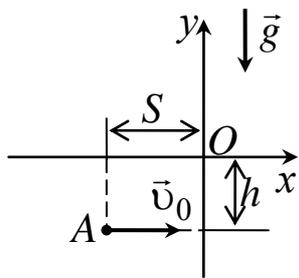


Рис. 10

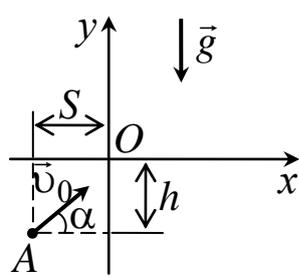


Рис. 11

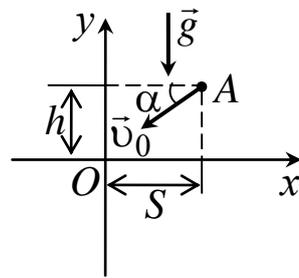


Рис. 12

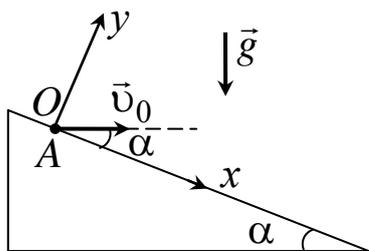


Рис. 13

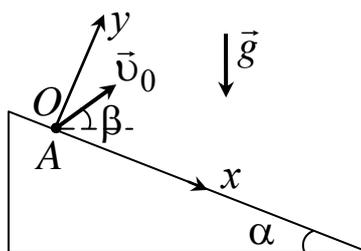


Рис. 14

## 2. Кинематика вращательного движения

1. Колесо радиуса 0,5 м вращается вокруг оси так, что зависимость угла поворота от времени имеет вид:

- |                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1) $\varphi = 5t^3$ ;            | 2) $\varphi = 2t + 3t^2$ ;        |
| 3) $\varphi = 5 + 7t^2$ ;        | 4) $\varphi = 2 + 5t^3$ ;         |
| 5) $\varphi = 5t^2 + 0,2t^3$ ;   | 6) $\varphi = 6t + 2t^3$ ;        |
| 7) $\varphi = 2t^2 + 0,5t^4$ ;   | 8) $\varphi = 5 - 3t + 4t^2$ ;    |
| 9) $\varphi = 3 + 2t - 0,5t^2$ ; | 10) $\varphi = 2 + 2t - 0,2t^3$ ; |
| 11) $\varphi = 3 - 2t^3$ ;       | 12) $\varphi = 5t - 0,5t^4$ ;     |
| 13) $\varphi = 2t^2 - 0,5t^4$ ;  | 14) $\varphi = 3t - 2t^3$ .       |

Определить угловую скорость, угловое ускорение, линейную скорость, нормальное, тангенциальное и полное ускорения точки, лежащей на ободе колеса, через 2 с после начала движения. Какова размерность коэффициентов в каждом случае?

2. Колесо, вращаясь с постоянным угловым ускорением, изменило частоту вращения от  $n_1$  до  $n_2$ , совершив  $N$  оборотов. Определить ускорение колеса. За какое время частота вращения изменилась от  $n_1$  до  $n_2$  и от  $n_2$  до  $n_3$ , если угловое ускорение колеса останется неизменным?

- 1)  $n_1 = 2$  об/с;  $n_2 = 6$  об/с;  $n_3 = 10$  об/с;  $N = 50$ .
- 2)  $n_1 = 4$  об/с;  $n_2 = 5$  об/с;  $n_3 = 8$  об/с;  $N = 10$ .
- 3)  $n_1 = 5$  об/с;  $n_2 = 8$  об/с;  $n_3 = 11$  об/с;  $N = 50$ .
- 4)  $n_1 = 4$  об/с;  $n_2 = 2$  об/с;  $n_3 = 1$  об/с;  $N = 10$ .
- 5)  $n_1 = 0$ ;  $n_2 = 2$  об/с;  $n_3 = 4$  об/с;  $N = 10$ .
- 6)  $n_1 = 3$  об/с;  $n_2 = 6$  об/с;  $n_3 = 10$  об/с;  $N = 100$ .
- 7)  $n_1 = 240$  об/мин;  $n_2 = 90$  об/мин;  $n_3 = 0$ ;  $N = 20$ .
- 8)  $n_1 = 60$  об/мин;  $n_2 = 120$  об/мин;  $n_3 = 240$  об/мин;  $N = 40$ .
- 9)  $n_1 = 5$  об/с;  $n_2 = 4$  об/с;  $n_3 = 0$ ;  $N = 10$ .

- 10)  $n_1 = 7$  об/с ;  $n_2 = 14$  об/с ;  $n_3 = 30$  об/с ;  $N = 100$ .  
 11)  $n_1 = 4$  об/с ;  $n_2 = 10$  об/с ;  $n_3 = 22$  об/с ;  $N = 50$ .  
 12)  $n_1 = 1$  об/с ;  $n_2 = 5$  об/с ;  $n_3 = 20$  об/с ;  $N = 20$ .  
 13)  $n_1 = 2$  об/с ;  $n_2 = 4$  об/с ;  $n_3 = 10$  об/с ;  $N = 40$ .  
 14)  $n_1 = 3$  об/с ;  $n_2 = 6$  об/с ;  $n_3 = 12$  об/с ;  $N = 30$ .

### 3. Динамика поступательного движения

1. На гладком столе лежит брусок массой  $m = 4$  кг. К бруску привязан шнур, ко второму концу которого приложена сила  $F = 10$  Н, направленная параллельно поверхности стола. Найти ускорение  $a$  бруска.

2. На столе стоит тележка массой  $m_1 = 4$  кг. К тележке привязан один конец шнура, перекинутого через блок. С каким ускорением  $a$  будет двигаться тележка, если к другому концу шнура привязать гирию массой  $m_2 = 1$  кг?

3. К пружинным весам подвешен блок. Через блок перекинут шнур, к концам которого привязали грузы массами  $m_1 = 1,5$  кг и  $m_2 = 3$  кг. Каково будет показание весов во время движения грузов? Массой блока и шнура пренебречь.

4. Два бруска массами  $m_1 = 1$  кг и  $m_2 = 4$  кг, соединенные шнуром, лежат на столе. С каким ускорением  $a$  будут двигаться бруски, если к одному из них приложить силу  $F = 10$  Н, направленную горизонтально? Какова будет сила натяжения  $T$  шнур; соединяющего бруски, если силу 10 Н приложить к первому бруску? ко второму бруску? Трением пренебречь.

5. На гладком столе лежит брусок массой  $m = 4$  кг. К бруску привязаны два шнура, перекинутые через неподвижные блоки, прикрепленные к противоположным краям стола. К концам шнуров подвешены гири, массы которых  $m_1 = 1$  кг и  $m_2 = 2$  кг. Найти ускорение  $a$ , с которым движется брусок, и силу натяжения  $T$  каждого из шнуров. Массой блоков и трением пренебречь.

6. Наклонная плоскость, образующая угол  $\alpha = 25^\circ$  с плоскостью горизонта, имеет длину  $l = 2$  м. Тело, двигаясь равноускорено, соскользнуло с этой плоскости за время  $t = 2$  с. Определить коэффициент трения  $f$  тела о плоскость.

7. Материальная точка массой  $m = 2$  кг движется под действием некоторой силы  $F$  согласно уравнению  $x = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$  где  $C = 1$  м/с<sup>2</sup>,  $D = -0,2$  м/с<sup>3</sup>. Найти значения этой силы в моменты времени  $t_1 = 2$  с и  $t_2 = 5$  с. В какой момент времени сила равна нулю?

8. Молот массой  $m = 1$  т падает с высоты  $h = 2$  м на наковальню. Длительность удара  $t = 0,01$  с. Определить среднее значение силы  $\langle F \rangle$  удара.

9. Шайба, пущенная по поверхности льда с начальной скоростью  $20$  м/с, остановилась через  $t = 40$  с. Найти коэффициент трения шайбы о лед.

10. Материальная точка массой  $m = 1$  кг, двигаясь равномерно, описывает четверть окружности радиусом  $r = 1,2$  м в течение времени  $t = 2$  с. Найти изменение  $\Delta p$  импульса точки.

11. К нити подвешен груз массой  $m=500\text{г}$ . Определить силу натяжения нити если нить с грузом 1) поднимается с ускорением  $2\text{ м/с}^2$  2) опускается с ускорением  $2\text{ м/с}^2$

12. Шарик массой  $m = 100\text{ г}$  упал с высоты  $h = 2,5\text{ м}$  на горизонтальную плиту, масса которой много больше массы шарика, и отскочил от нее вверх. Считая удар абсолютно упругим, определить импульс  $p$ , полученный плитой.

13. Шарик массой  $m = 300\text{ г}$  ударился о стену и отскочил от нее. Определить импульс  $p_1$ , полученный стеной, если в последний момент перед ударом шарик имел скорость  $V_0 = 10\text{ м/с}$ , направленную под углом  $\alpha = 30^\circ$  к поверхности стены. Удар считать абсолютно упругим.

14. Тело массой  $m$  движется так, что зависимость пройденного пути от времени описывается уравнением  $S=A\cos(\omega t)$ , где  $A$  и  $\omega$  постоянные величины. Запишите закон изменения силы от времени.

15. Под действием постоянной силы  $F$  вагонетка прошла путь  $s = 5\text{ м}$  и приобрела скорость  $v = 2\text{ м/с}$ . Определить работу  $A$  силы, если масса вагонетки равна  $400\text{ кг}$  и коэффициент трения  $f=0,01$ .

16. Вычислить работу  $A$ , совершаемую при равноускоренном подъеме груза массой  $m = 100\text{ кг}$  на высоту  $h = 4\text{ м}$  за время  $t = 2\text{ с}$ .

17. Найти работу  $A$  подъема груза по наклонной плоскости длиной  $L = 2\text{ м}$ , если масса  $m$  груза равна  $100\text{ кг}$ , угол наклона  $\alpha=30^\circ$ , коэффициент трения  $f = 0,1$  и груз движется с ускорением  $a = 1\text{ м/с}^2$ .

18. Под действием постоянной силы  $F= 400\text{ Н}$ , направленной вертикально вверх, груз массой  $m=20\text{ кг}$  был- поднят на высоту  $h = 15\text{ м}$ . Какой потенциальной энергией  $\Pi$  будет обладать поднятый груз? Какую работу  $A$  совершит сила  $F$ ?

19. Тело массой  $m = 1\text{ кг}$ , брошенное с вышки в горизонтальном направлении со скоростью  $V_0 = 20\text{ м/с}$ , через  $t = 3\text{ с}$  упало на землю. Определить кинетическую энергию  $T$ , которую имело тело в момент удара о землю. Сопротивлением воздуха пренебречь.

20. Камень брошен вверх под углом  $\alpha = 60^\circ$  к плоскости горизонта. Кинетическая энергия  $T_0$  камня в начальный момент времени равна  $20\text{ Дж}$ . Определить кинетическую  $T$  и потенциальную  $\Pi$  энергии камня в высшей точке его траектории. Сопротивлением воздуха пренебречь.

21. Материальная точка массой  $m = 2\text{ кг}$  двигалась под действием некоторой силы, направленной вдоль оси  $Ox$  согласно уравнению  $x = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ , где  $A = 10\text{ м}$ ;  $B = -2\text{ м/с}$ ;  $C = 1\text{ м/с}^2$ ,  $D = -0,2\text{ м/с}^3$ . Найти мощность  $N$ , затрачиваемую на движение точки, в моменты времени  $t = 2\text{ с}$  и  $t_2 = 5\text{ с}$ .

#### **4. Динамика вращательного движения**

##### **Момент инерции**

1. Выведите формулу для момента инерции тонкого кольца радиусом  $R$  и массой  $m$  относительно оси симметрии.

2. Выведите формулу для момента инерции тонкого стержня массой  $m$  и длиной  $l$  относительно оси проходящей через центр масс перпендикулярно его длине.

3. Выведите формулу для момента инерции сплошного шара радиусом  $R$  и массой  $m$  относительно оси проходящей через центр масс шара.

4. Выведите формулу для момента инерции цилиндрической муфты относительно оси, совпадающей с ее осью симметрии. Масса муфты равна  $m$ , внутренний радиус  $r$ , внешний  $R$ .

5. Определить момент инерции  $J$  материальной точки массой  $m = 0,3$  кг относительно оси, отстоящей от точки на  $r = 20$  см.

6. Два маленьких шарика массой  $m = 10$  г каждый скреплены тонким невесомым стержнем длиной  $l = 20$  см. Определить момент инерции  $J$  системы относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через центр масс.

7. Два шара массами  $m$  и  $2m$  ( $m = 10$  г) закреплены на тонком невесомом стержне длиной  $l = 40$  см так, как это указано на рис. 3.7, а, б. Определить моменты инерции  $J$  системы относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его конец в этих двух случаях. Размерами шаров пренебречь.

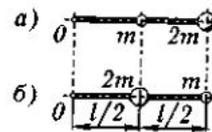


Рис. 3.7

8. Три маленьких шарика массой  $m = 10$  г каждый расположены в вершинах равностороннего треугольника со стороной  $a = 20$  см и скреплены между собой. Определить момент инерции  $J$  системы относительно оси: 1) перпендикулярной плоскости треугольника и проходящей через центр описанной окружности; 2) лежащей в плоскости треугольника и проходящей через центр описанной окружности и одну из вершин треугольника. Массой стержней, соединяющих шары, пренебречь.

9. Определить момент инерции  $J$  тонкого однородного стержня длиной  $l = 30$  см и массой  $m = 100$  г относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его конец.

10. Определить момент инерции  $J$  тонкого однородного стержня длиной  $l = 30$  см и массой  $m = 100$  г относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его середину.

11. Определить момент инерции  $J$  тонкого однородного стержня длиной  $l = 30$  см и массой  $m = 100$  г относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через точку, отстоящую от конца стержня на  $1/3$  его длины.

12. Определить момент инерции  $J$  тонкого однородного стержня длиной  $l = 60$  см и массой  $m = 100$  г относительно оси, перпендикулярной ему и проходящей через точку стержня, удаленную на  $a = 20$  см от одного из его концов.

13. На концах тонкого однородного стержня длиной  $l$  и массой  $3m$  прикреплены маленькие шарики массами  $m$  и  $2m$ . Определить момент инерции  $J$  такой системы относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через точку  $O$ , лежащую на оси стержня. Вычисления выполнить для случая  $a$  изображенного на рис. 3.11. При расчетах принять  $l = 1$  м,  $m = 0,1$  кг.

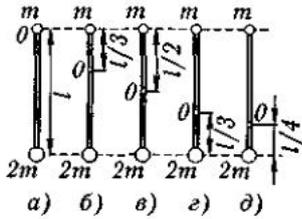


Рис 3.11

14. На концах тонкого однородного стержня длиной  $l$  и массой  $3m$  прикреплены маленькие шарики массами  $m$  и  $2m$ . Определить момент инерции  $J$  такой системы относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через точку  $O$ , лежащую на оси стержня. Вычисления выполнить для случая б, изображенного на рис. 3.11. При расчетах принять  $l = 1$  м,  $m = 0,1$  кг.

15. На концах тонкого однородного стержня длиной  $l$  и массой  $3m$  прикреплены маленькие шарики массами  $m$  и  $2m$ . Определить момент инерции  $J$  такой системы относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через точку  $O$ , лежащую на оси стержня. Вычисления выполнить для случая в, изображенного на рис. 3.11. При расчетах принять  $l = 1$  м,  $m = 0,1$  кг.

16. На концах тонкого однородного стержня длиной  $l$  и массой  $3m$  прикреплены маленькие шарики массами  $m$  и  $2m$ . Определить момент инерции  $J$  такой системы относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через точку  $O$ , лежащую на оси стержня. Вычисления выполнить для случая г, изображенного на рис. 3.11. При расчетах принять  $l = 1$  м,  $m = 0,1$  кг.

17. На концах тонкого однородного стержня длиной  $l$  и массой  $3m$  прикреплены маленькие шарики массами  $m$  и  $2m$ . Определить момент инерции  $J$  такой системы относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через точку  $O$ , лежащую на оси стержня. Вычисления выполнить для случая д, изображенного на рис. 3.11. При расчетах принять  $l = 1$  м,  $m = 0,1$  кг.

18. Диаметр диска  $d = 20$  см, масса  $m = 800$  г. Определить момент инерции  $J$  диска относительно оси, проходящей через середину одного из радиусов перпендикулярно плоскости диска

19. Тонкий однородный стержень длиной  $l = 50$  см и массой  $m = 400$  г вращается с угловым ускорением  $\varepsilon = 3$  рад/с<sup>2</sup> около оси, проходящей перпендикулярно стержню через его середину. Определить вращающий момент  $M$ .

20. На горизонтальную ось насажены маховик и легкий шкив радиусом  $R = 5$  см. На шкив намотан шнур, к которому привязан груз массой  $m = 0,4$  кг. Опускаясь равноускоренно, груз прошел путь  $s = 1,8$  м за время  $t = 3$  с. Определить момент инерции  $J$  маховика. Массу шкива считать пренебрежимо малой.

21. Через блок, имеющий форму диска, перекинут шнур. К концам шнура привязали грузики массой  $m_1 = 100$  г и  $m_2 = 110$  г. С каким ускорением  $a$  будут двигаться грузики, если масса  $m$  блока равна 400 г? Трение при вращении блока ничтожно мало.

22. Два тела массами  $m_1 = 0,25$  кг и  $m_2 = 0,15$  кг связаны тонкой нитью, переброшенной через блок (рис. 3.15). Блок укреплен на краю горизонтального стола, по поверхности которого скользит тело массой  $m_1$ . С каким ускорением  $a$  движутся тела и каковы силы  $T_1$  и  $T_2$  натяжения нити по обе стороны от блока? Коэффициент трения  $f$  тела о поверхность стола равен 0,2. Масса  $m$  блока равна 0,1 кг и ее можно считать равномерно распределенной по ободу. Массой нити и трением в подшипниках оси блока пренебречь.

23. Через неподвижный блок массой  $m = 0,2$  кг перекинут шнур, к концам которого подвесили грузы массами  $m_1 = 0,3$  кг и  $m_2 = 0,5$  кг. Определить силы натяжения  $T_1$  и  $T_2$  шнура по обе стороны блока во время движения грузов, если масса блока равномерно распределена по ободу.

23. Шар массой  $m = 10$  кг и радиусом  $R = 20$  см вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Уравнение вращения шара имеет вид  $(\varphi = A + Bt^2 + Ct^3)$ , где  $B = 4$  рад/с<sup>2</sup>,  $C = -1$  рад/с<sup>3</sup>. Найти закон изменения момента сил, действующих на шар. Определить момент сил  $M$  в момент времени  $t = 2$  с.

24. На краю горизонтальной платформы, имеющей форму диска радиусом  $R = 2$  м, стоит человек массой  $m_1 = 80$  кг. Масса  $m_2$  платформы равна 240 кг. Платформа может вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через ее центр. Пренебрегая трением, найти, с какой угловой скоростью  $\omega$  будет вращаться платформа, если человек будет идти вдоль ее края со скоростью  $v = 2$  м/с относительно платформы.

25. Платформа в виде диска радиусом  $R = 1$  м вращается по инерции с частотой  $\omega = 6$  мин<sup>-1</sup>. На краю платформы стоит человек, масса  $m$  которого равна 80 кг. С какой частотой  $n$  будет вращаться платформа, если человек перейдет в ее центр? Момент инерции  $J$  платформы равен 120 кг·м<sup>2</sup>. Момент инерции человека рассчитывать, как для материальной точки.

26. В центре скамьи Жуковского стоит человек и держит в руках стержень длиной  $l = 2,4$  м и массой  $m = 8$  кг, расположенный вертикально по оси вращения скамейки. Скамья с человеком вращается с частотой  $n_1 = 1$  с<sup>-1</sup>. С какой частотой  $n_2$  будет вращаться скамья с человеком, если он повернет стержень в горизонтальное положение? Суммарный момент инерции  $J$  человека и скамьи равен 6 кг·м<sup>2</sup>.

27. Маховик в виде диска массой  $m = 80$  кг и радиусом  $R = 30$  см находится в состоянии покоя. Какую работу  $A_1$  нужно совершить, чтобы сообщить маховику частоту  $n = 10$  с<sup>-1</sup>? Какую работу  $A_2$  пришлось бы совершить, если бы при той же массе диск имел меньшую толщину, но вдвое больший радиус?

## 5. Законы сохранения в механике

1. Шар массой  $m_1 = 10$  кг, движущийся со скоростью 4 м/с, сталкивается с шаром массой  $m_2 = 4$  кг, скорость которого равна 12 м/с. Считая удар прямым, неупругим, найти скорость и шаров после удара в двух случаях: 1) малый шар нагоняет большой шар, движущийся в том же направлении; 2) шары движутся навстречу друг другу.

2. В лодке массой  $m_1 = 240$  кг стоит человек массой  $m_2 = 60$  кг. Лодка плывет со скоростью  $V_1 = 2$  м/с. Человек прыгает с лодки в

горизонтальном направлении со скоростью  $v = 4$  м/с (относительно лодки). Найти скорость  $u$  движения лодки после прыжка человека в двух случаях: 1) человек прыгает вперед по движению лодки и 2) в сторону, противоположную движению лодки.

3. На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием  $M = 15$  т. Орудие стреляет вверх под углом  $60^\circ$  к горизонту в направлении пути. С какой скоростью покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда  $m = 20$  кг и он вылетает со скоростью  $600$  м/с?

4. Снаряд массой  $m = 10$  кг обладал скоростью  $v = 200$  м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой  $m_1 = 3$  кг получила скорость  $u_1 = 400$  м/с в прежнем направлении. Найти скорость  $u_2$  второй, большей части после разрыва.

5. Снаряд массой  $m = 5$  кг, вылетевший из орудия, в верхней точке траектории имеет скорость  $300$  м/с. В этой точке он разорвался на два осколка, причем большой осколок массой  $m = 3$  кг полетел в обратном направлении со скоростью  $100$  м/с. Определить скорость второго, меньшего осколка.

6. Платформа с песком массой  $M = 2$  т стоит на рельсах на горизонтальном участке пути. В песок попадает снаряд массой  $m = 8$  кг и застревает в нем. Пренебрегая трением, определить с какой скоростью будет двигаться платформа, если в момент попадания скорость снаряда  $450$  м/с, а ее направление – сверху вниз под углом  $30^\circ$  к горизонту.

7. Ракета массой  $m = 1$  т, запущенная с поверхности Земли вертикально вверх, поднимается с ускорением  $a = 2g$ . Скорость струи газов, вырывающихся из сопла, равна  $1200$  м/с. Найти расход  $Q_m$  горючего.

8. Космический корабль имеет массу  $m = 3,5$  т. При маневрировании из его двигателей вырывается струя газов со скоростью  $800$  м/с; расход горючего  $Q_m = 0,2$  кг/с. Найти реактивную силу  $R$  двигателей и ускорение  $a$ , которое она сообщает кораблю.

9. Ядро атома распадается на два осколка массами  $m_1 = 1,6 \cdot 10^{-25}$  кг и  $m_2 = 2,4 \cdot 10^{-25}$  кг. Определить кинетическую энергию  $T_2$  второго осколка, если энергия  $T_1$  первого осколка равна  $18$  нДж.

10. Пуля массой  $m = 10$  г, летевшая со скоростью  $600$  м/с, попала в баллистический маятник (рис. 2.9) массой  $M$  кг и застряла в нем. На какую высоту  $h$ , откатнувшись после поднялся маятник?

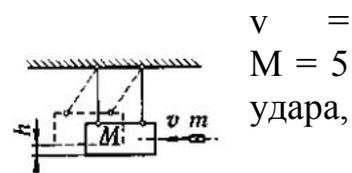


Рис. 2.9

11. В баллистический маятник массой  $M = 5$  кг попала пуля массой  $m = 10$  г и застряла в нем. Найти скорость  $v$  пули, если маятник, отклонившись после удара, поднялся на высоту  $h = 10$  см.

12. Два груза массами  $m_1 = 10$  кг и  $m_2 = 15$  кг подвешены на нитях длиной  $L = 2$  м так, что грузы соприкасаются между собой. Меньший груз был отклонен на угол  $\varphi = 60^\circ$  и выпущен. Определить высоту  $h$ , на которую поднимутся оба груза после удара. Удар грузов считать неупругим.

13. Два неупругих шара массами  $m_1 = 2$  кг и  $m_2 = 3$  кг движутся со скоростями соответственно  $v_1 = 8$  м/с и  $v_2 = 4$  м/с. Определить увеличение  $\Delta U$  внутренней энергии шаров при их столкновении в двух случаях: 1) меньший шар нагоняет больший; 2) шары движутся навстречу друг другу.

14. Шар массой  $m_1$ , летящий со скоростью  $v_1 = 5$  м/с, ударяет неподвижный шар массой  $m_2$ . Удар прямой, неупругий. Определить скорость  $u$  шаров после удара, а также долю  $w$  кинетической энергии летящего шара, израсходованной на увеличение внутренней энергии этих шаров. Рассмотреть два случая: 1)  $m_1 = 2$  кг,  $m_2 = 8$  кг, 2)  $m_1 = 8$  кг,  $m_2 = 2$  кг.

15. Шар массой  $m_1 = 2$  кг налетает на покоящийся шар массой  $m_2 = 8$  кг. Импульс  $p_1$  движущегося шара равен  $10$  кг  $\cdot$  м/с. Удар шаров прямой, упругий. Определить непосредственно после удара: 1) импульсы  $p_1$  первого шара и  $p_2$  второго шара; 2) изменение  $\Delta p_1$  импульса первого шара; 3) кинетические энергии  $T_1$  первого шара и  $T_2$  второго шара; 4) изменение  $\Delta T_1$  кинетической энергии первого шара; 5) долю  $w$  кинетической энергии, переданной первым шаром второму.

16. Шар массой  $m_1 = 6$  кг налетает на другой, покоящийся шар массой  $m_2 = 4$  кг. Импульс  $p_1$  первого шара равен  $5$  кг  $\cdot$  м/с. Удар шаров прямой, неупругий. Определить непосредственно после удара: 1) импульсы  $p_1$  первого шара и  $p_2$  второго шара; 2) изменение  $\Delta p_1$  импульса первого шара; 3) кинетические энергии  $T_1$  первого шара и  $T_2$  второго шара; 4) изменение  $\Delta T_1$  кинетической энергии первого шара; 5) долю  $w_1$  кинетической энергии, переданной первым шаром второму и долю  $w_2$  кинетической энергии, оставшейся у первого шара; 6) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии шаров; 7) долю  $w$  кинетической энергии первого шара, перешедшей во внутреннюю энергию шаров.

17. Молот массой  $m_1 = 5$  кг ударяет небольшой кусок железа, лежащий на наковальне. Масса  $m_2$  наковальни равна  $100$  кг. Массой куска железа пренебречь. Удар неупругий. Определить к.п.д. удара молота при данных условиях.

18. Боек свайного молота массой  $m_1 = 500$  кг падает с некоторой высоты на сваю массой  $m_2 = 100$  кг. Найти к.п.д. удара бойка, считая удар неупругим. Изменением потенциальной энергии сваи при углублении ее пренебречь.

19. Молотком, масса которого  $m_1 = 1$  кг, забивают в стену гвоздь массой  $m_2 = 75$  г. Определить к.п.д. удара молотка при данных условиях.

20. Шар массой  $m_1 = 200$  г, движущийся со скоростью  $V_1 = 10$  м/с, ударяет неподвижный шар массой  $m_2 = 800$  г. Удар прямой, абсолютно упругий. Каковы будут скорости  $m_1$  и  $m_2$  шаров после удара?

21. Шар массой  $m = 1,8$  кг сталкивается с покоящимся шаром большей массы  $M$ . В результате прямого упругого удара шар потерял  $w = 0,36$  своей кинетической энергии  $T_1$ . Определить массу большего шара.

22. Из двух соударяющихся абсолютно упругих шаров больший шар покоится. В результате прямого удара меньший шар потерял  $w = 3/4$  своей кинетической энергии  $T_1$ . Определить отношение  $k = M/m$  масс шаров.

## 6. Преобразования Лоренца

1. Фотонная ракета движется относительно Земли со скоростью  $V_0$  сколько раз замедлится ход времени в ракете с точки зрения земного наблюдателя?

2. В лабораторной системе отсчета (К-система)  $\pi$ -мезон с момента рождения до момента распада пролетел расстояние  $L=75$  м. Скорость  $v$   $\pi$ -мезона равна  $0,995c$ . Определить собственное время жизни  $\tau_0$  мезона.

3. Собственное время жизни  $\tau_0$  мю-мезона равно 2 мкс. От точки рождения до точки распада в лабораторной системе отсчета мю-мезон пролетел расстояние  $L = 6$  км. С какой скоростью  $v$  (в долях скорости света) двигался мезон?

4. Какую ускоряющую разность потенциалов  $\Delta\phi$  должен пройти протон, чтобы его продольные размеры  $l$  стали меньше в два раза?

5. Две релятивистские частицы движутся в лабораторной системе отсчета со скоростями  $v_1=0,6c$  и  $v_2=0,9c$  вдоль одной прямой. Определить их относительную скорость  $U_{21}$  в двух случаях: 1) частицы движутся в одном направлении; 2) частицы движутся в противоположных направлениях.

6. Два ускорителя выбрасывают навстречу друг другу частицы со скоростями  $v=0,9c$ . Определить относительную скорость  $U_{21}$  сближения частиц в системе отсчета, движущейся вместе с одной из частиц.

7. Ион, вылетел из ускорителя, испустил фотон в направлении своего движения. Определить скорость фотона относительно ускорителя, если скорость иона относительно ускорителя равна  $0,8c$ .

8. Определить импульс  $p$ , полную  $W$  и кинетическую  $W_k$  энергию нейтрона, движущегося со скоростью  $v = 0,6c$ .

9. Какую работу необходимо совершить, чтобы увеличить скорость частицы массой  $m_0$  от  $v_1 = 0,6c$  до  $v_2 = 0,8c$ ? Сравнить полученный результат со значением, вычисленным по классической формуле.

10. Масса  $m$  движущегося электрона вдвое больше его массы покоя  $m_0$ . Найти кинетическую энергию  $W_k$  и импульс  $p$  электрона.

11. Найти скорость мезона, если его полная энергия  $W$  в 10 раз больше энергии покоя  $W_0$ .

12. Какую долю  $\beta$  скорости света должна составлять скорость частицы, чтобы её кинетическая энергия  $W_k$  была равна её энергии покоя  $W_0$ ?

13. Синхрофазотрон даёт пучок протонов с кинетической энергией  $W_k = 10$  ГэВ. Какую долю  $\beta$  скорости света в вакууме составляет скорость  $v$  протонов в этом пучке?

14. Циклотрон даёт пучок электронов с кинетической энергией  $W_k = 0,67$  МэВ. Какова скорость  $v$  электронов в этом пучке?

15. Какую ускоряющую разность потенциалов  $\Delta\phi$  должен пройти электрон, чтобы его скорость составила 95 % скорости света в вакууме?

## 7. Основное уравнение МКТ. Явления переноса.

1. Определить концентрацию  $n$  молекул идеального газа при температуре  $T = 300$  К и давлении  $p = 1$  мПа.

2. Определить давление  $p$  идеального газа при двух значениях температуры газа: 1)  $T = 3$  К; 2)  $T = 1$  кК. Принять концентрацию  $n$  молекул газа равной  $10^{19}$  см<sup>-3</sup>.

3. Сколько молекул газа содержится в баллоне вместимостью  $V = 30$  л при температуре  $T = 300$  К и давлении  $p = 5$  МПа?

4. Определить количество вещества  $\nu$  и концентрацию  $n$  молекул газа, содержащегося в колбе вместимостью  $V = 240$  см<sup>3</sup> при температуре  $T = 290$  К и давлении  $p = 50$  кПа.

5. В колбе вместимостью  $V = 100$  см<sup>3</sup> содержится некоторый газ при температуре  $T = 300$  К. На сколько понизится давление  $p$  газа в колбе, если вследствие утечки из колбы выйдет  $N = 1020$  молекул?

6. В колбе вместимостью  $V = 240$  см<sup>3</sup> находится газ при температуре  $T = 290$  К и давлении  $p = 50$  кПа. Определить количество вещества  $\nu$  газа и число  $N$  его молекул.

7. Давление  $p$  газа равно 1 мПа, концентрация  $n$  его молекул равна  $10^{10}$  см<sup>3</sup>. Определить: 1) температуру  $T$  газа; 2) среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул газа.

8. Определить среднюю кинетическую энергию поступательного движения и среднее значение  $\langle E \rangle$  полной кинетической энергии молекулы водяного пара при температуре  $T = 600$  К. Найти также кинетическую энергию  $W$  поступательного движения всех молекул пара, содержащего количество вещества  $\nu = 1$  кмоль.

9. Определить среднее значение  $\langle E \rangle$  полной кинетической энергии одной молекулы гелия, кислорода и водяного пара при температуре  $T = 400$  К.

10. Коэффициент диффузии водорода при нормальных условиях  $D = 0.91$  см<sup>2</sup>/с. Определить коэффициент теплопроводности  $\lambda$ , водорода.

11. Коэффициент диффузии кислорода при температуре 0 °С  $D = 0,19$  см<sup>2</sup>/с. Определить среднюю длину  $\langle l \rangle$  свободного пробега молекул кислорода.

12. Средняя длина  $\langle l \rangle$  свободного пробега атомов гелия при нормальных условиях равна  $1,8 \cdot 10^7$  см. Определить коэффициент диффузии  $D$  гелия при этих условиях.

13. При нормальных условиях динамическая вязкость азота  $\eta = 17$  мкПа·с. Определить среднюю длину  $\langle l \rangle$  свободному пробега молекул газа.

14. Азот находится под давлением 100 кПа при температуре 290 К. Определить коэффициент диффузии  $D$  и коэффициент внутреннего трения  $\eta$ . Эффективный диаметр молекул азота принять равным 0,38 нм.

15. Определить коэффициент теплопроводности  $\lambda$  азота, если коэффициент внутреннего трения  $\eta$  для него при тех же условиях равен 10 мкПа·с.

16. Определить среднее число  $\langle Z \rangle$  соударений в секунду молекул водорода при давлении  $p = 10^{-3}$  мм рт. ст. и температуре  $T = 300$  К.

17. Определить плотность  $\rho$  кислорода, если средняя длина свободного пробега его молекул  $\langle l \rangle = 0,1$  см.

18. При нормальных условиях длина свободного пробега  $\lambda$  молекулы водорода равна 0.112 нм. Определить эффективный диаметр  $d$  молекулы водорода газа.

19. При каком давлении  $p$  средняя длина  $\lambda$  свободною пробега молекулы азота равна 1 м, если температура  $T$  газа равна 300 К?

### 8. I начало термодинамики. Расчет изменения энтропии в равновесных термодинамических процессах.

1. Водород массой  $m = 4$  г был нагрет на  $\Delta T = 10$  К при постоянном давлении. Определить работу  $A$  расширения газа.

2. Газ, занимавший объем  $V_1 = 12$  л под давлением  $p_1 = 100$  кПа, был изобарно нагрет от температуры  $T_1 = 300$  К до  $T_2 = 400$  К. Определить работу  $A$  расширения газа.

3. Какая работа  $A$  совершается при изотермическом расширении водорода массой  $m = 5$  г, взятого при температуре  $T = 290$  К, если объем газа увеличивается в три раза?

4. При адиабатном сжатии кислорода массой  $m = 1$  кг совершена работа  $A = 100$  кДж. Определить конечную температуру  $T_2$  газа, если до сжатия кислород находился при температуре  $T_1 = 300$  К.

5. Определить работу  $A$  адиабатного расширения водорода массой  $m = 4$  г, если температура газа понизилась на  $\Delta T = 10$  К.

6. Азот массой  $m = 2$  г, имевший температуру  $T_1 = 300$  К, был адиабатно сжат так, что его объем уменьшился в  $n = 10$  раз. Определить конечную температуру  $T_2$  газа и работу  $A$  сжатия.

7. Кислород, занимавший объем  $V_1 = 1$  л под давлением  $p_1 = 1,2$  МПа, адиабатно расширился до объема  $V_2 = 10$  л. Определить работу  $A$  расширения газа.

8. Азот массой  $m = 5$  кг, нагретый на  $\Delta T = 150$  К, сохранил неизменный объем  $V$ . Найти: 1) количество теплоты  $Q$ , сообщенное газу; 2) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии; 3) совершенную газом работу  $A$ .

9. Водород занимает объем  $V_1 = 10$  м<sup>3</sup> при давлении  $p = 100$  кПа. Газ нагрели при постоянном объеме до давления  $p_2 = 300$  кПа. Определить: 1) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа; 2) работу  $A$ , совершенную газом; 3) количество теплоты  $Q$ , сообщенное газу.

10. При изохорном нагревании кислорода объемом  $V = 50$  л давление газа изменилось на  $\Delta p = 0,5$  МПа. Найти количество теплоты  $Q$ , сообщенное газу.

11. Баллон вместимостью  $V = 20$  л содержит водород при температуре  $T = 300$  К под давлением  $p = 0,4$  МПа. Каковы будут температура  $T_1$  и давление  $p_1$ , если газу сообщить количество теплоты  $Q = 6$  кДж?

12. Кислород при неизменном давлении  $p = 80$  кПа нагревается. Его объем увеличивается от  $V_1 = 1$  м<sup>3</sup> до  $V_2 = 3$  м<sup>3</sup>. Определить: 1) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии кислорода; 2) работу  $A$ , совершенную им при расширении; 3) количество теплоты  $Q$ , сообщенное газу.

13. Азот нагревался при постоянном давлении, причем ему было сообщено количество теплоты  $Q = 21$  кДж. Определить работу  $A$ , которую совершил при этом газ, и изменение  $\Delta U$  его внутренней энергии.

14. Кислород массой  $m = 2$  кг занимает объем  $V_1 = 1$  м<sup>3</sup> и находится под давлением  $p_1 = 0,2$  МПа. Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объема  $V_2 = 3$  м<sup>3</sup>, а затем при постоянном объеме до давления  $p_3 = 0,5$  МПа. Найти: 1) изменение внутренней энергии  $\Delta U$  газа; 2) совершенную им работу  $A$ ; 3) количество теплоты  $Q$ , переданное газу. Построить график процесса.

15. Гелий массой  $m = 1$  г был нагрет на  $\Delta T = 100$  К при постоянном давлении  $p$ . Определить: 1) количество теплоты  $Q$ , переданное газу; 2) работу  $A$  расширения; 3) приращение  $\Delta U$  внутренней энергии газа.

16. Какая доля  $w_1$  количества теплоты  $Q_1$ , подводимого к идеальному газу при изобарном процессе, расходуется на увеличение  $\Delta U$  внутренней энергии газа и какая доля  $w_2$  — на работу  $A$  расширения? Рассмотреть три случая, если газ: 1) одноатомный; 2) двухатомный; 3) трехатомный.

17. Водяной пар расширяется при постоянном давлении. Определить работу  $A$  расширения, если пару передано количество теплоты  $Q = 4$  кДж.

18. Азот массой  $m = 200$  г расширяется изотермически при температуре  $T = 280$  К, причем объем газа увеличивается в два раза. Найти: 1) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа; 2) совершенную при расширении газа работу  $A$ ; 3) количество теплоты  $Q$ , полученное газом.

19. В цилиндре под поршнем находится азот массой  $m = 0,6$  кг, занимающий объем  $V_1 = 1,2$  м<sup>3</sup> при температуре  $T = 560$  К. В результате подвода теплоты газ расширился и занял объем  $V_2 = 4,2$  м<sup>3</sup>, причем температура осталась неизменной. Найти: 1) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа; 2) совершенную им работу  $A$ ; 3) количество теплоты  $Q$ , сообщенное газу.

20. Водород массой  $m = 10$  г нагрели на  $\Delta T = 200$  К, причем газу было передано количество теплоты  $Q = 40$  кДж. Найти изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа и совершенную им работу  $A$ .

21. При изотермическом расширении водорода массой  $m = 1$  г, имевшего температуру  $T = 280$  К, объем газа увеличился в три раза. Определить работу  $A$  расширения газа и полученное газом количество теплоты  $Q$ .

22. Азот, занимавший объем  $V_1 = 10$  л под давлением  $P_1 = 0,2$  МПа, изотермически расширился до объема  $V_2 = 28$  л. Определить работу  $A$  расширения газа и количество теплоты  $Q$ , полученное газом.

23. Два килограмма льда, находящегося при температуре  $t_1 = -13\text{ }^\circ\text{C}$ , нагрели и расплавили при  $0\text{ }^\circ\text{C}$ . Определить изменение  $\Delta S$  энтропии.

24. В результате изохорического нагревания водорода массой  $m = 1\text{ г}$  давление газа увеличилось в два раза. Определить изменение  $\Delta S$  энтропии.

25. Найти изменение  $\Delta S$  энтропии при расширении азота массой  $m = 4\text{ г}$  от объема  $V_1 = 5\text{ л}$  до объема  $V_2 = 9\text{ л}$ , если процесс изобарический.

26. Смешано  $m_1 = 5\text{ кг}$  воды при температуре  $t_1 = 10\text{ }^\circ\text{C}$  с  $m_2 = 8\text{ кг}$  воды при температуре  $t_2 = 80\text{ }^\circ\text{C}$ . Найти: а) температуру  $t_{\text{см}}$  смеси; б) изменение  $\Delta S$  энтропии, происходящее при смешивании.

27. Азот массой  $m = 10,5\text{ г}$  изотермически расширяется от объема  $V_1 = 2\text{ л}$  до объема  $V_2 = 5\text{ л}$ . Найти изменение  $\Delta S$  энтропии.

### **9. Расчет напряженности электрического поля от одного и нескольких источников**

1. Четыре заряда  $q_1 = -q_2 = q_3 = q_4 = 40\text{ нКл}$  закреплены в вершинах квадрата со стороной  $a = 10\text{ см}$ . Найти силу  $F$ , действующую на один из этих зарядов со стороны трех остальных.

2. Два шарика массой  $m = 2\text{ г}$  каждый подвешены на нитях, верхние концы которых соединены вместе. Длина каждой нити  $L = 10\text{ см}$ . Какие одинаковые заряды надо сообщить шарикам, чтобы нити разошлись на угол  $\alpha = 60^\circ$ .

3. Две параллельно расположенные плоскости заряжены с поверхностной плотностью  $\sigma_1 = 0,4 \cdot 10^{-5}\text{ Кл/м}^2$  и  $\sigma_2 = 0,6 \cdot 10^{-5}\text{ Кл/м}^2$ . Определить напряженность поля между плоскостями и вне плоскостей. Решение пояснить рисунком.

4. Два точечных заряда  $q_1 = 30\text{ нКл}$  и  $q_2 = -10\text{ нКл}$  находятся в воздухе на расстоянии  $10\text{ см}$  друг от друга. Определить напряженность поля, создаваемого этими зарядами, в точке, удаленной на  $9\text{ см}$  от положительного заряда и  $7\text{ см}$  от отрицательного заряда. Решение пояснить рисунком.

5. Две параллельные плоскости одноименно заряжены с поверхностной плотностью зарядов  $0,5 \cdot \text{мкКл/м}^2$  и  $1,5 \cdot \text{мкКл/м}^2$ . Определить напряженность поля между плоскостями и вне плоскостей. Решение пояснить рисунком.

6. Расстояние между двумя параллельно расположенными бесконечно длинными металлическими нитями равно  $10\text{ см}$ . Одна нить заряжена с линейной плотностью  $\tau_1 = 6 \cdot 10^{-4}\text{ Кл/м}$ , другая  $\tau_2 = 3 \cdot 10^{-4}\text{ Кл/м}$ . Найти напряженность поля в точке, удаленной на расстояние  $10\text{ см}$  от каждой нити. Решение пояснить рисунком.

7. Точечные заряды  $q_1 = 20\text{ мкКл}$ ,  $q_2 = -10\text{ мкКл}$  находятся на расстоянии  $d = 5\text{ см}$  друг от друга. Определить напряженность поля в точке, удаленной на  $r_1 = 3\text{ см}$  от первого и  $r_2 = 4\text{ см}$  от второго заряда. Определить также силу  $F$ , действующую в этой точке на точечный заряд  $Q = 1\text{ мкКл}$ .

8. На расстоянии  $d = 20\text{ см}$  находятся два точечных заряда  $q_1 = -50\text{ нКл}$  и  $q_2 = 100\text{ нКл}$ . Определить силу  $F$ , действующую на заряд  $q = -10\text{ нКл}$ , удаленный от обоих зарядов на одинаковое расстояние ( $r = d$ ).

9. Расстояние между двумя бесконечно длинными параллельными нитями, заряженными одноименно с линейной плотностью  $\tau = 6 \cdot 10^{-4}$  Кл/м, равно 5 см. Найти напряженность поля в точке, удаленной на 5 см от каждой нити. Решение пояснить рисунком.

10. Три точечных заряда  $q_1 = q_2 = q_3 = 2$  нКл расположены в вершинах равностороннего треугольника. Какой заряд  $q_4$  нужно поместить в центре треугольника, чтобы указанная система зарядов находилась в равновесии?

11. В центре заряженного стеклянного ( $\epsilon_1 = 7$ ) шара радиусом  $R_2 = 10$  см имеется полость радиусом  $R_1 = 5$  см. Заряд шара  $q = 10^{-7}$  Кл. Шар помещен в масло ( $\epsilon_2 = 2,2$ ). Какова напряженность электрического поля в точках, отстоящих от центра шара на расстояниях:  $r_1 = 3$  см,  $r_2 = 6$  см,  $r_3 = 12$  см? Построить график  $E = E(r)$ .

12. Очень длинная тонкая прямая проволока несет заряд, равномерно распределенный по всей ее длине. Вычислить линейную плотность заряда на проволоке, если напряженность поля на расстоянии  $a = 0,5$  м от нее против ее середины равна 200 В/м.

13. На бесконечном тонкостенном цилиндре диаметром  $d = 20$  см равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью  $\sigma = 4$  мкКл/м<sup>2</sup>. Определить напряженность электрического поля в точках, отстоящих от оси цилиндра на расстояниях  $r_1 = 3$  см и  $r_2 = 15$  см.

14. Определить напряженность поля, создаваемого тонким длинным стержнем, равномерно заряженным с линейной плотностью заряда  $\tau = 20$  мкКл/м в точке, находящейся на расстоянии  $a = 2$  см от стержня, вблизи его середины.

15. Используя теорему Остроградского – Гаусса, получить формулу для расчета напряженности поля, созданного равномерно заряженной тонкой бесконечно протяженной плоскостью. Поверхностная плотность заряда на плоскости  $\sigma$ .

### **10. Расчет потенциала электрического поля**

1. Пылинка массой  $m = 5$  нг, несущая на себе 10 электронов, прошла в вакууме ускоряющую разность потенциалов  $\Delta\phi = 1$  МВ. Какова кинетическая энергия  $T$  пылинки? Какую скорость приобрела пылинка?

2. Электрон, обладавший кинетической энергией  $T = 10$  эВ, влетел в однородное электрическое поле в направлении силовых линий поля. Какой скоростью будет обладать электрон, пройдя в этом поле разность потенциалов  $\Delta\phi = 8$  В?

3. Электрон, пройдя в плоском конденсаторе путь от одной пластины до другой, приобрел скорость  $v = 10^5$  м/с. Расстояние, между пластинами  $d = 8$  мм. Найти: 1) разность потенциалов  $\Delta\phi$  между пластинами, 2) поверхностную плотность  $\sigma$  заряда на пластинах.

4. Электрон с энергией  $T = 400$  эВ (в бесконечности) движется вдоль силовой линии по направлению к поверхности металлической заряженной сферы радиусом  $R = 10$  см. Определить минимальное расстояние, на которое приблизится электрон к поверхности сферы, если ее заряд  $q = -10$  нКл.

5. Определить ускоряющую разность потенциалов  $\Delta\varphi$ , которую должен пройти в электрическом поле протон, обладающий скоростью  $v_1 = 10^6$  м/с, чтобы его скорость возросла в 2 раза.

6. Пылинка массой  $m = 200$  мкг, несущая на себе заряд  $q = 40$  нКл, влетела в электрическое поле в направлении силовых линий. После прохождения разности потенциалов  $\Delta\varphi = 200$  В пылинка имела скорость  $v_2 = 10$  м/с. Определить скорость  $v_1$  пылинки до того, как она влетела в поле.

7. Два шарика с зарядами  $q_1 = 5$  нКл и  $q_2 = 10$  нКл находятся на расстоянии  $r_1 = 40$  см. Какую работу надо совершить, чтобы сблизить их до расстояния  $r_2 = 25$  см?

8. Шарик с массой  $m = 1$  г и зарядом  $q = 10$  нКл перемещается из точки 1, потенциал которой  $\varphi_1 = 600$  В, в точку 2, потенциал которой  $\varphi_2 = 0$ . Найти его скорость в точке 1, если в точке 2 она стала равной  $v_2 = 25$  см/с.

9. Какая работа совершается при перенесении точечного заряда  $q = 20$  нКл из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии  $r = 5$  см от поверхности шара радиусом  $R = 1$  см, с поверхностной плотностью заряда  $\sigma = 15$  мкКл/м<sup>2</sup>?

10. Найти потенциал  $\varphi$  точки поля, находящейся на расстоянии  $r = 10$  см от центра заряженного шара радиусом  $R = 1$  см. Задачу решить, если: а) задана поверхностная плотность заряда на шаре  $0,1$  мкКл/м<sup>2</sup>; б) задан потенциал шара  $\varphi_0 = 300$  В.

### **11. Энергия заряженного проводника, конденсатора, электрического поля**

11. К источнику напряжения  $u = 300$  В подключены два плоских конденсатора емкостью  $C_1 = 2$  пФ и  $C_2 = 3$  пФ. Определить заряд  $q$  и напряжение на пластинах конденсаторов при последовательном и параллельном соединениях.

12. Определить энергию и силу притяжения обкладок плоского конденсатора при условии, что разность потенциалов между обкладками 5 кВ, заряд каждой обкладки  $0,1$  мкКл, а расстояние между обкладками 1 см.

13. К воздушному конденсатору, заряженному до разности потенциалов  $\Delta\varphi_1 = 600$  В и отключенному от источника напряжения, присоединили параллельно второй незаряженный конденсатор таких же размеров и формы, но с диэлектриком (фарфор). Определить диэлектрическую проницаемость фарфора, если после присоединения второго конденсатора разность потенциалов уменьшилась до  $\Delta\varphi_2 = 100$  В.

14. Конденсаторы электроемкостями 2, 4, 5 мкФ включены в цепь с напряжением 600 В. Определить энергию каждого конденсатора в случае: а) последовательного их включения; б) параллельного их включения.

15. Плоский конденсатор, расстояние между обкладками которого 2 см, а площадь каждой обкладки  $200$  см<sup>2</sup>, зарядили до разности потенциалов 200 В и отключили от источника напряжения. Какую работу нужно совершить, чтобы увеличить расстояние между обкладками до 6 см?

16. Конденсатор, заряженный до напряжения 200 В, соединен с незаряженным конденсатором такой же электроемкости: а) параллельно, б) последовательно. Какое напряжение установится между обкладками конденсатора в обоих случаях?

17. Плоский конденсатор с площадью пластины  $S = 200 \text{ см}^2$  каждая заряжен до разности потенциалов  $\Delta\varphi = 2 \text{ кВ}$ . Расстояние между пластинами  $d = 2 \text{ см}$ , диэлектрик – стекло. Определить энергию  $W$  поля конденсатора и плотность  $\omega$  энергии поля.

18. Два конденсатора емкостью  $C_1 = 5 \text{ мкФ}$  и  $C_2 = 8 \text{ мкФ}$  соединены последовательно и присоединены к источнику напряжения  $u = 80 \text{ В}$ . Определить заряды  $q_1$  и  $q_2$  конденсаторов и разности потенциалов  $\Delta\varphi_1$  и  $\Delta\varphi_2$  между их обкладками.

19. Плоский конденсатор состоит из двух круглых пластин радиусом  $R = 10 \text{ см}$  каждая, находящихся на расстоянии  $d = 2 \text{ мм}$ . Конденсатор присоединен к источнику напряжения  $u = 80 \text{ В}$ . Определить заряд  $q$  и напряженность  $E$  поля конденсатора в двух случаях: а) диэлектрик – воздух, б) диэлектрик – стекло.

20. Между пластинами плоского конденсатора емкостью  $5 \text{ мкФ}$  находится плотно прилегающая стеклянная пластинка. Конденсатор заряжен до разности потенциалов  $\Delta\varphi = 100 \text{ В}$ . Какую работу нужно совершить, чтобы вынуть стеклянную пластинку из конденсатора? Диэлектрическая проницаемость стекла  $\varepsilon = 7$

## 12. Законы постоянного тока

1. Катушка и амперметр соединены последовательно и подключены к источнику тока. К клеммам катушки присоединен вольтметр с сопротивлением  $R_B = 4 \text{ кОм}$ . Амперметр показывает силу тока  $I_A = 0,3 \text{ А}$ , вольтметр – напряжение  $u_B = 120 \text{ В}$ . Определить сопротивление  $R$  катушки.

2. Элемент с ЭДС  $6 \text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $1,5 \text{ Ом}$  замкнут на внешнее сопротивление  $8,5 \text{ Ом}$ . Найти: а) силу тока в цепи, б) падение напряжения во внешней цепи и внутри элемента, в) КПД элемента.

3. Катушка сопротивлением  $R_1 = 5 \text{ Ом}$ , вольтметр и источник тока соединены параллельно. Вольтметр показывает напряжение  $u_1 = 10 \text{ В}$ . Если заменить катушку другой с сопротивлением  $R_2 = 12 \text{ Ом}$ , то вольтметр покажет напряжение  $u_2 = 12 \text{ В}$ . Определить ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

4. В цепь с напряжением  $U = 100 \text{ В}$  включили катушку с сопротивлением  $R_1 = 2 \text{ кОм}$  и вольтметр, соединенные последовательно. Показание вольтметра  $u_1 = 80 \text{ В}$ . Когда катушку заменили другой, вольтметр показал  $u_2 = 60 \text{ В}$ . Определить сопротивление  $R_2$  другой катушки.

5. При внешнем сопротивлении  $R_1 = 8 \text{ Ом}$  сила тока в цепи  $I_1 = 0,8 \text{ А}$ , при сопротивлении  $R_2 = 15 \text{ Ом}$  сила тока  $I_2 = 0,5 \text{ А}$ . Определить силу тока  $I_{к.з}$  короткого замыкания источника ЭДС.

6. ЭДС аккумулятора автомобиля  $12 \text{ В}$ . При силе тока в  $3 \text{ А}$  его КПД равен  $0,8$ . Определить внутреннее сопротивление аккумулятора.

7. Элемент замыкают сначала на внешнее сопротивление  $R_1 = 2 \text{ Ом}$ , а затем на внешнее сопротивление  $R_2 = 0,5 \text{ Ом}$ . Найти ЭДС элемента и его внутреннее сопротивление  $r$ , если известно, что в каждом из этих случаев мощность, выделяющаяся во внешней цепи, одинакова и равна  $P = 2,54 \text{ Вт}$ .

8. Сопротивление  $R_1 = 5 \text{ Ом}$ , вольтметр и источник тока соединены параллельно. Вольтметр показывает напряжение  $u_1 = 10 \text{ В}$ . Если заменить

сопротивление на  $R_2 = 12 \text{ Ом}$ , то вольтметр покажет напряжение  $u_2 = 12 \text{ В}$ . Определить ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

9. Внутреннее сопротивление гальванометра  $R_g = 680 \text{ Ом}$ . Как и какое сопротивление нужно подключить к нему, чтобы можно было измерить ток силой  $2,5 \text{ А}$ ? Шкала гальванометра рассчитана на  $300 \text{ мкА}$ .

10. Внутреннее сопротивление гальванометра  $R_g = 720 \text{ Ом}$ , шкала его рассчитана на  $500 \text{ мкА}$ . Как и какое добавочное сопротивление нужно подключить, чтобы можно было измерить им напряжение, равное  $300 \text{ В}$ ?

11. Источник постоянного тока один раз подсоединяют к катушке сопротивлением  $9 \text{ Ом}$ , другой раз –  $16 \text{ Ом}$ . В первом и втором случаях количество теплоты, выделяющееся на катушках за одно и то же время, одинаково. Определить внутреннее сопротивление источника тока.

12. Сила тока в проводнике сопротивлением  $R = 10 \text{ Ом}$  равномерно убывает от значения  $I_0 = 20 \text{ А}$  до  $I_k = 5 \text{ А}$  в течение времени  $t = 10 \text{ с}$ . Определить теплоту  $Q$ , выделившуюся в этом проводнике за указанный промежуток времени.

13. В проводнике за время  $\Delta t = 10 \text{ с}$  при равномерном возрастании тока от  $I_1 = 1 \text{ А}$  до  $I_2 = 2 \text{ А}$  выделилась теплота  $5 \text{ кДж}$ . Найти сопротивление  $R$  проводника.

14. Сила тока в проводнике равномерно увеличивается от нуля до некоторого максимального значения в течение времени  $\Delta t = 20 \text{ с}$ . За это время в проводнике выделилась теплота  $Q = 4 \text{ кДж}$ . Определить скорость нарастания тока в проводнике, если сопротивление его  $R = 5 \text{ Ом}$ .

15. Сила тока в катушке равномерно возрастает от нулевого значения в течение  $10 \text{ с}$ . За это время выделилось количество теплоты  $500 \text{ Дж}$ . Определить скорость возрастания тока, если сопротивление катушки  $10 \text{ Ом}$ .

16. В течение  $5 \text{ с}$  по катушке сопротивлением  $10 \text{ Ом}$  течет ток, сила которого равномерно возрастает. В начальный момент сила тока равна нулю. Определить заряд, протекший за  $5 \text{ с}$ , если количество теплоты, выделившееся в катушке за это время, равно  $500 \text{ Дж}$ .

17. Сила тока в катушке линейно нарастает за  $4 \text{ с}$  от  $2$  до  $8 \text{ А}$ . Сопротивление катушки  $10 \text{ Ом}$ . Определить количество теплоты, выделившееся в катушке за первые  $3 \text{ с}$ .

18. Сила тока в проводнике сопротивлением  $R = 20 \text{ Ом}$  нарастает в течение времени  $\Delta t = 2 \text{ с}$  по линейному закону от  $I_0 = 2 \text{ А}$  до  $I_k = 6 \text{ А}$ . Определить теплоту  $Q_1$ , выделившуюся в этом проводнике за первую секунду, и  $Q_2$  – за вторую, а также найти отношение  $Q_2/Q_1$ .

19. Ток в проводнике сопротивлением  $R = 10 \text{ Ом}$  за время  $t = 50 \text{ с}$  равномерно нарастает от  $I_1 = 5 \text{ А}$  до  $I_2 = 10 \text{ А}$ . Определить теплоту  $Q$ , выделившуюся за это время в проводнике.

20. Сила тока в проводнике сопротивлением  $10 \text{ Ом}$  меняется со временем по закону  $I = I_0 \sin \omega t$ . Найти теплоту, которая выделится в проводнике за половину периода  $T$ , если начальная сила тока  $I_0 = 10 \text{ А}$ , циклическая частота  $\omega = 50\pi \text{ с}^{-1}$ . Сопротивление проводника  $R = 20 \text{ Ом}$ .

### 13. Расчёт индукции магнитного поля. Применение законов Био-Савара-Лапласа и закона полного тока.

1. Два круговых витка расположены в двух взаимно перпендикулярных плоскостях так, что центры этих витков совпадают. Радиус каждого витка 3 см, токи в витках  $I_1 = I_2 = 4$  А. Найти напряженность магнитного поля в центре этих витков. Решение пояснить рисунком.

2. Из проволоки длиной  $\ell = 1$  м сделана квадратная рамка. По рамке течет ток  $I = 10$  А. Найти напряженность магнитного поля в центре рамки. Решение пояснить рисунком.

3. Два круговых витка радиусом  $R = 4$  см каждый расположены в параллельных плоскостях на расстоянии  $d = 5$  см друг от друга. По виткам текут токи  $I_1 = I_2 = 3$  А. Найти напряженность магнитного поля в центре одного из витков. Задачу решить, когда: а) токи в витках текут в одном направлении; б) токи в витках текут в противоположных направлениях.

4. Два круговых витка радиусом  $R = 4$  см каждый расположены в параллельных плоскостях на расстоянии  $d = 10$  см друг от друга. По виткам текут токи  $I_1 = I_2 = 2$  А. Найти напряженность магнитного поля на оси витков в точке, находящейся на равном расстоянии от них. Задачу решить, когда: а) токи в витках текут в одном направлении; б) токи в витках текут в противоположных направлениях. Решение пояснить рисунком.

5. Напряженность магнитного поля в центре кругового витка  $H_0 = 64$  А/м. Радиус витка  $R = 11$  см. Найти напряженность магнитного поля на оси витка на расстоянии  $d = 10$  см от его плоскости.

6. По двум длинным параллельным проводам текут в одинаковом направлении токи  $I_1 = 10$  А и  $I_2 = 25$  А. Расстояние между проводами  $d = 10$  см. Определить напряженность магнитного поля в точке, удаленной от первого проводника на  $r_1 = 15$  см и от второго на  $r_2 = 6$  см. Решение пояснить рисунком.

7. Ток  $I = 20$  А идет по длинному проводнику, согнутому под прямым углом. Определить напряженность магнитного поля в точке, лежащей на биссектрисе прямого угла и отстоящей от вершины угла на расстоянии 10 см. Решение пояснить рисунком.

8. По двум бесконечно длинным прямолинейным проводникам, расположенным параллельно друг другу на расстоянии 12 см, текут токи силой 0,5 и 10 А. Определить магнитную индукцию поля в точке, удаленной на 12 см от каждого проводника. Ток в проводниках имеет одно направление.

9. По контуру в виде равностороннего треугольника идет ток 40 А. Сторона треугольника 30 см. Определить магнитную индукцию в точке пересечения высот.

10. По тонкому проводнику, изогнутому в виде правильного шестиугольника со стороной  $a = 10$  см, идет ток силой 20 А. Определить магнитную индукцию в центре шестиугольника.

11. Ток  $I$  проходит по тонкому проводу, имеющему вид правильного  $n$ -угольника, вписанного в окружность радиусом  $R$ .

Определить магнитную индукцию поля в центре данного контура. Исследовать полученное выражение при  $n$  стремящимся к бесконечности.

12. По проволочной рамке, имеющей форму правильного шестиугольника, идет ток силой 2 А. При этом в центре рамки образуется магнитное поле напряженностью 33 А/м. Найти длину  $\ell$  проводника, из которого сделана рамка.

13. По тонкому проводу, изогнутому в виде прямоугольника, проходит ток 30 А. Стороны прямоугольника  $a = 30$  см,  $b = 40$  см. Найти магнитную индукцию поля в точке пересечения диагоналей.

14. По тонкому проводу, изогнутому в виде правильного шестиугольника, проходит ток  $I = 50$  А. Сторона шестиугольника  $a = 10$  см. Найти магнитную индукцию поля в центре шестиугольника.

15. Определить магнитную индукцию поля в центре квадратной рамки со стороной  $a = 100$  мм, если по рамке проходит ток 2 А.

16. По контуру в виде равностороннего треугольника идет ток  $I = 40$  А. Длина стороны треугольника  $a = 25$  см. Определить магнитную индукцию в точке пересечения диагоналей.

17. По проводу, согнутому в виде правильного шестиугольника с длиной стороны 15 см, проходит ток 120 А. Найти напряженность магнитного поля в центре шестиугольника. Для сравнения определить напряженность поля в центре кругового провода, совпадающего с окружностью, описанной около данного шестиугольника.

18. По тонкому проволочному кольцу течет ток. Не изменяя силу тока в проводнике, ему придали форму квадрата. Во сколько раз изменилась магнитная индукция в центре контура?

19. Бесконечно длинный провод с током 50 А изогнут под прямым углом. Определить магнитную индукцию в точке, лежащей на биссектрисе прямого угла, на расстоянии 12 см от его вершины.

#### **14. Силы в магнитном поле**

1. Внутри длинного соленоида перпендикулярно его оси расположен проводник длиной 5 см, по которому проходит ток силой 10 А. Какая сила действует на проводник, если соленоид имеет 25 витков на сантиметр длины и по его обмотке течет ток силой 5 А?

2. Каким образом нужно расположить прямолинейный алюминиевый проводник в однородном горизонтальном магнитном поле с индукцией 0,04 Тл и какой силы ток пропустить по нему, чтобы он находился в равновесии. Радиус проводника 1 мм.

3. Проводник в виде  $1/3$  кольца расположен в однородном магнитном поле с индукцией 0,01 Тл перпендикулярно силовым линиям поля. По проводнику течет ток 5 А. Длина проводника 20 см. Определить силу, действующую на такой проводник.

4. По трем параллельным прямым проводам, находящимся на одинаковом расстоянии 30 см друг от друга, текут токи одинаковой силы 450 А. В двух проводах

направления токов совпадают. Вычислить силу, действующую на единицу длины каждого провода.

5. Квадратная проволочная рама расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По раме и проводу текут одинаковые токи силой 200 А. Определить силу, действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится от него на расстоянии, равном ее длине.

6. Протон и электрон, двигаясь с одинаковой скоростью  $v$ , влетают в однородное магнитное поле. Во сколько раз радиус кривизны  $R_p$  траектории протона больше радиуса кривизны  $R_e$  траектории электрона?

7. Электрон, обладающий кинетической энергией  $W_k = 0,5$  кэВ, пролетает в вакууме сквозь однородное магнитное поле напряженностью  $H = 1$  кА/м перпендикулярно полю. Определить скорость  $v$  электрона, силу  $F_L$  Лоренца и радиус  $R$  траектории его движения.

**Время проведения:** Курс – 2, семестр – 3

**1. Расчет параметров гармонических колебаний и физических маятников**

Вариант	Номера задач	Номера задач
1	1	11
2	2	12
3	3	13
4	4	14
5	5	15
6	6	16
7	7	17
8	8	18
9	9	19
10	10	20
11	9	11
12	8	12
13	7	13
14	6	14

**2. Волновая оптика. Интерференция**

Вариант	Номера задач		
1	1	15	21
2	2	14	22
3	3	13	23
4	4	12	24
5	5	11	25
6	6	12	26
7	7	13	27

8	8	14	28
9	9	15	29
10	10	16	30
11	9	17	29
12	8	18	28
13	7	19	27
14	6	20	26

### 3. Волновая оптика. Дифракция световых волн

Вариант	Номера задач	Номера задач
1	1	19
2	2	20
3	3	21
4	4	22
5	5	23
6	6	24
7	7	25
8	8	26
9	9	27
10	10	28
11	11	29
12	12	30
13	13	31
14	14	32

### 4. Законы теплового излучения.

Вариант	Номера задач	Номера задач
1	1	15
2	2	16
3	3	17
4	4	18
5	5	19
6	6	20
7	7	21
8	8	22
9	9	23
10	10	24
11	11	25
12	12	24
13	13	23
14	14	22

### 5. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

Вариант	Номера задач
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	1

### 6. Эффект Комптона.

Вариант	Номера задач
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	11
14	10

### 7. Давление света

Вариант	Номера задач	Номера задач
1	1	15
2	2	16
3	3	17
4	4	18

5	5	19
6	6	20
7	7	21
8	8	22
9	9	23
10	10	24
11	11	25
12	12	24
13	13	23
14	14	22

### 8. Волновые свойства частиц.

Вариант	Номера задач	
1	1	26
2	2	25
3	3	24
4	4	23
5	5	22
6	6	21
7	7	20
8	8	21
9	9	22
10	10	23
11	11	24
12	12	25
13	13	26
14	14	20

### 9. Методы решения уравнения Шредингера для свободной частицы и частицы в потенциальной «яме».

Вариант	Номера задач
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11

12	12
13	13
14	14

### 10. Расчет энергии электрона на разных энергетических уровнях

Вариант	Номера задач	Номера задач
1	1	21
2	2	20
3	3	19
4	4	18
5	5	17
6	6	16
7	7	15
8	8	14
9	9	13
10	10	12
11	11	2
12	12	3
13	13	4
14	14	5

### 11. Ядерные реакции. Элементарные частицы

Вариант	Номера задач		
1	1	20	21
2	2	19	22
3	3	18	23
4	4	17	24
5	5	16	25
6	6	15	26
7	7	14	27
8	8	13	28
9	9	12	29
10	10	13	30
11	11	14	31
12	2	15	21
13	3	16	22
14	4	17	23

## 1. Расчет параметров гармонических колебаний и физических маятников

1–10. Материальная точка массой  $m$  совершает гармонические колебания по закону синуса с периодом  $T$ , начальной фазой  $\varphi_0$ , амплитудой колебаний  $A$ . Определить в момент времени, когда смещение равно  $\Delta x$ : скорость  $v$ , ускорение  $a$ , силу  $F$ , кинетическую  $E_{\text{кин}}$  и полную энергию  $W$  материальной точки.

№	$m$	$v$	$A$	$\varphi_0$	$\Delta x$
	г	Гц	см	рад	см
1	200	1	5	$\pi/6$	2
2	300	0,75	3	$\pi/5$	1
3	80	0,5	2	$\pi/8$	1
4	100	0,25	4	$\pi/6$	0,5
5	150	0,2	6	$3\pi/4$	1
6	125	1	8	$\pi/3$	1
7	200	0,05	7	$3\pi/4$	2
8	300	0,025	10	$\pi/6$	2
9	80	0,25	15	$\pi/6$	5
10	100	0,025	3	$\pi/6$	1

11–20. Складываются два колебания одинакового направления и одинакового периода:  $x_1 = A_1 \sin \omega t$  и  $x_2 = A_2 \sin(\omega(t + \tau))$ . Определить амплитуду  $A$  и начальную фазу  $\varphi_0$  результирующего колебания. Написать его уравнение. Построить с соблюдением масштаба векторную диаграмму для момента времени  $t_1$ .

№	$A_1$	$A_2$	$T$	$\tau$	$t_1$
	см	см	мс	мс	мс
11	10	7	7	2	2
12	10	8	10	2	1
13	10	6	15	4	1
14	10	5	4	1	3
15	10	4	6	2,5	1
16	10	9	8	2	1
17	10	11	7	4	3
18	10	8	8	4	2
19	10	7	15	4	5
20	10	6	3	5	2

## 2 Волновая оптика. Интерференция

1. Расстояние между двумя щелями в опыте Юнга 0,5 мм ( $\lambda = 0,628$  мкм). Определить расстояние  $l$  от щелей до экрана, если ширина интерференционных полос  $\Delta x = 1,3$  мм.

2. Сколько длин волн монохроматического света с частотой колебаний  $\nu = 5,1014$  Гц уложится на пути длиной  $l = 1$  см:

а) в вакууме; б) в стекле?

3. На пути монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 0,6$  мкм находится плоскопараллельная стеклянная пластина толщиной  $d = 0,15$  мм. Свет падает на пластину нормально. На какой угол  $\varphi$  следует повернуть пластину, чтобы оптическая длина пути  $L$  изменилась на  $\lambda/2$ ?

4. Найти все длины волн видимого света (диапазон от 0,76 до 0,38 мкм), которые будут: 1) максимально усилены; 2) максимально ослаблены при оптической разности хода интерферирующих волн  $\Delta = 1,8$  мкм.

5. В опыте Юнга тонкая стеклянная пластинка помещалась на пути одного из интерферирующих лучей, вследствие чего центральная светлая полоса смещалась в положение, первоначально занятое 5-й светлой полосой (не считая центральной). Луч падает на пластинку перпендикулярно ( $n = 1,5$ ;  $\lambda = 630$  нм). Какова толщина пластины?

6. Расстояние  $d$  между двумя щелями в опыте Юнга равно 1 мм, расстояние  $\ell$  от щелей до экрана равно 3 м. Определить длину волны  $\lambda$ , испускаемой источником монохроматического света, если ширина  $b$  полос интерференции на экране равна 1,5 мм.

7. В опыте с зеркалами Френеля расстояние  $d$  между мнимыми изображениями источника света равно 0,5 мм, расстояние  $\ell$  от них до экрана равно 3 м. Длина волны  $\lambda = 0,6$  мкм. Определить ширину  $b$  полос интерференции на экране.

8. Голубые лучи с длиной волны 480 нм от двух когерентных источников, расстояние между которыми 120 мкм, падают на экран. Расстояние от источника света до экрана 3,6 м. Вследствие интерференции на экране получают чередующиеся темные и светлые полосы. Определить расстояние между центрами 2-х соседних полос на экране. Чему будет равно это же расстояние, если голубые лучи заменить оранжевыми с длиной волны 650 нм?

9. Расстояние  $d$  между двумя когерентными источниками света ( $\lambda = 515$  нм) равно 0,1 мм. Расстояние между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равно 1 см. Определить расстояние  $\ell$  от источников до экрана.

10. Свет от лазера с длиной волны  $\lambda = 630$  нм падает по нормали к непрозрачной поверхности, имеющей две узкие параллельные щели, расстояние между которыми  $d = 0,5$  мм. Определить ширину интерференционных полос  $\Delta x$  на экране, находящемся в вакууме на удалении  $\ell = 1$  м от плоскости щелей.

11. На плоскопараллельную пленку с показателем преломления  $n = 1,33$  под углом  $\varphi = 45^\circ$  падает параллельный пучок белого света. Определить, при какой наименьшей толщине пленки отраженный свет окрасится в желтый свет ( $\lambda = 0,6$  мкм).

12. Пучок монохроматических ( $\lambda = 0,6$  мкм) световых волн падает под углом  $\varphi = 30^\circ$  на находящуюся в воздухе мыльную пленку ( $n = 1,3$ ). При какой наименьшей толщине  $d$  пленки отраженные световые волны будут максимально усилены?

13. Найти наименьшую толщину мыльной пленки, при которой наблюдается максимальная освещенность пленки в отраженном свете. Свет с длиной волны  $\lambda = 440$  нм падает нормально на поверхность пленки ( $n = 1,3$ ).

14. На поверхность толстой стеклянной пластинки ( $n_1 = 1,5$ ) нанесена очень тонкая прозрачная пленка ( $n_2 = 1,4$ ). На пленку падает из воздуха монохроматический свет ( $\lambda = 628$  нм) нормально к поверхности пленки. Отраженный свет имеет минимальную яркость вследствие интерференции. Какова толщина пленки?

15. На мыльную пленку перпендикулярно к ее поверхности падает монохроматический свет с частотой  $\nu = 5 \cdot 10^{14}$  Гц. Скорость распространения света в мыльном растворе равна  $v = 2,3 \cdot 10^8$  м/с. При какой минимальной толщине пленки отраженные лучи дадут в результате интерференции максимальную яркость?

16. Какова толщина мыльной пленки, освещенной белым светом, если при наблюдении ее в отраженном свете она представляется зеленой ( $\lambda = 515$  нм), когда угол между нормалью и лучом зрения  $35^\circ$ ? Показатель преломления мыльной воды принять 1,33.

17. Пучок света падает нормально на стеклянную пластинку, толщина которой 0,4 мкм. Показатель преломления стекла 1,5. Какие длины волн, лежащие в пределах видимого спектра (от 400 до 700 нм), усиливаются в отраженном пучке?

18. На мыльную пленку ( $n = 1,3$ ), находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине  $d$  пленки отраженный свет с длиной волны  $\lambda = 0,55$  мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?

19. Найти минимальную толщину пленки с показателем преломления 1,33, при которой свет с длиной волны 0,64 мкм испытывает максимальное отражение, а свет с длиной волны 0,40 мкм не отражается совсем. Угол падения света равен  $30^\circ$ .

20. На толстую стеклянную пластинку, покрытую тонкой пленкой ( $n = 1,4$ ), падает нормально пучок монохроматического света ( $\lambda = 515$  нм). Определить толщину пленки, если отраженный свет максимально ослаблен.

21. Свет с длиной волны  $\lambda = 0,55$  мкм падает нормально на поверхность стеклянного клина. В отраженном свете наблюдают систему интерференционных полос, расстояние между соседними максимумами которых  $\Delta x = 0,21$  мм. Найти угол между гранями клина.

22. Поверхности стеклянного клина образуют между собой угол  $\theta = 0,3'$ . На клин нормально к его поверхности падает пучок лучей монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 550$  нм. Определить ширину интерференционной полосы.

23. На тонкий стеклянный клин в направлении нормали к его поверхности падает монохроматический свет ( $\lambda = 630$  нм). Определить угол  $\theta$  между поверхностями клина, если расстояние между смежными интерференционными минимумами в отраженном свете 4 мм.

24. Между двумя плоскопараллельными стеклянными пластинками положили очень тонкую проволочку, расположенную параллельно линии соприкосновения пластинок и находящуюся на расстоянии  $\ell = 75$  мм от нее. В отраженном свете ( $\lambda = 0,5$  мкм) на верхней пластинке видны интерференционные полосы. Определить диаметр поперечного сечения проволочки, если на протяжении 30 мм насчитывается  $N = 16$  светлых полос.

25. Две плоскопараллельные стеклянные пластинки приложены одна к другой так, что между ними образовался воздушный клин с углом  $\theta = 30''$ . На одну из пластинок падает нормально монохроматический свет ( $\lambda = 0,6$  мкм). На каких расстояниях  $\ell_1$ ,  $\ell_2$  и от линии соприкосновения пластинок будут наблюдаться в отраженном свете первая и вторая светлые полосы (интерференционные максимумы)?

26. Две плоскопараллельные стеклянные пластинки образуют клин с углом  $\theta = 20''$ . Пространство между пластинками заполнено глицерином. На клин нормально к его поверхности падает пучок монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 500$  нм. В отраженном свете наблюдается интерференционная картина. Какое число  $N$  темных интерференционных полос приходится на 1 см длины клина?

27. Две плоскопараллельные пластинки (стеклянные) приложены одна к другой так, что между ними образовался очень тонкий воздушный клин. На пластинки падает нормально монохроматический свет ( $\lambda = 630$  нм). В отраженном свете видны интерференционные полосы шириной 1,5 мм, параллельные ребру клина. Определить угол между пластинами.

28. На стеклянный клин нормально к его грани падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 440$  нм. Число интерференционных полос, приходящихся на 1 см, равно 10. Определить преломляющий угол клина.

29. Для измерения толщины волоса его положили на стеклянную пластинку и сверху прикрыли другой пластинкой. Расстояние от волоса до линии соприкосновения пластинок, которой он параллелен, оказалось равным 20 см. При освещении красным светом ( $\lambda = 750$  нм) на 1 см в отраженном свете наблюдается восемь полос. Определить толщину волоса.

30. Мыльная пленка, расположенная вертикально, образует клин вследствие стекания жидкости. Наблюдая интерференционные полосы в отраженном свете ртутной дуги ( $\lambda = 546$  нм), находим, что расстояние между пятью полосами равно 2 см. Найти угол клина (в секундах). Свет падает перпендикулярно к поверхности пленки. Показатель преломления мыльной воды 1,33.

### **3..Волновая оптика Дифракция световых волн.**

1. Точечный источник света ( $\lambda = 0,55$  мкм ) расположен на расстоянии  $a = 1$  м перед диафрагмой с круглым отверстием диаметром  $d = 2$  мм. Определить расстояние  $b$  от диафрагмы до точки наблюдения, если отверстие открывает три зоны Френеля.

2. Определить радиус третьей зоны Френеля, если расстояния от точечного источника света с длиной волны  $\lambda = 0,63$  мкм до волновой поверхности и от волновой поверхности до точки наблюдения равны 1,5 м.

3. На диафрагму с круглым отверстием  $d = 5$  мм падает нормально параллельный пучок света с длиной волны  $\lambda = 0,6$  мкм. Определить расстояние от точки наблюдения до отверстия, если отверстие открывает: 1) две зоны Френеля; 2) три зоны Френеля.

4. Определить радиус третьей зоны Френеля для случая плоской волны. Расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения равно 1,5 м. Длина волны  $\lambda = 0,63$  мкм.

5. Определить радиус первой зоны Френеля, если расстояние от точечного источника света с длиной волны  $\lambda = 0,54$  мкм до зонной пластинки и от пластинки до места наблюдения 1 м.

6. На зонную пластинку падает плоская монохроматическая волна ( $\lambda = 0,55$  мкм). Определить радиус первой зоны Френеля, если расстояние от зонной пластинки до места наблюдения  $b = 1$  м.

7. Зонная пластинка дает изображение источника, удаленного от нее на 2 м, на расстоянии 1 м от своей поверхности. Где получится изображение источника, если его удалить в бесконечность?

8. На экран с круглым отверстием радиусом  $r = 1,2$  мм нормально падает параллельный пучок монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 0,63$  мкм. Определить расстояние от отверстия на его оси, где можно наблюдать наиболее темное пятно.

9. На щель шириной  $a = 0,05$  мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,628$  мкм. Определить угол  $\varphi$  между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

10. На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Угол  $\varphi$  отклонения пучков света, соответствующих второй светлой дифракционной полосе, равен  $1,5^\circ$ . Скольким длинам волн падающего света равна ширина щели?

11. На щель шириной  $a = 0,1$  мм падает нормально монохроматический свет ( $\lambda = 0,5$  мкм). За щелью помещена собирающая линза, в фокальной плоскости которой находится экран. Что будет наблюдаться на экране, если угол дифракции равен  $43'$ ?

12. На щель шириной  $a = 2$  мкм падает нормально параллельный пучок монохроматического света ( $\lambda = 589$  нм). Под какими углами будут наблюдаться дифракционные минимумы света?

13. На щель шириной  $a = 10$  мкм падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 0,628$  мкм. Под каким углом  $\varphi$  будет наблюдаться третий дифракционный минимум света?

14. На узкую щель шириной  $a = 0,05$  мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 694$  нм. Определить направление на вторую светлую дифракционную полосу.

15. На щель шириной  $a = 0,12$  мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,63$  мкм. Экран, на котором наблюдается дифракционная картина, расположен параллельно щели на расстоянии  $L = 1,2$  м. Определить расстояние  $b$  между первыми дифракционными минимумами, расположенными по обе стороны центрального максимума.

16. На щель шириной  $a = 0,1$  мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,55$  мкм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном параллельно щели. Определить расстояние  $L$  от щели до экрана, если ширина центрального дифракционного максимума  $b = 1$  см.

17. Монохроматический свет с длиной волны  $0,63$  мкм падает на длинную прямоугольную щель шириной  $a = 12$  мкм под углом  $\varphi = 45^\circ$  к ее нормали. Определить угловое положение первых минимумов, расположенных по обе стороны от центрального максимума.

18. Монохроматический свет падает на длинную прямоугольную щель шириной  $a = 12$  мкм под углом  $30^\circ$  к ее нормали. Определить длину волны  $\lambda$  света, если направление на первый минимум от центрального максимума составляет  $33^\circ$ .

19. Какое число штрихов  $N$  на единицу длины имеет дифракционная решетка, если зеленая линия ртути ( $\lambda = 546,1$  нм) в спектре первого порядка наблюдается под углом  $\varphi = 19^\circ$ ?

20. Найти наибольший порядок  $m$  спектра для желтой линии натрия ( $\lambda = 589$  нм), если постоянная дифракционной решетки  $d = 2$  мкм.

21. Какова должна быть постоянная  $d$  дифракционной решетки, чтобы в первом порядке были разрешены линии спектра калия  $\lambda_1 = 404,4$  нм и  $\lambda_2 = 404,7$  нм? Ширина решетки  $L = 3$  см.

22. Какова должна быть постоянная  $d$  дифракционной решетки, чтобы в первом порядке был разрешен дублет натрия  $\lambda_1 = 589,0$  нм и  $\lambda_2 = 589,6$  нм? Ширина решетки  $L = 2,5$  см.

23. Сколько штрихов на каждый миллиметр содержит дифракционная решетка, если при наблюдении в монохроматическом свете ( $\lambda = 0,63$  мкм) максимум пятого порядка отклонен на угол  $\varphi = 16^\circ$ ?

24. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 630$  нм. Определить наибольший порядок спектра, полученный с помощью этой решетки, если ее постоянная  $d = 2$  мкм.

25. На дифракционную решетку длиной  $L = 1,5$  мм, содержащей  $N = 3000$  штрихов, падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 550$  нм. Определить число максимумов, наблюдаемых в спектре дифракционной решетки, и угол, соответствующий последнему максимуму.

26. Определить число штрихов на 1 мм дифракционной решетки, если углу  $\varphi = 30^\circ$  соответствует максимум четвертого порядка для монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 0,55$  мкм.

27. Монохроматический свет нормально падает на дифракционную решетку. Определить угол дифракции, соответствующий максимуму четвертого порядка, если максимум третьего порядка наблюдается под углом  $15^\circ$ .

28. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. В спектре, полученном с помощью этой дифракционной решетки, некоторая спектральная линия наблюдается в первом порядке под углом  $\varphi = 11^\circ$ . Определить наивысший порядок спектра, в котором может наблюдаться эта линия.

29. Определить длину волны монохроматического света, падающего нормально на дифракционную решетку, имеющую 300 штрихов на 1 мм, если угол между направлениями на максимумы первого и второго порядков составляет  $12^\circ$ .

30. На дифракционную решетку, содержащую 100 штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет. Зрительная труба спектрометра наведена на максимум третьего порядка. Чтобы навести трубу на другой максимум того же порядка, ее нужно повернуть на  $20^\circ$ . Определить длину волны  $\lambda$  света.

31. Дифракционная решетка освещена нормально падающим монохроматическим светом. В дифракционной картине максимум второго порядка отклонен на угол  $\varphi_1 = 14^\circ$ . На какой угол  $\varphi_2$  отклонен максимум третьего порядка?

32. Дифракционная решетка содержит  $n = 200$  штрихов на 1 мм. На решетку падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,628$  мкм. Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?

33. На дифракционную решетку, содержащую 400 штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет ( $\lambda = 0,6$  мкм). Найти общее число наблюдаемых дифракционных максимумов. Определить угол  $\varphi$  дифракции, соответствующий последнему максимуму.

34. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядков отчасти перекрывают друг друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница ( $\lambda = 0,4$  мкм) спектра третьего порядка?

35. На дифракционную решетку, содержащую 500 штрихов на 1 мм, падает в направлении нормали к ее поверхности белый свет. Спектр проецируется помещенной вблизи решетки линзой на экран. Определить ширину  $b$  спектра первого порядка на экране, если расстояние  $d$  линзы до экрана равно 3 м. Границы видимого спектра  $\lambda_{кр} = 780$  нм,  $\lambda_{ф} = 400$  нм.

#### 4. Законы теплового излучения

1. Зачернённый шарик остывает от температуры  $T_1 = 300$  К до  $T_2 = 293$  К. На сколько изменилась длина волны  $\lambda_{max}$ , соответствующая максимуму спектральной плотности его энергетической светимости.

2. На сколько уменьшится масса Солнца за год вследствие излучения? За какое время  $\tau$  масса Солнца уменьшится вдвое? Температура поверхности Солнца  $T = 5800$  К. Излучение считать постоянным.

3. Какую мощность  $P$  надо подводить к зачерненному металлическому шарикку радиусом  $r = 2$  см, чтобы поддерживать его температуру на  $\Delta T = 27$  К выше температуры окружающей среды  $T = 293$  К? Считать, что тепло теряется только вследствие излучения.

4. Абсолютно черное тело имеет температуру  $T_1 = 2900$  К. В результате остывания тела длина волны  $\lambda_m$ , на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на  $\Delta\lambda = 9$  мкм. До какой температуры  $T_2$  охладилось тело?

5. Температура  $T$  абсолютно черного тела изменилась при нагревании от 1000 до 3000 К. Во сколько раз изменилась при этом его энергетическая светимость  $R_e$  и максимальная спектральная плотность энергетической светимости  $r_{\lambda, T}^{\max}$  ?

6. Поток излучения абсолютно черного тела  $\Phi_e = 10$  кВт. Найти площадь  $S$  излучающей поверхности, если максимум спектральной плотности его энергетической светимости приходится на длину волны  $\lambda = 700$  нм.

7. Какую энергетическую светимость  $R_e$  имеет абсолютно черное тело, если максимум спектральной плотности энергетической светимости приходится на длину волны  $\lambda = 484$  нм?

8. Температура вольфрамовой спирали в 25-ваттной электрической лампочке  $T = 2450$  К. Отношение её энергетической светимости к энергетической светимости абсолютно чёрного тела при данной температуре  $k = 0,3$ . Найти площадь  $S$  излучающей поверхности спирали.

9. Поток излучения раскаленной металлической поверхности  $\Phi_e = 0,67$  кВт. Температура поверхности  $T = 2500$  К, её площадь  $S = 10$  см<sup>2</sup>. Какой поток излучения имела бы эта поверхность, если бы она была абсолютно чёрной? Найти отношение  $k$  энергетической светимости этой поверхности и энергетической светимости абсолютно чёрного тела при данной температуре.

10. При нагревании абсолютно черного тела длина волны  $\lambda_m$ , на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась от 690 до 500 нм. Во сколько раз увеличилась при этом энергетическая светимость?

11. Поверхность тела нагрета до температуры  $T = 1000$  К. Затем одна половина этой поверхности нагревается на  $\Delta T_1 = 100$  К, другая охлаждается на  $\Delta T_2 = 100$  К. Во сколько раз изменится энергетическая светимость  $R_e$  поверхности этого тела?

12. Черное тело имеет температуру  $T_1 = 500$  К. Какова будет температура  $T_2$  тела, если в результате нагревания поток излучения  $\Phi_e$  увеличится в  $n = 5$  раз?

13. Температура абсолютно чёрного тела  $T = 2$  кК. Определить длину волны  $\lambda_m$ , на которую приходится максимум спектральной плотности

энергетической светимости, и спектральную плотность энергетической светимости для этой длины волны.

14. Определить температуру  $T$  и энергетическую светимость  $R_e$  абсолютно чёрного тела, если максимум спектральной плотности энергетической светимости приходится на длину волны  $\lambda_m = 600$  нм.

15. Средняя энергетическая светимость  $\langle R_e \rangle$  поверхности Земли равна  $\frac{\text{Дж}}{\text{см}^2 \cdot \text{мин}}$ . Какова должна быть температура  $T$  поверхности Земли, если условно считать, что она излучает как серое тело с коэффициентом черноты  $\alpha_T = 0,25$ ?

16. Вычислить температуру поверхности Земли, считая ее постоянной, в предположении, что Земля как чёрное тело излучает столько энергии, сколько получает от Солнца. Интенсивность излучения Солнца принять равной  $1,37 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$ .

17. Муфельная печь, потребляющая мощность  $P = 1$  кВт, имеет отверстие площадью  $S = 100$  см<sup>2</sup>. Определить долю  $\eta$  мощности, рассеиваемой стенками печи, если температура ее внутренней поверхности равна 1 кК.

18. Как и во сколько раз изменится поток  $\Phi_e$  излучения абсолютно черного тела, если максимум спектральной плотности энергетической светимости сместится с красной границы видимого спектра ( $\lambda_{m_1} = 780$  нм) на фиолетовую ( $\lambda_{m_2} = 390$  нм)?

19. Поток излучения абсолютно черного тела  $\Phi_e = 10$  кВт. Максимум спектральной плотности энергетической светимости приходится на длину волны  $\lambda_m = 0,8$  мкм. Определить площадь излучающей поверхности.

20. Из смотрового окошечка печи излучается поток  $\Phi_e = 4$  кДж/мин. Определить температуру печи, если площадь окошечка  $S = 8$  см<sup>2</sup>.

21. Абсолютно чёрное тело находилось при температуре  $T_1 = 3000$  К. При остывании тела длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости увеличилась на  $\Delta\lambda = 8$  мкм. Определить температуру  $T_2$  охлаждённого тела.

22. Вычислить энергию, излучаемую за  $t = 1$  час с площади  $S = 5$  см<sup>2</sup> абсолютно чёрного тела, температура которого  $T = 1000$  К.

23. Определить энергию, излучаемую за сутки с площади  $S = 0,5$  см<sup>2</sup> абсолютно чёрного тела, если максимум спектральной плотности энергетической светимости этого тела приходится на длину волны  $\lambda_m = 2,9$  мкм.

24. Считая, что Солнце излучает как абсолютно чёрное тело, определить поток солнечного излучения вблизи поверхности Земли. Температуру поверхности Солнца принять равной 5780 К.

25. Считая, что Солнце излучает как чёрное тело, вычислить насколько уменьшится его масса за год вследствие излучения. Температуру поверхности Солнца принять равной 5780 К.

### 5. Фотозффект. Уравнение Эйнштейна для фотозффекта.

1. Работа выхода электронов из вольфрама  $A_{\text{вых}} = 4,5$  эВ, скорость фотоэлектронов  $v = 5 \cdot 10^5$  м/с. Определить импульс фотонов, вызывающих фотозффект.

2. Для прекращения фотозффекта из натрия необходима задерживающая разность потенциалов  $U_z = 2$  В. Определить массу фотонов, вызывающих фотозффект. Работа выхода электрона из натрия  $A_{\text{вых}} = 2,3$  эВ.

3. Работа выхода электрона из металла  $A_{\text{вых}} = 3,7$  эВ. Какой минимальный импульс должен иметь фотон, чтобы электроны, выбитые из металла в результате фотозффекта, имели кинетическую энергию  $W_k = 2$  эВ.

4. Энергия фотонов, которыми облучается металл в 4 раза больше работы выхода электронов из этого металла. Какую долю от энергии фотонов составляет максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих из металла?

5. Если поочередно освещать поверхность металла с длинами волны 350 нм и 540 нм, то максимальные скорости фотоэлектронов будут отличаться в 2 раза. Определить работу выхода электронов для этого металла.

6. Красная граница фотозффекта для некоторого металла соответствует длине волны  $6,6 \cdot 10^{-5}$  см. Чему равно напряжение, при котором полностью задерживаются фотоэлектроны, вырывааемые из этого металла излучением с длиной волны  $\lambda = 1,8 \cdot 10^{-5}$  см?

7. Источник монохроматического света мощностью 64 Вт испускает каждую секунду 1020 фотонов, вызывающих фотозффект из пластинки с работой выхода электронов, равной 1,6 эВ. До какого потенциала зарядится пластинка, при длительном освещении?

8. При увеличении частоты падающего на металл света в 2 раза задерживающее напряжение для фотоэлектронов увеличивается в три раза. Частота первоначального падающего света  $1,2 \cdot 10^{15}$  Гц. Определить длину волны  $\lambda_{\text{max}}$ , соответствующую красной границе фотозффекта для этого металла.

9. Плоский алюминиевый электрод освещается ультрафиолетовым светом длиной волны  $\lambda_{\max} = 8,3 \cdot 10^{-8}$  м. Красная граница фотоэффекта для алюминия соответствует длине волны  $3,32 \cdot 10^{-7}$  м. Определить напряжённость задерживающего электрического поля, под действием которого фотоэлектроны удаляются на максимальное расстояние 1,5 см?

10. Длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта, равна 700 нм. Отношение скоростей вылетающих электронов при освещении светом с длинами волн  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  равно  $3/4$ . Найдите  $\lambda_2$ , если  $\lambda_1 = 600$  нм.

11. При исследовании фотоэффекта с поверхности железного образца, имеющего работу выхода электронов 4,3 эВ, нашли, что максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1,8 эВ. Считая свет, которым облучался образец монохроматическим, определить массу одного кванта этого света.

12. Работа выхода электронов из металла равна 3,7 эВ. Какой минимальный импульс должны иметь фотоны, чтобы электроны, выбитые из металла в результате фотоэффекта, имели кинетическую энергию 2 эВ.

13. Энергия фотонов, которыми облучается металл, в 3 раза больше работы выхода электронов из этого металла. Какую долю от энергии фотона составляет максимальная кинетическая энергия электронов, вылетевших из металла?

## 6. Эффект Комптона

1. Фотон с длиной волны  $\lambda_1 = 15$  пм рассеялся на свободном электроне. Длина волны рассеянного фотона  $\lambda_2 = 17,43$  пм. Определить угол  $\theta$  рассеяния фотонов.

2. В результате эффекта Комптона энергия фотона изменилась от  $\varepsilon_1 = 1,02$  МэВ до  $\varepsilon_2 = 0,2$  МэВ. Определить угол  $\theta$  рассеяния фотонов.

3. Фотон с энергией  $\varepsilon_1 = 0,51$  МэВ был рассеян при эффекте Комптона на свободном электроне на угол  $\theta = 180^\circ$ . Определить кинетическую энергию  $W_k$  электрона отдачи.

4. В результате эффекта Комптона фотон с энергией  $\varepsilon_1 = 1,02$  МэВ был рассеян на свободных электронах на угол  $\theta = 120^\circ$ . Определить энергию  $\varepsilon_2$  рассеянного фотона.

5. Определить угол  $\theta$ , на который был рассеян фотон с энергией  $\varepsilon_1 = 1,53$  МэВ при эффекте Комптона на свободных электронах, если кинетическая энергия электрона отдачи 0,51 МэВ.

6. Фотон с энергией  $\varepsilon_1 = 0,51$  МэВ при рассеянии на свободном электроне потерял половину своей энергии. Определить угол рассеяния  $\theta$ .

7. Фотон при эффекте Комптона на свободном электроном был рассеян на угол  $\theta = 90^\circ$ . Определить импульс  $pe$  (в МэВ/с,  $c$  – скорость света в вакууме); приобретённый электроном, если энергия фотона до рассеяния была  $\varepsilon_1 = 1,02$  МэВ.

8. Фотон с энергией  $\varepsilon_1 = 0,3$  МэВ рассеялся на угол  $\theta$  равный  $180^\circ$  на свободном электроном. Определить долю энергии фотона, переданной электрому отдачи в результате рассеяния.

9. Фотон с импульсом  $p_1 = 1,02$  МэВ/с ( $c$  – скорость света в вакууме) в результате эффекта Комптона на свободном электроном был рассеян на угол  $\theta = 60^\circ$ . Определить импульс  $p_2$  рассеянного фотона.

10. Гамма-фотон с энергией  $\varepsilon_1 = 1,02$  МэВ в результате рассеяния на свободном электроном отклонился от первоначального направления на угол  $90^\circ$ . Определить кинетическую энергию и импульс электрома отдачи. До столкновения электрон покоился

11. Гамма-фотон с длиной волны  $\lambda_2 = 17,43$  пм испытал комптоновское рассеяние на свободном электроном строго назад. Определить кинетическую энергию и импульс электрома отдачи. До столкновения электрон покоился.

12. В результате комптоновского рассеяния на свободном электроном длина волны гамма - фотона увеличилась в два раза. Найти кинетическую энергию и импульс электрома отдачи, если угол рассеяния фотона равен  $60^\circ$ . До столкновения электрон покоился.

## 7. Давление света

1. Определить энергетическую освещённость  $E_e$  зеркальной поверхности, если давление  $P$ , производимое излучением, равно 40 мкПа. Излучение падает под углом  $\alpha = 60^\circ$  к поверхности.

2. Давление  $p$  света с длиной волны  $\lambda = 400$  нм, падающего нормально на зачернённую поверхность, равно 2 нПа. Определить число фотонов, падающих за время  $t = 10$  с на площадь  $S = 1$  мм<sup>2</sup> этой поверхности.

3. Давление света, производимое на зеркальную поверхность  $p = 5$  мПа. Определить концентрацию  $n_0$  фотонов вблизи поверхности, если длина волны света, падающего на поверхность,  $\lambda = 0,5$  мкм.

4. На расстоянии  $r = 5$  м от точечного монохроматического ( $\lambda = 0,5$  мкм) изотропного источника расположена площадка ( $S = 8$  мм<sup>2</sup>) перпендикулярно падающим лучам. Определить число фотонов, ежесекундно падающих на площадку. Поток излучения  $\Phi_e = 100$  Вт.

5. На зеркальную поверхность под углом  $\alpha = 60^\circ$  к нормали падает пучок монохроматического света ( $\lambda = 590$  нм). Энергетическая освещенность поверхности  $E_e = 1$  кВт/м<sup>2</sup>. Определить давление  $P$ , производимое светом на зеркальную поверхность.

6. Свет падает нормально на зеркальную поверхность, находящуюся на расстоянии  $r = 10$  см от точечного изотропного излучателя. При какой мощности излучателя давление  $P$  на зеркальную поверхность будет равным 1 мПа?

7. Свет с длиной волны  $\lambda = 600$  нм нормально падает на зеркальную поверхность и производит на неё давление  $p = 4$  мкПа. Определить число  $N$  фотонов, падающих за время  $t = 10$  с на площадь  $S = 1$  мм<sup>2</sup> этой поверхности.

8. На зеркальную поверхность площадью  $S = 6$  см<sup>2</sup> падает под углом  $\alpha = 45^\circ$  поток излучения  $\Phi_e = 0,8$  Вт. Определить давление  $P$  и силу давления  $F$  света на эту поверхность.

9. Поток лазерного излучения мощностью 100 Вт падает на пластинку под углом  $60^\circ$ . Пластинка пропускает 40 % падающей энергии, а остальную отражает. Найти силу  $F$ , действующую на пластинку со стороны света.

10. По нормали к поверхности падает пучок света. Энергетическая освещенность поверхности  $E_e = 120$  Вт/м<sup>2</sup>, давление, оказываемое светом на поверхность  $p = 50$  мкПа. Определить коэффициент отражения.

11. Давление монохроматического света длиной волны 500 нм на поверхность с коэффициентом отражения  $\rho = 0,3$ , расположенную перпендикулярно падающему свету, равно 0,2 мкПа. Определить число фотонов, падающих каждую секунду на единицу площади поверхности.

12. На расстоянии  $r = 5$  см от точечного изотропного источника монохроматического света ( $\lambda = 0,5$  мкм) расположена площадка, перпендикулярная падающему пучку ( $S = 8$  мм<sup>2</sup>). Определить число фотонов каждую секунду падающих на площадку. Поток излучения  $\Phi_e = 200$  Вт.

13. Поток энергии, излучаемый электрической лампочкой,  $\Phi_e = 600$  Вт. На расстоянии  $r = 1$  м от лампы перпендикулярно падающим лучам расположено плоское зеркальце диаметром  $d = 2$  см. Определить силу  $F$  светового давления на зеркальце. Лампу рассматривать как точечный изотропный излучатель.

14. Определить давление солнечных лучей нормально падающих на зеркальную поверхность. Энергетическую освещенность поверхности принять равной 1,37 кВт/м<sup>2</sup>.

15. Свет с длиной волны 0,55 мкм падает нормально на зеркальную поверхность и производит на неё давление 10 мкПа. Определить число фотонов, каждую секунду падающих на 1 см<sup>2</sup> этой поверхности.

16. Давление света, нормально падающего на поверхность, равно 6,0 мкПа. Определить концентрацию фотонов вблизи поверхности, если длина волны света равна 500 нм, а коэффициент отражения  $\rho = 0,4$ .

17. Давление света, нормально падающего на поверхность, равно 6,5 мкПа. Определить концентрацию фотонов вблизи поверхности, если длина волны света равна 0,48 мкм, а коэффициент отражения  $\rho = 0,5$ .

18. Энергетическая освещенность в импульсе излучения лазера может достигать значения 1020 Вт/м<sup>2</sup>. Определить давление такого излучения нормально падающего на чёрную поверхность.

19. Определить энергетическую освещённость  $E_e$  зеркальной поверхности, если давление, производимое излучением, равно 45 мкПа. Излучение падает под углом 50° к поверхности.

20. Давление света с длиной волны  $\lambda = 600$  нм, падающего нормально на чёрную поверхность, равно 4 нПа. Определить число фотонов, падающих за время  $t = 10$  с на поверхность площадью  $S = 1$  мм<sup>2</sup>.

21. Определить коэффициент отражения  $\rho$  поверхности, если при энергетической освещённости  $E_e = 150$  Вт/м<sup>2</sup> давление света оказалось равным 0,6 мкПа.

22. Давление света, производимое на зеркальную поверхность, равно 10 мПа. Определить концентрацию фотонов вблизи поверхности, если длина волны света, падающего на поверхность под углом 30°, равна 0,5 мкм.

23. На расстоянии  $r = 5$  м от точечного монохроматического ( $\lambda = 0,5$  мкм) изотропного источника расположена площадка ( $S = 10$  мм<sup>2</sup>) перпендикулярно падающим лучам. Определить число фотонов, ежесекундно падающих на площадку. Мощность излучения 120 Вт.

24. На зеркальную поверхность под углом 45° к нормали падает пучок монохроматического света ( $\lambda = 640$  нм). Энергетическая освещенность  $E_e = 100$  Вт/м<sup>2</sup>. Определить давление света, производимое на зачернённую поверхность.

25. На зеркальную поверхность площадью  $S = 5$  см<sup>2</sup> падает под углом 60° поток излучения  $\Phi_e = 0,8$  Вт. Определить давление  $P$  и силу давления  $F$  света на эту поверхность.

## 8. . Волновые свойства частиц.

1. Найти дебройлевскую длину  $\lambda$  для электрона, движущегося по круговой орбите атома водорода, находящегося в основном состоянии.

2. Определить дебройлевскую длину волны  $\lambda$  электрона, находящегося на второй орбите атома водорода.

3. С какой скоростью движется электрон, если длина волны  $\lambda$  де Бройля электрона равна его комптоновской длине волны  $\lambda_c$ ?

4. Определить длину волны  $\lambda$  де Бройля электронов, бомбардирующих антикатод рентгеновской трубки, если граница сплошного рентгеновского спектра приходится на длину волны  $\lambda = 3$  нм.

5. Электрон движется по окружности радиусом  $R = 0,5$  см в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 8$  мТл. Определить длину волны  $\lambda$  де Бройля электрона.

6. Какой кинетической энергией  $W_k$  должен обладать электрон, чтобы дебройлевская длина волны  $\lambda$  электрона была равна его комптоновской длине волны  $\lambda_c$ ?

7. Масса  $m$  движущегося электрона в два раза больше массы покоя  $m_0$ . Определить длину волны  $\lambda$  де Бройля для такого электрона.

8. Кинетическая энергия  $W_k$  электрона равна его энергии покоя  $W_0$ . Вычислить длину волны  $\lambda$  де Бройля для такого электрона.

9. Протон обладает кинетической энергией, равной энергии покоя. Во сколько раз изменится длина волны  $\lambda$  де Бройля протона, если его кинетическая энергия увеличится в два раза?

10. Кинетическая энергия  $W_k$  электрона равна удвоенному значению его энергии покоя ( $2 m_0 c^2$ ). Вычислить длину волны  $\lambda$  де Бройля для такого электрона.

11. Определить длину волны де Бройля  $\lambda$ , характеризующую волновые свойства электрона, если его скорость  $v=1$  Мм/с. Сделать такой же подсчет для протона...

12. Электрон движется со скоростью  $v=200$  Мм/с. Определить длину волны де Бройля  $\lambda$ , учитывая изменение массы электрона в зависимости от скорости.

13. Какую ускоряющую разность потенциалов  $U$  должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля  $\lambda$  была равна  $0,1$  нм?

14. Определить длину волны де Бройля  $\lambda$  электрона, если его кинетическая энергия  $T=1$  кэВ.

15. Найти длину волны де Бройля  $\lambda$  протона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов  $U$ : 1) 1 кВ; 2) 1 МВ.

16. Найти длину волны де Бройля  $\lambda$  для электрона, движущегося по круговой орбите атома водорода, находящегося в основном состоянии.

17. Определить длину волны де Бройля  $\lambda$  электрона, находящегося на второй орбите атома водорода.

18. С какой скоростью движется электрон, если длина волны де Бройля  $\lambda$  электрона равна его комптоновской длине волны  $\lambda_c$ ?

19. Определить длину волны де Бройля  $\lambda$  электронов, бомбардирующих антикатод рентгеновской трубки, если граница сплошного рентгеновского спектра приходится...

20. 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 в определении скорости составляет 10 % от ее величины. Сравнить

полученную неточность с диаметром  $d$  атома водорода, вычисленным по теории Бора для основного состояния, и указать, применимо ли понятие траектории в данном случае.

21. Электрон с кинетической энергией  $T=15$  эВ находится в металлической пылинке диаметром  $d=1$  мкм. Оценить относительную неточность  $\Delta v$ , с которой может быть определена скорость электрона.

22. Во сколько раз дебройлевская длина волны  $\lambda$  частицы меньше неопределенности  $\Delta x$  ее координаты, которая соответствует относительной неопределенности импульса в 1%?

23. Предполагая, что неопределенность координаты движущейся частицы равна дебройлевской длине волны, определить относительную неточность  $\Delta p/p$  импульса этой частицы.

24. Используя соотношение неопределенностей  $\Delta x \Delta p_x \geq \hbar$ , оценить низший энергетический уровень электрона в атоме водорода. Принять линейные размеры атома  $l \approx 0,1$  нм.

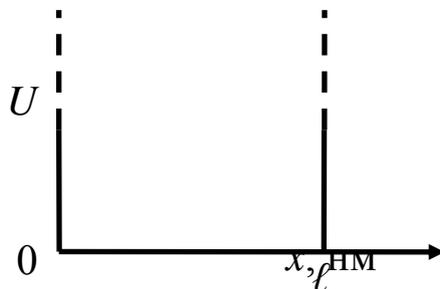
25. Приняв, что минимальная энергия  $E$  нуклона в ядре равна 10 МэВ, оценить, исходя из соотношения неопределенностей, линейные размеры ядра.

26. Используя соотношение неопределенности  $\Delta E \Delta t \geq \hbar$ , оценить ширину  $\Gamma$  энергетического уровня в атоме водорода, находящегося:  
 1) в основном состоянии;  
 2) в возбужденном состоянии (время  $\tau$  жизни атома в возбужденном состоянии равно  $10^{-8}$  с).

### 9. Методы решения уравнения Шредингера для свободной частицы и частицы в потенциальной «яме».

1-11. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме»

(см. рис. ) шириной  $\ell$  с бесконечно высокими «стенками» находится в состоянии, характеризуемом квантовым числом  $n$  (см. табл.). Определить плотность вероятности  $|\psi(x)|^2$  обнаружения частицы в точке с координатой  $x$ , вероятность  $w$  нахождения частицы в интервале  $\Delta x$  и энергию  $E$  частицы в указанном состоянии, изобразить графически зависимость  $|\psi(x)|^2 = f(x)$ .



№ задачи	Частица	$\ell$ , нм	$n$	$x$ , нм	$x_1 \leq x \leq x_2$
1	Электрон	1,0	3	0,5	$0 \leq x \leq \ell/3$
2	Протон	1,5	2	0,4	$\ell/2 \leq x \leq \ell$

№ задачи	Частица	$\ell$ , нм	$n$	$x$ , нм	$x_1 \leq x \leq x_2$
3	$\alpha$ -частица	10,0	1	3,0	$\ell/3 \leq x < 2\ell/3$
4	Электрон	2,0	4	0,25	$\ell/4 \leq x \leq \ell/2$
5	Протон	1,0	3	0,2	$\ell/3 \leq x \leq \ell$
6	$\alpha$ -частица	5,0	2	2,0	$\ell/4 \leq x \leq \ell$
7	Электрон	0,5	1	0,25	$0 \leq x \leq 2\ell/3$
8	Электрон	1,0	2	0,25	$\ell/4 \leq x \leq 3\ell/4$
9	Протон	2,0	4	0,2	$\ell/4 \leq x \leq 3\ell/4$
10	$\alpha$ -частица	3,0	3	0,5	$0 \leq x \leq 3\ell/4$
11	Протон	1,0	3	0,2	$\ell/3 \leq x \leq \ell$

### 10. Расчет энергии электрона на разных энергетических уровнях

1. Невозбужденный атом водорода поглощает квант излучения с длиной волны  $\lambda = 102,6$  нм. Вычислить, пользуясь теорией Бора, радиус  $r_n$  электронной орбиты возбужденного атома водорода.

2. Вычислить по теории Бора радиус  $r_2$  второй стационарной орбиты и скорость  $v_2$  электрона на этой орбите для атома водорода.

3. Вычислить по теории Бора период  $T$  вращения электрона в атоме водорода, находящегося в возбужденном состоянии, определяемом главным квантовым числом  $n = 2$ .

4. Определить изменение энергии  $\Delta E$  электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с частотой  $6,28 \cdot 10^{14}$  Гц.

5. Во сколько раз изменится период  $T$  вращения электрона в атоме водорода, если при переходе в невозбужденное состояние атом излучил фотон с длиной волны  $\lambda = 97,5$  нм?

6. Определить изменение кинетической энергии электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны  $\lambda = 435$  нм?

7. В каких пределах  $\Delta\lambda$ , должна лежать длина волн монохроматического света, чтобы при возбуждении атомов водорода квантами этого света радиус  $r_n$  орбиты электрона увеличился в 16 раз?

8. В однозарядном ионе лития электрон перешел с четвертого энергетического уровня на второй. Определить длину волны  $\lambda$  излучения, испущенного ионом лития.

9. Электрон в атоме водорода находится на третьем энергетическом уровне. Определить кинетическую  $W_k$ , потенциальную  $W_p$  и полную  $W$  энергию электрона.

10. Фотон выбивает из атома водорода, находящегося в основном состоянии, электрон с кинетической энергией  $W_k = 10$  эВ. Определить энергию  $\varepsilon$  фотона.

11. Вычислить радиусы  $r_2$  и  $r_3$  второй и третьей орбит в атоме водорода.

12. Определить скорость  $v$  электрона на второй орбите атома водорода.

13. Определить частоту обращения электрона на второй орбите атома водорода.

14. Определить потенциальную  $\Pi$ , кинетическую  $T$  и полную  $E$  энергии электрона, находящегося на первой орбите атома водорода.

15. Определить длину волны  $\lambda$ , соответствующую третьей спектральной линии в серии Бальмера.

16. Найти наибольшую  $\lambda_{\max}$  и наименьшую  $\lambda_{\min}$  длины волн в первой инфракрасной серии спектра водорода (серии Пашена).

17. Вычислить энергию  $\varepsilon$  фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на первый.

18. Определить наименьшую  $\varepsilon_{\min}$  и наибольшую  $\varepsilon_{\max}$  энергии фотона в ультрафиолетовой серии спектра водорода (серии Лаймана).

19. Атомарный водород, возбужденный светом определенной длины волны, при переходе в основное состояние испускает только три спектральные линии. Определить длины волн этих линий и указать, каким сериям они принадлежат

20. Фотон с энергией  $\varepsilon = 16,5$  эВ выбил электрон из невозбужденного атома водорода. Какую скорость  $v$  будет иметь электрон вдали от ядра атома?

21. Вычислить длину волны  $\lambda$ , которую испускает ион гелия  $\text{He}^+$  при переходе со второго энергетического уровня на первый..

## 11. Ядерные реакции. Элементарные частицы

1-11. Для нейтрального атома (см. табл.) определить дефект массы  $\Delta m$ , энергию связи  $\Delta W_{\text{св}}$ , удельную энергию связи  $w_{\text{св}}$ , массу  $n$ -зарядного иона и энергию  $W$ , необходимую для отрыва одной или нескольких частиц от нейтрального атома.

№ задачи	Изотоп	Заряд иона	Частица	Число отрываемых частиц
1	${}^7_3\text{Li}$	+2	нейтрон	1
2	${}^7_4\text{Be}$	+2	протон	1
3	${}^{11}_5\text{B}$	+3	нейтрон	2
4	${}^{14}_7\text{N}$	+3	протон	2
5	${}^{17}_8\text{O}$	-2	нейтрон	1
6	${}^{27}_{12}\text{Al}$	+3	протон, нейтрон	2
7	${}^{27}_{14}\text{Si}$	+4	протон, нейтрон	2
8	${}^{33}_{15}\text{P}$	+5	нейтрон	3
9	${}^{33}_{16}\text{S}$	+6	протон	1

№ задачи	Изотоп	Заряд иона	Частица	Число отрывааемых частиц
10	$^{56}_{26}\text{Fe}$	+2	нейтрон	2
11	$^{14}_7\text{N}$	+3	протон	2

12. Определить постоянные распада  $\lambda$  изотопов радия  $^{219}_{88}\text{Ra}$  и  $^{226}_{88}\text{Ra}$ .

13. Постоянная распада  $\lambda$  рубидия  $^{89}\text{Rb}$  равна  $0,00077\text{ с}^{-1}$ . Определить его период полураспада  $T_{1/2}$ .

14. Какая часть начального количества атомов радиоактивного актиния  $^{225}\text{Ac}$  останется через 5 сут? через 15 сут?

15. За один год начальное количество радиоактивного изотопа уменьшилось в три раза. Во сколько раз оно уменьшится за два года?

16. За время  $t=8$  сут распалось  $k=3/4$  начального количества ядер радиоактивного изотопа. Определить период полураспада  $T_{1/2}$ .

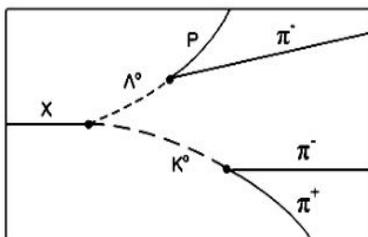
17. Период полураспада  $T_{1/2}$  радиоактивного нуклида равен 1 ч. Определить среднюю продолжительность  $\tau$  жизни этого нуклида.

18. Определить число  $N$  атомов, распадающихся в радиоактивном изотопе за время  $t=10$  с, если его активность  $A=0,1$  МБк. Считать активность постоянной в течение указанного времени.

19. За время  $t=1$  сут активность изотопа уменьшилась от  $A_1=118$  ГБк до  $A_2=7,4$  ГБк. Определить период полураспада  $T_{1/2}$  этого нуклида.

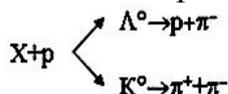
20. Активность  $A$  препарата уменьшилась в  $k=250$  раз. Скольким периодам полураспада  $T_{1/2}$  равен протекший промежуток времени  $t$ ?

21. Записать процессы взаимопревращения частиц. ( $\beta^-$ -распад,  $K$ -захват,  $\beta^+$ -распад, аннигиляция)



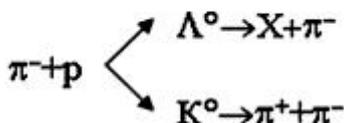
22.

На рисунке показана фотография взаимодействия неизвестной частицы  $X$  с протоном в водородной пузырьковой камере, которое идет по схеме



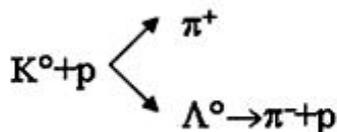
Если спин  $\pi$ -мезона  $S=0$ , то заряд и спин налетающей частицы будут равны?

23. Взаимодействие  $\pi$ -мезона с протоном в водородной пузырьковой камере с образованием неизвестной частицы  $X$  идет по схеме



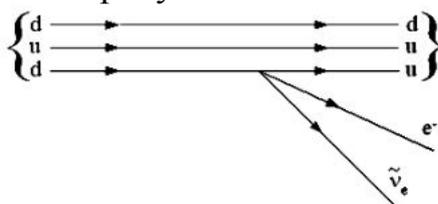
Если спин  $\pi$ -мезона  $S=0$ , то заряд и спин частицы  $X$  будут равны?

24. Взаимодействие  $K^0$ -мезона с протоном в водородной пузырьковой камере идеи по схеме



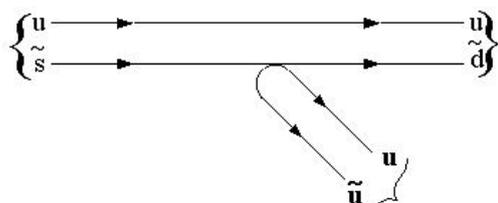
Если спин  $\pi$ -мезона  $S_\pi=0$ , то характеристиками  $K^0$ -мезона будут?

25. На рисунке показана кварковая диаграмма  $\beta$  распада нуклона.



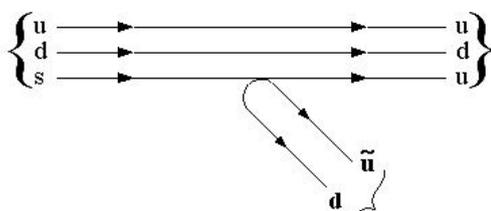
Эта диаграмма соответствует реакции ...

26. На рисунке показана кварковая диаграмма распада  $K^+$ -мезона.



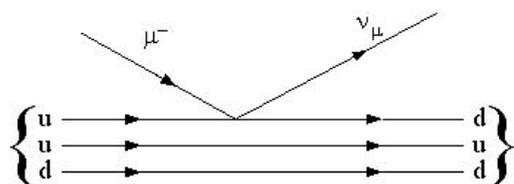
Эта диаграмма соответствует реакции ...

27. На рисунке показана кварковая диаграмма распада  $\Lambda$ -гиперона.



Эта диаграмма соответствует реакции ...

28. На рисунке показана кварковая диаграмма захвата нуклоном  $\mu^-$ - мезона.



Эта диаграмма соответствует реакции ...

29. Реакция  $\mu^- = e^- + \nu_e + \nu_\mu$  не может идти из-за нарушения закона сохранения.

30. Реакция распада электрона по схеме  $e^- \rightarrow \gamma + \gamma + \bar{\nu}$  невозможна вследствие невыполнения закона сохранения ...

31. Укажите квантовую схему, соответствующую гравитационному, слабому, электромагнитному и сильному взаимодействиям.

**СПЕЦИФИКАЦИЯ**  
**промежуточного контроля по дисциплине**  
**«Физика»**  
**для студентов по направлению подготовки**  
**09.03.03 «Прикладная информатика»**  
**(зачет)**  
**Курс – 1. Семестр – 2**

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

**2. Критерии и шкала оценивания**

Критерии оценивания:

- степень полноты, точности, самостоятельности ответов на вопросы и задания;
- качество изложения программного материала при ответе на основные и дополнительные вопросы;
- способность увязывать теорию с практикой;
- использование в ответе материала разнообразных литературных источников.

Шкала оценивания:

Баллы	Степень удовлетворения критериям
85..100 баллов	Студент исчерпывающим образом ответил на вопросы. При ответе студент излагает материал последовательно, четко и логически стройно, способен аргументировать свои утверждения и выводы, привести практические примеры, использует материал разнообразных литературных источников. <i>Три теоретических вопроса отвечены в полном объеме без замечаний или с незначительными замечаниями, на дополнительные вопросы даны правильные ответы</i>
75-84 баллов	При ответе на вопросы студентом допущены одна-две неточности или несущественные ошибки. При ответе студент излагает материал последовательно, четко и логически стройно, способен аргументировать свои утверждения и выводы, привести практические примеры. <i>Два из теоретических вопросов отвечены в полном объеме, третий в неполном объеме, на дополнительные вопросы даны в основном правильные ответы</i>
65-74 балла	При ответе на вопросы студентом допущены одна-две существенные ошибки, которые студент исправил при наводящих вопросах экзаменатора. Студент допускает нарушение логики изложения материала, путается в терминах, демонстрирует слабую способность аргументировать свои утверждения и выводы, привести

	<p>практические примеры.</p> <p><i>Один из теоретических вопросов отвечен в полном объеме без замечаний, ответ на второй вопрос дан не в полном объеме, ответа на третий вопрос не последовало, на дополнительные вопросы даны в основном правильные ответы</i></p>
0-64 баллов	<p>При ответе обнаружено непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые студент не смог исправить при наводящих вопросах экзаменатора; не осознаёт связи теории с практикой; студент отсутствовал на экзамене.</p> <p><i>В прочих случаях.</i></p>

Количество баллов	0...64	65-74	75-84	85...100
Шкала оценивания	Не зачтено	Зачтено		

**Существенными считаются следующие ошибки:**

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений физических величин, единиц их измерения;
- незнание наименований единиц измерения,
- неумение выделить в ответе главное,
- неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений,
- неумение делать выводы и обобщения,
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы,
- неумение пользоваться учебником и справочником по физике и технике,

**К несущественным ошибкам следует отнести:**

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного-двух из этих признаков второстепенными,
- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы (например, зависящие от расположения измерительных приборов, оптические и др.),
- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность графика и др.,
- нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план устного ответа (нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными),
- нерациональные методы работы со справочной и другой литературой, неумение решать задачи в общем виде.

**Недочетами являются:**

- нерациональные приемы вычислений и преобразований;

- небрежное выполнение записей, схем, графиков.

### **3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине "Физика" проводится в соответствии с ОПОП и является обязательной. Формой промежуточной аттестации во 2 семестре является зачет.

Инструментом измерения сформированности компетенций являются зачетные письменный опрос и тестирование, утвержденные отчеты по лабораторным работам, решенные домашние задачи. Обучающийся сдает экзамен/зачет, если присутствуют все указанные элементы.

Обучающийся, имеющий по результатам текущего контроля по дисциплине хотя бы один неудовлетворительный результат (опрос, тестирование, лабораторные работы), обязан, не менее чем за 5 рабочих дней до дня аттестационного испытания, установленного в соответствии с расписанием аттестационных испытаний, предоставить экзаменатору выполненные задания указанного текущего контроля по дисциплине.

Инструментом измерения результатов обучения по дисциплине является устный ответ обучающегося на три теоретических вопроса.

#### **Вопросы для подготовки к зачету**

##### **Курс 1 Семестр 2**

1. Траектория, длина пути и вектор перемещения материальной точки.
2. Скорости: мгновенная, в момент времени  $t$ , средняя, средняя путевая, радиальная, трансверсальная и секториальная; разложение скоростей на составляющие в разных системах отсчета: декартовой, цилиндрической и полярной.
3. Ускорение: мгновенное, в момент времени  $t$ , среднее, тангенциальное и радиальное.
4. Примеры движения твердых тел: падение тел, брошенных вертикально вверх, горизонтально, под углом к горизонту.
5. Инерциальные системы отсчета. Законы Ньютона.
6. Основное уравнение динамики поступательного движения твердого тела, системы материальных точек, закон движения центра инерции механической системы.
7. Закон сохранения импульса и условия его выполнения.
8. Движение тела переменной массы, уравнения Мещерского и Циолковского.
9. Момент силы относительно неподвижной точки и оси, момент импульса материальной точки относительно некоторого центра.
10. Закон сохранения момента импульса системы материальных точек и условия его выполнения.
11. Момент импульса твердого тела относительно начала координат, момент инерции.

12. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела.
13. Вычисление момента инерции твердых тел: кольца, диска, стержня, цилиндра, теорема Штейнера.
14. Силы консервативные и диссипативные, работа и мощность.
15. Энергия кинетическая и потенциальная, кинетическая энергия вращающихся тел.
16. Закон сохранения механической энергии.
17. Силы инерции при ускоренном поступательном и произвольном движении системы отсчёта.
18. Принцип относительности Галилея.
19. Постулаты специальной теории относительности.
20. Преобразования Лоренца.
21. Следствия из преобразований Лоренца: относительность понятия одновременности, длина тел в разных системах отсчета, промежутки времени между событиями, закон сложения скоростей для релятивистских частиц.
22. Механика твердых тел, упругие напряжения и деформации, тензор упругих напряжений, плавные напряжения.
23. Закон Гука, расчет модуля упругости при сжатии твердого тела и наличия бокового отпора.
24. Деформации сдвига, кручения и изгиба.
25. Механика жидкостей, теоремы неразрывности Бернулли.
26. Скорость истечения жидкости из отверстия, давление и сила давления на противоположную стенку.
27. Вязкость, коэффициент внутреннего трения, единица измерения.
28. Закон изменения скорости при ламинарном течении.
29. Турбулентное течение, числа Рейнольдса и Фруда.
30. Движение тел в жидкостях и газах.
31. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
32. Закон распределения молекул идеального газа по скоростям (распределение Максвелла) и энергиям.
33. Распределение молекул по высоте (распределение Больцмана), барометрическая формула.
34. Средняя длина свободного пробега молекул, среднее число столкновений.
35. Опытное обоснование молекулярно-кинетической теории, опыты Штерна и Ламберта, броуновское движение. Закон Кулона и напряженность электростатического поля.
36. Потенциал электростатического поля.
37. Связь силовой и энергетической характеристик электрического поля.
38. Теорема Остроградского – Гаусса для поля в вакууме.
39. Поле заряда, равномерно распределенного по поверхности сферы и по плоскости.
40. Типы диэлектриков и их поляризация.
41. Поверхностные и объемные связанные заряды.

42. Теорема Остроградского – Гаусса для электрического поля в среде.
43. Граничные условия на границе раздела диэлектрик – диэлектрик.
44. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, пирозэлектрики.
45. Распределение зарядов в проводнике, граничные условия на границе с диэлектриком.
46. Электроемкость, электроемкость уединенного проводника.
47. Конденсаторы, емкость конденсаторов, соединения конденсаторов, энергия конденсатора.
48. Законы Ома и Джоуля – Ленца в дифференциальной форме.
49. ЭДС. Физический смысл. Правила Кирхгофа.
50. Недостатки классической электронной теории электропроводности металлов.
51. Закон Видемана – Франца.
52. Индукция магнитного поля, движение заряженных частиц в магнитном поле.
53. Закон Ампера, рамка с током в магнитном поле.
54. Закон Био – Савара – Лапласа, расчёт магнитного поля прямолинейного и кругового тока.
55. Закон полного тока для магнитного поля в вакууме.
56. Намагничивание сред, магнитные моменты атомов, диа- и парамагнетика в магнитном поле, ферромагнетика, эффект Баркгаузена.
57. Закон полного тока для магнитного поля в веществе.
58. Законы электромагнитной индукции, самоиндукция, взаимоиנדукция.
59. Ток смещения, уравнение Максвелла, инвариантность уравнений Максвелла.

**СПЕЦИФИКАЦИЯ**  
**промежуточного контроля по дисциплине**  
**«Физика»**  
**(экзамен)**

**для студентов по направлению подготовки**

**09.03.03 «Прикладная информатика»**

**Курс – 2. Семестр – 3**

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

**2. Критерии и шкала оценивания**

Критерии оценивания:

- степень полноты, точности, самостоятельности ответов на вопросы и задания из экзаменационного билета;
- качество изложения программного материала при ответе на основные и дополнительные вопросы экзаменатора;
- способность увязывать теорию с практикой;
- использование в ответе материала разнообразных литературных источников.

Шкала оценивания:

Баллы	Степень удовлетворения критериям
85-100 баллов «отлично»	Студент исчерпывающим образом ответил на вопросы экзаменационного билета. Задача решена правильно, студент способен обосновать выбранный способ и пояснить ход решения задачи. При ответе студент излагает материал последовательно, четко и логически стройно, способен аргументировать свои утверждения и выводы, привести практические примеры, использует материал разнообразных литературных источников. <i>Три теоретических вопроса отвечены в полном объеме без замечаний или с незначительными замечаниями, на дополнительные вопросы даны правильные ответы</i>
75-84 балла «хорошо»	При ответе на вопросы экзаменационного билета студентом допущены одна-две неточности или несущественные ошибки. Задача решена правильно или ее решение содержало несущественную ошибку, исправленную при наводящем вопросе экзаменатора. При ответе студент излагает материал последовательно, четко и логически стройно, способен аргументировать свои утверждения и выводы, привести практические примеры. <i>Два из теоретических вопросов отвечены в полном объеме, третий в неполном объеме, на дополнительные вопросы даны в основном правильные ответы</i>
65-74 балла	При ответе на вопросы экзаменационного билета студентом

«удовлетворительно»	допущены одна-две существенные ошибки, которые студент исправил при наводящих вопросах экзаменатора. Решение задачи содержит существенную ошибку, исправленную при наводящем вопросе экзаменатора. Студент допускает нарушение логики изложения материала, путается в терминах, демонстрирует слабую способность аргументировать свои утверждения и выводы, привести практические примеры. <i>Один из теоретических вопросов отвечен в полном объеме без замечаний, ответ на второй вопрос дан не в полном объеме, ответа на третий вопрос не последовало, на дополнительные вопросы даны в основном правильные ответы</i>
0-64 баллов «неудовлетворительно»	При ответе обнаружено непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые студент не смог исправить при наводящих вопросах экзаменатора; не осознаёт связи теории с практикой; студент отсутствовал на экзамене. <i>В прочих случаях.</i>

**Существенными считаются следующие ошибки:**

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, незнание формул, общепринятых символов обозначений физических величин, единиц их измерения;
- незнание наименований единиц измерения,
- неумение выделить в ответе главное,
- неумение применять знания для решения задач и объяснения физических явлений,
- неумение делать выводы и обобщения,
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы,
- неумение пользоваться учебником и справочником по физике и технике,

**К несущественным ошибкам следует отнести:**

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванная неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия или заменой одного-двух из этих признаков второстепенными,
- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы (например, зависящие от расположения измерительных приборов, оптические и др.),
- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность графика и др.,
- нерациональный метод решения задачи или недостаточно продуманный план устного ответа (нарушение логики, подмена отдельных основных вопросов второстепенными),
- нерациональные методы работы со справочной и другой литературой,

неумение решать задачи в общем виде.

**Недочетами являются:**

- нерациональные приемы вычислений и преобразований;
- небрежное выполнение записей, схем, графиков.

**3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине "Физика" проводится в соответствии с ОПОП и является обязательной. Формой промежуточной аттестации в 3 семестре является экзамен.

Инструментом измерения сформированности компетенций являются зачетные письменный опрос и тестирование, утвержденные отчеты по лабораторным работам, решенные домашние задачи. Обучающийся сдает экзамен/зачет, если присутствуют все указанные элементы.

Обучающийся, имеющий по результатам текущего контроля по дисциплине хотя бы один неудовлетворительный результат (опрос, тестирование, лабораторные работы), обязан, не менее чем за 5 рабочих дней до дня аттестационного испытания, установленного в соответствии с расписанием аттестационных испытаний, предоставить экзаменатору выполненные задания указанного текущего контроля по дисциплине.

Инструментом измерения результатов обучения по дисциплине является устный ответ обучающегося на три теоретических вопроса.

**4. Материалы экзаменационных билетов**

**Вопросы для подготовки к экзамену**

**Курс – 2. Семестр – 3**

1. Колебательные процессы в природе и технике, свободные колебания без трения, физический маятник и период его колебаний.
2. Сложение одинаково направленных колебаний, биения, сложение колебаний с кратными частотами, спектр частот несинусоидальных колебаний.
3. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний.
4. Затухающие колебания, резонанс. Плотность и поток энергии, вектор Умова.
5. Стоячие волны, колебания струны.
6. Групповая скорость.
7. Эффект Доплера.
8. Волновое уравнение электромагнитной волны, особенности плоской электромагнитной волны, вектор Умова – Пойтинга.
9. Понятие о когерентных колебаниях и волнах, интерференция волн, способы получения когерентных волн.
10. Полосы равной толщины и равного наклона, кольца Ньютона, интерферометры.

11. Принцип Гюйгенса – Френеля, зонная пластинка, графическое вычисление результирующей амплитуды.
12. Дифракция Френеля на круглом отверстии и непрозрачном круглом экране.
13. Дифракция Фраунгофера на щели и круглом отверстии, дифракция на двух щелях.
14. Дифракция на пространственной решетке.
15. Голография.
16. Явление поляризации световых волн.
17. Двойное лучепреломление.
18. Законы Брюстера и Малюса.
19. Вращение плоскости поляризатора.
20. Интерференция поляризованных волн.
21. Искусственная оптическая анизотропия.
22. Дисперсия света.
23. Электронная теория дисперсии света.
24. Поглощение света, рассеяние света.
25. Особенности теплового излучения.
26. Закон Кирхгофа и правило Прево.
27. Излучение нечерных тел.
28. Законы Стефана – Больцмана, Вина.
29. Формула излучения Планка.
30. Применение законов теплового излучения.
31. Воздействие света на вещество, фотоэлектрический эффект.
32. Законы фотоэлектрического эффекта.
33. Уравнение Эйнштейна, красная граница фотоэффекта.
34. Внутренний фотоэффект.
35. Явление Комптона и его теория.
36. Корпускулярно-волновая двойственность свойств света.
37. Корпускулярно-волновая двойственность свойств частиц вещества, волны де Бройля.
38. Экспериментальное подтверждение волновой природы частиц.
39. Свойства волн де Бройля.
40. Соотношение неопределенностей.
41. Уравнение Шредингера: стационарное и временное.
42. Движение свободной частицы.
43. Движение частицы в прямоугольной «потенциальной яме» с бесконечно высокими бортами.
44. Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер.
45. Модель атома Резерфорда.
46. Линейчатый спектр атома водорода.
47. Теория Бора для водородоподобных систем.
48. Опыты Франка и Герца.
49. Основное состояние атома.

50. Квантовые числа.
51. Опыты Штерна и Герлаха.
52. Спонтанное и вынужденное излучения, лазеры.
53. Функции распределения Ферми – Дирака и Бозе – Эйнштейна.
54. Закон Ома в квантовой теории.
55. Сверхпроводимость, эффект Джозефсона.
56. Энергетические зоны в кристалле.
57. Распределение электронов по энергетическим уровням.
58. Основы зонной теории.
59. Фотопроводимость.
60. Квантовые явления.
61. Строение ядра и радиоактивность.
62. Энергия связи ядер, ядерные силы.
63. Законы радиоактивного распада.
64. Гамма-излучение.
65. Основные дозиметрические величины.
66. Ядерные реакции.
67. Общие свойства электронных частиц.
68. Фундаментальные взаимодействия.
69. Переносчики и участники фундаментального взаимодействия.
70. Лептоны, адроны, кварки.

**СПЕЦИФИКАЦИЯ**  
**промежуточного контроля по дисциплине**  
**«Физика»**  
**для студентов по направлению подготовки**  
**09.03.03 «Прикладная информатика»**  
**(зачет, экзамен в форме итогового компьютерного тестирования)**  
**Время проведения: Курс – 1, 2 Семестр – 2, 3**

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

**2. Подходы к отбору содержания, разработке структуры теста.**

Тест состоит из 10-20 заданий из всех разделов физики пройденных в текущем семестре. Тест содержит вопросы из базы, сформированной в электронной системе обучения филиала КузГТУ (900 заданий по всем темам курса). Формирование теста происходит случайным образом, поэтому у каждого студента свой набор заданий.

**3. Система оценивания отдельных заданий и работы в целом.**

Максимальное количество баллов (верное выполнение всех заданий) теста – **100 баллов (100% заданий)**. Минимальный пороговый балл теста соответствует **65 баллам (65% заданий)**

Количество баллов	0...64 %	65...74 %	75...84 %	85...100 %
Шкала оценивания	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
	Не зачтено	Зачтено		

**4. Процедура выполнения и проверки теста.**

При проведении текущего контроля в форме компьютерного тестирования, обучающиеся в обозначенное преподавателем время, проходят с использованием технических средств электронного обучения тест, по результатам которого сразу же оценивается результат.

В процессе выполнения теста студенты могут делать черновые записи. Черновые записи при проверке не рассматриваются.

**5. Дополнительные материалы.**

В процессе выполнения теста использование дополнительной методической литературы, мобильных устройств связи и других источников информации не допускается.

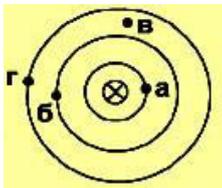
*Пример 1-го варианта итогового теста:*

1. Частица из состояния покоя начала двигаться по дуге окружности радиуса 1 м с постоянным угловым ускорением  $2 \text{ с}^{-2}$ . Отношение нормального ускорения к тангенциальному через одну секунду равно ...  
а) 1;      б) 2;      в) 3;      г) 4;      д) 8.
2. Сплошной и полый цилиндры, имеющие одинаковые массы и радиусы, вкатываются без проскальзывания на горку. Если начальные скорости тел одинаковые, то ...  
а) выше поднимется полый цилиндр;  
б) выше поднимется сплошной цилиндр;  
в) оба тела поднимутся на одну и ту же высоту.
3. Стержень длиной 20 см покоится в некоторой ИСО. В другой ИСО его длина может стать равной  
а) 10 см;    б) 21 см;    в) 30 см;    г) 40 см.
4. Объем некоторой массы идеального газа изобарически уменьшился в 2 раза. Как изменилась средняя энергия поступательного движения одной молекулы газа?  
а) увеличилась в 4 раза;  
б) уменьшилась в 4 раза;  
в) не изменилась;  
г) уменьшилась в 2 раза;  
д) увеличилась в 2 раза
5. Сколько степеней свободы колебательного движения имеет молекула  $\text{NH}_3$ ?  
а) 3;      б) 5;      в) 6;      г) 7;      д) 9.
6. Чему равно общее число степеней свободы для молекулы идеального двухатомного газа?  
а) 2;      б) 3;      в) 4;      г) 5;      д) 6.
7. Точечный заряд  $+q$  находится в центре сферической поверхности. Если добавить заряд  $+q$  за пределами сферы, то поток вектора напряженности электростатического поля  $\mathbf{E}$  через поверхность ...  
а) не изменится;  
б) увеличится;  
в) уменьшится.
8. Укажите, какие из нижеприведенных условий выполняются при равновесии зарядов на проводнике?  
1)  $E_{\text{вн}} = \text{const}$ ;                      2)  $j = 0$ ;                      3)  $E_{\text{вн}} = 0$ ;                      4)  $j = \text{const}$ .
- а) 1, 2;                      б) 2;                      в) 1, 3;                      г) 3, 4;                      д) 4.
9. От каких факторов зависит емкость уединенного проводника, расположенного в вакууме?  
а) только от размеров проводника;  
б) только от формы проводника;  
в) от формы и размеров проводника;

г) от формы, размеров и материала проводника;

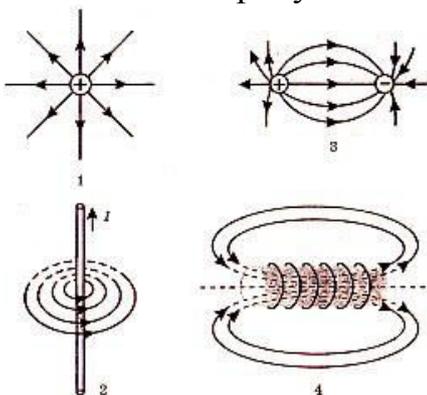
д) от формы, размеров и от заряда проводника.

10. На рисунке показана картина магнитных линий прямого проводника с током. Магнитное поле сильнее всего в точке



а; б; в; г.

11. На рисунке изображены электрические и магнитные поля с помощью силовых линий. На каких рисунках изображены магнитные поля?



Только на рисунке 3.

На рисунках 1 и 3.

На рисунках 2 и 4.

Только на рисунке 1.

12. Направление тока в круговом витке изменили на противоположное. Вектор магнитной индукции витка с током повернулся на:

а)  $0^\circ$

б)  $90^\circ$

в)  $180^\circ$

г)  $360^\circ$

13. Силовой характеристикой магнитного поля служит ...

а) магнитная проницаемость;

б) работа;

в) потенциал;

г) магнитная индукция.

14. Куда направлена сила, действующая на электрон, находящийся в однородном электрическом поле, если вектор напряженности направлен снизу вверх?

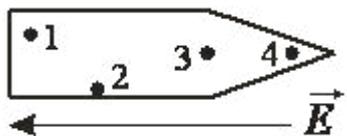
а) вверх;

б) вниз;

в) вправо;

г) влево.

15. Металлическое тело внесено во внешнее электростатическое поле напряженностью  $E$ . Между какими из указанных точек (см. рис.) разность потенциалов наибольшая?



- а) Между 1 и 4.
- б) Между 1 и 2.
- в) Между всеми точками одинакова.
- г) Между всеми точками одинакова и равна нулю.